

171
21



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**REGISTRADOR DIGITAL DE LLAMADAS
TELEFONICAS**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A N :

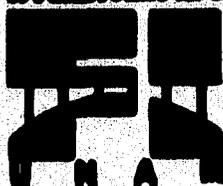
PIRA SANDOVAL CLAUDIA M. *margarita*

SANDOVAL LEON FRANCISCO

SERRANO VILLEGAS JULIO

TORRES HERNANDEZ MARTHA ISELA

**FACULTAD DE
INGENIERIA**



DIRECTORA: ING. GLORIA MATA HERNANDEZ

MEXICO, D. F.

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO por la formación profesional que forjó en nosotros , especialmente a la FACULTAD DE INGENIERÍA la oportunidad que nos dió de pertenecer a ella como alumnos y en un futuro como profesionales de la Ingeniería.

A la Ing. Gloria Mata por todo su apoyo y consejos.

A Ing. Antonio Salvá por toda su ayuda siempre amable y generosa.

A todos nuestros Profesores, Compañeros y Amigos.

A TODOS los que colaboraron para que este trabajo se desarrollara exitosamente.

A NOSOTROS por la paciencia que tuvimos en el desarrollo de este proyecto.

A Flora y Rafael

*Porque gracias a su esfuerzo he podido realizar
una de las metas más importantes de mi vida
y por la gran confianza que siempre me
brindan para seguir adelante.*

A Gerardo, Paco, Marcela y Toño

*Por la compañía y gran ayuda que siempre
he recibido de ustedes y por ser un
ejemplo de superación.*

A Valeria y Eric

*Por la alegría que han traído a sus abuelos
y a sus tíos*

A Rodolfo

*Por alegrar cada día de mi vida, por ayudarme y apoyarme
en todo momento. Este trabajo es la realización de uno
de nuestros sueños y la esperanza de que todos
los demás lleguen un día a realizarse.*

Claudia

**Gracias por darme la vida,
por dejarme disfrutar de ella
por aceptarme en la suya misma
por permitirme crecer entre ustedes
Gracias Gilda.**

**Gracias Mario.
por los consejos, por las palabras,
por las sonrisas, los Sacramentos
este trabajo, grande o pequeño,
principalmente es por -y para- ustedes.**

**Griséida, Mireya, Mario, Miriam, Yeudiel
han sido desde compañeros de juego
hasta ejemplos a seguir.
Sinceramente mi respeto y agradecimiento.**

**También a ti "Senda de Rosas"
Chenda, abuela, por la juventud de tu alma
y tu paciente compañía.**

**Te agradezco Martha
el ser de mi vida parte
de este trabajo compañera
de tu vida compartir conmigo
! y cuenta las estrellas cuéntales...!**

**Para todas las personas
que alimentaron esta esperanza
les agradezco de corazón
depositar en mí, su confianza**

**Gracias por esta oportunidad Señor
no solamente la de estudiar
sino de la existencia misma !!**

yo

Agradezco a mis padres la oportunidad de permitirme tener educación y aún llegar a un nivel universitario a nivel ingeniería, así como a mi hermano José por haberme mostrado el camino por medio de sus consejos y adiestramiento, y en general a toda mi familia por su paciencia y apoyo incondicional al cual espero corresponder de la mejor manera.

Agradezco también a los compañeros de carrera y en particular a los compañeros de tesis por haberme soportado y soportado las inclemencias hasta el final de este trabajo, a quienes les deseo el mejor futuro.

Julio

A DIOS:

Eternamente.

Al Sr. Jesús Torres Hernández: Por enseñarme que la vida hay que vivirla plenamente, por ser mi ejemplo de fuerza y coraje, porque siempre estuvo ahí cuando más lo necesité, pero sobretodo por ser **MI Padre.**

A la Sra. Eloísa Hernández Flores: Porque siempre me apoyo para que me desarrollara como una mujer integra, por escucharme y porque siempre me brindo el mejor de los consejos, por darme la confianza para considerarla la mejor de mis amigas, pero más que eso por ser **MI Madre.**

A Marisela, Rebeca, Pancho, Arturo, Olimpa, Pepe y María: Por el apoyo que me dieron en mi formación profesional, por los ejemplos que me dieron de valor y honestidad, por los buenos y malos momentos que compartimos, por ser **Mis Hermanos.**

A Paco:

Por estar a mi lado en momentos difíciles, por darme palabras de aliento para motivarme a seguir adelante, por pasar juntos momentos plenos, porque este fue un proyecto que nos motivó a los dos, y sobre todo por enseñarme a descubrir lo que es el Amor...

A Julio y a Claudia:

Por su constancia y empeño para que este trabajo se realizara de la mejor manera.

A Mis Amigos y Compañeros:

Por darme la mano en momentos difíciles, y por compartir mis más gratos momentos de estudiante.

A TODOS ELLOS GRACIAS...

MARTHA ISELA

TESIS

COMPLETA

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| PRÓLOGO | 1 |
| INTRODUCCIÓN | 3 |
| 1. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL TELÉFONO Y LA RED TELEFÓNICA | 6 |
| 1.1 EL TELÉFONO | 6 |
| Transmisor telefónico..... | 6 |
| Receptor Telefónico..... | 8 |
| Interruptor Telefónico..... | 9 |
| Marcador Telefónico..... | 10 |
| Circuito del Habla..... | 13 |
| Timbre..... | 13 |
| 1.2 OPERACIÓN DEL EQUIPO TELEFÓNICO | 14 |
| Encendido del Equipo telefónico..... | 14 |
| Diálogo con la Central..... | 14 |
| 1.3 FUNCIONES DE LA OFICINA LOCAL | 15 |
| Detección y Realización de llamadas..... | 15 |
| Terminación de llamadas..... | 15 |
| Funciones de Carga..... | 16 |
| Subsistema en una Central Digital..... | 17 |
| Funciones Remotas..... | 18 |
| 1.4 TRANSMISIÓN PRACTICA DEL HABLA | 18 |
| Ancho de Banda..... | 19 |
| Distorsión por Atenuación..... | 19 |
| Distorsión de fase y Distorsión por retraso de envolvente..... | 20 |
| Ruido..... | 21 |
| Razón Señal a Ruido..... | 22 |
| Crosstalk..... | 23 |
| Ecos y Zumbidos..... | 23 |
| Nivel..... | 25 |
| 1.5 MEDIOS DE TRANSMISIÓN | 26 |
| Tipos de Líneas de Transmisión..... | 26 |
| Guías gemela..... | 27 |
| Cable par trenzado..... | 28 |
| Cable coaxial..... | 28 |
| Sistema de fibra Óptica..... | 29 |

| | |
|---|-----------|
| 1.6 NATURALEZA Y CODIFICACIÓN DE LAS SEÑALES..... | 34 |
| Transmisión Digital..... | 36 |
| Modulación Delta..... | 37 |
| Modulación por Codificación de Pulsos (PCM) | 37 |
| Codificación de bits..... | 42 |
| Multiplexión por división de tiempo TDM..... | 43 |
| Sistema PCM de alto orden..... | 46 |
| 1.7 SEÑALIZACIÓN..... | 51 |
| Requerimientos de Señalización..... | 51 |
| Grupos Principales para los requerimientos de Señalización..... | 52 |
| Direcciones Hacia Adelante y Hacia Atrás..... | 53 |
| Señalización entre Central y Abonado..... | 53 |
| Señalización entre Centrales..... | 57 |
| Señalización de Canal Asociado..... | 58 |
| Señalización de Canal Común..... | 68 |
| Sistema de Señalización CCITT..... | 73 |
| 1.8 CONMUTACIÓN..... | 75 |
| Sistemas de conmutación..... | 76 |
| Tipos de sistemas de conmutación..... | 77 |
| Funciones de conmutación..... | 82 |
| Conmutación por división de espacio..... | 83 |
| Matriz de control de conmutación..... | 85 |
| Conmutación por división de tiempo..... | 86 |
| Conmutación digital por división de tiempo..... | 87 |
| 1.9 REDES TELEFÓNICAS..... | 88 |
| Red telefónica analógica..... | 88 |
| Red telefónica híbrida..... | 88 |
| Red digital integrada..... | 88 |
| Jerarquía de la red analógica..... | 90 |
| Estructura de una red a larga distancia..... | 93 |
| 1.10 HACIA LAS REDES TELEFÓNICAS DIGITALES..... | 94 |
| Facilidad de Multiplexión..... | 94 |
| Facilidad de señalización..... | 95 |
| Utilización de tecnología moderna..... | 95 |
| Integración de Transmisión y Conmutación..... | 96 |
| Regeneración de la señal..... | 97 |
| Facilidad de monitoreo..... | 98 |
| Utilización de otro servicios..... | 99 |
| Operabilidad en razones bajas de señal a ruido..... | 100 |
| Incremento del ancho de banda..... | 100 |
| Necesidad de Sincronización..... | 101 |

| | |
|---|------------|
| Necesidad de Conferencia / Puentes de extensión..... | 101 |
| Incompatibilidad con facilidades analógicas..... | 102 |
| 2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL HC11 Y DEL DISPLAY DE CRISTAL AND 721..... | 104 |
| 2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL HC11..... | 104 |
| Características de la versión F1..... | 106 |
| Modos de operación..... | 107 |
| Descripción de señales..... | 108 |
| Memoria y registros de control y status..... | 110 |
| Puertos de entrada y de salida..... | 111 |
| Información de programación..... | 114 |
| EEPROM..... | 117 |
| Sistema principal de Timer..... | 118 |
| Acumulador de pulsos..... | 121 |
| Interrupciones..... | 121 |
| 2.2 DISPLAY DE CRISTAL LIQUIDO AND 721..... | 122 |
| Especificaciones..... | 125 |
| Códigos de caracter..... | 126 |
| Operación del display de cristal líquido..... | 126 |
| 3. DISEÑO ELECTRÓNICO DEL REGISTRADOR DIGITAL DE LLAMADAS TELEFÓNICAS..... | 131 |
| 3.1 INTRODUCCIÓN..... | 131 |
| Detector de colgado y de pulsos de marcaje..... | 131 |
| Detector de timbre..... | 135 |
| Detector de tonos de línea, ocupado y llamada..... | 138 |
| Detector de DTMF..... | 153 |
| Circuito de aislamiento..... | 156 |
| 4. DISEÑO DEL SOFTWARE..... | 159 |
| 4.1 DIAGRAMA GENERAL..... | 159 |
| Rutina de interrupción del Timer..... | 161 |
| Rutina de interrupción de IRQ e IC3..... | 161 |
| Activación del teléfono por señal de timbre..... | 164 |
| Clave por tonos..... | 164 |
| Clave por pulsos..... | 167 |
| Verifica señal de línea y ocupado..... | 169 |

Índice

| | |
|--|------------|
| Marcaje por tonos..... | 169 |
| Marcaje por pulsos..... | 172 |
| Programa para truncar los números telefónicos..... | 179 |
| Detecta salida de llamada..... | 172 |
| Subrutina de promedio..... | 174 |
| 4.2 DIAGRAMAS DE FLUJO DE MENÚES..... | 181 |
| Subrutina ver llamadas..... | 184 |
| Subrutina ver usuarios..... | 189 |
| Subrutina dar de alta..... | 190 |
| Subrutina dar de baja..... | 191 |
| Subrutina cambiar fecha..... | 192 |
| Subrutina cambiar hora..... | 193 |
| Subrutina cambiar clave..... | 194 |
| 5. PRUEBAS CON EL REGISTRADOR DIGITAL..... | 195 |
| 6. MANUAL DE OPERACIÓN DEL REGISTRADOR..... | 199 |
| 7. CONCLUSIONES..... | 217 |
| APÉNDICE 1 LISTADO DEL PROGRAMA..... | 219 |
| APÉNDICE 2 CCITT..... | 269 |
| GLOSARIO..... | 274 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 276 |

PRÓLOGO

Los usos del teléfono son muy variados, es importante para realizar acuerdos, obtener información, manejar personal y asuntos de negocios, o sólo para mantenerse en contacto, colocándose solo en segundo plano después de la interacción cara a cara.

El costo de los servicios telefónicos justifica que quienes los adquieren soliciten equipo que les permita conocer la aplicación y en su caso restringir el uso de estos servicios.

Algunos aparatos disponibles en el mercado son: Discriminador de Llamadas Telefónicas¹, su objetivo es que solo las personas que tienen una clave asignada por el suscriptor puedan llamarle generando un tono determinado por la clave. Sistemas para conteo de llamadas los cuales trabajan con conmutadores tales como el DBA Communications Systems, el Moscom Discovery/1, el Racom Multi-Line Telephone Accounting Printer o el Viking Electronics², todos ellos enfocados a medir la productividad del personal de telemarketing, y medir la necesidad de adicionar o reducir el número de líneas o de personal, así como ayudar a verificar las facturas provenientes de la compañía telefónica.

Sin considerar el discriminador todos los equipos adicionales mencionados están orientados a trabajar en empresas que cuenten con conmutadores, monitoreando los sistemas multilínea.

El suscriptor de una casa-habitación cuenta por parte de la compañía de teléfonos con la línea telefónica y conecta a ésta su teléfono, una contestadora y/o en el mejor de los casos un fax o un módem, sin contar hasta la fecha con un dispositivo que le permita llevar un control sobre el uso de su línea ni tener un comparativo con el reporte de la compañía telefónica, dudando frecuentemente del importe de su recibo.

Una forma de llevar un control sobre el uso del servicio telefónico es mediante un dispositivo que registre números telefónicos, fechas, tiempo de uso, que además proporcione un código de acceso a la línea y una clave maestra para consulta, dar de alta y dar de baja a usuarios.

En el presente trabajo se diseñó e implementó este dispositivo basado en el microcontrolador MC68HC11F1 para el registro de llamadas telefónicas con la finalidad

¹"Electrónica Práctica", Mayo de 1994, pp. 6-15.

²"Catálogo ALLTEL SUPPLY Telecommunications Products", 1994, pp. C-18-C-20.

de poder llevar un control personalizado de las llamadas que entran y salen en el teléfono de una casa habitación.

Por otro lado, el trabajo incluye 7 capítulos; el capítulo 1 presenta una panorámica del sistema telefónico comenzando con la descripción del teléfono, su operación, su comunicación con la central local y la función de ésta en el enlace de los abonados, analizándose también los diversos parámetros, medios y herramientas que influyen en la calidad de la transmisión desde un abonado a otro. Para establecer el entendimiento teléfono - central, central - central, se requiere de la señalización, el saber cuando realizar el enlace telefónico y la ruta seguida para lograrlo es la función de conmutación que debe realizar la central, siendo entonces transmisión, señalización y conmutación elementos de análisis. La comunicación entre zonas distantes establecen la jerarquía de la red telefónica apoyada por el desarrollo tecnológico, tendiendo a la redes telefónicas digitales.

A nivel casa habitación para la implementación del registrador se hace necesaria la utilización de un dispositivo que permita identificar las distintas señales telefónicas y de control, el capítulo 2 se enfoca a describir este elemento, el microcontrolador HC11F1, en cuanto a los aspectos relacionados con el registrador; ocupándose también de presentar las especificaciones de la pantalla de cristal líquido que permite la comunicación con el usuario. El Hardware adicional requerido para detectar las señales telefónicas y la activación del teléfono, su acoplamiento con el microcontrolador y la pantalla (display) para formar en conjunto la circuitería del registrador, se presentan en el Capítulo 3, incluyéndose también las gráficas de las señales telefónicas de interés. El Capítulo 4 presenta los diagramas de flujo de la lógica a seguir para la identificación de las señales telefónicas, decisiones de usuario y base de datos. Las pruebas realizadas en el laboratorio y en casas habitación son expuestas en el Capítulo 5. El Capítulo 6 es el manual que el usuario requerirá para la utilización del registrador. Las conclusiones del trabajo se dan en el Capítulo 7, incluyéndose también el listado del programa en el apéndice 1, las recomendaciones de la CCITT en el apéndice 2 y un glosario de términos y abreviaciones.

INTRODUCCIÓN

El teléfono es un sistema analógico, la voz humana es convertida en una señal eléctrica y transmitida dentro de un rango dado de frecuencias.

Tres subsistemas constituyen el sistema telefónico: La malla del suscriptor, el sistema de conmutación y los sistemas de larga distancia.

La demanda de los servicios de comunicación telefónica lleva al concepto de ingeniería de tráfico. Las centrales telefónicas son conectadas por troncales. El número de troncales conectando la central X con la central Y, son el número de pares de voces o su equivalente usado en la conexión. Una trayectoria de tráfico es un canal, time slot, banda de frecuencia, línea, troncal, conmutador o circuito sobre el cual las comunicaciones individuales pasan en secuencia. Transporte de tráfico (carried traffic) es el volumen de tráfico transportado actualmente por un conmutador. Tráfico ofrecido, es el volumen de tráfico ofertado a un conmutador.

A través de un día típico la variación es tal que, un periodo de una hora muestra un uso más grande que cualquier otro. Desde la hora con menos tráfico a la hora con más tráfico, la variación puede exceder 100 : 1.

Definiciones de Hora de Ocupado (busy hour) (CCITT Rec E 600).

1. Hora de ocupado (Busy Hour BH). Se refiere al volumen de tráfico o número de intentos de llamadas. Es aquél periodo continuo de una hora, localizado en el intervalo de tiempo concerniente para el cual esta cantidad (volumen de tráfico o intentos de llamada) es más grande.
2. Hora de ocupado pico. Es la hora de ocupado de cada día, esta usualmente no es la misma en número dado de días.
3. Tiempo consistente en una hora de ocupado. El periodo de una hora comenzando al mismo tiempo cada día para el cual el promedio de volumen de tráfico o intentos de llamada registrado por la central o grupo de recursos concernientes es más grande en los días considerados.
4. Temporada de ocupado hora de ocupado (BSBH). es la hora de reloj más ocupada de la semana más ocupada del año.

Medida del tráfico telefónico

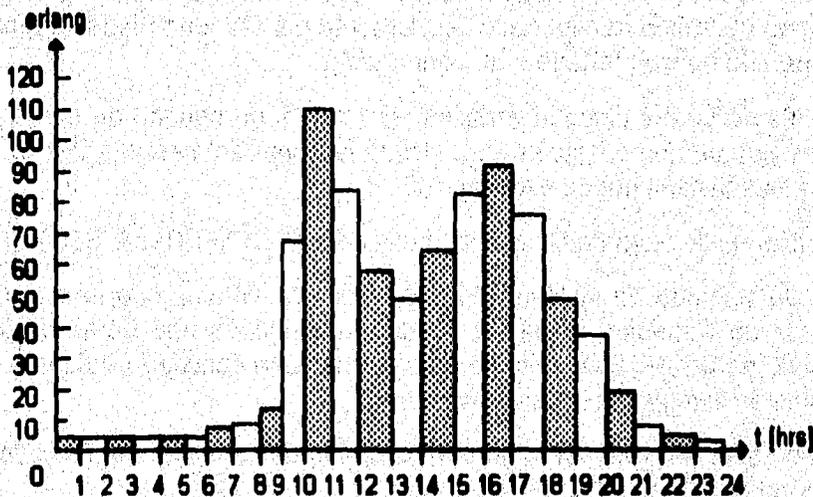
Se puede definir el tráfico telefónico como el conjunto de llamadas telefónicas en un grupo de troncales o circuitos, considerando la duración de las llamadas también como su número. Definiendo el flujo de tráfico como :

$$A = C \times T \text{ [llamada-minuto] ó [llamada-hora]}$$

donde C es la razón de llamada por hora y T es el promedio del tiempo retención por llamada.

Por ejemplo. Supóngase que el promedio del tiempo de retención es 2.5 minutos y la razón de llamado en BH para un día particular es 237. El flujo de tráfico A es entonces $A = 237 \times 2.5$ ó $A = 592.5$ [llamadas minuto] ó $592.5 / 60$ [llamada-hora].

La unidad preferida de tráfico es el erlang la cual es una unidad adimensional. Una intensidad de tráfico de un erlang significa un uso continuo del circuito. Considerando un grupo de circuitos la intensidad de tráfico en erlang es el número de llamadas-segundo por segundo o el número de llamadas-hora por hora. Por ejemplo si un grupo de diez circuitos tiene una intensidad de llamado de 5 erlang, se espera que la mitad de los circuitos estén ocupados al tiempo de hacer la medición.



Gráfica de barras de un día típico de trabajo de la intensidad de tránsito telefónico (mezclando negocios y uso residencial).

La facilidad de comunicación mediante las líneas telefónicas y el servicio permanente hace que su utilización nunca se interrumpa como lo muestra la gráfica anterior.

La información proporcionada por la central a sus abonados es la mínima indispensable para su enlace, de tal forma que señales como el número de quién llama y alguna señal que informe al que llama cuando su enlace ha sido establecido no se

encuentran en las líneas de los abonados. La señal de enlace sólo es proporcionada como un servicio de valor agregado y a solicitud del suscriptor. El dispositivo que lleve a cabo un registro de las llamadas entrantes y salientes de una casa - habitación necesita monitorear la línea telefónica para diferenciar los tipos de señalización existentes, siendo entonces necesario que en la línea exista la menor cantidad de ruido posible que pueda confundir el análisis.

El desarrollo del dispositivo comienza reconociendo el tipo de señales que presentan en la línea telefónica, identificando los circuitos integrados que trabajen con estas señales y que fuesen comerciales (como el detector de timbre y el decodificador de DTMF), así como la implementación de diferentes circuitos para la manipulación de estas señales y para la utilización del teléfono en la obtención de la clave para tener acceso a la línea o consultar la información. La programación del microcontrolador con base en el monitoreo de las señales se fue generando en un principio utilizando pequeñas rutinas las cuales podrían ser grabadas en la RAM Interna del HC11, posteriormente se adiciono una memoria RAM externa según la longitud de la programación lo requirió, utilizado como herramientas de edición el IASM11 y como paquete de comunicación de la PC con el microcontrolador el PCBUG11, utilizando el microcontrolador en modo bootstrap especial, una vez obtenida la programación completa se condiciona para ser grabada en una EPROM externa trabajando entonces en modo expandido normal. En la polarización de los componentes se tomo especial atención es aislar los componentes del microcontrolador y las señales que a él se introducen de la línea telefónica, para prevenir descargas provenientes de ésta en el microcontrolador. Utilizando como aislantes eléctricos optoacopladores para detectar la señales de los circuitos que utilizan la misma referencia que la línea telefónica, la activación de señales y circuitos se da a través de relevadores, y una carga telefónica es simulada por una resistencia.

El circuito es diseñado para trabajar tanto con teléfonos de pulsos como de tonos, teniendo la facilidad el teléfono de tonos de que todas las operaciones son realizadas con él, auxiliándose con el DTMF.

1

DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL TELÉFONO Y LA RED TELEFÓNICA

1.1 EL TELÉFONO

El equipo telefónico, es un instrumento empleado para transmitir y recibir llamadas en forma secuencial y/o simultáneamente, esto permite a una parte comunicarse con otra. Para que esta comunicación tenga lugar, el equipo básicamente debe tener los siguientes componentes: un transmisor, un receptor, un interruptor de colgado y descolgado (switchhook), un marcador, un circuito de habla y un timbre. La figura 1.1 muestra un diagrama de bloques de un equipo telefónico.

Transmisor Telefónico

Existen varios tipos de transmisores en el empleo de los teléfonos. Aquí se consideraran tanto el transmisor de carbón que ha sido ampliamente usado, y el transmisor electret como el sucesor moderno del anterior.

Transmisor de Carbón

Cuando el teléfono está descolgado una corriente directa fluye desde la Oficina Central a través del transmisor y el receptor. El transmisor contiene un diafragma que está en contacto con unos gránulos de carbón. Tan pronto como el sonido, que no es más que la compresión y expansión de las moléculas de aire, golpea el diafragma, se presenta un incremento de la presión, que se aplica a los gránulos de carbón, ocasionando una variación de la resistencia en el circuito eléctrico. Esto causa fluctuaciones en el valor de la corriente directa del circuito.

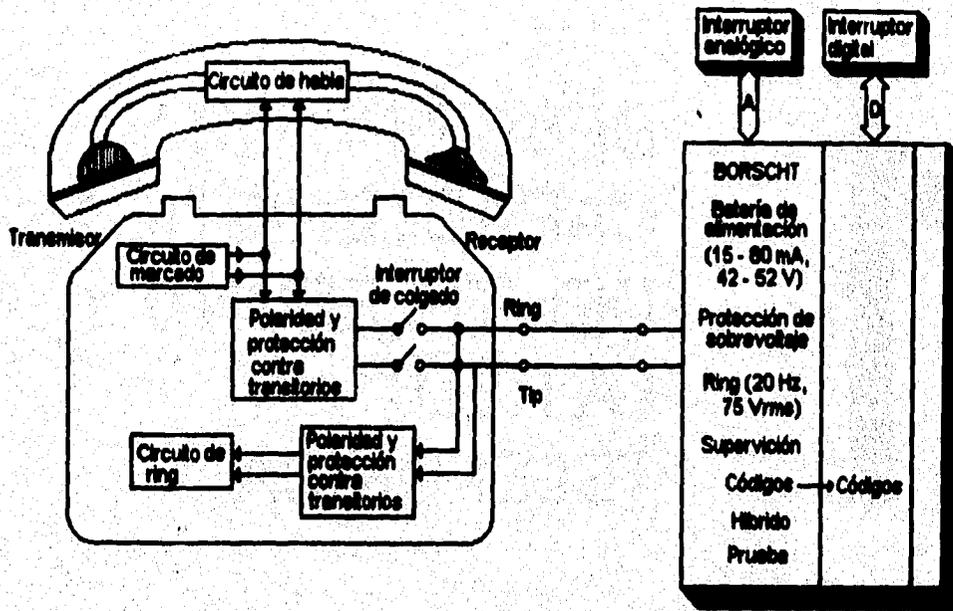


Figura 1.1

Por ejemplo, cuando la presión en los carbones es alta, estos se comprimen, esto hace que su resistencia baje, resultando en un incremento en la corriente. Cuando la presión del aire es baja, la resistencia se incrementa y la corriente decrece. La corriente varía directamente con la estabilidad y alternación de la fuerza electromagnética en el secundario de un transformador, el cual establece una corriente alterna sobre la línea. Ver figura 1.2.

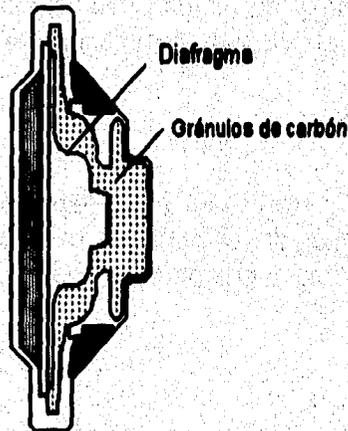


Figura 1.2.

Resumiendo lo anterior, se tienen las siguientes características:

1. El sonido es convertido de variaciones de presión de aire en variaciones de corriente eléctrica.

2. La información, es representada por una corriente alterna (AC) sobre una corriente existente (DC).
3. La variación resultante en el flujo de corriente representa la variación del sonido de la voz.

Transmisor Electret

Un "electret" es una sustancia que está cargada eléctricamente en forma permanente. El material principal es una capa delgada de un plástico similar al teflón la cual es expuesta a un campo eléctrico. Cuando el campo es removido, el teflón mantiene una cierta carga, esto es lo que hace a un "electret".

El transmisor electret es en principio un transmisor condensador, donde el campo eléctrico requerido para que trabaje es producido por el electret en la membrana del material, el campo eléctrico en un micrófono de estos es producido por un voltaje externo. El micrófono, que difícilmente tiene más de un centímetro de diámetro, tiene excelentes cualidades eléctricas. La simple construcción hace que el micrófono sea también durable y rentable en su operación.

El principio de operación se muestra en la figura 1.3. La película de teflón (material electret) se estira a través de un electrodo fijo. El electrodo móvil está formado por una capa metálica delgada en el material electret. Las irregularidades en la superficie del electrodo fijo resultan en un número de pequeñas bolsas de aire que se forman entre el electret y el electrodo fijo. El campo eléctrico en cada una de estas bolsas es producido por el electret. Cuando la membrana se mueve las bolsas de aire se mueven, cambian de tamaño y por lo tanto de capacitancia. Los cambios de capacitancia ocasionan que sucedan variaciones de voltaje a través del resistor R.

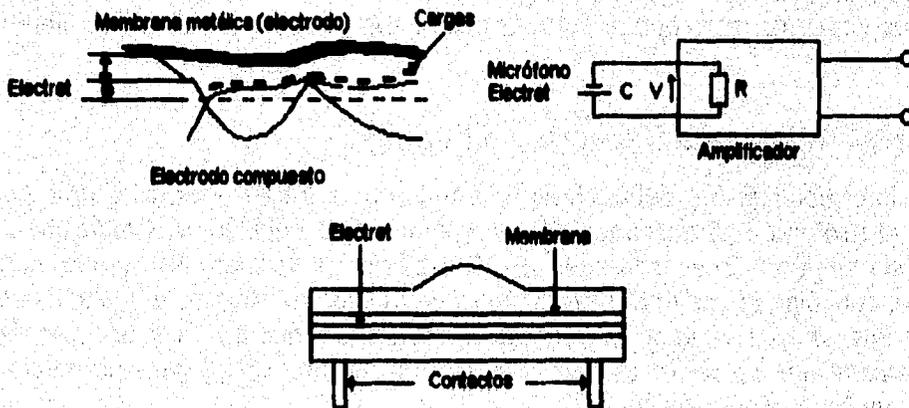


Figura 1.3

Receptor Telefónico

La acción de recibir en el sistema telefónico es exactamente opuesta a la de transmitir. Del lado del receptor hay un diafragma de metal delgado y flexible, el cual

controla su movimiento por dos imanes localizados alrededor de sus esquinas, como se muestra en la figura 1.4.

Uno de los imanes es un imán permanente, y es usado para aplicarle una fuerza constante al diafragma. El segundo imán es un electroimán, que consiste en un devanado enrollado alrededor de una pequeña pieza de hierro. Este imán es activado solo cuando la corriente está pasando a través del cable, y tan pronto como el flujo de corriente atraviesa el devanado, el imán aplica una fuerza electromagnética sobre el diafragma. La magnitud de esta fuerza esta en función de la corriente, así la vibración del diafragma depende de la vibración del transmisor del diafragma, el cual está también en función de la fuerza aplicada en este.

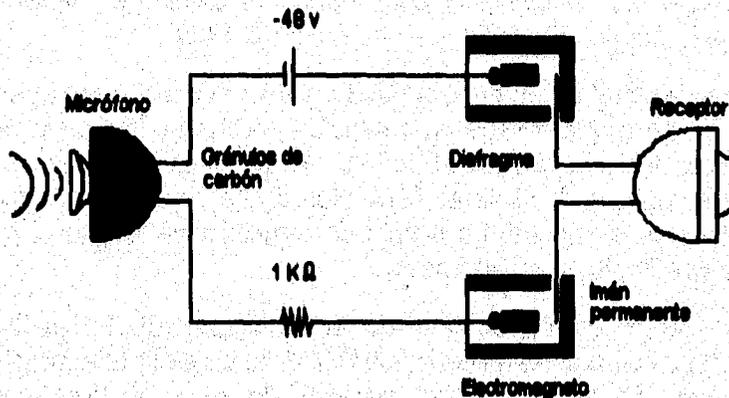


Figura 1.4

La recepción de vibración por el diafragma, produce ondas sonoras de la misma frecuencia, las cuales son aplicadas al diafragma del transmisor. El transmisor y receptor del sistema telefónico usa dos cables, que pueden combinarse como un par simple de líneas de teléfono para transmisión y recepción. Este dispositivo combina el transmisor y receptor para operar sobre el mismo par de cable y es llamado híbrido.

Interruptor Telefónico (on hook - off hook)

Un interruptor dentro del teléfono se emplea para iniciar o terminar una llamada. Cuando el teléfono está desconectado, el teléfono está colgado, y el interruptor está abierto, sin ningún flujo de corriente de DC a través de la línea. Tan pronto como se levanta el auricular, la corriente fluye a través de la línea de regreso a la oficina central. Una vez que se ha levantado el auricular la resistencia que aparece entre el Tip y el Ring ocasiona que se cierre el lazo, y avisa a la oficina central para proporcionar la corriente de DC y el tono de marcar.

Cuando el teléfono está ocioso y el auricular está colgado (on hook), la terminal presenta un circuito abierto a la corriente directa en el par de cables. En ésta condición existe una campana en serie con un capacitor conectado a través de la línea de tal forma que las llamadas de entrada puedan ser señalizadas por medio de una corriente alterna.

Cuando el auricular se levanta para hacer una llamada (off-hook), se crea una trayectoria de DC que alerta al equipo de conmutación para que identifique que se realizará una llamada. Una vez que el equipo de conmutación está listo para recibir más instrucciones, éste transmite una señal de tono de marcado (dial tone). El abonado puede entonces introducir el número a marcar como una serie de dígitos decimales. Una vez que la llamada se termina, el abonado cuelga lo que implica remover la condición de DC.

Marcador Telefónico

Cuando se recibe el tono de marcar, la corriente de DC fluye a través del sistema y el teléfono está listo para marcar el número deseado. Hay dos métodos para marcar dependiendo del tipo de teléfono que se esté empleando:

- a. Marcaje por pulsos.
- b. Marcaje por multifrecuencia (también conocido como marcaje por tonos).

Marcaje por Pulsos

El teléfono de rotación se emplea para el método de marcado por pulsos, aunque cabe mencionar que algunos teléfonos digitales tienen la opción de elegir entre marcado por pulsos y marcado por tonos. Este tipo de marcado aunque se encuentra obsoleto todavía lo podemos encontrar en varios lugares, por lo cual a continuación explicamos su funcionamiento. El marcado por pulsos es definido como un estado de descolgado momentáneo, condición mediante la cual se ocasiona el establecimiento y ruptura de un lazo entre el abonado y la Oficina Central.

Si el número 345-7630 es marcado, sucederán los siguientes eventos: marcando el dígito 3, se rompe el lazo tres veces, y marcando el dígito 4, el lazo se romperá cuatro veces como se muestra en la figura 1.5. Entre el dígito 3 y el dígito 4 hay un retardo, el cual permite a la Oficina Central reconocer y diferenciar entre dígitos. Esta técnica es normalmente empleada con el equipo de conmutación SXS (del inglés step-by-step). Los pulsos son identificados por la duración de sus estados de establecimiento y ruptura. Esta duración puede variar de acuerdo con las especificaciones del fabricante.



Figura 1.5

El período de pulsado es igual a un ciclo y el pulso que está en turno es la suma de las duraciones de establecimiento y ruptura del pulso. La velocidad de pulsado es el número de pulsos por segundo.

Para diferenciar entre los dígitos de una serie, la construcción mecánica asegura que existen al menos 400 ms entre el tiempo de marcado de cada dígito, éste período es referido como la pausa entre dígitos. Usualmente estos pulsos de interrupción, ocurren a diez impulsos por un segundo por un período nominal de interrupción de $66 \frac{2}{3}$ ms y $33 \frac{1}{3}$ de ms de DC. La Figura 1.6 muestra el diagrama de un marcador de pulsos.

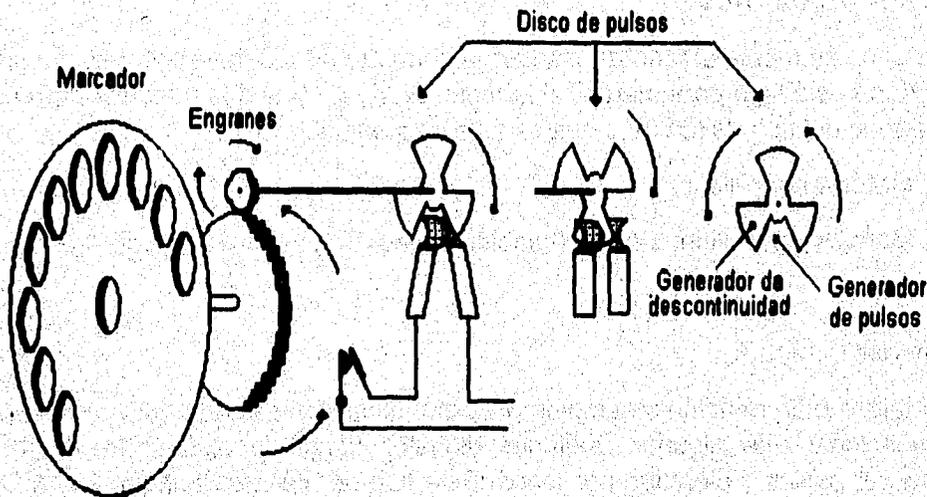


Figura 1.6

Marcaje por Multifrecuencia

Un método más rápido de introducir dígitos se puede llevar a cabo con un push-button el cual envía un par de tonos por cada botón. Las frecuencias de estos tonos son elegidas para minimizar la posibilidad de que el habla normal pudiera imitar la condición de señalización.

La transferencia de información digital válida a través de la línea del teléfono, se hace normalmente por una combinación de dos de 16 frecuencias en la banda de frecuencias de voz (de 200 a 3400 Hz). La combinación de las dos frecuencias representa un dígito, el cual es reconocido por la Oficina Central (ver Tabla 1.1).

| DÍGITO | FRECUENCIA (Hz) |
|--------|-----------------|
| 1 | 697 + 1209 |
| 2 | 697 + 1336 |
| 3 | 697 + 1477 |
| 4 | 770 + 1209 |
| 5 | 770 + 1336 |
| 6 | 770 + 1477 |
| 7 | 852 + 1209 |
| 8 | 852 + 1336 |
| 9 | 852 + 1477 |
| 0 | 941 + 1336 |

Tabla 1.1

El método de marcado por multifrecuencia es a veces empleado con interruptores electrónicos. El teléfono de tono (Touch-Tone) emplea semiconductores que generan un tono de señal de audio. El botón que está presionado, determina la combinación de frecuencias, resultando la generación del tono de audio (en el rango de frecuencias de voz; figura 1.7).

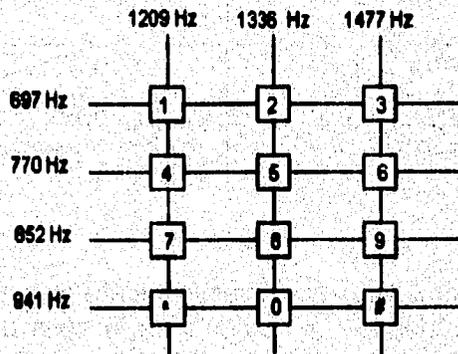


Figura 1.7

Existen receptores para estas señales que pueden responder hasta 10 dígitos por segundo. De esta forma si el equipo es capaz de marcar con esta razón, se puede llevar a cabo una entrada mucho más rápida.

Las diferencias entre el sistema de rotación y el de marcado por tono son las siguientes:

ROTACIÓN:

1. Marcado: Emplea las técnicas de establecimiento y ruptura. La mayoría de su equipo de control es de conmutación directa.
2. Marcado Lento.
3. Dispositivos electromecánicos pesados.

MARCADO POR TONO (TOUCH-TONE):

1. Marcado: Combinación de dos frecuencias. La mayoría de su equipo de control es más común.
2. Marcado más rápido.
3. Son más ligeros y la mayoría de sus dispositivos de funcionamiento son electrónicos.

Circuito de Haba (speech circuit)

El diagrama de bloques de la figura 1.8 muestra las funciones principales del circuito de habla. Este consiste de dos unidades de amplificación, una para amplificación de corriente del micrófono y otra para alimentación del receptor. Así como se regula el grado de amplificación en un circuito de control, la amplificación puede permanecer constante para las líneas del abonado con resistencias en el rango de 0 a 900 ohms. El tono es controlado por medio de un puente de balance.

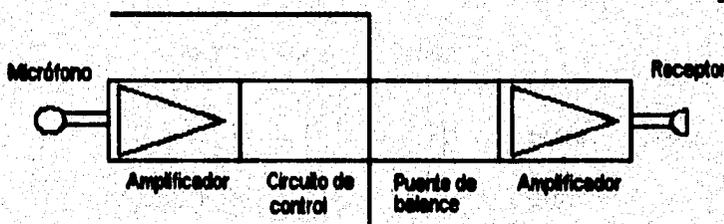


Figura 1.8

El circuito de habla en teléfonos más antiguos era algo más sencillo. Consistía de un micrófono, usualmente del tipo de carbón y un receptor dinámico. Los circuitos de habla actuales tienen las ventajas siguientes sobre el anterior:

- La atenuación del nivel de sonido en conexiones largas es controlada por la regulación del amplificador del circuito del habla.
- Las características de 'sidetono' son mejoradas y la impedancia del teléfono es optimizada por medio de un puente de balance y la impedancia del circuito de habla.
- La distorsión en la transmisión es despreciable.

Timbre

El timbre del teléfono está siempre conectado en paralelo con la línea telefónica. Un capacitor conectado en serie con el timbre previene el flujo de corriente directa a través del timbre. El timbre tiene una alta impedancia, de tal forma que no afecta la señal de habla. El voltaje con el que opera el timbre es de 75 volts AC.

La frecuencia de este voltaje es de 20 Hz y permanece por dos segundos, para después apagarse 4 segundos. (Ver figura. 1.9)

Cuando el auricular es levantado, una corriente directa fluye en el circuito. Este flujo de corriente directa es sensada en la central y el voltaje de timbre cesa.

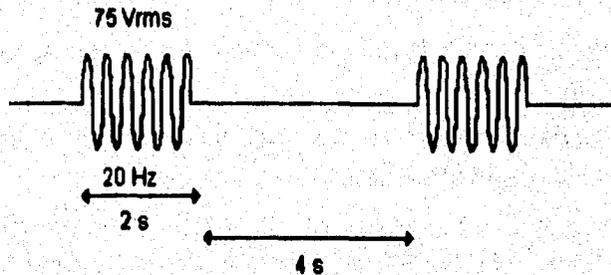


Figura 1.9

1.2 OPERACIÓN DEL EQUIPO TELEFÓNICO

Encendido del Equipo Telefónico

Todos los teléfonos están conectados a una Oficina Central, a través de dos cables: *Tip* y *Ring*.

Cada teléfono está polarizado con un rango de -42 a -52 V DC (comúnmente -48 V) proporcionado por la Oficina Central a través del cable del ring. La Oficina Central cuenta con la fuente de voltaje que se requiere para la transmisión, señalización, conmutación y para todas las operaciones de interconexión.

Diálogo con la Central

El teléfono no puede manejar las llamadas por sí mismo. La mayoría de las funciones ocurren en cooperación con la central. La Oficina Central está monitoreando constantemente todas las líneas de los abonados. Cuando se descolga el auricular, la central detecta la señal de descolgado que le indica que se va a realizar una llamada. El teléfono descolgado significa que el voltaje que cruza la línea (la cual es alimentada por la central) es conectado al micrófono.

En el instante siguiente, la Central envía una señal de tono, el tono de marcar, al teléfono. El tono se recibe y puede escucharse, por lo que ahora se puede marcar el número. Antes que se envíe el tono de marcar, la central tiene que revisar primero de donde viene la llamada y que el teléfono no esté bloqueado por falta de pago. De tal forma que el usuario no debe de esperar mucho antes de marcar el número ya que la duración del tono de marcar es monitoreada y dura cerca de 45 segundos. Un tiempo de supervisión es necesario para que la Oficina Central no esté encadenada innecesariamente a este usuario si el auricular se descolgó accidentalmente.

1.3 FUNCIONES DE LA OFICINA LOCAL

Detección y Realización de Llamadas

La función principal de la oficina local es establecer conexiones para llamadas entre abonados y posteriormente canalizarlas a la red. Para esto la Central necesita:

- *detectar* cuando el abonado levanta su auricular y reconocer que es su teléfono y no el de otra persona.
- ser capaz de *recibir* el número del abonado llamado y almacenarlo en el área de memoria asignada a esta llamada.
- ser capaz de *analizar* el número al que se llama para escoger la ruta más adecuada y a través de ella establecer la comunicación. Si el abonado a quien se llama no pertenece a la oficina de quien habla, se establece una ruta adecuada de acuerdo a la jerarquía que se tenga en las oficinas telefónicas.
- *revisar* cuando el teléfono al que se llama está ocupado y mandar la señal a quien habló.
- ser capaz de *conectar* las líneas de ambos.
- ser capaz de enviar la *señal de ring* a quien se llama y la *señal de tono* a quien habla.
- detectar cuando a quien se llama levanta el auricular e inmediatamente *desconectar la señal de ring*.

Terminación de la Llamada

Esta es una orden para detectar cuando está colgado el auricular, es decir, que termina la llamada. Para esto se pueden encontrar dos diferentes situaciones:

1. A cuelga primero
2. B cuelga primero

Un método común para considerar la conversación terminada es cuando A (el abonado que llama) cuelga su auricular. La terminación de la llamada es transmitida inmediatamente. En el otro lado, si B es quien cuelga primero su auricular, esto puede significar que la conversación ha terminado. Pero esto no es absolutamente cierto.

Puede pasar que B quiera cambiar de teléfono (si esto se hace en la misma línea). La Central da un tiempo de supervisión (usualmente 90 segundos) antes de que la llamada sea desconectada. Si A cuelga su auricular en esta situación, entonces la llamada se termina inmediatamente.

Funciones de Carga

La administración de un teléfono requiere de un pago por las llamadas. Hay por consecuencia algunas funciones posteriores:

- activar el medidor de llamadas, cuando el abonado B contesta (en algunos países cuando quien llama levanta la bocina).
- desconectar la llamada del medidor, cuando la llamada ha terminado.
- actualizar el medidor de llamadas.

La Central se controla mediante un sistema de computadora llamado Programa de Control de Almacenamiento, el cual tiene las funciones principales de:

1. Conversión analógica digital
2. Control de llamadas
3. Fuentes de alimentación

1. Conversión Analógica Digital

El equipo empleado en la mayoría de las Oficinas Centrales es digital, esto significa que de alguna forma entre el teléfono y la central hay una conversión analógica digital. Los abonados cuya línea no sea digital, tendrán que someter su llamada a una conversión de este tipo. La conversión es normalmente hecha en lo que se conoce como "nivel de usuario".

Si la llamada está encaminada a un tipo de Central diferente a la que se tiene en la línea, y la ruta hacia esta es analógica, entonces la conversión A/D también será requerida en ésta sección con lo que es conocido como "señalización por partes".

2. Función de Control

La Oficina Central está bajo el Programa de Control de Almacenado, esto es, hay un sistema de computadora que controla su trabajo mediante un programa (en realidad varios programas). La función de control se maneja como sigue:

- detectando y analizando eventos en la Central
- decidiendo conforme las medidas adecuadas (escogiendo el programa)
- tomar acciones (por ejemplo el control del sistema de llamada)

3. Fuentes de Alimentación

La Red Telefónica necesita una fuente de alimentación. En otras palabras, requiere de una forma de alimentación.

La Central esta conectada a las principales redes eléctricas, rectificadores, etc., asegurando que se mantenga el voltaje correcto. Por causas de seguridad, las centrales deben tener algunas formas de reservar la alimentación en caso de que las principales fallen. Esto se proporciona mediante bancos de acumuladores que por lo regular reciben una carga de almacenamiento de las fuentes de alimentación mencionadas anteriormente. Particularmente las Centrales importantes, pueden tener generadores de reserva de Diesel.

Subsistemas en una Central Digital

Se acostumbra ilustrar las funciones de la Central por medio de un diagrama de bloques como se muestra en la figura 1.10.

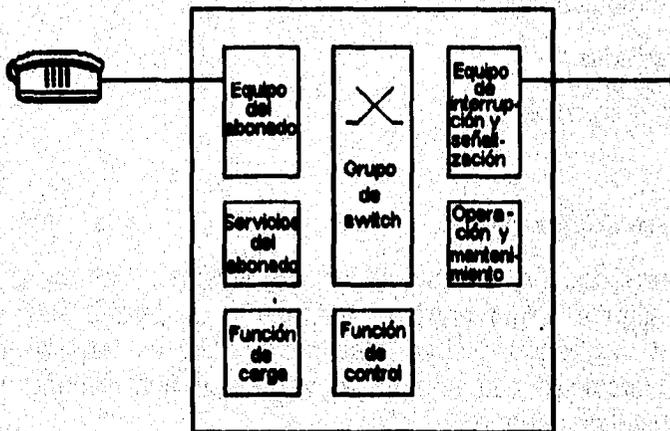


Figura 1.10

La característica principal de una central moderna, esta en el diseño modular anterior. Esto hace que sea fácil incrementar su capacidad de agregar nuevas funciones en las centrales.

Hay un número de funciones básicas para todas las centrales no importando en que parte de la red esté situada. Este sistema tiene las características siguientes:

- grupo de interruptores para las funciones de conmutación
- equipo de interrupción y de señalización (por ejemplo para la señalización de otras centrales)
- operación y mantenimiento
- funciones de control

En resumen, los siguientes subsistemas se encuentran en una central local:

- el nivel de abonado, en el que entre otras cosas se maneja la conversión analógica digital
- el servicio de funciones del abonado

- las funciones de carga que establecen el precio correcto de nuestras llamadas

Funciones Remotas

En algunas ocasiones no siempre se tienen todas las funciones anteriores en una central. Cuando hay una central local digital trabajando con una central que maneja una red completamente analógica, todas las funciones de la central se encontraran dentro de ella misma. Todos los abonados de la otra central se conectarán a través de dos cables a un nivel de abonado.

Cuando algunas secciones de la red de la línea del abonado se digitalizan, esto involucra al mismo tiempo que se remuevan algunas de las funciones en el nivel del abonado. En su forma más trivial, el nivel del abonado se transfiere a la red a un *nivel de abonado remoto*. Concernientes a estas se tienen las siguientes funciones para:

- conversión A/D
- alimentación a los teléfonos de los abonados
- señalización de /para los abonados
- acceso de prueba para medición de la línea de los abonados
- señalización de/para la Central

1.4 TRANSMISIÓN PRACTICA DEL HABLA

La red telefónica se puede dividir en tres partes: transmisión, señalización y conmutación.

La transmisión involucra el transporte de voz y datos entre puntos de la red. La complejidad puede variar desde un par de cables hasta el enlace multicanal por satélite. Las señales son transmitidas en sus frecuencias originales, ó pueden ser usadas para modular portadoras en altas frecuencias. Las señales de voz también pueden ser digitalmente codificadas y transmitidas como un flujo de bits sobre un par de cables, en un enlace por microondas y fibra óptica. En cualquier forma que sea adoptada, las señales están sujetas a variaciones en la transmisión debidas por ejemplo al ruido y distorsión.

La señalización se refiere a la información que es enviada de central a central, y entre un teléfono y una central. La señalización puede ser enviada sobre los troncales utilizados para la conversación, o puede ser enviada en un enlace separado.

La conmutación tiene por objetivo rutear llamadas telefónicas desde un lugar a otro en la red. Las centrales de conmutación pueden concebirse como nodos de la red, mientras que las facilidades de transmisión son los enlaces. En una conmutación telefónica, los enlaces de transmisión conocidos como troncales son interconectados para formar parte de las conexiones a través de la red.

El canal de voz puede ser descrito técnicamente usando los siguientes parámetros

- Ancho de Banda Nominal
- Distorsión por atenuación
- Distorsión de fase
- Ruido y Razón de Señal a Ruido
- Cross talk
- Eco y Zumbido
- Nivel

Ancho de Banda

El ancho de banda es el rango entre la frecuencia más alta y la más baja usada para un propósito particular. Se considera como ancho de banda aquellas frecuencias dentro de las cuales las características de calidad de un dispositivo son superiores a ciertos límites especificados. Para filtros, atenuadores y amplificadores, estos límites son generalmente tomados donde la señal cae a 3 dB debajo del nivel promedio en el paso bandas o abajo del nivel de una frecuencia de referencia. El canal de voz es una excepción. En Estados Unidos este es específicamente definido a 10 dB de una frecuencia de referencia a 1000 Hz, en la banda de frecuencias 200 - 3300 Hz. La CCITT tradicionalmente utiliza la frecuencia de referencia a 800 Hz, y el canal de voz ocupa la banda de 300 - 3400 Hz. En ambos casos, el canal de voz es referido como de 4 KHz.

Distorsión por Atenuación

Una señal transmitida en un canal de voz sufre varias formas de distorsión. Una forma de distorsión es llamada distorsión por atenuación (Attenuation distortion) y es el resultado de una amplitud menor que la de una respuesta en frecuencia perfecta. Si esta distorsión es eliminada, todas las frecuencias dentro del pasabandas deben de ser sujeta a la misma pérdida (o ganancia). En un sistema de cables las altas frecuencias en el pasabanda son atenuadas más que las bajas.

La distorsión por atenuación a través de los canales de voz se mide comparándola con una frecuencia de referencia. La CCITT especifica la frecuencia de referencia a 800 Hz. Por ejemplo un requerimiento podría establecer que entre 600 y 2800 Hz, el nivel no variará más de -1, +2 dB donde el signo (+) significa más pérdida y el signo (-), menos pérdida. Así si la señal a -10 dBm es colocada en la entrada del canal, podríamos esperar -10 dBm en la salida a 800 Hz (si no hubiera pérdida o ganancia), pero en otras frecuencias se esperaría frecuencias que variarían entre -1 y +2 dB. Por

ejemplo, se podría medir el nivel de la salida en 2500 Hz a -11.9 dBm y en 1000 Hz a -9 dBm.

La figura 1.11 muestra las variaciones permisibles de atenuación entre 300 y 3400 Hz (Según recomendaciones de la CCITT Rec G.132).

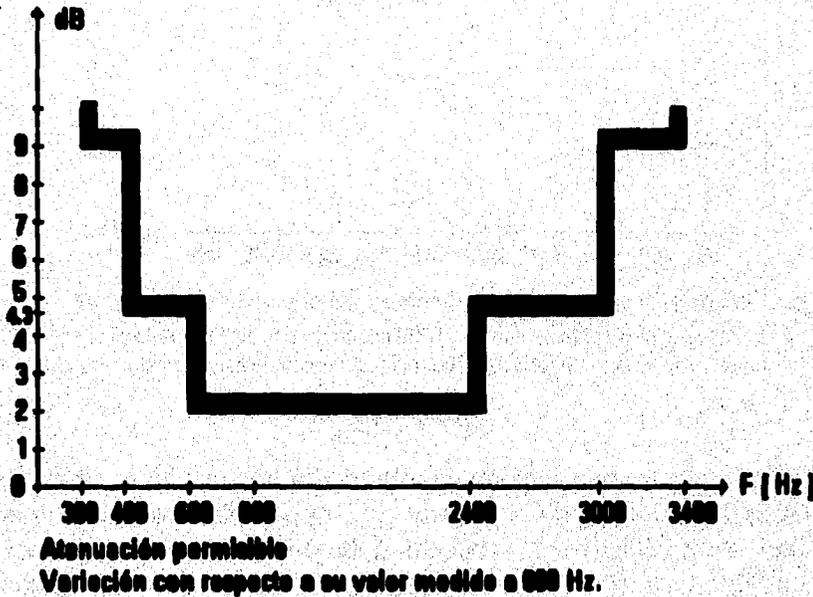
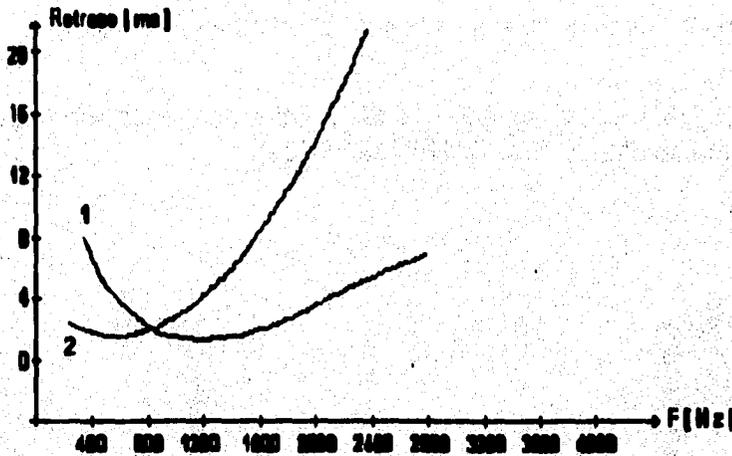


Figura 1.11

Distorsión de fase y Distorsión por retraso de envolvente

Una forma de observar un canal de voz es como un filtro pasabandas, una señal toma un tiempo finito para pasar a través del filtro. Este tiempo es función de la velocidad de propagación. La velocidad de propagación tiende a variar con la frecuencia, incrementándose hacia la banda central y decrementándose hacia la banda de los extremos, ver figura 1.12. El tiempo que le toma a una señal pasar a través de la extensión total de un canal de voz o de cualquier otra red es llamado retraso. Un retraso absoluto es el retraso que la señal experimenta al pasar a través del canal a una frecuencia de referencia. Pero el tiempo de propagación es diferente para diferentes frecuencias.



Comparación de retraso de envolvente en algunos canales de voz típicos. La curva 1 representa el retraso a 1000 millas de un cable cargado y la curva 2 representa un retraso a 200 millas de un cable densamente cargado.

Figura 1.12

Si el cambio de fase varía uniformemente con la frecuencia, la salida de la señal podría ser una perfecta réplica de la entrada y no habría distorsión. Mientras que si el cambio de fase es no lineal con respecto a la frecuencia, la señal de salida se distorsiona. La distorsión de retraso o distorsión de fase como es frecuentemente llamada, es expresada en milisegundos o microsegundos, alrededor de la frecuencia de referencia.

Si la característica del cambio de fase (B_1) es conocida, el retraso de fase T_p de cualquier frecuencia W_1 (expresada como frecuencia angular), puede ser calculado como sigue:

$$T_p = B_1 (\text{rad}) / W_1 (\text{rad/s}).$$

La diferencia entre los retrasos de fase de 2 frecuencias en una banda de interés es llamado distorsión por retraso (delay distorsión) T_d y puede ser expresada como:

$$T_d = B_2/W_2 - B_1/W_1$$

donde B_2/W_2 y B_1/W_1 son los retrasos de fase en W_2 y W_1 ,

$$W = 2\pi(f) \text{ [rad / s]}$$

B (rad) representa el cambio de fase.

Ruido

Consiste en las señales indeseables en un circuito de comunicaciones. Esencialmente el ruido puede ser dividido en dos categorías generales: correlacionado y no correlacionado.

Ruido Correlacionado. Es la energía eléctrica indeseable que está presente como resultado directo de una señal, tal como la distorsión armónica y la intermodulación. El

ruido correlacionado no puede estar presente en un circuito al menos que exista una señal de entrada, esto es, no hay señal, no hay ruido. Ambas distorsiones (armónica e intermodulación) cambian la forma de la señal en el dominio del tiempo y el contenido espectral en el dominio de la frecuencia.

Distorsión armónica. Es la generación indeseable de múltiplos de una simple frecuencia de una onda senoidal, cuando la onda senoidal es amplificada en un dispositivo no lineal tal como un amplificador de señal grande.

Distorsión por intermodulación. Es la generación no deseable de productos cruzados (suma y diferencia de productos) creados cuando dos o más frecuencias son amplificadas en un dispositivo no lineal tal como amplificadores de señal grande.

Las distorsiones armónica y por intermodulación son causadas por el mismo factor: Amplificación no lineal. La diferencia esencial entre las dos es que la distorsión armónica ocurre cuando existe una sola señal de entrada, y la distorsión por intermodulación puede ocurrir solamente cuando existen dos o más señales de entrada.

Ruido no correlacionado. Es el ruido que se presenta sin considerar si existe una señal presente. El ruido no correlacionado esta dividido en dos categorías generales: Ruido externo y ruido interno.

Ruido externo. Es el ruido generado externamente al circuito y que se introduce a este si la frecuencia del ruido cae dentro del rango de frecuencias del filtro de entrada. Existen tres tipos primarios de ruido externo: Ruido atmosférico, ruido extraterrestre y ruido creado por el hombre.

Ruido Interno. Es la Interferencia eléctrica generada dentro de un dispositivo. Existen tres tipo primarios. Térmico, de Disparo y de Transición.

Razón Señal a Ruido

La razón señal a ruido expresa en decibeles la cantidad por la cual un nivel de señal excede a su correspondiente ruido. Cada tipo de señal a ser transmitida requiere un valor mínimo de señal a ruido para satisfacer las necesidades del usuario o hacer que el instrumento de recepción funcione dentro de ciertos criterios establecidos.

Las siguientes razones de señal a ruido pueden ser requeridas en la recepción.

| | |
|-------------|---|
| Voz 30 dB | Basado en la satisfacción del cliente |
| Video 45 dB | Basado en la satisfacción del cliente |
| Datos 15 dB | Basado en una razón de error especificada y tipo de modulación. |

$(S / N) \text{ dB} = \text{Nivel de la señal (dBm)} - \text{Nivel de ruido (dBm)}$.

Crosstalk

Se refiere al acoplamiento indeseable entre las trayectorias de dos señales, esencialmente se da por tres causas: el acoplamiento eléctrico entre medios de transmisión por ejemplo entre dos pares de cables, el pobre control de respuesta en frecuencia ya sea por filtros defectuosos, o un diseño erróneo, y el tercero es la no linealidad de sistemas de multiplexación analógica (FDM).

El crosstalk se clasifica en dos tipos :

- Inteligente. Cuando al menos cuatro palabras son entendidas por el oyente de una conversación extraña en un periodo de 7 segundos.
- No inteligente. Cualquier otra forma de efectos de disturbios de un canal sobre otro.

El crosstalk inteligente presenta el gran inconveniente de que distrae al que escucha. Una forma de distracción es causada por el temor de la pérdida de la privacidad, otra es que el usuario de la línea primaria trata de entender consciente o inconscientemente que está diciendo la línea secundaria o el circuito de interferencia.

El nivel recibido de crosstalk varía con el volumen del hablante que perturba, la pérdida desde el hablante que perturba hacia el punto de crosstalk, la pérdida de acoplamiento entre los dos circuitos bajo consideración, y la pérdida desde el punto de crosstalk al que escucha.

El más importante de estos factores es la pérdida de acoplamiento entre los dos circuitos bajo consideración. La pérdida de acoplamiento por crosstalk puede ser medida cuantitativamente con precisión entre un punto dado de envío sobre un circuito de disturbio. Esto es en esencia la simple medida de pérdida de transmisión en decibeles entre dos puntos. Entre circuitos de transporte la cantidad de acoplamiento experimentado en una frecuencia es cercanamente la misma para cualquier otra frecuencia en un canal de voz.

Cuando se miden los efectos causados por crosstalk, deben considerarse otros factores, entre estos esta el tipo de oyente que usa el canal, la sensibilidad de los que escuchan, los patrones de tráfico y las prácticas de operación.

Ecos y Zumbidos

Ocurren como resultado del mal acoplamiento de las señales transmitidas en un trayectoria de retorno y retroalimentación a sus respectivas fuentes. Ver figura 1.13. El mal acoplamiento causa que las señales en las ramas de entrada de un circuito de 4 cables sea acoplada en las ramas de salida y regrese a la fuente.

Generación de ecos en una interfase de 2 a 4

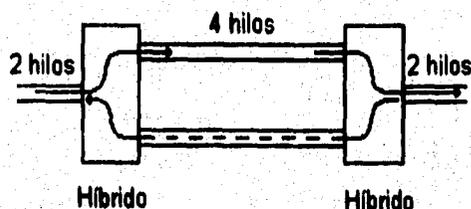


Figura 1.13

Si solamente un reflejo ocurre, la situación es referida como un eco del hablante. Si un segundo reflejo ocurre resulta un eco del que escucha. Cuando la señal de retorno es repetidamente acoplada hacia atrás en una trayectoria hacia adelante ocurre lo que se denomina oscilación de canto (zumbido).

El grado de molestia por eco experimentado por un hablante depende tanto de la magnitud de la señal de retorno como de la cantidad de retraso involucrado. En conexiones cortas el retraso es lo suficientemente pequeño que el eco aparece al que habla como un acoplamiento natural a su oído.

Ecos instantáneos y cercanos se suman al sidetone y no son notados. Según se incrementa el retraso en la línea llega a ser necesario atenuar los ecos para eliminar la molestia a un hablante. De aquí que circuitos de larga distancia requieren una significativa atenuación para minimizar la molestia de eco. Afortunadamente el eco experimenta dos veces la atenuación que la que realiza la señal, desde que este recorre dos veces la distancia, longitudes intermedias son típicamente atenuadas de 2 a 6 dB dependiendo del retraso.

Entre los dispositivos que se utilizan para controlar el eco, son el supresor de eco y el cancelador de eco.

El supresor de eco de la figura 1.14 opera sobre el circuito de 4 cables midiendo la potencia del habla de cada rama e insertado una gran cantidad de pérdida (35 dB típicamente) en la rama opuesta, cuando el nivel de potencia excede de un nivel de umbral.

Así un eco de retorno es esencialmente bloqueado por el alto nivel de atenuación. Un supresor de eco convierte un circuito full-duplex en un circuito half-duplex, con el sentido de energía como medio de sintonización de la línea.

Una desventaja de los supresores de eco para circuitos de voz es que estos podrían cortar el comienzo de ciertas porciones de segmentos de habla.

Supresor de eco

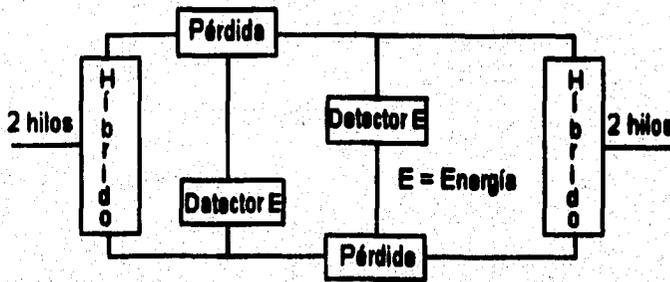


Figura 1.14

Si una parte en la terminal de una conexión comienza a hablar en la parte final del habla de la otra terminal, el supresor de eco no tiene tiempo de invertir la dirección. Supresores de eco con alta eficiencia son capaces de invertir la dirección de 2 a 5 ms.

Una segunda forma de controlar el eco es por medio del cancelador de eco de la figura 1.15. Un cancelador de eco opera simulando la trayectoria de eco para sustraer una copia retrasada y atenuada de una señal transmitida de la señal recibida, para remover (cancelar) las componentes de eco. Así la cancelación de eco requiere de pruebas para determinar que cantidad de retraso y atenuación es necesaria para simular las características de eco del circuito. La característica importante de un cancelador de eco es que este mantiene un circuito full-duplex y así no ocurre ningún corte. En general los procedimientos para controlar el eco también controlan el zumbido.

Cancelador de Eco

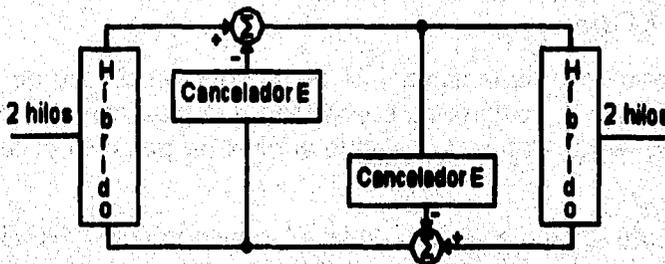


Figura 1.15

Nivel

En la mayoría de los sistemas al referirse al nivel potencia se especifica utilizando dBm, dBW u otras. Una excepción notable es el video, el cual utiliza voltaje, usualmente medido en dBV.

El nivel es un parámetro importante del sistema, si el nivel es mantenido en un punto demasiado alto, los amplificadores llegan a sobrecargarse con resultantes incrementos en intermodulación o crosstalk. Si los niveles son demasiado bajos afecta directamente al consumidor.

Puntos de niveles de referencia. Los niveles del sistema son usualmente tomados de una carta de nivel o de un sistema de referencia diseñados por un grupo de planeación. Sobre la carta un 0 TLP (test level point) es establecido. Un TLP es la localización en un circuito o sistema en el cual un nivel especificado de tono de prueba es esperado durante la calibración. Un 0 TLP es el punto en el cual el nivel de tono de prueba debe ser 0 dBm.

Partiendo de 0 TLP otros puntos podrían ser mostrados utilizando dBr (dB reference). Un signo menos indica que el nivel esta muchos decibeles a bajo de la referencia. Un signo positivo muestra que el nivel esta muchos decibeles sobre la referencia. La unidad dBm0 es una unidad absoluta de potencia en dBm referida a 0 TLP, pudiendo ser relacionada dBr y dB0 por la siguiente fórmula :

$$dBm = dBm0 + dBr.$$

1.5 MEDIOS DE TRANSMISIÓN

Tipos de Líneas de Transmisión

Las líneas de transmisión pueden clasificarse en balanceadas y desbalanceadas. En una línea de transmisión balanceada, las corrientes entre ambos alambres están defasadas 180 grados (viajan en direcciones opuestas), y sus magnitudes son iguales con respecto a la tierra eléctrica, a estas corrientes se les denomina corrientes metálicas de circuito. En una línea desbalanceada, uno de los alambres se encuentra a potencial de tierra.

Las corrientes que fluyen en la misma dirección se denominan corrientes longitudinales. Un par balanceado tiene la ventaja de que la mayoría de ruido por interferencia (generalmente del tipo estático) es inducido igualmente en ambos alambres, produciendo corrientes longitudinales que se cancelan en la carga. Ver figuras 1.16 y 1.17.

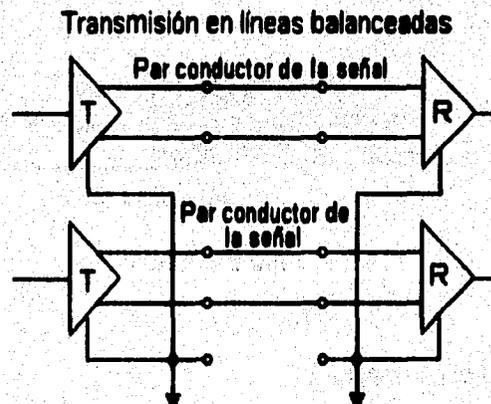


Figura 1.16

Transmisión en líneas Desbalanceadas

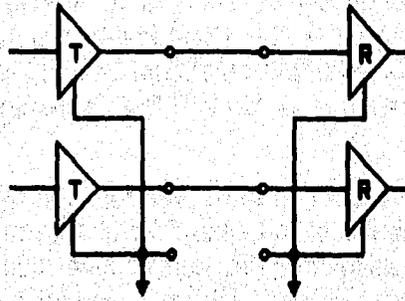
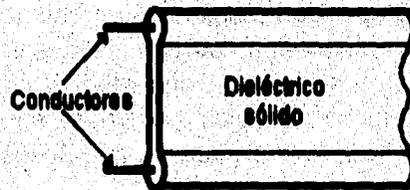


Figura 1.17

Quando se establece una comunicación digital a gran distancia las señales son transmitidas utilizando una cierta técnica de transmisión en un medio específico dependiendo del tipo de transmisión. Entre los tipos de líneas de transmisión para comunicaciones se encuentran: Ver figura 1.18

GUJAS GEMELAS



PAR TRENZADO



CABLE COAXIAL



Figura 1.18

Guías Gemelas (Twin leads)

Es un conductor formado por dos alambres paralelos separados por un dieléctrico sólido (generalmente teflón o polietileno), asegurando un espaciado uniforme a lo largo del la longitud del cable.

Cable de Par Trenzado

El par trenzado consiste de 2 cables aislados trenzados para formar un par. Varios cientos de pares pueden ser puestos juntos para formar un cable, cuando se hace esto es usual usar diferentes armados de trenzado para limitar acoplamiento electromagnético entre ellos y por lo tanto cross-talk, así como diafonía. El material conductor es cobre (usualmente números 19, 22, 24 y 26 -calibración Americana), y el aislante es generalmente polietileno, el par trenzado tiene características de un paso bajas.

Las constantes primarias de un par trenzado (resistencia serie, capacitancia de derivación, inductancia serie, e inductancia de derivación, todo por unidad de longitud) cambia con la frecuencia. El ancho de banda del par trenzado puede ampliarse a altas frecuencias por medio de una carga inductiva en la línea, estas inductancias son conectadas en serie con la línea a distancias específicas, el mejor resultado se obtiene cuando el intervalo se mantiene corto y el valor de la inductancia se mantiene bajo. Así se minimizan las discontinuidades introducidas por la carga.

Los cables multipar pueden ser utilizados por los sistemas PCM usando 120 canales (8 Mbits / s).

Cable Coaxial

Un cable coaxial es simplemente un medio de transmisión consistente de un conductor interno rodeado por un dieléctrico y en seguida un conductor externo el cual se conecta a tierra, su configuración es concéntrica, y el dieléctrico puede ser de diferentes tipos tales como polietileno, pvc, espuma, aire o gas.

El cable coaxial es considerado en lugar de los enlaces de radio en base a las siguientes apreciaciones :

1. En las áreas donde la utilización de microondas es intenso.
2. En rutas de alta densidad donde el cable coaxial puede ser más económico que los radio enlaces.
3. En rutas nacionales e internacionales donde el diseño del sistema esta relacionado con la acumulación de ruido.

En los niveles más altos de la red telefónica, existen rutas de más de 120 canales, por ejemplo 1920 canales (140 Mbits / s). En este caso los cables multipar no pueden ser usados como consecuencia de su ancho de banda limitada.

Una dificultad para la implementación de sistemas de cable coaxial como con cualquier otra instalación de cable es el problema de instalación, y su subsecuente mantenimiento particularmente en áreas urbanas. Otra consideración es la posibilidad de dañar el cable una vez que este esta instalado, los crecimientos de las construcciones podrían dañar o cortar los cables.

La figura 1.19 es una curva que da la atenuación por unidad de longitud en dB contra frecuencia para dos tipos de cables (con relación de diámetros 1.2 / 4.4 [mm] y 2.5 / 9.5 [mm] respectivamente). La atenuación se incrementa rápidamente como una función de la frecuencia y es función de la raíz cuadrada de la frecuencia.

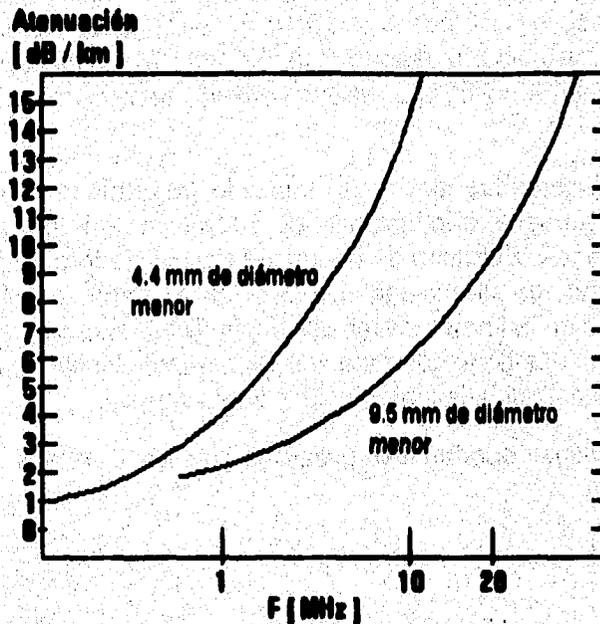


Figura 1.19

El interés radica básicamente en el ancho de banda disponible para transmitir en FDM o TDM.

El cable coaxial puede transmitir señales bajas, en la práctica las frecuencias abajo de 80 KHz no son usadas debido a las dificultades de ecualización y aislamiento.

Algunas veces se considera el límite inferior a 312 KHz. El límite de alta frecuencia del sistema es una función del tipo y espaciamiento de los repetidores también como de las dimensiones del cable y de la constante dieléctrica del material.

Sistemas de Fibra Óptica

Entre las ventajas de la fibra óptica están:

- Inmunidad electromagnética
- Eliminación del lazo de tierra
- Seguridad
- Tamaño reducido
- Capacidades de expansión

La longitud de onda es usada para denotar la posición de la emisión de luz en el espectro electromagnético.

La propagación de la luz a través de la fibra óptica puede ser explicada como sigue: Cuando la luz pasa de un medio de índice refractivo alto (n_1) a un medio con un índice menos refractivo (n_2), el rayo refractado es desviado lejos de la normal, a medida que el ángulo de incidencia llega a ser más oblicuo, el rayo refractado es doblado más hasta que finalmente emerge en un ángulo de 90 grados con respecto a la normal, rozando la superficie. La figura 1.20 muestra varios ángulos de incidencia, el inciso (b) ilustra lo que es conocido como ángulo crítico. El inciso (c) es un ejemplo de reflexión total. Esto ocurre cuando el ángulo de incidencia excede el ángulo crítico.

Trejectory del haz de luz para diferentes ángulos de incidencia
 $n_1 > n_2$

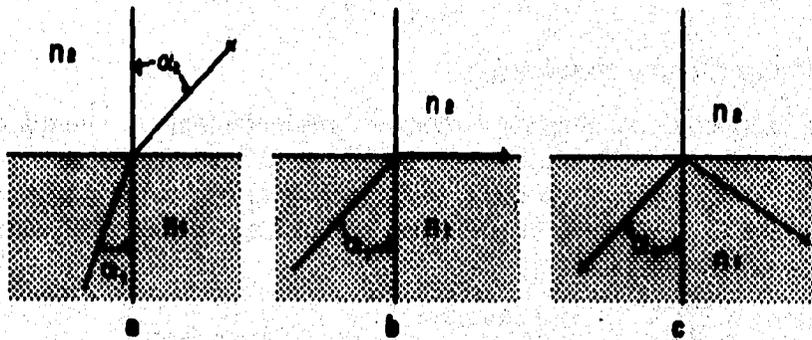


Figura 1.20

Cuando una fibra de vidrio es utilizada como un medio de transmisión de luz, se requiere de una reflexión interna total para transmisión efectiva de luz. Una fibra óptica consta de fibra de vidrio en el núcleo el cual es rodeado de un recubrimiento. Si el núcleo tiene un índice de refracción n_1 y el recubrimiento un índice de refracción n_2 , la estructura actuará como una guía de onda de luz cuando $n_1 > n_2$.

Otra propiedad de la fibra para una longitud de onda dada es la frecuencia normalizada V :

$$V = (2\pi a / \lambda) \times (n_1^2 - n_2^2)^{1/2}$$

donde a es el radio del núcleo y $(n_1^2 - n_2^2)^{1/2}$ es llamado apertura numérica la cual es usada para describir la cantidad de potencia aceptada por la fibra y es independiente de las dimensiones físicas de la fibra.

Un sistema de transmisión de fibra óptica consiste de las siguientes partes: Figura 1.21.

1. Una pequeña fuente de luz, la cual puede ser modulada en forma digital.
2. Una conexión de fibra óptica.
3. Un detector de señales digitales.

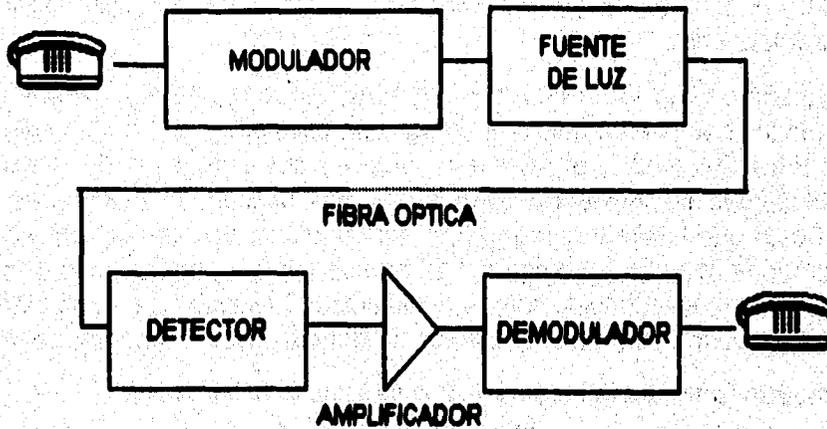


Figura 1.21

Fuentes de Luz (fuente de fotones)

Tiene la función fundamental de convertir eficientemente la energía eléctrica en energía óptica (luz), en una forma que permita a la luz saliente ser efectivamente insertada en la fibra óptica. La señal de luz así generada debe también seguir con precisión la entrada de la señal eléctrica, de tal forma que el ruido y la distorsión sean minimizados. Ver figura 1.22.

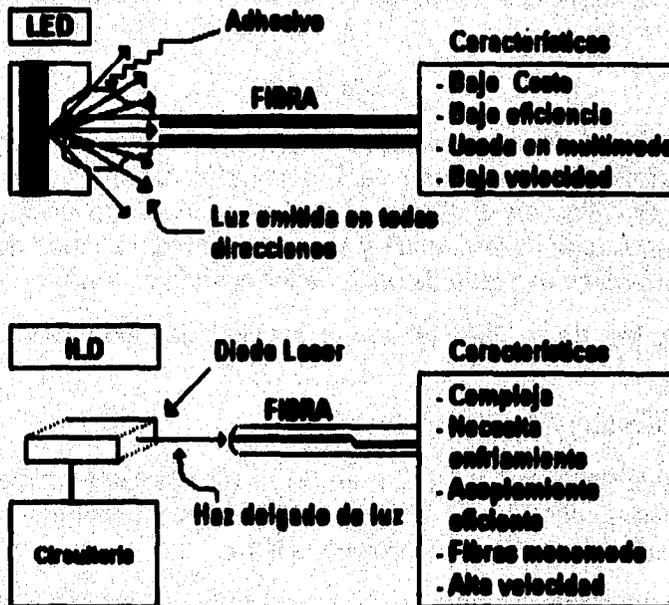
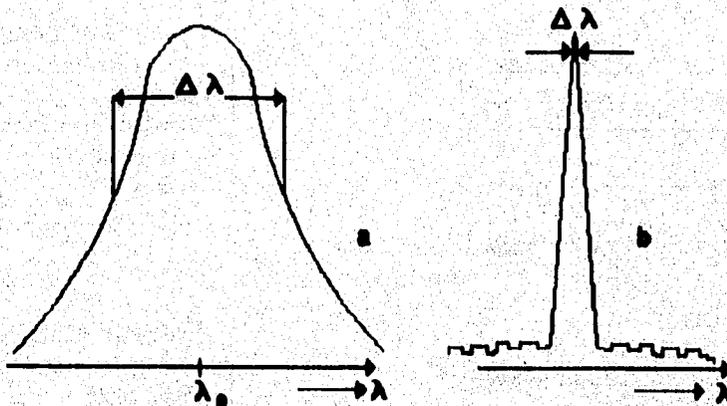


Figura 1.22

Las dos formas más ampliamente usadas de fuente de luz para comunicación por fibra óptica son el diodo emisor de luz (LED) y el diodo de inyección de láser (LD), ambos son fabricados del mismo tipo de semiconductor y tienen estructuras similares. Ellos son considerablemente diferentes en sus características de ejecución.

Los LEDs son menos eficientes que los ILDs, pero considerablemente más económicos. La figura 1.23 muestra la distribución espectral de un LED (a) y de un ILD (b). Un LED tiene un espectro de salida más amplio que un ILD.



Distribución espectral para la emisión desde a) un LED y b) un ILD. Con λ la longitud de onda óptica.

Figura 1.23

La figura 1.24 muestra la atenuación por unidad de longitud contra la longitud de onda para la fibra óptica, en la cual se aprecia la región de 820 nm alrededor de la cual la mejor atenuación es de 3 dB / Km. A medida que se incrementa la longitud de onda alrededor de los 1330 nm se tiene una pérdida de 0.5 dB / Km, alrededor de los 1550 nm la pérdidas es de 0.25 dB / Km ó un poco menos.

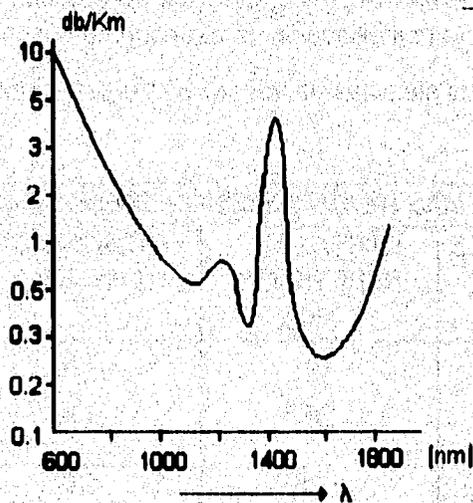


Figura 1.24

Detectores de Luz (receptores) para sistemas de fibra óptica

Los más comunes son fotodiodos, ya se PIN o APD (ver figura 1.25). Un fotodiodo puede ser considerado un contador de fotones.

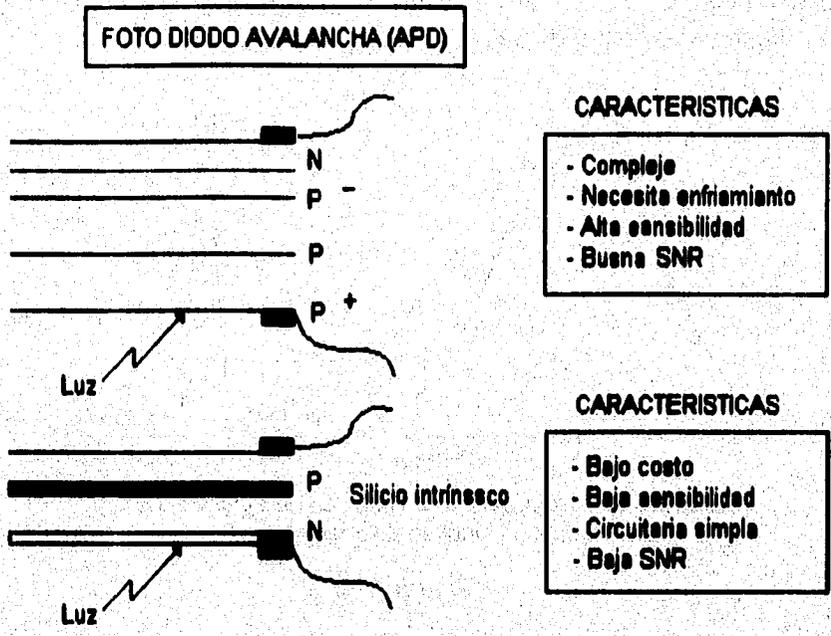


Figura 1.25

La potencia del receptor en el dominio óptico puede ser medida por el conteo del número de fotones recibidos cada segundo por el detector. La potencia (en Watts) puede ser derivada por la multiplicación de este conteo por la energía de un fotón.

Comparación de los sistemas de transmisión digital, fibra óptica contra cobre.

| SISTEMAS DE TRANSMISIÓN CON FIBRA ÓPTICA | | | |
|---|----------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| TIPO DE FIBRAS | DISTANCIA REPETICIÓN (KM) | ATENUACIÓN (db / KM) | LONGITUD DE ONDA (nm) |
| MULTIMODO | 15 | 3.0 | 850 |
| ÍNDICE GRADUADO | 25 | 1.5 | 1300 |
| MODO SIMPLE | > 25 | 1.0 | 1300 |

Tabla 1.2

| CAPACIDAD DEL SISTEMA | | SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE COBRE | |
|-----------------------|---------|----------------------------------|---------------------------|
| MBITS / S | CANALES | TIPO DE CABLE | REPETIDOR DISTANCIA (KM) |
| 2 | 30 | 0.6mm PAR TRENZADO | 2 |
| | | 0.8mm PAR TRENZADO | 4 |
| 8 | 120 | 0.6mm PAR TRENZADO | 2 |
| | | 0.8mm PAR TRENZADO | 4 |
| 34 | 480 | 2.88mm CABLE COAXIAL | 2 |
| 140 | 1920 | 4.4mm CABLE COAXIAL | 2 |
| 560 | 7680 | 9.5mm CABLE COAXIAL | 2 |

Tabla 1.3

1.6 NATURALEZA Y CODIFICACIÓN DE LAS SEÑALES

Existen dos formas de manejar el envío de información: analógica ó digital. Los términos analógico y digital significan continuo y discreto respectivamente.

En comunicaciones existen tres contextos en los que estos términos son comúnmente usados :

Datos : entidades que tienen significado.

Señales : codificaciones eléctricas o electromagnéticas de datos.

Transmisiones : son las comunicaciones de datos por la propagación y el procesamiento de las señales.

En un sistema de información existen diferentes tipos de señales que se desean enviar, algunos de ellos son :

- Señales de voz
- Señales de audio
- Señales de video
- Señales de texto
- Señales de gráficas

La codificación pueden ser analógica ó digital. Los equipos utilizados para esto son los MODEM (Modulador - Demodulador) y los CODEC (Codificadores - Decodificadores). Existen diferentes técnicas para codificar los datos :

1. Datos analógicos en señales analógicas. Figura 1.26

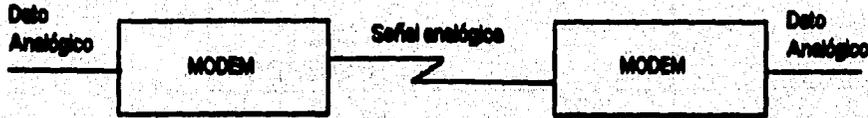


Figura 1.26

Algunas técnicas usadas en este tipo de sistemas son :

- Amplitud Modulada (AM).
- Frecuencia Modulada (FM).
- Fase Modulada (PM).

2. Datos analógico en señales digitales. Figura 1.27

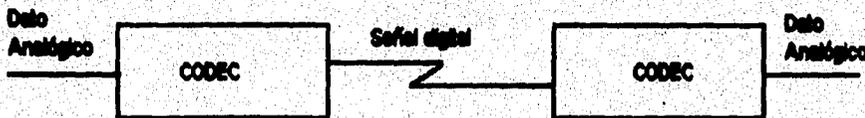


Figura 1.27

Las técnicas más usadas son :

- Modulación por codificación de pulsos (PCM).
- Modulación Delta (DM).

3. Datos digitales en señales digitales. Figura 1.28

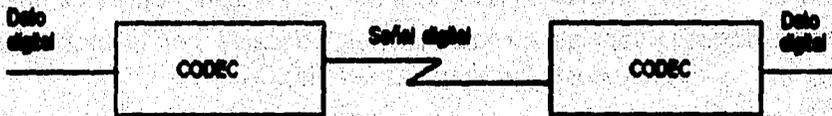


Figura 1.28

Las técnicas de codificación incluyen :

- No retorno a cero (NRZ).
- Inversiones de marcas alternas (AMI).
- Alta densidad bipolar exceso 3 (HDB3).

4. Datos digitales en señales analógicas. Figura 1.29

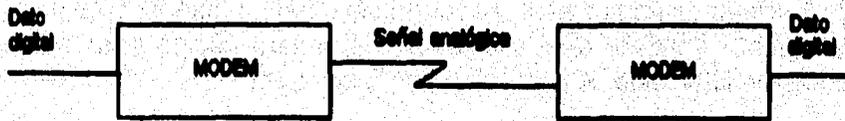


Figura 1.29

Las formas más comunes de este tipo de codificación son :

- Modulación en amplitud (ASK).
- Modulación en frecuencia (FSK).
- Modulación en fase (PSK).

Transmisión Digital

Las técnicas más comunes para codificar señales de voz son PCM (modulación por codificación de pulsos) y DM (modulación delta). Ambas utilizan codificación binaria para representar las diferentes amplitudes de la señal. Ver figura 1.30.

Comparación de codificación en PCM y DM

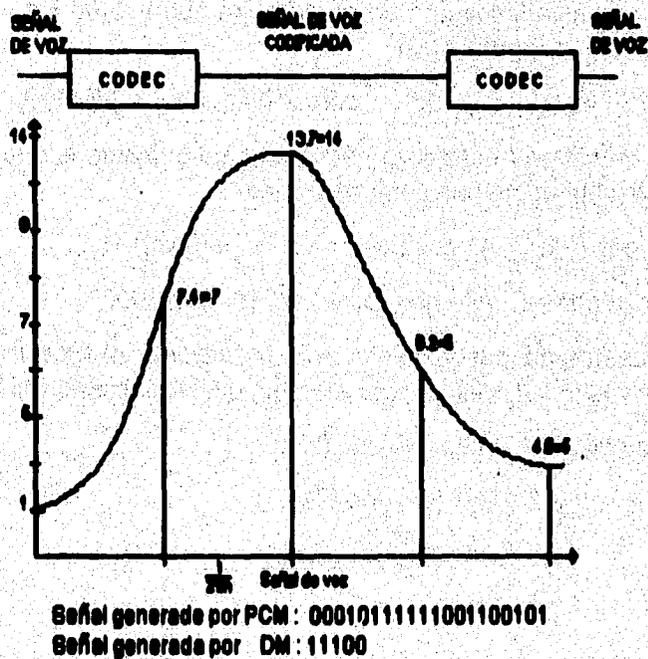


Figura 1.30

Modulación Delta

Es una secuencia de bits generados por el cambio en la amplitud de la señal, se produce un 1 si la muestra actual es mayor que la muestra anterior y se produce un 0 si la muestra actual es menor que la anterior. No genera código para señales que no cambien entre los intervalos de muestreo. Ver figura 1.31.

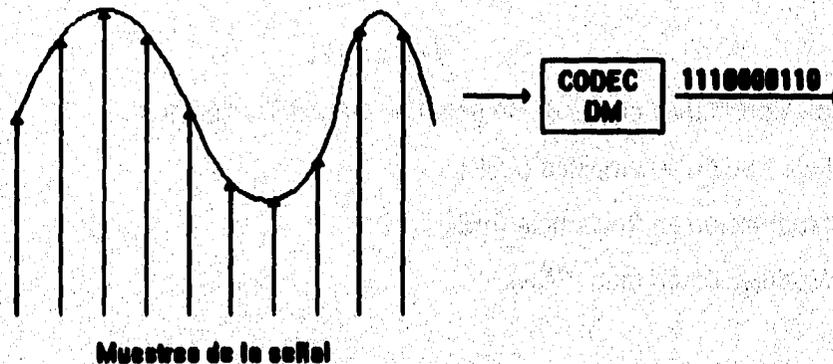


Figura 1.31

Modulación por Codificación de Pulsos (PCM)

1. Muestreo

La señal de voz está limitada a un rango entre 300 y 3400 Hz., la señal analógica puede ser escrita como: (Figura 1.32)

$$A \cos (\omega t) , \text{ donde } \omega = 2\pi f , \text{ con } 2\pi 300 < \omega < 2\pi 3400$$

La señal de muestreo (portadora) es una señal pulsante con una frecuencia de 8 KHz y puede ser escrita como una serie de Fourier.

$$a = A_0 + A_1 \cos (\omega t) + A_2 \cos (2\omega t) + A_3 \cos (3\omega t) + \dots$$

$$\text{donde } A_0 \text{ es la componente de CD, } \omega_s = 2\pi f_s \text{ ó } 2\pi 8000$$

La señal muestreada puede ser considerada como el producto de la señal de muestreo (0 ó 1) y la señal original (por ejemplo una señal senoidal):

$$a = A_0 A \cos (\omega t) + A_1 A \cos (\omega t) \cos (\omega_s t)$$

$$+ A_2 A \cos (\omega t) \cos (2\omega_s t)$$

$$+ A_3 A \cos (\omega t) \cos (3\omega_s t)$$

$$+ \dots$$

Sabiendo que $\cos (x) \cos (y) = 1/2 [\cos (x + y) + \cos (x - y)]$, escribimos la ecuación como sigue :

$$a = A_0 \cos (\omega t)$$

$$+ A_1 \cos [(\omega_s + \omega) t] / 2 + A_1 \cos [(\omega_s - \omega) t] / 2$$

$$+ A_2 \cos [(2\omega_s + \omega) t] / 2 + A_2 \cos [(2\omega_s - \omega) t] / 2$$

$$+ A_3 \cos [(2\omega_s + \omega) t] / 2 + A_3 \cos [(2\omega_s - \omega) t] / 2$$

+ ..

Banda lateral alta para cada
componente de la señal
muestreada

Banda lateral baja para cada
componente de la señal
muestreada

SEÑALES DE ENTRADA Y SALIDA DEL CIRCUITO DE MUESTREO

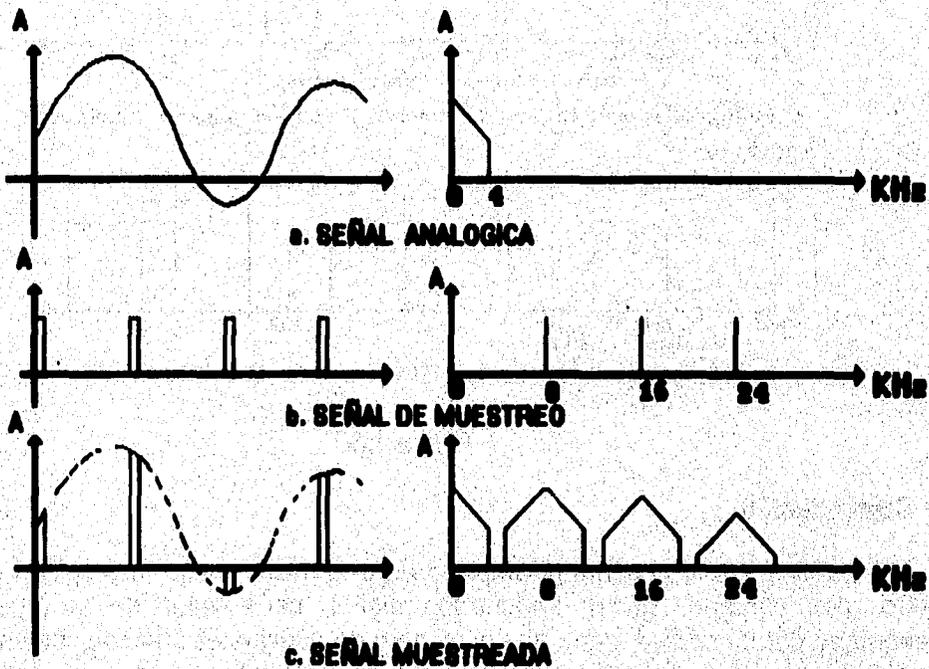


Figura 1.32

El teorema de Nyquist especifica la relación entre la frecuencia de muestreo (f_s) y la frecuencia máxima de la señal muestreada ($f_{m\acute{a}x}$).

$$f_s \geq 2 f_{m\acute{a}x}$$

Considerando la banda de frecuencias completa desde 300 a 3400 Hz, el resultado de la elección de $f_s > 6800$ Hz, y para $f_s < 6800$ Hz se muestra en la figura 1.33.

Para obtener un cierto margen de seguridad, la frecuencia de muestreo para aplicaciones telefónicas ha sido estandarizada $f_s = 8000$ Hz, dando un intervalo de 125 micro segundos entre muestras sucesivas.

Antes de muestrear, se inserta un filtro anti-aliasing para asegurar que la señal analógica no tenga componentes de frecuencia mayor a 4 KHz.

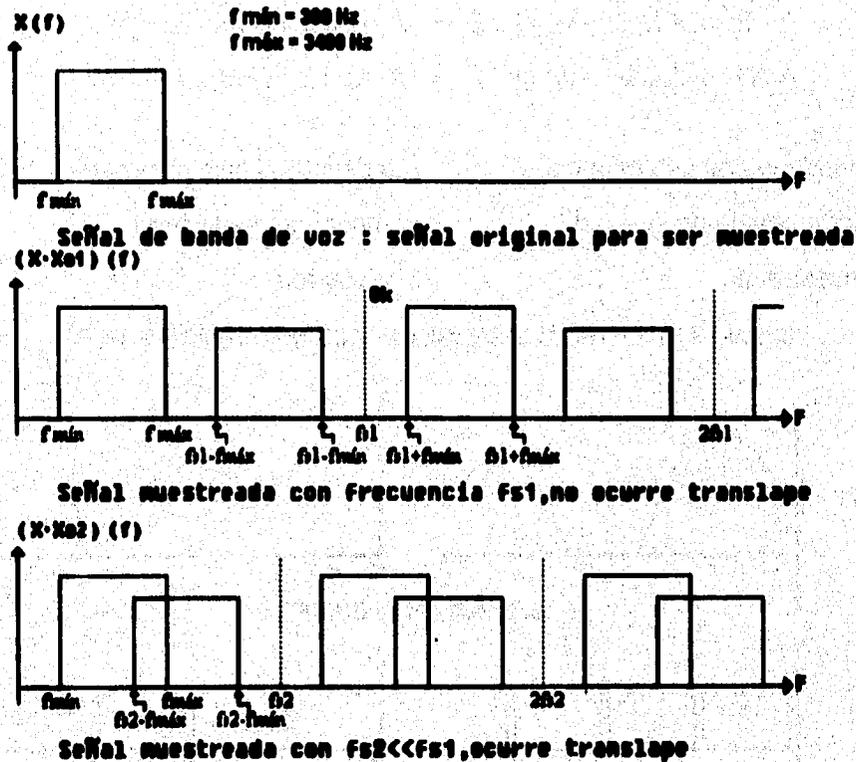


Figura 1.33

2. Cuantización

La cuantización representa la amplitud de una muestra con la amplitud del nivel discreto más cercano. En la transmisión digital, cada valor de la muestra es representado por un código, dado que el número de códigos es limitado, los valores de la amplitud serán redondeados al valor más cercano, el cual puede representarse por el código.

En la cuantización lineal (ver figura 1.34), el rango total de valores de voltaje que puede ser manejado es subdividido en un número de subrangos del mismo valor. Cada subrango corresponde a una combinación de código. En ese momento la codificación de cualquier nivel de voltaje situado entre los límites más bajo y más alto de un subrango, es codificado con el mismo código.

En el momento de decodificar, un código es representado por un voltaje correspondiente a la mitad del subrango (nivel de cuantización).

De esta manera el proceso de cuantización introduce cierta cantidad de error o distorsión llamado ruido de cuantización. El cual es minimizado estableciendo una gran cantidad de intervalos pequeños de cuantización. Desde luego, según se incrementa el

numero de intervalos de cuantización, se incrementará el número de bits para identificar los intervalos de cuantización.

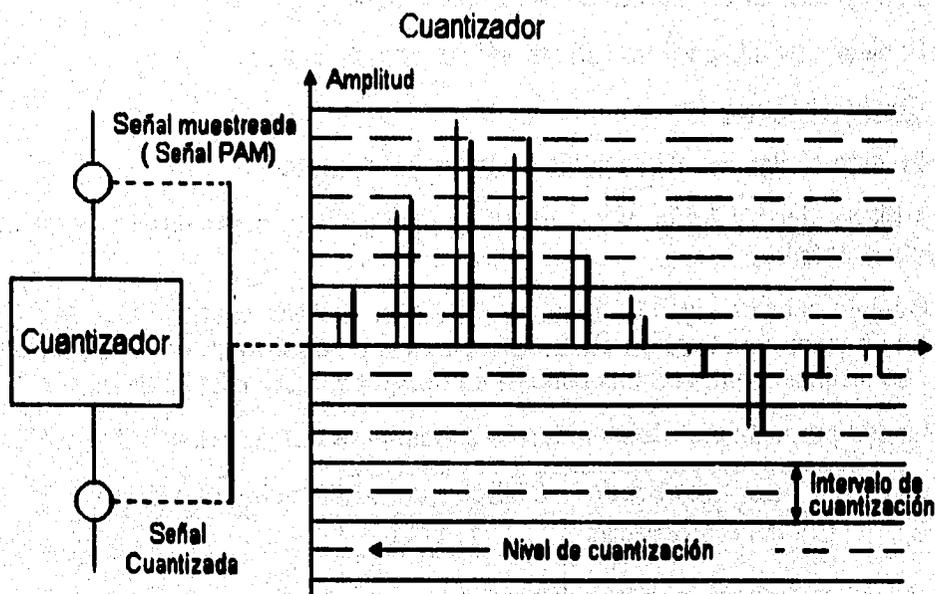


Figura 1.34

Sucesivos errores de cuantización de un codificador PCM presentan una distribución aleatoria y no correlacionada entre ellos. El ruido de cuantización es de hecho la diferencia entre la señal decodificada y la señal original. Este ruido, en el caso de la cuantización lineal, tiene un cierto nivel dependiendo de los subrangos, como un resultado de esto, se mantiene el mismo ruido insertado tanto para pequeños valores como para altos valores de entrada. Lo cual significa que el ruido insertado para señales de valores pequeños tendrá relativamente mucho mayor relevancia que el ruido insertado a las señales de valores altos, o lo que es lo mismo, la razón señal a ruido será mucho menor para señales pequeñas. Buscando que la relación señal a ruido se mantenga constante para cualquier nivel de la señal. Los niveles de cuantización tienen que ser seleccionados de un modo logarítmico (cuantización no lineal).

3. Codificación

Después de ser cuantizada la muestra de entrada, estando limitada a 256 valores discretos. La mitad de estas son muestras codificadas positivas, y la otra mitad son muestras codificadas negativas. Son necesarios entonces 8 bits para codificar todos los niveles. Entre los códigos utilizados se encuentran el código natural y el código simétrico.

Código natural

El nivel más bajo negativo corresponde a 00000000

El nivel más alto positivo corresponde a 11111111

Código simétrico

En este código, los 8 bits están divididos en 2 partes :

1 bit de signo y 7 bits de magnitud. El primer bit es el de signo y corresponde al signo de la señal.

Cuando el bit de signo es 1, se tiene un valor positivo, cuando el bit de signo es 0, se tiene un valor negativo. Un cierto valor positivo o negativo resultara en un código de 7 bits. La distinción entre ambas señales es hecha por medio del bit de signo.

La comparación del código natural y simétrico se muestra en la tabla 1.4:

| Valor cuantizado | Código natural | Código simétrico |
|--------------------|----------------|------------------|
| Valor más positivo | 11111111 | 11111111 |
| | . | . |
| | . | . |
| | . | . |
| | 10000000 | 10000000 |
| Cero | 01111111 | 00000000 |
| | . | . |
| | . | . |
| | . | . |
| Valor más negativo | 00000000 | 01111111 |

Tabla 1.4

4. Decodificación e Integración

La cadena de bits entrante, debe ser transformada en una serie de muestras, como las que se tienen después de la cuantización de la señal en el transmisor. Si el código simétrico es el que se utiliza en el lado del transmisor, entonces, cada 8 bits entrantes deben ser divididos en 1 bit de signo y 7 bits de magnitud.

Una muestra será generada. Su amplitud depende de los bits de magnitud y su signo depende del bit de signo. Después de la decodificación, se convierten de nuevo a las series originales de las muestras cuantizadas. Estas series de muestras serán transformadas en una serie analógica por el filtro pasas bajas de máximo 4 KHz (integración), retirando todas las frecuencias más altas originadas por el muestreo y consecuentemente obteniendo una señal de salida debajo de 4 KHz.

La figura 1.35 muestra una inspección general de la modulación y demodulación de pulsos codificados.

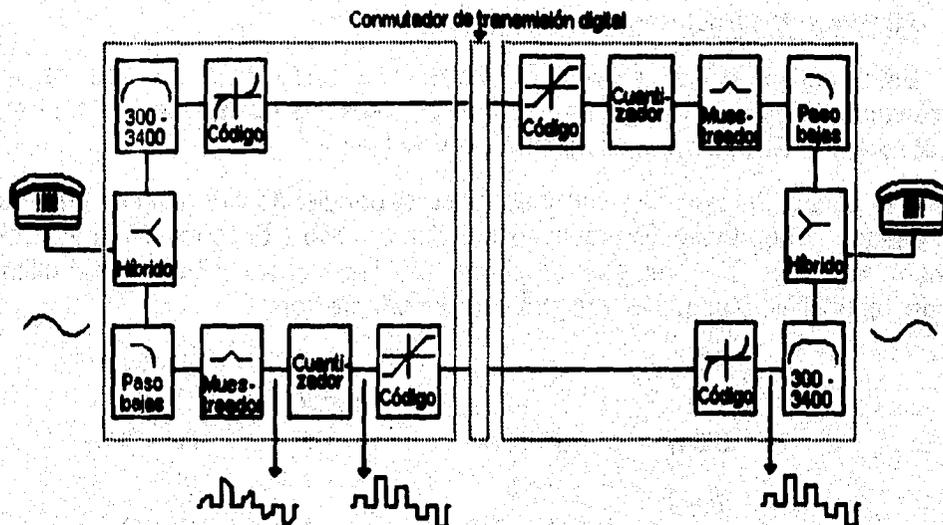


Figura 1.35

Codificación de Bits

Para transmitir señales digitales, se han desarrollado códigos de transmisión o códigos de línea. Los siguientes códigos son usados frecuentemente :

No retorno a cero (NRZ)

En este código de transmisión un cero (0) puede ser dado por un voltaje negativo y un uno (1) por un voltaje positivo.

Este código es normalmente usado para cortas distancias de transmisión en un medio ambiente con un sistema de distribución de reloj separado.

Inversión de marcas alternas (AMI)

El código NRZ no es conveniente para transmitir a largas distancias debido a su alta componente de CD, se utiliza el código AMI en la transmisión a largas distancias. Su propósito es reducir el continuo nivel de CD en la línea a cero volts, un uno (1) es representado por un potencial alternado positivo o negativo. Al invertir la dirección de marcas consecutivas, el promedio de componente de CD en la línea cae a cero volts. Un cero (0) es representado por cero volts. Siendo entonces conveniente para transmisión a largas distancias.

Este código no transmite el sistema de reloj. El receptor debe de reconocer y seleccionar la razón de reloj de entrada explorando por transiciones en la cadena de bits de entrada. Si se tiene una serie de bits que son iguales a cero (0), el receptor ya no puede reconocer la razón de reloj, porque se tiene un continuo nivel de CD (cero volts) en la línea.

Para resolver este problema, se ha desarrollado un código denominado Alta densidad exceso 3 (HDB3).

Alta densidad bipolar exceso 3 (HDB3).

Este código inserta pulsos de violación cuando más de tres ceros llegan sucesivamente. El lado transmisor inserta los pulsos, los cuales pueden ser detectados por el receptor. El lado receptor elimina estos pulsos.

Los pulsos de violación son insertados dependiendo del número de pulsos que han pasado, y dependiendo del signo del último pulso (después de la inserción). El número de pulsos que han pasado puede ser par o impar. El signo del último pulso puede ser positivo o negativo. Los pulsos a insertarse son :

| | | Numero de pulsos | |
|--------------|----------|------------------|--------|
| | | Impar | Par |
| Ultimo pulso | Positivo | --- P | N -- N |
| | Negativo | --- N | P -- P |

Cuando el número de pulsos que han pasado es impar, entonces únicamente el cuarto bit se cambiará a un pulso positivo o negativo. Este pulso tiene el mismo signo que el pulso anterior, esto es necesario ya que de otro modo el receptor no puede detectar este pulso como un pulso de violación. Este principio no puede ser usado cuando han pasado un número par de pulsos, ya que de otra forma, cuando se tiene una serie muy larga de ceros, se insertarían siempre pulsos en la misma dirección. Esto no es conveniente ya que podría generarse una componente de CD. Por lo cual se insertarán dos pulsos de violación. Uno en la primera posición de estos cuatro ceros y el otro en la última posición. Ambos con el mismo signo, pero opuestos al último pulso. Si ahora se tiene una larga serie de ceros, se tendrán alternativamente dos pulsos positivos y dos negativos.

Un ejemplo de los códigos NRZ , RZ, AMI y HDB3 se muestran en la figura 1.36.

Multiplexación por División de Tiempo (TDM)

Un sistema TDM, es un sistema de transmisión, en el cual un número de comunicaciones están multiplexadas en una portadora al asignar a cada comunicación un espacio específico de tiempo. En el espacio de tiempo asignado, se transmite el valor momentáneo de la señal.

Para un sistema TDM, cada señal analógica debe prepararse, convirtiendo la señal continua en muestras, generadas a intervalos regulares. En el lado de la recepción de la portadora, la cadena de bits debe ser demultiplexada, lo cual se realiza mediante :

1. Análisis de alineamiento: el canal cero de la cadena de bits contiene un patrón específico de bits (sincronización de reloj en el lado del receptor).
2. Colocando las diferentes muestras de 8 bits de los canales en registros (buffers) individuales.

3. Se convierten las muestras de 8 bits en las señales analógicas originales.

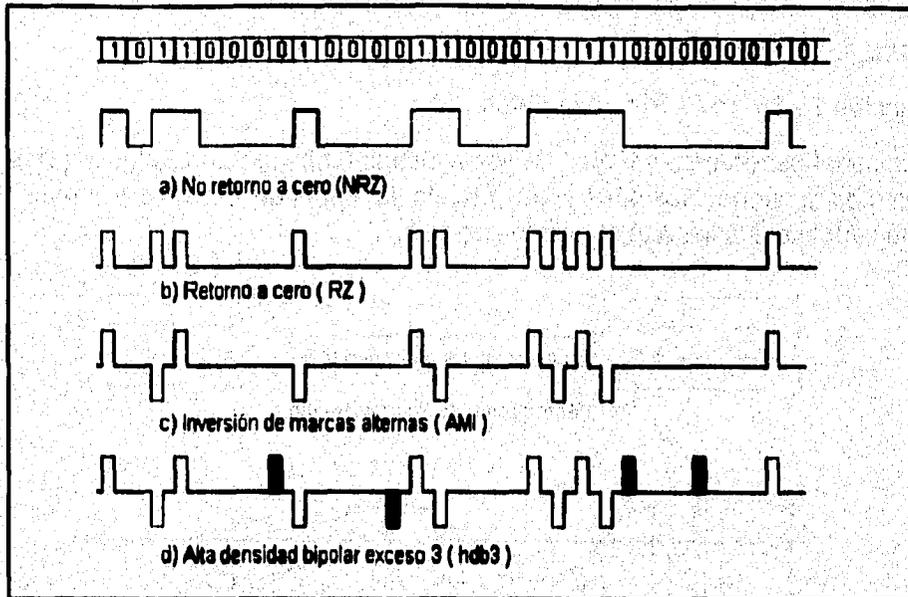


Figura 1.36

La figura 1.37 muestra cuatro señales PAM multiplexadas en el tiempo.

1. Estructura de la trama de 32 canales

Usando un sistema TDM, varias comunicaciones puede ser combinadas en una portadora. Cada comunicación está representada por una serie de muestras, cada una de las cuales se representa en la forma de un código digital y en un sistema de 32 canales, cada canal tiene 8 bits. Esta estructura es llamada trama (frame) con un total de 256 bits. Cada llamada es asignada a un canal en una trama semejante. Esto significa que se pueden enviar 8 bits en cada trama. Dado que una señal de abonado es muestreada cada 125 microsegundos ($f_s = 8 \text{ KHz}$), un abonado debe ser capaz de enviar 8 bits cada 125 microsegundos.

De tal forma que la duración de un canal es de: $125 \text{ microsegundos} / 32 = 3.906 \text{ microsegundos}$.

La velocidad de transmisión (bit rate) de la cadena PCM es de 256 bits en 125 microsegundos o $2.048 \text{ Mbits} / \text{s}$.

En la estructura de la trama, la asignación de los canales es de la siguiente manera :

- Canal 0 : sincronización de la trama (alineación)
- Canal 16 : señalización
- Canales 1 - 15 y 17 - 31 : voz / datos.

Cada canal usado para señales de voz contiene 8 bits, de los cuales el primero es usado como bit de signo y los otros siete son bits de magnitud. En cada trama el mismo número de canal será asignado al mismo abonado.

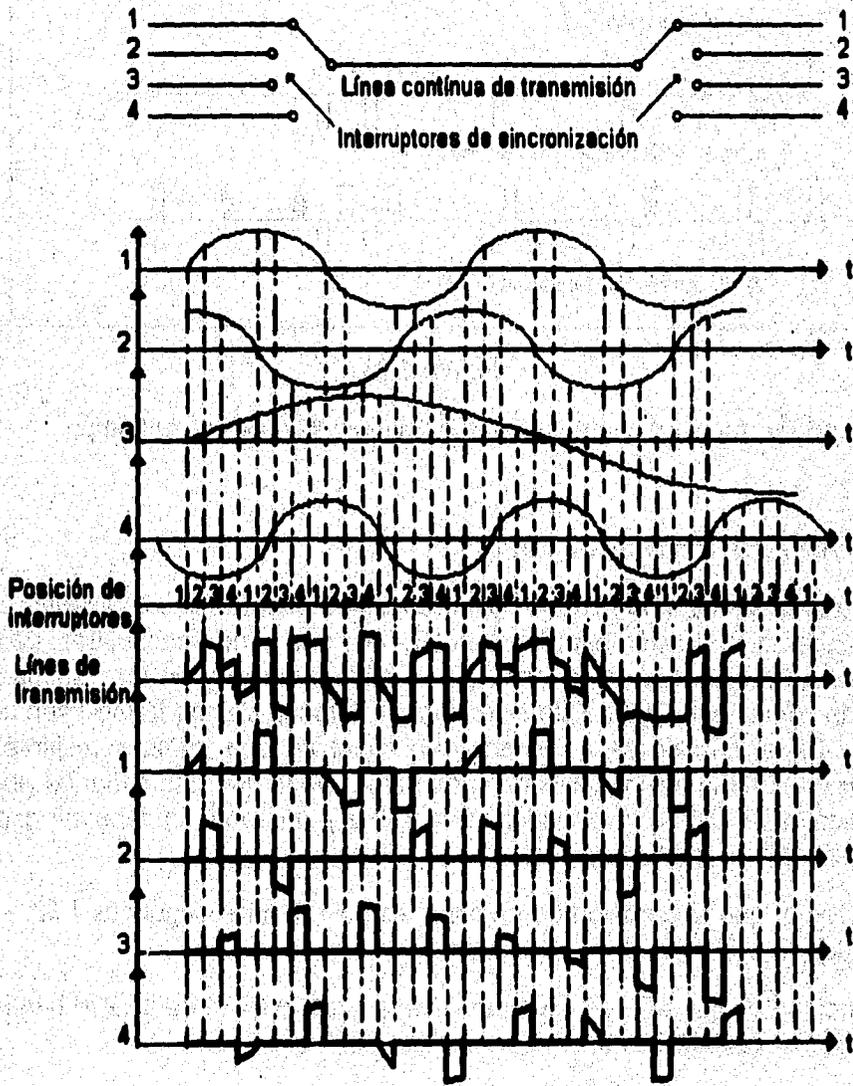


Figura 1.37

2. Estructura de la trama de 24 canales

La cadena de bits consiste de tramas que contienen 193 bits, donde el bit uno es usado para alineación y 192 son usados por los 24 canales de 8 bits cada uno. Una llamada puede ser asignada a un cierto número de canal, así que cada abonado podrá enviar (en el canal asignado) 8 bits en cada trama, esto es : cada 125 microsegundos, que es el tiempo de duración máxima de una trama (193 bits).

La razón o velocidad de transmisión (bit rate) de una trama es de 193 bits en 125 microsegundos o 1.544 Mbits / s.

La duración de un bit es $125 \text{ microsegundos} / 193 = 648 \text{ ns}$.

La duración de un canal es de $8 \times 648 \text{ ns} = 5.18 \text{ microsegundos}$.

Los 24 canales son usados del mismo modo. Todos son usados tanto para voz como señalización. La alineación es hecha por el primer bit asociado a estos 24 canales. De los 8 bits de canal el primero es un bit de signo y los otro 7 son bits de magnitud.

Sistemas PCM de Alto Orden

Usando un PCM normal de 32 canales, 30 comunicaciones se pueden manejar sobre una portadora (conexión a 4 hilos).

Si el ancho de banda de la portadora es suficiente, entonces más canales pueden ser enviados por una portadora usando PCM de alto orden. Esto significa, que reduciendo el tiempo necesario para enviar un pulso, más pulsos pueden ser enviados en la misma unidad de tiempo.

Básicamente sus características son las siguientes:

1. Existe una relación directa entre el número de símbolos por segundo en la línea y el ancho de banda. El mínimo ancho de banda requerido para la comunicación, es igual a la velocidad de transmisión de símbolos / 2 , en la mayoría de los casos es igual a la velocidad de transmisión de bits / 2.
2. En un sistema de transmisión digital todo el ruido de transmisión puede ser eliminado en tanto que la razón señal a ruido sea lo suficientemente grande, como resultado los regeneradores son colocados a distancias regulares durante una transmisión, los cuales restaurarán la señal digital a su forma original.

La figura 1.38 muestra la jerarquía de multiplexación en un sistema TDM a 32 canales.

PCM DE ALTO ORDEN

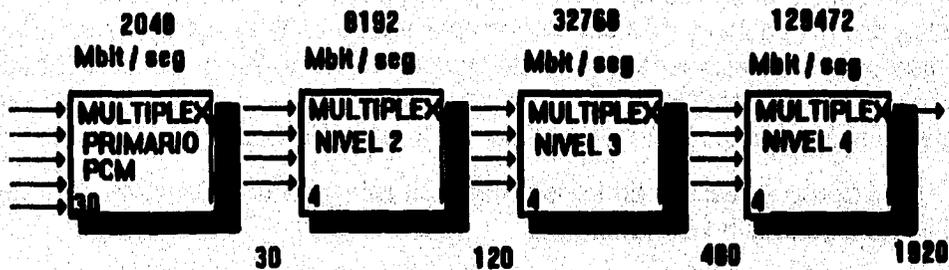


Figura 1.38

La tabla 1.5 muestra la relación de la velocidad y el ancho de banda necesario del medio de transmisión.

SISTEMAS PCM

| NUMERO DE CANALES | RAZÓN DE BIT (MBIT/SEG) | FRECUENCIA (MHZ) | CÓDIGO | TIPO DE LÍNEA |
|-------------------|-------------------------|------------------|--------|-------------------------------|
| 30 | 2.048 | 1.024 | HDB3 | - Multipares- Par blindado |
| 120 | 8.448 | 4.224 | HDB | - Par blindado- Coaxial |
| 480 | 34.368 | 17.184 | HDB | - Coaxial - Fibra óptica |
| 1920 | 139.864 | 93.900 | 6B4T | - Coaxial- Fibra óptica |

Tabla 1.5

Para poder interpretar la información en el lado receptor es necesaria la sincronización.

Sincronización de Bits

La velocidad de la información es de 2048 KHz. Si los datos son explorados en la transición entre dos bits, es probable que la información sea errónea. La información debe ser leída a la mitad del bit.

La sincronización de bits puede ser lograda en dos formas :

- a) Enviar el reloj a todos los puntos donde el PCM es recibido. Lo que requiere una conexión especial de reloj (distribución de reloj).
- b) Introducir bastantes transiciones en la información para sincronizar a un nivel de bit (HDB3).

Sincronización de la trama

Una vez que los bits de entrada pueden ser reconocidos, los bits tienen que ser montados en grupos de 8, representando una muestra de voz de una cierta comunicación. Aquí se requiere una referencia identificando cierto punto de la trama: **SINCRONIZACIÓN DE LA TRAMA.**

La sincronización es obtenida por repetición de un patrón fijo en el canal cero de la trama.

Después de la sincronización de bits, el receptor iniciará la exploración del patrón fijo, el cual es esperado en el canal 0. Usando la estructura de la trama de 32 canales, el canal 0 de cada trama es usado para alineación (sincronización de la trama).

El patrón A0011011 es usado por las tramas pares y el patrón B1CDEFGH es usado para tramas impares. Para la alineación principal de trama se usan los bits del 2 al 8 del canal 0 de las tramas pares, y el bit 2 del canal 0 de las tramas impares. Como se ilustra en figura 1.39.

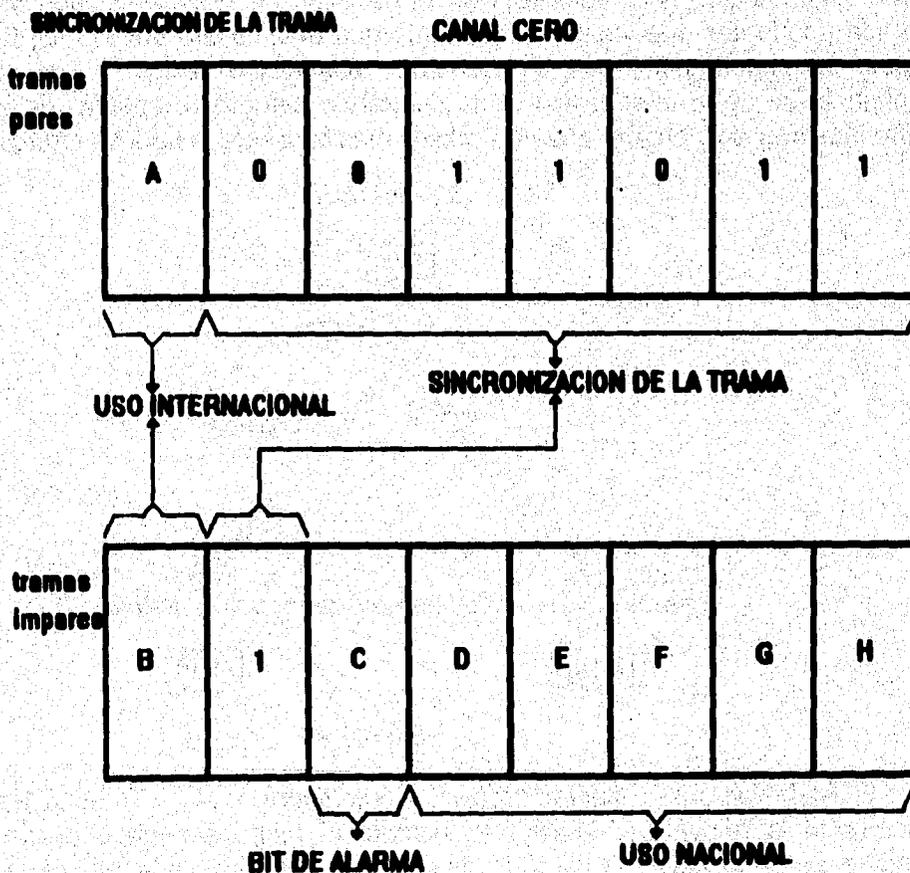


Figura 1.39

En cada trama el primer bit del canal 0 es reservado para uso internacional (bit A y B), estos bits son puestos en 1 cuando no se usan (en tanto no estén especificados). Los bits D E F G H de cada trama impar, son reservados para uso nacional y no tienen significado en un enlace internacional, ellos son entonces puestos a 1. El bit C de cada trama impar es usado como bit de alarma del enlace; será puesto a 1 para informar a la central originante en caso de que el enlace entre la central originante y la terminante esté fuera de alineación. Como consecuencia el enlace es puesto fuera de servicio.

Sincronización de la Red

Cuando se conmuta información de PCM, se establece que la cadena de bits de entrada debe ser sincronizada con el reloj central del conmutador. La cadena de bits de entrada puede originarse de diferentes centrales, donde han sido generados usando el reloj de esas centrales. Diferentes casos pueden ser considerados:

1. Red asincrónica (Ver figura 1.40) En este tipo de red, los relojes de las centrales son independientes, y la velocidad de transmisión de bits de la cadena de bits de entrada puede ser más rápida o más lenta que el impuesto por el reloj local de una central. Lo cual significa que el proceso de adaptación de los bits de entrada a la temporización de la información de la central se perderá o repetirá de vez en vez. Entre más preciso y estable sean los relojes más baja será la tasa de errores.

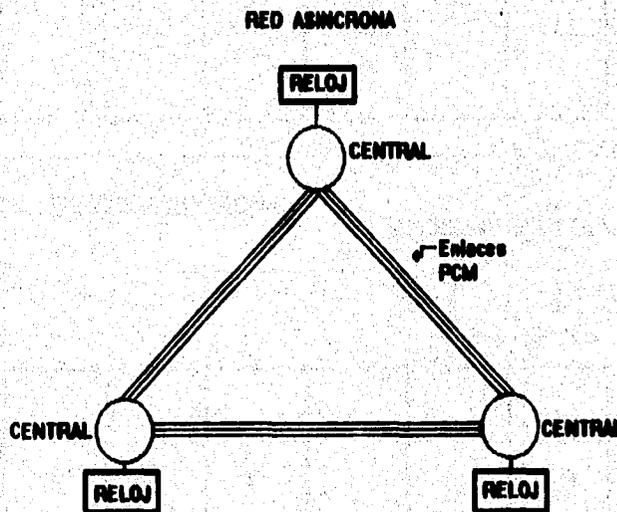


Figura 1.40

2. Red síncrona, maestro esclavo. (Ver figura 1.41). En esta las centrales sincronizan la frecuencia de su reloj usando el reloj regenerado desde la central maestra. La velocidad de transmisión de bits es la misma, pero la fase de la cadena de bits de entrada puede ser diferente debido al retraso de la transmisión. En el proceso de la adaptación de los bits a la fase del reloj local ninguna información es corrupta.

RED SINCRONA MAESTRO - ESCLAVO

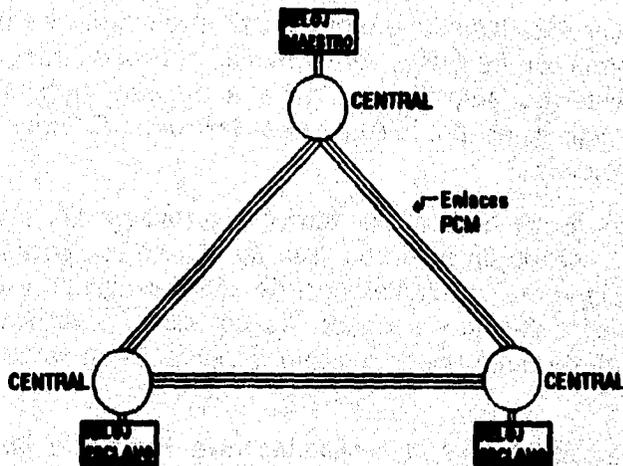


Figura 1.41

3. Red síncrona mutua (Ver figura 1.42). Aquí ningún reloj es maestro. Todos los relojes están sincronizados al valor medio de todas las velocidades de transmisión de bits de entrada. En esta forma la red adopta una razón de velocidad de bits uniforme. A mayor cantidad de centrales, mejor trabajará este sistema.

RED SINCRONA MUTUA

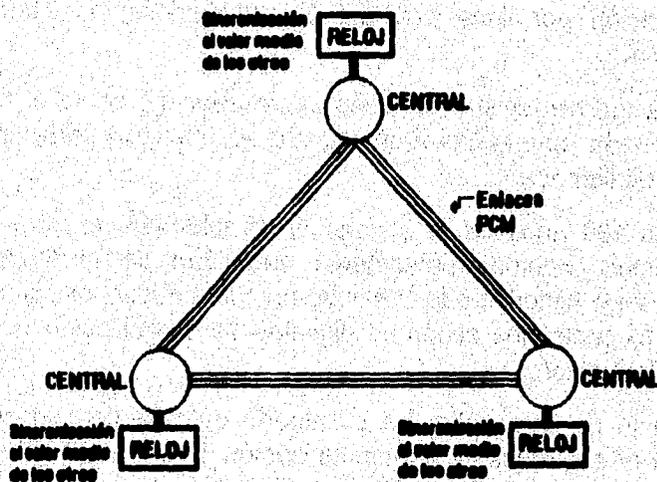


Figura 1.42

En un enlace digital de entrada, los bits son recibidos a la velocidad de la central originante. Ya que la central terminante tiene su propio reloj y consecuentemente su propia razón de bits, la cadena de bits de entrada será convertida a la velocidad local.

1.7 SEÑALIZACIÓN

Para establecer una llamada a otra central, el operador de un sistema antiguo intercambiaba información de forma verbal (señal) con otros operadores. Cuando se introdujeron los sistemas automáticos, estos a su vez, necesitaban intercambiar información con sus similares, por lo cual se establecieron diferentes señales eléctricas con diferentes significados.

La señalización existe en la red de teléfonos para controlar el tráfico de llamadas entre los abonados; desde un punto de vista técnico es un proceso complejo el cual tiene altas demandas para la transferencia de señales rápidas y en forma eficiente, entre centrales y entre central y abonado. Es por ello que se tiene la necesidad de transferir una señal mediante una tecnología eficiente. La señalización en el área de telefonía implica

1. Que todas las señales sean necesarias para establecer las llamadas y otros servicios ofrecidos para la administración.
2. La introducción de equipo adecuado para la transferencia de señales.

La señalización puede dividirse en dos grandes grupos.

- Señalización por línea
- Señalización de registro

La señalización por línea controla el establecimiento y terminación de una conexión de habla.

La señalización de registro contiene información tal como el número al cual se conecta una llamada. Las señales de registro se emplean solamente en la fase de establecimiento de llamada.

Durante los 100 años de la historia de la telefonía, muchos sistemas se han desarrollado. Estos sistemas obviamente dependen de la tecnología disponible, consecuentemente la historia de la señalización cubre desde los sistemas de corrientes y tonos, hasta lo complejos sistemas digitales de señalización que tiene una gran capacidad de información.

Este proceso de desarrollo, ha culminado en una combinación de tecnología nueva con vieja en las redes de telecomunicación. Una central debe de ser capaz de manejar simultáneamente diversos sistemas de señalización.

Requerimientos de Señalización

Además de los requerimientos técnicos (como por ejemplo dos centrales deben de ser capaces de entender los mensajes entre si), los abonados deben de tener ciertos requerimientos de señalización. Las características principales son las siguientes.

- Transferencia de información adecuada.
- Establecimiento rápido de las llamadas.
- Carencia de ruido en la señalización de las líneas.

Si se cumplen las características anteriores, nuestros requerimientos han sido satisfactorios. Los sistemas de señalización que han sido instalados, han afectado principalmente el tiempo de establecimiento de la llamada, el cual consiste de:

- Tiempo de espera desde el descolgar hasta el tono de marcar.
- Tono de marcar.
- Tiempo para la transferencia de dígitos entre centrales y el establecimiento de la conexión.

El factor más importante que afecta el tiempo antes de que se envíe el tono de marcar, es la dimensión de la central local y esto no tiene que ver nada con el sistema de señalización. Si el número de abonados es demasiado grande en comparación con la capacidad de conmutación, el tiempo de espera será largo.

El tiempo tomado para transferir los dígitos y establecer la conexión depende de la velocidad del sistema de conmutación y en el rango de transferencia entre las centrales. El tipo de sistema de señalización, puede hacer una diferencia de algunos segundos en el establecimiento de la llamada.

Grupos Principales para los Requerimientos de Señalización

Los requerimientos para señalización se dividen en dos grandes grupos:

- Señalización entre central y abonado.
- Señalización entre centrales.

A su vez la señalización entre centrales, debido a su complejidad, se subdividirá en algunos grupos tomando en cuenta los dos principios siguientes:

Señalización mediante canal asociado.- Aquí se incluyen los sistemas convencionales de señalización, en donde la señalización y la señal de la voz viajan a través de las mismas rutas a través de la red telefónica. Aquí es en donde entran las diferentes formas para transferir las señales (DC, tonos, pulsos, etc.). Las señales transferidas entre centrales son usualmente divididas entre señales de línea y las señales de registro.

Señalización mediante canal común.- Es la tecnología para transferencia de datos de mas reciente aparición.

En la figura 1.43 se muestra la forma en que se abordan los diferentes tipos de señalización.

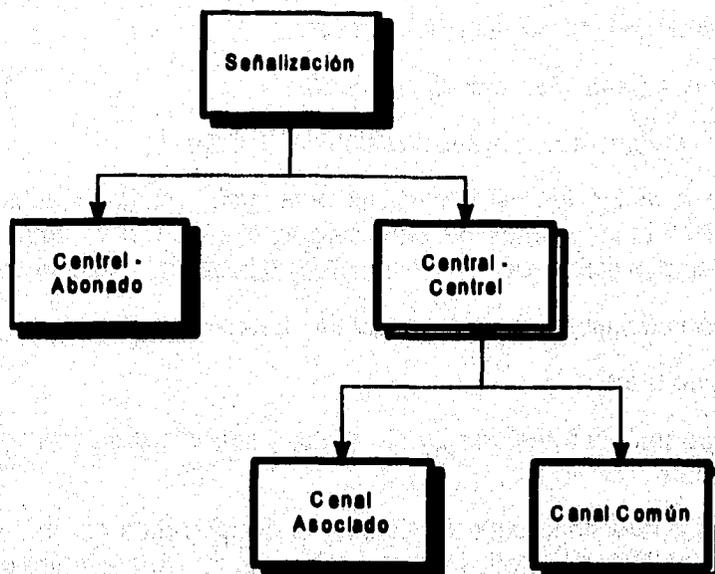


Figura 1.43

Direcciones Hacia Adelante y Hacia Atrás

Las señales se mandan en ambas direcciones. La señal *hacia adelante*, van en dirección de la central del abonado A hacia la central local del abonado B. Las *señales de retroceso* van en dirección opuesta. Ver figura 1.44.

Señalización entre Central y Abonado

La información que puede ser transferida del teléfono a la central es la siguiente:

1. Información de la condición del auricular, descolgado (off hook)
2. Información del número de B requerido
3. Información de la cantidad puesta (en los teléfonos que operan con dinero)
4. Información del estado del auricular, colgado (on hook) cuando la llamada ha finalizado.

En la otra dirección, de la central al abonado A, hay las siguientes señales:

5. La información de la central está lista para recibir el número B (tono de marcar).
6. La información de que el número de B está ocupado o bien la señal de ring lo ha alcanzado
7. Información de congestión o intercepción
8. Carga señales de algún medidor privado de llamadas

De la central al abonado B, solo una señal es usualmente requerida:

9. La señal de ring atrae la atención del abonado B

La figura 1.44 ilustra un diagrama completo, con comentarios de la señalización entre un suscriptor ordinario y la central.

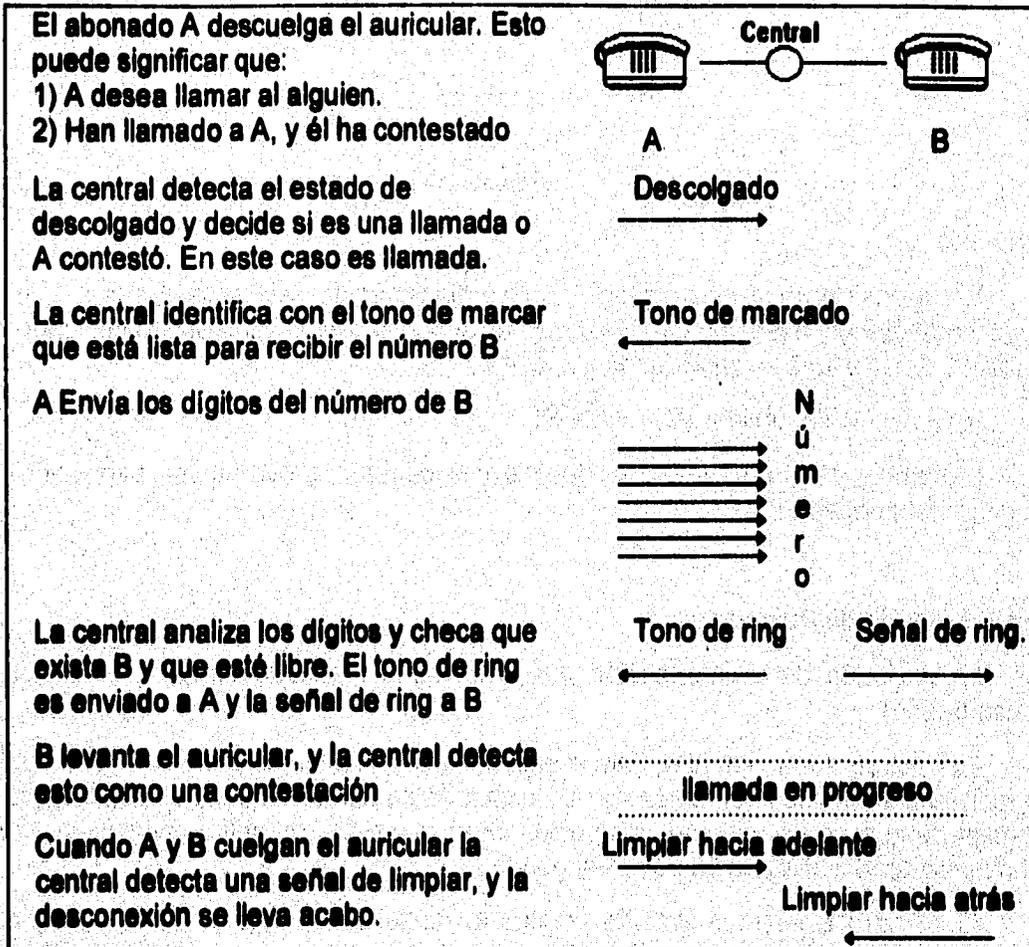


Figura 1.44

La línea del abonado

La información se transmite a través de la línea del abonado, la cual en la mayoría de los casos es una conexión física de dos cables. La figura 1.45 muestra un diagrama simplificado equivalente de DC de la malla del abonado. RA es la resistencia del teléfono y RI la resistencia total de la malla del abonado que regresa a la central, la central proporciona la corriente de malla de -48 volts. Para que la señalización funcione adecuadamente, la resistencia de DC en la malla del abonado no debe exceder los 1800 ohms.

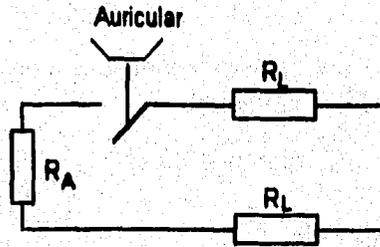


Figura 1.45

Llamado

En la posición normal, colgado, la malla del abonado está abierta, por lo que no fluye corriente en ella. Tan pronto como el auricular sea levantado (descolgado) la malla se cierra y la resistencia se convierte en :

$$\text{Resistencia de malla} = R_A + R_L + R_L$$

El cambio de la resistencia se detecta y la central reserva equipo para recibir el número del abonado B.

Transferencia de Pulsos

La dirección de la información puede enviarse mediante pulsos (dial) o tonos (push-button).

Los pulsos se envían alternativamente cerrando y abriendo la malla del abonado, la resistencia R_A que mide cerca de 600 ohms, es cortocircuitada. Esto también da la ventaja de que no escuchemos los pulsos en el receptor. Los pulsos se envían a una frecuencia aproximada de 10 pulsos/segundo.

El número B es normalmente codificado de tal forma que el dígito 1 sea una apertura en la malla y esto significa una ruptura de la corriente, y así hasta el dígito cero que representa a 10 rupturas. La técnica de señalización que emplea solamente técnicas de ruptura y establecimiento de la malla se conoce como señalización de malla

Transferencia de Tonos

Existen algunas ventajas que sobresalen al emplear frecuencias de tonos, sobre el pulsado:

- Toda la señalización está en la banda de frecuencias de voz haciendo posible transmitir información a cualquier punto en la red telefónica al que la voz pueda ser transmitida, esto es, punto a punto.
- El marcaje por tonos es más rápido reduciendo el tiempo de marcaje por los usuarios y reduciendo el tiempo de posesión del equipo por la Oficina Central.

- Más de 10 diferentes señales pueden enviarse a la vez.
- Es el método más conveniente de señalización.

Información de Tonos

En el intercambio de información entre el abonado y la central, se tienen un número de tonos con diferente significado:

- El tono de marcado es naturalmente uno de estos. Mediante éste el abonado sabe si la central está lista para recibir el número de B.
- El tono de ring, que indica que la central ha establecido la conexión y está llamando al abonado B.
- El tono de ocupado, que indica que el abonado B está ocupando su teléfono. Este tono sustituye o reemplaza al tono de ring en el diagrama de señales de la figura 1.44.

En resumen el proceso de señalización tiene al menos tres funciones:

1. Indicar el estado de la llamada a cada abonado, mediante
 - a) el tono de invitación a marcar,
 - b) el tono de llamada y la corriente de llamada,
 - c) el tono de ocupado o el tono de número inaccesible.
2. Indicar al sistema lo que debe de hacer a continuación, por ejemplo, indicando el camino de la comunicación.
3. Iniciar un procedimiento de facturación (generalmente, disparando el medidor del abonado llamante al régimen de tasación correcto), que permita a la Administración recaudar los ingresos necesarios para mantener el servicio.

La descripción hecha anteriormente es para abonados que comparten la misma central, aunque la mayor parte de las llamadas son todavía de este tipo, en las grandes ciudades existe un número creciente de llamadas que requieren la comunicación entre varias centrales, y el uso de sistemas de selección directa ha generado una mayor demanda interurbana. La señalización entre centrales es necesaria para que la central local del abonado que llama pueda mantener el control de la llamada.

Señalización entre Centrales

En la figura 1.46 se ilustra un problema de señalización. Bajo la central 1 hay abonados ordinarios, o PABX. Esto resulta en dos sistemas diferentes para señalización. Hay una ruta analógica entre las centrales 1 y 2, y entre la central 2 hay una unión digital a otras más altas en la jerarquía de red. Con esto se obtienen dos sistemas más de señalización.

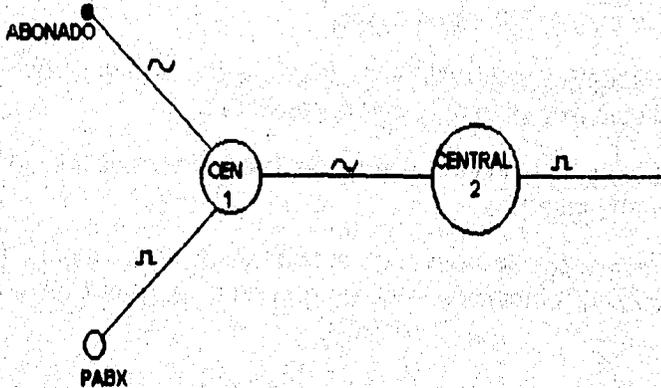


Figura 1.46

Para evitar complicaciones posteriores, se cuenta con un tipo de señalamiento interno, entre varias funciones con las que cuentan las centrales. Este tipo de señalización varía también para diferentes tipos de centrales así como para diferentes tipos de usuarios de PABX.

Para que cada unidad entienda el lenguaje de la otra que le está llamando, se requiere *traducir* las señales de un sistema de señalización a otro. Las centrales están equipadas con *circuitos detectores de señal*, quienes son los responsables de traducir de un sistema de señalización a otro que no sea de las mismas características. La señalización debe ser entonces traducida y convertida de un sistema a otro, algunas veces, en su ruta por la red. Esto significa que se deben tener bien definidas las interfaces entre los sistemas, y que los sistemas de señalización que existan estén estandarizados.

La señalización entre centrales es el proceso mediante el cual el número de destino y la información de control se transmite entre las centrales telefónicas con el objetivo de establecer una conexión. El sistema de señalización entre centrales ha seguido un largo camino desde los primeros días del teléfono automático, cuando estos sistemas de señalización eran relativamente simples. Ahora existen diferentes tipos de señalización entre centrales, los cuales son usados por una red particular dependiendo de la naturaleza del servicio que suministra, el equipo usado, la longitud de la red y el medio de transmisión. Por ejemplo, una pequeña red local puede usar un sistema de señalización relativamente lento y barato. En contraste, en una red pública internacional extensa, o en una red privada conectada a la red pública internacional, es necesaria una mayor rapidez en el sistema de señalización debido al gran número de usuarios.

Dentro de la señalización entre centrales se ha hecho una división entre señalización de Canal Asociado y señalización de Canal Común. Todos los métodos tradicionales de señalización son por canal asociado, mientras que en las secciones más modernas de las redes telefónicas la señalización es por canal común.

En la señalización de Canal Asociado todas las señales pertenecientes a un canal (o circuito) particular son transportadas bajo el mismo canal, en otras palabras son "asociadas" con este. Mientras que en la señalización de Canal Común se usa un "enlace de señalización" ("signalling link") para transmitir la información de señalización a un gran número de circuitos de transporte de tráfico.

Señalización de Canal Asociado

Un sistema de señalización de Canal Asociado, debe tener una asociación permanente con el canal que está transmitiendo la llamada actual. Conversación y señalización viajan en el mismo camino a través de la red. Algunas de sus variantes son:

- La señalización se realiza sobre el mismo canal de voz (ejem. señalización DC, en banda).
- La señalización se realiza sobre la conexión de voz, pero en otro rango de frecuencias (fuera de banda).
- La señalización se lleva a cabo en el *time slot* 16 (T16) en un sistema digital, donde cada canal de voz tiene esta ranura fija y asignada para señalización (señalización PCM).

La señalización de Canal Asociado puede ser usada entre todo tipo de centrales. Este tipo de señalización es usualmente dividida entre la señalización de Línea y la señalización de Registro. Algunos de los motivos para este método de clasificación son los siguientes:

- Las señales de toma, respuesta y limpiado son solamente transferencia de información sobre el estado de la línea del abonado. Información muy simple.
- La información de dirección de la llamada contiene una cantidad considerable de información.
- La información de dirección puede ser transferida solamente una vez, a un cierto punto en la realización de una llamada, mientras que las señales del estado de la línea pueden ocurrir en cualquier tiempo.

Una comparación entre las señalizaciones de Línea y de Registro se muestra en la tabla 1.6.

| | Señalización de Línea | Señalización de Registro |
|--------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Cantidad de información | poca | mucha |
| Velocidad de transferencia | baja | alta |
| Periodo de señalización | grande | pequeño |
| Número de unidades (equipo) | mucho | poco |

Tabla 1.6

En telefonía, únicamente se usa un escenario de señalización para establecer una llamada. Este escenario se muestra en la figura 1.47.

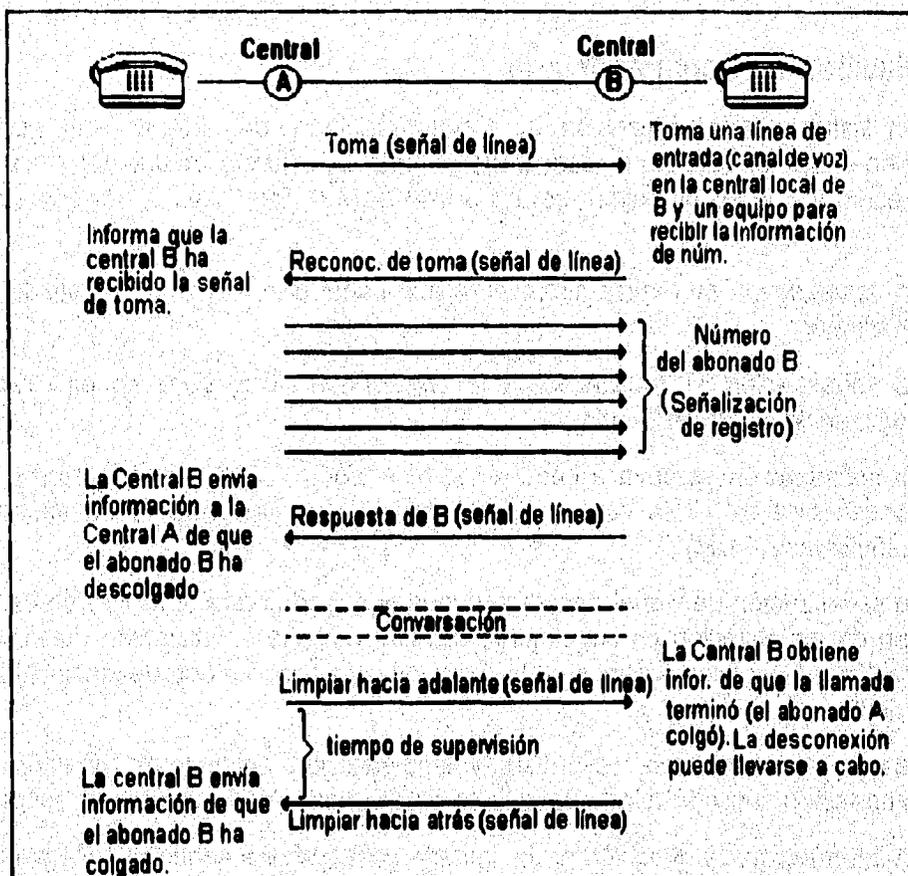


Figura 1.47

Señalización de Línea

La señalización de Línea es usada para monitorear la línea antes, durante y después de realizar una llamada. Este es usualmente un sistema de una o dos frecuencias.

La parte de señalización de línea se encuentra siempre activa dentro del circuito. Desde un estado ocioso, la señalización en línea alerta a la central distante para que active la parte de señalización entre registros.

La señalización en línea también detecta la condición de respuesta para comenzar a contar el tiempo de duración de la llamada y al final de esta debe transmitir las señales necesarias para limpiar la conexión y detener el conteo. Cuando una llamada ha sido limpiada, ambas centrales deben de continuar con el monitoreo de la señalización en línea a fin de detectar cualquier llamada de toma subsecuente.

El sistema comúnmente usado para señalización de Línea es el R2 digital. Este sistema es típico en los sistemas de señalización del mundo y puede ser usado sobre conexiones tanto nacionales como internacionales.

Este sistema R2 es un sistema de un solo tono fuera de banda. El uso de una señal fuera de banda (en vez de una en-banda) para señalización en línea R2 tiene dos ventajas: primero, esta no perturba la conversación (sin afectar la separación del canal); y segundo, las señales de línea no pueden ser enviadas fraudulentamente por un cliente de teléfono ya que la región fuera de banda no está accesible para los fines del usuario.

Las señales de línea se transmiten utilizando el *time slot* 16 (espacio de tiempo) de la trama de 32 canales. Este espacio de tiempo consta de 8 bits que se subdividen a su vez en dos canales de señalización de 4 bits cada uno, a través de los cuales se pueden enviar la señalización de dos canales de voz respectivamente. Figura 1.48.

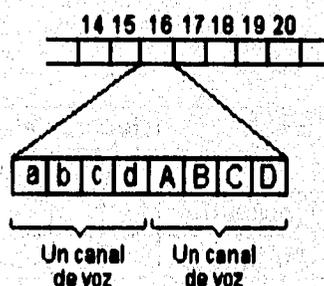


Figura 1.48. Time slot 16 para señalización

El sistema de señalización de Línea R2 utiliza solamente dos de los 4 bits disponibles para la señalización por canal de voz en cada sentido de transmisión. Dichos bits son los llamados "a" y "b". La descripción funcional de los bits de señalización, se muestra en la tabla 1.7.

El código de la señalización en Línea en condiciones normales es el que se indica en la tabla 1.8.

Los bits "c" y "d" deben enviarse con el código $c=0$ y $d=1$.

El tiempo de identificación de una transición del estado 0 al estado 1, o viceversa, en un canal de señalización es de 20 ± 10 ms. Es la duración que deben poseer las señales que representan los estados 0 o 1 en la salida del canal de señalización a fin de que sean reconocidas por el equipo de señalización de llegada.

| Dirección | Bit | Descripción Funcional |
|------------------------|-----|---|
| Señales hacia adelante | aF | Estado de operación del equipo d conmutación de salida 1 = Estado de desconexión 0 = Estado de toma |
| Señales hacia adelante | bF | Estado de operación del enlace 1 = Enlace indispensable 0 = Enlace disponible |
| Señales hacia atrás | aB | Estado de operación de la línea d abonado 1 = Estado de reposición 0 = Estado de contestación |
| Señales hacia atrás | bB | Estado de operación del equipo d conmutación de llegada 1 = Estado de toma 0 = Estado libre |

Tabla 1.7

| Número | Señal | Hacia adelante | | Hacia atrás | |
|--------|----------------------------|----------------|----|-------------|----|
| | | aF | bF | aB | bB |
| 1 | Libre (ociosa) | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | Toma | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 3 | Acuse de recibo de toma | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 3a | Señales de registro MFC | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 4 | Contestación | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 5 | Reposición | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 6a | Desconexión después de 3.5 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 6b | Desconexión después de 4 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 7 | Retorno a libre | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 8 | Bloqueo | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 9 | Desbloqueo | 1 | 0 | 1 | 0 |

Tabla 1.8

Estados y Procedimientos

1) Libre

En el estado libre, el extremo de salida envía $aF=1$, $bF=0$. En el extremo de llegada, ello produce el envío de $aB=1$, $bB=0$ en el sentido hacia atrás, siempre que el equipo de conmutación del extremo de llegada este en reposo.

2) Toma

Una toma solo puede tener lugar cuando se identifica $aB=1$, $bB=0$. El extremo de salida cambia de $aF=1$ a $aF=0$. El código $aF=0$, $bF=0$ debe mantenerse hasta que se identifica la señal de acuse de recibo de toma. De esta manera, el equipo de conmutación de salida sólo podrá emitir la señal de desconexión, después de identificar la señal de acuse de recibo de toma.

3) Acuse de recibo de toma

Una vez identificada la señal de toma, el extremo de llegada envía $aB=1$, $bB=1$ como acuse de recibo. Una vez enviada la señal de toma, el extremo de salida deberá arrancar una supervisión de tiempo para el reconocimiento de la señal de acuse de recibo de toma, el cual deberá ser 150 ± 7.5 ms.

Si el extremo de llegada no recibe la señal de acuse de recibo de toma, dentro de este tipo de supervisión, se deberá aplicar el siguiente procedimiento:

- Envío hacia atrás de indicación de congestión o reintento de establecimiento de llamada.
- Indicación de alarma.
- Provocar la condición necesaria para evitar una nueva toma de enlace y mantener esta condición hasta que se identifique la señal de acuse de recibo de toma, a lo cual el extremo de salida deberá enviar la señal de desconexión para iniciar el proceso de liberación en el extremo de llegada.

4) Contestación

La condición de gancho conmutador descolgado de la línea del abonado llamado, hace que el extremo de llegada envíe $aB=0$, $bB=1$.

5) Reposición

La condición de gancho conmutador colgado de la línea del abonado llamado, hace que el extremo de llegada envíe $aB=1$, $bB=1$.

6) Desconexión

La condición de liberación de la línea del abonado que llama o la liberación del equipo de conmutación de salida, procede normalmente el envío de $aF=1$, $bF=0$. El equipo de conmutación de salida no pasará al estado de libre hasta el reconocimiento del código $aB=1$, $bB=0$.

7) Retorno Libre

La identificación de la señal de desconexión en el extremo de llegada, tiene por efecto la liberación del enlace, incluso aunque se haya producido contestación o reposición por parte del abonado llamado.

Una vez liberado completamente el equipo de conmutación de llegada, se establece el código $aB=1$, $bB=0$, con lo cual el extremo de salida pasará a estar disponible para otra comunicación.

8) Bloqueo y desbloqueo

El bloqueo de un enlace en estado de libre para las nuevas llamadas que puedan introducirse en el extremo de salida, debe tener lugar tan pronto se identifique $aB=1$, $bB=1$. La identificación de $aB=1$, $bB=0$ establece el enlace al estado de libre.

Señalización entre Registros

Al momento de establecer una llamada entre centrales, se toma una troncal. Después de la toma, la información de selección pasará entre un registro en la central saliente y a un registro en la central entrante. La fase de intercambio de información es llamada "Señalización de Registro".

Sin tener en cuenta si la transmisión entre centrales es analógica o digital, la señalización de registro es usualmente llevada a cabo sobre el canal de voz. Este por su puesto, no es usado durante la parte de señalización.

La señalización de registros es usada para transmitir y recibir información de direcciones y también para transferir información adicional para el enrutamiento de una llamada.

Las señales de registro se denominan también señales de multifrecuencia (MFC). Las señales de registro se intercambian entre el Emisor de Código del extremo saliente y el Receptor de Código del extremo entrante, con base en un código formado por la combinación de dos frecuencias entre seis, todas entre 300 Hz y 3400 Hz (en banda). Cada grupo de 2 frecuencias formará una señal y cada señal representará información de dirección.

El receptor de multifrecuencia detecta la señal y transfiere la información al equipo de control, el cual establece conexiones a través de conmutadores de enrutamiento.

Este intercambio de señales se efectúa bajo el principio de secuencia obligada, en la cual el extremo saliente tiene que recibir la señal de acuse de recibo de la señal que está enviando, para poder emitir la siguiente señal. La figura 1.49 muestra el desarrollo de un ciclo de secuencia obligada.

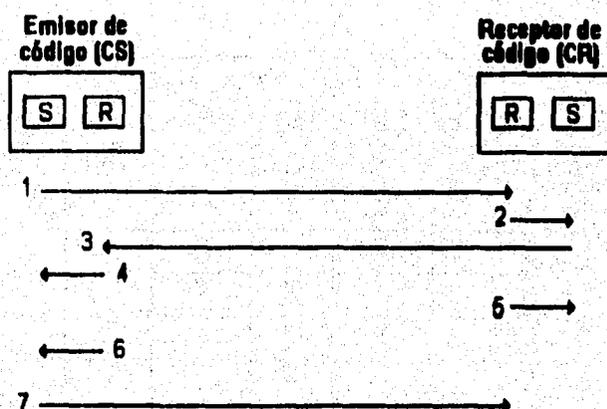


Figura 1.49

1. Una señal continua (dos tonos) es enviada desde CS.
2. CR identifica los dos tonos y ordena a su transmisor enviar una señal de control hacia atrás.
3. CR envía la señal de control (dos tonos) a CS.
4. CS identifica la señal de control de dos tonos. La transmisión de la primer señal es parada. (CS sabe ahora que CR ha recibido la señal).
5. CR detecta que la señal desde CS ha parado, y da la orden a su propio transmisor para detener la señal de control. (CR sabe que CS ha recibido la señal de control).
6. CS detecta que la señal de control ha parado. Tiempo para prepararse para la siguiente señal.
7. La señal numero dos es enviada desde CS, y la misma secuencia es repetida para cada señal en turno.

El ciclo T de secuencia obligada deberá tener una duración de $200 < T < 300$ ms., lo que permite una velocidad de señalización de 3 a 5 ciclos/seg.

La secuencia hacia adelante de señalización, puede contener información de direcciones de abonados llamantes, más otra información necesaria para la propia conmutación.

Las señales hacia atrás pueden servir como reconocimiento y para distinguir información de señales referentes a interrogación de ruta y estado de la llamada. Las mismas señales en la dirección hacia adelante como hacia atrás pueden pertenecer a varios grupos y tener un diferente significado de acuerdo al grupo que pertenecen.

El sistema de códigos de multifrecuencia MFC permite obtener 15 señales hacia adelante y 15 hacia atrás, mediante la utilización de dos grupos de frecuencias, cada uno con una combinación de dos frecuencias entre seis. Lo anterior se muestra en la Tabla 1.9.

| Frecuencia en Hz | | | | | | |
|------------------|------|------|------|------|------|------|
| Hacia adelante | 1380 | 1500 | 1620 | 1740 | 1860 | 1980 |
| Hacia atrás | 1140 | 1020 | 900 | 780 | 660 | 540 |
| 1 | X | X | | | | |
| 2 | X | | X | | | |
| 3 | | X | X | | | |
| 4 | X | | | X | | |
| 5 | | X | | X | | |
| 6 | | | X | X | | |
| 7 | X | | | | X | |
| 8 | | X | | | X | |
| 9 | | | X | | X | |
| 10 | | | | X | X | |
| 11 | X | | | | | X |
| 12 | | X | | | | X |
| 13 | | | X | | | X |
| 14 | | | | X | | X |
| 15 | | | | | X | X |

Tabla 1.9

Las señales MFC también son conocidas como señales de avance y señales de mando:

Las señales de avance están conformadas por el grupo de frecuencias de señales hacia adelante.

Las señales de mando están conformadas por el grupo de frecuencias de señales hacia atrás

Tanto las señales de avance como las de mando, tendrán significados primarios y secundarios, como se muestra en la tabla 1.10.

| Señal de avance | Significado | Uso |
|-----------------|-------------|-------------------------------------|
| I | Primario | Información de destino |
| II | Secundario | Categoría de origen |
| Señal de mando | Significado | Uso |
| A | Primario | Solicitud de información de destino |
| B | Secundario | Estado de Línea |

Tabla 1.10

La descripción de cada una de las señales de avance y mando se indica a continuación:

1. Señal de avance I

1.1 Información de destino

Se utiliza para transmitir la información de destino (número de abonado B), necesaria para establecer la conexión. La señalización MFC debe comenzar siempre con una señal de avance I de significado primario. Tabla 1.11.

| Señal | Significado | Utilización |
|-------|----------------------------------|--|
| 1 | a) Dígito 1 | Dígitos del número del abonado llamado, se utilizan para transmitir la información necesaria para establecer la conexión. Cuando se envía como primer dígito, dichas señales representan el primer dígito del número local llamado |
| 2 | a) Dígito 2 | |
| 3 | a) Dígito 3 | |
| 4 | a) Dígito 4 | |
| 5 | a) Dígito 5 | |
| 6 | a) Dígito 6 | |
| 7 | a) Dígito 7 | |
| 8 | a) Dígito 8 | |
| 9 | a) Dígito 9 | Como los dígitos 1...8, excepto como primer dígito |
| | b) Acceso al sistema interurbano | Como primer dígito, acceso al sistema interurbano (LADA) |
| 10 | a) Dígito 0 | Como los dígitos 1...8, excepto como primer dígito |
| | b) Acceso al servicio especial | Como primer dígito se actualiza para tener acceso al servicio especial seguido por un dígito "X" (X=1...0) el cual indica el tipo de servicio |
| 11-15 | a) Reserva | Reserva |

Tabla 1.11

2. Señal de avance II

2.1 Categoría de llamada (extradígito).

Se utiliza en llamadas urbanas e interurbanas para informar a la central sobre el tratamiento que debe recibir la llamada. Este grupo de señales se envía como respuesta a la señal A3. Tabla 1.12.

| Señal | Significado | Utilización |
|-------|-------------------|---|
| 1 | a) Reserva | Reserva |
| 2 | a) Abonado normal | Abonado normal sin posibilidad de ofrecimiento si el abonado llamado se encuentra ocupado y acceso a todos los servicios excepto los de operadora |
| 3-15 | a) Reserva | Reserva |

Tabla 1.12

3. Señal de mando A

3.1 Petición de información de destino.

Se utiliza para solicitar la información de destino necesaria para establecer la conexión y como señal de acuse de las señales de avance I. Tabla 1.13.

| Señal | Significado | Utilización |
|-------|--|--|
| 1 | a) Enviar señal del grupo I Próximo dígito | Reconocimiento de cualquier señal del grupo I y solicitud del próximo dígito de la identidad del abonado llamado |
| 2 | a) Enviar señal del grupo I Primer dígito | Reconocimiento de cualquier señal del grupo I y solicitud del primer dígito transmitido de la identidad del abonado llamado |
| 3 | a) Enviar señal del grupo II y cambio a recepción del grupo B. | Reconocimiento de la recepción del último dígito del abonado llamado, solicitud de la categoría de llamada del abonado que llama y cambio para recepción de señales del grupo B |
| 4 | a) Congestión | Reconocimiento de cualquier señal del grupo I y para indicar: Congestión de pasos de selección Congestión por temporización Detección de fallas En todos los casos la señal A4 ocasiona: Envío del tono de ocupado, congestión o un mensaje grabado al abonado que llama si la condición de habla se ha establecido en la dirección de mando. |
| 5-15 | a) Reserva | Reserva |

Tabla 1.13

4. Señal de mando B

4.1. Estado de Línea

Se utilizan para indicar el equipo de conmutación de origen, el estado de la línea del abonado y también como señal de acuse de recibo de las señales de avance II. Tabla 1.14

| Señal | Significado | Utilización |
|-------|-------------------------------|--|
| 1 | a) Abonado libre con tasación | Todo registro de salida que reciba la señal B-1 debe establecer condiciones de habla para que el abonado que llama pueda escuchar el tono de llamada |
| 2 | a) Abonado ocupado | Todo registro de salida que reciba la señal B-2 ocasiona la liberación de la cadena de circuitos hacia adelante y si la condición de habla se ha establecido, envío del tono de ocupado al abonado que llama. |
| 3 | a) Reserva | Reserva |
| 4 | a) Bloqueo | <p>Todo registro de salida que reciba la señal B-4 ocasiona la liberación de la cadena de circuitos hacia adelante y el envío del tono de ocupado al abonado que llama.</p> <p>En general la señal B-4 se envía como reconocimiento del grupo II en los siguientes casos:</p> <p>Cuando el abonado llamado se encuentra en estado de bloqueo</p> <p>Cuando el abonado llamado se encuentra en proceso de reposición o de marcación</p> |
| 5-15 | a) Reserva | Reserva |

Tabla 1.14

Señalización de Canal Común

En el sistema de señalización de Canal Asociado, la señalización siempre viaja en el mismo camino que la voz. En el sistema de señalización de línea digital, el "mismo camino" es equivalente al *time slot* 16 asociado con el canal de voz. Por el contrario, en la señalización de Canal Común, la señal viaja en su propio camino. El portador de las señales es la red en sí misma.

La red de señalización transmite información entre centrales. Por lo tanto, se puede tratar a las centrales como abonados en la red de señalización. En este proceso una central se puede comunicar con otra central, lo que significa que este proceso es en efecto una forma de comunicación de datos. El "canal común" es nada menos que una red de datos en la cual los procesamientos de las centrales están juntos.

En la señalización de canal común no existen distinciones entre señales de línea y de registro.

Ventajas de la Señalización por Canal Común

La señalización de canal común tiene diversas ventajas. Comparado con el tiempo regular de una llamada, el tiempo total para señalización es muy corto. Esto significa que se puede dejar que un simple canal de señalización común se ocupe de toda la señalización necesaria para varios miles de llamadas.

Todo el tráfico puede compartir un dispositivo de señalización común. Este no es necesariamente más grande para cada línea/conexión que tener su propio equipo para señalización de línea. El ahorro en la cantidad de equipo requerido es por lo tanto otra ventaja importante.

De cualquier modo, con señalización de canal común (CCS) se tiene un incremento en la necesidad de señalización. La razón es principalmente un aumento en el conjunto de servicios. En CCS, una limitada selección de "señales" pueden ser enviadas rápidamente entre unidades en la red. Un resumen de las características de CCS son las siguientes:

- Económico
- Muy rápido
- Confiable
- Alta capacidad
- Flexible

La CCITT ha recomendado dos sistemas estándar diferentes para señalización de canal común. El primero, CCITT No.6, producido en 1968, fue diseñado para tráfico internacional.

El segundo es CCITT No.7. Proyectado entre 1979 y 1980. El No.7 está dirigido principalmente para redes digitales, donde su alta velocidad de transmisión (64 kb/s) puede ser explotada, pero este también puede ser usado en redes analógicas.

El No.7 especifica señalización entre centrales en redes nacionales digitales además de operación y mantenimiento de PABX's. El No.7 es también aplicable a la futura red digital de servicios integrados (ISDN), para telefonía y datos.

CCS es también usada entre escenarios de abonados remotos y centrales locales. Esta señalización no sigue estrictamente el CCITT No.7, pero está basada en este sistema de señalización.

La estructura básica del CCITT No.7

En el CCITT No.7 se tienen diferentes grupos de usuarios. A estos grupos se les llama *User Parts* (UP). El user part para telefonía es llamado el *Telephone User Part* (TUP). Existen otros *user part* para, por ejemplo, datos, operación y mantenimiento. Todos los *user parts* usan el mismo "camino de red" para comunicación, conocido

como el *Message Transfer Part (MTP)*. La estructura básica del sistema de señalización No.7 se muestra en la figura 1.50.

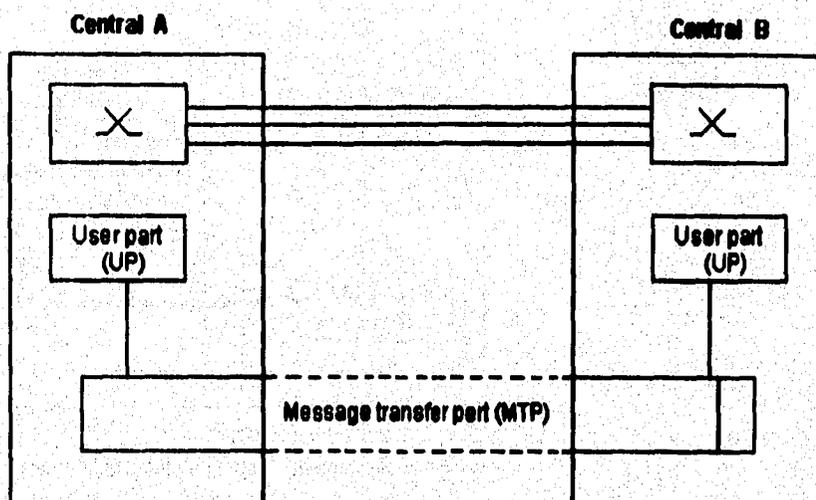


Figura 1.50

Niveles en el CCITT No.7

El CCITT No.7 tiene una estructura en niveles los cuáles se mencionan a continuación:

- **Nivel 1:** El nivel físico. En el CCITT No.7 esta es la interface con el portador de información, la red de señalización.
- **Nivel 2:** Manejo de fallas. Aquí se encuentran funciones para distintos mensajes, detección y corrección de fallas, detección de fallas de enlace de señalización, etc.
- **Nivel 3:** Direccionamiento, manejo de mensajes. Contiene funciones para garantizar que el mensaje llegó a la central correcta, y funciones para verificar la red y conservar la capacidad de transmisión.
- **Nivel 4: User part.** El sistema No.7 esta diseñado para que diferentes usuarios sean capaces de usar la misma red de señalización. Las reglas y funciones que se aplican a los respectivos usuarios son definidas aquí (en este caso, señalización para telefonía). Figura 1.51.

La Señal de Mensaje

La señal transferida en el CCITT No.7 es transmitida como señal de mensaje desde el procesador de una central a la otra. Esta transmisión es mejor dicho un intercambio de letreros. El mensaje es por sí mismo el contenido.

El user part (UP) contiene la información actual a ser transmitida (por ejemplo, el número de teléfono del abonado B).

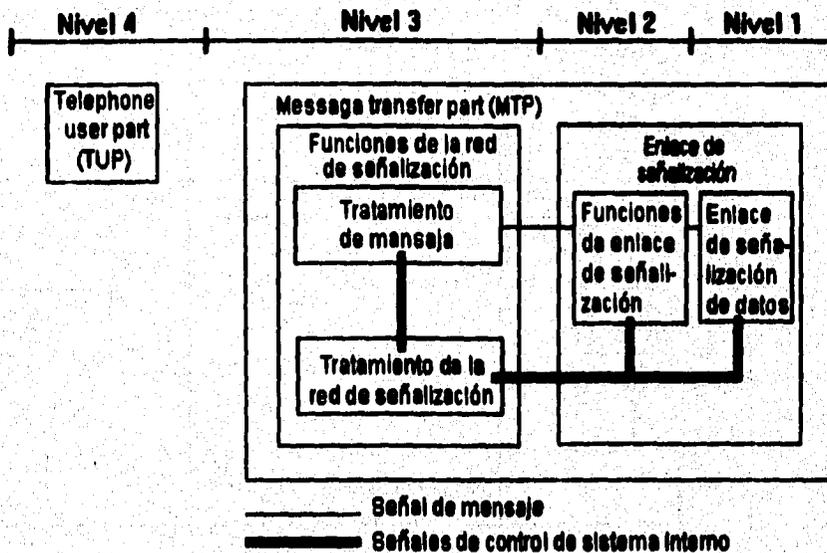


Figura 1.51. Funciones en CCS

El message transfer part (MTP) es dividido en tres niveles. Nivel 1 es el enlace físico de señalización, y el nivel 2 es la terminal de señalización (ST: signalling terminal), la cual incluye la señal de mensaje con campos para detección y corrección de errores. El nivel 3 contiene funciones para manejo de mensajes y manejo de la red de señalización. Ver figura 1.55.

El mensaje, MSU (Message Signal Unit), en la red de señalización está estructurado como muestra la figura 1.52.

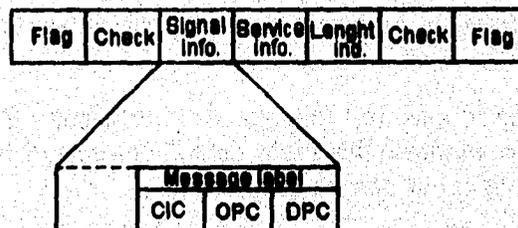


Figura 1.52. MSU, la Unidad de señal de mensaje

- **FLAG:** Es una marca de inicio de 8 bits. Significa que el mensaje esta llegando. También actúa como una marca para cerrar el mensaje anterior.
- **CHECK:** Verifica bits. Garantiza que la MSU ha sido recibido en el orden correcto, y solicita retransmisión en caso de errores.
- **LENGTH IND.:** Tiene dos funciones: indica la longitud del mensaje, y también el tipo de mensaje.
- **SERVICE INFO.:** Tiene dos funciones. Asegura que el User Part correcto recibió el mensaje, y también indica si el mensaje es para tráfico nacional o internacional.

- **SIGNAL INFO.:** El campo de la señal actual de información. Pueden ser entre 3 y 63 "octets" de longitud.
- **CHECK-SUM :** Checa bits para detección de error.

SIF (Signal Information Field)

La parte más importante del MSU es la *Signal Information Field (SIF)*. Esta es la parte que contiene la señal de mensaje. El SIF comprende, junto al mensaje mismo, una etiqueta con tres partes:

- **DPC (Destination Point Code):** Da el número del punto de destino (por ejemplo, a cuál central el mensaje deberá ser enviado)
- **OPC (Originating Point Code):** Define el número de envío (por ejemplo, desde cuál central llega el mensaje).
- **CIC (Circuit Identification Code):** Define el enlace de señalización y número de conexión (circuito de voz).

La figura 1.53 ilustra una aplicación del sistema de señalización CCITT No.7. Algunos comentarios en la señal/mensaje que ocurren en el ejemplo son:

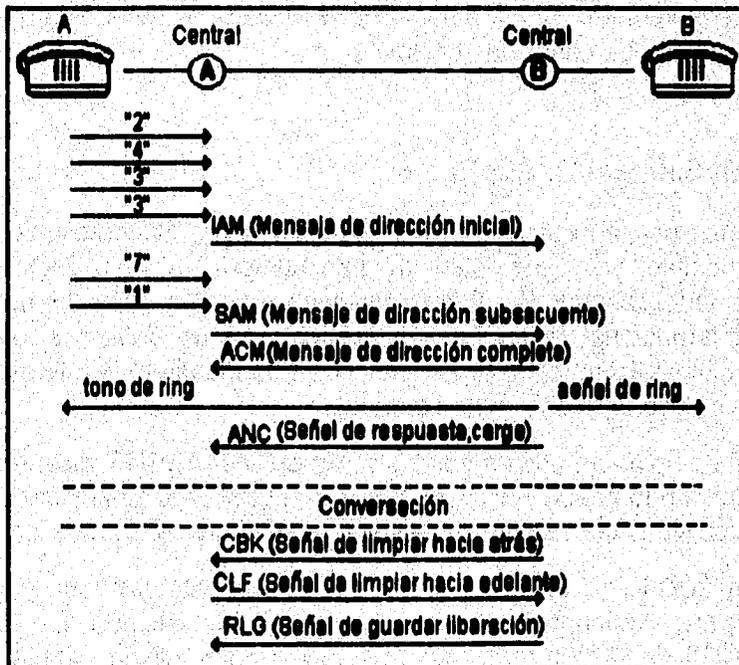


Figura 1.53. Ejemplo de señalización CCITT No.7

IAM (Initial Address Message): El primer mensaje generalmente contiene toda la información requerida para realizar una llamada a la central del abonado B. Una

variante de IAM, conocida como IAI (Initial Address message with adicional Information), cuenta con mejor ruteo y puede incluir, por ejemplo, información de cobro.

SAM (Subsequent Address Message): Cualquier dígito restante en el número de B es enviado en uno (o más) SAM's. Tantos dígitos como es posibles son enviados en el mismo mensaje.

ACM (Address Complete Message): Este mensaje confirma que todos los dígitos requeridos para rutear al abonado B han sido recibidos, y que no más señales del estado de la línea de B serán enviadas. La señal puede contener la siguiente información:

- Cobro
- No cobro
- Abonado Libre

ANC (ANser signal Charge): Cuando el abonado B levanta la bocina, ANC es enviada en orden para iniciar el cobro

CBK (CLear Back signal): Informa que el abonado B ha colgado.

CLF (CLear Forward signal): Enviada entre todas las centrales involucradas. Cada central debe reaccionar desconectando y enviando la señal RLG.

RLG (ReLease Guard signal): Esta señal es enviada en respuesta a la señal CLF, e indica que la entrada de conexión está libre.

Sistema de Señalización CCITT

Los sistemas de señalización CCITT estándar son solamente una subserie del rango total disponible, ya que existen un gran número de organizaciones estándar nacionales en todo el mundo. Estos sistemas son los más compatibles para interconexión internacional de redes telefónicas públicas debido a que son muy accesibles. La tabla 1.15 muestra una clasificación de los diferentes tipos de sistemas de señalización de uso exclusivo entre centrales.

Todos los ejemplos anteriores son sistemas estándar CCITT diseñados para uso internacional. Cada uno puede ser usado por una central para establecer llamadas con otra central. Estos sistemas varían considerablemente entre ellos en sofisticación.

El sistema CCITT1 es un sistema muy simple que está diseñado para operar en diferentes centrales manuales. Con el transcurso del tiempo los sistemas de señalización CCITT2 a CCITT 7 más R1 y R2 fueron desarrollados. Cada uno de ellos más sofisticado que su predecesor y por lo tanto mejor adaptado al desarrollo de las tecnologías de conmutación y transmisión.

El más perfeccionado de los sistemas de señalización CCITT desarrollado a la fecha es el CCITT7. Es un sistema de señalización de canal común, que cuenta con poderosas redes de control y es capaz de soportar un amplio rango de servicios avanzados.

| Tipo de Señalización | Descripción |
|----------------------|---|
| CCITT 1 | Sistema de señalización ahora obsoleto destinado para uso manual en circuitos internacionales. Un tono de 500 Hz es interrumpido a 20 Hz por 2 segundos. Usado hasta 1980. |
| CCITT 2 | Nunca implementado. CCITT 2 fue un sistema de 2 tonos de Frecuencia de Voz (VF), usando tonos de 600 Hz y 750 Hz para señalización de línea y marcación de pulsos respectivamente. |
| CCITT 3 | Ahora obsoleto, sistema diseñado para operación manual y automática usando un tono de Frecuencia (1 VF) a 2280 Hz para la transmisión de las señales de línea y entre registros. La señalización entre registros usaba un código binario a 20 baud. Usado hasta finales de 1970. |
| CCITT 4 | Sistema de señalización entre países Europeos aún empleado para uso automático y semiautomático. La señalización en línea usa un código 2VF de 2040/2400. La señalización entre registros usa los mismos tonos 2VF; cada dígito incluye cuatro elementos, transmitido a 28 baud. (2040 Hz = 0 binario; 2400 = 1 binario). |
| CCITT 5 | Sistema diseñado y aún usado para operación intercontinental via satélite. La señalización de línea usa código 2400/2600 (2 VF). La señalización entre registros usa Multifrecuencia (MF), cada dígito representado por una permutación de 2 a 6 tonos permitidos. |
| CCITT 5 (bis) | Nunca usado; una versión complementada de CCITT 5. |
| CCITT 6 | Sistema de señalización de Canal Común destinado para uso internacional entre SPC analógica (stored program control exchanges). Rápido enlace de señalización típicamente 2.4kbits/s. |
| CCITT 7 | Sistema de señalización de Canal Común destinado para uso general entre centrales digitales SPC. Multifuncional para diferentes aplicaciones. Rápido enlace de señalización 64kbits/s. |
| CCITT R1 | Sistema de señalización regional algo parecido a CCITT 5 anteriormente usado para señalización de redes troncales en Norte América. |
| CCITT R2 | Sistema de señalización regional usado extensamente dentro de Europa. |
| CCITT R2D | Versión digital de R2. Adaptado particularmente para uso después de la Comunicación de Satélite Europea (ECS o "Eutelsat"). |

Tabla 1.15. Sistema de señalización CCITT .

1.8 CONMUTACIÓN

Dos teléfonos pueden interconectarse entre sí mediante un simple par de cables para formar un sistema de telefonía activo. No obstante, una conexión de éste tipo se vuelve muy compleja cuando se desean conectar entre sí mas de dos teléfonos.

Si se desea calcular el número de conexiones que se necesitarían para 50 abonados, se tendría que recurrir a una ecuación para calcular permutaciones, que para éste caso sería:

$$= \frac{n(n-1)}{2} = \frac{50(50-1)}{2} = 1225$$

donde:

n = número de abonados o teléfonos a conectar.

N = número de conexiones a realizar

En la figura 1.54 se muestran las conexiones que se tendrían que realizar para 5 abonados, en ella se pueden ver las dificultades que involucra tener que llevar la conexión de manera directa entre los usuarios de una red telefónica.

El problema anterior se puede solucionar empleando un método de interconexión entre dos teléfonos por un cierto periodo de duración (solamente el tiempo que dura la llamada). A esta forma de establecer el contacto se le conoce con el nombre de *conmutación (switcheo)*.

Los abonados no tienen acceso directo entre sí, pero en lugar de ello, están conectados a una central telefónica que puede comunicarlos directamente sin problemas. Todas las líneas telefónicas llegan a una Central de Conmutación, en donde se proporciona el tono de marcar para el que llama y para el que recibe la llamada, además de recibir los números marcados. El primer equipo de conmutación empleado, operaba de forma manual y se instaló en New Heaven Connecticut en 1878.

**CONEXIONES DE LLAMADAS SIN
DISPOSITIVOS DE CONMUTACION**

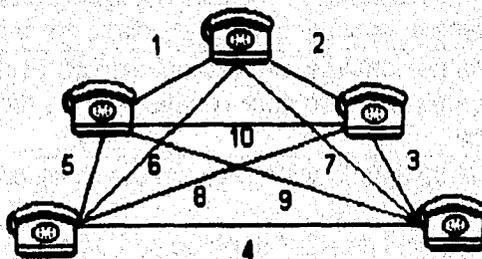


Figura 1.54

Sistemas de Conmutación

Hay una amplia variedad de sistemas de conmutación en la red telefónica de uso público. Los sistemas existentes varían desde aquellos que fueron diseñados desde hace 50 ó 60 años, hasta los más actuales que emplean dispositivos digitales de conmutación. Estos sistemas emplean también varios conceptos de control para controlar la activación y desactivación de las conexiones telefónicas.

Las rutas de habla se establecen a través de los sistemas de conmutación de diferentes maneras. Las más antiguas se activan mediante la acción electromecánica de un relevador. Los sistemas posteriores emplean dispositivos de compuertas de estado sólido para formar los puntos de cruce en una matriz de división de espacio. A su vez los sistemas de conmutación digital emplean la técnica de división de tiempo para establecer las rutas de comunicación repetitivamente muchas veces cada segundo.

El tiempo requerido para realizar cada función de establecimiento de las conexiones de conmutación, varía de sistema en sistema. Cuando los sistemas con diferentes características de tiempo necesitan comunicarse entre sí, la selección de un sistema de señalización debe considerar tales diferencias y hacer posible la comunicación.

En términos generales el equipo asociado con cualquier sistema de conmutación puede ser incluido en cualquiera de las tres siguientes categorías de acuerdo a si proporciona o no alguna de las funciones siguientes:

1. Señalización
2. Control
3. Conmutación

La función básica del equipo de señalización es monitorear la actividad de las líneas de entrada y seguir el control de la información. El equipo de conmutación también se emplea para colocar señales de control en las líneas de salida bajo la dirección del elemento principal de conmutación.

Por su parte, el sistema de control tiene como función principal responder y reconocer la demanda de servicio de un abonado. Hecho esto, el sistema se prepara a recibir los dígitos del número a llamar enviando entonces una señal de marcado. Cuando se han recibido los dígitos, el sistema de control los interpreta como una dirección-destino deseada para que se realicen las conexiones en las terminales de los equipos. En éste nivel, se analiza la disponibilidad de una ruta a través de la red de conmutación hacia las terminales que representan el destino de la llamada. Si se encuentra una ruta, el sistema de control ocasiona que se establezca una conexión entre la llamada inicial y la terminal de otro sistema de conmutación.

Una vez llegado a este nivel, la señal de ring se envía a través de la línea. Al contestar en el teléfono-destino, la señal de ring se desactiva mediante un sistema de transición de estado ocioso a estado activo.

Al terminar la conversación, la transición de estado activo a ocioso se detecta ocasionando que el sistema de control libere la ruta que había activado.

Cada sistema de conmutación tiene tres grupos principales de equipo y varios grupos auxiliares dependiendo de cada aplicación de la red. Un diagrama de bloques de un sistema de conmutación común se muestra en la figura 1.55.

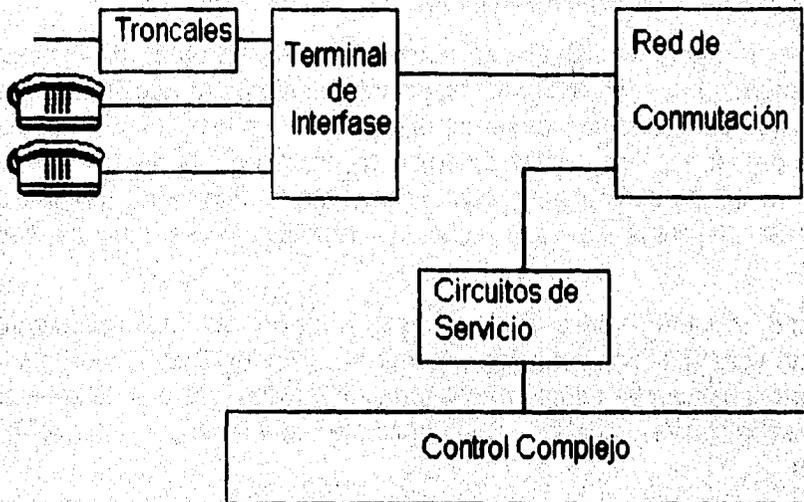


Figura 1.55

Los elementos de control procesan la información de las señales de entrada y establecen las conexiones adecuadamente. La función de la conmutación es proporcionada por una matriz de conmutación: Un arreglo de puntos cruzados seleccionables empleados para completar las conexiones entre las líneas de entrada y salida. Los elementos que forman este sistema se muestran en la figura 1.56.

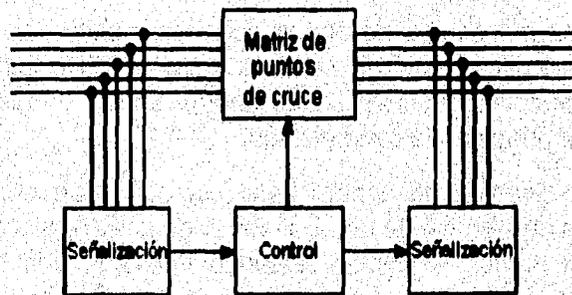


Figura 1.56

Tipos de Sistemas de Conmutación

Conmutación Manual

Para la conmutación manual el par de cables del abonado terminan en una conexión de un interruptor supervisado por un operador. El tablero del conmutador conecta dos teléfonos por medio de dos cables. Figura 1.57.

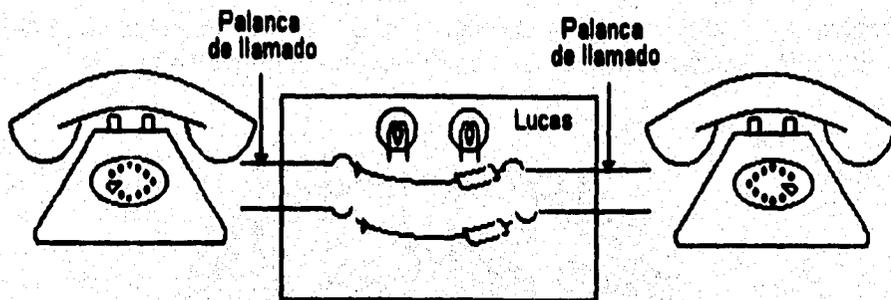


Figura 1.57

Conmutación Electromecánica

Debido a la introducción de dispositivos digitales de conmutación electrónica a finales de los 70's, las oficinas de conmutación fueron equipadas con uno de los dos equipos básicos de conmutación electromecánica:

1. Paso a paso (step-by-step)
2. Barra de cruce (crossbar)

Conmutación paso a paso

El sistema de conmutación paso a paso consta de tres niveles de selección:

- Equipo de línea
- Tren de interruptores
- Conectores

Como se muestra en la figura 1.58, los puntos de cruce de un interruptor paso a paso son contactos que se mueven en respuesta a los pulsos marcados. A medida que los pulsos del primer dígito marcado entran al interruptor, inmediatamente pasan de una posición vertical a una horizontal que será la que corresponde al primer dígito. Después de que la columna adecuada se selecciona, el disco gira a través de otro grupo de contactos hasta que una línea del siguiente nivel de interrupción se localiza, por lo que el siguiente conjunto de pulsos marcados representa al segundo dígito, entonces "pasa" (steps) al siguiente nivel de manera similar. El proceso continúa hasta que se dejan de marcar números.

La conmutación paso a paso es la más antigua de los sistemas automáticos de conmutación, se le conoce también como conmutación de control directo. En este sistema la mayoría del equipo de conmutación tiene sus propios circuitos de control, los cuales están bajo el control de la llamada del abonado.

Un sistema de conmutación de este tipo consta de 100 terminales agrupados en 10 niveles circulares de 10 terminales cada uno. El sistema de conmutación paso a

paso, emplea un control progresivo directo, en el que segmentos sucesivos de una ruta a través de un interruptor se establecen cada vez que un dígito se marca.

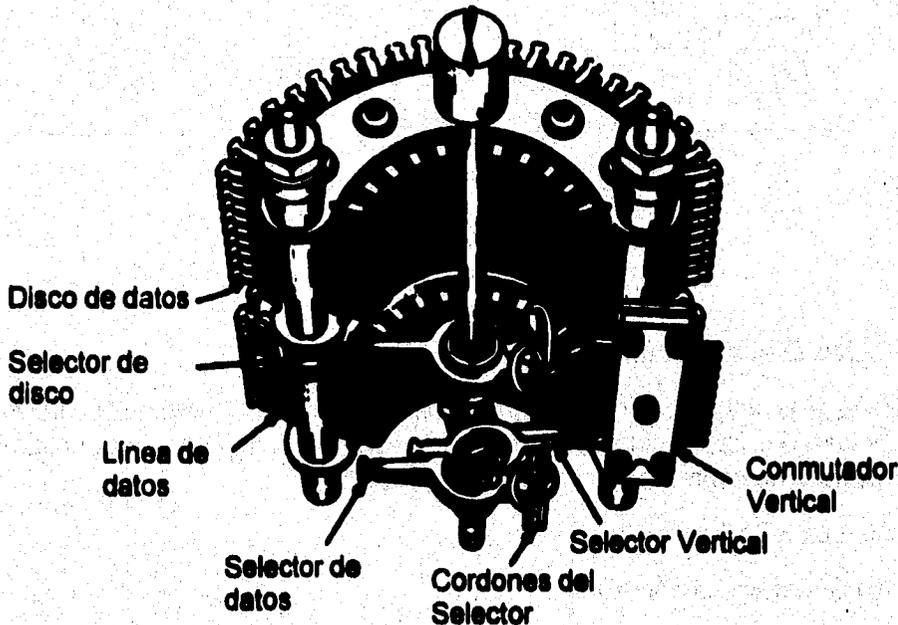


Figura 1.58

Con el control progresivo, los elementos de control del interruptor se integran con una matriz de conmutación, esta característica es muy útil para implementar una variedad de tamaños de interruptores y permitir que su expansión sea relativamente fácil. Sin embargo, este tipo de conmutación tiene algunas limitaciones, que son principalmente:

1. Una llamada puede bloquearse aún cuando una ruta apropiada a través del interruptor salga, pero no es tomada en cuenta debido a que una pista en mal estado ha sido seleccionada en un nivel anterior.
2. Una ruta alternativa de salida no es posible. Esto es, la línea de salida es directamente seleccionada por los pulsos del número de entrada y no puede sustituirse.
3. Los esquemas de señalización a diferencia de los de pulsos no son capaces de emplearse directamente.
4. La translación de números es imposible.

Conmutación de barra de cruce

En contraste con la conmutación paso a paso, la de barra de cruce emplea un control común centralizado para conmutar a la pista seleccionada. A medida de que se van marcando los dígitos el elemento de control de conmutación recibe la información completa antes de procesarla. Cuando una ruta apropiada a través de la pista se ha

seleccionado, el elemento de control transfiere la información necesaria en forma de señales de control a la matriz de conmutación para establecer la conexión. La característica fundamental y ventaja de un sistema de conmutación por barra de cruce, es que la implementación de la función de control está separada de la función de conmutación. Los sistemas de control común de barra de cruce tiene la habilidad de asignar direcciones lógicas (números telefónicos) independientemente de las características físicas de la línea.

Los puntos de cruce de un sistema de conmutación como el de la figura 1.59, son contactos mecánicos con imanes, para establecer y mantener una conexión. El término "barra de cruce" se debe al hecho de cruzar tanto vertical como horizontalmente barras para seleccionar inicialmente los contactos. Una vez establecidos, los contactos de conmutación se mantienen por electromagnetos energizados por corriente directa circulando a través del circuito establecido. Al abrirse el circuito, la pérdida de corriente ocasiona que los puntos de cruce se liberen automáticamente.

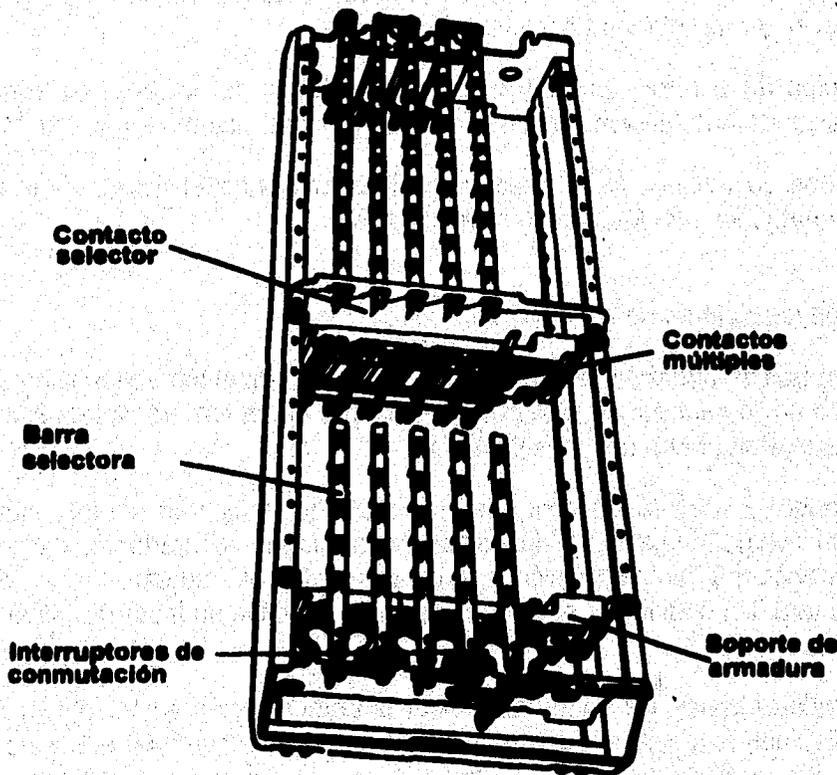


Figura 1.59

Los circuitos de este tipo fueron empleados predominantemente en áreas metropolitanas. En el concentrador por barra de cruce de la figura 1.59, 100 abonados se conectan a 20 troncales además de 2 troncales para poder conectarse a la oficina central mas cercana. Los concentradores de este tipo extienden el área de servicio de una oficina central, sin embargo, todas la llamadas originadas en el área de servicio del concentrador deben de ser verificadas por la central matriz del área. Los

concentradores convencionales pueden dar servicio a algunos cientos de abonados extras.

Conmutación de Control Común

Todo el equipo en éste sistema está bajo el control de un circuito común llamado el marcador. En éste sistema la conexión entre abonados, se establece solamente después de que el marcado se ha completado. El sistema de control común tiene cuatro áreas principales:

1. **Equipo de línea:** Este equipo reconoce una búsqueda del servicio desde la terminal del usuario , y una vez realizado, comienza la búsqueda por el tono de marcado.
2. **Red de conmutación:** La red de conmutación proporciona una ruta para el tono de marcar y una ruta para completar la llamada.
3. **Equipo de control común:** Es una parte integral del sistema de control común, realizando una función vital en la coordinación del sistema en su totalidad.
4. **Líneas de salida :** Se emplea como interface entre el usuario y la terminal de conmutación, manteniendo la comunicación.

Operación del sistema de control común:

Después de buscar el tono de marcar, el circuito de unión con la línea, ordenará al circuito de envío localizar un registro de envío libre quien enviará de regreso un tono de marcar para el abonado que está llamando.

Cuando el registro de envío identifica los primeros tres dígitos, indicará en la oficina un código traductor o "decodificador marcador". El traductor de código de la oficina, transferirá la información y entonces éste, el traductor de la oficina, se desconectará. En esta parte, el registro de envío continúa su labor de tomar el resto de los dígitos.

Al seleccionarse las líneas de salida, la comunicación se ha establecido con la oficina terminal, el registro de envío avanzará entonces a controlar el nivel de selección en el equipo terminal. La unidad de línea de transferencia del número del registro de envío, convierte los cuatro dígitos marcados a una señal de control de selección equivalente, la cual controlará los niveles de selección iniciales y finales con el equipo terminal, hasta que la conexión se haya completado con las terminales de la línea llamada. El registro de envío se deja libre, tan pronto como se ha completado la selección final. El circuito asociado con la búsqueda de la línea, conecta entonces al abonado que llama con línea de salida disponible. El selector final revisará entonces si la línea llamada está ocupada, e informa a la línea que llama mediante una señal de ring o una señal de ocupado.

Conmutación Digital

Debido a la preponderancia de los sistemas de transmisión analógica, los diseños de nuevos sistemas de conmutación digital deben ser muy versátiles si es que desean sobrevivir en el mercado, debiendo de ser capaces de conectarse con la mayoría, si no es que con todos, los sistemas de conmutación existentes empleando tanto transmisión digital o analógica vía conexiones metálicas, fibra óptica o cualquier otra.

De los tres elementos básicos en una red de comunicaciones, (terminales, medio de transmisión e interruptores) los interruptores son los más invisibles para los usuarios, no obstante que representan el elemento más importante en cuestiones de la disponibilidad del servicio.

El control de conmutación digital proporciona los medios de implementación para mejorar los servicios que ofrece la red y para simplificar enormemente la admisión de interruptores y mantenimiento. A su vez, el empleo de computadoras para controlar las funciones de conmutación de una oficina central, condujo al nombre de "conmutación electrónica".

La combinación del menor costo en una transmisión digital y el elevado precio de mantenimiento de los interruptores electromecánicos, condujo a reemplazarlos por dispositivos digitales cuando empezó el crecimiento de una oficina telefónica.

Funciones de Conmutación

Hay 3 principales funciones para los circuitos de conmutación de voz:

1. **Locales o Directamente involucrados (línea a línea).**- Conexiones entre la malla del abonado en una oficina terminal o entre las mallas de estación en una PBX. Estas conexiones requieren inherentemente de establecer una ruta o a través del interruptor de malla origen con la malla destino. Este nivel de conmutación es algunas veces referido como conmutación por línea
2. **Conexión de tránsito.**- Requiere establecer una ruta desde una línea de entrada específica a una línea de salida ó a un grupo de líneas de salida. Normalmente más de un circuito de salida es aceptable.
3. **Distribuidores de llamadas.**- Son comúnmente implementadas con el mismo equipo básico que los PBX, pero el modo de operación con respecto al software es completamente diferente, sin embargo, en este tipo de operación es posible que la llamada de entrada pueda "rutearse" por cualquier asistente disponible. No obstante no es un requerimiento indispensable que cualquier línea de entrada se pueda conectar a cualquier asistente, los distribuidores de llamada se diseñan normalmente para proporcionar un fácil acceso a los asistentes.

Conmutación por División de Espacio

Conceptualmente la estructura de conmutación más simple, es un arreglo rectangular de puntos cruzados tal como se muestra en la figura 1.60. Esta matriz de conmutación puede emplearse para conectar cualquiera de las N entradas a cualquiera de las M salidas. Si las entradas y salidas se conectan a circuitos de dos alambres, solamente se requerirá un punto de cruce de la matriz por conexión.

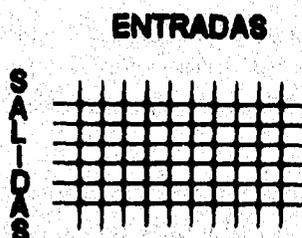


Figura 1.60

Los arreglos rectangulares de puntos de cruce se diseñan para proporcionar conexiones solamente entre grupos (tránsito de la señal). Las aplicaciones de una operación de este tipo suceden bajo las siguientes circunstancias:

- Concentradores remotos
- Distribuidores de llamada
- Conmutación de tránsito
- Niveles sencillos de conmutación en niveles múltiples

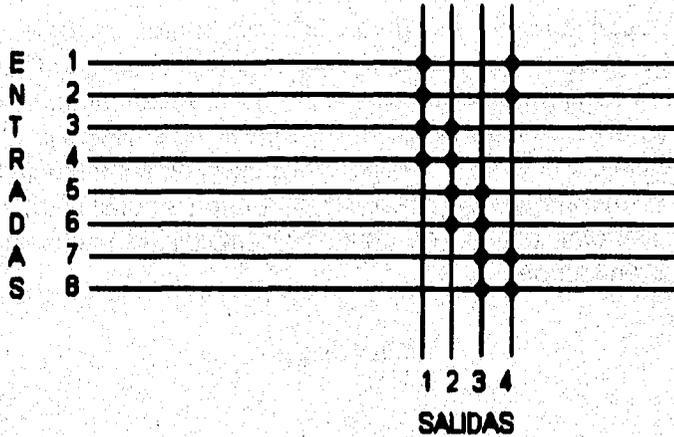
Si se tienen, por su parte, aplicaciones como las siguientes, no es necesario que cada una de las entradas se conecte a cada salida.

Cuando se tienen situaciones que involucran grandes grupos de salidas, pueden tenerse ahorros considerables en los puntos de cruce de la matriz, si cada entrada puede acceder solamente a un número limitado de salidas. Cuando se tiene una situación como la anterior, se dice que se tiene una "disponibilidad límite". Si se sobreponen las salidas disponibles de los grupos para las entradas de otros grupos, una técnica conocida como "desvanecimiento" se establece. Un ejemplo de una matriz de conmutación que emplea ésta técnica está en la figura 1.61.

Es importante hacer notar que si las conexiones se eligen adecuadamente, el efecto adverso de la disponibilidad límite se minimiza considerablemente. Un ejemplo común se tiene sobre esta matriz si las entradas 1 y 8 de la figura 1.61, requieren de una conexión para el grupo de salida, las salidas 1 y 3 deben de elegirse en lugar de las salidas 1 y 3, 4 para evitar el bloqueo posterior de la salida 2.

Las estructuras que empleaban la técnica de grading, se utilizaban para acceder a grupos de líneas considerablemente amplios con interruptores electromecánicos como puntos de cruce en la matriz, con la desventaja de que eran muy caros y los módulos de conmutación individual eran limitados en tamaño. Gradings fueron también

empleados en niveles de conmutación individual de conmutadores muy amplios de multinivel, donde existía mas de una ruta para cualquier salida de la matriz.



MATRIZ DE CONMUTACION RECTANGULAR
CON LA TECNICA DE "GRADING".

Figura 1.61

La conmutación entre grupos, como es la conmutación de malla a malla, requiere que cada malla se pueda conectar con cualquier otra dentro del grupo, esto a pesar de que se requiera completamente de la disponibilidad de las entradas y salidas dentro de la matriz. La figura 1.62 muestra dos matrices de dos alambres capaces de conectarse completamente entre sí. Las líneas punteadas indican que las entradas correspondientes y las salidas para una matriz de conmutación de dos alambres se conectan para realizar transmisión bidireccional en circuitos de dos alambres.

MATRIZ DE CONMUTACION DE DOS CABLES

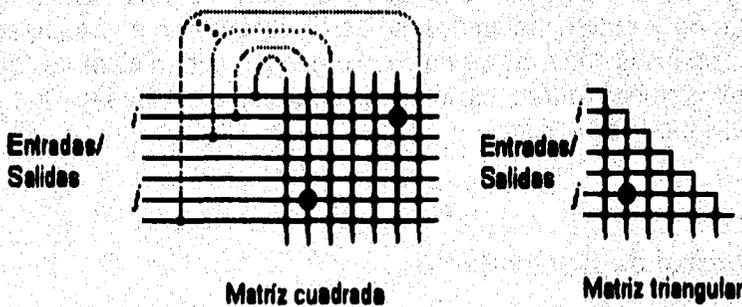


Figura 1.62

Ambas estructuras de la figura 1.62, permiten que se establezca cualquier conexión seleccionando el punto de cruce. Sin embargo la matriz cuadrada, que se conoce también como matriz de dos lados, permite cualquier conexión particular para establecerse en dos formas. Por ejemplo, si el enlace de entrada i se desea conectar al enlace de entrada j , el punto de enlace seleccionado puede estar en la intersección de la entrada i y de la salida j , o bien en la intersección de la salida i y de la entrada j .

Típicamente se emplea el punto de cruce (i,j) , cuando i solicita el servicio, y a su vez (j,i) , al solicitar j el servicio.

En la matriz triangular de la figura 1.63, los puntos de cruce redundantes se eliminan, sin embargo, esto trae consigo algunas complicaciones. Antes de establecer una conexión entre los interruptores de entrada j e i , el conmutador de entrada debe determinar cual de ellos es más largo: si i es mayor, se selecciona el punto (i,j) , si es menor, se selecciona el punto (j,i) . Con los dispositivos de conmutación controlados por computadora, el tiempo de comparación entre j e i no es considerable, a diferencia de los dispositivos electromecánicos, en donde la complejidad hacía que esta selección fuera considerable en tiempo.

Matriz triangular

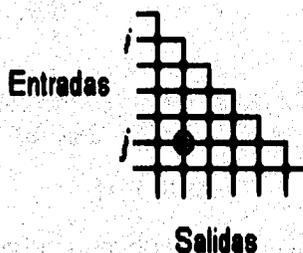


Figura 1.63

Los dispositivos de conmutación para máquinas que tienen cuatro alambres de conexión, requieren de dos conexiones separadas para las ramas de entrada y salida del circuito. Estas dos conexiones deben de tenerse en cuenta para cada vez que se solicite el servicio. La figura 1.60, muestra una matriz cuadrada empleada para proporcionar ambas conexiones. La estructura es idéntica que para la matriz de la figura 1.62 para una conmutación ente dos alambres. La diferencia esta en que las entradas y sus salidas correspondientes, no están conectadas a una entrada común de dos alambres. Todas las entradas de un conmutador de cuatro alambres se conectan al par de alambres portando la transmisión de la dirección de entrada, y todas las salidas se conectan a los pares de salida.

Matriz de Control de Conmutación

Cuando se establece una ruta disponible a través de un control común de una red de conmutación, el elemento de control del interruptor transfiere la información necesaria a la red para seleccionar los puntos de cruce adecuados. La selección de los puntos de cruce dentro de una matriz se lleva a cabo de una de dos maneras: el control puede asociarse con las líneas de salida y entonces especificar que entradas serán asociadas con las salidas, o bien, el control de la información puede asociarse con cada entrada, y subsecuentemente, especificar cuales salidas de las respectivas entradas se conectarán. La primera forma se conoce como "control asociado a las

salidas" mientras que la segunda se conoce como "control asociado a las entradas". Estos dos controles se muestran en la figura 1.64.

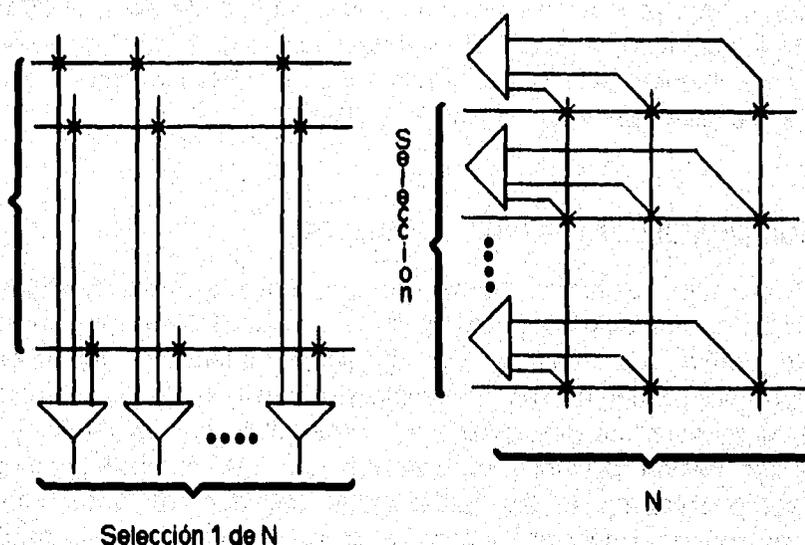


Figura 1.64

El control asociado a las entradas se emplea inherentemente en la conmutación paso a paso, en donde la información (dial pulses) llega al enlace de entrada empleándose directamente para seleccionar los enlaces de salida en el nivel subsiguiente. Sin embargo, en sistemas de control común, la dirección de la información tanto para la línea originadora de la llamada como para la línea terminal, está disponible simultáneamente. Debido a esto, la conexión puede establecerse comenzando en la salida deseada y procediendo de forma inversa a través del conmutador conforme se seleccionan las entradas a cada nivel.

Conmutación por División de Tiempo

Como se ha mostrado mediante conmutación de multinivel, el compartir puntos de cruce individuales significa un ahorro considerable en los costos de implementación y del espacio de la división de los interruptores. La conmutación por división de tiempo, involucra el compartir los puntos de cruce por periodos de tiempo cortos, de tal forma que tales puntos y sus enlaces asociados, se re-asignen a las conexiones existentes. Cuando los puntos de cruce se comparten de esta forma, pueden tenerse ahorros aún mayores, en sí, los ahorros van de la mano por el multiplexaje en la división de tiempo de los puntos de cruce en la misma forma que los enlaces de transmisión tienen una división de tiempo multiplexada para compartir pares de cables entre centrales.

Otra de las ventajas de la conmutación por división de tiempo, es que es aplicada tanto a redes digitales como a redes analógicas. Es muy conveniente realizar la conmutación por división de tiempo analógica cuando hay posibilidad de efectuar transmisiones analógicas, debido a que las señales muestreadas no serán descodificadas digitalmente. Sin embargo, la experiencia en la conmutación por división

de tiempo de señales analógicas amplias, muestra las mismas limitaciones que para los enlaces de transmisión por división de tiempo.

En los conmutadores digitales, la voz es regenerada cada vez que atraviesa por una compuerta lógica, esto hace que el regenerar las señales de PAM incremente el costo de los conmutadores debido a la necesidad de mantener la señal con la misma calidad tanto a la entrada como a la salida del sistema.

Conmutación Digital por División de Tiempo

Cambiando continuamente las conexiones por períodos cortos de tiempo de una manera cíclica, la configuración del conmutador por división de espacio se repite una vez por cada período de muestra. Esta forma de operación se conoce como conmutación por multiplexaje de tiempo. Mientras que este modo de operación puede ser muy útil tanto para señales analógicas como digitales, las señales digitales multiplexadas por división de tiempo, requieren de conmutación entre las muestras de tiempo, así como entre las líneas físicas. Esta segunda forma de conmutación representa una segunda dimensión de conmutación y se refiere como conmutación de tiempo.

Un factor muy importante en las redes de conmutación por división de tiempo, es el retardo. En un sistema de 24 canales por división de tiempo, el habla puede retardarse hasta 23 períodos de esa división de tiempo; en un sistema de 32 canales, el habla puede retardarse hasta 31 períodos del tiempo de conmutación.

Algunas redes de conmutación emplean 256 conmutaciones por unidad de tiempo, en éste caso, su unidad son 123 microsegundos. En tales circunstancias, el máximo retardo del habla en el sistema de conmutación será de 120 a 124.4 microsegundos.

Además del retardo generado por la conmutación, hay que agregar el retardo generado por el efecto de la transmisión y/o el eco en los circuitos de habla.

Para finalizar, la selección de una red de conmutación involucra además de las consideraciones hechas con anterioridad, las características de extensión que se piensa abarcar con ella. La conmutación por división de tiempo y espacio, tiene algunas diferencias en las características del manejo de tráfico de la información. El efecto de la arquitectura de la red de conmutación en su control, manejo, empaquetamiento y expansión deberá tomarse en cuenta.

La finalidad de instalar una red de conmutación ya sea de área local o amplia, influye definitivamente en la selección de la arquitectura deseada. El hecho de que hay tantas redes de conmutación diferentes en el mercado, es un claro indicador de todas las características que deben considerarse en su selección.

1.9 REDES TELEFÓNICAS

Red Telefónica Analógica

La red telefónica analógica mundial abarco un periodo de casi 100 años tiempo en el cual se desarrollo una gran cantidad y diversidad de equipo e implementaciones, hacia los años 70's la red consistía aún de conmutaciones analógicas conectadas por sistemas de transmisión analógicos. Como se ilustra en la figura 1.65.

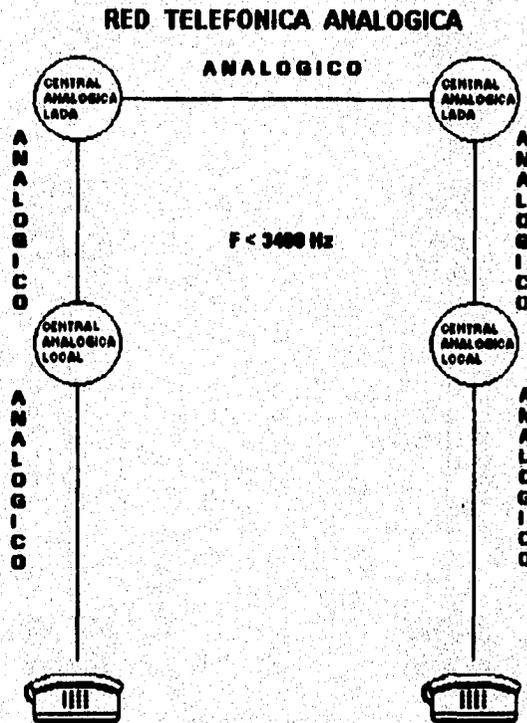


Figura 1.65

Red Telefónica Híbrida

En los años 60's la red telefónica analógica convencional estaba siendo requerida para proporcionar nuevos y diferentes servicios, la mayoría de los cuales provenían del procesamiento de datos, así como la tecnología digital emergente para implementar gran parte de las transmisiones y funciones de conmutación en las redes alrededor del mundo.

La introducción de la tecnología digital dentro de la red telefónica fue motivada por los deseos de mejorar la calidad, adicionar nuevas características, y reducir los costos de los servicios de voz convencional. A finales de los 60's la red telefónica analógica fue lentamente avolucionando hacia la red híbrida. Figura 1.66.

Esta red telefónica híbrida consiste de :

- Sistemas de transmisión digital basado en el formato trama de 32 canales PCM

- Puntos de conmutación analógica conectando conversaciones en forma analógica.
- Un convertidor analógico a digital en el nivel de troncales de cada central.

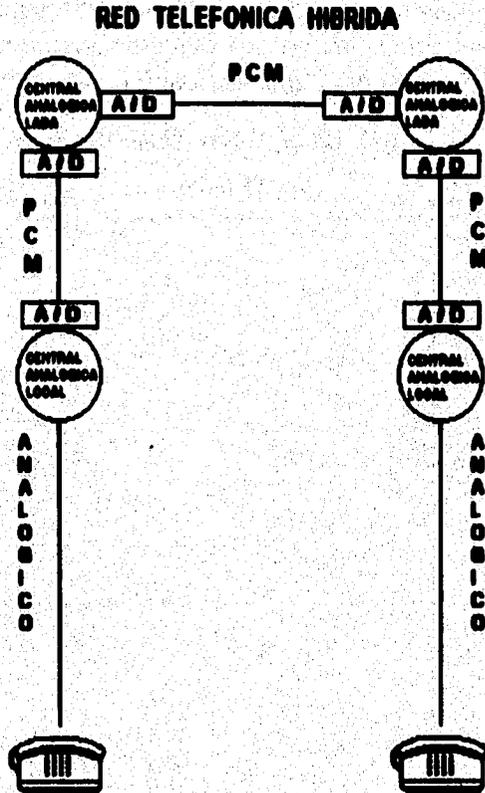


Figura 1.66

Red Digital Integrada

La digitalización de la red no se origina de las necesidades del procesamiento de datos para mejores servicios de transmisión, de hecho la mayoría de la tecnología digital introducida en la red fue inicialmente inaccesible para el tráfico de datos, excepto a través de los canales analógicos, desde luego, una red digital es un medio natural para los servicios de comunicación de datos. Conforme la red fue digitalizada más facilidades estuvieron disponibles para aplicaciones de datos. Sin embargo no fue sino hasta la disponibilidad de la red digital integrada (RDI) que los canales conmutados digitalmente pudieron ser utilizados tanto para voz y datos. Ver Figura 1.67.

La eliminación de los convertidores intermedios (A / D) con la intención de mejorar la relación costo - eficiencia, dio lugar al desarrollo de un conmutador TDM. La comercialización de las centrales digitales en los 80's abrió el camino para la introducción de nuevas redes telefónicas las cuales consisten de:

- Centrales digitales

• **Sistemas de Transmisión digital.**

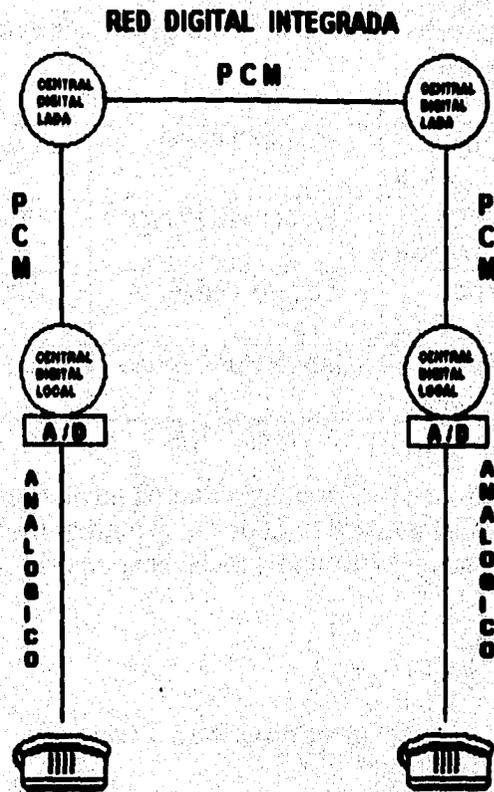


Figura 1.67

Jerarquía de la Red Analógica

Debido a la gran cantidad de equipo instalado en la red analógica fue necesario desarrollar interfaces estandarizadas así como jerarquías funcionales bien definidas, de tal forma que la instalación del equipo digital fuera transparente para el resto de la red.

Una oficina central proporciona servicio de conmutación para un conjunto de suscriptores en un área

Al incrementarse el uso del teléfono y los deseos de los abonados por conexiones a largas distancias, fue necesario interconectar los servicios de áreas individuales con troncales entre las oficinas centrales. De modo que se requirieron conmutadores para la interconexión de estas centrales, generándose un segundo nivel de conmutación. Continuando la demanda para la conexión a más largas distancias se estimuló la aparición de mayores niveles de conmutación.

De esta manera la CCITT (International Telegraph and Telephone Consultative Committee) clasifica a las centrales telefónicas en cinco niveles de conmutación. Tabla 1.16.

| FUNCIÓN DE LA CENTRAL D CONMUTACIÓN | INTERNACIONAL | NORTEAMÉRICA |
|--|--------------------|-----------------------------|
| Central directamente conectada a los suscriptores. | Central Local | Oficina Final, Clase 5. |
| Primer nivel de conmutación de Troncal | Centro Primario | Centro Interurbano, Clase 4 |
| Segundo nivel de conmutación de Troncal | Centro Secundario | Centro Primario, Clase 3 |
| Tercer nivel de conmutación de Troncal | Centro Terciario | Centro Seccional, Clase 2. |
| Cuarto nivel de conmutación de troncal | Centro Cuaternario | Centro Regional, Clase 1 |

Tabla 1.16

La figura 1.68 ilustra una red jerárquica de tres niveles, en contraste la figura 1.69 ilustra un estructura para interconectar todos los primeros niveles de conmutación: Una estructura de Malla conectada totalmente (Mesh connected network).

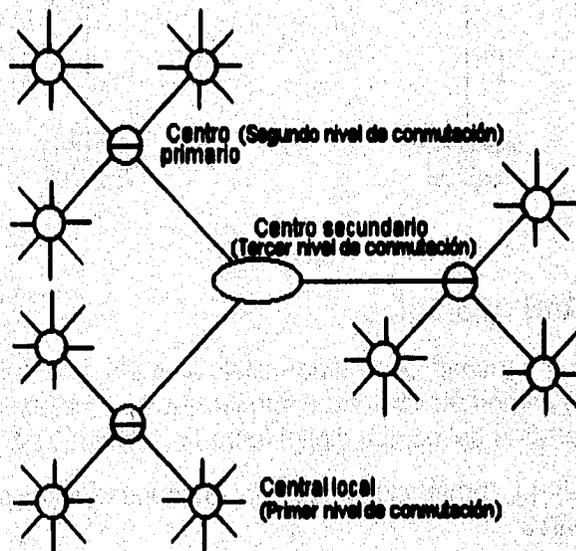


Figura 1.68

La determinación del número total de troncales en ambas redes es una función de la cantidad de tráfico entre cada par de nodos de conmutación. Como primera aproximación, el número total de conexiones (grupos de troncales) N_c entre centrales locales en una red tipo malla puede ser determinado por :

$$N_c = N (N - 1) / 2$$

donde N es el número de nodos.

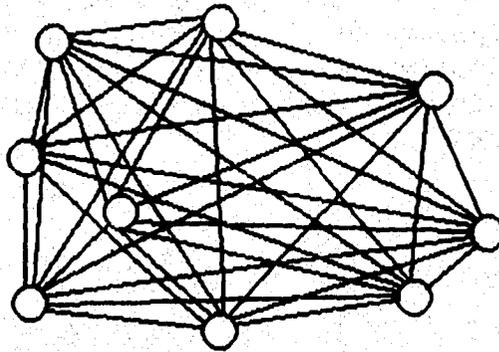


Figura 1.69

Como se puede observar la red de la figura 1.69 tiene 36 conexiones comparada con 12 conexiones de la figura 1.68.

En una red jerárquica existe solamente una ruta entre dos centrales locales. En una red tipo malla la mayoría de las conexiones podría ser establecida en una ruta directa entre dos centrales locales. Sin embargo, si la ruta directa está indisponible (debido a una saturación en el tráfico o a la falla de un equipo) y la conmutación de primer nivel puede proporcionar conexiones troncal a troncal (llamadas funciones de conmutación tándem) la red tipo malla proporciona alternativas para establecer la conexión entre cualquier par de nodos. La elección de la arquitectura de red debe de ser considerada además por el costo de esta. En general no es deseable una red puramente jerárquica o totalmente tipo malla.

Tomando estos factores en cuenta, es implementada una ruta alternativa, la estructura básica de la red jerárquica es aumentada con troncales de alto uso. Los cuales son usados para la conexión directa entre centrales locales con altos volúmenes de tráfico. Normalmente, el tráfico entre estas centrales es ruteado a través de los troncales directos. Si los troncales directos están ocupados (lo cual puede pasar frecuentemente si ellos son altamente utilizados), la red jerárquica está todavía disponible por una ruta alternativa.

El tráfico es ruteado a través de los niveles más bajos de la red. Este procedimiento no solamente utiliza menos recursos de la red sino también implica mejor calidad del circuito debido a las trayectorias cortas y menor cantidad de puntos de conmutación. En la figura 1.70 se muestran los enlaces entre dos centros regionales en donde los troncales directos entre centrales son mostrados con líneas interrumpidas, mientras que la estructura de la red jerárquica es descrita con líneas continuas.

En adición a los troncales de alto uso, el backbone de la red fue también aumentado con facilidades de conmutación llamadas conmutación tándem. Estos conmutadores fueron empleados en los niveles más bajos de la red y proporcionaron conmutación entre centrales locales. Los conmutadores Tándem no son parte de la red interurbana (Toll Network), figura. 1.71, sino que pertenecen a lo que se conoce como área de intercambio (área dentro de la cual todas las llamadas son consideradas como locales).

En términos generales, cualquier dispositivo de conmutación entre dos centrales locales proporciona funciones de conmutación tándem. Así los conmutadores interurbanos también proporcionan funciones de conmutación tándem. Dentro de la red pública, sin embargo, el término "tándem" se refiere específicamente a la conmutación dentro del área de intercambio.

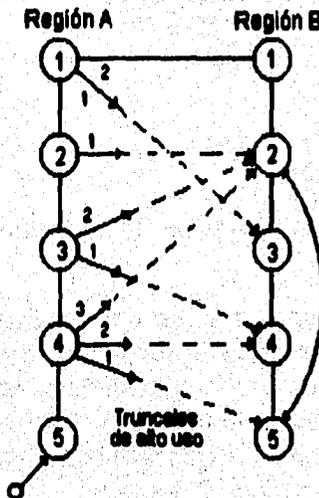


Figura 1.70

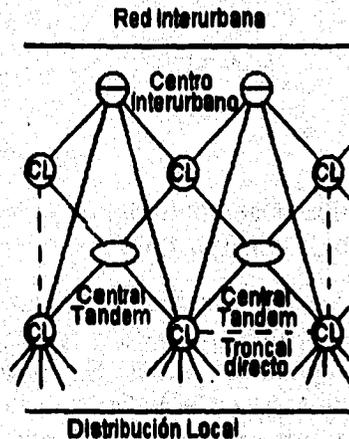


Figura 1.71

La función básica de una central tándem es interconectar aquellas centrales locales dentro de un área de intercambio teniendo insuficiente volumen de tráfico entre centrales para justificar los troncales directos. Las centrales Tándem también proporcionan rutas alternas para llamadas en área de intercambio que se llegan a bloquear en las rutas directas entre centrales locales. Operacionalmente, la conmutación en el área de intercambio y la conmutación en la red interurbana fueron siempre separados. La razón principal para la separación fue simplificar la conmutación tándem eliminando facturación y rutinas de red. La flexibilidad de la conmutación controlada por computadora ha eliminado la necesidad de la separación.

Las conexiones del área de intercambio fueron usualmente cortas y solamente involucraron unas cuantas oficinas centrales. Las conexiones interurbanas (Toll connections), podría involucrar numerosas centrales de conmutación con enlaces relativamente largos entre ellas. De esta forma la calidad proporcionada por el equipo del área de intercambio no necesitaba ser tan grande como su contraparte de la red interurbana.

Estructura de una Red a Larga Distancia

Un área de transporte y acceso local (local access and transport areas - LATA) involucra muchas áreas de intercambio, las cuales son del dominio exclusivo de los

transportadores de intercambio local (local exchange carriers -LECs) que se encargan de completar llamadas interurbanas (toll calls) entre las diferentes áreas de intercambio dentro de una LATA. Figura 1.72.

Los transportadores a larga distancia (interexchange carriers - IXC), no tienen permitido transportar el tráfico interno de una LATA. Similarmente un LEC no tiene autorización de establecer la comunicación entre dos LATAS. Solamente un IXC tiene permitido el tráfico entre LATAS, asegurándose este servicio distribuido por medio de la instalación de interfaces correspondientes a cada IXC en un punto en la LATA referido como punto de presencia (point of presence - POP).

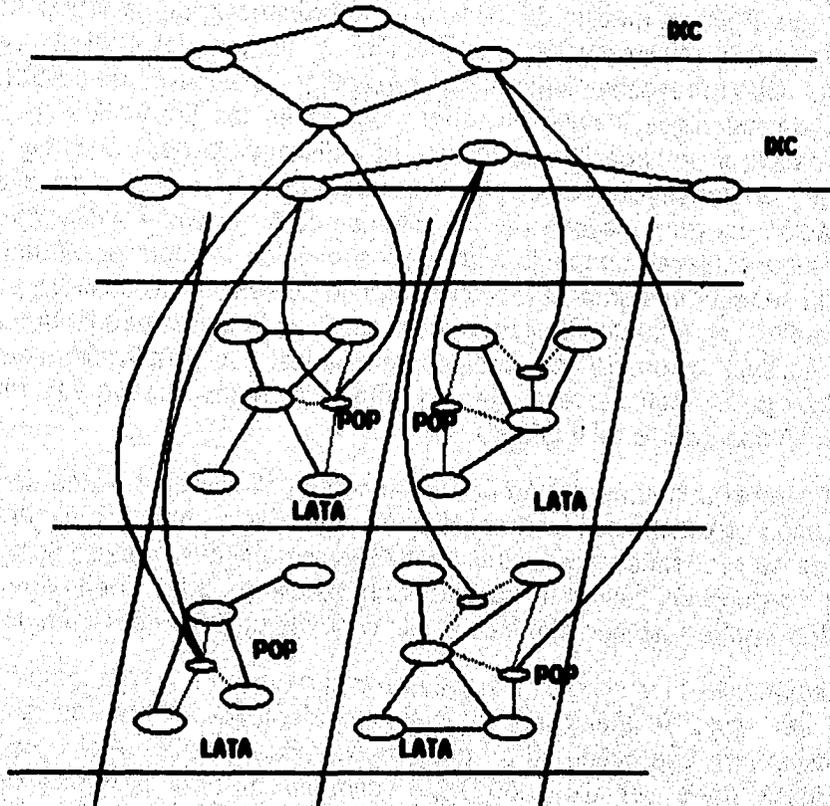


Figura 1.72

1.10 HACIA LAS REDES TELEFÓNICAS DIGITALES

La necesidad de reducir los costos y aumentar la eficiencia de las comunicaciones ha hecho que el desarrollo tecnológico se incline hacia los sistemas digitales basándose entre otros en los siguientes aspectos:

Facilidad de Multiplexación

En un principio las técnicas digitales fueron aplicadas a la telefonía entre oficinas utilizando técnicas de multiplexación por división de tiempo, habiéndose también

utilizado multiplexación por división de frecuencia para señales analógicas, el equipo FDM es superior en costo al equipo TDM aún con el costo de digitalización incluido. La digitalización ocurre solamente en los primeros niveles de la jerarquía TDM, los niveles digitales superiores de TDM son más económicos que su contraparte en FDM.

Facilidad de Señalización

La información de control tal como colgado, descolgado, dirección de dígitos, depósitos de monedas, etc.; es digital y por lo tanto se incorpora dentro del sistema de transmisión. Algunos medios de incorporar la información de control dentro del enlace digital involucra multiplexación por división de tiempo del control como un canal separado. Otro aprovechamiento involucran códigos especiales de control dentro de los canales de mensajes y decodificadores lógicos en las terminales de recepción, en ambos casos, la información de control es indistinguible del tráfico de mensajes. En contraste, la transmisión analógica requiere atención especial para el control de señalización. La gran mayoría de los sistemas de transmisión analógica presentan un único y algunas veces un medio difícil de inserción de la información de control. Como resultado se tenía una gran variedad de formato de señales de control y procedimientos involucrados. Los formatos de control dependían de la naturaleza tanto de los sistemas de transmisión como de los equipos terminales. La señalización en los enlaces analógicos por lo tanto representaba un gran gasto administrativo y financiero para las compañías operadoras de teléfonos.

El cambio a la señalización por canal común elimina la mayoría de los costos de señalización asociados con los troncales entre oficinas pero no cambia la situación para las líneas de abonados individuales. La utilización de líneas digitales para los abonados (DSLs) reduce los costos de señalización asociados a las líneas analógicas de los abonados, contrarrestando con esto el alto costo de un DSL y del teléfono digital.

Resumiendo, los sistemas digitales permiten insertar y extraer la información de control del flujo de mensajes independientemente de la naturaleza del medio de transmisión (ya sea cable, fibra óptica, microondas, satélite, etc.) .Así el equipo de señalización debe ser diseñado separadamente de los sistemas de transmisión permitiendo que las funciones de control y los formatos puedan ser modificados independientemente del subsistema de transmisión. De la misma manera los subsistemas de transmisión pueden ser actualizados sin impactar las funciones de control en los puntos finales del enlace.

Utilización de Tecnología Moderna

Una matriz de conmutación o multiplexor es implementado con los mismos circuitos básicos utilizados para construir computadoras digitales. De tal forma que el desarrollo de la tecnología de este campo es aplicable directamente a la transmisión digital y sistemas de conmutación. tal es el caso de circuitos LSI (large-scale

integrated) diseñados específicamente para funciones como voz codificador / decodificador, multiplexores, matrices de conmutación, procesadores digitales de señales de propósito general y especial (DSPs).El costo relativamente bajo y la alta eficiencia de los circuitos digitales permite que las implementaciones digitales sean utilizadas en algunas aplicaciones que eran muy costosas cuando se implementaban con componentes analógicos.

Integración de Transmisión y Conmutación

En sus inicios la transmisión y los sistemas de conmutación de las redes telefónicas fueron diseñadas por organizaciones independientes. Estas tenían dos clases de equipos referidos como internos y externos a la planta, respectivamente. Estos equipos necesariamente proporcionaban interfaces estandarizadas , de tal forma que el equipo de transmisión era funcionalmente independiente del equipo de conmutación.

Al introducir la multiplexación por división de tiempo para señales de voz digital en un área de intercambio, se comenzó a considerar la conmutación digital, se entendió que las operaciones de multiplexaje por división de tiempo eran similares a las funciones de conmutación por división de tiempo.

Así las operaciones de multiplexaje de un sistema de transmisión pueden ser fácilmente integradas dentro del equipo de conmutación, como los ilustra la figura 1.73.

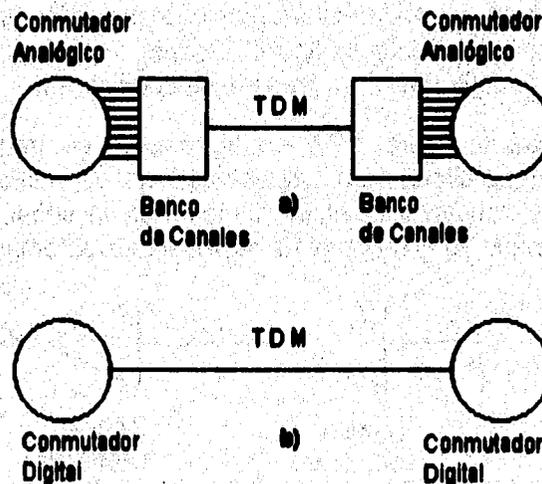


Figura 1.73

El equipo de demultiplexación (bancos de canales) en las oficinas centrales es innecesario, y el equipo de conmutación en la primera etapa es eliminado. Si los puntos finales de los troncales TDM son integrados dentro de un conmutador digital, los bancos de canales en estos puntos son eliminados. En una red totalmente integrada las señales de voz son digitalizadas en o cerca de la fuente y permanecen así hasta

que llegan a su destino. Aún más todos los troncales entre oficinas y los enlaces internos de un sistema de conmutación transporta únicamente señales TDM.

La integración de las funciones de transmisión y conmutación no solamente eliminan la gran cantidad de equipo a ser utilizado, sino que también mejora la calidad de la voz punto a punto. Debido a la eliminación de múltiples conversiones analógica a digital, digital a analógica y por la utilización de enlaces de transmisión con una baja razón de error, la calidad de la voz es solamente determinada por el proceso de codificación, en suma la implementación de los beneficios de una red totalmente integrada son como sigue:

1. La calidad de la voz a largas distancias es idéntica a la calidad de la voz en un área de intercambio en todos los aspectos de ruido, nivel de la señal y distorsión.
2. Los circuitos digitales utilizan implementación a cuatro cables, los ecos son eliminados, y un verdadero full - duplex a cuatro cables esta disponible.
3. Todos los troncales son implementados como subcanales de una señal TDM.

Regeneración de la Señal

La representación de la voz en un formato digital involucra convertir la forma de onda analógica continua en una secuencia de muestras de valores discretos. Cada uno de estos valores es representado por algún número de dígitos binarios de información, el trabajo del receptor es decidir que valores discretos fueron transmitidos, si solamente pequeñas cantidades de ruido, interferencia o distorsión son sumadas a la señal durante la transmisión, el dato binario el receptor es idéntico a la secuencia binaria generada durante la digitalización o proceso de codificación.

Como muestra la figura 1.74, en el proceso de transmisión, se dan ciertas imperfecciones que no alteran la naturaleza esencial de la información. Desde luego, si las imperfecciones causan suficientes cambios en la señal, la detección de errores ocurre y el dato binario en el receptor no representa exactamente el dato original.

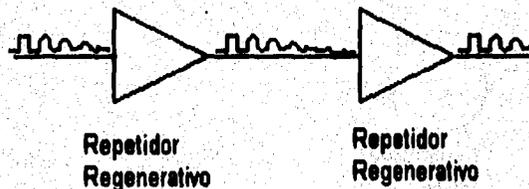


Figura 1.74

Un atributo fundamental de un sistema digital es que la probabilidad de transmisión de errores puede ser hecha arbitrariamente pequeña por la inclusión de repetidores regenerativos en puntos intermedios en los enlaces de transmisión, si la distancia entre estos es suficientemente pequeña, la señal se regenera antes que la

degradación inducida en el canal sea lo suficientemente grande para causar decisiones de error.

El beneficio más directo del proceso de regeneración es la habilidad para localizar los efectos de la degradación de la señal. La degradación de un segmento regenerado de un enlace de transmisión no causa errores, sus efectos son eliminados. En contraste al deterioro acumulado de la señal en la transmisión analógica desde un segmento a otro. Los subsistemas individuales de una red analógica de gran tamaño debe ser diseñada con estricto control en lo que se refiere a la ejecución de la transmisión para proporcionar una calidad aceptable punto a punto. De otra forma, en un subsistema individual de una red digital necesita solamente ser diseñado para asegurar una mínima razón de error.

Cuando toda la red digital es diseñada con suficientes puntos de regeneración para eliminar efectivamente los errores de canal, la calidad de la transmisión de la red en conjunto es determinado por los procesos de digitalización y no por los sistemas de transmisión. La conversión analógica a digital introduce una pérdida de la fidelidad de la señal desde que la forma de onda analógica continua de origen puede solamente ser representada por muestras de valores discretos. Estableciendo suficientes niveles discretos, sin embargo, la forma de onda analógica puede ser representada con una conversión de error tan pequeña como se desee. El incremento de la resolución requiere más bits y consecuentemente un ancho de banda mayor para la transmisión. De aquí, que un sistema de transmisión digital proporciona una correspondencia entre calidad y ancho de banda.

Facilidad del Monitoreo

La calidad de la señal recibida puede ser comprobada sin conocimiento de la naturaleza del tráfico. El enlace de transmisión es diseñado para producir pulsos bien definidos con niveles discretos. Cualquier desviación en la señal recibida, de aquellas cantidades planeadas en el diseño, representa una degradación en la calidad de transmisión.

En general la calidad de los sistemas analógicos no pueden ser monitoreada o probada mientras esté en servicio debido a que la estructura de la señal transmitida es desconocida. Señales FDM típicamente incluyen señales piloto de monitoreo para medir continuidad y niveles de potencia. El nivel de potencia de un piloto es un medio efectivo de estimar la razón señal a ruido solamente en un medio preparado con ruido, de igual que ruido y distorsión es algunas veces determinado midiendo la energía de los niveles en un slot de mensajes no utilizado.

Un método común para medir la calidad del enlace de transmisión digital es el adherir bits de paridad o CRC al mensaje. La redundancia establecida en el flujo de datos por los bits de paridad habilita los circuitos lógicos en el receptor para comprobar la razón de error en el canal. Si la razón de error excede algún valor nominal, el enlace de transmisión está degradado.

Otra técnica para medir la calidad en el servicio de transmisión involucra el monitoreo de ciertas redundancias en la señal. Cuando el patrón de redundancia en el receptor se desvía de lo normal, ocurren decisiones de error.

Utilización de otros Servicios

Los sistemas de transmisión digital involucran información de control (señalización). Lo que es un aspecto fundamental de la transmisión digital, es que cualquier mensaje codificado digitalmente (ya sea de origen digital o convertido de su forma analógica) representa una señal con formato común para el sistema de transmisión. De esta forma el sistema de transmisión no necesita proporcionar atención especial a servicios individuales, y de hecho ser totalmente indiferente a la naturaleza del tráfico.

La transmisión analógica es a 4 kHz para circuitos de voz. Todos los servicios especiales tales como fax deben de ser transformados para ser semejantes a la voz. En particular las señales de datos deben de ser convertidas a un formato analógico a través de la utilización de modems.

El canal analógico es optimizado para calidad de voz, haciendo esto, ciertas características de transmisión (tales como respuesta en fase y ruido de impulso) han recibido menos atención que el deterioro de la calidad de voz. Algunas consideraciones menos enfatizadas, distorsión de fase en particular, son críticas para servicios con alta velocidad de datos. La utilización de la red analógica para servicios diferentes a la voz, pueden requerir compensación especial para el deterioro en la transmisión. Si el canal analógico es demasiado pobre, podría ser inutilizable para una aplicación particular. En contraste, el principal parámetro de calidad en un sistema digital es la razón de error. Canales con baja razón de error son fácilmente obtenibles. Cuando es deseado, los efectos de los errores en los canales pueden ser efectivamente eliminados con el procedimiento de control de errores.

Beneficios adicionales del formato común de transmisión es que el tráfico de diferentes tipos de fuentes puede ser intermezclado en un simple medio de transmisión sin interferencia mutua. El uso de un medio de transmisión común para señales analógicas es algunas veces complicado porque los servicios individuales requieren diferentes niveles de calidad. Por ejemplo, las señales de televisión, las cuales requieren mayor calidad de transmisión que las señales de voz, no son usualmente combinadas por medio de FDM con canales de voz en un sistema de transmisión analógico.

Aunque las compañías telefónicas son principalmente concernientes con servicios de voz, el rápido crecimiento en la comunicación de datos estimula el incremento de la atención a los requerimientos de rendimiento de la transmisión de datos.

Operabilidad en Razones bajas de Señal a Ruido

El ruido y la interferencia en una red analógica de voz llega a ser más evidente durante las pausas cuando la amplitud de la señal es pequeña. Relativamente pequeñas cantidades de ruido ocurriendo durante una pausa en el habla pueden ser molestas para el que escucha. Los mismos niveles de ruido o interferencia son virtualmente inapreciados cuando el habla está presente. De aquí que este es el absoluto nivel de ruido de un canal ocioso que determina la calidad de habla analógica.

Así la razón de señal a ruido representativa punto a punto en redes analógicas es 46 y 40 dB para cortos y largos sistemas de carga respectivamente.

En un sistema digital de habla las pausas son codificadas con un patrón particular de datos y transmitidas en el mismo nivel de potencia como el habla. Debido a que la regeneración de la señal virtualmente elimina todo el ruido captado en el medio de transmisión, el ruido en el canal ocioso es determinado por el proceso de codificación y no por el enlace de transmisión. De esta forma las pausas en el habla no determina los máximos niveles de ruido como en los sistemas analógicos. Los enlaces de transmisión digital proporcionan una ejecución libre de errores en una razón de señal a ruido de 15 a 25 dB, dependiendo del tipo de código de línea o modulación usada.

La habilidad de un sistema de transmisión digital para rechazar los cruces de línea es algunas veces más significativa que su habilidad para operar en niveles relativamente altos de ruido aleatorio. Los cruces de línea son particularmente indeseables si estos son entendibles y por lo tanto violan la privacidad de algunas personas. Las pausas en el habla no producen señales de baja amplitud en los enlaces de transmisión digital. Los enlaces de transmisión mantienen una amplitud digital constante de la señal. Por lo tanto, los niveles bajos de los cruces de línea son eliminados por los procesos de regeneración en un repetidor digital o en el receptor. Aún si la amplitud de cruce de línea es suficiente para causar la detección de errores, los efectos se presentan como ruido aleatorio, y por lo tanto, no se entienden.

Considerando que un sistema digital necesita un ancho de banda mayor que un sistema analógico y que mayores anchos de banda implican más grandes niveles de ruido y cruces de línea, la habilidad para operar en bajas razones de señal a ruido puede ser un requerimiento de los sistemas digitales, así como una ventaja.

Los sistemas digitales sin embargo presentan algunos inconvenientes:

Incremento del Ancho de Banda

La transmisión de las muestras de una forma de onda analógica no requiere un ancho de banda mayor el de la señal original. La expansión del ancho de banda se realiza cuando las muestras son codificadas en códigos binarios y transmitidos con un pulso individual para cada bit en el código

En algunas parte de la red, tal como lazos locales, el incremento del ancho de banda no representa una gran falla, debido a que el ancho de banda correspondiente es subutilizado. En grandes sistemas de carga, sin embargo, el ancho de banda es necesario, y los sistemas digitales son generalmente ineficientes en términos del número de canales de voz proporcionados. Sin embargo, la habilidad de un sistema digital para soportar altos niveles de ruido e interferencia, algunas veces proporciona compensación a los requerimientos del ancho de banda, particularmente en medios de transmisión congestionados, donde la interferencia mutua puede llegar a ser una considerable limitación.

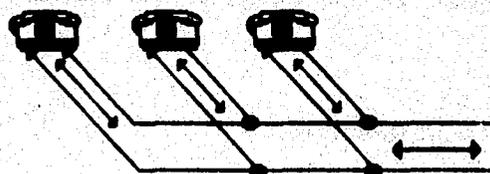
Las necesidades de ancho de banda impuestas por la digitalización de voz es directamente dependiente de la forma de codificación o modulación impuesta en la transmisión. Con un mayor y sofisticado equipo de modulación / demodulación, mayor eficiencia en términos de razón de bits en un ancho de banda dado es efectuado. Básicamente, mayor eficiencia en la transmisión es llevada a cabo por el incremento en el número de niveles en el código de línea. Con limitada potencia de transmisión, sin embargo, las distancias entre los niveles discretos de la señal en el receptor es reducido dramáticamente. De esta forma la señal transmitida no es totalmente inmune al ruido y a otras imperfecciones como lo es con bajas densidades de información.

Necesidad de Sincronización

Cuando una información digital es enviada de un lugar a otro una referencia de tiempo es necesaria (clock) para la transferencia de control. El reloj especifica cuando la señal de muestreo esta entrando para decidir el valor del dato que fue transmitido. El tiempo óptimo de muestreo usualmente corresponde a la mitad de los pulsos transmitidos. De esta forma, para la detección óptima, el reloj de muestreo debe sincronizarse al tiempo de llegada de los pulsos.

Necesidad de Conferencia / Puentes de extensión

El proceso de combinación de múltiples señales analógicas para formar una conferencia en una llamada puede realizarse con el solo puente de pares de cables para sobreponer todas las señales. La figura 1.75 muestra multiples extensiones compartiendo una línea simple de dos cables.



Teléfonos analógicos conectados a una línea de dos hilos

Figura 1.75

Cuando las señales de voz digitalizadas son combinadas para formar una conferencia las señales deben ser convertidas a analógicas de tal forma que puedan ser combinadas en los puentes analógicos de los dos cables o la señal digital debe ser ruteada a un puente de conferencia digital, como se muestra en la figura 1.76. La selectividad del puente digital suma (a cuatro cables) las señales (usando procesamiento digital) y rutea sumas separadas de retorno hacia los conferencistas.

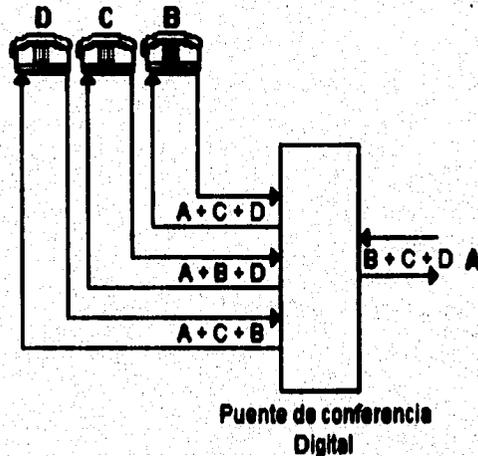


Figura 1.76

Cuando la conferencia es implementada en asociación con sistemas de conmutación la necesidad de un puente de conferencia digital no es en sí una desventaja y de hecho puede significativamente mejorar la calidad de una conferencia eliminando los ecos y pérdidas de señal causadas por división de potencia. Sin embargo, cuando las extensiones digitales necesitan tener sus propias señales combinadas de tal forma que multiples extensiones pueden ser activadas en una conversación, la necesidad de un puente centralizado puede ser un gran problema. El alambrado telefónico residencial típicamente sigue un patrón como el de los teléfonos conectados a una línea de dos cables. Así la necesidad de realambrar todo el equipo e instalar cajas centralizadas de conferencia es un significativo impedimento para el despliegado de estaciones digitales en aplicaciones residenciales.

Incompatibilidad con facilidades analógicas

Cuando el equipo digital fué primeramente usado en redes telefónicas públicas y privadas, éste necesariamente proporcionó interfases analógicas estándar para el resto de la red. Algunas veces estas interfases representaban un mayor costo de los subsistemas digitales y presentaban problemas de incompatibilidad con los equipos digitales.

Una forma de eliminar los problemas con las interfases analógicas es el uso de lazos de abonado digitales (digital subscriber loop) y teléfonos digitales. Desafortunadamente la gran inversión en la infraestructura para teléfonos analógicos,

complica el despliegue extenso de equipo digital para abonados. Entre de los aspectos que interfieren en la transición a lazos digitales (digital loop) son la utilización del par sencillo de alambres, devanados de carga, puentes de unión (bridge taps), etc.

2

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL HC11 Y DEL DISPLAY DE CRISTAL LIQUIDO AND 721

2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL HC11

La solución y resolución de proyectos con base en sistemas con microprocesadores ofrece, frente a las técnicas clásicas, ventajas muy destacables, entre las que se encuentran:

1. Reducción del tiempo y el costo empleado en el desarrollo.
2. Incremento de la fiabilidad.
3. Reducción de los costos de fabricación, al disminuir considerablemente los componentes que implementan el hardware.
4. Una potencialidad extraordinaria de las características del producto al que se aplica. Con flexibilidad en los cambios y las ampliaciones, al estar el sistema controlado por software.

El microcontrolador MC68HC11 es un semiconductor de metal óxido complementario de alta densidad (HCMOS), que contiene funciones periféricas muy sofisticadas, una alta velocidad y baja potencia. Tiene un diseño completamente estático que permite operarlo a bajas frecuencias.

La familia MC68HC11 esta compuesta por varias versiones, cuyas características se muestran en la tabla 2.1.

| Versión | EPROM | ROM | EEPROM | RAM | CONFIG ¹ | Comentarios |
|-------------|-------|-----|-----------------|-----|---------------------|---|
| MC68HC11A8 | - | | 512 | 256 | \$0F | La familia parte alrededor de este dispositivo |
| MC68HC11A1 | - | - | 512 | 256 | \$0D | Versión A8 con ROM deshabilitada |
| MC68HC11A0 | - | - | - | 256 | \$0C | Versión A8 con ROM y EEPROM deshabilitadas. |
| MC68HC811A8 | - | - | 8K+512 | 256 | \$0F | Emulador de EEPROM para A8 |
| MC68HC11E9 | - | 12K | 512 | 512 | \$0F | Cuatro entradas de captura, RAM más grande y 12K de ROM |
| MC68HC11E1 | - | - | 512 | 512 | \$0D | Versión E9 con ROM deshabilitada |
| MC68HC11E0 | - | - | - | 512 | \$0C | Versión E9 con ROM y EEPROM deshabilitada |
| MC68HC811E2 | - | - | 2K ² | 256 | \$0F | ROM deshabilitada para Sistema Expandido |
| MC68HC711E9 | 12K | - | 512 | 512 | \$0F | Versión Programable de la antigua E9 |
| MC68HC11D3 | - | 4K | - | 192 | N/A | Versión de bajo costo, 40 pines |
| MC68HC711D3 | 4K | - | - | 192 | N/A | Versión programable de la antigua D3 |

Tabla 2.1. Versiones de la Familia MC68HC11

¹ Los valores del registro CONFIG en esta tabla reflejan el valor programado previamente cargado desde Motorola.

² La EEPROM es reubicada en la parte superior de cualquiera de los 4K de página de memoria. La reubicación se hace con los 4 bits de orden mayor del registro CONFIG.

| | | | | | | |
|-----------------|-----|-----|------------------|-----|------|---|
| MC88HC11 F1 | - | - | 512 ² | 1K | \$0F | Alta ejecución nomultiplexado, 68 pines |
| MC88HC11 K4 | - | 24K | 640 | 768 | \$FF | > 1Meg de espacio de memoria, 84 pines |
| MC88HC71 1K4 | 24K | - | 640 | 768 | \$FF | Versión programable de la antigua K4 |
| MC88HC11 L6 | - | 16K | 512 | 512 | \$0F | Como la E9 con más ROM y más I/O |
| MC88HC71 1L6 | 16K | - | 512 | 512 | \$0F | Versión programable de la antigua L4 |

Tabla 2.1. Continuación

Características Versión F1

La versión utilizada es la F1 cuyas características principales son:

- Sistema de Timer expandido de 16 bits con preescalador programable de cuatro estados
- Interface de Comunicación Serial (SCI)
- Convertidor Analógico-Digital de 8 canales
- Bloque de protección para EEPROM y Config
- Bus expandido no multiplexado
- Direcccionamiento de memoria de 64K
- Interface Serial Periférica (SPI)
- 512 bytes de EEPROM
- 1024 bytes de RAM estática
- 4 Chip Select programables
- Sistema de Watchdog
- Circuito Acumulador de Pulsos de 8 bits
- Circuito de Interrupción de Tiempo Real

Modos de Operación

Aunque el HC11 opera principalmente en modo expandido, cuenta con dos pines, MODA y MODB para seleccionar uno de los dos modos normales de operación o uno de los dos modos especiales de operación.

Los modos normales de operación son el single-chip y el modo expandido no multiplexado. Los modos de operación especiales son el bootstrap y el modo prueba. Los modos de operación pueden ser seleccionados por medio de la tabla 2.2.

| MODA | MODB | Modo de operación |
|------|------|--------------------|
| 0 | 0 | Normal Single-Chip |
| 0 | 1 | Normal Expandido |
| 1 | 0 | Especial Bootstrap |
| 1 | 1 | Especial Prueba |

Tabla 2.2

Modo Single-Chip

En el modo single-chip toda la computadora digital está dentro del MCU y no tiene direccionamiento externo o bus de datos. Los 512 bytes de EEPROM contendrán todo el código del programa. Este modo provee máximo uso de los pines para funciones periféricas, y todos los direccionamientos y actividad de los datos ocurren dentro del MCU.

Modo Expandido no Multiplexado

En este modo de direccionamiento el MCU puede direccionar hasta 64K bytes de espacio de memoria. Los bits de dirección de mayor orden son los pines de salidas del puerto B, y los bits de dirección de menor orden son los pines de salida del puerto F. El bus bidireccional de datos aparece en el puerto C. El pin de lectura\ escritura (RW) es usado para controlar la dirección de transferencia de datos en el bus del puerto C. La programación del chip select esta disponible en los bits de mayor orden del puerto G.

Modo Bootstrap

El modo bootstrap es muy parecido al modo single chip. Cuando el MCU esta en modo bootstrap, una pequeña ROM dentro del chip es habilitada en la dirección \$BF40-\$BFFF. EL vector de reset salta a esta ROM bootstrap, y el MCU procede a ejecutar el programa contenido en esta ROM (firmware). Este programa inicializa el sistema SCI (Interface de Comunicación Serial) del chip, verifica la opción de seguridad, carga un programa en la RAM interna de 1K bytes a través del SCI, y entonces salta al programa

cargado por el usuario en la dirección \$0000 de la RAM y el programa cargado toma el control.

Mientras el MCU esta operando en modo bootstrap, el bit de control MDA del registro de configuración HPRI0 puede ser escrito; de esta forma es posible habilitar el bus de expansión no-multiplexado.

Los vectores de reset y los vectores de interrupción para el modo bootstrap están localizados en la ROM bootstrap en la dirección \$BFC0-\$BFFF. Sin embargo, para permitir al usuario usar sus propias direcciones de servicio de rutinas, un sistema de pseudovectores es incluido para modo bootstrap. Estas localidades de RAM son llamadas pseudovectores debido a que pueden ser usados como vectores para un control directo al servicio de las rutinas de interrupción. Cada vector tiene un espacio de tres bytes, ya que es necesario un código de salto explícito (JMP) para causar el brinco deseado a la rutina de interrupción del usuario.

Modo Prueba

Este modo especial es principalmente usado para pruebas de producción. Pero además puede ser usado para programas de calibración o personalizar datos dentro de la EEPROM interna. Los 512 bytes de EEPROM están inicialmente apagados en este modo. El usuario puede acceder un número de bits especiales de control de prueba.

Descripción de Señales

V_{DD} y V_{SS}

La potencia es suministrada al MCU por medio de estos pines. V_{DD} es +5V y V_{SS} es tierra (0 V).

RESET

Este pin de control bidireccional activo-bajo es usado como una entrada para inicializar el MCU y conocer el estado de inicio. También se usa como una salida de open-drain para indicar que se ha detectado una falla interna en el reloj monitor o en el circuito COP.

XTAL y EXTAL

Estos pines proveen la Interface para un cristal o un reloj compatible CMOS que permita controlar el circuito generador de reloj interno. La frecuencia aplicada debe ser cuatro veces más grande que la velocidad de reloj que se desea.

E- Clock

Este pin suministra una salida para el E clock generado internamente, el cual puede ser usado para referencia de tiempo. La frecuencia de salida del E-clock es un cuarto de la frecuencia de entrada de los pines XTAL y EXTAL.

4XOUT

Este pin, suministra una salida para el reloj 4X (cuatro veces la frecuencia del E-clock), puede ser usado para manejar el reloj de entrada de otro procesador. Esta salida es habilitada fuera del reset y puede ser deshabilitada limpiando el bit CLKAX del registro OPT2. CLKAX se escribe una vez fuera de cada reset.

IRQ

El pin IRQ suministra la capacidad para aplicar interrupciones asíncronas en el MCU. La configuración para que este pin sea sensible a flancos o para que sea sensible a nivel se realiza usando el bit IRQE del registro OPTION.

XIRQ

El pin XIRQ suministra la opción para aplicar interrupciones asíncronas no enmascaradas en el MCU. Durante el reset, el bit X en el registro de condición de código (CCR) está encendido, enmascarando cualquier interrupción hasta habilitarla por software. Esta entrada sensible a nivel típicamente requiere un resistor externo de pullup en V_{DD} .

MODA/ LIR y MODB/ VSTBY

Durante el reset, estos pines son usados para implementar los dos modos normales o los dos modos especiales de operación. La entrada LIR puede ser usada además como una ayuda para verificar errores en la programación. El pin LIR de open-drain se pone en activo bajo durante el primer ciclo de E-clock de cada instrucción y permanece en estado bajo mientras dura el ciclo. La entrada VSTBY es también usada para retener el contenido de la RAM durante el estado de baja potencia.

VRL y VRH

Estos pines suministran el voltaje de referencia para el convertidor A/D.

R / W

La salida R/W es usada para controlar la dirección de transferencia del bus de datos externo en modo expandido no-multiplexado. Un estado bajo en este pin indica

que existe un dato escrito en el bus de datos externo. Un estado alto en este pin indica que un ciclo de lectura esta en proceso. R/W permanece en estado alto durante los modos single-chip y bootstrap.

Líneas de Entrada / Salida

Las 54 líneas de entrada/salida (I / O) están ordenadas en 6 puertos de 8-bits (puertos A, B, C, E, F y G) y un puerto de 6-bits (puerto D). Algunos de estos puertos sirven para más de un propósito, dependiendo del modo de operación o función periférica seleccionada.

Memoria y Registros de Control y Status

Memoria

La figura 2.1 muestra el mapa de memoria para los cuatro modos de operación. En modo expandido no hay memoria ROM interna y el bus es no multiplexado. La memoria consiste principalmente de 64K de capacidad de direccionamiento externo disponible para el usuario. Dentro del chip se cuenta con 1K de RAM estática, 512 bytes de EEPROM y 96 bytes de registros de control y status, todos ellos pueden ser remapeados a cualquiera de los 4K límites en memoria. Además 256 bytes de ROM boot-loader que están presentes sólo en modo especial bootstrap.

Subsistemas de Mapeo de Memoria

Usando el registro INIT, los 96 bytes de registros de control y status y los 1K de ROM estática son mapeados en cualquiera de los 4K límites en memoria. El reset localiza la RAM desde \$0000 - \$03FFF y el espacio de registros desde \$1000- \$105F, donde 1 representa el valor decodificado de los cuatro bits de menor orden del registro INIT. La EEPROM es habilitada por el bit EEON del registro CONFIG. En modo expandido no multiplexado y en modo especial prueba ésta memoria se localiza desde \$XE00 - \$XFFF (donde X representa el valor de los cuatro bits de mayor orden del registro CONFIG). En modo simple chip y modo bootstrap, la EEPROM está localizada desde \$FE00 - \$FFFF. La ROM bootstrap es mapeada a la localidad \$BF00 - \$BFFF en la transición a modo bootstrap. Para evitar conflictos cuando se mapea, el bloque de registros toma prioridad sobre la RAM, y la ROM bootstrap tiene prioridad sobre la EEPROM.

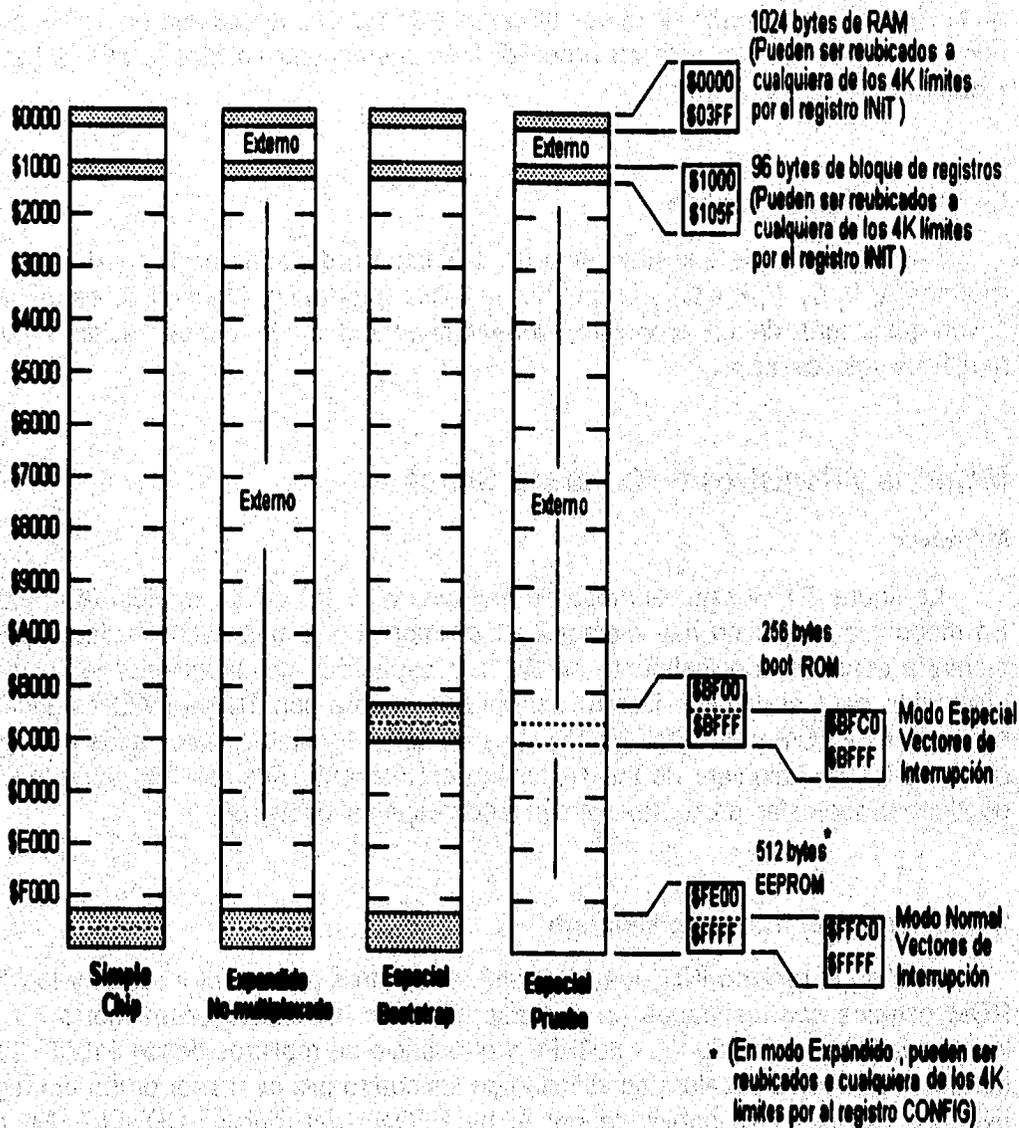


Figura 2.1

Puertos de Entrada y Salida

El MC68HC11F1 está equipado con seis puertos de 8-bits (A, B, C, E, F, y G) y un puerto de 6-bits (D). Las funciones de entrada y salida (I/O) de los puertos B, C, F y G son controladas por el modo particular de operación seleccionado. En los modos single-chip y bootstrap, estos son configurados como puertos paralelos de I/O de datos. En modo expandido-no-multiplexado y modo prueba, los puertos B, C, F, G, y el pin R/W son configurados como un bus de expansión de memoria.

Los puertos A, D y G pueden ser usados como puertos de I/O de propósito general, aunque cada uno tiene una función alternativa. El puerto E puede ser usado

para entradas estáticas de propósito general y/o canales de entrada del convertidor A / D. Los bits del puerto A controlan las funciones de timer.

Las funciones de I / O de propósito general de los puertos A, C, D, y G están bajo el control del registro de dirección de datos (DDR) y el registro de datos (PORT) de A, C, D, y G respectivamente.

Puerto A

Es un puerto de I/O de propósito general de 8-bits con un registro de datos (PORTA) y un registro de dirección de datos (DDRA). En adición, el puerto A puede ser configurado para funciones de entrada de captura de timer (IC), funciones de salida de comparación de timer (OC), y funciones de acumulador de pulsos.

El Puerto A puede ser leído en cualquier momento. Si se escribe en el Puerto A éste almacena los datos en un latch interno. Escribir en el Puerto A no cambia el estado del pin cuando este está configurado como salida de comparación de timer.

Cuando el Puerto A es configurado como I/O de propósito general, el DDRA (registro de dirección de datos) controla la dirección de datos de los pines I/O como sigue:

- 1 = Configura a cualquiera de los pines del Puerto A como salida
- 0 = Configura a cualquiera de los pines del Puerto A como entrada

Puerto B

En el modo single-chip, todos los pines del puerto B son salidas de propósito general. En modo expandido no multiplexado, todos los pines del puerto B actúan como los bits de mayor orden del bus de direcciones (A15-A8), y los accesos al puerto B son tratados como accesos externos.

Puerto C

Es un puerto de I/O de propósito general de 8-bits, que cuenta con un registro de datos (PORTC) y un registro de dirección de datos (DDRC). En el modo single-chip, los pines del puerto C son I/O de propósito general (PC7 - PC0). En modo expandido-no multiplexado, el puerto C es el bus de datos (D7-D0), y los accesos al puerto C son tratados como accesos externos.

Los pines bidireccionales de datos son controlados por la señal R / W en modo expandido. El puerto C puede ser configurado para operar como OR alambreada en modo single-chip, encendiendo el bit CWOM del registro OPT2.

Cuando el MCU opera en modo single-chip o en modo bootstrap, el Puerto C puede ser leído en cualquier momento. Cuando se escribe en el Puerto C el dato es

almacenado en un latch interno. Si un pin del puerto C se cambia de ser manejado como una entrada a ser manejado como una salida, el pin emplea el último valor escrito en el latch interno del Puerto C.

Cuando el Puerto C es manejado como I/O de propósito general, entonces el registro de dirección de datos (DDRC) controla los pines de I/O como sigue:

1 = Configura el pin correspondiente del Puerto C como salida

0 = Configura el pin correspondiente del Puerto C como entrada solamente.

Puerto D

Es un puerto de propósito general de 6-bits, que cuenta con un registro de datos (PORTD) y un registro de dirección de datos (DDRD). En todos los modos de operación, los 6 bits del puerto D (D5 - D0) pueden ser usados para I / O de propósito general, o para los subsistemas SCI o SPI. El Puerto D puede ser configurado para operar como OR-alambrada.

El Puerto D puede ser leído en cualquier momento. Leer los pines 6 y 7 del PORTD siempre regresará un valor de cero y escribir en estos mismos pines no tiene ningún efecto. Este puerto comparte funciones dentro del chip con los subsistemas SCI y SPI.

Cuando el puerto D es configurado como I / O de propósito general, el registro DDRD controla la dirección de los pines como sigue:

1 = Configura el pin correspondiente del puerto D como salida

0 = Configura el pin correspondiente del puerto D como entrada

Cuando se escribe en el Puerto D éste almacena el dato en un latch interno. Si un pin del puerto D es cambiado de manejarse como entrada a manejarse como salida de propósito general, escribiendo el bit correspondiente en el DDRD o deshabilitando el subsistema SCI o SPI, el pin cambiado emplea el último valor escrito en el latch interno.

Puerto E

EL Puerto E es usado para entradas (PE7-PE0) estáticas de propósito general y/o canales de entrada (AN7-AN0) del convertidor analógico-digital (A/D) en todos los modos de operación. El Puerto E no deberá ser leído como entrada estática mientras una conversión A/D esta ocurriendo. Tal lectura puede perturbar una conversión que esta en progreso si esta coincide con la porción de muestreo de un ciclo de conversión.

Puerto F

En el modo single-chip, todos los pines del puerto F son salidas de propósito general (PF7 - PF0). En el modo expandido no multiplexado, todos los pines del puerto F actúan como las direcciones de menor orden (A7- A0) del bus de direcciones, y los accesos al puerto F son tratados como accesos externos.

Puerto G

Es un puerto de I / O de propósito general de 8-bits, cuenta con un registro de datos (PORTG) y un registro de dirección de datos (DDRG). Los cuatro bits de mayor orden son opcionalmente usados como salidas de chip-select en modo expandido. Cuando cualquiera de estas líneas no está siendo usada para un chip select, esta puede ser usada como I / O de propósito general.

Cuando el puerto G es configurado como I / O de propósito general, el registro DDRG controla la dirección de los pines I / O como sigue:

1 = Configura al pin correspondiente del puerto G como salida

0 = Configura al pin correspondiente del puerto G como entrada solamente

Cuando se escribe en el puerto G el dato es almacenado en un latch interno. Escribir en el puerto G no cambia el estado de pin cuando el pin asociado es configurado como un chip select. Si un pin del puerto G es cambiado a salida de propósito general escribiendo el bit correspondiente en el DDRG, o deshabilitando un chip select, el pin maneja el último valor escrito en el latch interno del puerto G.

El chip select fuerza al estado de I/O a ser una salida para cada línea del puerto G asociada con un chip select habilitado. En este caso, los bits del DDRG no son cambiados y no tienen efecto sobre estas líneas. El DDRG regresa el control del estado de I/O de un pin cuando la función de chip select asociada es deshabilitada.

Información de Programación

La familia de microprocesadores MC68HC11 tiene ocho registros o unidades de procesamiento central disponibles para el programador. Estos registros son explicados a continuación:

Acumuladores A, B y D

Los acumuladores A y B son registros de 8 bits de propósito general usados para almacenar operandos y el resultado de cálculos aritméticos o manipulación de datos. Estos dos acumuladores son tratados como un acumulador simple de dos bytes (acumulador D) para algunas instrucciones.

Registro Indexado X (IX)

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

Registro Indexado Y (IY)

El registro IY es un registro de 16-bits usado para el modo de direccionamiento indexado, es muy similar al registro IX. Sin embargo, el registro IY usa dos bytes de opcode (código de operación) y requiere un byte extra de código de máquina y un ciclo extra de tiempo de ejecución. El registro IY puede ser usado como un contador o una área de almacenamiento temporal.

Contador de Programa

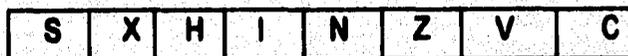
El PC es un registro de 16 bits que contiene la dirección de la siguiente instrucción a ser ejecutada.

Stack Pointer (SP)

El SP es un registro de 16-bits que contiene la dirección de la siguiente localidad libre en el stack. El stack es configurado con una secuencia de LIFO (los últimos en entrar son los primeros en salir) que permite almacenar datos importantes durante las interrupciones y las llamadas a subrutina. Cada que un nuevo byte es sumado al stack, el SP es decrementado. Cada que un byte es removido, el SP se incrementa.

Registro de Condición de Código.

El CCR es un registro de 8 bits en el cual cinco bits son usados para indicar el resultado de la instrucción ejecutada y tres bits son bits enmascarados para interrupciones y stop. Estos bits pueden ser examinados individualmente por el programa, y pueden ser tomados como el resultado de una acción específica. Cada bit es explicado en los párrafos siguientes.



Carry/Borrow (C)

Cuando esta encendido, el bit C indica que ocurrió un acarreo (carry) o borrow fuera de la unidad aritmética lógica (ALU) durante la última operación aritmética. Este bit es afectado también durante las instrucciones de corrimiento y rotación.

OVERFLOW (V)

El bit V esta encendido si un sobreflujo aritmético ocurrió como resultado de una operación, en otro caso el bit V esta en cero.

Zero (Z)

Cuando esta en uno, el bit Z indica si el resultado de la última operación aritmética, operación lógica o manipulación de datos fue cero.

Negative (N)

Cuando esta en uno, el bit N indica que el resultado de la última operación aritmética o lógica o manipulación de datos fue negativo.

Máscara de Interrupción (I)

El bit I es encendido por hardware o por instrucción de programa para deshabilitar (enmascarar) todas las interrupciones enmascaradas externas o internas.

Medio Acarreo (H)

El bit H es encendido durante las operaciones ADD, ABA y ADC para indicar que ocurrió un acarreo entre los bits 3 y 4. Este bit es principalmente usado en cálculos en BCD.

Máscara de Interrupción X (X)

El bit X es encendido solamente por hardware (RESET o XIRQ) y es limpiado solamente por programa por medio de las instrucciones: (TAP) ó (RTI)

Deshabilitar Stop

Bajo control de programa, el bit S es encendido para deshabilitar la instrucción STOP. Este es puesto en cero para habilitar la instrucción STOP. La instrucción STOP es tratada como no operación (NOP) si el bit S esta encendido.

Memoria Programable de sólo Lectura Borrable Eléctricamente (EEPROM)

Este MCU tiene 512 bytes de EEPROM que pueden ser mapeadas a cualquiera de los 4K límites en memoria. La dirección de la EEPROM es \$XE00-XFFF, donde X representa el valor de los cuatro bits de orden mayor del registro CONFIG, y este valor es el valor de los 4K límites iniciales. El registro CONFIG (registro de control de configuración) es un registro de 8 bits que controla la presencia de la ROM en el mapa de memoria.

En modo single-chip y modo bootstrap, la EEPROM es forzada a la dirección \$FE00-\$FFFF. En modo especial prueba la EEPROM es inicialmente deshabilitada fuera del reset pero puede ser habilitada encendiendo el bit EEON del registro CONFIG.

La programación de la EEPROM es controlada por el Registro de Control de Programación de la EEPROM (PPROG) y el Registro de Bloque de Protección (BPROT). El PPROG es un registro de 8 bits usado para controlar la programación y borrado de la EEPROM, y es limpiado durante el reset para que la EEPROM se configure en modo normal de lectura.

La localidad de la EEPROM puede ser borrada en un byte, línea o en su tamaño total. La programación y borrado de la EEPROM se realiza usando los bits de control del registro PPROG.

Registro de Bloque de Protección para la EEPROM (BPROT)

Este registro de 5 bits protege en contra de escrituras inadvertidas en el registro CONFIG y en la EEPROM. Para permitir al usuario separar la EEPROM en categorías tales como temporales o permanentes, la EEPROM se divide en 4 bloques de protección individuales. Estos bloques corresponden a un tamaño determinado, por ejemplo 32 bytes, 64 bytes, 128 bytes y 288 bytes.

En el modo normal de operación, la EEPROM y CONFIG son protegidos fuera del reset y usuario tiene 64 ciclos del reloj E para desproteger cualquiera de los bloques que requiere programar o borrar.

Los bits del registro BPROT pueden ser limpiados (escribir un cero) solamente durante los primeros 64 ciclos del reloj E después del reset. Una vez que los bits son limpiados, la sección asociada a la EEPROM y al registro CONFIG pueden ser programados o borrados en la manera normal. En el modo prueba o bootstrap, los bits del registro BPROT pueden ser escritos uno detrás de otro en cualquier tiempo después de los 64 ciclos del reloj E para proteger la EEPROM y/o el registro CONFIG. Estos bits pueden ser limpiados otra vez solamente en el modo prueba o bootstrap.

Sistema Principal de Timer

El sistema de timer está basado en un contador de carrera libre (free-counter) de 16 bits con un preescalador programable de 4 estados. Una función de sobreflujo de timer permite extender por software la capacidad de conteo del sistema más allá del rango de 16 bits del contado. Tres funciones independientes de entrada de captura son usadas para almacenar automáticamente el tiempo en que una transición seleccionada se detecta en el pin respectivo de entrada de captura. Cinco funciones de salida de comparación son incluidas para generar señales de salida o para retardos de software.

El sistema de timer involucra más registros y bits de control que ningún otro sistema en el MCU. Cada una de las tres funciones de captura de entrada tiene su propio latch de captura de tiempo (registro de captura de entrada) y cada una de las cinco funciones de salida de comparación tiene su propio registro de comparación. Todas las funciones del Timer, incluyendo el sobreflujo del timer tienen sus propios controles de interrupción y vectores de interrupción separados. Bits adicionales de control permiten el control por software del flanco que dispara cada entrada de captura y la acción automática que resulta de una función de salida de comparación.

Contador de Carrera Libre (Free-Counter)

El elemento central del sistema principal de Timer es un contador de carrera libre de 16 bits. Este contador inicia a contar desde \$0000 cuando el MCU regresa del reset y cuenta en forma ascendente. Cuando el máximo conteo es alcanzado (\$FFFF) el contador regresa a \$0000, enciende una bandera de sobreflujo, y continúa su cuenta ascendente. Mientras el MCU este corriendo en modo normal de operación, no se puede resetear, cambiar o interrumpir su conteo. Este contador puede ser leído en cualquier tiempo. Todas las actividades del sistema de Timer son referenciadas a este único contador de libre-carrera.

Sobreflujo

En casos donde períodos más grandes que el rango del conteo del timer tienen que ser medidos, debe usarse el sobreflujo del timer.

La bandera de status de sobreflujo del timer (TOF) es encendida cada vez que el contador de timer pasa de \$FFFF a \$0000. Este bit puede generar opcionalmente un requerimiento automático de interrupción cada vez que esta bandera es habilitada, poniendo un 1 en el bit de habilitación de interrupción de sobreflujo (TOI). Por software se reconoce que fue vista la condición de sobreflujo y se debe limpiar el indicador de status (TOF). El contador de carrera libre continúa contando aún si el indicador de status (TOF) no es limpiado.

Entrada de Captura

La función de entrada de captura es un elemento fundamental del MCU. Para el MCU, el tiempo físico es representado por el contador de carrera libre de 16 bits. La función de entrada de captura es realizada almacenando el contenido del contador de carrera libre cuando un flanco se detecta en el pin de entrada relacionado. El tiempo en el cual un evento externo ocurrió es almacenado en el registro de 16 bits de entrada de captura, por lo tanto, a través de esto puede tomarse una acción determinada y por software puede saberse exactamente cuando ocurrió el evento.

Cada función de entrada de captura incluye un latch de 16 bits, una entrada lógica de detección de flanco, y una lógica de generación de interrupción. El latch de 16 bits captura el valor actual del contador de carrera libre cuando el flanco seleccionado se detecta en el pin correspondiente de entrada de captura. La detección de flanco incluye bits de control para que el usuario pueda seleccionar por software la polaridad del flanco que será reconocido. Cada una de las tres funciones de entrada de captura pueden ser independientemente configuradas para detectar solamente flancos de bajada, solo flancos de subida o cualquier flanco (subida o bajada).

La generación de interrupción lógica incluye una bandera de status, la cual indica que un flanco ha sido detectado y un bit de habilitación local de interrupción, el cual determina si la correspondiente función de entrada de captura generará una solicitud de interrupción de hardware. Si la solicitud de interrupción es inhibida la entrada de captura esta operando en modo poleo donde por software la bandera de status debe ser leída para reconocer que un flanco fue detectado.

El elemento central de cada función de entrada de captura es el latch de entrada de captura, el cual puede ser leído por software como un par de registros de 8 bits. Estos registros (TICX) no son afectados por reset y no pueden ser escritos por software. Cuando un flanco ha sido detectado y sincronizado, el contenido de 16 bits del contador de libre carrera es transferido dentro del par de registros del entrada de captura como una simple transferencia paralela de 16 bits.

Al almacenar los tiempo para flancos sucesivos de una señal de entrada, se puede determinar por software el período y el ancho de pulso de una señal. Para medir un período, dos flancos sucesivos de la misma polaridad son capturados. Para medir un ancho de pulso, dos flancos de polaridad alternada son capturados. Cuando el período o el ancho de pulsos son menores que un conteo completo de 16 bits, la medida es muy directa. En la práctica, por software usualmente se toman los sobreflujos del contador de 16 bits para extender su rango.

Salida de Comparación

La función de salida de comparación es también un elemento fundamental de la arquitectura del timer. Las funciones de salida de comparación son usadas para programar una acción a ocurrir en un tiempo específico (cuando este contador de 16 bits alcanza un valor específico). Para cada una de las funcione de salida de comparación, hay un registro de comparación de 16 bits separado y un comparador de

16 bits. El valor en el registro comparador es comparado con el valor del contador de carrera libre en cada ciclo de bus. Cuando el registro comparador iguala el valor del contador, se genera una salida, la cual enciende una bandera de status de salida de comparación e inicia la acción automática para esa función de salida de comparación. Acciones automáticas opcionales inicializadas para una salida de comparación incluyen generación de un requerimiento de interrupción de hardware y un cambio de estado en el pin del timer relacionado.

Hay cinco funciones de salida de comparación en el MCU. Cada comparación de salida tiene un registro de comparación de 16 bits y un comparador especial de 16 bits. El comparador verifica el valor del contador de carrera-libre contra el registro de comparación durante cada tiempo de conteo. Cuando son iguales, la bandera de estatus (OCX1) es encendida, una interrupción es opcionalmente generada y los pines de salida del timer son automáticamente cambiados de acuerdo a bits de control accesibles por software.

Ya que cada una de las cinco interrupciones están separadamente enmascaradas con un bit de habilitación de interrupción local y cada una tiene su propio vector de interrupción, no hay necesidad de ejecutar ningún poleo por software para determinar la causa de la interrupción.

Para OC2-OC5 un par de bits de control en el registro de control del timer (TCTL1) controlan la operación automática que ocurrirá en la salida de Timer respectiva cuando una salida de comparación ocurre. El par de bits de control (OMX;OLX) son codificados para permitir las cuatro siguientes posibilidades: 1) la salida de comparación del timer no causa cambio en el pin, 2) el pin es un interruptor en cada comparación exitosa, 3) fuerza el pin a ser cero en una comparación exitosa, 4) fuerza el pin a ser uno en una comparación exitosa. Cada una de las salidas de comparación están asociadas con un pin separado del puerto A, y la acción automática del pin de cada comparación de salida son controlados independientemente.

Un uso de la función de salida de comparación es para generar un retardo específico. Por ejemplo, para producir un retardo se debe leer el valor actual del contador de carrera libre y sumar el número correspondiente al retardo. Escribir esta suma en el registro de salida de comparación y polear por software la bandera de status de comparación para saber cuando el contador llega al valor del retardo deseado.

Los pines de las cinco funciones de salida de comparación pueden ser usados como pines de salida de propósito general no teniendo nada que ver con el timer o como salidas de timer directamente controladas por el sistema de timer. Cuando uno de estos pines es configurado para uso del timer, este no puede ser escrito directamente por software como una línea de salida de propósito general del puerto A.

Acumulador de Pulsos

El acumulador de pulsos está basado en un contador de 8 bits y puede ser configurado para operar como un simple contador de eventos o para acumulación de tiempo de compuerta. Diferente del timer principal, el contador del acumulador de pulsos puede ser leído o escrito en cualquier tiempo (el contador de 16 bits en el sistema de timer principal no puede ser escrito). Bits de control permiten al usuario configurar y controlar el subsistema de acumulador de pulsos. Dos interrupciones enmascaradas están asociadas con el sistema, cada una teniendo sus propios controles y vector de interrupción.

El pin 7 del puerto A asociado con el acumulador de pulsos puede ser configurado para actuar como un reloj (modo conteo de eventos) o como una señal de entrada a una compuerta AND para habilitar un contador libre E dividido por 64 ciclos de reloj para el contador de 8 bits (modo de acumulación de tiempo de compuerta).

El bit de control de modo del acumulador de pulsos (PAEN) habilita o deshabilita el contador de 8 bits. El bit de modo de operación (PAMOD) del acumulador selecciona la fuente de reloj para este contador. En el modo de conteo de eventos, el reloj es la salida del detector de flancos del pin PAI, es decir, el contador de 8 bits es puesto a contar para incrementar su valor en cada flanco activo del pin PAI. En el modo de acumulación de tiempo de compuerta, el reloj es un contador libre (el reloj E interno dividido entre 64) sujeto a que el PAI esté activo. Es decir, se realiza la función lógica AND entre éste reloj (E / 64) y el nivel activo en el pin PAI.

El usuario puede habilitar por software el sistema de acumulador de pulsos, seleccionando su modo, y determinar la polaridad de las señales reconocidas en el pin PAI. Dos interrupciones separadas están asociadas con el sistema de acumulador de pulsos; una es generada por detección de un flanco seleccionado en el pin PAI; la otra es generada cuando el contador cambia de \$FF a \$00 (sobreflujo). Cada una de estas fuentes de interrupción tiene su propio bit de habilitación local y su propio vector de interrupción, por lo tanto, no se requiere polear por software para determinar la causa de cualquier interrupción en el acumulador de pulsos.

Interrupciones

Excluyendo la interrupción tipo reset, hay 17 interrupciones de hardware y una de software que pueden ser generadas desde todas las fuentes posibles. Estas interrupciones pueden ser divididas en dos categorías, enmascaradas y no enmascaradas. Quince de las interrupciones pueden ser enmascaradas usando el bit I del registro de condición de Código. Todas las interrupciones dentro del chip (hardware) son individualmente enmascaradas por bits de control local. La interrupción de software (SWI) es no enmascarada. La entrada externa en el pin XIRQ es considerada una interrupción no enmascarada debido a que esta no puede ser enmascarada por software una vez que esta es habilitada.

Proceso de Interrupción

El CPU es un microcontrolador que ejecuta instrucciones secuencialmente. En muchas aplicaciones es necesario ejecutar una serie de instrucciones en respuesta a solicitudes de varios dispositivos periféricos. Estas ejecuciones están frecuentemente desincronizadas de la ejecución del programa principal. Las interrupciones suministran un camino para suspender temporalmente la ejecución normal del programa y el CPU pueda estar libre para servir estos requerimientos. Después que una interrupción ha sido servida, el programa principal continúa como si no hubiera sido interrumpido.

Estas instrucciones ejecutadas en respuesta a una interrupción son llamadas rutinas de interrupción y son muy parecidas a las subrutinas, excepto que estas son llamadas a través de mecanismos automáticos de interrupción de hardware más que por una instrucción de llamada a subrutina. Todos los registros del CPU son almacenados en el stack en lugar de solo almacenar el program counter como en el caso de una subrutina.

Una interrupción causa que el flujo normal del programa sea suspendido después de que la instrucción ejecutada en ese momento se termina. Después de almacenar todos los registros del CPU en el stack, la ejecución continúa con la primera instrucción contenida dentro de la rutina de interrupción. Una rutina de interrupción es concluida con una instrucción RTI, la cual causa que todos los registros del CPU sea recuperados del stack para que la ejecución del programa pueda continuar como si no hubiera existido ninguna interrupción.

Las interrupciones pueden ser habilitadas o deshabilitadas por el bit I del CCR y por bits de máscara de habilitación local de los registros de control de periféricos dentro del chip. Por default, la estructura de la interrupción inhibe interrupciones durante la entrada a la secuencia de interrupción encendiendo el bit I en el CCR. Como el CCR es recuperado del stack durante la instrucción RTI, los bits del CCR retornan con el bit I en cero, para que futuras interrupciones puedan ser servidas.

2.2 DISPLAY DE CRISTAL LIQUIDO AND 721

El dispositivo que se empleó para el despliegue de los datos del registrador digital de llamadas es el AND 721, que es una display de cristal líquido de 20 caracteres por cuatro columnas. El display AND 721 y sus conexiones se muestran en la figura 2.2. La tabla 2.3 muestra las funciones de cada pin.

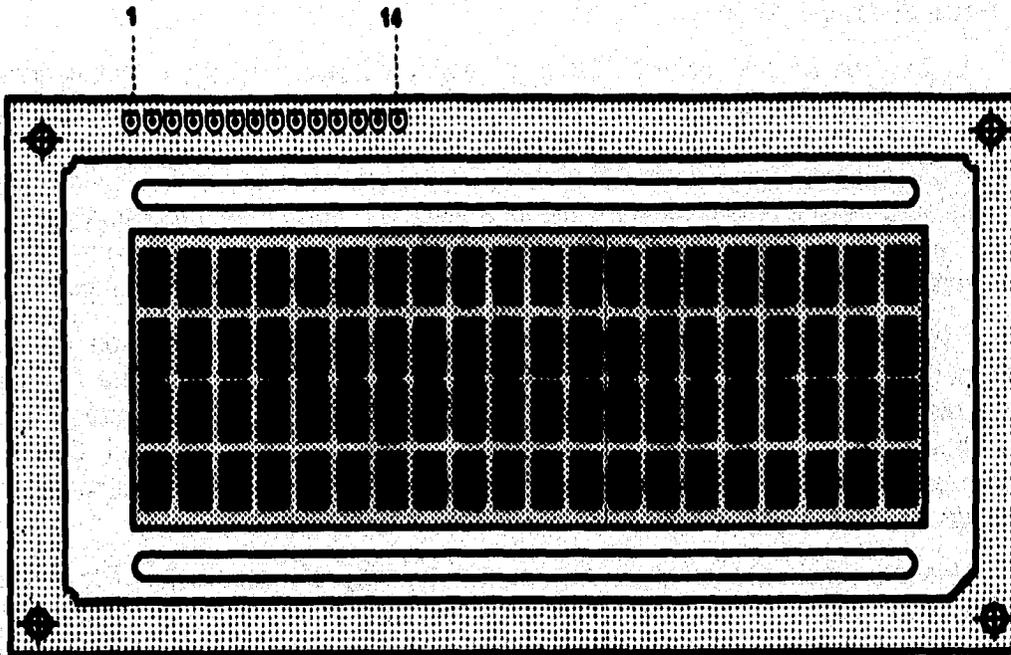


Figura 2.2

| Pin | Señal | Función |
|-----|-------|---|
| 1 | Gnd | 0 V |
| 2 | Vdd | 5 V |
| 3 | Vo | Nivel de contraste para el |
| 4 | RS | 1= Entrada de datos 0= Entrada de comandos |
| 5 | R/W | 1= Lectura de datos 0= Escritura de datos |
| 6 | E | Señal del habilitador |
| 7 | DB0 | Bus de datos |
| 8 | DB1 | Bus de datos |
| 9 | DB2 | Bus de datos |
| 10 | DB3 | Bus de datos |
| 11 | DB4 | Bus de datos |
| 12 | DB5 | Bus de datos |
| 13 | DB6 | Bus de datos |
| 14 | DB7 | Bus de datos |

Tabla 2.3

El diagrama de bloques para el display AND 721 es como el que se muestra en la figura 2.3:

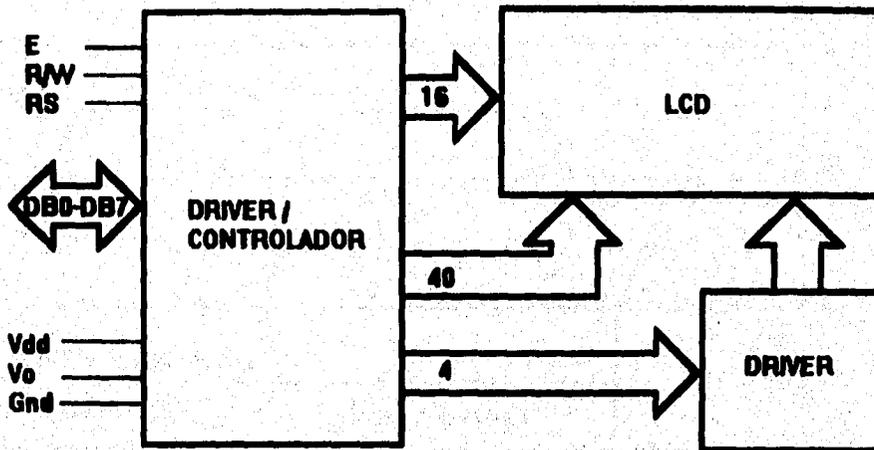


Figura 2.3

El display de cristal líquido AND 721, opera bajo el control de un microprocesador de 4 u 8 bits para desplegar símbolos numéricos, alfanuméricos y otros especiales que pueden ser generados por el propio usuario. Este display recibe los códigos de carácter (8 bits cada uno) de un microprocesador o de una microcomputadora, almacena los datos en su memoria RAM de despliegue de datos (DDRAM : Display data RAM) que transforma cada carácter en un patrón de puntos preestablecido por ella en forma de matriz de 5x7 puntos para después mostrarse en el display en forma del carácter seleccionado. Los caracteres que contiene el display AND 721, son 160 y están almacenados en la ROM generadora de caracteres matriciales (CGROM).

Además, el display AND 721 cuenta con una memoria RAM interna de 64 bytes, a través de la cual el usuario puede definir hasta 7 caracteres adicionales de 5x7 puntos, si estos se requieren para alguna aplicación específica.

Para desplegar un carácter, el código ASCII del dato a mostrar se envía a través del bus de datos del microprocesador al display AND 721, en donde se almacena en un registro de instrucciones.

El diagrama de tiempo para las señales que controlan el display de cristal líquido se muestra en la figura 2.4. El display AND 721 también puede incrementar o decrementar la dirección en la que se desplegará el carácter en forma automática después de que éste se ha desplegado, de tal forma que solo es necesario teclear los códigos de los caracteres sucesivos, con un retardo adecuado, para que aparezca una cadena continua de caracteres.

La instrucción de corrimiento del cursor, permite la entrada de caracteres tanto de izquierda a derecha como de derecha a izquierda. Debido a que la RAM de los datos del display (DDRAM) y el generador RAM de caracteres (CGRAM) pueden accederse mediante un microprocesador, las secciones no empleadas de esta RAM, pueden servir como RAM de propósito general para áreas de datos.

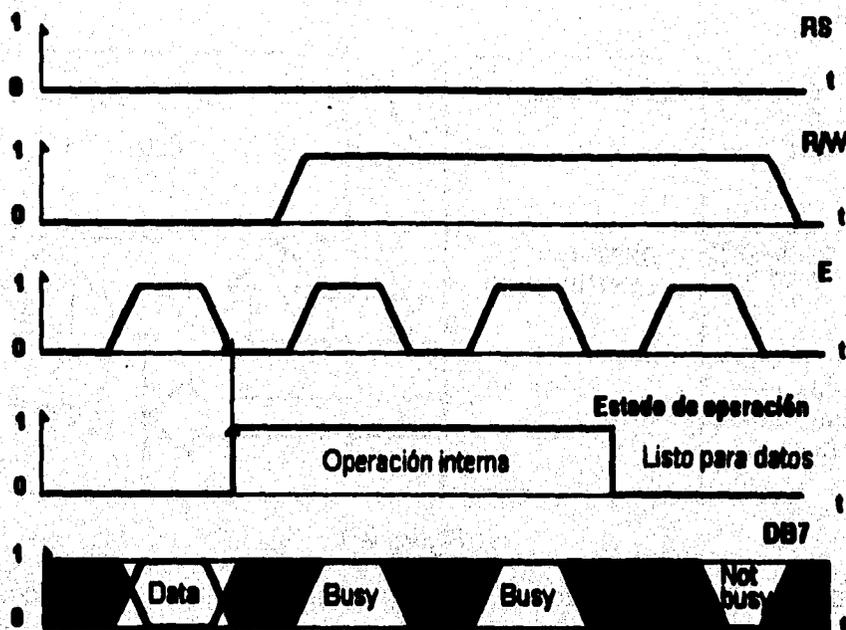


Figura 2.4

La AND 721 puede acoplarse tanto con transferencias duales de 4 bits o bien con interfaces de 8 bits y su característica de bajo consumo de potencia se aprecia aún mejor al acoplarla a circuitos CMOS.

Especificaciones

Las características más importantes de la AND 721 son las siguientes:

1. Interfaces con microprocesadores de 4 u 8 bits.
2. Contiene 160 patrones de caracteres formados por una matriz de 5x7 puntos.
3. Tanto la RAM de display de datos como la RAM generadora de caracteres, pueden accederse mediante un microprocesador.
4. El circuito de reset integrado se dispara al encender.
5. Oscilador integrado.
6. Instrucciones diversas para encender el display, borrarlo, parpadeo de caracter, corrimiento del cursor, corrimiento del contenido del display.
7. RAM generador de caracteres: 8 diferentes patrones de 5x7 puntos programados por el usuario.

Códigos de Caracter

La RAM generadora de caracteres construida dentro del display AND 721, genera los patrones para mostrarlos en una matriz de 5x7 puntos para cada uno de los 160 códigos diferentes de 8 bits cada uno. La RAM generadora de caracteres puede almacenar 8 caracteres arbitrarios también de 5x7 puntos programados por el usuario.

Operación del Display de Cristal Líquido

Cuando el display se controla externamente por un microprocesador, los únicos registro que pueden accederse directamente, son el registro de instrucciones (Instruction Register) y el registro de datos (Data Register).

El control de la información se maneja por medio de búfferes para permitir a la unidad hacer una interfase con diferentes tipos de microprocesadores y con diferentes dispositivos periféricos que trabajan a diferentes velocidades. La operación interna de la AND 491 se determina por las señales enviadas externamente desde el microprocesador. La tabla de instrucciones 2.4 incluye la señal de selección de registro (RS), señal de lectura/escritura (R/W) y las señales del bus de entrada (DB0-DB7). Asimismo se muestran los tiempos de ejecución aproximados.

Nomeclatura de la tabla:

X = No importa

1/D = 1 : incremento; 1/D=0 Decremento

S = 1 : Activación del corrimiento del display

S/C = 1: Corrimiento del display; S/C= 0: Movimiento del cursor

R/L = 1 : Corrimiento a la derecha; R/L=0 : Corrimiento a la izquierda.

DL = 1 : 8 bits; DL=0 : 4 bits.

N = 1 : Línea Dual; N=0 : Línea sencilla.

BF = 1 : Operación interna; BF=0 : Listo para instrucción

DDRAM = Display Data RAM

CGRAM = Character Generator RAM

Acg = Character Generator RAM address

Add = Display Data RAM address

AC = Address Counter

| INSTRUCCIÓN | CÓDIGO | | | | | | | | | | FUNCIÓN | T ms |
|----------------------------|--------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---|---------|
| | R S | R/ W | D B 7 | D B 6 | D B 5 | D B 4 | D B 3 | D B 2 | D B 1 | D B 0 | | |
| Limpiar display | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | Limpiar las áreas de entrada del display de un corrimiento y cargar el contador de direcciones con la dirección de la DDRAM | 1.64 |
| Cursor al origen | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | X | Restablecer el display después de un corrimiento y cargar el contador de direcciones con 00h | 1.64 |
| Establecer modo de entrada | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | / | S D | Especificar la dirección de avance del cursor y la forma de corrimiento del display | 0.04 |
| Display on/off | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | D | C | B | Especificación y activación del display (D), cursor (C) y parpadeo del carácter donde se encuentre el cursor (B). | 0.04 |
| Corrimiento Display/cursor | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | S/ C | R/ L | X | X | Corrimiento del display o movimiento del cursor | 0.04 |

Tabla 2.4

| INSTRUCCIÓN | CÓDIGO | | | | | | | | | | FUNCIÓN | T |
|---------------------------------|--------|---|---------------------|-----|-----|----|---|---|--------------------------------|--|--|------|
| Establecimiento de funciones | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | DL | N | 0 | X | X | Establece el ancho de los datos de la interfaces (DL) y el número de líneas del display (N). | 0.04 |
| Establecer direcciones CGRAM | 0 | 0 | 0 | 1 | Acg | | | | | | Carga el contador de direcciones | 0.04 |
| Establecer direcciones DDRAM | 0 | 0 | 1 | Add | | | | | | Carga contador de direcciones con una dirección DDRAM. Los datos subsecuentes son datos DDRAM. | 0.04 | |
| Bandera de ocupado (Busy Flag) | 0 | 1 | B/F | AC | | | | | | Lee la bandera de ocupado y el contenido del contador de direcciones | 0.04 | |
| Escritura de datos CGRAM /DDRAM | 1 | 0 | Escritura de datos. | | | | | | Escribe datos al CGRAM o DDRAM | 0.04 | | |
| Lectura de datos | 1 | 1 | Leer datos. | | | | | | Lee datos de CGRAM o DDRAM | 0.04 | | |

Tabla 2.4. Continuación

Para la interface se tienen las señales de la tabla 2.5:

| Señal | Entrada Salida | Conexión externa | Explicación |
|---------|--------------------|---------------------|---|
| R/S | Entrada | Microprocesador | Selección de la señal de registro 0=Registro de instrucciones (al leer) Bandera de activación y contador de direcciones (al escribir). 1=Registro de datos (al leer y escribir). |
| R/W | Entrada | Microprocesador | Selección de la señal de lectura/escritura. 0 : Escritura 1 : Lectura |
| E | Entrada | Microprocesador | Señal de habilitación de la señal de lectura/escritura de datos. |
| DB4-DB7 | Entrada/ Salida | Microprocesador | Líneas más significativas del bus de datos con interfaces bidireccionales tri-state. La línea DB7 también puede emplearse para revisar la bandera de activación. |
| DB0-DB3 | Entrada/ Salida | Microprocesador | Líneas menos significativas del bus de datos con interfaces tri-state bidireccionales. No se emplean al hacer una interfaces con microprocesadores de 4 bits |
| Vdd | | Alimentación | Vdd: +5, Vds= Gnd |
| Vo | | Alimentación | Voltaje para el ajuste del contraste. |

Tabla 2.5.

Un ejemplo de conexión para el display es el que se muestra en la figura 2.5, mostrándose las conexiones para el ajuste de contraste señaladas anteriormente.

Se recomienda para el mejor funcionamiento del display un VR (Voltaje de referencia) de 10K a 20 K. El voltaje Vo al que se hace referencia, se requiere para el control de temperatura además del control de contraste. En la tabla 2.6 se muestra el nivel que debe tener:

| Temperatura | Vo (V) |
|-------------|--------|
| 0 | 0.0 |
| +25 | 0.5 |
| +50 | 1.0 |

Tabla 2.6

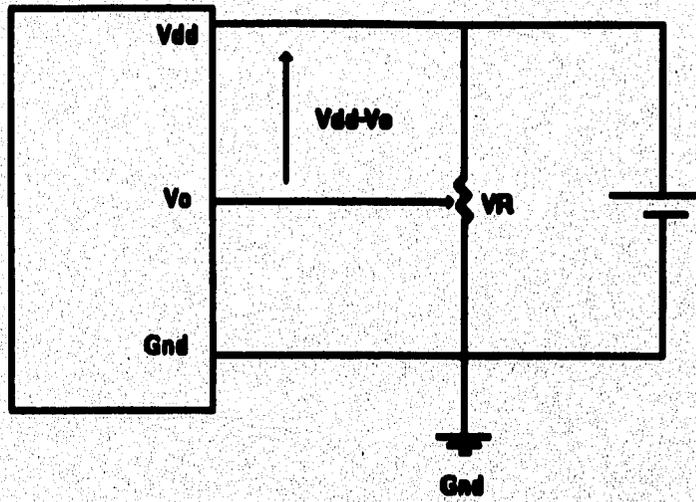


Figura 2.5

3

DISEÑO ELECTRÓNICO DEL REGISTRADOR DIGITAL DE LLAMADAS TELEFÓNICAS

3.1 INTRODUCCIÓN

El diagrama de bloques de la figura 3.1 muestra la estructura general del Registrador Digital de Llamadas Telefónicas.

Los bloques que detectan la señalización en la línea se conectan al microcontrolador, el cual monitorea estas señales y permite el acceso, salida y registro de llamadas, así como el despliegue de la información solicitada por el usuario (por ejemplo: duración, fecha, hora de cada llamada).

La salida de llamadas y el acceso a la información es permitida sólo mediante una clave de acceso, la cual se introduce a través del teclado del teléfono.

La hora y la fecha son desplegadas mientras el teléfono está colgado. La explicación de cada bloque se presenta a continuación.

Detector de Colgado y de Pulsos de Marcaje

Entre las terminales de la línea TIP y RING existe un voltaje de 48 Vdc cuando el teléfono está colgado (línea abierta), al descolgar el teléfono el voltaje es menor a 10 Vdc, este valor depende del número de dispositivos conectados a la misma línea en paralelo que estén consumiendo corriente, así como del lugar donde se encuentre la línea telefónica, de tal forma que previniendo estas situaciones los teléfonos se diseñan para operar aún abajo de 3 Vdc.

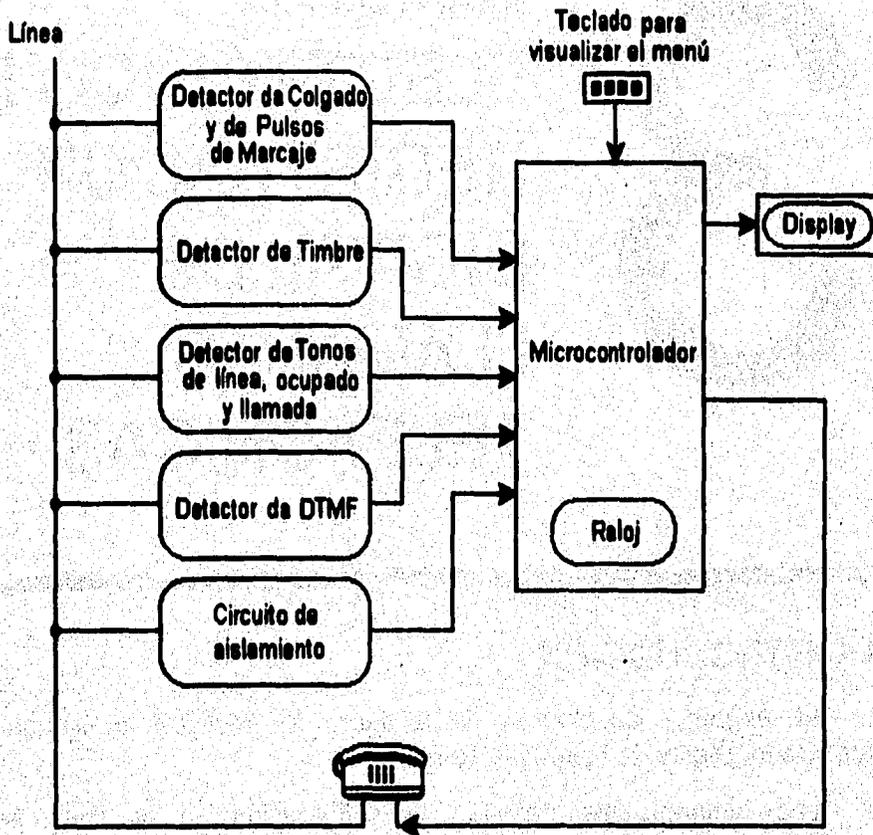


Figura 3.1

El circuito de la figura 3.2 presenta la primera etapa para la detección de colgado o descolgado (circuito abierto o cerrado), la utilización de un puente de diodos de onda completa elimina el problema de la polaridad de la línea, el optocoplador permite el aislamiento eléctrico del circuito a sensar.

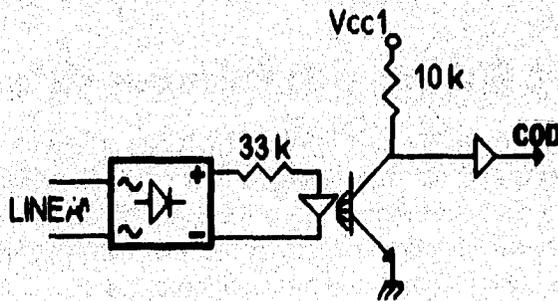


Figura 3.2

La tabla de verdad para este circuito es como sigue:

| Entrada | Salida COD |
|---------------------------|-------------|
| 48 Voltaje DC de la línea | 0 ... 0 Vdc |
| < 10 | 1 ... 5 Vdc |

Tabla 3.1

Las señales de AC en la línea tales como tonos de línea, llamado, ocupado, DTMF, voz y ruido no afectan los valores de salida, debido a que sus amplitudes están en milivolts, lo cual no influye en la conducción o no conducción del led infra rojo.

Sin embargo, las señales de marcaje por pulsos mostrada en la figura 3.3 y la señal de timbre cuya forma de onda y amplitud se muestra en las figuras 3.4 y 3.5, ocasionan la conducción del led y por lo tanto la alteración de la salida COD, como se muestra en las figuras 3.6 y 3.7.

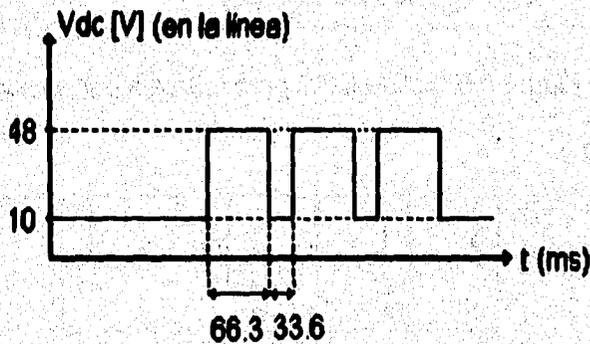


Figura 3.3. Señal de marcaje por pulsos

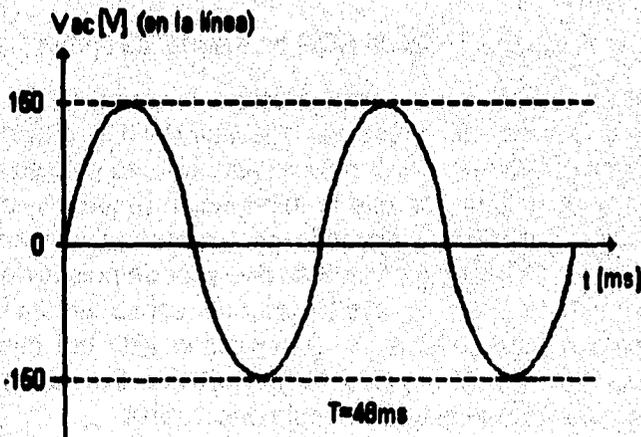


Figura 3.4. Señal de timbre

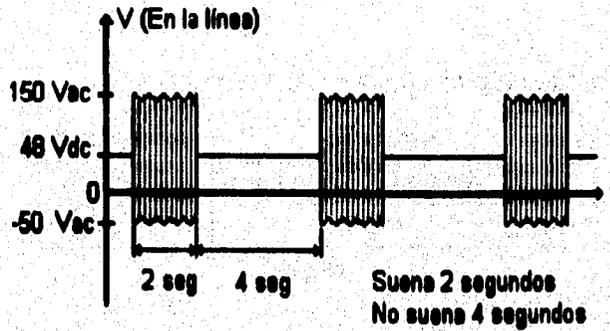


Figura 3.5. Señal de timbre

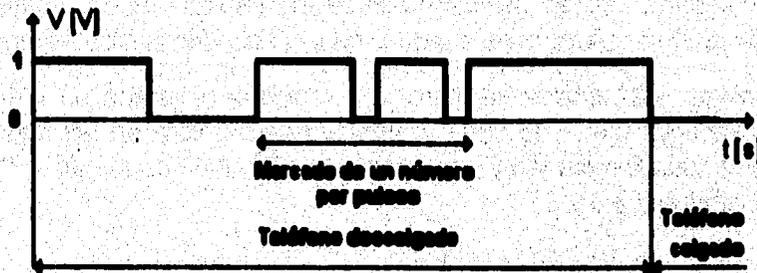


Figura 3.6. Salida COD para marcaje por pulsos

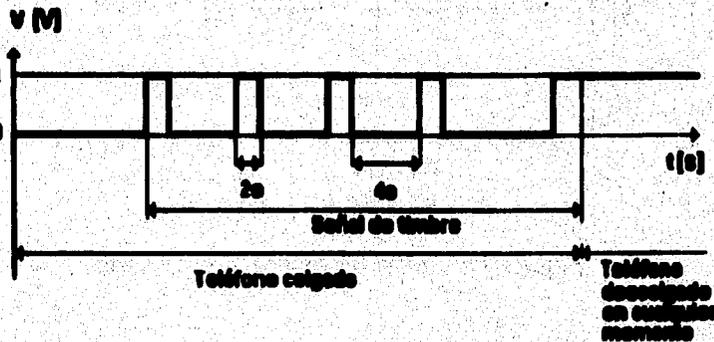


Figura 3.7. Salida COD para señal de timbre

El marcaje de un número por pulsos afecta a la salida COD cuando el teléfono está descolgado, y la señal de timbre varía la salida COD cuando el teléfono está colgado. De tal forma que la señal de salida de este circuito solo es sensada en ciertas partes del programa obteniendo de ella la información requerida, esto es, cuando se necesita la detección del número marcado por pulsos es conveniente la variación originada por estos en COD, dirigiéndola al acumulador de pulsos del microcontrolador. Y cuando la comunicación se ha establecido se sensa entonces el colgado del teléfono, introduciendo esta señal en la interrupción IRQ del microcontrolador, por medio de un relevador, como se muestra en la figura 3.6. En ambos casos la señal de timbre no está presente porque el teléfono está descolgado.

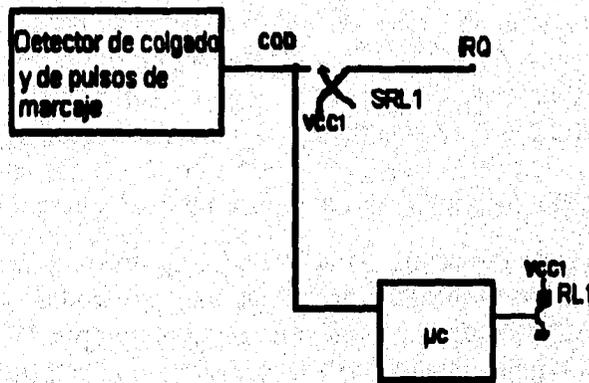


Figura 3.8

Detector de Timbre

El circuito detector de timbre diseñado con base en el generador de timbre MC34012 es ilustrado en la figura 3.9, proporcionando un nivel de voltaje de salida alto (5 volts) indicando la presencia de una señal de timbre. El optoacoplador proporciona aislamiento del circuito a ser controlado, previniendo así la retroalimentación por tierra y proporcionando seguridad ante sobrepicos que se pudieran presentar en la línea. Los resistores de $1k \Omega$ y $100k \Omega$ y el capacitor de $0.1 \mu f$, filtran la onda cuadrada de salida del circuito integrado para proporcionar un voltaje de salida estable en V_{out} mientras esta presente la señal de timbre en la línea.

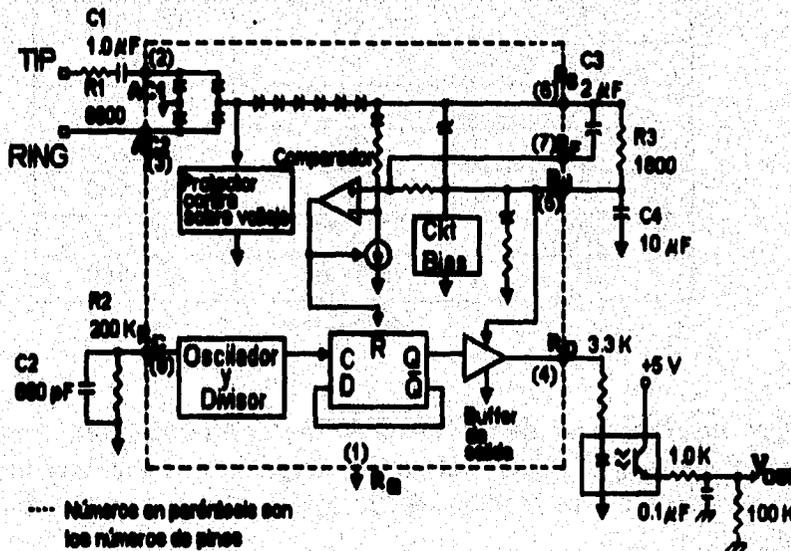


Figura 3.9

El generador de tono de timbre MC34012 se alimenta por medio de la rectificación de la señal de timbre en AC, activándose un generador de tonos y un buffer de salida. La generación de tonos incluye un oscilador y un divisor de frecuencia, la frecuencia f_0 del oscilador es fijada por R_2 y el capacitor C_2 conectado al pin R_C , el oscilador puede operar con f_0 en el rango de 1 a 10 k Hz con la elección de los componentes externos. La frecuencia de salida del generador de tonos en el pin R_0 varía entre $f_0/4$ a $f_0/5$.

Una señal de timbre indicada en la tabla 3.2 se aplica a las terminales de TIP y RING y la corriente es rectificada por el puente de diodos (rectificador de onda completa). La cadena de 6 diodos siguiendo al puente proporciona la alta impedancia requerida en bajos voltajes (cuando no suena). Cuando el voltaje a través de AC_1 - AC_2 excede de aproximadamente 5.6 volts (caída en 8 diodos) la corriente fluirá (varios microamperes), primeramente a través de R_3 , introduciéndose en la terminal R_1 . La detección de la señal de entrada activará la salida del generador de timbre cuando el voltaje de AC de la línea exceda el nivel de umbral programado. El resistor R_3 determina la amplitud de la señal en el cual una señal de salida será generada en R_0 , el voltaje en el resistor R_3 es filtrado por el capacitor C_3 de tal forma que el comparador no se encenderá o apagará cada ciclo de la señal de timbre aplicada. Así el comparador responde al promedio del voltaje a través de R_3 . C_3 también filtra los voltajes de salida transitorios y el ruido para prevenir falsos timbres. Cuando el voltaje en el capacitor C_3 excede 1.7 volts el comparador habilita la salida del timbre.

| Características del la señal de timbre | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| Tipo de timbre | Frecuencia (Hz) | Voltaje (V_{rms}) |
| A | 17 | 40 - 130 |
| A,B | 17 | 55 |
| A | 20 | 40 - 130 |
| A | 20 | 40 |
| A | 23 | 40 - 130 |
| A | 27 - 33 | 40 - 130 |
| B | 15.3 - 68 | 40 - 150 |

Tabla 3.2

El tipo de Timbre A se refiere a la frecuencia utilizada para los timbres electromecánicos, el tipo B cubre un amplio rango de frecuencias y fue desarrollado con el advenimiento de los timbres electrónicos los cuales no tienen un frecuencia específica.

La tabla 3.3 muestra la descripción de pines del circuito, la tabla 3.4 los componentes externos, la tabla 3.5 las características de trabajo.

| DESCRIPCIÓN DE PINES | |
|-----------------------------------|--|
| Nombre | Descripción |
| AC ₁ , AC ₂ | Terminales de entrada para el puente de diodos de onda completa. La señal de timbre desde la línea telefónica energiza el generador de timbre a través de este puente. |
| R _S | Salida positiva del puente de diodos a la cual se conecta un resistor sensor de corriente. |
| R _I | Terminal positiva de alimentación al oscilador, divisor de frecuencia y buffer de salida. |
| R _F | Terminal para el capacitor de filtraje usado para detección de la señal de timbre. |
| R _O | Terminal de salida del generador de timbre. |
| R _G | Salida negativa del puente de diodos. |
| R _C | Terminal del oscilador para el resistor y capacitor externos los cuales controlan la frecuencia del tono de timbre. |

Tabla 3.3

| COMPONENTES EXTERNOS | |
|-----------------------------|--|
| R ₁ | Resistor de línea de entrada. R ₁ controla la impedancia de entrada del generador de tonos. También influye en el voltaje de umbral del timbre y limita la corriente cuando se presentan transitorios en la línea (Rango: 2.0 - 10 k Ω). |
| C ₁ | Capacitor de línea de entrada. C ₁ acopla el generador de timbre a la línea y controla la impedancia de entrada a bajas frecuencias. (Rango: 0.4 - 2.0 μ faradios). |
| R ₂ | Resistor del oscilador. (Rango: 150 - 300 k Ω) |
| C ₂ | Capacitor del oscilador. (Rango: 400 - 2000 p faradios). |
| R ₃ | Resistor sensor de corriente de entrada. R ₃ controla el voltaje de umbral del timbre. Incrementando R ₃ decrece el voltaje de inicio de timbre. (Rango: 0.8 - 2.0 k Ω) |
| C ₃ | Capacitor de filtraje del umbral del timbre. C ₃ filtra el voltaje de entrada a través de R ₃ en la entrada del comparador. También proporciona rechazo a los transitorios provocados por el marcaje por pulsos. (Rango: 0.5 - 5.0 μ faradios). |
| C ₄ | Capacitor de fuente de timbre. C ₄ filtra el voltaje proporcionado para el generador de timbre. (Rango: 1.0 - 10 μ faradios). |

Tabla 3.4

| CARACTERÍSTICAS DE TRABAJO | | |
|--|--------------|-----------|
| Características | Valor típico | Unidades |
| Salida de Voltaje ($V_i \geq 60 V_{rms}$, 20 Hz) | 20 | V_{pp} |
| Ciclo de trabajo | 50 | % |
| Voltaje de entrada para inicio de timbre, 20 Hz. | 36 | V_{rms} |
| Voltaje de entrada para terminación de timbre, 20 Hz. | 28 | V_{rms} |
| Voltaje de ac de entrada máximo ≤ 68 Hz | 150 | V_{rms} |
| Impedancia cuando suena : | | |
| $V_i = 40 V_{rms}$, 15 Hz | 20 | $k\Omega$ |
| $V_i = 130 V_{rms}$, 23 Hz. | 10 | Ω |
| Impedancia cuando no suena : | | |
| $V_i = 10 V_{rms}$, 24 Hz | 28 | $k\Omega$ |
| $V_i = 2.5 V_{rms}$, 24 Hz | > 1.0 | $M\Omega$ |
| $V_i = 10 V_{rms}$, 5.0 Hz | 55 | $k\Omega$ |
| $V_i = 3.0 V_{rms}$, 200 - 3200 Hz | > 1.0 | $M\Omega$ |
| Voltaje de entrada transitorio máximo $T \leq 2.0$ ms | 1500 | V |

Tabla 3.5

Detector de Tonos de Línea, Ocupado y Llamada

La figura 3.10 muestra el circuito para el monitoreo de las señales de línea, llamado y ocupado.

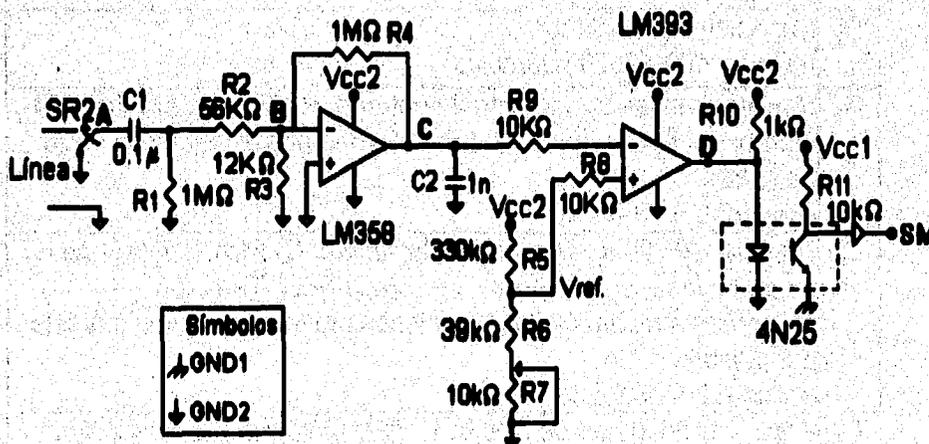


Figura 3.10

Su funcionamiento es como sigue:

En el punto A el circuito de monitoreo recibe las señales de la línea telefónica permanentemente. El capacitor C1 elimina el nivel de DC de las señales de la línea, teniendo así en el punto B únicamente las señales de AC.

El amplificador LM358 le proporciona una ganancia de 17.8 a las señales, de tal forma que algunas de ellas saturan el amplificador, siendo ésta ganancia requerida para señales con un nivel muy bajo. La salida del amplificador en el punto C aparece recortada debido a que se polariza con una sola fuente.

El comparador LM393 permite obtener una señal cuadrada en el punto D además de que previene la presencia de ruido amplificado proveniente de la línea.

El optoacoplador permite que el circuito de monitoreo quede aislado del microcontrolador, la salida del optoacoplador es conectada a un buffer obteniendo la señal M cuyo valor lógico es el inverso de D como se muestra en la siguiente Tabla 3.6:

| Salida del comparador - D - | Salida del buffer -SM - |
|--|-------------------------|
| 1.2 V. Teléfono colgado ó señal en < Vref | 0 |
| 0.3 V. Teléfono descolgado y señal en C > Vref | 1 |

Tabla 3.6

Las figuras 3.11 muestran las gráficas, en cada uno de los puntos anteriormente descritos, para la señal de línea.

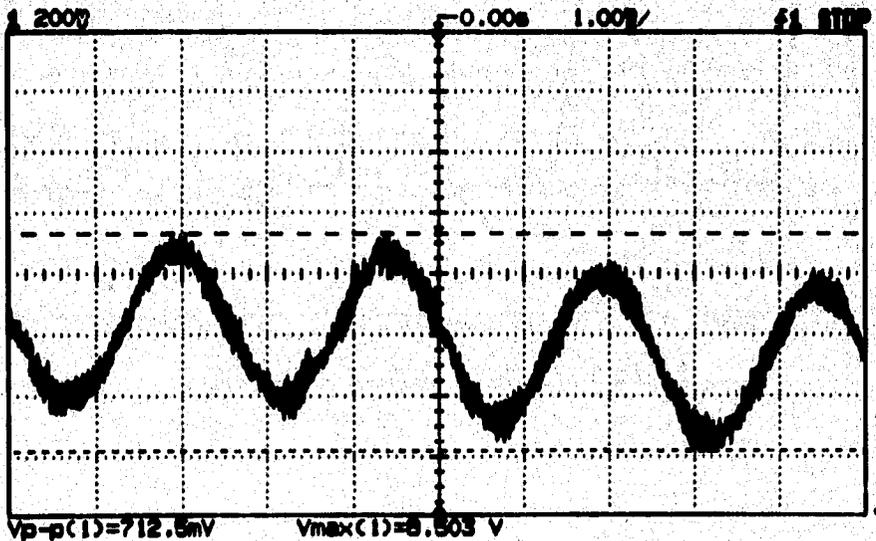


Figura 3.11a. Señal de línea en el punto A.

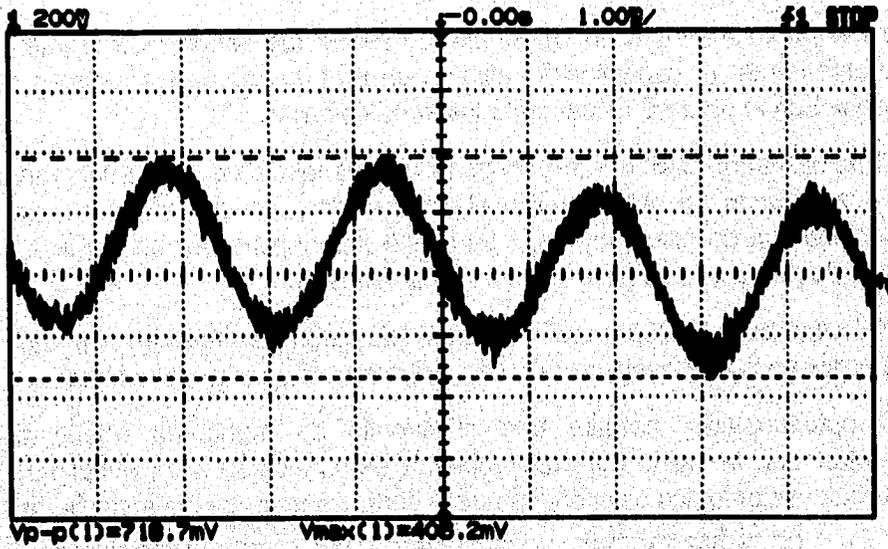


Figura 3.11b. Señal de línea en el punto B.

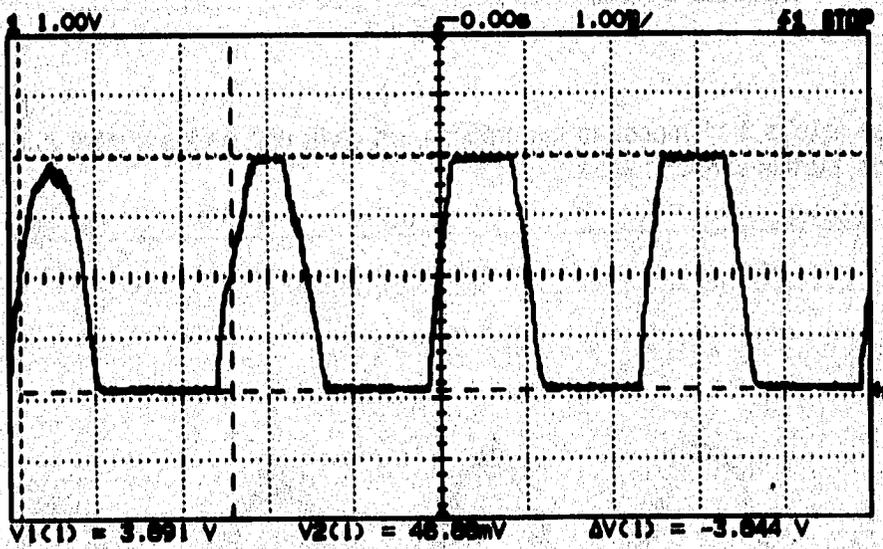


Figura 3.11c. Señal de línea en el punto C.

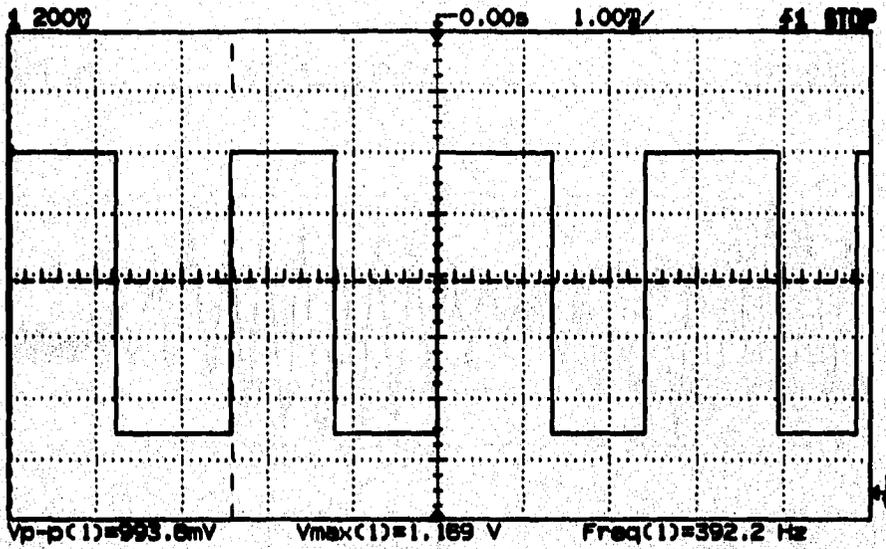


Figura 3.11d. Señal de línea en el punto D.

Las figuras 3.12 muestran las gráficas, en cada uno de los puntos anteriormente descritos, para la señal de ocupado.

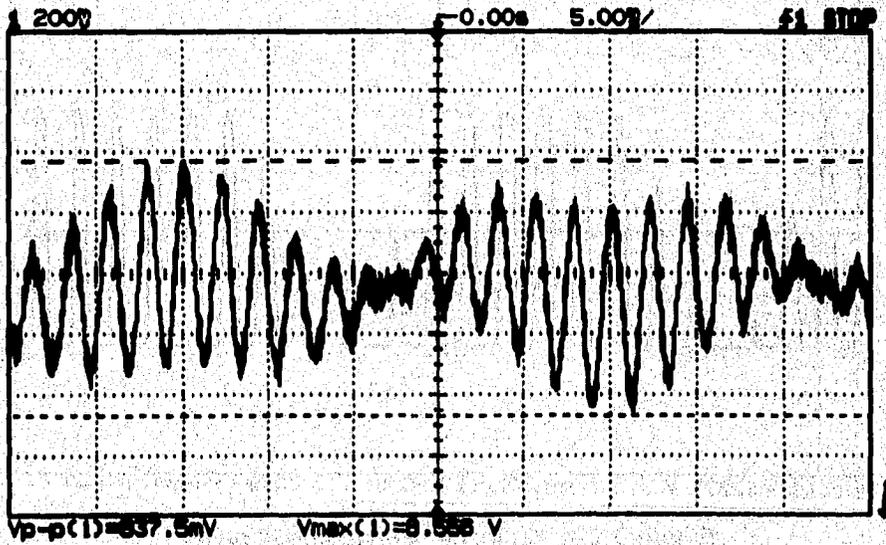


Figura 3.12a. Señal de ocupado en el punto A.

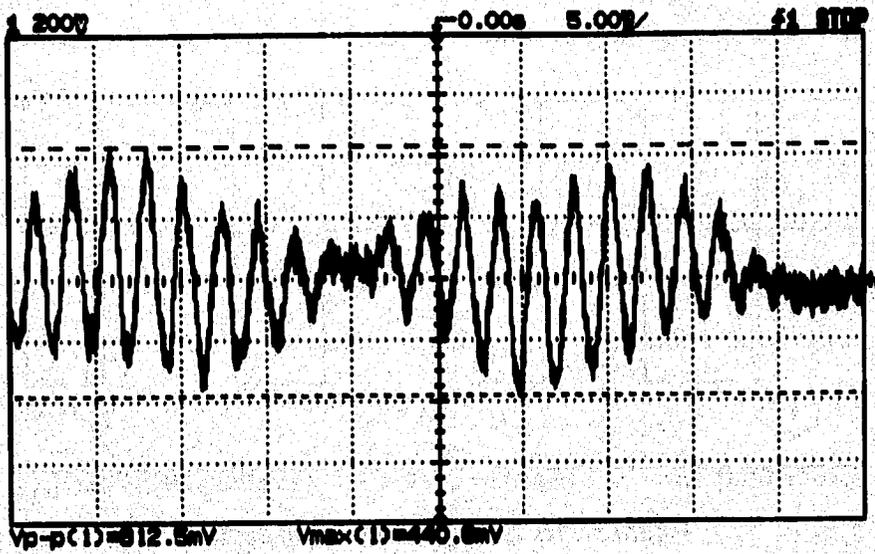


Figura 3.12b. Señal de ocupado en el punto B.

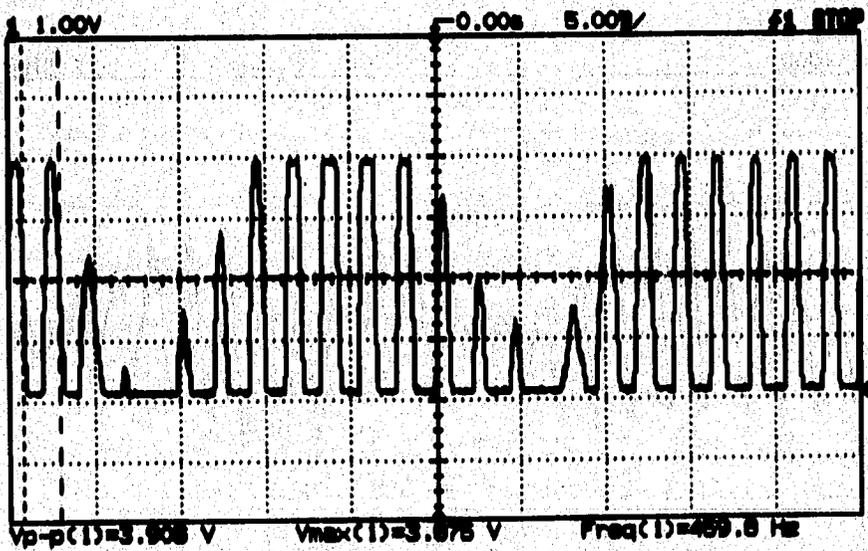


Figura 3.12c. Señal de ocupado en el punto C.

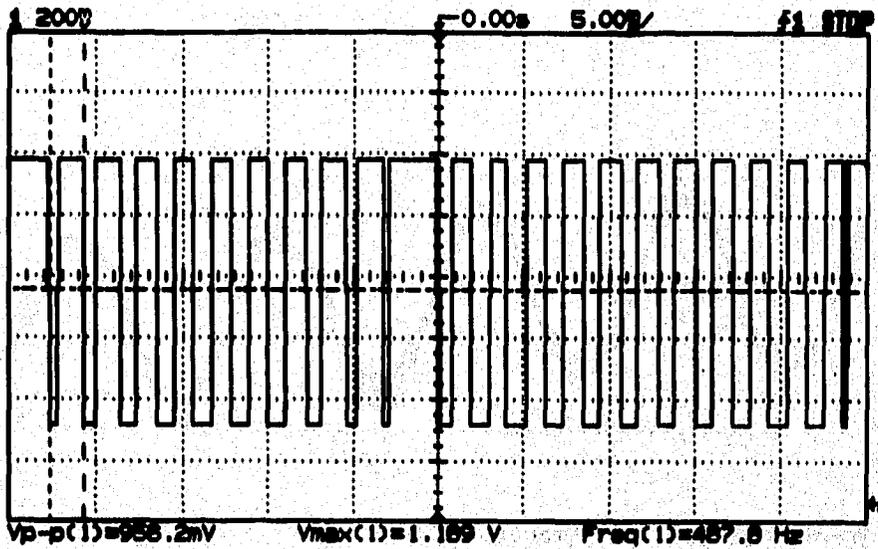


Figura 3.12d. Señal de ocupado en el punto D.

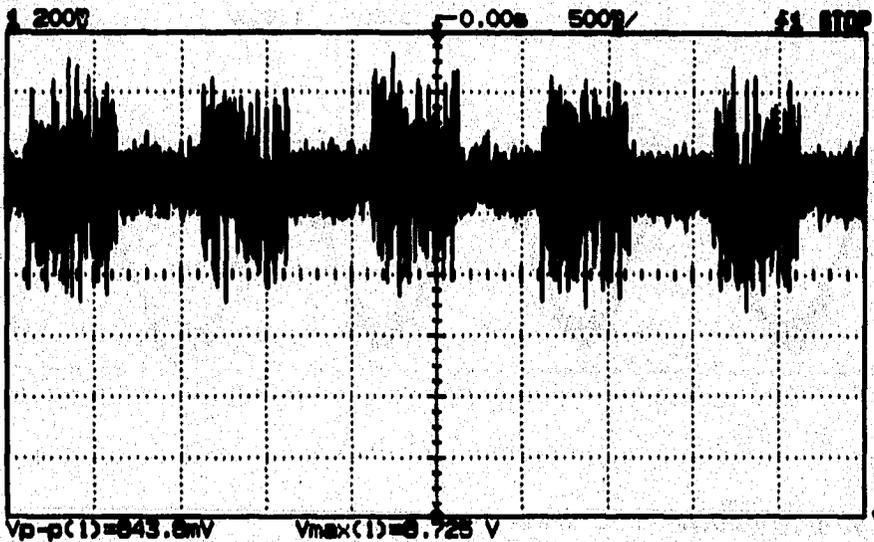


Figura 3.12e. Tono de ocupado, 0.5 seg. tono presente y 0.5 seg. pausa.

Las figuras 3.13 muestran las gráficas, en cada uno de los puntos anteriormente descritos, para la señal de llamado.

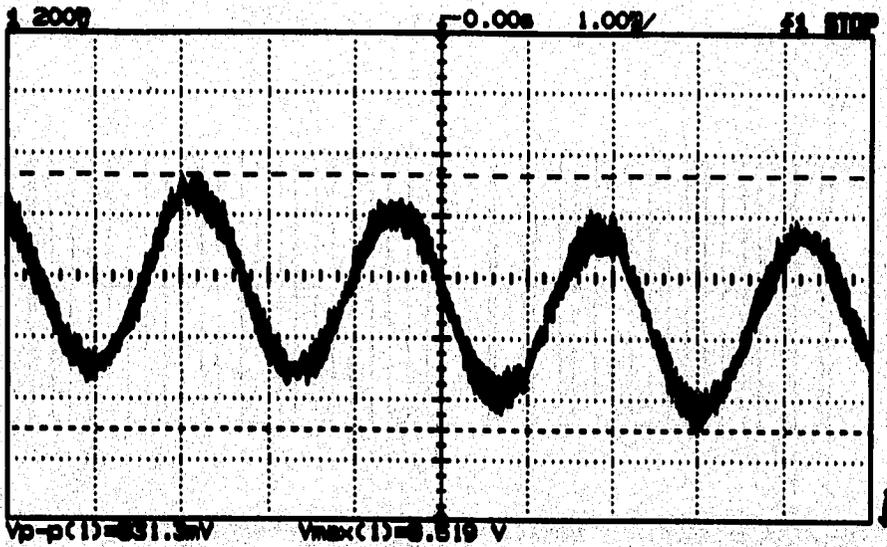


Figura 3.13a. Señal de llamado en el punto A.

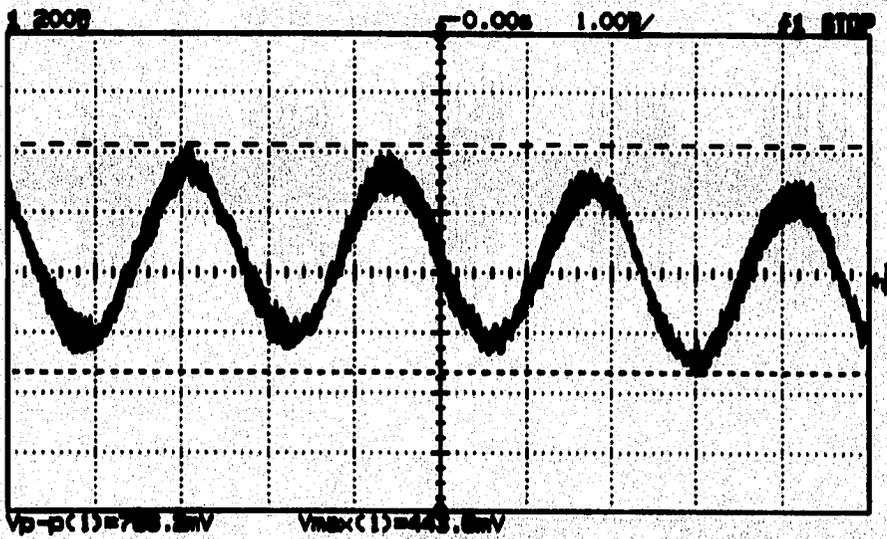


Figura 3.13b. Señal de llamado en el punto B.

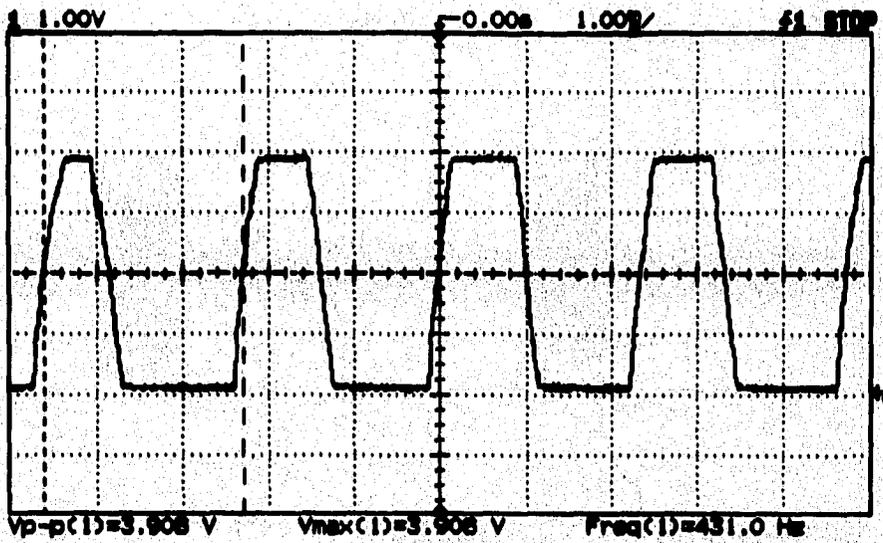


Figura 3.13c. Señal de llamado en el punto C.

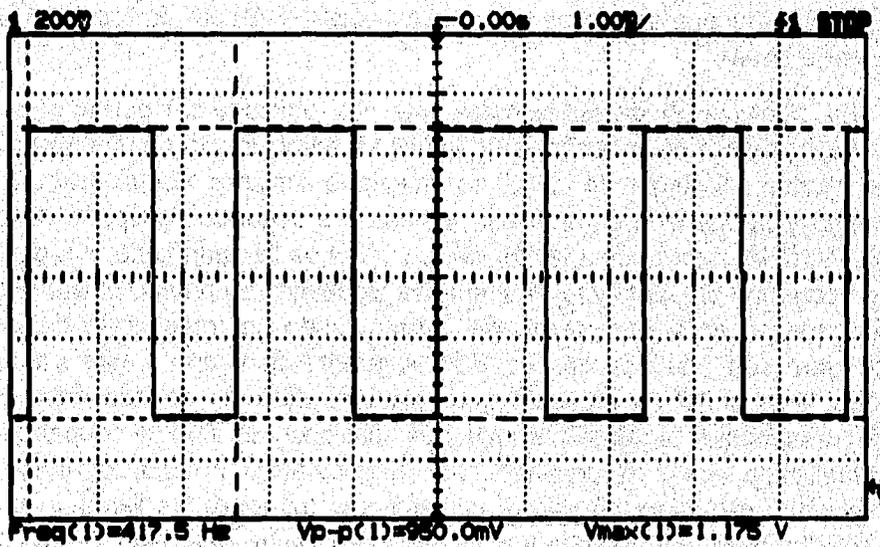


Figura 3.13d. Señal de llamado en el punto D.

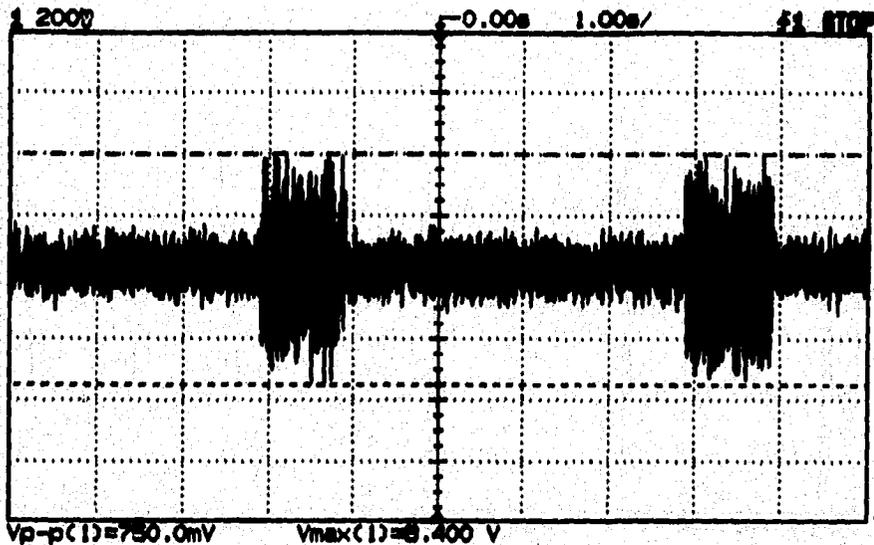


Figura 3.12e. Tono de llamado, 1 seg. con tono y 4 seg. en pausa..

Las figuras anteriores fueron obtenidas en llamadas de prueba hacia casas habitación y a algunas empresas (entre ellas Nortel Telecom, Ericsson, ATT, Telmex, Alcatel entre otras).

La clasificación de las señales una vez obtenido su periodo se realizó al observar las gráficas de las señales en la línea y en el circuito de monitoreo en base a lo más común: la señal de línea se mantiene siempre dentro de un rango de frecuencias y permanece durante los primeros 15 segundos después de que se ha cerrado el circuito con la línea telefónica. La señal de llamado tiene una duración de 1 segundo con tono presente y los 4 segundos siguientes en pausa. Existe una señal de ocupado que se encuentra dentro del mismo rango de frecuencias de la señal de llamado pero con una duración de 0.25 segundos con tono y una pausa de 0.25 segundos, esta señal se presenta generalmente después de que cesa el tono de llamado, presentándose también en algunas ocasiones un tono de ocupado normal. La señal clasificada como de ocupado tiene una duración de 0.5 segundos con tono presente y 0.5 segundos de pausa, sin embargo los tonos de llamada para lugares como Ticket Master, T.V: Azteca y la UNAM caen dentro del rango del frecuencias de esta señal pero con duraciones de tonos y pausas distintos. La tabla 3.7 muestra la duración del tono y la pausa para estos lugares.

Las señales de T.V. Azteca tienen la característica que aún dentro del tiempo de duración del tono (un segundo) se presenta una pausa de 0.2 segundos después de los primeros 0.4 segundos de tono presente y posteriormente 0.4 segundos de tono para completar el tiempo de un segundo.

| Destino de llamada | Duración del tono | Pausa entre tonos |
|--------------------|-------------------|-------------------|
| Ticket Master | Un segundo | Dos segundos |
| U.N.A.M. | Dos segundos | Cuatro segundos |
| T.V. Azteca | Un segundo | Tres segundos |

Tabla 3.7. Señales de llamado con tono de ocupado.

Las figuras 3.13 muestran las gráficas, en cada uno de los puntos anteriormente descritos, para la señal de llamado de la UNAM.

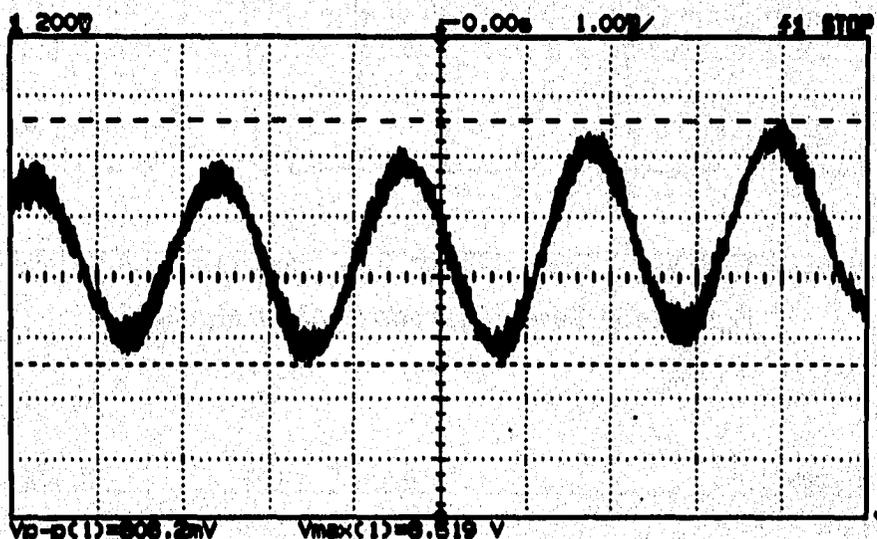


Figura 3.13a. Señal de llamado UNAM en el punto A.

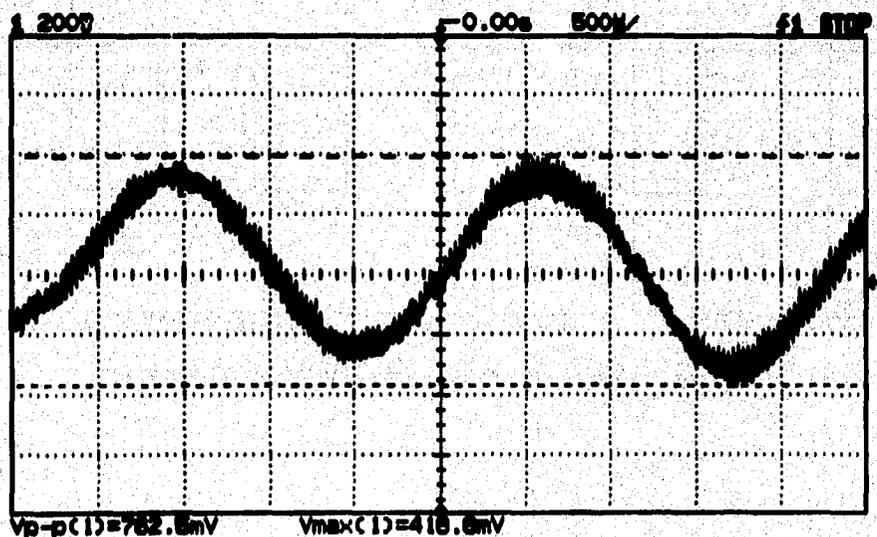


Figura 3.13b. Señal de llamado UNAM en el punto B.

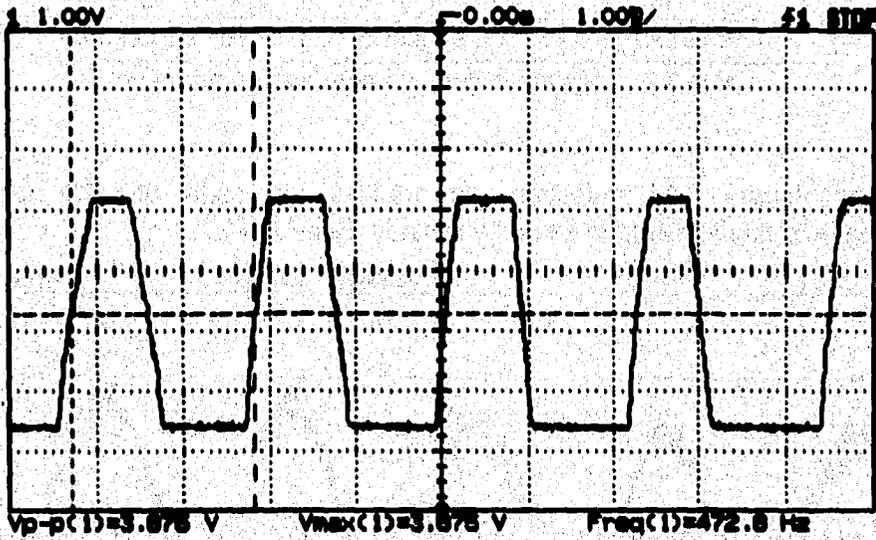


Figura 3.13c. Señal de llamado UNAM en el punto C.

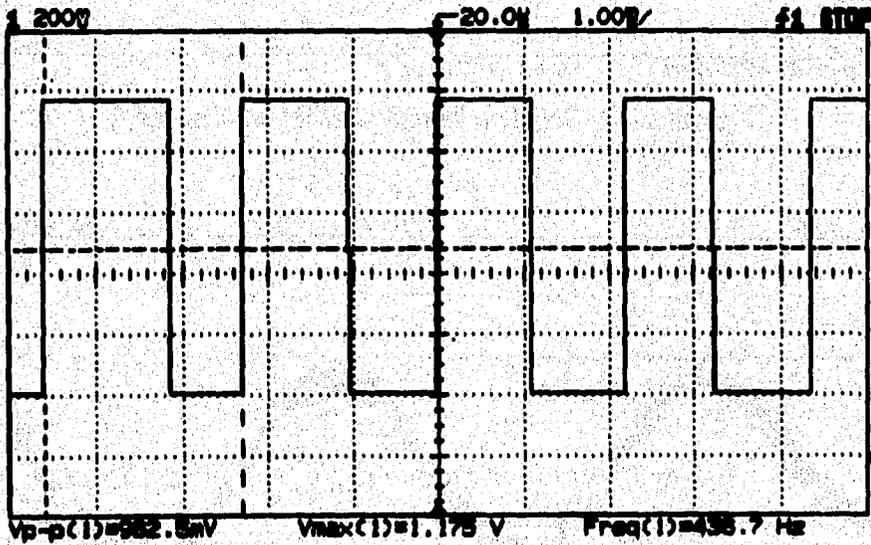


Figura 3.13d. Señal de llamado UNAM en el punto D.

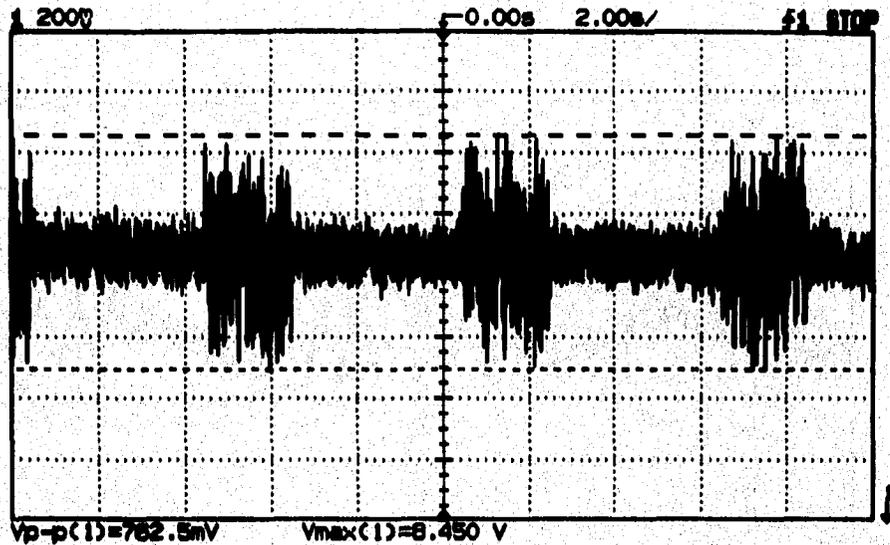


Figura 3.13e. Tono de llamado UNAM, 2 seg. con tono y 4 seg. en pausa.

Las figuras 3.14 muestran las gráficas, en cada uno de los puntos anteriormente descritos, para la señal de llamado de la T.V Azteca.

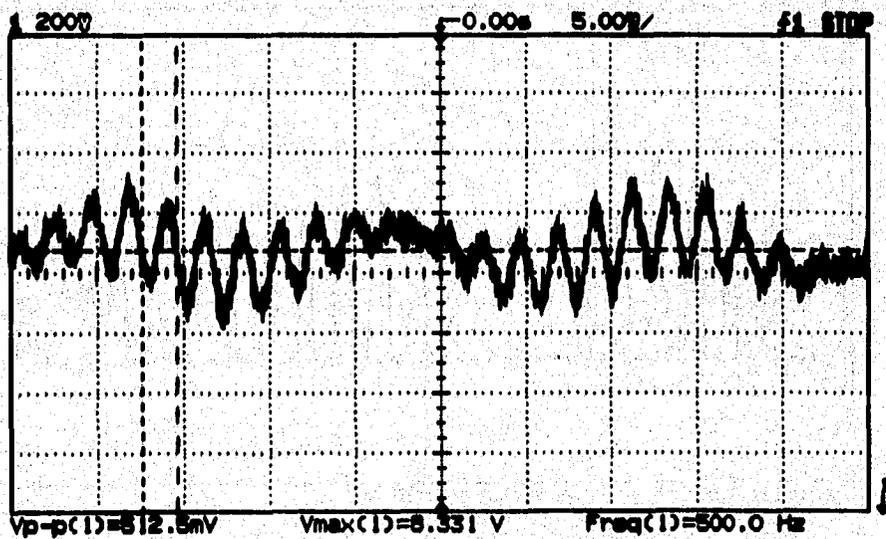


Figura 3.14a. Señal de llamado de T.V. Azteca en el punto A.

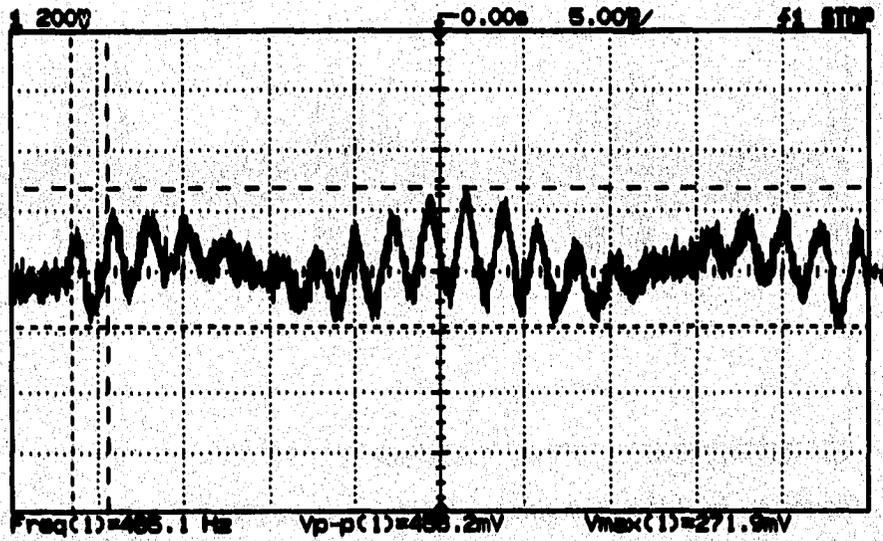


Figura 3.14b. Señal de llamado de T.V. Azteca en el punto B.

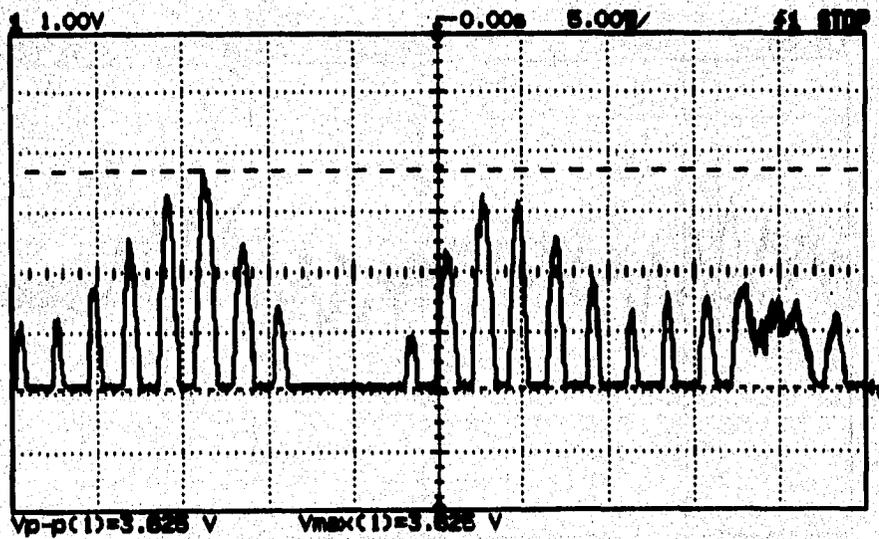


Figura 3.14c. Señal de llamado de T.V. Azteca en el punto C.

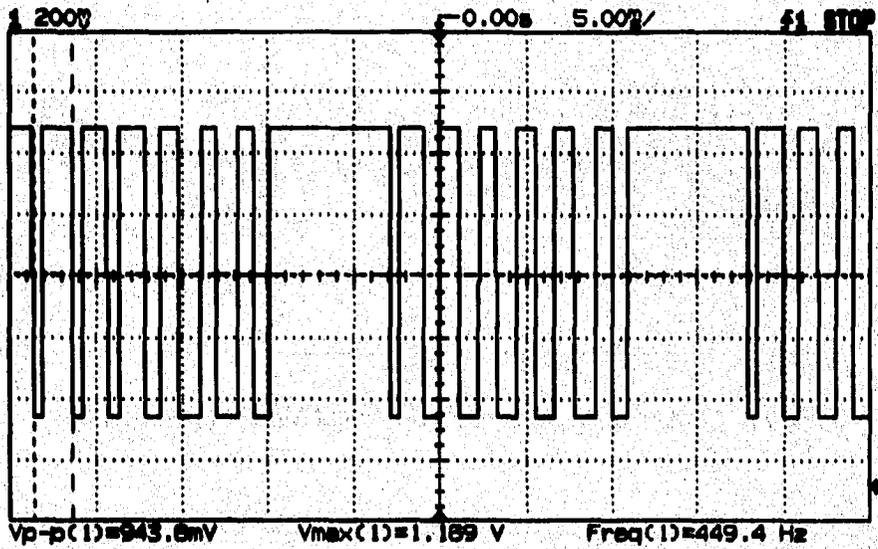


Figura 3.14d. Señal de llamado de T.V. Azteca en el punto D.

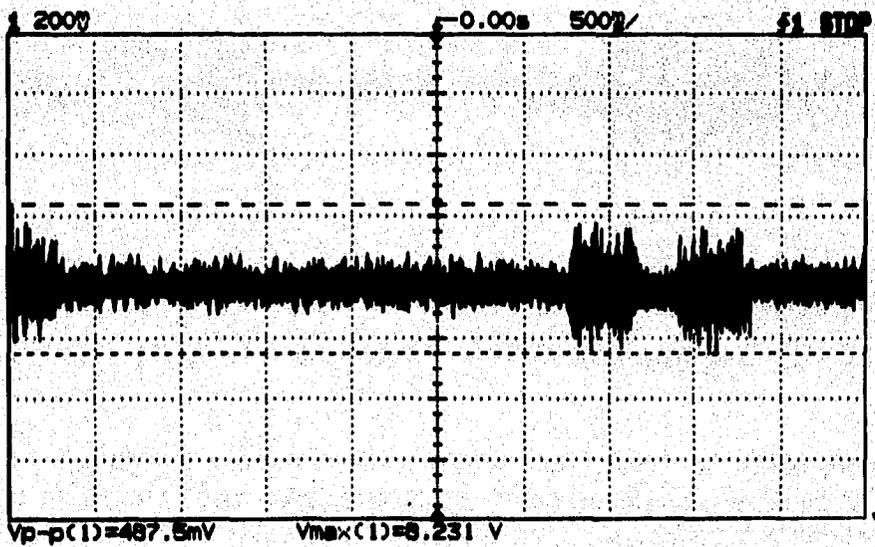


Figura 3.14e. Tono de llamada de T.V. Azteca, 0.4 seg. con tono, 0.2 seg. en pausa, 0.4 seg. con tono y 3 segundos de pausa..

Las figuras 3.15 muestran las gráficas, en cada uno de los puntos anteriormente descritos, para la señal de llamado de Ticket Master.

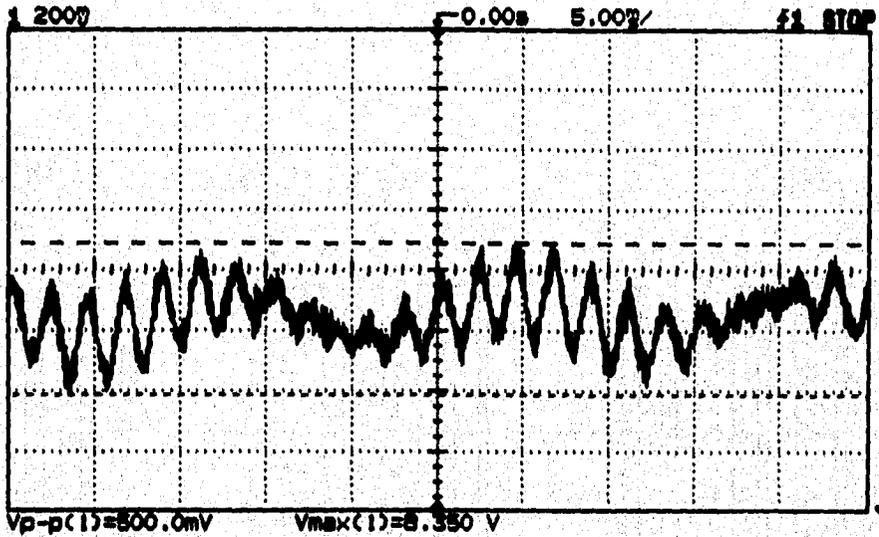


Figura 3.15a. Señal de llamado de Ticket Master en el punto A.

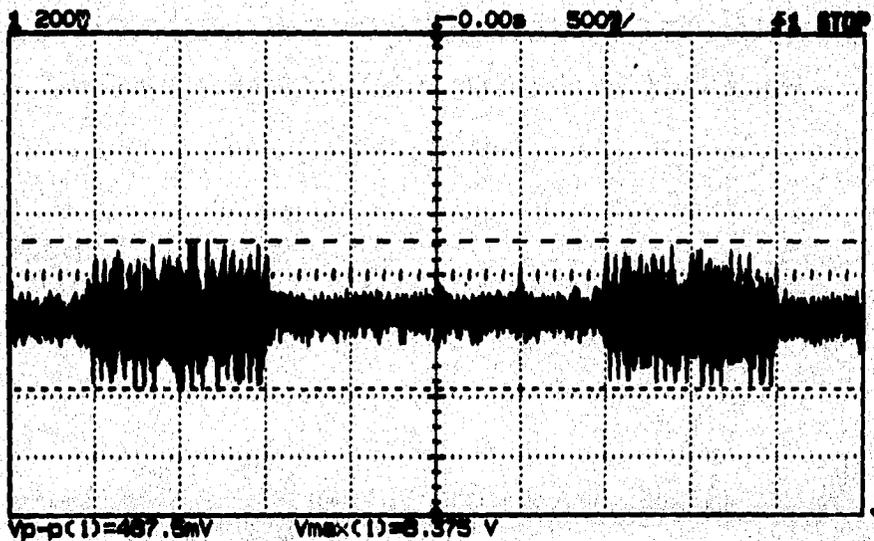


Figura 3.15b. Tono de llamado de Ticket Master, 1 seg. con tono y 4 seg. de pausa.

Mediante circuito detector de tonos se adecuan las señales analógicas de la línea telefónica para ser analizadas por el microcontrolador. Este circuito se conecta al microcontrolador a través de una de las funciones de entrada de captura del timer. Se utiliza IC1 para capturar el tiempo del contador de carrera libre, al presentarse un flanco de subida en la señal proveniente del circuito detector de tonos, para obtener el período de las señales.

Detector de DTMF

El MC145436 es un dispositivo CMOS LSI que detecta un par de tonos conforme al DTMF estándar con salidas en hexadecimal. Se usa una tecnología de conmutación con filtros capacitivos junto con un circuito digital para el control de tiempo. El MC145436 rechaza excelentemente el ruido de la línea de transmisión y el tono de línea, y es compatible para aplicaciones en equipos de una Oficina Central, sistemas de teléfono de teclas, equipos de control remoto, y para usuarios de equipo telefónico. El diagrama general es el que se muestra en la figura 3.16:

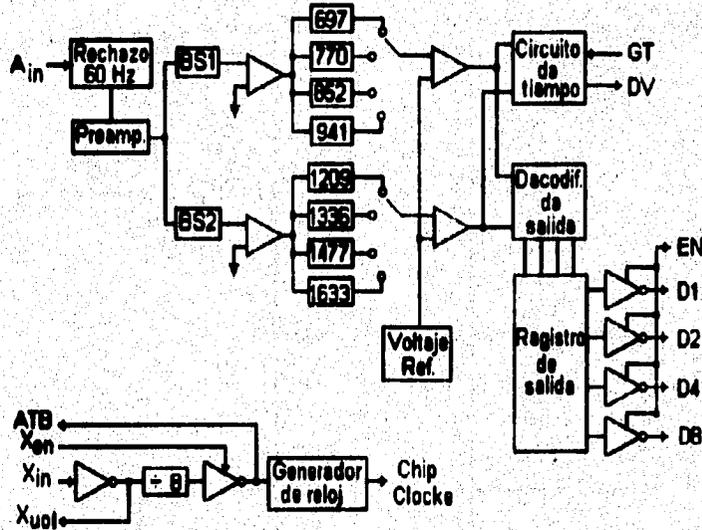


Figura 3.16

Las características del dispositivo son las siguientes:

- Voltaje de alimentación de 5V
- Detecta todos los 16 dígitos estándar
- Usa un cristal de 3.579545 MHz
- Suministra controles de tiempo de Guarda para mejorar inmunidad al habla
- Salidas de 4 bits en código hexadecimal

El diagrama general de conexión es el que se muestra en la figura 3.18.

Descripción de Pines

X_{in} / X_{out} - Entrada y salida del oscilador

Estos pines se conectan a un cristal oscilador interno. En operación, un cristal resonante se conecta entre X_{in} y X_{out} , así como una resistencia de $1M\Omega$ en paralelo con el cristal. Cuando se usa la fuente de reloj alterna desde ATB, X_{in} deberá ser puesta a V_{DD} .

En - Enable

Las salidas D1, D2, D4 y D8 están habilitadas cuando EN esta en un 1 lógico, y en alta impedancia (deshabilitadas) cuando EN esta en 0 lógico.

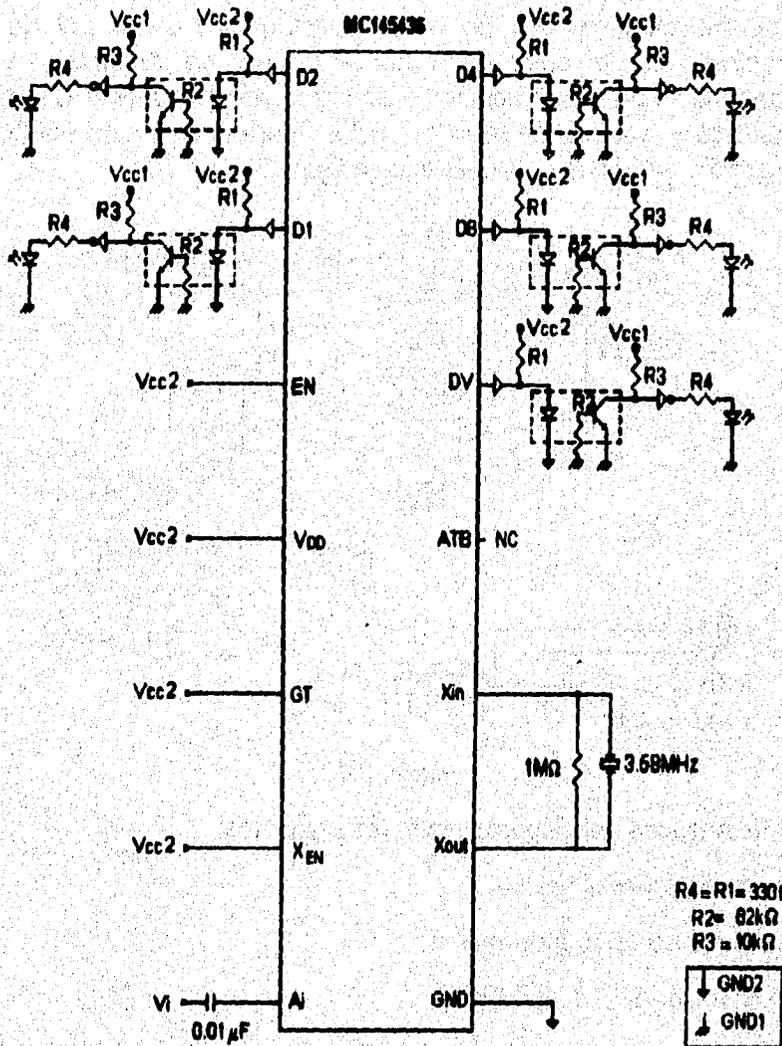


Figura 3.18

X_{en} - Oscillator Enable

Un 1 lógico en X_{en} habilita el cristal oscilador en el chip. Cuando se usa una base de tiempo alternativa desde el pin ATB, X_{en} deberá ser puesto a tierra.

DV - Dato Válido

La señal DV toma un valor de "1" después que un par de tonos válidos son sentidos y decodificados en los pines de salida D1, D2, D4, D8. DV permanece alto hasta que una pérdida de la señal DTMF ocurre, o hasta que una transición en GT ocurre.

GT-Tiempo de Guarda

La entrada de control de Tiempo de Guarda suministra dos series de detección de tiempo de tonos y de tiempo de pausa, ambas dentro de los rangos permitidos de tono-on y tono-off. Un tiempo de detección largo rechaza señales tan pequeñas para ser consideradas válidas. Con GT=1, la ejecución del talk off se mejora, reduciendo con esto la probabilidad de que tonos simulados por hablar mantengan condiciones de señales lo suficientemente largas para ser aceptadas. En adición, un tiempo de pausa pequeño reduce la probabilidad de que una pausa simulada por una interrupción en la conversación sea detectada como una pausa válida. Por otra parte, un tiempo de detección de tono pequeño con un tiempo de pausa largo sería apropiado para un medio ambiente extremadamente ruidoso donde se requiera un tiempo de adquisición rápido. En general, el tiempo de la señal de tono generada por un teléfono es 100 ms, nominal, seguido por una pausa de cerca de 100 ms. Una transición de bajo-alto o de alto-bajo en el pin GT resetea la lógica interna, y el MC145436 está inmediatamente listo para aceptar un tono nuevo de entrada.

D1, D2, D4, D8 - Salida de Datos

Estas salidas digitales suministran el código hexadecimal correspondiente al dígito detectado (Tabla 3.8). Las salidas digitales son válidas después de que un par de tonos son detectados, y son limpiadas cuando aparece una pausa válida de duración limitada. Las salidas están en alta impedancia cuando Enable está en 0.

| Dígito | Código de salida | | | |
|--------|------------------|----|----|----|
| | D8 | D4 | D2 | D1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 2 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 6 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 7 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 8 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| * | 1 | 0 | 1 | 1 |
| # | 1 | 1 | 0 | 0 |
| A | 1 | 1 | 0 | 1 |
| B | 1 | 1 | 1 | 0 |
| C | 1 | 1 | 1 | 1 |
| D | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tabla 3.8

A_n- Entrada analógica

Este pin acepta la entrada analógica, y está internamente diseñado para que la señal de entrada pueda estar acoplada con ac. La entrada puede estar acoplada con

una señal de DC tan grande siempre que no exceda el suministro de voltaje positivo. Las configuraciones para este pin se muestran en la figura 3.17.

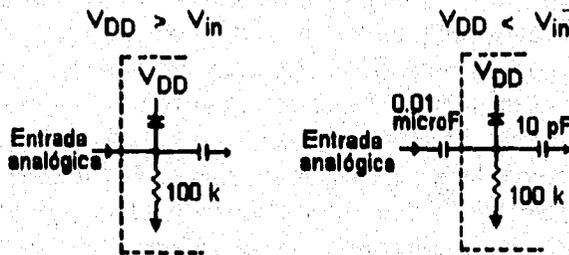


Figura 3.17. Entrada Analógica

ATB - Base de Tiempo Alterna

Este pin sirve como una frecuencia de referencia cuando más de un MC145436 es usado, para que solamente un cristal se requiera para múltiples MC145436. En este caso, todos los pines ATB deberán ser puestos a tierra. Cuando solamente un MC145436 se usa, este pin no deberá ser conectado. La frecuencia de ATB es 44.7 kHz.

Circuito de Aislamiento

El propósito del circuito de aislamiento es detectar el descolgado del teléfono cuando se va a realizar una llamada, permitir al usuario dar su clave, (la cual se puede proporcionar por tonos o pulsos a través del teléfono, y así tener acceso a la línea) y una vez que el número telefónico se ha marcado, volver a aislar al teléfono de la línea, para detectar los tonos de las señales de llamado u ocupado (por medio del circuito detector de tonos de línea, llamado y ocupado) sin que se presenten ruidos que puedan sumarse a estas señales y puedan ser detectadas en forma errónea; en este momento el microcontrolador también detecta el colgado del teléfono a través de este circuito. Dependiendo de la característica de los tonos de llamado se verifica a través del microcontrolador si la llamada ha entrado, conectando nuevamente el teléfono a la línea, permitiendo la comunicación del usuario y el conteo del tiempo de duración de la llamada. Permite también el acceso al menú a través del teclado del teléfono. La figura 3.19 muestra el diagrama de este circuito.

Su funcionamiento es como sigue: El relevador RL3 permite conectar y desconectar el circuito de aislamiento a la línea. La resistencia R1 permite simular un teléfono de carga a la línea, con la finalidad de poder conmutar el teléfono entre la línea y el circuito de aislamiento sin que la comunicación se pierda, el capacitor C1 permite que sólo las señales de AC de la línea (tonos de llamado, ocupado, voz y ruido) se acoplen al circuito. El transistor Q1 conectado en la configuración emisor común permite una alta impedancia de entrada y de esta forma aislar la señal que podría llegar del teléfono cuando éste se conecta al circuito, esta impedancia es proporcionada en su mayoría por R2, la amplificación de la señal se realiza tomando

en cuenta la amplitud de la señal del tono de línea, medida cuando el teléfono esta conectado directamente a la línea telefónica, de tal forma que la señal que llegue al teléfono al estar conectado a este circuito sea casi de la misma amplitud. El transistor Q2 conectado en la configuración colector común proporciona la polarización requerida por el teléfono.

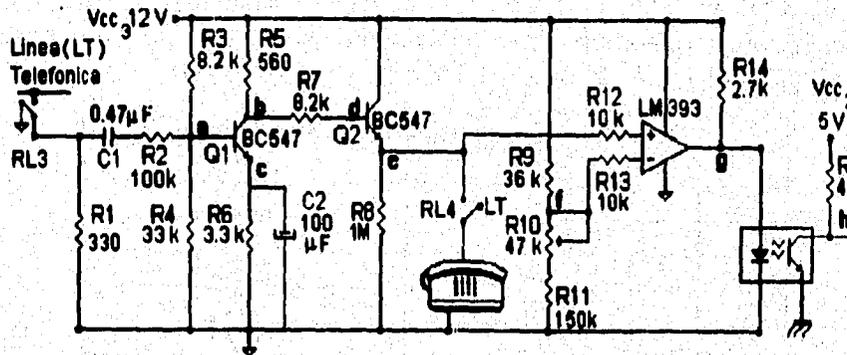


Figura 3.19

El teléfono es conectado a la línea o al circuito de aislamiento a través del relevador RL4, el comparador LM393 y el optoacoplador 4N25 permiten detectar el descolgado del teléfono e introducir la clave ya sea por tonos (detectada por medio del circuito de DTMF) o pulsos (detectada a través del mismo circuito de aislamiento y el acumulador de pulsos del microcontrolador). El voltaje de referencia del comparador depende del voltaje en el teléfono al momento de descolgar así como de la amplitud máxima de las señales en el emisor de Q2 recibidas del teléfono, ya que estas podrían variar la salida del comparador.

Cálculo de componentes: Análisis en DC.

Los transistores Q1 y Q2 son BC547 con una $\beta = 200$ y una corriente máxima de colector de 0.8 A. La polarización es de 12 V dc. En el transistor Q1, la resistencia R5 en el colector es de 560 Ω con la finalidad de poder proporcionar la polarización requerida por el teléfono, el voltaje en el colector de Q1 se fija a 10.5V. Fijando el punto de operación la corriente en el colector es $ICQ1 = 12 - 10.5 / 560 = 2.68\text{mA}$, el voltaje colector emisor se fija para máximos swing simétrico $VCEQ1 = ICQ1 \times R5 = 2.68 \times 10^{-3} \times 560 = 1.5\text{V}$, lo cual quiere decir que podríamos amplificar la señal hasta 3 Vpp. El valor de la resistencia en el emisor se obtiene de $VC1 = VCEQ + (ICQ \times R6)$, despejando $R6 = (VC - VCEQ) / ICQ = (10.5 - 1.5) / 2.68 \times 10^{-3} = 3.36\text{K}\Omega$, el voltaje en el emisor es entonces $VE1 = ICQ \times R6 = VC1 - VCEQ = 9\text{V}$, la resistencia equivalente Thevenin a la entrada de Q1, de tal forma que la corriente de base $IB1$ pueda ser despreciada, debe de ser $R_{Th} \leq 2R_E = (3.36 \times 2) = 6.72\text{K}\Omega$, tomando $R_{Th} = 6.6\text{k}\Omega$. El voltaje en la base de Q1 que es también el equivalente Thevenin es $V_{Th} = VE + 0.7 = 9.7\text{V}$, el valor de $R4 = R_{Th} / (1 - (V_{Th} / VCC)) = 6.6 \times 10^3 / (1 - (9.7 / 12)) = 34.43\text{k}\Omega$, y $R3 = R_{Th} (VCC / V_{th}) = 6.6 \times 10^3 (12 / 9.7) = 8.16\text{k}\Omega$.

El transistor Q2 en configuración emisor seguidor proporciona la polarización y la corriente necesaria al teléfono. El teléfono consume 40mA máximo al estar conectado a

este circuito y al presionar un número por tonos. El voltaje de polarización requerido al estar descolgado el teléfono son 8V en el punto e, así el voltaje en d serán 8.7 V y la corriente en la base de Q2 será $I_{B2} = 40 \times 10^{-3} / 200 = 200 \mu\text{A}$. El voltaje en el colector de Q1 al estar conectada la resistencia R7 es $V_{C1} = 10.5 - (560 \times 200 \mu\text{A}) = 10.4 \text{ V}$; así, $R7 = (V_{C1} - V_{B1}) / I_{B2} = (10.4 - 8.7) / 200 \times 10^{-6} = 8.5 \text{ k}\Omega$. La resistencia de carga es $R_{E2} = 8\text{V} / 40 \times 10^{-3} = 200 \Omega$. La tabla 3.9 muestra los niveles de DC medidos en cada punto indicado en el diagrama. Los voltajes en los puntos a-g son medidos con respecto a GND2 y el voltaje en h es medido con respecto a GND1.

| | [V] Teléfono colgado | [V] Teléfono descolgado |
|---|----------------------|-------------------------|
| a | 9.42 | 9.41 |
| b | 10.4 | 10.28 |
| c | 8.75 | 8.75 |
| d | 10.39 | 8.58 |
| e | 9.85 | 7.82 |
| f | 9.7 | 9.7 |
| g | 1.1 | 0.24 |
| h | 0 | 4.9 |

Tabla 3.9.

Análisis en AC:

El valor de $r_{e1} = 26 \text{ mV} / I_{E1} = 26 \times 10^{-3} / 2.68 \times 10^{-3} = 9.7 \Omega$. Fijando la ganancia de voltaje en $AV1 = 1.0$, y de acuerdo a la fórmula $AV1 = RC / (r_{e1} + R_{b1} / \beta)$, despejamos $R_{b1} = ((560 / 1.0) - 9.7) \times 200 = 110.06 \text{ k}\Omega$. Para asegurar el corte de C2 a una frecuencia promedio de 500 Hz se sigue $1 / \omega C < r_e / 3$, $C2 > 3 / (2\pi \times 500 \times 9.7) = 98.45 \mu\text{A}$. El valor de $r_{e2} = 26 \text{ mV} / I_{E2} = 26 \times 10^{-3} / 40 \times 10^{-3} = 0.65 \Omega$, la ganancia de voltaje es $AV = R_{E2} / (R_{E2} + r_{e2}) = 200 / (200 + 0.65) = 0.997$

La tabla 3.10 muestra los niveles de la señal de línea medidos en cada punto aquí los valores de colgado se realizaron forzando al relevador RL3 a conectarse a la línea aún con el teléfono colgado.

| | Teléfono colgado [V] | Teléfono descolgado [V] |
|----|----------------------|-------------------------|
| l | 0.35 | 0.35 |
| l' | 0.35 | 0.35 |
| a | 0.016 | 0.08 |
| b | 0.56 | 0.56 |
| c | 0.02 | 0.02 |
| d | 0.56 | 0.48 |
| e | 0.24 | 0.48 |

Tabla 3.10

Por último el diagrama completo de conexiones del Registrador Digital de Llamadas Telefónicas se muestra en la Figura 3.20.

4

DISEÑO DEL SOFTWARE

4.1 DIAGRAMA GENERAL

En el diagrama general de la figura 4.1 se puede observar que el dispositivo desplegará la hora y la fecha mientras el teléfono permanezca colgado. Cuando el teléfono se descuelga, puede ser por tres motivos: entró una llamada, se va a realizar una llamada o se va a consultar el menú. En el primer caso el display desplegará la duración de la llamada desde el momento en que se establece la comunicación. Además de almacenar la fecha, la hora y la duración de la llamada cuando se cuelga.

Si se presenta el segundo caso el display desplegará un mensaje para que se introduzca la clave de acceso. En caso de que esta clave no exista dentro de las claves que fueron dadas de alta por el usuario, se desplegará el mensaje de clave inválida.

Si la clave fue correcta se escuchara el tono de línea y en el display irá apareciendo el número que se marque. Si la llamada es contestada, el display desplegará el tiempo de duración de la llamada. En este caso cuando se termina la llamada se almacena además de la fecha, hora y duración de la llamada, la clave de acceso y el número marcado.

Cuando se va a realizar la consulta del menú también hay que introducir una clave, pero en este caso tiene que ser exclusivamente la clave maestra, de otra forma no se tendrá acceso al menú.

Cuando el número que se marco se encuentra ocupado, el dispositivo esperará que se cuelgue el teléfono para regresar a desplegar el reloj.

Rutina de Interrupción del Timer

El sistema de Timer del microprocesador cuenta con un contador ascendente de 16 bits llamado el Contador de Carrera Libre (Free-counter), el cual inicia su conteo a partir de cero después del reset y no hay nada que interrumpa su cuenta.

Cada que se presenta un sobreflujo el contador enciende una bandera y vuelve a iniciar su conteo. Debido a que se conoce exactamente el tiempo en que ocurre dicho sobreflujo, éste es utilizado para incrementar un contador de milisegundos (Conts); incrementándose también cuando es necesario, contadores auxiliares de segundos, minutos y horas para obtener el reloj que se desplegará mientras el teléfono permanezca colgado y el tiempo de duración de la llamada. La figura 4.2 muestra este diagrama de flujo.

Rutina de Interrupción de IRQ e IC3

Estas dos interrupciones tienen como objetivo que el programa regrese a desplegar la hora y la fecha cuando el teléfono se cuelga. El motivo por el cual se realizó esta sección del programa por medio de interrupciones es porque no se sabe en que momento el usuario colgará el teléfono, ya que puede hacerlo en cualquier parte del programa. Al usar interrupciones sólo se espera la señal de colgado (estas interrupciones son ejecutadas en respuesta a una interrupción de hardware) para que el programa ejecute una de las dos rutinas de interrupción. En estas rutinas de interrupción se encuentran las instrucciones que regresarán el control del programa a la localidad donde se despliega la hora.

Se utilizaron dos interrupciones debido a que no se encuentran habilitadas simultáneamente en el programa. La interrupción de IC3 sólo está presente cuando el circuito de aislamiento está conectado. En el resto del programa la interrupción que está presente es IRQ.

Cuando se presenta una interrupción, el microprocesador termina la ejecución de la instrucción que está llevando a cabo y almacena el contenido de los registros del CPU en el stack en el siguiente orden: PCL, PCH, IYL, IYH, IXL, IXH, ACCA, ACCB Y CCR. Dando después inicio a la ejecución de la primera instrucción de la rutina de interrupción.

El objetivo que se persigue con esta rutina es cambiar el contenido del contador de programa (que al momento de la interrupción contiene la dirección de la siguiente instrucción a ejecutarse en la secuencia normal del programa) por la dirección donde empieza el despliegue del reloj. Ya que el stack sigue una secuencia de LIFO (primero en entrar - último en salir) se tienen que sacar cada uno de los registros del stack hasta llegar al contador de programa (Program Counter) y después de cargar este con la dirección adecuada, se vuelven a introducir nuevamente cada uno de los registros en el mismo orden. Cuando se termina la rutina de interrupción el CPU saca todos los registros del stack y continúa la ejecución del programa con la dirección indicada por el contador de programa. El diagrama se muestra en la figura 4.3.

Rutina de Interrupción del Timer

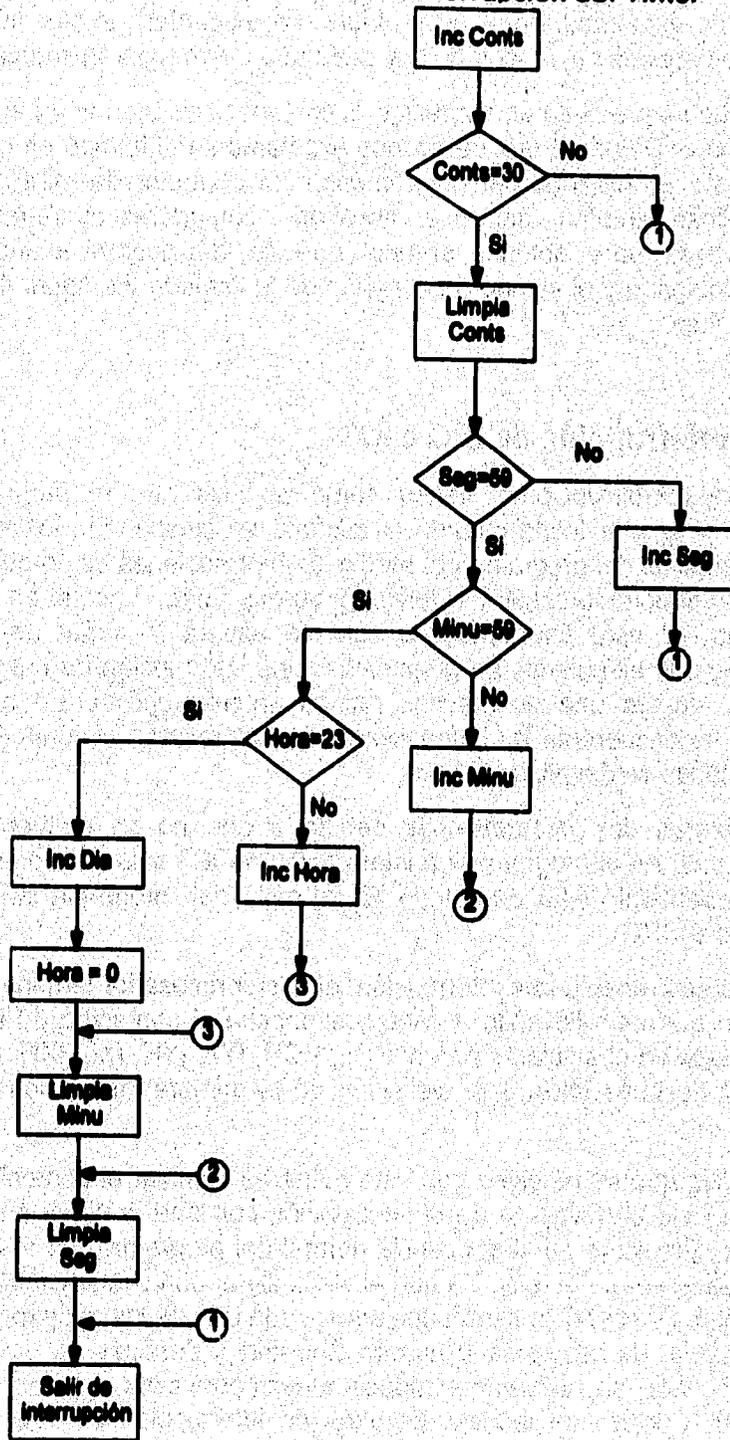


Figura 4.2

Rutina de interrupción de IRQ e IC3

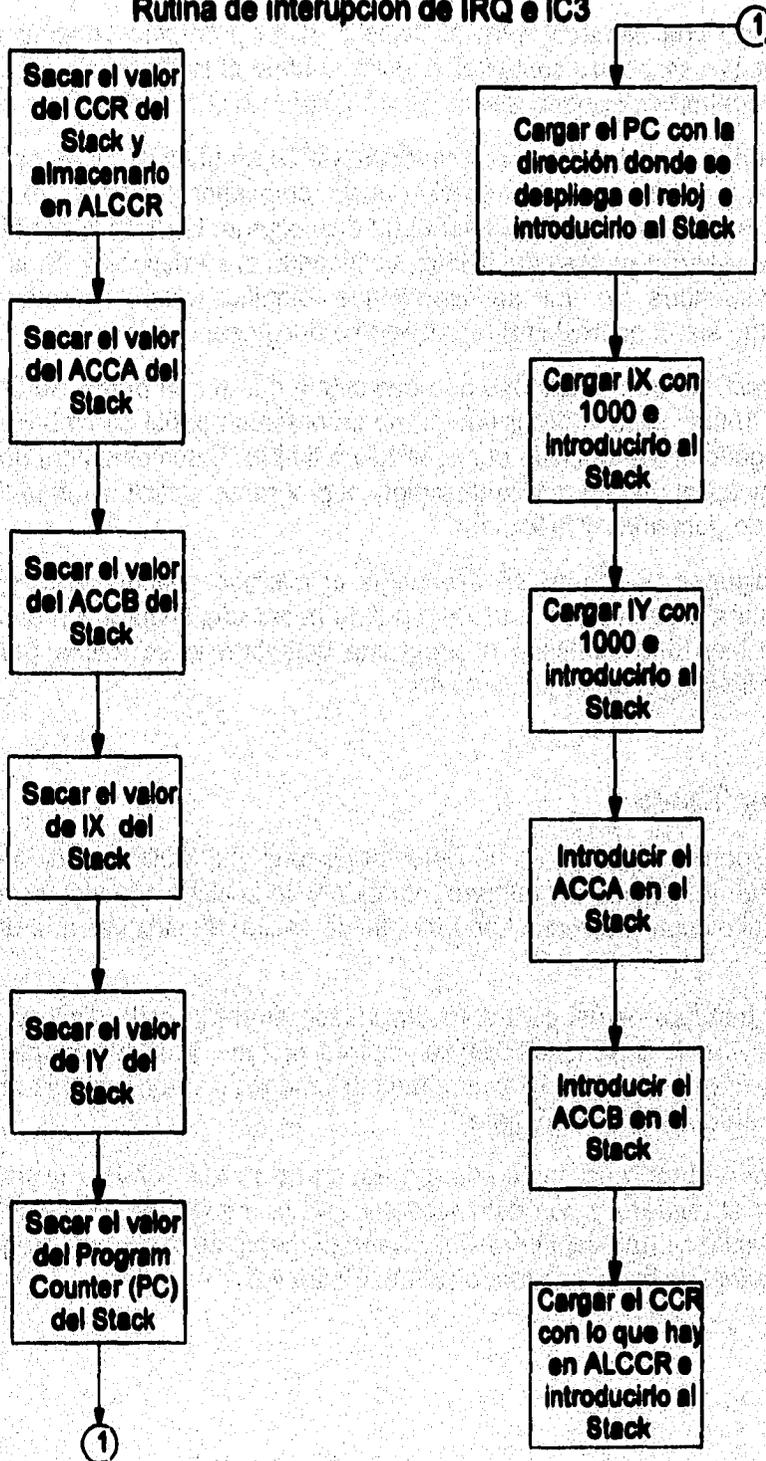


Figura 4.3

Activación del Teléfono por Señal de Timbre

Cuando una llamada entra al dispositivo, el programa conecta el teléfono a la línea para que se pueda contestar; desactivándolo si la llamada no es respondida, ya que de lo contrario se podría realizar una llamada sin introducir alguna clave.

La señal de timbre tiene una duración de 2s en nivel alto y 4s en nivel bajo. Para saber en que momento se descolgó y poder desplegar el tiempo, el microprocesador muestrea la señal de timbre y la señal de descolgado. Cuando la señal de timbre tiene un bajo se realizan pausas de 100ms, verificando si se descolgó. Si la pausa continua hasta 9 segundos sin que se descuelgue, significa que la señal de timbre sigue presente (no se ha contestado) regresando a desplegar el reloj.

En caso de que el teléfono se descuelgue durante la pausa de 9s se realiza una pausa de 100ms para verificar que ya no se presento señal de timbre, ya que la señal de descolgado se ve afectada por la señal de timbre. Solamente cuando se está seguro que no hay señal de timbre y se descuelgó, el programa realiza la rutina donde despliega el tiempo de duración de la llamada.

En algunas ocasiones se descuelga el teléfono cuando ya colgaron en el otro extremo, para prevenir que el usuario pueda hacer una llamada sin dar clave (pues en este caso hay tono de línea) el programa detectará si se marca para desactivar el teléfono y desplegar la hora. Figura 4.4.

Clave por Tonos

El dispositivo cuenta con un Detector de tonos de Multifrecuencia que es utilizado para obtener los dígitos del número marcado y de la clave cuando se marca por tonos. Dicho circuito cuenta con una bandera que se enciende cada vez que un tono válido es detectado.

Esta bandera es útil para detectar cuando empieza cada dígito y cuando finaliza. Cuando la bandera se enciende se captura el tono y se almacena. Debido a que cuando se marca un cero el detector decodifica una A, se pregunta si el tono detectado fue una A para cambiarlo por cero.

Cuando el tono es capturado, se espera a que la bandera regresa a cero para almacenar el número y con esto prevenir que se almacene el mismo número varias veces. Cuando se han capturaron los cuatro números de la clave el programa ejecuta la rutina de señal de línea y ocupado (SLO). Figura 4.5.

Activación del Teléfono por Señal de timbre

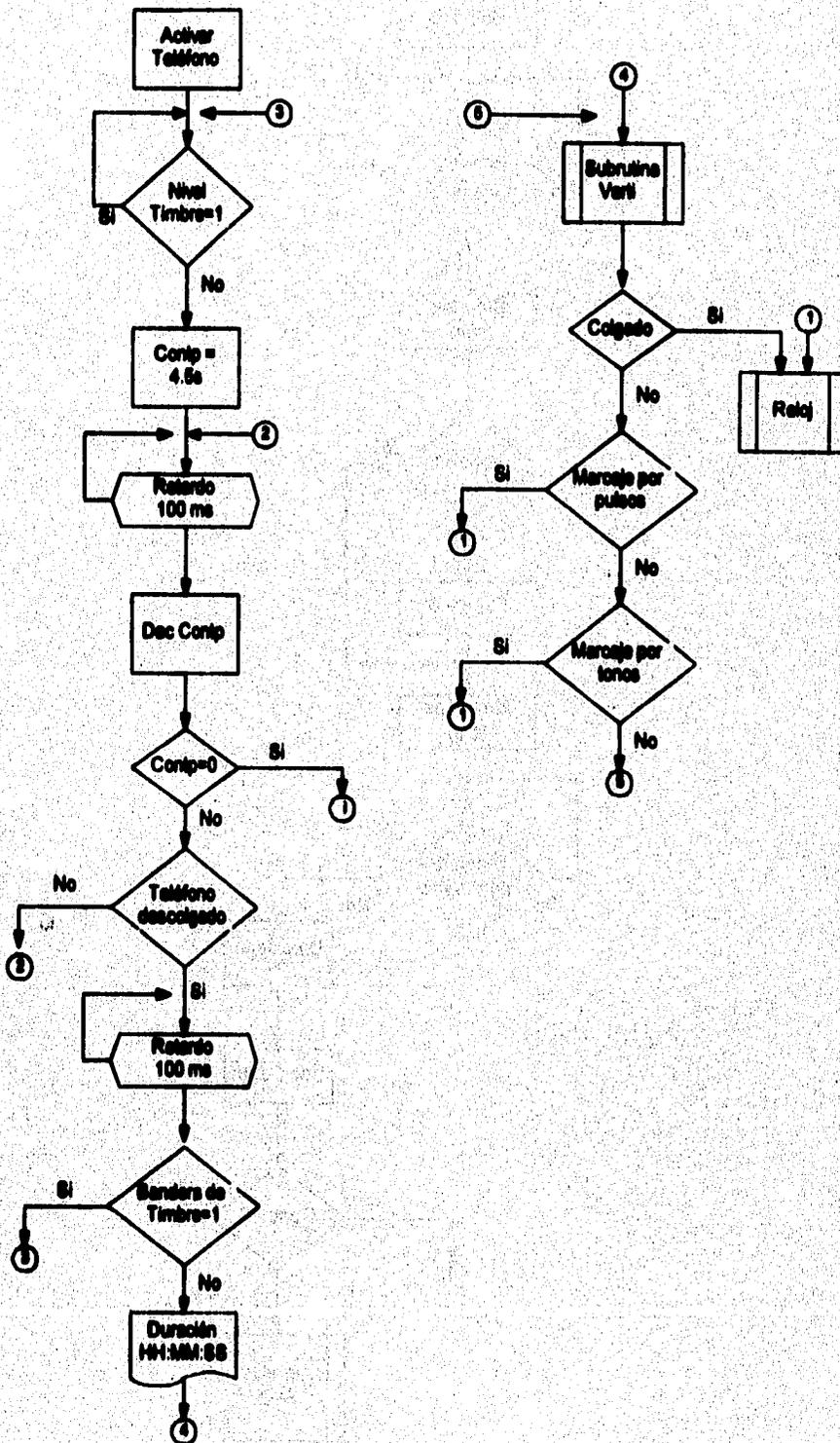


Figura 4.4

Clave por Tonos

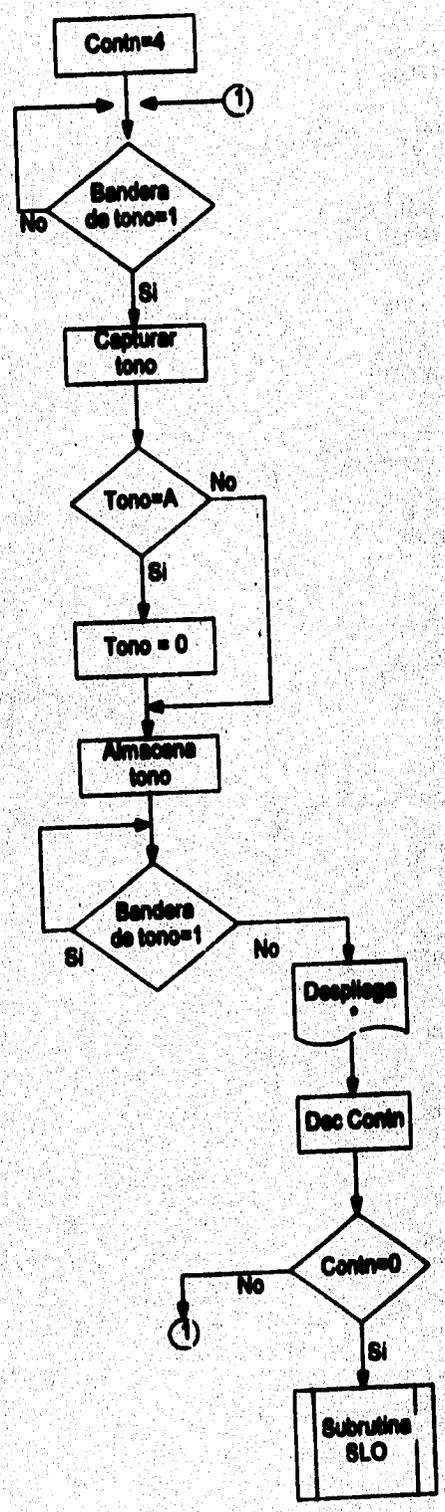


Figura 4.5

Clave de Pulsos

El microprocesador cuenta con una función llamada contador de pulsos que, como su nombre lo indica, cuenta los pulsos que entran en el pin 7 del puerto A (PA7), almacenando el conteo en el registro PACNT. Esta función tiene además una bandera que se enciende cada vez que detecta un pulso, esta bandera debe limpiarse para que el contador de pulsos continúe contado. Este acumulador de pulsos es empleado para detectar los dígitos provenientes del teléfono cuando se marca por pulsos.

Los pulsos provenientes del teléfono tiene un periodo de 100ms. Un pulso dura 66 $\frac{1}{3}$ ms abajo y 33 $\frac{2}{3}$ ms arriba. Cada dígito cuenta con una cantidad variable de pulsos dependiendo de su valor. Para diferenciar entre un dígito y otro existe una pausa de 400ms entre cada uno de ellos.

De esta forma para saber que dígito se marco, se lee el registro PACNT, y para saber cuando hay un pulso presente o cuando una pausa entre dígitos se lee el pin 7 del puerto A. Ya que este pin también es usado para detectar colgado y descolgado se tiene que realizar retardos de diferente duración y verificar nuevamente el nivel en PA7.

La primera vez que se lee PA7 es para verificar que se descolgó y se va a empezar a marcar la clave. Debido a que se conoce la cantidad de pulsos del dígito que va a marcar el usuario, se calculó el valor de los retardos para que al leer PA7 se supiera si se trata de un pulso o una pausa válida. Si después del retardo de 150ms se tiene un alto en PA7 se sabe que ya terminó un dígito y que nos encontramos en la pausa entre dígitos. En esta pausa se almacena el valor del dígito y se regresa a capturar los dígitos restantes.

Si después del retardo de 150ms se tiene un cero significa que todavía no terminaba de marcarse el dígito y se realiza otra pausa de 100ms que al finalizar vuelve a verificar el valor en PA7. Cuando ya se tienen los cuatro dígitos el programa continúa con la rutina de señal de Línea y ocupado (SLO). Figura 4.6.

Clave por Pulsos

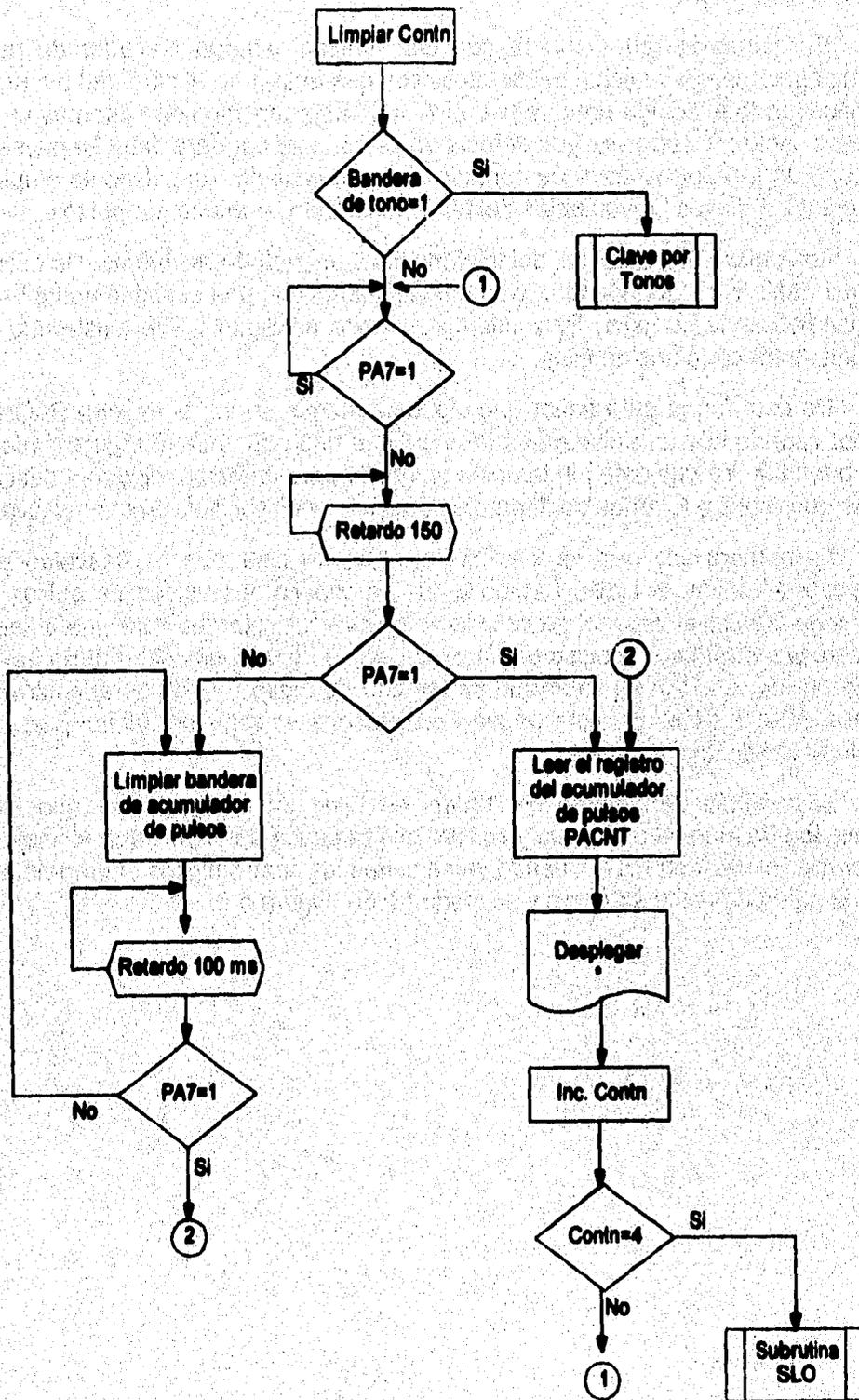


Figura 4.6

Verifica Señal de Línea y Ocupado (SLO)

El microprocesador cuenta con una función del timer que es la entrada de captura. Con esta función se pueden obtener el período de una señal que se introduzca por esta entrada de captura.

Esta función se utilizó para obtener el período de cada una de las señales que llegan al teléfono (línea, ocupado y llamada) y así poder diferenciarlas. Después de que se da la clave de acceso, el teléfono se conecta a la línea y la central manda el tono de invitación a marcar (tono de línea). Después de presentarse este tono por algún tiempo, si no se marca, se presenta el tono de ocupado.

El dispositivo verifica que este presente el tono de línea, que tiene un período de 2.47ms a 2.51ms, para saltar a la rutina de marcaje. Si la señal proveniente de la línea no está entre estos rangos puede que sea tono de ocupado o sea algún ruido de la línea.

En caso de que se haya detectado señal de ocupado (2.16ms a 2.27ms), el programa espera entonces que se cuelgue para regresar a desplegar la hora y la fecha.

Cuando los rangos no pertenecen a ninguna de estas dos señales el programa regresa a capturar otro período, esto es útil para que el ruido de la línea no interfiera en el programa. Figura 4.7.

Marcaje por tonos

El marcaje por tonos sigue el mismo procedimiento que se mencionó en clave por tonos. La única diferencia es que este programa hace referencia a una subrutina que trunca los números del teléfono (TRUNC), es decir, asigna el número exacto de dígitos para las diferentes llamadas (llamada local, llamada nacional, llamada internacional, y números de servicio como 05, 04 etc.) para evitar que aparezcan números de más en el display (si se marcaron estos números de mas).

Para saltar a la rutina TRUNC es necesario que se haya marcado el segundo dígito del número (contando el conmutador). Cuando regresa de la rutina la variable Cont1 ya tiene el número de dígitos necesarios para dicha llamada. En el caso de Lada, donde el número puede ser 91, 92 etc., se necesita también comparar el tercer dígito para saber a que Lada se refiere. Por esta razón el programa entra a la rutina que trunca los números cuando captura el segundo número y cuando captura el tercer número.

El programa termina cuando el número de dígitos (Contn) es igual al número obtenido en la rutina que trunca los números. Figura 4.8.

Verifica señal de Línea y Ocupado (SLO)

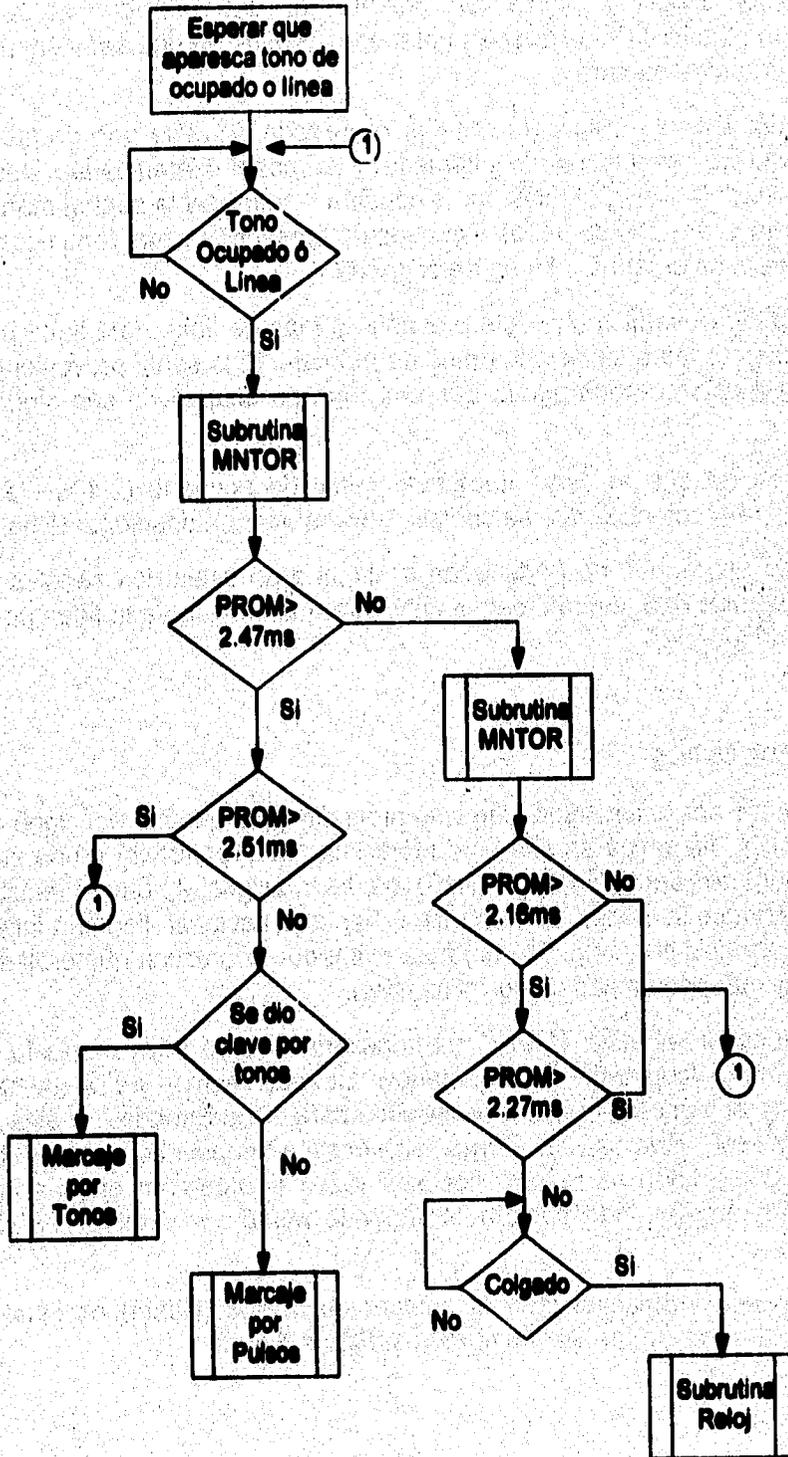


Figura 4.7

Marcaje por Tonos

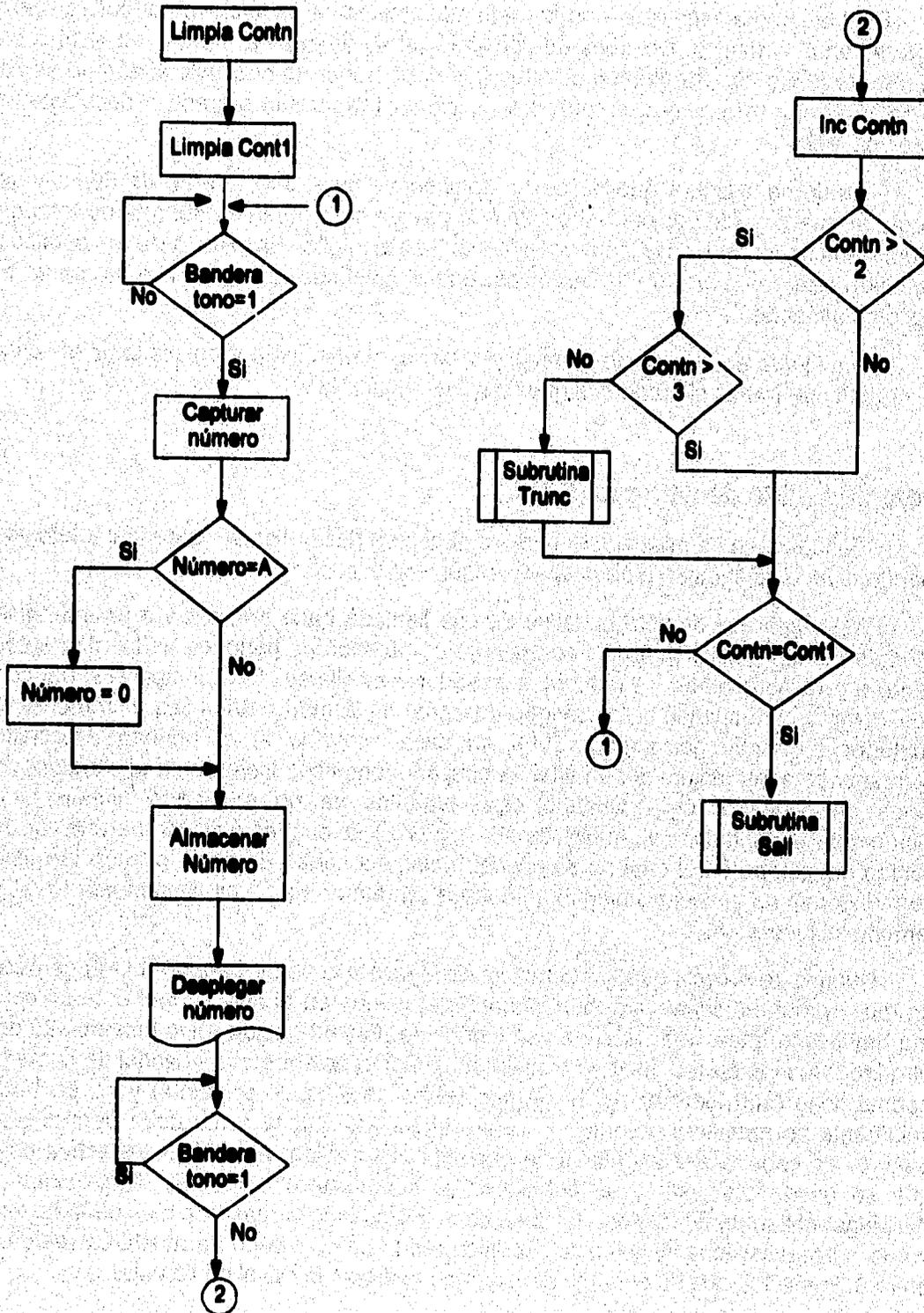


Figura 4.8

Marcaje por Pulsos

Este diagrama tiene el mismo formato que cuando se da la clave por pulsos, pero tiene algunas variantes. Después de verificar que se empezó a marcar, se realiza un retardo de 80ms, en este tiempo se sabe que debe haber un nivel alto si aún no se ha colgado, si el nivel es cero, entonces se colgó y el programa regresa a desplegar la hora y la fecha.

Cuando se asegura que no se ha colgado se hace otro retardo de 60ms y se pregunta nuevamente por el nivel en PA7, si hay un cero durante este retardo total de 140ms entonces los pulsos corresponden al mismo dígito. En este caso se continúa haciendo retardos ahora de 100ms hasta que el nivel sea uno y en ese momento el dígito se almacena.

Al igual que en el caso de marcaje por tonos, el marcaje por pulsos también salta a la rutina que trunca el número al que se llama. Figura 4.9.

Detecta Salida de llamada (SALL)

Cuando ya se ha marcado el número al que se desea llamar, la central telefónica manda el tono de llamado o de ocupado según sea el caso.

Esta rutina que detecta la salida de una llamada hace referencia a un subrutina llamada monitor (MNOR) la cual se encarga de obtener los periodos de las diferentes señales y de incrementar los diferentes contadores auxiliares. Por ejemplo si el periodo que detecto corresponde a los rangos de señal de llamado, entonces incrementa el contador de tonos de llamada (LL), en caso contrario si el periodo detectado corresponde a los rangos de la señal de ocupado, entonces incrementa el contador de tonos de ocupado (OC). Cuando esta subrutina ya no encuentra ningún tono incrementa el contador de pausas de 50ms (PSLL), el cual es utilizado para llevar un conteo del tiempo en el cual no se encontró ninguna señal. Es decir, cuando la rutina de monitor ya no encuentra ningún tono, hace un retardo de 50ms, incrementa PSLL y termina su ejecución.

Cuando se detecta que la frecuencia pertenece a la señal llamado ($LL > 4$) se hace un muestreo de la señal cada 50ms durante el tiempo en el que el nivel esta en cero (no hay señal), para verificar si en ese tiempo se presenta algún ruido proveniente del otro lado de la línea (es decir ya contestaron). Como se sabe que la señal de llamada normal tiene una duración de 1s en alto (señal de llamado presente) y 4s en bajo, solamente se muestrea durante los cuatro segundos que la señal debe permanecer baja. Si en esos cuatro segundos se presenta algún ruido, el teléfono se activa para que se pueda transmitir y se establezca la comunicación, además de empezar a desplegar el tiempo. El teléfono también se activa cuando ya pasaron más de 4.2s y no volvió a aparecer tono de llamada. El único rango en el que no se muestrea ruido es entre 3.2ms y 4.2, que es el rango donde debe aparecer la señal de llamado.

Marcaje por Pulsos

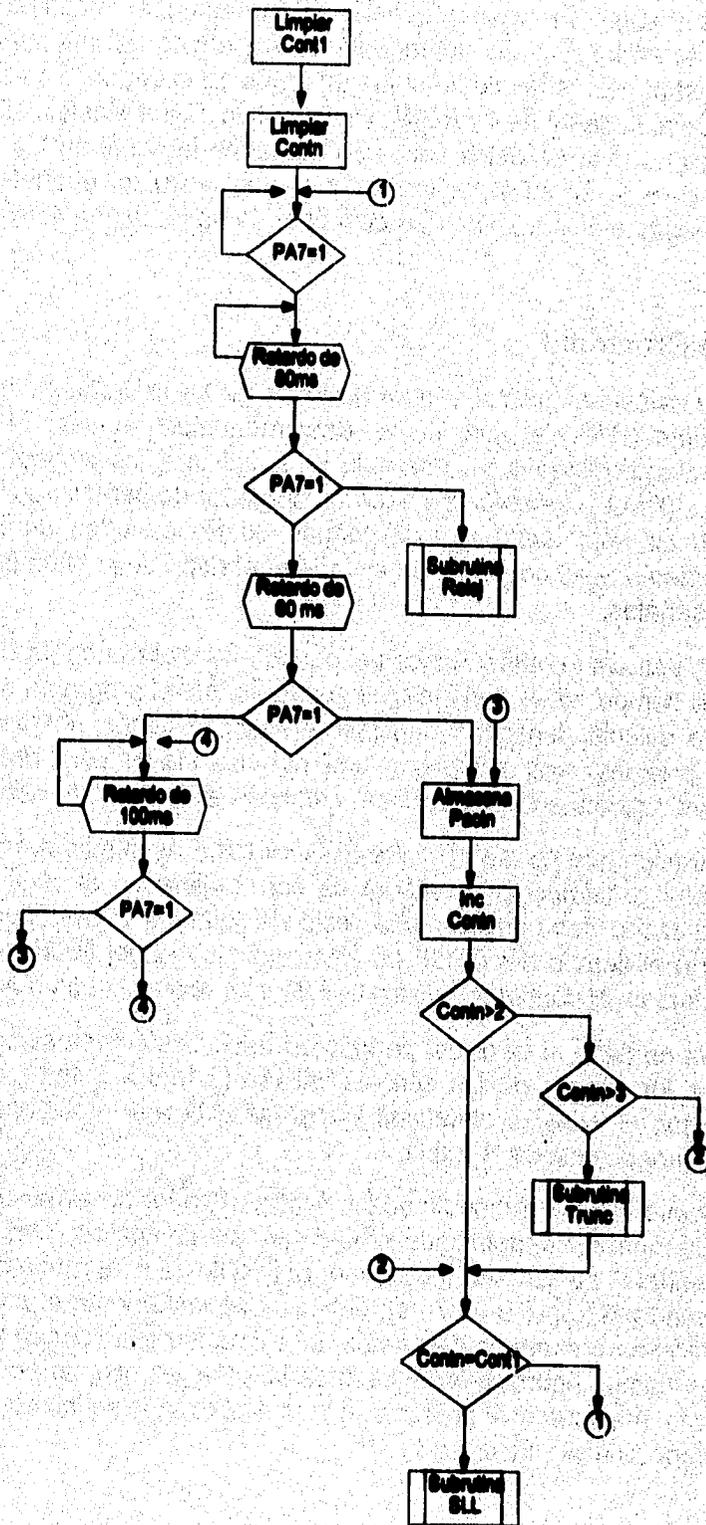


Figura 4.9

En el caso de la señal de ocupado se realiza un muestreo entre más rangos debido a que se observó que existen señales de llamado que no cumplen con el rango de 1s en alto y 4s en bajo, y que además tienen el periodo de una señal de ocupado, por esta razón están colocadas como si fueran tonos de ocupado. En este caso esta la señal de TV Azteca, la señal de la UNAM, y la señal de Ticket Master. Al igual que en la señal de llamado normal, en estos casos se muestrea la señal en los rangos en que debe haber un cero, si en estos rangos se presenta un ruido, el teléfono se activa y empieza a desplegarse el tiempo de duración de la llamada. Figura 4.10.

Subrutina de Promedio

Esta rutina calcula el promedio de 4 periodos de las diferentes señales. Tiene un contador de 50ms (ITR1) el cual se va decrementando en caso de no encontrar ninguna señal, cuando llega a cero se sale de la rutina e incrementa el contador de pausas de 50ms (PSLL). También se tiene un contador de iteraciones para calcular el promedio, es decir sólo hasta que se tengan cuatro periodos de las señales se obtendrá el promedio, esto con el fin de evitar que el ruido de la línea se confunda con algunas de las señales.

Cuando se detecta el primer flanco del periodo se realiza un retardo de 2.55ms, si después de ese tiempo no se detecta el segundo flanco, el programa regresa al inicio. Este retardo se calculó pensando que las señales no tienen un periodo mayor de 2.55ms, si se presenta una señal con un periodo mayor será descartada. Si se detectó el segundo flanco antes de 2.55ms, entonces es un periodo válido.

La comparación que se realiza entre SEGF y PRIF es debido a que la entrada de captura almacena el tiempo del contador de carrera-libre en el cual se presentó un flanco, por esa razón debe realizar una resta de tiempos para conocer el valor del periodo. Cuando el tiempo del SEGF no es mayor que el del PRIF, quiere decir que hubo un sobreflujo en el contador de carrera-libre y se realiza la operación indicada.

Cuando ya se tiene el valor del periodo se hace una comparación para ver si se encuentra entre los rangos de las señales válidas (2.1ms a 2.4ms), si se encuentra entre esos rangos el valor se almacena y regresa a buscar otro periodo. Si no está dentro de esos rangos sale de la rutina.

Cuando ya se tiene el promedio de los cuatro periodos se almacena este valor en una localidad de memoria denominada PROM para ser comparado con cada uno de los rangos de las señales de llamado y ocupado. Si PROM tiene el rango de frecuencia de la señal de llamado (2.29ms a 2.37ms), entonces se incrementa el contador de tonos de llamado y regresa a capturar más tonos. La rutina termina cuando ya no encuentra ningún tono. Lo mismo ocurre para el caso de la señal de ocupado cuyos rangos son 2.12ms a 2.24ms, mientras esté presente el tono de ocupado se incrementa el contador de tonos de ocupado (OC). Figura 4.11.

Detecta salida de llamada (SALL)

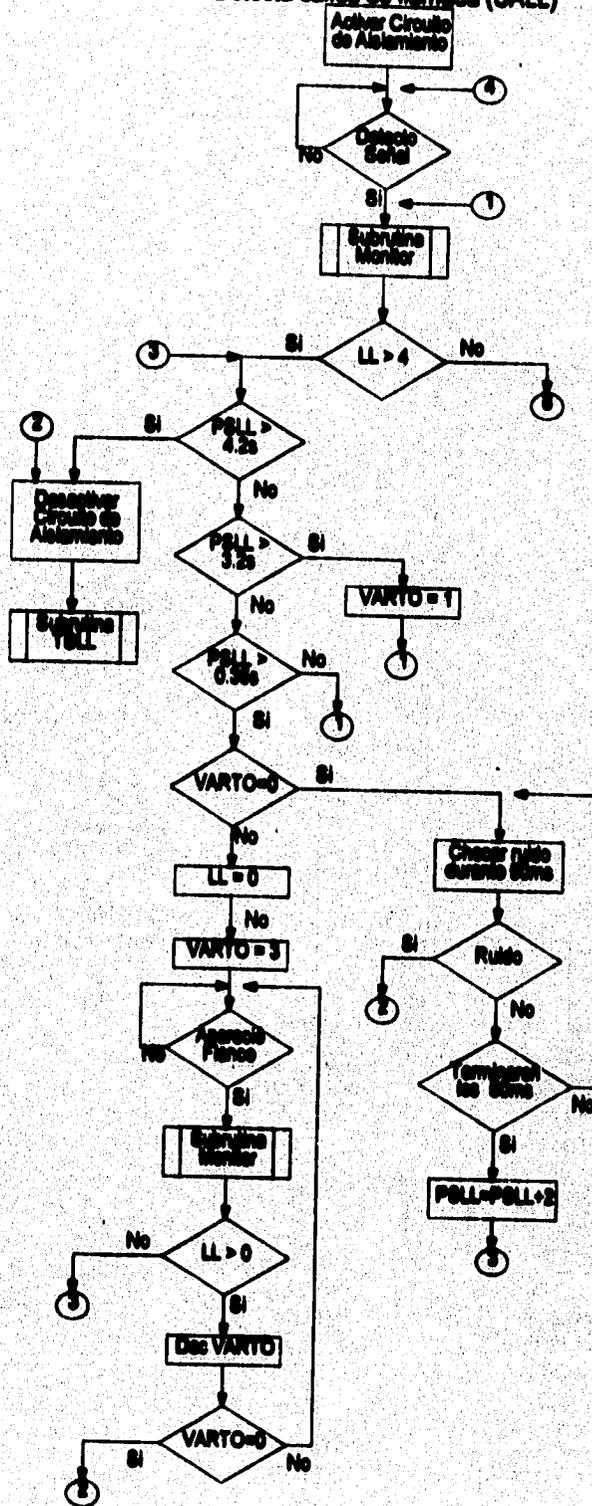


Figura 4.10

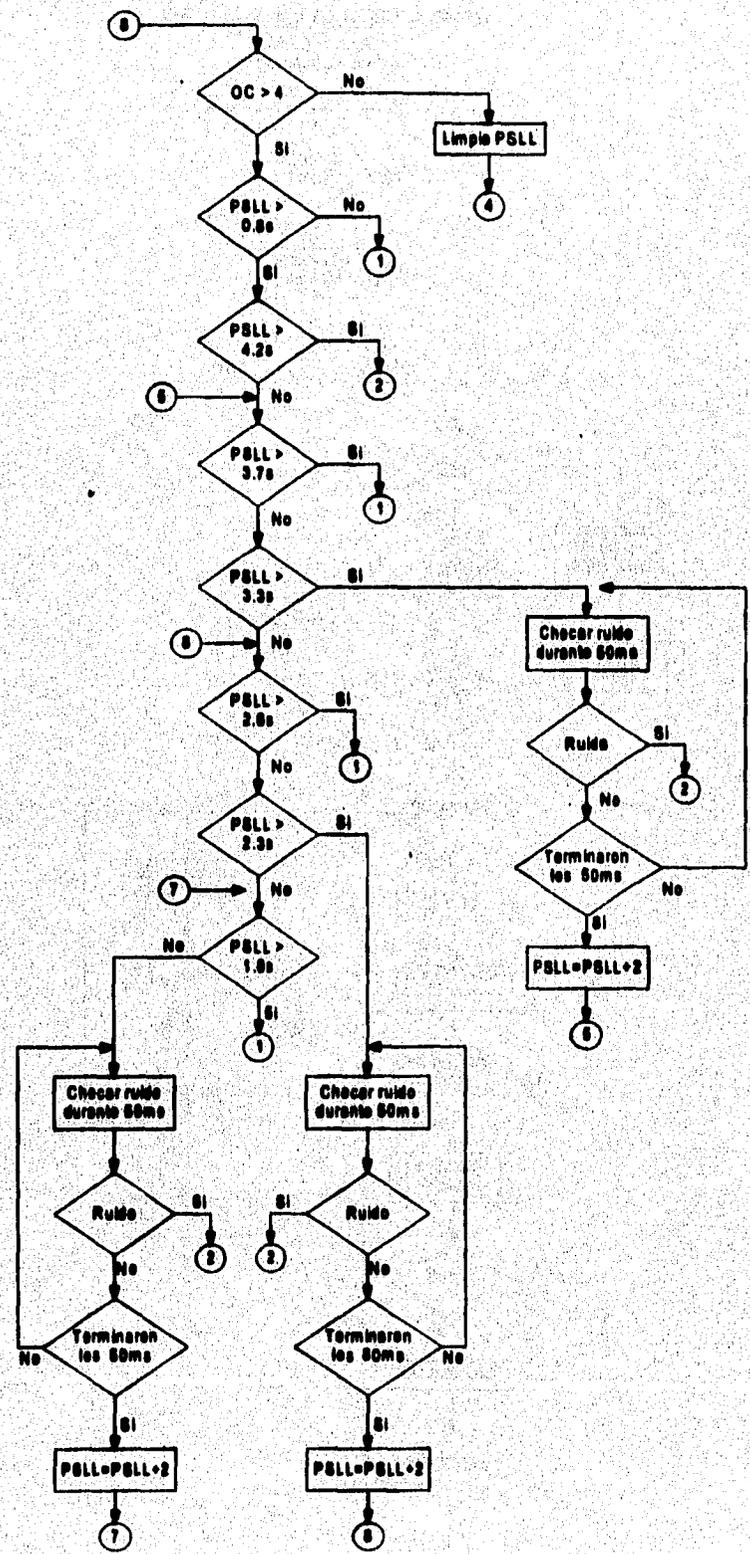


Figura 4.10 Continuación

Subrutina de Promedio (MNTOR)

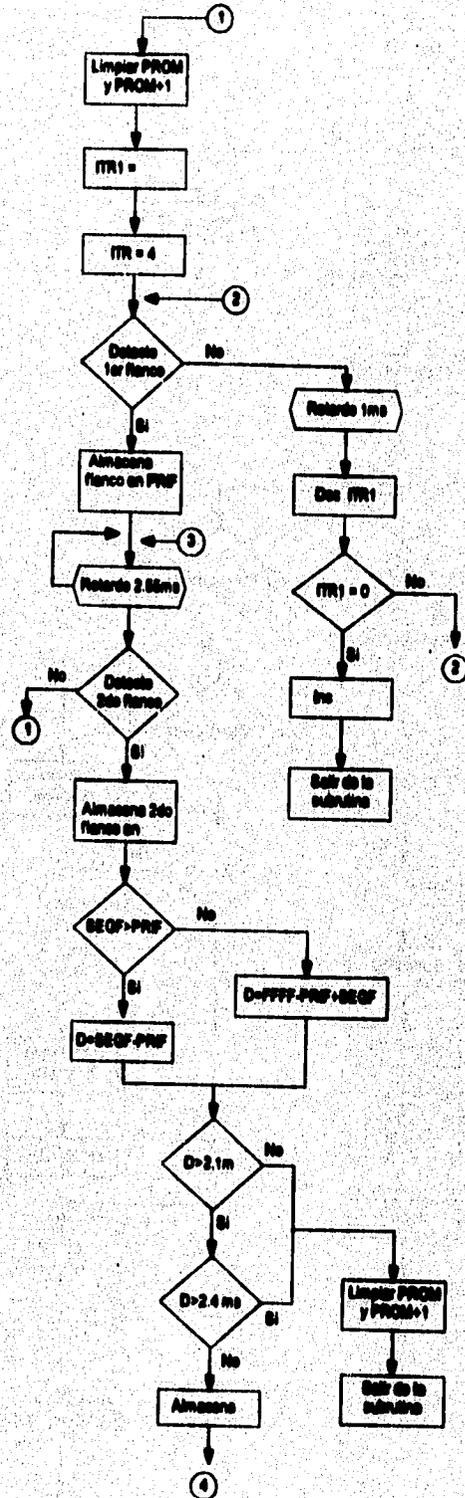


Figure 4.11

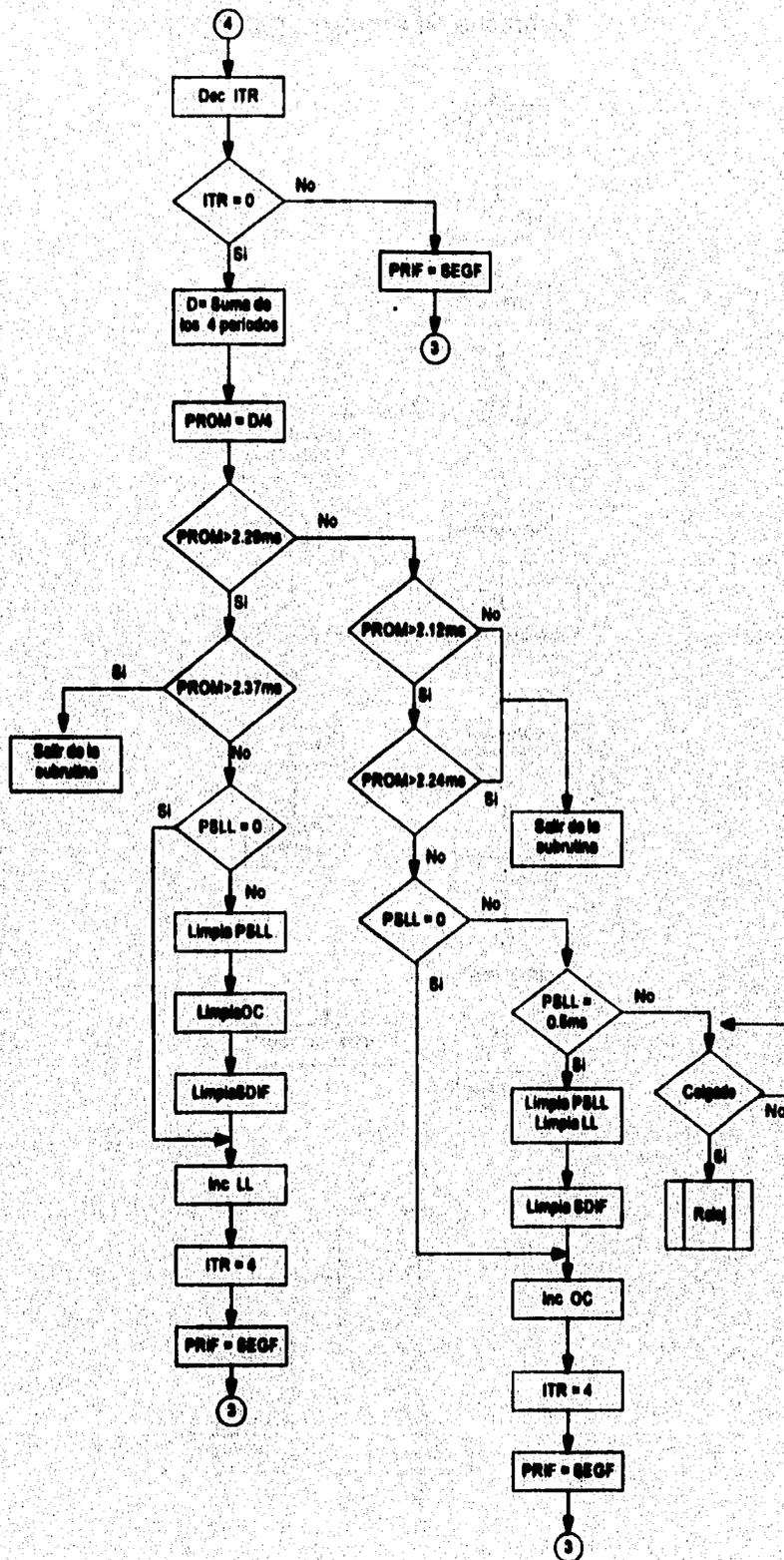


Figura 4.11 Continuación

Programa para Truncar números

Este programa tiene una variable que almacena la cantidad de dígitos necesarios para cada llamada (local, nacional e internacional), cuando el programa sale de esta rutina esta variable (Cont1) debe tener el número de dígitos correspondiente a cada llamada.

A esta subrutina se entra hasta que el número de dígitos marcados para realizar una llamada sea 2 ó 3. Cuando el número de dígitos marcados es dos, entra a la rutina y verifica si este número es un cero. Si es un cero se asigna un 3 a Cont1, indicando que solo se esperan tres dígitos, en caso contrario sale de la rutina.

Si el número de dígitos marcados es tres, compara el segundo dígito con 9, si no es nueve significa que será una llamada local (cont1=8). Si el segundo dígito es 9, entonces hace las comparaciones con todas las Ladas, asignándole a cont1 el valor adecuado. Figura 4.12.

Programa para Truncar el número telefónico (TRUNC)

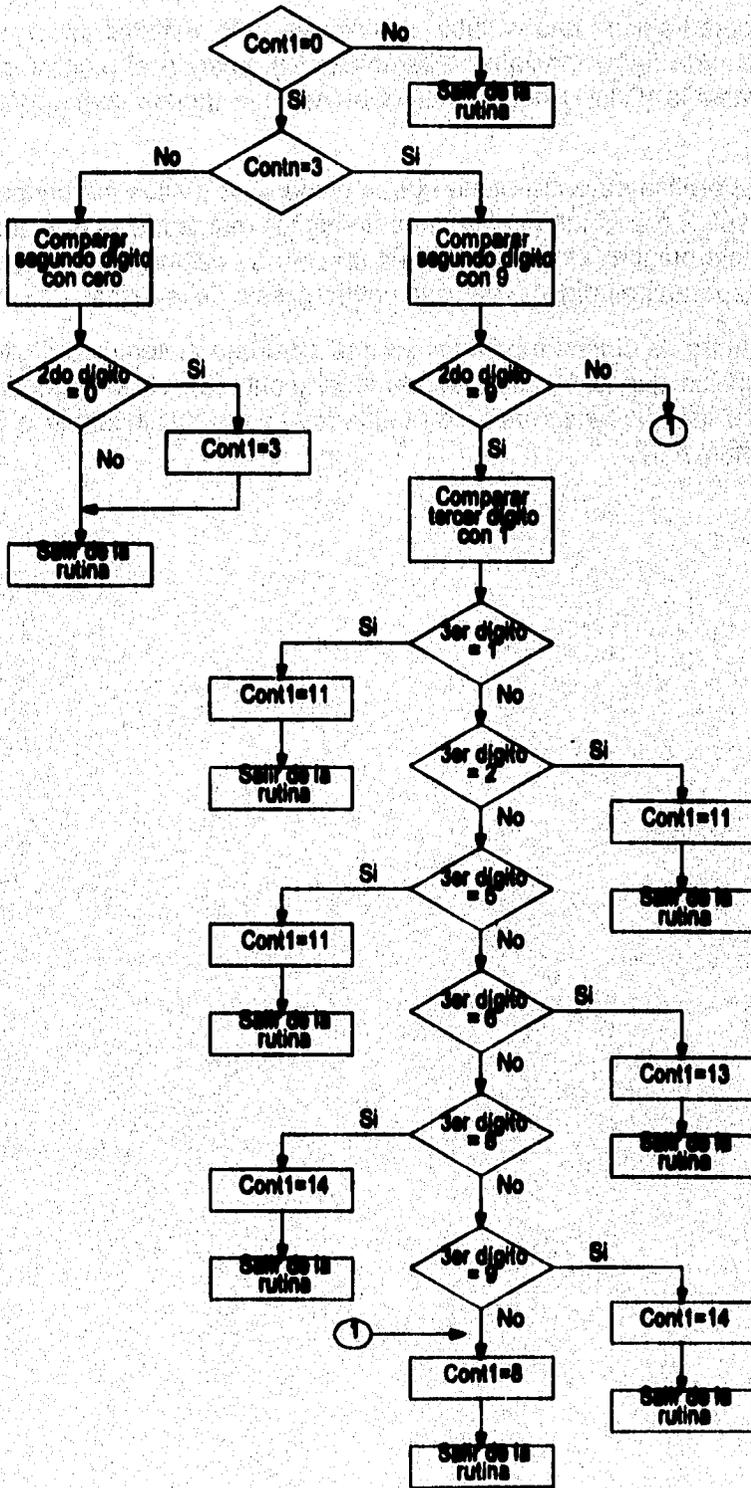


Figura 4.12

4.2 DIAGRAMAS DE FLUJO DE MENÚS

Las subrutinas que controlan todas las opciones que puede manejar el registrador en sus diferentes menús, se programaron de acuerdo al diagrama de flujo principal siguiente: Figura 4.13.

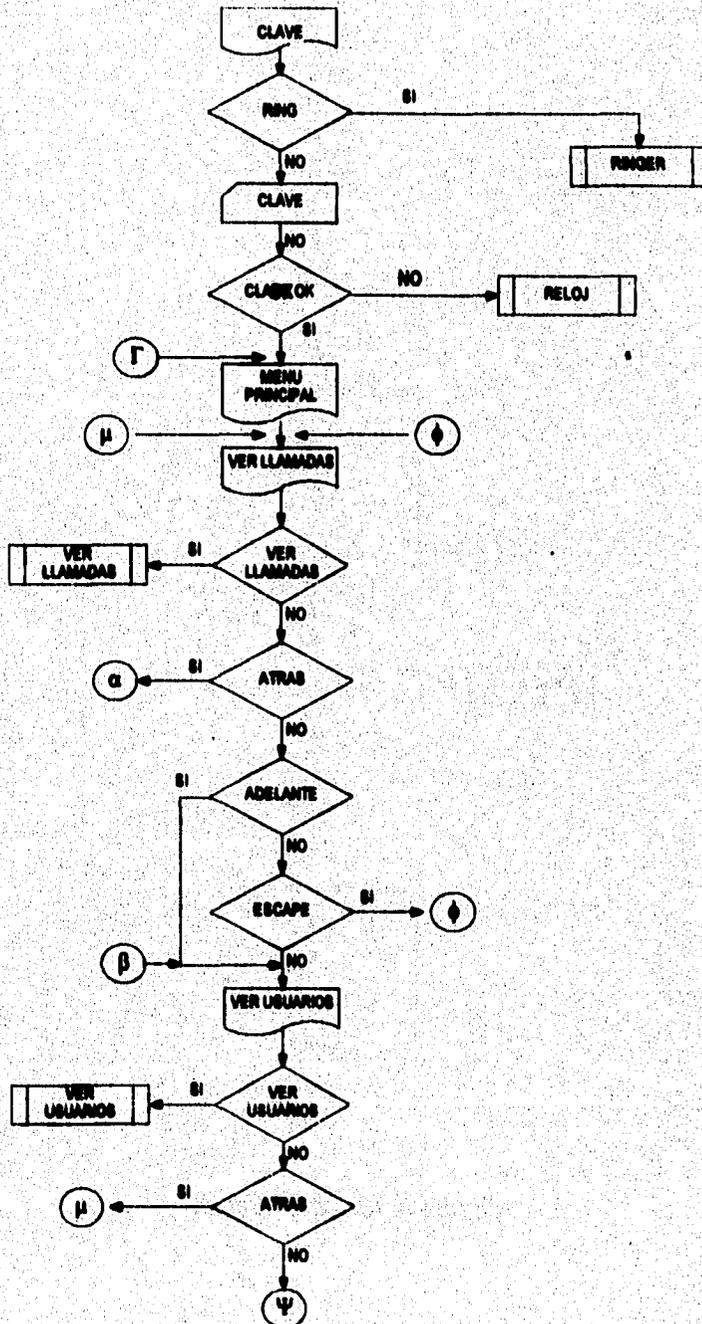


Figura 4.13

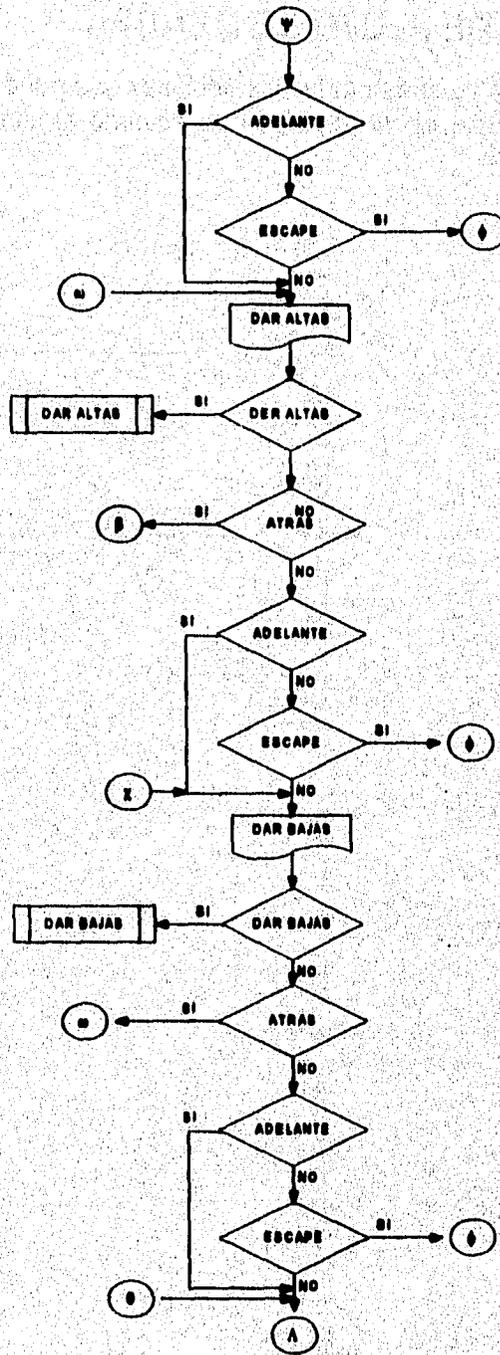


Figura 4.13. Continuación

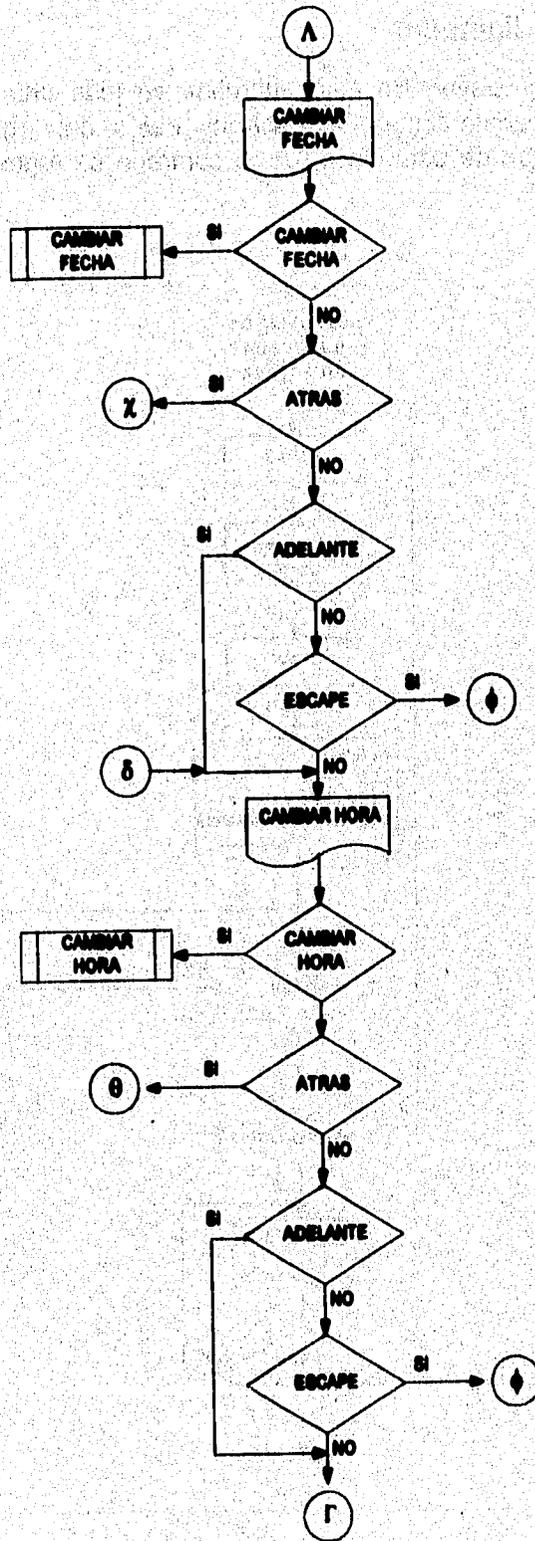
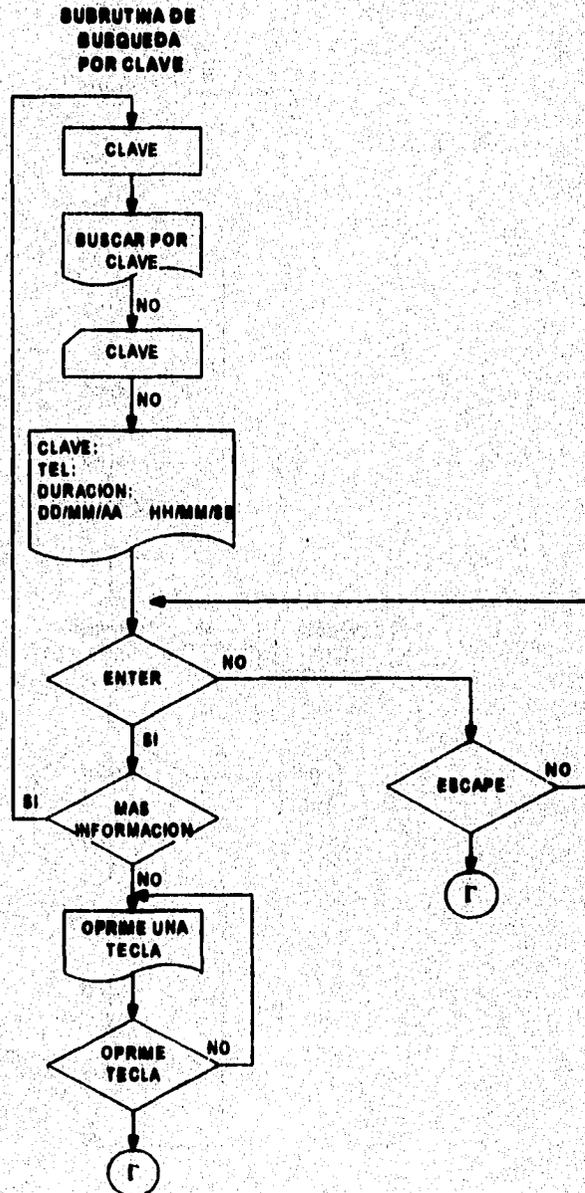


Figura 4.13. Continuación

Subrutinas de Ver llamadas

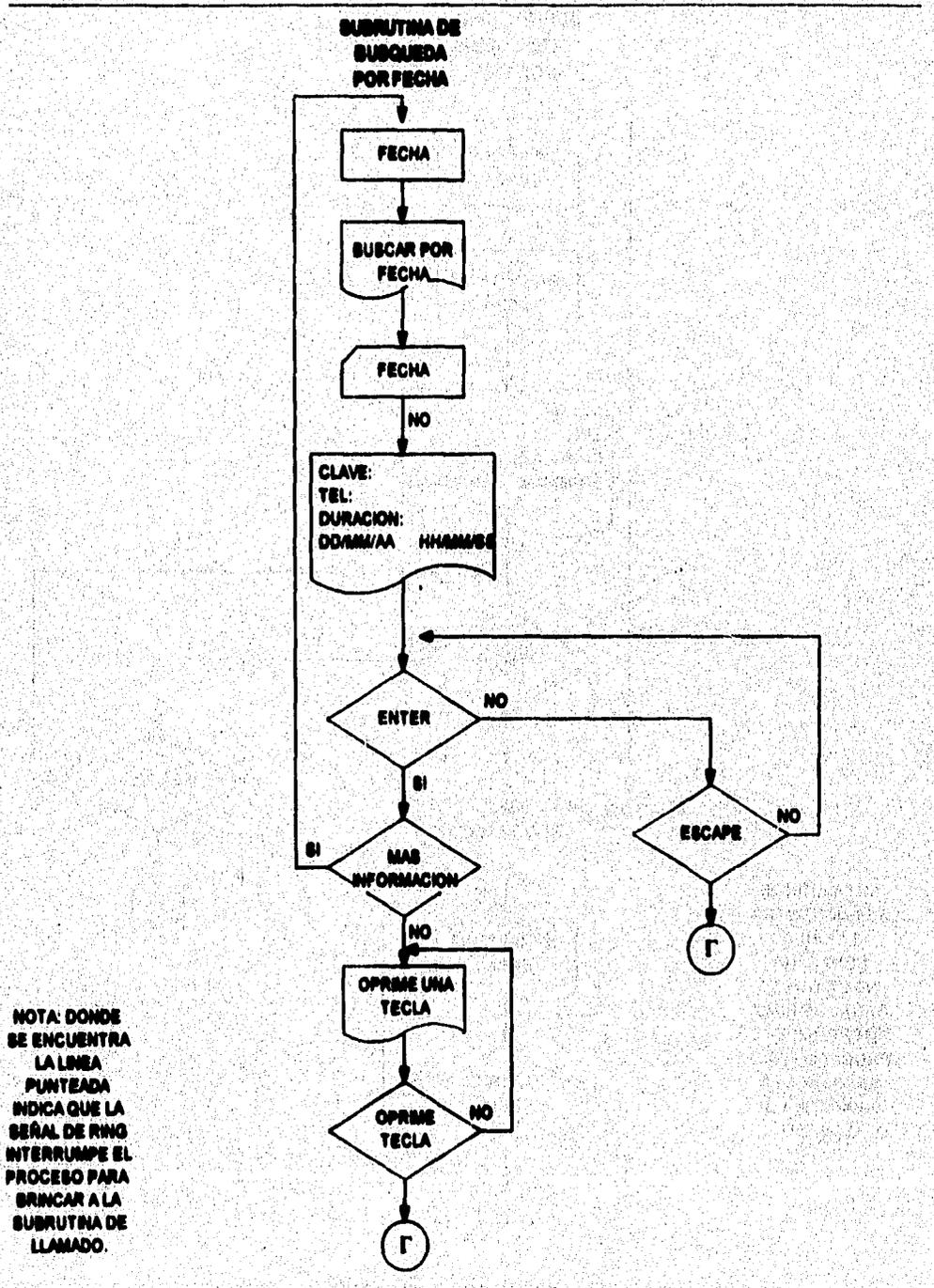
Ver llamadas por clave.- En esta subrutina se pide una clave a buscar para compararse con las existentes en la base de datos del registrador; si coinciden despliega la información de esta clave, de lo contrario se regresa al menú principal. Figura 4.14.



NOTA: DONDE SE ENCUENTRA LA LINEA PUNTEADA INDICA QUE LA SEÑAL DE RINGO INTERRUMPE EL PROCESO PARA BRINCAR A LA SUBROUTINA DE LLAMADO.

Figura 4.14

Ver llamadas por fecha.- En esta subrutina se pide una fecha a comparar en la base de datos del registrador, en la que se desea verificar cuantas llamadas se realizaron. Figura 4.15.



NOTA: DONDE SE ENCUENTRA LA LINEA PUNTEADA INDICA QUE LA SEÑAL DE RING INTERRUMPE EL PROCESO PARA BRINCAR A LA SUBROUTINA DE LLAMADO.

Figura 4.15

Ver llamadas por LADA.- En esta subrutina se compara el primer dígito del número almacenado en la base de datos para verificar si éste es de una llamada local o LADA, si es LADA, comparará los siguientes para verificar si es internacional o nacional. Figura 4.16.

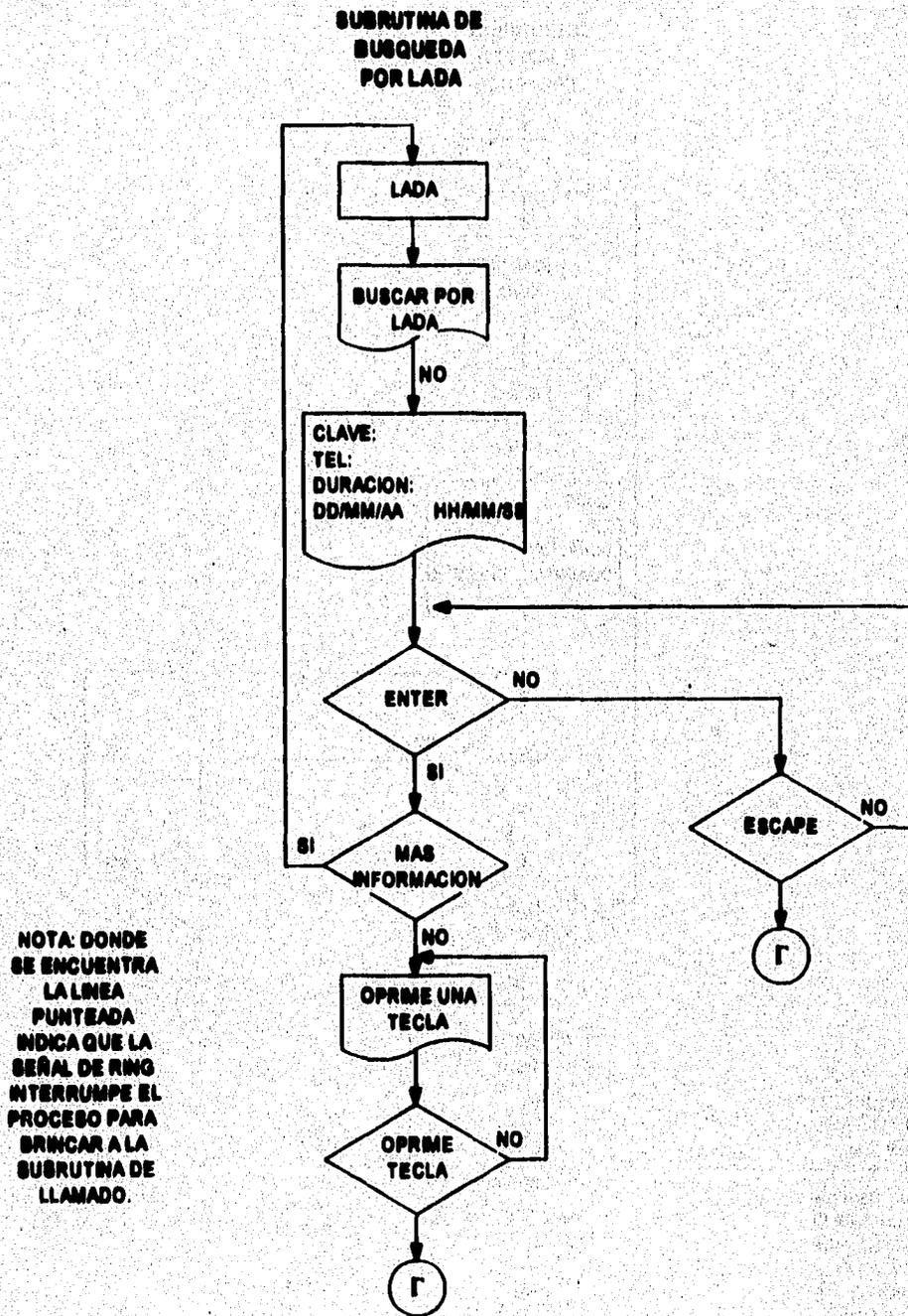


Figura 4.16

Ver llamadas externas.- En esta subrutina se verifica dentro de la base de datos las llamadas externas, porque éstas no tienen almacenado clave de acceso ni número marcado, pero sí los demás datos. Figura 4.17.

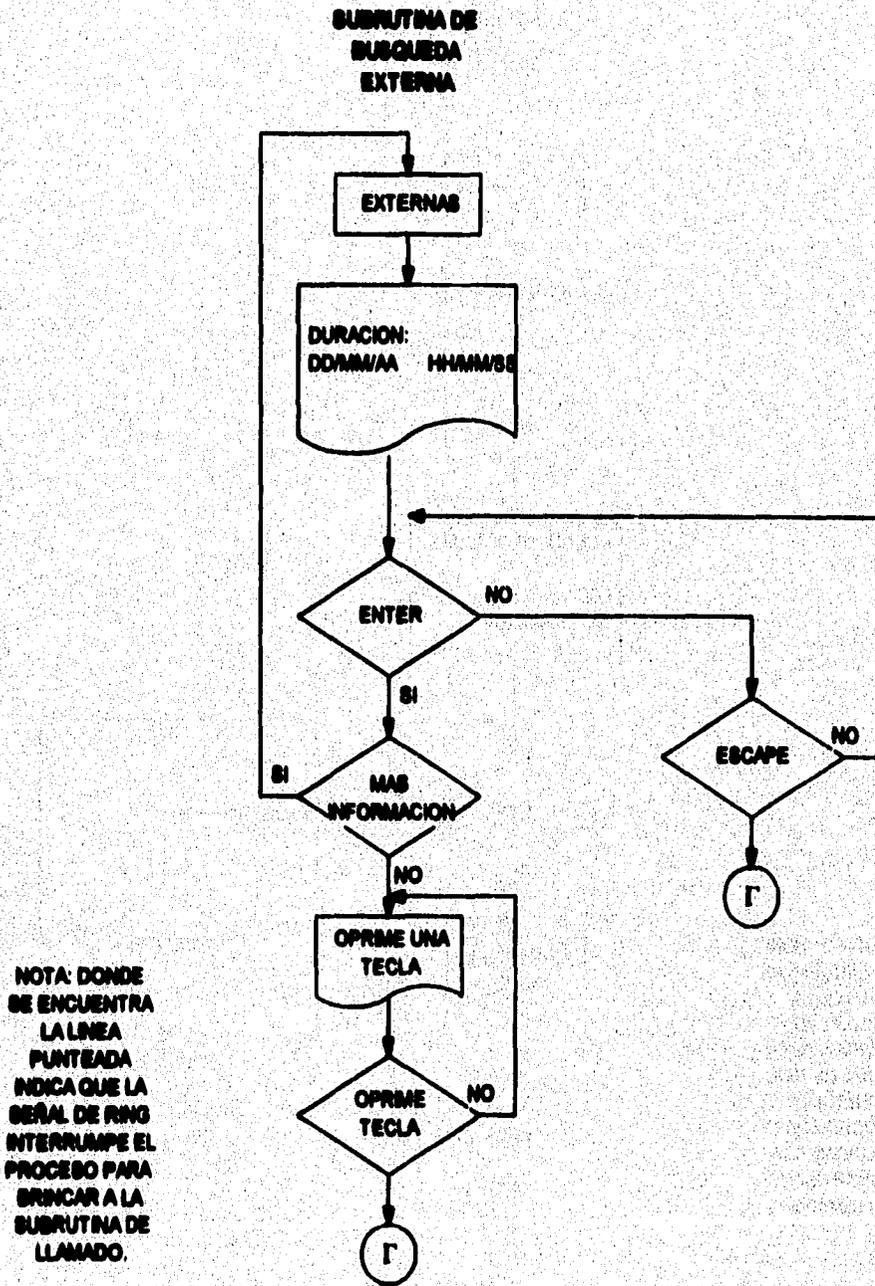


Figura 4.17

Ver llamadas por mes.- En esta subrutina se pide un mes para compararlo con las llamadas que coinciden con la información de la base de datos. Figura 4.18.

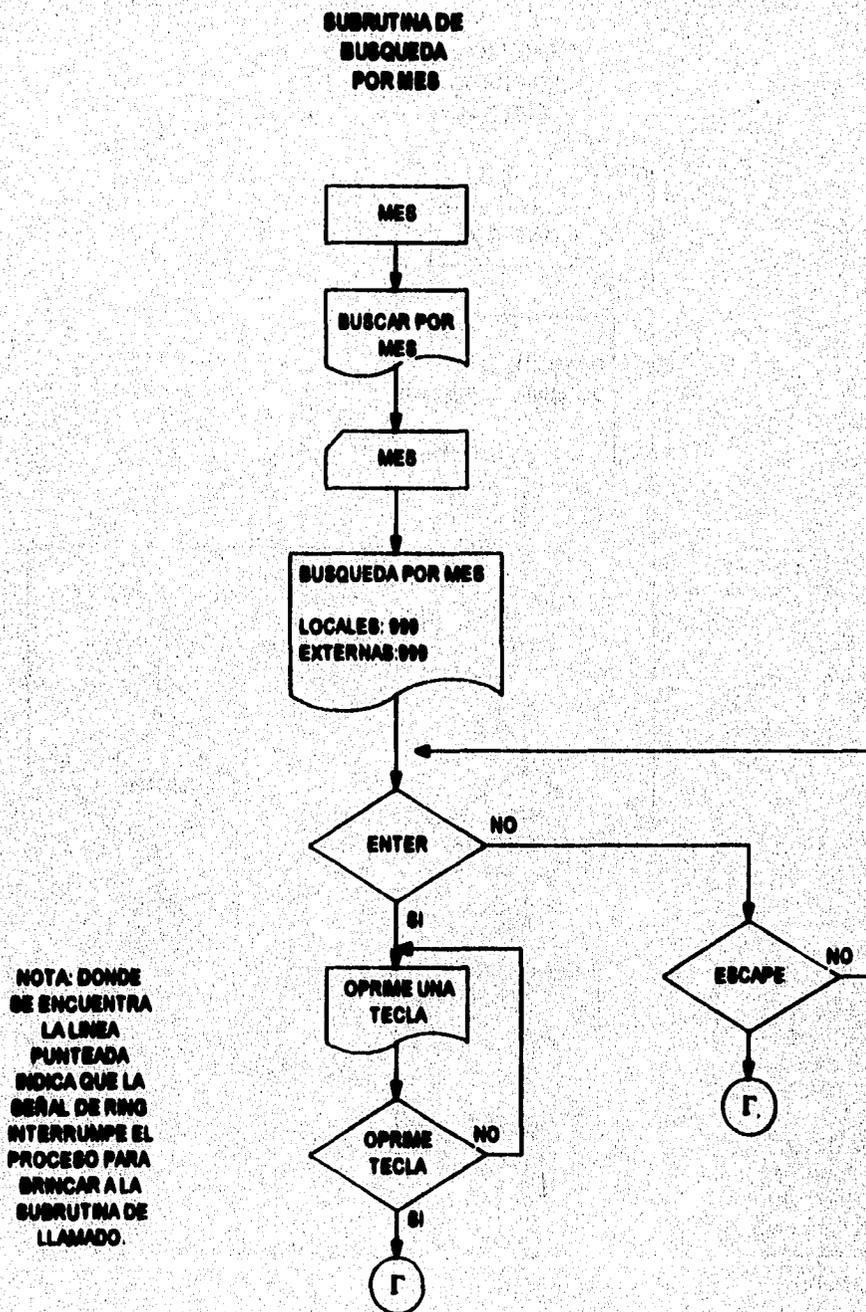
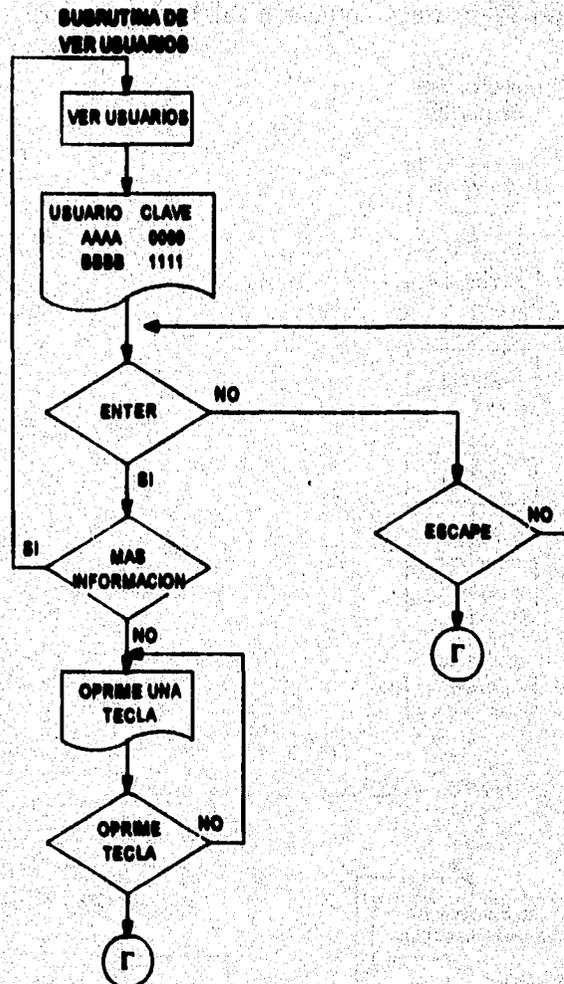


Figura 4.18

Subrutina de Ver Usuarios:

La subrutina de ver usuarios toma los valores que están almacenados dentro de la RAM interna del microcontrolador, convirtiéndolos en caracteres válidos a desplegarse en la pantalla de cristal líquido. Este despliegue se hace tomando grupos de tres usuarios. Figura 4.19.



NOTA: DONDE SE ENCUENTRA LA LINEA PUNTEADA INDICA QUE LA SEÑAL DE RINGO INTERRUMPE EL PROCESO PARA BRINCAR A LA SUBROUTINA DE LLAMADO.

Figura 4.19

Subrutina de Dar de Baja

Esta subrutina pide cuatro valores alfabéticos y cuatro numéricos para borrarlos de la RAM interna del microcontrolador. Posteriormente compara éstos con los que se tengan almacenados previamente, si coinciden borra tanto nombre como clave, de lo contrario sale de esta subrutina. Figura 4.21.

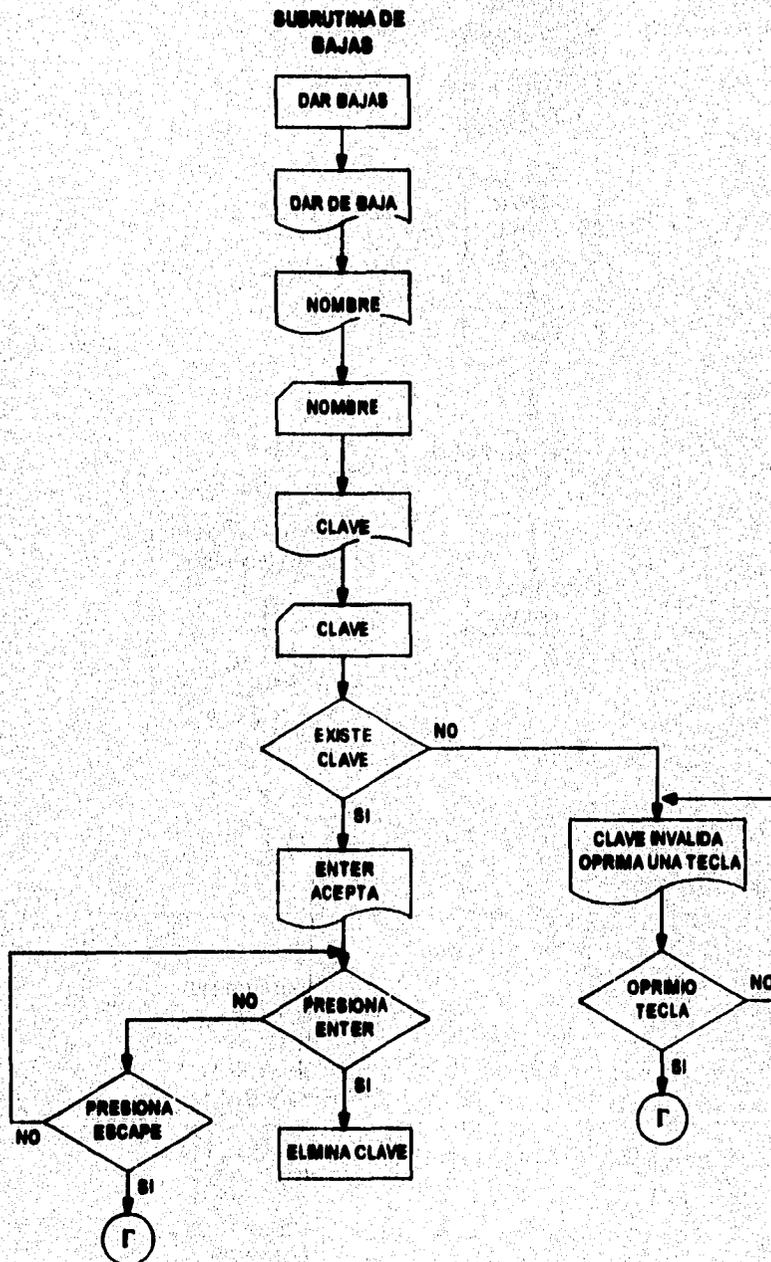
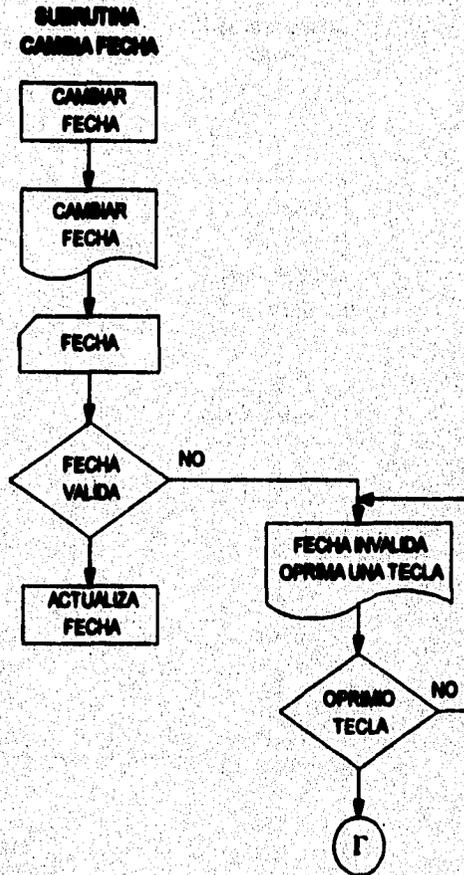


Figura 4.21

Subrutina de Cambiar Fecha

En esta subrutina se piden valores de día, mes y año para almacenarse en la base de datos del microcontrolador. Si el número de días no coincide con el que debiera tener de acuerdo al mes introducido, o bien si no se considera que el año es bisiesto, se considerará como una fecha inválida, de no ser así se almacena. Figura 4.22.

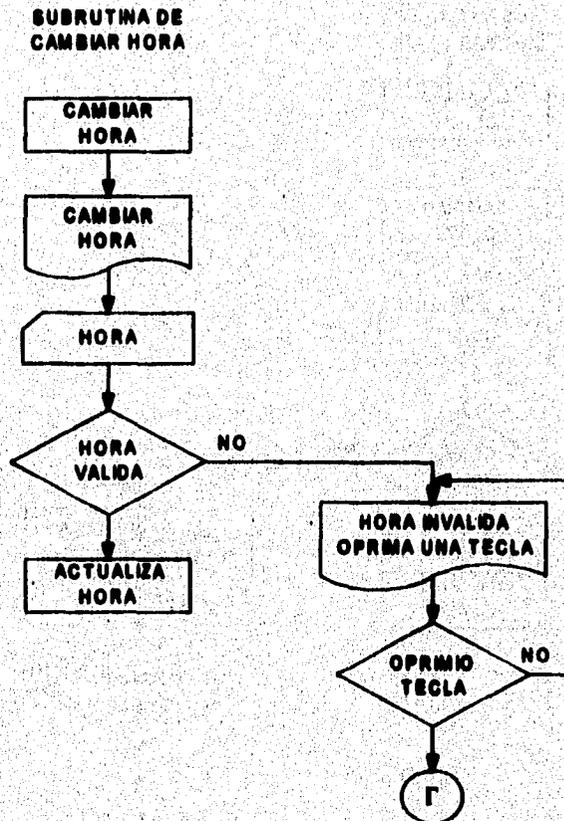


NOTA: DONDE
SE ENCUENTRA
LA LINEA
PUNTEADA
INDICA QUE LA
SEÑAL DE RING
INTERRUMPE EL
PROCESO PARA
BRINCAR A LA
SUBROUTINA DE
LLAMADO.

Figura 4.22.

Subrutina de Cambiar Hora

En esta subrutina se piden valores de horas y minutos para almacenarse en la base de datos del microcontrolador. Si la cantidad de horas excede a 23, o bien si los minutos exceden a 59, se considerará una hora inválida de no ser así se almacenará. Figura 4.23.

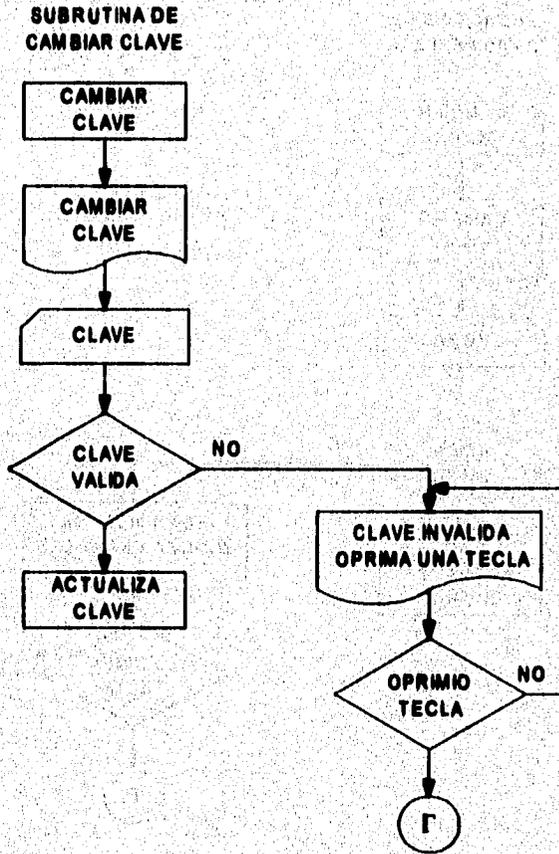


NOTA: DONDE SE ENCUENTRA LA LINEA PUNTEADA INDICA QUE LA SEÑAL DE RING INTERRUMPE EL PROCESO PARA BRINCAR A LA SUBROUTINA DE LLAMADO.

Figura 4.23.

Subrutina de Cambiar Clave

En esta subrutina se cambia la clave de acceso al menú principal solicitando cuatro dígitos como clave nueva. Se comparan estos dígitos con los que se tengan como clave de usuario para evitar confusiones. Si no coinciden con ninguno de la base, la clave se considera válida y se almacena. Figura 4.24.



NOTA: DONDE SE ENCUENTRA LA LINEA PUNTEADA INDICA QUE LA SEÑAL DE RING INTERRUPE EL PROCESO PARA BRNCAR A LA SUBROUTINA DE LLAMADO.

Figura 4.24.

5

PRUEBAS CON EL REGISTRADOR DIGITAL

A lo largo del desarrollo de la tesis se realizaron numerosas pruebas con el fin de validar el funcionamiento del Registrador Digital de llamadas telefónicas.

En primer lugar se desarrollo un programa que obtuviera los periodos de los diferentes tonos presentes en la línea telefónica, como son el tono de línea, el tono de llamado y el tono de ocupado, por medio del circuito de monitoreo. Este circuito fue conectado al microprocesador por medio de una de las entradas de captura, la cual detecta la presencia de dos fiancos, en este caso de subida, para calcular el periodo de una señal. Se llevaron a cabo gran número de llamadas para obtener el rango de valores entre los cuales se encontraban los tonos de las señales mencionadas.

En esta etapa se trabajo con el microprocesador en modo bootstrap debido a que el programa aún no tenía una gran longitud, además de que se obtenían los datos directamente de la PC. Las tablas 5.1, 5.2 y 5.3 muestran algunos de los periodos de las señales, en hexadecimal, obtenidos mediante el programa de monitoreo.

En un principio el detector de colgado consistía de un circuito el cual era capaz de sensar los pulsos de marcaje (en los cuales se abre y se cierra la línea telefónica) y no considéralos como señales de colgado o descolgado. Posteriormente se realizó una rutina que realiza esta función por medio del microcontrolador, requiriéndose sólo sensar el nivel de la línea, reduciéndose además el número de componentes de hardware. Mediante una rutina el detector de colgado permite obtener el número marcado por pulsos.

| Periodo 1 | Periodo 2 | Periodo 3 | Periodo 4 | Promedio |
|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 13D2 | 13C4 | 1346 | 13B3 | 13A3 |
| 126D | 138A | 13A2 | 13D1 | 138D |
| 132B | 13AE | 13AA | 134B | 1373 |
| 136E | 13A1 | 133F | 13AC | 1383 |
| 135B | 139C | 13C5 | 1375 | 138C |
| 13A3 | 13D2 | 130D | 13D7 | 1396 |
| 13A1 | 1382 | 138B | 1384 | 138C |
| 13E8 | 1318 | 13AB | 1399 | 1391 |
| 1389 | 13BF | 1357 | 1387 | 1389 |
| 1367 | 13C1 | 138D | 1384 | 1386 |
| 132C | 13A9 | 1330 | 138A | 138F |
| 1398 | 1397 | 13B0 | 1362 | 1390 |

Tabla 5.1. Periodos de señal de línea

| Periodo 1 | Periodo 2 | Periodo 3 | Periodo 4 | Promedio |
|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 1271 | 1266 | 1262 | 1262 | 1266 |
| 1273 | 1260 | 1259 | 125B | 1261 |
| 125F | 1250 | 1266 | 125B | 125C |
| 129C | 124E | 1250 | 1262 | 1267 |
| 1281 | 124B | 1252 | 1232 | 1254 |
| 1256 | 1264 | 126A | 1269 | 1263 |
| 1251 | 124F | 12F4 | 1263 | 125F |
| 1271 | 125A | 1285 | 126D | 126F |
| 126F | 125B | 1250 | 1260 | 125E |
| 1255 | 127B | 1258 | 126A | 1264 |
| 1256 | 126A | 12AD | 1278 | 1281 |
| 11E8 | 1325 | 1195 | 1304 | 1269 |

Tabla 5.2. Periodos de señal de llamado

| Periodo 1 | Periodo 2 | Periodo 3 | Periodo 4 | Promedio |
|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 11B3 | 10FD | 10ED | 10E4 | 1120 |
| 1189 | 1103 | 1115 | 1109 | 112A |
| 112C | 10EF | 10EB | 10A6 | 10EB |
| 10CD | 1179 | 1122 | 10F4 | 111D |
| 1289 | 10B1 | 111E | 10BF | 1151 |
| 10FF | 1136 | 1173 | 1104 | 112B |
| 10F6 | 10EE | 10A0 | 1140 | 10F4 |
| 109B | 10EA | 10B6 | 10AD | 10C2 |
| 1164 | 112C | 1162 | 1107 | 113E |
| 1104 | 10E5 | 10A5 | 116A | 10FE |
| 10BE | 10C0 | 10FF | 10EB | 10BA |
| 115E | 1102 | 10E1 | 10A4 | 10F9 |

Tabla 5.3. Periodos de señal de ocupado

La detección del tono de timbre se realizó mediante un circuito de Motorola, el cual tiene la característica de que su salida no se altera por los pulsos de marcaje. De igual forma se utilizó un circuito de Motorola para detectar los tonos de multifrecuencia.

Se realizaron programas por separado para probar el circuito de colgado y de pulsos de marcaje, el detector de tonos DTMF y el detector de timbre.

Al efectuarse la unión de estos programas se rebasó la capacidad de la RAM interna del microprocesador. Por tal motivo se realizó la expansión del microprocesador para añadir memoria externa. A pesar de que se añadió memoria externa, el microprocesador no trabaja completamente en modo expandido ya que aún se necesitaba el contacto con la PC para realizar las pruebas necesarias. Se realizaron algunas modificaciones para que el microprocesador trabajará con la memoria externa sin perder contacto con la PC.

Con una primera unión de los programas y de los circuitos mencionados se realizaron una gran cantidad de pruebas a casa habitación, observándose que en algunas ocasiones no se detectaba correctamente el tono de llamado y por lo tanto no se sabía exactamente cuando habían contestado la llamada. El circuito de aislamiento fue acoplado para solucionar este problema, debido a que se observó que el período de los tonos variaba con el ruido generado en la línea telefónica. Este ruido se genera al transmitir cuando está presente algún tono (por ejemplo cuando se habla estando el tono de llamada presente) o un ruido externo. Por este motivo se pensó incluir un circuito que permite únicamente la recepción y no la transmisión.

Para tener acceso a la línea telefónica se requiere de una clave la cual se da por medio del teclado del teléfono, ya sea por pulsos o por tonos. Para detectar esta clave se utilizó también el circuito de aislamiento cuya salida se conecta al microcontrolador.

La información almacenada es accesada a través de una clave, la cual es proporcionada en la misma forma que para tener acceso a la línea telefónica. Pero dicha clave (clave maestra) sólo es conocida por el propietario del registrador.

La consulta de la información se realiza a través de un teclado adicional en el registrador en el caso de marcaje por pulsos, y por medio del teclado del teléfono para el caso de marcaje por tonos.

Se realizaron gran cantidad de llamadas de prueba hacia casas habitación y a algunas empresas añadiendo este circuito (entre ellas Nortel Telecom, Ericsson, ATT, Telmex, Alcatel entre otras) obteniéndose buenos resultados. Sin embargo al hacer llamadas a T.V. Azteca, Ticket Master y a la U.N.A.M., los resultados obtenidos variaron en lo que se refiere al tipo de tono y duración, esto es, la señal clasificada como tono de ocupado se presentó como tono de llamado y con pausas diferentes (de lugar a lugar).

Para resolver este problema se incluyeron estas variaciones dentro del programa, además de incluir un botón externo en el caso de que alguna llamada no entre a su lugar de origen.

Continuamente se realizaron pruebas en las diferentes etapas de desarrollo obteniéndose resultados satisfactorios.

Otra etapa de prueba fue cargar el programa en la EEPROM externa para que trabajara en forma autónoma (modo expandido) no encontrándose ninguna dificultad.

La última parte de las pruebas fue llevar el prototipo fuera del Laboratorio, a una casa habitación, realizando los cambios necesarios para que funcionará en forma adecuada. Actualmente está trabajando satisfactoriamente y en forma continua en casa habitación.

6

MANUAL DE OPERACIÓN DEL REGISTRADOR

La función del registrador digital es controlar y registrar las llamadas que se realizan en un lugar específico tal y como se ha mencionado con anterioridad. Para tal efecto, un usuario tendrá una clave personal similar al Número de Identificación Personal (NIP) de un banco, con el que podrá realizar las llamadas que desee registrándose en el dispositivo la clave de la persona que realizó la llamada, el número marcado, la duración de la llamada, además de la fecha y la hora en la que se realizó la llamada. Para el caso de las llamadas que entran no se almacenará la clave ni el número marcado.

A esta información solamente podrá tener acceso la persona que cuente con una clave maestra. Solamente con esta clave se podrá acceder al Menú Principal para hacer una consulta de todas las llamadas que salieron o entraron, además de otras funciones relacionadas con el manejo de las claves.

Con el fin de proporcionar una ayuda al usuario en la consulta de la información almacenada en el Registrador Digital se desarrolló este manual de operación en el cual se encuentran detallados los pasos a seguir en la consulta de cualquiera de los menús.

Debido a que ha sido desarrollado completamente como manual, éste incluye un índice para hacer más fácil la búsqueda de las diferentes opciones de consulta.

Debe aclararse que cuando el teléfono que se tenga instalado es un teléfono digital se usará completamente el teclado del mismo para hacer la consulta de los menús. Mientras que, si el teléfono es de disco se utilizará un teclado adicional instalado en el dispositivo para tener acceso dichos menús.

ÍNDICE

| | |
|-------------------------------------|-----|
| 1. Información general..... | 201 |
| 2. Instalación del dispositivo..... | 202 |
| 3. Acceso al Menú Principal..... | 202 |
| 4. Dar de alta..... | 204 |
| 5. Dar de baja..... | 205 |
| 6. Cambiar hora..... | 207 |
| 7. Cambiar clave..... | 208 |
| 8. Cambiar fecha..... | 209 |
| 9. Ver llamadas..... | 210 |
| 10. Ver usuarios..... | 213 |
| 11. Hacer una llamada..... | 214 |
| 12. Recibir una llamada..... | 216 |

1. Información General:

La pantalla, con sus diferentes secciones, se muestra en la figura 6.1:

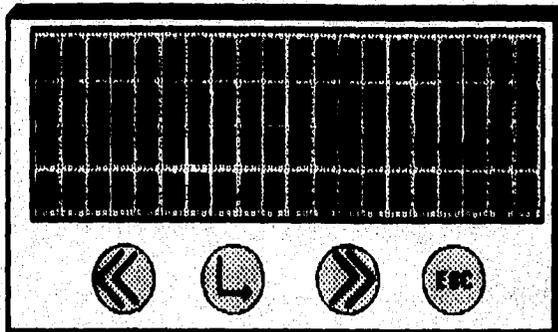


Figura 6.1

El registrador tiene una capacidad de almacenamiento de 860 llamadas, y una vez rebasada, se reemplazará la llamada más antigua con la más reciente. Las teclas con las que cuenta el registrador sirven para aceptar, regresar, adelantar o cancelar una operación en el dispositivo de acuerdo con el menú en el que se encuentre el usuario. Es importante mencionar que no todas las teclas realizan alguna operación en todos los menús del dispositivo, pero con ayuda de ellas, el usuario que tenga la clave de acceso al Menú Principal, podrá ver y/o modificar la opción seleccionada dentro del Registrador Digital. Dentro del registrador se pueden realizar las operaciones siguientes:

- Ver llamadas
- Ver usuarios
- Dar de alta
- Dar de baja
- Cambiar hora
- Cambiar fecha
- Cambiar clave

Cada una de las opciones anteriores tiene a su vez, uno o varios submenús. En secciones siguientes se mencionará más a detalle cada una de las opciones anteriores. Si su teléfono es de TONOS, la tecla de ENTER será el #, y la de AVANCE el *. Para el teléfono de PULSOS, las teclas de ENTER, AVANCE, RETROCESO y ESCAPE son las que se indican en los botones.

2. Instalación del Dispositivo

Debe asegurarse que el Registrador este encendido, para cerciorarse de ello, verifique que en la pantalla aparezca el letrero:

LA HORA ES:

00:00:00

si no aparece el letrero ajuste el nivel de contraste, revise la conexión de la alimentación o reemplace, en su caso, las baterías.

Si ya apareció el letrero, únicamente se debe conectar la línea del teléfono a la entrada del Registrador y la salida de éste a la línea en que se conecta el teléfono. Hay que cerciorarse que se tengan los conectores adecuados para que el dispositivo funcione correctamente.

Suministro de Energía Eléctrica:

Si el dispositivo se conecta a la energía eléctrica, ésta debe ser la alimentación estándar de 110 V ac / 60 Hz, o bien si funciona con baterías, deben ser recargables 4 x 1.2 V. Las baterías sirven de respaldo para la memoria interna del Registrador.

3. Acceso al Menú Principal

Cada vez que se desee hacer una consulta sobre la información que proporciona el Registrador, deberá teclearse una clave de acceso. Esto se lleva a cabo mientras el teléfono esté descolgado. Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Descuelgue el teléfono y aparecerá en la pantalla el siguiente mensaje:

CLAVE :

cuando aparece el letrero, el cursor estará parpadeando esperando la clave.

2. La primera vez que se utilice el registrador, dará por default la clave de acceso 0000, por lo tanto, si su teléfono es de TONOS solamente oprima el CERO cuatro veces; o bien si su teléfono es de PULSOS oprima 4 veces la tecla de ENTER. No obstante, ud. puede oprimir las teclas de avance y retroceso para variar el número que aparecerá en la pantalla y el botón de ENTER para aceptar el número que ud. haya seleccionado. Si desea cancelar la operación, solamente cuelgue el auricular.

La clave de acceso consta de 4 dígitos. Si su clave fue inválida, automáticamente aparecerá en la pantalla:

**CLAVE INVALIDA
FAVOR DE COLGAR**

y deberá intentar de nuevo a partir del paso 1.

3. Si su clave fue válida, aparecerá el siguiente mensaje:

*****MENÚ PRINCIPAL*****

DESEA:

VER LLAMADAS?

Al oprimir los botones de avance y retroceso, se mostrarán los diferentes menús con los que cuenta el Registrador. Para seleccionar el deseado, solamente se oprime la tecla * si su teléfono es de tonos, o la tecla de ENTER si su teléfono es de pulsos, y de acuerdo con el menú seleccionado, se realizan diferentes operaciones. Por ejemplo al oprimir * o ENTER en el menú VER LLAMADAS?, aparecerá el siguiente mensaje:

VER LLAMADAS

***CLAVE**

Si ud. oprime el botón de avance, aparecerán las diversas opciones que tiene el Menú Principal. Para cancelar la operación cuelgue u oprima ESC, o para seleccionar el menú deseado, oprima * o ENTER. Resumiendo, los pasos a seguir se muestran en la figura 6.2.

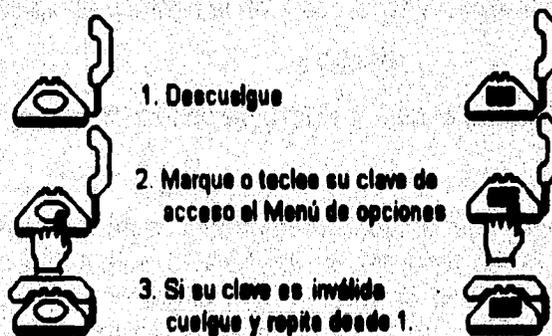


Figura 6.2

4. Dar de Alta

El registrador puede almacenar hasta 50 claves de usuario diferentes para control de llamadas. La opción de **DAR DE ALTA** da a un usuario acceso a hacer uso del teléfono, registrando los datos de su llamada. Para poder dar de alta siga los siguientes pasos:

1. Dentro del menú principal seleccione con ayuda de la teclas de avance y retroceso el menú **DAR DE ALTA** y oprima **ENTER**.

2. Aparecerá en la pantalla lo siguiente:

DAR DE ALTA

NOMBRE:

CLAVE:

3. Con ayuda de las teclas de avance, retroceso y **ENTER** introduzca un nombre de 4 letras y una clave de 4 dígitos que identifique al usuario que ud. dará de alta. Supóngase que dio de alta a Martha Isela Torres Hernández con un número 7204. La clave que se sugiere a teclear de acuerdo a este nombre es

DAR DE ALTA

NOMBRE: MITH

CLAVE: 7204

ENTER ACEPTA

4. Por cuestiones de seguridad le preguntará si desea aceptar la clave, para aprobar, solamente oprima **ENTER**, de lo contrario oprima **ESC** y se interrumpirá el proceso.

5. Si la clave que ud. tecleó era similar en nombre o en número a alguna otra, aparecerá el siguiente mensaje.

CLAVE INVALIDA

OPRIMA UNA TECLA

si sucede esto, cambie una letra y/o un número de su clave y repita el proceso. El resumen de los pasos se muestra en la figura 6.3.

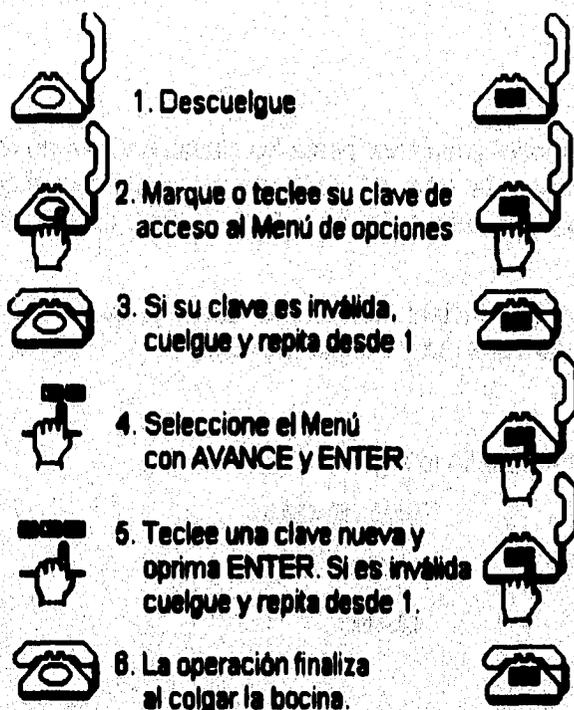


Figura 6.3.

5. Dar de Baja

Si usted desea que alguno de los usuarios que tiene clave ya no haga uso del teléfono, lo que se debe hacer es dar de baja su clave, para lo cual se hace lo siguiente:

1. Dentro del menú principal seleccione con ayuda de la teclas de avance y retroceso el menú **DAR DE BAJA** y oprima ENTER.

2. Aparecerá en la pantalla lo siguiente:

DAR DE BAJA

NOMBRE:

CLAVE:

3. Con ayuda de las teclas de avance, retroceso y ENTER introduzca un nombre de 4 letras y una clave de 4 dígitos que identifique al usuario que ud. dará de baja. Supóngase que ud. quiere dar de baja a Martha Isela Torres Hernández con un número 7204. El mensaje que aparecerá en la pantalla será:

DAR DE BAJA

NOMBRE: MITH

CLAVE: 7204

ENTER ACEPTA

4. Por cuestiones de seguridad le preguntará si desea aceptar la clave, para aprobar, solamente oprima ENTER, de lo contrario oprima ESC.

5. Si la clave que ud. tecleó no existe, aparecerá el siguiente mensaje.

CLAVE INVALIDA

OPRIMA UNA TECLA

si sucede esto, verifique dentro del menú **VER USUARIOS** la clave que ud. desea dar de baja y repita el proceso.

6. Si la clave que ud. eligió existe, oprima ENTER para eliminarla.

Para verificar que la clave ha sido eliminada, elija el menú **VER USUARIOS** para comprobar el procedimiento. El resumen de los pasos a seguir se muestra en la figura 6.4.

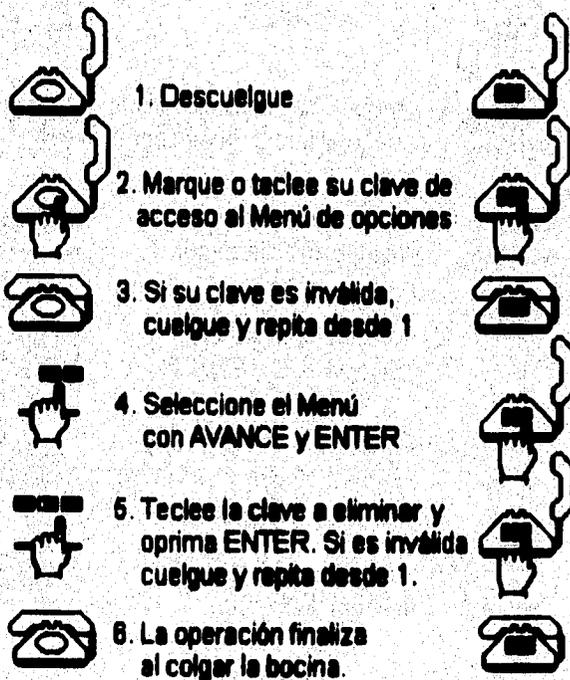


Figura 6.4.

6. Cambiar Hora

Para cambiar la hora, elija dentro del Menú Principal, con ayuda de las teclas avance y retroceso, la opción **CAMBIAR HORA** y presione **ENTER**. Al hacerlo, aparecerá el siguiente mensaje:

CAMBIAR HORA

HRS: 00

MIN: 00

Con ayuda de las teclas, seleccione las horas y minutos que ud. desee cambiar oprimiendo **ENTER** después de cada selección. Si la hora que eligió es inválida, el Registrador desplegará el siguiente mensaje:

HORA INVALIDA

OPRIMA UNA TECLA

si sucede esto, oprime una tecla y teclee una hora válida. Si la hora fue correcta el Registrador saldrá automáticamente al Menú Principal. Los pasos a seguir se muestran en la figura 6.5.

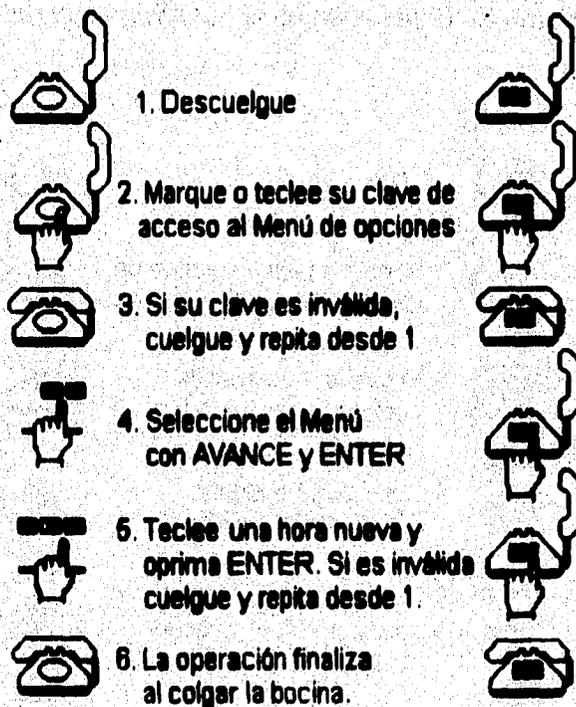


Figura 6.5

7. Cambiar Clave

Cuando se instala por vez primera el Registrador, la clave de acceso al Menú Principal es 0000, ud. puede cambiarla realizando los siguientes pasos:

1. Elija dentro del Menú Principal con ayuda de las teclas de avance y retroceso, la opción **CAMBIAR CLAVE** y presione **ENTER**. El Registrador desplegará el siguiente mensaje:

CAMBIAR CLAVE
CLAVE ACTUAL: 0000
CLAVE NUEVA : XXXX

2. Con ayuda de las teclas de avance y retroceso, seleccione el número que ud. relacione con algún evento que le sea familiar (cumpleaños, aniversario etc.) para evitar olvidarlo. La clave que el Registrador espera es de 4 dígitos. Presione **ENTER** después de cada selección. El Registrador desplegará el siguiente mensaje.

CAMBIAR CLAVE
CLAVE ACTUAL: 0000
CLAVE NUEVA : XXXX
ENTER ACEPTA

Si ud. oprime **ENTER** la clave nueva será aceptada, de lo contrario, presione **ESC** para interrumpir el proceso. Resumiendo, los pasos son (figura 6.6):

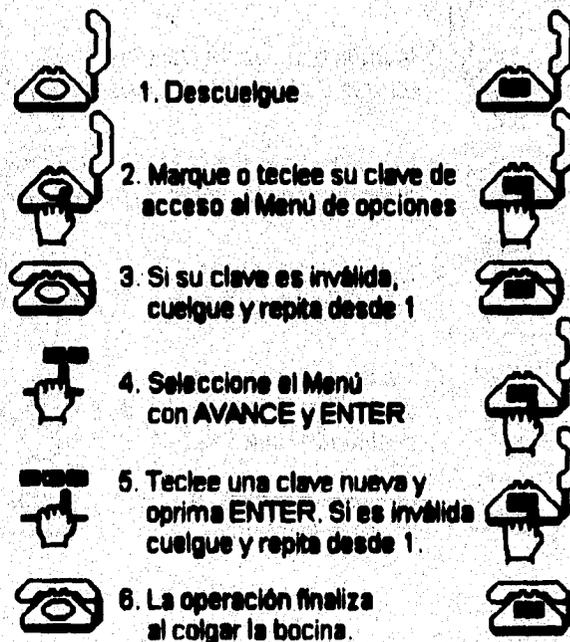


Figura 6.6.

8. Cambiar Fecha

Para cambiar la fecha, elija dentro del Menú Principal, con ayuda de las teclas avance y retroceso, la opción **CAMBIAR FECHA** y presione **ENTER**. Al hacerlo, aparecerá el siguiente mensaje:

CAMBIAR FECHA

DIA: 00

MESES: 00

AÑO: 00

Con ayuda de las teclas, seleccione el día, mes y año al que ud. desee cambiar oprimiendo **ENTER** después de cada selección. Si la fecha que eligió es inválida⁴, el Registrador desplegará el siguiente mensaje:

FECHA INVALIDA

OPRIMA UNA TECLA

si sucede esto, oprima una tecla y teclee una fecha válida. Si la fecha fue correcta el Registrador cambiará automáticamente a la pantalla de Menú Principal.

El resumen de los pasos se muestra en la figura 6.7:

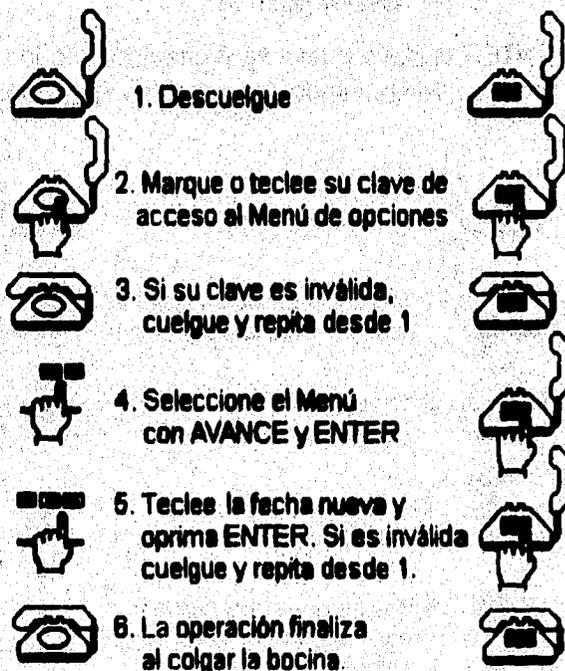


Figura 6.7

⁴ Una fecha es inválida cuando se excede el valor de 12 para los meses y para los días el valor 31, o bien si para un mes dado, el valor de días no es el correcto, o bien no ha considerado que el año es bisiesto.

9. Ver Llamadas

Si al aparecer en el Menú Principal la pantalla:

*****MENÚ PRINCIPAL*****

DESEA:

VER LLAMADAS?

ud. presiona ENTER, aparecerá la opción:

VER LLAMADAS

***CLAVE**

Presionando varias veces la tecla de avance, aparecerán las diferentes opciones del menú "VER LLAMADAS" hasta quedar de la siguiente forma:

VER LLAMADAS

***CLAVE * LADA**

***FECHA * EXTERNAS**

*** MES**

La opción deseada se indicará por medio del parpadeo del cursor, para seleccionarla deberá oprimir * o ENTER.

• Selección de VER LLAMADAS POR CLAVE:

Para seleccionar esta opción, elija VER LLAMADAS dentro del Menú Principal, después coloque el cursor en la opción de " *CLAVE ", y presione * ENTER; el siguiente mensaje aparecerá en la pantalla:

BUSCAR POR CLAVE:

CLAVE:

aquí el Registrador espera una clave a buscar, teclee la clave de manera similar a como lo hizo al teclear su clave de acceso.

Si la clave que ud. tecleó tiene información aparecerá en la pantalla lo siguiente:

CLAVE: XXXX

TEL: XXXXXXXXXXXXX

DURACIÓN: MM:MM:SS

DD/MM/AA MM:MM:SS

Esta es la información que despliega el Registrador. Si ud. desea ver más llamadas del usuario con la clave que tecleó al inicio del menú, oprima * o ENTER, si desea cancelar la operación, cuelgue u oprima # o ESC.

• Selección de **VER LLAMADAS POR FECHA:**

Para seleccionar esta opción, elija **VER LLAMADAS** dentro del Menú Principal, después coloque el cursor en la opción de " *FECHA ", y presione * o ENTER; el siguiente mensaje aparecerá en la pantalla:

BUSCAR POR FECHA:

DIA: 0

aquí el Registrador espera dos dígitos, seleccione un valor entre 1 y 31 dependiendo del mes, si su teléfono es de tonos hágalo con los dígitos del teléfono, si es de pulsos hágalos con los botones de avance y retroceso. De manera similar se selecciona el mes y el año, hasta que la pantalla muestre lo siguiente:

BUSCAR POR FECHA:

DIA: DD

MES: MM

AÑO: AA

Si la fecha que ud. tecleó no existe, el Registrador desplegará el siguiente mensaje:

FECHA INVALIDA

OPRIMA UNA TECLA

si esto sucede, oprime cualquier tecla y repita el procedimiento.

Si en la fecha que ud. tecleó no hay registrada ninguna llamada, aparecerá el siguiente mensaje:

OPRIMA UNA TECLA

oprime cualquier tecla y teclee otra fecha.

Si en la fecha que ud. tecleó hay registrada una o mas llamadas, se mostrará el siguiente mensaje:

CLAVE: XXXX

TEL: XXXXXXXXXXXXX

DURACIÓN: MM:MM:SS

DD/MM/AA MM:MM:SS

Para ver más llamadas, simplemente oprima * o ENTER hasta que aparezca el mensaje:

OPRIMA UNA TECLA

esto quiere decir que son todas las llamadas para la fecha que ud. seleccionó. Si desea interrumpir el proceso, presione ESC.

• Selección de **VER LLAMADAS POR LADA:**

Para seleccionar esta opción, elija **VER LLAMADAS** dentro del Menú Principal, después coloque el cursor en la opción de " *LADA ", y presione ENTER; el siguiente mensaje aparecerá en la pantalla:

CLAVE: XXXX
TEL: XXXXXXXXXXXXXXXX
DURACIÓN: MM:MM:SS
DD/MM/AA MM:MM:SS

Para ver más llamadas, simplemente oprima * o ENTER hasta que aparezca el mensaje:

OPRIMA UNA TECLA

esto quiere decir que son todas las llamadas de larga distancia que estén almacenadas. Si desea interrumpir el proceso, presione ESC.

• Selección de **VER LLAMADAS EXTERNAS:**

Para seleccionar esta opción, elija **VER LLAMADAS** dentro del Menú Principal, después coloque el cursor en la opción de " *EXTERNAS ", y presione * o ENTER; el siguiente mensaje aparecerá en la pantalla:

DURACIÓN: MM:MM:SS
DD/MM/AA MM:MM:SS

Para ver más llamadas, simplemente oprima * o ENTER hasta que aparezca el mensaje:

OPRIMA UNA TECLA

esto quiere decir que son todas las llamadas externas almacenadas. Si desea interrumpir el proceso, presione ESC.

- Selección de VER LLAMADAS POR MES:

Para seleccionar esta opción, elija VER LLAMADAS dentro del Menú Principal, después coloque el cursor en la opción de " *MES ", y presione * o ENTER; el siguiente mensaje aparecerá en la pantalla:

BUSCAR POR MES

MES:

aquí el registrador espera un número de dos dígitos menor que 12 que ud. tecleará, si su teléfono es de TONOS lo puede marcar con ayuda de los dígitos del teléfono, y si es de PULSOS con las teclas de avance y enter. Si la fecha que ud. tecleó no existe, el Registrador desplegará el siguiente mensaje:

FECHA INVALIDA

OPRIMA UNA TECLA

si esto sucede, oprime cualquier tecla y repita el procedimiento.

Si en el mes que ud. tecleó no hay registrada ninguna llamada, aparecerá el siguiente mensaje:

LOCALES: 00

LADA: 00

Si en la fecha que ud. tecleó hay registrada una o mas llamadas, se mostrará el siguiente mensaje:

LOCALES: XX

LADA: XX

Oprima * ENTER o bien # o ESC para terminar el proceso. Resumiendo, los pasos a seguir se muestran en la figura 6.8.

10. Ver Usuarios

Esta opción muestra las iniciales de los usuarios (4 letras) con su respectiva clave. Para hacer uso de esta opción haga lo siguiente:

1. Dentro del menú principal ubique el menú VER USUARIOS.
2. Presione ENTER. Aparecerá en pantalla lo siguiente:

| USUARIOS | CLAVE |
|----------|-------|
| XXXX | //// |
| XXXX | //// |
| XXXX | //// |

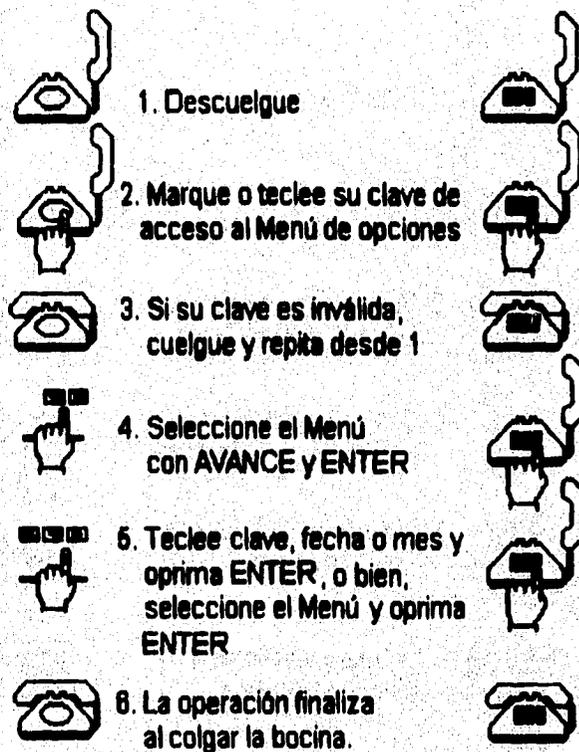


Figura 6.8

Si no hay ninguna clave dada de alta, aparecerá la pantalla con diagonales y rectángulos del tamaño del cursor. Si tiene más de 3 claves dadas de alta, ud. puede adelantar o retrasar páginas de usuarios con ayuda de las teclas de avance, retroceso y ENTER. Oprimiendo ESC se sale de la opción. Resumiendo, los pasos a seguir se muestran en la figura 6.9.

11. Hacer una llamada

Cuando ud. desee hacer una llamada, al descolgar la bocina, el Registrador desplegará el siguiente mensaje:

SU CLAVE:

esperando que ud. teclee su clave de acceso. Al hacerlo aparecerá a medida que ud. teclee un dígito, un asterisco. Si su clave fue válida, el Registrador desplegará:

NÚMERO MARCADO:

en espera de que ud. teclee el número deseado. Al momento que le contesten, el registrador desplegará:

UD. HA HABLADO:

00:00:00

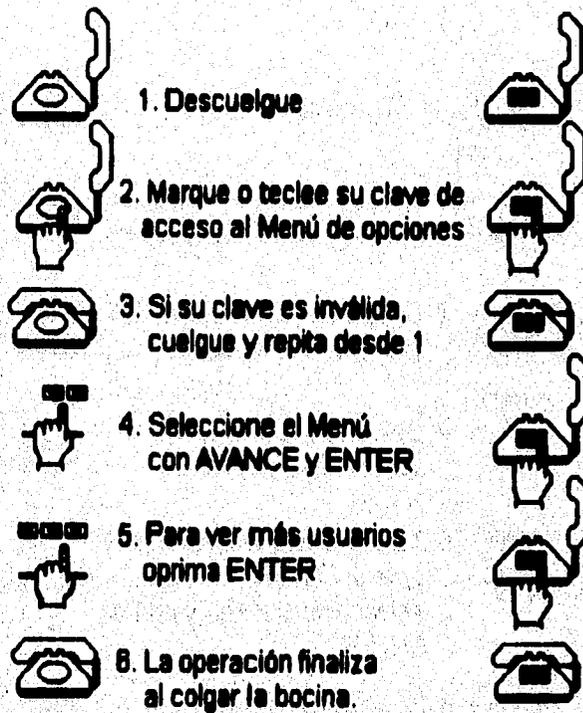


Figura 6.9

con el reloj variando en los segundos hasta que cuelgue la bocina. Al hacerlo, se almacenará la información de su llamada y mostrará el reloj en la pantalla.

Resumiendo, se deben seguir los siguientes mostrados en la figura 6.10.

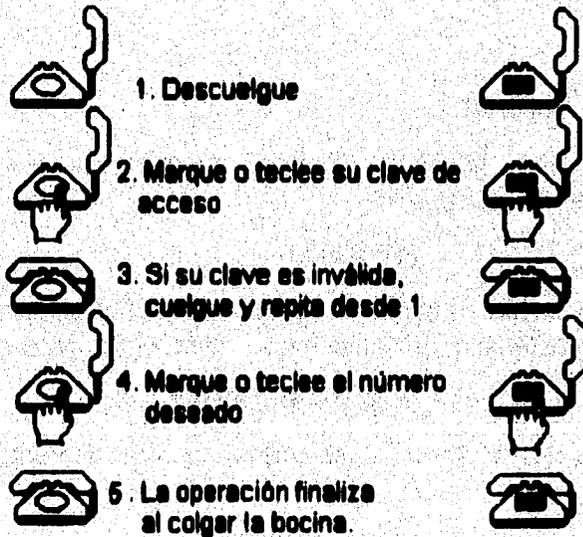


Figura 6.10

12. Recibir una llamada

Cuando ud. recibe una llamada y está dentro del Menú de Opciones, el Registrador interrumpe la operación que se está llevando a cabo dándole prioridad a la llamada, hasta que descuelgue el teléfono. Al descolgar, se mostrará el siguiente mensaje:

DURACIÓN:

00:00:00

cambiando el tiempo hasta que se cuelgue la bocina. La información que se almacena por las llamadas externas, puede verificarse dentro del menú de VER LLAMADAS EXTERNAS.

7

CONCLUSIONES

Como conclusión principal podemos decir que se cumplió en su totalidad el objetivo principal del diseño del Registrador Digital de Llamadas Telefónicas. Con el desarrollo de este proyecto se pudo adquirir un amplio conocimiento y experiencia principalmente en lo que respecta a la Red Telefónica y a los microcontroladores.

Con el propósito de encontrar las características y parámetros que fueran útiles en el desarrollo del dispositivo, se intentó obtener información de TELMEX, sin embargo, ésta información es restringida, por lo que la fuente de información fue Alcatel (Compañía Francesa), Ericsson (Compañía Sueca) y de libros editados en Estados Unidos.

Las señales presentes en la Red Telefónica Pública tienen diferentes valores en su frecuencia y amplitud. Con base en su frecuencia se logró llevar a cabo una clasificación de señales y así poder realizar un acondicionamiento de las mismas y poder utilizarlas como entrada al microcontrolador.

A partir de esta clasificación se observó que algunas de estas señales no cumplían totalmente con los parámetros. En el caso específico de la señal de llamada, se presentaron algunas ocasiones en donde ésta mostraba la frecuencia de la señal de ocupado y la duración del tono era diferente de las señales clasificadas en un principio. Por este motivo se tuvieron que considerar todos estos aspectos para identificar plenamente cada una de las señales.

Es importante destacar que el dispositivo está diseñado para operar tanto en teléfonos de marcaje por tonos como por pulsos, ya que aunque la tecnología va

incrementando el uso de teléfonos digitales, en muchas casas habitación o en lugares muy alejados el teléfono de disco es aún de uso común.

La selección del MC68HC11 versión F1 presentó la ventaja de reducir el hardware, ya que al tener en su arquitectura dos puertos para bus de datos y uno para bus de direcciones, elimina el uso de circuitos externos adicionales y simplifica además las conexiones. Al contar este microcontrolador con siete puertos, se aprovechó uno de ellos para conectar el display de cristal líquido, eliminando con esto el hardware necesario para realizar una conexión mediante el SPI. La versatilidad del HC11 y la uniformidad del set de instrucciones de sus diferentes versiones, permitió en un inicio trabajar con la versión E9, y posteriormente (al conseguirlo) con la versión F1, así como trabajar desde la PC en modo single chip y expandido.

Muchas de las funciones con las que cuenta el microcontrolador F1 ayudaron en gran medida a la simplificación del hardware. Entre estas funciones está el acumulador de pulsos que se utilizó para detectar el número marcado a través de un teléfono de disco. El sistema de timer también fue de gran utilidad tanto para la clasificación de las señales (por medio de una de las entradas de captura se obtenían los períodos de las señales) como para la realización de un reloj digital. Otra de las utilidades del timer fue para llevar un conteo del tiempo de duración de las llamadas.

Con el modo expandido en el que trabaja el microcontrolador, se puede aumentar la memoria RAM externa, para que de esta forma el registrador tenga mayor capacidad de almacenamiento de llamadas.

La existencia de circuitos integrados que realizan una función específica para telefonía (como el caso del detector de tonos DTMF y el detector de timbre) simplificó en gran medida el software, ya que de otra forma se hubieran tenido que realizar programas para llevar a cabo estas funciones.

El funcionamiento del dispositivo es satisfactorio de acuerdo a los objetivos planteados al inicio del trabajo. Además, tiene una arquitectura abierta para la incorporación de periféricos adicionales. Un ejemplo de esto podría ser el incluir una impresora (tipo calculadora) para poder imprimir la información de la base de datos; utilizar un microcontrolador con la suficiente memoria ROM integrada para contener el programa, conseguir relevadores más pequeños, y circuitos integrados de montaje superficial.

El diseño modular del software tiene la ventaja de poder realizar modificaciones futuras sin alterar la funcionalidad del dispositivo. Entre estos cambios se podría contemplar la tendencia de la compañía de Teléfonos para aumentar los dígitos de los números telefónicos, e incluso el cambio del dígito 9 para llamadas de larga distancia o alguna otra modificación.

Finalmente, creemos que este diseño, puede ser de gran utilidad para los usuarios, por lo que se pretende presentarlo a Teléfonos de México para su validación.

APENDICE LISTADO DEL PROGRAMA

1

PROGRAMA
REGISTRADOR DIGITAL

| | | | |
|--------|-----|--------|---|
| PORTA | EQU | \$1000 | ; REGISTRO DE DATOS DEL PUERTO A |
| DDRA | EQU | \$1001 | ; REGISTRO DE DIRECCION DE DATOS DEL PUERTO A |
| PORTE | EQU | \$100A | ; REGISTRO DE DATOS DEL PUERTO E |
| TCNT | EQU | \$100E | ; REGISTRO DEL CONTADOR DE LIBRE CARRERA |
| TIC1 | EQU | \$1010 | ; LATCH DE IC1 |
| TOC2 | EQU | \$1018 | ; REGISTRO DEL OUTPUT COMPARE2 |
| TCTL1 | EQU | \$1020 | ; REG PARA PROGRAMAR PINES PARA OUTPUT COMPARE |
| TCTL2 | EQU | \$1021 | ; REG PARA CONTROL DE FLANCOS |
| TMSK1 | EQU | \$1022 | ; REG DE INTERRUPT INPUT CAPTURE Y OUTPUT COMPARE |
| TFLG1 | EQU | \$23 | ; REG DE BANDE INPUT CAPTURE Y OUTPUT COMPARE |
| TMSK2 | EQU | \$1024 | ; REG DE INTERRUPTICION DEL FREE COUNTER |
| TFLG2 | EQU | \$25 | ; REG DE BANDERAS DEL FREE COUNTER Y ACUM DE PULSOS |
| PACTL | EQU | \$1028 | ; REG RELAC CON ACUMUL CTR DE PA7 Y PA3 |
| PACNT | EQU | \$1027 | ; REG DEL ACUMULADOR DE PULSOS |
| OPTION | EQU | \$1039 | ; REG PARA CONFIGURAR IRQ |
| PVIC2 | EQU | \$E5 | ; PSEUDOVECTOR PARA IC2 |
| PVIC3 | EQU | \$E2 | ; PSEUDOVECTOR PARA IC3 |
| PVIRQ | EQU | \$EE | ; LOCALIDAD DEL PSEUDOVECTOR DEL IRQ |
| PVTOF | EQU | \$D0 | ; LOCALIDAD DEL PSEUDOVECTOR DEL TIMER |
| VAELL | EQU | \$3FB0 | ; MEM. PARA CONTEO DE LLAMADAS DE ENTRADA -1 |
| CENLL | EQU | \$3FB1 | ; MEM. PARA CONTEO DE LLAMADAS DE ENTRADA |
| VATLL | EQU | \$3FB2 | ; MEM. PARA CONTEO DE LLAMADAS DE SALIDA -1 |
| CTLLS | EQU | \$3FB3 | ; MEM. PARA CONTEO DE LLAMADAS DE SALIDA |
| DH | EQU | \$3FC6 | ; MEM. PARA LA DURACION EN HORAS DE LA LLAMADA |
| DM | EQU | \$3FC7 | ; MEM. PARA LA DURACION EN MINUTOS DE LA LLAMADA |
| DS | EQU | \$3FC8 | ; MEM. PARA LA DURACION EN SEGUNDOS DE LA LLAMADA |
| DIA | EQU | \$3FC9 | ; MEM. PARA ALMACENAR DIA DE LA LLAMADA |
| MES | EQU | \$3FCA | ; MEM. PARA ALMACENAR MES DE LA LLAMADA |
| ANO | EQU | \$3FCB | ; MEM. PARA ALMACENAR AÑO DE LA LLAMADA |
| HORA | EQU | \$3FCC | ; CONTADOR DE HORAS |
| MINU | EQU | \$3FCD | ; CONTADOR DE MINUTOS |
| SEG | EQU | \$3FCE | ; CONTADOR DE SEGUNDOS |
| CONT1 | EQU | \$3FCF | ; MEM. PARA LONGITUD DE NUMERO |
| VARTO | EQU | \$3FE0 | ; MEM. PARA CLASIFICACION DE SEÑALES |

Apéndice 1

| | | | |
|---------|-----|--------|---|
| SPOT | EQU | \$3FE1 | ; MEM. PARA ELECCION DE TONOS O PULSOS |
| HORAL | EQU | \$3FE2 | ; CONTADOR AUXILIAR PARA DURACION EN HORAS |
| MINUL | EQU | \$3FE3 | ; CONTADOR AUXILIAR PARA DURACION EN MINUTOS |
| SEGL | EQU | \$3FE4 | ; CONTADOR AUXILIAR PARA DURACION EN SEGUNDOS |
| CONTS | EQU | \$3FE5 | ; MEM. DEL CONTADOR DE MILESIMAS DE SEGUNDO |
| ALCCR | EQU | \$3FE6 | ; MEM. DONDE SE ALMACENA EL VALOR DEL CCR |
| SDIF | EQU | \$3FE7 | ; MEM. PARA DETECCION DE SEXAL DIFERENTE EN SLL |
| CONTN | EQU | \$3FE8 | ; MEM. PARA EL CONTADOR DIGITOS |
| CONTP | EQU | \$3FE9 | ; MEM. PARA EL CONTADOR DE PAUSAS |
| OC | EQU | \$3FEA | ; MEM. PARA CONTEO DE TONOS DE OCUPADO |
| LL | EQU | \$3FEB | ; MEM. PARA CONTEO DE TONOS DE LLAMADA |
| PSLL | EQU | \$3FEC | ; CONT. PARA PAUSA DE 100MS |
| ITR | EQU | \$3FED | ; MEM. PARA CONTEO DE CICLOS DE PROMEDIO |
| ITR1 | EQU | \$3FEE | ; MEM. PARA NUMERO DE ITERACIONES. |
| PRIF | EQU | \$3FF0 | ; MEM. PARA EL 1ER FLANCO |
| SEGUF | EQU | \$3FF2 | ; MEM. PARA EL 2DO FLANCO |
| PROM | EQU | \$3FFC | ; MEM. PARA EL PROMEDIO DE PERIODO |
| VARLAP | EQU | \$3FFE | ; MEM. PARA LAPSO DE BUSQUEDA DE PERIODOS |
| PONTD | EQU | \$1008 | ; REGISTRO DE DATOS DEL PUERTO D |
| PORTG | EQU | \$1002 | ; REGISTRO DE DATOS DEL PUERTO G |
| DDRG | EQU | \$1003 | ; REG. DE DIRECCION DE DATOS DEL PUERTO G |
| DDRD | EQU | \$1009 | ; REG. DE DIRECCION DE DATOS DEL PUERTO D |
| SPCR | EQU | \$1028 | ; REG. DE CONTROL DEL SPI |
| BASE | EQU | \$300 | ; BANDERA PARA LA BASE DE DATOS |
| BASEA | EQU | \$302 | ; BANDERA PARA LA BASE DE DATOS |
| BASE1 | EQU | \$304 | ; BANDERA PARA LA BASE DE DATOS |
| BASEB | EQU | \$308 | ; BANDERA PARA LA BASE DE DATOS |
| NUCAR | EQU | \$108 | ; CARATERES INICIALES DEL LCD |
| HEXAD | EQU | \$108 | ; NUM.HEXAD. A PARTIR DE UN DECIMAL |
| DECIM | EQU | \$10A | ; NUM. DECIMAL A PARTIR DE UN HEXAD. |
| NUMER | EQU | \$118 | ; DIRECCION AUXILIAR PARA DESPLIEGUE DE NUMEROS |
| RAM | EQU | \$11A | ; BANDERA PARA INDICAR FIN DE RAM |
| BMES | EQU | \$11C | ; CONTADOR DE LAS LLAMADAS MENSUALES |
| BMES1 | EQU | \$11D | ; CONTADOR 2 DE LAS LLAMADAS MENSUALES |
| BMES2 | EQU | \$11E | ; CONTADOR 3 DE LAS LLAMADAS MENSUALES |
| TELAUX | EQU | \$11F | ; BANDERA AUXILIAR PARA SEÑALES DEL TELEFONO |
| RINGIN | EQU | \$12F | ; LOCALIZA SEXAL DE RING |
| CHAR | EQU | \$131 | ; LOCALIDAD PARA DESPLIEGUE DE LETRAS Y NUMEROS |
| CHAR1 | EQU | \$132 | ; LOCALIDAD DE DESPLIEGUE ALFANUMERICO |
| CHAR2 | EQU | \$133 | ; LOCALIDAD DE DESPLIEGUE ALFANUMERICO |
| CHAR3 | EQU | \$134 | ; LOCALIDAD DE DESPLIEGUE ALFANUMERICO |
| NUBYTES | EQU | \$136 | ; NUMERO DE BYTES EN LOS QUE SE HARA LA OPERACION |
| NUMCAR | EQU | \$137 | ; CANTIDAD DE CARACTERES QUE SE DESPLEGARAN |
| POCUR | EQU | \$138 | ; POSICION DEL CURSOR EN LA PANTALLA LCD |
| CODESP | EQU | \$139 | ; CODIGO DEL CARACTER QUE SE DESPLEGARA |
| AUXG | EQU | \$13A | ; LOCALIDAD AUXILIAR PARA EL PUERTO G |
| FAUX | EQU | \$13B | ; LOCALIDAD AUXILIAR PARA LAS FECHAS |
| FAUX1 | EQU | \$13C | ; LOCALIDAD AUXILIAR PARA LAS FECHAS |
| AUXI2 | EQU | \$13D | ; BANDERA AUXILIAR |
| AUXI1 | EQU | \$13E | ; BANDERA AUXILIAR |
| NUMUSER | EQU | \$13F | ; CANTIDAD PARA LOS USUARIOS |
| NUMES | EQU | \$135 | ; NUMERO DE VECES QUE SE REALIZARA LA COMPARACION |
| VALY | EQU | \$120 | |
| NUMLAM | EQU | \$122 | |
| LCD | EQU | \$124 | ; LOCALIDAD AUXILIAR PARA DESPLIEGUE DE DATOS |
| CONEX | EQU | \$125 | ; CONTADOR PARA LAS LLAMADAS EXTERNAS |

* CONFIGURACION Y LIMPIEZA DE REGISTROS *

| | | |
|------|---------|---|
| ORG | \$2000 | |
| LDS | #\$3FA0 | ; VALOR INICIAL DEL STACK POINTER |
| SEI | | ; DESHABILITA INTERRUPCIONES |
| LDA | #\$30 | ; CONFIGURA IRQ PARA SER SENSIBLE A FLANCOS |
| STAA | OPTION | ; DE BAJDA |
| LDA | #\$8B | |
| LDX | #\$4000 | ; INICIALIZA LA RAM CON UN VALOR CONOCIDO |
| NET1 | STAA | \$0,X |
| | INX | |

```

CPX      #$6000
BLO      NET1
LDAA     #$FF
STAA     DDRG
LDAB     #$0E
LDAA     #$00
LDY      #$3FB4
LIMPIA  STAA     $0,Y
INY
DECB
BNE      LIMPIA
LDX      #$1000 ; VALOR DE REG. X PARA DIRECCIONAMIENTO INDEXADO
LDAA     #$78 ; PA0,PA1,PA2 Y PA7 COMO ENTRADAS
STAA     DDRA ; PA3,PA4,PA5 Y PA6 COMO SALIDAS
CLR      PACTL ; ACUMULADOR DE PULSOS DESHABILITADO
CLR      PACNT ; LIMPIEZA DEL CONTADOR DE PULSOS
CLR      PORTA ; CONTACTOS DE RELEVADORES EN NC
CLR      TCTL2 ; CAPTURA DESHABILITADA IC
LDAA     #$80
STAA     TMSK2 ; ACTIVA INT. DEL FREE COUNTER
CLR      TMSK1 ; DESHABILITA IIC E IOC
CLR      TCTL1 ; OCX NO AFECT PINS
CLR      CONTN ; LIMPIA CONTADOR DE NUMEROS
CLR      CONTP ; LIMPIA CONTADOR DE PAUSAS
CLR      CONTS ; LIMPIA CONTADOR DE MILISEGUNDOS
CLR      HORA ; LIMPIA CONTADOR DE HORA
CLR      SEG ; LIMPIA CONTADOR DE SEGUNDOS
CLR      MINU ; LIMPIA CONTADOR DE MINUTOS
CLR      CTLLS ; LIMPIA CONTADOR DE LLAMADAS DE SALIDA
CLR      VATLL ; LIMPIA CONTADOR DE LLAMADAS DE SALIDA -1
CLR      CENLL ; LIMPIA CONTADOR DE LLAMADAS DE ENTRADA
CLR      VAELL ; LIMPIA CONTADOR DE LLAMADAS DE ENTRADA -1
CLR      BASEA
BCLR     TFLG2,X,$00 ; LIMPIA BANDERAS DE ACUMULADOR DE PULSOS Y TIMER
BCLR     TFLG1,X,$00 ; LIMPIA BANDERAS DE IC Y OC
LDAA     #$3E ; CONFIGURA EL PUERTO D COMO SALIDAS
STAA     DDRD
LDAA     #$07 ; CONFIGURACION DEL REG. DE CONTROL DEL PUERTO D
STAA     SPCR
CLR      PORTD ; LIMPIAMOS PUERTO D
CLR      $106D ; DESACTIVACION DE CHIP SELECTS EN EL PORTG
CLR      $180 ; CLAVE DE ACCESO INICIAL
CLR      $181 ; CLAVE DE ACCESO INICIAL
CLR      $182 ; CLAVE DE ACCESO INICIAL
CLR      $183 ; CLAVE DE ACCESO INICIAL
CLR      SPOT ; LIMP DE VAR DE SELECCION DE TONOS O PULSOS
CLR      VARTO ; LIMP VAR DE DETECCION DE SEÑALES DE OCUPADO
LDAA     #$07 ; INICIALIZA LA FECHA
STAA     DIA
STAA     MES
LDAA     #$80
STAA     A&O

```

RUTINA DE INTERRUPCION DEL TIMER

```

CLI      ; HABILITA INTERRUPCIONES
LDAA     #$7E ; CODIGO DE OPERACION DEL JMP
STAA     PVTOF ; LOCALIDAD DEL PSEUDOVECTOR DE INTERR.
LDD      #$209D ; LOCALIDAD DE INICIO DE LA RUTINA DE INTERRUP.
STD      PVTOF+1
BRA      SIRQ ; SALTA A RUTINA DE INTERRUPCION DEL IRQ
LDX      #$1000
LDAA     #$80 ; LIMPIA BANDERA DE OVERFLOW DEL FREE COUNTER
STAA     TFLG2,X
INC      CONTS ; INCREMENTA CONTADOR DE SEGUNDOS
LDAB     CONTS ; COMPARA CONTADOR DE SEGUNDOS CON 30
CMPB     #$1E
BNE      SRUT ; SI NO ES IGUAL SALE DE LA INTERRUPCION

```

Apéndice 1

| | | | |
|-------|------|-------|---|
| | CLR | CONTS | : EN CASO CONTRARIO LIMPIA CONTADOR DE MILESIMAS |
| | LDA | SEG | : DE SEGUNDO Y VERIFICA SI HAN PASADO 60 SEGUNDOS |
| | CMPA | #\$3B | |
| | BEQ | PSEG | : SI ES ASI, VA A PREGUNTAR POR LOS MINUTOS |
| | INC | SEG | : EN CASO CONTRARIO INCREMENTA SEGUNDOS |
| | BRA | SRUT | : Y SALE DE LA SUBROUTINA |
| PSEG | LDA | MINU | : CUANDO YA HAN PASADO 60 SEGUNDOS, VERIFICA EL |
| | CMPA | #\$3B | : CONTADOR DE MINUTOS PARA CHECAR SI YA PASARON |
| | BEQ | PHORA | : 60 MINUTOS, SI ES ASI SALTA A VERIFICAR HORA |
| | INC | MINU | : EN CASO CONTRARIO INCREMENTA CON. DE MINUTOS |
| | LDA | #\$1E | |
| | CMPA | MINU | |
| | BNE | PS1 | |
| | DEC | SEG | |
| PS1 | BRA | LSEG | : Y BRINCA A LIMPIAR SEGUNDOS |
| PHORA | LDA | HORA | : VERIFICA SI HORA ES IGUAL A 23 |
| | CMPA | #\$17 | |
| | BEQ | HORA1 | : SI ES ASI MODIFICA EL VALOR DE HORA A CERO |
| | INC | HORA | : EN CASO CONTARIO INCREMENTA HORA |
| | BRA | LMIN | : Y BRINCA A LIMPIAR CONTADORES |
| HORA1 | LDA | #\$00 | : CAMBIA EL VALOR DE HORA A CERO E INCREMENTA |
| | STAA | HORA | : CONTADOR DE DIAS |
| | INC | DIA | |
| LMIN | CLR | MINU | : LIMPIA MEMORIA DE MINUTOS |
| LSEG | LDA | #\$FF | : LIMPIA MEMORIA DE SEGUNDOS |
| | STAA | SEG | |
| SRUT | RTI | | |

* INTERRUPCION PARA DETECTAR COLGADO POR MEDIO DEL IRQ E IC3 *

| | | | |
|------|------|--------------|--|
| SIRQ | LDA | #\$7E | : CODIGO DE OPERACION DEL JMP QUE SE ALMACENA |
| | STAA | PVIRQ | : EN LA DIRECCION DEL PSEUDOVECTOR DE IRQ |
| | LDD | #\$2109 | : DIREC. DE INICIO DE RUTINA DE INTERR. QUE SE |
| | BTD | PVIRQ+1 | : ALMACENA EN LA LOC. SIGUIENTE DEL PSEUDOVECTOR |
| | LDA | #\$7E | : CODIGO DE OPERACION DEL JMP QUE |
| | STAA | PVIC3 | : SE ALMC EN LA DIRECCION DEL PSEUDOVECTOR |
| | LDD | #\$2109 | : DIREC. DE INICIO DE RUTINA DE INTERR. |
| | STD | PVIC3+1 | : QUE SE ALMACENA EN LA LOC. SIGUIENTE DEL |
| | BRA | SRIC2 | : PSEUDOVECTOR |
| | LDD | #\$1000 | |
| | BCLR | TFLG1,X,\$FE | : LIMPIA BANDERA DE IC3 |
| | PULA | | |
| | STAA | ALCCR | : SACA EL VALOR DEL CCR DEL STACK Y SE |
| | PULB | | : ALMACENA EN ALCCR |
| | PULA | | : SE VAN SACANDO CADA UNO DE LOS DIFER. |
| | PULY | | : REGISTROS DEL STACK HASTA LLEGAR AL |
| | PULY | | : CONTADOR DE PROGRAMA, AL CUAL SE LE |
| | PULY | | : CARGA EL VALOR DONDE SE ENCUENTRA EL RELOJ |
| | LDY | #\$2162 | : LOGRANDO QUE EL PROGRAMA REGRESE AL DESPLEGAR |
| | PSHY | | : ESTE CUANDO SE CUELGA ESTA INTERRUPCION |
| | PSHY | | : SE PRESENTA CUANDO EL CIRCUITO DE AISLAMIENTO |
| | LDY | #\$1000 | : ESTA CONECTADO. |
| | PSHY | | |
| | PSHA | | |
| | PSHB | | |
| | LDA | ALCCR | : ALMACENA EL VALOR DEL CCR NUEVAMENTE |
| | PSHA | | : EN EL STACK |
| | RTI | | |

* INTERRUPCION PARA DETECTAR TIMBRE EN IC2 *

| | | | |
|-------|------|---------|--|
| SRIC2 | LOAA | #\$7E | : CODIGO DE OPERACION DEL JMP QUE |
| | STAA | PVIC2 | : SE ALMC EN LA DIRECCION DEL PSEUDOVECTOR |
| | LDD | #\$213B | : DIREC. DE INICIO DE RUTINA DE INTERR. DE IC2 |
| | STD | PVIC2+1 | : QUE SE ALMACENA EN LA LOC. SIGUIENTE DEL |
| | BRA | RELOJ | : PSEUDOVECTOR |
| | LDD | #\$1000 | |

```

BCLR   TFLG1,X,$00 ; LIMPIA BANDERA DE IC2
PULA
STAA   ALCCR      ; SACA EL VALOR DEL CCR DEL STACK Y SE
PULB   ; ALMACENA EN ALCCR
PULA   ; SE VAN SACANDO CADA UNO DE LOS DIFER.
PULY   ; REGISTROS DEL STACK HASTA LLEGAR AL CONTADOR
PULY   ; DE PROGRAMA, AL CUAL SE LE CARGA EL VALOR DONDE
PULY   ; SE ENCUENTRA LA RUTINA DEL TIMBRE (RINGER)
LDY    # $22FA    ; LOGRANDO QUE EL PROGRAMA EJECUTE ESTA RUTINA
PSHY   ; CUANDO ENTRA UNA LLAMADA
PSHY
LDY    # $1000
PSHY
PSHA
PSHB
LDAA   ALCCR      ; ALMACENA EL VALOR DEL CCR NUEVAMENTE
PSHA   ; EN EL STACK
RTI
    
```

* PROCESO DE INICIALIZACION DEL DISPLAY Y DESPLIEGUE DEL RELOJ *

```

RELOJ  LDX    # $1000 ; RECONFIGURACION DE CONDICIONES INICIALES
        CLR    PORTA ; AL COMENZAR EL PROGRAMA, YA QUE LAS
        BCLR   TFLG1,X,$00 ; INTERRUPCIONES DE IRQ E IC3,ASI COMO EL
        LDAA   # $18 ; RETORNO VAN A RELOJ
        STAA   TCTL2 ; CONF IC1 E IC2 CON FL DE SUB IC3 CON FL DE BAJ
        CLR    TMSK1 ; DESHABILITAMOS INTERRUPCION EN IC E OC
        CLR    PACTL ; DESHABILITAMOS ACUMULADOR DE PULSOS
        CLR    PACNT ; LIMPIAMOS CONTADOR DE EVENTOS
        CLR    SPOT ; INICIALIZAMOS ELECCION DE PULSOS O TONOS
        LDAA   CENLL ; COMPARAMOS CONT. DE LLAMADAS DE ENTRADA CON
        CMPA   VAELL ; CONT. DE LLAMADAS DE ENTRADA -1, PARA ALMACENAR
        BEQ    CHELL ; LLAMADAS DE ENTRADA.
CHELL   LDX    CTLLS ; COMPARAMOS CONTADOR DE LLAMADAS DE SALIDA CON
        CMPA   VATLL ; CON. DE LLAMADAS DE SALIDA -1, PARA ALMACENAR
        BEQ    CLOCK ; LLAMADAS DE SALIDA
        BBR    BABE2
CLOCK   LDAA   # $30 ; ESTABLECE EL CODIGO INICIAL PARA LOS CARAC-
        STAA   NUCAR ; TERES DEL DISPLAY
        JSR    ESPE
        JSR    ESPE
        LDAB   # $03
        STAB   RINGIN
FUER    LDAA   # $30
        JSR    ENABLE
        DEC    RINGIN
        BNE    FUER
        LDAA   # $38
        JSR    ENABLE
        LDAA   # $0C
        JSR    ENABLE
        JSR    CLRDIS
        LDAA   # $08
        JSR    ENABLE
        JSR    INHDIS
        LDAA   # $3E
        JSR    ENABLE ; TERMINA INICIALIZADO
TMPO1  LDAA   # $0C ; DESPARECE EL CURSOR DE LA PANTALLA
        JSR    ENABLE
        LDAA   # $04 ; ESTABLECE MODO DE ENTRADA
        JSR    ENABLE ; EL CORRIMIENTO DE CARACTERES SERA DE DER. A IZQ.
        LDAA   # $CD ; LOCALIDAD DE INICIO DE DESPLIEGUE DE LETRAS
        JSR    ENABLE
        LDAA   # $0
        CMPA   # $FF
        BNE    TMI
        LDAA   # $00
    
```

Apéndice 1

```

    STAA  DECIM
    JMP   TODISP1
TM1  JSR  NUMHEX
    JMP   TODISP1

```

 * PROGRAMA DE LA BASE DE DATOS *

```

CBASE  INC  VAELL  ; INCREMENTA CONTADOR DE LLAMADAS QUE ENTRAN
        BRA  CONB
BASE2  INC  VATLL  ; INCREMENTA CONTADOR DE LLAMADAS QUE SALEN
CONB   STX  BASEB  ; ALMACENA EL VALOR DE "X" PARA RESTABLECERLO
        LDY  #3FB4 ; Rutina que comprime los datos de clave y num.
        LDX  #3FB4 ; Marcado dejando 2 bytes para la clave y
        LDAB #309
ROTAC  LDAA $0,Y  ; 7 bytes para el número marcado
        ROLA
        ROLA
        ROLA
        ROLA
        ADDA $1,Y
        STAA $0,X
        INY
        INY
        INX
        DECB
        BNE  ROTAC
        LDAB #30A
        LDAA $0,Y
        STAA $0,X
        INY
        INX
        DECB
        BNE  IGUAL
        LDAA BBASE
        BNE  SBASE
        LDY  #4000
        STY  BBASE
        LDAB #13
        LDY  #3FB4
        LDX  BBASE
        LDAA $0,Y
        STAA $0,X
        INY
        INX
        DECB
        BNE  DBASE
        STX  BBASE
        LDAA #341
        STAA BBASE
        LDAB #30E
        LDAA #300
        LDY  #3FB4
LIMP   STAA $0,Y
        INY
        DECB
        BNE  LIMP
        LDX  BBASE
        RTS

```

 * COMIENZA LA DETECCION DEL NUMERO A DESPLEGAR *

```

TODISP1 JSR  PRIPAN
        JSR  DOSP
MINUTE  LDAA MINU  ; DETECCION DE LOS MINUTOS
        JSR  NUMHEX
        JSR  PRIPAN
        JSR  DOSP

```

| HOURS | LDAA JSR JSR | HORA NUMHEX PRIPAN | DETECCION DE LOS MINUTOS |
|-------|--------------------|--------------------------|--------------------------|
|-------|--------------------|--------------------------|--------------------------|

 ° RUTINA PARA EL AJUSTE DEL INCREMENTO DE LA FECHA °

| | | | |
|--|------|-------|----------------------|
| | LDAA | MES | |
| | CMPA | #901 | ; DETECTA ENERO |
| | BEQ | A31D | |
| | CMPA | #902 | ; DETECTA FEBRERO |
| | BEQ | A29D | |
| | CMPA | #903 | ; DETECTA MARZO |
| | BEQ | A31D | |
| | CMPA | #904 | ; DETECTA ABRIL |
| | BEQ | A30D | |
| | CMPA | #905 | ; DETECTA MAYO |
| | BEQ | A31D | |
| | CMPA | #906 | ; DETECTA JUNIO |
| | BEQ | A30D | |
| | CMPA | #907 | ; DETECTA JULIO |
| | BEQ | A31D | |
| | CMPA | #908 | ; DETECTA AGOSTO |
| | BEQ | A31D | |
| | CMPA | #909 | ; DETECTA SEPTIEMBRE |
| | BEQ | A30D | |
| | CMPA | #90A | ; DETECTA OCTUBRE |
| | BEQ | A31D | |
| | CMPA | #90B | ; DETECTA NOVIEMBRE |
| | BEQ | A30D | |
| | CMPA | #90C | ; DETECTA DICIEMBRE |
| | BEQ | A31D | |
| | BRA | INA&O | |

| | | | |
|------|------|--------|--|
| A29D | LDAA | DIMES | |
| | BNE | A29D | |
| | LDAB | DIA | |
| | CMPB | #91C | |
| | BHI | INCMES | |
| | BRA | HUY | |

| | | | |
|-------|------|--------|--|
| A29D | LDAB | DIA | |
| | CMPB | #91D | |
| | BHI | A29D1 | |
| | BRA | HUY | |
| A29D1 | CLR | DIMES | |
| | BRA | INCMES | |

| | | | |
|------|------|--------|--|
| A30D | LDAA | DIA | |
| | CMPB | #91E | |
| | BHI | INCMES | |
| | BRA | HUY | |

| | | | |
|------|------|--------|--|
| A31D | LDAB | DIA | |
| | CMPB | #91F | |
| | BHI | INCMES | |
| | BRA | HUY | |

| | | | |
|-------|------|------|--|
| INA&O | LDAA | A&O | |
| | CMPA | #963 | |
| | BHI | INA1 | |

| | | | |
|------|------|------|--|
| INAB | LDAA | #901 | |
| | STAA | DIA | |
| | STAA | MES | |
| | INC | A&O | |
| | BRA | HUY | |

| | | | |
|--------|-----|------|--|
| INA1 | CLR | A&O | |
| | BRA | INAB | |
| INCMES | INC | MES | |

Apéndice 1

LDAA #S01
STAA DIA

* COMIENZA EL DESPLIEGUE DE LA FECHA (DD/MM/AA) *

HUY LDAA #S8D ; DIRECCION DE DESPLIEGUE DE LA FECHA
JSR ENABLE ; EL CORRIMIENTO SIGUE SIENDO A LA IZQ
LDAA A&O ; CARGA EL VALOR DEL AÑO PARA SER CONVERTIDO
JSR PRIP1 ; A UN VALOR DECIMAL
JSR DIAG
LDAA MES ; DESPLIEGUE DEL MES
JSR PRIP1
JSR DIAG
LDAA DIA ; DESPLIEGUE DE LOS DIAS
JSR PRIP1

LDAA PORTA ; CHECA TIMBRE
ANDA #S02
BNE RINGER
LDAA PORTA ; ESPERA QUE SE DESCUELGUE PARA PEDIR LA
ANDA #S01 ; CLAVE , TELEFONO EN CIRCUITO DE AISLAMIENTO
BNE TELDES
JMP TMOPI ; SI NO SE DESCOLGO SIGUE DESPLEGANDO LA HORA
TELDES JMP DESCOL

* ACTIVACION DEL TELEFONO POR TIMBRE *

RINGER LDX #S1000
CLR TMSK1 ; DESHABILITA IIC E IOC
LDAA #S40
STAA PORTA ; ACTIVA TELEFONO,SLR4 EN NA
TENC LDAA PORTA ; CHECA SEXAL DE TIMBRE Y ESPERA
ANDA #S02 ; QUE SEA BAJA
BNE TENC
BCLR TFLG1,X,\$FD ; LIMPIA BANDERA DE TIMBRE
LDAA #S5A ; CONTADOR DE PAUSA DE 0 S,ESPERANDO OCURRENCIA
STAA CONTP ; DE DESCOLGADO O TIMBRE
RPAUS BSR PARRIN ; BRINCA A PAUSA DE 100ms
DEC CONTP ; VERIFICA SI HAN PASADO 0 S
BEQ DESTEL ; SI PASARON 0 S DESHABILITA EL TELEFONO Y SALE.
LDAA PORTA ; VERIFICA SEXAL DE DESCOLGADO (COD=1)
ANDA #S80
BEQ RPAUS ; EN CASO CONTRARIO CONTINUA LA PAUSA DE 0 S
BSR PARRIN
BSR PARRIN
LDAA PORTA
ANDA #S02
BNE TENC
CLR DS ; LA LLAMADA HA ENTRADO
CLR DM ; PROCEDEMOS A DESPLEGAR EL TIEMPO DE
CLR DH ; DURACION DE LA LLAMADA
LDAA HORA
STAA HORAL
LDAA MINU
STAA MINUL
LDAA SEG
STAA SEGL
JSR CLRDIS
JSR PDURA ; DESPLIEGA LETRERO DE DURACION
INC GENLL ; INCREMENTA CONTADOR DE LLAMADAS DE ENTRADA
CLR CONT1
LDAA #S12
LDY #S3FB4
LDAA #S0F
PAC1 STAA 0,Y
INY
DECB

```

CMAR   BNE   PAC1
      JSR   VERTIE ; DESPLIEGUE DEL TIEMPO DE ENTRADA DE LLAMADA
      LDAA  PORTA ; CHECA SEÑAL DE COLGADO (COD=0), SI ES BAJA
      ANDA  #80   ; DESACTIVA TELEFONO, EN CASO CONTRARIO
      BEQ   DESTEL
      BRA   CMAR
PARRIN LDY   #804 ; EMPIEZA SUBROUTINA DE RETARDO DE 100ms
CICL   LDD   TCNT
      ADDD  #8C350 ; CICLO DE 25ms
      STD   TOC2
      BRCLR TFLG1,X,#40
      BCLR  TFLG1,X,#BF
      DEY
      BNE   CICL
      RTS
DESTEL JMP   RELOJ
  
```

 * REQUERIMIENTO DE CLAVE A TRAVES DEL TECLADO DEL DISPLAY *

```

DESCOL CLR   TMSK1 ; DESHABILITA INTERRUPCIONES
      JSR   CLRDIS
      LDAA  #806 ; INDICA EL DISPLAY QUE EL CORRIMIENTO SERA DE
      JSR   ENABLE ; IZQUIERDA A DERECHA
      JSR   BLANCO
      LDAA  #80F ; MANDA A APARECER EL CURSOR
      JSR   ENABLE
      LDAA  #895 ; DIRECCION DE INICIO DE DESPLIEGUE DEL LETRERO
      JSR   ENABLE
      JSR   LETS ; DESPLIEGUE DE LETRERO "SU CLAVE .."
      JSR   LETU
      JSR   BLANCO
      JSR   CLAV
      JSR   DOSP
      LDAA  #8C8 ; DIRECCION DE DESPLIEGUE DE LOS ASTERISCOS
      JSR   ENABLE
  
```

 * DETECCION DE CLAVE POR PULSOS O TONOS *

```

      LDAA  #808 ; CONECTAMOS EL DETECTOR DE DTMF A LA CIR.AISL
      STAA  PORTA ; POR MEDIO DE SRL2 EN NA
      LDAA  #880 ; HABILITA ACUMULADOR DE PULSOS, PARA FLANCOS
      STAA  PACTL ; DE SUBIDA
      CLR   PACNT ; LIMPIA CONTADOR DE EVENTOS
      BCLR  TFLG2,X,#80 ; LIMPIA BANDERAS DE ACUMULADOR DE PULSOS
ESCLV  PORTE ; VERIFICA EL ACCESO POR TONOS
      ANDA  #810 ; AL PRESENTARSE LA BANDERA DE DTMF VA A
      BNE   CLDTMF ; CLAVE POR TONOS
      LDAA  PORTA ; CHECA NIVEL PA0, DESCOLGADO EN CIRCUITO DE
      ANDA  #890 ; AISLAMIENTO
      BNE   ESCLV
      BSR   RET160 ; SI HAY UN NIVEL BAJO ESPERA 80ms
      LDAA  TFLG2,X
      ANDA  #810 ; ENTONCES VUELVE A CHECAR NIVEL EN PA0
      BNE   CLVP ; SI EL NIVEL RETORNA A ALTO VA A CLAVE POR PULSOS
      JMP   RELOJ ; PROGRAMA
RET160 LDY   #808 ; RETARDO DE 80ms
RET20  LDD   TCNT
      ADDD  #88C40
      STD   TOC2
      BRCLR TFLG1,X,#40
      BCLR  TFLG1,X,#BF
      DEY
      BNE   RET20
      RTS
CLVP   CLR   PORTA ; AL SER EL MARCAJE POR PULSOS CONECTAMOS EL
      JMP   CLPULS ; DETECTOR DE DTMF A GND2
  
```

Apéndice 1

PROGRAMA PARA DETECTAR LA CLAVE POR TONOS

```

CLDTMF  BCLR   TFLG1,X,$FE ; LIMPIAMOS LAS BANDERAS DE IC3
        LDAA  #301 ; HABILITAMOS INTERRUPCION IC3
        STAA  TMSK1
        LDAA  #301 ; MARCAJE POR TONOS
        STAA  SPOT
        BCLR  TFLG2,X,$80 ; LIMPIA BANDERAS DEL ACUMULADOR DE PULSOS
        CLR   PACNT ; LIMPIA CONTADOR DE PULSOS
        CLR   PACTL ; DESHABILITA ACUMULADOR DE PULSOS
        LDAA  #304 ; SE ESTABLECEN 4 CARACTERES POR CLAVE
        STAA  NUMCAR ; ALMACENANDOSE EN LA DIRECCION DE NUMCAR
        LDY   #3FB4 ; LOCALIDAD DONDE SE ALMACENA LA CLAVE
DETFON2 LDAA  #311 ; CARACTERES VALIDOS PROVENIENTES DEL TELEFONO
        STAA  $150
DETFON  LDAA  $100A ; SE COMPARA EL VALOR CON EL PUERTO E
DETFON1 CMPA  $150
        BEQ   WAIT
        INC  $150
        LDAB $150
        CMPB #31D
        BEQ  DETFON2
        BRA  DETFON1
WAIT    ANDA  #30F
        CMPA #30A
        BNE  NCERO
        LDAA #300
NCERO   STAA  $00,Y ; SE ALMACENA EL VALOR EN LA LOCALIDAD DECLARADA
DEWAIT LDAA  PORTE ; ESPERA A QUE SE DEJE DE PRESIONAR LA TECLA
        ANDA #310
        BNE  DEWAIT
        JSR  ASTER
        INY
        DEC  NUMCAR ; CONTADOR DE LOS CARACTERES POR CLAVE
        BNE  DETFON2
        JMP  CLAV1
    
```

DETECCION DE CLAVE POR PULSOS PROVENIENTES DEL TELEFONO

```

CLPULS  CLR   CONTN ; CONTADOR DE DIGITOS
        CLR   CONTP ; CONTADOR DE PAUSAS DE 20ms
        LDY   #3FB4 ; LOCALIDAD PARA ALMACENAR CLAVE
SIGNC   BCLR  TFLG2,X,$EF ; SE LIMPIA LA BANDERA DEL ACUMULADOR DE PULSOS
RTCLP   BSR   EST20 ; ESPERANDO 100ms PARA VERIFICAR BANDERA DE PULSOS
        LDAA  CONTP ; PARA CHECAR EL NIVEL EN EL CONECTOR DEL TELEFONO
        CMPA #305
        BLO  RTCLP
        CLR  CONTP
        LDAA TFLG2,X ; SI APARECE PROSIGUE ALMACENANDO PULSOS
        ANDA #310
        BNE  SIGNC
        LDAA PORTA ; SI ESTE NIVEL ES ALTO EL NUMERO SE HA MARCADO
        ANDA #380 ; Y PROSEGUIMOS A ALMACENARLO
        BEQ  VARELJ ; DE LO CONTRARIO PROSIGUE ALMACENANDO PULSOS
ANCLV   LDAA  PACNT
        CMPA #30A
        BNE  NCAMB
        LDAA #300
NCAMB   STAA  $00,Y ; ALMACENA EL CONTEO A PARTIR DE LA 3FB4
        CLR  PACNT ; LIMPIA CONTADOR DE PULSOS
        JSR  ASTER
        INY
        INC  CONTN
        LDAA CONTN
        CMPA #304
        BEQ  TERCLP
ESDIG   LDAA  PORTA
    
```

```

TEMP20  ANDA  #80
        BNE  ESDIG
        BSR  EST20 ; PAUSA DE 80 mS
        LDAA CONTP
        CMPA #808
        BLO  TEMP20
        CLR  CONTP
        LDAA TFLG2,X
        ANDA #810
        BNE  SIGNC
VARELJ  JMP  RELOJ
TERCLP  BCLR  TFLG1,X,$00 ; LIMPIA BANDERAS DE IC Y OC
        BCLR  TFLG2,X,$EF ; LIMPIA BANDERAS DEL ACUMULADOR DE PULSOS
        CLR  PACNT ; LIMPIAMOS ACUMULADOR DE PULSOS
        CLR  PACTL ; DESHABILITAMOS ACUMULADOR DE PULSOS
        JMP  CLAV1
EST20   LDD  TCNT
        ADDD #80C40
        STD  TOC2
        BRCLR TFLG1,X,$40
        BCLR  TFLG1,X,$8F
        INC  CONTP
        RTS
    
```

 * VALIDACION DE CLAVE *

```

CLAV1   LDY  #80204 ; INICIO DE MEMORIA RAM PARA CLAVES
        LDAB #832
        STAB NUCAR
        LDAB #808 ; CANTIDAD DE BYTES POR USUARIO
        STAB NUBYTES
        LDAA $3FB4 ; COMPARACION DE LA CLAVE MAESTRA PRIMER DIGITO
        CMPA $180 ; PRIMER CODIGO DE LA CLAVE DE ACCESO A LOS MENUES
        BNE  CLA10 ; SI SON DIFERENTES BRINCA PARA CLAVE DE DE LLAM.
        LDAA $3FB5 ; SEGUNDO DIGITO MARCADO
        CMPA $181 ; SEGUNDO CODIGO DE LA CLAVE DE ACCESO AL MENU
        BNE  CLA10 ; SI SON DIFERENTES BRINCA PARA CLAVE DE LLAMADA
        LDAA $3FB6 ; TERCER DIGITO MARCADO
        CMPA $182 ; TERCER DIGITO DE LA CLAVE DE ACCESO A LOS MENUES
        BNE  CLA10 ; SI SON DIFERENTES BRINCA PARA CLAVE DE LLAMADA
        LDAA $3FB7 ; CUARTO DIGITO MARCADO
        CMPA $183 ; CUARTO DIGITO DE LA CLAVE DE ACCESO A LOS MENUES
        BNE  CLA10 ; SI SON DIFERENTES BRINCA PARA CLAVE DE LLAMADA
        JMP  $MEN ; SI BRINCA, LA CLAVE DE ACCESO AL MENU FUE VALIDA
CLAV1   LDAA $3FB4 ; VERIFICA CLAVE DE USUARIO
        CMPA $00,Y
        BNE  CLANO
        LDAA $3FB5
        CMPA $1,Y
        BNE  CLANO
        LDAA $3FB6
        CMPA $2,Y
        BNE  CLANO
        LDAA $3FB7
        CMPA $3,Y
        BNE  CLANO
        BRA  CLAVIN ; AL SER VALIDA VA CLAVEIN
CLAV1   LDAB NUBYTES ; SI NO ES VALIDA SIGUE VERIFICANDO LAS RESTANTES
        ABY
        DEC  NUCAR ; DESPLIEGA EL LETRERO CLAVE INVALIDA AL NO
        BEQ  NOCLA ; ENCONTRALA
        BRA  CLA10
    
```

 * DESPLIEGA EL LETRERO NUMERO MARCADO *

```

CLAVIN JSR  CLRDIS
        LDAA #884
    
```

```

JSR    ENABLE
JSR    LETN
JSR    LETU
JSR    LETM
JSR    LETE
JSR    LETR
JSR    LETO
JSR    BLANCO
JSR    LETM
JSR    LETA
JSR    LETR
JSR    LETC
JSR    LETA
JSR    LETD
JSR    LETO
LDAA   #00
JSR    ENABLE ; SALTA AL SIGUIENTE RENGLON
JMP    CLAOK  ; AQUI SE DEBE DE ACTIVAR EL TONO DE SER VALIDA
    
```

 * DESPLIEGA LETRERO "CLAVE INVALIDA FAVOR DE COLGAR" *

```

NOCLA  JSR    CLRDIS
        LDAA   #003
        JSR    ENABLE
        JSR    CLAV
        JSR    PINVA
        LDAA   #003
        JSR    ENABLE ; BRINCA AL SIGUIENTE RENGLON
        JSR    LETF
        JSR    LETA
        JSR    LETV
        JSR    LETO
        JSR    LETR
        JSR    BLANCO
        JSR    LETD
        JSR    LETE
        JSR    BLANCO
        JSR    LETC
        JSR    LETO
        JSR    LETL
        JSR    LETG
        JSR    LETA
        JSR    LETR
MASTER LDAA   #003 ; HABILITAMOS INTERRUPCION DE IC3 E IC2
        STAA  TMSK1
        BRA   MASTER
    
```

 * CLAVE ACEPTADA Y CAMBIO A LA LINEA TELEFONICA *

```

CLAOK  LDX    #01000
        BCLR   TFLG1,X,000 ; LIMPIAMOS BANDERAS DE IC E OC
        CLR   TMSK1 ; DESHABILITAMOS INTERRUPCIONES
        LDAA  #040
        STAA  PORTA ; ACTIVAMOS TELEFONO, SRL4 EN NA
        BSR   RET60
        LDAA  SPOT ; VERIFICA SI SE MARCA POR PULSOS O TONOS
        CMPA  #000
        BEQ   NHIHQ
        LDAA  #000 ; SI ES POR TONOS IRQ SE CONECTA A COD SRL1
        STAA  PORTA ; EN NA, Y EL SENSOR DE DTMF A LA LINEA
        BSR   RET60 ; SRL2 EN NA
        BRA   SLO ; AL ESPERAR PULSOS LA INTERRUPCION DE IRQ NO
        RET60 LDY   #002 ; SE HABILITA
        DEL25 LDD   TCNT
        ADDD  #0C350
        STD   TOC2
    
```

BRCLR TFLG1,X,\$40,
 BCLR TFLG1,X,\$\$F
 DEY
 BNE DEL25
 RTS

 * VERIFICA SEXAL DE LINEA Y OCUPADO *

SLO BCLR TFLG1,X,\$00 ; LIMPIA BANDERAS DE IC Y OC
 BRCLR TFLG1,X,\$04, ; ESPERAMOS UN PULSO EN IC1
 LDD #S13EC ; INICIALIZAMOS LAPSO DE BUSQUEDA DE PERIODO
 STD VARLAP ; CON 2.55ms
 JSR MNTOR ; SALTA A RUTINA DE DETEC. DE SEXAL
 LDD PROM ; VERIFIC. DE SEXAL DE LINEA
 CPD #S1350 ; COMP CON RANGO INFER DE TONO DE LINEA
 BLO SEX1 ; SI PROM<LA VERF TONO DE OCUP.
 CPD #S13A3 ; COMP CON RANGO SUP. DE TONO DE LINEA
 BHI SLO ; SI ES MAYOR VUELVE A CHECAR SEXAL
 BRA MARC ; Y BRINCAMOS A RUTINA DE NUM. MARCADO
 SEX1 JSR MNTOR ; VERIFICA SEXAL DE OCUPADO,
 LDD PROM ; SI NO SE VERIFICA REGRESA A CHECAR
 CPD #S10E5 ; SEXAL
 BLO SLO
 CPD #S11C7 ; COMP RANGSUP DE TONO DE OCUPADO
 BHI SLO ; SI PROM>OF REGRESA A VERF SEXAL
 OCUP LDAA #S00 ; ACTIVAMOS INTERRUPCION POR IRQ
 STAA PORTA
 BRA * ; AL PRESENTARSE TONO DE OCUPADO

 * DETECTA PULSOS O TONOS DE MARCAJE *

MARC LDAA SPOT
 CMPA #S01
 BNE PULSO ; SALTA A RUTINA DE DETECCION POR PULSOS
 JMP DTMF ; SALTA A RUTINA DE DETECCION DE TONOS DTMF

 * PULSOS *

PULSO BCLR TFLG1,X,\$00 ; LIMPIAMOS INTERRUPCIONES DE IC Y OC
 CLR TMSK1 ; DESHABILITAMOS INTERRUPCIONES DE IC
 CLR PACNT ; LIMPIAMOS CONTADOR DE PULSOS
 BCLR TFLG2,X,\$EF ; LIMPIAMOS BANDERA DEL ACUMULADOR DE PULSOS
 CLR PACTL ; DESHABILITAMOS ACUMULADOR DE PULSOS
 CLR CONTN ; LIMPIA CONTADOR DE DIGITOS
 CLR CONT1 ; LIMPIA CONTADOR DE REFERENCIA SEGUN EL NUMERO
 LDY #S3FB8 ; LOCALIZACION DEL NUMERO MARCADO
 CLR CONTP ; LIMPIA CONTADOR DE PAUSAS DE 20ms
 ESPU LDAA PORTA ; ESPERA UN BAJO EN PA7 QUE AHORA SENS LA
 ANDA #S00 ; LINEA TELEFONICA
 BNE ESPU
 CHENIV JSR PAMPUL ; ESPERA 80ms Y CHECA NIVEL NUEVAMENTE
 LDAA CONTP
 CMPA #S04
 BLS CHENIV
 LDAA #S50 ; HABILITAMOS ACUMULADOR DE PULSOS DESPUES DE
 STAA PACTL ; 20ms QUE EL NIVEL HA ESTADO BAJO
 BNDPUO JSR PAMPUL
 LDAA TFLG2,X ; ESPERAMOS LA BANDERA DE PULSOS
 ANDA #S10 ; Y DESPUES DESHABILITAMOS EL ACUMULADOR
 BEQ SSCHEN
 BCLR TFLG2,X,\$EF
 CLR PACTL
 SSCHEN LDAA CONTP ; ESPERA A QUE HALLAN PASADO 80ms
 CMPA #S10
 BLS BNDPUO
 CLR CONTP ; LIMPIA CONTADOR DE PAUSAS DE 5ms

```

LDA  PORTA      ; VERIFICA SI EL NIVEL SE FUE NUEVAMENTE A ALTO
AND  #80
BNE  SRENVL
JMP  RELOJ      ; DE LO CONTRARIO REGRESA A RELOJ
BSR  PAMPUL     ; BRINCA A LA SUBROUTINA DE RETARDO
LDA  CONTP      ; ESPERA 60ms
CMP  #5C
BLS  SRENVL
LDA  PORTA      ; CHECA SI EL NIVEL ES BAJO PARA HABILITAR EL
AND  #80        ; EL ACUMULADOR DE PULSOS
BNE  ALMD       ; DE LO CONTRARIO ALM. EL VALOR DEL ACUMULADOR
LDA  #50
STAA PACTL
BDRPUL JSR PAMPUL
LDA  TFLG2,X    ; ESPERAMOS BANDERA DE PULSOS,AL DARSE
AND  #10        ; LIMPIAMOS LA BANDERA Y DEBHABILITAMOS
BEQ  SIGPP      ; EL ACUMULADOR
BCLR TFLG2,X,$EF
CLR  PACTL
SIGPP LDA  CONTP
CMP  #14        ; ESPERA HASTA QUE HAYAN PASADO 100ms, PARA
BLO  BDRPUL     ; COLOCAR LA REFERENCIA EN LA PARTE ALTA
CLR  CONTP      ; LIMPIA CONTADOR DE PAUSAS DE 5ms
LDA  PORTA      ; ANALIZA SI EL NIVEL REGRESO A ALTO
AND  #80        ; SI ES ASI VA A DIGITO DETECTADO
BNE  SRENVL     ; DE LO CONTRARIO SALTA A ESPERAR OTRO PULSO
JMP  RELOJ      ; RELOJ
ALMD  LDA  PACNT ; SI NO,ALMACENA LOS VALORES DEL DIGITO
CMP  #0A        ; VERIFICA SI EL DIGITO ES UN CERO
BNE  NUMO       ; SI ES ASI HACE EL CAMBIO DE VALOR
LDA  #00        ; DE A EN HEX A CERO
NUMO  STAA $00,Y ; EMPIEZA A GUARDAR LOS DIGITOS A PARTIR
CLR  PACNT      ; DE LA LOCALIDAD $3F00
JSR  DESNUM
INC  CONTN
LDA  CONTN      ; UNA VEZ DETECTADOS EL SEGUNDO Y TERCER DIGITOS
CMP  #02        ; VERIFICA SU VALOR, EN LA RUTINA DE TRUNC
BLO  ETQ1       ; CON EL FIN DE DETECTAR LA LONGITUD DEL
CMP  #03        ; NUMERO , LA CUAL SE GUARDARA CONTI
BHI  ETQ1
ETQ1 JSR TRUNC   ; SALTA A SUBROUTINA PARA TRUNCAR NUMEROS
INY
LDA  CONTN      ; AL SER CONT=CONT1, TERMNA EL ALMACENAMIENTO
CMP  CONT1      ; DE DIGITOS
BNE  VAESPU
CLR  PACTL      ; DESHABILITAMOS ACUMULADOR DE PULSOS
CLR  PACNT      ; LIMPIAMOS CONTADOR DE PULSOS
BCLR TFLG2,X,$EF ; LIMPIAMOS BANDERAS DE ACUMULADOR DE PULSOS
JMP  SALL       ; SI TERMINO DE MARCAR SALTA A RUTINA DE LLAM.
VAESPU CLR  CONTP
PAMPUL JMP  ESPU
LDD  TCNT       ; EMPIEZA RUTINA DE 5ms
ADDD #2710
STD  TOC2
BRCLR TFLG1,X,$40,*
BCLR  TFLG1,X,$BF
INC  CONTP
RTS

```

TONOS

```

DTMF CLR  TMSK1 ; DESHABILITA INTERRUPCIONES DE IC
CLR  CONTN      ; LIMPIA CONTADOR DE NUMEROS
CLR  CONT1      ; LIMPIA CONTADOR DE REFERENCIA SEGUN EL NUMERO
LDY  #3FB8      ; MEMORIA DONDE INICIA ALMACENAM. DE NUM.
ESDT LDA  PORTE  ; ESPERA BANDERA DE DTMF
AND  #10
BEQ  ESDT

```

```

LDA    LDAA    PORTE    ; CUANDO APARECE 1ER TONO
ANDA   #0F     ; SE ALMACENA APARTIR DE LA LOCALIDAD 3F00
CMPA   #0A     ; CHECA SI SE MARCO UN CERO-ESPERA UNA A EN HEX.
BNE    NUM     ; SI ES ASI HACE LA CONVERSION A CERO
LDA    LDAA    #00
NUM    STAA    $00.Y
BSR    DESNUM
BENC   LDAA    PORTE    ; ESPERA A QUE LA BANDERA DE DIGITO MARCADO SE
ANDA   #10     ; APAGUE, PARA CONTINUAR
BNE    BENC
INC    CONTN   ; INCREMENTA EL CONTADOR DE DIGITOS
LDA    LDAA    CONTN   ; UNA VEZ DETECTADOS EL SEGUNDO Y EL TERCER
CMPA   #02     ; DIGITOS VERIFICA SU VALOR, EN LA RUTINA DE
BLO    ET1     ; TRUNC, CON EL FIN DE DETECTAR LA LONGITUD DEL
CMPA   #03     ; NUMERO, LA CUAL SE GUARDARA EN CONT1
BHI    ET1
ET1    BSR    TRUNC    ; BRINCA A RUTINA DE TRUCAR NUMEROS
INY    LDAA    CONTN   ; AL SER CONTN=CONT1, TERMINA EL ALMACENAMIENTO
LDA    CMPA    CONT1   ; DE DIGITOS
BNE    ESDT
JMP    SALL    ; SI SE TERMINO DE MARCAR SALTA A SALE LLAMADA
    
```

 * RUTINA PARA DESPLEGAR LOS DIGITOS DEL NUMERO MARCADO *

```

DESNUM LDAA    $00.Y    ; SUMA EL NUMERO MARCADO CON 30 HEXADECIMAL
        JSR    DEDIS
        RTS
    
```

 * PROGRAMA PARA TRUNCAR LOS NUMEROS DEL TELEFONO *

```

TRUNC  LDAA    CONT1   ; VERIFICA SI YA EXISTE EL NUMERO DE DIGITOS
        CMPA   #00     ; QUE SE ESPERAN
        BNE    STRUN   ; SI ES ASI SALE DE LA RUTINA
        LDAA   CONTN   ; VERIFICA SI YA SE TIENE EL TERCER DIGITO
        CMPA   #03     ; SI ES ASI SALTA A VERIFICAR SI EL ANTERIOR
        BEQ    NUM9    ; FUE EL NUEVE
        LDAA   $00.Y    ; SI ES EL SEGUNDO DIGITO CHECA SI ESTE ES EL
        CMPA   #00     ; CERO
        BNE    STRUN   ; AL SER DIFERENTE SALE DE LA RUTINA
        LDAA   #03     ; DE OTRA FORMA LE ASIGNA 3 A CONT1
        STAA   CONT1   ; Y SALE DE LA RUTINA
        BRA    STRUN
NUM9   DEY     ; SI SE TIENE EL TERCER DIGITO ENTONCES SE
        LDAA   $00.Y    ; COMENZA LA COMPARACION DE LARGA DISTANCIA
        CMPA   #09     ; CHECANDO SI EL SEGUNDO DIGITO FUE IGUAL A 9
        BNE    NUM7    ; DE NO SER L.D. SERA UNA LLAMADA LOCAL
        INY
        LDAA   $00.Y
        CMPA   #00
        BNE    NUM01
        LDAA   #0B     ; SI SE MARCO 005 ES LLAMADA A CELEULAR Y SE
        STAA   CONT1   ; ESPERAN 12 DIGITOS
        BRA    STRUN
NUM01  LDAA   $00.Y    ; SI EL SEGUNDO DIGITO FUE 0 SE CHECA EL TERCER
        CMPA   #01     ; DIGITO PARA OBTENER LA LONGITUD DEL NUMERO
        BNE    NUM02   ; SI SE MARCO LADA 01 SE ESPERAN 12 NUM.
        LDAA   #0B
        STAA   CONT1
        BRA    STRUN
NUM02  CMPA   #02     ; SI SE MARCO LADA 02 SE ESPERAN 12 NUM.
        BNE    NUM05
        LDAA   #0B
        STAA   CONT1
        BRA    STRUN
NUM05  CMPA   #05     ; SI SE MARCO LADA 05 SE ESPERAN 11 NUM.
        BNE    NUM05
    
```

Apéndice 1

```

LDA  #30B
STA  CONT1
BRA  STRUN
NUM98 CMPA  #306      ; SI SE MARCO LADA 96 SE ESPERAN 13 NUM.
      BNE  NUM98
      LDA  #30D
      STA  CONT1
      BRA  STRUN
NUM98 CMPA  #308      ; SI SE MARCO LADA 98 SE ESPERAN 14 NUM.
      BNE  NUM99
      LDA  #30E
      STA  CONT1
      BRA  STRUN
NUM99 CMPA  #309      ; SI SE MARCO LADA 99 SE ESPERA 14 NUM.
      BNE  NUM7
      LDA  #30E
      STA  CONT1
      BRA  STRUN
NUM7  INY
      LDA  #306
      STA  CONT1
STRUN RTS      ; REGRESO DE LA SUBROUTINA DE TRUNCAR

```

 * DETECTA SALIDA DE LLAMADA LL3081195.ASM *
 * VERIFICA LA PRESENCIA DE RUIDO AL NO DETECTAR TONOS *

```

SALL  LDA  CONT1      ; VERIFICA SI EL NUMERO COMENZO CON CERO
      CMPA #303
      BNE  ESPTO      ; SI NO VA A ESPERAR TONO DE LLAMADA
      LDA  #300
      STA  PORTA      ; SI COMENZO CON CERO ACTIVA EL TELEFONO
      JSR  PBL100     ; Y DESPLIEGA EL CONTEO DEL TIEMPO
      INC  CTLLS
      JMP  TBLL
ESPTO LDA  #350
      STA  PORTA      ; SRL3, Y SRL4 EN NA, SRL1 EN NC (VCC1),
      JSR  PBL100     ; SRL2 EN NC - SENSOR DTMF EN GND2
      LDA  #310
      STA  PORTA      ; PAUSA DE 50ms PARA ACTIVAR RELEVADORES
      JSR  PBL100     ; SRL4 EN NC (BAL CIR AIS), SRL3 EN NA (LINEA)
      BCLR TFLG1,X,#00 ; SRL1 EN NC (VCC1)
                        ; BRINCA A HACER UNA PAUSA DE 50ms
      LDA  #301
      STA  TMBK1
      CLR  PBLL
      CLR  LL
      CLR  OC
      CLR  SDIF
      CLR  VARTO
      LDD  #313EC
      STD  VARLAP
ANTINI BRCLR TFLG1,X,#04 ; ESPERA UN PULSO EN IC1
INI    LDA  PORTE      ; VERIFICA SI SE ACTIVA EL TELEFONO
      CMPA #3E0
      BEQ  TELACB     ; EXTERNAMENTE Y SI ES ASI VA A ACTIVAR
      JSR  MNTOR      ; EL TELEFONO POR BOTON
      LDA  LL
      CMPA #303
      BLO  LLOCU      ; SALTA A RUTINA QUE DETECTA TONOS
      JMP  P4SLL      ; CHECA DETECCION DE TONO DE LLAMADA
LLOCU LDA  OC
      CMPA #303
      BHS P28OC      ; SI SE DETECTARON TRES TONOS DE LLAMADA
      CLR  PBLL
      BRA  ANTINI     ; BRINCA A HACER LA PAUSA DE 4s
P28OC LDA  ANTINI
      CMPA #30C
      BHS SPO6S
      BRA  INI
      ; SI YA NO SE PRESENTARON TONOS DE OCUPADO
      ; PREGUNTA SI SE DETECTARON TRES VALORES DE
      ; TONOS DE OCUPADO, SI NO ES ASI REGRESA A INI
      ; CHECA SEÑAL DE OCUPADO DURANTE 0.6s

```

Listado del Programa

| | | | |
|--------|------|--------|--|
| SP06S | CMPA | #\$54 | ; VERIFICA SEXAL DE LLAMADO 2-4-2 |
| | BLO | CHRANO | ; NIVEL SUPERIOR 4.2S |
| TELACB | JMP | RECTEL | |
| CHRANO | CMPA | #\$4A | ; NIVEL INFERIOR 3.7S |
| | BHS | INI | |
| | CMPA | #\$42 | ; VERIFICA SEXAL DE LLAMADO 1-3-1 |
| | BLO | CHRANI | ; NIVEL SUPERIOR 3.3S |
| | BSR | R22S | |
| | LDA | SDIF | |
| | CMPA | #\$01 | |
| | BHS | RCTELE | |
| | LDA | PORTE | ; CHECA SI SE ACTIVA EL TELEFONO POR BOTON |
| | CMPA | #\$E0 | |
| | BEQ | RCTELE | |
| | LDA | PSLL | |
| | BRA | CHRANO | |
| CHRANI | CMPA | #\$38 | ; NIVEL INFERIOR 2.8S |
| | BHS | INI | |
| | CMPA | #\$2E | ; VERIFICA SEXAL DE LLAMADO 1-2-1 |
| | BLO | CHRAN2 | ; NIVEL SUPERIOR 2.3S |
| | BSR | R22S | |
| | LDA | SDIF | |
| | CMPA | #\$01 | |
| | BHS | RCTELE | |
| | LDA | PORTE | ; VERIFICA TELEFONO ACTIVADO POR BOTON |
| | CMPA | #\$E0 | |
| | BEQ | RCTELE | |
| | LDA | PSLL | |
| | BRA | CHRANI | |
| RCTELE | JMP | RECTEL | |
| CHRAN2 | CMPA | #\$24 | ; NIVEL INFERIOR 1.6S |
| | BHS | INI | |
| | BSR | R22S | ; CHECA CONTESTACION ENTRE 0.6S Y 1.6S |
| | LDA | SDIF | |
| | CMPA | #\$01 | |
| | BHS | RECTEL | |
| | LDA | PORTE | ; VERIFICA TELEFONO ACTIVADO POR BOTON |
| | CMPA | #\$E0 | |
| | BEQ | RECTEL | |
| | LDA | PSLL | |
| | BRA | CHRAN2 | |
| R22S | LDY | #\$C8 | ; DURANTE 100ms VA A |
| VACHR | JSR | CHRU1 | ; VERIFICAR RUIDO EN LA LINEA |
| | LDA | SDIF | ; CADA 0.5ms |
| | CMPA | #\$00 | |
| | BNE | CTS0 | |
| | JSR | POSMS | |
| | DEY | | |
| | BNE | VACHR | |
| | INC | PSLL | |
| | INC | PSLL | |
| CTS0 | RTS | | |
| P4SLL | LDA | PSLL | ; VERIFICAMOS SI HAN TRANSCURRIDO 4.2S SIN |
| | CMPA | #\$54 | ; SEXAL DE LLAMADO |
| | BHS | RECTEL | ; ENTONCES REACTIVAMOS TELEFONO |
| | CMPA | #\$48 | ; VALOR SUPERIOR PARA CHECAR RUIDO - 3.6S - |
| | BLO | ESOCRA | ; AL SER MENOR VA A CHECAR OCUPADO RAPIDO |
| | LDA | #\$01 | ; AL LLEGAR A ESTE INTERVALO SE ASEGURA DE |
| | STAA | VARTO | ; QUE VARTO SE ACTIVE |
| | BRA | SP4S | |
| ESOCRA | CMPA | #\$07 | ; ESPERAMOS 350ms, PREVIENIENDO LA OCURRENCIA |
| | BHI | VERFLL | ; DE LA SEXAL DE OCUPADO RAPIDA |
| | BRA | SP4S | |
| VERFLL | LDA | VARTO | ; EN EL PRIMER INTERVALO DE 4S VERIFICA |
| | CMPA | #\$00 | ; LA PRESENCIA DE TONO DE LLAMADO |
| | BNE | NOTPLL | ; EL CUAL TIENE UN INTERVALO DE DURACION MENOR |
| | LDA | #\$00 | |
| | STAA | LL | |
| | LDA | #\$03 | |

Apéndice 1

```

TLLINS STAA VARTO
LDD #S13EC
STD VARLAP
BRCLR TFLG1,X,S04,* ; ESPERA EL SIGUIENTE FLANCO EN IC1
JSR MNTOR
LDAA LL
CMPA #S00
BNE P4SLL
DEC VARTO
BNE TLLINS
BRA RECTEL
NOTPLL BSR R44S ; CHECA CONTESTACION ENTRE 0.35 S Y 3.65 S
LDAA SDIF
CMPA #S00
BNE RECTEL
LDAA #SE0 ; VERIFICA ACTIVACION DE TELEFONO POR BOTON
CMPA PORTE
BEQ RECTEL
BRA P4SLL
RECTEL CLR TCTL2 ; CAPTURA DESHABILITADA
BCLR TFLG1,X,S00 ; LIMPIA BANDERA DE IC Y OC
CLR TMSK1 ; INTERRUPCIONES DE IC Y OC DESHABILITADAS
LDAA #S50 ; CONECTAMOS TELEFONO A LA LINEA
STAA PORTA ; ESPERAMOS 100ms A QUE LOS INTERRUPTORES DEL
BSR PSL100 ; RELEVADOR SE ESTABILICEN
LDAA #S40 ; DESCONECTAMOS RESISTENCIA EN PARALELO A LA
STAA PORTA ; LINEA Y EL CIRCUITO DE AISLAMIENTO DE LA LINEA
BSR PSL100
JMP RACT INCREMENTAMOS LLAMADAS DURANTE 100MS
R44S LDY #SC8 ; DURANTE 100ms
VCHRUI BBR CHRUI ; VA A DETECTAR RUIDO EN LA LINEA
LDAA SDIF ; CADA 0.5ms
CMPA #S00
BNE CONTE8
BSR POSMS
DEY
BNE VCHRUI
INC PSLL
INC PSLL
CONTE8 RTS
SP4S JMP INI ; REGRESAMOS A VERIFICAR TONOS
POSMS LDD TCNT ; PAUSA DE 0.5ms
ADD #S03E8
BTD TOC2
BRCLR TFLG1,X,S40,*
BCLR TFLG1,X,S8F
CHRUI LDAA TFLG1,X ; EN LOS RANGOS PERMITIDOS VERIFICAMOS LA PRE-
ANDA #S04 ; SENCIA DE RUIDO PROVENIENTE DEL OTRO LADO DE
BEQ BCHR ; LA LINEA AL MOMENTO DE CONTESTAR
BCLR TFLG1,X,S8F ; LIMPIA LA BANDERA DE IC1
INC SDIF ; CHECAMOS EL ENCENDIDO DE LA BANDERA CADA 50ms
BCHR RTS
RACT INC CTLLS
LDAA #S80 ; SRL4 EN NA (LINEA), SRL1 EN NA (IRQ)
STAA PORTA ; SRL3 EN NC (TIERRA DE LA LINEA)
BSR PSL100
JMP T8LL
PSL100 LDY #S04 ; INICIA PAUSA DE 50ms
SIPAU LDD TCNT
ADD #SC350
STD TOC2
BRCLR TFLG1,X,S40,*
BCLR TFLG1,X,S8F
DEY
BNE SIPAU
RTS

```

PROGRAMA PARA DETECTAR SEÑALES RU061195.ASM

```

MNTOR CLR PROM ; AL ENTRAR SE ASEGURA EL VALOR DE PROMEDIO
      CLR PROM+1 ; A CERO
      LDAA #32 ; ESPERA HASTA 50ms BUSCANDO EL PRIMER FLANCO
      STAA ITR1
      BCLR TFLG1,X,$BF ; LIMPIA BANDERAS DE OCP2
      LDY #3FF2 ; REFERENCIA PARA CAPTURA DE PERIODO
      LDAA #04 ; CONTADOR PARA EL NUMERO DE ITERACIONES
      STAA ITR
CHP LDAA TFLG1,X ; CHECA BANDERA DE INPUT CAPTURE
   ANDA #04 ; SINO HA TERM CHECA PRIF
   BNE SIGUE
   LDD TCNT ; PAUSA DE 1ms
   ADDD #07D0
   STD TOC2
   BRCLR TFLG1,X,$40 ; PERMANECE AQUI HASTA QUE SE CUMPLE LA PAUSA
   BCLR TFLG1,X,$BF ; ENTONCES LIMPIA LA BANDERA DE OCP2
   DEC ITR1 ; CHECA QUE SI HAN PASADO 50ms SIN DETECTAR PULSOS
   BNE CHP ; SI NO ES ASI SALTA A CHP
   INC PSLL ; AL PASAR 50ms INCREMENTAMOS PSLL
   JMP FIN
SIGUE BCLR TFLG1,X,$FB ; AL PRESENTARSE PRIMER FLANCO LIMP IC1F
      LDD TIC1
PSS STD PRIF ; ALMACENA EL VALOR EN PRIF
   LDD TCNT ; COMZ PAUSA DE VARLAP ESPERA SEGF
   ADDD VARLAP ; VALOR DE VARIACION DE PERIODOS
   STD TOC2
   BRCLR TFLG1,X,$40 ; PERMITE QUE SE TERMINE LA PAUSA
   BCLR TFLG1,X,$BF ; Y LIMPIA LA BANDERA DE OCP2
SGF LDAA TFLG1,X ; DETECCION DE SEGF
   ANDA #04
   BNE ABAJO ; AL DETECTAR SEGF VA A OBTENER LA DIFERENCIA
   BRA MNTOR ; SINO ESPERA 50ms A IC1,AL NO DARBE VA A FIN
ABAJO BCLR TFLG1,X,$FB ; LIMP BANDERA DE IC1
      LDD TIC1 ; CARGA TIEMPO DE SEGF
      STD SEGU ; Y LO ALMACENA EN SEGF
      CPD PRIF ; VERF SI PRIF ES
      BHI DIFN ; MENOR QUE SEGF
      LDD #FFFF ; SI NO ENTONCES
      SUBD PRIF ; D=FFFF-PRIF
      ADDD SEGU ; D=D+SEGF
      BRA ALMC ; Y BRINCA A ALMACENAR ESTE VALOR
DIFN SUBD PRIF ; D=SEGF-PRIF
ALMC CPD #1000 ; INICIA RUTINA DE ALAMACENAMIENTO, tmin 2.1 ms
      BLO AFUERA ; SI ES > CONTINUA
      CPD #13EC ; tm x 2.55ms
      BLS CONTIN ; SI ES < CONTINUA
AFUERA CLR PROM ; DE LO CONTRARIO LIMPIA PROMEDIO Y SALE
      CLR PROM+1
CONTIN INY
      INY
      STD 000,Y ; ALMACENAMOS PERIODO
      STD VARLAP ; VARLAP TIENE AHORA EL PERIODO
      LDD SEGU ; CARGAMOS EL SEGUNDO FLANCO
      DEC ITR ; VAMOS A OBTENER OTRO PERIODO
      BEQ VASUMA
      JMP PSS
VASUMA LDAA #03
      STAA ITR ; OBTENCION DE LA SUMA TOTAL
      LDY #3FF4 ; CARGAMOS -Y- CON LA DIRECCION INICIAL DE
      LDD 000,Y ; LOS VALORES
SUM INY ; INCREMENTAMOS -Y- A LA SIGUIENTE LOCALIDAD
      INY ; DEL SIG. VALOR
      ADDD 000,Y ; SUMA LOS VALORES ANTERIORES
      DEC ITR ; AL FINALIZAR EL REG. D TIENE LA SUMA
      BNE SUM ; TOTAL DE LOS PERIODOS

```

Apéndice 1

| | | | |
|--------|------|--------|--|
| | LDX | #04 | ; VAMOS A OBTENER EL PROMEDIO DE LOS PERIODOS |
| | IDIV | | ; DIVISION ENTERA, IX TIENE EL COCIENTE Y EL |
| | STX | PROM | ; RESULTADO SE ASIGNA A PROM |
| | LDD | PROM | |
| | CPD | #11F0 | ; VALORES PARA SEXAL DE LL U OCUPADO RAPIDO |
| | BLS | SGIT | |
| | CPD | #1205 | |
| | BLS | RANGOV | |
| | JMP | FIN | |
| RANGOV | STD | VARLAP | ; CORRIGUE EL VALOR DE VARIACION PARA BUSCAR |
| | LDAA | PSLL | ; PERIODOS |
| | CMPA | #00 | |
| | BEQ | NLMP | |
| | CLR | PSLL | |
| | CLR | OC | |
| | CLR | SDIF | |
| NLMP | INC | LL | |
| | LDAA | LL | ; SE ASEGURA QUE LL NO SEA MENOR AL RANGO |
| | CMPA | #FF | ; ESPERADO UNA VEZ QUE SE INCREMENTA HASTA |
| | BLO | SIGLL | ; FF |
| | LDAA | #10 | |
| | STAA | LL | |
| SIGLL | LDAA | #04 | |
| | STAA | ITR | |
| | LDD | SEGUF | |
| | LDY | #3FF2 | |
| | LDX | #1000 | |
| | JMP | PSS | |
| SGIT | CPD | #1080 | ; VALORES PARA OC O LLAMADO 1-2-1, |
| | BLS | FIN | ; 2-4-2 Y 1-3-1 |
| | CPD | #1180 | |
| | BHS | FIN | |
| | STD | VARLAP | ; CORRIGUE EL VALOR DE VARIACION PARA BUSCAR |
| | LDAA | PSLL | ; PERIODOS |
| | CMPA | #00 | ; VERIFICA EL VALOR DE PSLL, PREVIENIENDO LA PAUSA |
| | BEQ | NOLIM | ; DE 0.2S EN 1-3-1 |
| | CMPA | #08 | |
| | BLS | SILM | |
| | CMPA | #0C | |
| | BHS | SILM | |
| | LDX | #1000 | ; RESTAURA EL VALOR DE X |
| TONOCU | LDAA | #08 | ; POSICION EXTREMA DEL TERCER RENGLON |
| | JSR | ENABLE | |
| | JSR | POCUP | ; ESCRIBRE 'OCUPADO' |
| | LDY | #F00F | |
| TONOC1 | DEY | | |
| | BNE | TONOC1 | |
| | LDAB | #07 | |
| | STAB | FF | |
| | LDAA | #08 | ; POSICION INICIAL PARA BORRAR LETRERO ANTERIOR |
| | JBR | ENABLE | |
| TONOC3 | JBR | BLANCO | ; CODIGO DEL VALOR DEL ESPACIO EN BLANCO |
| | DEC | #FF | |
| | BNE | TONOC3 | ; CONTINUA BORRANDO |
| | LDY | #0F00 | |
| TONOC2 | DEY | | |
| | BNE | TONOC2 | |
| | BRA | TONOCU | ; BRINCA PARA EL SIGUIENTE VALOR DEL CORRIMIENTO |
| SILM | CLR | PSLL | |
| | CLR | LL | |
| | CLR | SDIF | |
| NOLIM | INC | OC | |
| | LDAA | OC | |
| | CMPA | #FF | ; PREVENIMOS QUE UNA VEZ QUE SE DETECTO LA SEXAL |
| | BLO | SIGOC | ; NO SE REGRESE A CERO |
| | LDAA | #10 | |
| | STAA | OC | |

```

SIGOC  LDAA  #304
        STAA ITR
        LDY  #3FF2
        LDX  #1000
        LDD  SEGUF
        JMP  P88
FIN     LDX  #1000 ; RESTAURAMOS EL VALOR DE X ANTES DE SALIR
        RTS
    
```

PROGRAMA QUE TOMA EL TIEMPO DE DURACION DE UNA LLAMADA QUE SALE

```

TSLL   CLR   DS ; DURACION EN SEGUNDOS DE LA LLAMADA
        CLR   DM ; TIEMPO EN MINUTOS DE LA LLAMADA
        CLR   DH ; DURACION DE LA LLAMADA EN HORAS
        LDAA  HORA
        STAA  HORAL ; ASIGNA EL VALOR DE HORA A HORAL
        LDAA  MINU
        STAA  MINUL ; ASIGNA EL VALOR DE LOS MINUTOS A MINUL
        LDAA  SEG
        STAA  SEGL ; ASIGNA EL VALOR DE LOS SEGUNDOS A SEGL
        JSR  CLRDIS ; DESPLIGA LETRERO "UD. HA HABLADO"
        JSR  LETU
        JSR  LETD
        JSR  LET
        JSR  BLANCO
        JSR  LETH
        JSR  LETA
        JSR  BLANCO
        JSR  LETH
        JSR  LETA
        JSR  LETB
        JSR  LETL
        JSR  LETA
        JSR  LETD
        JSR  LETO
        JSR  BLANCO
BCREEN BBR   VERTIE
        BRA   SCREEN
VERTIE LDAA  SEG ; VERIFICA SI SEG ES MAYOR QUE SEGL
        CMPA SEGL
        BLO  SEGM ; SI ES MENOR ENTONCES VA A SEGM
        SUBA SEGL ; EN CASO CONTRARIO DS = SEG - SEGL
        STAA DS
        LDAA MINU
        CMPA MINUL ; CHECA SI MINU ES MAYOR O IGUAL A MINUL
        BLO  MINUM ; SI ES MENOR VA A MINUM
        SUBA MINUL ; SI NO DM = MINU - MINUL
        STAA DM
VHORA  LDAA  HORA ; VERIFICA SI HORA ES MAYOR O IGUAL HORAL
        CMPA HORAL
        BLO  HORAM ; SI ES MENOR VA HORAM
        SUBA HORAL ; DE LO CONTRARIO DH = HORA - HORAL
        STAA DH
        BRA  RETAR
SEOM   LDAA  #3C ; DS = 60 - SEGL + SEG
        SUBA SEGL
        ADDA SEG
        STAA DS
        LDAA MINU
        CMPA MINUL ; CHECA SI MINU ES MAYOR QUE O IGUAL A MINUL
        BLO  MINUM ; SI ES MENOR VA A MINUM
        SUBA MINUL ; DE LO CONTRARIO DM = MINU - MINUL - 1
        SUBA #01
        STAA DM
        BRA  VHORA
MINUM  LDAA  #3C ; DM = 60 - MINUL + MINU
        SUBA MINUL
    
```

Apéndice 1

```

        ADDA    MINU
        STAA    DM
        LDAA    HORA    ; CHECA SI HORA ES MAYOR O IGUAL A HORAL
        CMPA    HORA    ; SI ES MENOR VA A HORA2M
        BLO     HORA2M
        LDAA    HORA
        SUBA    HORAL    ; SINO DH = HORA - HORAL - 1
        SUBA    #S01
        STAA    DH
        BRA     RETAR
HORAM   LDAA    #S0C    ; DH = 12 - HORAL + HORA
        SUBA    HORAL
        ADDA    HORA
        STAA    DH
        BRA     RETAR
HORA2M LDAA    #S0B    ; DH = 12 - HORAL + HORA - 1
        SUBA    HORAL
        ADDA    HORA
        STAA    DH
    
```

 * PROGRAMA PARA DESPLEGAR EL TIEMPO QUE SE HA HABLADO *

```

RETAR   LDAA    #S0C    ; DESPARECE EL CURSOR DE LA PANTALLA
        JSR     ENABLE
        LDAA    #S04    ; ESTABLECE MODO DE ENTRADA
        JSR     ENABLE  ; EL CORRIMIENTO DE LOS CARAC. SERA DE DER. A IZQ.
TIME    LDAA    #S0B    ; PRIMERA LOCALIDAD DONDE SE DESPLEGARA EL CARAC.
        JSR     ENABLE
        LDAA    #S30    ; CODIGO INICIAL PARA EL DESPLIEGUE DE LOS NUMEROS
        STAA    NUCAR
    
```

 * COMIENZA RUTINA DE DETECTAR EL NUMERO HEXADECIMAL A DECIMAL *

```

        LDAA    DS
TODISP  JSR     NUMHEX
        LDAB    DECIM    ; COMIENZA LA DETECCION DEL NUMERO A DESPLEGAR
        STAB    NUMER    ; ALMACENA EL VALOR DE B (NUMERO DECIMAL) EN DM
        LDAA    #S0F
        ANDA    NUMER    ; AQUI EL REGISTRO A TIENE LAS UNIDADES DEL NUMERO
        ADDA    NUCAR    ; AL REALIZAR ESTA SUMA SE DETECTA UN CODIGO
        JSR     ENADIS   ; VALIDO; PARA SER DESPLEGADO EN LA PANTALLA
        LDAA    #S0F0    ; AQUI EL REGISTRO A TIENE LAS DECENAS DEL NUMERO
        ANDA    NUMER
        JSR     RODER
        ADDA    NUCAR    ; CODIGO A DESPLEGAR
        JSR     ENADIS
        JSR     DOSP
MNU1    LDAA    DM        ; DETECCION DE MINUTOS
        JSR     NUMHEX
OUTMIN  LDAB    DECIM    ; DESPLIEGUE DE LOS MINUTOS
        STAB    NUMER
        STAB    DECIM
        LDAA    #S0F    ; DETECTA LAS UNIDADES DE MINUTOS
        ANDA    DECIM
        JSR     DEDIS    ; MANDA A DESPLEGAR
        LDAA    #S0F0
        ANDA    DECIM    ; DETECTA LAS DECENAS DE MINUTOS
        JSR     RODER
        JSR     DEDIS
        JSR     DOSP
HRS1    LDAA    DH        ; DETECCION DE LAS HORAS
        JSR     NUMHEX
OUTHOR  LDAB    DECIM    ; ALMACENA EL VALOR DE B (NUMERO DECIMAL) EN DM
        STAB    NUMER
        LDAA    #S0F
        ANDA    NUMER    ; AQUI EL REGISTRO A TIENE LAS UNIDADES DEL NUMERO
        JSR     DEDIS    ; MANDA DESPLEGAR EL DIGITO
    
```

```

LDA  #F0 ; AQUI EL REGISTRO A TIENE LAS DECENAS DEL NUMERO
ANDA NUMER
JSR  RODER
RTS  DEIS ; CODIGO A DESPLEGAR
NUMHEX LDAB #FF ; TERMINA PANTALLA DE DESPLIEGUE DE TIEMPO
STAB  HEXAD ; SUBRUTINAS EMPLEADAS
STAB  DECIM
START INC  DECIM
      INC  HEXAD
    
```

 * COMIENZA LA DETECCION DE DECENAS DEL VALOR DECIMAL A DETECTAR *

```

LDAB  HEXAD
CMPB  #0A ; 10 DECIMAL
BEQ   DIEZ
CMPB  #14 ; 20 DECIMAL
BEQ   VEIN
CMPB  #1E ; 30 DECIMAL
BEQ   TREIN
CMPB  #28 ; 40 DECIMAL
BEQ   CUAR
CMPB  #32 ; 50 DECIMAL
BEQ   CINC
CMPB  #3C ; 60 DECIMAL
BEQ   SESE
CMPB  #46 ; 70 DECIMAL
BEQ   SETE
CMPB  #50 ; 80 DECIMAL
BEQ   OCHE
CMP   #5A ; 90 DECIMAL
BEQ   NOVE
COMPA CMPA  HEXAD ; SE UBICA EL NUMERO DECIMAL CON BASE EN EL HEXADECIMAL
      BEQ  TIMEOUT
      BRA  START
    
```

 * RUTINAS DE DECADAS *

```

DIEZ  LDAB #10
      BRA  COMPA1
VEIN  LDAB #20
      BRA  COMPA1
TREIN LDAB #30
      BRA  COMPA1
CUAR  LDAB #40
      BRA  COMPA1
CINC  LDAB #50
      BRA  COMPA1
SESE  LDAB #60
      BRA  COMPA1
SETE  LDAB #70
      BRA  COMPA1
OCHE  LDAB #80
      BRA  COMPA1
NOVE  LDAB #90
COMPA1 STAB  DECIM
      BRA  COMPA
TIMEOUT RTS
    
```

 * AQUI ES DONDE SE MANDA EL INICIO DE COMPARACION DE LA CLAVE *

```

BMEN  BCLR  TFLG1,X,#02
      LDA  #03 ; HABILITACION DE INTERRUPCIONES DE IC2 E
      STAA TMSK1 ; IC3
      LDA  #0E
      JSR  ENABLE
    
```

Apéndice 1

```

INIMEN JSR CLRDIS ; LA CLAVE FUE VALIDA Y EMPIEZA EL DESPLIEGUE DE
        JSR INIDIS ; INFORMACION A CONSULTAR
        JSR ASTER
        JSR ASTER
        JSR ASTER
        JSR LETM
        JSR LETE
        JSR LETN
        JSR LETU
        JSR BLANCO
        JSR LETP
        JSR LETR
        JSR LETI
        JSR LETN
        JSR LETC
        JSR LETI
        JSR LETP
        JSR LETA
        JSR LETL
        JSR ASTER
        JSR ASTER
        JSR ASTER
        LDA# #SCO ; DIRECCION DE DESPLIEGUE DE LETRERO
        JSR ENABLE
        JSR LETD
        JSR LETE
        JSR LETS
        JSR LETE
        JSR LETA
        JSR DOSP
        JSR BLANCO

MENU1 JSR INIDIS4 ; PRIMER MENU
        JSR VER
        JSR PLLAMA
        JSR PREGUN
        JSR BLANCO
        JSR INPORTS
        CMP# #S1B ; BOTON DE ENTER PARA TONOS
        BEQ EXIT1
        CMP# #S1C ; BOTON DE AVANCE PARA TONOS
        BEQ MENU2
        CMP# #S40 ; BOTON DE ENTER PARA PULSOS
        BEQ EXIT1
        CMP# #S80 ; BOTON DE AVANCE PARA PULSOS
        BEQ MENU2
EXIT1 JSR JMP NULLAM

MENU2 JSR INIDIS4 ; SEGUNDO MENU
        JSR VER
        JSR PUSER
        JSR LETS
        JSR PREGUN
        JSR BLANCO
        JSR INPORTS
        CMP# #S1B ; BOTON DE ENTER PARA TONOS
        BEQ EXIT2
        CMP# #S1C ; BOTON DE AVANCE PARA TONOS
        BEQ MENU3
        CMP# #S40 ; BOTON DE ENTER PARA PULSOS
        BEQ EXIT2
        CMP# #S80 ; BOTON DE AVANCE PARA PULSOS
        BEQ MENU3
EXIT2 JSR JMP USUAR

MENU3 JSR INIDIS4 ; TERCER MENU
        JSR DARDE
        JSR LETA
        JSR LETL
    
```

```

JSR   LETT
JSR   LETA
JSR   BLAPRE
JSR   INPORTS
CMPA  #S1B      ; BOTON DE ENTER
BEQ   EXIT3
CMPA  #S1C      ; BOTON DE AVANCE
BEQ   MENU4
CMPA  #S40      ; BOTON DE ENTER PARA PULSOS
BEQ   EXIT3
CMPA  #S90      ; BOTON DE AVANCE PARA PULSOS
BEQ   MENU4
EXIT3 JMP   ALTAS

MENU4 JSR   INDIS4      ; CUARTO MENU
JSR   DARDE
JSR   LETB
JSR   LETA
JSR   LETJ
JSR   LETA
JSR   BLAPRE
JSR   INPORTS
CMPA  #S1B      ; BOTON DE ENTER
BEQ   EXIT4
CMPA  #S1C      ; BOTON DE AVANCE
BEQ   MENU5
CMPA  #S40      ; BOTON DE ENTER PARA PULSOS
BEQ   EXIT4
CMPA  #S60      ; BOTON DE AVANCE PARA PULSOS
BEQ   MENU5
EXIT4 JMP   BAJAS

MENU5 JSR   INDIS4      ; QUINTO MENU
JSR   CAMBI
JSR   FECHA
JSR   PREGUN
JSR   INPORTS
CMPA  #S1B      ; BOTON DE ENTER
BEQ   EXIT5
CMPA  #S1C      ; BOTON DE AVANCE
BEQ   MENU6
CMPA  #S40      ; BOTON DE ENTER PARA PULSOS
BEQ   EXIT5
CMPA  #S90      ; BOTON DE AVANCE PARA PULSOS
BEQ   MENU6
EXIT5 JMP   DATE

MENU6 JSR   INDIS4      ; SEXTO MENU
JSR   CAMBI
JSR   PHOR
JSR   BLAPRE
JSR   INPORTS
CMPA  #S1B      ; BOTON DE ENTER
BEQ   EXIT6
CMPA  #S1C      ; BOTON DE AVANCE
BEQ   MENU7
CMPA  #S40      ; BOTON DE ENTER PARA PULSOS
BEQ   EXIT6
CMPA  #S90      ; BOTON DE AVANCE PARA PULSOS
BEQ   MENU7
EXIT6 JMP   CHORA
EXIT6 JMP   INMEN

MENU7 JSR   INDIS4      ; SEPTIMO MENU
JSR   CAMBI
JSR   CLAV
JSR   PREGUN
JSR   INPORTS
CMPA  #S1B      ; BOTON DE ENTER

```

```

BEQ      EXIT7
CMPA    #\$1C      ; BOTON DE AVANCE
BEQ      MENU1A
CMPA    #\$40      ; BOTON DE ENTER PARA PULSOS
BEQ      EXIT7
CMPA    #\$80      ; BOTON DE AVANCE PARA PULSOS
BEQ      MENU1A
EXIT7   JMP      NEWCLA
MENU1A  JMP      MENU1
    
```

.....
 * SECCION QUE CAMBIA LA FECHA *


```

DATE    CLR      RINGIN
        JSR      CLRDIS
        LDY      #\$140      ; VALOR DE INICIO DE ALMACENAMIENTO DE DATOS
        LDAA     #\$84      ; POSICION DE INICIO DEL LETRERO
        JSR      ENABLE
        JSR      CAMBI
        JSR      FECHA
        LDAA     #\$C1      ; POSICION DE INICIO DE LETRERO
        JSR      ENABLE
        JSR      LETD
        JSR      LETI
        JSR      LETA
        JSR      DOSP
        LDAA     #\$C8      ; ESTABLECE LA DIRECCION DE DESPLIEGUE DEL SIG. DATO
        STAA     POSCUR    ; ALMACENA LA DIRECCION POR SI ES POR PULSOS
        JSR      ENABLE
        LDAB     SPOT      ; VERIFICA SI LA CLAVE HA SIDO POR PULSOS O TONOS
        BEQ      MPUL1    ; SI BRINCA, LA CLAVE ES POR PULSOS
        LDAB     #\$02      ; CANTIDAD DE CARACTERES QUE ESPERA RECIBIR
        JSR      NT1      ; MANDA A DETECTAR LOS VALORES DE ENTRADA
        BRA      MPL2      ; BRINCA PARA NO REALIZAR LA RUTINA POR PULSOS
MPUL1   LDAB     #\$01
        STAB     FAUX
        CLR      FAUX1
        LDAB     #\$06
        STAB     NUMCAR
        JSR      NOTON1    ; RUTINA PARA INFORMACION POR PULSOS
        BRA      MPUL2    ; BRINCA PARA HACER LA COMPRESION DE LOS BYTES
MPUL2   LDAA     #\$05      ; BRINCO AL TERCER RENGLON
        JSR      ENABLE
        JSR      PMES
        LDAA     #\$0C
        JSR      ENABLE
        LDAB     #\$02
        JSR      NT1
        LDAA     #\$D5
        JSR      ENABLE
        JSR      PAWO
        LDAA     #\$DC
        JSR      ENABLE
        LDAB     #\$02
        JSR      NT1
MPUL2   LDAB     #\$03      ; CANTIDAD DE BYTES EN LOS QUE SE ALMACENARAN LOS
        STAB     NUBYTES   ; CARACTERES INTRODUCIDOS
        JSR      FECH1    ; RUTINA DE REORDENAMIENTO DE LOS BYTES
MES1    LDY      #\$140      ; DIRECCION DE INICIO DE LAS LOCALIDADES A COMPARAR
        LDAA     #0,Y
        CMPA    #\$1F      ; COMPARA QUE LOS DIAS NO SEAN MAYORES DE 31
        BHI     FEC1
        LDAA     #1,Y      ; COMPARA QUE EL MES NO SEA MAYOR QUE 12
        CMPA    #\$0C
        BHI     FEC1
    
```

 * COMIENZA A VERIFICARSE CUAL FUE EL MES METIDO *

| | | | |
|-------|------|--------|--|
| COF3 | LDA | 1,Y | ; CARGA "Y" CON EL VALOR DEL MES |
| MES2 | CMPA | #01 | ; SUBROUTINA QUE INDICA SI LA CANTIDAD DE DIAS |
| | BEQ | MES3 | ; COINCIDE CON EL MES EN CUESTION (ENERO) |
| | CMPA | #03 | ; MARZO |
| | BEQ | MES3 | |
| | CMPA | #05 | ; MAYO |
| | BEQ | MES3 | |
| | CMPA | #07 | ; JULIO |
| | BEQ | MES3 | |
| | CMPA | #08 | ; AGOSTO |
| | BEQ | MES3 | |
| | CMPA | #0A | ; OCTUBRE |
| | BEQ | MES3 | |
| | CMPA | #0C | ; DICIEMBRE |
| | BEQ | MES3 | |
| | CMPA | #02 | |
| | BEQ | OLIMP | |
| | CMPA | #4 | ; RUTINA QUE INIDICA SI LA CANTIDAD DE DIAS COINCIDE |
| | BEQ | MES4 | ; CON EL MES EN CUEBTION (ABRIL) |
| | CMPA | #6 | ; JUNIO |
| | BEQ | MES4 | |
| | CMPA | #9 | ; SEPTIEMBRE |
| | BEQ | MES4 | |
| | CMPA | #0B | ; NOVIEMBRE |
| | BEQ | MES4 | |
| FEC1 | LDX | #1000 | |
| | JSR | CLRD18 | ; DESPLEGAR LETRERO DE FECHA INVALIDA |
| | LDA | #C3 | |
| | JSR | ENABLE | |
| | JSR | FECHA | |
| | JSR | PINVA | ; DESPLIEGA LETRERO DE INVALIDA |
| | JMP | BRINI | ; MANDA AL LETRERO DE "OPRIMA UNA TECLA" |
| OLIMP | LDA | 0,Y | ; REALIZA LA COMPARACION CON UN AÑO BISIESTO |
| | CMPA | #1D | ; HACE LA COMPARACION CON LOS DIAS DE FEBRERO |
| | BHI | FEC1 | ; SI SON MAYORES QUE 29 DESPLIEGA " FECHA INVALIDA " |
| | LDD | \$2,Y | ; CARGA EL ACUM "D" CON EL VALOR DEL AÑO |
| | TAB | | ; CONSIDERARA LA PARTE MENOS SIGNIFICATIVA DEL |
| | CLRA | | ; REGISTRO "D" SOLAMENTE |
| | LDX | #4 | ; REALIZA LA DIVISION ESPERANDO UN RESIDUO DE 0 |
| | IDIV | | |
| | CPD | #0 | ; SI EL RESIDUO ES CERO, EL AÑO ES BISIESTO |
| | BNE | DM1 | ; SI NO, DESPLIEGA " FECHA INVALIDA " |
| | CLR | DMES | |
| | BRA | COF4 | ; TERMINA COMPARACION DE AÑO BISIESTO |
| DM1 | LDA | #01 | ; ACTIVA LA BANDERA DEL AÑO BISIESTO |
| | STAA | DMES | |
| | BRA | COF4 | ; TERMINA LA COMPARACION DE LA FECHA DE FEBRERO |
| MES3 | LDA | 0,Y | ; VERIFICA QUE EL # DE DIAS DEL MES NO SEA > 31 |
| | CMPA | #20 | |
| | BHS | FEC1 | |
| COF4 | LDX | #1000 | ; RESTABLECE EL VALOR DE "X" PARA EVITAR CONFLICTOS |
| | BRA | CAFE2 | ; CON LAS INTERRUPCIONES |
| MES4 | LDA | 0,Y | |
| | CMPA | #1F | |
| | BHS | FEC1 | |
| | BRA | COF4 | |
| CAFE2 | LDA | \$140 | ; PREGUNTAR POR EL BOTON DE ENTER O EL BOTON DE ESCAPE |
| | STAA | DIA | |
| | LDA | \$141 | |
| | STAA | MES | |
| | LDA | \$142 | |
| | STAA | AÑO | |
| CFE2 | LDA | PORTE | |
| | ANDA | #FF | |
| | BNE | CHFE | ; SE HA OPRIMDO UNA TECLA |
| | BRA | CFE2 | |

Apéndice 1

CHFE JMP INIMEN

 * LOS CARACTERES INTRODUCIDOS SE CONVERTIRAN EN "B" PARES DE BYTES *
 * COMINEZO DE LA CONVERSION *****

```
FECH1 LDY #\$140 ; DIRECCION DE INICIO DE LOS CARACTERES
RUROT LDAA \$0,Y
      JSR ROTIZQ
      INY ; INCREMENTA EN DOS VECES "Y" PARA REALIZAR LA
      INY ; CONVERSION SIGUIENTE DEL CARACTER
      DECB ; CONTADOR DE LOS CARACTERES ALMACENADOS
      BNE RUROT
AHEXA LDY #\$140 ; RUTINA PARA ALMACENAR LOS DATOS INTRODUCIDOS EN
      LDAA \$2,Y ; 3 BYTES SOLAMENTE (\$140, \$141 Y \$142)
      STAA \$1,Y
      LDAA \$4,Y
      STAA \$2,Y
      LDAB NUBYTES
HEXA LDAA #\$00 ; CONTADORES AUXILIARES DE COMPARACION DE FECHAS
      STAA \$14D ; CONTADOR AUXILIAR 1
      STAA \$14E ; CONTADOR AUXILIAR 2
HEXA1 LDAA \$14D
      CMPA \$0,Y
      BEQ HEXA2
      INC \$14E ; VALOR HEXADECIMAL DEL NUMERO A COMPARAR
      INC \$14D ; VALOR HEXADECIMAL QUE SE VA GENERANDO
      CLRA
      LDAA \$14D
      DAA ; AJUSTE A DECIMAL PARA REALIZAR LA CONVERSION
      STAA \$14D
      BRA HEXA1
HEXA2 LDAA \$14E ; AQUI YA ENTREGA EL VALOR EN HEXADECIMAL DEL BYTE
      STAA 0,Y ; ALMACENA EL VALOR DEL NUMERO CONVERTIDO
      INY
      DECB
      BEQ SALID ; SI REALIZA ESTO, HA TERMINADO LA CONVERSION
      BRA HEXA ; BRINCA A REALIZAR LAS COMPARACIONES SIGUIENTES
SALID RTS
```

 * A ESTE NIVEL YA SE TIENEN LOS VALORES INTRODUCIDOS LISTOS A COMPARARSE CON *
 * VALORES VALIDOS DE HEXADECIMAL PARA LOS FINES QUE SE NECESITEN *****

```
ROTIZQ ROLA ; ESTA RUTINA REALIZA LA CONVERSION DE LOS 6 CARAC-
      ROLA ; TERES INTRODUCIDOS A 3 PARES DE BYTES
      ROLA
      ROLA
      ADDA \$1,Y ; ALMACENA EL SIGUIENTE CARACTER EN LA DIRECCION EN
      STAA \$0,Y ; CUESTION
      RTS
```

 * COMENZA LA RUTINA PARA LA SELECCION DE NUMEROS DEL DISPLAY *

```
NUMBER LDAA CHAR ; CODIGO INICIAL A DESPLEGAR YA SEA NUMER. O ALFAB.
      STAA CODESP ; "CHAR" CONTIENE EL CODIGO NUMERICO A ALFABETICO
      LDAA POSCUR ; SE CARGA EL CODIGO DE LA DIRECCION
      JSR ENABLE
      LDAA CODESP ; CARGA EL CODIGO A DESPLEGAR EN EL DISPLAY
      JSR ENADIS ; SE MANDA UN VALOR A DESPLEGAR
NUMIN LDAA POSCUR
      JSR ENABLE
      LDAA PORTE
      CMPA #\$80 ; BOTON DE RETROCESO PARA PULSOS
      BEQ DECNUM
      CMPA #\$1C ; BOTON DE AVANCE PARA TONOS
      BEQ INCNUM
      CMPA #\$20 ; BOTON DE AVANCE PARA PULSOS
```

| | | | |
|--------|------|--------|---|
| | BEQ | INCNUM | |
| | CMPA | #SE0 | ; BOTON DE ESCAPE PULSOS |
| | BEQ | MINU1 | |
| | CMPA | #S1B | ; BOTON DE ACEPTAR PARA TONOS |
| | BEQ | ENTNUM | |
| | CMPA | #S40 | ; BOTON DE ACEPTAR PARA PULSOS |
| | BEQ | ENTNUM | |
| | BRA | NUMIN | |
| MILPA | JMP | FUERA | ; MANDA A REGRESAR DE LA SUBROUTINA |
| MINU1 | LDA | #S0A | ; ACTIVA LA BANDERA DE ESCAPE |
| | STAA | FAUX | ; Y MANDA DE REGRESO A LA SUBROUTINA |
| | BRA | MILPA | |
| INCNUM | JSR | TARD | ; SE BIFURCA A "ESPE" PARA GENERAR UN RETARDO |
| | INC | CODESP | ; SE INCREMENTA EL CODIGO DEL CARACTER A DESPL |
| | LDA | CODESP | |
| | CMPA | CHAR2 | ; PREGUNTA SI EL CODIGO A DESPLEGAR ES VALIDO |
| | BEQ | REGRA | |
| | BRA | NADA | |
| REGRA | LDA | CHAR | ; RESTABLECE EL CODIGO A DESPLEGAR EN LA PANTALLA |
| | STAA | CODESP | |
| NADA | JSR | ENADIS | |
| | JMP | NUMIN | |
| DECNUM | JSR | TARD | ; GENERA UN RETARDO PARA VER EL CAMBIO |
| | DEC | CODESP | ; DECREENTA EL CODIGO A DESPLEGAR POR EL DISPLAY |
| | LDA | CODESP | ; VERIFICA SI EL CODIGO A DESPLEGAR ES UN CODIGO |
| | CMPA | CHAR1 | ; NUMERICO SI ESTA COMPARACION ES VALIDA |
| | BEQ | ETI1 | ; RESTABLECE EL CODIGO A DESPLEGAR. |
| | BRA | ETI2 | |
| ETI1 | LDA | CHAR3 | ; ALMACENA EL CODIGO NUEVO A DESPLEGAR |
| | STAA | CODESP | |
| ETI2 | JSR | ENADIS | ; MANDA A DESPLEGAR LA INFORMACION |
| | JMP | NUMIN | ; REGRESA A LA RUTINA DE PREGUNTA DE NUMEROS |
| ENTF | JMP | ENTF1 | |
| ENTNUM | JSR | TARD | |
| | INC | POSCUR | |
| | LDA | #S1F | ; ESTE ES EL VALOR DE LA BANDERA DE CARACTERES |
| | CMPA | FAUX | ; ALFABETICOS |
| | BEQ | ENTF | ; EN ESTA SECCION SE CAMBIA LA DIRECCION DEL CURSOR |
| | LDA | #S01 | ; SOLAMENTE PARA LA FECHA |
| | CMPA | FAUX | ; LA SIFURCACION SOLAMENTE SE REALIZA PARA LA FECHA |
| | BNE | ENT | ; Y DE ESTA FORMA PONE EL CURSOR EN OTRA DIRECCION |
| | INC | FAUX1 | ; COMPARA LA BANDER PARA CAMBIAR LA POSICION DEL |
| | LDA | FAUX1 | ; CURSOR |
| | CMPA | #S02 | |
| | BNE | FAC1 | |
| | LDA | #S05 | ; BRINCO AL TERCER RENGLON |
| | JSR | ENABLE | |
| | JSR | PME8 | |
| | JSR | DOSP | |
| | LDA | #S0C | ; ALMACENA LA POSICION DEL CURSOR QUE SE EMPLEARA |
| | STAA | POSCUR | ; POSTERIORMENTE |
| | JSR | ENABLE | |
| | BRA | ENTRA | |
| FAC1 | CMPA | #S04 | |
| | BNE | ENT | |
| | LDA | #S05 | ; BRINCA AL CUARTO RENGLON |
| | JSR | ENABLE | |
| | JSR | PAW0 | ; ESCRIBE "A&O;" |
| | LDA | #S0C | ; ALMACENA LA POSICION DEL CURSOR QUE SE USARA |
| | STAA | POSCUR | ; DESPUES |
| | JSR | ENABLE | |
| ENT | LDA | FAUX1 | ; PREGUNTA POR LA BANDERA DE CAMBIAR HORA |
| | CMPA | #S22 | |
| | BNE | ENTRA | ; DE NO SER IGUALES BRINCA A ENTRA |
| | INC | FAUX | ; ALTERA LA BANDERA DE FAUX1 PARA HACER ESTO 1 VEZ |
| | LDA | FAUX | |
| | CMPA | #S12 | |
| | BNE | ENTRA | |
| | LDA | #S05 | ; BRINCO AL TERCER RENGLON |

Apéndice 1

```

        JSR     ENABLE
        JSR     LETM
        JSR     LETI
        JSR     LETN
        JSR     DOSP
        LDAA   #9C      ; ALMACENA LA NUEVA POSICION DEL CURSOR
        STAA   POSCUR
        JSR     ENABLE
ENTRA  LDAB   CODESP
        LDAA   #30      ; DECREMENTA EN 30 HEXADECIMAL EL CONTENIDO DE "B"
ENTI   DECB          ; PARA QUE SEA UN VALOR VALIDO A COMPARAR DESPUES
        DECA          ; A DECIMAL
        BNE     ENTI
        STAB   $00.Y   ; GUARDA EL CONTENIDO DE "B" EN LA LOCALID. EN
ENC1   INY           ; CUESTION
        DEC     NUMCAR
        BEQ     FUERA
        JMP     NUMBER
ENTF1  LDAA   CODESP
        STAA   $0.Y
        BRA     ENC1
FUERA  CLR     FAUX
        CLR     FAUX1
FUERA1 RTS
    
```

 * PREGUNTA POR EL PUERTO "E" *

```

INPORTS LDAA   PORTE   ; EN ESTA SECCION DETECTA EL VALOR DE ENTRADA DEL
        CMPA   #1B     ; BOTON DE ENTER
        BEQ   BACK
        CMPA   #1C     ; BOTON DE AVANCE
        BEQ   BACK
        CMPA   #40     ; BOTON DE ENTER PARA PULSOS
        BEQ   BACK
        CMPA   #80     ; BOTON DE AVANCE PARA PULSOS
        BEQ   BACK
        BRA   INPORTS ; SI NO DETECTA LA SEXAL BRINCA A INPORTS
BACK    STAA   AUXG
        JSR   ESPE     ; ESTA ES UNA RUTINA DE RETARDO PARA DETECTAR
        LDAA   AUXG
        RTS          ; EL VALOR DE ENTRADA DEL PORTE EN EL ACUM. "A"
INICI84 LDAA   #84
        JMP   ENABLE
    
```

 * PROGRAMA DE BÚSQUEDA *

```

NULLAM JSR     CLDIS   ; LIMPIA LA PANTALLA DE CARACTERES ANTERIORES
        LDAA   #85     ; ESTABLECE LA DIRECCION DEL PRIMER CARACTER
        JSR   ENABLE
        JSR   LETC     ; DESPLIEGA "CONSULTAS"
        JSR   LETO
        JSR   LETN
        JSR   LETS
        JSR   LETU
        JSR   LETL
        JSR   LETT
        JSR   LETA
        JSR   LETS
XCLAVE JSR     BACK
        LDAA   #C0     ; BRINCA AL SEGUNDO RENGLON
        JSR   ENABLE
        JSR   ASTER
        JSR   CLAV
MATUS1 LDAB   PORTE
        CMPB   #1B     ; PREGUNTA POR EL BOTON DE ENTER DE TONOS
        BEQ   XXCLA
    
```

```

CMPB   #S1C   ; PREGUNTA POR EL BOTON DE AVANCE DE TONOS
BEQ    XFECHA
CMPB   #S40   ; PREGUNTA POR EL BOTON DE ENTER DE PULSOS
BEQ    XXCLA
CMPB   #S80   ; PREGUNTA POR EL BOTON DE AVANCE DE PULSOS
BEQ    XFECHA
BRA    MATUS1
XXCLA  JMP    XCLA

```

 * BUSQUEDA POR FECHA *

```

XFECHA JSR    BACK
        LDAA  #S94
        JSR  ENABLE
        JSR  ASTER
        JSR  FECHA
MATUS1B LDAB  PORTE
        CMPB #S1B   ; PREGUNTA POR EL BOTON DE ENTER
        BEQ  CONFECX
        CMPB #S1C   ; PREGUNTA POR EL BOTON DE AVANCE
        BEQ  XLADA
        CMPB #S40   ; PREGUNTA POR EL BOTON DE ENTER DE PULSOS
        BEQ  CONFECX
        CMPB #S80   ; PREGUNTA POR EL BOTON DE AVANCE DE PULSOS
        BEQ  XLADA
        BRA  MATUS1B
CONFECX JMP  CONFEC
XOUT    JMP  INMEN

```

 * POR LADA *

```

XLADA  JSR    BACK
        LDAA  #S9A
        JSR  ENABLE
        JSR  ASTER
        JSR  PLADA
MATUS1C LDAB  PORTE
        CMPB #S1B   ; PREGUNTA POR EL BOTON DE ENTER
        BEQ  LADAC
        CMPB #S1C   ; PREGUNTA POR EL BOTON DE AVANCE
        BEQ  XEXTER
        CMPB #S40   ; PREGUNTA POR EL BOTON DE ENTER DE PULSOS
        BEQ  LADAC
        CMPB #S80   ; PREGUNTA POR EL BOTON DE AVANCE DE PULSOS
        BEQ  XEXTER
        BRA  MATUS1C
LADAC  JMP    LADA

```

 * EXTERNAS *

```

XEXTER JSR    BACK
        LDAA  #S9E
        JSR  ENABLE
        JSR  ASTER
        JSR  PEXTER
MATUS1A LDAB  PORTE
        CMPB #S1B   ; PREGUNTA POR EL BOTON DE ENTER
        BEQ  EXTERA
        CMPB #S1C   ; PREGUNTA POR EL BOTON DE AVANCE
        BEQ  XMES
        CMPB #S40   ; PREGUNTA POR EL BOTON DE ENTER DE PULSOS
        BEQ  EXTERA
        CMPB #S80   ; PREGUNTA POR EL BOTON DE AVANCE DE PULSOS
        BEQ  XMES
        BRA  MATUS1A
XFECHAS JMP  XFECHA

```

Apéndice 1

```

EXTERA JMP      EXTER
*****
*  POR MES  *
*****
XMES JSR      BACK
      LDAA     #$DC
      JSR      ENABLE
      JSR      ASTER
      JSR      PMES
MATUS1D LDAB     PORTE
        CMPB   #$1B      ; PREGUNTA POR EL BOTON DE ENTER
        BEQ   XMESES
        CMPB   #$1C      ; PREGUNTA POR EL BOTON DE AVANCE
        BEQ   XCLAVES
        CMPB   #$40      ; PREGUNTA POR EL BOTON DE ENTER DE PULSOS
        BEQ   XMESES
        CMPB   #$80      ; PREGUNTA POR EL BOTON DE AVANCE DE PULSOS
        BEQ   XCLAVES
        BRA   MATUS1D
XMESES JMP      MESES
XCLAVES JMP     XCLAVE
*****
*  SECCION DE BUSCAR POR CLAVE  *
*****
XCLA JSR      ESTCON      ; MANDA A LA RUTINA DE ESTABLECER CONDICIONES
      JSR      CLAV
      LDY     #$140      ; PRIMERA DIRECCION DE ALMACENAMIENTO DE LA CLAVE
      LDAB    #$04      ; CANTIDAD DE CARACTERES QUE SE ESPERA ALMACENAR
      STAB    NUMCAR
      LDAA    SPOT      ; PREGUNTA SI ES POR PULSOS O TONOS
      BNE    MXCLA     ; SI HACE EL BRINCO ES POR TONOS
      JSR    NOTON     ; BRINCA PARA PREGUNTAR POR LA CLAVE A INTRODUCIR
      BRA    MXCLA1    ; BRINCA LA PARTE DE BUSQUEDA POR TONOS
MXCLA JSR      NOLET     ; SECCION QUE DETECTA LOS NUMEROS DE LA CLAVE
MXCLA1 LDY     #$140
        LDAB    #$02      ; EN ESTA SECCION SE MANDAN COMPRIMIR LOS NUMEROS
CONCOM LDAA     $0,Y      ; DE LA CLAVE QUE SE VAN A COMPARAR.
        JSR    ROTIZQ    ; SE COMPRIMEN EN DOS BYTES: $140 Y $142
        INY
        INY
        DECBB
        BNE    CONCOM   ; INCREMENTA "Y" DOS VECES PARA COMPRIMIR
XCLA2 LDY     VALY      ; LOS SIGUIENTES DOS BYTES QUE TENDRAN QUE
        LDAA    $12,Y    ; MANIPULARSE POSTERIORMENTE PARA LOS FINES QUE
        BEQ    CCLA1    ; QUE CONVENGAN OCUPANDO ASI MENOS RAM.
        LDAA    $140      ; LUGAR DE LA RAM INTERNA DONDE SE ENCUENTRA
        CMPA   0,Y      ; ALMACENADA LA CLAVE A BUSCAR
        BNE    CCLA1
        LDAA    $142
        CMPA   1,Y
        BNE    CCLA1
        STY    VALY     ; ALMACENA "Y" ANTES DE MANDAR A UNA SUBRUTINA
        JSR    DESDAT   ; DESPLIEGA LA INFORMACION DE LA RAM
CCLA12 LDAA     PORTE
        CMPA   #$1B      ; BOTON DE MOSTRAR LA SIGUIENTE INFORMACION
        BEQ   CCLA1
        CMPA   #$40
        BEQ   CCLA1
        CMPA   #$1C      ; BOTON DE SALIR DE ESTA OPCION
        BEQ   CCLA10
        CMPA   #$E0
        BEQ   CCLA10
        BRA   CCLA12
CCLA10 JMP      BMEN
CCLA1 JSR      XCLA1
      LDAA     RAM
      CMPA    #$0A

```

```

CCLA2  BEQ      CCLA2
        BRA      XCLA2
        JSR      CLRDIS ; AL HACER ESTA PARTE, SE HAN CONSULTADO TODAS LAS
        JMP      BRINI  ; CLAVES.
    
```

 * SECCION DE BUSCAR POR FECHA *

```

CONFEC JSR      ESTCON ; MANDA A LA RUTINA DE ESTABLECER CONDICIONES
        JSR      FECHA
        LDY      #S140
        LDAA     SPOT
        BEQ      CNFC ; AL HACER ESTE BRINCO, LA CLAVE FUE DE PULSOS
        LDAA     #C1
        JSR      ENABLE
        JSR      PDIA
        LDAA     #C8
        JSR      ENABLE
        LDAB     #02
        JSR      NT1
        LDAA     #05
        JSR      ENABLE
        JSR      PMES
        LDAA     #9C
        JSR      ENABLE
        LDAB     #02
        JSR      NT1
        LDAA     #05
        JSR      ENABLE
        JSR      PAWO
        LDAA     #DC
        JSR      ENABLE
        LDAB     #02
        JSR      NT1
        BRA      CNFC1
        JSR      PAFECH
        CNFC1 LDAB     #03
        STAB     NUBYTES
        JSR      FECH1
        LDY      VALY
        CONF1A LDAA     S140
        CMPA     C.Y ; DESPLAZAMIENTO HACIA LOS DIAS
        BNE     MART1
        LDAA     S141
        CMPA     D.Y ; DESPLAZAMIENTO HACIA LOS MESES
        BNE     MART1
        LDAA     S142
        CMPA     E.Y ; DESPLAZAMIENTO HACIA EL AÑO
        BNE     MART1
        JSR      DESDAT ; DESPLIEGA LA INFORMACION DE LA RAM
        CONF21 LDAA     PORTE
        CMPA     #S1B ; ENTER PARA TONOS
        BEQ      MART1
        CMPA     #S40 ; ENTER PARA PULSOS
        BEQ      MART1
        CMPA     #S1C ; ESCAPE PARA TONOS
        BEQ      MART11
        CMPA     #S0 ; ESCAPE PARA PULSOS
        BEQ      MART11
        BRA      MART21
        MART11 JMP      CONFEC
        MART1 JSR      XCLA1 ; BRINCA A BUSCAR MAS DATOS CON LA INFORMACION
        LDAA     RAM ; PROPORCIONADA
        CMPA     #0A
        BEQ      CNF1C
        CMPA     #05 ; VERIFICA EL VALOR DE LA BANDERA AL REGRESAR DE
        BEQ      CNF1B ; LA SUBROUTINA.
        JMP      CONF1A
        CNF1B JMP      BMEN ; RUTINA DE INICIO DEL MENU
    
```

Apéndice 1

```

CNF1C  JMP  CCLA2
*****
* SECCION DE BUSCAR POR LADA *
*****
LADA   JSR  ESTCON ; MANDA A LA RUTINA DE ESTABLECER CONDICIONES
        JSR  PLADA  ; DESPLIEGA EL LETRERO "LADA"
LADA3  LDY  VALY
        LDAA $4,Y  ; REALIZA UN DESPLAZAMIENTO HASTA DONDE ESTA LOS
        ANDA #$F0  ; NUMEROS DEL TELEFONO
        CMPA #$90
        BNE  LADA1
        STY  VALY
        JSR  DESDAT
LADA2  LDAA PORTE ; DESPLIEGA LA INFORMACION DE OTRA LLAMADA LADA
        CMPA #$1B
        BEQ  LADA1
        CMPA #$40
        BEQ  LADA1
        CMPA #$1C ; SALE DE ESTA RUTINA DE BUSQUEDA DE LADA
        BEQ  LADA4
        CMPA #$0E
        BEQ  LADA4
        BRA  LADA2
LADA1  JSR  XCLA1
        LDAA RAM
        CMPA #$0A
        BEQ  LADA4
        BRA  LADA3
LADA4  JMP  CCLA2

```

```

*****
* SECCION DE BUSCAR POR MESES *
*****
MESES  JSR  ESTCON ; MANDA A LA RUTINA DE ESTABLECER CONDICIONES
        JSR  PMES  ; DESPLIEGA EL LETRERO DE MES
        CLR  CONEX ; LIMPIA EL CONTADOR DE LLAMADAS DEL MES
        LDAA #$9A  ; DIRECCION DE DESPLIEGUE DEL CARACTER
        JSR  ENABLE
        JSR  PMES  ; DESPLIEGA LETRERO DE MES
        JSR  DOSP
        JSR  BLANCO
        LDY  #$140 ; VALOR EN DONDE COMENZARAN A ALMACENARSE DATOS
        LDAA BPOT  ; PREGUNTA SI ES POR PULSOS O TONOS
        BNE  SMON  ; SI BRINCA, ES POR TONOS
        LDAB #$02
        STAB NUMCAR
        JSR  NOTONA
        BRA  MS1   ; BRINCA PARA NO REALIZAR LA RUTINA DE TONOS
SMON    LDAB #$02 ; SE ESTABLECEN DOS CARACTERES
        JSR  NT1   ; RUTINA PARA INTRODUCIR LOS NUMEROS
MS1     LDAB #$01 ; CANTIDAD DE BYTES EN QUE SE ALMACENARA EL DATO
        STAB NUBYTEB ; EN ESTE RUTINA SE GENERA EL VALOR HEXADECIMAL
        JSR  FECH1 ; QUE SE EMPLEARA PARA LA COMPARACION DEL MES
        LDAA $140 ; A TIENE EL VALOR DECIMAL A CONVERTIRSE EN HEXA
        CMPA #$0C ; VERIFICA QUE EL MES METIDO NO EXCEDA DE 12
        BHI  LADA4
MESES4 LDY  VALY ; VALOR DE INICIO DE COMPARACION
        LDAA $0D,Y ; DESPLAZAMIENTO DE LA DIRECCION EN DONDE SE
        CMPA $140 ; ENCUENTRA EL VALOR DEL MES
        BNE  MESES2 ; SI NO ES EL DESEADO, VA A BUSCAR EL SIGUIENTE
        LDAA $12,Y ; CARGA CON EL VALOR DE CONTI
        CMPA #$00 ; VERIFICA SI LA LLAMADA ENTRO O SALIO
        BNE  SITEL ; SI NO HACE ESTE BRINCO FUE LLAMADA DE ENTRADA
        INC  CONEX ; AL INCREMENTAR, DETECTO LLAMADA EXTERNA
        BRA  MESES2 ; BRINCA PARA BUSCAR EL SIGUIENTE DATO DE LA BASE
SITEL  LDAA $2,Y  ; TOMA EL PRIMER NUMERO DEL TELEFONO MARCADO
        CMPA #$8B ; VERIFICA SI EN ESA LOCALIDAD ESTU ALMACENADO UN
        BEQ  MESES2 ; NUMERO TELEFONICO.

```

```

ANDA    #S0F    ; ESTA "AND" ELIMINA LA PARTE MENOS SIGNIFICATIVA
CMPA    #S09    ; Y REALIZA LA COMPARACION POSTERIOR
BNE     MESES21 ; AL REALIZAR ESTE BRINCO NO DETECTO UNA CLAVE LADA
INC     BMES1   ; INCREMENTA EL CONTADOR DE LAS CLAVES LADA
BRA     MESES2
MESES21 INC     BMES   ; NO FUE LADA, PERO HAY UN NUMERO ALMACENADO
MESES2 JSR     XCL11  ; RUTINA DE INCREMENTO DE LOCALIDADES A COMPARAR
        LDA    #S0A   ; BANDERA QUE ESTABLECE LA REVISION TOTAL DE LA RAM
        CMPA   RAM
        BEQ    MESES3
        BRA    MESES4
MESES3  JSR     CLRDIS
        LDA    #S85
        JSR     ENABLE
        JSR     PLLAMA
        LDA    #S0C   ;
        JSR     ENABLE
        JSR     LETL
        JSR     LETO
        JSR     LETC
        JSR     LETA
        JSR     LETL
        JSR     LETE
        JSR     LETS
        JSR     DOSP
        JSR     BLANCO
        JSR     BLANCO
        LDA    BMES
        STAA  BMES2   ; ALMACENA EL VALOR DE LAS LLAMADAS
        JSR     MESESA ; AUXILIAR PARA DESPLEGARLOS DESPUES
        LDA    #S94   ; DIRECCION SIGUIENTE A DESPLEGAR
        JSR     ENABLE
        JSR     PLADA
        JSR     DOSP
        LDA    #S9E
        JSR     ENABLE
        LDA    BMES1
        STAA  BMES2
        JSR     MESESA
        LDA    #S04   ; DIRECCION SIGUIENTE A DESPLEGAR
        JSR     ENABLE
        JSR     PEXTER ; DESPLIEGA LETRERO DE "EXTERNAS:"
        JSR     DOSP
        JSR     BLANCO
        LDA    CONEX  ; CARGA EL CONTADOR DE LLAMADAS EXTERNAS DEL MES
        STAA  BMES2  ; ALMACENA EN BMES2 PARA MANDAR A LA SUBROUTINA
        JSR     MESESA
MESESD  LDA    PORTE  ; EL PUERTO G TIENE LAS SEALES DE CONTROL
        ANDA   #SFF   ; AL OPRIMIR CUALQUIER TECLA BRINCARA AL INICIO DEL
        BNE   MESESB  ; MENU.
        BRA   MESESD
MESESB  JMP     INMEN
    
```

 * SELECCION DE BUSCAR POR LLAMADAS EXTERNAS *

```

EXTER   JSR     ESTCON ; MANDA A LA RUTINA DE ESTABLECER CONDICIONES
        JSR     PEXTER
EXTER2  LDY     VALY    ; CARGA EL VALOR QUE INDICA SI HAY LLAMADA EXT.
        LDA    $12Y   ; CARGA EL VALOR DE LA DIRECCION QUE INDICA
        BNE    EXTER1 ; SI NO ES CERO, EN ESTA DIRECCION NO ES EXTERNA
        LDA    #S00
EXTER   INY     ; INCREMENTA 9 VECES EL VALOR DE "Y" PORQUE EN
        DECA   ; ESE DESPLAZAMIENTO ESTA LA INFORMACION DE LA
        BNE    ETER   ; LLAMADA EXTERNA.
        JSR     DURAC  ; MANDA A LA RUTINA DE DESPLIEGUE DE INFORMACION.
EXTER3  LDA    PORTE  ; CARGA CON EL PUERTO E
        CMPA   #S1B
        BEQ    EXTER1 ; PREGUNTA POR EL BOTON DE ENTER.
    
```

Apéndice 1

```

CMPA    #540
BEQ     EXTER1
CMPA    #51C      ; PREGUNTA POR EL BOTON DE ESCAPE
BEQ     EXTER4
CMPA    #5E0
BNE     EXTER3
EXTER4  JMP      ; SI DETECTA BOTON DE ESCAPE VA AL MENU PRINCIPAL.
EXTER1  JSR     XCLA1 ; MANDA A LA RUTINA DE INCREMENTO DE DIRECCIONES
LDAA    #50A
CMPA    RAM
BNE     EXTER2
JMP     CCLA2
    
```

* SECCION DE DESPLIEGUE DE DATOS *

```

DESDAT  CLR     FAUX1      ; LIMPIA LA LOCALIDADES DE LAS BANDERAS
        CLR     RINGIN    ; LIMPIA LA LOCALIDAD DE LA BANDERA AUXILIR
        JSR     CLRDIS    ; SECCION QUE DESPLIEGA LA CLAVE DEL USUARIO
        JSR     CLAV
        JSR     DOSP
        JSR     BLANCO
        LDY     VALY      ; CARGA "Y" CON EL VALOR DE LA LOCALIDAD A DESPL
        LDAA    #502      ; ESTABLECE DOS BYTES PARA DESPLEGAR LA CLAVE
        STAA   AUXI2
DESDA1  LDAA    $0,Y      ; DESPLIEGUE DE LOS CARACTERES DE LA CLAVE
        STAA   AUXI1
        JSR     RODER
        ANDA   #50F      ; ELIMINA LA PARTE NO DESEADA DEL NUMERO A DESPL.
        JSR     DEDIS    ; PANATALLA LCD.
        LDAA    AUXI1
        ANDA   #50F
        JSR     DEDIS
        INY
        DEC     AUXI2    ; INCREMENTA "Y" PARA EL SIGUIENTE DATO A CONVERTIR
        BNE    DESDA1
        LDAA    #5C0      ; BRINCA AL SIGUIENTE RENGLON DE LA PANTALLA LCD
        JSR     ENABLE
        JSR     LETT
        JSR     LETE
        JSR     LETL
        JSR     DOSP
        JSR     BLANCO
        LDAA    $10,Y    ; DESPLAZAMIENTO DEL CURSOR HASTA DONDE SE
        STAA   NUMLLAM  ; ENCUENTRA EL BYTE "CONTI".
        LDAA    #507
        STAA   AUXI2
DECOM   LDAA    $0,Y      ; CARGA EL VALOR DEL NUMERO A DESPLEGAR
        STAA   DECIM     ; ALMACENA EN UNA VARIABLE AUXILIAR
        JSR     RODER    ; ROTA A LA DERECHA PARA DESPLEGAR EL DIGITO
        ANDA   #50F      ; ELIMINA LA PARTE NO DESEADA A DESPLEGAR
        JSR     DEDIS    ; RUTINA DE DESPLIEGUE
        DEC     NUMLLAM  ; CONTADOR DE LOS DIGITOS DEL TELEFONO
        BEQ    DECOM1    ; RUTINA DE VARIACION DEL REGISTRO Y
        LDAA    DECIM     ; VALOR DE LA VARIABLE AUXILIAR
        ANDA   #50F      ; ELIMINA LA PARTE NO DESEADA A DESPLEGAR
        JSR     DEDIS    ; RUTINA DE DESPLIEGUE
        DEC     NUMLLAM  ; DECREMENTA CONTADOR DE DIGITOS
        BEQ    DECOM1    ; RUTINA DE VARIACION DEL REGISTRO Y
        INY
        DEC     AUXI2    ; DECREMENTA EL CONTADOR DE LOS BYTES DE DIGITOS
        BEQ    DURAC     ; SIGUIENTE RUTINA DE DESPLIEGUE
        BRA    DECOM
DECOM1  INY
        DEC     AUXI2    ; DECREMENTA CONTADOR DE LOS BYTES DE DIGITOS
        BNE    DECOM1    ; RUTINA DE VARIACION DEL REGISTRO Y
        BRA    DURAC     ; SIGUIENTE RUTINA DE DESPLIEGUE
    
```

```

DURAC  LDAA  #94      ; POSICION DE DESPLIEGUE DEL SIGUIENTE CARACTER.
        JSR   ENABLE
        LDAA  #902    ; BANDERA P/ACTIVAR LOS DOS PUNTOS
        STAA FAUX1
        JSR   PDURA
        JSR   BLANCO
        JSR   DURAC2 ; MANDA A LA SUBROUTINA DE DESPLIEGUE DE DURACION
        LDAA  #9D4    ; ESTABLECE EL BRINCO DE RENGLON
        JSR   ENABLE
        CLR   RINGIN ; BANDERA AUXILIAR
        LDAA  #904    ; ESTE ES EL VALOR DE LA BANDERA CORRESPONDIENTE
        STAA FAUX1   ; PARA LA FECHA
        JSR   DURAC2 ; MANDA A LA RUTINA DE DESPLIEGUE
DESCOMA LDAA  #902    ; LIMPIA LA BANDERA PARA EVITAR CONFUSIONES
        STAA FAUX1   ; BANDERA P/DESPLIEGAR DOS PUNTOS
        LDAA  #9DF    ;
        JSR   ENABLE
        JSR   DURAC2
DESCOM  LDAA  AUXI2   ; REGRESA DE LA SUBROUTINA EXTERIOR A "DESDAT"
        BEQ  DESCOM3 ; VERIFICA SI AUN HAY UN VALOR A COMPARAR
        LDAA  DECM   ; SI REALIZA ESTE BRINCO, SOLO INCREMENTARA "Y"
        JSR   ROPER  ; CARGA EL VALOR A COMPARAR
        ANDA #90F    ; ROTA 4 VECES A LA DERECHA EL REGISTRO "A"
        JSR   DEDIS  ; ELIMINA LA PARTE ND DESEADA DEL CARACTER
        DEC  NUMLLAM
        BEQ  DESCOM3
        LDAA  DECM   ; TOMA EL VALOR DECIMAL PARA DESPLEGAR LAS
        ANDA #90F    ; UNIDADES
        JSR   DEDIS
        DEC  NUMLLAM
        BEQ  DESCOM3
        LDAB FAUX1
        CMPB #904    ; ESTA ES LA BANDERA PARA DESPLEGAR LA-DIAGONAL DE
        BEQ  DESCOM4 ; LA FECHA
        CMPB #902
        BEQ  DESCOM2
        BRA  DESCOM3
DESCOM2 INC  RINGIN
        LDAB RINGIN
        CMPB #903
        BEQ  DESCOM3
        JSR  DOSP
        BRA  DESCOM3
DESCOM4 INC  RINGIN
        LDAB RINGIN
        CMPB #903
        BEQ  DESCOM3
        JSR  DIAG
        INC  FAUX
DESCOM3 RTS
    
```

 * RUTINA PARA CONVERTIR LA INFORMACION DE TIEMPO Y FECHA *

```

DURAC2  LDAA  #90A
        STAA  NUMLLAM
        CLR  RINGIN ; LIMPIA LA BANDERA AUXILIAR
        LDAA #903   ; ESTABLECE LA CANTIDAD DE CARACTERES QUE SE
        STAA AUXI1  ; CONVERTIRAN DE HEXADECIMAL A DECIMAL
        STAA AUXI2  ; ESTABLECE UN VALOR DE LA BANDERA AUXILIAR
DURAC1  LDAA  90.Y  ; REALIZA LA CONVERSION DEL PRIMER CARACTER
        JSR  NUMHEX ; MANDA A LA RUTINA DE CONVERSION A DECIMAL
        LDAA  DECM  ; CARGA "A" CON ESTE VALOR PARA DESPLEGARLO
        JSR  DESCOM ; DESPUES EN LA RUTINA DE DESCOMPRESION
        INY  ; INCREMENTA EL CONTADOR DE LAS DIRECCIONES
        DEC  AUXI1  ; DECREMENTA EL CONTADOR DE LOS CARACTERES
        BNE  DURAC1
        RTS
    
```

Apéndice 1

| | | | |
|--------|------|---------|--|
| XCLA1 | LDAB | #\$13 | : INCREMENTO DE 19 PARA COMENZAR A REVISAR |
| | LDY | VALY | |
| XCLAV | INY | | : SIGUIENTE DATO |
| | DECB | | |
| | BNE | XCLAV | |
| | STY | VALY | |
| | CPY | #\$0000 | |
| | BLO | XCLAVA | |
| | LDAA | #\$0A | |
| | STAA | RAM | |
| XCLAVA | RTS | | |
| BUSPOR | JSR | CLRDIS | |
| | JSR | LETB | |
| | JSR | LETU | |
| | JSR | LETS | |
| | JSR | LETC | |
| | JSR | LETA | |
| | JSR | LETR | |
| | JSR | BLANCO | |
| | JSR | LETP | |
| | JSR | LETO | |
| | JSR | LETR | |
| | JSR | BLANCO | |
| | RTS | | |
| PAFECH | LDAB | #\$08 | |
| | STAB | NUMCAR | |
| | LDAB | #\$01 | |
| | STAB | FAUX | |
| | CLR | FAUX1 | |
| | LDAA | #\$C1 | |
| | JSR | ENABLE | |
| | JSR | PDIA | |
| | JSR | NOTON1 | |
| | RTS | | |
| PDIA | JSR | LETD | |
| | JSR | LETI | |
| | JSR | LETA | |
| | JSR | DOSP | |
| | RTS | | |
| MEBESA | LDAA | #\$F0 | |
| | ANDA | BME\$2 | |
| | JSR | RODER | |
| | JSR | DEDIS | |
| | LDAA | #\$0F | |
| | ANDA | BME\$2 | |
| | JSR | DEDIS | |
| | RTS | | |

 * RUTINA QUE MUESTRA TODAS LAS CLAVES DE USUARIOS *

| | | | |
|-------|------|--------|--|
| USUAR | CLR | RINGH | |
| | JSR | CLRDIS | : LIMPIA LA PANTALLA PARA DESPLEGAR LETRERO |
| | CLR | FAUX | : LIMPIA LA BANDERA AUXILIAR |
| | CLR | FAUX1 | : LIMPIA LA BANDERA AUXILIAR |
| | LDAA | #\$02 | : MANDA LA DIRECCION INICIAL A DESPLEGAR |
| | JSR | ENABLE | |
| | JSR | PUBER | |
| | LDAA | #\$0D | |
| | JSR | ENABLE | |
| | JSR | CLAV | |
| | LDY | #\$200 | : ESTA ES LA DIRECCION DE INICIO DE LAS CLAVES |
| JMP11 | LDAB | #\$04 | : NUMERO DE CARACTERES POR CLAVE A DESPLEGAR |
| | STAB | AUXI2 | |
| JMP1 | LDAA | #\$C3 | : DIRECCION DE INICIO DEL DESPLIEGUE DE LAS CLAVES |

| | | | |
|--------|------|--------|--|
| | JSR | ENABLE | :CON LAS INICIALES DEL USUARIO |
| | JSR | NEX1 | : RUTINA DE DESPLIEGUE ALFABETICO |
| | LDAA | #3CE | : DIRECCION DE INICIO DEL DESPLIEGUE DE LA CLAVE |
| | JSR | ENABLE | : NUMERICA DEL USUARIO |
| | JSR | NEX1A | : RUTINA PARA DESPLIEGUE NUMERICO |
| | LDAA | #397 | : BRINCO AL SIGUIENTE RENGLON PARA DESPLEGAR LA |
| | JSR | ENABLE | : INFORMACION DEL SIGUIENTE USUARIO |
| | JSR | NEX1 | : RUTINA DE DEPLIEGUE ALFABETICO |
| | LDAA | #3A2 | : DIRECCION DE INICIO DEL DESPLIEGUE DE LA CLAVE - |
| | JSR | ENABLE | : NUMERICA DEL USUARIO |
| | JSR | NEX1A | : RUTINA PARA DESPLIEGUE NUMERICO |
| | LDAA | #3D7 | : BRINCO AL CUARTO RENGLON PARA EL DESPLIEGUE DE |
| | JSR | ENABLE | : LAS INICIALES DEL USUARIO SIGUIENTE |
| | JSR | NEX1 | : RUTINA DE DESPLIEGUE ALFABETICO |
| | LDAA | #3E2 | : DIRECCION DE DESPLIEGUE DE LAS CLAVES NUMERICAS |
| | JSR | ENABLE | : DEL USUARIO |
| | JSR | NEX1A | : RUTINA PARA DEPLIEGUE NUMERICO |
| PORTES | LDAB | PORTE | : COMIENZA PROCESO DE PREGUNTAR POR EL TECLADO |
| | CMPB | #31B | : BOTON DE ENTER Y BOTON DE AVANCE |
| | BEQ | NEX3 | : VA A BUSCAR LAS SIGUIENTES TRES CLAVES DE USUARIO |
| | CMPB | #340 | |
| | BEQ | NEX3 | |
| | CMPB | #3E0 | |
| | BEQ | REL | |
| | CMPB | #31C | |
| | BEQ | REL | |
| | BRA | PORTES | |
| REL | JMP | INMEN | : DETECTO LA TECLA DE ESCAPE Y BRINCA AL INICIO MENU |
| NEX2 | JSR | BACK | : RUTINA DE ESPERA PARA EVITAR REBOTES DEL BOTON |
| | CPY | #321B | : SE COMPARA CON ESTE VALOR POR SER INICIO DE |
| | SLS | PORTES | : EEPROM !!! ESE VALOR SE CAMBIARA DESPUES !!!! |
| | LDAB | #31S | : DECREMENTARA "Y" EN 24 LUGARES PARA COMENZAR |
| NEX2B | DEY | | : NUEVAMENTE EL DESPLEGADO DE CLAVES |
| | DEY | | |
| | DECB | | : CONTINUA DECREMENTANDO "B" |
| | BNE | NEX2B | |
| NEX2A | JMP | JMP11 | : SIGUE CON EL BARRIDO EN LA DIRECCION DETECTADA |
| NEX3 | JSR | BACK | : RUTINA DE ESPERA PARA EVITAR REBOTES |
| | CPY | #330 | : COPMARA CON EL VALOR LIMITE DE LOS USUARIOS |
| | BHS | NEXNO | : MANDA A LA RUTINA DE INICIO DE MENU |
| | JMP | JMP11 | : DE LAS SIGUIENTES 3 LOCALIDADES |
| NEX1 | LDAA | 0,Y | |
| | JSR | ENADIS | |
| | INY | | |
| | DEC | AUX12 | |
| | BEQ | GOBACK | |
| | BRA | NEX1 | |
| GOBACK | LDAB | #304 | |
| | STAB | AUX12 | |
| | RTS | | |

 * RUTINA PARA EL DESPLIEGUE DE LOS CARACTERES NUMERICOS *

| | | |
|-------|------|--------|
| NEX1A | LDAA | 0,Y |
| | JSR | DEDIS |
| | INY | |
| | DEC | AUX12 |
| | BEQ | GOBACK |
| | BRA | NEX1A |
| NEXNO | JMP | INMEN |

 * SECCION QUE DA DE ALTA *

| | | |
|-------|-----|--------|
| ALTAS | CLR | RINGIN |
| | JSR | CLRDIS |
| | CLR | FAUX |
| | CLR | FAUX1 |

Apéndice 1

| | | | |
|------|------|---------|----------------------------------|
| | LDA | #985 | |
| | JSR | ENASLE | |
| | JSR | DARDE | |
| | JSR | LETA | |
| | JSR | LETL | |
| | JSR | LETT | |
| | JSR | LETA | |
| | LDA | #932 | |
| | STAA | NUMUSER | ; ESTASLECE 50 POSIBLES USUARIOS |
| | JSR | INILET | ; MANDA A DESPLIEGUE DE LETRAS |
| | LDA | SPOT | |
| | BNE | TBON | |
| | JSR | NOTON | |
| | BRA | BUSCAR | |
| TBON | JSR | NOLET | ; MANDA A DESPLIEGUE DE NUMEROS |

SECCION QUE VERIFICA SI LA CLAVE DADA EXISTE O NO

| | | | |
|---------|------|---------|---|
| | LDA | \$144 | ; VERIFICA SI LA CLAVE A DAR DE ALTA ES LA MISMA |
| | CMPA | \$180 | ; QUE LA CLAVE DE ACCESO A LAS OPCIONES DEL MENU |
| | BNE | BUSCAR | ; SI REALIZA ESTE BRINCO, LA CLAVE A DAR DE ALTA ES |
| | LDA | \$145 | ; DIFERENTE A LA DE ACCESO A LAS OPCIONES DEL MENU |
| | CMPA | \$181 | ; COMPARA SOLAMENTE LA PARTE NUMERICA DE LA CLAVE QUE |
| | BNE | BUSCAR | ; SE DARA DE ALTA |
| | LDA | \$146 | |
| | CMPA | \$182 | |
| | BNE | BUSCAR | |
| | LDA | \$147 | |
| | CMPA | \$183 | |
| | SNE | BUSCAR | |
| | JMP | CODNO | |
| BUSCAR | LDY | #9200 | ; DIRECCION DE INICIO DE LA EEPROM |
| | LDA | #932 | ; ESTABLECE QUE 50 USUARIOS PODRAN SER DADOS |
| | STAA | NUMUSER | ; DE ALTA |
| EMPCOM | LDAB | #904 | ; CANTIDAD DE CARACTERES A COMPARAR |
| | STAB | NUMCAR | |
| | LDA | \$0,Y | ; COMENZA A VERIFICAR SI EL NOMBRE EXISTE |
| | CMPA | \$140 | |
| | BNE | EMP1 | |
| | DEC | NUMCAR | |
| EMP1 | LDA | \$1,Y | |
| | CMPA | \$141 | |
| | BNE | EMP2 | |
| | DEC | NUMCAR | |
| EMP2 | LDA | \$2,Y | |
| | CMPA | \$142 | |
| | BNE | EMP3 | |
| | DEC | NUMCAR | |
| EMP3 | LDA | \$3,Y | |
| | CMPA | \$143 | |
| | BNE | EMP4 | ; HASTA AQUI REALIZA LA COMPARACION DEL NOMBRE |
| | DEC | NUMCAR | |
| | BEQ | CODNO | ; SI REALIZA ESTO, HA DETECTADO UNA CLAVE IGUAL |
| EMP4 | DEC | NUMUSER | ; SI SE HAN REVISADO TODOS LOS UBUARIOS Y NO HA |
| | BEQ | CODA | ; HABIDO UNA CLAVE IGUAL, SE ACEPTA LA CLAVE NUEVA |
| | JSR | BALT | |
| | BRA | EMPCOM | |
| CODA | LDY | #9204 | ; ESTA SECCION VERIFICA SI LA CLAVE NUMERICA ES IGUAL |
| | LDA | #932 | ; A ALGUNA QUE EXISTA PREVIAMENTE |
| | STAA | NUMUSER | |
| | LDA | #904 | |
| | STAA | NUMCAR | |
| EMPCOM2 | LDA | \$144 | ; AQUI COMENZA LA COMPARACION DEL NUMERO |
| | CMPA | 0,Y | ; COMPARA EL PRIMER NUMERO |
| | BNE | EMPA1 | |
| | DEC | NUMCAR | |

```

EMPA1  LDAA  $145
        CMPA  1,Y      ; COMPARA EL SEGUNDO NUMERO
        BNE  EMPA2
        DEC  NUMCAR
EMPA2  LDAA  $146
        CMPA  2,Y      ; COMPARA EL TERCER NUMERO
        BNE  EMPA3
        DEC  NUMCAR
EMPA3  LDAA  $147
        CMPA  3,Y      ; COMPARA EL CUARTO NUMERO
        BNE  EMPA4
        DEC  NUMCAR      ; DEC. "NUMCAR" Y PREGUNTA POR UNA CLAVE IGUAL
        BEQ  CODNO      ; SI HACE EL BRINCO, HA ENCONTRADO UNA CLAVE IGUAL
EMPA4  DEC  NUMUSER    ; DECREMENTA LA CANTIDAD DE USUARIOS PARA VER SI
        BEQ  CODSI      ; SE HAN COMPARADO TODAS LAS CLAVES
        BSR  SALT
        BRA  EMPCOM2
CODNO  JSR  CLRDIS      ; SECCION QUE MANDA LETRERO DE "CLAVE INVALIDA"
        LDAA  #9C4
        JSR  ENABLE
        JSR  CLAV
        JMP  INVA1
        JMP  OPR1      ; BRINCA A PREGUNTAR POR EL PUERTO
    
```

 * COMIENZA LA GRABACION DE LA CLAVE *

```

CODSI  LDAA  #932
        STAA  NUMUSER
        LDY  #9200      ; VALOR DE INICIO DE MEMORIA
CODSIA LDAA  #9FF
        CMPA  90,Y      ; MANDA A HACER EL INCREMENTO DE "Y" PARA COMENZAR
        BNE  SALTA      ; CON LA SIGUIENTE COMPARACION
CODSII CMPA  90,Y      ; HACE ESTA COMPARACION PARA VER SI HAY UN ESPACIO
        BEQ  CODSII     ; EN LA EEPROM
        BRA  CODSIA
SALTA  DEC  NUMUSER
        BEQ  FULL
        JSR  SALT
        BRA  CODSII
FULL  JSR  CLRDIS      ; LA CAPACIDAD DE LA MEMORIA ESTA AGOTADA
CODSII LDAA  #9D4
        JSR  ENABLE
        JSR  ENTER
CLINT  LDAA  PORTE
        CMPA  #940
        BEQ  INP1
        CMPA  #91B
        BEQ  INP1
        CMPA  #90E
        BEQ  INPNEL
        CMPA  #91C
        BEQ  INPNEL
        BRA  CLINT
INPNEL JSR  CLRDIS
        JMP  BRINI
INP1  LDAA  $140
        STAA  90,Y
        LDAA  $141
        STAA  91,Y
        LDAA  $142
        STAA  92,Y
        LDAA  $143
        STAA  93,Y
        LDAA  $144
        STAA  94,Y
        LDAA  $145
        STAA  95,Y
    
```

```

LDAA $146
STAA $6,Y
LDAA $147
STAA $7,Y
JMP BMEN
SALT LDAB #908
SALT1 INY
      DECB
      BNE SALT1
      RTS
    
```

.....
 * RUTINA PARA CAMBIAR LA HORA *


```

CHORA CLR RINGIN
      JSR CLROIS
      LDAA #910
      STAA FAUX
      LDAA #922 ; BANDERA PARA ACTIVAR EL CAMBIO DE HORA
      STAA FAUX1
      LDAA #983
      JSR ENABLE
      JSR CAMBI
      JSR PHOR
      LDAA #9C1 ; DIRECCION DE INICIO DE DESPLIEGUE DE LETRERO
      JSR ENABLE
      JSR LETH
      JSR LETR
      JSR LETS
      JSR DOSP
      LDAA #9C8 ; DIRECCION DE DESPLIEGUE DE LAS HORAS
      STAA POSCUR
      JSR ENABLE
      LDY #9140 ; DIRECCION DE INICIO DE ALMACENAMIENTO
      LDAA SPOT
      BNE TONHOR
      LDAB #904
      STAB NUMCAR
      JSR NOTON1
      BRA THR1
TONHOR LDAB #902 ; ESTABLECE LA CANTIDAD DE CARAC. QUE SE ESPERAN
      JSR NT1 ; RUTINA DE DESPLIEGUE DE NUMEROS
      LDAA #905 ; DIRECCION DE DESPLIEGUE DE LOS MINUTOS
      JSR ENABLE
      JSR LETM
      JSR LETI
      JSR LETN
      JSR DOSP
      LDAA #98C
      JSR ENABLE
      LDAB #902
      JSR NT1
THR1 LDAB #902 ; NUMERO DE BYTES QUE SE DEBEAN PARA LA HORA
      STAB NUBYTES ; ALMACENA EN LA CANTIDAD DE BYTES
      JSR FECH1 ; BRINCA A LA RUTINA DE REORDENAMIENTO DE BYTES
      LDAA $140 ; VERIFICACION DE VALOR CORRECTO DE HORAS
      CMPA #917 ; COMPARA CON 23 DECIMAL PARA EVITAR HRB. INVALIDAS
      BHI NOHRS
      LDAA $141 ; VERIFICACION DEL VALOR CORRECTO DE MINUTOS
      CMPA #938 ; COMPARA CON 59 DECIMAL PARA EVITAR MINS.
      BHI NOHRS ; INVALIDOS
      BRA SIHRS
NOHRS JSR CLROIS ; LIMPIA EL DISPLAY
      LDAA #9C4 ; DIRECCION INICIAL DE DESPLIEGUE
      JSR ENABLE
      JSR PHOR
      JSR BLANCO
INVA1 JSR PINVA
BRIN1 LDAA #906 ; BRINCA AL TERCER RENGLON
    
```

```

JSR    ENABLE
JSR    LETO
JSR    LETP
JSR    LETR
JSR    LETI
JSR    LETM
JSR    LETA
JSR    BLANCO
JSR    LETU
JSR    LETN
JSR    LETA
JSR    BLANCO
JSR    LETT
JSR    LETE
JSR    LETC
JSR    LETL
JSR    LETA
OPR1   LDAB   PORTE
        ANDB   #FF      ; COMPARA CON CUALESQUIERA DE LAS TECLAS DEL
        BEQ    OPR1     ; DISPLAY Y DEL TECLADO EN CASO DE SER POR PULSOS
SIHRS  JMP    INMEN     ; BRINCA A LA RUTINA DE INICIO
        LDAA  $140     ; CARGA A CON EL VALOR TECLADO DE HRS
        STAA  HORA     ; ALMACENA EL CONTENIDO DEL ACUM. EN LA DIREC. DE
        LDAA  $141     ; HRS. Y CARGA A CON EL VALOR TECLADO DE MN
        STAA  MINU     ; ALMACENA EL ACUM. EN LA DIREC. DE MIN.
        CLR   SEG      ; COMIENZA LA HORA DESDE EL SEGUNDO 00
        JMP   INMEN
    
```

 * SECCION QUE DA DE BAJA A UN USUARIO *

```

BAJAS  CLR    RINGIN
        CLR    FAUX      ; LIMPIA LAS LOCALIDADES AUXILIARES
        CLR    FAUX1     ; LIMPIA LAS LOCALIDADES AUXILIARES
        JSR    CLRDIS     ; LIMPIA EL DISPLAY
        LDAA  #85        ; DIRECCION DE DESPLIEGUE DEL PRIMER CARACTER
        JSR    ENABLE
        JSR    DARDE
        JSR    LETB
        JSR    LETA
        JSR    LETJ
        JSR    LETA
        LDAA  #C2        ; BRINCO DE RENGLON
        JSR    ENABLE
        JSR    INLET     ; RUTINA DE DETECCION DE LETRAS
NOD1   LDAA  #87
        JSR    ENABLE
        JSR    CLAV
        JSR    DOBP
        LDY   #144
        LDAA  SPOT
        BNE   ND1
        JSR   NTONA
        BRA   BUSCAR1
ND1    JSR   NLETA
    
```

 * SECCION QUE VERIFICA SI LA CLAVE DADA EXISTE O NO *

```

BUSCAR1 LDY   #300      ; DIRECCION DE INICIO DE LA EEPROM
        LDAA  #32      ; ESTABLECE QUE 60 USUARIOS PODRAN SER DADOS
        STAA  NUMBER    ; DE ALTA
EMPCOMI LDAB  #08      ; CANTIDAD DE CARACTERES A COMPARAR
        STAB  NUMCAR
        LDAA  $0,Y      ; COMIENZA A VERIFICAR SI EL NOMBRE EXISTE
        CMPA  $140
        BNE  DELCO
        DEC  NUMCAR
        LDAA  $1,Y
    
```

| | | | |
|--------|------|---------|--|
| | CMPA | \$141 | ; COMPARA EL SEGUNDO CARACTER |
| | BNE | DELCO | |
| | DEC | NUMCAR | |
| | LDA | \$2,Y | |
| | CMPA | \$142 | ; COMPARA EL TERCER CARACTER |
| | BNE | DELCO | |
| | DEC | NUMCAR | |
| | LDA | \$3,Y | |
| | CMPA | \$143 | ; COMPARA EL CUARTO CARACTER |
| | BNE | DELCO | ; HASTA AQUI REALIZA LA COMPARACION DEL NOMBRE |
| | DEC | NUMCAR | |
| | LDA | \$144 | ; AQUI COMIENZA LA COMPARACION DEL NUMERO |
| | CMPA | 4,Y | ; COMPARA EL PRIMER NUMERO |
| | BNE | DELCO | |
| | DEC | NUMCAR | |
| | LDA | \$145 | |
| | CMPA | 5,Y | ; COMPARA EL SEGUNDO NUMERO |
| | BNE | DELCO | |
| | DEC | NUMCAR | |
| | LDA | \$146 | |
| | CMPA | 6,Y | ; COMPARA EL TERCER NUMERO |
| | BNE | DELCO | |
| | DEC | NUMCAR | |
| | LDA | \$147 | |
| | CMPA | 7,Y | ; COMPARA EL CUARTO NUMERO |
| | BNE | DELCO | |
| | DEC | NUMCAR | ; DEC. "NUMCAR" Y PREGUNTA POR UNA CLAVE IGUAL |
| | BEQ | SIBCOD | ; SI HACE EL BRINGO, HA ENCONTRADO UNA CLAVE IGUAL |
| DELCO | DEC | NUMUSER | ; DECREMENTA LA CANTIDAD DE USUARIOS PARA VER SI |
| | BEQ | NOBCOD | ; SE HAN COMPARADO TODAS LAS CLAVES |
| | JBR | BALT | ; MANDA A INCREMENTAR EN 8 LOCALIDADES "Y" |
| | BRA | EMPCOMI | |
| NOBCOD | JBR | CLRDIS | ; SECCION QUE MANDA LETRERO DE "CLAVE INVALIDA" |
| | LDA | #9C4 | |
| | JBR | ENABLE | |
| | JBR | CLAV | ; DESPLIEGA LETRERO DE CLAVE |
| | JMP | INVA1 | ; BRINCA A PREGUNTAR POR EL PUERTO "G" |

.....
 * COMIENZA EL BORRADO DE LA CLAVE *

| | | | |
|--------|------|--------|--|
| SIBCOD | LDA | #9D4 | |
| | JBR | ENABLE | |
| | JBR | ENTER | |
| NOBC1 | LDA | PORTE | |
| | CMPA | #91C | |
| | BEQ | NEL | |
| | CMPA | #9E0 | |
| | BEQ | NEL | |
| | CMPA | #91B | |
| | BEQ | ORALE | |
| | CMPA | #940 | |
| | BEQ | ORALE | |
| | BRA | NOBC1 | |
| NEL | JMP | BMEN | |
| ORALE | LDA | #90B | |
| | LDA | #9FF | |
| BORRA | STAA | 90,Y | |
| | INY | | |
| | DECS | | |
| | BNE | BORRA | |
| | JMP | INMEN | |

.....
 * RUTINA QUE CAMBIA LA CLAVE DE ACCESO A TODO EL MENU *

| | | | |
|--------|-----|--------|---|
| NEWCLA | JBR | CLRDIS | |
| | LDA | #984 | ; ESTABLECE LA POSICION DE LOS CARACTERES |
| | JBR | ENABLE | ; A DESPLEGAR |

| | | | |
|--------|------|---------|---|
| | JSR | CAMBI | |
| | JSR | CLAV | |
| | LDY | #\$140 | |
| | LDA | SPOT | |
| | BNE | NWC1 | |
| | JSR | NOTON | |
| | BRA | NWC2 | |
| NWC1 | JSR | NOLET | ; MANDA A LA RUTINA DE DESPLIEGUE DE NUMEROS |
| NWC2 | LDA | #\$0A | |
| | CMP | FAUX | ; AQUI REALIZA LA DETECCION DE LA TECLA DE ESCAPE |
| | BEQ | NONCOD | |
| | LDAB | #\$32 | |
| | STAB | NUMUSER | |
| | LDY | #\$204 | |
| STS1 | LDA | \$140 | ; PRIMER DIGITO DE LA CLAVE NUEVA |
| | CMP | \$0,Y | ; COMPARA CON LOS VALORES DE LAS CLAVES VALIDAS |
| | BNE | OKY1 | |
| | LDA | \$141 | |
| | CMP | \$1,Y | |
| | BNE | OKY1 | |
| | LDA | \$142 | |
| | CMP | \$2,Y | |
| | BNE | OKY1 | |
| | LDA | \$143 | |
| | CMP | \$3,Y | ; TERMINA LAS COMPARACIONES |
| | BEQ | OKY2 | ; AL REALIZAR EL BRINCO, HAY UNA CLAVE IGUAL |
| OKY1 | LDAB | #\$08 | ; INCREMENTA EL VALOR DE Y PARA HACER COMPARACIONES |
| OKY1A | INY | | ; POSTERIORES |
| | DECB | | |
| | BNE | OKY1A | ; AL REALIZAR EL BRINCO, SIGUE DECREMENTANDO |
| | DEC | NUMUSER | |
| | BNE | STS1 | ; ESTE BRINCO HACE QUE SIGA HACIENDO COMPARACIONES |
| | BRA | OKY3 | ; ESTE BRINCO INDICA QUE NO HAY CLAVE SIMILAR Y |
| | | | ; POR LO TANTO, SE ACPTA |
| OKY2 | JMP | NOBCOD | ; AL REALIZAR EL BRINCO, DETECTO UNA CLAVE IGUAL |
| OKY3 | LDA | #\$D7 | |
| | JSR | ENABLE | |
| | JSR | ENTER | |
| NEW1 | LDA | PORTE | |
| | CMP | #\$1B | |
| | BEQ | NEWCOD | |
| | CMP | #\$40 | |
| | BEQ | NEWCOD | |
| | CMP | #\$1C | |
| | BEQ | NONCOD | |
| | CMP | #\$0E | |
| | BEQ | NONCOD | |
| | BRA | NEW1 | |
| NONCOD | JMP | INMEN | |
| NEWCOD | JSR | BACK | |
| | LDA | \$140 | ; ALMACENA LOS CARACTERES TECLEADOS COMO |
| | ANDA | #\$0F | ; CARACTERES DE LA CLAVE NUEVA |
| | STAA | \$180 | |
| | LDA | \$141 | |
| | ANDA | #\$0F | |
| | STAA | \$181 | |
| | LDA | \$142 | |
| | ANDA | #\$0F | |
| | STAA | \$182 | |
| | LDA | \$143 | |
| | ANDA | #\$0F | |
| | STAA | \$183 | |
| | JMP | INMEN | |

Apéndice 1

• SUBROUTINAS EMPLEADAS •

```

NOLET  LDAA  #997      ; AQUI DEBE DE MANDAR A LA SECCION DE NUMEROS
        JSR   ENABLE
        JSR   CLAV
        JSR   DOSP
        JSR   BLANCO
NLETA  LDAB  #904      ; ESTABLECE 4 CARACTERES PARA DESPLEGAR
NT1    STAB  NUMCAR
NOLET1 LDAB  PORTE    ; PREGUNTA POR LA BANDERA DE ACTIVACION DEL DTMF
        ANDB #910      ; SI NO SE HA ACTIVADO LA BANDERA, SIGUE
        BEQ  NOLET1   ; PREGUNTANDO
        LDAA PORTE    ; SE ACTIVO LA BANDERA, PROCEDEMOS A DESPLEGAR
        ANDA #90F      ; EL NUMERO.
        CMPA #908      ; DESCARTA COMO VALIDOS EL "*" Y EL "0"
        BHS NOLET1
        CMPA #90A      ; ELIMINA LA PARTE NO DESEADA PARA EL DESPLIEGUE
        BNE NLTO
NLTO   STAA  $0,Y      ; ALMACENA EL VALOR EN LA LOCALIDAD DADA
        JSR  DESNUM
        LDAA #90A
NRET   STAA  POSCUR   ; GENERA UN RETARDO ADECUADO PARA EL DESPLIEGUE
        JSR  ESPE
        DEC  POSCUR
        BNE NRET
        INY
        DEC  NUMCAR   ; DECREMENTA LA CANTIDAD DE CARACTERES A
        BNE NOLET1   ; DESPLEGAR
ENTER  JSR   LETE
        JSR   LETN
        JSR   LETT
        JSR   LETE
        JSR   LETR
        JSR   BLANCO
        JSR   LETA
        JSR   LETC
        JSR   LETE
        JSR   LETP
        JSR   LETT
        JSR   LETA
        RTS
ESTCON LDY   #9130      ; ESTABLECE LA CANTIDAD DE LLAMADAS ALMACENADAS
        STY  NUMLLAM
        LDY  #94000    ; ESTABLECE LA DIRECCION DE INICIO DE LA RAM
        STY  VALY
        CLR  RAM        ; LIMPIA LAS BANDERAS AUXILIARES
        CLR  AUX11
        CLR  BME6
        CLR  BME61
        CLR  FAUX1
        CLR  AUX11
        JSR  BUSPOR    ; MANDA A LA RUTINA DE DESPLEGAR "BUSCAR POR"
        RTS           ; REGRESA DE DONDE SE LE MANDO
RODER  RORA
        RORA
        RORA
        RORA
        RTS
DEDIS  ADDA  #930
        JSR  ENADIS
        RTS
    
```

• RUTINA QUE INTRODUCE LAS INICIALES •

```

INILET LDAA  #9C3      ; DIRECCION DE INICIO DE DESPLIEGUE
    
```

| | | | |
|------|------|--------|--|
| | JSR | ENABLE | |
| | JSR | LETN | |
| | JSR | LETO | |
| | JSR | LETM | |
| | JSR | LETB | |
| | JSR | LETR | |
| | JSR | LETE | |
| | J8R | DOSP | |
| | LDAB | #804 | ; CANTIDAD DE CARACTERES QUE ESPERA RECIBIR |
| | STAB | NUMCAR | |
| | LDAA | #8CB | ; DIRECCION DE INICIO DE DESPLIEGUE DEL CURSOR |
| | STAA | POSCUR | |
| | LDY | #8140 | ; DIRECCION INICIAL |
| | LDAA | #81F | ; VALOR DE LA BANDERA PARA LAS LETRAS |
| | STAA | FAUX | |
| | LDAA | #841 | ; CODIGO INICIAL A DESPLEGAR (LETRA "A") |
| | STAA | CHAR | |
| | LDAA | #840 | ; CODIGO ANTERIOR DE COMPARACION (0) |
| | STAA | CHAR1 | |
| | LDAA | #85B | ; CODIGO SUPERIOR DE COMPARACION (I) |
| | STAA | CHAR2 | |
| | LDAA | #85A | ; CODIGO FINAL DE DESPLIEGUE (LETRA "Z") |
| | STAA | CHAR3 | |
| | JSR | NUMBER | |
| | RTS | | |
| LETA | LDAA | #841 | |
| | BRA | TJ8R | |
| LETB | LDAA | #842 | |
| | BRA | J8R | |
| LETC | LDAA | #843 | |
| | BRA | TJ8R | |
| LETD | LDAA | #844 | |
| | BRA | TJ8R | |
| LETE | LDAA | #845 | |
| | BRA | TJ8R | |
| LETF | LDAA | #846 | |
| | BRA | TJ8R | |
| LETG | LDAA | #847 | |
| | BRA | TJ8R | |
| LETH | LDAA | #848 | |
| | BRA | TJ8R | |
| LETI | LDAA | #849 | |
| | BRA | TJ8R | |
| LETJ | LDAA | #84A | |
| | BRA | TJ8R | |
| LETL | LDAA | #84C | |
| | BRA | TJ8R | |
| LETM | LDAA | #84D | |
| | BRA | TJ8R | |
| LETN | LDAA | #84E | |
| | BRA | TJ8R | |
| LETO | LDAA | #84F | |
| | BRA | TJ8R | |
| LETP | LDAA | #880 | |
| | BRA | TJ8R | |
| LETO | LDAA | #881 | |
| | BRA | TJ8R | |
| LETR | LDAA | #882 | |
| | BRA | TJ8R | |
| LETS | LDAA | #883 | |
| | BRA | TJ8R | |
| LETT | LDAA | #884 | |
| | BRA | TJ8R | |
| LETU | LDAA | #885 | |
| | BRA | TJ8R | |
| LETV | LDAA | #886 | |
| | BRA | TJ8R | |
| LETX | LDAA | #888 | |
| | BRA | TJ8R | |

Apéndice 1

| | | | |
|--------|------|----------|--|
| LETY | LDAA | #559 | |
| | BRA | TJSR | |
| LETZ | LDAA | #55A | |
| | BRA | TJSR | |
| ASTER | LDAA | #52A | |
| | BRA | TJSR | |
| DIAG | LDAA | #52F | |
| | BRA | TJSR | |
| LET- | LDAA | #52D | |
| | BRA | TJSR | |
| LET. | LDAA | #52E | |
| | BRA | TJSR | |
| DOSP | LDAA | #53A | |
| | BRA | TJSR | |
| PREGUN | LDAA | #53F | |
| | BRA | TJSR | |
| BLANCO | LDAA | #520 | |
| TJSR | JBR | ENADIS | |
| | RTB | | |
| BLAPRE | JBR | PREGUN | |
| | JBR | BLANCO | |
| | JBR | BLANCO | |
| | JBR | BLANCO | |
| | RTB | | |
| PHOR | JBR | LETH | |
| | JBR | LETO | |
| | JBR | LETR | |
| | JBR | LETA | |
| | JBR | BLANCO | |
| | RTB | | |
| PINVA | JBR | LETI | |
| | JBR | LETN | |
| | JBR | LETV | |
| | JBR | LETA | |
| | JBR | LETL | |
| | JBR | LETI | |
| | JBR | LETD | |
| | JBR | LETA | |
| | JBR | BLANCO | |
| | RTB | | |
| ENABLE | STAA | PORTG | |
| | LDAA | #%010000 | ; HABILITA EL ENABLE DE LA PANTALLA |
| | STAA | PORTD | |
| | BRA | ESPE | |
| CLRDIS | LDAA | #001 | ; LIMPIA EL DISPLAY |
| | BRA | ENABLE | |
| INIDIS | LDAA | #550 | ; ESTABLECE LA DIRECCION INICIAL DEL LCD |
| | BRA | ENABLE | |
| ENADIS | STAA | PORTG | |
| | LDAA | #%010100 | ; HABILITA EL ENABLE Y EL RS DEL LCD |
| ENA1 | STAA | PORTD | |
| ESPE | LDAA | #550 | |
| | STAA | LCD | |
| ESPE1 | LDAA | #530 | |
| ESPE2 | DECA | | |
| | BNE | ESPE2 | |
| | DEC | LCD | |
| | BNE | ESPE1 | |
| ESPE0 | CLR | PORTD | |
| | RTB | | |
| DARDE | JBR | LETD | |
| | JBR | LETA | |
| | JBR | LETR | |
| | JBR | BLANCO | |
| | JBR | LETD | |
| | JBR | LETE | |
| | JBR | BLANCO | |
| | RTB | | |
| CAMBI | JBR | LETC | |

| | | |
|--------|-----|--------|
| | JSR | LETA |
| | JSR | LETM |
| | JSR | LETB |
| | JSR | LETI |
| | JSR | LETA |
| | JSR | LETR |
| | JSR | BLANCO |
| VER | RTS | |
| | JSR | LETV |
| | JSR | LETE |
| | JSR | LETR |
| | JSR | BLANCO |
| FECHA | RTS | |
| | JSR | LETF |
| | JSR | LETE |
| | JSR | LETC |
| | JSR | LETH |
| | JSR | LETA |
| | JSR | BLANCO |
| CLAV | RTS | |
| | JSR | LETC |
| | JSR | LETL |
| | JSR | LETA |
| | JSR | LETV |
| | JSR | LETE |
| | JSR | BLANCO |
| PMES | RTS | |
| | JSR | LETM |
| | JSR | LETE |
| | JSR | LETS |
| PLADA | RTS | |
| | JSR | LETL |
| | JBR | LETA |
| | JSR | LETD |
| | JBR | LETA |
| PEXTER | RTS | |
| | JSR | LETE |
| | JSR | LETX |
| | JSR | LETT |
| | JSR | LETE |
| | JSR | LETR |
| | JSR | LETH |
| | JSR | LETA |
| | JSR | LETS |
| PLLAMA | RTS | |
| | JSR | LETL |
| | JBR | LETL |
| | JBR | LETA |
| | JBR | LETM |
| | JBR | LETA |
| | JBR | LETD |
| | JBR | LETA |
| | JBR | LETS |
| PUBER | RTS | |
| | JSR | LETU |
| | JSR | LETS |
| | JSR | LETU |
| | JSR | LETA |
| | JSR | LETR |
| | JSR | LETI |
| | JSR | LETO |
| PDURA | RTS | |
| | JSR | LETD |
| | JBR | LETU |
| | JSR | LETR |
| | JBR | LETA |
| | JBR | LETC |
| | JBR | LETI |
| | JBR | LETO |

Apéndice 1

| | | |
|--------|------|--------|
| | JBR | LETN |
| | JBR | DOSP |
| | RTS | |
| PAVO | JBR | LETA |
| | LDAA | #326 |
| | JBR | ENADIS |
| | JBR | LETO |
| | JBR | DOSP |
| | RTS | |
| NOTON | LDAA | #397 |
| | JBR | ENABLE |
| | JBR | CLAV |
| | JBR | DOSP |
| NOTONA | LDAB | #304 |
| | STAB | NUMCAR |
| NOTONA | LDAA | #39F |
| NOTONB | STAA | POSCUR |
| NOTON1 | LDAA | #32F |
| | STAA | CHAR1 |
| | LDAA | #33A |
| | STAA | CHAR2 |
| | LDAA | #339 |
| | STAA | CHAR3 |
| | LDAA | #330 |
| | STAA | CHAR |
| | JBR | NUMBER |
| | RTS | |
| | END | |

APENDICE CCITT

2

Quando nuevas tecnologías salen al mercado y logran tener un gran éxito entre los consumidores, algunas veces los competidores desarrollan equipos que realizan las mismas funciones, pero son tan diferentes unos de otros que es imposible que trabajen juntos. En otras palabras esto es una cuestión de estándares.

Al pretender trabajar armoniosamente con dos o más piezas de equipo, integradas por gente diferente o fabricadas por compañías diferentes, dentro de la misma red, es necesario hacer uso de técnicas estándar. El estándar define comprensiblemente, la interface, o serie de interfaces utilizada entre varios equipos. Describe las funciones que cada uno de los equipos requiere para funcionar y garantiza que las señales transmitidas entre los equipos cumplen con su objetivo.

Muchas redes de equipos son desarrolladas por diferentes fabricantes, que usualmente cooperan con los operadores de la red y otros particulares interesados, para definir los estándares necesarios para conseguir el correcto funcionamiento entre los equipos. La aplicación o potencial de cualquier estándar particular es usualmente el factor determinante para que muchos particulares se involucren en el desarrollo y documentación de estos. Consecuentemente grupos de fabricantes, operadores de redes, usuarios, cuerpos reguladores nacionales e internacionales, se han organizado para direccionar el desarrollo de series diferentes de estándares. Cada grupo se especializa en la interface requerida entre los diferentes tipos de equipo.

La red de interconexión internacional ha representado siempre un reto para los ingenieros. Históricamente, las telecomunicaciones internacionales entre los diferentes países se llevaba a cabo por medio de caminos de interruptores, los cuales

suministraban un medio para lograr la interface entre un estándar internacional común y la redes nacionales que podían ser significativamente diferentes.

Los estándares internacionales han logrado la creación de un auge reciente en todo lo relacionado con comunicación internacional. Y este auge continuará probablemente hasta que cada red nacional evolucione hacia un estándar internacional, apoyándose fundamentalmente en una red mundial homogénea. Pero este es solamente uno de los beneficios derivados de los estándares internacionales; no menos importante son los usuarios de un nivel más pequeño de redes interesados en conformarse y los fabricantes de equipos que estarán obligados a producir dispositivos de compatibilidad mundial.

Las más importantes organizaciones de estándares mundiales en telecomunicaciones son: La Organización Internacional para la Estandarización (OSI) y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU).

OSI. Organización Internacional para la Estandarización

La OSI es una organización "voluntaria", compuesta y financiada por la Organización Estándar Nacional de cada uno de los países miembros. Como cada uno de estos componentes de organizaciones nacionales, la OSI establece estándares para prácticamente todos los puntos concebibles, no solo en telecomunicaciones.

ITU . Unión Internacional de Telecomunicaciones

Es una agencia de las Naciones Unidas responsable de supervisar todos los aspectos de telecomunicaciones. Dentro de su organización la ITU es dividida en 5 partes permanentes, las cuales tienen su oficina central en Génova. Estas son mostradas en la figura 1:

Secretaría General

Es la responsable de la administración, financiamiento y publicación de regulaciones, diarios, boletines y "recomendaciones técnicas".

La IFRB

Sirve como conserje de un consorcio público internacional, regulando la asignación de frecuencias de radio por todo el mundo, y para prevenir interferencias entre estaciones de radio.

CCITT

Es un comité consultivo que genera estándares técnicos para redes de telefonía y telegrafía (incluyendo redes de datos). La CCITT es por lo tanto la sucursal de la ITU más interesada en telefonía.

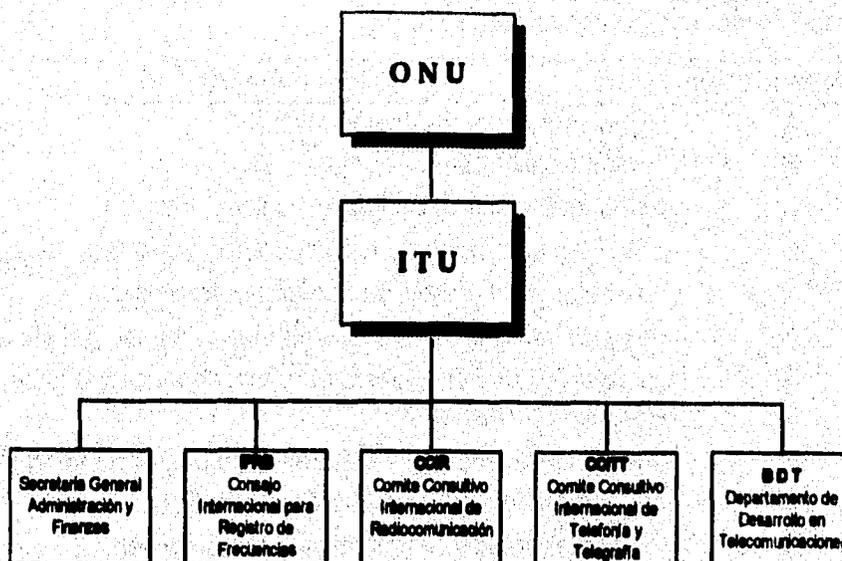


Figura 1

CCIR

Es un comité consultivo que genera estándares técnicos para radiocomunicaciones y otras cuestiones relacionadas con el radio.

BDT

Es la quinta parte del ITU, fue establecida en 1989. La BDT tiene el mismo status que la CCIR y CCITT. Asegura "la cooperación técnica" y recauda fondos para ayudar a los países menos industrializados a desarrollar sus redes de telecomunicaciones.

Recomendaciones CCITT

Más de 150 países son miembros de la ITU y participan en el mundo de los Comités Consultivos.

El trabajo práctico es principalmente realizado en "grupos de estudio" formados por expertos de las compañías y administraciones de los países miembros.

Los delegados de los "grupos de estudios" individuales incluyen no solamente a los operadores de redes, también científicos y organizaciones industriales, compañías privadas y fabricantes de equipo. Estos grupos ponen al día viejas recomendaciones y derivan unas nuevas.

Las nuevas recomendaciones son emitidas cada cuatro años. Cada emisión tiene diferente color, el cual también da el nombre al documento, en 1981 este fue el "Libro Amarillo" y en 1985 "El libro Rojo".

Cada grupo de estudio es conocido por una letra. La Tabla 1 muestra las recomendaciones y el tema que trata.

Tabla 1. Serie de recomendaciones CCITT

| Recomendación | Tema que trata |
|----------------------|---|
| A | rganización del trabajo de la CCITT |
| B | edios de expresión (Términos, etc.) |
| C | stadística General de telecomunicaciones |
| D | rincipios generales de tarifas, cobros y estados de cuenta |
| E | peración del servicio de telefonía Internacional |
| F | ervicios de Telegrafía- operaciones y calidad del servicio |
| G | aracterísticas generales de conexiones y circuitos de telefonía Internacional |
| H | íneas de transmisión y señales, excepto de teléfono (Tv, etc.) |
| I | ed Digital de Servicios Integrados (ISDN) |
| J | rogramar sonidos y transmisión de televisión. |
| K | onstrucción, instalación y protección de cables. |
| L | otra planta exterior |
| M | rincipios de mantenimiento general |
| N | antenimiento de circuitos de transmisión y programación de onidos de tv |
| O | specificación de equipos de medición |
| P | alidad de transmisión telefónica |
| Q | ecomendaciones generales sobre conmutación telefónica y señalización |
| R | ransmisión telefónica |
| S | equipo terminal de Telegrafía |
| T | equipo terminal y protocolos para servicios telematic |
| U | onmutación telegráfica |
| V | omunicación de datos sobre la red telefónica (módem, etc.) |
| X | ed de comunicación de datos |
| Z | specificación del lenguaje de Descripción (SDI) e interface ombre máquina (IMM) |

Como su nombre lo indica estas recomendaciones son sugerencias que no obligan a los administradores de redes telefónicas o fabricantes a seguirlas, pero deberán ser tomadas en cuenta cuando se pretende desarrollar un sistema telefónico completamente nuevo, donde el enlace con las redes existentes fuera posible.

No se debe pensar que la CCITT no controla los desarrollos tecnológicos, por el contrario, examina cuidadosamente los nuevos productos y métodos provenientes de

los departamentos de desarrollo de las compañías y administraciones de teléfonos, los cuales eventualmente pueden conducir a nuevas recomendaciones de la CCITT.

Las recomendaciones de la CCITT cubren prácticamente todas las áreas:

- Equipo específico y general para el manejo de datos. Este puede ser por ejemplo la máxima atenuación permisible en el tráfico internacional, el tiempo permitido para establecer llamadas, etc.
- Números telefónicos, recomendaciones sobre como construir códigos de área y series de números telefónicos.
- La señalización, la cual incluye modelos y métodos para transferir mensajes entre centrales en la red cuando establecemos una llamada.
- La ruta por la cual la llamada deberá ser enviada a los abonados.
- Operación y mantenimiento, la cual es una cuestión central para cada administración de teléfonos. Estas son recomendaciones sobre todo de métodos, de suministro de voltaje para los sistemas de trabajo.

GLOSARIO

Ancho de Banda. El rango entre la más baja y la más alta frecuencia usada para un propósito particular.

Atenuación. Disminución en magnitud de una señal de comunicación.

Auricular. Dispositivo que proporciona tanto recepción como transmisión telefónica en forma conveniente para mantenerlo simultáneamente en la boca y en oído.

Banda Base. Banda de frecuencias ocupada por las señales de información antes de combinarse con una portadora en el proceso de modulación.

Baud. Una unidad de velocidad de señalización igual al número de señales de condición discretas o eventos por segundo. Esta se refiere a los símbolos físicos/segundo usados con un canal de transmisión.

Bloqueo. Condición en un sistema de conmutación en el cual ninguna trayectoria o circuito esta disponible para establecer una conexión a la parte llamada aunque esta no este ocupada, resultando en un tono de ocupado hacia la parte que llama.

BOR(C)HT. Batería, Sobre voltaje (overvoltage), Timbre (ringing), Supervisión, (Codificación), Híbrido, Prueba (test); las funciones llevadas a cabo mediante una tarjeta de línea de suscriptor en una central telefónica.

CCITT. Comité Consultivo para Teléfono y Telégrafo Internacional. (Consultative Committee for International Telephone and Telegraph); grupo de normas internacionales de la Unión Internacional de Telecomunicaciones internacionales.

Central telefónica. Centro de conmutación para interconectar las líneas que sirven a un área específica

Circuito de cuatro cables. La parte del teléfono, o de la oficina central, que opera en dos pares de cables. Un par es para la trayectoria de transmisión (generalmente empleada en el micrófono), y el otro par en la trayectoria de recepción (generalmente en el receptor).

Circuito de dos cables. Se refiere a los dos cables que conectan el teléfono del abonado a la oficina central. Comúnmente referidos como tip y ring.

CODEC. COdificador-DECodificador. La función del convertidor A/D y D/A en la tarjeta de la línea del usuario en un intercambio telefónico.

Conferencia telefónica. Es una llamada entre tres o más estaciones, en la cual cada estación puede llevar una conversación simultánea.

Crosstalk. (Diafonía) La transferencia no deseada de energía en la ruta de una señal a otra.

dB (decibel). Es la unidad de medida de la potencia o del voltaje, definida por:
10 X log (P1/P2) de medida de potencia, y
20 X log (V1/V2) de medida de voltaje.

Decodificar. Un proceso en el cual una de un grupo de muestras analógicas es generada de la señal característica representante de una muestra.

Demodulación. Sección funcional de un módem que convierte las señales analógicas de la línea a una forma digital.

Distorsión. La falla que reproduce una señal original en amplitud, fase, retardo, etc.

Distorsión del retardo. Esta distorsión ocurre en la línea de comunicación debido a las diferentes velocidades de propagación de las señales a diferentes frecuencias, medida en microsegundos de retardo relativo al retardo de 1700 Hz. (Este tipo de distorsión no afecta la voz en la comunicación, pero puede alterar seriamente la transmisión de datos.)

DTMF. Dual Tone Multi-Frequency. (Multi-Frecuencia de Doble Tono). Es el sistema de "tono de marcado" basado en la salida de dos frecuencias relacionadas no armónicas que identifican un número marcado. Cada frecuencia tiene asignado cuatro renglones y cuatro columnas de un teclado común

Eco. Señal reflejada o retornada como el resultado de un desacoplamiento de impedancias, desbalanceo híbrido, o tiempo de retardo. Dependiendo de la ubicación de las irregularidades de la impedancia y la facilidad de las características de propagación, el eco puede interferir con el que habla con el que escucha o con ambos.

Efecto local. (Sidetone) Sonido retroalimentado hacia el receptor como resultado de hablar en el micrófono. Esta es una consecuencia natural del sistema de conversión de dos a cuatro cables.

FDM. Frequency-División Multiplex; (Multiplexaje por División de Frecuencia); Proceso que permite la transmisión de dos o más señales en una misma trayectoria pero usando una frecuencia de banda diferente para cada señal.

Full duplex. Modo de operación que permite transmitir o recibir información simultáneamente en dos locaciones en ambas direcciones.

Half duplex. Sistema de transmisión que permite la comunicación en una dirección a la vez.

Intermodulación. La modulación de los componentes de una onda compleja, para cada uno de ellos. (en un sistema no lineal.)

ISDN. Integrated Services Digital Network, (Red Digital de Servicio Integrados). Red de comunicación diseñada para transmitir voz digitalizada y datos multiplexados en la red pública.

Línea. La parte de un circuito externo a un aparato que consiste de los conductores que conectan el aparato hacia la central o conectando dos centrales.

Línea de abonado. Sistema que consiste del teléfono del usuario, de los alambres de interconexión y del equipo de la oficina central al servicio del abonado.

Modem. MODulador-DEModulador, unidad que modula y demodula información digital desde una terminal o puerto de computadora hacia una portadora de señal analógica para pasarla a una línea analógica.

Modulación Delta. Una técnica simple de codificación digital que produce una cadena serial de bits correspondiente a los cambios en las entradas de los niveles analógicos; usado comúnmente en dispositivos que emplean continuamente modulación delta de pendiente variable (CVSD).

Oficina Central. Oficina telefónica, usualmente con unos cuantos miles de abonados, que conmuta equipo telefónico, comúnmente capaz de manipular alrededor de 10,000 suscriptores

Off hook. (Descolgado) Condición en la cual el teléfono es conectado al sistema telefónico permitiendo fluir la corriente de malla. La oficina central detecta la corriente de DC como una indicación de que el teléfono esa ocupado.

On hook. (Colgado) Condición en la cual la trayectoria de DC está abierta , y no fluye corriente de DC en la malla. La oficina central considera que un teléfono colgado esta disponible para el tono de timbre.

PABX. Private Automatic Branch Exchange (Central Automática Privada); Sistema de conmutación telefónica propiedad del cliente que proporciona marcaje entre estaciones internas y/o externas.

PBX. Private Branch Exchange (Central Privada) Clase de servicio en las normas de los sistemas Bell que proporcionan los mismos servicios como las centrales PABX.

PCM. Pulse Code Modulation. (Modulación por Codificación de Pulsos). Método de transmisión de datos en el cual las señales son muestreadas convertidas a palabras digitales y son entonces transmitidas en forma serial, comúnmente como palabras de 8 bits.

Razón de Bits. Velocidad a la cual los bits de datos son transmitidos sobre una trayectoria de comunicación, usualmente expresada en bits por segundo. Una terminal a 9600 bps es un sistema a 2400 bauds con 4 bits/ baud.

Red de habla. (Speech network) Conversión de dos a cuatro alambres.

Retardo de propagación. Intervalo de tiempo entre puntos de referencia especificados para una forma de onda de voltaje a la entrada y a la salida.

Ring. Uno de los dos cables que conectan a la Oficina Central con el teléfono. El nombre deriva del plug usado por las operadoras (en equipos viejos) para realizar la conexión. El ring es tradicionalmente negativo con respecto al tip.

Ruido de Aliasing. Distorsión que es creada cuando las frecuencias presentes en una señal muestreada son más grandes que la mitad de la razón de muestreo.

Supresor de eco. Dispositivo usado para minimizar el efecto del eco, bloqueando las corrientes de retorno de eco. Comúnmente una compuerta que opera con la voz que permite la comunicación en una dirección a la vez.

TDM. Time División multiplex. (Multiplexación por División de Tiempo). Proceso que permite la transmisión de dos o mas señales sobre una trayectoria común utilizando diferentes intervalos de tiempo para cada señal.

Teléfono digital. Una terminal telefónica que digitaliza la señal de voz para transmitirla y la descodifica al recibir la señal digital de regreso a una señal de voz. (Usualmente multiplexara 68 kbps de voz y separará las entradas de datos en múltiplos de 8 kbps).

Tip. Uno de los dos cables que conectan a la Oficina Central con el teléfono. El nombre deriva del plug usado por las operadoras (en equipos viejos) para realizar la conexión. El tip es tradicionalmente positivo con respecto al ring.

Troncal. Circuito o canal telefónico entre dos oficinas centrales.

BIBLIOGRAFÍA

BELLAMY, John. *Digital Telephony*. EUA, Willey Interscience, 1991.

CLARK, P. M. *Networks and Telecommunications*. EUA, Willey Interscience, 1991.

FREEMAN, Roger L. *Telecommunications System Engineering*. EUA, Willey Interscience, 1989.

HARB, M. *Moder Telephony*. EUA, Prentice Hall, 1990.

MOTOROLA. *Telecommunications Device Data*. EUA, 1989.

MOTOROLA. *HC11 Reference Manual*. EUA, 1991.

ERICSSON. *Technical Information Handbook*. Stockholm. Telefonaktiebolaget, 1987.

ERICSSON. *Getting to know AXE*. Stockholm. Telefonaktiebolaget, 1986.

ALCATEL-INDETEL. *Curso de Capacitación*. México, 1990.