

Resumen de la tesis de VICTOR MANUEL AREVALO GUTIERREZ y JOSE GUADALUPE VIVEROS TALAVERA, presentada como requisito parcial para la obtención del grado de Maestro en Ciencias en Instrumentación Electrónica y Telecomunicaciones. Ensenada, Baja California, México. Julio de 1986.

CONMUTADOR TELEFONICO DIGITAL

Resumen Aprobado



M. en C. Jaime Sánchez García
Director de Tesis

Se presenta el diseño de un conmutador telefónico digital (PABX) con capacidad para 248 extensiones y 32 líneas urbanas. La matriz de conmutación empleada es del tipo espacial con asignación variable de ranura de tiempo, en la que se cumple con la norma europea para el manejo de canales PCM. Su capacidad permite tener enlazadas 128 extensiones y 32 líneas urbanas, con lo que se tiene un límite máximo de 80 enlaces simultáneos, sin perjuicio de que a las extensiones restantes se les pueda conmutar para señalización. El control es por programa almacenado que se ejecuta en un microprocesador de 8 bits. Se manejan teléfonos de disco y de impulsación multifrecuencial, y se incluye el control para que el consumo de energía sea el

mínimo necesario para las extensiones y líneas urbanas que estén activas. Se tiene un repertorio de facilidades al usuario y las facilidades de administración al sistema se explotan principalmente por medio de una terminal de propósito general. Todos los suministros de energía se derivan de un banco de acumuladores convencionales. Las pruebas se hicieron en el prototipo del conmutador que se construyó, el cual tiene la circuitería necesaria para manejar 4 extensiones, una línea urbana y una conferencia tripartita. El crecimiento del sistema puede ser en forma modular. El diseño fué hecho para satisfacer los requisitos de un convenio de transferencia tecnológica hacia una empresa privada.

CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA
Y
DE EDUCACION SUPERIOR DE ENSENADA

DIVISION DE FISICA APLICADA

DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA
Y TELECOMUNICACIONES

CONMUTADOR TELEFONICO DIGITAL

TESIS

Que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para
obtener el grado de Maestro en Ciencias presentan:

VICTOR MANUEL AREVALO GUTIERREZ
JOSE GUADALUPE VIVEROS TALAVERA

Ensenada, B. C., Julio de 1986

AGRADECIMIENTOS

La construcción de los elementos de circuitería y la documentación para el proyecto objeto de este trabajo, estuvo apoyada en la colaboración eficaz y siempre bien dispuesta de los estudiantes Josefina Rodríguez, Ma. Cruz Escalante, Zóchitl Rodríguez, Oscar Arzeta, Francisco Farías, Alexander Martínez, Sergio Cisneros y Noé Valenzuela; quienes cumpliendo con su servicio social o en forma espontánea, nos brindaron valiosa ayuda.

INDICE

	Página
I.- Introducción.	1
II.- Descripción general.	3
III.- Arquitectura del sistema.	10
IV.- Circuitería.	18
IV.1.- Unidad de línea de abonado.	18
IV.1.1.- Circuito de Interfaz de línea (SLIC).	19
IV.1.2.- Monocircuito (CODEC/FILTRO).	19
IV.1.3.- Circuito asignador de ranuras de tiempo (TSAC).	20
IV.2.- Unidad de línea urbana.	22
IV.2.1.- Detector de timbre.	23
IV.2.2.- Impulsador decádico.	24
IV.2.3.- Sistema de relevadores y transformador.	26
IV.3.- Unidad de señalización.	26
IV.3.1.- Circuito receptor de dígitos (DTMF).	28
IV.4.- Generador de tonos.	29
IV.5.- Generador de señal de timbre.	34
IV.6.- Puente de conferencia tripartita.	36
IV.7.- Matriz de conmutación.	38
IV.8.- Unidad de control.	43
IV.8.1.- Generador de interrupciones periódicas.	45
IV.8.2.- Interfaz de estados telefónicos.	45
IV.8.3.- Interfaz de órdenes de timbrado.	46
IV.8.4.- Interfaz de control de asignadores de ranura de tiempo (TSAC).	47
IV.8.5.- Interfaz receptora de dígitos (DTMF's).	47
IV.8.6.- Interfaz de control de los impulsadores decádicos.	48
IV.8.7.- Interfaz de propósitos generales.	48
IV.9.- Base de tiempos para P.C.M.	49
IV.10.- Fuente de energía.	50

Continuación de Índice

	Página
V.- Programación.	52
V.1.- Estructura general del programa.	53
V.2.- Estructura de datos.	62
V.3.- Proceso de inicialización al encendido.	68
V.4.- Proceso de configuración de parámetros de administración.	70
V.5.- Proceso de baja prioridad (PBP).	75
V.6.- Proceso no interrumpible (PNI).	76
V.6.1.- Atención de teléfonos de disco marcando.	78
V.6.2.- Atención de teléfonos de teclas marcando.	80
V.7.- Proceso prioritario interrumpible.	85
V.7.1.- Detección de cambios de estado de abonado.	88
V.7.2.- Control para el tono de invitación a marcar.	89
V.7.3.- Recepción de dígitos de teléfonos de disco.	90
V.7.4.- Recepción de dígitos de teléfonos de tonos.	93
V.7.5.- Detección de cambios de estado de troncales.	95
V.7.6.- Control para la activación/desactivación del timbrado.	97
V.7.7.- Actualización y aplicación de cadencias a las ordenes de timbrado.	99
V.7.8.- Control para el tono de eco de timbre.	101
V.7.9.- Control para los tonos de rechazo.	103
V.7.10.- Control de inicio de retrollamadas por solicitud.	107
V.7.11.- Vigilancia de retrollamadas por solicitud.	109
V.7.12.- Control para el despacho de lista de espera de troncal libre.	112
V.7.13.- Vigilancia de retrollamadas por solicitud de troncal libre.	115
V.7.14.- Proceso de establecimiento, vigilancia y ruptura de enlaces bidireccionales.	122
V.7.15.- Proceso de establecimiento, vigilancia y ruptura de conferencias tripartitas.	125
V.8.- Consideraciones sobre la cantidad de tiempo necesaria para la ejecución del programa.	132
VI.- Pruebas de operación.	132

Continuación de Índice

Página

VII.-	Resultados experimentales y sugerencias para la continuidad del proyecto.	145
VII.1.-	Deficiencias de la circuitería.	149
VII.2.-	Deficiencias de la programación.	151
VII.3.-	Realces.	153
VII.4.-	Consideraciones para la industrialización.	155
VII.5.-	Costos.	157
VIII.-	Conclusiones.	158
	Literatura citada.	164
	Apéndice I.- Guía de operación.	
	Apéndice II.- Descripción de constantes de abonado modificables por configuración.	
	Apéndice III.- Anteproyecto de norma para centrales telefónicas privadas.	
	Apéndice IV.- Convenio de transferencia de tecnología ARNEX-CICESE.	



LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Esquema general del conmutador telefónico digital.	7
2	Grupo de unidades de línea de abonado.	11
3	Grupo de señalización.	14
4	Diagrama general del controlador.	16
5	Unidad de línea de abonado.	19
6	Marco PCM.	21
7	Unidad de línea urbana.	22
8	Salida del detector de timbre.	24
9	Formato de impulsación decádica.	25
10	Interfaz de señalización.	27
11	Asignación de frecuencias al teclado telefónico.	29
12	Generador de tonos de señalización.	30
13	Generador de señal de timbre.	34
14	Cadencias de Timbre.	36
15	Puente de conferencia tripartita.	37
16	Matriz de conmutación.	39
17	Sección de recepción de la matriz de conmutación.	40
18	Puente de energía.	51
19	Casos típicos de consumos de tiempo por las diferentes partes del programa.	60
20	Diagrama de flujo general del programa completo.	61
21	Estados de troncal manejados por el programa.	94
22	Diagrama de flujo del proceso de control para el despacho de lista de espera de troncal libre.	111

LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
I	Especificaciones del conmutador telefónico digital.	4
II	Características de la planta de tonos de señalización.	33
III	Tareas que componen el proceso prioritario interrumpible (PPI).	53
IV	Diferencias entre los planes de numeración de Teléfonos de México (TELMEX) y Teléfonos del Noroeste (TELNOR).	140

COMPUTADOR TELEFONICO DIGITAL

I. - INTRODUCCION

Desde hace algunos años se empezaron a introducir equipos con tecnología digital en la red telefónica nacional. Estos van desde los pequeños conmutadores para uso privado (PABX) hasta las grandes centrales telefónicas.

Dada la importancia tecnológica y económica que reviste el dominio de esta tecnología, en el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) se ha venido trabajando dentro del área de conmutación digital. A mediados de 1985, los autores de este trabajo se encontraban desarrollando proyectos similares: El diseño de un conmutador digital con fines educativos, a cargo de Víctor Manuel Arevalo, y el diseño de un conmutador telefónico digital de baja capacidad con fines comerciales bajo la responsabilidad de José Viveros.

A raíz del evento denominado "Taller para el Desarrollo de Tecnología Electrónica en el Mar de Cortés", realizado en el CICESE en Junio de 1985, surgió el interés por parte de una empresa privada en industrializar un conmutador digital, dando como resultado que se estableciese un convenio donde el CICESE se comprometía a entregar un prototipo

funcional de un conmutador digital en un plazo de 6 meses a partir de la firma del convenio. Para poder cumplir con este compromiso se decidió que los dos estudiantes antes mencionados unieran esfuerzos y trabajaran conjuntamente en la realización del prototipo.

El presente trabajo está ordenado de la siguiente manera. En el capítulo II se describen los objetivos que se pretenden alcanzar con la realización de este proyecto, así como las especificaciones que debe cumplir el conmutador. En el capítulo III se presenta la arquitectura del sistema en general. En el capítulo IV se proporciona la descripción funcional de cada uno de los circuitos que componen el sistema de control y conmutación. La programación que se requiere para llevar a cabo todas las funciones del sistema se explica en el capítulo V. Las pruebas a que fue sometido el conmutador se presentan en el capítulo VI. En el capítulo VII se dan los resultados obtenidos. Finalmente en el capítulo VIII se mencionan las conclusiones obtenidas en la realización de este proyecto.

En el apéndice III se anexa el anteproyecto de norma para centrales telefónicas privadas (PABX), cuyos lineamientos fueron los que se siguieron para este diseño.

II.- DESCRIPCION GENERAL.

El objetivo principal que se pretende alcanzar con este conmutador, y alrededor del cual giran todas las decisiones que se tomaron en la etapa de diseño, es su competitividad dentro del mercado nacional. Para lograr este objetivo, el conmutador deberá ser:

- De bajo costo
- De bajo consumo de energía.
- Compatible con las distintas centrales telefónicas que existen en el país.
- Compatible con los distintos aparatos telefónicos disponibles en el país.
- De mantenimiento sencillo.
- Fácilmente reconfigurable
- Capaz de ofrecer distintos servicios al usuario.
- Transferible a la industria nacional para su comercialización.
- Dotado de una Matriz de Conmutación digital.
- De diseño modular.
- Controlado por programa almacenado.
- De elevada confiabilidad y con capacidad para atender cualquier solicitud de los abonados.*
- De gran rapidez de respuesta.*

* Aún en condiciones de intenso tráfico telefónico.

Las especificaciones que debe satisfacer el conmutador están resumidas en la Tabla I.

TABLA I
ESPECIFICACIONES DEL CONMUTADOR TELEFONICO DIGITAL

PARAMETRO	CARACTERISTICAS
CAPACIDAD	Hasta 160 líneas telefónicas (troncales más internas) en una configuración no bloqueable. Hasta 280 líneas, con capacidad de conmutación para 80 enlaces simultáneos.
TECNOLOGIA	Multicanalización por división en tiempo (muestreo a 8 KHz) modulación por codificación de pulsos "PCM" (ley μ de compresión) usando control por programa almacenado
VELOCIDAD DEL CANAL PCM	2.048 Mb/seg (Norma europea de transmisión)
RESPUESTA EN FRECUENCIA	De 300 Hz a 3400 Hz.
MATRIZ DE CONMUTACION	Espacial con asignación variable de ranura de tiempo
EXTENSIONES TELEFONICAS Categoría de Extensión	Semi-restringida No restringida en área local No restringida en área nacional No restringida para todo tipo de llamadas
NUMERO DE DIRECTORIO	3 dígitos arbitrarios, restringidos a no empezar con 0 y 9.
SEÑAL DE TIMBRE	90 V c.a. a 25 Hz (+7 Hz, -5 Hz) con cadencia de 1 seg. timbrando por 3 seg. de silencio.
SUSPENSION DE TIMBRADO	Al descolgar en cualquier punto de la señal de timbre.
TIPOS DE APARATOS TELEFONICOS Disco	10 pulsos por segundo (± 1) con relación apertura cierre de 67/33, permitiéndose que varíe desde 55/45 hasta 70/30.

Tabla I
ESPECIFICACION DEL CONMUTADOR TELEFONICA DIGITAL
(Continúa)

Capacidad	Hasta 8 teléfonos marcando simultáneamente
Teclas Capacidad	Plan DTMF del C.C.I.T.T. Hasta 16 teléfonos marcando simultáneamente
Troncales Carga a la troncal	Equivalente a la de un aparato telefónico nacional
Enrutamiento externo Cantidad	Impulsación decádica 0 tonos duales Máximo 32 troncales
FUENTE DE ENERGIA	Arreglo de baterías

El conmutador digital, según nuestra concepción y tal como se muestra en el diagrama a bloques de la figura 1, consta de los siguientes elementos:

Unidades de Línea de Abonado.- Las funciones más importantes de estas unidades son: interconectar el sistema de conmutación con los aparatos telefónicos, convertir señales analógicas en digitales y viceversa, así como proporcionar información a la unidad de control acerca del estado del teléfono (Colgado/Descolgado), etc.

Unidades de Línea Urbana.- Son el medio por el cual el conmutador se comunica con centrales telefónicas de la red pública.

Generador de Tonos de Señalización.- Proporciona los tonos de audio necesarios para mantener informados a los abonados del estado en que se encuentran sus llamadas.

Interfaz Receptora de Dígitos.- Es la encargada de convertir a un formato apropiado, para la unidad de control, los dígitos marcados desde un teléfono de teclas.

Matriz de Conmutación.- Es la responsable de enlazar un teléfono con otro, o con un canal de señalización de acuerdo a las indicaciones que le envía el controlador.

Unidad de Control.- Basada en un microprocesador (6809), lleva a cabo el control de las funciones características de un sistema telefónico: recepción y envío de señales de abonado, detección de colgado/descolgado, supervisión de la llamada, etc.

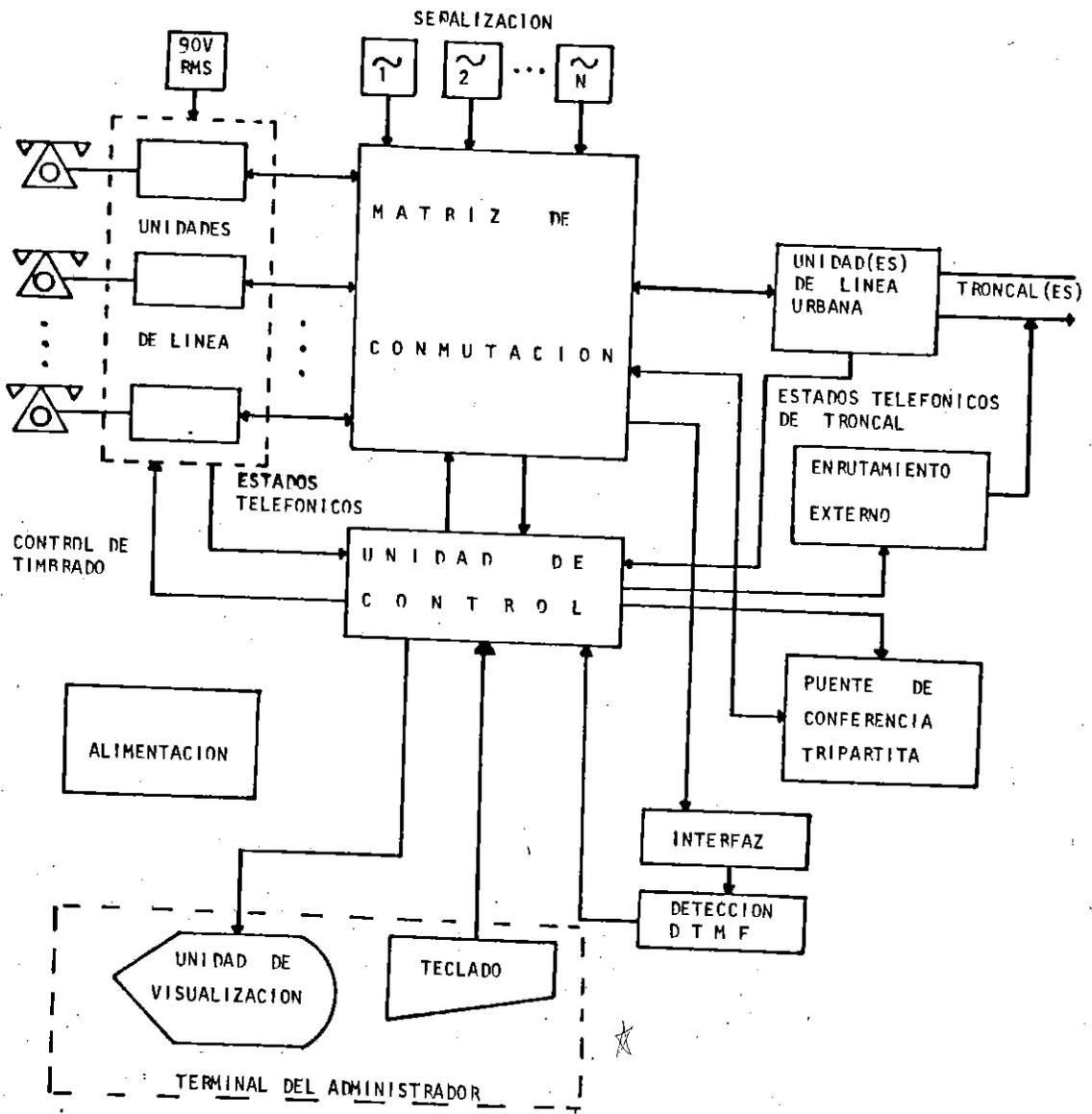


FIGURA 1.- Esquema General del Conmutador Telefónico Digital.

Interfaz de Entrada/Salida de Información.- Permite el diálogo entre el sistema de conmutación y el administrador del sistema a través de una terminal.

La circuitería del sistema de conmutación está constituida en su mayor parte por componentes digitales de la familia CMOS, lo cual reduce el consumo de energía y por tanto los gastos de operación. También se utilizan dispositivos especiales para telefonía. Como son los circuitos de interfaz de línea (SLICs), los convertidores analógicos a PCM -Modulación por codificación de Pulsos- (CODEC's).

El control por programa almacenado, además de hacer que el conmutador efectúe las funciones básicas, ofrece una serie de servicios extras al usuario, mismas que se enlistan a continuación (ver el apéndice I para una explicación detallada de cada una):

- 1.- Conferencia Tripartita.
- 2.- Consulta y Transferencia a la Operadora.
- 3.- Llamada de consulta desde A a B.
- 4.- Llamada de consulta a segunda línea urbana.
- 5.- Marcación abreviada externa.
- 6.- Marcación abreviada interna (general e individual).
- 7.- Número de grupo para extensiones.

- 8.- Reencaminamiento automático de llamadas a posiciones determinadas de contestación.
- 9.- Reservación de Troncales.
- 10.- Transferencia de llamada.
- 11.- Retrollamada por solicitud.
- 12.- Manejo de accesos externos de acuerdo a las siguientes categorías de extensiones:
 - Restringida
 - No restringida para ciertos números en área local.
 - No restringida en área local.
 - No restringida en área local y para ciertas vías de larga distancia.
 - No restringida en área nacional.
 - No restringida para larga distancia a Norte America.
 - Tener vía libre a toda clase de llamadas.

III.- ARQUITECTURA DEL SISTEMA

El esquema general del sistema de conmutación digital está representado en la figura 1. Tratando de dar modularidad al sistema el conmutador se dividió en cuatro bloques funcionales que son:

1) Unidades de Línea de Abonado

El conmutador puede soportar un máximo de 248 extensiones distribuidas en cuatro grupos. En la figura 2 se muestra un diagrama a bloques de uno de estos grupos. La única característica que permite diferenciarlos entre sí es que transmiten en distintos canales PCM, ya que la estructura interna es la misma para los cuatro.

Los tres primeros grupos pueden soportar hasta 64 unidades de línea cada uno, el cuarto grupo tiene una capacidad máxima de 56. El hecho de que el último grupo tenga una capacidad menor a la de los tres primeros, se debe a que ésto facilita la estructura del programa de control. Esta diferencia en la capacidad no contradice el hecho de que el diseño de los cuatro grupos sea el mismo. Es equivalente a que al cuarto grupo siempre se le dejara espacio de reserva para futuras expansiones.

32
PCM
correcta

En general es posible disponer cualquier número (dentro del máximo permitido) de unidades de línea por grupo; esto puede ser útil para reducir la probabilidad de bloqueo.

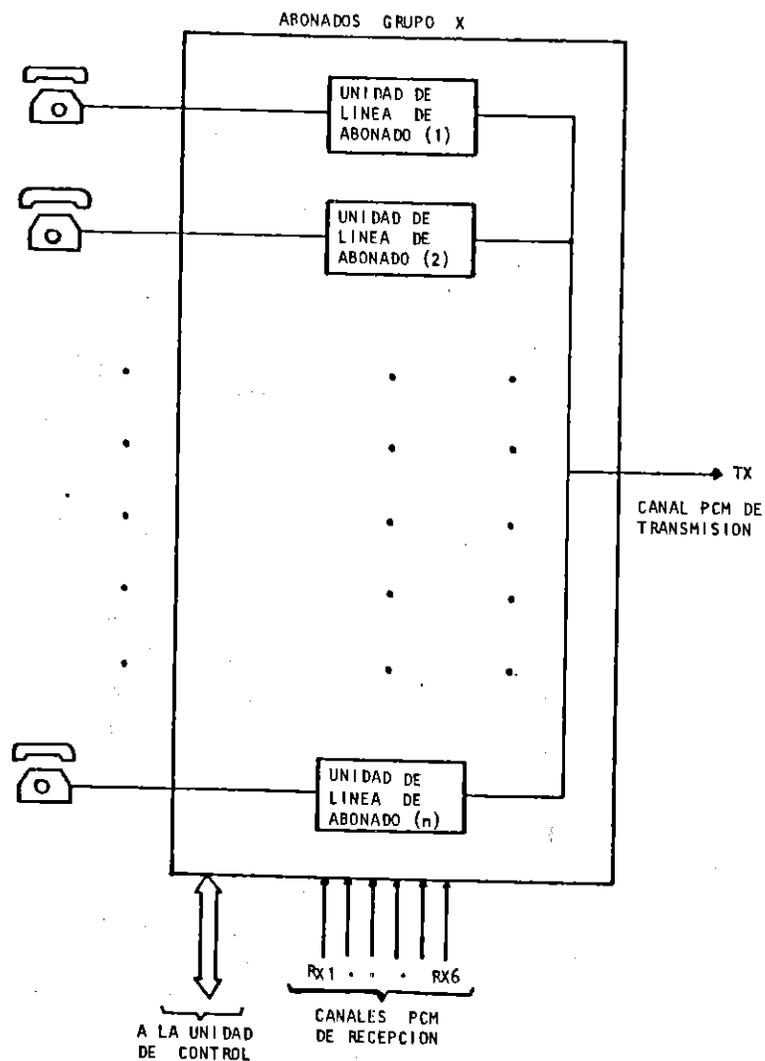


FIGURA 2.- Grupo de Unidades de Línea de Abonado.

2) Unidades de Línea Urbana.

Este bloque tiene capacidad para manejar hasta 32 troncales y está diseñado exclusivamente para este fin. Su estructura interna es idéntica a la utilizada para los grupos de abonados. Su diferencia con respecto a éstos, estriba en las funciones que realizan las unidades de línea que constituyen cada grupo. Es debido a esta incompatibilidad de funciones por lo que se separaron en dos bloques distintos las troncales y las extensiones. Juntar en un mismo bloque estas dos unidades de línea dificultaría la modularidad del sistema.

Cabe hacer notar que las troncales utilizan un canal PCM de transmisión aparte de los canales utilizados por los abonados.

3) Interfaz de Señalización

Esta sección del sistema se utiliza como recurso compartido para todos los teléfonos y está compuesta por, el generador de tonos, el generador de timbre, y el circuito receptor de dígitos (DTMF). En este bloque está incluido el puente de conferencias tripartitas ya que es un recurso disponible para todos los abonados.

El generador de timbre está conectado directamente a todas las extensiones a través de un relevador, la apertura o cierre de éste la maneja el controlador.

A excepción de la señal de timbre, la comunicación entre esta sección del sistema y las unidades de línea se hace en forma digital a través de la matriz de conmutación. La parte de transmisión de este bloque utiliza un canal PCM independiente a los utilizados por los abonados o las troncales.

La figura 3 muestra un diagrama a cuadros de la interfaz de señalización. Cabe hacer notar que se sigue respetando el mismo tipo de estructura utilizada para los grupos de abonados y troncales. Sin embargo el grupo de señalización no está compuesto de un mismo circuito repetido n veces, sino que consta de distintos dispositivos. Los más importantes son:

Unidad de señalización, este circuito realiza dos tareas diferentes, en su parte de transmisión se utiliza para convertir los tonos de señalización a un formato PCM. La sección de recepción se encarga de detectar los dígitos marcados desde un teléfono de teclas.

Puente de conferencia tripartita, la función de este circuito es la de establecer un enlace entre tres líneas telefónicas.

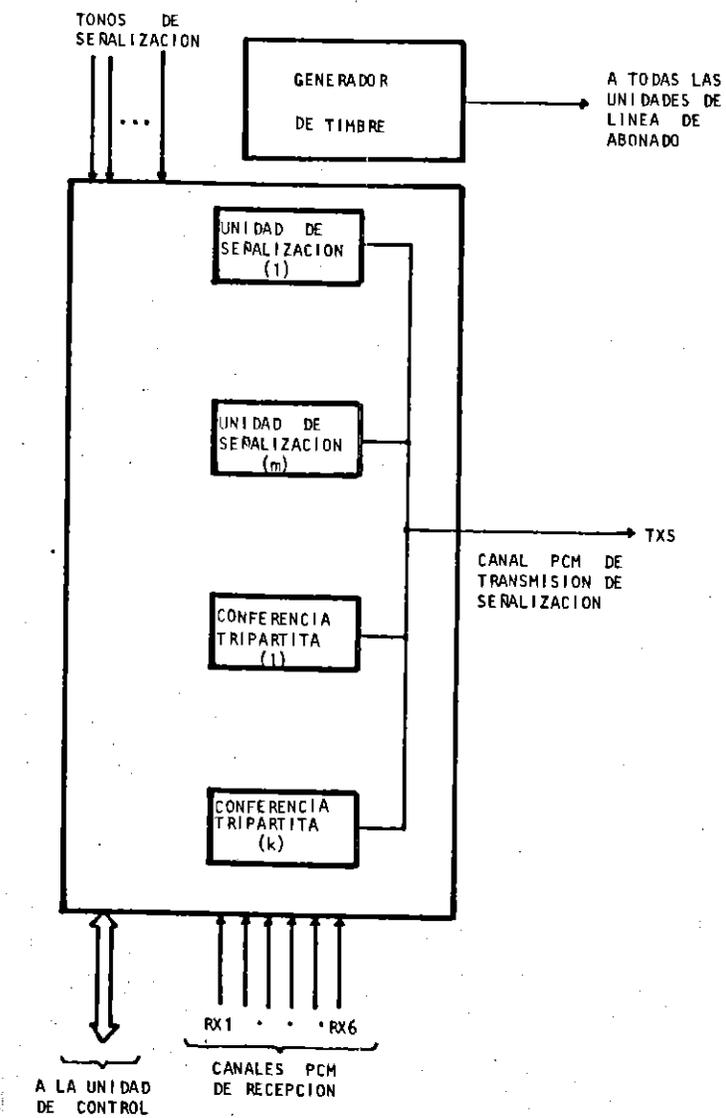


FIGURA 3.- Grupo de Señalización.

4) Unidad de Control

La unidad de control tiene la tarea de dirigir el funcionamiento del sistema de conmutación por medio de un programa almacenado. Dicho control lleva la cuenta del número de abonados que están en servicio, en que etapa del proceso de la llamada se encuentran y, por ende que trayectorias están utilizando. Cuando se le ordena que establezca una nueva conversación, proporciona a la matriz de conmutación la información necesaria para que ésta realice los enlaces necesarios para establecer la conexión de los abonados, así como la información requerida para realizar la desconexión cuando la conversación ha llegado a su fin.

Esta unidad está compuesta por un microprocesador de 8 bits, memoria de lectura exclusiva y de lectura/escritura así como de las interfaces necesarias para comunicarse con el resto del sistema de conmutación. En la figura 4 se muestra un diagrama a cuadros del controlador.

Para simular la parte de control que comprende el microprocesador y las memorias, se utilizó un sistema de desarrollo para microprocesadores, con ayuda del cual se realizaron las pruebas preliminares del prototipo.

La expansión del sistema es modular: basta agregar a cada uno de los bloques mencionados la(s) tarjeta(s) necesarias. Por ejemplo, para aumentar el número de extensiones (si no se ha llegado al límite máximo), es suficiente agregar en algún grupo de abonados la cantidad de unidades de línea requeridas, y notificar al controlador, mediante configuración, de la existencia y atributos asignados de las nuevas extensiones.

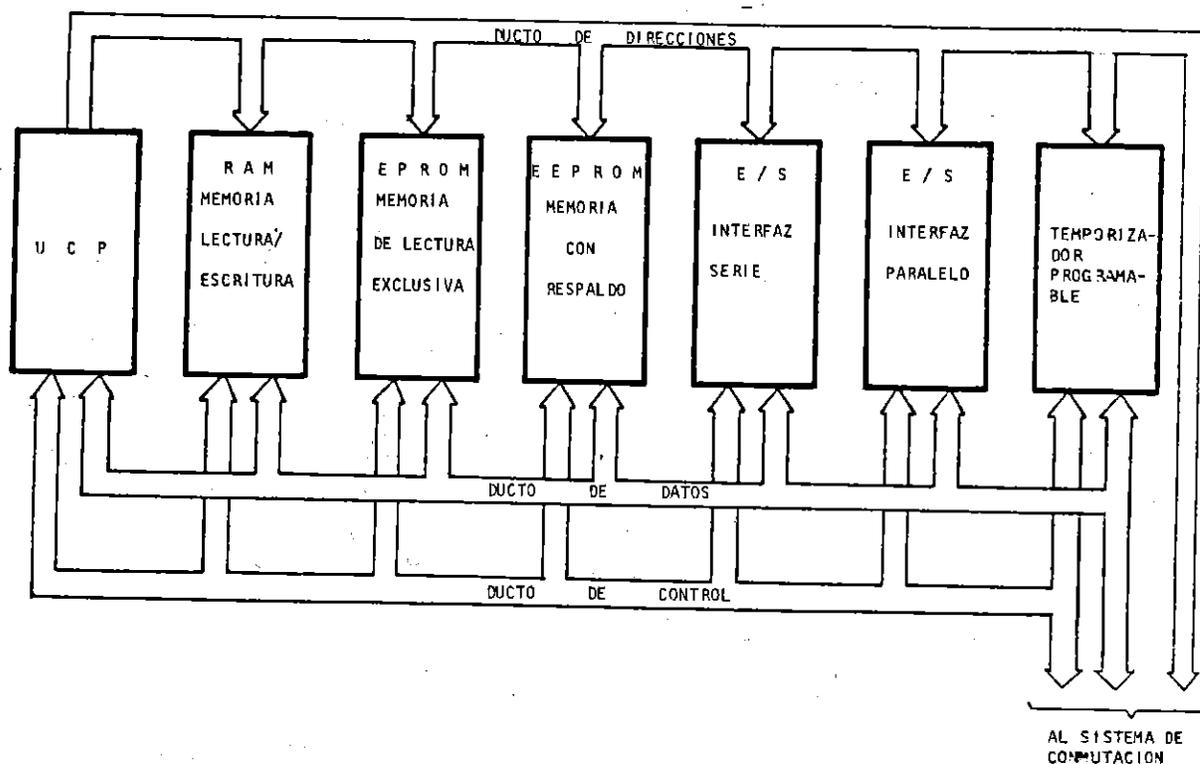


FIGURA 4.- Diagrama General del Controlador.

No hemos hecho mención de la matriz de conmutación debido a que no está separada físicamente de los cuatro bloques anteriores, sino que se encuentra distribuida dentro de ellos.

IV.- CIRCUITERIA

En este capítulo se describen los circuitos que constituyen el sistema de conmutación telefónico, de acuerdo con el diagrama general mostrado en la figura 1.

IV.1.- UNIDAD DE LINEA DE ABONADO

En la figura 5 se muestra el diagrama a bloques de este dispositivo. A continuación se describen las funciones que realizan cada uno de los circuitos que lo forman.

IV.1.1.- CIRCUITO DE INTERFAZ DE LINEA (SLIC)

Las operaciones que realiza este circuito son:

- Alimentación (corriente directa al teléfono)
- Conversión de señales de C.A. de 2 a 4 líneas (función Híbrida).
- Protección contra altos voltajes.
- Salida digital del estado del teléfono.
- Conmutación de la señal de Timbre.

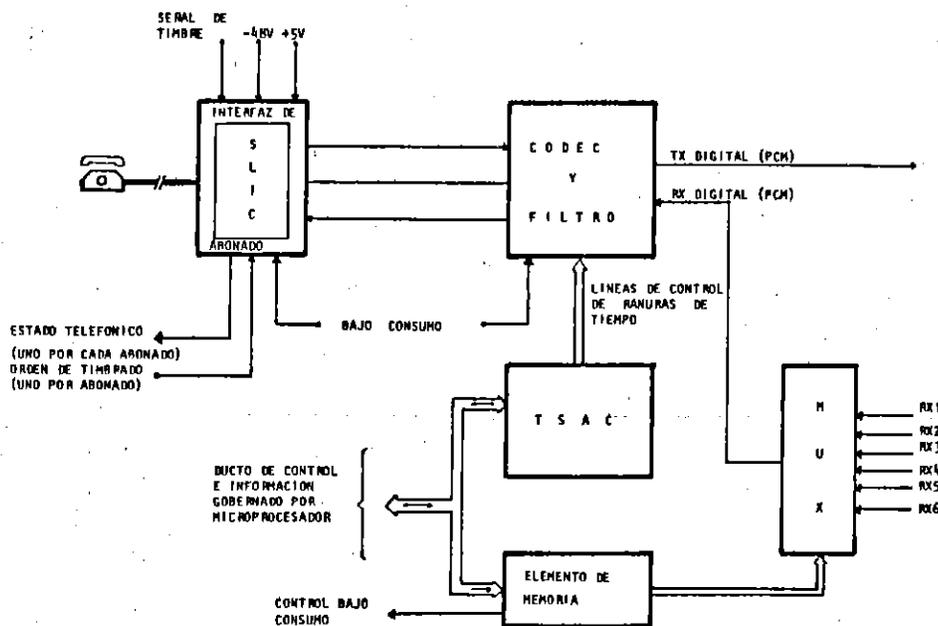


FIGURA 5.- Unidad de Línea de Abonado.

IV.1.2.- MONOCIRCUITO (CODEC/FILTRO).

Este dispositivo es un circuito de doble propósito: se encarga de cifrar/descifrar la señal de voz, realizando además su correspondiente filtrado en ambas direcciones.

La Función del filtro de transmisión consiste en limitar la frecuencia de la señal de voz dentro de la banda base telefónica (300 Hz a 3400 Hz). El filtro pasabajas utilizado en la parte de recepción sirve para corregir las distorsiones de la señal producidas por el proceso de muestreo.

Las funciones de codificación y decodificación son llevadas a cabo por el CODEC, el cual en un sentido muestrea la señal limitada en banda (proveniente del filtro de transmisión) a una frecuencia típica de 8 KHz y convierte estas muestras a un formato PCM de 8 bits utilizando la ley μ de compresión. Esta palabra de 8 bits se transmite en serie a la matriz de conmutación bajo la supervisión del TSAC (circuito asignador de ranuras de tiempo) explicado en el siguiente parrafo. El CODEC, en sentido inverso decodifica las palabras moduladas en PCM que provienen de la matriz convirtiéndolas en una señal PAM (modulación por amplitud de pulsos), que a su vez pasan por el filtro de recepción, con lo cual se reconstruye la señal original.

IV.1.3.- CIRCUITO ASIGNADOR DE RANURAS DE TIEMPO (TSAC).

Una función importante que realiza la unidad de línea de abonado es la de controlar la multicanalización en tiempo de la señal de voz, la cual es llevada a cabo por el

TSAC. Esta función consiste en asignar una determinada ranura de tiempo a la información que está siendo transmitida (TX) o recibida (RX) por el CODEC a través del ducto de información multicanalizado. El marco de transmisión (recepción) usado en este sistema tiene el formato que se ilustra en la figura 6.

La unidad de control es la encargada de programarle al TSAC las ranuras de tiempo, tanto la de transmisión como la de recepción, durante las cuales el CODEC deberá ser habilitado.

El multicanalizador se explicará en la sección IV.7 correspondiente a la matriz de conmutación.

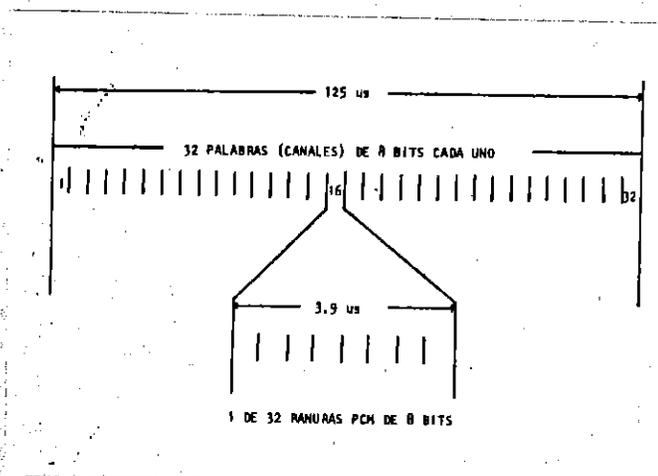


FIGURA 6.- Marco P.C.M.

IV.2.- UNIDAD DE LINEA URBANA

Este dispositivo está constituido básicamente por los mismos elementos que forman la unidad de línea de abonado, tal como se muestra en la figura 7, además de los circuitos necesarios para permitir la interacción entre el conmutador y una central telefónica: detector de timbre, impulsador decádico y sistema de relevadores y transformador. A continuación sólo se describirán estas componentes, ya que los elementos restantes fueron explicados en la sección anterior.

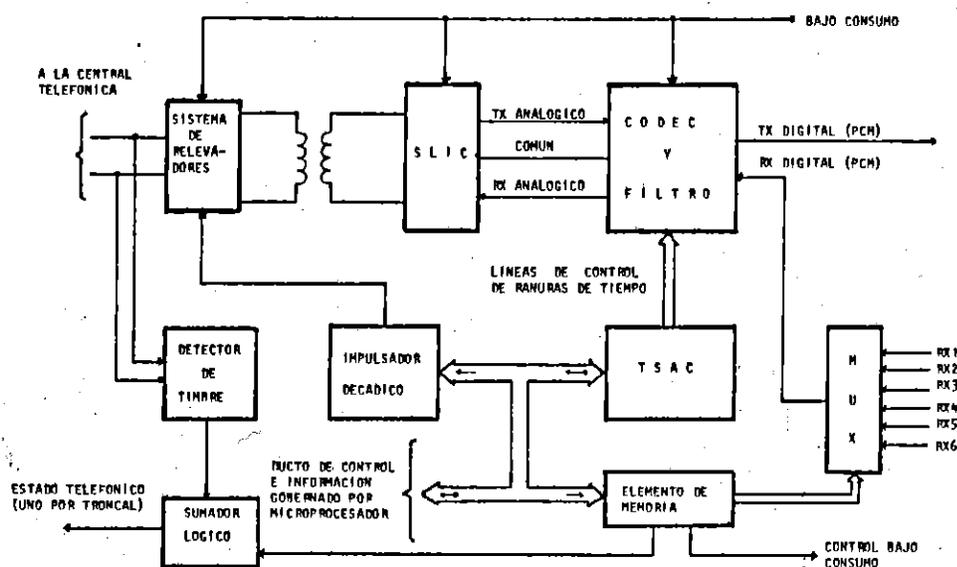


FIGURA 7.- Unidad de Línea Urbana.

IV.2.1.- DETECTOR DE TIMBRE

Este circuito se encarga de informar al controlador del estado en que se encuentra la troncal:

- (a) La troncal está recibiendo señal de timbre.
- (b) La troncal está ocupada, ya sea porque se estableció el enlace o porque esté transmitiendo señales de enrutamiento.
- (c) La troncal está libre.

Debido a que los tres eventos anteriores son mutuamente excluyentes y a que el programa de control es capaz de distinguir entre los dos primeros, es posible representar el estado de la troncal por medio de dos niveles lógicos: 1 lógico representa que la troncal esta ocupada (casos a y b) 0 lógico indica que la troncal esta libre (caso c).

Una característica importante de este circuito es que siempre está en un nivel lógico estable. Aun en el caso de estar recibiendo señal de timbre, la cual se transmite con una cadencia de 1 segundo de señal por cuatro de silencio

(con lo que podría inferirse que el estado de la troncal estuviese oscilando, mientras recibe la señal de timbre) se evita la oscilación si el detector cambia de estado con el primer pulso de la señal de timbre y permanece en este estado a menos que transcurran 5 segundos sin que se haya detectado otro pulso: si esto último ocurre, la salida del detector cambia a un nivel lógico bajo con lo cual se indica que la troncal ha dejado de recibir señal de timbre. En la figura 8 se muestra un diagrama de tiempos que ilustra este caso.

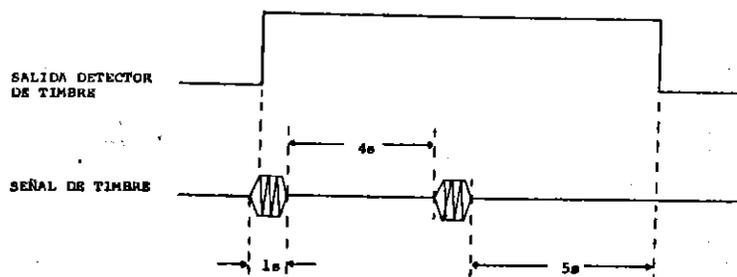


FIGURA 8.- Salida del Detector de Timbre.

IV.2.2.- IMPULSADOR DECADICO

Este circuito es el encargado de transmitirle a la central telefónica las señales de enrutamiento (dígitos) que han sido enviadas desde alguna extensión del conmutador. Este proceso se realiza de la siguiente manera: el controlador detecta los dígitos que han sido

marcados por algún abonado mediante el circuito receptor de dígitos (DTMF) o por medio de la subrutina de discado si se trata de un teléfono de disco, a continuación la unidad de control carga estos dígitos en el impulsador, el cual los transmite a la central telefónica abriendo y cerrando el lazo de abonado (por medio del sistema de relevadores) un número de veces igual al dígito marcado.

La apertura/cierre del lazo de abonado, que por norma debe ser 67/33, se establece conectando a un nivel lógico apropiado una de las líneas de control del impulsador.

En la figura 9 se muestra el tren de pulsos correspondiente al dígito 4.

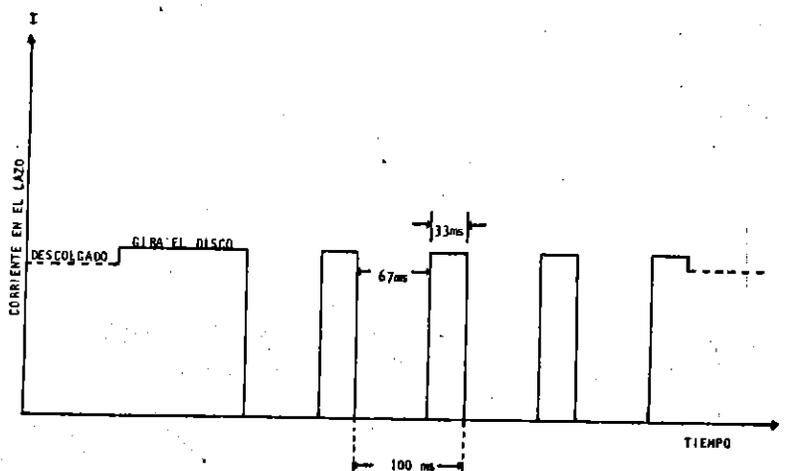


FIGURA 9.- Formato de Impulsación Decádica.

IV.2.3.- SISTEMA DE RELEVADORES Y TRANSFORMADOR

Como ya se mencionó, una de las funciones del sistema de relevadores es simular los pulsos de discado, pero también sirve para informarle a la central telefónica si la troncal esta libre (teléfono colgado) u ocupada (teléfono descolgado), esto se logra abriendo o cerrando el lazo de corriente directa que ve la central.

El transformador sirve para simular una impedancia equivalente a la de un aparato telefónico convencional (600 Ohms). Otra de sus funciones es aislar el lazo de corriente directa de la central, del lazo del SLIC.

IV.3.- UNIDAD DE SEÑALIZACION

En la figura 10 se muestra el diagrama a bloques de este circuito, el cual realiza dos de las funciones más importantes en cuanto a señalización se refiere: recepción de dígitos marcados desde teléfonos de teclas y transmisión de tonos de señalización (eco de timbre, invitación a marcar, etc.).

La sección de transmisión del CODEC (la cual es independiente de la de recepción) convierte a un formato PCM el tono de señalización que debe transmitir. Este tono, ya

digitalizado, es conectado por medio de la matriz de conmutación a los abonados que lo requieran.

Al marcar un dígito desde un teléfono de teclas, se genera un tono doble correspondiente al número marcado (como se explicará en la sección IV.3.1), este tono es codificado y transmitido por medio de la matriz de conmutación a cualquier unidad de señalización que esté disponible, la cual, haciendo uso de la parte de recepción del CODEC, convierte el tono a su forma analógica original. El tono reconstruido será procesado por el DTMF para determinar qué dígito ha sido marcado. El funcionamiento de este circuito se describe a continuación.

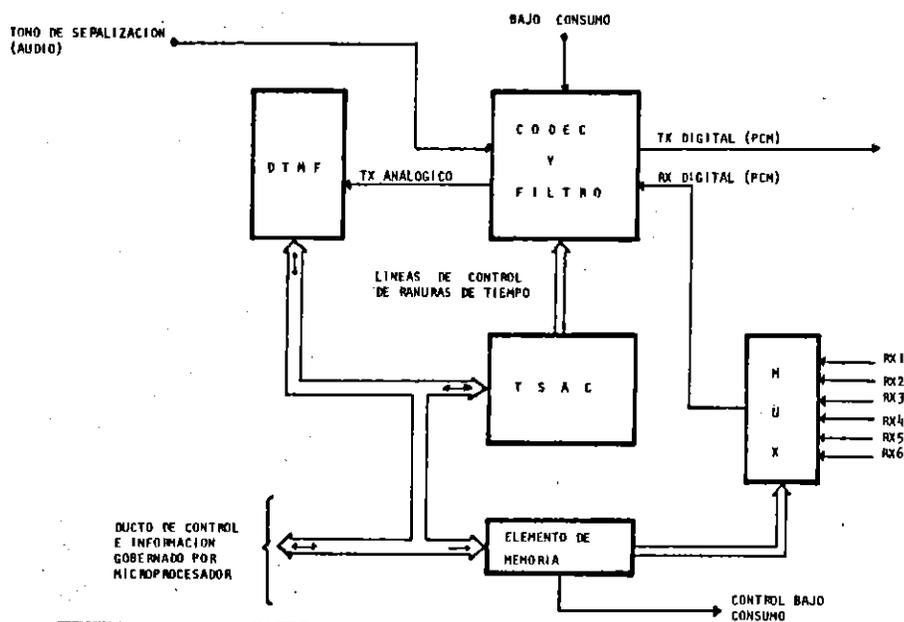


FIGURA 10.- Interfaz de Señalización.

IV.3.1.- CIRCUITO RECEPTOR DE DIGITOS (DTMF)

En la figura 11 se muestran las frecuencias utilizadas para representar los dígitos. Estas siete frecuencias están divididas en cuatro inferiores y tres superiores. Al presionar una tecla se generan dos tonos: uno de alta y otro de baja frecuencia. Las frecuencias generadas son procesadas por el DTMF de la siguiente manera:

- Amplifica la señal.
- Filtra la señal para eliminar ruido.
- Por medio de filtros separa esta señal en las dos frecuencias originadas: alta y baja.
- Analiza las dos frecuencias y detecta el número marcado, el cual es codificado y almacenado en un registro.
- El dígito se envía en forma binaria a la unidad de control cuando ésta lo solicita.

- El circuito es lo suficientemente rápido para satisfacer o mejorar los requisitos de la norma DTMF en cuanto a rapidez de detección (60 ms entre dígito y dígito).

		ALTAS FRECUENCIAS		
		1209	1336	1477
BAJAS FRECUENCIAS	697	1	2	3
	770	4	5	6
	852	7	8	9
	941	*	0	#

FIGURA 11.- Asignación de Frecuencias al Teclado Telefónico.

IV.4.- GENERADOR DE TONOS

Este circuito sirve para proporcionar las señales de abonado que se reciben en un teléfono común. Por medio de estas señales se le informa al abonado los distintos estados de la secuencia de una llamada.

En la figura 12 se muestra el diagrama a bloques de este dispositivo y a continuación se describen las características y funciones de cada tono:

- Tono de invitación a marcar:

Señal continua que se le envía al abonado indicando que el controlador está listo para recibir el número marcado.

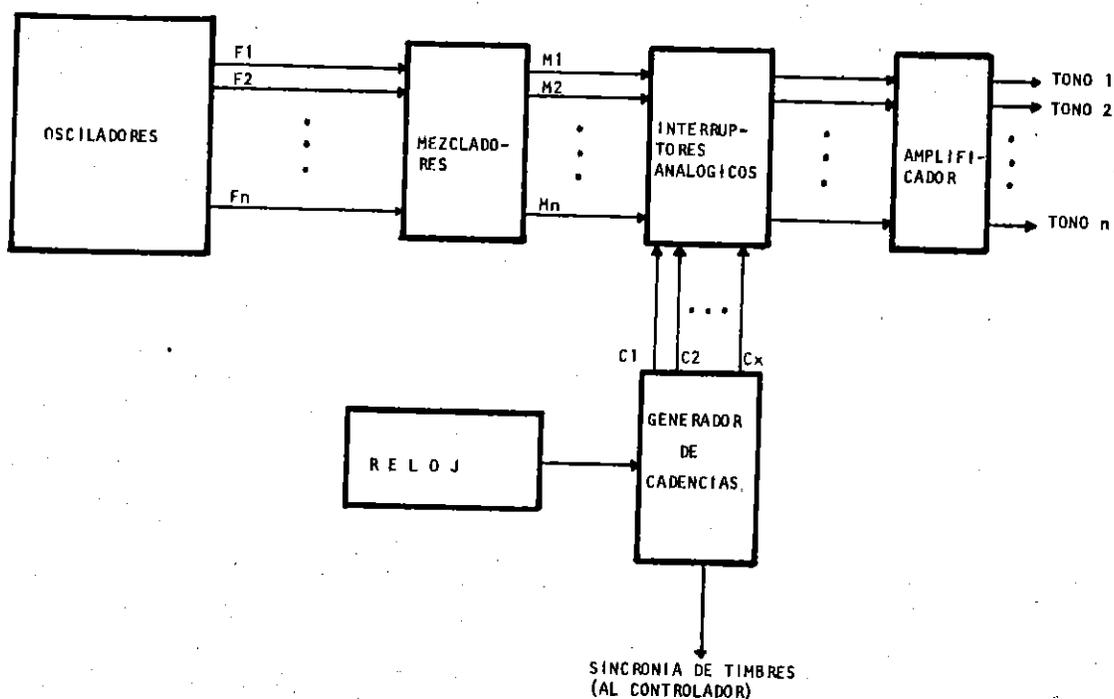


FIGURA 12.- Generador de Tonos de Señalización.

- Eco de timbre:

Por medio de esta señal se le informa al abonado A que el abonado B está libre y se le está enviando la señal de llamada.

Su cadencia es: Emisión: 1 seg.

Silencio: 3 seg.

Existen cuatro tonos de eco de timbre idénticos, pero defasados 1 segundo entre sí. El motivo de esto se explicará en la sección IV.5 correspondiente al generador de timbre.

- Tono de ocupado:

Con esta señal se le indica al abonado A que el abonado B está ocupado. Con este mismo tono se le indica al abonado B que el abonado A con el que estaba enlazado colgó.

Su cadencia es: Emisión: 0.25 seg

Silencio: 0.25 seg.

- Tono de congestión:

Con esta señal se le indica al abonado que no se le puede atender porque el sistema se encuentra

congestionado.

Su cadencia es:	Emisión:	0.125 seg.
	Silencio:	0.125 seg.

- Tono de error:

Esta señal le indica al abonado que ha cometido algún error, ya sea porque marco un número telefónico que no existe dentro del conmutador ó porque se equivocó al hacer uso de las facilidades del sistema.

Estos son los tonos básicos que debe tener un conmutador telefónico. Además de éstos se dispone de dos tonos extras para futuras aplicaciones.

En la Tabla II se muestran las características de cada tono.

Este generador también proporciona a la unidad de control las cuatro cadencias de los ecos de timbre, a partir de las cuales el controlador sincroniza la señal de timbre que recibe algún abonado B con el eco de timbre que se transmite a su correspondiente abonado A.

TABLA II
CARACTERISTICAS DE LA PLANTA DE TONOS DE SEÑALIZACION

NOMBRE	FRECUENCIA (Hz)				CADENCIA
	440	480	525	660	
INVITACION A MARCAR	X	X			Continuo
OCUPADO	X	X			0.25 s de emisión por 0.25 s de silencio
ECO DE TIMBRE			X	X	1 s de emisión por 3 s de silencio
ERROR			X	X	0.062 s de emisión por 0.062 s de silencio
CONGESTION			X	X	0.125 de emisión de 0.125 de silencio
DISPONIBLE	X	X			Tres períodos de emisión de 0.25 s de duración por tres períodos de la misma duración de silencio
DISPONIBLE	X			X	Repetición alternada de dos frecuencias, emitiéndose cada una durante 1 s, dando un período total de 2 s.

IV.5.- GENERADOR DE SEÑAL DE TIMBRE

Este circuito proporciona una señal de 90 Vrms a 25 Hertz. Su función es alimentar a la campana de todos los teléfonos conectados al conmutador. El diagrama a bloques de este circuito se muestra en la figura 13.

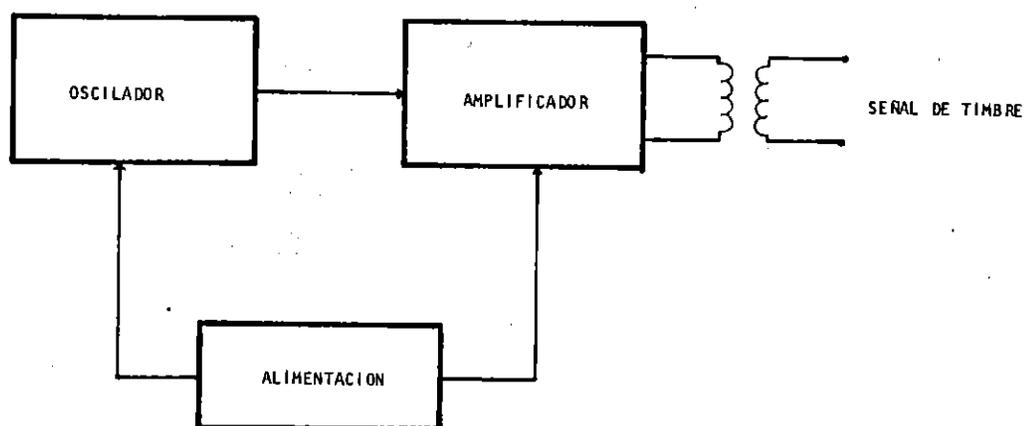


FIGURA 13.- Generador de Señal de Timbre.

Para evitar que el generador se sobrecarge, ya que existe la posibilidad teórica de que en un momento dado deba soportar la carga que representan hasta 128 teléfonos timbrando simultáneamente, se agruparon los abonados en cuatro grupos de 64 extensiones cada uno. De tal manera que

las cadencias de timbre (una para cada grupo) están defasadas 1 segundo, una con respecto a la otra, como se ilustra en el diagrama de tiempos mostrado en la figura 14. Es decir durante el primer segundo de cada periodo se habilitan las órdenes de timbre de los teléfonos que deban estar llamando dentro del primer grupo, en el siguiente segundo se habilitan los teléfonos correspondientes al grupo dos y así sucesivamente. Para evitar que algún abonado A tenga un eco del timbre defasado con respecto a la señal de timbre de su abonado B se utilizan cuatro ecos de timbre defasados 1 segundo uno con respecto al siguiente, la sincronización ecos de timbre-señal de timbre la lleva a cabo el controlador a partir de las cuatro cadencias proporcionadas por el generador de tonos.

Para ahorrar energía, parte de este circuito es desactivado cuando no hay ningún abonado timbrando. Esto se logra abriendo un relevador, el cual está bajo las órdenes del controlador.

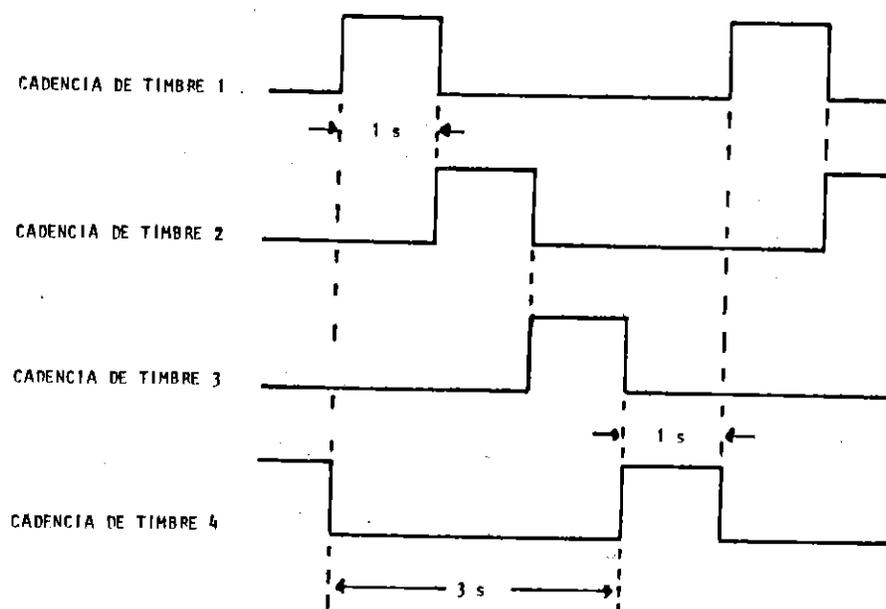


FIGURA 14.- Cadencias de Timbre.

IV.6.- PUENTE DE CONFERENCIA TRIPARTITA

Este circuito permite que se establezca una conversación simultánea entre tres extensiones tanto internas como externas (troncales) en cualquier combinación, por ejemplo dos externas con una troncal, etc. El único caso que se excluye es que tres troncales estén ocupando una conferencia tripartita, ya que se perdería el control sobre este enlace y no es la idea que un conmutador privado esté conectando líneas telefónicas que se pueden comunicar haciendo uso de la red pública.

Como se muestra en la figura 15, el puente de conferencia recibe a través de la matriz de conmutación las señales de transmisión de los tres abonados que deben ser enlazados. Cada una de estas señales es convertida a una forma analógica haciendo uso de la parte de recepción de tres CODEC's. Habiéndose realizado la conversión se suman las señales por parejas tal como se muestra en la figura 15.

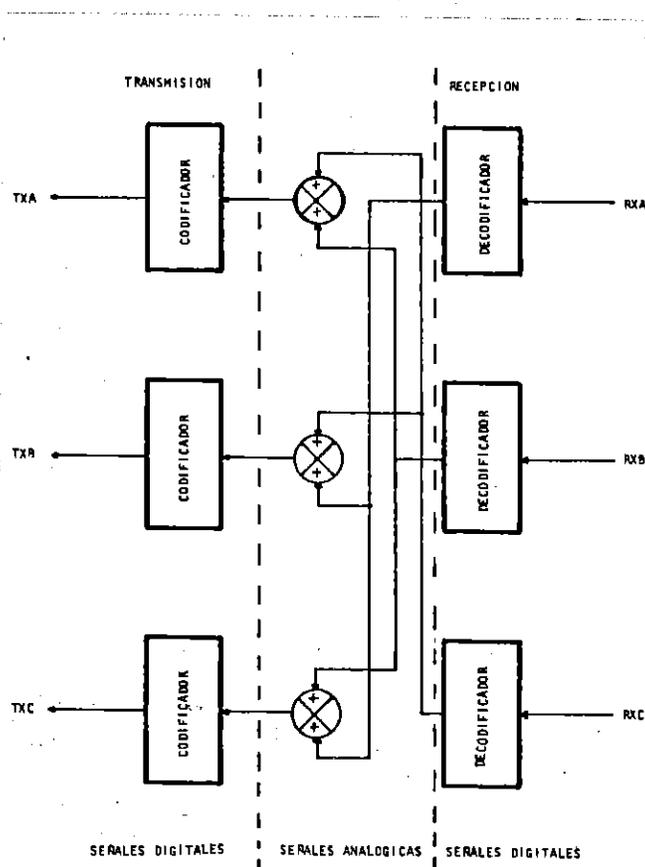


FIGURA 15.- Puente de Conferencia Tripartita.

Cada una de estas sumas representa la información generada por dos de los tres abonados, estas señales son codificadas y transmitidas por los CODEC's de tal manera que cada abonado que forma parte de la conferencia recibe la información generada por los dos restantes.

Puesto que los puentes de conferencia tripartita están limitados a un máximo de 4, en el programa de control se tomaron las medidas necesarias para que en ningún momento existan sólo 2 abonados haciendo uso de alguno de ellos.

IV.7.- MATRIZ DE CONMUTACION

Como ya se había mencionado en el capítulo III, la matriz de conmutación no es un bloque físico separado del resto del sistema sino que se encuentra en forma distribuída en cada una de las unidades de línea.

La arquitectura de la matriz, la cual se puede clasificar como una matriz espacial en tiempo compartido, se muestra en las figuras 16 y 17. La sección de transmisión de cada uno de los 6 grupos tiene asignado un canal PCM por medio del cual transmiten todos los abonados asignados a ese grupo. Estos seis canales están conectados a la sección de recepción de todas las unidades de línea, las cuales seleccionan uno de estos canales por medio de un selector;

de esta forma el selector establece un camino físico entre uno de los bloques de transmisión y la parte de recepción de una unidad de línea. Es aquí donde se realiza la parte espacial de la conmutación.

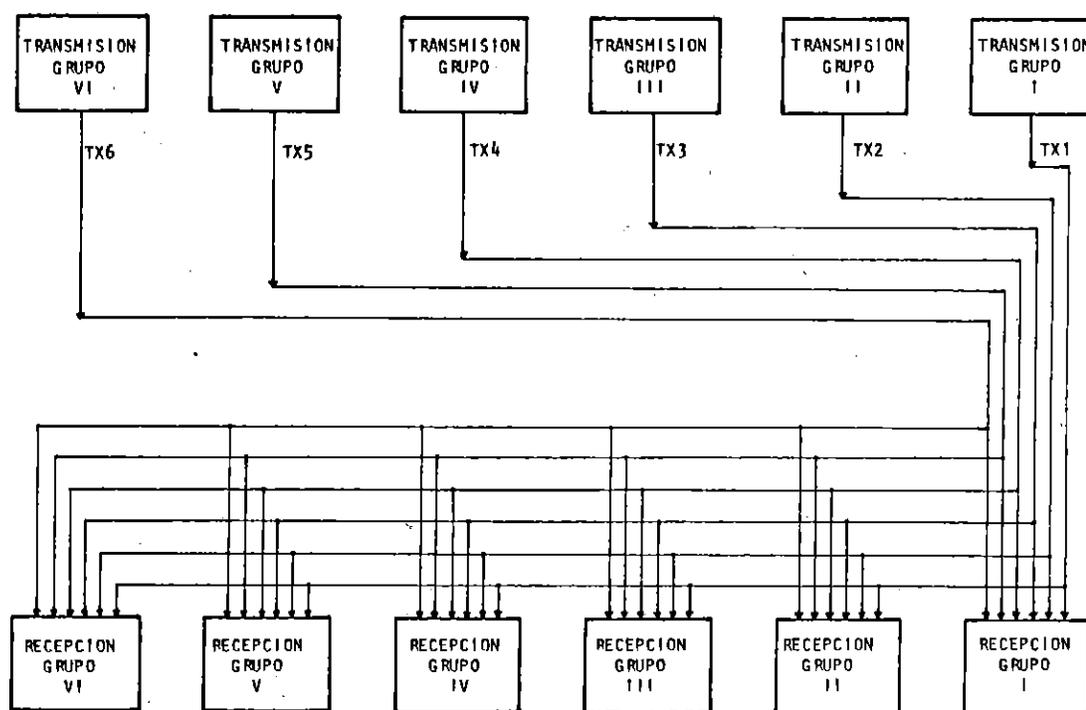


FIGURA 16.- Matriz de Conmutación.

Habiéndose establecido un camino físico entre una unidad receptora y un grupo de transmisión, el paso siguiente es comunicar esta unidad con solo un abonado dentro del grupo y esto se logra programando el TSAC de la unidad receptora para recibir en la misma ranura de tiempo en la cual está transmitiendo el abonado, con el que se desea enlazar.

Para mostrar el funcionamiento de la matriz, a continuación se describen las operaciones que se realizan para establecer dos enlaces típicos.

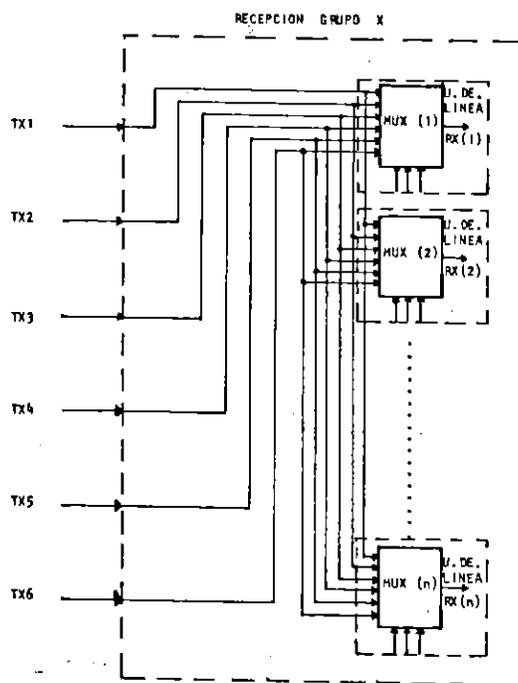


FIGURA 17.- Sección de Recepción de la Matriz de Conmutación.

(a) Conexión de un abonado con un tono de señalización:

Debido a que en el grupo de señalización el número máximo de dispositivos (unidades de señalización, conferencias tripartitas, etc.) que soporta es igual al número de ranuras del canal PCM, es posible asignar una ranura de transmisión fija a cada unidad.

Teniendo ésto en cuenta, para que un abonado reciba un tono de señalización solo basta hacer lo siguiente:

- Programar su selector para que reciba a través del canal de transmisión correspondiente al grupo de señalización.
- Programar el TSAC del abonado para que habilite al CODEC a recibir en la ranura de tiempo correspondiente al tono que debe recibir.

(b) Un abonado A con un abonado B.

En este caso hay que tener en cuenta que en los grupos de abonados hay más unidades de línea que ranuras de tiempo

disponibles, por lo cual no es posible asignar una ranura de transmisión fija para cada abonado. Las operaciones que se realizan para establecer este enlace son:

- Buscar ranura de transmisión libre en el grupo del abonado A y asignársela.
- Buscar ranura de transmisión libre en el grupo del abonado B y asignársela.
- Programar el selector del abonado B para que reciba en el canal de transmisión correspondiente al grupo del abonado A, asimismo programar el TSAC del abonado B para recibir en la ranura que le fué asignada al abonado A.
- Programar el selector del abonado A para que reciba en el canal de transmisión correspondiente al grupo del abonado B. También programar el TSAC del abonado A para recibir en la ranura que le fué asignada al abonado B.

Los TSAC's se pueden considerar como parte de la matriz

de conmutación ya que por medio de ellos se comparten en tiempo los canales PCM.

IV.8.- UNIDAD DE CONTROL

La circuitería necesaria para el controlador podemos dividirla para efectos de descripción funcional en las siguientes secciones:

- a) Generador de interrupciones periódicas ($T=10$ ms.)
- b) Interfaz de estados telefónicos.
- c) Interfaz de órdenes de timbrado.
- d) Interfaz de circuitos asignadores de ranuras de tiempo
- e) Interfaz de impulsadores decádicos.
- f) Interfaz de circuitos receptores de dígitos.
- g) Interfaz de propósitos generales.

Todas estas secciones convergen hacia una octava sección que es la tarjeta del microprocesador con memoria, circuitería de reloj y reforzadores de ductos.

Las necesidades de memoria son las siguientes:

- Memoria de Lectura/Escritura (RAM 8 K-octetos):

Se usa para almacenar variables temporales como son: los dígitos marcados, la lista de espera de semáforos, etc.

- Memoria de lectura exclusiva programable con borrado eléctrico (EEPROM 16 K-octetos):

Contiene las constantes modificables por el administrador del sistema, como son las características de acceso a la red pública para cada abonado, la tabla de números de directorio, etc.

- Memoria de lectura exclusiva programable con borrado óptico (EPROM 16 K-octetos):

Es aquí donde están almacenadas todas las subrutinas que forman el programa de control.

Actualmente estas necesidades de memoria se satisfacen con las facilidades de almacenamiento que proporciona un sistema de desarrollo para microprocesadores.

Para independizar al controlador del sistema de desarrollo se está construyendo una tarjeta que contiene el

microprocesador, el generador de pulsos de reloj, las componentes de decodificación de direcciones y los dispositivos de memoria ya mencionados.

IV.8.1.- GENERADOR DE INTERRUPCION PERIODICA.

Esta función se puede efectuar de muchas formas, sin embargo, se ha elegido el empleo de un temporizador programable compatible directamente con el microprocesador que se emplea. Ya que sólo se necesita un circuito integrado para realizar esta tarea, se propone que se monte en la misma tarjeta del microprocesador.

La interrupción se produce una vez cada 10 milisegundos. (Por las razones mencionadas en la sección de programación).

IV.8.2.- INTERFAZ DE ESTADOS TELEFONICOS.

Todas las interfaces que se mencionan a continuación (excepto la de propósitos generales) utilizan como puertos de salida cerrojos tipo D y como puertos de entrada reforzadores de tres estados siendo éstos menos costosos e igual de confiables y funcionales que los puertos paralelo programables, además de consumir menos localidades de memoria.

Por medio de esta interfaz el controlador detecta el estado (colgado/descolgado) en que se encuentra cada uno de los abonados (extensiones y troncales) que forman parte del sistema.

Los circuitos integrados utilizados como puertos contienen 8 reforzadores cada uno, de tal manera que para satisfacer las necesidades del sistema se necesitan 35 pastillas: 31 para las 248 extensiones internas más cuatro para las 32 troncales. Esta interfaz sólo requiere de 35 localidades de memoria, una para cada puerto de 8 líneas de entrada.

IV.8.3.- INTERFAZ DE ORDENES DE TIMBRADO.

Por medio de estos puertos de salida se dan las órdenes de timbrado a los abonados que lo requieran. También se están utilizando circuitos integrados que contienen 8 cerrojos cada uno de tal manera que cada pastilla se puede ver como un puerto con 8 líneas de salida. Por lo cual esta interfaz ocupa 31 localidades de memoria, ya que las troncales no necesitan órdenes de timbrado.

IV.8.4.- INTERFAZ DE CONTROL DE ASIGNADORES DE RANURAS DE TIEMPO (TSAC's).

Los TSAC's utilizados tienen la capacidad de poder agruparse en bancos de hasta 32 unidades, siendo necesarias 5 líneas de control para gobernar a cada banco, de las cuales 4 son de escritura y una de lectura.

Para controlar cada banco se utiliza un puerto de entrada y uno de salida de 8 líneas cada uno. Con esta configuración se desperdician tanto líneas de entrada como de salida, sin embargo se gana en modularidad y funcionalidad ya que de esta manera cada banco tiene un control independiente.

Son necesarios entonces 10 puertos de entrada y 10 de salida, es decir 8 bancos correspondientes a los 248 abonados, 1 banco para el grupo de señalización y uno más para las troncales.

IV.8.5.- INTERFAZ RECEPTORA DE DIGITOS (DTMF's).

Debido a que puede haber hasta 8 DTMF's, para su control se necesitan 4 puertos de 8 líneas cada uno, de los cuales 2 son de escritura y 2 son de lectura.

Cada DTMF necesita 3 líneas de control y 4 líneas de

datos. Dos de las líneas de control son de escritura y una de lectura, las líneas de datos tienen la capacidad de ponerse en un estado de alta impedancia, de tal manera que con cuatro líneas de uno de los dos puertos de lectura, basta para controlar las líneas de datos de todos los DTMF's.

IV.8.6.- INTERFAZ DE CONTROL DE LOS IMPULSADORES DECÁDICOS.

Cada impulsador necesita dos líneas de control, ambas de escritura, así como 4 líneas de datos las cuales se pueden alambrear en común para todos los impulsadores decádicos. Para el control de este ducto de datos solo se necesita un puerto de escritura de 8 líneas.

Como puede haber hasta 32 impulsadores decádicos, uno por cada troncal, y cada uno requiere dos líneas de control independientes, se necesitan entonces ocho puertos de salida con ocho líneas cada uno.

IV.8.7.- INTERFAZ DE PROPOSITOS GENERALES.

Esta interfaz contiene 4 puertos programables de 16 líneas cada uno. Cuatro de estas líneas se utilizan para leer las cadencias de los ecos de timbre proporcionadas por el generador de tonos. Una más se utiliza para cortar la alimentación del generador de timbre.

Otras líneas se utilizan como banderas que sirven para indicar en qué parte del proceso se encuentra el programa, así como para supervisar el funcionamiento del sistema.

Existen líneas que no se ocupan por el momento, pero que pueden ser útiles cuando se desee anexar otros dispositivos al sistema, por ejemplo, la consola de la operadora, etc.

Para ahorrar espacio de memoria y debido a que se puede hacer distinción entre puertos de lectura y escritura se utilizan las mismas direcciones para arribar a dos dispositivos diferentes. Esto no ocasiona problemas de posesión de ductos ya que si dos interfaces tienen la misma dirección mientras una responde a una orden de escritura la otra lo hace únicamente cuando la operación es de lectura.

IV.9.- BASE DE TIEMPOS PARA P.C.M.

Este circuito genera las señales de reloj requeridas para establecer la duración del marco PCM (125 μ s) así como la velocidad de transmisión de estos (2.048 Mbits/s), también proporciona la señal de reloj necesaria para el funcionamiento de los impulsadores decádicos, la cual debe tener una frecuencia de 16 KHz.

Las señales de reloj de 8KHz y 2.048 MHz requeridas para los canales PCM deben ser sincrónicas entre sí, la señal de 16 KHz puede tener cualquier relación de sincronía con las otras dos. Estas frecuencias se derivan de un cristal de 4.096 MHz por divisiones sucesivas de frecuencia.

IV.10.- FUENTE DE ENERGIA.

Las tensiones de alimentación necesarias para el funcionamiento del sistema son los siguientes:

- -48 V. necesarios para alimentar a los SLIC's de las unidades de línea.
- +5 V. utilizados para energizar al resto de la circuitería que forma el sistema de conmutación.
- -5 V. alimentación necesaria para los CODEC's.
- 90 Vrms a 25 Hz, empleados en la función de timbrado de los aparatos telefónicos.
- +12V y -12V alimentaciones requeridas por el generador de señal de timbre.

Estas tensiones se obtienen de un banco de baterías compuestos por 6 acumuladores convencionales de 12 V. cada uno los cuales están interconectados tal como se muestra en la figura 18.

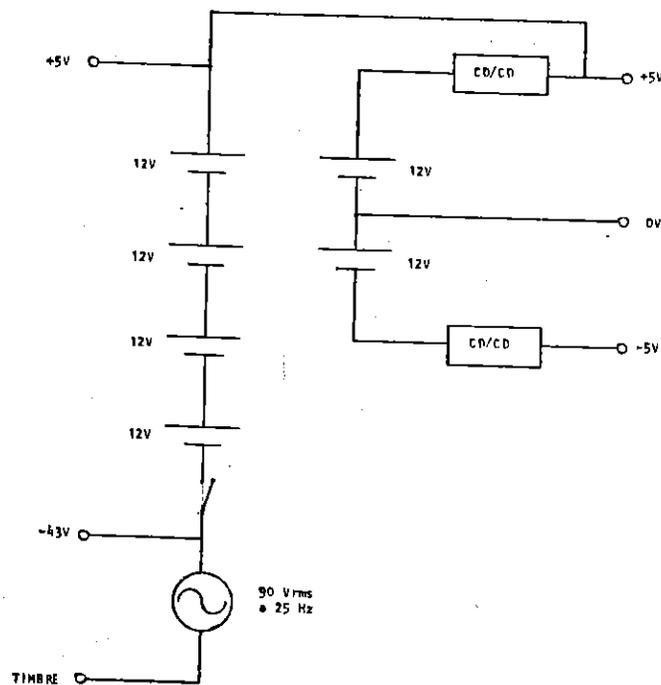


FIGURA 18.- Fuente de Energía.

V. - PROGRAMACION

Los planteamientos iniciales hechos para el desarrollo del programa dieron por resultado que se eligiera basarlo en un solo microprocesador 6809 con frecuencia de reloj de 1.0 MHz y escrito en lenguaje ensamblador, sin más limitantes que las propias del citado microprocesador en cuanto a direccionamiento de memoria. Se decidió que sólo cuando la capacidad de procesamiento así obtenida fuese insuficiente, se hablaría de aumentarla, ya fuera empleando versiones más veloces del mismo microprocesador o mediante el uso de otro(s) microprocesador(es) con la misma o mayor capacidad. El criterio que se siguió para definir los alcances que se deberían lograr, y por tanto, la "medida" de la capacidad de procesamiento necesaria, fue el de dejar establecido que el programa no debería desperdiciar o subutilizar las capacidades propias de la circuitería, con lo que habría de lograrse un conjunto de facilidades a los usuarios acorde a tales capacidades. Al respecto, en el APENDICE I se da el instructivo de uso de las facilidades disponibles.

V.1 ESTRUCTURA GENERAL DEL PROGRAMA

Para definir las prioridades de ejecución del programa, se partió de las siguientes premisas:

- Bajo ninguna circunstancia debería retrasarse hasta empalmarse el muestreo para la detección del discado y la lectura de los receptores DTMF.
- Se consideró aceptable un retardo hasta de 200 mS. para la ejecución de las tareas solicitadas para cualquier extensión o línea urbana (conexión/desconexión de tonos, establecimiento de enlaces, etc.). Sin embargo, fue posible permitir un retardo menor (hasta 100 mS.) a las funciones de detección de COLGADO/DESCOLGADO de las extensiones, y a las de CONEXION/DESCONEXION del tono de invitación a marcar.
- A la atención de los mandos de terminal de administrador se le asignó la prioridad más baja, con lo que la velocidad de respuesta a tales mandos, está en relación inversa a la carga de proceso que se tenga para las tareas de control y conmutación. Así se eliminó la necesidad de asignar un procesador adicional para la atención de dicha terminal.
- En los lineamientos marcados para el desarrollo del

presente trabajo no se estableció la inclusión de una consola de operadora, por lo que se hizo necesario que el conmutador tuviera una estructura de control tal que dicho elemento no fuera indispensable, al menos para el manejo de llamadas externas, esto es, distribuyendo en extensiones "normales" algunas de las funciones básicas que normalmente desempeña una consola. Aún así, la estructura del programa hace factible la eventual adición de tal elemento, para el que se reservó una porción de tiempo de proceso y se cuidó que el programa tuviese siempre disponible la información que suele requerirse para ese fin.

Visto lo anterior, se definió una separación de las tareas generales del programa, misma que con sus consideraciones iniciales se da a continuación:

- INICIALIZACION GENERAL AL ENCENDIDO.- En esta etapa se establecen las condiciones iniciales tanto de los dispositivos del conmutador (matriz de conmutación, interfaces, planta de señalización, puertos programables, temporizadores, etc.), como de las variables de manejo y control para el proceso por iniciar.

- PROCESO DE CONFIGURACION DE PARAMETROS DE ADMINISTRACION Y CARACTERISTICAS DE LA INSTALACION.- Este proceso, que hace su aparición después de que se ha ejecutado el de inicialización, está basado en un diálogo con el administrador del sistema, por medio de la terminal prevista para ello, y es en este punto donde se introduce la información sobre las modificaciones que haya sufrido la instalación. Este proceso es mínimo (una o dos preguntas al administrador) en caso de que la configuración se mantenga sin cambios al tiempo de encendido, ya que toda la información que este proceso maneja, se mantiene almacenada en memoria continua y ninguna otra porción del programa la altera. Denominamos "memoria continua" a la memoria de LECTURA/ESCRITURA que se mantiene respaldada para conservar su contenido aún después de apagado el sistema que la emplea.

- PROCESO TELEFONICO.- Este proceso, dadas las consideraciones de prioridad expuestas, está compuesto de tres partes básicas, siendo dos de ellas cíclicas y una dentro de otra con periodos diferentes. Tales partes son las siguientes:

- PROCESO DE ATENCION DE TELEFONOS MARCANDO.- Este proceso cíclico es el encargado del registro del discado y de la lectura de los receptores DTMF. Para el primer caso, el periodo de muestreo que se seleccionó fue de 10 mS. y para los receptores DTMF fue de 50 mS. La

pauta para estos muestreos la proporciona una señal periódica de 100 Hz. ($T = 10$ ms.), con la circuitería apropiada para ser aplicada como señal de interrupción al microprocesador. Por ser ésta la única pauta de periodicidad que se consideró como necesaria, la estructura del programa es tal que deriva los demás periodos de muestreo y vigilancia de este de 10 ms. Esto representó una tarea más para este proceso, que es la de "repartir" tiempo de proceso a las demás tareas.

Hablando en términos de la señal de interrupción, al proceso que aquí se menciona lo podremos redefinir como PROCESO NO INTERRUMPIBLE (PNI).

- PROCESO DE CONTROL Y CONMUTACION.- Este proceso, también cíclico, es el encargado de ejecutar todas las tareas de control restantes del proceso no interrumpible y las de conmutación. Dado que su periodicidad y su sincronía se derivan de la mencionada señal de 100 Hz y en virtud de los planteamientos de prioridad expuestos, este proceso es una tarea activable desde el PNI.

A este proceso, como un todo, se le asignó una periodicidad de 200 ms, con las provisiones necesarias para que las tareas relativas a la detección de COLGADO/DESCOLGADO y a la CONEXION/DESCONEXION del tono de invitación a marcar, tuviesen una periodicidad de 100 ms. Esto se logró dándoles a dichas tareas ejecución duplicada y equidistante dentro del marco de 200 ms.

En términos de la señal de interrupción, a este proceso lo denominamos PROCESO PRIORITARIO INTERRUMPIBLE (PPI) ya que está sincronizado por dicha señal, sin embargo es interrumpible (para dar paso a la ejecución del PNI) en caso de que el tiempo que consuma sea tal, que pasados 10 mS después de la interrupción que marcó su arranque, aún no concluya, lo que sería posible en condiciones de alto tráfico telefónico.

Por cuestiones de estructura y sincronía, se ha dividido este proceso en 20 partes, a cada una de las cuales se les concede atención, al darse una de cada 20 interrupciones ($T = 200$ mS.), sin perjuicio de que "invadan" tiempo de la(s) parte(s) subsecuente(s). En la Tabla III se enlistan, en el orden en que se ejecutan, las partes que conforman este proceso, así como la capacidad de atención que tiene cada una de ellas.

TABLA III
TAREAS QUE COMPONEN EL PROCESO PRIORITARIO INTERRUPTIBLE (PPI)

No.	T A R E A	ATIENDE	CAPACIDAD
1	Recepción de Dígitos de teléfonos de disco	EXTENSIONES	8
2	Recepción de dígitos de teléfonos de teclas	EXTENSIONES	8
3	Detección de cambios de estado de abonados	EXTENSIONES	248
4	Control para el tono de invitación a marcar	EXTENSIONES	16
5	Detección de cambios de estado y vigilancia de troncales	TRONCALES	32
6	Control para la activación y la desactivación del timbrado	EXTENSIONES	80
7	Actualización y aplicación de cadencias a las órdenes de timbre	EXTENSIONES	248
8	Control para el tono de Eco de Timbre	EXTENSIONES	64
9	Control para los tonos de rechazo	EXTENSIONES	248
10*	Control de inicio de retrollamadas por solicitud	EXTENSIONES	64
11	Vigilancia de retrollamadas por solicitud	EXTENSIONES	64
12	Reserva	-----	--
13	Se repite No. 3		
14	Se repite No. 4		
15*	Control para el despacho de lista de espera de troncal libre	EXTENSIONES	248
16	Vigilancia de retrollamadas por solicitud de troncal libre	EXTENSIONES	32
17	Se repite No. 7		
18	Proceso de establecimiento, vigilancia y ruptura de enlaces bidireccionales	EXTS. Y TRS. (ENLACES)	80
19	Proceso de establecimiento, vigilancia y ruptura de conferencias tripartitas	EXTS. y TRS. (ENLACES)	4
20	Reserva	-----	--

* Tareas que se autoinhiben en condiciones de alto tráfico telefónico

- PROCESO DE ATENCION DE MANDOS DE ADMINISTRACION.-

Este proceso no tiene injerencia en las funciones de control y conmutación en sí, sino que está dedicado básicamente a funciones de monitoreo y eventualmente a las de entrada y proceso de mandos del administrador. Para efectos del presente trabajo, a este proceso no se le concedió más importancia que la necesaria para definirlo en la estructura del proceso completo y dejar abierto y expuesto el procedimiento para adicionarle tareas. La ejecución de este proceso es a su vez una "tarea de fondo" del resto del proceso telefónico, por lo que su asignación de tiempo de microprocesador en un momento dado, depende de los volúmenes de tráfico telefónico que se tengan presentes. Por esto hemos redefinido a esta parte del proceso como PROCESO DE BAJA PRIORIDAD (PBP).

La figura 19 ejemplifica algunos de los casos más representativos en cuanto a consumos de tiempo por los diferentes procesos que conforman al programa y que en un momento dado están "compitiendo" para entrar a ejecución. La figura 20 muestra un diagrama de flujo general del programa completo.

De lo hasta aquí expuesto, pueden formularse algunas dudas, en especial las referentes a la capacidad de la estructura planteada para no ser sobrecargada por consumos

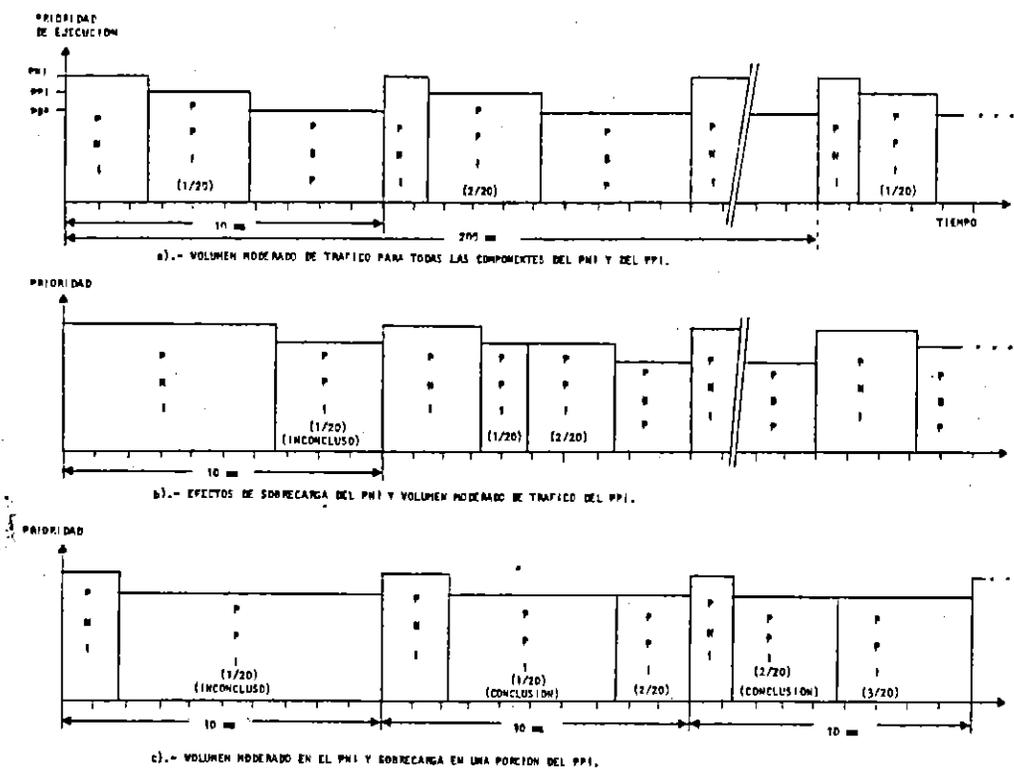


FIGURA 19.- Casos Típicos de Consumos de Tiempo por las Diferentes Partes del Programa.

de tiempo que la invaliden. Al respecto, veremos en la sección V.8 un análisis de los requerimientos de tiempo que ayudará a resolver tales dudas.

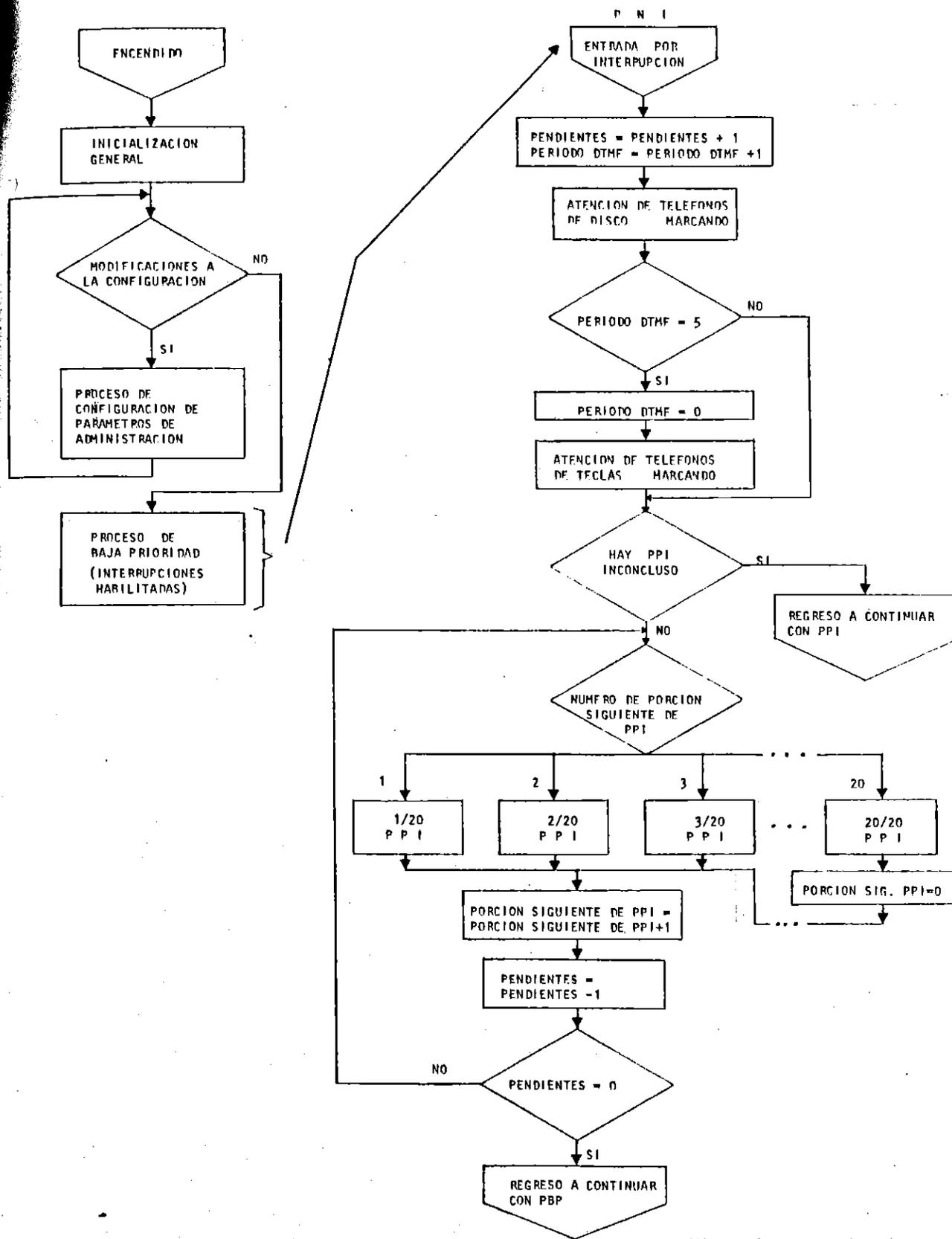


FIGURA 20.- Diagrama de Flujo General del Programa Completo.

V.2 ESTRUCTURA DE DATOS

Por lo general, el conocimiento de la estructura de los datos que se requieren para efectuar un proceso, permite lograr un mayor acercamiento a la comprensión del mismo. Aunque la definición completa de la estructura de datos del programa que nos ocupa, está dada en su listado fuente, a continuación se ofrece, como complemento, un resumen de ella.

D A T O S E N M E M O R I A V O L A T I L
(V A R I A B L E S)

C O N T E N I D O	CANTIDAD OCTETOS	OCURRENCIA
Página de variables generales (contadores aislados, máscaras, campos de transferencia y manipuleo local, banderas interproceso, almacenes temporales, etc.)	256	1
Estados Telefónicos Anteriores (de extensiones).	32	1
Estados Telefónicos Anteriores (de troncales).	8	1
Almacén de Ordenes de Timbrado	32	1
Tabla de Ranuras PCM Ocupadas	32	4
Control de Listas de Espera:		
Topes de Lista	1	20
Contadores de Elementos Intermedios Vacíos	1	20
Contadores de Totales Ocupados en Listas	1	20

c o n t i n u a c i ó n
 D A T O S E N M E M O R I A V O L A T I L
 (V A R I A B L E S)

C O N T E N I D O	CANTIDAD OCTETOS	OCURRENCIA
Listas de Espera de Semáforos:		
Invitados a Marcar	1	16
Lista auxiliar	2	16
Marcando mediante disco	1	8
Marcando mediante teclado	1	8
T i m b r a n d o	1	80
Recibiendo Eco de Timbre	1	64
2do. Argumento	1	64
Recibiendo Tono de Rechazo	1	248
2do. Argumento	1	248
Abonados A enlazados	2	80
2do. Argumento	2	80
3er. Argumento	2	80
Iniciadores de Tripartita	2	4
2do. Argumento	2	80
3er. Argumento	2	80
4to. Argumento	2	80
Solicitantes de Retrollamada	1	64
2do. Argumento	1	64
Abonados A en retrollamada	1	64
Abonados B por retrollamada	1	64
Notificados por troncal libre	1	32

c o n t i n u a c i ó n
 DATOS EN MEMORIA VOLATIL
 (VARIABLES)

C O N T E N I D O	CANTIDAD OCTETOS	OCURRENCIA
Esperando Troncal Libre	1	248
Tablas para procesar marcación por discado.	26	8
Tablas para procesar marcación por impulsación multifrecuencial	24	8
Variables para Extensiones y Troncales:		
Banderas	1	288
Abonado Correspondiente	1	288
Lapso en un Estado	1	288
Nodo Asignado	1	288
Alias de extensión/Amo de troncal	1	288
Manejo de Impulsadores Decádicos	18	32
Copia de Líneas de Control de I.D's.	8	1
Mensajes con Variables	30-60	4
Recepción de Mensajes de Teclado	60	1
Pila del Sistema	>512	1

D A T O S E N M E M O R I A C O N T I N U A
(CONSTANTES MODIFICABLES)

C O N T E N I D O	CANTIDAD OCTETOS	OCURRENCIA
Máximo de Teléfonos de Disco Marcando Simultáneamente	1	1
Cantidad de Receptores DTMF Instalados	1	1
Cantidad de Troncales Disponibles	1	1
Cantidad de Conferencias Tripartitas Disponibles	1	1
Máximo de Abonados Esperando Troncal Libre	1	1
No. de Dígitos Para Llamada Local	1	1
No. de Dígitos Para LADA Nacional	1	1
No. de Dígitos Para LADA Internacional	1	1
Tipo de Proceso Para Primer "CERO" (Según tipo de central)	2	1
Vías LADA permitidas a las extensiones con categoría "Semirrestringida en Area Nacional"	1	10
Número de Directorio (para extensiones)	2	248
Constantes de Abonado:		
Características y Atributos	1	248
Accesos Externos Permitidos	1	248
Grupos de Intercepción	1	248

c o n t i n u a c i ó n
 D A T O S E N M E M O R I A C O N T I N U A
 (CONSTANTES MODIFICABLES)

C O N T E N I D O	CANTIDAD OCTETOS	OCURRENCIA
Grupos Comunes de Contestación de Llamadas (máximo de 10 integrantes por grupo, y es el último grupo el que contesta como operadora y atiende llamadas externas).	10	9
Directorio Personal Interno del Sistema (almacén para 10 números internos).	10	248
Directorio Personal Interno del Usuario (almacén para 10 números internos).	10	248
Directorio Personal Externo (almacén para 10 números locales por cada extensión).	40	248

D A T O S E N M E M O R I A F I J A
(CONSTANTES RESIDENTES)

C O N T E N I D O	CANTIDAD OCTETOS	OCURRENCIA
Definición de la planta de S e ñ a l i z a c i ó n	128	1
Tablero de despacho de los procesos que forman al PPI	40	1
Constantes para el Manejo de Listas de Espera:		
(LIMTAS) Longitudes de Listas	1	20
(NUMLPS) Listas por Semáforo	1	20
(ANCHOL) "Ancho" de Listas (8 ó 16 bits)	1	20
(AOLESE) Dirección deInicio de la Lista	2	20
(ASPESE) Dirección de Inicio delProceso Específico ParaCada Lista	2	20
Tableros de Apuntadores a Subprogramas de Atención de M a n d o s Enviados Desde Teléfonos de Tonos :		
Para mandos iniciados con "*"	2	12
Para mandos iniciados con "#"	2	12
Tablas de máscaras fijas	xxx	xxx
Mensajes a Terminal	xxx	xxx

V.3 PROCESO DE INICIALIZACION AL ENCENDIDO

Las tareas de este proceso se ejecutan en forma secuencial y las podemos resumir como se indica a continuación:

- Acondicionamiento de los registros del microprocesador para ambientarlo en el proceso por ejecutar.
- Inicialización de la memoria volátil.
- Inicialización y preparación de los dispositivos programables.
- Inicialización de todas las líneas de control salientes hacia dispositivos y elementos controlados desde el microprocesador.
- Inicialización de la matriz de conmutación y reporte de los elementos de conmutación faltantes (o con falla) de la planta de señalización. Cabe señalar que en esta etapa se hace la inicialización de todos los elementos de conmutación posibles: 248 extensiones, 32 troncales y el grupo de señalización, pero solo se reporta la eventual falta de respuesta dentro de este último. Esta inicialización toma de la terminal del administrador el número de intentos de programación individual a cada dispositivo que se harán antes de considerarlo faltante (o fallando) por falta de respuesta. Esto, según hemos comprobado, facilita el

- análisis y discernimiento de problemas de carácter intermitente o permanente en la matriz de conmutación.
- Puesta en bajo consumo de energía de todos los elementos que al encendido deben estar en reposo (unidades de línea, generador de timbre) y puesta en marcha del grupo de señalización.

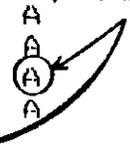
A continuación se muestra la versión reducida del juego de mensajes a terminal que normalmente genera esta parte del proceso.

```

Cuantos Intentos por TSAC .... ??? (01 a 99) .> 01
NO RESPONDE EL TSAC 02 DEL GRUPO A
NO RESPONDE EL TSAC 02 DEL GRUPO A
NO RESPONDE EL TSAC 03 DEL GRUPO A
NO RESPONDE EL TSAC 03 DEL GRUPO A
NO RESPONDE EL TSAC 04 DEL GRUPO A
NO RESPONDE EL TSAC 04 DEL GRUPO A
NO RESPONDE EL TSAC 05 DEL GRUPO A
NO RESPONDE EL TSAC 05 DEL GRUPO A

```

HEXADECIMAL



V.4 PROCESO DE CONFIGURACION DE PARAMETROS DE ADMINISTRACION

Puesto que este proceso está basado en un diálogo con el administrador del sistema, nos enfrentamos a la situación de que existen infinidad de variantes para dicho diálogo, lo que por lo general trae aparejado el señalamiento de deficiencias para la opción que se tome, sin perjuicio de que el hecho de mejorarlas, a su vez dé por resultado la aparición de nuevas deficiencias, y así sucesivamente hasta caer muy posiblemente en un círculo vicioso. Lo anterior no invalida la justeza y acierto de los señalamientos bien fundamentados que se hagan a los resultados y procedimientos aquí logrados, mismos que, en virtud de la naturaleza del problema, son incompletos. Sin embargo, se trató de dar la mayor cobertura al procedimiento de configuración, mismo que aquí se ilustra con los mensajes que emite y las respuestas con que va avanzando el diálogo.

Primeramente tenemos que este proceso requiere para iniciarse, de un "arranque" externo por parte del administrador:

CONFIGURAMOS ??? (SI o NO) .> SI

En caso de ser "NO" la respuesta a la primer pregunta, se da por configurado el sistema y será la información almacenada de antemano en la memoria continúa la que emplee el proceso de control y conmutación (que está por iniciarse)

como datos propios de la instalación.

El primer paso que se da, una vez iniciada la configuración, es ofrecer la alternativa de asignar o no a todas las extensiones un valor de omisión para todos sus parámetros en memoria continua (características y atributos, accesos permitidos, grupos de intercepción, y número de directorio):

```
Configuras por primera vez ... ??? (SI o NO) .> SI
```

Si se responde "NO", no se hará la carga de valores de omisión, lo que presupone que se tiene información previamente almacenada para todas las extensiones, misma que se desea respetar para modificarla sólo por excepción, es decir, se pretenden modificar los parámetros de pocas o ninguna extensiones.

La respuesta afirmativa provoca la asignación de un patrón uniforme y de selección arbitraria, en nuestro caso, para los parámetros de las extensiones (dicho patrón forma parte del programa y no es modificable por el usuario) y de un número de directorio progresivo que inicia con el número 100. Dicho patrón hace que se declaren como teléfonos de teclas las primeras 32 extensiones, con categoría de semirrestringidas en area nacional y con atributos de inicio de conferencia tripartita y reservación de troncales, además de incluírles el grupo de "operadoras" como grupo de

intercepción. A las extensiones restantes se les declara desactivadas. Este patrón está pensado para que se defina por el usuario al momento de adquirir su sistema y se le entregue grabado en memoria fija (junto con el resto del programa), para tener así siempre y con poco esfuerzo para el administrador, una referencia útil de configuración de la cual se pueda echar mano. Este patrón incluye el plan de numeración para las tablas de directorio interno del sistema, el cual no es modificable por los usuarios. Actualmente y también en forma arbitraria, tales directorios se forman agrupando las extensiones de 10 en 10 en forma progresiva, para que sus marcaciones abreviadas internas del sistema tengan un uso, en este caso el de enlazar grupos de 10. La excepción al agrupamiento está en que cuando algún usuario marque el número con el cuál es llamado por los demás miembros del grupo, la llamada se dirige hacia una extensión preestablecida con funciones de operadora (en nuestro caso la indicada con el número 100 de directorio).

Independientemente de si se trató de configuración de primera vez o no, se procede a continuación con una sección que denominamos "de preguntas obligadas", que darán al programa la información básica referente a la instalación:

Cuantos receptores DTMF tienes .??	(0 a 8)	.>	2
Cuantas troncales tienes ???	(00 a 32)	.>	01
Cuantas tripartitas tienes ???	(4 max.)	.>	1
Cuantos digitos de llamada local ?	(1 a 8)	.>	5
Cuantos para LADA nacional ???	(01 a 12)	.>	10
Cuantos para LADA internacional . ?	(01 a 14)	.>	11
Central TELNOR (0) o TELMEX (1) . ?	(0 o 1)	.>	0

Aunque se hace una validación de la entrada de información y se hace la comprobación de la certeza de los datos comprobables, éste proceso no está pensado para que se haga mal uso de él; y es, en la mayoría de los casos, responsabilidad del administrador la verosimilitud y consistencia de la información que introduzca.

Finalmente, se presenta la alternativa de configurar una a una y en cualquier orden las extensiones, dándoles los atributos, características y accesos que les correspondan:

```

Num. abonado ??? (000 a 247, otra cosa, FIN) .> 001
Num. directorio ? (3 digs. sin empezar 0 o 9) .> 101
Octeto de Características (CEROS o UNOS) ??? .> 11110000
Octeto de A c c e s o s (CEROS o UNOS) ??? .> 10000001
Octeto de C l u b e s (CEROS o UNOS) ??? .> 00101010
En que Grupo Comun? (2 a 0, con 1 díges FIN) .> 2
En que Grupo Comun? (2 a 0, con 1 díges FIN) .> 1
Terminamos con esta extension .....

```

```

Num. abonado ??? (000 a 247, otra cosa, FIN) .> 000
Num. directorio ? (3 digs. sin empezar 0 o 9) .> 100
Octeto de Características (CEROS o UNOS) ??? .> 11110000
Octeto de A c c e s o s (CEROS o UNOS) ??? .> 10111000
Octeto de C l u b e s (CEROS o UNOS) ??? .> 00101010
En que Grupo Comun? (2 a 0, con 1 díges FIN) .> 0
En que Grupo Comun? (2 a 0, con 1 díges FIN) .> 9
En que Grupo Comun? (2 a 0, con 1 díges FIN) .> 8
En que Grupo Comun? (2 a 0, con 1 díges FIN) .> 1
Terminamos con esta extension .....

```

```

Num. abonado ??? (000 a 247, otra cosa, FIN) .> 003
Num. directorio ? (3 digs. sin empezar 0 o 9) .> 103
Octeto de Características (CEROS o UNOS) ??? .> 11110000
Octeto de A c c e s o s (CEROS o UNOS) ??? .> 10000000
Octeto de C l u b e s (CEROS o UNOS) ??? .> 00101010
En que Grupo Comun? (2 a 0, con 1 díges FIN) .> 2
En que Grupo Comun? (2 a 0, con 1 díges FIN) .> 1
Terminamos con esta extension .....

```

```

Num. abonado ??? (000 a 247, otra cosa, FIN) .> 002
Num. directorio ? (3 digs. sin empezar 0 o 9) .> 102
Octeto de Características (CEROS o UNOS) ??? .> 11110000
Octeto de A c c e s o s (CEROS o UNOS) ??? .> 10000000
Octeto de C l u b e s (CEROS o UNOS) ??? .> 00101010
En que Grupo Comun? (2 a 0, con 1 díges FIN) .> 2
En que Grupo Comun? (2 a 0, con 1 díges FIN) .> 1
Terminamos con esta extension .....

```

Num. abonado ??? (000 a 247, otra cosa, FIN) .> 004
 NO RESPONDE EL TSAC 04 DEL GRUPO 0
 No le trabaja su TSAC. INSISTES ?? (SI o NO) .> SI
 Num. directorio ? (3 digs. sin empezar 0 o 9) .> 400
 Octeto de Caracteristicas (CEROS o UNOS) ??? .> 00000000
 Octeto de A c c e s o s (CEROS o UNOS) ??? .> 11111111
 Octeto de C l u b e s (CEROS o UNOS) ??? .> 00000000
 En que Grupo Comun? (2 a 0, con 1 dices FIN) .> 9
 Terminamos con esta extensión

Num. abonado ??? (000 a 247, otra cosa, FIN) .> 500

Para los casos en que el diálogo no es autoexplicativo, por ejemplo para las entradas de constantes en binario, se remite al lector al APENDICE II donde se dá el significado de las componentes binarias de dichas constantes.

El término de este proceso será dado por el administrador, con lo cual se dará paso a la ejecución del proceso de control y conmutación.

V.5 PROCESO DE BAJA PRIORIDAD (PBP)

Como ya se dijo en la sección V.1, lo que se ha hecho para este proceso es mínimo, ya que en rigor, sólo se ha definido su presencia, haciendo que su única tarea consista en encender y apagar alternadamente un indicador luminoso. Desde el punto de vista estricto de conmutación, este proceso tiene poco por hacer, sin embargo se consideró conveniente definirlo para dejar abierto un potencial atractivo al eventual usuario, ya que éste se considera el punto adecuado dentro de la estructura general del programa, para efectuar las tareas de monitoreo, tarifación y eventualmente, la ejecución en tiempo real de las funciones de configuración para hacerlas interactivas con el proceso de control y conmutación.

Si bien la selección de funciones y formatos para el proceso de configuración, fué tarea delicada y según vimos, incompleta, su carácter de imprescindible la hizo impostergable. No es el caso de este proceso que, por tener una gran cantidad de alternativas y no ser una pieza "clave", se deja en espera de una definición concreta y particularmente útil.

V.6 PROCESO NO INTERRUMPIBLE (PNI)

A lo ya expuesto en la sección V.1 sobre este proceso, donde vimos la forma con que cumple con su tarea de ir despachando la ejecución del PPI, agregaremos algunos datos referentes a sus otras funciones.

V.6.1 ATENCION DE TELEFONOS DE DISCO MARCANDO

Como puede verse en la sección V.2, a cada elemento que se tenga en la lista de espera del proceso allí denominado como "MARCANDO MEDIANTE DISCO" (que de acuerdo a la tabla III, es la porción 1/20 del PPI), corresponde una tabla para procesar marcación por discado. El mecanismo que se sigue para que una extensión ingrese a dicha lista, corre a cargo de las secciones 3(13)/20 y 4(14)/20 del PPI.

Una vez que este proceso detecta la existencia de un elemento en la lista de espera mencionada, apunta a la tabla para procesar marcación por discado que corresponda, y allí se van acumulando los resultados de sus exploraciones a la línea de estado telefónico del elemento en cuestión. Dichos resultados no pueden ser otra cosa que dígitos recibidos o detección de condiciones inválidas de discado. En este último caso, el proceso inhibe la atención subsecuente, hasta que el proceso de lista entre a ejecución y lo detecte, con lo que descargará al elemento que falló en su discado para ponerlo en el proceso que corresponda a la falla registrada (por ejemplo, solicitar tono de error).

Cuando se trata de dígitos recibidos, éstos se van acumulando en el almacén provisto para ellos en la tabla citada (con capacidad para almacenar 14 dígitos), afectándose también los contadores que irán indicando al proceso de lista, que se tienen reportadas novedades sobre el discado. Cuando el proceso de lista detecte que ha recibido el dígito que debe ser el último, descargará el elemento del lugar que ocupa en su lista, con lo que ahora nuestra tarea en PNI estará informada que no tiene nada que hacer para esa localidad en lista. Aunque el proceso de lista, que se ejecuta desde el PPI, pudiera retrasarse indefinidamente, la recepción de dígitos propiamente dicha, por ser parte del PNI, no se atrasa; y en virtud de la autonomía que tiene para el almacenamiento de información, ésta no se pierde.

Con esto, hemos visto una peculiaridad de la relación de esta parte del programa con su correspondiente en el PPI, consistente en que, si bien tenemos aquí una categoría de prioridad alta, misma que puede provocar que la parte en PPI se retrase, es desde el mismo PPI donde se carga y descarga de trabajo a este proceso.

V.6.2 ATENCION DE TELEFONOS DE TECLAS MARCANDO

Primeramente, diremos que no se consideran teléfonos de teclas a los que a pesar de tener un teclado, envían su marcación por impulsación decádica.

Aparte de que este proceso, como ya se dijo, se ejecuta una vez cada 50 mS y no cada 10 mS como el referente a los teléfonos de disco marcando, ambos procesos guardan una gran similitud entre sí, y las diferencias estriban en que el proceso de lista que aquí se tiene asociado es el 2/20 del PPI (Marcando mediante teclas, según sección V.2), el cual, a su vez tiene asociados, por cada elemento en lista, un receptor DTMF preestablecido y una tabla para procesar la recepción de dígitos por impulsación multifrecuencial (DTMF por sus siglas en inglés). Este proceso lee en el receptor DTMF la información referente a la marcación que se esté haciendo desde el teléfono en cuestión; información que se va acumulando en la tabla correspondiente. Es mediante esta tabla como este proceso se liga y comunica con su proceso de lista, de la misma manera que para el caso del discado. Una peculiaridad de este proceso es que, excepto el primer dígito que se reporta tan pronto lo detecta el receptor DTMF (40 mS de presencia continua de tono dual válido), los dígitos se reportan como recibidos una vez que ha concluido la presencia del tono que causó la detección. La excepción con el primer dígito se hace con el fin de que al estar éste registrado tan pronto se detecte, se tenga a partir de ese momento, el

indicativo necesario para la desconexión del tono de invitación a marcar, cuyo proceso asociado según vimos, se ejecuta una vez cada 100 mS. Así, la tecla que se oprimió para marcar el primer dígito puede continuar oprimida, pero la orden de desconexión del tono mencionado ya está dada y posiblemente cumplida. El manejo que se hace con los dígitos subsecuentes, es con el fin de que las acciones de conmutación que se deriven de la marcación recibida, se efectúen una vez que se ha soltado la tecla, con lo que se evita una situación inconveniente, que consiste en hacer enlaces con teléfonos que aún tengan oprimida una tecla, lo cual aparte de ser molesto para las personas que los atiendan, no está permitido por las normas para los enlaces con líneas urbanas.

V.7 PROCESO PRIORITARIO INTERRUMPIBLE (PPI)

Es aquí donde se realizan, o al menos se desencadenan, todas las acciones de control y conmutación, además de ser este el proceso encargado de la modificación de todas las variables que le darían sentido a un monitoreo desde el PBP.

Dado que las partes 1, 2, 4(14), 6, 8, 9, 10, 11, 16, 18 y 19 de este proceso, es decir 12 de las 20 que lo componen (2 de las cuales están "vacías", según se aprecia en la tabla III), hacen uso de la técnica de manejo de listas de espera, que nosotros denominamos SEMAFOROS (Salcido, L/Sánchez, J, 1981; Valerdi, et al, 1984, p 68-70) se considera oportuno hacer algunas consideraciones básicas adicionales sobre tal técnica, acerca de las características propias de la estructura en sí:

- Los elementos de una lista, entran a ella por una decisión externa al proceso asociado a esa lista, pero es ese proceso el responsable de decidir cuándo es el momento preciso en que dicho elemento ha de salir de ella, sin ser esto último una regla inflexible.
- En general, la secuencia común de proceso para un elemento, suele ser la siguiente:
 - a).- Previgilancia
 - b).- Acción Principal
 - c).- Vigilancia (+ acción secundaria)

d).- Acción final (que siempre concluye con la expulsión del elemento de la lista de espera)

Usualmente, la estancia en el punto "c", es la de duración más prolongada.

- La posición relativa que guardan los elementos dentro de la lista, es siempre la misma durante toda su estancia en ella.
- La estructura no impone dependencia entre dos o más elementos de la misma lista. Tampoco impone limitaciones a la cantidad de listas diferentes que pueda ocupar un mismo elemento; esto último depende del proceso específico asociado a cada lista. Desde luego, tampoco existe inconveniente en que un elemento dado, aparte de hallarse en proceso(s) de lista de espera, esté también en otro tipo de proceso(s) que no sean por lista de espera.
- No hay restricciones en cuanto a la cantidad de argumentos que acompañen al elemento principal, siempre y cuando se tenga previsto el acomodo consecuente de tales argumentos, para que no interfieran o sean interferidos por los de otros elementos. También es válido para el proceso específico de cada lista de espera con lista(s) de argumento(s), decidir los traslados e intercambios del tipo Elemento Principal-Argumento
- Las mismas variables de control de lista son las que, vistas desde el exterior, notifican sobre la capacidad de la lista para aceptar más elementos.

Para nuestro programa, se definió la estructura de datos y se hicieron las subrutinas necesarias para manejar las listas con las siguientes características:

- Se hace uso de una sola subrutina de proceso de listas de espera con un solo argumento, indicativo de la lista por procesar, siendo características propias de cada lista lo siguiente:
 - Longitud
 - Número de listas de argumentos
 - Elementos y argumentos de 8 ó 16 bits
 - Dirección de inicio de la lista
 - Dirección de inicio del subprograma de proceso específico

Como complemento, se hace uso de una sola subrutina para poner los elementos, con sus eventuales argumentos, en cualquiera de las listas de espera, para lo cual se requiere proporcionarle el elemento y los argumentos por cargar así como el número de lista de que se trate. Esta, a su vez, responde si la carga fue o no exitosa, informando en el primer caso, sobre la posición relativa ocupada dentro de la lista.

- El tamaño de cada lista se definió siguiendo el criterio de que éstas deberían de aceptar la cantidad de

elementos que fuese capaz de atender sin limitaciones impuestas por circuitería. De hecho, en los casos de procesos por lista de espera no limitados por circuitería, se asignaron tamaños arbitrarios, cuidando sólo de no extenderse alegremente para evitar una degradación a las demás tareas. Sólo en estos casos sería posible tener problemas por listas llenas al momento de carga, por lo que es útil el reporte de falla de la mencionada subrutina de cargado.

- Las características de cada lista, pueden modificarse si eso resultase necesario, para lo cual, sólo se requiere cambiar en el tablero correspondiente, el elemento que corresponda a la lista en cuestión, y reservar las localidades adicionales de memoria volátil que correspondan si la modificación es una ampliación a las capacidades de la lista. Además, aunque los requerimientos para el presente trabajo se satisficieron concretando, entre otras cosas, los 12 procesos por semáforo ya mencionados, se definieron los tableros de características (véanse LIMTAS, NUMLPS, ANCHOL, AOLESE y ASPESE en la sección V.2) con capacidad para 8 procesos adicionales de este tipo, sin perjuicio de que tales tableros puedan ampliarse hasta donde sea razonablemente necesario.

Por otro lado, se considera pertinente señalar que son muy pocas las variantes que pueden darse a la posición relativa que guardan entre sí las 20 porciones (o "ranuras") del PPI, debido a que el orden que guardan es importante para su buen desempeño, ya que aparte de la evidente pérdida de simetría que pudiera darse para las componentes duplicadas, es necesario, aunque parezca contradictorio, que la porción 3(13) se ejecute DESPUES de la 1 (referida la numeración a la tabla III), pero antes de las porciones 4, 6, 8, 9 y 10, además de la conveniencia de que dicha porción y la 4(14) sean "vecinas" y en ese orden.

También es clave que la porción 18, no se ejecute antes de la mayoría de sus predecesoras (en particular las marcadas con los números 4, 6, 8, 9 10 y 15), y que la porción 19 sea ejecutada precisamente después de la 18.

Lo anterior no obedece sólo a criterios de optimización de la velocidad de respuesta hacia los usuarios, misma que se logra encadenando los procesos en forma acorde a la secuencia de hechos usual en el empleo de un conmutador, sino también a que, en el caso de que un elemento bajo control (extensión o troncal) esté en más de un proceso a la vez (lo que ocurre en la mayoría de los casos), es precisamente el orden de ejecución el que permite el discernimiento correcto entre dos o más acciones mutuamente excluyentes para una misma

condición. Como ejemplo de esto, supongamos que hay algún proceso que espera a que la extensión se encuentre sin tono de señalización alguno para tomar la decisión de enlazarlo, pero puede haber otro proceso que espere lo mismo para aplicarle una señalización diferente. La mención de todas las posibilidades semejantes sería laberíntica, por lo que sólo agregaremos que el orden presentado, que resultó de un proceso de análisis que se pretendió fuera completo, tuvo que ser afinado durante la etapa de depuración y pruebas de funcionamiento, en la que resultó más directo lograr, in situ, una larga colección de alternativas de operación y probar sus efectos.

Las porciones del PPI marcadas con los números 12 y 20 están de reserva, esperando se les defina algún proceso que las emplee, siendo la sugerencia al respecto y una vez hechas las consideraciones de compatibilidad con el resto del programa, que sea el proceso de control para los canales de voiceo el que ocupe la primer porción disponible y la segunda se destine al proceso de intercambio de mandos e información con la consola de operadora.

Finalmente agregaremos que la capacidad de crecimiento del PPI, si bien no es indefinida, en virtud de que se podría exceder el límite de tiempo de que dispone, tampoco está restringida a esas dos ranuras libres (12 y 20), sino que

podemos tener más de un proceso por ranura (sacrificando únicamente la relativa sincronía que se logra al tener uno solo), por no hablar de la alternativa de extender la cantidad de ranuras (y por tanto la periodicidad del PPI como un todo).

V.7.1 DETECCION DE CAMBIOS DE ESTADO DE ABONADOS

Este proceso, que se ejecuta una vez cada 100 ms, es la "puerta de entrada" a cualquier proceso que tenga qué ver con extensiones activas.

Su misión es detectar los cambios en la línea de estado telefónico y mantener informados a todos los procesos acerca del estado que presenta tal línea (COLGADO o DESCOLGADO), mediante la bandera asignada para tal efecto a cada extensión.

Su estructura y muchos de sus detalles fueron tomados de lo ya hecho en otros trabajos en el C I C E S E (Salcido, 1980, p 25, 38-39 y Valerdi et al, 1984, p 66,67).

Procesos que desencadena:

- 4/20 (Control para el tono de inv. a marcar).- Si descuelga un abonado que no esté señalado como abonado B, para el que hay capacidad de recibirle dígitos y de

conmutarlo bidireccionalmente; siempre y cuando no se trate del final de un mando de horquilla (MDH) que por su duración inferior a 200 mS (o por un atraso del PPI), no haya registrado en su inicio el proceso 19/20 (la notación xx/20 hace referencia específica a porciones del PPI tal y como están numeradas en la tabla III).

- 9/20, con argumento para tono de congestión si descuelga un abonado que no sea abonado B y para el que no hay capacidad en ese momento de recibirle dígitos o de conmutarlo bidireccionalmente.

Los cambios de estado de abonados B, las transiciones DESCOLGADO-COLGADO en general y las transiciones COLGADO-DESCOLGADO que representen un MDH no registrado en su inicio, no tienen mayor consecuencia que la de resultar afectada la bandera que indica el estado telefónico de la extensión.

Las transiciones en la referida línea de las extensiones que estén marcando mediante disco, o que no estén definidas como instaladas no afectan ninguna variable ni generan proceso alguno.

V.7.2 CONTROL PARA EL TONO DE INVITACION A MARCAR

Este proceso, que se despacha en lista de espera de semáforo (abreviaremos como "proceso DELEPS"), tiene la secuencia que a continuación se indica:

- a).- PREVIGILANCIA.- Que el abonado no tenga puesta alguna otra señalización y se mantenga descolgado.
- b).- ACCION PRINCIPAL.-
 - Conectar tono de invitación a marcar.
 - Asignar el recurso de recepción de dígitos, mediante puesta en lista de espera del proceso 1/20 ó 2/20, según sea teléfono de disco o teclas e inicialización de la tabla de proceso de recepción asignada y del receptor DTMF en su caso.
 - Poner en marcha la temporización para la recepción de los primeros DOS dígitos.
- c).- VIGILANCIA.- Que el abonado empiece a marcar o cuelgue o que el proceso 1/20 ó 2/20 notifique agotamiento de tiempo de espera para marcar los primeros dos dígitos.
- d).- ACCION FINAL.- Desconexión del tono de inv. a marcar, sin afectar el indicativo de señalización para ese abonado.

V.7.3 RECEPCION DE DIGITOS DE TELEFONOS DE DISCO

Sería muy extensa la descripción detallada de este proceso, ya que es el responsable de la observancia del plan de numeración (que se detalla en el Apéndice II), con todas las variantes del mismo y las que se introducen por condiciones de error e intentos de mal uso.

Para nuestro propósito de dar una descripción del conjunto y no de los detalles, daremos la secuencia resumida de este proceso, que también es proceso DELEPS:

- a).- PREVIGILANCIA.- Se asegura de que el abonado: marque sin errores los dos primeros dígitos, no consuma todo el tiempo asignado para marcarlos y no cuelgue.
- b).- PRIMERA ACCION (no se considera "principal").- Asignación del proceso interno de entrada a los dígitos subsecuentes y los ya recibidos.
- c).- VIGILANCIA.- Se asegura de que el abonado continúe marcando los números restantes (si los hay), sin exceder límite de pausa interdigital, sin colgar y sin cometer errores. Como acción secundaria, se toma tiempo de pausa interdigital y se hace el proceso individual que cada dígito recibido requiera, por ejemplo, extraerlo si puede salir,

hacia el impulsador decádico de troncal si los dos primeros dígitos fueron "01" (y la extensión tiene la categoría para hacerlo).

d).- ACCION FINAL.- Solicitar el o los procesos que correspondan a la conclusión exitosa de la marcación (por ejemplo el 6/20 al abonado solicitado y encontrado libre - abonado B - y 8/20 al que lo llama - abonado A -, para la mayoría de las llamadas internas, y 18/20 tratándose de enlaces con troncal) o, en su defecto, la puesta en proceso 9/20 con el argumento que corresponda (ocupado, error, congestión) y liberación de la troncal asignada en su caso. En todos los casos, se libera la atención de discado en el PNI para el abonado en cuestión.

V.7.4 RECEPCION DE DIGITOS DE TELEFONOS DE TONOS

Este proceso es muy similar al anterior, sólo que además incluye la identificación y proceso para los mandos que se inician con "*" o "#". Como ya se mencionó en la sección V.6.2, aquí tenemos un proceso aparejado en el PNI, y como acción final se tienen, además de las citadas en la sección anterior, la de desasignar y restablecer al receptor DTMF empleado.

Debido al plan de numeración seguido, y al mecanismo para la aceptación de mandos que de allí se derivan, la conclusión exitosa de algunos de ellos puede dar por resultado que se solicite el proceso 4(14)/20 para el abonado en cuestión. En esos casos, el proceso que se deriva del mando se hace localmente en la subrutina de atención del mismo. Nos referimos a los de PONER/RESTABLECER "alias", RESERVAR/LIBERAR troncales, ALMACENAR/EXTRAER marcaciones abreviadas (internas y externas) y ESTABLECER/RESTABLECER condición de "no molestar".

También, tenemos la posibilidad de que se solicite el proceso 19/20 (sólo desde aquí se hace) si se recibe correctamente y con los atributos debidos, el mando de inicio de conferencia tripartita.

Aquí se hace uso, por primera vez, de la flexibilidad de sustituir un elemento en determinada lista de espera. Esto permitió lograr sin mayores dificultades, los mandos de intercepción de llamadas, cuya función básica es sustituir en el proceso 6/20 el abonado B que se indique y esté allí, con el que solicita la intercepción.

Otros procesos que sólo desde aquí reciben elementos son los identificados como 10/20 y 15/20, que corresponden a los mandos de solicitud de retrollamada (por extensión libre el

primero y por troncal libre el segundo).

Con el fin de que se tenga la flexibilidad de modificar el plan de numeración y consecuentes con el propósito de hacer un programa modular, se hace la designación de los procesos asociados a los mandos iniciados con "*" y "#", mediante tableros que se exploran de acuerdo al dígito subsecuente, por lo que para intercambiar el significado de dichos mandos o sustituirlo, solo se requiere hacer la afectación necesaria en el tablero que corresponda, con la dirección de inicio de la subrutina que atenderá al mando sustituido o cambiado.

Este proceso y el anterior hacen uso de subrutinas comunes para ambos, entre las que mencionaremos las siguientes:

- Búsqueda en tabla de directorio del sistema
- Búsqueda en grupo de abonado libre
- Búsqueda en directorio personal interno
- Análisis de abonado
- Solicitud de enlace bidireccional
- Búsqueda y asignación de troncal libre
- Conexión unidireccional de troncal
- "Aduana" de dígitos salientes a troncal
- Extracción de dígitos a troncal
- Liberación de troncales

V.7.5 DETECCION DE CAMBIOS DE ESTADO DE TRONCALES

Este proceso que se ejecuta una vez cada 200 mS, analiza todas y cada una de las troncales que se tengan definidas como existentes.

En la figura 21 vemos esquematizado, en un diagrama de estados, el manejo que se hace de las troncales en este conmutador.

La alternancia entre los dos modos que tiene una troncal (reservada y de uso general), se da desde las subrutinas de atención de los mandos de RESERVACION/LIBERACION de troncal, que se ejecutan en el proceso descrito en la sección anterior, sin embargo, el que aquí se describe es el encargado de hacer la distinción entre los dos modos para todos los estados de troncal que le corresponde gobernar total o parcialmente, y que son los marcados con los números 2, 3.a, 4.a, 4.b y 7 en la figura referida.

Se considera oportuno señalar que las troncales tienen permanentemente asignados los recursos de conmutación necesarios para establecer enlace bidireccional.

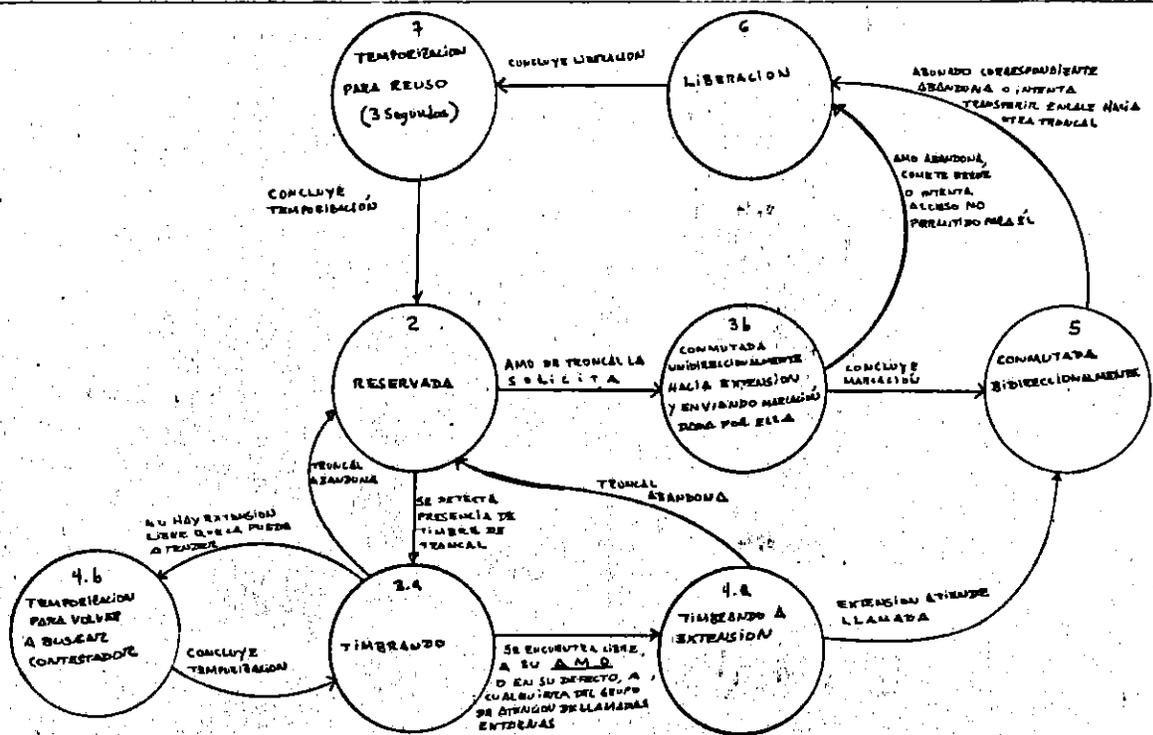
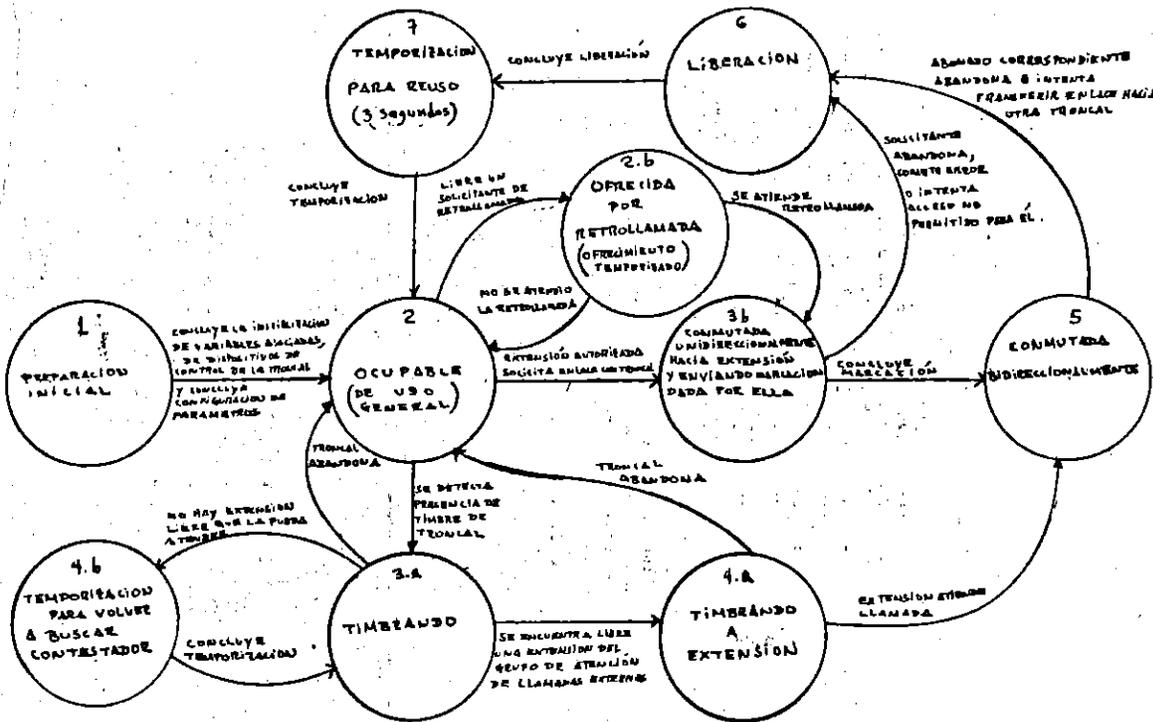


FIGURA 21.- Estados de Troncal Manejados por el Programa.

V.7.6 CONTROL PARA LA ACTIVACION/DESACTIVACION DEL TIMBRADO

Este, que también es un proceso DELEPS, atiende en su lista de espera únicamente extensiones consideradas "abonados B" que estén siendo requeridas por medio de la señal de timbre (o "el timbrado") para iniciar un enlace. Apuntaremos que los requisitos para ser denominado abonado B e ingresar a este proceso son:

- Haber sido solicitado para establecer un enlace.
- Haber sido hallado libre (colgado, sin ser abonado B de antemano y no tener activado el modo de "no molestar").
- Haber encontrado y asignado recursos de conmutación para enlace bidireccional.

El resumen de la secuencia que sigue este proceso, es el siguiente:

- a).- PREVIGILANCIA.- Ninguna.
- b).- ACCION PRINCIPAL.- Conectar timbre al abonado y notificación de que está señalizado.
- c).- VIGILANCIAS.-
 - i).- Que el abonado A (el que originó la llamada) no cuelgue ni le transcurra la temporización que se le haya asignado para recibir contestación. Las troncales también pueden ser "abonados A", pero a ellas no se les aplica la temporización para

recibir contestación, ya que esto lo hace normalmente la central pública.

ii).- Que el abonado B descuelgue.

d).- ACCION FINAL.-

i).- Para la primera vigilancia.- Liberación de los recursos de conmutación asignados al abonado B, cancelación de esa denominación y notificación al proceso 3(13)/20 para que elimine la eventual detección de la transición COLGADO/DESCOLGADO, en caso de que ésta se haya dado coincidentemente con la cancelación del timbrado.

ii).- Para la segunda vigilancia.- Solicitud de enlace bidireccional y notificación para el proceso 8/20 de que ya se dió la contestación, en caso de que sea una extensión la que provoca el timbrado, la que además se marca como carente de señalización (véase sección V.7.8); o notificación al proceso 5/20 de que la troncal ha sido atendida si la llamada es externa.

En cualquiera de los dos casos, también forman parte de la acción final las tareas de desconectar el timbrado y notificar que el abonado que se está expulsando de esta lista de espera, carece de señalización.

V.7.7 ACTUALIZACION Y APLICACION DE CADENCIAS A LAS ORDENES DE TIMBRADO.

Las órdenes y cancelaciones de timbrado que generan los procesos, son en realidad afectaciones a una tabla en memoria, mismas que deben trasladarse hacia los puertos de salida dedicados al control de timbre de las extensiones.

Además, por razones de economía, se consideró que la cadencia de dichas líneas fuese dada "dentro" del controlador; una vez que se tuvo la certeza de tener la capacidad de proceso suficiente para poder hacerlo.

Esas son precisamente las tareas de esta porción del PPI, que es un proceso secuencial que consiste en actualizar las líneas de timbre conforme a lo que refleje la tabla de órdenes de timbrado, aplicando las cadencias de timbrado por "grupos de timbrado" (3 grupos de 64 extensiones y uno de 56), de acuerdo a la lectura que se hace de las 4 líneas de "notificación de cadencia", mismas que para nuestro caso, se comportan conforme a lo expuesto en la sección IV.5, sin perjuicio para este proceso de que se les asigne cualquier otro patrón.

En función de la presencia o ausencia de órdenes de timbrado, será el nivel lógico de una línea de salida que se entrega para controlar el encendido/apagado del generador de señal de timbre, lo que permite lograr un ahorro en el

consumo de energía producido por tal generador, ya que estadísticamente es mucho mayor el tiempo en que los teléfonos no están timbrando contra el que sí lo están.

Se hace uso de las variables necesarias para que la duración de éste proceso sea mínima ($30 \mu\text{S}$), en caso de que no haya teléfonos timbrando.

Vemos en la tabla III que su ejecución se da una vez cada 100 mS y no cada 200 mS , para lograr una mayor uniformidad en las cadencias de timbrado.

V.7.8 CONTROL PARA EL TONO DE ECO DE TIMBRE

A este proceso DELEPS entran sólo abonados que tienen abonado B timbrando y el resumen de la secuencia de proceso es el siguiente:

- a).- PREVIGILANCIA.- Que el abonado no esté señalizado.
- b).- ACCION PRINCIPAL.- Cálculo del eco de timbre que corresponde a la cadencia de timbrado de su abonado B y conexión del mismo. Notificación de que está señalizado.
- c).- VIGILANCIAS.-
 - i).- Que el abonado no cuelgue ni se le agote el tiempo concedido para recibir contestación.
 - ii).- Que conteste llamada el abonado B.
- d).- ACCION FINAL.-
 - i).- Para la primera vigilancia.- Deshabilitación para poder ser conmutado bidireccionalmente en caso de no ser TRANSFIRIENTE/CONSULTANTE y notificación de que carece de señalización. Desconexión del eco de timbre y puesta en bajo consumo de energía a su unidad de línea si colgó; o si se le agotó el tiempo, puesta en lista de espera del proceso 9/20 con argumento de tono de error.
 - ii).- Para la segunda vigilancia.- Ninguna (sólo la expulsión).

Este proceso es un buen ejemplo del uso de una de las flexibilidades de la matriz de conmutación, consistente en que no se requiere restablecer un enlace dado para hacer otro diferente a la misma extensión o troncal. En este caso, a excepción de cuando el abonado cuelga, el abonado pasará forzosamente a tener otra recepción (la de tono de error si se agotó el tiempo y no recibió contestación, o la señal que le transmita su abonado B al efectuarse el enlace cuando se dé la contestación), misma que sustituirá a la de eco de timbre. Esto, desde luego, permite mejorar la velocidad de proceso.

V.7.9 CONTROL PARA LOS TONOS DE RECHAZO

A este proceso DELEPS, en cierta forma (quizá poco afortunada), lo podemos considerar como el resumidero de los demás procesos, ya que a él acuden cuando una situación escapa de sus alcances. Aquí llegan todos los abonados a los que algo les salió mal al intentar comunicarse, y el tono que este proceso conecta (bajo la directriz del argumento que acompaña al abonado), es indicativo de la causa que los trajo a este proceso (e.g. error, congestión u ocupado). A los abonados que se identifiquen como TRANSFIRIENTE/CONSULTANTE se les da el tono por un lapso breve, para que una vez concluido se les reconecte (véase sección V.7.14) con el abonado o troncal que quedó esperando el resultado de su maniobra (en este caso, fallida).

En la forma acostumbrada, se da a continuación la secuencia de proceso:

- a).- PREVIGILANCIA.- Que el abonado no tenga ninguna otra señalización.
- b).- ACCION PRINCIPAL.- Recuperación de los recursos de conmutación que tenga asignados, excepto el necesario para recibir tono si no se trata de un TRANSFIRIENTE/CONSULTANTE, en cuyo caso se arrancará la temporización para la estancia en este proceso. En ambos casos: conexión del tono de rechazo solicitado.

c).- VIGILANCIA.-

i).- Que cuelgue.

ii).- Que se agote temporización si es
TRANSFIRIENTE/CONSULTANTE.

d).- ACCION FINAL.- Desconexión del tono que se conectó, y
dependiendo de si:

i).- Colgó o se agotó temporización siendo
TRANSFIRIENTE/CONSULTANTE.- Actualización de
variables "a como corresponda" para que el proceso
18/20 sepa qué hacer con él (reenlazarlo si se
mantuvo descolgado o expulsarlo si colgó).

ii).- Colgó sin ser TRANSFIRIENTE/CONSULTANTE.-
Restablecimiento general de variables y puesta en
bajo consumo de energía a su unidad de línea.

V.7.10 CONTROL DE INICIO DE RETROLLAMADAS POR SOLICITUD

Denominamos Retrollamada por Solicitud a la llamada que se hace desde el conmutador mismo a la extensión que solicitó se le notificara la liberación de otra extensión. Esto representa un mecanismo de supervisión a dos extensiones, la solicitante y la solicitada, ya que ambas deben estar libres para que la retrollamada se inicie.

A fin de establecer los procesos que habrían de gobernar el suministro de este servicio, optamos por separarlo en tres partes:

- Solicitud
- Control para marcar su inicio
- Control para vigilar su conclusión

La primera parte (solicitud) se procesa en la porción 2/20, y es allí donde se hace el análisis de su validez (que exista la extensión solicitada) para proceder a notificar a este proceso -que es el encargado de realizar el siguiente paso- sobre los argumentos que empleará en su cometido.

También manejado como proceso DELEPS, éste es un caso en que la longitud de sus listas es arbitraria, o al menos, no obedece a limitantes de circuitería porque no es válido suponer que el límite máximo posible en las listas está dado

por la cantidad máxima de extensiones (248); toda vez que un mismo abonado, en principio, debe de poder solicitar tantas retrollamadas como le sean necesarias. Esto nos lleva a tener que fijar un límite que establezca un compromiso entre la cobertura que se desea dar al servicio (cantidad de retrollamadas que se puedan atender en un momento dado) y el uso que en realidad va a tener, sin perder de vista las limitantes de índole práctico (v.g. "consumo" de memoria y tiempo de proceso invertido) que están en juego. En nuestro caso, hemos limitado la capacidad en 64 retrollamadas vigilándose y queda abierta la discusión sobre si es adecuada o no, dicha cantidad.

Por tratarse de una tarea cuyo cumplimiento no se mide en los órdenes de magnitud de tiempo que se requieren para las tareas de conmutación y control de dispositivos digitales (μ S y mS), sino más bien, su medida es del orden de las decenas de segundos (en general se vigila que concluya el uso normal de un teléfono, por ejemplo, una conversación); se consideró conveniente que ella misma inhiba su desempeño en los momentos en que una eventual sobrecarga de trabajo en otras tareas, dé por resultado que el PPI se atrasen en más de dos ranuras de tiempo.

La secuencia para el desahogo de este proceso es la que se presenta a continuación:

- a).- PREVIGILANCIA.- Que las dos extensiones involucradas en la retrollamada estén libres. Si se detecta que, como resultado del reencaminamiento automático de llamadas, las dos extensiones sean "la misma" en un momento dado, se procede a la expulsión y por tanto a la cancelación de la retrollamada.
- ↓ - Que exista capacidad de enlace bidireccional para las dos extensiones.
- b).- ACCION PRINCIPAL.- Para ambas extensiones:
- Asignación de los recursos necesarios para establecer enlace bidireccional.
 - Activación del timbrado.
 - Cálculo (en base a la extensión que le hace pareja) y conexión del tono de eco de timbre.
 - Indicación de abonado B
 - Indicación de señalización presente.
 - Arranque de la temporización para la contestación de retrollamadas.
- c).- VIGILANCIA.- Ninguna
- d).- ACCION FINAL.- Puesta en lista de espera del proceso de Vigilancia de Retrollamadas por Solicitud (11/20), siendo la extensión solicitante el "elemento" y la solicitada el "argumento".

Al no haber etapa de vigilancia, tenemos que las acciones principal y final en realidad forman una sola serie de acciones.

V.7.11 VIGILANCIA DE RETROLLAMADAS POR SOLICITUD

Internamente este proceso DELEPS, da la misma importancia a las dos listas que maneja (en la sección anterior vimos que contienen) y las considera de elementos a ambas.

Las parejas de extensiones que aquí entran, según vimos en la sección anterior, lo hacen estando timbrando ambas y teniendo ya activada la recepción del eco de timbre, para que sea ese el tono que se escuche instantáneamente en la primera extensión que sea descolgada, y además traen asignados los recursos de conmutación necesarios para establecer el enlace bidireccional entre ellas.

La secuencia que se realiza en este proceso es la que se presenta a continuación:

- a).- PREVIGILANCIA.- Que cualquiera de las dos extensiones descuelgue o que no haya transcurrido el tiempo que se concedió para ello.
- b).- ACCION PRINCIPAL.- Dependiendo de si:
 - i).- Descolgó alguna de las dos.- Desactivación del timbrado, supresión del indicativo de abonado B, arranque de temporización para recibir contestación y puesta en lista de espera del proceso 8/20 a la

que descolgó. Desconexión del tono de eco de timbre y puesta en lista de espera del proceso 6/20 a la que continúa colgada. Se notifica a ambos procesos que su acción principal ya está ejecutada y se retienen los indicativos de señalización de las extensiones.

ii).- Se agotó tiempo para la contestación de retrollamada.- Excepto el arranque de temporización para contestación, se hace lo mismo que para el punto anterior, procesando bajo el falso supuesto de que alguna de las dos extensiones descolgó. El proceso 6/20 encontrará al "abonado A" colgado, y esto hará que se desencadene el proceso de desasignación de recursos que está pendiente.

De lo anterior, se desprende que al ser atendida la retrollamada, la designación de abonados "A" y "B" no se hace en función del que la solicitó y el solicitado, sino en base a quien sea el primero en atenderla. Por otro lado, este proceso le debe su relativa brevedad al hecho de respetar estructuras de procesos y poder apoyarse en ellos para descargarse de tareas.

V.7.12 CONTROL PARA EL DESPACHO DE
LISTA DE ESPERA DE TRONCAL LIBRE

A este proceso lo hubiéramos podido denominar VIGILANCIA DE INICIO DE RETROLLAMADAS POR TRONCAL LIBRE, con lo cual se hubiera hecho inmediata la asociación y analogía con el descrito en la sección V.7.10.

Veremos más adelante que tal analogía no es del todo exacta pero, por lo pronto, sí podemos trasladar a esta descripción las consideraciones presentadas en aquella sección, respecto a las características de autoinhibición de proceso y de longitud de lista, que en este caso es más extensa, con capacidad para 248 extensiones esperando troncal libre. Desde luego que también son trasladables los eventuales cuestionamientos a la designación hecha para tal capacidad.

Como primera diferencia, este NO es un proceso DELEPS, sino que su lista de espera tiene la estructura de una FILA DE ESPERA, del tipo Primero en entrar-Primero en Salir (FIFO, por sus siglas en inglés), con la modalidad de ir atendiendo los elementos en el orden con que entraron siempre y cuando estén listos para ser atendidos, y en su defecto se atiende al que le sigue hasta encontrar al primero que pueda ser atendido. Es decir, el avance del despacho de la fila no se detiene por elementos que "rechacen" la atención, aunque tal

rechazo no los hace perder su posición adelantada que puede ser cualquiera, incluso la primera.

La otra variante respecto al proceso 10/20 del PPI, es que no estaremos vigilando que determinada extensión esté libre, sino que exista alguna troncal libre sin importar cual sea, para ofrecerla mientras haya quien la solicite por retrollamada. Recordaremos que, según lo expresado en la figura 21, "ofrecer" una troncal no es precisamente asignarla.

Para este proceso, se considera totalmente inoperante la descripción verbal y se presenta en la figura 22 el diagrama de flujo del mismo.

Agregaremos que se ingresa a este proceso mediante solicitud, empleando el mando que para el efecto se consigna en el plan de numeración. Para que este sea atendido, se requiere que la extensión solicitante tenga categoría de no restringida en área local y siempre y cuando no se encuentre llena la fila de espera. El proceso de la solicitud se hace en la porción 2/20.

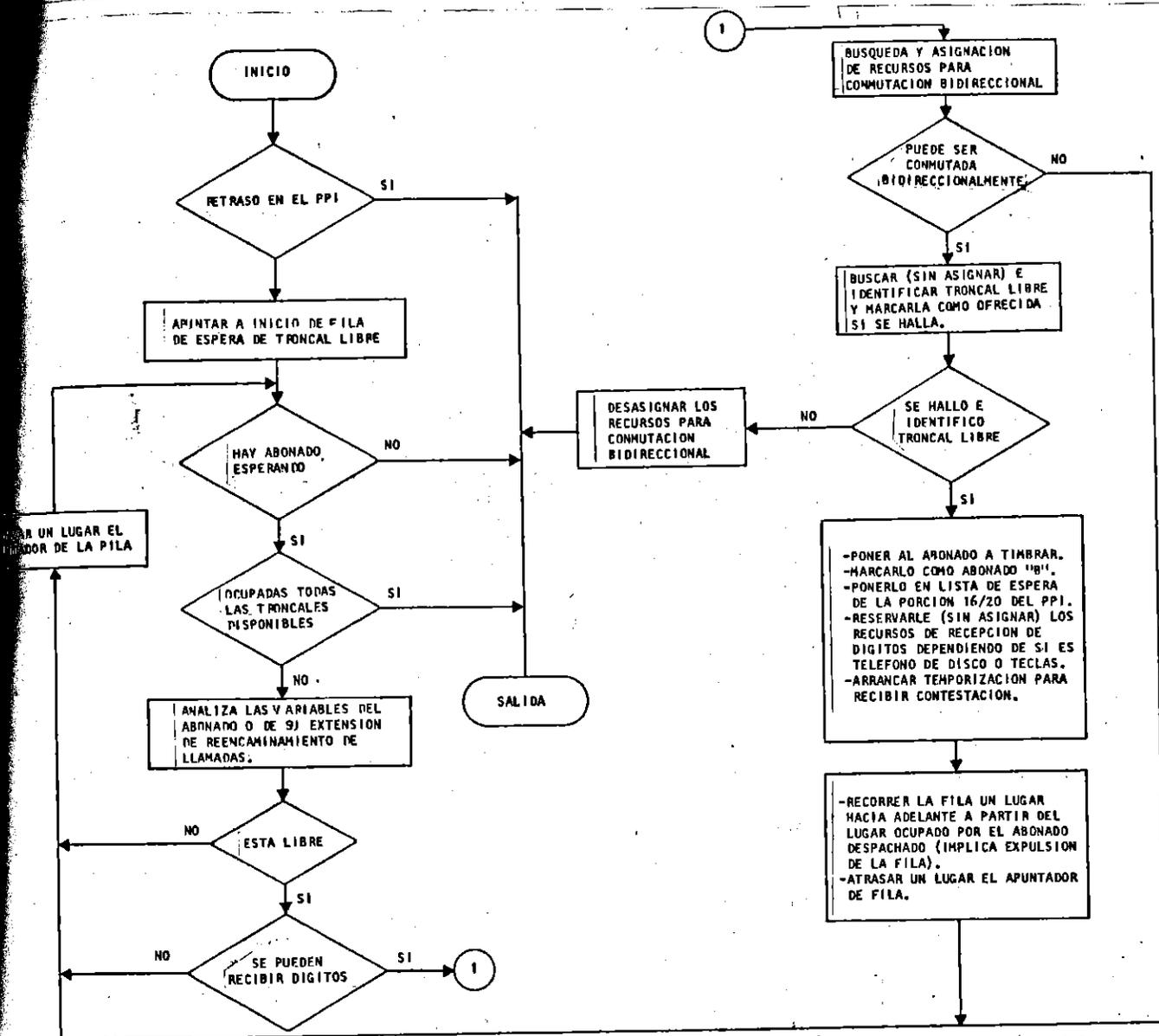


FIGURA 22.- Diagrama de Flujo del Proceso de Control Para el Despacho de Lista de Espera de Troncal Libre.

V.7.13 VIGILANCIA DE RETROLLAMADAS POR SOLICITUD DE TRONCAL LIBRE

Este proceso DELEPS, es el receptor de las descargas que va haciendo el proceso descrito en la sección anterior, es decir, recibe para su atención extensiones colgadas, timbrando, con recursos asignados para conmutación bidireccional, con recursos reservados (no asignados) para recepción de dígitos, indicadas como "abonado B" y acompañadas por la troncal, que una vez encontrada libre, viene designada como "ofrecida por retrollamada".

Este proceso y su aparente análogo descrito en la sección V.7.11, tienen diferencias marcadas que entorpecerían el entendimiento del que aquí nos ocupa si se emplea ese último como referencia.

Podemos definir su misión como la de gobernar las 3 salidas posibles que tiene el estado de troncal denominado "Ofrecida por Retrollamada" (según figura 22), y en esos términos describiremos sus funciones:

a).- Si el abonado atiende la retrollamada.- Se preparan y asignan los recursos de marcación de dígitos que tiene reservados, de acuerdo al tipo de teléfono de que se trate. Esto significa que se pone en lista de espera

del proceso 1/20 ó 2/20 según sea el caso.

- Se afectan las tablas de recepción de dígitos como si el abonado hubiese marcado un "01" (solicitud normal de enlace con troncal) y se ejecuta la tarea de conmutar unidireccionalmente al abonado con la troncal (la escucha pero no le transmite), con lo que el proceso 1/20 (ó 2/20) "sentirá" que ha sido él quien ha ejecutado bajo su control, las acciones de un enlace con troncal; restando las tareas de "aduana" y extracción de dígitos y, en su caso, la solicitud de enlace bidireccional una vez concluida la marcación, que correrán a su cargo.

b).- Si concluye la temporización para atención de retrollamada.-

- Se libera la troncal.
- Se liberan los recursos de conmutación que se asignaron.
- Se liberan los recursos de recepción de dígitos que se reservaron.
- Se declara libre al abonado.

c).- Si la troncal empieza a timbrar.- Se ejecuta todo lo señalado para el inciso anterior y además:

- Se recorre la lista de espera de troncal libre y se pone al abonado en el primer lugar de esa lista (con máxima prioridad en ella), lo que traerá como consecuencia que

en la eventualidad de tener llena tal lista, se pierda el rastro del último en haber entrado, sin embargo se prefirió hacerlo así ya que tal consecuencia es mucho menos probable (en especial cuando se tiene definida una lista sobrada) que la de perder retrollamadas por troncales que se "adelanten". Sobre tal situación, se tiene previsto que el desbordar la lista no genere problemas a los datos "vecinos" a ella.

- * .- En los tres casos (a, b y c) se ejecutan las tareas de desactivación del timbrado y de expulsión de la lista de espera.

Si no se presenta ninguna de las tres condiciones, el elemento continúa en la lista de espera en etapa de vigilancia normal de proceso DELEPS.

V.7.14 PROCESO DE ESTABLECIMIENTO, VIGILANCIA Y RUPTURA DE ENLACES BIDIRECCIONALES

Este proceso, también DELEPS, requiere argumentos de 9 bits (es decir, 2 octetos) ya que debe identificar como tales, a cualquiera de las 248 extensiones y a cualquiera de las 32 troncales. Es a ciencia cierta el proceso más extenso, tanto por la diversidad de condiciones que maneja como por la cantidad de acciones que ejecuta.

Los diagramas de flujo que lo describen se dan en el volumen II de este documento y no se encontró factible una descripción completa que no nos desviara del propósito de este documento. No obstante lo anterior, mencionaremos algunas de sus características más importantes, para lo cual se considera necesario establecer la nomenclatura que facilitará tal descripción:

- Mando de horquilla (MDH) .- Se denomina así a la interpretación que puede tener en determinado momento la detección de que el abonado colgó, seguida poco después de la identificación de que ha vuelto a descolgar. En nuestro caso, se establece un lapso máximo de 2 S después de identificado el colgado para que se dé el descolgado, pasado el cuál, se considera que hubo abandono. El MDH normalmente se hace desde un teléfono oprimiendo y soltando la horquilla, cuidando sólo de no

hacerlo demasiado rápido, ya que en nuestro sistema su identificación puede tardar hasta 0.2 S. El proceso que aquí se describe es el único que identifica y procesa el MDH.

- Excursión Fuera de Enlace (EFDE) .- Se denomina así a toda la secuencia de señalización que se establece para un abonado, misma que se inicia después de identificado un MDH. Esta concluye cuando se detecta que el abonado carece de señalización, y en nuestro programa las etapas encargadas de manejar la señalización identifican si el abonado está en una EFDE cuando lo encuentran marcado como TRANSFIRIENTE/CONSULTANTE.
- Abonado C .- Se denomina así al abonado o troncal que después de haber estado enlazado con otro abonado, ha quedado esperando el resultado de la EFDE que aquél inició. Nos cuidaremos de no confundir abonado C con tercer involucrado en un enlace, ya que este último es, en realidad, abonado B del que inició la EFDE. Nuestro programa prevé la conexión de "tono de espera" a los abonados C.
- Enlace Original (EO) .- Se entiende por EO, no necesariamente al que tiene a los dos elementos originadores de un enlace; sino al que visto por su proceso de control, reúne las características del enlace original, en el que cualquiera de los dos involucrados está autorizado para iniciar una EFDE. Durante este

enlace, nunca hay abonado C.

La nomenclatura presentada es propia de nuestro trabajo y no obedece a ninguna norma que para el caso pueda haber, así como tampoco se tuvo cuidado de evitar con ella posibles incompatibilidades respecto a otros trabajos sobre el mismo tema.

Una vez dada esta nomenclatura, empezaremos la descripción diciendo que a este proceso se entra por la ejecución de una subrutina denominada "Solicitud de enlace Bidireccional (PIDENL)", aunque no todas sus invocaciones dan por resultado que se carguen elementos en la lista de espera de este proceso, sino sólo aquellas que no involucren a un TRANSFIRIENTE/CONSULTANTE, mientras que para las demás (donde sí hay TRANSFIRIENTE/CONSULTANTE involucrado), sólo se prepara la información que permitirá la identificación de que la EFDE ha concluído. Su estructura de listas de espera es tal que maneja 3 listas (según se ve en V.2) que se emplean de la siguiente manera:

Elemento	.- Abonado A
1er Argumento.	- Abonado B
2do Argumento.	- Abonado C (se carga "vacío" al momento de solicitar enlace bidireccional que no involucra a un TRANSFIRIENTE/CONSULTANTE).

En este caso no emplearemos la forma usual de descripción para un proceso DELEPS, sino más bien trataremos que esta se dé en función de la descripción de los efectos que se van dando para cierto conjunto de condiciones, tal y como es usual que ocurran:

- Se reciben los elementos (abonado A y abonado B) con la tercera lista vacía y se establece el enlace original. Se autoriza a los dos involucrados en el enlace para iniciar "excursión fuera de enlace" (*NOTA*.- Aún a las troncales se les concede tal autorización, misma que no emplearán nunca, ya que una vez enlazadas, no es posible detectarles su "decisión" de abandono).
- Si se detecta inicio de MDH (transición DESCOLGADO-COLGADO) de cualquiera de los dos enlazados, se le marca como TRANSFIRIENTE/CONSULTANTE y se deshabilita la posibilidad de dar MDH al otro elemento al cuál se le conecta "tono de espera" (para el prototipo que se construyó, en el cuál no se digitaliza la planta de señalización completa, además de solicitar la conexión de dicho tono, se inhibe la recepción, por lo que cuando esté puesto el circuito de digitalización del "tono de espera"-<suele ser un canal de música>, bastará con substraer la invocación a la mencionada inhibición).
- Si el MDH se convierte en abandono, se libera el

enlace y el abonado restante pasa al proceso de control de los tonos de rechazo (con argumento para que se le conecte el tono de ocupado), o se libera si es una troncal. El abonado que abandonó pierde su indicativo de ser TRANSFIRIENTE/CONSULTANTE.

- Si se presenta la transición COLGADO-DESCOLGADO que da por consumado el MDH; este proceso solo inicia el ciclo de espera de conclusión de la EFDE, misma que se inició (en la porción 3(13)/20 del PPI) con dicha transición.
- La EFDE puede dar varios resultados:
 - Que el abonado regrese sin traer asociado a otro abonado (o troncal).- En este caso, sólo se restablece el enlace, quedando este en condición de ser denominado otra vez EO.
 - Que el abonado abandone durante la EFDE.- Se procede igual que para el abandono descrito líneas arriba.
 - Que regrese el abonado trayendo asociado a un tercer elemento (abonado o troncal).- En este caso se convertirá en abonado C al que quedó esperando el resultado de la EFDE, sin modificarle su conmutación, y se hará el enlace entre abonado A (el que regresó de la EFDE) y abonado B (el tercer involucrado), que en principio se considera "enlace de consulta". Aquí, nadie está autorizado para

dar MDH, y el primero de los dos (A o B) que cuelgue hará que el abonado C sea (re)conectado (como abonado B) con el que permaneció descolgado, regresando con esto a la condición de EO. Si durante el "enlace de consulta" abandona el abonado C, de inmediato se acondiciona para que ahora sea considerado EO (entre los dos elementos que permanecen enlazados). Por otra parte, dependiendo de cuál de los dos enlazados en el "enlace de consulta" haya colgado, diremos si se trató de una CONSULTA (si colgó el B) o si fué una TRANSFERENCIA (si colgó el A). En este último caso, el abonado B se convierte en A y el abonado C pasa a ser abonado B.

- Hay un caso que merece atención aparte, ya que es la excepción al hecho de que se deshabilite la detección de MDH cuando el abonado regresa de una EFDE y se realiza el "enlace de consulta". Si el "tercer involucrado" es una troncal, se activa la espera de un MDH (a pesar de que en estas condiciones hay abonado C), mismo que si se da, no se procesará para desencadenar una EFDE, sino sólo para esperar la detección de la transición COLGADO-DESCOLGADO en este proceso; la que producirá como acción inmediata la liberación de la troncal en cuestión y la reconexión (en condiciones de EO) con el abonado C

(abonado o troncal). Al presentar esta excepción, hemos descrito el mecanismo de funcionamiento de lo que en las normas se denomina "Consulta con Línea Urbana" o "Consulta con 2da Línea Urbana", dependiendo de lo que resulte ser el abonado C en los términos aquí empleados.

- Otro caso que se debe mencionar, es que en cualquier momento en que, como resultado de alguna combinación de transferencias (o, como veremos, de un regreso de conferencia tripartita), se pretenda el establecimiento de un enlace bidireccional entre dos troncales, este no procederá y se liberarán éstas, ya que el hacerlo nos dejaría sin control sobre ese enlace.

V.7.15 PROCESO DE ESTABLECIMIENTO, VIGILANCIA Y
RUPTURA DE CONFERENCIAS TRIPARTITAS

Antes de entrar a la descripción de este proceso DELEPS, estableceremos las etapas en que se divide el proceso para las Conferencias Tripartitas:

- Solicitud
- Vigilancia para el inicio
- Establecimiento
- Vigilancia para la ruptura

La primera parte, se procesa en la porción 2/20, en la cual se atiende el mando de solicitud de inicio de conferencia tripartita (CT). Para que dicha solicitud proceda, debe hacerla un abonado que está en una EFDE y además debe encontrarse libre un "puente de conferencia tripartita". Si la primera condición no se cumple, se notificará al solicitante con tono de error, y si es la segunda la causa de la negativa, la notificación se hará con tono de congestión. Antes de continuar, se considera oportuno aclarar que cada posición relativa dentro de la lista de espera de este proceso, tiene asociada permanentemente un puente de conferencia tripartita, y aunque la lista tiene capacidad hasta para 4 elementos (límite máximo de puentes de CT posibles), se tiene el control necesario para que sólo se haga el llenado de la lista hasta donde corresponda el número de puentes que se tengan instalados (1, 2, 3 ó 4), lo que significa que si no hay al

menos un puente instalado, este proceso jamás tendrá elementos en sus listas.

Una vez que se han satisfecho los requisitos mencionados, se procede a asignar el lugar que ocupará el solicitante en la lista de espera del proceso que aquí nos ocupa (lo que por sí solo significa que se ha asignado también un puente de CT). Encontrada la posición relativa que ocupará en esta lista, se procede a cargar la información en ella, que es en la forma usual, el elemento y sus argumentos, siendo el primero, el solicitante de CT y entre los argumentos destaca uno que es clave para el buen desempeño del control que tendrá lugar, y es la identificación de la posición relativa en las listas del proceso 18/20, que es ni más ni menos, la identificación del enlace bidireccional (llamado aquí "enlace-argumento") del cual procede el solicitante, sin importar que allí ocupe lugar como abonado A o como abonado B, ya que no se debe olvidar, el solicitante es un "excursionista fuera de enlace".

Las otras etapas en que se descompuso a la CT corren a cargo de la porción del PPI que aquí nos ocupa y que se describe a continuación:

a).- PREVIGILANCIA.-

i).- Que se detecte en el enlace-argumento la existencia

de un abonado C (que implica que en ese enlace hizo su aparición un tercer involucrado).

ii).- Que se detecte que el solicitante de la CT ya no se encuentra en el enlace-argumento. Esto implica la cancelación de la CT solicitada, por lo que se procede a la expulsión de esta lista sin solicitud alguna de proceso adicional.

b).- ACCION PRINCIPAL.-

- Activación del puente de CT asociado.
- Conmutación de los tres elementos involucrados en el enlace-argumento con el puente de CT.
- Expulsión directa (bajo control de este proceso) de los elementos involucrados del proceso 18/20, con la correspondiente modificación de sus contadores de control de lista, con lo que para ese proceso no queda rastro de los elementos expulsados de su lista de espera.

c).- VIGILANCIA.- Que cuelgue cualquiera de los tres miembros de la CT.

d).- ACCION FINAL.-

- Solicitud de enlace bidireccional para los dos restantes (que en este caso será puesta "por primera vez" en lista de espera del proceso 18/20).
- Desasignación de los recursos de conmutación al que colgó y puesta en bajo consumo de energía de su unidad de línea.

- Puesta en bajo consumo de energía del puente de CT empleado.

En este proceso, no se invierte trabajo en detectar ciertas condiciones, como por ejemplo las de colgado simultáneo o que sean dos troncales las que quedan al término de la CT, ya que el proceso 18/20 tiene capacidad para discernir y proceder en consecuencia para esas y otras condiciones.

Como nota final, aclararemos que como este proceso maneja el mismo tipo de argumentos que el 18/20, también sus listas son de 16 bits.

V.8 CONSIDERACIONES SOBRE LA CANTIDAD DE TIEMPO NECESARIA PARA LA EJECUCION DEL PROGRAMA

En general, cuando se tiene un proceso que ha de ejecutarse en forma periódica, una de las primeras preguntas que es necesario responder, es la de si el tiempo que va a requerir su ejecución no excederá al delimitado por el periodo prefijado. Nuestro caso no fué la excepción y continuamente, durante el desarrollo del proyecto, se fueron haciendo cálculos y estimaciones de los tiempos requeridos por los diferentes procesos y sus consecuencias en la estructura general, para cuidar siempre ese importante aspecto.

Hasta el momento, no ha sido posible evaluar con exactitud el efecto de una sobrecarga excesiva de trabajo, misma que podría presentarse cuando se le conecten todos los elementos que, en principio, es capaz de atender y allí se le presenten condiciones de tráfico telefónico muy elevado. Además, debemos señalar que aunque se ha cuidado de conceder los recursos necesarios para hacer una depuración que satisficiera las expectativas de rendimiento, y para optimizar (hasta donde lo permitieron nuestras capacidades y circunstancias), los consumos de tiempo de las tareas más "conflictivas" o de alta repetición, existen partes del programa que no corrieron con tal suerte, aunque sentimos que

se puede afirmar que se trata de porciones que no representan un factor serio de deterioro en el rendimiento conjunto.

Lo anterior y el hecho de saber que el programa (con sus tablas y mensajes fijos) consume alrededor de 12K-octetos, son requisitos para que la tranquilidad sobre las necesidades de tiempo de proceso requiera puntos de apoyo visibles. Ese es el propósito de esta sección. Con información extraída del listado del programa, se tiene evaluado el consumo de tiempo para las tareas de alta repetición, y el resumen de dicha evaluación es la siguiente:

$$NTCTO = A + B + C + D + E + F + G + H$$

$$A = 20 * (CPNI + (NTDM * ATDM))$$

$$B = 20/5 * (NTTM * ATTM)$$

$$C = 2 * AYCLT$$

$$D = 13 + (NTRD * VPCT)$$

$$E = 2 * VASN$$

$$F = 2 * (132 + ((NTDM + NTTM) * (140 + TVPPS)))$$

$$G = 264 + ((NTDM + NTTM) * (140 + TVPPS))$$

$$H = CRPPI$$

Siendo:

NTCO Número total de ciclos necesarios para las tareas de atención de teléfonos marcando y proceso asociados más la supervisión general del programa.

A Ciclos necesarios para la atención del discado
 B Atención de teléfonos de teclas marcando
 C Actualiz. y aplicación de cad. a líneas de timbre

D Detección de cambios de estado de troncales
 E Detección de cambios de estado de abonados
 F Control para el tono de inv. a marcar
 G Control para los procesos de recepción de dígitos

CPNI Control para el PNI
 NTDM No. de Tels. de Disco Marcando
 NTTM No. de Tels. de Teclas Marcando
 NTRI No. de Troncales Instaladas
 ATDM Atención de Tel. Disco Marcando
 ATTM Atención de Tel. Teclas Marcando
 AYCLT Actualiz. y Cad. de Lineas de Timbre
 VPCT Vigilancia por Cada Troncal
 VASN Vigilancia Abonados Sin Novedad
 TVPPS Vigilancia "normal" en un proceso DELEPS
 CRPPI Control para el Resto del PPI

112 < CPNI =< 167
 0 =< NTDM =< 8
 0 =< NTTM =< 8
 0 =< NTRI =< 32
 120 < ATDM =< 195
 150 < ATTM =< 231
 30 < AYCLT < 600
 46 < VPCT. =< 131 (exceptuando cuando empieza a timbrar)
 946 < VASN =< 3560 (en la peor combinación posible)
 100 < TVPPS =< 120 (sólo duración de vigilancias)
 450 < CRPPI =< 1200

Aplicando los valores que corresponden a los máximos de cada término (lo que presupone un cálculo para el "peor de los casos") encontramos que NTC = 68,661 CICLOS, mismos que para el caso de estar trabajando con frecuencia de reloj de 1 MHz, se traducen en un consumo de tiempo de 68.7 mS, dentro de un marco de 200 mS, es decir, después de atendida la carga máxima de teléfonos marcando y las vigilancias máximas posibles dentro de un esquema pesimista, restan 131,339 ciclos (131.3 mS) dentro de cada marco para las demás tareas. Suponiendo que lo que se deba hacer, sean vigilancias en un proceso DELEPS (con un consumo promedio de

260 ciclos c/u), ese tiempo restante permitiría hacer aproximadamente 500 de ellas (y a razón de 5 veces por segundo). Esto excede las expectativas de una tarea altamente cargada, para la que podríamos esperar un límite máximo de 280 elementos (248 extensiones y 32 troncales), y decimos una porque no es posible que todas las tareas tengan su carga máxima en un momento dado, ya que en su mayoría las tareas son mutuamente excluyentes parcial o completamente. Los casos en que esto no se aplica (las vigilancias para retrollamada) y que podrían crear una alta sobrecarga, están manejados para que no intervengan en condiciones de alto tráfico, según los argumentos que se dieron para justificar su inhibición, a los que cabría agregar que dichas vigilancias (asociadas a un proceso de búsqueda de elemento libre) muy probablemente carecerían de sentido en condiciones de alto tráfico, ya que la probabilidad de encontrar a determinado par de elementos libres está muy disminuída para tales condiciones.

Ahora bien, una carga de alto tráfico telefónico no necesariamente es de carga total sobre la tarea que más elementos atiende, sino más probablemente sea de carga parcial alta a todas las tareas, pero su carácter de mutuamente excluyentes representaría, en términos de consumo de tiempo, la equivalencia de una sola tarea cargada con el máximo de solicitantes de atención.

Hemos estado manejando la idea de que el tiempo promedio de proceso específico es del orden de los 120 μ S, lo cual desde luego, no es cierto cuando se trata de efectuar las tareas que corresponden a las acciones que se van tomando conforme avanza el proceso telefónico. Ejemplo de esto son las acciones de conmutación, las cuales a pesar de ser las más ejecutadas, en términos del tiempo total de proceso, tienen una demanda muy baja, ya que un determinado enlace (de cualquier tipo) dura en promedio del orden de las decenas de segundos, mientras que cada conmutación consume 900 μ S en el peor de los casos (dispositivos de conmutación fallando) y 350 μ S en el caso promedio alto (el doble para enlaces bidireccionales). Otras acciones que son de alto consumo de tiempo, son las de búsquedas de recursos solicitados, y para ellas se tiene identificado el caso extremo, que es el de búsqueda de un número inexistente en la tabla del directorio de las extensiones, en el cual se llegan a requerir 3.3 mS, pero estamos hablando de acciones que tienen una incidencia menor que las de conmutación, con lo que también se aplica el argumento expuesto para ellas sobre la demanda "neta" que tienen.

Finalmente, agregaremos que la estructura del programa es tal que permite la acumulación (improbable en condiciones de funcionamiento normal de los dispositivos asociados) de hasta 256 tareas (porciones de PPI) por ejecutar, sin perder

Hemos estado manejando la idea de que el tiempo promedio de proceso específico es del orden de los $120 \mu\text{S}$, lo cual desde luego, no es cierto cuando se trata de efectuar las tareas que corresponden a las acciones que se van tomando conforme avanza el proceso telefónico. Ejemplo de esto son las acciones de conmutación, las cuales a pesar de ser las más ejecutadas, en términos del tiempo total de proceso, tienen una demanda muy baja, ya que un determinado enlace (de cualquier tipo) dura en promedio del orden de las decenas de segundos, mientras que cada conmutación consume $900 \mu\text{S}$ en el peor de los casos (dispositivos de conmutación fallando) y $350 \mu\text{S}$ en el caso promedio alto (el doble para enlaces bidireccionales). Otras acciones que son de alto consumo de tiempo, son las de búsquedas de recursos solicitados, y para ellas se tiene identificado el caso extremo, que es el de búsqueda de un número inexistente en la tabla del directorio de las extensiones, en el cual se llegan a requerir 3.3 ms , pero estamos hablando de acciones que tienen una incidencia menor que las de conmutación, con lo que también se aplica el argumento expuesto para ellas sobre la demanda "neta" que tienen.

Finalmente, agregaremos que la estructura del programa es tal que permite la acumulación (improbable en condiciones de funcionamiento normal de los dispositivos asociados) de hasta 256 tareas (porciones de PPI) por ejecutar, sin perder

noción del tiempo de rezago acumulado, y la acumulación de múltiplos de 256 porciones perdiendo la "noción" del transcurso de 2.56 S. En ninguno de los casos de rezago se pierde la atención que se requiera para el PAP. Las consecuencias de la acumulación de procesos pendientes, serían las de extender el tiempo de respuesta a los eventos que se vayan presentando (detección de COLGADO/DESCOLGADO, respuestas al inicio y término de marcación, alteraciones en la cadencia del timbrado etc); y las de pérdida de noción de tiempo darían como resultado el no contabilizar dichos lapsos a los procesos temporizados. Nada de esto habrá de ocurrir si los elementos de circuitería asociados trabajan correctamente, aunque se podría pensar en tener una mayor tranquilidad doblando la velocidad de trabajo del microprocesador, con lo que se estaría trabajando con una capacidad de proceso francamente sobrada, modificación que no requiere de mayores cambios al programa considerando que la frecuencia de la señal de entrada a los temporizadores programables se mantenga en 1 MHz.

VI.- PRUEBAS DE OPERACION.

Debido a que hay diversas facilidades disponibles para el usuario, algunas de las cuales se pueden usar sin necesidad de establecer un enlace, otras para iniciarlo y algunas otras en el transcurso de él, tenemos que existen a su vez, gran variedad de opciones para establecer o modificar una llamada. Es por esto que con las pruebas que a continuación se describen, sólo se verifica el funcionamiento general del conmutador.

Se hace hincapié en que faltan por realizarse las pruebas de homologación exigidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) para este tipo de sistemas de comunicación, sin embargo cabe aclarar aquí, que en la etapa de diseño tanto de circuitería como de programación, se tomaron en cuenta las normas establecidas por esa dependencia.

En las pruebas descritas a continuación, más que dar una explicación paso a paso de como utilizar las facilidades disponibles al usuario (esto se encuentra en el apéndice I), se verifica que las características asignadas a cada extensión a tiempo de configuración funcionen correctamente (las características y los diferentes accesos a la red

pública, que puede tener cada extensión son explicados en el apéndice II).

I.- Pruebas con grupo de contestación de llamadas urbanas entrantes.

I.1.- Verificar que si no está asignada ninguna extensión al grupo de contestación de troncales, las llamadas urbanas entrantes no son atendidas.

Primero se configuran las cuatro extensiones existentes de la siguiente manera:

# Interno de Extensión	Octeto de Accesos	Octeto de Características	Grupo Común
000	1111 1111	1111 0000	2,3,4,5,6,7,8,9
001	1111 1111	1111 0000	2,3,4,5,6,7,8,9
002	1111 1111	0000 0000	2,3,4,5,6,7,8,9
003	1111 1111	0000 0000	2,3,4,5,6,7,8,9

Es decir se definen dos teléfonos como de teclas y los otros dos de disco, teniendo las cuatro extensiones el máximo acceso LADA permitido, y perteneciendo a todos los grupos comunes de contestación, excepto al cero el cual es el grupo

de contestación de llamadas entrantes de troncal.

Se marca desde un teléfono exterior el número de la línea urbana que está conectada al conmutador, este teléfono recibe eco de timbre, con lo cual la central telefónica está informando al abonado externo que está mandando señal de timbre. Dentro del conmutador sucede lo siguiente, se detecta que la línea urbana está timbrando pero como ninguna extensión está asignada para contestar, la llamada no es atendida.

I.2.- Se coloca a la extensión 003, en el grupo "0", el cual es el grupo para contestar llamadas entrantes de troncal, las demás extensiones no se modifican, los octetos de accesos y características son idénticos a los de la prueba I.1.

La llamada entrante de troncal es enrutada sólo a la extensión 003, lo cual es correcto ya que únicamente ésta pertenece al grupo de contestación de troncales.

I.3.- Se colocan las cuatro extensiones en el grupo "0", con octetos de acceso y características idénticos a los de la prueba I.1.

La llamada entrante de troncal es enrutada a la extensión con menor número interno que se encuentre desocupada. Es decir si la extensión 000 está descolgada, las llamadas se enrutan a la 001 (si está libre), estando descolgadas estas dos extensiones la llamada se enruta a la 002 y así sucesivamente.

II.- Pruebas con grupos comunes de contestación.

II.1.- Se coloca a las cuatro extensiones sólo en el grupo 9, con octetos de accesos y características idénticos a los de la prueba I.1.

Al marcar 02,03,04,05,06,07,08 de cualquiera de las extensiones se recibe tono de error, lo cual es correcto ya que no hay ninguna extensión asignada a esos grupos.

Al marcar 09 desde cualquier extensión, la llamada se enruta a la extensión del grupo marcado con menor número interno que esté libre.

II.2.- No se coloca a ninguna extensión en ningún grupo.

Al marcar 02,03,04,05,06,07,08,09 se recibe en todos los

casos tono de error, esto es correcto ya que no hay extensiones asignadas a ningún grupo.

II.3.- Se conectan las extensiones en 4 grupos distintos de la siguiente manera:

# Interno	# De Grupo
000	2
001	3
002	4
003	5

Al marcar el grupo correspondiente solo responde la extensión que esta asignada a ese grupo, si se encuentra descolgado el teléfono que debe reponder a ese grupo ó si el mismo marca su propio grupo común se recibe tono de ocupado.

II.4.- Se colocan las extensiones en dos grupos distintos de la siguiente manera.

# Interno	# De Grupo
000	2 y 9
001	3 y 8
002	4 y 7
003	5 y 6

Al marcar cualquiera de los dos grupos sólo responde la extensión que está asignada a ellos, si se encuentra descolgado el teléfono que debe responder a esos grupos o si el mismo marca sus propios grupos comunes se recibe tono de ocupado.

II.5.- Se colocan las extensiones en varios grupos, según la siguiente tabla:

# Interno	# De Grupo
000	2,4,6
001	3,2,7
002	4,3,8
003	5,9

Al marcar algún grupo responde el teléfono asignado a ese grupo; si hay más de una extensión por grupo, responde la de menor número interno que se encuentre libre. Si los teléfonos asignados a un grupo se encuentran todos descolgados, se recibe tono de ocupado, y si no hay extensiones asignadas a un grupo, se recibe tono de error.

II.6.- Teniendo a las extensiones en los mismos grupos que en la prueba II.5, se hace lo siguiente:

- La extensión 000 hace que sus llamadas entrantes sean enrutadas a la extensión 003.

Automáticamente la extensión 003 aparentemente ingresa a los grupos a los que pertenece la extensión 000.

- La extensión 000 reestalece su funcionamiento normal. Las extensiones involucradas "retornan" a los grupos que les fueron asignados por configuración.

II.7.- Teniendo a las extensiones en los mismos grupos que en la prueba II.5, intentar transferencia/consulta y conferencia tripartita utilizando marcación por grupo común.

Funciona correctamente.

II.8.- Teniendo a las extensiones en los mismos grupos que en la prueba II.5, intentar establecer un enlace utilizando marcación por grupo, con un teléfono que haya reencaminado sus llamadas entrantes a otra extensión.

Funciona correctamente.

III.- Pruebas con marcación abreviada interna del sistema.

III.1.- Intentar transferencia/consulta con marcación abreviada interna.

funciona correctamente.

III.2.- Intentar establecer una conferencia tripartita con marcación abreviada interna.

Funciona correctamente.

III.3.- Establecer un enlace usando marcación abreviada interna con una extensión que haya enrutado sus llamadas entrantes hacia otra extensión.

Funciona correctamente, el enlace se establece con la extensión seleccionada

IV.- Pruebas con centrales telefónicas (TELNOR , TELMEX).

Los planes de numeración de las centrales públicas mexicanas difieren dependiendo de la compañía a que pertenezcan. En la Tabla IV se presentan las diferencias que hay entre los planes de numeración de las centrales operadas por Teléfonos de México (TELMEX) y el de las operadas por Teléfonos del Noroeste (TELNOR).

IV.1.- Configurando el conmutador para TELNOR verificar que se establece el enlace con la central marcando "0" ó cualquier número de tres dígitos que empiece con uno.

Funciona correctamente, al marcar 0 se establece el enlace bidireccional y no se envían más dígitos aunque estos sean marcados, y al marcar cualquier número externo cuyo

primer dígito sea uno el enlace bidireccional se establece hasta marcar dos dígitos más.

TABLE IV
DIFERENCIAS ENTRE LOS PLANES DE NUMERACION DE TELEFONOS DE MEXICO
(TELMEX) Y TELEFONOS DEL NOROESTRE (TELNOR)

S E R V I C I O	DIGITOS MARCADOS	
	TELMEX	TELNOR
Información de números telefónicos de poblaciones del interior del país	01	113
Larga distancia nacional por operadora	02	0
Hora exacta	03	110
Información local	04	113
Reparación de aparatos	05	114
Radio patrullas	06	132 Cruz Roja 134 Patrullas 136 Bomberos
Información sobre directorio del gobierno federal	07	113
Despertador	Un número local (Serv. Manual)	116 + hh mm (Serv. Automat.)
Larga distancia internacional por operadora	09	0
Llamadas locales	xx xx	xx xx
Servicio LADA	I D E N	T I C O S

IV.2.- Configurando el conmutador para TELMEX verificar que se establece el enlace con la central después de marcar dos dígitos, siendo el primero cero.

Funciona correctamente, el enlace bidireccional se establece al terminar de marcar los dos dígitos siempre y cuando el primero sea cero.

V.- Prueba de accesos a la red pública.

Las siguientes pruebas se hicieron primero teniendo el sistema configurado para interactuar con una central del tipo de TELMEX, y posteriormente se configuró el conmutador para una central del tipo de TELNOR.

V.1.- Se configura el octeto de accesos de las cuatro extensiones de la siguiente manera:

- a) 0XXX XXXX ; Restringidas no pueden iniciar enlace con troncal (siempre y cuando su directorio personal externo no contenga números válidos).
- b) 1000 0000 ; No restringidas en área local.
- c) 1010 0000 ; No restringidas en área local y con acceso a larga distancia nacional por operadora.
- d) 1100 0000 ; No restringidas en área local y con acceso a larga distancia internacional por operadora.

a) Funciona correctamente, no es posible establecer un enlace con troncal, al marcar 01 se recibe tono de error.

b) Para TELMEX al marcar 09 ó 02, larga distancia nacional e internacional respectivamente, se recibe tono de error y la troncal es liberada, sucede lo mismo para centrales del tipo de TELNOR al marcar cero. Lo mismo sucede al marcar cualquier número cuyo primer dígito sea 9. Es decir, sólo es posible establecer llamadas locales.

c) Si el conmutador está configurado para TELMEX es posible solicitar larga distancia nacional por operadora (02), sin embargo, si esta configurado para TELNOR no es posible marcar "0" ya que se permitiría también el acceso a larga distancia internacional por operadora.

d) Funciona correctamente solo es posible marcar números locales, además de 02 y 09 en el caso de TELMEX ó 0 en el caso de TELNOR.

En los cuatro casos anteriores se probó que no se tenía acceso a los servicios de larga distancia automática (LADA), es decir si el primer dígito era 9 se recibía inmediatamente tono de error y la troncal era liberada.

V.2.- Se configuró el octeto de accesos de cada una de las cuatro extensiones de la siguiente manera:

- a) 1011 0001 Autorizada a larga distancia internacional por operadora y a usar servicios 91 y 92 de LADA.
- b) 1111 0010 Autorizada a larga distancia nacional e internaciona por operadora y a los servicios 91 y 92 de LADA.
- c) 1001 1XXX No autorizada a larga distancia nacional ó internacional por operadora, pero autorizada a todos los servicios LADA (91,92,95,96 y 98).

d) 1000 XXXX Restringida a ciertas vías en sus accesos LADA permitidos y no puede solicitar larga distancia nacional ó internacional por operadora.

(a), (b), (c) Funcionan correctamente.

(d) Funciona correctamente, sólo puede marcar las claves LADA que se asignaron por configuración.

VI.- Pruebas de facilidades del sistema.

VI.1.- Se configuró el octeto de características de todas las extensiones de la siguiente manera:

a) 1000 0000 No pueden iniciar conferencia tripartita ni reservar troncales.

b) 1101 0000 Pueden reservar troncales e iniciar conferencia tripartita.

(a) Al solicitar cualquiera de las dos facilidades se recibe tono de error, en el caso de conferencia tripartita el tono de error solo se recibe durante dos segundos transcuridos los cuales se restablece el enlace original.

(b) Funcionan correctamente.

VI.2.- Revisar funcionamiento de todas las facilidades del sistema.

- #1nnn Reenrutamiento de llamadas entrantes.
- #2Xnnn Almacenar en directorio personal interno.
- #3X Extraer del directorio personal interno.
- #4nnn Solicita retrollamada a la extensión nnn.
- #5Xnnn Almacenar en directorio personal externo.
- #6X Extraer del directorio personal externo.
- #7nnn Intercepción.
- #9nn Liberar troncal reservada.
- #0nn Reservar troncal.
- *1 Restablece llamadas entrantes.
- *2 Restablece condición de no molestar.
- *3nnn Solicita iniciar conferencia tripartita.
- *4 Solicita retrollamada con troncal.
- *5 Intercepción en grupo.
- *8 Solicita no se le moleste (bloquea llamadas entrantes).

Todas funcionan correctamente.

VII.- RESULTADOS EXPERIMENTALES Y SUGERENCIAS PARA LA
CONTINUIDAD DEL PROYECTO.

En lo que respecta a la parte de circuitería se tiene
construido y funcionando lo siguiente:

- 4 unidades de línea de abonado.
- 1 unidad de línea urbana.
- 1 puente de conferencia tripartita.
- 4 unidades de señalización las cuales comprenden:
 - a) 4 receptores de dígitos (DTMF's).
 - b) Digitalización de 4 tonos de audio para señalización.
- 1 generador de tonos de audio, el cual proporciona 10 tonos diferentes y cuatro cadencias de timbre.
- 1 base de tiempos para PCM.
- 1 generador de señal de timbre, el cual proporciona una tensión de 90 Vrms a 25 Hz y una corriente máxima de 500 mA.
- 1 interfaz de estados telefónicos, la cual puede manejar hasta 16 estados telefónicos internos y 8 externos (de troncal).
- 1 interfaz de órdenes de timbrado, la cual proporciona 16 líneas de control de timbres.
- 1 interfaz de TSAC's, la cual puede controlar:
 - a) Un banco de hasta 32 unidades de línea de abonado.

- b) El grupo entero de 32 troncales.
- c) Todo el grupo de señalización, el cual puede tener hasta 32 dispositivos.
- 1 interfaz para los impulsadores decádicos, la cual puede soportar hasta 8 de estos circuitos.
- 1 interfaz para los circuitos receptores de dígitos, la cual puede manejar hasta 16 DTMF's.
- 1 interfaz de E/S de propósito general, con 64 líneas independientes programables de entrada/salida respecto al microprocesador.
- 1 interfaz para ductos de microprocesador, en esta interfaz esta contenido el generador de interrupción periódica.

El consumo de energía de todo lo anterior es de 15 W fijos, más 2.0 W por cada extensión ó troncal activa y 30 mW estando inactiva.

La arquitectura de la circuitería está hecha para soportar como límites máximos lo siguiente:

- 248 extensiones
- 32 troncales
- 16 tonos de señalización interna.
- 4 conferencias tripartitas simultaneas.
- 16 receptores DTMF.

El diseño es tal que permite que el crecimiento del sistema sea en forma modular hasta alcanzar los límites

máximos descritos.

El descifrado de direcciones para el microprocesador es móvil y concede 256 direcciones para adiciones, como por ejemplo para una consola de operadora. Además, excepto la interfaz para microprocesador misma, la circuitería completa está orientada a ser gobernada por cualquier microprocesador de 8 bits y de hasta 2 MHz., que sea suficientemente poderoso para efectuar todo el proceso que se requiere.

La matriz de conmutación tiene capacidad para enlazar bidireccionalmente un máximo de 128 extensiones y a las 32 líneas urbanas, lo que hace un límite teórico de 80 enlaces bidireccionales simultáneos. Aun así, se dispone de la capacidad de tener a las extensiones restantes recibiendo tonos de señalización (congestión, ocupado, error, etc.).

La asignación de los recursos de circuitería (tripartitas, receptores DTMF, líneas urbanas) depende de las condiciones de tráfico de llamadas y de los parámetros de configuración dados al programa de control.

Como previamente se había mencionado, la unidad de control está siendo simulada por un sistema de desarrollo, del cual se emplea únicamente lo siguiente:

MICROPROCESADOR

MEMORIAS

INTERFAZ A PUERTO SERIE E/S RS-232 (TRUSA)

SUBROUTINAS DE MANEJO DE TERMINAL

TERMINAL DE VISUALIZACION

Si bien no se menosprecian, estos elementos faltantes pasaron a formar parte de las prioridades más bajas del diseño, ya que no era la microcomputadora el problema clave por resolver, además de tratarse de un problema muy trabajado que se sabe no ofrecerá complicaciones, excepto el tiempo que consume su solución, que en este caso es la construcción de 2 tarjetas las cuales ya están terminadas y probadas individualmente faltando modificar las asignaciones de direccionamiento y dispositivos de E/S para que el programa se adecúe a los recursos propios de la referida microcomputadora, además de ser necesario probar las subrutinas para el manejo de una terminal propia, ya que al momento de presentar este trabajo, se emplea la del sistema de desarrollo junto con las subrutinas que la manejan.

Estas tarjetas son compatibles con el resto del sistema y contienen además de los elementos descritos líneas arriba un reloj de tiempo real respaldado con batería, al igual que la memoria RAM que la requiere, y una TRUSA adicional. Teniendo esto y la terminal se podrá prescindir del uso del sistema de desarrollo, para así tener un conmutador autónomo con su terminal de administración.

Por el lado de programación, se tiene funcionando una primera versión de programa de control general que incluye:

- Manejo seleccionable arbitrario tanto de teléfonos de disco como de teclas.

- Manejo de llamadas salientes tanto para centrales de Teléfonos del Noroeste como de Teléfonos de México.
- Toda la gama de posibilidades de accesos y restricciones para los abonados internos, a los servicios de la red pública nacional.
- Capacidad para manejar volúmenes de tráfico posibles por circuitería.
- Conjunto de facilidades para abonados equiparable al de equipo sofisticado de importación.
- Monitoreo y reporte de fallas en algunos elementos claves del conmutador.
- Control para que el consumo de energía sea el mínimo indispensable para los enlaces activos.
- Autoinhibición de procesos no prioritarios en condiciones de alto tráfico, para sostener buen grado de servicio.
- Facilidades de administración al sistema.

VII.1.- Deficiencias De La Circuitería.

- a) La tarjeta de base de tiempos que se construyó, no es del todo adecuada ya que no se le hicieron las previsiones necesarias para asegurar estabilidad de frecuencia, además de que el oscilador mismo presenta mucha sensibilidad a las variaciones en la alimentación.

- b) La tarjeta generadora de tonos de audio no ofrece la manera de modificar individualmente los niveles de salida de los mismos, lo que obliga a modificar la ganancia en el circuito de digitalización correspondiente, en caso de que se requiera modificar el nivel de determinado tono, lo cual dificulta en este aspecto, la tarea de mantenimiento.
- c) Una deficiencia que se puede considerar tanto de circuitería como de programación (ya que tiene solución por ambos lados) consiste, en que durante la marcación de dígitos hacia troncal, el abonado escucha dos transiciones ruidosas por cada dígito enviado, debidas al cambio que sufre la corriente en el transformador de acoplamiento al conmutarse el lazo de troncal entre los circuitos de voz y de impulsación decádica.

La solución por el lado de circuitería implicaría el empleo de componentes adicionales, en cantidad desproporcionada al servicio que prestarían (la supresión de tales ruidos).

Se conoce y se tiene lista para implantación una solución por programa consistente en romper el enlace unidireccional con troncal (que se hace al asignarla) justo en el momento anterior al envío del primer dígito. Esto tiene como desventaja que el abonado dejaría de escuchar a la troncal durante el lapso que

dure la marcación, por lo cual se decidió esperar la decisión del usuario final.

d) Se considera una deficiencia la carencia del tablero de relevadores y sus conexiones, que permiten la conexión física entre las troncales y las extensiones, obviando al conmutador, en caso de que este falle.

e) Las entradas para lectura de estado telefónico de las unidades de línea que no están instaladas presentan muchas transiciones ruidosas de nivel lógico, esto causaba proceso innecesario en el programa de control; lo que hizo particularmente importante la definición de extensiones no instaladas, ya que así se minimizan los efectos de tales ruidos.

VII.2.- Deficiencias De La Programación.

a) En el plan de numeración no se previó el uso de la marcación abreviada externa después de una retrollamada por troncal libre, y por tanto, en el programa tampoco se hizo la previsión para permitirlo.

b) El plan de numeración, requiere que se marquen dos dígitos para emplear los servicios de operadora y solicitar línea urbana. Esto se podría considerar como una deficiencia dependiendo de si las normas para conmutadores establecen que sea un solo dígito el que

se requiera para solicitar tales recursos. Nuestra referencia (ver el apéndice III) no establece nada al respecto.

- c) Desde el punto de vista de los usuarios, es una deficiencia el no poder interceptar llamadas saliéndose de un enlace bidireccional mediante MDH. Esto no se permite, ya que no se tiene la capacidad para manejar 4 elementos para un mismo enlace, que sería el caso si la intercepción en las condiciones dichas, es una llamada de consulta/transferencia o de inicio de conferencia tripartita.
- d) El proceso de configuración, no permite modificar los directorios personales de los abonados desde terminal ni la tabla donde se tienen las claves LADA (10 claves LADA regionales) autorizadas a las extensiones con categoría de no restringidas en área local y para ciertas vías de larga distancia nacional. Tampoco prevé el desbordamiento al cargar elementos adicionales a las tablas de grupos de contestación, las cuales tienen capacidad de 10 elementos cada una, incluso la de contestación de llamadas entrantes por línea urbana, así como tampoco permite descargar un elemento una vez que se ha puesto en algún grupo. En general, el proceso de configuración, requiere una revisión amplia del

diálogo que maneja.

- e) No es posible emplear desde ninguna extensión el servicio de despertador automático que ofrece Teléfonos del Noroeste, aunque quizá no tenga mucho sentido permitir su uso, y tal vez éste sea inconveniente, ya que la llamada externa por despertador (y de cualquier tipo) se dirige hacia el grupo de contestación de troncal, o a quien la tenga reservada en ese momento.

VII.3.- REALCES.

i).- Los realces que se mencionan a continuación no romperían en su implementación con la estructura del conmutador (circuitaría y programación).

- a) Sería muy conveniente la existencia de un segundo tono de invitación a marcar, diferente del normal, que se diera siempre que se trate de esperar marcación de un abonado que dio mando de horquilla (MDH) y que por lo tanto, aún no ha liberado el enlace bidireccional que tuvo con el abonado o troncal que está recibiendo señal de espera, la cual a su vez debería ser un tono adecuado (o música) y no silencio como se está haciendo.

- b) Canales de voceo (son factibles 4 canales de voceo

separados).

- c) Agrupamiento de líneas urbanas (vease apendice III).
- d) Despliege de información de tráfico presente y/o tablero de lámparas de ocupado.
- e) Nuevos mandos de abonado:
 - Traslado de llamadas a extensiones colgadas.
 - Almacenamiento automático para uso de marcación abreviada del ultimo número marcado (tanto interno como externo, si es local).
 - Despertador automático, para este mando se requeriría contar con la información suministrada por un reloj de tiempo real accesible al programa.
 - Ejecución de los mandos de solicitud de retrollamada en nombre de otra extensión.
 - Asignación de privilegios no concedidos a la extensión, por reconocimiento de clave.
- f) Servicios nocturnos general e individual (también requiere de la información suministrada por un reloj de tiempo real accesible al programa).
- g) Extender las facilidades de administración a la ejecución en tiempo real.

ii) Realces para los que se requiere un análisis de la cantidad y tipo de elementos propios que deben suministrarse para hacer posible su implementación sin modificar la

estructura del conmutador, sin perjuicio de que se requieran adiciones en la misma.

- a) Consola de operadora.
- b) Contestador automático de llamadas.
- c) terminal remota de administración (conectada vía MODEM por el mismo conmutador hacía línea urbana).

VII.4.- Consideraciones Para La Industrialización.

Reconocemos la carencia que tiene el diseño de este prototipo, de los criterios de ingeniería industrial, aunque sí se aplicaron las técnicas de reducción de ruido en el diseño de las tarjetas.

No se han considerado los siguientes aspectos importantes:

- Tableros de fusibles.
- Elementos de protección contra descargas provenientes de líneas urbanas.
- Puntos de prueba y procedimiento para la detección de fallas.
- Designación del tipo de montura (fija ó removible) de los componentes, en especial para los más conflictivos.
- Traslado de la cicuitaría a circuitos impresos.

- Optimización de la distribución de la circuitería en tarjetas.
- Cableados externos (suministros de energía, conexiones a líneas urbanas y a extensiones, terminales, etc.).
- Ergonomía y normas de seguridad para operarios.

Un aspecto muy importante, es la selección del ducto y trasplanos que sean los adecuados para la interconexión del sistema.

Aunque el haber efectuado el trabajo que se reporta en el presente documento, nos pudiera permitir hacer algunas sugerencias al respecto, consideramos prudente mantenerlas en reserva, hasta que sea el momento de poner manos a la obra con una definición concreta del esquema de industrialización.

VII.6.- Costos.

Los herrajes son los necesarios para la construcción en tarjetas de enrollado y todos los precios son para compras a menudeo (de 1 a 10 componentes).

ESTIMACION PARA LA CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE
COMPUTADOR TELEFONICO PARA 128 EXTENSIONES

(Precios Calculados en Dólares)

		<u>COMPONENTES:</u>	<u>HERRAJES:</u>
Conferencia tripartita	(4)	348.92	169.44
Componentes utilizados para interface	(12)	392.28	542.04
Circuitería utilizada para 1 unidad de línea de abonado	(128)	7,037.44	4,631.04
Circuitería utilizada para una unidad de Señalización	(8)	448.24	273.29
Componentes utilizados para una unidad de línea de troncal	(32)	2,926.08	1,395.20
Circuitería utilizada para la base de tiempos	(1)	14.30	38.24
Circuitería utilizada para generadores de tonos	(1)	27.39	38.99
Unidad de control	(1)	100.00	50.00
TOTALES:		<u>11,294.65</u>	<u>7,138.15</u>
		*****	*****

VIII.- CONCLUSIONES

Vulnerabilidad.

Vemos dos puntos principales de vulnerabilidad. El primero se refiere a la vulnerabilidad de la vigencia del diseño, al no existir segundas fuentes de suministro de algunos componentes claves del mismo. Por otro lado, la casi totalidad de las componentes que se requieren son de importación, lo que en una época como la actual, en que la economía nacional se encuentra dislocada, entre otras causas por carecer de divisas, puede poner en peligro la viabilidad del diseño. Al respecto, sólo nos permitimos señalar que tal situación también es válida para los sistemas de conmutación que se importan armados o que se ensamblan en México, donde el precio mayor se paga no por los componentes individuales de cada sistema, sino por los costos de tecnología que los hace funcionar en conjunto.

El segundo punto de vulnerabilidad se refiere a la del diseño en sí por depender fuertemente para su funcionamiento de ciertos componentes mismos que al darse la falla de alguno de ellos haría perder pie al buen funcionamiento del conmutador en muchas de sus funciones. Por ello, es doblemente importante el desahogo de lo mencionado en la

sección anterior respecto a la selección adecuada de puntos de prueba y la definición de un procedimiento para el seguimiento de fallas.

Cumplimiento Del Plan De Trabajo.

Después de un lapso de 4 meses para la valoración del compromiso por enfrentar, el análisis teórico de alternativas y de espera de la decisión para apoyar el proyecto, se empezó a desahogar el plan propuesto mismo que estuvo enmarcado en un lapso de 6 meses, y cuyo resumen es el siguiente:

- Definición de los límites de funcionamiento (capacidad de extensiones, velocidades de respuesta, probabilidades de bloqueo, etc.).
- Diseño teórico del sistema.
- Construcción de circuitería y desarrollo de programación, para prueba de la matriz de conmutación diseñada, para valorar su utilidad frente a otros esquemas ya probados pero más costosos.
- Adquisición de todos los dispositivos de la lista de partes resultante de los puntos anteriores.
- Armado de las tarjetas componentes del sistema.
- Armado de la estructura completa de programación. Sería de señalar que en materia de programación, en especial cuando no se trabaja con

lenguajes de alto nivel, como lo fue en este caso, es altamente recomendable la preparación de una metodología completa que permita ir probando una a una y por separado, todas las componentes importantes del programa. En nuestro caso, la duración impuesta al proyecto no nos permitía invertir tiempo en esto y optamos por cargar el programa completo (más de 5000 líneas) intercalándole una buena cantidad de puntos de monitoreo visual (empleando indicadores luminosos), algunos de los cuales se dejaron residentes ya que demostraron durante el lapso de depuración, su utilidad como ayudas adicionales al rastreo de fallas.

- Pruebas individuales de circuitería.
- Prueba de conjunto del sistema, para depuración.
- Pruebas de comportamiento hacia el usuario normal, consistentes en instalar las extensiones en puntos alejados (100 mts. o más) del conmutador, para su uso normal diario por personas no involucradas en el diseño, a fin de obtener sugerencias y reportes de fallas y de deficiencias.

En el primer punto del plan de trabajo y a pesar de que ya se tenía el lineamiento claro de diseñar un conmutador no bloqueable con capacidad para 128 extensiones, se transgredió

la disciplina de trabajo, decidiéndose que la capacidad máxima fuera de 248 extensiones y conmutación bidireccional simultanea para 128 de ellas, arguyendo que sería sencillo e inmediato lograr ese crecimiento. Sin embargo, los principales obstáculos que tuvieron que salvarse fueron derivados de tal decisión, encontrando, en el momento de querer retomar el lineamiento original, que el desperdicio de trabajo sería tal que no representaría ninguna ventaja tal retorno, y sí un serio atraso y sin resultados concretos.

Esto nos demostró, que a pesar de lo entusiasta, tal decisión fué hecha muy tempranamente cuando no se tenía conocimiento pleno de sus consecuencias, entre las cuáles estuvo la de poner en peligro en más de un momento, la conclusión del proyecto, y nos hizo recordar muy continuamente que la efectividad de un equipo de trabajo no se mide por los resultados que puede alcanzar, sino por los que logra y presenta. Afortunadamente, se vencieron las dificultades, y se llegó al término del plazo fijado con el prototipo funcionando y probado. Después de esa experiencia, no nos atrevemos a calificar de fácil ninguno de los realces que se mencionaron en la sección VII.3.

Aunque de entrada puede parecer paradójico, se requiere mayor complejidad en el control para un conmutador con probabilidad de bloqueo que para uno no bloqueable, aunque

este ultimo una vez concebido como tal está obligado a que su crecimiento siga conservando su característica de no bloqueable, lo que puede hacer impracticable o muy costoso dicho crecimiento. Sin embargo para un conmutador que maneja la probabilidad de bloqueo eventualmente se puede aumentar su capacidad siendo mínimas o nulas las adiciones necesarias a la estructura de la circuitería, sin que se requiera mejorar la "inteligencia" de su control.

Ciertamente el punto más delicado para el diseño de un conmutador telefónico es la selección de la matriz de conmutación. Nuestro trabajo no fue la excepción y si bien en un momento dado se llegó a tener una colección de seis modelos diferentes de matrices de conmutación compitiendo por ser elegidas, creemos que la que finalmente empleamos es la que concilia el compromiso que imponen los requisitos que se tuvieron al respecto, e.g. viabilidad, bajo costo, flexibilidad de cambio de proveedores de componentes y oportunidad en la obtención de resultados.

El haber enfrentado este proyecto como un todo común a los dos autores, representó algunos contratiempos de aceptación de tal idea, sin embargo, a la luz de los resultados obtenidos vemos que más dificultades hubiera acarreado "partir en dos" el trabajo por realizar, puesto que lo altamente ligados que están sus "diferentes" aspectos

impone la necesidad de un esfuerzo verdaderamente coordinado. Enfrentado como labor solitaria de cualquiera de los dos autores, los resultados obtenidos hubiesen sido ciertamente de calidad inferior y con muchos meses de diferencia.

impone la necesidad de un esfuerzo verdaderamente coordinado. Enfrentado como labor solitaria de cualquiera de los dos autores, los resultados obtenidos hubiesen sido ciertamente de calidad inferior y con muchos meses de diferencia.

impone la necesidad de un esfuerzo verdaderamente coordinado. Enfrentado como labor solitaria de cualquiera de los dos autores, los resultados obtenidos hubiesen sido ciertamente de calidad inferior y con muchos meses de diferencia.

LITERATURA CITADA

- Anón. 1983. 8-Bit Microprocessor & Peripheral Data. Motorola Inc, Austin, Texas. p 3.233-3.265, 3.307-3.316, 3.397-3.409, 3.494-3.502.
- Anón. 1984. Telecommunications Data Book. National Semiconductor, Santa Clara, Cal. p 1.3-1.92
- Anón. 1985. Telecommunications Device Data. Motorola Inc., Austin, Texas. p 2.30-2.45, 2.113-2.190, 2.149-2.168
- Anón. 1985. CMOS Integrated Circuits Databook. RCA Solid State, Summerville, New Jersey, 509 pp.
- Salcido Gándara, L.E., 1982. Controlador Digital para un Conmutador Telefónico de Uso Didáctico. Tesis de Licenciatura, Instituto Tecnológico de Chihuahua, 75 pp.
- Salcido G, L.E., Sánchez G., J. 1981. Controlador Digital de Llamadas Telefónicas. IEEE Sección México, MEXICON 81, Tomo II, p 140-145
- Valerdi C., J., Pomalaza, J.C., Sánchez G., J., Pitke, M.V., Salcido G., L.E., Hernández, F., Echeverry, F., Arévalo G., V.M., Romero G., M. 1984. Conmutador Telefónico Digital Con Fines Educativos. Reporte Técnico, [[CICESE, 96[pp.

APENDICE I

En este apéndice se explica la función de cada una de las facilidades al usuario que actualmente están en operación, así como la manera de invocarlas.

I.-Llamadas Internas.

a) Establecer un enlace con otra extensión:

- Descuelgue el teléfono.
- Espere recibir el tono de invitación a marcar, si recibe tono de congestión cuelgue e intente más tarde.
- Marque el número de extensión deseado.
- Si la extensión está libre se escuchará por aproximadamente 50 segundos el eco de timbre, transcurridos los cuales, si no se ha establecido el enlace, se recibirá el tono de error*.
- Si la extensión marcada está ocupada ó en condición de no molestar se recibirá el tono de ocupado.

*Cuando se recibe el tono de error sólo se sale de este estado colgando el teléfono.

b) Número de Grupo para Extensiones.

Consiste en proporcionar a varias extensiones un número de directorio común. Cuando este número es marcado, se efectúa en el grupo entero una búsqueda de una extensión libre a la cual se hace la conexión.

- Descuelgue el teléfono.
- Espere recibir el tono de invitación a marcar. Si recibe tono de congestión cuelgue y se intente más tarde.
- Marque el número de grupo deseado (02 a 09).
- Si hay alguna extensión libre dentro del grupo marcado se escuchará por aproximadamente 50 segundos el eco de timbre, transcurridos los cuales si no se ha establecido el enlace se recibirá el tono de error.
- Si no hay extensión libre dentro del grupo marcado se recibirá el tono de ocupado.

c) Marcación Abreviada Interna (General).

Con esta facilidad una extensión puede llamar a otras extensiones, haciendo uso de su directorio personal interno, el cual tiene capacidad para almacenar hasta 10 números de extensiones, asignando un dígito de código a cada extensión (de 0 a 9).

Para almacenar o cambiar números de código:

- Descuelgue el teléfono.
- Espere recibir el tono de invitación a marcar, si recibe tono de congestión cuelgue y se intente más tarde.
- Marque: i) #2 más,
 ii) Número de código (0 a 9) más,
 iii) Número de extensión.
- Al concluir este proceso recibirá tono de invitación a marcar, lo cual indica que la operación fue bien realizada. A partir de ese momento puede utilizar su teléfono normalmente, solicitar alguna otra función, incluso, seguir almacenando extensiones en su directorio personal.
- La recepción del tono de error indica que se ha cometido una maniobra falsa. Cuelge y vuelva a intentarlo.

Para establecer un enlace con marcación abreviada:

- Descuelgue el teléfono.
- Espere recibir el tono de invitación a marcar, si recibe tono de congestión cuelgue y se intente más tarde.
- Marque: #3 más número de código.
- La extensión será automáticamente marcada.

d) Marcación Abreviada Interna (Por Grupo).

Si la extensión pertenece a algún grupo común* (existen 9 grupos comunes con capacidad de 10 extensiones cada uno), podrá comunicarse con otra extensión que esté en el mismo grupo común marcando menos dígitos.

Para establecer un enlace con marcación abreviada:

- Descuelgue el teléfono.
- Espere recibir el tono de invitación a marcar, si recibe tono de congestión cuelgue y se intente más tarde.
- Marque: i) 9 más, (indica que se realizará una marcación abreviada por grupo).
ii) Un dígito entre 0 y 9. (Indica cual de las 10 extensiones preestablecidas para ese grupo es la solicitada).
- Si por algún error la extensión que inicia la llamada se marca a sí misma, la llamada es enrutada a la extensión que ocupa el primer lugar en el grupo.

*Una extensión puede pertenecer simultáneamente a varios grupos comunes.

II).- Llamadas Externas.

a) Establecer un Enlace con una Línea Urbana:

- Descuelgue el teléfono.
- Espere recibir el tono de invitación a marcar, si recibe tono de congestión cuelgue e intente más tarde.
- Marque: 09
- Espere recibir el tono de invitación a marcar de la central telefónica.
- Marque el número deseado.

b) Para establecer un enlace con una línea urbana desde un teléfono restringido:

- Descuelgue el teléfono.
- Espere recibir el tono de invitación a marcar, si recibe tono de congestión cuelgue y se intente más tarde.
- Enlácese con algún teléfono que tenga acceso a las líneas urbanas.
- Pida que marquen el número que desea y que le transfieran la línea urbana.

c) Marcación Abreviada Externa.

Esta facilidad permite a cualquier extensión llamar a un abonado externo, marcando menos dígitos que los que componen

el número de directorio del abonado externo. Con esta característica cada extensión tiene asignado un directorio personal con capacidad de almacenar hasta 10 números externos; asignándole a cada número un dígito de código (de 0 a 9), este dígito sirve como una clave de acceso para marcación abreviada.

Para almacenar o cambiar números de códigos:

- Descuelgue el teléfono.
- Espere recibir el tono de invitación a marcar, si recibe tono de congestión cuelgue y se intente más tarde.
- Marque:
 - i) #4 más,
 - ii) Número de código (0 a 9), más
 - iii) Número externo.
- Al concluir este proceso recibirá tono de invitación a marcar, lo cual indica que la operación fue bien realizada. A partir de este momento puede utilizar su teléfono normalmente o solicitar algún otro servicio, incluso seguir almacenando extensiones en su directorio personal externo.
- El tono de error indica que se ha cometido una maniobra falsa. Cuelgue y vuelva a intentarlo.

Para establecer un enlace con marcación abreviada:

- Descuelgue el teléfono.
- Espere recibir el tono de invitación a marcar, si recibe tono de congestión cuelgue y se intente más tarde.
- Marque: #6 más el número de código.
- La llamada será marcada automáticamente.

III.- Llamada de Consulta.

Habiéndose establecido el enlace entre dos extensiones, esta facilidad permite que cualquiera de ellas pueda consultar a otra extensión o a un abonado urbano sin que se pierda la comunicación inicial.

Para iniciar llamada de consulta:

- Ejecute mando de horquilla (MDH)*.
- Espere recibir el tono de invitación a marcar.

Para consultar con una extensión:

- Marque el número de extensión deseado.

Para consultar con un abonado urbano:

- Marque 01 más número de abonado urbano.

En cualquiera de los dos casos si el teléfono se encuentra ocupado hay dos maneras de regresar al enlace original.

- Ejecute MDH ó,
- Espere a que transcurra la temporización del tono de ocupado (dos segundos), al final del cual automáticamente se regresa al enlace original.

* Mando De Horquilla: Oprimir horquilla durante un lapso no mayor a 2 segundos, y no menor a .2 segundos.

IV.- Llamada de Consulta desde A a B.

Esta facilidad puede emplearse por una extensión solo durante una llamada externa (entrante o saliente), que desee consultar a otra extensión sin que se desconecte la comunicación externa, la extensión A inicia la llamada de consulta y marca luego el número de la extensión B.

El procedimiento es el mismo que en el inciso III, aplicado a una extensión.

V.- Llamada de Consulta a Segunda Línea Urbana.

Una vez establecida una llamada urbana con alguna extensión, esta puede retener esta llamada y establecer una nueva llamada con otro abonado urbano.

El procedimiento es el mismo que en el inciso III, aplicado a un abonado urbano.

VI.- Reencaminamiento Automático de Llamadas a Posiciones Determinadas de Contestación.

Esta facilidad consiste en que cuando una persona no se encuentra en su oficina o cuando no desea ser molestada, pueda dirigir las llamadas recibidas por su extensión a otra previamente seleccionada, para ser atendidas, por ejemplo, por una secretaria.

Para establecer extensión de contestación seleccionada:

- Descuelgue el teléfono.
- Espere recibir el tono de invitación a marcar, si recibe tono de congestión cuelgue* y se intente más tarde.
- Marque: #1 más número de extensión seleccionada.
- Si ha procedido correctamente recibirá tono de invitación a marcar, si se cometió alguna falla recibirá tono de error. En este caso, cuelgue y vuelva a intentarlo.

Para restablecer su extensión:

- Descuelgue el teléfono.
- Espere recibir el tono de invitación a marcar, si recibe tono de congestión cuelgue y se intente más tarde.

- Marque: *1
- Si recibe tono de error, indica que se cometió alguna falla, cuelgue e inténtelo otra vez. Si recibe tono de invitación a marcar esto indica que el mando ha sido aceptado y su extensión volverá a recibir llamadas entrantes.

VII.- Transferencia de Llamadas.

Para transferir una llamada a otra extensión o a un abonado urbano:

- Pida al abonado con que esta enlazado que espere.
- Ejecute MDH.
- Espere recibir el tono de invitación a marcar.
- Marque el número de la extensión o el número del abonado urbano (solicitando previamente acceso a la línea urbana, marcando 01).
- Cuando el abonado conteste anuncie la llamada y cuelgue.

Para regresar a la llamada original:

- Si la extensión a la cual esta transfiriendo la llamada está ocupada, no contesta, o no quiere tomar la llamada, se puede regresar al enlace original de dos maneras:

- Ejecutando MDH ó,
- Esperando que termine la temporización del eco de timbre o del tono de ocupado, al termino del cual se regresa automáticamente al enlace original.

VIII.- Reservación de Troncales*.

Esta facilidad permite que un número determinado de troncales pueda ser reservado para tener acceso al servicio urbano aún en caso de un tráfico intenso.

Para reservar troncal:

- Descuelgue el teléfono.
- Espere recibir el tono de invitación a marcar, si recibe tono de congestión cuelgue y se intente más tarde.
- Marque: i) #0 más,
 ii) nn , número de troncal (01 < nn < 32).
- Si el mando fue dado correctamente se recibirá tono de invitación a marcar, si se recibe tono de error, cuelgue y vuelva a intentarlo.

*Sólo válido si está autorizado.

Para liberar una troncal reservada:

- Descuelgue el teléfono.
- Espere recibir el tono de invitación a marcar, si recibe tono de congestión cuelgue y se intente más tarde.
- Marque: i) #9 más,
 ii) nn, número de troncal por liberar
 (01 <nn< 32)
- Si recibe tono de invitación a marcar es indicativo de que el mando fue realizado correctamente. La recepción del tono de error puede deberse a tres casos: no estaba autorizado a reservar troncales, cometió algún error al marcar el mando o la troncal que pretendía liberar no la tenía reservada.

IX.- Conferencia Tripartita.

Esta facilidad permite establecer una conversación entre tres abonados, de los cuales hasta dos pueden ser abonados urbanos.

Para iniciar conferencia tripartita:

- Establezca un enlace normal.
- Ejecute MDH.
- Espere recibir el tono de invitación a marcar.
- Marque: *3 más

Si el tercer abonado es una extensión:

- Marque el número de la extensión deseada.

Si el tercer abonado es urbano:

- Marque 01 más el número del abonado urbano.
- Si la extensión con la que se desea establecer la conferencia no contesta ó esta ocupada, se puede regresar al enlace original de dos maneras:
 - Ejecutando MDH ó,
 - Esperar a que transcurra la temporización del eco de timbre ó del tono de ocupado, al termino del cual se regresará automáticamente al enlace original.

X.- Retrollamada por Solicitud (Interna).

Esta facilidad permite que una extensión A ponga a una extensión B ocupada bajo la supervisión del controlador. Las dos extensiones serán llamadas en cuanto ambas esten libres.

Para solicitar retrollamada:

- Descuelgue el teléfono.
- Espere recibir el tono de invitación a marcar, si recibe tono de congestión cuelgue y se intente más tarde.
- Marque: #4 más el número de la extensión.
- Si el mando se realizó correctamente, recibirá tono de

invitación a marcar. cuelgue y espere que timbre su teléfono, Si recibe tono de error es que se cometió alguna falla al dar el mando; cuelgue y se intente otra vez.

Si se desea se pueden realizar otras llamadas antes de colgar definitivamente el teléfono (la retrollamada funcionará cuando las dos extensiones involucradas estén libres).

- Cuando las dos extensiones estén libres, timbrarán simultáneamente, el primero en descolgar tendrá eco de timbre y al descolgar el segundo se establecerá el enlace.

XI.- Retrollamada por Solicitud (Externa).

Esta facilidad permite que una extensión se ponga en lista de espera de línea urbana libre, la extensión será llamada cuando se desocupe la troncal, recibiendo tono de invitación a marcar de la central telefónica al descolgar.

Para ponerse en lista de espera de troncal libre:

- Descuelgue el teléfono.
- Espere recibir el tono de invitación a marcar, si recibe tono de congestión cuelgue y se intente más

tarde.

- Marque: *4
- Espere que timbre su teléfono, al descolgar escuchará el tono de invitación a marcar de la central telefónica.
- Marque el número urbano deseado.

XII.- Intercepción de Llamadas no Atendidas.

Esta facilidad permite que se pueda contestar una llamada que está haciendo timbrar alguna extensión desde cualquier otra.

Para interceptar una llamada:

- Descuelgue cualquier teléfono.
- Espere recibir el tono de invitación a marcar.
- Marque: #7 más el número de la extensión que está timbrando.
- La llamada será enrutada a la extensión que está haciendo la intercepción.

XIII.- Intercepción de Llamadas no Atendidas por Grupos.

Esta facilidad permite interceptar llamadas desde cualquier extensión que pertenezca al mismo grupo que la extensión que está timbrando, aun sin estar autorizadas a interceptar, es decir es posible interceptar llamadas sin conocer el número de la extensión que está timbrando. Esto

es útil cuando un cierto número de extensiones están ubicadas unas cerca de otras y es difícil definir el número de extensión del teléfono que está timbrando. Únicamente miembros de los grupos de contestación pueden interceptar llamadas de otros miembros del grupo.

Para interceptar una llamada en grupo:

- Descuelgue un teléfono miembro del grupo.
- Espere recibir el tono de invitación a marcar.
- Marque: *5
- La llamada será enrutada al teléfono que está realizando la interceptación.

XIV.- No Molestar.

Esta facilidad permite bloquear temporalmente llamadas entrantes.

Para establecer condición de no molestar:

- Descuelgue el teléfono.
- Espere recibir el tono de invitación a marcar, si recibe tono de congestión cuelgue y se intente más tarde.
- Marque: *8
- Si recibe tono de invitación a marcar el mando fue aceptado, si recibe tono de error cuelgue y se intente

otra vez.

Para cancelar:

- Descuelgue el teléfono.
- Espere recibir el tono de invitación a marcar. Si recibe tono de congestión cuelgue y se intente más tarde.
- Marque: *2
- Si el mando fue dado correctamente recibirá tono de invitación a marcar, si no escuchará el tono de error, cuelgue e inténtelo otra vez.

XV.- Categoría de Extensiones.

- Restringida; solo tráfico interno.
- No restringida para ciertos números en área local.
- No restringida en área local.
- No restringida en área local y para ciertas vías de larga distancia.
- No restringida en área nacional.
- No restringida para larga distancia a Norte America.
- Vía libre a toda clase de llamadas.

APENDICE II

Constantes de Abonado

**CONSTANTES DE ABONADO
(Modificables por el Administrador)**

	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
T O I C A R Tabla de Octetos 1 de CARacterísticas	T/D	BTRIP	BINTE	BRESE	BVOC 4	BVOC 3	BVOC 2	BVOC 1
0 = Teléfono de disco								
1 = Teléfono de teclas								
0 = No puede iniciar conferencia tripartita								
1 = Si puede iniciar conferencia tripartita								
0 = No puede intervenir llamadas								
1 = Si puede intervenir llamadas								
0 = No puede reservar troncales								
1 = Si puede reservar troncales								
0 = No puede vocear en el canal 4								
1 = Si puede vocear en el canal 4								
0 = No voceo 3								
1 = Si puede vocear en el canal 3								
0 = No voceo 2								
1 = Si puede vocear en el canal 2								
0 = No voceo 1								
1 = Si puede vocear en el canal 1								

T O 1 A C C																	
Tabla de Octetos 1 de ACCesos																	
0 = No puede iniciar enlace con Troncal	1 = Si puede iniciar enlace con troncal y marcar número local	C	O	N	T	R	O	L	L.								
										D	O	P	E	R	A	D	O
0 = No puede solicitar L.D. Internacional por operadora	1 = Si puede solicitar L.D. Internacional por operadora (Puede marcar 09 a su troncal)	0 = No puede solicitar L.D. Nacional por operadora	1 = Si puede solicitar L.D. Nacional por operadora (Puede marcar 02 a su troncal)	0 = Restringido a ciertas vías (ver TACIVI) en sus accesos permitidos por LADA	1 = Irrestringido en los servicios LADA que se le autorizan	MAXIMO SERVICIO LADA AUTORIZADO	0000 = No autorizado a servicio LADA	0001 = Autorizado a usar servicio 91	0010 = Autorizado a usar servicios 91 y 92								

b7 b6 b5 b4 b3 b2 b1 b0

T O 1 C L U
Tabla de Octetos 1 de CLUBES
de Contestación

CLUB 1

- 0000 } No está en ningún club
- 0001 }
- 0010 = Puede interceptar llamadas de cualquier teléfono que esté timbrando y que pertenezca al Grupo 2
- 0011 = Idem al Grupo 3
- 0100 = Idem al Grupo 4
- 0101 = Idem al Grupo 5
- 0110 = Idem al Grupo 6
- 0111 = Idem al Grupo 7
- 1000 = Idem al Grupo 8
- 1001 = Idem al Grupo 9
- 1010 = Idem al Grupo 10
- 1011 = } Grupos comunes no defi-
- 1100 = } nidos (Reserva)
- 1101 = } -Mismo significado que los
- 1110 = } casos: 0000
- 1111 = } 0001

CLUB 2

Igual que para CLUB 1 excepto que las combinaciones:

1XXX = Extensión no instalada

A P E N D I C E I I I

CONTENIDO PARCIAL DEL: "ANTEPROYECTO DE NORMA PARA
CENTRALES TELEFONICAS PRIVADAS".