

75
Zij



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**DESARROLLO DE UN MULTICANALIZADOR DE
VOZ/DATOS PARA ENLACES DE REDES
DIGITALES DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI)
DE PROPOSITOS EDUCATIVOS.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO EN COMPUTACION
P R E S E N T A N :**

**2) GUILLERMINA MONTIEL ALMAZAN
1) IVAN MELGAREJO LOMELIN**



**DIRECTOR DE TESIS: DR. FCO. JAVIER MENDIETA J.
CODIRECTOR DE TESIS: ING. RODOLFO CASTAÑEDA S.**

MEXICO, D. F.

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**DESARROLLO DE UN MULTICANALIZADOR
DE VOZ/DATOS PARA ENLACES DE
REDES DIGITALES DE SERVICIOS INTEGRADOS
(RDSI) DE PROPOSITOS EDUCATIVOS**

DEDICATORIA

Este trabajo esta dedicado con mi más profundo respeto, admiración y cariño:

A mis amados padres

**Brígida Almazán de Montiel
Ignacio Montiel Pérez**

Quienes con su infinito amor, apoyo y confianza han contribuido a la realización de uno de mis más caros anhelos. A ustedes que creyeron en mí después de todo y aún así siguieron cerca, mostrándome su nobleza y fortaleza que me inhibe ante su grandeza.

Gracias por llevarme en hombros y curar mis heridas cuando creo no poder más.

Gracias por compartir conmigo su enorme sabiduría, su inmenso amor que no conoce límites ni condiciones y por esa fuerza interior que día a día los une y me alienta a seguir adelante.

Gracias por guiarme con cariño por el sendero de la vida, por enseñarme los valores y principios necesarios para llegar a ser mejor.

Con admiración y cariño a

**Cecilia A. Castañeda de Vázquez(†)
Victor Vázquez Jaimes(†)**

Porque tuvieron la fuerza y el valor necesario para tomar la decisión que me brindará la dicha de estar cerca de mis maravillosos padres, por la oportunidad que me dieron de vivir y sobre todo por dejarme la mejor herencia que pudieron haberme dado.

Gracias por su gran amor.

Con agradecimiento a Victor Vázquez Castañeda

A ti que siempre te has preocupado por mí, porque con tu ayuda has participado en la realización de este sueño, por estar siempre cerca de mí cuando te necesito, por protegerme y amarme a pesar de mis fallas y por ser la persona que me inspiró durante mi formación de estudiante.

Gracias por creer en mí.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por el don de la vida, por todo lo que me ha dado sin merecerlo y por no olvidarse de mí.

A mi compañero de estudio Iván Melgarejo Lomelín por la ayuda que me brindó. A ti, gracias por lo bueno que compartimos.

A mi amigo y director de tesis Dr. Fco. Javier Mendieta J., por su apoyo, por darme la oportunidad de participar en este proyecto y de conocer nuevos horizontes.

A mi amigo y director de tesis Ing. Rodolfo Castañeda S. por su dedicación, comprensión y constante apoyo, porque sin esto no hubiera sido posible la realización de este trabajo.

A las personas que contribuyeron en la realización de este trabajo, especialmente al Dr. Enrique Mitrani A.

A mis amigos de siempre Carolina, Marisol, Martha, Mireya, Juanito y muy en especial a Carlitos por su ayuda dentro y fuera de las aulas.

A mi pequeña familia de Ensenada Patricia, Verónica y Héctor, ya que con su cariño y comprensión pude seguir adelante y porque aún después de tantos tropiezos logramos superarlos, gracias por demostrarme que sí existe la amistad.

Agradezco a Arturo Arvizu, Héctor Mejía y Benoit Pelczar por su valiosa amistad.

Al CICESE y en particular al Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones por todas las facilidades que nos brindaron.

A todos mis profesores.

A la Facultad de Ingeniería de la UNAM por haber participado en mi formación académica y por ser la máxima casa de estudios.

Guillermina Montiel A.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado con todo respeto, amor y cariño:

A mis queridos padres:

**Ma. del Refugio Lomelin de Melgarejo y
Eduardo Melgarejo Martinez**

Quienes han depositado en mí, su confianza, apoyo y cariño por siempre, quienes me han alentado y, con optimismo y amor aportaron su esfuerzo y noble interés a fin de terminar esta etapa de mi vida, mil gracias!!!.

A mis queridos hermanos:

**Eduardo, José Manuel, Juan Luis, Germán, Maribel,
Ricardo, Ericka, Ariadna y Abraham.**

Por el cariño y la fe que siempre me han tenido a lo largo de mi carrera profesional, muchas gracias.

A mis cuñados y sobrinos:

Por ayudar a forjar una mejor familia y ser parte de ella, gracias por su apoyo.

A Sandy

Por apoyarme en mis esfuerzos, por alentarme siempre en el alcance de esta meta, por compartir mis penas y alegrías, gracias por tu confianza y cariño.

AGRADECIMIENTOS

A Dios Nuestro Señor, por todo lo que me ha dado.

*A mi compañera de trabajo de siempre **Guillermina Montiel A.**, gracias por todos los momentos compartidos durante nuestra carrera profesional, y gracias por haberme tomado en cuenta para este trabajo.*

*A los señores **Montiel**, muchas gracias por todo su apoyo y por la confianza que me brindaron durante mis estudios profesionales. Al **Ing. Victor Vázquez**, por la confianza y recomendación para que esta tesis fuera posible, muchas gracias.*

*A mis amigos y directores de tesis, **Rodolfo Castañeda** y **Javier Mendieta**, por su constante apoyo y ayuda incondicional en la realización de este trabajo, sin la cual hubiera sido imposible desarrollarlo.*

*Agradezco de todo corazón a todas las personas que de alguna forma u otra nos ayudaron en la realización de este trabajo, en especial al **Dr. Enrique Mitrani**, a **Alfredo Cristrobal** y a **Horacio Martínez**.*

*A mi mini familia durante estos meses en Ensenada, **Edgar**, **Raymundo** y **Ernesto**, gracias por su ayuda al iniciar mi estancia y por su amistad durante el tiempo que convivimos.*

*A mis amigos **Jesús Ibarra**, **Arturo Velázquez**, **César Cruz**, **Apolinar Reynoso**, **Jaime Saldaña** y a los demás que he olvidado mencionar, gracias por su amistad y confianza durante mi estancia en el **CICESE**.*

*A mis amigos y compañeros de la facultad, especialmente a **Juan Godínez**, gracias por su apoyo en los momentos difíciles.*

A mis maestros.

*Al **CICESE** y en especial al Depto. de Elec. y Telecomunicaciones, por todo el apoyo brindado y por todas las facilidades prestadas para la realización de este trabajo.*

*Le agradezco a la excelente y única **Facultad de Ingeniería** de la **UNAM**, el haberme forjado como ingeniero.*

Iván Melgarejo L.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
CAPITULO I: GENERALIDADES.	
I.1 INTRODUCCION.	1
I.2 Planteamiento del problema.	3
I.3 Objetivo.	4
CAPITULO II: ESTUDIO DE LA RDSI.	
II.1 Introducción.	5
II.2 Configuración de referencia.	8
II.2.1 Grupos funcionales.	10
II.2.2 Puntos de referencia.	11
II.3 Interfaz física.	12
II.3.1 Tipos de canales.	14
II.3.1.1 Canal B.	14
II.3.1.2 Canal D.	15
II.3.2 Interfaz de acceso básico.	16
II.3.3 Interfaz de acceso primario.	18
II.4 Modelo de referencia OSI.	20
II.4.1 Capa física.	25
II.4.2 Capa de enlace de datos.	30
II.4.3 Capa de red.	33
CAPITULO III: DISEÑO DE LA ARQUITECTURA DEL MULTICANALIZADOR.	
III.1 Estructura general.	35
III.1.1 Breve descripción del diagrama a bloques.	37
III.2 Descripción de la circuitería.	39
III.2.1 Interfaz hacia la PC (Ducto ISA).	39
III.2.2 Interfaz de interconexión entre los circuitos (DUCTO ST).	42
III.2.3 Interfaz S (Circuito Interfaz Usuario Red MT8930).	45
III.2.4 Matriz de conmutación (Conmutador Digital MT8980).	47
III.2.5 Teléfono digital (MT8993B).	50
III.2.6 Adaptador de Terminal.	51
III.2.6.1 Módulo de Interfaz R MH89500.	53
III.2.6.2 Interfaz RS-232.	54

CONTENIDO (continuación)

	<u>Página</u>
CAPITULO IV : PROGRAMACION DEL MULTICANALIZADOR.	
IV.1 Ambiente general del sistema.	57
IV.1.1 Atención al teclado.	58
IV.2 Programas de control de los circuitos.	59
IV.2.1 Programas de acceso a circuitos.	60
IV.2.1.1 Rutina de conmutación.	62
IV.2.1.2 Rutina de atención al snic.	66
IV.2.1.3 Rutina del hphone.	68
IV.2.1.4 Rutina del rim.	72
IV.2.2 Inicialización de los circuitos.	75
IV.2.3 Desconexión de los enlaces.	76
CAPITULO V : OPERACION DEL SISTEMA Y PRUEBAS REALIZADAS.	
V.1 Montaje del Sistema.	77
V.2 Operación del sistema.	79
V.2.1 Desplegado en pantalla.	79
V.3 Pruebas realizadas.	83
V.3.1 Prueba del Enlace de Voz.	85
V.3.2 Prueba del Enlace de Datos.	88
V.3.3 Multicanalizando voz y datos.	91
V.3.4 Prueba de desconexión.	92
CAPITULO VI: CONCLUSIONES.	94
LITERATURA CITADA.	95
APENDICE A. PROGRAMAS.	97
APENDICE B. ESQUEMATICOS DEL MULTICANALIZADOR.	98

DESARROLLO DE UN MULTICANALIZADOR DE VOZ/DATOS PARA ENLACES DE REDES DIGITALES DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI) DE PROPOSITOS EDUCATIVOS

CAPITULO I: GENERALIDADES

I.1 INTRODUCCION.

Una de las necesidades humanas más conocidas ha sido la comunicación oral, por lo que el mundo de las telecomunicaciones ha girado alrededor del servicio telefónico. Los continuos avances de la tecnología aplicada a la red telefónica, han permitido la solución paulatina de otras necesidades de comunicación como es el caso del facsimil, transmisión de datos con modem, etc., que se desarrollaron adaptándose a las características de esta red, con sus ventajas y sus inconvenientes.

El incremento en la demanda de nuevos servicios de telecomunicaciones (teleservicios), provocó que existiera una gran diversidad en los equipos y protocolos de comunicación, incompatibles todos entre sí, ocasionando que fuera prácticamente imposible la interconexión entre estos sistemas.

Con la evolución de la red telefónica hacia la digitalización completa de los medios de transmisión y de conmutación, se dió paso a lo que se conoce como "*Red Digital Integrada (RDI)*", donde el término "integrada" se refiere a la homologación de las técnicas digitales utilizadas para la transmisión y conmutación, aún cuando la línea de conexión entre el subscriptor (abonado) y la red sigue siendo analógica.

Apartir de la RDI y como consecuencia de la creciente necesidad tanto de nuevos teleservicios como de una mayor cobertura de los sistemas que prestan estos servicios, se propone, a nivel mundial, la creación de una red digital global de servicios de telecomunicaciones, conocida como **Red Digital de Servicios Integrados (RDSI)**.

El Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía (CCITT), que es un organismo dependiente de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), definió una serie de recomendaciones encaminadas a estandarizar los protocolos de comunicación entre los diversos sistemas y redes para lograr una red global que conjunte la prestación de todo tipo de servicios (voz, datos, imágenes, video y audio) a través de ella.

En respuesta, actualmente, las administraciones telefónicas trabajan en la introducción de la RDSI en nuestro país. Ante la necesidad de preparar recursos humanos que conozcan estas tecnologías, surge la idea del presente proyecto de tesis.

I.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente la mayoría de los servicios de comunicaciones se transmiten utilizando redes dedicadas para cada uno de los servicios (voz, datos y video), en México, existen: para voz la Red Telefónica (TELMEX y TELNOR) y para datos la Red de Datos Telepac (SCT). La tendencia a futuro es que mediante la utilización de una Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) única se puedan transportar todos los servicios en forma integrada.

La evolución en México de este tipo de redes ha sido lenta ya que es necesario que los enlaces actuales entre el usuario y las redes públicas se transformen de analógicos a digitales. En la actualidad, las administraciones telefónicas trabajan en la introducción de la RDSI en nuestro país. Considerando la inminente implantación de esta nueva tecnología en México, es imperativo que existan recursos humanos capacitados en esta rama del desarrollo tecnológico, así como sistemas diseñados y realizados dentro de instituciones o empresas nacionales.

Para la buena enseñanza de este tipo de redes se requiere de materiales y equipos de laboratorio modernos que son bastante caros y difícil de adquirir dada la situación económica prevaleciente en el país.

Considerando lo anterior, la realización de este tipo de proyectos resulta benéfica para el país ya que utilizando equipos y materiales de bajo costo se pueden crear herramientas de trabajo que faciliten la comprensión de las nuevas tecnologías emergentes en el área de las telecomunicaciones.

I.3 OBJETIVO

Diseñar y construir un multicanalizador de voz y datos que, además de permitir la transmisión aislada, o simultánea de esas dos señales a través de un enlace 2B + D compatible con la interfaz usuario-red de acceso básico de la RDSI, sirva de herramienta de enseñanza para la comprensión de esta red. La fabricación del multicanalizador se hará utilizando circuitos dedicados para RDSI programables, y se construirá utilizando tarjetas compatibles con el ducto de una computadora del tipo personal compatible con IBM. El control de la operación del multicanalizador se hará mediante un programa que funcione en el ambiente de una PC y que permita establecer, mantener, y finalizar los enlaces, y que muestre de una manera didáctica el estado de las diferentes partes que lo forman.

CAPITULO II: ESTUDIO DE LA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI)

II.1 INTRODUCCION.

Aunque actualmente la mayoría de los sistemas de transmisión entre centrales telefónicas son digitales, la transmisión y la señalización hacia el subscriptor es todavía analógica. (Véase Figura II.1-1).

Durante los últimos años la necesidad de intercambio de información entre diferentes partes del mundo ha aumentado considerablemente y además esta transferencia de información cada vez debe ser más rápida y barata sin importar donde se encuentren localizados los puntos donde se desee dicha información.

Además ha surgido también la demanda de nuevos servicios de telecomunicaciones, llamados teleservicios: transmisión de imágenes fijas (facsimil, videoteléfono), consulta a bases de datos (videotex), intercambio de texto a alta velocidad (teletext), interacción entre sistemas de cómputo, etc. y cada vez es más común el que los subscriptores necesiten más de uno de estos servicios [Stallings, 1992]. Una situación actual es que los diferentes usuarios de los servicios de telecomunicaciones (teléfono, computadoras, fax, etc.) tienen diferentes requerimientos en la red analógica y se debe tener un acceso (línea) diferente con un equipo terminal, interfaz y red diferente.

Para resolver estos problemas se ha desarrollado una nueva red que pretende ser universal llamada Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).

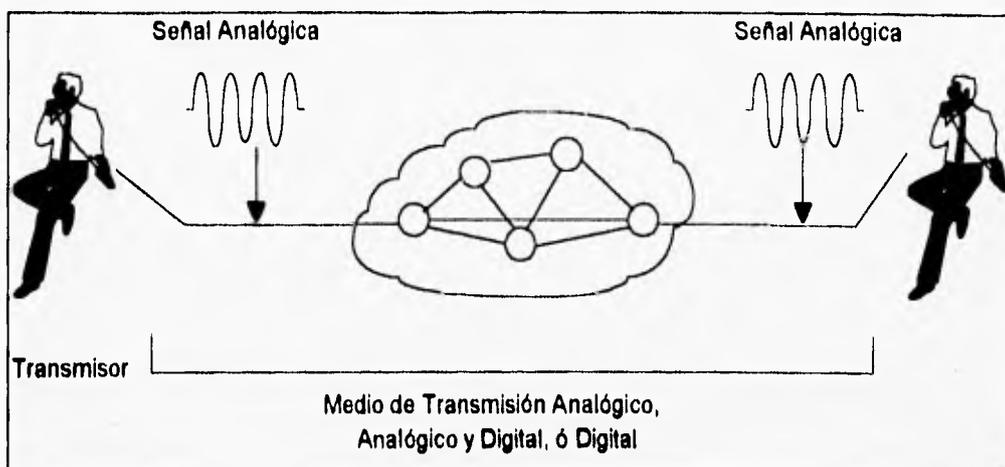


Figura II.1-1. Línea de usuario en la actual Red Telefónica.

CONCEPTO DE LA RDSI.

Según el CCITT (Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía), la RDSI es una red que permite una conectividad digital extremo a extremo para ofrecer una amplia gama de servicios de telecomunicaciones (existentes y por desarrollar) los cuales podrán ser accedidos a través de un conjunto reducido y normalizado de interfaces, dicha red debe ser una evolución natural de la red telefónica mundial existente [A. Moreno, 1995].

En las figuras II.1-2 y II.1-3 se puede observar un ambiente donde se hace uso de diferentes servicios de telecomunicaciones sin la RDSI y como es ese mismo ambiente con la RDSI.

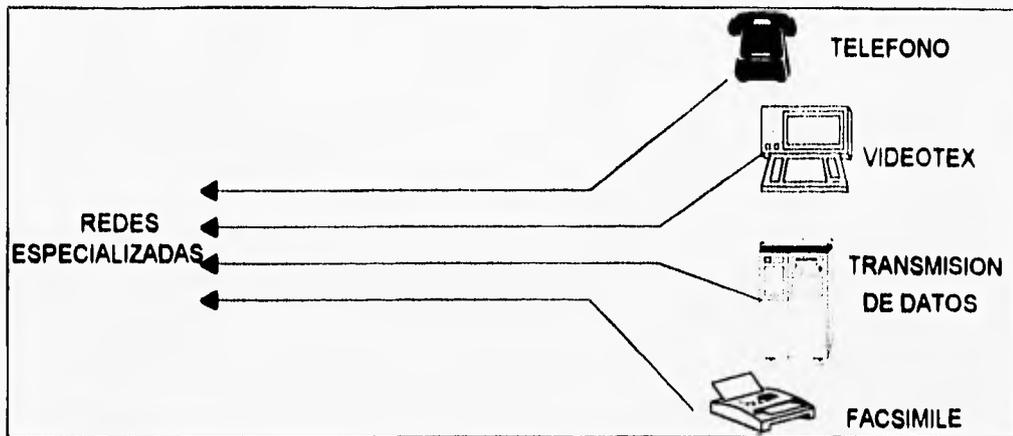


Figura II.1-2. Acceso a los servicios de telecomunicaciones en la actualidad (sin la RDSI).

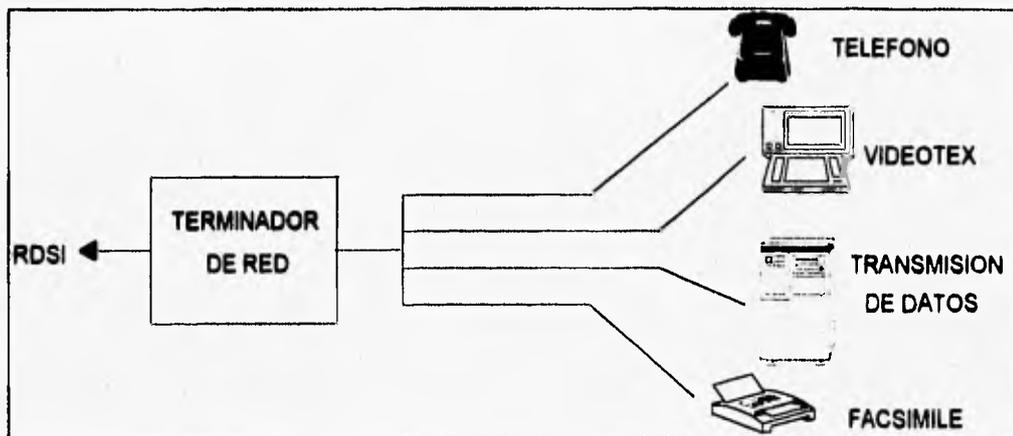


Figura II.1-3. Acceso a los servicios de telecomunicaciones con la RDSI.

Una de las premisas más importantes bajo la cual fue concebida y diseñada la RDSI es el utilizar al máximo la infraestructura de la red telefónica mundial existente ya que representa en promedio, según datos recopilados por la UIT/CCITT aproximadamente del 0.4 al 1.0% del producto nacional bruto de cada país.

II.2 CONFIGURACION DE REFERENCIA.

Una de las fortalezas de la RDSI es que especifica pocas interfaces físicas para poder conectar a la misma red una gran variedad de equipos (para voz, datos y video). La digitalización de las redes telefónicas y la normalización del ancho de banda de comunicaciones a 64-Kbps ha hecho posible la definición y soporte de un reducido grupo de interfaces. Una de las premisas de la RDSI es que reduciendo el número y variedad de interfaces e incrementando la compatibilidad de las terminales, se incrementará la flexibilidad del usuario.

Para propósitos de estudio y de normalización del acceso de usuario a la RDSI, el CCITT ha definido lo que se conoce como configuraciones de referencia [CCITT, 1989a], esto es, configuraciones conceptuales que nos sirven para identificar las distintas maneras en que se pueden implementar las interfaces físicas de conexión entre el usuario y la red.

La figura II.2-1 muestra la configuración de referencia para las interfaces usuario-red de la RDSI.

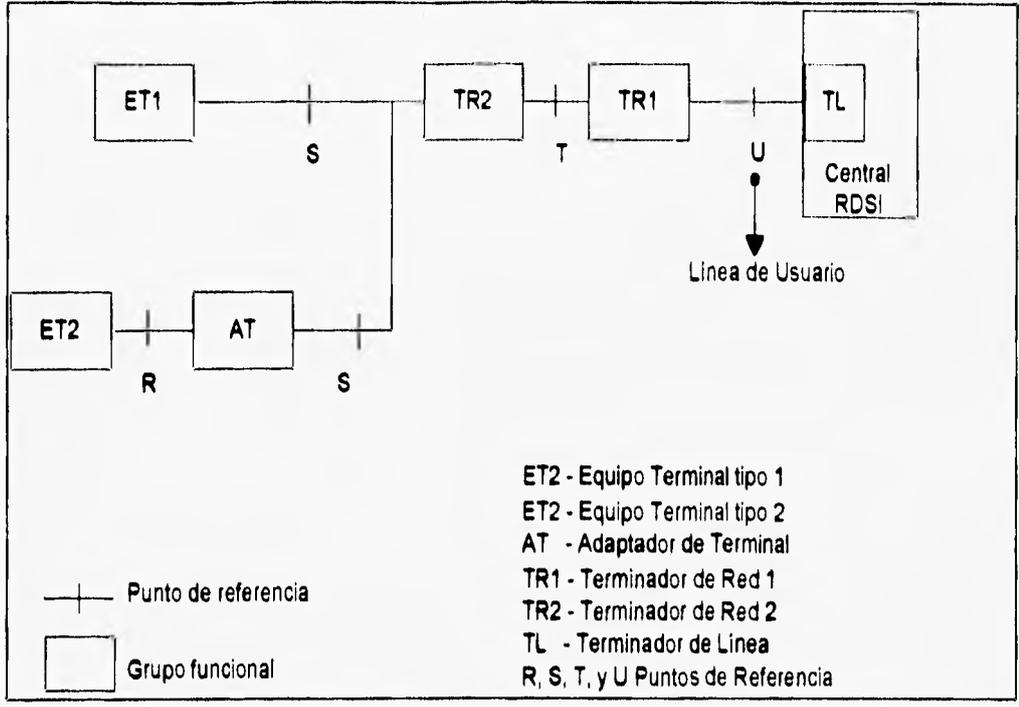


Figura II.2-1. Configuración de referencia para las interfaces usuario-red en la RDSI.

La configuración de referencia (Fig. II.2-1) ubica la interfaz Usuario-Red, a través de la cual los usuarios se podrán conectar a la RDSI y tener acceso a los servicios que ofrece ésta [Stallings, 1992]. La definición de las configuraciones de referencia se apoya en dos conceptos: puntos de referencia y grupos funcionales, que serán explicados a continuación.

II.2.1 GRUPOS FUNCIONALES.

Las diferentes funciones que es necesario llevar a cabo dentro del proceso de la comunicación (v.g. alimentación, sincronización, transmisión, concentración, enrutamiento, etc.) no son ejecutadas todas a la vez por un solo bloque de equipo dentro del sistema existente en el extremo de la interfaz correspondiente al usuario, sino que tales funciones se agrupan en conjuntos (que no son por fuerza mutuamente exclusivos), de tal manera que es posible repartir el trabajo entre varios bloques asignándoles una tarea específica. A cada uno de esos conjuntos de funciones se les conoce como grupo funcional [Gallardo & Sánchez, 1992].

Para las configuraciones de acceso usuario-red están definidos los siguientes grupos funcionales:

TERMINADOR DE RED 1 (TR1). Los equipos TR1 proporcionan funciones equivalentes a la capa 1 del modelo OSI (Open Systems Interconnection). Estas funciones incluyen conversión de señales de dos a cuatro hilos, temporización, mantenimiento de la línea de transmisión (interfaz "U") y la terminación física y eléctrica de la red en las instalaciones del usuario. Algunas veces, el TR1 puede estar integrado en otro equipo y por lo tanto no existir de forma física separada.

TERMINADOR DE RED 2 (TR2). Los equipos TR2 incluyen funciones correspondientes a las 3 primeras capas del modelo OSI, es decir, proporcionan funciones adicionales entre las cuales se puede incluir conmutación, multicanalización, concentración, control, mantenimiento, etc., pero en el interior de las instalaciones de usuario. Un ejemplo de un TR2 puede ser un concentrador, un PBX, o una Red de Area Local.

EQUIPO TERMINAL (ET). Incluye funciones que corresponden a las tres primeras capas del modelo OSI, es el equipo que está directamente en contacto con el usuario. Ejemplos de estos equipos son: terminales de datos, teléfonos, computadoras personales. Los ETs tienen funciones para el manejo de protocolos, de mantenimiento, de interfaz y de

conexión hacia otros equipos, así como funciones para el manejo de la aplicación propia (teleservicio) del equipo.

EQUIPO TERMINAL DEL TIPO 1 (ET1). Son terminales que realizan funciones de los ETs y además tienen integrada la interfaz "S" lo que los hace compatibles con la RDSI de forma directa. Ejemplos de este tipo de equipos son: terminales multiservicio para voz, datos y video, así como teléfonos digitales RDSI.

EQUIPO TERMINAL DEL TIPO 2 (ET2). Son terminales que incluyen funciones correspondientes al grupo funcional ET, pero que disponen de otras interfaces normalizadas como la RS232C, V.35, V.24, X.21, y que, por tanto, no pueden conectarse directamente a la RDSI. Sin embargo este tipo de equipos pueden ser conectados a la RDSI a través de un adaptador de terminal (AT). Ejemplos de este tipo de equipos terminales son los teléfonos, fax y computadoras personales existentes.

ADAPTADOR DE TERMINAL (AT). Este tipo de equipos permite la conexión de ET2s a la RDSI, realizando funciones de conversión de velocidad y protocolos de los equipos ET2 hacia los estándares (interfaz "S") de la RDSI.

TERMINADOR DE LINEA (TL). Estos equipos realizan funciones de terminación de línea (transmisión, alimentación, mantenimiento, desactivación, supervisión, etc.) en el lado de la central de la línea de transmisión (interfaz "U").

II.2.2 PUNTOS DE REFERENCIA.

Las interfaces entre los bloques funcionales son llamados **puntos de referencia** [CCITT, 1989a], los cuales son lógicos más que físicos; esto es, puede no haber una interfaz física en un punto de referencia dado. (Este es el caso cuando las funciones de un equipo son proporcionados por otro, además de las propias).

PUNTO DE REFERENCIA S. Este punto es una interfaz a 4 hilos (1 para Tx y el otro para Rx) entre un ET1 o un AT y un TR2. Este punto es físicamente idéntico a la interfaz T. Hasta 8 equipos ET1s o ET2s (con sus respectivos ATs) pueden ser conectados a través del punto de referencia S a un TR1. El TR2 efectivamente divide al punto de referencia T en varios puntos de referencia S.

PUNTO DE REFERENCIA T. Este punto es una interfaz a 4 hilos entre un ET1 (o un AT o un TR2) y un TR1. Representa la frontera entre las instalaciones del usuario y los equipos de transmisión de línea. Físicamente esta interfaz es idéntica a la interfaz "S".

PUNTO DE REFERENCIA U. La interfaz U es la línea de transmisión entre la interfaz Usuario-Red y la central RDSI. Específicamente se encuentra entre el TR1 y la terminación de línea (TL) de la central.

PUNTO DE REFERENCIA R. Este punto corresponde a una interfaz (tal como RS232C, V.24, V.35 o X.21) entre un equipo terminal que no es RDSI (ET2) y un adaptador de terminal (AT).

II.3 INTERFAZ FISICA.

La arquitectura RDSI ha definido 3 tipos de interfaz usuario-red para acceder o conectarse a ésta y cubrir la diversidad de aplicaciones requeridas por el usuario [Ibarra, 1993]. De esta manera en base a los requerimientos del usuario, se le puede asignar una interfaz específica, que cubra sus necesidades, logrando una mejor eficiencia, flexibilidad, baja complejidad y bajo costo [Dicenet, 1987].

Los dos principales tipos de interfaz son la Interfaz de Acceso Básico (BRI) y la Interfaz de Acceso Primario (PRI). Una forma práctica de identificar la diferencia que existe entre estos dos tipos de accesos se muestra en la Figura II.3-1, donde se puede observar que el Acceso Básico es exclusivamente para conectar y dar servicio a usuarios que tienen una línea telefónica y el Acceso Primario está enfocado a conectar usuarios que actualmente tienen un conmutador (PABX, Private Automatic Branch eXchange) y que están haciendo uso de un sistema de transmisión PCM (Pulse Coded Modulation) de 2.048 Mbps [A. Moreno, 1995].

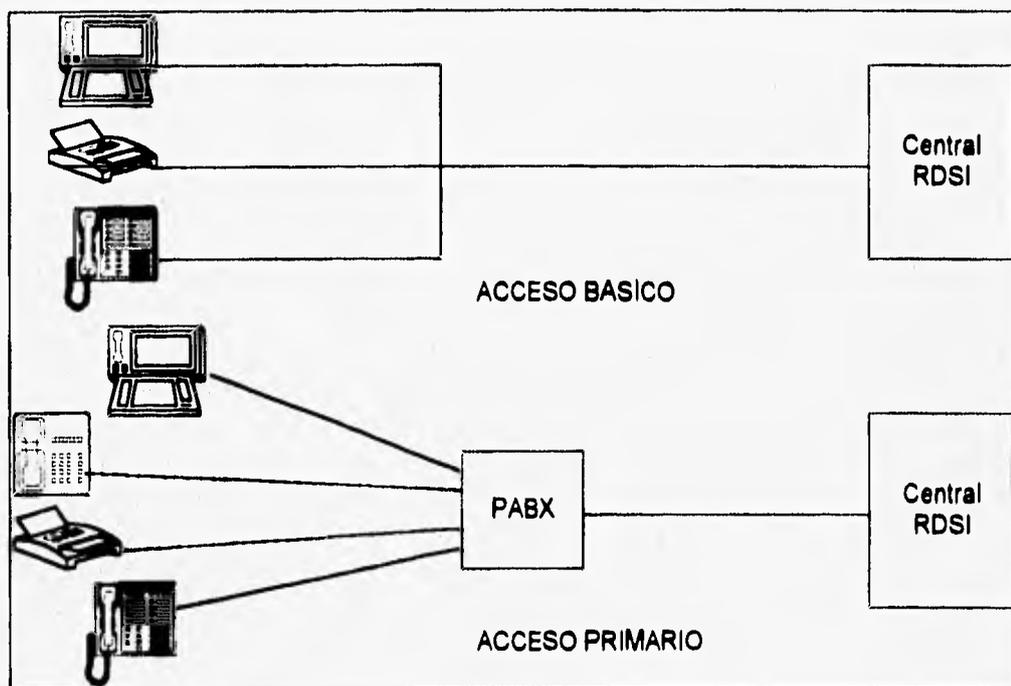


Figura II.3-1. Tipos de Acceso a la RDSI.

El tercer tipo de interfaz es la Interfaz de Acceso de Banda Ancha, ésta proporciona los requerimientos para transmisión de imágenes en movimiento, televisión de alta definición y definición estándar, videoconferencia, etc., Otras aplicaciones incluyen transferencia de archivos a muy alta velocidad y multicanalizadores multimedia que combinen datos de una variedad de fuentes de alta velocidad. La velocidad de datos puede alcanzar varios cientos de Mbps [Ibarra, 1993].

II.3.1 TIPOS DE CANALES.

La información en la interfaz usuario-red se transmite entre el TR y el ET a través de "canales". Un canal representa una porción específica del ancho de banda total de la línea de transmisión. Al tratarse de RDSI de banda angosta, los canales son de una tasa específica dependiendo del tipo de interfaz (BRI o PRI).

Toda la estructura de canales, se transmite en forma sincrónica sobre un medio físico, a través de los puntos de referencia S/T o U. Las normas RDSI definen varios canales, pero los más usados son los canales B y D.

II.3.1.1 CANAL B.

El canal B (canal portador) es un canal digital de 64 Kbps, opera en modo bidireccional (full-duplex) [Stallings, 1992]. Su propósito es transportar información del usuario como voz o datos, a través de la red, sin poner ninguna restricción en la representación binaria de los datos. Este canal no lleva información de señalización.

Puede ser utilizado en aplicaciones que requieren de los diferentes modos de comunicación en la RDSI, tales como:

- (a) Conmutación de circuitos.
- (b) Conmutación de paquetes.
- (c) Conexiones semipermanentes.

En el caso (a), la RDSI puede proporcionar una conexión transparente a 64 Kbps punto a punto (usuario a usuario). En el caso (b) una conexión en modo paquete puede soportar equipo de conmutación de paquetes que utilizan protocolos tales como X.25 [Kessler, 1990]. En el caso (c) se puede ofrecer una conexión semipermanente, por ejemplo utilizando modos de conmutación de circuitos o de conmutación de paquetes [Stallings, 1992].

Un sólo flujo de información a una velocidad menor a 64 Kbps deberá de ser adaptada para que el canal B (Bearer) la pueda portar de acuerdo a como se describe en la recomendación I.460 del CCITT. Para el caso de conmutación de paquetes varios flujos de información de un usuario dado deberán de ser multicanalizados en el mismo canal B, pero para conmutación de circuitos un canal B completo será conmutado a una sola interfaz usuario-red. Esta multicanalización también deberá de estar de acuerdo a la recomendación I.460.

II.3.1.2 CANAL D.

Todos los dispositivos conectados a la RDSI intercambian mensajes similares con la red para solicitar la prestación de algún servicio. Toda esta información se transporta a través de un canal que puede ser de 16 Kbps o 64 Kbps (dependiendo del tipo de acceso) , denominado canal D (canal de Demanda). La función principal de este canal es transportar la información de señalización para el control de la conexión en modo circuito de uno o mas canales B entre el usuario y la red. Durante los periodos que no es utilizado para éste propósito, el canal D puede transmitir información usuario a usuario, datos en modo paquete a baja velocidad o señales de telemetría [Stallings, 1992].

Utiliza un protocolo en capas de acuerdo a las recomendaciones I.440, I.441, I.450, e I.451 del CCITT.

II.3.2 INTERFAZ DE ACCESO BASICO (BRI).

Como se vió anteriormente las normas RDSI definen el acceso del usuario a la RDSI a través de canales B y D para crear las diferentes configuraciones de canales (BRI y PRI). Estas configuraciones de canal se pueden pensar como tubos: cada tubo lleva varios canales los cuales están "multiplexados en tiempo" sobre la línea de transmisión [A. Moreno, 1995]. El circuito de Acceso Básico es normalmente la línea que llega a la casa u oficina del usuario (línea del subscriptor). Este va a reemplazar los circuitos utilizados actualmente por la red telefónica. Es una línea digital en la que no se envían tonos de marcación de dígitos, voltajes de timbrado, etc. En lugar de enviar éstos, se manda un mensaje que lleva los dígitos marcados, o para indicarle al teléfono que timbre o deje de timbrar.

Un BRI consiste de 2 canales B (64 Kbps cada uno) y un canal D (16 Kbps), el cual es conocido como 2B+D y tiene una capacidad para transportar información de 144 Kbps. Con bits adicionales de overhead o control (sincronía, mantenimiento), la velocidad total en la interfaz S/T es de 192 Kbps. El protocolo de capa 1 para la interfaz de acceso básico está especificado en la recomendación I.430 [CCITT, 1989a], la cual define la comunicación entre el ET y el TR a través del punto de referencia S/T.

Esta interfaz puede utilizar una configuración punto a punto o punto a multipunto, esta última teniendo dos opciones: ducto pasivo corto y ducto pasivo extendido, y tienen las siguientes características:

- *Configuración punto a punto.* Está compuesta por un solo equipo terminal conectado al terminador de red, del cual, pueden estar separados hasta 1 Km.
- *Ducto pasivo corto.* Esta configuración permite conectar hasta 8 equipos terminales a un solo terminador de red en un ducto de 150 mts. de longitud, pudiendo estar los ETs y el TR en cualquier punto del ducto.
- *Ducto pasivo extendido.* Esta configuración permite que hasta 8 ETs se conecten al final del ducto, a una distancia menor o igual a 1 Km. del TR.

La figura II.3.2-1 muestra la configuración punto a multipunto de la BRI. La conexión física del o los ETs al TR requiere de 2 pares de cables; un par para cada dirección de transmisión.

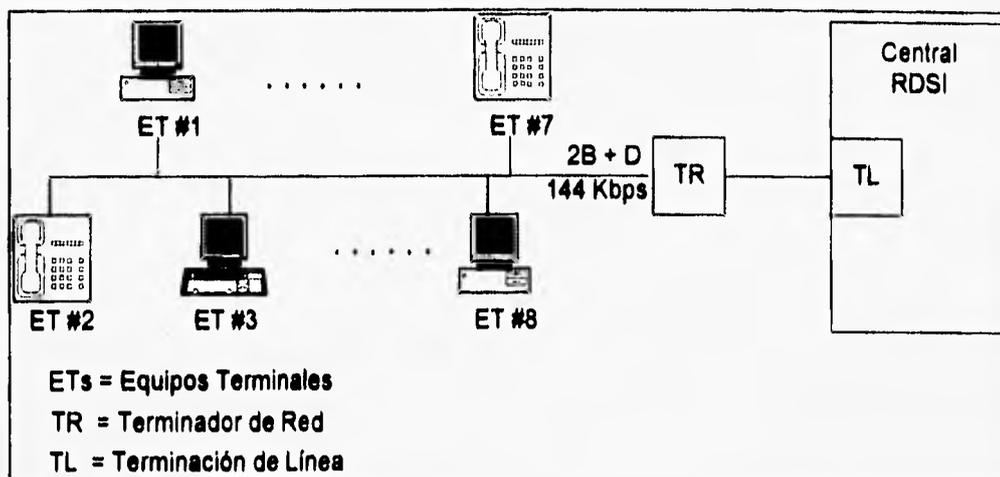


Figura II.3.2-1. Configuración punto a multipunto de la Interfaz de Acceso Básico.

Los dos canales B pueden usarse independientemente para diferentes tipos de transmisión. Por ejemplo, un canal B puede llevar información de voz y el otro puede llevar datos. De esta manera, voz y datos son integrados sobre los mismos medios de transmisión, siendo ésta la función del multicanalizador desarrollado en el presente trabajo.

En la actualidad el BRI es el mismo para todos los países, pero existe una variación en lo que se refiere al contenido del canal B que afecta a equipos que tienen acceso a comunicación de voz como lo es el caso del teléfono, conmutadores privados, y equipos de prueba. La diferencia se basa en el esquema de codificación de la voz que se utilice (ley A o ley μ). La ley μ se utiliza en EUA, Canadá y Japón. La ley A se utiliza en rutas internacionales, Europa, Africa y Latinoamérica.

II.3.3 INTERFAZ DE ACCESO PRIMARIO (PRI).

Como se vió anteriormente el acceso básico ofrece un servicio de 64 Kbps ya sea de voz o datos. Este limitado ancho de banda no es suficiente para la comunicación entre dos oficinas terminales, o inclusive entre un conmutador privado y una oficina terminal, esto hace necesario la utilización de una interfaz con un mayor ancho de banda, esta interfaz es la que se conoce como Acceso Primario (PRI).

Actualmente, existen dos tipos de Accesos Primarios definidos. El PRI Europeo usa 30 canales B y un canal D a 64 Kbps cada uno (más un overhead de 64 Kbps) para una velocidad total de 2.048 Mbps y se le llama CEPT, en EUA, Corea del Sur, y Japón, el PRI funciona a 1.544 Mbps (23 canales B y un canal D a 64 Kbps cada uno más overhead de 8 Kbps) y se conoce como T1. El overhead para ambos PRIs sirve para funciones tales como sincronización de trama y administración de red.

Una vez que ya se tiene un panorama general de lo que es la Red Digital de Servicios Integrados, en la figura II.3.3.1 se muestra un **MODELO RDSI** en el que se pueden observar los 2 tipos de interfaz de acceso a la RDSI, así como los grupos funcionales, y los puntos de referencia.

MODELO RDSI

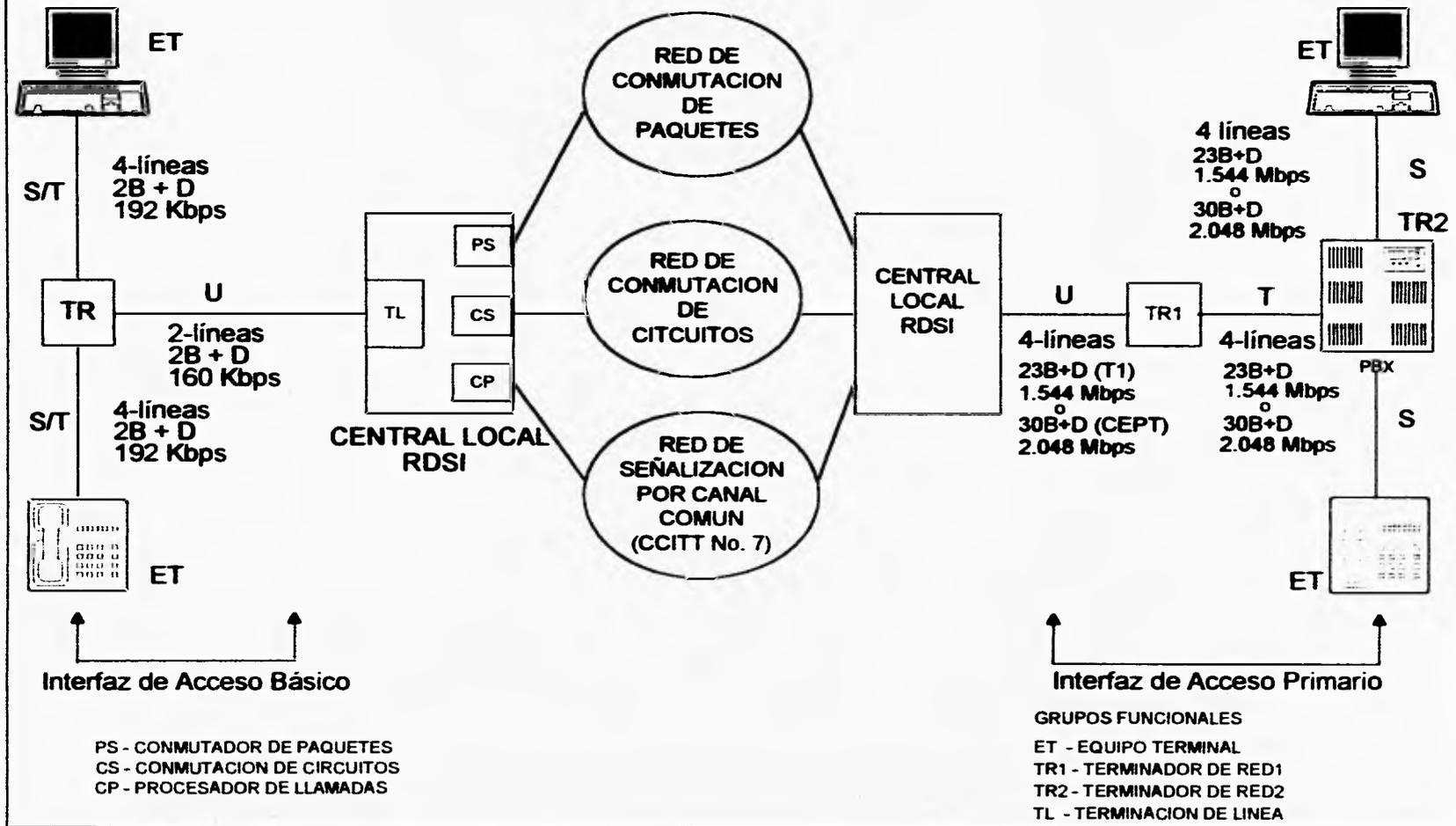


Figura II.3.3-1 Modelo RDSI

II.4 MODELO DE REFERENCIA OSI.

La RDSI ha adoptado un esquema estratificado, basado en el modelo de siete capas de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI) de la Organización Internacional de Normas (ISO), para los protocolos de intercambio de información dentro y a través de la red [CCITT, 1989b]. Este modelo se muestra en la figura II.4-1. La estructuración en capas, permite, por un lado, subdividir el problema global de la implementación de protocolos en varias piezas que resultan, obviamente, menos difíciles de realizar que el problema visto como un todo, además de que se obtiene, como consecuencia directa, que cada pieza sea altamente independiente de las demás, de tal forma que se puede alterar el funcionamiento de cualquiera de ellas para aprovechar los nuevos avances en las técnicas de programación o de desarrollo de circuitos sin afectar a las otras capas [Gallardo & Sánchez, 1992].

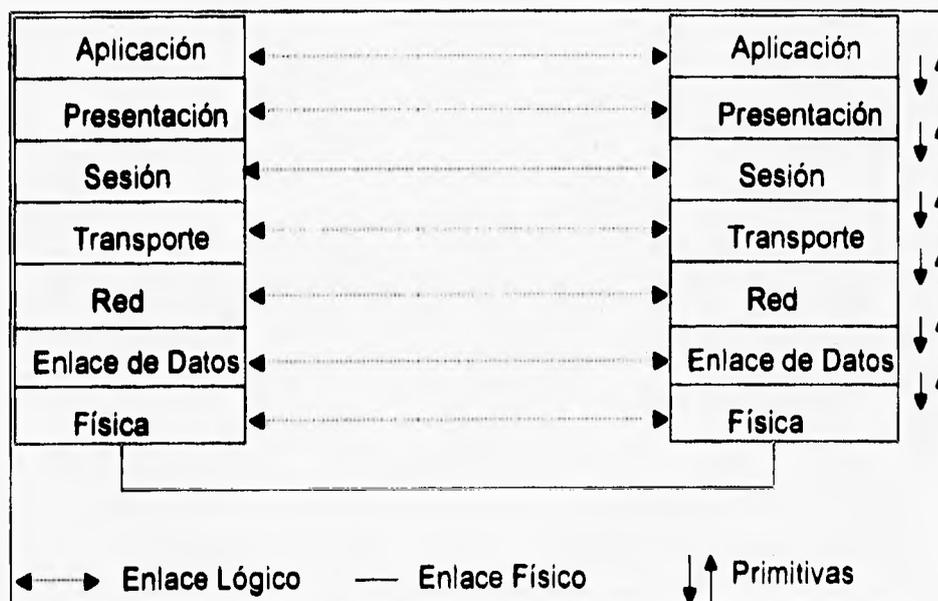


Figura II.4-1. Modelo de Referencia OSI.

Las características fundamentales de los esquemas estratificados son: la definición de procedimientos estandarizados que permiten el intercambio lógico de información entre entidades de un mismo nivel, la creación de fronteras bien delimitadas entre las capas y la posibilidad de interacción directa únicamente entre capas adyacentes.

Dos entidades de una misma capa que pertenecen a sistemas diferentes en lados opuestos de la interfaz y que deben intercambiar información para realizar un objetivo común se denominan *entidades par*.

Cada capa puede estar constituida por una o varias entidades que realizan las funciones requeridas. Los mensajes definidos para la comunicación entre entidades de capas adyacentes, de un mismo sistema, se conocen como *primitivas de servicio*. Las primitivas son meramente conceptuales y no está especificado cómo han de realizarse [Gallardo & Sánchez, 1992]. Hay cuatro tipos diferentes de primitivas de acuerdo al sentido en que se transmiten y a la función que llevan a cabo; éstas son identificadas con los siguientes nombres: petición, indicación, respuesta y confirmación. Los tipos de primitivas y su dirección se muestran en la figura II.4-2.

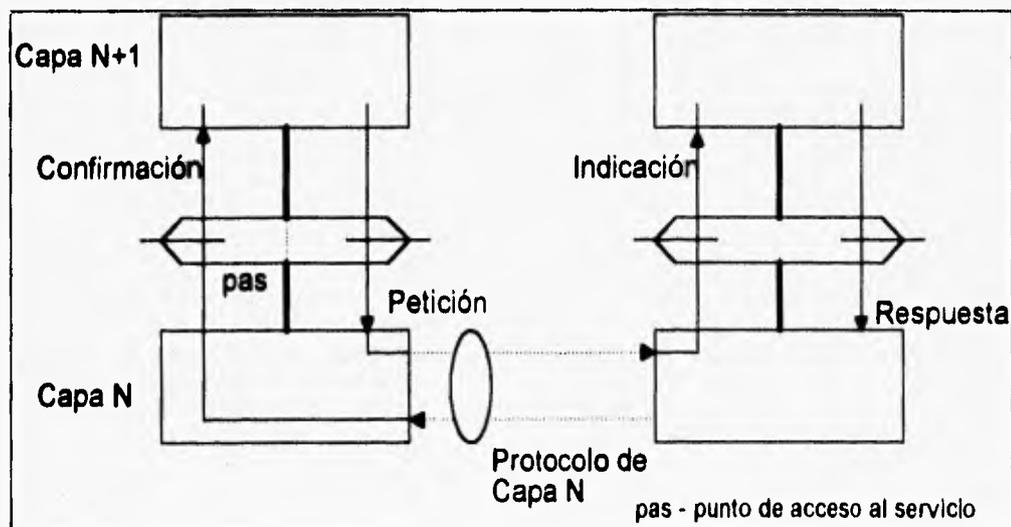


Figura II.4-2. Tipos de primitivas intercambiadas entre capas adyacentes.

El tipo de *primitiva petición* se utiliza cuando una capa solicita un servicio a la capa inferior. El tipo de *primitiva indicación* lo utiliza la capa que proporciona un servicio para notificar a la capa superior cualquier situación relacionada con este servicio; generalmente es el resultado de una actividad desencadenada por una primitiva de tipo petición en la entidad par, o bien, puede implicar la incapacidad de la capa inferior para proporcionar el servicio. El tipo de *primitiva respuesta* lo utiliza una capa para acusar recibo de una primitiva de tipo indicación procedente de la capa inferior. El tipo de *primitiva confirmación* lo utiliza la capa que proporciona un servicio para confirmar que se ha completado la actividad que le ha sido solicitada mediante una primitiva de tipo petición.

La frontera entre entidades adyacentes en un mismo sistema recibe el nombre de *interfaz* y cuenta con un *protocolo de interfaz* que opera a través de ella [Terpán, 1993]. La interfaz se utiliza para acceder los servicios prestados por la capa inferior a través de un *punto de acceso al servicio* (PAS).

Como se había mencionado antes, la comunicación entre dos entidades del mismo nivel pero de sistemas distintos, se lleva a cabo por medio de *protocolos entre entidades pares*. La comunicación entre entidades pares se realiza utilizando el protocolo de la capa en cuestión pero son necesarios, para lograrla, los servicios de las capas inferiores. Cada capa trata la información procedente de la capa superior como un bloque que no va a procesar, únicamente a transportar. Al construir una trama de salida cada capa añade uno o más campos, que reciben el nombre de *encabezado* [Terpán, 1993]. Estos campos son utilizados para la comunicación con la capa par correspondiente, la cual, al recibir la información procedente de su capa inferior, interpreta y retira el encabezado y transmite el resto de la información hacia arriba hasta que la información original de usuario alcanza su destino.

Los dos tipos de protocolo descritos anteriormente se muestran en la figura II.4-3.



Figura II.4-3. Protocolos de interfaz y de entidades pares en el modelo de referencia OSI.

Hasta el momento, el CCITT/UIT ha definido las capas 1, 2 y 3 para la RDSI, las cuales se encuentran íntimamente asociadas con las capas correspondientes del modelo OSI y su relación se muestra en la figura II.4-4. En dicha figura se muestran de una manera separada los protocolos que le corresponden a los canales B y D.

Aplicación						
Presentación	Señalización de usuarios finales					
Sesión						
Transporte						
Red	Control de llamadas I.451/Q.931	X.25 Nivel de paquetes	(Estudio posterior)			Nivel de paquetes
Enlace de Datos	LAP-D (I.441/Q.921)			I.465/V.120	LAP-B	
Física	I.430 Interfaz Básica + I.431 Interfaz Primaria					
	Señal	Paquete	Telemetría	Commutación de Circuitos	Semi-permanente	Commutación de Paquetes
	Canal D			Canal B		

Figura II.4-4. Arquitectura de protocolos RDSI para la interfaz usuario-red.

A continuación se describirán las características y funciones correspondientes a las capas 1, 2 y 3, desarrollando de una manera más profunda la capa física dado que el presente proyecto de tesis se basa en este nivel.

II.4.1 CAPA FISICA.

La capa 1 (capa física) de la RDSI determina las características de la transmisión física en un enlace nodo a nodo. Es presentada al usuario como el punto de referencia S/T.

Las recomendaciones del CCITT I.430 para una Interfaz de Acceso Básico e I.431 para una Interfaz de Acceso Primario especifican las características físicas de la interfaz usuario-red en los puntos de referencia S y T [Gallardo & Sánchez, 1992]. Estos protocolos de capa 1 (capa física) proveen los siguientes servicios a la capa 2 (capa de enlace de datos):

- Capacidad de transmisión de los canales B y D, así como las funciones de temporización y sincronización en estos canales.
- Los procedimientos necesarios para la activación y desactivación del ET o del TR.
- Procedimientos necesarios para que los ET conectados en una configuración multipunto puedan acceder al recurso del canal D de manera ordenada.
- Procedimientos de capa 1 necesarios para realizar funciones de mantenimiento.
- Indicación del estado de la capa 1 a las capas superiores.

A continuación se describirán algunos de los aspectos de la **interfaz básica** como: conector físico, estructura de trama (incluyendo código de línea), y la forma de activación y desactivación de la interfaz.

CONECTOR FISICO

Cabe recordar que en un enlace funcional, como los que se realizan en el presente proyecto de tesis, hay dos elementos constitutivos: el ET, que designa al lado de la interfaz correspondiente al usuario, y el TR, que representa al lado red.

Actualmente la conexión física entre un ET y un TR para el punto de referencia S/T de la interfaz de acceso básico está especificado por el estándar ISO, este es el ISO-8877 (RJ45). Este estándar especifica un conector físico de 8 pines [Stallings, 1992]. El conector que se utiliza en las tarjetas de esta tesis es un conector RJ11, para uso práctico de pruebas de laboratorio.

ESTRUCTURA DE TRAMA

Recordemos que el acceso básico consiste de dos canales B (información de usuario a 64 Kbps cada uno) y un canal D (información de señalización o de usuario a 16 Kbps), los cuales son multiplexados en tiempo sobre los cuatro hilos de la interfaz "S". Un par de hilos es usado para transmitir y el otro par es usado para recibir.

Se utiliza para ambos sentidos de transmisión un *código de línea pseudoternario* (tres niveles de voltaje y solo dos niveles lógicos) con anchura de pulso del 100% (el nivel de voltaje en la línea no varía en el tiempo correspondiente a la duración de un bit). La codificación se efectúa de tal forma que el uno binario se representa por la ausencia de señal (voltaje) en la línea (alta impedancia), mientras que el cero binario se representa por un pulso positivo o negativo de $750 \text{ mV} \pm 10\%$ [Stallings, 1992]. Los ceros binarios se alternarán en polaridad, salvo excepciones necesarias para identificar el inicio y el final de la trama. Un cero que no respeta la alternación de polaridades se conoce como una violación de código [Gallardo & Sánchez, 1992] (Véase figura II.4.1-1).

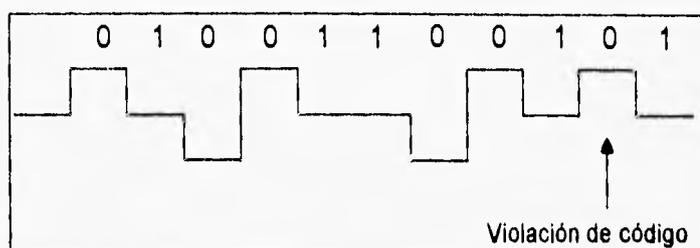


Figura II.4.1-1. Código de línea pseudoternario con alternación de polaridades en los ceros

El terminador de red (TR) derivará su temporización (tanto de bit, como de octeto y de trama) a partir de la señal recibida de la red y utilizará esta temporización para sincronizar la señal que transmita hacia los equipos terminales (ET's) conectados a él. Un equipo terminal deberá obtener sus temporizaciones a partir de la señal recibida desde el terminador de red.

Las estructuras de trama serán diferentes en cada sentido de la transmisión. Un tipo de tramas es transmitido del ET al TR (dirección de usuario a central) y otro tipo de tramas es transmitido del TR al ET (dirección central a usuario), como se ilustra en la figura II.4.1-2.

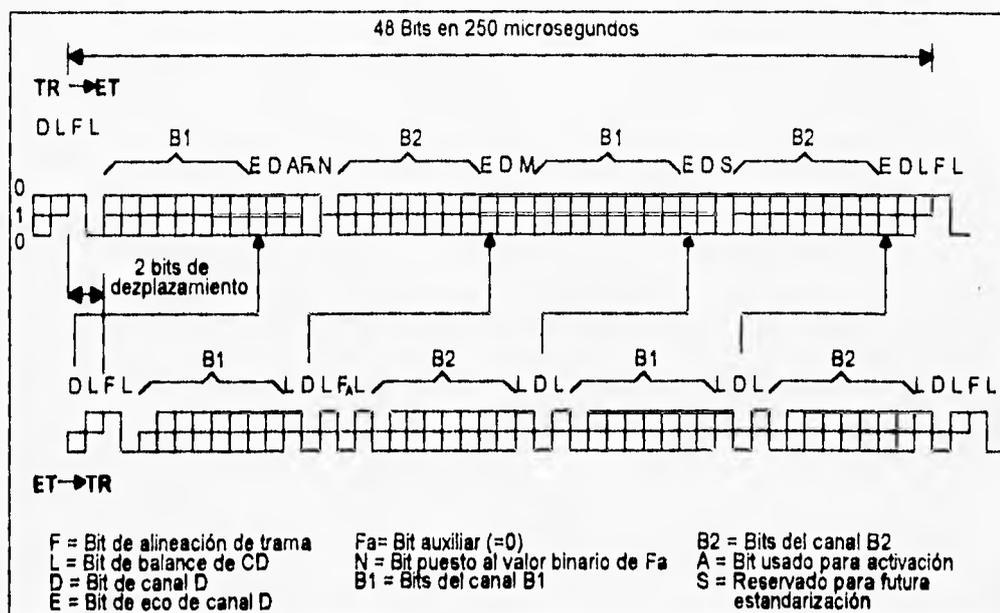


Figura II.4.1-2. Estructuras de trama para los puntos de referencia S y T a velocidad básica.

El primer bit de cada trama transmitida desde un ET hacia el TR se retardará dos periodos de bit con respecto al primer bit de la trama recibida del TR. Ambos tipos de tramas consisten de 48 bits transmitidas cada 250 μ seg (4,000 tramas por segundo). Esto equivale a una velocidad de transmisión total de 192 Kbps; sin embargo, algunos de los 48 bits (12 bits) son de overhead (bits adicionales de control) y no de información de los canales B o D. Los 36 bits de información de los canales B y D son usados como sigue: 16 bits son del primer canal B, 16 bits son del segundo canal B, y cuatro bits del canal D. Esto resulta en una transferencia de datos a una velocidad de 144 Kbps (36 bits x 4000 tramas por segundo) [A. Moreno, 1995].

ACTIVACION Y DESACTIVACION

Hay mecanismos de activación y desactivación que permiten minimizar el consumo de potencia de los dispositivos cuando no hay comunicación en curso. Los cambios de estado se dan de acuerdo a ciertos mensajes recibidos por la entidad de capa 1, ya sea mediante primitivas de capas superiores o a través de señales especiales que se transmiten por la línea de interconexión entre el ET y el TR.

La comunicación entre la capa 1 y la capa 2 para efectos de activación y de desactivación se establece mediante las primitivas:

- Petición FI-ACTIVACION (FI-AR).
- Indicación FI-ACTIVACION (FI-AI).
- Indicación FI-DESACTIVACION (FI-DI).

La comunicación entre la capa 1 y la entidad de gestión se establece mediante las primitivas:

- Indicación GFI-ACTIVACION (GFI-AI).
- Petición GFI-DESACTIVACION (GFI-DR).
- Indicación GFI-ERROR (GFI-EI).

Las señales que se usan para controlar los procedimientos de activación-desactivación, conocidas como señales INFO, se muestran en la tabla II.4.1-1.

NOMBRE	DEFINICION	DIRECCION
INFO 0	Ausencia de señal.	ET ↔ TR
INFO 1	Señal continua a una velocidad de 192 Kbps y con el siguiente esquema cíclico: cero positivo, cero negativo y seis unos.	ET → TR
INFO 2	Trama con todos los bits de los canales B, D y E (eco de canal D) puestos a cero. El bit A se pone también a cero.	ET ← TR
INFO 3	Trama sincronizada y con datos operacionales en los canales B y D.	ET → TR
INFO 4	Trama con datos operacionales en los canales B, D y E (eco de canal D). El bit A se pone a uno.	ET ← TR

Tabla II.4.1-1. Señales INFO, para la activación y desactivación del nivel físico de la interfaz "S".

II.4.2 CAPA DE ENLACE DE DATOS.

La capa 2 para el canal D es definida en las recomendaciones I.440 (Q.920) e I.441 (Q.921) del CCITT. Estos protocolos reciben comúnmente el nombre de LAPD (Procedimiento de Acceso al Enlace en el canal D) y tienen como finalidad controlar el intercambio de información entre las entidades pares de capa 3 a través de la interfaz usuario-red. También controlan la interacción de la capa de enlace de datos (capa 2) con la capa de red (capa 3) y la capa física (capa 1). La estructura de trama LAPD para el canal D se muestra en la figura II.4.2-1 [Terpán, 1993].

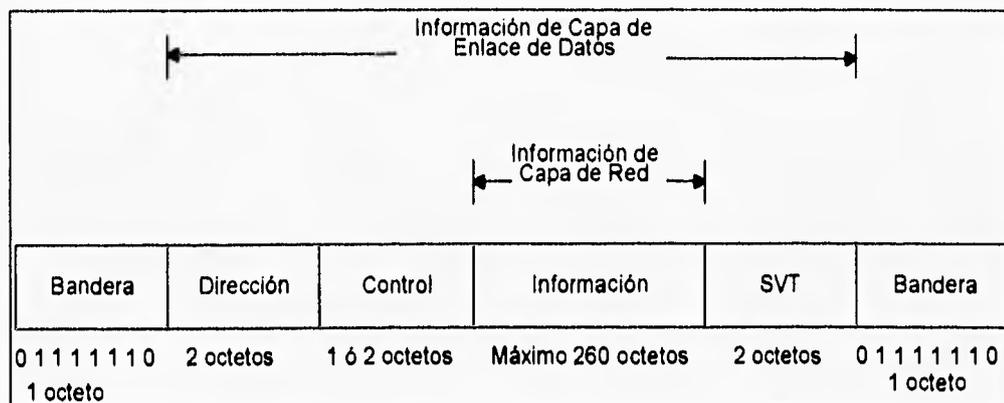


Figura II.4.2-1. Estructura de trama LAPD para el canal D.

El protocolo LAPD provee los siguientes servicios a la capa de red:

- Presta servicios a varias entidades de capa 3, las cuales se diferencian entre sí por medio del campo de dirección de la trama de capa 2.
- Proporciona delimitación de tramas por medio de banderas HDLC (01111110) y transparencia en la transmisión de la información por medio de la inserción y extracción de ceros para asegurarse que no se repita, de manera involuntaria, la secuencia de bandera y ésta se pueda interpretar como un mensaje erróneo. Este procedimiento inserta un cero después de cada 5 unos consecutivos.
- Proporciona un mecanismo de control de secuencia para garantizar el orden de las tramas transportadas a través de la interfaz.
- Proporciona procedimientos de detección y recuperación de errores en la conexión de capa 2.
- Proporciona control de flujo manejando tramas que solicitan la suspensión temporal o la reanudación del envío de tramas de información y proporciona control de error a través del acuse de recibo de tramas recibidas exitosamente solicitando retransmisión de tramas recibidas con error.

El campo de dirección de la estructura de trama identifica, en 16 bits, el origen o destino de la trama por medio del Identificador de Punto de Acceso al Servicios (SAPI) y del Identificador de Punto Extremo Terminal (TEI); define, asimismo, si la trama corresponde a una instrucción o a una respuesta (C/R). El SAPI tomará un valor 0 para la interacción con la capa de red y un valor 63 para la interacción con la entidad de gestión. El TEI puede tomar valores entre 0 y 127, siendo los 64 primeros (0-63) asignados de manera no automática; del 64 al 126 asignados automáticamente y el 127 usado para difusión, (en enlaces punto a multipunto) [Gallardo, 1991].

El campo de control puede tener 3 formatos distintos:

- **tramas I de información numerada:** este formato es utilizado para la transferencia de información proveniente de capa 3. Utiliza contadores para llevar una secuencia de tramas enviadas y una secuencia de tramas recibidas sin error.
- **tramas S que manejan funciones de supervisión:** con este tipo de tramas se acusa recibo, se pide una retransmisión o se solicita la suspensión temporal del envío de tramas I.
- **tramas U (no-numeradas):** se utilizan para la transmisión de información no numerada para realizar funciones de control de enlace de datos.

La longitud del campo de control es de 2 octetos para los formatos I y S, siendo de un octeto para el formato U.

El campo de información se encuentra presente en todas las tramas I y en las tramas UI (tramas de Información No-numeradas). Cuando este campo existe es de longitud variable, de un máximo de 260 octetos, y contiene información de capa 3.

El campo de Secuencia de Verificación de Trama (SVT) lleva información del Código de Redundancia Cíclica de 16 bits (CRC-16) definido por el CCITT y calculado de acuerdo al polinomio generador $x^{16} + x^5 + x^2 + 1$.

II.4.3 CAPA DE RED.

La capa 3 (capa de red) es responsable del Establecimiento, Mantenimiento y Terminación de las conexiones de red de los canales D y B. Además la capa 3, proporciona funciones de Enrutamiento y Direccionamiento. El protocolo de la capa 3 se describe en las recomendaciones I.450 (Q.930), I.451 (Q.931) e I.452 (Q.932) emitidas por el CCITT [Terpán, 1993]. El protocolo de la capa 3 esta contenido en el campo de información de la capa 2.

El control de conexión, tanto para modo circuito como para modo paquete, para un usuario de la RDSI, requiere que se aplique el protocolo de capa 3 para el control de conexiones así como de los servicios proporcionados por la capa de enlace de datos y capa física correspondientes.

El protocolo de capa 3, tiene como función básica efectuar el establecimiento, control y liberación de las conexiones tanto en modo circuito como en modo paquete. Las funciones descritas soportan los procedimientos para control básico de llamadas, así como para control de llamadas en conjunción con facilidades suplementarias proporcionadas por la red.

Las principales funciones del protocolo de la capa 3 son las siguientes:

- Generar y procesar las primitivas de comunicación entre ella y la capa de enlace de datos.

- Generar e interpretar los mensajes de capa 3 necesarios para la comunicación entre entidades pares. Estos mensajes llevan información necesaria para el establecimiento, mantenimiento, supervisión y liberación de la conexión. Todos los mensajes tienen un mismo formato establecido por la recomendación. Tanto la red como el equipo terminal deben ser capaces de manejar la información suficiente para realizar el enlace y desechar la información que no tengan capacidad de interpretar.
- Administrar los temporizadores y las entidades lógicas (e.g. referencias de llamada) utilizados en los procedimientos de control de llamada.
- Administrar el acceso a los recursos, tales como los canales B o el manejo de canales lógicos para paquetes (protocolo X.25).
- Garantizar que los servicios prestados por la red sean consistentes con los servicios solicitados por el usuario. En caso de no ser así se rechaza el establecimiento del enlace.

CAPITULO III: DISEÑO DE LA ARQUITECTURA DEL MULTICANALIZADOR.

III.1 ESTRUCTURA GENERAL.

Un multicanalizador es un sistema que permite transmitir varios servicios (voz, datos, etc.) en un mismo enlace.

En el multicanalizador diseñado, el enlace, se desarrolla a través de la interfaz S de un acceso básico RDSI. De esta manera los dos canales B pueden usarse independientemente para diferentes tipos de servicios, en este caso, voz y datos. Por ejemplo, un canal B puede transportar información de voz y el otro puede transportar datos, así, los dos servicios son integrados sobre el mismo medio de transmisión.

Cabe aclarar que el canal D (información de señalización) no se está utilizando debido a que el desarrollo del multicanalizador contempla únicamente la capa física.

El multicanalizador está hecho en base a una tarjeta con circuitos especializados para telecomunicaciones de la compañía MITEL. La tarjeta está siendo controlada por un programa que está ejecutándose en una computadora personal.

El enlace físico en la interfaz usuario-red lo forman: el ET, que designa el lado de la interfaz correspondiente al usuario, y el TR, que representa al lado de la red. El multicanalizador es representado por tarjetas programables, las cuales, pueden asumir el modo (ET o TR) de los dos elementos constitutivos que forman el enlace.

El esquema general de conexión quedaría como se observa en la figura III.1-1.

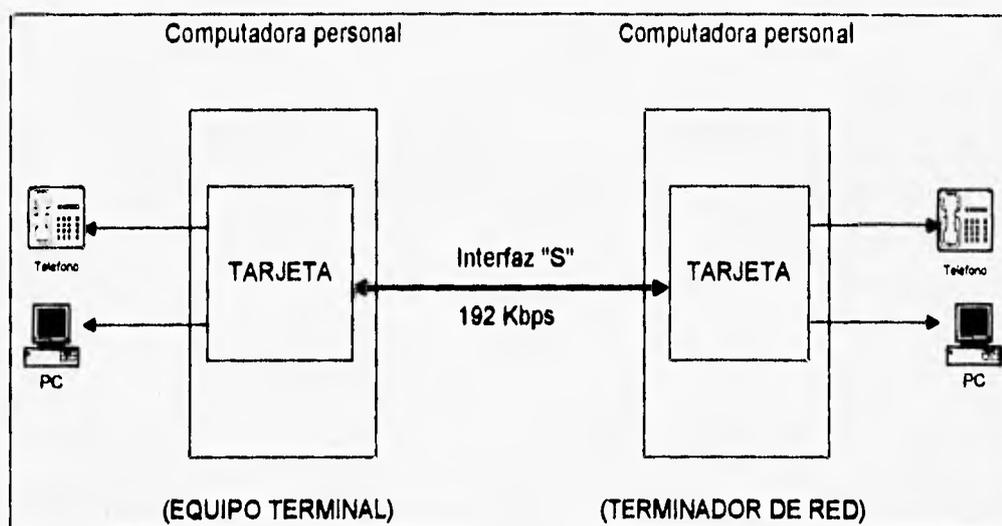


Figura III.1-1. Esquema general de conexión.

III.1.1 BREVE DESCRIPCION DEL DIAGRAMA A BLOQUES.

Los principales elementos del diagrama, que se observan en la figura III.1.1-1, son:

- Interfaz para PC.
- Interfaz S.
- Matriz de conmutación.
- Teléfono digital.
- Adaptador de terminal.

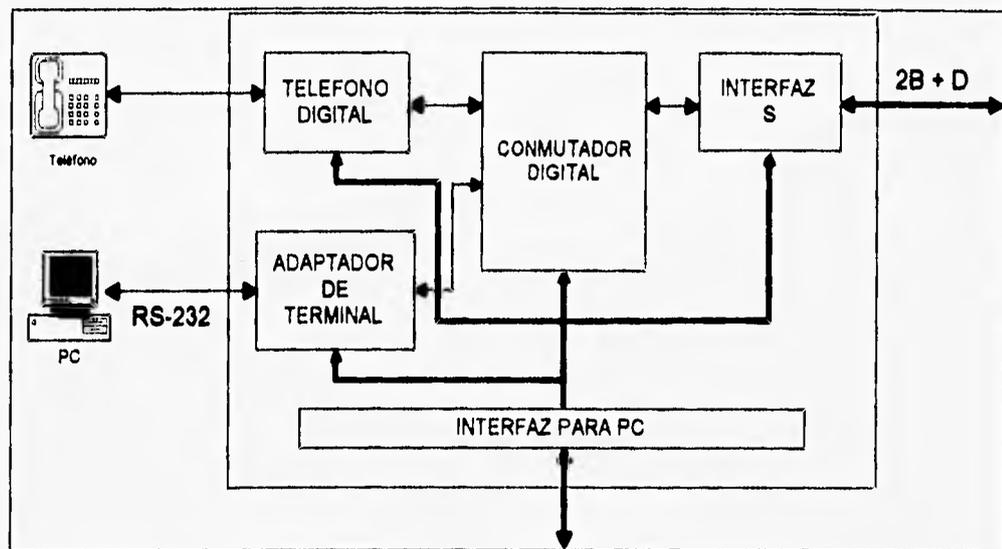


Figura III.1.1-1. Diagrama a bloques del multicanalizador.

La interfaz con el multicanalizador es necesaria debido a que el control del dispositivo se lleva a cabo utilizando una computadora personal.

El multicanalizador se controla a través del ducto ISA (ducto de la computadora personal, compatible con IBM), el cual permite acceder a los circuitos, manejando el ducto de direcciones, y de datos, así como las líneas de control y de interrupciones.

La interfaz S soporta una transmisión a 192 Kbps, 2B + D + control, los cuales son multiplexados en tiempo sobre los 4 hilos de la línea de transmisión. Un par de hilos es usado para Tx y el otro par para Rx.

La matriz de conmutación se encarga del enrutamiento de los canales B en los dos sentidos. Está constituida por 8 líneas de entrada y 8 líneas de salida, cada una formada a su vez por 32 canales a 64 Kbps, permitiendo una conmutación espacio-temporal no bloqueable de 256 x 256 puertos.

El teléfono digital hace la conversión de la señal analógica de voz a digital PCM y viceversa. Tiene un control de ganancia digital en dirección digital-analógica. Los canales B1 y B2, ocupan respectivamente los lugares 6 y 7 de las 32 ranuras de tiempo disponibles.

El adaptador de terminal realiza las funciones de conversión de velocidad y formateo de trama que permiten la transmisión de datos en modo asíncrono hasta 19.2 Kbps, desde la terminal de datos. Los canales B1 y B2, ocupan respectivamente los lugares 0 y 1 de las 32 ranuras de tiempo disponibles.

III.2 DESCRIPCION DE LA CIRCUITERIA.

En este punto se describe el modo de operación de la circuitería del multicanalizador y los criterios de diseño.

III.2.1 INTERFAZ HACIA LA PC (DUCTO ISA).

El multicanalizador se controla a través del ducto ISA (ducto de la computadora personal, compatible con IBM) [Eggebrecht, 1990], el cual permite el acceso a los circuitos, manejando el ducto de direcciones, y de datos, así como las líneas de control.

La interfaz de las tarjetas con el ducto ISA tiene las siguientes características:

- Maneja 8 líneas de datos (D0 a D7).
- Maneja 16 líneas de direcciones (A0 a A15).
- Toma las señales de control (IOW\, IOR\) para la realización de ciclos de lectura y escritura en puertos compatibles con el ducto "INTEL".
- Maneja un estado de inicialización tomado de la señal RESET DRV, el cual ocurre en el momento del encendido del sistema de la computadora personal.
- Maneja, además, alimentación de voltaje (+5V) y tierra digital.

Las tarjetas hacen uso de la señal IOCHRDY del ducto ISA para indicar al microprocesador que se requieren ciclos de reloj adicionales para completar la operación de escritura o lectura a un puerto.

En la circuitería del Multicanalizador, se tienen 4 circuitos principales, el SNIC, el HPHONE, la MATRIZ DE CONMUTACION y el RIM, cada uno de ellos cuenta con registros de control. El SNIC cuenta con 8 registros internos, el HPHONE tiene 16 registros, el RIM utiliza 4 registros y la MATRIZ DE CONMUTACION puede tener hasta 64 registros.

De las 16 líneas de dirección que entrega el ducto ISA, usamos las líneas de A5 a A9, A13, A14 y A15 para seleccionar la tarjeta. Las líneas de dirección A10, A11 y A12 servirán para la selección de cada circuito.

Las 5 líneas de dirección menos significativas A0, A1, A2, A3, A4 y la línea A10 se utilizan para la selección de los registros internos de los circuitos. La tabla III.2.1 muestra el mapa de memoria de la tarjeta.

Dirección base de los circuitos	CIRCUITO
0300 h	Matriz de
0700 h	Conmutación
0B00 h	SNIC
1700 h	HPHONE
1F00 h	RIM

Tabla III.2.1. Mapa de memoria de la tarjeta.

Para lograr la lectura a los registros de los circuitos, se utiliza un transceptor (74LS245) el cual aísla el ducto de datos externo del ducto de datos interno de cada una de las tarjetas.

El sentido de los datos en el transceptor depende de 3 variables:

- La operación de lectura/escritura,
- La selección del circuito, y
- La señal de almacenamiento de datos (DS).

Y opera de la siguiente manera:

El sentido de los datos en el transceptor será normalmente del ducto exterior hacia el ducto interior, y sólo cambiará cuando se dé una operación de lectura, esté seleccionado el circuito y la señal de almacenamiento de datos (DS) tiene que estar activa, como se puede apreciar en la figura III.2.1.1-1.

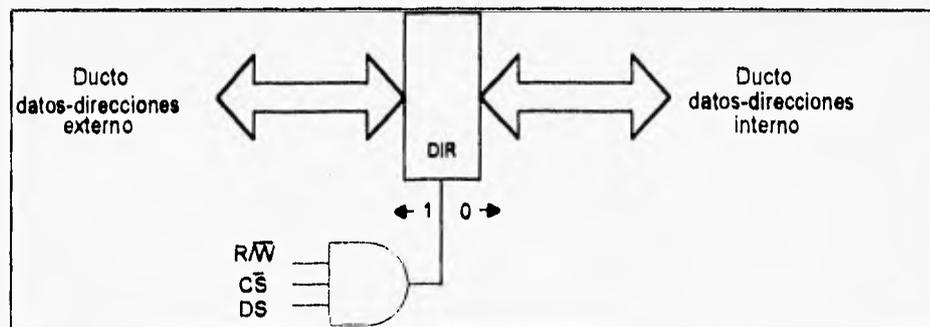


Figura III.2.1.1-1. Operación del transceptor.

En las tarjetas se utiliza el circuito 74HCT541 como reforzador de las líneas de dirección menos significativas, para no cargar a la interfaz con el ducto ISA, de tal forma que en cada circuito se utilizan internamente las señales A0 a A4, y A10 (reforzadas).

III.2.2 INTERFAZ DE INTERCONEXION ENTRE LOS CIRCUITOS (DUCTO ST).

El **DUCTO ST** es un ducto serie sincrónico de alta velocidad (2.048 Mbps) desarrollado por MITEL para interconectar circuitos RDSI y que transporta la información en un formato digital [MITEL, 1991a]. Es una interfaz común entre los bloques funcionales del sistema.

Las señales requeridas para conectarse al DUCTO ST son:

- Una señal para alineamiento de trama.
- Una señal de reloj para temporización de bit.
- Flujo de información serie.

La velocidad del flujo de información del DUCTO ST es de 2.048 Mbps. Este flujo es dividido en tramas, cada una de las cuales tiene un periodo de 125 μ seg a una velocidad de trama de 8000 tramas/seg. El inicio de cada trama del DUCTO ST es indicado por la señal de sincronía (pulso al inicio de la trama, F0). Cada trama, a su vez, está dividida en periodos de 256 bits con una temporización de bit proporcionada por la señal de reloj (C4) (Figura III.2.2-1).

El flujo de información puede considerarse como un solo canal de comunicación a 2.048 Mbps entre dos puntos, sin embargo, en muchas aplicaciones no es necesario el ancho de banda digital de tal forma que se divide el flujo total de información en 32 canales a 64 Kbps cada uno.

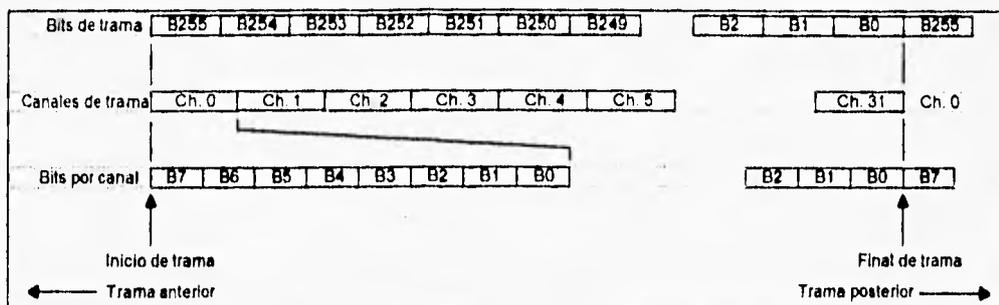


Figura III.2.2-1. Trama en el DUCTO ST

El DUCTO ST define dos frecuencias de reloj estándar, 4.096 MHz y 2.048 MHz, que son utilizadas para cubrir las necesidades de temporización interna de los componentes, sin embargo, sólo se utiliza una a la vez para un componente en particular (algunos permiten seleccionar cualquiera de las dos velocidades de reloj). Estas frecuencias tienen una relación específica con la señal de alineación de trama, como se puede observar en las figuras III.2.2-2, III.2.2-3, III.2.2-4.

Hay dos tipos principales de señales de alineación de trama (también llamado pulsos de trama). El primer tipo es un pulso que ocurre al inicio de cada trama (Tipo 0) Los componentes utilizan esta señal como una referencia y la entrada de reloj determina cuando se recibe o transmite información en el flujo serie (figura III.2.2-2).

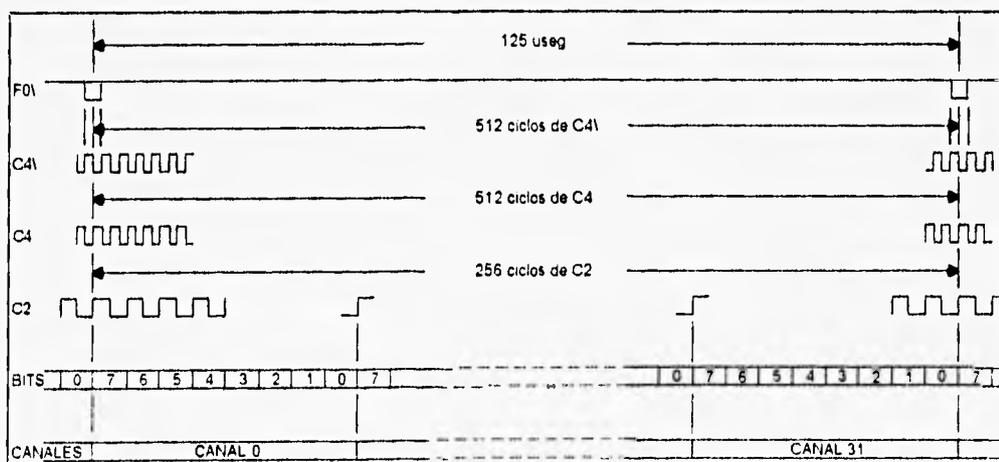


Figura III.2.2-2. $\bar{F}0$ y reloj de alineamiento.

El otro tipo de señal de alineación de trama (Tipo 1) es similar a una habilitación de circuito (Chip enable). Este pulso debe de abarcar el tiempo de un canal completo de 64 Kbps, en el cual un componente recibe o transmite información serie (figuras III.2.2-3 y III.2.2-4). Una variante del Tipo 1 (Tipo 2) es requerida por algunos componentes que necesitan más de una ranura de tiempo (canal) por trama como se muestra en la figura III.2.2-4.

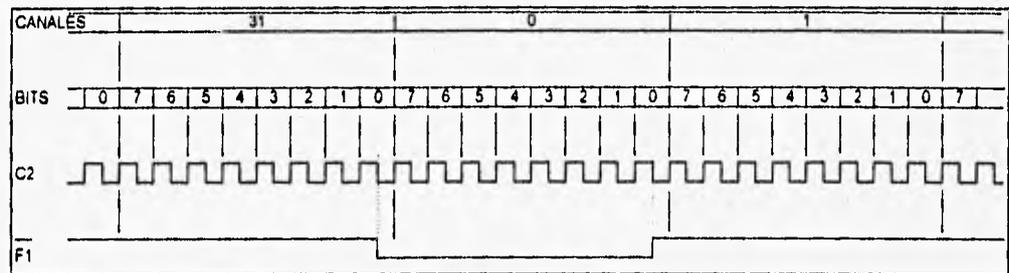


Figura III.2.2-3. Señal de alineamiento F1\.

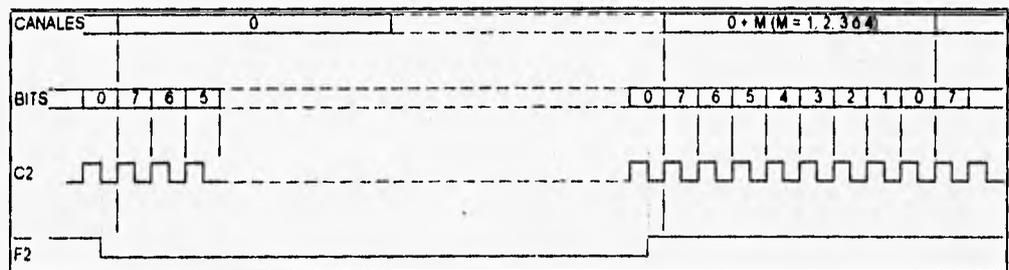


Figura III.2.2-4. Señal de alineamiento F2\.

Las señales Tipo 1 y 2 son generadas por circuitería externa que tienen como entradas una señal de alineación de entrada Tipo 0 y una señal de reloj.

III.2.3 INTERFAZ S (CIRCUITO INTERFAZ USUARIO RED MT8930).

El **Circuito Interfaz Usuario Red** (SNIC MT8930 de la compañía MITEL) implementa la recomendación 1.430 del CCITT, la cual define la comunicación entre el ET y el TR a través del punto de referencia S/T [MITEL, 1991d].

El **SNIC** es el encargado de transportar la información de voz o datos entre las dos tarjetas. Este circuito digital programable permite ser configurado como equipo terminal o como terminador de red.

Cuando el **SNIC** se configura como TR, toma las señales de reloj del sistema (F0\ y C4\) que son generadas por el circuito DPLL (Digital Phase-Locked Loop, MT8940), y las envía -a través de la interfaz "S"- hacia el ET. En este caso la tarjeta funciona en modo maestro.

Cuando el **SNIC** se configura como ET, extrae las señales de reloj (F0\ y C4\) de la interfaz "S", y que le han sido enviadas por el TR, en este caso la tarjeta funciona en modo esclavo y el circuito DPLL se amarra a dichas señales.

El **SNIC** contiene tres puertos de interfaz: una interfaz S/T de 4 alambres compatible con CCITT, un puerto serial de 2048 Kbps que se conecta con el **DUCTO ST** y un puerto paralelo de propósito general. Véase figura III.2.3-1.

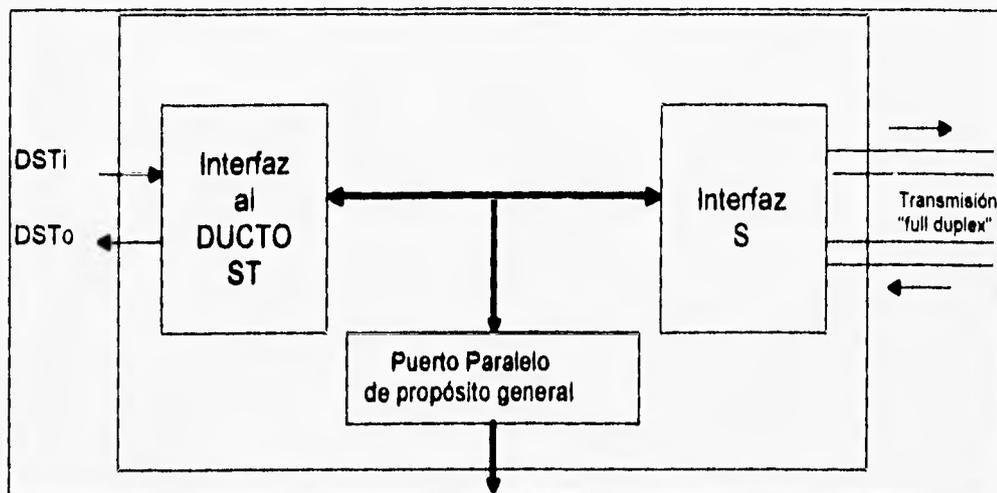


Figura III.2.3-1. Diagrama representativo del Circuito de Interfaz Usuario Red.

El circuito SNIC soporta 192 Kbps (2B + D + control) en transmisión de datos "full-duplex" para la línea de transmisión balanceada de 4 alambres. Además de transportar la información de los canales B y D, el circuito tiene funciones relacionadas con el tiempo y la sincronización en el sistema.

La posición relativa que ocupan los dos canales PCM de voz o datos (64 Kbps) con respecto al DUCTO ST es mostrada en la figura III.2.3-2. En la interfaz con el DUCTO ST la sincronización de la transferencia de datos es proporcionada por un pulso de trama (F0b) el cual identifica los límites de la trama y las repeticiones a la frecuencia de 8 Khz. El SNIC proporciona un pulso de trama retardado (F0od) para eliminar la posibilidad de asignación de circuito en el DUCTO ST después de los canales B1 y B2.

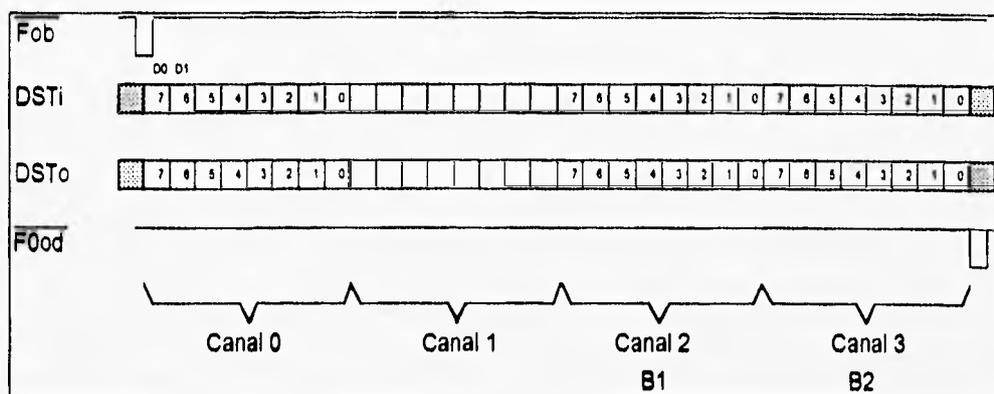


Figura III.2.3-2. Posición de los canales B en el DUCTO ST para el SNIC.

III.2.4 MATRIZ DE CONMUTACION (CONMUTADOR DIGITAL MT8980).

El enrutamiento de los canales B se lleva a cabo en una *Matriz de conmutación* (MT8980 de Mitel), la cual puede proporcionar hasta 256 conexiones simultáneas entre canales de 64 Kbps [MITEL, 1991b].

Este dispositivo maneja 8 DUCTOS ST de entrada y 8 de salida, realizando una conmutación espacio temporal de 256×256 puertos. Esto permite realizar la conexión de los canales de información del teléfono digital y del adaptador de terminal hacia la interfaz S, encontrándose distribuidos como se muestra en la tabla III.2.4. En la figura III.2.4-1 se puede ver el diagrama con las partes principales que conforman esta matriz de conmutación.

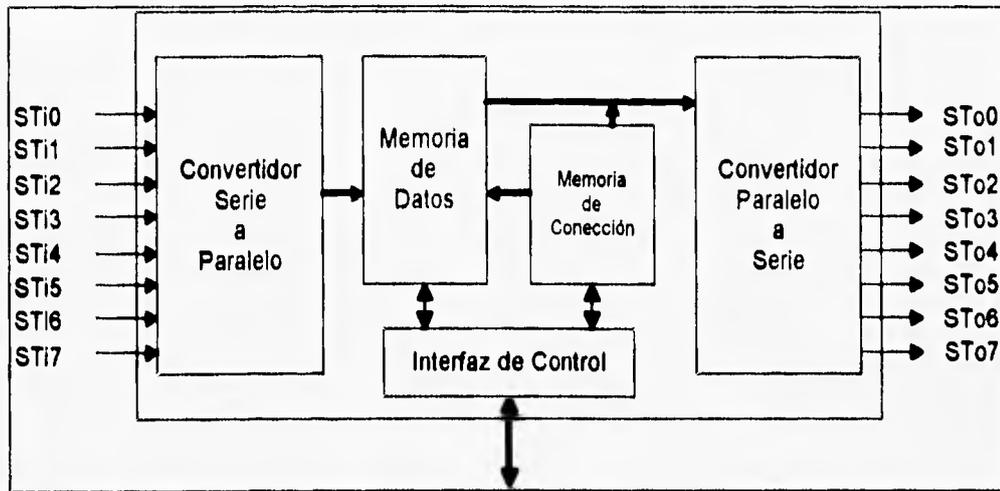


Figura III.2.4-1. Diagrama con las partes principales de la matriz de conmutación.

La **Matriz de conmutación (MT8980)** puede conmutar datos desde los canales de los DUCTOS ST de entrada (STi) a los canales de los DUCTOS ST de salida (STo), los datos de entrada en serie son convertidos dentro de la matriz en datos en paralelo y almacenados en una memoria de datos de 256 x 8 localidades. Las localidades en la Memoria de datos son asociadas con canales de los flujos de entrada del DUCTO ST.

La distribución de cada DUCTO ST de entrada y salida con su correspondiente circuito asociado se muestra en la figura III.2.4-2.

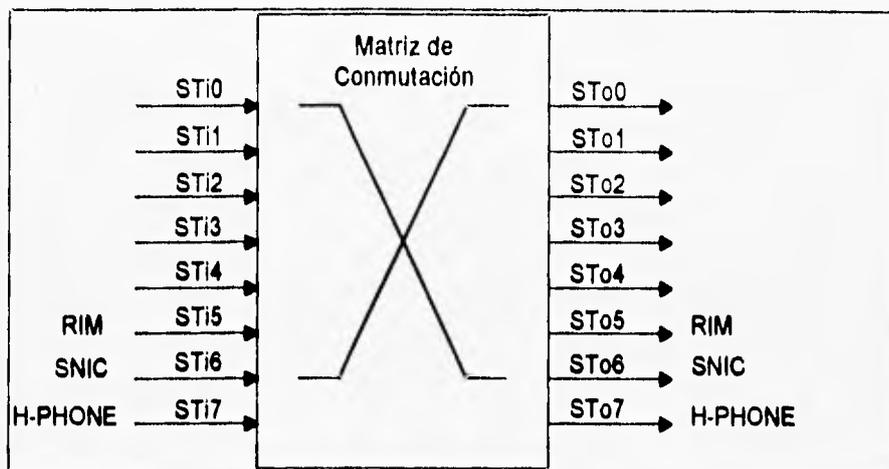


Figura III.2.4-2. Distribución de entrada y salida de los ductos ST.

Circuito	Canal	Ubicación en el DUCTO ST
Teléfono Digital	B1	Canal 6 STo7
	B2	Canal 7 STo7
SNIC	B1	Canal 2 STo6
	B2	Canal 3 STo6
RIM	B1	Canal 0 STo5
	B2	Canal 1 STo5
Teléfono Digital	B1	Canal 6 STi7
	B2	Canal 7 STi7
SNIC	B1	Canal 2 STi6
	B2	Canal 3 STi6
RIM	B1	Canal 0 STi5
	B2	Canal 1 STi5

Tabla III.2.4. Distribución de los canales B en el DUCTO ST.

La ubicación de los canales B1 y B2 en las 32 ranuras de tiempo de los ductos ST de entrada y de salida, es especificada en el manual de referencia de MITEL, para cada uno de los circuitos.

III.2.5 TELEFONO DIGITAL (MT8993B).

El circuito teléfono digital (HPHONE) MT8993 hace la conversión de la señal analógica de voz a digital PCM y viceversa [MITEL, 1991c]. El teléfono digital realiza la parte de enlace de voz, mandando -a través del DUCTO ST- el canal de voz hacia la matriz de conmutación, para que esta enrute a su vez el flujo de información hacia la interfaz S.

El circuito tiene un control de ganancia digital en dirección digital-analógica, que permite ir de los -42 dB a 42 dB, pero es recomendable para tener una buena comunicación, es decir, para que se escuche bien en el auricular fijar la ganancia en 0 dB. El circuito teléfono digital tiene un transductor que permite conectarle a través de un conector RJ11 el auricular.

El HPHONE contiene un puerto de entrada-salida de siete bits para propósitos generales que, en este caso, es utilizado para seleccionar tanto el modo de funcionamiento del SNIC como del DPLL. El DPLL es un generador de las señales de reloj necesarias cuando el SNIC trabaja en modo TR; en el modo ET es el mismo SNIC quien proporciona dichas señales.

En la figura III.2.5-1 se pueden ver las partes principales que conforman este circuito y que realizan las funciones antes mencionadas.

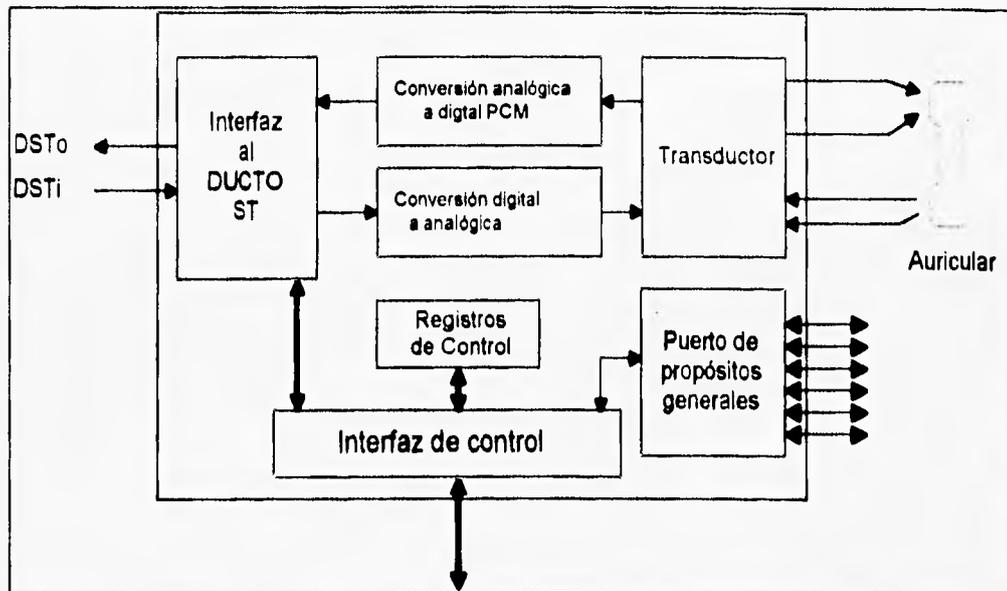


Figura III.2.5-1. Diagrama con las partes principales del teléfono digital.

Para el teléfono digital los canales B1 y B2, ocupan respectivamente los lugares 6 y 7 de las 32 ranuras de tiempo disponibles en el DUCTO ST7.

III.2.6 ADAPTADOR DE TERMINAL.

El AT (adaptador de terminal) en la RDSI es el equivalente al MODEM utilizado en la red telefónica analógica; sin embargo, la ventaja de usar un AT es evidente ya que por un lado, los datos (que originalmente se generan de manera digital) no necesitan convertirse a formato analógico y después otra vez a digital y por el otro, la velocidad de transmisión de un enlace RDSI es mayor que la lograda utilizando MODEMS. Además, la confiabilidad de un enlace digital es por naturaleza mayor que uno analógico ya que permite detectar y corregir errores que puedan presentarse en la transmisión [Mitrani & Sánchez & Castañeda, 1992].

Los adaptadores de terminal pueden dividirse en dos grupos, desde el punto de vista del ambiente en el que operan:

AT's independientes

AT's dedicados.

El AT independiente corresponde al adaptador de uso general, totalmente contenido en una caja, con alimentación propia y con teclado o botonera para la configuración por parte del usuario. Generalmente presenta una interfaz RS-232 para el ET2 (Equipo Terminal del tipo 2); y una interfaz S para la conexión al acceso básico de la RDSI.

El AT dedicado consiste en una tarjeta, con un conector tipo peine, que se inserta en el ducto del equipo terminal y se alimenta directamente del mismo; la configuración se realiza normalmente por medio de puentes y programación. Este tipo de adaptador toma los datos directamente del ducto (en paralelo) y realiza la conversión y adaptación de los mismos para entregarlos a una interfaz del tipo S de acceso básico.

El adaptador de terminal que se utiliza en la presente tesis, corresponde al tipo independiente, con algunas variantes, porque esta contenido en las tarjetas y se alimenta al igual que los demás circuitos de la PC de control, además de que su configuración se realiza mediante programación.

En la figura III.2.6-1 se pueden observar los bloques que realizan las funciones para el manejo de los datos junto con el adaptador de terminal.

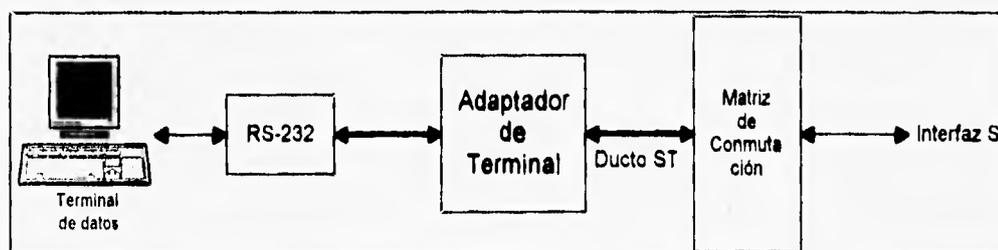


Figura III.2.6-1. Diagrama de los bloques que se interconectan con el AT.

III.2.6.1 MODULO DE INTERFAZ R MH89500.

El **Adaptador de Terminal** está basado en un circuito integrado llamado "RIM" (Modulo de Interfaz R MH89500) [MITEL, 1991e], para la conversión de formatos y adaptación de velocidades entre una señal serie compatible con V.24 y otra compatible con el DUCTO ST. El AT cumple con la función de transformar el formato de los datos provenientes de la terminal de datos al necesario para transmitirlos por un canal B de acceso básico de una RDSI y viceversa.

En un sentido, este proceso toma una señal serie compatible con V.24, para posteriormente adaptar velocidades, enmarcar la información en el formato apropiado y dotarla de los mecanismos necesarios para respetar los protocolos de entrada/salida de un adaptador de terminal (AT) para RDSI conforme con las recomendaciones ECMA.102, CCITT I.461 e I.462; finalmente esta información es enviada -a través del ducto ST- a la matriz de conmutación para que realice sus funciones de conmutación y quede asignado uno de los canales B para voz o datos a nivel de la interfaz S.

El RIM contiene un puerto de usuario, que recibirá y transmitirá los datos en modo asíncrono de la interfaz RS-232. El puerto de red que es compatible con el DUCTO ST, en donde los canales B1 y B2 ocupan respectivamente los canales 0 y 1. Y un puerto paralelo que proporciona el acceso al circuito para controlarlo y revisar al estado del mismo (Ver figura III.2.6.1-1).

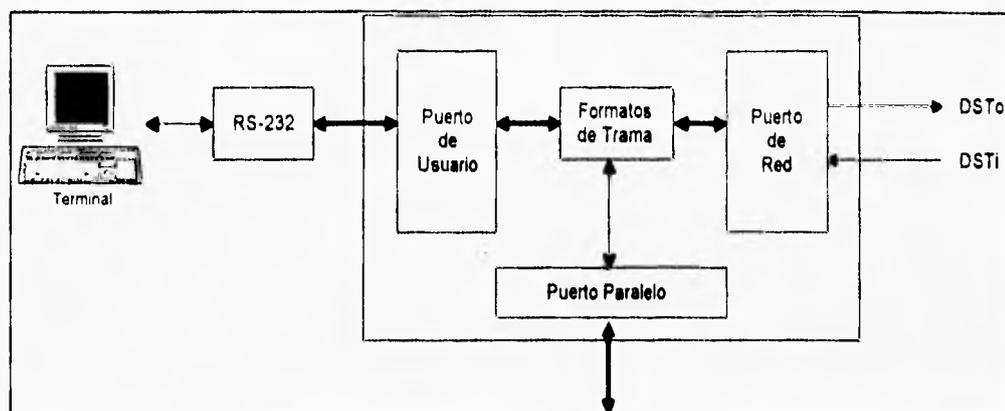


Figura III.2.6.1-1. Diagrama de las partes principales del RIM.

Como se dijo anteriormente el adaptador de terminal realiza las funciones de conversión de velocidad y formateo de trama que permiten la transmisión de datos en modo asincrónico de 600 bps, 1.2 Kbps, 2.4 Kbps, 4.8 Kbps, 9.6 Kbps, hasta 19.2 Kbps, desde una terminal de datos hacia la interfaz S.

III.2.6.2 INTERFAZ RS-232.

El punto de referencia R que une al Adaptador de Terminal (AT) con un Equipo Terminal del tipo 2 (no compatible con RDSI), es representado por la interfaz RS-232.

La interfaz entre DTE (Equipo Terminal de Datos) y DCE (Equipo de Comunicación de Datos) que utiliza intercambio de datos binarios en serie es llamada RS-232, la cual es muy similar al estándar CCITT V.24 usado en Europa [Black, 1995]. La conexión que se realiza para la transmisión de los datos del circuito RIM -a través de la interfaz RS-232- a la terminal de datos es mediante un conector DB-25. La figura III.2.6.2-1 muestra las señales de la interfaz física OSI.

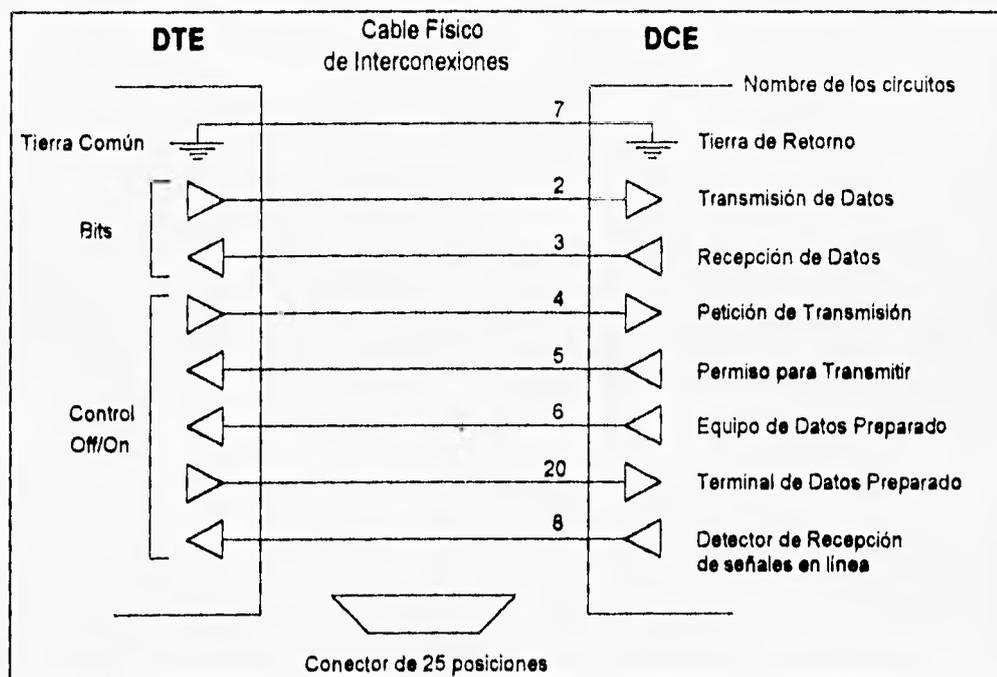


Figura III.2.6.2-1. Señales de la interfaz física OSI (Conector de 25 posiciones).

A continuación se dan algunas características de la interfaz RS-232:

- Especifica el intercambio de 25 circuitos o conductores para controlar el flujo de datos entre DTE y DCE. Conector típico utilizado DB-25, aunque también se utilizan conectores DB-9.
- En transmisión asíncrona se requieren de 9 a 12 conductores.
- En transmisión síncrona se requieren de 12 a 16 conductores.
- La longitud del cable depende de las características eléctricas, pero en general no debe superar 15 metros.

La función de los circuitos de intercambio utilizados se describen enseguida:

TIERRA DE RETORNO (PIN 7). Tierra común a todos los circuitos.

TRANSMISION DE DATOS (TxD, pin 2). Señales de datos que se transmiten desde el DTE hasta el DCE. Cuando no se transmiten datos, la terminal mantiene este circuito en marca o condición lógica 1.

RECEPCION DE DATOS (RxD, pin 3). Señales de datos de usuario que se transmiten desde el DCE hasta el DTE.

PETICION DE TRANSMISION (RTS, pin 4). Notifica al DCE que el DTE dispone de datos para transmitir, el cambio de estado OFF-ON notifica al DCE que debe atomar las acciones necesarias para permitir la transmisión.

PERMISO PARA TRANSMITIR (CTS, pin 5). Señal procedente del DCE, con la que se indica al DTE que ya puede transmitir sus datos. Se puede activar al detectar portadora.

EQUIPO DE DATOS PREPARADO (DSR, pin 6). Procede del DCE, indica que: (a) la terminal esta conectada a una línea conmutada, (b) el DCE esta en modo transmisión de datos, (c) el DCE ha completado las funciones de sincronización y responde con tonos.

TERMINAL DE DATOS PREPARADO (DTR, pin 20). Señal del DTE indica que la terminal esta encendida y no se detecta algún mal funcionamiento.

DETECTOR DE RECEPCION DE SEÑALES EN LINEA (DCD, pin 8). El DCE indica que se esta detectando la señal portadora generada por el equipo terminal remoto.

CAPITULO IV: PROGRAMACION DEL MULTICANALIZADOR.

IV.1 AMBIENTE GENERAL DEL SISTEMA.

La programación se desarrolló en forma modular. Los programas (cf. apéndice A) fueron realizados en lenguaje C utilizando el paquete Turbo C versión 2.0 de Borland.

Parte del objetivo planteado en esta tesis es que el sistema muestre de una manera didáctica la operación del multicanalizador, por esto, se hizo una programación interactiva a base del **despliegado de ventanas** y haciendo uso del teclado, este último siendo el dispositivo de entrada más común hacia la PC.

Los programas que manejan al multicanalizador se pueden dividir en dos tipos:

- Rutinas de control, que interactúan directamente con la computadora, y que permiten establecer, mantener, y finalizar los enlaces.

- Rutinas de interacción con el usuario para la gestión al usuario y para el despliegado en pantalla.

La parte correspondiente a la interacción con la computadora sería eventualmente común para otras aplicaciones, sin embargo, debido a la presencia de una ventana gráfica, las controladas para este trabajo, específicas para ser utilizadas en una computadora personal compatible con una IBM PC, XT o AT. La parte de despliegado en pantalla y gestión al teclado se realizaron con propósitos de pruebas y como una herramienta que muestra de una manera didáctica el estado de los diferentes canales que forman al multicanalizador.

En la figura 1.1 se puede observar el programa de flujo general de sistema.

CAPITULO IV: PROGRAMACION DEL MULTICANALIZADOR.

IV.1 AMBIENTE GENERAL DEL SISTEMA.

La programación se desarrolló en forma modular. Los programas (cf. apéndice A) fueron realizados en lenguaje C utilizando el paquete Turbo C versión 2.0 de Borland.

Parte del objetivo planteado en esta tesis es que el sistema muestre de una manera didáctica la operación del multicanalizador, por esto, se hizo una programación interactiva a base del **desplegado de ventanas** y haciendo uso del **teclado**, este último siendo el dispositivo de entrada más común hacia la PC.

Los programas que manejan al multicanalizador se pueden dividir en dos tipos:

- **Rutinas de control**, que interactúan directamente con la circuitería, y que permiten establecer, mantener, y finalizar los enlaces.

- **Rutinas de interacción con el usuario**, para la atención al teclado y para el desplegado en pantalla.

La parte correspondiente a la interacción con la circuitería podría eventualmente servir para otras aplicaciones, sin embargo necesita de la presencia de una tarjeta (como las contruidas para este trabajo) específica instalada en una computadora personal compatible con una IBM PC, XT o AT. La parte de desplegado en pantalla y atención al teclado se realizaron con propósitos de prueba y como una herramienta que muestra de una manera didáctica el estado de las diferentes partes que forman al multicanalizador.

En la figura IV.1-1, se puede observar el diagrama de flujo general del sistema

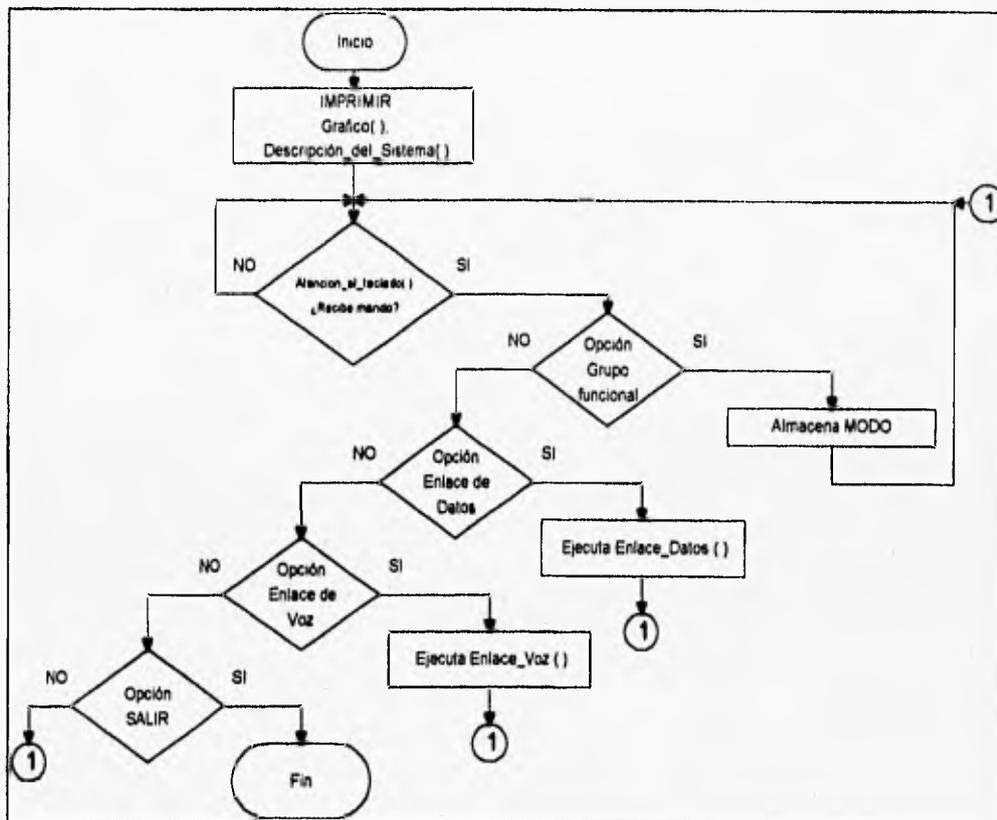


Figura IV.1-1. Diagrama de flujo general del sistema.

IV.1.1 ATENCIÓN AL TECLADO.

Una parte de las rutinas de interacción, es la atención al teclado la cual se describe en este punto. La sección de desplegado en pantalla será descrita en el capítulo siguiente.

El usuario del programa puede interactuar con el teclado eligiendo las opciones presentadas en las ventanas de menús.

Desde el inicio de la ejecución podrá elegir el modo de funcionamiento del sistema, configurándolo como ET o como TR, y después seguirá eligiendo las opciones de los menús que irán siendo presentados por el programa.

La atención al teclado está basada en un proceso de lectura que se muestra en la figura IV.3.2-1

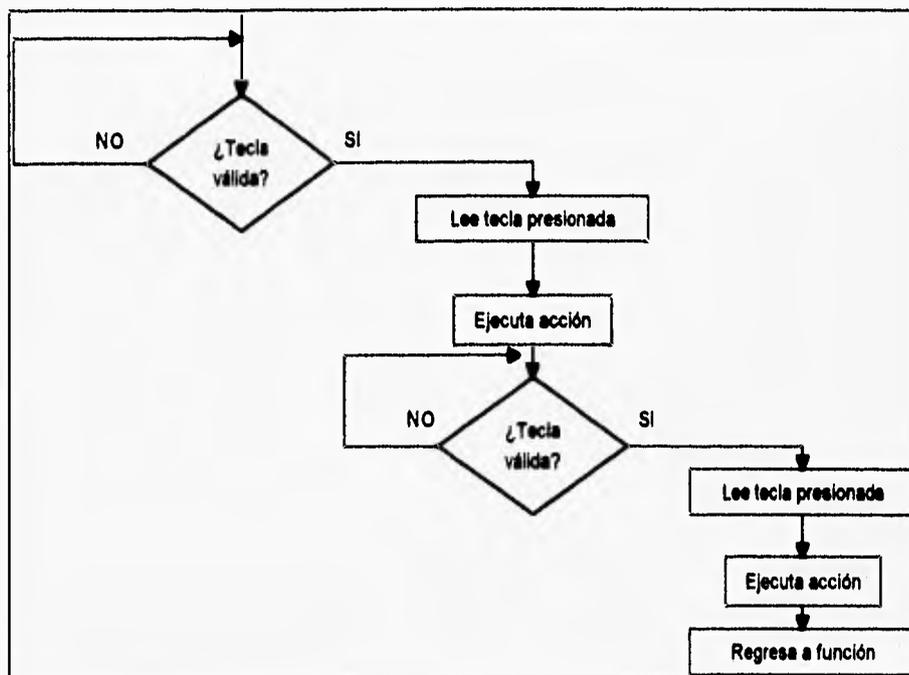


Figura IV.3.2-1. Proceso de lectura que atiende al teclado.

IV.2 PROGRAMAS DE CONTROL DE LOS CIRCUITOS.

La programación de los circuitos está basada, tomando en cuenta las funciones de los bits que conforman cada uno de sus registros internos, de acuerdo con el manual de referencia de MITEL.

Los programas de control, a su vez, se subdividen en:

- Programas de acceso a circuitos: rutinas de escritura, lectura, conmutación, hphone, snic y rim.
- Programas de inicialización y de desconexión.

IV.2.1 PROGRAMAS DE ACCESO A CIRCUITOS.

Debido a que el acceso al multicanalizador se realiza a través de la interfaz con el ducto ISA (descrita en III.2.1.1), se lleva a cabo un procedimiento para ejecutar las operaciones de escritura y lectura a cada circuito.

La computadora personal toma a los circuitos como puertos compatibles a ella, para llevar a cabo el acceso a través de las operaciones de escritura y lectura.

En lo que respecta a la rutina de escritura y lectura a circuitos con ducto compatible con la PC, se realiza el siguiente procedimiento, que sólo consta de dos pasos:

- 1.- Se manda la dirección, como escritura o lectura a un puerto, con la cual se selecciona el circuito y pone activo su correspondiente habilitador (CS-1, CS-2, CS-3 o CS-4), de acuerdo con la tabla IV.2.1. En esta misma dirección se le dirá al circuito a que registro interno le escriba o lea el dato.
- 2.- Se le escribe en el ducto de datos (D0-D7) el dato para que el circuito ejecute la operación correspondiente

DIRECCION	CIRCUITO
0300H 0700H	Matriz
0B00H	SNIC
1700H	HPHONE
1F00H	RIM

Tabla IV.2.1. Dirección de cada uno de los circuitos.

IV.2.1.1 RUTINA DE CONMUTACION.

La rutina de conmutación atañe al circuito MT8980 (matriz de conmutación), el cual tiene 3 registros de control para realizar sus operaciones:

-Registro de Control, mediante el cual se elige que clase de operación se va a realizar y a que ducto se va a referir.

-Registro de Memoria Baja, utilizado para elegir el canal y ducto origen al realizarse la conmutación.

-Registro de Memoria Alta, en el cual se activa o desactiva el canal del ducto de salida específico, y se indica si se realizará la operación en modo conmutación.

Estos dos últimos registros pertenecen a cada uno de los canales del ducto ST especificado en el registro de control.

Cabe recordar que la matriz de conmutación maneja 8 DUCTOS ST de entrada y 8 de salida, y que a su vez estos contienen 32 canales, por lo tanto, el circuito puede realizar una conmutación espacio temporal de 256×256 puertos. Esto permite realizar la conexión de los canales de información del teléfono digital y del adaptador de terminal hacia la interfaz S

Para la rutina de conmutación, cuyo diagrama de flujo se puede ver en la figura IV.2.1.1-1, la secuencia es la siguiente:

1) Se escribe en el **registro de control** una palabra compuesta por la operación lógica "OR" del número 10h y el ducto destino, para indicar que se accesará el **registro de la memoria de conexión baja**.

2) Se escribe en la dirección del canal destino una palabra compuesta por la operación lógica "OR" del ducto origen recorrido 5 bits a la izquierda y el canal origen para indicar cual será el origen de la información.

3) Se escribe en el registro de control una palabra formada por la operación lógica "OR" del número 18h y el ducto destino, para indicar que se accesará el **registro de la memoria de conexión alta**.

4) Finalmente, en la dirección del canal destino se escribe un 01h para habilitar el canal de salida.

Existe una rutina de conmutación general en el sistema, llamada **Prog_Matriz()**, que esta basada en la rutina de conmutación, nada mas que antes se selecciona el enlace, ya sea de voz o de datos, y también toma el canal (B1 o B2) por el cual se realizará la transmisión de la información, que fué seleccionado con anterioridad. El diagrama de flujo se muestra en la figura IV.2.1.1-2.

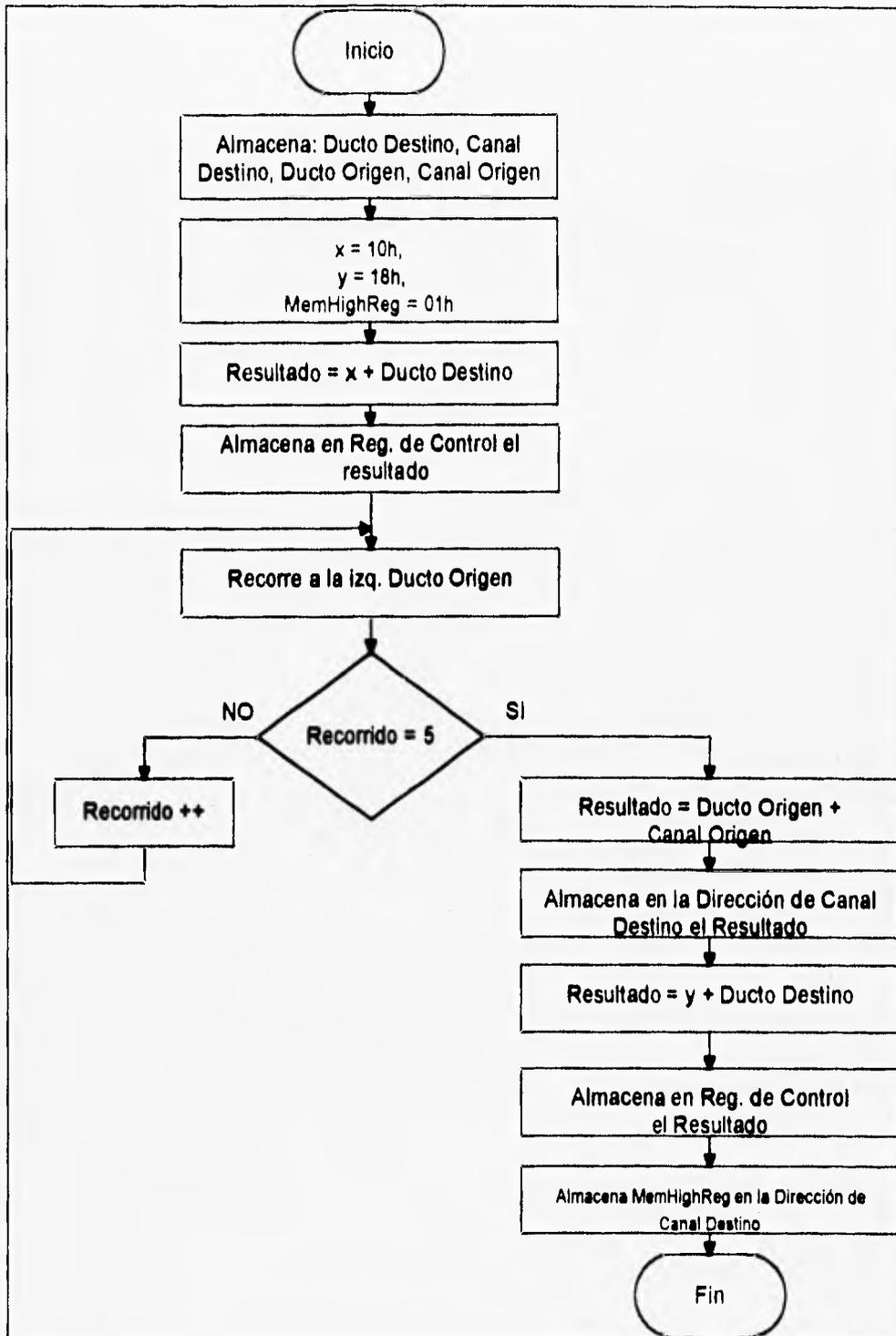


Figura IV.2.1.1-1. Diagrama de flujo de la rutina de conmutación.

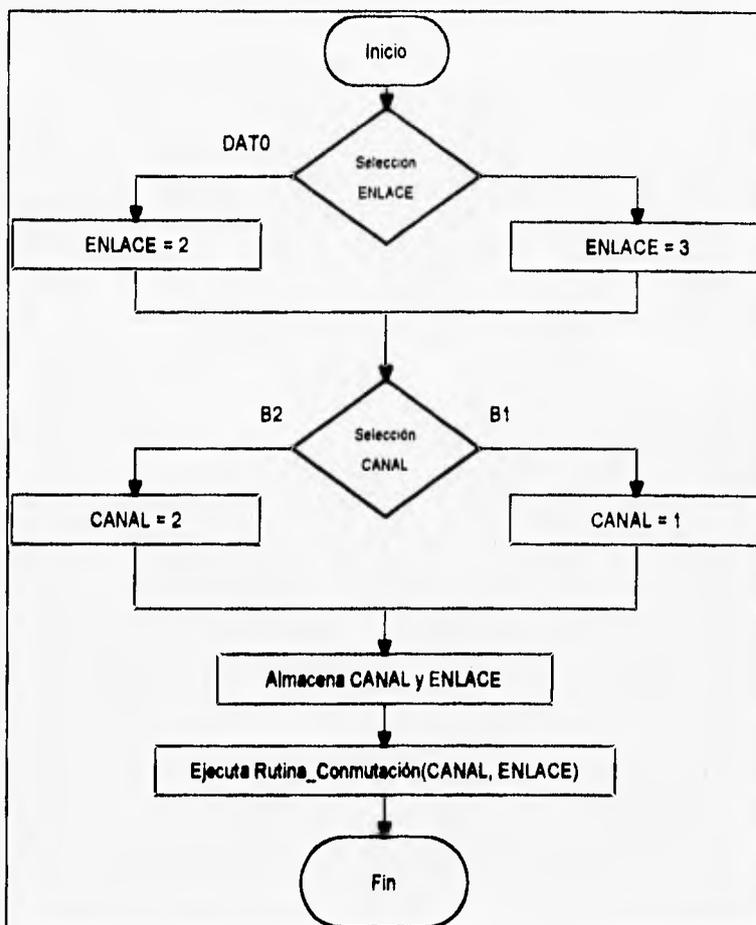


Figura IV.2.1.1-2. Diagrama de flujo de la rutina que ejecuta en forma general los procedimientos de la matriz de conmutación.

Ejecutandose las rutinas de conmutación, el circuito MT8980 (matriz de conmutación) establece las trayectorias que se pueden ver en la tabla IV.2.1.1, de acuerdo con el enlace y canal previamente seleccionados.

Circuito origen	Canal origen	Ducto origen	Canal destino	Ducto destino	Circuito destino
HPHONE	B1-CANAL 6	7	B1-CANAL 2	6	SNIC
	B2-CANAL 7	7	B2-CANAL 3	6	
RIM	B1-CANAL 0	5	B1-CANAL 2	6	SNIC
	B2-CANAL 1	5	B2-CANAL 3	6	
SNIC	B1-CANAL 2	6	B1-CANAL 6	7	HPHONE
	B2-CANAL 3	6	B2-CANAL 7	7	
SNIC	B1-CANAL 2	6	B1-CANAL 0	5	RIM
	B2-CANAL 3	6	B2-CANAL 1	5	

Tabla IV.2.1.1. Trayectorias establecidas en la matriz de conmutación.

Como se explico anteriormente (sección III.2.4), la ubicación de los canales B1 y B2 en las 32 ranuras de tiempo de los ductos ST de entrada y de salida, es especificada en el manual de referencia de MITEL, para cada uno de los circuitos.

IV.2.1.2 RUTINA DE ATENCION AL SNIC.

La rutina de atención al SNIC es la que controla al circuito MT8930 (Circuito de Interfaz Usuario Red), del cual utilizamos 3 registros de control para realizar sus operaciones:

- Registro de Control de Canal**, mediante el cual se inicializa la activación de la interfaz "S".
- Registro de Control del Ducto ST**, utilizado para habilitar los puertos de entrada y salida compatibles con el ducto ST, así mismo habilita sus respectivos canales B en las ranuras 2 y 3.
- Registro de Control Maestro**, con el cual se pone a operar normalmente al circuito.

Cabe mencionar que los canales B de información no son procesados por el circuito SNIC quien deja pasar en forma transparente dichos canales, mismos que son enrutados hacia el teléfono digital (HPHONE) o al adaptador de terminal (RIM) a través de la matriz de conmutación.

Para la rutina de atención al snic, cuyo diagrama de flujo se puede ver en la figura IV.2.1.2-1, la secuencia es la siguiente:

- 1) Se escribe en el **registro de control de canal** una palabra compuesta por el número 82h, para indicar la activación de la interfaz "S".
- 2) Se escribe en el **registro de control del Ducto ST** una palabra compuesta por el número FFh para indicarle al circuito que ponga activos los puertos de entrada y salida compatibles con el DUCTO ST, así como también los canales B1 y B2 para el libre paso de la información.
- 3) Se escribe en el **registro de control maestro** una palabra compuesta por el número 03h, para indicar que opere en forma normal.

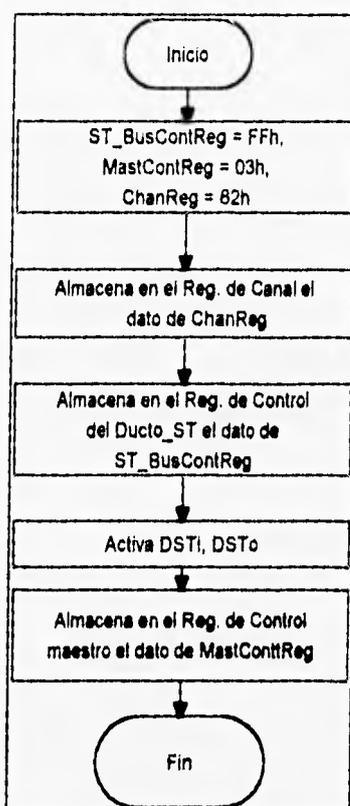


Figura IV.2.1.2-1. Diagrama de flujo de la rutina de atención al snic.

La rutina de atención al snic, es igualmente utilizada en el enlace de voz o datos.

IV.2.1.3 RUTINA DEL HPHONE.

La rutina del hphone es la parte principal para llevar a acabo el enlace de voz, dado que es la que controla al circuito MT8993 (Circuito teléfono digital), además mediante esta rutina se programa el puerto de propósitos generales para que de salida a la señal que configurará al SNIC de la tarjeta para que funcione como ET o como TR. Del HPHONE utilizamos 6 registros internos de control para realizar sus funciones:

-**Registro del puerto de Datos de Propósitos Generales**, mediante el cual pueden escribir o leer datos, en este caso el puerto se utiliza para mandar una señal al SNIC y al DPLL. Esta señal configura al SNIC como ET o como TR, y controla al DPLL para que genere las señales de reloj del sistema o deje de generarlas, como se explico anteriormente (ver sección III.2.3).

-**Registro de Control de Tiempo**, utilizado para habilitar o deshabilitar los canales de información B1 y B2.

-**Registro de Control de Ganancia del Receptor**, mediante el cual se controla la ganancia de recepción de la señal de voz.

-**Registro de Control del Transductor**, se utiliza para activar la bocina y el micrófono del auricular que se usa para la transmisión de voz.

-**Registro de Control del DSP (Procesador de Señales Digitales)**, mediante el cual habilita el paso transparente de la trama PCM del puerto serial (del DUCTO ST) al Codec (convertidor de señales).

-**Registro de Dirección del Pto. de Datos**, utilizado para controlar la dirección del puerto de datos, como entradas o salidas.

Para la rutina del **hphone**, cuyo diagrama de flujo se puede ver en la figura IV.2.1.3-1, la secuencia es la siguiente:

- 1) Guarda el modo de operación de la tarjeta, ya sea como ET o TR.
- 2) Guarda el canal por el cual se transmitirá la información de voz, ya sea B1 o B2.
- 3) Se escribe en el **registro del puerto de datos de propósitos grals.** una palabra compuesta por el número B8h o B0h, el cual saldrá para indicarle al SNIC que se configure como TR o como ET respectivamente, de acuerdo a lo seleccionado con anterioridad.

- 4) Se escribe en el **registro de control de tiempo** una palabra compuesta por la operación "OR" del número C0h y 01h para cuando la selección haya sido el canal B1 y esté deshabilitado el canal B2, en caso de que la selección haya sido el canal B2 y esté deshabilitado el canal B1 la operación "OR" del número C0h será con 04h.
- 5) Se escribe en el **registro de control de ganancia del receptor** una palabra compuesta por el número de la ganancia que se haya seleccionado, que puede ir desde -42 dB a 42 dB.
- 6) Se escribe en el **registro de control del transductor** una palabra formada por la operación lógica "OR" del número D0h y 09h, para que el transductor active las entradas y salidas de la interfaz con el micrófono y bocina del auricular.
- 7) Se escribe en el **registro de control del DSP** una palabra formada por el número E8h, para que el DSP deje pasar en forma transparente la trama PCM proveniente de la interfaz serial con el Ducto ST al codec (convertidor de señales).
- 8) Se escribe en el **registro de dirección del pto. de datos** una palabra formada por el número FFh, que configura al puerto de propositos generales como salidas.

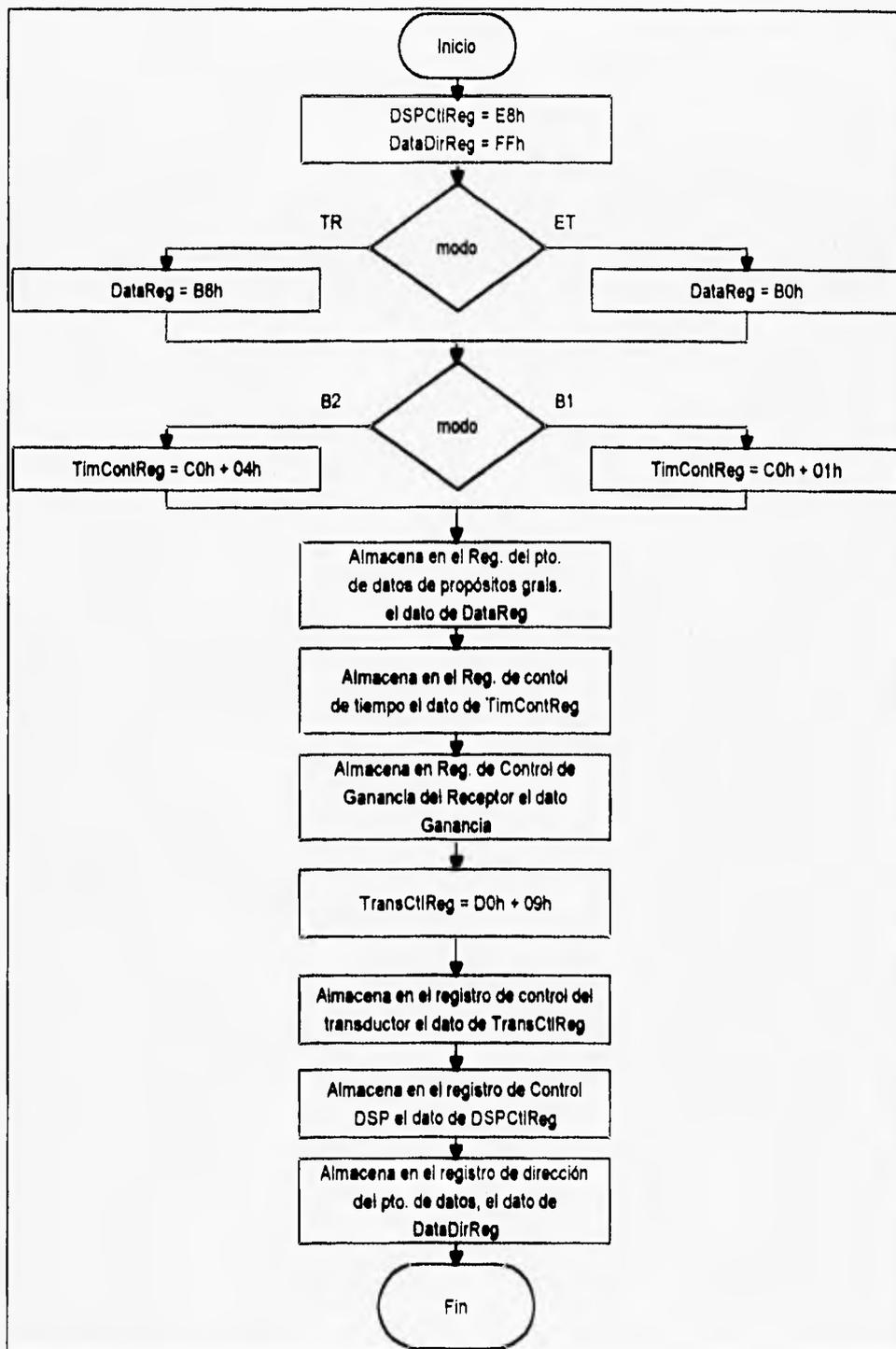


Figura IV.2.1.3-1. Diagrama de flujo de la rutina del hphone.

IV.2.1.4 RUTINA DEL RIM.

La rutina del rim es la parte fundamental para llevar a acabo el enlace de datos, dado que es la que controla al circuito MH89500 (Módulo de Interfaz R), mediante ésta se controlara la velocidad de la interfaz del puerto de usuario y los canales B para la trasmisión de datos. Del RIM utilizamos 3 registros internos de control para realizar sus funciones:

-Registro de selección 1, mediante el cual se configura al rim para operar en modo normal, y también tiene la función de habilitar o deshabilitar los canales de información B1 y B2.

-Registro de selección 2, mediante el cual se fija el limite activo del reloj C4\ en frente de bajada, para tener compatibilidad con los demás circuitos.

-Registro de selección 3, mediante el cual se fija la velocidad de la transmisión asíncrona que habrá entre el adaptador de terminal y la terminal de datos.

Para la rutina del rim, cuyo diagrama de flujo se puede ver en la figura IV.2.1.4-1, la secuencia es la siguiente:

- 1) Guarda el modo de operación de la tarjeta, ya sea como ET o TR.
- 2) Almacena el canal por el cual se transmitirá la información de datos, B1 o B2, el cual fué seleccionado con anterioridad.
- 3) Se escribe en el **registro del puerto de datos de propósitos grals. del circuito HPHONE** una palabra compuesta por el número B8h o B0h, el cual saldrá para indicarle al SNIC que se configure como TR o como ET respectivamente, de acuerdo a lo seleccionado con anterioridad.

- 4) Se selecciona la velocidad para la interfaz del puerto de usuario.
- 5) Se escribe en el **registro de selección 1** una palabra formada por la operación "OR" del número 00h y 00h para cuando la selección haya sido el canal B1 y esté deshabilitado el canal B2, en caso de que la selección haya sido el canal B2 y esté deshabilitado el canal B1 la operación "OR" del número 00h será con 01h.
- 6) Se escribe en el **registro de selección 2** una palabra formada por el número 21h.
- 7) Se escribe en el **registro de selección 3** una palabra formada por la operación lógica "OR" del número 02h y velocidad. El valor de velocidad puede ser: 600 bps = 30h, 1.2 Kbps = 28h, 2.4 Kbps = 20h, 4.8 Kbps = 18h, 9.6 Kbps = 10h, y finalmente 19.2 Kbps = 08h.

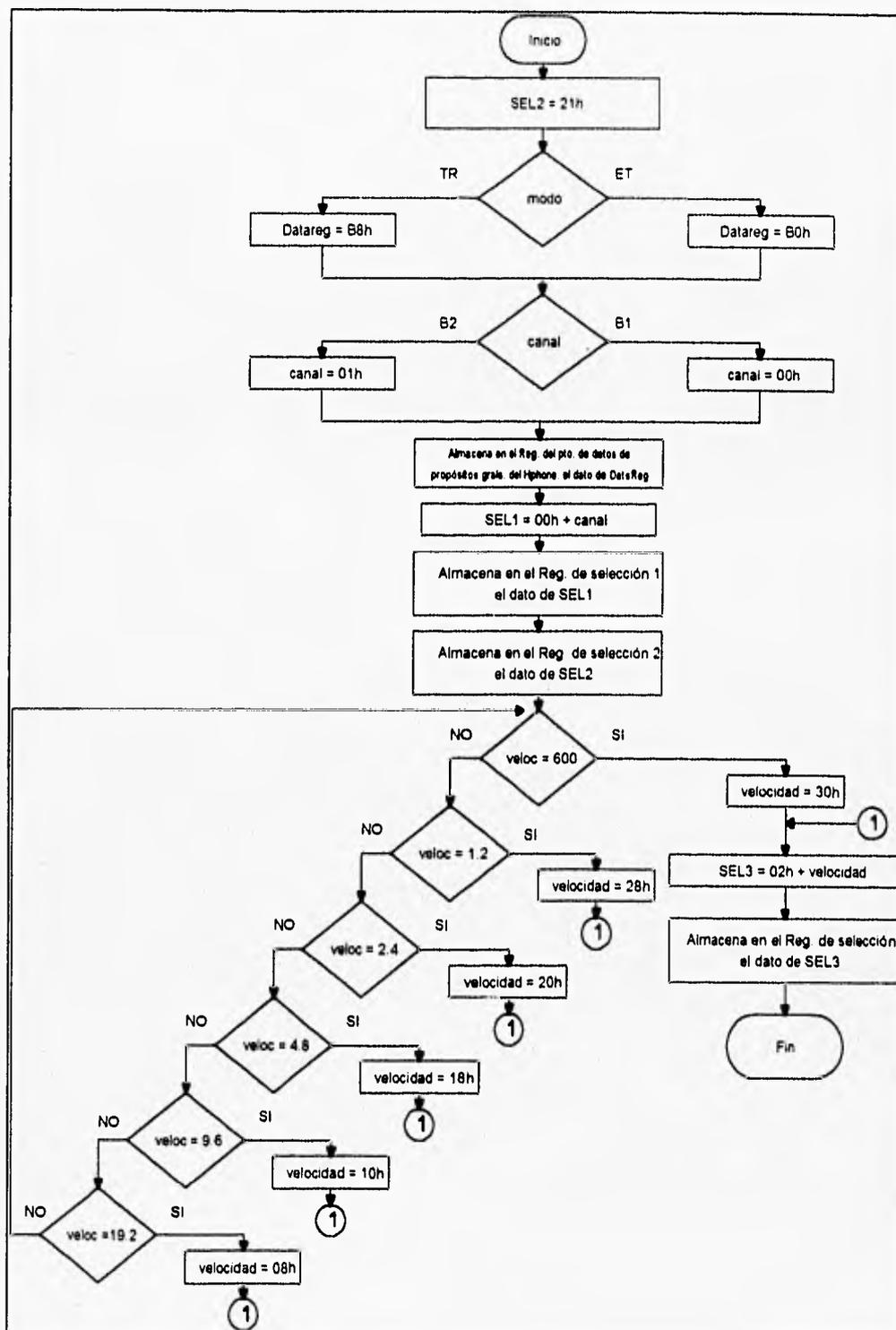


Figura IV.2.1.4-1. Diagrama de flujo de la rutina del rim.

IV.2.2 INICIALIZACION DE LOS CIRCUITOS.

En estas rutinas se programan en forma inicial dos de los circuitos del multicanalizador, el SNIC y el RIM.

Al inicio de la ejecución del programa es necesario que se seleccione el modo en que van a trabajar las tarjetas: ET o TR. Dependiendo del modo de funcionamiento que se ha elegido por el usuario mediante el puerto del HPHONE se configurará el SNIC como ET o como TR y los contactos correspondientes a las señales de reloj del DPLL se seleccionarán como entradas o como salidas, respectivamente.

El RIM tiene que ser inicializado (modo periférico) para que pueda ser controlado con la interfaz de la PC. La inicialización la controlan los pines CS\ y RST\, teniendo que estar en activo bajo y en activo alto respectivamente. Para llevar a cabo esta inicialización, se procede de la siguiente forma:

- 1) Se asigna una dirección llamada "Inirim" (1300h), la cual controla el pin RST\ (reset del circuito).
- 2) Se manda escribir una palabra formada por el número 00h a la dirección Inirim, esto hace que el pin RST\ se ponga activo bajo y limpie al circuito.
- 3) El pin CS\ (selección del circuito) se mantendrá activo alto, hasta que el circuito no sea seleccionado.

IV.2.3 DESCONECCION DE LOS ENLACES.

La rutina de desconexión de los enlaces de voz y datos, para dejar libres los canales del multicanalizador se lleva a cabo en la MATRIZ DE CONMUTACION (MT8980). La matriz quita la conmutación que une al canal de entrada, ducto ST de entrada con el canal de salida, ducto ST de salida, de esta forma el enlace se pierde y queda disponible nuevamente el canal B.

Para la rutina de desconexión, la secuencia es la siguiente:

- 1) Se selecciona el enlace que se desea concluir.
- 2) Se selecciona el canal B que se quiere desconectar, y que por lo tanto quedará libre para la realización de otro enlace.
- 3) Se almacenan los dos puntos anteriores para determinar el origen del enlace, ya sea de voz o datos.
- 4) La matriz de conmutación desconecta el circuito del ducto ST de entrada (origen) y su respectivo canal, que pueden provenir del teléfono digital o del adaptador de terminal. De esta manera la interfaz S tiene libre el canal B desocupado.

CAPITULO V: OPERACION DEL SISTEMA Y PRUEBAS REALIZADAS.

En el presente capitulo se describen las pruebas realizadas para verificar el buen funcionamiento del multicanalizador.

Las pruebas se realizaron en tres etapas:

- 1ra. comprobar el funcionamiento de la circuitería relacionada con el enlace de voz,
- 2a. comprobar el funcionamiento de la circuitería relacionada con el enlace de datos, y
- 3ra. comprobar la multicanalización de los dos enlaces.

La primera etapa abarcó la programación de los circuitos HPHONE, SNIC y MATRIZ DE CONMUTACION. La segunda etapa abarcó la programación del circuito RIM y por tanto adaptar el programa de la MATRIZ DE CONMUTACION. La tercera etapa, fué nada más verificar que los dos enlaces se realizaran al mismo tiempo sin ningún problema.

En los siguientes puntos se muestran las pruebas realizadas mediante la descripción de la operación del sistema, este va llevando a cabo la programación de los circuitos.

V.1 MONTAJE DEL SISTEMA

La estructura general del montaje de prueba se muestra en la figura V.1-1. Para llevar a cabo las pruebas se utilizaron computadoras compatibles con IBM AT con microprocesador 80286 a 12 MHz.

Se establece un enlace entre las computadoras -antes mencionadas- a través de la interfaz "S" de un acceso básico RDSI, cada una contiene una tarjeta multicanalizadora y se encuentran conectadas entre sí por medio de una línea telefónica de 4 hilos en el punto de referencia S. La generación de las señales de voz digitalizada se realizó mediante auriculares conectados al circuito HPHONE de las tarjetas. La generación de las señales de datos se realizó mediante terminales de datos ADM 11 [LEAR SIEGLER, INC., 1984] o mediante PC's ejecutando la "aplicación Terminal" de Windows, conectadas al circuito RIM a través de la interfaz RS-232.

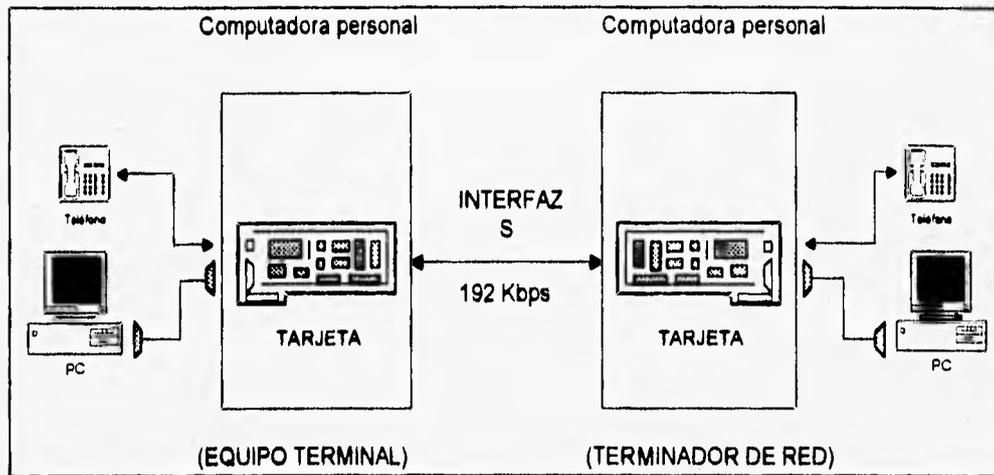


Figura V.1.-1. Estructura general del montaje de prueba.

V.2 OPERACION DEL SISTEMA.

Antes de iniciar con la explicación de la ejecución del sistema, se describirá la manera de como se distribuyó la pantalla para la interacción con el usuario, con el propósito de que se tenga una idea más clara del funcionamiento de cada una de las ventanas del sistema.

V.2.1 DESPLEGADO EN PANTALLA.

Para llevar a cabo el despliegado del estado del enlace y de sus componentes así como para informar al usuario de las opciones con que cuenta para interactuar con el sistema, la pantalla se divide en ventanas, como se muestra en la figura V.2.1-1.

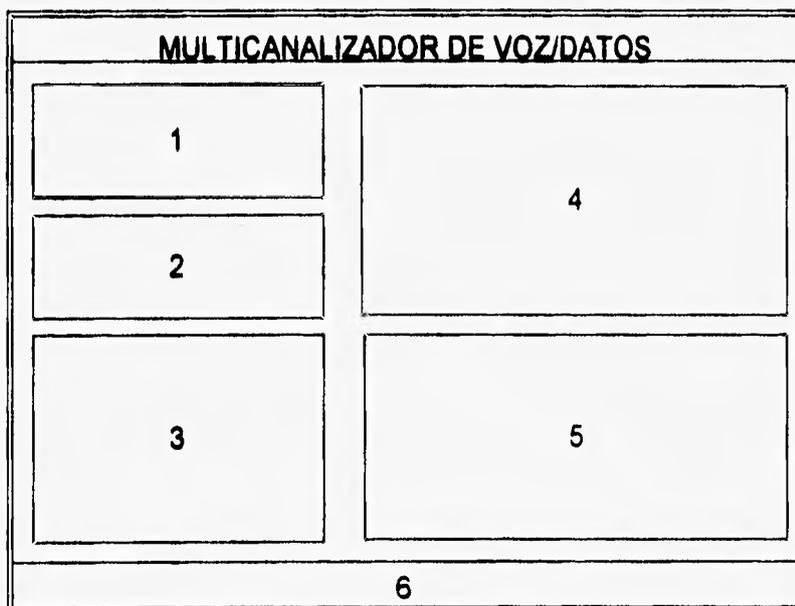


Figura V.2.1-1. Distribución de la pantalla.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

La **ventana 1** corresponde al menú principal, se usa para desplegar las opciones: Grupo funcional, Enlace de voz, Enlace de datos, y Salir (fin de programa).

La **ventana 2** está reservada para menús auxiliares dependiendo de lo seleccionado en la ventana 1:

- En caso de haber seleccionado la opción Grupo funcional en esta ventana aparecerán las opciones ET o TR.

- En caso de haber seleccionado la opción Enlace de voz, aparecerá el menú auxiliar, en el cual se tendrán las opciones de selección de canal y terminar conexión. Posteriormente al menú auxiliar, la ventana se usará para elegir el canal B1 o B2, y la ganancia de recepción deseada.

- En caso de haber seleccionado la opción Enlace de datos, aparecerá el menú auxiliar en el cual se tendrán las opciones de selección de canal y terminar conexión. Posteriormente al menú auxiliar, la ventana se usará para elegir el canal B1 o B2, y la velocidad en el puerto serie.

La **ventana 3** despliega el estado de los enlaces y de los circuitos, esta ventana se subdivide en 3 partes, como lo muestra la figura V.2.1-2.

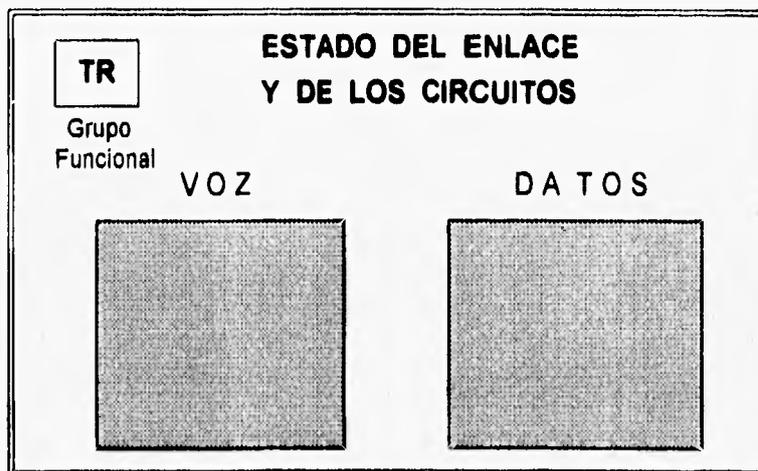


Figura V.2.1-2. Ventana que muestra el estado del enlace y de los circuitos.

El recuadro superior izquierdo muestra el grupo funcional, que nos informa en que modo esta trabajando la tarjeta. Luego muestra de forma separada el estado del enlace de voz y de datos, con su respectivo canal ocupado, la conmutación hecha por la matriz, y el estado del circuito que genera cualquiera de los dos enlaces.

La ventana 4 tiene desplegado en un grafico el diagrama del sistema. Esta ventana tiene como objetivo que el usuario del sistema siempre tenga presente las partes que conforman al multicanalizador y como estan conectadas entre si. Ver figura V.2.1-3.

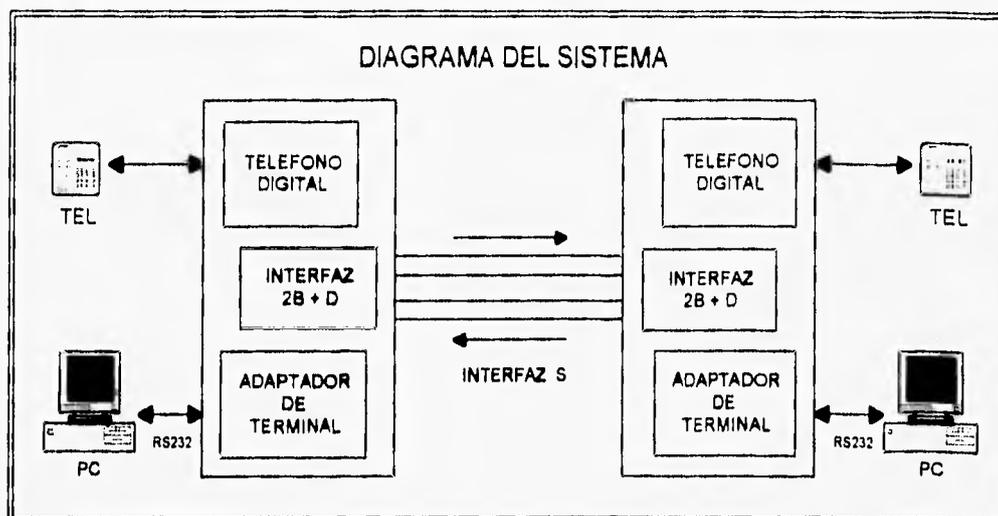


Figura V.2.1-3. Grafico que muestra el diagrama del sistema.

La ventana 5 despliega la descripción del sistema. Se describe el funcionamiento principal de las partes que conforman al multicanalizador. Ver figura V.2.1-4.

INTERFAZ S. Los 2 CANALES B se pueden usar independientemente para diferentes tipos de servicios, integrando VOZ y DATOS sobre el mismo medio de transmisión.

MATRIZ DE CONMUTACION. Esta matriz permite conmutar 256 canales que resultan de 8 PUERTOS x 32 CANALES de entrada y salida

TELEFONO DIGITAL. Tiene un control de ganancia digital y hace la conversión analógico-digital de la señal de voz.

ADAPTADOR DE TERMINAL. Tiene las funciones de conversión de velocidad y transforma el formato de los datos provenientes de la terminal de datos a el de uno de los canales de 64 Kbps de la interfaz S.

Figura V.2.1-4. Ventana que despliega la descripción del sistema.

La ventana 6 es una línea de estados, en la cual se mandan mensajes para auxiliar al usuario en la operación del sistema.

V.3 PRUEBAS REALIZADAS.

Al iniciar su ejecución, la pantalla se distribuye de la forma como se muestra en la figura V.3-1. Aparece el **MENU PRINCIPAL** y en principio se tiene que elegir la opción **Grupo funcional** para que la tarjeta sepa el modo en que va a trabajar: ET o TR.

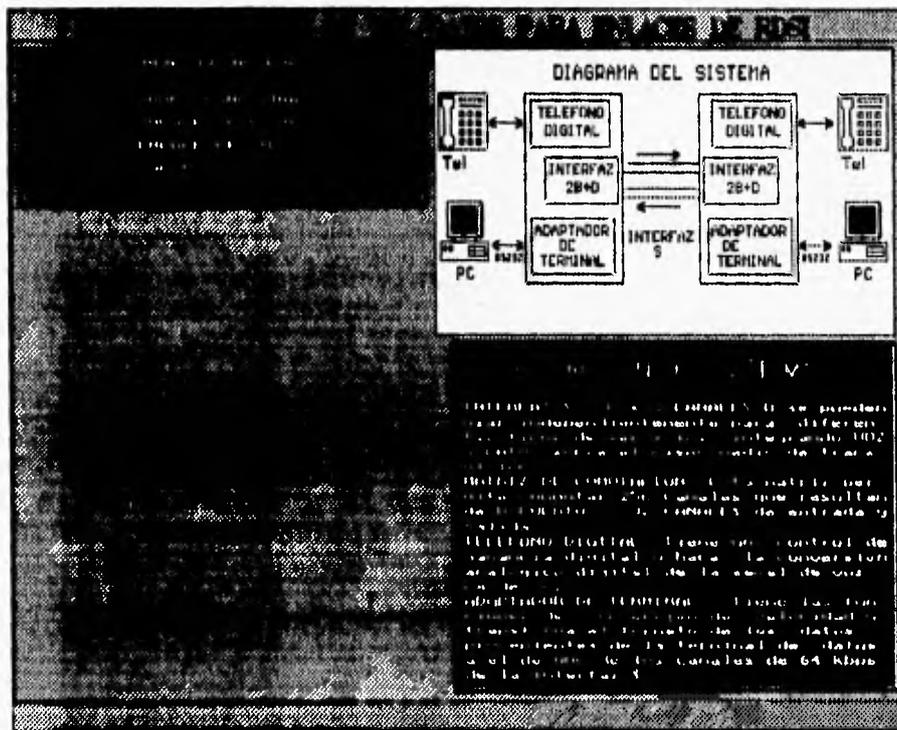


Figura V.3-1. Parte de la pantalla inicial donde aparece el MENU PRINCIPAL.

En caso de querer realizar un enlace sin antes haber elegido el grupo funcional, el programa mandará un mensaje de error.

Una vez elegida la opción Grupo funcional del Menú principal, aparece el **MENU GRUPO FUNCIONAL**, en donde se despliegan las opciones: ET o TR, como se puede observar en la figura V.3-2. En cada tarjeta debe escogerse una opción diferente, ya que se establecerá un enlace físico en la interfaz usuario-red (interfaz "S") de RDSI.

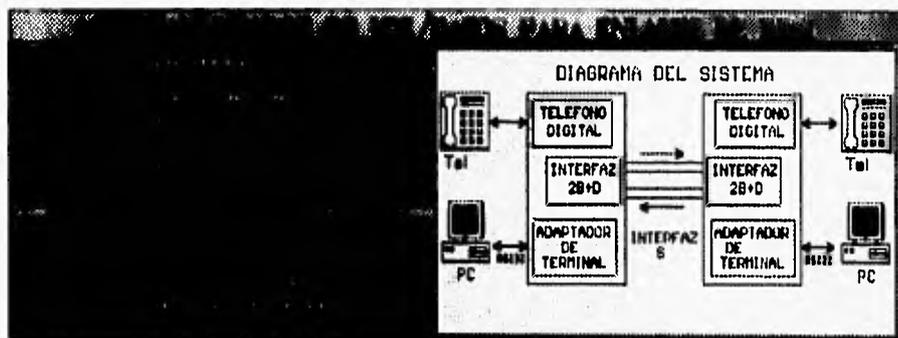


Figura V.3-2. Pantalla correspondiente al MENU GRUPO FUNCIONAL.

La opción **SALIR** del Menú principal, finalizará el programa y se retornará al sistema operativo.

Ya elegido el modo en que trabajará la tarjeta, el programa regresa al Menú principal, para que ahora, el usuario elija el enlace que realizará: VOZ o DATOS. Para probar el buen funcionamiento del multicanalizador, estas dos opciones, con sus respectivas pantallas se describen en los siguientes puntos de este documento.

V.3.1 PRUEBA DEL ENLACE DE VOZ.

Elegida la opción **Enlace de voz** del Menú principal, el programa ejecutará las funciones de los circuitos involucrados en el enlace. Aparecerá enseguida el **MENU AUXILIAR** (Ver figura V.3.1-1) con las opciones: Selección de canal y Terminar conexión.

En la opción **Selección de canal** se podrá elegir el canal (B1 o B2) por el cual se efectuará el enlace. La opción **Terminar conexión**, sirve para acabar con los enlaces y dejar los canales desocupados, funciona cuando ya exista un enlace establecido.

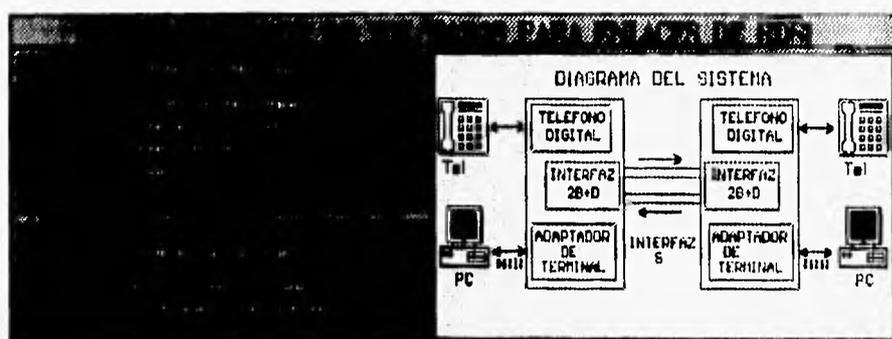


Figura V.3.1-1. Pantalla del MENU AUXILIAR.

Una vez que se haya elegido la opción **Selección de canal**, aparecerá el **MENU CANALES B**, como se puede ver en la figura V.3.1-2. En el Menú canales B se podrá seleccionar cualquiera de los 2 canales B (64 Kbps) contenidos en la interfaz "S".

El canal por el cual se desea realizar el enlace deberá estar desocupado, en caso contrario, el programa preguntará al usuario si desea terminar el enlace que se está llevando a cabo por el canal de su elección, para desocuparlo y realizar el nuevo enlace.

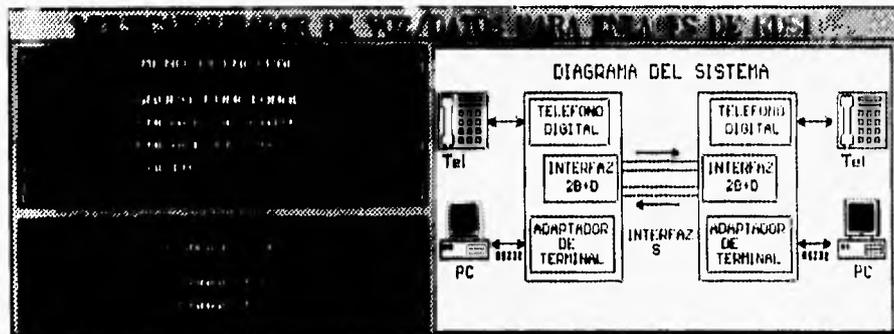


Figura V.3.1-2. Pantalla correspondiente al MENU CANALES B

Después de haber elegido el canal B (en esta prueba canal B1), aparece la pantalla que pide la **ganancia de recepción** de la señal de voz, como se observa en la figura V.3.1-3. Es necesario dar la ganancia al circuito HPHONE, que puede tomar valores desde -42 dB a 42 dB. En la línea de estados aparece un mensaje recomendándole al usuario poner un valor de 0 dB para evitar ruido.

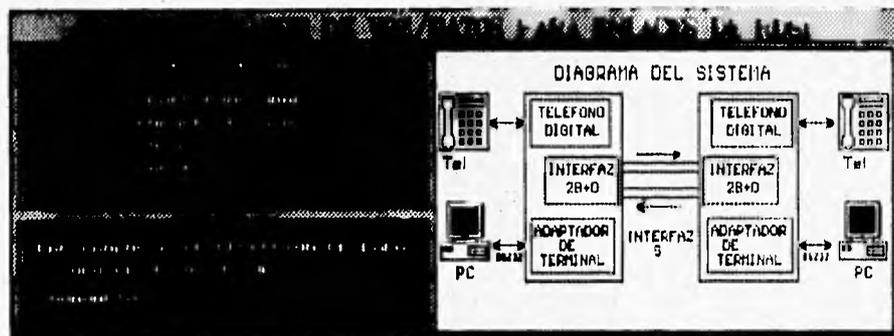


Figura V.3.1-3. Pantalla que pide la ganancia de recepción

Una vez que ya se dió la ganancia, el programa ejecuta las funciones de los circuitos correspondientes para establecer el enlace.

En la línea de estados aparecerá el mensaje: **ENLACE ESTABLECIDO**. Y en la ventana que esta reservada para desplegar el estado de los enlaces y de los circuitos, se observará, en este caso, sólo el enlace de voz realizado con el respectivo canal ocupado, la ganancia seleccionada y la conmutación hecha por la MATRIZ. En esta misma ventana se podrá ver el modo en el que esta funcionando la tarjeta. Ver figura V.3.1-4.



Figura V.3.1-4. Pantalla que muestra el despliegue del ESTADO DEL ENLACE Y DE LOS CIRCUITOS.

Cabe recordar que para el teléfono digital los canales B1 y B2, ocupan respectivamente los lugares 6 y 7 de las 32 ranuras de tiempo disponibles en el DUCTO ST7. De manera experimental, las señales F0b\ (ver sección III.3.1) localizada en el pin 6 del circuito DPLL, y la de los canales B (ST7) localizada en el pin 29 del hphone, pueden ser vistas en un osciloscopio. En uno de los canales del osciloscopio, se puede apreciar el pulso de trama (F0b), el cual identifica los límites de la trama y las repeticiones cada 125 μ seg, y en el otro canal del osciloscopio, se pueden ver las ranuras de tiempo asignadas en las posiciones 6 y 7 de los dos canales de información.

Regresando a la descripción del sistema, después de haber establecido el enlace, se pulsa cualquier tecla para volver al Menú principal y realizar la siguiente operación.

V.3.2 PRUEBA DEL ENLACE DE DATOS.

Ya realizada la prueba de enlace de voz, pasamos a verificar el funcionamiento del enlace de datos. Los procedimientos son muy similares, salvo que cambia alguna característica muy en particular dependiendo del enlace.

Partimos con la base de que ya ha sido seleccionado el **Grupo funcional**. Elegida la opción **Enlace de datos** del Menú principal, el programa estará listo para llevar a cabo las funciones de los circuitos involucrados en el enlace. Aparecerá enseguida el **MENU AUXILIAR** (Ver figura V.3.2-1) con las opciones: Selección de canal y Terminar conexión.

En la opción **Selección de canal** se podrá elegir nuevamente el canal (B1 o B2) por el cual se enviarán los datos. La opción **Terminar conexión**, sirve para acabar con los enlaces y dejar los canales desocupados, funciona cuando ya exista un enlace establecido.

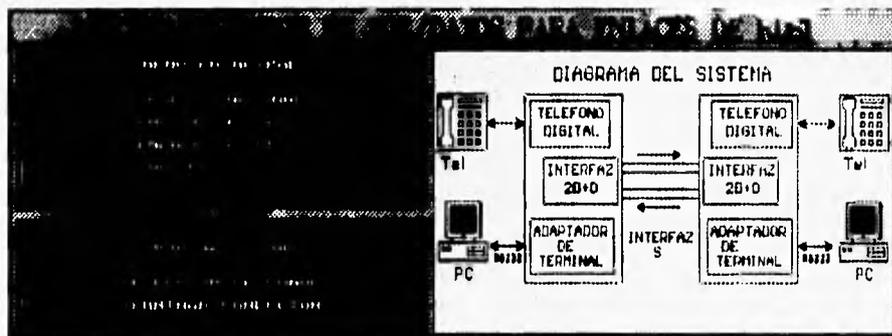


Figura V.3.2-1. Pantalla del MENU AUXILIAR.

Como se vió anteriormente una vez que se haya elegido la opción **Selección de canal**, aparecerá el **MENU CANALES B**, como se puede ver en la figura V.3.2-2. En este menú, el usuario tiene la opción de elegir uno de los dos canales.

Hay que recordar que el canal por el cual se desee realizar el enlace deberá encontrarse desocupado.

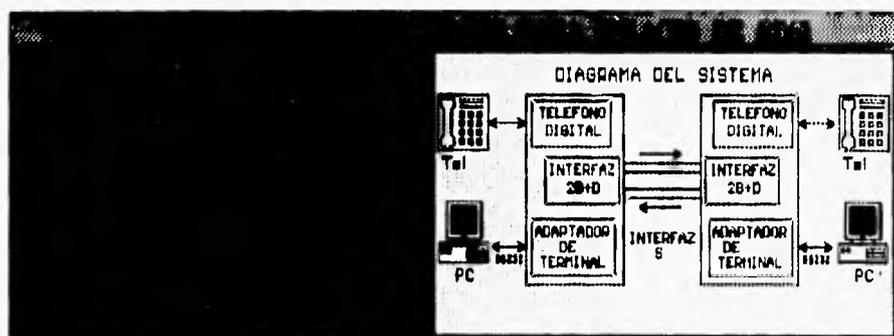


Figura V.3.2-2. Pantalla correspondiente al MENU CANALES B.

Después de haber elegido el canal B (en esta prueba canal B2), aparece el **MENU VELOCIDAD EN EL PUERTO SERIE**, como se observa en la figura V.3.2-3. Esta opción indica la velocidad en la que se va a llevar a cabo la transmisión de datos desde la terminal de datos hacia la interfaz S.

Las velocidades se eligen con las teclas:

- <F1> 600 bps
- <F2> 1200 bps
- <F3> 2400 bps
- <F4> 4800 bps
- <F5> 9600 bps
- <F6> 19200 bps

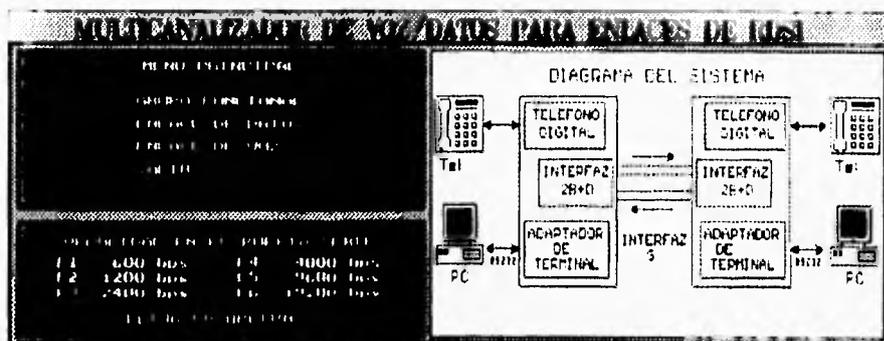


Figura V.3.2-3. Pantalla del Menú velocidad en el puerto serie.

Una vez que se escogió la velocidad de los datos asíncronos, el programa ejecuta las funciones de los circuitos correspondientes al enlace.

Después en la línea de estados aparecerá el mensaje: **ENLACE ESTABLECIDO**. Y en la ventana que esta reservada para desplegar el estado de los enlaces y de los circuitos, se observará, en este caso, sólo el enlace de datos realizado con el respectivo canal ocupado, la velocidad seleccionada y la conmutación hecha por la MATRIZ. En esta misma ventana se podrá ver el Grupo funcional seleccionado. Ver figura V.3.2-4.



Figura V.3.2-4. Pantalla que muestra el despliegue del ESTADO DEL ENLACE Y DE LOS CIRCUITOS.

Cabe recordar que para el RIM los canales B1 y B2, ocupan respectivamente los lugares 0 y 1 de las 32 ranuras de tiempo disponibles en el DUCTO ST5. De manera experimental, las señales F0b\ (ver sección III.3.1) localizada en el pin 6 del circuito DPLL, y la de los canales B (STi5) localizada en el pin 15 del RIM, pueden ser vistas en un osciloscopio como se explico en el punto anterior.

Regresando a la descripción del sistema, después de haber establecido el enlace, se pulsa cualquier tecla para volver al Menú principal.

V.3.3. MULTICANALIZANDO VOZ Y DATOS.

Habiendo realizado un enlace de voz y un enlace de datos, como se explico en los 2 puntos anteriores, se tienen ocupados los dos canales de la intefaz "S" del acceso básico RDSI, comprobando así la multicanalización del sistema.

El usuario podrá verificar el estado del enlace y de los circuitos en la ventana correspondiente, como se muestra en la figura V.3.3-1.



Figura V.3.3-1. Desplegado en pantalla del estado de la multicanalización.

En la figura V.3.3-1 se puede observar que, en este ejemplo, la transmisión de voz ocupa el canal B1 y la transmisión de los datos ocupa el canal B2. El multicanalizador permite la transmisión de los servicios, indistintamente por cualquiera de los 2 canales.

V.3.4 PRUEBA DE DESCONECCION

La desconexión de los enlaces, se utiliza cuando el usuario desea concluir el enlace de VOZ o DATOS antes establecido, o cuando se quiere ocupar un canal en el cual ya existe una comunicación.

Para atender estos casos, primero será necesario elegir del **MENU PRINCIPAL** la opción del enlace (voz o datos) que se quiere desconectar, después aparecerá el **MENU AUXILIAR**, en el que se encuentran la opciones: *Selección de canal* y *Terminar conexión*.

La opción *Terminar conexión* ejecuta la función de desconexión de los circuitos, dejando así el canal libre para la realización de un nuevo enlace. Esta opción funciona siempre y cuando ya exista un enlace establecido, de lo contrario avisará al usuario que no existe enlace alguno.

Continuando con el ejemplo que se ha venido realizando, en este caso, se elegirá desconectar el enlace de voz que se efectúa por el canal B1, como se puede ver en la figura V.3.4-1.

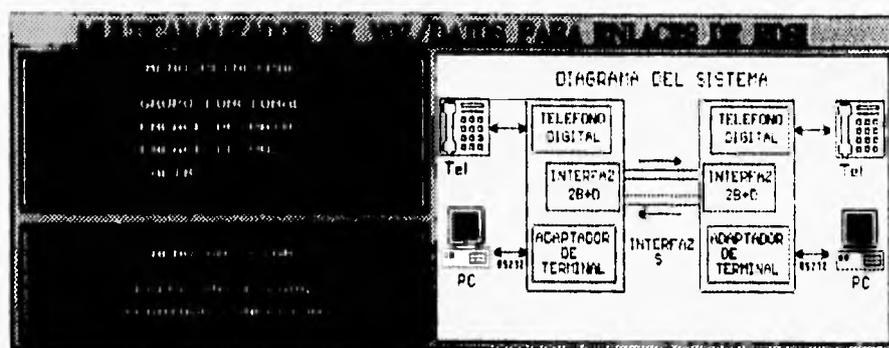


Figura V.3.4-1. Pantalla que muestra opción terminar conexión.

Una vez que se ha terminado la conexión del enlace, el usuario podrá verificarlo en la ventana que informa del estado del enlace y de los circuitos. Ver figura V.3.4-2.



Figura V.3.4-2. Pantalla que muestra el estado del enlace después de la desconexión.

Como se puede ver en la figura V.3.4-2, el enlace, en este caso de voz, ya no existe. De igual forma para concluir el enlace de datos se sigue el mismo procedimiento.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES.

En este trabajo se desarrolló un multicanalizador de voz/datos para enlaces de RDSI de propósitos educativos, que comprende los siguientes elementos de aportación:

- a) Se diseñó y construyó la circuitería necesaria para multicanalizar las señales de voz y de datos, permitiendo su transmisión aislada o simultánea, a través de un enlace 2B + D (interfaz "S") compatible con la interfaz usuario-red de acceso básico de la RDSI.
- b) La fabricación del multicanalizador se hizo utilizando circuitos programables especiales para RDSI, y se construyó utilizando tarjetas compatibles con el ducto de una computadora del tipo personal compatible con IBM. Estas tarjetas armadas cumplen con la recomendación I.430 del CCITT para la capa física de acceso básico.
- c) Se desarrolló la programación correspondiente a la capa física, para el control de la operación del multicanalizador, pudiendo seleccionar para la transmisión en la interfaz "S" el tipo de servicio (voz o datos) y el canal (B1 o B2), a través de rutinas de establecimiento, mantenimiento y finalización de los enlaces.
- d) La programación global del sistema, permite la interacción con el usuario a través del uso de ventanas, mostrando de una manera amigable y didáctica el estado de los enlaces, y las partes que conforman al multicanalizador.
- e) Se logró un buen conocimiento de la RDSI y del uso de los circuitos integrados especiales para esta red de la compañía MITEL, por lo que en un futuro, se puede utilizar esa experiencia en el diseño de diversos equipos que operen en dicha red.

LITERATURA CITADA.

- Black, U. 1995. The V Series Recommendations. McGraw-Hill, Inc. 200 pp.
- CCITT, 1989a. Blue Book: IXth Plenary Assembly, Melbourne, 14-25 November, 1988. International Telecommunication Union. Geneva. Volume III, Fascicle III.8, Recommendation I.411, I.412, I.430, I.431 p 157-168.
- CCITT, 1989b. Blue Book: IXth Plenary Assembly, Melbourne, 14-25 November, 1988. International Telecommunication Union. Geneva. Volume VIII, Fascicle VIII.4, Recommendation X.200 p 3-56.
- Dicenet, G., Design and Prospects for the ISDN, 1987. Artech House, Norwood, Ma. 288 pp.
- Eggebrecht, L.C. 1990. Interfacing to the IBM Personal Computer. Sams. 345 pp.
- Gallardo López, J.R., J. Sánchez García, 1992. Introducción a la RDSI. Transcripción de algunas recomendaciones del CCITT. Informe Técnico, CICESE. 71 pp.
- Gallardo López J.R., 1991. Protocolos de RDSI de acceso básico para el punto de referencia S/T: Desarrollo del nivel 2. Tesis de Maestría. CICESE. 143 pp.
- Ibarra Aguirre, G., 1993. Concentrador de accesos básicos para la RDSI: Desarrollo de la capa física. Tesis de Maestría. CICESE. 80 pp.
- Kessler, G. 1990. ISDN Concepts, Facilities, and Services. McGraw-Hill, Inc. 302 pp.
- Lear Siegler, Inc., 1984. ADM 11 With Emulations Video Display Terminal, Calif., EUA. 35 pp.

- Mitel Corp. 1991a. Microelectronics Digital Communications Handbook. Mitel, Canadá.
Aplicaciones Note 126. p 15-125-15-131.
- Mitel Corp. 1991b. Microelectronics Digital Communications Handbook. Mitel, Canadá.
Digital Switch (MT8980). p 7.3-7.14, 15.92-15.100.
- Mitel Corp. 1991c. Microelectronics Digital Communications Handbook. Mitel, Canadá.
Digital Telephone, H-Phone (MT8993). p 11.25-11.53.
- Mitel Corp. 1991d. Microelectronics Digital Communications Handbook. Mitel, Canadá.
SNIC (MT8930). p 9.31-9.64.
- Mitel Corp. 1991e. Microelectronics Digital Communications Handbook. Mitel, Canadá.
R-Interface Module RIM (MH89500). p 10.19-10.37.
- Mitrani A.E., Sánchez G.J., Castañeda S.R. Módulo Adaptador de Terminal para el
Acceso Básico de la RDSI. Informe Técnico, CICESE, 20 pp.
- Moreno, A., RDSI Conceptos, 1995. Notas del IV Curso Int. en Telecomunicaciones,
Módulo: Redes Digitales. Div. de Educación Continua, UNAM. 46 pp.
- Stallings, W. 1992. ISDN and Broadband ISDN. Macmillan Publishing Company.
633 pp.
- Terpán Acuña, A.M., 1993. Protocolos de RDSI en el punto de referencia S/T: Nivel 3
para llamadas en modo circuito. CICESE. 134 pp.

APENDICE A. PROGRAMAS.

La programación desarrollada se encuentra en el disco flexible anexo a este documento.

Los archivos fuente, realizados en lenguaje C utilizando el paquete Turbo C versión 2.0 de Borland, se incluyen en el subdirectorio A:\PROGRAMS y son los siguientes:

- **MULTICAN.C:** Programa principal que incluye las rutinas de control de los circuitos, rutinas de atención al teclado y desplegado en pantalla.
- **GRAFICO.H:** Archivo que contiene la rutina para hacer el gráfico del modelo del sistema, incorpora los archivos con extensión H para desplegar las partes del gráfico.
- **F_DERE.H, F_IZQ.H, F_DOBLE.H, TELEFONO.H, PC.H, RS232.H:** Archivos que contienen la definición de las partes del gráfico del sistema.

El archivo ejecutable se encuentra en el directorio raíz A:\ y es el siguiente:

- **MULTICAN.EXE**

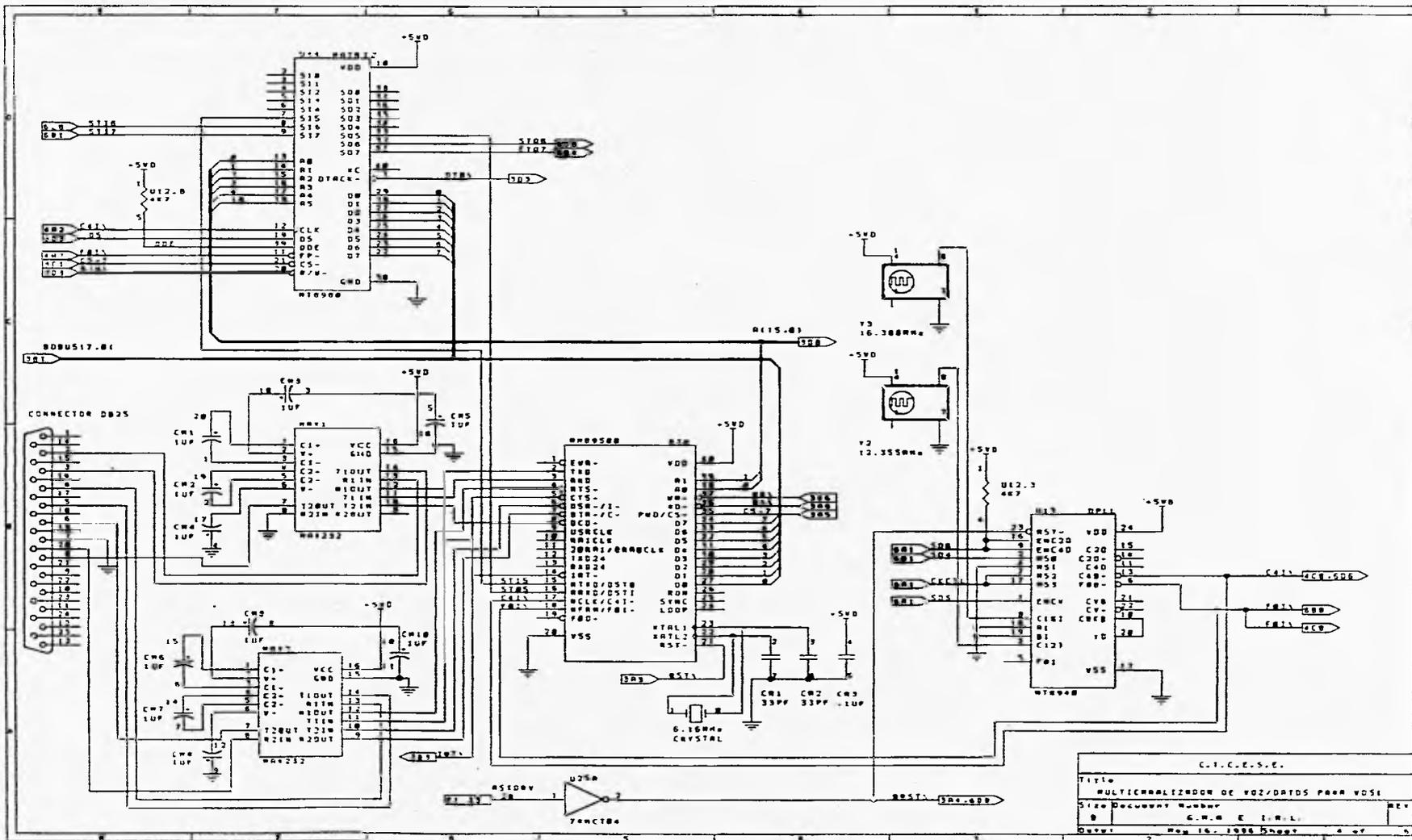
Se incluyen además los archivos necesarios para el ambiente gráfico.

APENDICE B. ESQUEMATICOS DEL MULTICANALIZADOR.

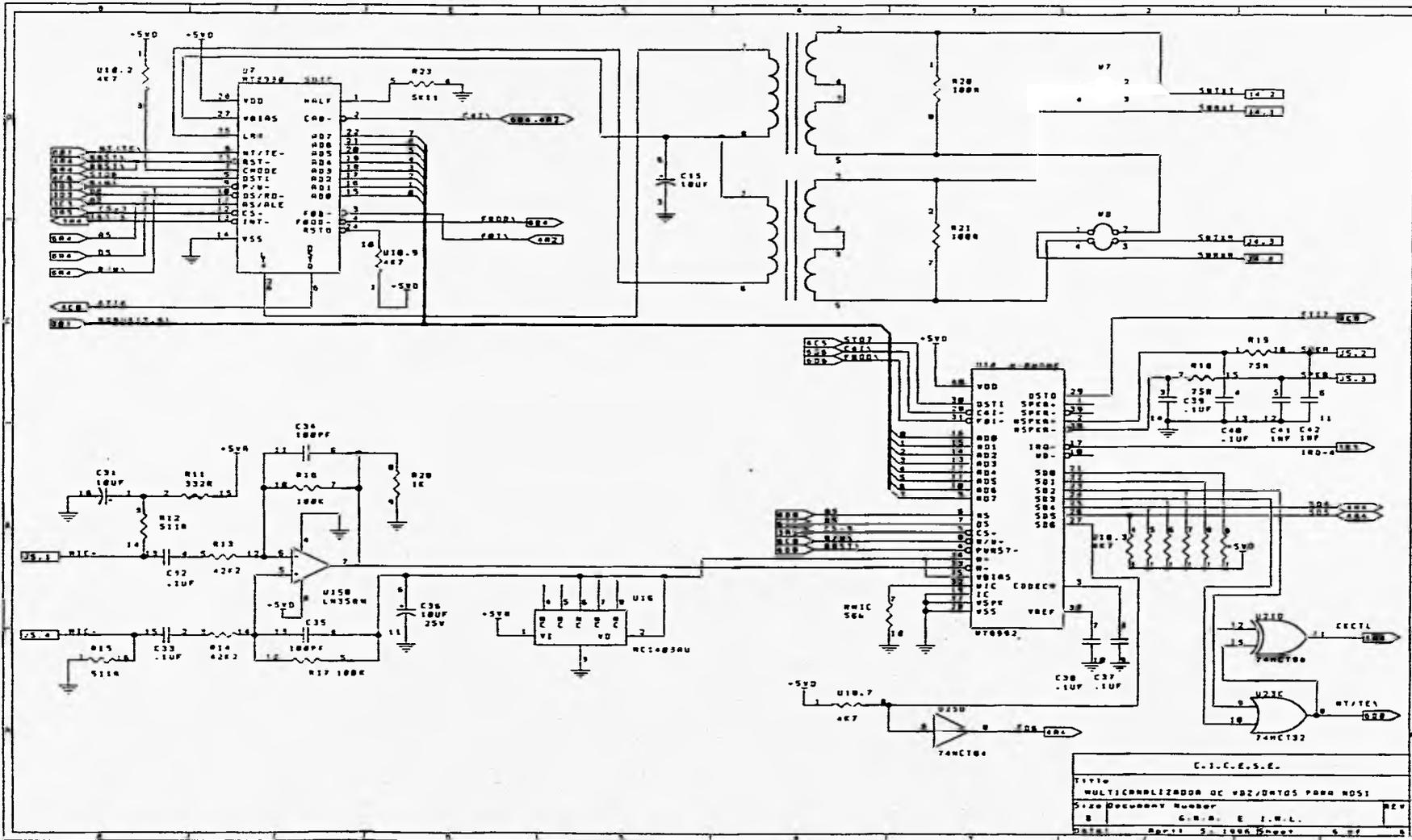
En las siguientes páginas se encuentran los diagramas de la circuitería que integra el multicanalizador.

La descripción de cada uno de ellos es como sigue:

- **Circuitería de la tarjeta que incluye la interfaz hacia la PC, la cual contiene la parte de acceso a los circuitos, y la etapa de control.**
- **Parte de la circuitería que incluye la etapa de conmutación, reloj de la tarjeta y transmisión de datos.**
- **Circuitería que incluye la interfaz S y la parte de transmisión de voz.**
- **Circuitería que contiene la parte de desacoplamiento para el ruido de la tarjeta.**



C.I.C.E.-S.E.
 Title: MULTICANALIZADOR DE VDSI/DATDS PARA VDSI
 Size: DOCUMENTO
 B: G.M.M. E.I.M.L.
 Date: Nov 16, 1988 5:00 PM



E. I. C. E. S. E.
 TITULO MULTICANALIZADOR DE VDR/DATOS PARA RDSI
 Size Document Number 8
 C. R. A. E. I. M. L.
 DATE: April 5, 1986 Rev. 5 of 8

