

124  
Lijem



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS**

**T E S I S**  
Que para obtener el Título de  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**  
**P r e s e n t a n**

**FRANCISCO ALEJANDRO MARTINEZ PEREZ**  
**JORGE ALEJANDRO RIVERA VELA**

**DIRECTOR DE TESIS: ING. ROBERTO MACIAS PEREZ**

**FACULTAD DE  
INGENIERIA**



**U N A M**

México, D. F.

1995

**FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

A mis padres.

Franciso Alejandro Martínez Pérez

A mis padres, por la educación que me han  
ofrecido a lo largo de mi vida.

**Jorge Alejandro Rivera Vela**

**A Irma por su apoyo, paciencia y amor en estos  
años de trabajo.**

**Jorge Alejandro Rivera Vela**

## **RECONOCIMIENTOS**

Nuestro agradecimiento al Ingeniero Roberto Macías Pérez por la dirección y corrección de ésta tesis.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, así como a la Facultad de Ingeniería por ayudarnos a cimentar la base de nuestro futuro profesional.

**Ser consciente de la propia ignorancia es un gran paso hacia el saber.**

**Benjamín Disraeli**

## **TABLA DE CONTENIDO**

AGRADECIMIENTOS .....	I
RECONOCIMIENTOS .....	IV
TABLA DE CONTENIDO .....	VI
INTRODUCCION .....	1
CAPITULO PRIMERO .....	6
ANTECEDENTES Y PANORAMA GENERAL.....	6
1.1 ANTECEDENTES DE COMUNICACIONES PARA LA RDSI .....	6
1.1.1 Señales Analógicas y Digitales .....	6
1.1.2 Sistema Telefónico.....	7
1.1.3 Números Telefónicos y Centrales Tandem.....	9
1.2 BANDA DE PASO Y ANCHO DE BANDA.....	10
1.2.1 Banda de paso y Ancho de Banda de la Red Telefónica .....	11
1.3 MULTIPLEXAJE.....	11
1.4 DIGITALIZACION DE VOZ Y MODULACION POR CODIFICACION DE PULSOS.....	13
1.5 JERARQUIA DE MULTIPLEXAJE POR DIVISION DE TIEMPO .....	15
1.6 CONMUTACION DE PAQUETES Y CONMUTACION DE CIRCUITOS....	17
1.6.1 Conmutación de Circuitos .....	18
1.6.2 Conmutación de Paquetes.....	19
1.7 ARQUITECTURA DE LA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS.....	21
1.7.1 Dispositivos Funcionales .....	22
1.7.2 Puntos de Referencia.....	23



1.8 ORGANIZACIONES DE ESTANDARES DE LA RDSI .....	25
CAPITULO SEGUNDO .....	27
DESCRIPCION GENERAL DE LA RDSI .....	27
2.1 DEFINICION DE RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI) .....	27
2.2 REALIDADES DE LA RDSI .....	28
2.3 ACCESO A LA RDSI .....	29
2.4 SERVICIOS DE LA RDSI .....	32
2.5 EVOLUCION DE LA RDSI .....	34
2.6 CANALES DE LA RDSI .....	34
2.6.1 El Canal-D .....	35
2.6.2 El Canal-B .....	35
2.6.3 El Canal-H .....	36
2.7 INTERFASES DE ACCESO A LA RDSI .....	37
2.7.1 Interfase de Velocidad Básica (BRI) .....	37
2.7.2 Interfase de Velocidad Primaria (PRI) .....	38
2.8 PROTOCOLOS DE LA CAPA FISICA DE LA RDSI .....	39
2.8.1 Arquitectura de los Protocolos de la RDSI .....	39
2.8.2 Características de la Interfase de Velocidad Básica .....	41
2.8.3 Características de la Interfase de Velocidad Primaria (PRI) .....	48
2.8.3.1 La interfase de 1,544 Mbps .....	48
2.8.3.2 La interfase de 2,048 Mbps .....	50
2.9 Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha (B-RDSI) .....	52
2.9.1 Formato de la célula ATM .....	53
2.10 Sistema de Señalización No. 7 .....	54
CAPITULO TERCERO .....	57
SIMULADOR DE UNA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS .....	57

3.1 DESCRIPCION GENERAL.....	57
3.2 DESCRIPCION TECNICA OPERATIVA .....	60
3.2.1 Características de Codificación de la Línea.....	62
3.2.2 Interfases de Audio.....	63
3.2.3 Interfase con una PC.....	64
3.2.4 Arquitectura .....	65
3.2.5 Tipos de Bus .....	65
3.2.6 Tipos de Interfases.....	69
3.2.7 Sección de Procesamiento y Control.....	70
3.2.8 Capas de Comunicación de la RDSI.....	71
3.2.9 Activación de Capas .....	75
3.3 DESCRIPCION FUNCIONAL .....	77
3.3.1 Requerimientos .....	77
3.3.2 Contenido del Paquete RDSI.....	78
3.3.3 Procedimiento de Instalación .....	79
3.3.4 Funcionamiento.....	81
3.3.5 Opciones del Modo de Monitoreo .....	92
3.3.6 Arquitectura del Sistema.....	92
CAPITULO CUARTO .....	98
CONCLUSIONES .....	98
APENDICE A .....	104
CONSIDERACIONES.....	104
EI MODELO OSI Y EL SIMULADOR DE LA RDSI .....	105
BIBLIOGRAFIA .....	107

## **INTRODUCCION**

La evolución que a través de los años ha tenido el hombre ha puesto de manifiesto una característica distintiva de este ser, en relación a los demás integrantes del reino animal: la inteligencia.

Esta característica que le permite a un individuo adquirir conocimientos a lo largo de su vida, de nada serviría si no los pudiera comunicar a sus semejantes y a las generaciones posteriores.

Es indiscutible que la comunicación representa la capacidad del ser humano para transmitir sus ideas y sentimientos, y gracias a ésta el entendimiento de los grupos humanos permitió formar una cultura e historia de sí mismos.

Aristóteles, el filósofo griego formuló el primer modelo de comunicación y diseñó el primer esquema que al respecto se conoce:

### ***QUIEN DICE QUE A QUIEN.***

Adaptado a este principio básico de comunicación se tienen tres elementos: emisor, receptor y mensaje. Quién o emisor se refiere a la fuente del

mensaje o diálogo hacia un elemento que lo recibe, qué o mensaje es el contenido y quién o receptor es el que capta dicho contenido o mensaje. De esta manera se cierra el ciclo de comunicación básica entre emisor y receptor. El mensaje se conforma de un código inteligible para ambos, que es conocido como lenguaje.

Este modelo evolucionó a la par de la raza humana convirtiéndose en una ciencia, la Ciencia de la Comunicación, la cuál es cada día más compleja al ir definiendo tanto sus elementos de estudio, como integrando diversas disciplinas, por ejemplo, la informática, las telecomunicaciones, el procesamiento de datos e imágenes, etc.

La comunicación ha ido adquiriendo a través de los medios masivos, una función social que consiste en informar y llevar cultura a los diferentes grupos humanos; para poder hacer esto es necesario desarrollar una tecnología capaz de transmitir los bloques de información desde donde se originan hasta su destino, no importando que tan lejano se encuentre éste.

En un principio, el envío del mensaje o contenido entre emisor y receptor estaba limitado a la transmisión de ondas sonoras a través del aire o por medio de señales visuales, lo cuál permitía una comunicación restringida en distancia y tiempo.

Debido a esto, las técnicas de comunicación tuvieron la necesidad de ir cambiando y mejorando para poder satisfacer las necesidades de los usuarios. La invención del telégrafo y el teléfono revolucionó las comunicaciones permitiendo enlaces de comunicación más lejanos y eficientes.

Como consecuencia del crecimiento social y tecnológico que el mundo ha experimentado en este siglo los sistemas y medios de comunicación convencionales fueron superados por nuevos sistemas que permitían la comunicación sin las limitantes físicas y tecnológicas de los implementos clásicos.

Mientras tanto en otra área de la ciencia hacia mediados de este siglo surge la computadora, este instrumento capaz de manejar grandes volúmenes de información y ejecutar automáticamente procesos recursivos se ha convertido en una de las herramientas principales de nuestro tiempo.

La aplicación de los avances tecnológicos en la actividad diaria del mundo ha provocado que el desarrollo de la computación y el de las comunicaciones se unan en uno solo.

El campo de la computación se dedicó a aplicar el procesamiento digital de la información, la física y las matemáticas aplicadas a la Ciencia de la Comunicación dieron vida a una nueva forma de manejo de la información. De esta forma fue posible transformar los significados de las palabras en nuevos códigos, en consecuencia un código puede representar una gran cantidad de palabras que se codifican y decodifican de acuerdo a un programa base para su transmisión. Para esto es necesario tener canales de comunicación por los que se transfieran dichos códigos, un canal de comunicación es el medio a través del cual la información fluye de un punto a otro, por ejemplo la red telefónica común; dicha red permite establecer enlaces punto a punto entre usuarios y ha brindado servicio de transmisión de voz y datos a través del mismo cable tipo par trenzado.

Con el fin de unificar los avances de la informática y las telecomunicaciones se ha llegado a la conceptualización de una red universal 'inteligente' y modular con potencialidad para manejar grandes volúmenes de información, como consecuencia del funcionamiento de las técnicas digitales y del crecimiento de la electrónica, dicha red se ha denominado **Red Digital de Servicios Integrados**.

La **Red Digital de Servicios Integrados (RDSI)** es un sistema capaz de transmitir todo tipo de señal e información como voz, datos, texto e imagen mediante el uso de las tecnologías más avanzadas a nivel mundial, donde los dispositivos constituyentes y las aplicaciones se encuentran en forma digital. Esta red facilita y optimiza funciones fundamentales en la operación diaria de los diversos sectores productivos, a través de este sistema, empresas e instituciones pueden realizar transferencias electrónicas de reportes, estados de cuenta, facturación, así como otras transacciones entre filiales, también disminuye errores en la emisión de datos y permite mayor acceso a oportunidades de mercado al manejar información precisa y en tiempo real.

Esta tesis responde al propósito de presentar los aspectos generales del funcionamiento y operación de la **Red Digital de Servicios Integrados (RDSI)** así como presentar una simulación de una RDSI mediante dos computadoras personales (PC's), para dicho fin, se ha dividido en cuatro capítulos:

El primer capítulo contiene los conocimientos necesarios para poder entender los sistemas de comunicación convencionales los cuales sirvieron como base para implementar la RDSI.

El capítulo segundo tiene por objetivo explicar los conceptos generales que definen a la RDSI, las interfases y canales de comunicación que utiliza, así como los protocolos y servicios que maneja.

El capítulo tercero describe el funcionamiento de una RDSI simulada mediante dos PC's que se interconectan a través de dos tarjetas RDSI, la simulación de la RDSI entre ambas PC's permite observar las ventajas que ofrece este tipo de red haciendo de la teoría de este trabajo una experiencia práctica.

El cuarto y último capítulo resume las conclusiones obtenidas de la investigación y experiencia en la realización de este trabajo.

## **CAPITULO PRIMERO**

### **ANTECEDENTES Y PANORAMA GENERAL**

#### **1.1 ANTECEDENTES DE COMUNICACIONES PARA LA RDSI**

Para tener un panorama mas amplio y poder entender la evolución de la red telefónica analógica común a la red digital de servicios integrados, describiremos brevemente algunos conceptos.

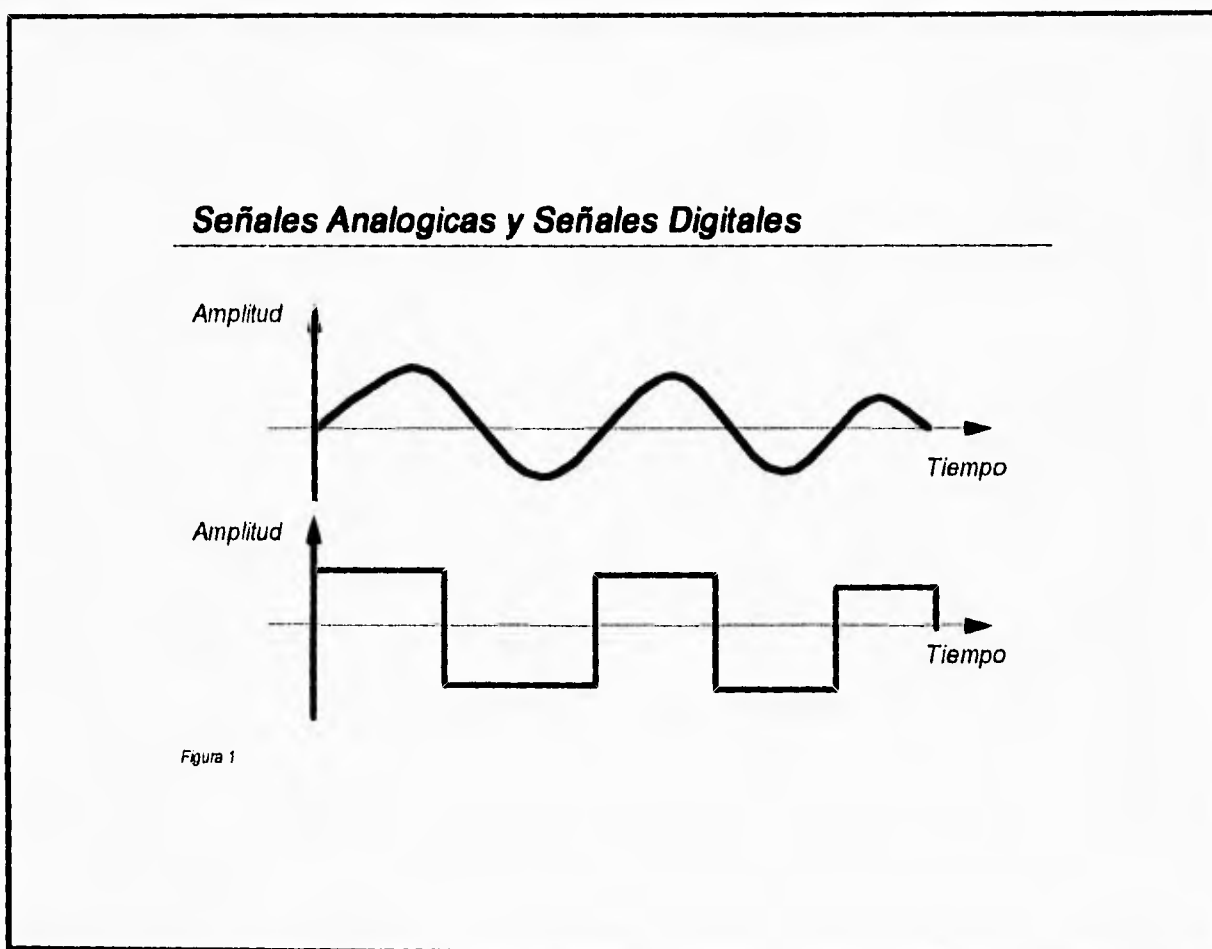
##### **1.1.1 Señales Analógicas y Digitales**

Uno de los conceptos más importantes en las Telecomunicaciones es la diferencia entre las señales analógicas y las digitales (**Figura 1**).

Una señal analógica es aquella que es continua y que puede tomar un valor en cualquier instante en el tiempo. Ejemplos de ellas son la música y la voz humana.



Una señal digital es aquella que puede tomar un único valor dentro de un rango determinado de valores discretos en instantes determinados en el tiempo. Un ejemplo son las señales binarias, las cuales solo pueden tomar 2 valores, 0 o 1.



### **1.1.2 Sistema Telefónico**

Las comunicaciones analógicas han sido usadas aproximadamente los últimos 100 años, dentro de éstas, el sistema telefónico está basado completamente en señales analógicas.

Cuando es necesario establecer comunicación entre dos puntos que se encuentran alejados entre si, es conveniente utilizar los servicios de telecomunicación existentes.

Un servicio en particular es la red telefónica conmutada, ésta se diseñó hace muchos años y con un objetivo muy diferente al actual: transmitir la voz humana en una forma mas o menos reconocible.

La voz humana es un tipo de señal analógica y está compuesta por una mezcla de señales senoidales dentro de un rango de frecuencias limitado y el sistema telefónico cumple su cometido al transmitir este rango de frecuencias de forma satisfactoria.

En el mundo hay aproximadamente 300 millones de teléfonos y desde cada uno de ellos es posible comunicarse a cualquiera de los restantes y por eso es necesario utilizar este medio de comunicación que ya existe para la transmisión de datos.

El sistema telefónico está organizado como una jerarquía de nivel múltiple. La siguiente descripción está muy simplificada, pero describe los componentes fundamentales:

De cada aparato telefónico salen dos alambres de cobre a una caja de dispersión, generalmente en un poste, de aquí se dirige a la oficina terminal mas cercana de la compañía telefónica.

Si un abonado, que se encuentra conectado a una oficina terminal cualquiera, llama a otro que también se localiza en esa oficina terminal, el mecanismo de conmutación dentro de la oficina establece la conexión eléctrica directa entre los abonados.

Si el teléfono al que llama el primer abonado está asociado a otra oficina terminal, el proceso es distinto. Cada oficina terminal tiene varias líneas de salida hacia las centrales interurbanas o de tránsito. Estas líneas se les conoce como troncales de conexión interurbana o únicamente troncales.

### **1.1.3 Números Telefónicos y Centrales Tandem**

Para entender el proceso de conexión entre troncales, hablaremos de los números telefónicos, por ejemplo en México, éstos se componen de el número del teléfono y la zona de identificación. En el Distrito Federal los tres primeros dígitos son la zona de identificación y los 4 últimos son el número de teléfono, teóricamente puede haber 800 centrales telefónicas (no existen números telefónicos locales que empiecen con 0 o con 9) y 10000 números por cada central interurbana. Aun así para conectar las centrales telefónicas del D. F. serian necesarias:

$$\underline{800 \text{ CENTRALES} \times 799 \text{ Troncales} = 320,000 \text{ TRONCALES}}$$

2

Tender 320,000 troncales no es sencillo así que se utilizan las centrales tandem, las cuales son centrales mayores a las normales, en el D.F. hay 8 centrales tandem. Y si se sabe que hay mucho tráfico de llamadas telefónicas entre centrales interurbanas, se colocan líneas directas que las unen para no saturar a la central tandem. Los enlaces de comunicación entre centrales interurbanas son a través de centrales tandem o líneas directas.

El crecimiento de las ciudades y por ende el gran número de abonados que solicitan el servicio telefónico obliga a que se empiecen a utilizar diferentes medios de transmisión como son las fibras ópticas ya que su gran ancho de banda permite a una sola fibra sustituir una gran cantidad de hilos de cobre.

## **1.2 BANDA DE PASO Y ANCHO DE BANDA**

Antes de analizar los requerimientos que son necesarios para transmitir la voz humana en forma digital, es necesario definir el ancho de banda asociado a ésta.

La banda de paso de un canal es el rango de frecuencias que puede manejar ese canal, el ancho de banda es el tamaño de la banda de paso. Por ejemplo dos estaciones de radio de A.M. pueden tener bandas de paso de 995 KHz a 1005 KHz y 1105 KHz a 1115 KHz pero ambas tendrán un ancho de banda de 10 KHz.

La voz humana tiene una banda de paso de 50 Hz a 15,000 Hz (15 KHz) con un ancho de banda de 14.95 KHz. El oído puede escuchar frecuencias en la banda de paso de los 20 Hz a los 20,000 Hz con un ancho de banda de 19.98 KHz.

### **1.2.1 Banda de paso y Ancho de Banda de la Red Telefónica**

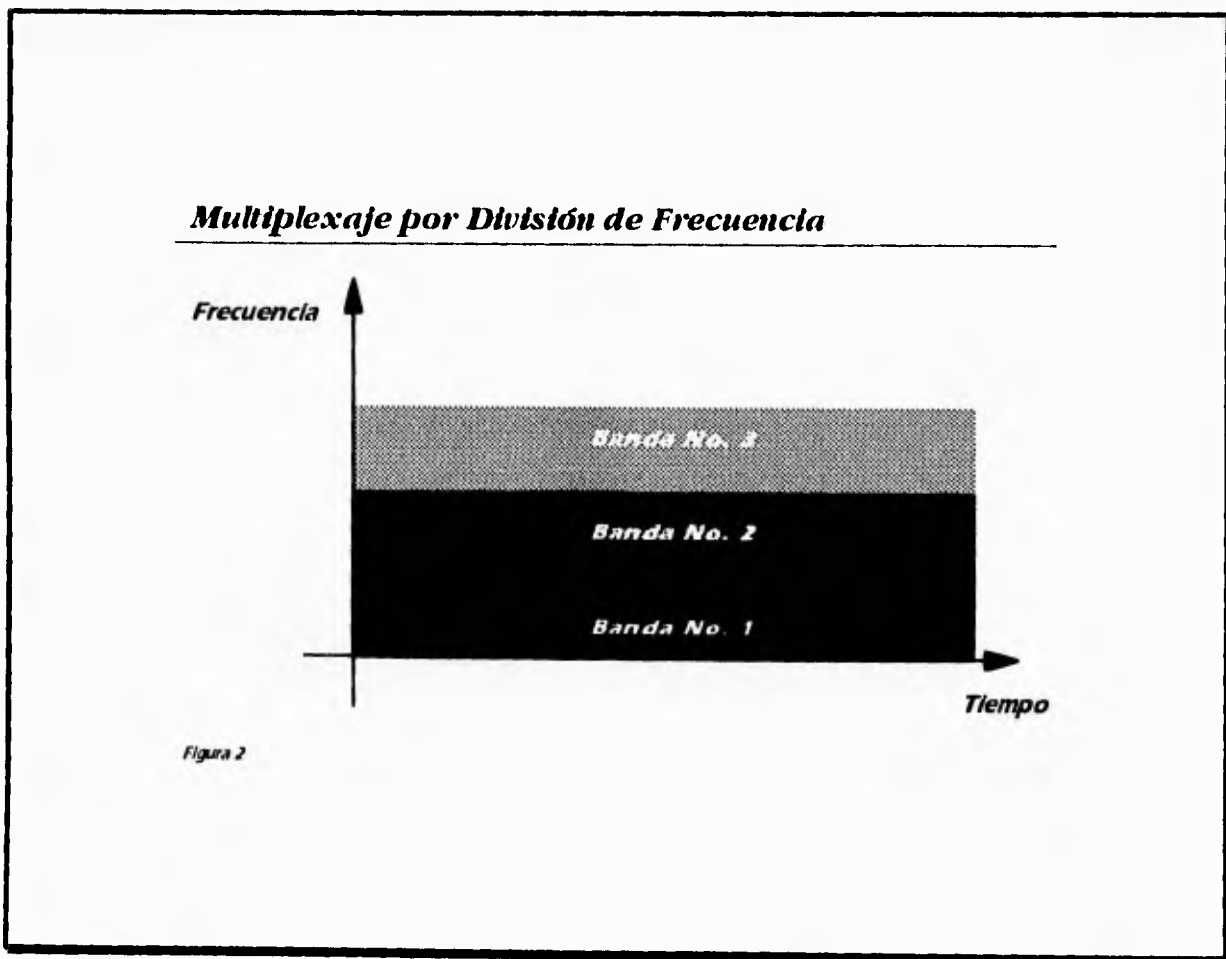
La banda de paso de la red telefónica es difícilmente de 300 a 3400 Hz, éste canal de comunicación no es capaz de transmitir cualquier señal analógica pero cumple su cometido ya que la mayor parte de la energía relativa de la voz humana está en la banda de paso de los 200 a los 3400 Hz. Así que la banda de paso de los 300 a los 3400 Hz es suficiente para transmitir las voces humanas de manera adecuada.

La razón principal de tener un canal con un ancho de banda de 3.1 KHz en lugar de 15 KHz es que es posible transmitir mayor número de conversaciones a través del mismo medio físico.

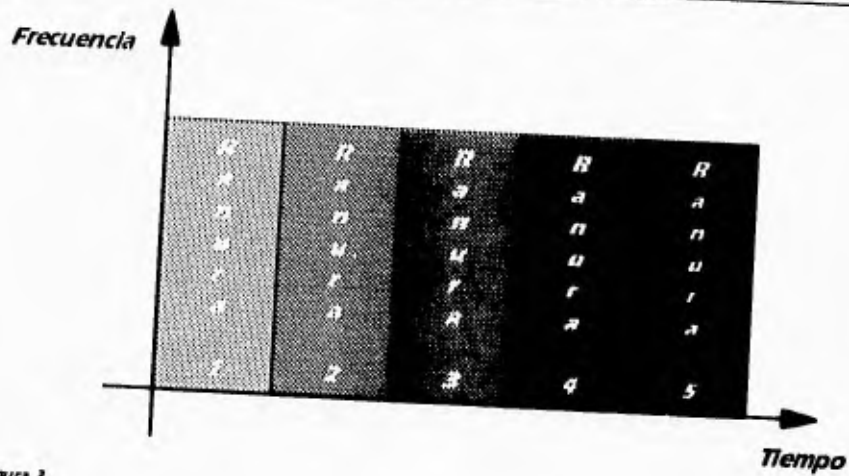
## **1.3 MULTIPLEXAJE**

El multiplexaje en una red permite que un solo recurso sea compartido por varios usuarios. Los multiplexores en una red telefónica permiten que varias conversaciones sean transportadas sobre una sola línea de comunicación.

Los tipos de multiplexaje se pueden dividir en dos categorías básicas: Multiplexaje por división de frecuencia (FDM-Frecuency división multiplexing) y Multiplexaje por división de tiempo (TDM-Time división multiplexing). Las comunicaciones analógicas usan comúnmente FDM, en ésta el espectro de la frecuencia se divide entre los canales lógicos, donde cada usuario posee una banda de paso exclusiva por todo el tiempo que sea necesario (**Figura 2**). Las señales digitales típicamente se multiplexan utilizando TDM, en este tipo de multiplexaje, cada usuario toma su turno uno atrás de otro, durante el cual, a cada uno se le asigna todo el ancho de banda por un pequeño intervalo de tiempo (**Figura 3**)



### *Multiplexaje por División de Tiempo*



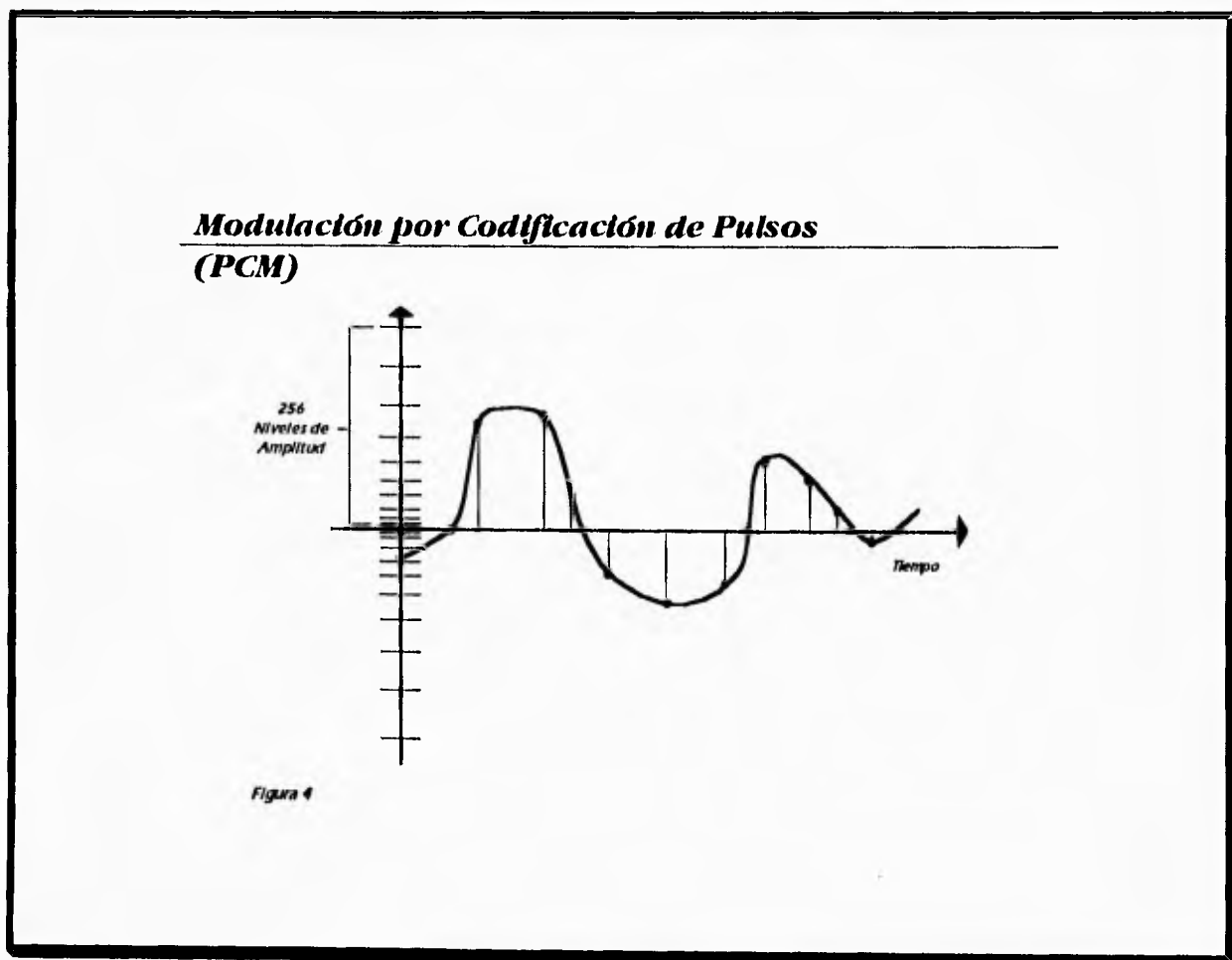
## 1.4 DIGITALIZACION DE VOZ Y MODULACION POR CODIFICACION DE PULSOS

Cuando se transporta la voz humana en forma digital, es necesario muestrearla 8000 veces por segundo. Esto es debido al Teorema del Muestreo de Harry Nyquist, que establece que para reproducir correctamente una señal analógica a partir de una serie de muestras, el muestreo se debe hacer al doble de la frecuencia máxima de la señal.

Para la voz humana se parte de una banda de paso de 0 a 4000 Hz, lo que permite una banda de seguridad cuando se multiplexan las señales de

comunicación. Por consiguiente si la frecuencia máxima es 4 KHz, se necesita un muestreo de 8000 veces por segundo.

Cada muestra de la señal de voz es convertida a una cadena de bits. El proceso de conversión de una muestra analógica en una cadena de bits es llamado modulación por codificación de pulsos (PCM-Pulse Code Modulation) y es llevado a cabo por un dispositivo llamado CODEC (CODificador-DECodificador). En la **figura 4** se muestra un ejemplo de modulación PCM, en el que la señal de voz se muestrea cada 125 microsegundos(ms), o cada 1/8000 segundos.





Este muestreo se conoce como modulación de amplitud de pulsos (PAM- Pulse Amplitude Modulation) la amplitud de la muestra de la PAM se mapea a un valor discreto del eje de la amplitud. La codificación de la muestra analógica en una cadena de bits es el paso PCM. Se especifican 255 niveles de amplitud para la modulación PCM, por lo tanto cada nivel se puede especificar con 8 bits. Y como se toman 8000 muestras por segundo el tamaño de un canal de voz es de 64,000 bits por segundo (bps). Esto se conoce como nivel de señalización digital 0 o DS-0.

## **1.5 JERARQUIA DE MULTIPLEXAJE POR DIVISION DE TIEMPO**

Las portadoras conocidas como T1 multiplexan 24 canales de voz en una línea de transmisión utilizando multiplexaje por división de tiempo (TDM-Time división multiplexing).

La unidad básica de transmisión es una trama (frame) que contiene una muestra de cada uno de los 24 canales. Como una muestra se representa con 8 bits una trama está formada por 192 (8 x 24) bits de datos de usuario. A cada trama le precede un bit de trama entonces cada trama T1 contiene 193 bits y como cada trama contiene una muestra de cada canal de voz, debe haber 8000 tramas por segundo en un canal T1. Esto implica una velocidad de 1.544 Mbps (193 bits/trama x 8000 tramas/segundo), a ésta velocidad se le conoce como nivel de señalización digital 1 o DS-1 pero 8000 de éstos bits son bits de trama así que la velocidad real es de 1.536 Mbps.

Varias portadoras T1 se pueden multiplexar usando TDM para obtener canales de mas alta velocidad. El número de canales multiplexados conjuntamente se define en la jerarquía digital de TDM. El sistema de portadora T1 se basa en la jerarquía digital de TDM de la AT&T usada en Estados Unidos, Japón, Taiwan y Corea del Sur (**Figura 5**).

***Jerarquia Digital TDM***  
*Estándar de la AT&T*

<i>Nivel de Señal</i>	<i>No. de Canales de Voz</i>	<i>Velocidad (Mbps)</i>
<i>DS-0</i>	<i>1</i>	<i>0.064</i>
<i>DS-1</i>	<i>24</i>	<i>1.544</i>
<i>DS-1C</i>	<i>48</i>	<i>3.152</i>
<i>DS-2</i>	<i>96</i>	<i>6.312</i>
<i>DS-3</i>	<i>672</i>	<i>44.736</i>
<i>DS-4</i>	<i>4,032</i>	<i>274.176</i>

*Figura 5*

La otra jerarquía de TDM usada ampliamente es la que se basa en la Conferencia Europea de Estándares de Administraciones Postales y Telefónicas (CEPT-Conference Européenne des Administrations des Postes et des Telecommunications) (**Figura 6**).

### ***Jerarquía Digital TDM***

*Estándar del CEPT*

<b>Nivel de Señal</b>	<b>No. de Canales de Voz</b>	<b>Velocidad (Mbps)</b>
<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0.064</b>
<b>1</b>	<b>30</b>	<b>2.048</b>
<b>2</b>	<b>120</b>	<b>8.448</b>
<b>3</b>	<b>480</b>	<b>34.368</b>
<b>4</b>	<b>1,920</b>	<b>139.264</b>
<b>5</b>	<b>7,680</b>	<b>565.148</b>

Figura 6

El primer nivel de la jerarquía digital CEPT multiplexa el equivalente a 32 canales de 64 Kbps arrojando una velocidad de 2.048 Mbps (32 x 64 Kbps). Uno de los canales se usa para señalización, otro es para alineamiento de tramas y los 30 restantes se usan para datos de usuario. Esto se conoce como el formato de trama E1 y se usa en las portadoras E1.

## **1.6 CONMUTACION DE PAQUETES Y CONMUTACION DE CIRCUITOS**

Para poder comprender los conceptos de conmutación de paquetes y de circuitos es necesario entender las diferencias existentes entre las llamadas de voz y las de datos.

#### **Características de las llamadas de voz.**

- **Sensitivas a la demora:** El silencio de la voz implica información, por lo que la red no puede agregar o suprimir periodos de silencio.
- **Larga Duración:** Comunmente las llamadas telefónicas de voz duran más tiempo del necesario para establecer la comunicación.
- **Banda de paso angosta:** Para transmitir la voz es suficiente una banda de paso de 3.1 KHz. Si se incrementa ésta banda de paso no es posible modificar la duración de la llamada.

#### **Características de las llamadas de datos.**

- **No sensibles a demoras:** El silencio o demora no afecta la información contenida en la llamada.
- **Duración relativamente corta:** Es posible transmitir la mayoría de los datos en un periodo muy corto de tiempo.
- **Banda de paso amplia:** Los datos pueden usar todo el ancho de banda de un canal, y si hay disponible para esa llamada un ancho de banda mayor, la duración de la llamada puede modificarse.

### **1.6.1 Conmutación de Circuitos**

Un ejemplo de ésta es la red telefónica. En una red con conmutación de circuitos, la ruta de comunicación entre dos usuarios es fija mientras dure la llamada y no se comparte con otros usuarios.

Una línea física se comparte por varios usuarios utilizando multiplexaje por división de frecuencia pero a cada usuario se le asigna un canal para voz en algún momento.

En la conmutación de circuitos una conexión entre dos usuarios se establece a través de una ruta física en la red, ésta se establece después de que el usuario que llama inicia el proceso de establecimiento de comunicación. La conexión física es temporal y dura el mismo tiempo que la llamada. En esos momentos el circuito resultante equivale a un par de cables que conectan a los dos usuarios. La conmutación de circuitos funciona correctamente para las llamadas de voz debido a que son sensitivas a demoras y tienen una duración relativamente larga.

### **1.6.2 Conmutación de Paquetes**

En este tipo de conmutación no se le dedica una conexión física a dos usuarios, éstos envían sus mensajes a la red para que sean recibidos por el destinatario. La conexión es de tipo lógico, en lugar de ser físico. Como los canales físicos no están dedicados a una conexión en particular, éstos pueden compartirse entre varias conexiones lógicas.

De ésta forma la conmutación de paquetes optimiza el uso de los recursos de la red al asegurarse que los canales físicos no estén sin usar excepto cuando no haya tráfico de datos, por lo que este tipo de conmutación solo es útil para el tráfico de comunicaciones no sensibles a demoras.

En las redes que utilizan conmutación de paquetes, los mensajes de los usuarios se subdividen en unidades de transmisión llamados paquetes. Un paquete tiene generalmente un tamaño máximo de 128 o 256 bytes y el usuario al que se le envían los datos tiene la obligación de reensamblar el mensaje original.

Cuando los paquetes se reciben en un nodo se almacenan en memorias temporales o "buffers" y se le envían al próximo nodo en la ruta a la siguiente oportunidad, es decir, los paquetes son transmitidos de un nodo a otro hasta que alcanzan su destino.

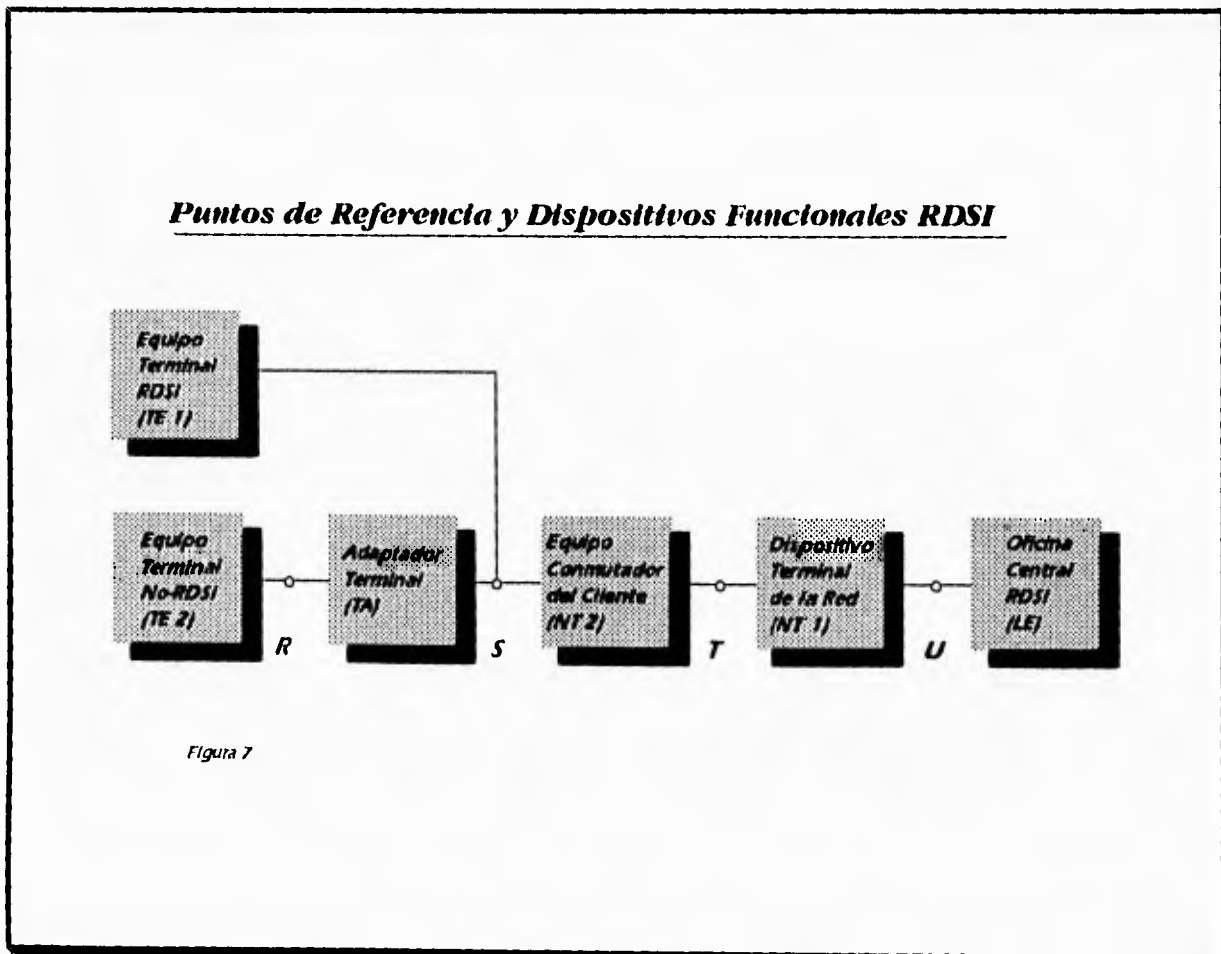
Cuando dos equipos se conectan a través de una red de conmutación de paquetes (PSN-Packed Switched Network), tienen un circuito virtual que define la conexión entre los equipos.

Una conexión virtual implica que mientras se garantice la entrega de paquetes de información en secuencia, no es necesario dedicar líneas físicas para la conexión entre equipos.

Para finalizar, es probable que todos los paquetes se envíen a través de la misma ruta, pero no es necesario que lo hagan para que exista un flujo de datos.

## 1.7 ARQUITECTURA DE LA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS

Existen diferentes tipos de dispositivos en la conexión entre el equipo del cliente (CPE-Customer Premises Equipment) y la red a la que se conecta ese equipo. Los estándares de la RDSI definen diferentes tipos de dispositivos. Cada uno de éstos dispositivos tiene ciertas funciones y responsabilidades pero no representan una parte física real de equipo. Por esa razón, los estándares los llaman dispositivos funcionales. También existen interfases entre dispositivos que requieren cierto tipo de protocolos de comunicación. Cada una de éstas interfases se conocen como puntos de referencia.



En los siguientes párrafos se describen los dispositivos funcionales y los puntos de referencia que se muestran en la **Figura 7**.

### **1.7.1 Dispositivos Funcionales**

La oficina central de la RDSI se le conoce como LE (Local Exchange) o Central RDSI. Los protocolos de la RDSI se implementan en el LE, que es a su vez el lado de la red y tiene ciertas responsabilidades como mantenimiento, operación de la interfase física y provee servicios de usuario.

El proveedor del servicio coloca un dispositivo terminal de la red tipo 1 (NT1-Network Termination 1), en la localidad física del cliente y lo conecta a la central RDSI en la oficina del proveedor, éste equipo representa la terminación de la conexión física entre la localidad del cliente y la central RDSI o LE por medio de un par trenzado.

Las responsabilidades del NT1 son el monitoreo del desempeño de la línea, el multiplexaje de los canales de la RDSI conocidos como B y D así como la temporización. Este dispositivo también decide quien hará uso del servicio de la RDSI, en caso de que haya mas de un dispositivo conectado a el y soliciten el servicio al mismo tiempo.

El dispositivo terminal de la red tipo 2 (NT2-Network Termination type 2) son aquellos dispositivos que se encargan de la conmutación, multiplexaje y concatenación. Estos equipos pueden ser PBXs (centrales privadas), Redes de Area Local (LANs-Local Area Networks), controladores de terminales, equipos mayores de computo (Mainframes) y otros tipos de equipos encargados de



conmutar voz y datos. En el servicio de la RDSI de tipo residencial no se encontrara ésta clase de dispositivos.

Los equipos terminales (TE-Terminal Equipment) son dispositivos de usuario final como teléfonos digitales y analógicos, equipos terminales de datos X.25 (DTE-Data Terminal Equipment) o terminales RDSI. Los equipos terminales tipo 1 (TE1) son aquellos dispositivos que utilizan los protocolos de la RDSI y soportan los servicios de ésta como los teléfonos tipo RDSI. Los equipos terminales tipo 2 (NT2) son equipos no compatibles con la RDSI como los teléfonos analógicos.

Los adaptadores terminales (TA) le permiten a los dispositivos del tipo no RDSI (TE2) comunicarse con la red por medio de la conversión necesaria de protocolos según sea el caso. Los TAs le permiten usar la red a los teléfonos analógicos, a los DTEs X.25, a las computadoras personales y a otros dispositivos.

Es necesario hacer notar que un equipo físico puede desempeñar las funciones de dos o más dispositivos funcionales como en el caso de los PBXs que desempeñan las funciones de NT1 y NT2.

### **1.7.2 Puntos de Referencia**

Los puntos de referencia de la RDSI definen la comunicación entre los diferentes dispositivos. La importancia de éstos radica en el hecho de que se pueden usar diferentes tipos de protocolos de comunicación entre puntos de

referencia. El CCITT definió cuatro diferentes puntos de referencia para la RDSI, el R, S, T y U (**Figura 7**).

El punto de referencia R se localiza entre equipos de tipo no RDSI (TE2) y los adaptadores terminales (TA). El TA le permite al NT2 conectarse a la red como un dispositivo de tipo RDSI, no hay una serie de estándares definidos para este punto, es el fabricante el que determina el protocolo de comunicación aquí. Se pueden usar los estándares existentes como EIA-232-D o V.35 o soluciones de tipo propietario como el poner una tarjeta dentro de una PC o terminal.

El punto de referencia S se encuentra entre el equipo RDSI del usuario (TE1 o TA) y el equipo terminal de la red (NT2 o NT1). El punto de referencia T está localizado entre el equipo de conmutación del usuario (NT2) y la terminación de la red (NT1). Las recomendaciones del CCITT para la RDSI direccionan los protocolos para los puntos de referencia S y T, en caso de no existir el dispositivo terminal NT2 la interfase del usuario con la red se le conoce como punto de referencia S/T.

El punto de referencia U es la conexión entre la central RDSI o LE en la oficina del proveedor del servicio y la NT1.

Existen controversias en cuanto a los encargados de administrar y por consiguiente dictar los estándares en los puntos de referencia lo que ocasiona que varios sistemas de la RDSI sean incompatibles en varios países. Las diferencias se basan en aspectos políticos y económicos concernientes a ambas partes, la de los usuarios y la de los prestadores del servicio.

## 1.8 ORGANIZACIONES DE ESTANDARES DE LA RDSI

Existen varias organizaciones que dictan los estándares de la RDSI como el CCITT, ANSI, ISO así como compañías como AT&T, GTE, Siemens, Northern Telecom que crean estándares de la RDSI para sus productos.

El CCITT en su grupo de estudio XVIII, que es responsable de las redes digitales entre las que se encuentra la RDSI, se responsabiliza de escribir la recomendaciones de la serie I que definen la RDSI y especifican los protocolos y servicios adecuados. Otros grupos de estudio del CCITT también definen estándares para la RDSI como el XVII que es responsable de las redes de comunicaciones de datos y el grupo de estudio XI que trabaja con la RDSI y la señalización y conmutación de la red telefónica.

El Instituto de Estándares Nacionales Norteamericano (ANSI-American National Standard Institute) no crea los estándares para la RDSI pero si sanciona y coordina las actividades de las organizaciones que escriben los estándares.

La Organización Internacional para la Estandarización (ISO-International Organization for Standardization) crea estándares en varias áreas como el Modelo de Referencia OSI (**Figura 8**), el protocolo HDLC (High-level Data Link Control), estándares internacionales para redes de área local (LAN). El representante de los Estados Unidos para la ISO es ANSI.

### *Modelo de Referencia OSI*

---



*Figura 8*

El Instituto para Estándares y Tecnología (NIST-National Institute for Standards and Technology) ha tomado el liderazgo en Estados Unidos definiendo las aplicaciones de la RDSI, las reuniones del NIST guían a los fabricantes de equipo a crear estándares para las aplicaciones que más les interesan a los usuarios.

En general la combinación de éstos organismos y compañías son los que están creando la forma futura de la RDSI, y la interacción correcta logrará que la RDSI se defina de manera completa y definitiva para que los usuarios puedan tener el servicio para el que se ha planeado.

## **CAPITULO SEGUNDO**

### **DESCRIPCION GENERAL DE LA RDSI**

#### **2.1 DEFINICION DE RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI)**

El Comité, Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía (CCITT-Comite Consultatif International Telegraphique et Telephonique), el cuál es responsable de la definición de los estándares internacionales de la RDSI, la define como:

...una red que evolucionó de la red digital integrada (RDI) telefónica, que provee conectividad digital punto a punto y que soporta una amplia gama de servicios, incluyendo servicios de voz y servicios que no utilizan la voz, a los que los usuarios tienen acceso por un grupo limitado de interfases de red (tomado de la recomendación I.110 del CCITT, 1988).

La RDSI puede verse de varias maneras, en su forma más simple la RDSI es una evolución del sistema telefónico que permite transportar voz y datos a través del mismo cable tipo par trenzado. En una forma más compleja, la RDSI, es una red que puede proveer servicios de datos y telecomunicaciones, además de

que toda la información puede conmutarse y transportarse a lo largo de la misma red.

## **2.2 REALIDADES DE LA RDSI**

Podemos establecer que la RDSI reside en la categoría de los estándares internacionales. La RDSI provee protocolos estándar que permiten al equipo del usuario así como a redes privadas de todo tipo y tamaño conectarse a una RDSI pública conmutada.

AT&T (American Telegraph & Telephone) y otras compañías alrededor del mundo empezaron a hablar de un puerto universal hace aproximadamente diez años. El CCITT empezó a trabajar en los estándares de la RDSI al final de la década de los setentas y estos estándares siguen evolucionando hasta la fecha. Las compañías telefónicas han cambiado al uso de las transmisiones digitales, pero hay en realidad una serie de aspectos que impulsan el desarrollo de la RDSI, por ejemplo:

- El crecimiento de la demanda de servicios de comunicación de voz y datos nacionales e internacionales, particularmente en negocios que se han dispersado geográficamente.
- La demanda de una red simplificada de comunicación.

- La ventaja de separar la evolución del equipo local del cliente (CPE-Customer Premises Equipment) de la del equipo de red, permitiendo que el cliente compre el equipo que mejor se adapte a sus necesidades, sin tomar en cuenta la red.

La RDSI por si sola no podrá alcanzar estas metas, asociado a la red y sus servicios está el requerimiento de estándares que describan las funciones y accesos de la red. La RDSI debe tener un grupo de reglas que permitan a diferentes clases de equipo solicitar particularmente un servicio de la red. La RDSI es integrada no solo en el sentido de que una sola red debe proporcionar varias clases de servicios sino también una sola clase de reglas dictarán la interfase de todos los dispositivos que requieran servicios de la red.

### **2.3 ACCESO A LA RDSI**

En el estado actual de las telecomunicaciones los usuarios necesitan diferentes interfases físicas y lógicas para cada red a la que quieran tener acceso, (**Figura 9**). Cada nuevo servicio requiere una ruta adicional y protocolos de comunicaciones diferentes.

### *Modelo Actual de Acceso a las Diferentes Redes*

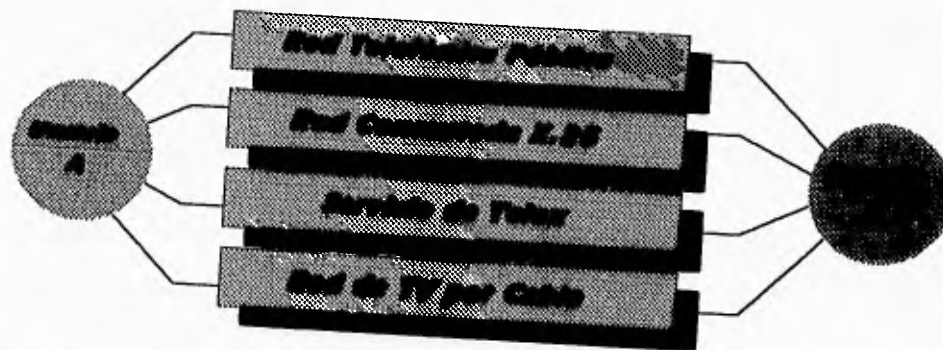


Figura 9

Inicialmente la RDSI elimina el problema de los diferentes métodos de acceso (**Figura 10**) proporcionando un solo juego de cables y protocolos de entrada a la red, de hecho cada uno de los servicios es entregado por una subred pero el usuario únicamente verá un solo puerto de acceso y un solo protocolo que solicita el servicio, las subredes serán transparentes para el usuario. Cuando la RDSI este completamente implementada ella misma podrá proveer todos los diferentes servicios (**Figura 11**).



Modelo donde la RDSI puede acceder varias redes



Figura 10

Esquema de la RDSI como Proveedor de Acceso y Servicios



Figura 11

Los estándares de la RDSI que regulan la interfase del usuario a la red, también describen los servicios que puede ofrecer la RDSI, pero no describen su implementación o las aplicaciones que usarán esos servicios.

## **2.4 SERVICIOS DE LA RDSI**

Aunque el servicio principal seguirá siendo la voz, este se puede enriquecer con otros. Por ejemplo: botones de intercomunicación sin tiempo de establecimiento de la llamada. Una característica de la RDSI es la de considerar teléfonos con botones múltiples para establecer llamadas a teléfonos localizados en cualquier parte del mundo. Otra característica es la de tener una pantalla en la que se muestre el número telefónico, dirección y nombre de la persona que llama.

Otros servicios avanzados de voz son aquellos que consideran la transferencia de llamadas y la reexpedición de las mismas a cualquier número telefónico en el mundo, así como llamadas colectivas de más de dos personas a nivel mundial.

Los servicios de transmisión de datos de la RDSI permitirán a los usuarios conectar una terminal o computadora a cualquier otra del mundo, esto actualmente es prácticamente imposible usando la red telefónica debido a las incompatibilidades de los sistemas telefónicos de los diferentes países.

Otro servicio que se supone tendrá un gran uso es el videotex, pues este es un acceso interactivo a bases de datos remotas, por ejemplo sería de gran utilidad tener el directorio telefónico y/o la sección amarilla en línea, organizados por algún tipo de base de datos relacional, lo cuál permitiría la búsqueda inmediata de proveedores, vendedores o solicitantes de un servicio en particular.

El teletex es un servicio que se puede ofrecer con la RDSI, en esencia es un correo electrónico para uso domestico y de negocios. Este servicio debe ser económico para que tenga gran aceptación, por eso está diseñado para terminales sencillas dedicadas a texto y gráficos básicos.

Para textos y gráficos más complejos se podrá usar otra terminal de la RDSI que es el fax o facsimil, mediante el cuál se registra, digitaliza y envía una imagen electrónicamente.

Otros servicios pueden ser los de telemetría, es decir, el poder recolectar información de los diferentes medidores localizados en los domicilios de los usuarios de algún servicio, por ejemplo sería más rentable tener en línea los consumos de gas, luz, y agua para que el prestador de servicios pudiese consultar el consumo mensual de cada cliente con una sola llamada telefónica, en lugar de ir a verificarlos personalmente.

Algunos de estos servicios propuestos por la RDSI ya se encuentran funcionando en una primera fase, pero se encuentran mal integrados. El objetivo de la RDSI consiste en integrar todos los servicios mencionados anteriormente y hacerlos tan prácticos y útiles como el teléfono actual.

## **2.5 EVOLUCION DE LA RDSI**

El estado actual de la telefonía nos sugiere que la RDSI no se implantará de un día para otro, podemos afirmar que no lo hará de un año a otro, sino que tendrán que pasar varias décadas, donde coexistan los dos sistemas telefónicos. Esta coexistencia marcará las pautas para el desarrollo de la RDSI e influirá en la forma final que llegue a tomar ésta.

También se tendrán que desarrollar nuevas aplicaciones así como hardware y software para que los usuarios justifiquen la conversión a un nuevo sistema de red.

## **2.6 CANALES DE LA RDSI**

En comunicaciones, un canal es un medio por el que fluye información, en la RDSI un canal puede transportar señales analógicas o digitales que incluyen datos de usuario o información de señalización de la red.

Hay básicamente tres tipos de canales definidos para las comunicaciones de la RDSI y se diferencian por su velocidad de transmisión y su función; estos son:

- **Canal-D** Transporta señales entre el usuario y la red
- **Canal-B** Transporta información para los servicios de los usuarios incluyendo voz, audio, video y datos digitales, opera a velocidad **DS-0** (64 Kbps)
- **Canal-H** Tiene la misma función que el Canal-B, pero opera a velocidades superiores a **DS-0**.

### 2.6.1 El Canal-D

Todos los dispositivos RDSI se conectan a la red usando un conector físico estándar e intercambian mensajes similares con la red para solicitar servicios. El contenido de los mensajes de señalización varía de acuerdo al tipo de dispositivo, por ejemplo un teléfono RDSI solicitará servicios diferentes a los que solicitaría un televisor RDSI.

La función principal del canal-D es la de transportar mensajes de señalización entre la red y el usuario. Como el intercambio de mensajes no ocupa todo el ancho de banda de éste canal, el ancho de banda sobrante se utiliza para transportar paquetes de datos de usuario y ésta es la función secundaria del canal. El canal-D opera a 16 o 64 Kbps, dependiendo de la interfase de acceso del usuario.

### 2.6.2 El Canal-B

Las señales que se intercambian en el canal-D describen las características del servicio que el usuario solicita, por ejemplo un teléfono RDSI

puede solicitar una conexión que opere a 64 Kbps para soportar una conversación. Este perfil de características describe lo que se conoce como servicio portador (bearer service). De ahí el nombre de Canal-B (Bearer-Chanel).

El propósito principal del Canal-B es transportar voz, datos, audio y señal de video. Las solicitudes de servicio no se envían por este canal. Los canales-B siempre operan a 64 Kbps y ésta es la velocidad necesaria para aplicaciones digitales de voz. El Canal-B puede usarse para aplicaciones de conmutación de paquetes o de circuitos.

En resumen, los dispositivos RDSI usan el canal-D para transmitir los mensajes de señalización necesarios para solicitar servicios en el Canal-B.

### **2.6.3 El Canal-H**

Los servicios de usuario con una velocidad mayor a los 64 Kbps se pueden obtener solicitando canales de mayor velocidad o canales-H (Higher-Rate Chanel), los cuales proveen un ancho de banda equivalente a un grupo de canales-B.

Sobre un Canal-B se encuentra un canal-H0 el cuál tiene una velocidad de 384 Kbps, un ancho de banda equivalente a 6 canales-B (6 x 64 Kbps).

Un canal-H1 incluye todos los canales H0 disponibles en una interfase que opera a velocidades T1 o E1.

Un canal-H11 opera a 1.536 Mbps y es equivalente a 4 canales H0 (24 canales-B) para tener compatibilidad con la velocidad T1.

Un canal-H12 opera a 1.920 Mbps y es equivalente a 5 canales H0 (30 canales-B) para tener compatibilidad con la velocidad E1.

## **2.7 INTERFASES DE ACCESO A LA RDSI**

Los estándares de la RDSI definen dos diferentes interfaces de acceso a la red y se denominan:

Interfase de Velocidad Básica (BRI-Basic Rate Interface) e Interfase de Velocidad Primaria (PRI-Primary Rate Interface).

Estas especifican la velocidad a la que debe operar el medio y el número de canales -B, -D y -H.(Figura 12)

### **2.7.1 Interfase de Velocidad Básica (BRI)**

La BRI incluye dos canales-B, un canal-D y se le denomina 2B+D. El canal-D BRI siempre opera a 16 Kbps. La BRI se utiliza comúnmente en una de dos formas: puede proveer accesos RDSI entre la oficina central RDSI y el cliente de tipo residencial o puede proveer acceso RDSI entre el equipo de usuario y los PBX compatibles con la RDSI en los ambientes de oficina.

### ***Velocidades de Interfase a la RDSI***

<b>Velocidad</b>	<b>Estructura</b>	<b>Velocidad Total</b>	<b>Velocidad de Usuario</b>
<b>Velocidad de Interfase Basica (BRI)</b>	<b>2B(64) +D(16)</b>	<b>192Kbps</b>	<b>144 Kbps</b>
<b>Velocidad de Interfase Primaria (PRI)</b>	<b>23B(64) +D(64)</b>	<b>1.544Mbps</b>	<b>1.536Mbps</b>
	<b>30B(64) +D(64)</b>	<b>2.048Mbps</b>	<b>1.984Mbps</b>

Figura 12

La velocidad de los datos de usuario en la BRI es de 144 Kbps (2 x 64 Kbps + 16 Kbps), aunque la señalización adicional para la conexión física requiere que la BRI opere a 192 Kbps.

#### **2.7.2 Interfase de Velocidad Primaria (PRI)**

En Estados Unidos se le conoce como 23B+D y esto significa que incluye 23 canales-B y un canal-D operando a 64 Kbps, tiene una velocidad de 1.544 Mbps de los cuales 1.536 Mbps son datos de usuario.



También se define como 30B+D y se basa en la jerarquía digital CEPT. Esta interfase incluye 30 canales-B y un canal-D operando a 64 Kbps, tiene una velocidad de 2.048 Mbps de los cuales 1.984 Mbps son datos de usuario.

La PRI contiene más canales de los que un usuario típico puede aprovechar, por lo que esta se diseñó para que algún equipo como un PBX o un Sistema Mayor (Mainframe) tenga acceso a la red.

## **2.8 PROTOCOLOS DE LA CAPA FISICA DE LA RDSI**

Un protocolo es una serie de reglas que permiten establecer y continuar una comunicación.

### **2.8.1 Arquitectura de los Protocolos de la RDSI**

El protocolo del canal-D se divide en tres capas:

- **Capa 1.-** Describe la conexión física entre el equipo terminal (TE1 o TA) y la terminación de la red (NT1 o NT2) incluyendo el conector, el esquema de codificación de la línea, las tramas, y las características eléctricas. La conexión física es síncrona, serial y full-duplex; puede ser punto a punto (PRI

o BRI) o multipunto (BRI). Los canales-B y -D comparten la línea física utilizando multiplexaje por división de tiempo.

- **Capa 2.-** Describe el procedimiento para asegurar una comunicación libre de errores en la capa física y define la conexión lógica entre el usuario y la red. El protocolo también indica como multiplexar varios TEs en un canal físico (multipunto) usando la BRI.
- **Capa 3.-** Define la interfase entre el usuario y la red y los mensajes de señalización que se usan para solicitar servicios de la red.

La interacción entre las tres capas es de igual a igual (peer-to-peer). Los mensajes de señalización se transportan en los campos de información de las tramas de la capa 2, las cuales se transmiten a través del enlace físico de la capa 1.

Los protocolos RDSI de las capas 2 y 3 definen el enlace lógico y el protocolo de señalización respectivamente entre el equipo terminal (TE1 o TA), el equipo de conmutación del cliente (NT2) y el conmutador de la oficina central (LE). Los equipos NT1 únicamente trabajan con servicios de la capa 1.

Los protocolos RDSI del CCITT describen la interfase entre el usuario y la red en los puntos de referencia S, T y únicamente para el canal-D. (**Figura 13**) El usuario puede escoger cualquier protocolo para los servicios del Canal-B. Los canales-B y -D comparten los mismos estándares para las capas físicas ya que se multiplexan por división de tiempo en la misma línea física.

### Puntos de Referencia y Arquitectura del Canal-B

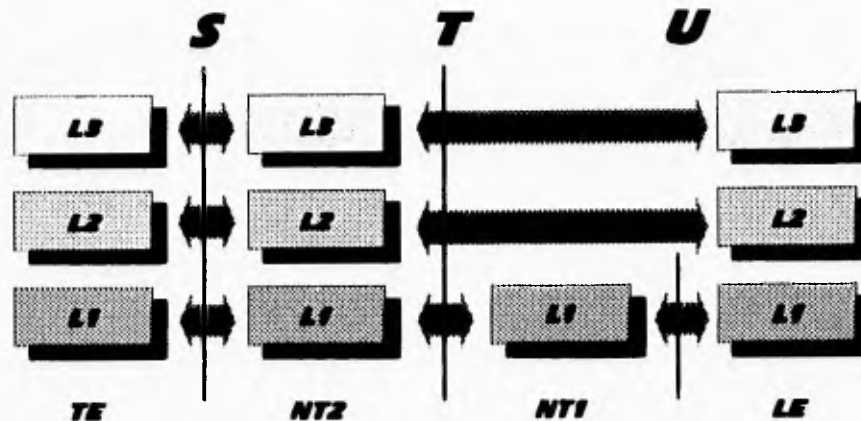


Figura 13

#### 2.8.2 Características de la Interfase de Velocidad Básica

El protocolo de la capa 1 de la BRI se especifica en la recomendación I.430 del CCITT, esta define las comunicaciones RDSI entre el equipo terminal y el equipo de terminación de la red en el punto de referencia S/T.

La velocidad básica de acceso puede usar configuraciones punto a punto o multipunto. En una configuración punto a punto, la terminación de la red (NT1 o NT2) puede estar separada del equipo terminal (TE1 o TA) por 1 Km. Para configuraciones multipunto hay dos posibilidades. Con el bus pasivo corto se

pueden conectar hasta 8 TEs a un solo NT a una distancia máxima de 150 metros; los TEs y la NT pueden estar en cualquier lugar del bus. Con la opción del bus pasivo extendido se pueden agrupar varios TEs al final del bus a una distancia máxima de 1 Km de la NT.

La conexión física entre TE y NT necesita por lo menos 2 pares de cable, un par para cada dirección de transmisión.

Un dispositivo RDSI puede obtener energía de 3 fuentes principalmente.

- a) fuente fantasma.- la energía se suministra en los pares de cables de transmisión y recepción.
- b) fuente de poder alternativa.- se suministra energía en un par de cables adicional.
- c) fuente local de ca o cd.

El conector físico para la BRI es un plug y jack modular miniatura de 8 patas (RJ-45), basado en el estándar ISO DRAFT 8877. Las características de cada pata se muestran en la **(Figura 14)**

A la codificación de la línea que se usa en la BRI se le conoce como señalización pseudo-ternaria. Esta consiste en que un bit 0 se representa por una señal de aproximadamente 750 milivolts (mV) que se alterna en polaridad positiva y negativa; un bit 1 se representa como ausencia de voltaje. Como las polaridades de los ceros se alternan, esta señal está balanceada en cd. Esto permite utilizar líneas físicas más largas, facilidad de acoplamiento inductivo y capacitivo y reduce los problemas asociados a la energía estática.

**Características del Conector 1.480 (RJ-45)**

<b>No. Pin</b>	<b>Función TE</b>	<b>Función NT</b>	<b>Polaridad</b>	<b>Es Requerido</b>
1	Alimentación 2	Entrada 2	+	No
2	Alimentación 2	Entrada 2	-	No
3	Transmisión	Recepción	+	Si
4	Recepción	Transmisión	-	Si
5	Recepción	Transmisión	+	Si
6	Transmisión	Recepción	-	Si
7	Entrada 2	Alimentación 2	-	No
8	Entrada 2	Alimentación 2	+	No

*Figura 14*

Dos bits 0 uno detrás de otro con la misma polaridad marcan una violación de código. Las violaciones no son errores son parte importante de la señalización BRI porque se usan para sincronización de la transmisión. Como una violación crea un desbalance en cd, las violaciones aparecen por pares.

La transmisión en la BRI se organiza en bloques llamados tramas 1.430, cada una se compone de 48 bits, el formato de la trama 1.430 se muestra en la **Figura 15.**

### Formato de la Trama I.430

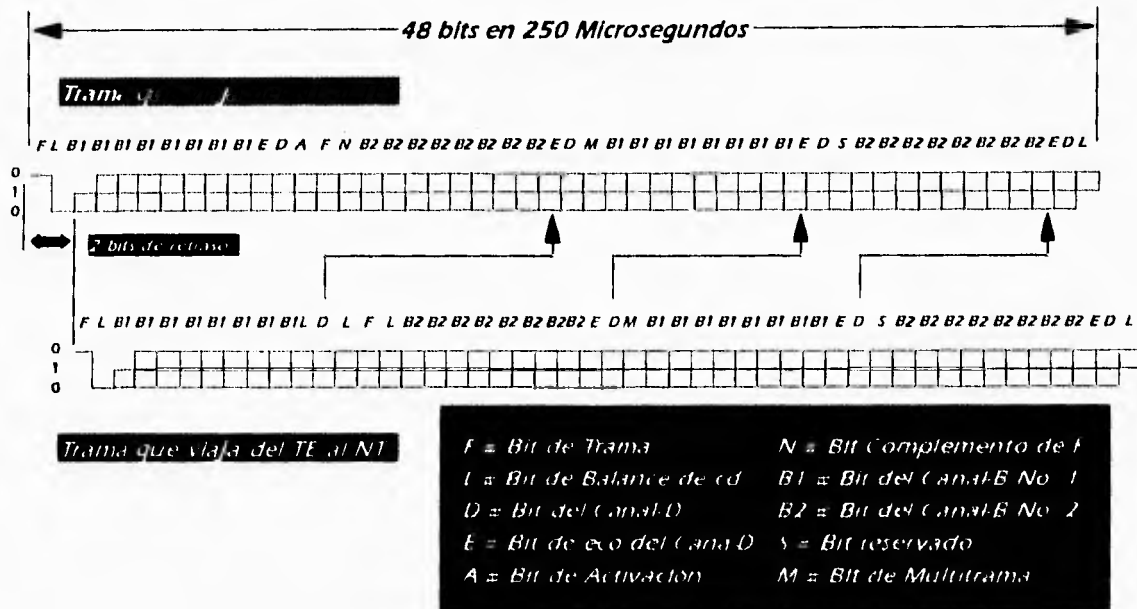


Figura 15

Se transmiten 4000 tramas I.430 por segundo (cada una de 250 ms) arrojando esto una velocidad de 192 Kbps (4000 tramas/segundo x 48 bits/trama). Cada trama contiene 16 bits de cada uno de los canales-B y 4 bits del canal-D, esto implica velocidades de 64 Kbps y 16 Kbps respectivamente. En una trama con velocidad de interfase básica se alternan los canales B y D de la siguiente forma:

Canal	B1	D	B2	D	B1	D	B2	D
No. de Bits	8	1	8	1	8	1	8	1

El principio de las tramas que se envían del TE al NT tienen un atraso de 2 bits con respecto al inicio de las tramas que se envían del NT al TE, esto le permite al NT manejar el reloj que usan los TEs.

Las tramas que viajan en las dos direcciones básicamente son las mismas, solo que las tramas que viajan de NT a TE manejan bits de eco (bits-E) que repiten los bits que fueron transmitidos en el canal D en la dirección TE a NT. Los bits-E son muy importantes en la configuración multipunto ya que existen varios TEs en la línea BRI, así que estos permiten que un solo TE esté transmitiendo en el canal-D en la dirección TE a NT. Ese problema no existe en la dirección NT a TE ya que solo existe un dispositivo NT, tampoco para el Canal-B ya que este pertenece a un TE a la vez.

Los bits-E son parte del mecanismo de contención usado por los TEs para asegurar que solo exista un transmisor en el canal-D. Todos los TEs monitorean los bits-E, si un bit-E es diferente del valor del último bit que este TE transmitió en el canal-D, automáticamente sabe que tiene que detener la transmisión porque le indica que ya no está controlando el canal-D. Puede haber colisiones en el canal-D, pero no se pierden datos.

Los bits de balanceo de cd (bits-L) se usan para asegurar que no haya una componente de cd neta en la línea. El bit-L será 0 si le preceden un número non de 0 (ceros) y será 1 si le precede un número par de 0 (ceros).

Los bits restantes en la trama BRI son para señalización física y de reloj.

El bit de trama (bit-F) es un bit 0 que implica una violación de código con respecto al último 0 transmitido en la trama anterior.

Los bits de multitrama (bits-M) y de trama auxiliar (bits-FA) se usan en los procesos de multitrama, esta agrupa 20 tramas I.430. Los bits-FA también se usan para asegurar la alineación de tramas y sincronización.

El bit de activación (bit-A) sirve para indicar que la línea BRI está activa y enviando datos de usuario, se usa en el procedimiento de activación de la interfase física.

La recomendación I.430 define 5 patrones de señal llamadas señales **INFO**, se usan para indicar el estado físico del enlace BRI y son:

- **INFO 0.-** No hay señal en la línea, lo envía el NT o el TE.
- **INFO 1.-** Es una señal continua a 192 Kbps con el patrón 0 (polaridad positiva), 0 (polaridad negativa) y seis 1, se envía del TE al NT únicamente.
- **INFO 2.-** Es una trama I.430 en la que los bits -B, -D, -E y -A se ponen en 0, se envía del NT al TE únicamente.
- **INFO 3.-** Es una trama I.430 con datos operacionales en los canales-B y -D, se envía del TE al NT únicamente.
- **INFO 4.-** Es una trama I.430 con datos operacionales en los canales-B y -D con el bit-A puesto en 1, se envía de NT a TE únicamente.

Las señales INFO se usan en el proceso de activación y desactivación del TE y el NT. El proceso de activación del TE es:



1. El TE envía una señal **INFO 1** cuando se conecta por primera vez, cuando se enciende o cuando pierde sincronía.
2. La señal **INFO 2** del NT le ayuda al TE a sincronizarse.
3. El TE envía la señal **INFO 3** para indicar que se ha sincronizado.
4. El NT responde con una señal **INFO 4** para indicar que el canal BRI esta activo y puede operar.

Cuando se apaga un TE, este envía una señal **INFO 0** para indicar su estado al NT.

Como se mencionó anteriormente la interfase de velocidad básica (BRI) puede usarse en dos ambientes, el residencial y el de negocios pequeños, también se puede usar para convertir la red local de 3.1 KHz en un canal RDSI 2B+D.

Como alternativa la BRI funciona en un ambiente de negocios para proveer servicio RDSI desde un PBX o multiplexor RDSI a cada oficina. También se le pueden asignar dos números telefónicos y cada canal B se apunta a un numero, ésto permite que una línea BRI se use como 2 canales 1B+D para oficinas diferentes.

Para conectarse a la RDSI cada usuario necesita un puerto NT1, este debe tener capacidad de cancelación de eco y soportar las recomendaciones de señalización de los formatos de trama I.430.

### **2.8.3 Características de la Interfase de Velocidad Primaria (PRI)**

La configuración general de la interfase de velocidad primaria es full duplex, punto a punto, síncrona y usa dos canales físicos. La recomendación que define el protocolo de la capa física para las velocidades de 1.544 y 2.048 Mbps es la CCITT I.431.

#### **2.8.3.1 La interfase de 1.544 Mbps**

La PRI de 1.544 Mbps multiplexa 24 canales de 64 Kbps. Las tramas de la PRI tienen un bit de trama (bit-F) y una muestra de 8 bits de cada uno de los 24 canales, esto implica un total de 193 bits por trama ( $8 \times 24 + 1 = 193$ ). **(Figura 16)**

Como se tienen 8000 tramas por segundo, arroja una velocidad de 1.544 Mbps ( $8000 \times 193 = 1.544 \text{ Mbps}$ ) de los cuales 1.536 Mbps son datos de usuario.

Las primeras 23 ranuras de tiempo de cada trama PRI se le asignan a los canales-B del 1 al 23. La última ranura puede usarse como un canal-D (configuración 23B+D) o como otro Canal-B (configuración 24B). En la configuración 24B, el canal-D de señalización debe existir en otra interfase PRI dentro de la misma interfase del usuario con la red.

El bit-F que se asocia a cada trama no provee mucha información de señalización a la red, es por eso que se agrupan 24 tramas para formar una multitrama. Una multitrama transporta un grupo de 24 bits de trama, seis de ellos

llevan un patrón de alineamiento (FAS-Framing Alignment Sequence) que se usa para asegurar la sincronía de las tramas y para que los bits sean interpretados adecuadamente por el receptor. Otros 6 bits se utilizan para calcular la secuencia de chequeo de trama (FCS-Frame Check Sequence) utilizando el método de chequeo de redundancia cíclica (CRC-Cyclic Redundancy Check) polinomial de 6 bits. Los 12 bits restantes componen un canal de 4 Kbps que se puede usar para transmitir mensajes de operación y mantenimiento a la red.

***Estructura de la Trama PRI (Interfase de 1.544 Mbps)***

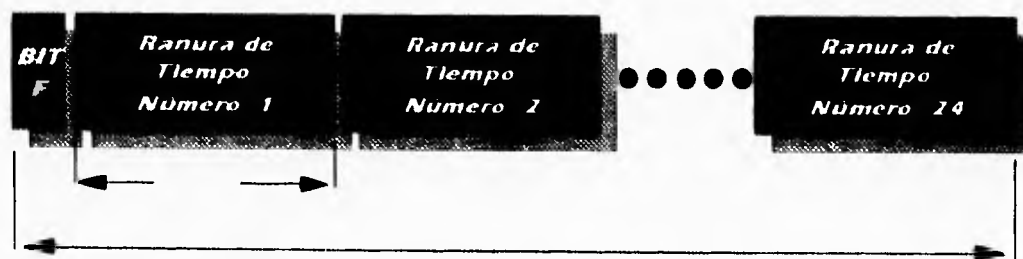


Figura 16

La PRI de 1.544 Mbps utiliza señalización AMI (Alternating Mark Inversion), donde los bits 0 se representan con ausencia de voltaje y los bits 1 se representan con pulsos de voltaje que se alternan en polaridad.

La codificación que se recomienda es la substitución bipolar B8ZS (Bipolar 8 Zero Substitution), en ésta una cadena de 8 ceros seguidos se remplaza por el patrón 00011011, en el que existen violaciones de código en las posiciones del cuarto y séptimo bit.

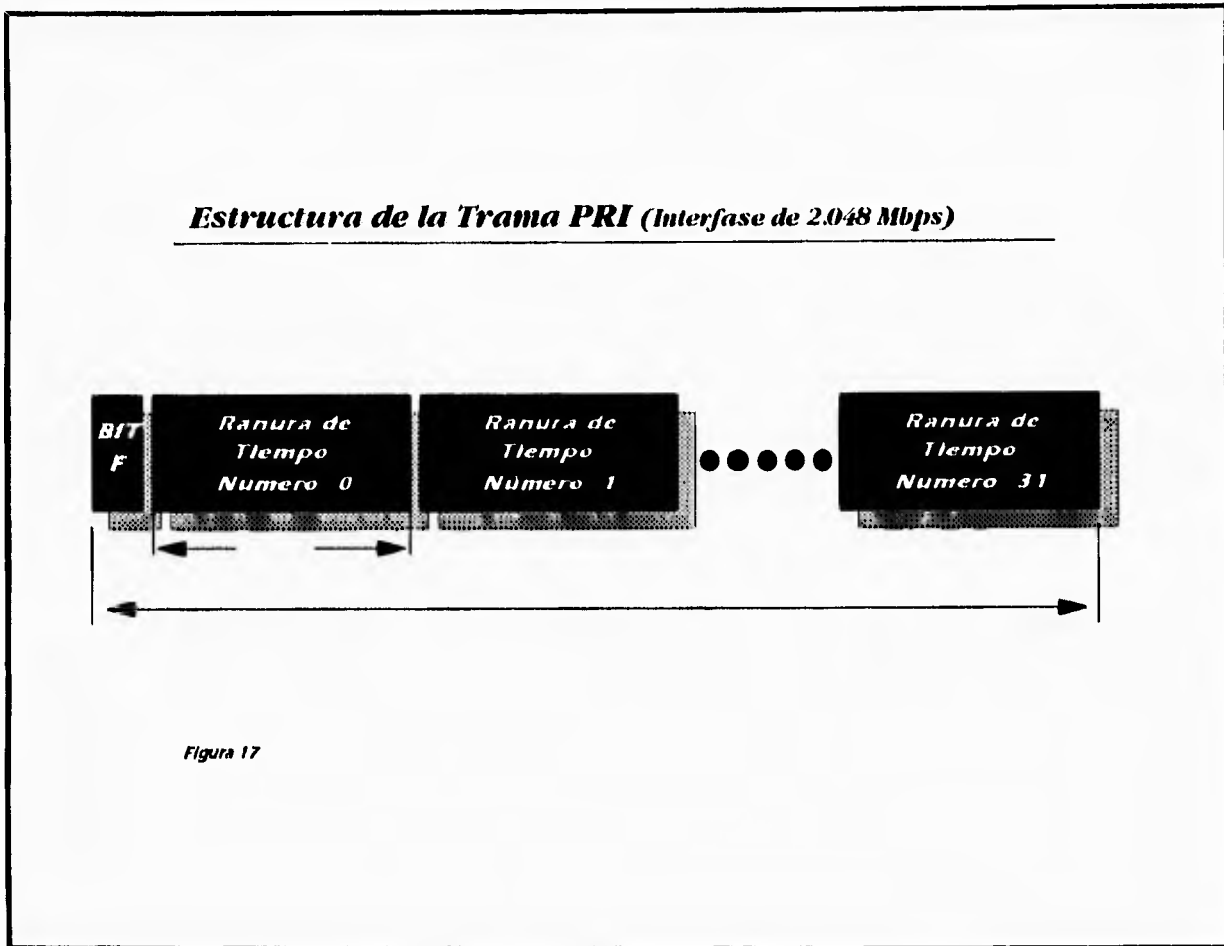
Si el ultimo bit 1 transmitido tenia polaridad positiva, la cadena de 8 ceros se remplaza por el patrón 000+-0-+, si el ultimo bit tenía polaridad negativa se remplazará con el patrón 000-+0+-. Las violaciones de código aparecen en pares por lo que la codificación B8ZS está balanceada en cd.

### **2.8.3.2 La interfase de 2.048 Mbps**

La velocidad de interfase primaria de 2.048 Mbps multiplexa 32 canales de 64 Kbps. Una trama PRI esta formada por 32 ranuras de tiempo numeradas del 0 al 31. La ranura 0 se reserva para sincronización y señalización de la capa física. Las ranuras 1 a 15 y 17 a 31 se usan para los 30 canales-B y la ranura 16 es para el canal-D.

Cada trama en la PRI de 2.048 Mbps tiene una muestra de 8 bits de cada ranura de tiempo, arrojando 256 bits por trama (**Figura 17**).

Como se tienen 8000 tramas por segundo, la velocidad total es de 2.048 Mbps de los cuales 1.984 Mbps son datos de usuario.



La PRI de 2.048 utiliza codificación HDB3 (High-Density Bipolar 3 Zeroes), está balanceada en cd y utiliza las violaciones de código para asegurar que no exista gran cantidad de ceros transmitidos a lo largo de la línea. La codificación HDB3 reemplaza las cadenas de 4 ceros con secuencias que contienen uno o dos pulsos. En cada caso el cuarto cero se sustituye con una violación de código. Se aplica una regla para asegurar que las violaciones sucesivas tengan polaridad alternativa, esto es que si la violación anterior es positiva, la próxima sea negativa

y vice versa, esto asegura que no exista componente de cd. neta. El patrón de sustitución es el siguiente:

<b>Número de unos desde la sustitución anterior</b>		
<b>Polaridad del Pulso Anterior</b>	<b>Impar</b>	<b>Par</b>
<b>+</b>	<b>000+</b>	<b>-00-</b>
<b>-</b>	<b>000-</b>	<b>+00+</b>

## **2.9 Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha (B-RDSI)**

En general las nuevas aplicaciones requieren velocidades de transmisión mucho mayores a las que proporcionan la BRI y la PRI por lo que se está pensando en una RDSI de banda amplia (B-RDSI) para poder satisfacer los requerimientos de velocidades mucho mayores.

Las velocidades BRI y PRI utilizan un esquema de transmisión síncrono conocido como modo de transferencia síncrona (STM-Synchronous Transfer Mode), esto implica que existen ranuras de tiempo para cada Canal-B o -D y cada ranura se aloja aunque no exista actividad en ese canal, ya que no existe identificación de inicio o fin en las tramas.

Se pretende que las aplicaciones de la B-RDSI usen canales con ancho de banda extendido. Si se usan tramas STM se prevé que habrá un gasto potencial del ancho de banda ya que las ranuras se alojarán aunque no exista actividad en el canal. La solución recomendada para implementar la B-RDSI es el modo de transferencia asíncrona ATM (Asynchronous Transfer Mode).

El ATM se basa en el multiplexaje por división de tiempo estadístico, en el que una ranura de tiempo se aloja únicamente si existe actividad para el canal. La unidad de transmisión en el ATM se conoce como célula. Cada célula debe transportar la información que identifica el canal al que pertenece, debido a que el receptor no puede reconocer al canal basándose en el tiempo en el que se recibe la información.

### **2.9.1 Formato de la célula ATM**

Una célula ATM tiene un tamaño fijo de 53 bytes e incluye dos campos, el de información y el de encabezado, este último contiene los datos necesarios para transmitir el campo de información a través de la red ATM.

El campo de encabezado identifica al canal virtual contenido en el campo de información, también transporta información de detección de errores e indica si la célula está en uso o no. El tamaño del campo de encabezado es de 5 bytes.

El campo de información se transporta de manera transparente y no se procesa de ninguna forma, su tamaño es de 48 bytes.

La interfase del usuario con la red RDSI de banda ancha se estandarizará a dos velocidades aproximadamente de 150 y 600 Mbps. Los estándares de la RDSI de banda ancha utilizarán los mismos dispositivos funcionales y puntos de referencia de los que hablamos en el capítulo 1.

La estructura general de las tramas y dispositivos que soportaran el ATM está todavía bajo estudio. El ATM se desarrolla actualmente a través de foros públicos en los que participan fabricantes de equipo y futuros usuarios de esta tecnología.

### **2.10 Sistema de Señalización No. 7**

El sistema de señalización No. 7 (SS7-Signaling System No. 7) es un sistema de señalización de la red que soporta servicios RDSI y se basa en las recomendaciones del CCITT.

La RDSI no puede operar usando la señalización de la red local que existe actualmente, ya que no es tan rápida ni flexible para soportar las aplicaciones de la RDSI.

Los protocolos de la RDSI le permitirán a los usuarios tener acceso los servicios SS7, pero estos se pueden usar con otros protocolos dependientes de alguna red, por lo que se puede decir que la RDSI necesita al SS7 pero este no necesariamente necesita a la RDSI.



El SS7 es el estándar de señalización de canal común de la RDSI; la señalización de canal común es cuando varias troncales de voz comparten un canal de señalización que está fuera de la banda de los canales de voz. El SS7 es el modo de señalización óptimo para las troncales que operan a velocidades superiores a los 64 Kbps.

La relación entre la RDSI y el SS7 se describe a continuación:

La RDSI es una nueva tecnología que permite transmitir voz y datos afectando a la red local, el SS7 agrega nuevos servicios y tecnología a la oficina central. Parte de la amplia gama de servicios que pueden obtenerse de una oficina central RDSI que utilice el SS7 son: correo electrónico, correo de voz, servicios de video, compras por catálogo y lectura de medidores.

Los protocolos del SS7 tienen una arquitectura de capas y su estructura esta compuesta de tres componentes principales.(**Figura 18**)

El componente de transferencia de mensajes (MTP-Message Transfer Part) incluye a los protocolos enlace de señalización de datos (SDL), enlace de señalización (SL) y administración de la señalización de la red y manejo de mensajes (SNMMH).

El componente de control de señalización de la conexión (SCCP) provee algunas funciones de protocolos de la red incluyendo el direccionamiento OSI.

El componente de usuarios y aplicaciones provee la señalización punto a punto necesaria para los servicios conmutados de voz y servicios que no utilizan la voz en la RDSI.

### Arquitectura de Protocolo del Sistema de Señalización No. 7

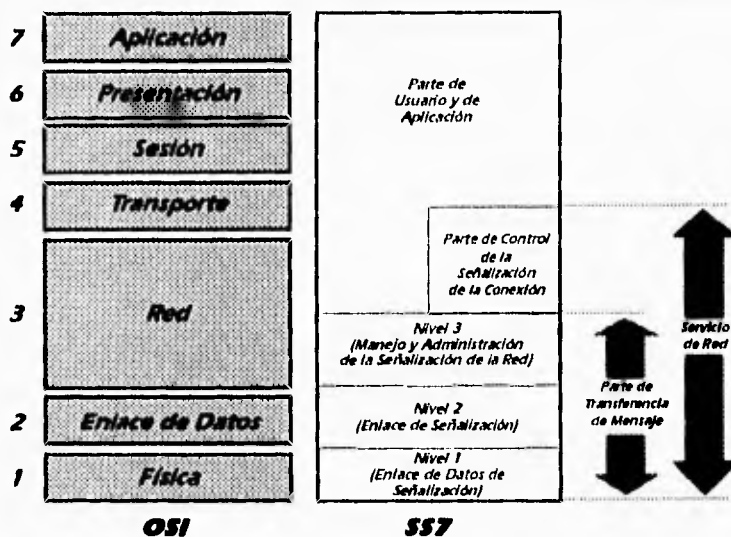


Figura 18

En un futuro será necesario que los conmutadores de las oficinas centrales que soporten la RDSI y/o el SS7 se puedan conectar entre sí, esto no será posible hasta que las compañías telefónicas utilicen ampliamente el SS7 y exista una conectividad entre los conmutadores de las oficinas centrales aunque estos pertenezcan a diferentes fabricantes de equipo.

## **CAPITULO TERCERO**

### **SIMULADOR DE UNA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS**

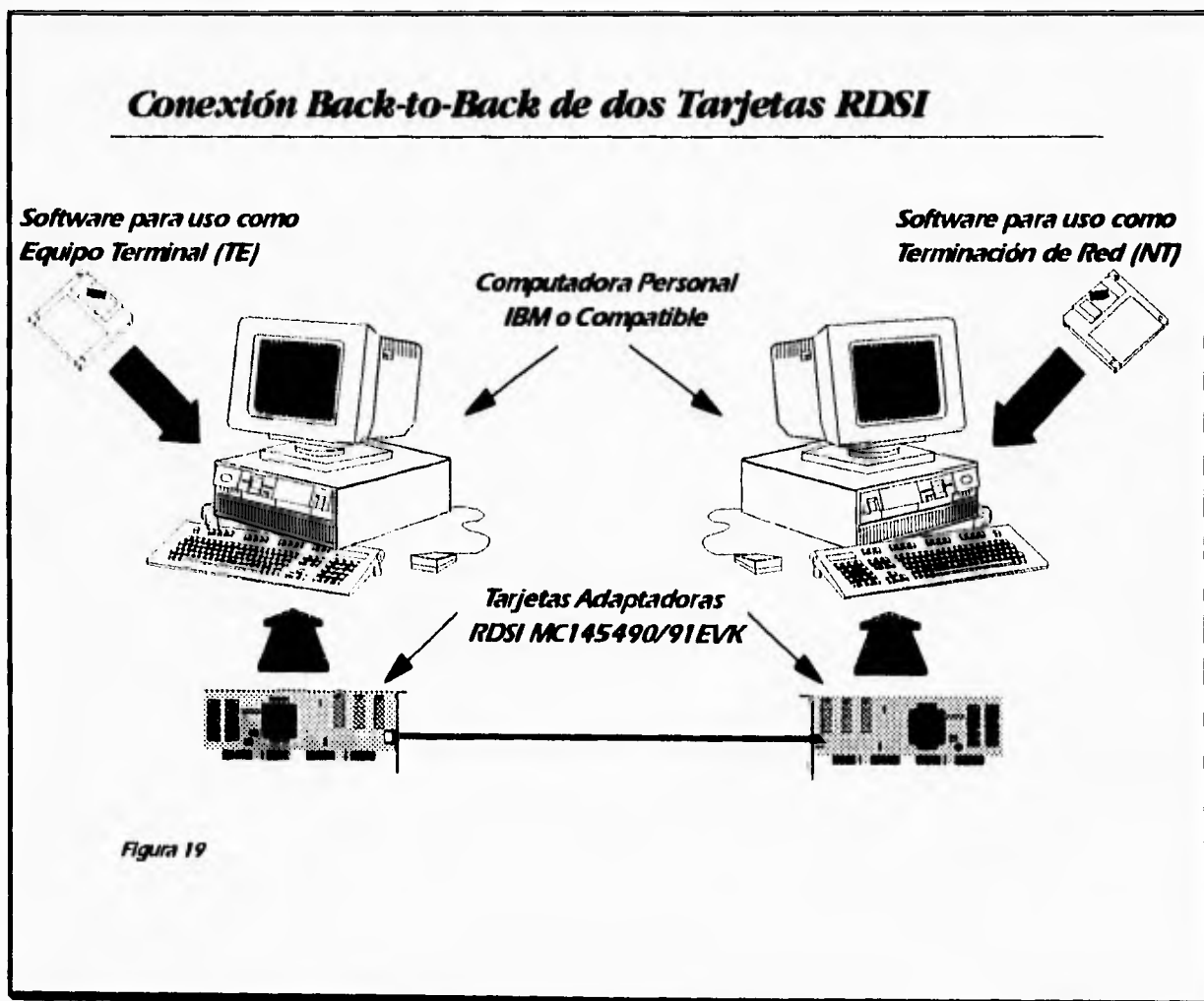
#### **3.1 DESCRIPCION GENERAL**

El desarrollo de las aplicaciones de una Red Digital de Servicios Integrados puede realizarse mediante una PC IBM o compatible a la cual se le instala una tarjeta RDSI que sirve como interfase entre un equipo que no maneja servicios digitales integrados y una red RDSI.

Además de la tarjeta, tenemos el Software de Comunicaciones que sirve para monitorear los dos canales-B de datos los cuales tienen una velocidad de 64 Kbps, mas un canal-D de señalización el cual tiene una velocidad de 16 Kbps, de esta manera la PC será vista por la red como un equipo terminal (TE-Terminal Equipment).

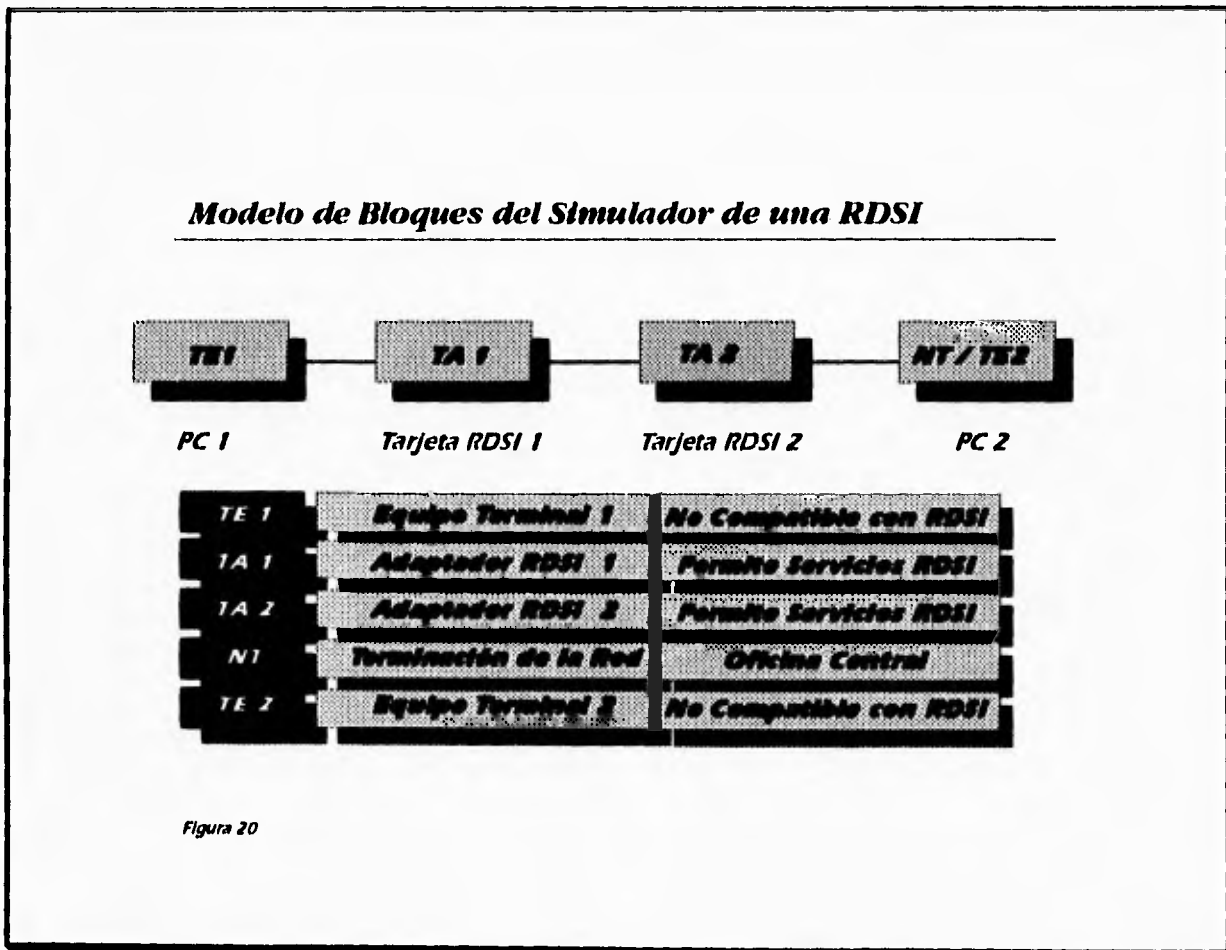
El circuito soporta la simulación de una Red Digital de Servicios Integrados, en la cual una PC se conecta a la red y pasa por una Oficina Central RDSI para

finalmente conectarse a otra PC; esto se logra por medio de dos PC's y dos tarjetas RDSI las cuales se configuran de forma diferente, mientras la primera PC se configura como equipo terminal (TE-Terminal Equipment) y se conecta a la otra tarjeta en la segunda PC que se configura como una terminación de la red (NT-Network Termination). La segunda PC duplica las respuestas de una Oficina Central hacia la primera PC (TE) y hacia el TE interno de la segunda PC (NT). El diagrama de conexión de las PC's se muestra en la **Figura 19**.



La Red Digital de Servicios Integrados es una red en la cual se tiene como mayor ventaja conectividad digital punto a punto con un amplio rango de servicios como voz, datos y video.

El diagrama de bloques del simulador de una RDSI se muestra en la **Figura 20**



La velocidad básica de esta Red, como ya se menciono anteriormente, permite utilizar dos canales-B a 64 Kbps y un canal-D a 16 Kbps, por lo tanto tenemos 2B + D. Los canales-B son usados para llevar información del usuario

como voz modulada en PCM y datos a alta velocidad. El canal-D es usado para llevar información de señalización.

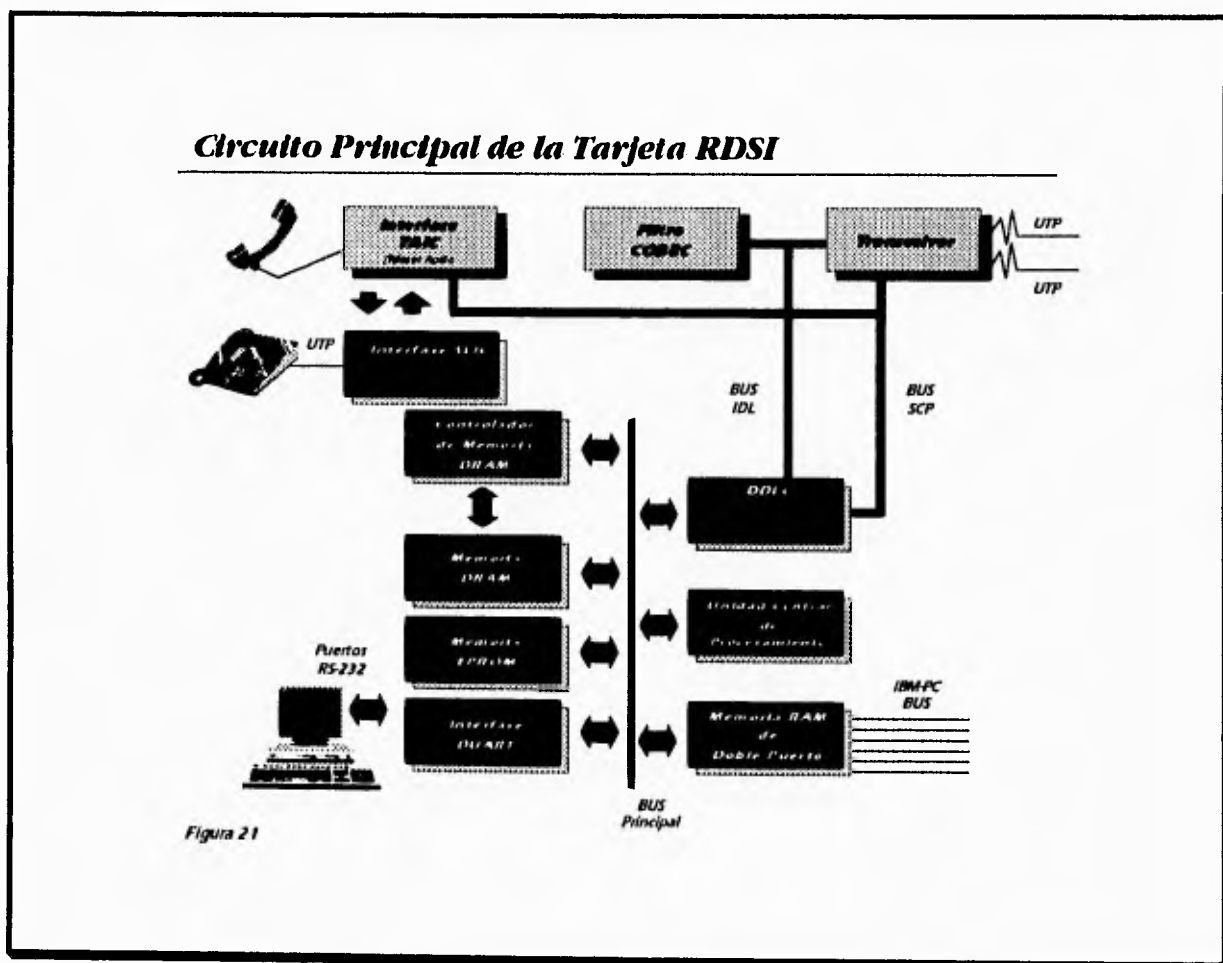
La tarjeta RDSI utilizada para este trabajo proporciona los siguientes servicios:

- Soporta velocidades de 2B + D para voz y datos.
- Opera en modo TE o NT permitiendo la conexión back to back de dos tarjetas.
- Soporta una interfase de audio para teléfono analógico convencional.
- Soporta una interfase de audio para un auricular (handset).
- Soporta un canal de voz y un canal de datos a 64 Kbps simultáneamente.
- Soporta dos puertos asíncronos EIA-RS232.

### **3.2 DESCRIPCION TECNICA OPERATIVA**

El circuito integrado más importante de la tarjeta RDSI esta formado por el Convertidor de Interfase (Transceiver S/T) y el DDLC (Dual Data Link Controller), juntos proveen completamente la capacidad de transmisión de 2B+D. Las facilidades de uso de las interfases de audio están dadas por los siguientes dispositivos:

1. Filtro CODEC PCM - realiza la digitalización y reconstrucción de señales de audio, también realiza la interfase con el Convertidor de Interfase (Transceiver).
2. Interfase de Audio Telset - provee la interfase de audio y ruteo de señales del Filtro CODEC PCM al auricular y a la interfase SLIC.
3. Interfase SLIC - provee la interfase analógica estándar para un teléfono convencional de dos hilos (Tip y Ring).



La tarjeta RDSI cuenta con una Unidad Central de Procesamiento, la cual a su vez cuenta con 512 KB de memoria RAM y 128 KB de memoria EPROM a través de las cuales controla los circuitos integrados de la misma. Además de la memoria, el CPU cuenta con un dispositivo llamado Memoria de Doble Puerto con el cual realiza la interfase con el bus de la PC.

Los puertos asíncronos son controlados por el circuito DUART el cuál realiza la interfase entre los puertos y el bus de la tarjeta (**Figura 21**).

### **3.2.1 Características de Codificación de la Línea**

La interfase S/T utiliza una línea de codificación con Inversión Alternada de Espacios (ASI) o conocida también como Pseudo ternaria. La línea de codificación Pseudo ternaria es una señal bipolar y es codificada de tal forma que no contiene componente de corriente directa . Los unos binarios se representan como ausencia de señal en la línea y los ceros se representan con un pulso positivo o negativo, los ceros consecutivos deberán alternar su polaridad (**Figura 22**).

Las ventajas de esta línea de codificación son :

- Componente de corriente directa nula.
- Un error puede detectarse fácilmente por una violación bipolar.

Es importante mencionar que las violaciones bipolares son usadas en la Capa Física de la RDSI para indicar el inicio de una trama.



### *Esquema de la Codificación Pseudoternaria*

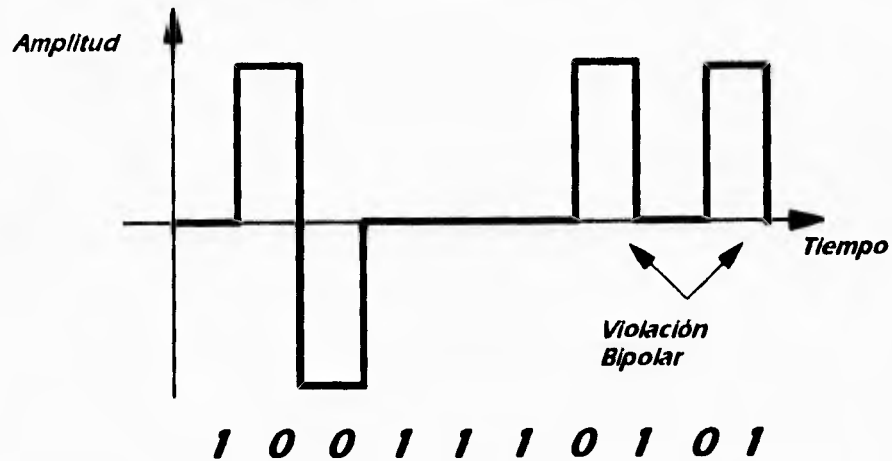


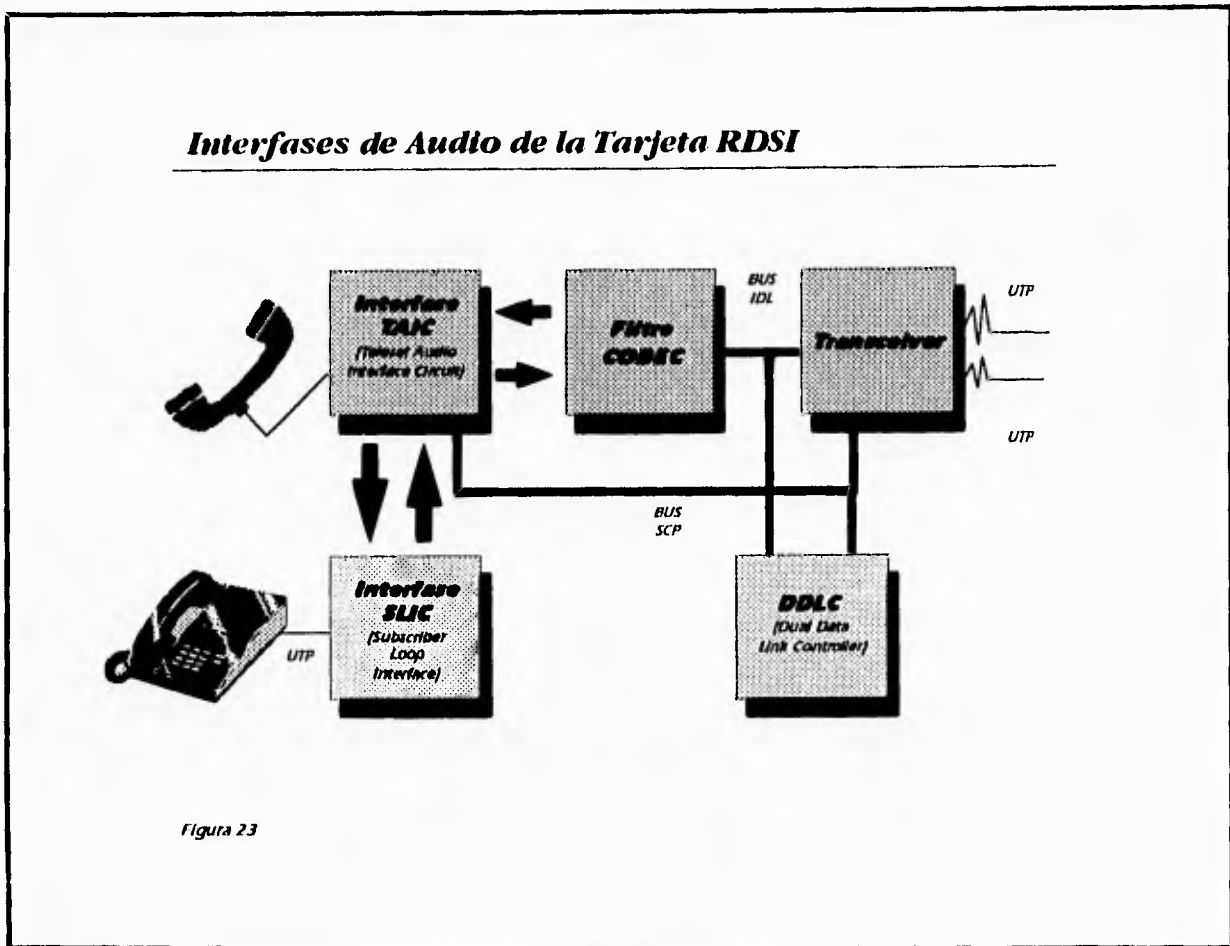
Figura 22

### **3.2.2 Interfases de Audio**

Como ya se menciona, hay dos interfases de audio en la tarjeta RDSI, una de ellas sirve para conectar un auricular (handset) y la otra es una entrada estándar para conectar un teléfono convencional. Todas las señales se convierten de analógicas a digitales a través del Filtro CODEC PCM. El Filtro CODEC comunica sus datos modulados en PCM a 64 Kbps con el Convertidor de Interfase (Transceiver S/T) en el primer canal-B vía el bus IDL.

La entrada y salida de audio el Filtro CODEC PCM es ruteada a la interfase de audio correspondiente por medio de la interfase Telset. Este último dispositivo

también tiene la capacidad de modificar la ganancia de las señales de audio que han salido del Filtro CODEC. Este circuito es controlado por el DDLC a través del bus SCP **Figura 23**.



### 3.2.3 Interfase con una PC

Toda la señalización y transferencia de datos se realiza a través de la memoria RAM de Doble Puerto. EL bus de la PC se decodifica en esta memoria y la decodificación se realiza en cuanto a direcciones y mapeo de memoria. Para asegurar que la lectura y escritura de la información de la PC sea leída correctamente se realizan lecturas y escrituras dobles de manera sucesiva y se

comparan de tal forma que ambas lecturas tienen que ser iguales para que el resultado sea correcto.

### **3.2.4 Arquitectura**

La sección de procesamiento y control contiene 512 KB de memoria RAM para soportar el software de las Capas 2 y 3, también cuenta con 128 KB de memoria EPROM la cual controla la carga de software de las Capas 2 y 3 desde la memoria de la PC hacia la memoria RAM de la tarjeta RDSI todo esto se realiza a través de la memoria RAM de Doble Puerto la cual hace interfase con el bus de la PC.

Las señales de las interfases de audio SLIC y TAIC son ruteadas al Filtro CODEC y la información es modulada en PCM hacia el Convertidor de Interfase (Transceiver S/T) a través del bus de Enlace Digital entre Circuitos (IDL).

El DDLC transmite el canal-B de datos y el canal-D de señalización sobre el bus IDL hacia la interfase RDSI a través del Convertidor de Interfase, también enruta señales de control desde el CPU hacia la interfase TAIC y el Convertidor de Interfase utilizando el bus de Puerto de Control Serial (SCP).

### **3.2.5 Tipos de Bus**

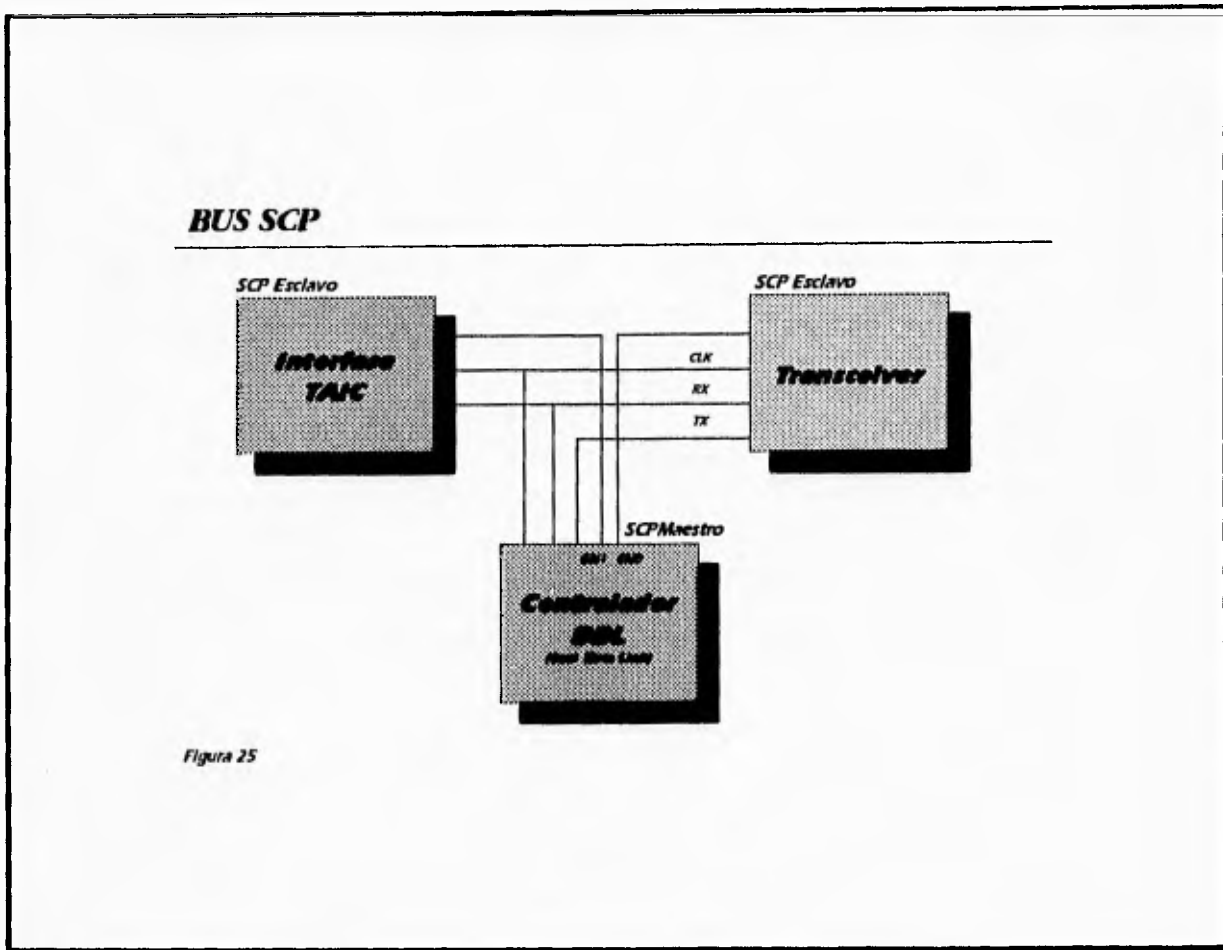
En la tarjeta RDSI tenemos tres tipos de bus, dos son seriales y se utilizan para la comunicación entre circuitos y el tercero es el bus del CPU.

### **a) Bus de Enlace Digital entre Circuitos**

El Enlace Digital entre Circuitos es una interfase utilizada para comunicación 'full-duplex' entre circuitos de tarjetas RDSI. El bus contiene una ruta de transmisión, ruta de recepción, un reloj asociado y una señal de sincronización. EL bus se ha diseñado con una configuración maestro-esclavo, donde típicamente hay un maestro y muchos esclavos. El circuito integrado configurado como maestro tendrá su reloj y sus señales de sincronización como salidas mientras que los esclavos tendrán estas señales como entradas. Durante la transferencia de datos cada bit es transmitido durante el filo de subida de la señal de reloj y muestreado durante el filo de bajada. La señal de sincronización es un pulso periódico con una frecuencia de 8 KHz (125 microsegundos).

En la tarjeta RDSI el Convertidor de Interfase (Transceiver S/T) en modo de configuración TE actúa como un IDL maestro y manda su señal de reloj y de sincronización al DDLC y el Filtro CODEC los cuales actúan como IDL esclavos. Cuando el Convertidor de Interfase (Transceiver) se encuentra en modo de configuración NT actúa como IDL esclavo (**Figura 24**).

En cada pulso de sincronización, 125 microsegundos, una trama de 20 bits es mandada en ambas direcciones a través del bus IDL. La duración del envío se modifica con la frecuencia de la señal de reloj. En la tarjeta RDSI el reloj del Convertidor de Interfase (Transceiver) esta programado a 2.048 MHz lo que significa que el envío durara aproximadamente 10 microsegundos.



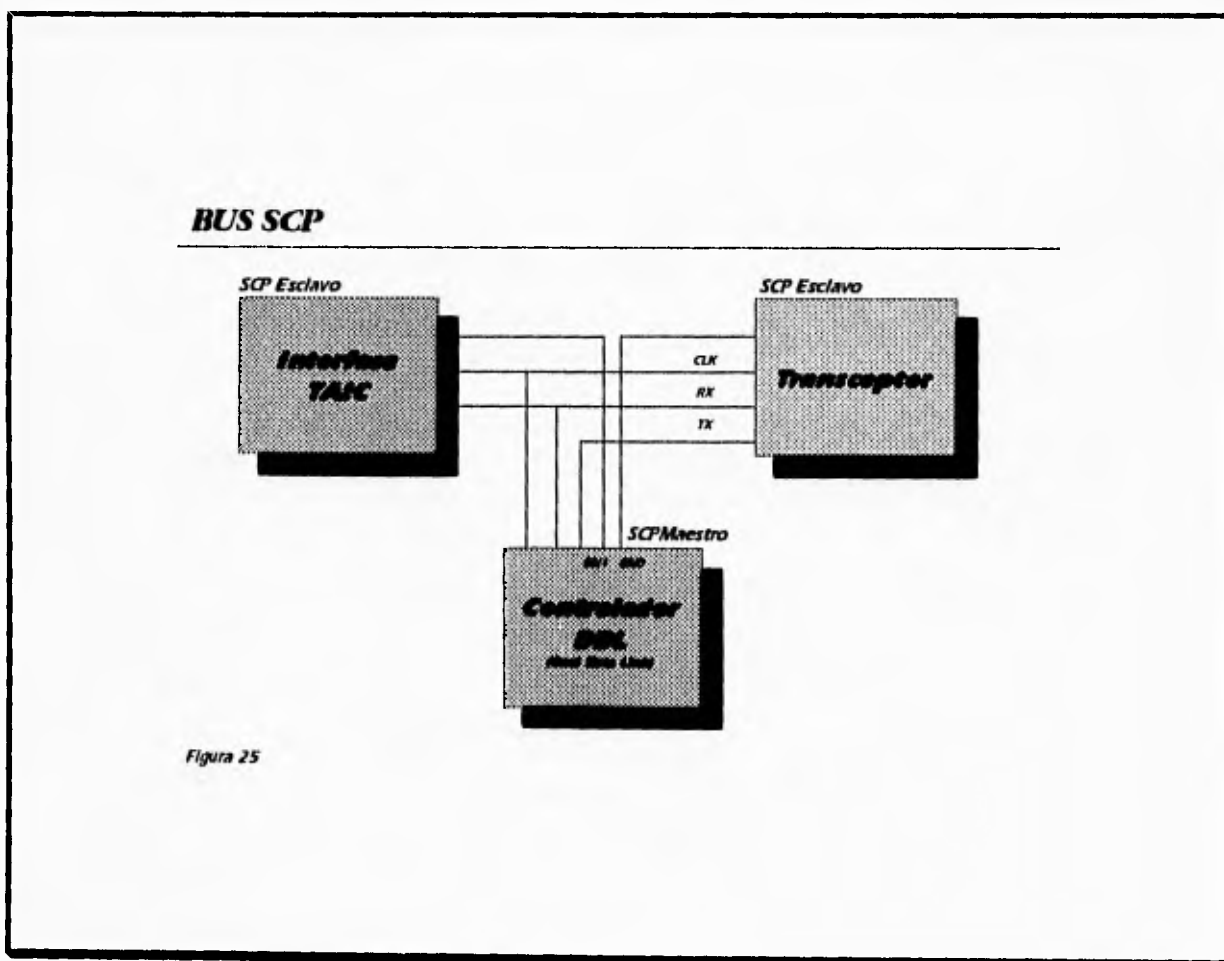
### b) Bus de Puerto de Control Serial (SCP)

El bus SCP es similar al bus IDL y consiste en un ruta de transmisión y recepción, señal de reloj y señal de habilitación. La señal de habilitación se usa al ejecutar el intercambio de datos en ambas direcciones, transmisión y recepción. El reloj determina la velocidad a la que se efectuara la transmisión.

El bus SCP también opera en modo maestro-esclavo, en la tarjeta RDSI el DDLC actúa como un SCP maestro, las señales de reloj y de habilitación son sus salidas. La interfase TAIC y el Convertidor de Interfase son los SCP esclavos.

Durante la transferencia de datos cada bit es transmitido en el filo de bajada de la señal de reloj y muestreada en el filo de subida. La transferencia de datos toma lugar si la señal de habilitación esta activa.

El bus SCP es usado para tener acceso a diferentes registros de control en el Convertidor de Interfase y en el TAIC. El acceso a estos registros se realiza transmitiendo una dirección del SCP maestro al esclavo, inmediatamente después se realiza una recepción o transmisión de datos dependiendo de la operación que se desee efectuar (**Figura 25**).



### **3.2.6 Tipos de Interfases**

#### **a) Interfase de Audio**

La interfase de audio se divide en dos partes, la parte que constituye la interfase para un teléfono convencional y la parte correspondiente al auricular (handset). La salida de ambas partes pasa a través de un Filtro CODEC donde es digitalizada y esta a su vez es puesta sobre el bus IDL.

La parte correspondiente al teléfono convencional utiliza el funcionamiento de un teléfono analógico de dos hilos (Tip y Ring), sin embargo, los circuitos integrados en la tarjeta RDSI no proveen un generador de timbrado (Ring) y no decodifican señales por tonos. Así que como resultado tendremos que estas funciones son simuladas a través del software utilizando la señalización del canal-D.

El auricular utiliza la interfase TAIC la cual es controlada a través del bus SCP por el CPU. La señal de voz transmitida a la red por medio de la interfase TAIC es digitalizada en PCM a 64 Kbps por el Filtro CODEC, a su vez la señal de voz recibida es decodificada en PCM también por el Filtro CODEC.

#### **b) Interfases Asíncronas**

Las interfase asíncronas son controladas a través del circuito DUART (Dual Asynchronous Receiver/Transmitter), este circuito consta de dos canales, el canal A corresponde al puerto 1 y posee señales de handshake. El canal B corresponde al puerto 2 pero no incluye señales de handshake. Cada canal tiene cinco

registros operacionales, los cuales son: Registro de Modo, Registro de Estado, Registro de Reloj, Memoria Temporal de Transmisión y de Recepción. Cada uno de estos registros se utiliza para configurar el canal y transferir datos.

#### **c) Interfase con el Bus de la PC**

La interfase que se tiene con el bus de la PC es soportada por la memoria RAM de Doble Puerto la cual permite la transferencia de datos de la memoria de la PC a la memoria de la tarjeta. La transmisión o recepción de información se realiza a través de direcciones de memoria.

#### **d) Convertidor de Interfase (Transceiver S/T)**

El Convertidor de Interfase (Transceiver S/T) puede implementarse en modo NT o TE. Cuando se configura como TE el Convertidor es un IDL maestro y simplemente transfiere los 2B + D datos desde el S/T bus hacia el IDL bus. El acceso hacia los registros de control del Convertidor de Interfase se realiza a través del bus SCP.

### **3.2.7 Sección de Procesamiento y Control**

La sección de procesamiento y control consiste de una Unidad Central de Procesamiento (CPU), memoria RAM, EPROM y el DDLC.



### **a) DDLC**

El DDLC (Dual Data Link Controller) es un controlador de doble canal HDLC con acceso directo a memoria. Soporta el bus del microprocesador y cuando se realizan accesos a memoria actúa como bus maestro.

El bus SCP y el bus IDL hacen interfase con el DDLC, también el Controlador de memoria es utilizado a través del DDLC.

### **b) CPU y Memoria**

El ambiente de la Unidad de Procesamiento consiste en una memoria RAM y otra ROM. Cada bloque de memoria es utilizado por el CPU a través del bus central de la tarjeta, cada transferencia de datos es iniciada por el CPU a menos que el DDLC actúe como maestro. El CPU cuenta con una tabla de direcciones las cuales están asociadas con todos los dispositivos que conforman la tarjeta.

## **3.2.8 Capas de Comunicación de la RDSI**

De la **Figura 26** podemos observar que a nivel de la Capa Física tenemos cinco diferentes implementaciones, cada una de estas se logra mediante hardware específico. La Capa 2 (Capa de enlace de Datos) y la Capa 3 (Capa de Red) son completamente compatibles con la RDSI, el protocolo utilizado en la Capa 2 es LAPD y HDLC. Las funciones a nivel de bit son controladas por el DDLC. La Capa 3 es controlada por el CPU de la tarjeta y la Capa Superior es manejada por software residente en la PC. La capacidad de la Capa Superior va

desde aplicaciones como transferencia de archivos y conversación de pantalla a pantalla entre terminales.

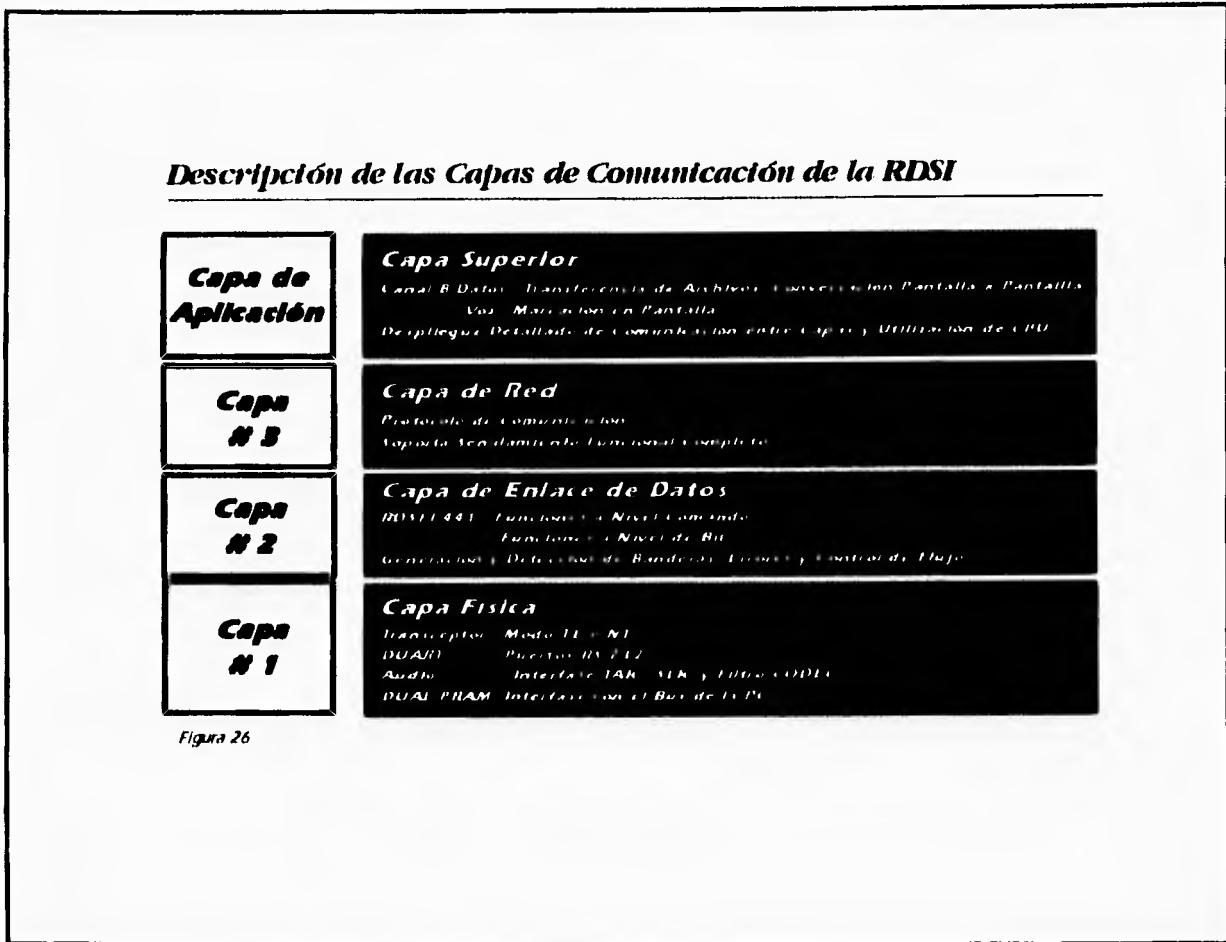


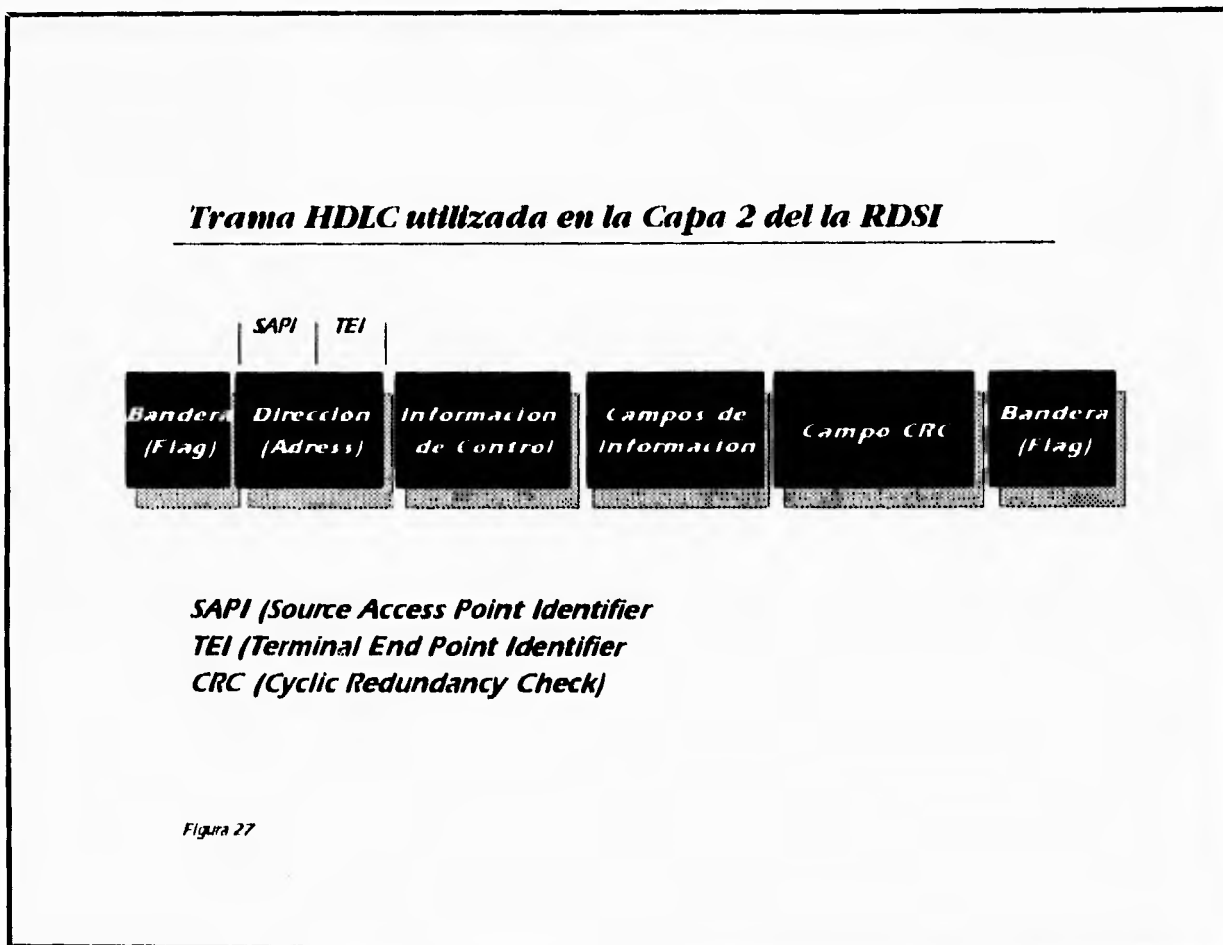
Figura 26

### a) Capa Física

La característica principal de esta capa es la utilización de una línea de codificación ASI (Inversión Alternada de Espacios) o Pseudo ternaria, además de que esta capa posee las implementaciones para conectar los dispositivos que nos dan los diferentes servicios de una Red Digital.

## b) Capa de Enlace de Datos

Las funciones principales de esta capa incluyen la sincronización de trama, control y detección de errores, direccionamiento y control de flujo. La representación más común de la trama HDLC se muestra en la **Figura 27**.



Donde los parámetros se definen como:

- Bandera - sirve como referencia para la posición de cada campo de la trama.
- Dirección - se divide en dos partes TEI y SAPI

- TEI - le indica a la Capa 2 el origen o destino de la trama a transmitir.
- SAPI - indica el servicio que una trama esta destinada a usar.
- Información de Control - Contiene información relativa al procedimiento de desconexión y supervisión del establecimiento de enlaces de datos, así como, detección de errores, control de flujo y numeración de la trama. La información es transportada por la Capa 2 hacia la Capa 3.
- CRC - Contiene información de los bits de errores en la trama con el fin de realizar una revisión cíclica del contenido de las mismas.

***Estructura de un Mensaje en la RDSI***

---



*Figura 28*

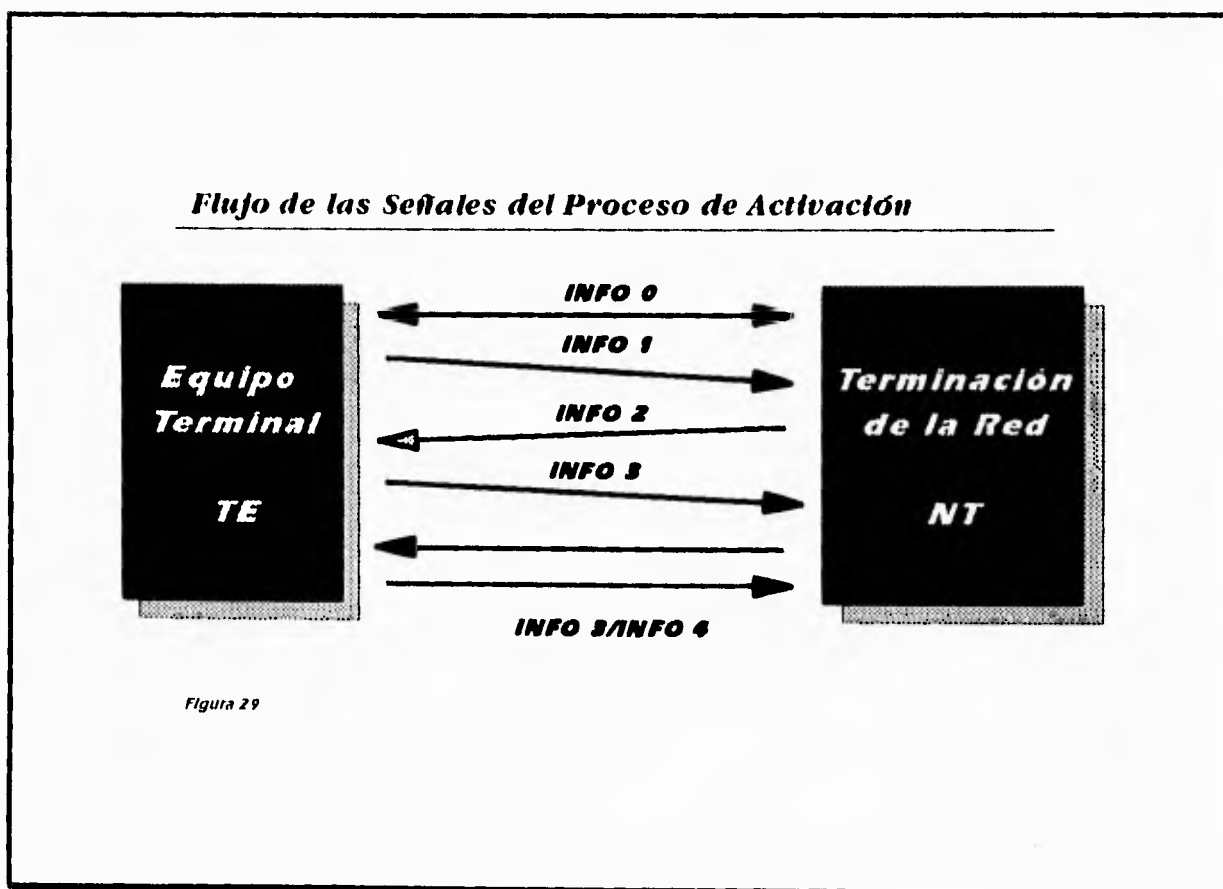
**c) Capa de Red**

La RDSI especifica que la información de señalización, para el control de los canales-B, sea llevada sobre el canal-D por medio de mensajes de la Capa 3. Estos mensajes proveen información necesaria para ejecutar llamadas a las funciones de control, como lo son el establecimiento de llamadas (**Figura 28**).

### 3.2.9 Activación de Capas

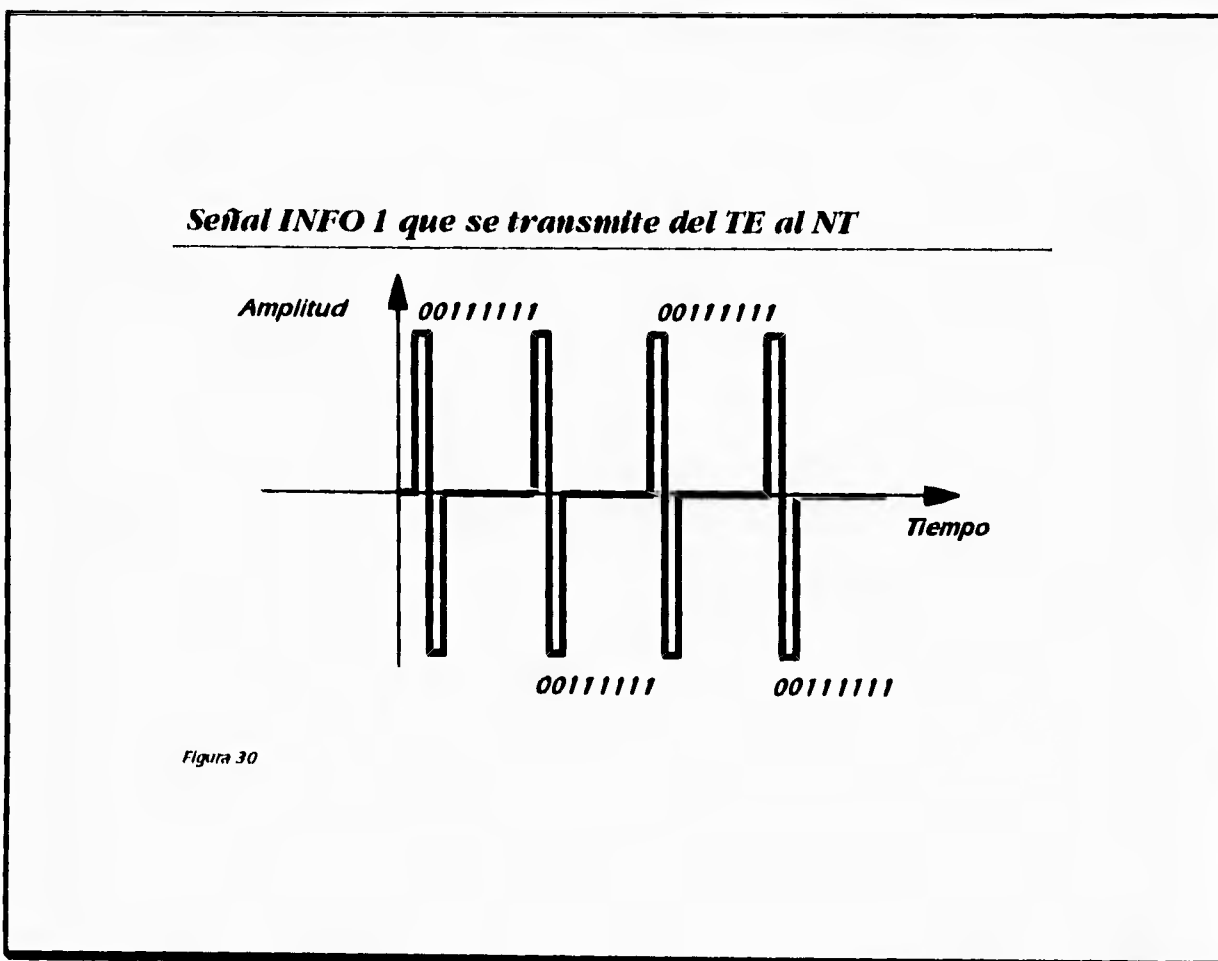
#### a) Activación de la Capa Física

La activación de la Capa Física depende del intercambio de señales entre NT y TE. Cualquiera de los dos, NT o TE, puede iniciar la activación de la capa (**Figura 29**).



Las señales que se generan en la activación de la capa física son las siguientes:

- **INFO 0** - se define como ausencia de señal en la línea y puede transmitirse en ambos sentidos por el TE o NT.
- **INFO 1** - se define con el siguiente patrón, un cero positivo, un cero negativo y seis unos (**Figura 30**).
- **INFO 2** - es transmitida de NT a TE y se usa para activar al TE. El TE debe de sincronizarse para poder recibir información de NT.
- **INFO 3 e INFO 4** - son los nombres de las tramas utilizadas en la operación normal cuando la sincronización de la trama se ha alcanzado.



## **b) Activación de la Capa de Enlace de Datos**

La Capa de Enlace de Datos es responsable del transporte seguro de la información de la Capa 3. Esto se hace mediante el siguiente procedimiento, primero se establece la conexión del enlace de datos mediante una petición hecha a la red, la red responde una confirmación de la conexión y se le asigna un SAPI o TEI. Una vez que se ha establecido la conexión, la transferencia de datos puede comenzar.

## **c) Activación de la Capa de Red**

La transmisión de información de la Capa de Red comienza cuando un mensaje de inicialización (set up) es generado cuando el usuario A descuelga y termina cuando este cuelga. Después de que el primer mensaje de inicialización (set up) es enviado por el usuario A, la terminal deberá conectarse al canal-B para permitir la recepción en formato PCM. La señal de conectado detiene el timbrado (Ring) y la comunicación empieza después de recibir la confirmación (AcKnowledge) de conexión.

## **3.3 DESCRIPCION FUNCIONAL**

### **3.3.1 Requerimientos**

Para la operación e implementación del simulador de RDSI se necesita contar con lo siguiente :

#### **a) Hardware**

- IBM PC XT/AT o compatible.
- 512K de Memoria RAM.
- Monitor Monocromático o VGA.

#### **b) Software**

- Sistema Operativo DOS Versión 3.0 o mayor.

### **3.3.2 Contenido del Paquete RDSI**

#### **a) Hardware**

- Tarjeta de Operación RDSI.
- Modulo Conector RS-232.
- Alimentador de Poder para Teléfono.
- Software de Comunicaciones.
- Auricular (Handset).
- Cable RDSI.

#### **b) Software**

- Programa de Emulación para Equipo Terminal.
- Programa de Emulación para Terminación de Red.



- Programa de Despliegue de Datos en Terminales NT/TE (Contiene los datos de pantalla requeridos por el Programa de Terminal)
- Programa de Despliegue de Datos de Red NT/TE (Contiene los datos de pantalla requeridos por el Programa de Red)

El archivo autoexec.bat debe ser renombrado o deshabilitado. Se recomienda que no haya ningún otro programa residente en memoria RAM durante la ejecución de estos programas.

### **3.3.3 Procedimiento de Instalación**

- a) Apagar y desconectar la computadora. Insertar la tarjeta en una ranura de expansión (SLOT) de 8 o 16 bits.
- b) Si se requiere tener una terminal ASCII conectada, se debe utilizar el modulo RS-232 que la tarjeta trae integrado, la terminal debe configurarse con los siguientes parámetros: 8 bits de datos, 1 bit de parada (stop) y sin paridad.

### **Instalación en el Disco Duro**

#### **Programa de Equipo Terminal**

- a) Crear directorio ISDNTE.
- b) Copiar del Floppy Disk el Programa TE al directorio ISDNTE.

- c) Copiar los programas contenidos en el Floppy Disk denominado "NT/TE Display Data (Terminal)" al directorio ISDNTE.
- d) Invocar el programa desde el directorio ISDNTE como TE86.

#### Programa de Red

- a) Crear directorio ISDNNT.
- b) Copiar del Floppy Disk el Programa NT al directorio ISDNNT.
- c) Copiar los programas contenidos en el Floppy Disk denominado "NT/TE Display Data (Network)" al directorio ISDNNT.
- d) Invocar el programa desde el directorio ISDNNT como NW86

Los archivos de los programas Equipo Terminal y Red deben estar en directorios separados.

#### **Definiciones del Sistema**

Tecla ESC- sirve para salir de la pantalla que se este utilizando, esta tecla no esta activa en el Menú Principal.

Teclas de Funciones - tienen diferentes funciones propias del sistema, la acción que ejecutan viene descrita en la pantalla correspondiente.

Números Asociados - en las pantallas que se despliegan aparecen números con la respectiva función que ejecutan, simplemente se presiona el número de la opción deseada.

Mensajes de Error - permanecen hasta que se realiza una nueva acción.

Funciones Primitivas - son mensajes cuya función es iniciar una acción o anunciar el resultado de una acción. Hay cuatro tipos principales:

1. Petición - iniciada por la última capa superior como una solicitud de activación de un servicio en particular de una capa inferior.
2. Indicación - proporcionada por una capa como anuncio de la activación de un servicio particular.
3. Respuesta - dada por la capa superior como consecuencia de una indicación primitiva.
4. Confirmación - es la que regresa a la capa superior cuando un servicio requerido se ha completado por una capa.

#### **3.3.4 Funcionamiento**

Cuando el programa es invocado, este despliega una pantalla introductoria la cual contiene el número de versión del programa ejecutado. A continuación la tarjeta se reinicializa y se prepara para recibir el código ejecutable de la PC, cuando esto sucede una ventana se despliega indicando que la tarjeta se esta cargando, si en ese momento alguna tecla es apretada se aborta el programa.

#### **MENÚ DE MODO**

Una vez lista la tarjeta, el Menú de Modo se desplegará en la pantalla, este menú da el acceso a los modos de operación del programa, los cuales son :

- **MODO NORMAL** - provee procedimientos completos de prueba de llamadas.
- **MODO DE MONITOREO** - provee información adicional de depuración.
- **MODO DE PARÁMETROS** - permite cambiar ciertos parámetros de la RDSI usados por el software.

#### **a) Menú Principal**

Al entrar al modo normal de operación una pantalla aparece con el Menú Principal, esta pantalla nos muestra el estado de los canales B1 y B2, también nos indica si el canal de comunicaciones esta definido para voz o datos. Al final de la pantalla aparece un renglón el cual indica la acción ejecutada para ayudar al usuario.

Es importante tomar en cuenta que cuando el programa es invocado los canales están en estado inactivo. Antes de correr el programa de evaluación, es necesario activarlos mediante el Menú Principal esto se hace seleccionando la opción 5 (Activate). Al activarlos el estado de los canales cambiara a colgado (On Hook).

#### **b) Menú de Voz**

Este menú aparece cuando se desea hacer una llamada la cuál se inicia al seleccionar descolgar (Off Hook) y se termina con colgar (On Hook).

Para ajustar el volumen de recepción de la señal se selecciona la opción 4 (Set Gain), utilizando + o - se ajusta el volumen deseado. Si se requiere usar el teléfono seleccionamos la opción 5 (Phone). La opción de entrada es el auricular.

### **c) Menú de Datos**

Se utiliza para comunicación de datos en un canal, cuando se necesita transferir un archivo del TE al NT.

- 1) Seleccione descolgar (Off Hook).
- 2) Marque el número (en operación back to back, cualquier número de siete dígitos será una condición de timbrado en la otra PC).
- 3) Reciba el timbrado de regreso.
- 4) Cuando la llamada se recibe en el otro extremo, el estado cambiará a conectado.
- 5) Seleccione el nombre del archivo.
- 6) Teclee el nombre del archivo a transferir y teclear ENTER (Especificando la ruta de búsqueda).
- 7) Especifique el nombre de archivo con el que será recibido.
- 8) Espere a ser notificado de una operación exitosa.

### **d) Opción de Conversación**

Permite a los usuarios trabajar en un modo de conversación el cual se realiza mediante el teclado de las computadoras. Para esto se selecciona la opción 5 (Conversation) del Menú de Datos (Data Menú) después de que ambas

terminales se conectan, en ésta nueva pantalla aparecerá un rectángulo el cual esta dividido en dos partes: la parte izquierda contiene la información recibida por la terminal, mientras que la parte derecha contiene la información que se está transmitiendo. Hay que hacer notar que la tecla de regreso queda deshabilitada, y que no es posible editar la información tecleada en la pantalla, la información inicialmente aparece en el fondo de la pantalla y se moverá hacia arriba presionando la tecla Entrada (CR o Carriage Return) para escribir una nueva línea. El modo de conversación se suspende presionando la tecla Escape (Esc) .

#### **e) Tonos de Llamada**

Al invocar ésta opción se activa una simulación de tonos asociados al teléfono, si queremos desactivarlos simplemente seleccionamos la opción 6 del Menú Principal (Tones Off).

#### **f) Procesamiento de Llamadas**

Cuando se detecta una llamada, el canal en el cual es detectada desplegará el mensaje INCOMING CALL, el cual estará intermitente hasta que se dé entrada al Menú Principal y se seleccione el canal-B1 o B2 especificando si es de voz o datos.

Cuando esto ocurre el menú para este canal será desplegado y se debe seleccionar la opción descolgar (Off Hook) para contestar la llamada.

#### **g) Despliegue del Estado de un Canal**

Para invocar la función de Despliegue del Estado de un Canal seleccione F1 o F2 y una ventana aparecerá sobrepuesta al menú anterior. En esta ventana aparecerán las Definiciones del Estado del Sistema que corresponden al Estado del Usuario. El menú será desplegado en tres colores:

- **NEGRO:** Este estado no ha ocurrido en este canal desde que el programa fue invocado.
- **BLANCO:** El estado ha ocurrido en este canal desde que el programa fue invocado.
- **AZUL:** Estado actual activo de este canal, el cual se presentará de forma intermitente.

Para monitores monocromáticos un signo de + aparecerá para indicar que el estado ha ocurrido en este canal desde que el programa fue invocado. El estado actual del canal también se presentará de forma intermitente.

#### **h) Pantalla de Rastreo de Mensajes**

Para desplegar la pantalla de rastreo se presiona:

- F3 para B1
- F4 para B2

Los mensajes que se envían entre las capas son rastreados por siete diferentes áreas de el paquete de evaluación y son:

- Capa Superior (UL = Upper Layer)
- Capa 3 (L3 = Layer 3)
- Capa 2 (L2 = Layer 2)
- Capa 1 (L1 = Layer 1)
- Entidad de Administración (ME = Management Entity)
- Capa de Paquete (PK = Packet Layer)

Para cada una de éstas áreas los mensajes serán desplegados de la siguiente manera: Contenido del Mensaje y Fuente o Destino del Mensaje.

Existen dos modos de operación del rastreo, uno dinámico y otro estático, cuando la pantalla es invocada por primera vez esta se encuentra en modo de operación dinámico. Esto significa que cuando los mensajes ocurren serán desplegados, siendo los mensajes mas recientes los que aparecen al fondo de la pantalla y los mensajes mas viejos estarán en la parte superior. La pantalla tiene una capacidad para desplegar 18 mensajes, y cada mensaje aparecerá en un solo renglón con el fin de facilitar su localización. Para poder revisar los mensajes anteriores es necesario cambiar al modo estático y revisar la lista de mensajes.

Es posible examinar en forma más completa los mensajes seleccionando la opción F (Freeze o Congelar), una vez seleccionada esta opción una línea aparecerá bajo el ultimo mensaje rastreado antes de oprimir <F> (congelar), si se trata de un monitor de color la línea será púrpura y si es monocromático aparecerá resaltada.



También podemos desplegar cualquiera de las páginas de mensajes que ocurrieron antes de congelar el rastreo si nos movemos con las flechas . Si se hace con las flechas se desplegará mensaje por mensaje y si utilizamos las teclas de <Page Up> y <Page Down> podremos desplegar los 18 mensajes subsecuentes, si presionamos la tecla <Home> nos llevará al principio de la lista de mensajes y con la tecla <End> nos llevará al final de la lista.

La opción de congelar (freeze) nos brinda varias facilidades que aparecen al fondo de la pantalla y estas son:

- <X> Explorar Detalles
- <S> Seleccionar Tareas
- <P> Imprimir Historia
- <R> Resumir Mensajes Dinámicos

**<X> Explorar Detalles** - Para revisar la información detallada concerniente a las entradas de la pantalla se utilizan las flechas para poner la línea resaltada sobre el mensaje deseado y presione E. A continuación se desplegará una pantalla indicando: Fuente, destino e información concerniente al mensaje, la información desplegada dependerá del tipo de mensaje.

**<S> Seleccionar Tareas** - Para cambiar el estado de las diferentes tareas presione <S> y aparecerá una pantalla donde se selecciona la tarea deseada y su estado puede cambiarse de ON a OFF o viceversa.

**<P> Imprimir Historia** - Para imprimir los mensajes rastreados en modo estático presionamos <P> y aparecerá una ventana con el siguiente menú:

## Imprimir Historia

1. *Enviar a la Impresora o a un Archivo en Disco*
2. *Rastreo Completo*
3. *Rastreo en Pantalla*
4. *Titulo*
5. *Empezar a Imprimir*
6. *Abortar*

Aproximadamente 45 entradas serán desplegadas por página, si la función primitiva contiene más de 8 bytes cada juego de 8 bits se separará por <:;>.

La siguiente opción esta disponible al tener la opción de pantalla congelada :

**<R> Resumir Mensajes Dinámicos** - Los mensajes que ocurrieron mientras la pantalla fue congelada no serán desplegados pero los subsecuentes si serán rastreados.

### **i) Despliegue de los Registros**

Para ver y editar el contenido de los registros de comunicaciones utilizados en este programa, presione <F5> y se desplegará una pantalla que contiene una lista de todos los registros de comunicaciones los cuales son soportados por este programa. Con las flechas se selecciona el registro deseado y después RETURN, una lista de registros asociados con el hardware y el valor actual del registro serán desplegados.

Cada uno de los registros puede ser desplegado individualmente en pantalla. Una vez desplegado un registro podemos tener acceso a otros presionando las teclas <+> y <->. Esta pantalla contiene los registros definidos los cuales el sistema puede examinar y modificar. Los valores contenidos están dados en forma hexadecimal y se pueden editar presionando la tecla <F2> para modificar su valor.

### Despliegue Individual de Registros

Esta pantalla contiene todos los valores definidos para los Registros de Tiempo del canal 0 y el canal 1. La línea arriba de los valores de los bits identifica los campos del registro que están siendo usados. Un cero en esta línea indica que el valor del bit no es relevante. Al pie de la pantalla están las abreviaciones de las etiquetas que se utilizan para describir los campos. Hay dos maneras de modificar los valores, si se quiere cambiar el valor hexadecimal en forma directa se usan las flechas para sobresaltar la entrada de 'Value' del canal deseado, se presiona <F1> para editar el valor del registro, el número será desplegado en otra pantalla mas pequeña, se tecléa el valor deseado y después RETURN. Si presionamos la tecla de <ESC> se aborta el cambio. También es posible modificar los bits directamente si presionamos la tecla <F2>, entonces entramos al modo de operación de bits y la siguiente línea aparecerá al final de la pantalla:

<b>Cursor Keys: Select Bit</b> (Seleccionar Bit)	<b>F1: Toggle Bit Value</b> (Cambiar el Valor del Bit)	<b>F2: Select Register</b> (Seleccionar Registro)
---	---	--

Se utilizan las flechas para seleccionar el bit y <F1> para cambiar su valor, para regresar al Modo de Registros presionamos <F2>, para regresar a la Pantalla de despliegue de todos los registros presionamos <ESC>. No todos los despliegues de registros contienen entradas para ambos canales. Algunos registros operan en ambos canales y para estos solo se desplegará una línea con los valores y un mapa de bits únicamente.

#### **j) Limpiar las Memorias Temporales (Buffers) de Rastreo**

Para limpiar todas las Memorias Temporales de Rastreo para el canal-B1 y B2 presionamos la tecla F6.

Es posible limpiar las Tablas de Estado para ambos canales de comunicación, para esto primero se deben desactivar los canales seleccionando la opción Desactivar (Deactivate) en el Menú Principal, una vez que la entrada del canal marca Línea Inactiva (Line Inactive) presionamos <F6> y se borrarán las Tablas de Estado para los dos canales.

Para volver a usar los canales seleccionamos Activar (Activate) y los canales serán activados y se desplegará la entrada Línea Activa (Line Active).

#### **k) Porcentajes de Uso**

Para desplegar los porcentajes de uso actual de cada tarea del sistema, presionamos Alt-U. Las tasas de uso están definidas como el porcentaje de tiempo que el sistema asigna a cada tarea. Cuando seleccionamos esta opción una ventana se desplegará en el centro de la pantalla conteniendo las tasas de

uso de las tareas en la PC y en la tarjeta RDSI. Para cancelar la ventana presionamos <ESC>. En la ventana aparecerá una columna que describe las tareas y a su lado la que describe el porcentaje, al final de esta tenemos el porcentaje de tiempo en el que el sistema esta ocioso (idle). Las tasa de uso que son desplegadas son para las siguientes tareas:

- Proc Int = Interfase entre Procesos
- Mngt Ent = Entidad de Administración
- Layer 1 = Capa Física
- Layer 2 = Capa de Enlace de Datos
- Layer 3 = Capa de Red
- LAPB = Link Access Procedure Balance
- Packet = Conmutación de Paquetes
- Appl = Aplicación o Capa Superior
- Trace = Rastreo de Mensajes
- Timers = Control del tiempo
- Idle = Tiempo ocioso

### **l) Asignación de Memorias Temporales (Buffers)**

Para poder ver el número de memorias temporales actualmente asignados a cada tarea, presionamos Alt-B. Una ventana se desplegará al centro de la pantalla cuando seleccionamos esta opción y contendrá la asignación actual de memorias temporales en la PC y tarjeta RDSI. Si presionamos <ESC> cancelamos esta opción. Esta pantalla también desplegará las columnas en las cuales están los nombres de las tareas y el número de memorias temporales. Las tareas desplegadas son las mismas mencionadas en el punto anterior, únicamente se

descarta la opción en el que el sistema muestra el porcentaje de tiempo que esta ocioso.

### **3.3.5 Opciones del Modo de Monitoreo**

Para invocar el modo de monitoreo presionamos Control-D en cualquiera de las pantallas del menú. En la parte izquierda de la pantalla se desplegará una ventana con la información de monitoreo deseada, si no se han hecho peticiones de monitoreo específicas ésta ventana contendrá mensajes aplicables a la operación actual del sistema.

Los mensajes aparecerán al fondo de la ventana e irán subiendo hasta llenar la ventana, el sistema mandará el mensaje 'Press Any Key to Continue' (Presione Cualquier Tecla para Continuar) y al presionar cualquier tecla aparecerán nuevos mensajes en forma ascendente hasta llenar la ventana otra vez.

### **3.3.6 Arquitectura del Sistema**

La arquitectura básica del sistema consiste en una PC y una tarjeta RDSI, en esta tarjeta residen el Kernel, la Entidad de Administración, la Capa 1, la Capa 2 y la Capa 3. La Capa Superior reside en la memoria de la PC.

La comunicación entre la Capa Superior y la Capa 3 se realiza a través de un área de memoria compartida, la comunicación entre las otras Capas se lleva a cabo mediante el uso de 'Cajas de Correo'.

### **Arquitectura del Hardware**

Como se ha mencionado el hardware consiste en una PC IBM XT/AT o compatible y una tarjeta RDSI la cual contiene una interfase RDSI controlada por un microcomputador. Este microprocesador se encarga de ejecutar las funciones del Kernel, de la Capa 1, Capa 2, Capa 3 y de la Entidad de Administración.

La tarjeta RDSI contiene 512KB de memoria RAM y tiene la capacidad de soportar 2 canales-B con una velocidad de 64 Kbits/seg. La transferencia de datos se logra a 64 Kbits/seg sin restricciones. Ambos tipos de canales, voz y datos, son soportados pero dos llamadas del mismo tipo de canal no se pueden realizar al mismo tiempo.

A continuación se describen los procedimientos involucrados al seleccionar opciones de funcionamiento de la tarjeta RDSI.

#### **a) Selección NT/TE**

La tarjeta RDSI puede ser configurada para que actúe como Red o como Equipo Terminal, esto permite utilizar la PC como una Terminal y también permite simular una Red Digital entre dos PC's.

## **b) Peticiones de Activación de la Capa Física**

- Petición de Activación
- Petición de Desactivación
- Activación del Temporizador - sirve para cancelar los intentos de activación de dicha capa.

## **c) Indicadores de activación de la Capa Física**

- Activación
- Indicación de Error - la activación se ha perdido durante la operación o al inicio de la activación.
- Indicación de Sincronía de la Trama - esta opción indica que el estado síncrono de la trama ha sido logrado.

## **d) Servicio de Interrupción**

El Convertidor de Interfase S/T generará una interrupción en el momento en que la Capa Física cambie de estado o cuando una colisión en el canal-D se haya detectado. Esto corresponde al cambio de desactivado a activado y viceversa, también corresponde al cambio de activado a pérdida de la trama. Esto elimina el poleo continuo entre los circuitos para obtener este dato.

Una vez que una interrupción ha sido detectada por el procesador, éste debe de determinar que tipo de interrupción ha ocurrido. Para esto el procesador tiene que leer un registro interno designado para dicho fin, si el primer bit esta prendido una colisión se ha detectado, si el tercer bit esta prendido el procesador



debe leer el estado del Convertidor de Interfase y determinar el nuevo estado de la máquina.

#### **e) Intercambio de Canales -B1 y -B2**

Desde el punto de vista del hardware se tiene un filtro CODEC conectado al canal-B1 y el DDLC conectado al canal-B2, el Convertidor de Interfase debe de intercambiar ambos canales antes de la transmisión si queremos que esta vaya en el canal-B1 o en el canal-B2.

#### **f) Habilitación o Deshabilitación de los canales -B1 y -B2**

Si se desea se puede inactivar cualquiera de los canales-B1 y B2 mediante el menú del sistema.

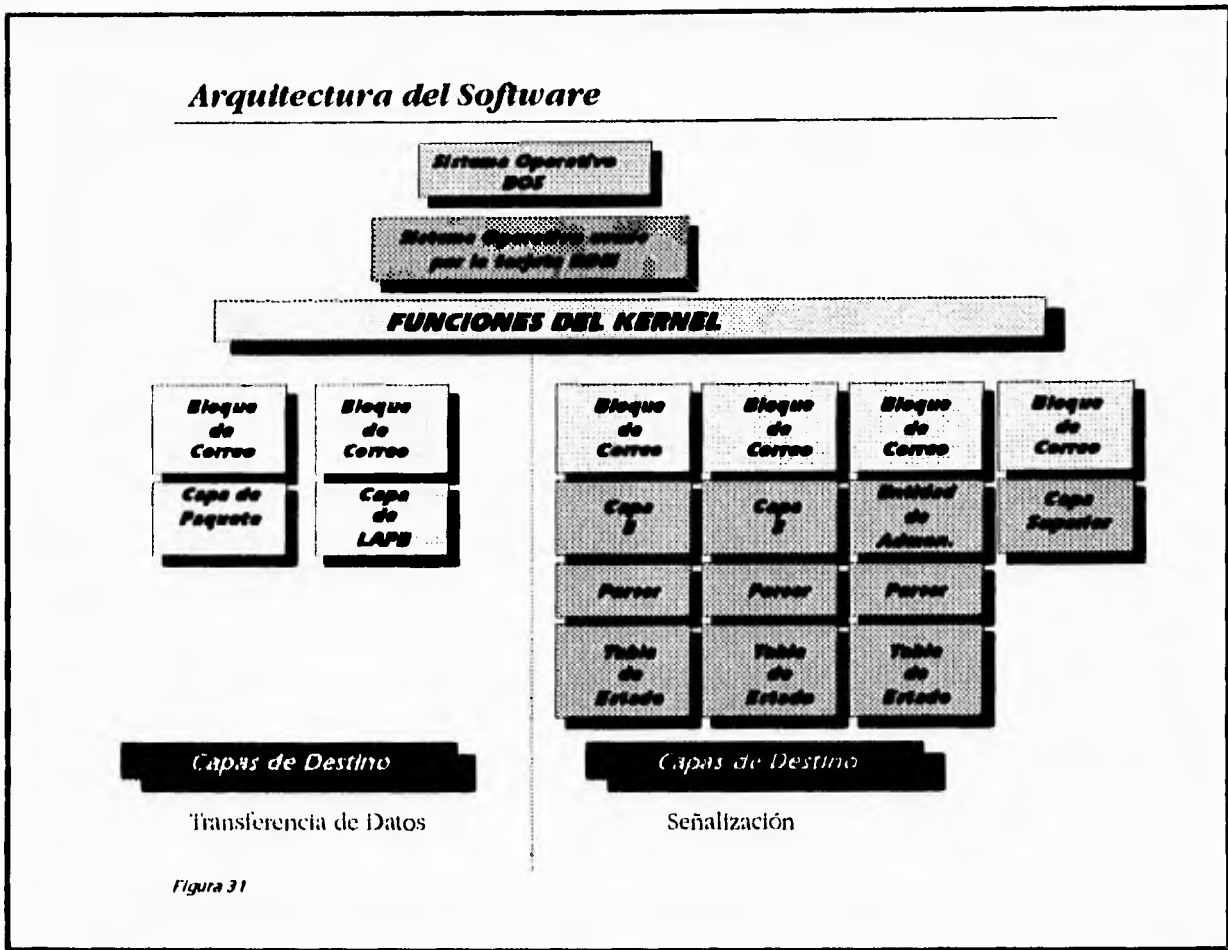
### **Arquitectura del Software**

La arquitectura del software se muestra en el diagrama de bloques de la **figura 31**.

#### **Componentes del Sistema de Software**

- Sistema Operativo de la PC (DOS)
- Sistema Operativo usado por la tarjeta de RDSI
- Funciones del Kernel - Este nivel consiste de varios bloques los cuales representan funciones desempeñadas por el Kernel.
- Bloque de Correo - la comunicación para cada una de las capas de la RDSI se logra mediante el uso de bloques de correo.

- Capas de Comunicación - las capas de comunicación presentes en el



sistema son las siguientes:

- ◆ Capa de Paquete
- ◆ Capa LAPB
- ◆ Capa de Red
- ◆ Capa de Enlace de Datos
- ◆ Entidad de Administración
- ◆ Capa Superior

- **Parser** - Es utilizado por cada capa para decodificar los mensajes recibidos y actuar sobre ellos.
- **Tabla de Estado de Eventos** - esta tabla se usa para determinar que paso de la rutina llamar cuando la capa de comunicaciones esta en un estado específico y ocurre un evento dado.
- **Pasos de Rutina** - son las operaciones específicas que ocurren cuando una función es invocada.
- **Capas de Destino** - en el renglón final del diagrama se muestra una lista de las capas que se pueden comunicar directamente con una capa dada.

## **CAPITULO CUARTO**

### **CONCLUSIONES**

De la realización de este trabajo podemos concluir que:

" El principal atractivo de la Red Digital de Servicios Integrados es ofrecer una mayor capacidad para la transmisión de grandes volúmenes de información a altas velocidades, usando una interfaz estándar para voz, datos, imágenes, video, texto y facsímil. La utilización de una interfaz estándar compromete a los proveedores de servicios telefónicos a instalar RDSI para proveer servicios digitales de voz y datos en forma general. De esta manera los costos de comunicación disminuyen y en la medida que el servicio se extienda y popularice, estos costos tenderán a ser aun menores."

Una visión realista de lo que la Red Digital de Servicios Integrados representa en nuestros días y de lo que representara en un futuro, no solamente debe incluir el aspecto técnico de este tipo de red, es indiscutible que la RDSI ofrece grandes ventajas tecnológicas en el área de las comunicaciones, sin embargo, los procesos de transformación tecnológica necesarios para llevar a cabo la implantación de este tipo de red presentan grandes problemas. El hecho

de que la RDSI se constituya de acuerdo a los estándares internacionales como los que dicta la CCITT implica que evolucione muy lentamente, ya que dichos estándares son dados por organizaciones que se reúnen solo en ciertos periodos de tiempo, es decir, cada 5 o 10 años; el objetivo de sus reuniones es definir que tipo de protocolos e interfases de comunicación se van a utilizar para brindar los servicios requeridos en una Red Digital de Servicios Integrados. Sin embargo, en nuestros días la tecnología evoluciona muy rápidamente y es probable que los estándares que se definieron cambien o se vuelvan obsoletos, de hecho este es uno de los grandes problemas con los que la RDSI se tiene que enfrentar. Por ejemplo en 1987 un ancho de banda de 2.048 Mbps parecía ser suficiente para satisfacer los requerimientos de una época en la que la velocidad de transmisión entre modems fluctuaba entre 2,400 y 19,600 bps como regla general, pero en la época actual cuando tenemos velocidades en las redes locales de 16 Mbps en un Token-Ring y 10 Mbps en una red Ethernet ya no parece ser suficiente un ancho de banda de 2.048 Mbps. Además, debido a esta situación las compañías fabricantes de equipos no quieren invertir en investigación sobre tecnología o servicios que probablemente los usuarios finales no acepten o que sean desechadas debido a que el costo de su implantación sea muy alto y que en un futuro no se establecieran como estándares dentro de la industria.

Por otro lado, la base instalada de equipos para comunicaciones que actualmente utilizan las grandes y pequeñas compañías representa una fuerte inversión de dinero y resultará muy difícil, desde el punto de vista económico, el hacer que estas compañías abandonen el equipo que actualmente usan para comunicarse con el propósito de conectarse a una RDSI que todavía no brinda los servicios completos para los que fue diseñada. Además es muy difícil que las interfases que soporta la RDSI sean compatibles con todas las interfases que el

cliente posee (V.24, V.35, etc.), entonces el usuario tendrá que evaluar el esfuerzo y costo inherente a la tecnología que satisfaga sus expectativas.

Otro obstáculo que enfrenta la RDSI es que algunos de los servicios que se tienen contemplados a ofrecer requieren una gran inversión de dinero, por ejemplo, se tiene pensado utilizar la telemetría a través de la RDSI para conectar los medidores de gas y luz de las casas habitación y poder realizar las lecturas en forma remota desde una central, aunque, en principio sería de gran utilidad contar con este servicio debemos considerar que además de los costos intrínsecos de la RDSI se deben sumar los costos de los medidores y todo el equipo adicional que sea necesario para dicho fin, un ejemplo similar ocurre con el servicio de teléfono con imagen, que fuera de controversias existentes sobre la privacidad, debe de contemplar el costo de los teléfonos convencionales que deben ser remplazados por teléfonos nuevos con capacidad de manejar audio y video.

A pesar de todos estos inconvenientes, la RDSI surge de la necesidad de resolver los problemas actuales de comunicación, por ejemplo, actualmente los ductos de cableado que se utilizan para formar la Red Telefónica Convencional se encuentran saturados y los alambres de cobre no son del todo confiables, este problema se ha empezado a resolver con el uso de fibra óptica la cual nos permite manejar un numero mayor de canales a velocidades de transmisión superiores en un espacio físico menor al que usan los alambres de cobre, de aquí que el impacto de la RDSI sea mayor al utilizar este tipo de medios de transmisión. Además, la avanzada tecnología permite que la administración de la red sea una tarea sencilla al incorporar sistemas de administración de red computarizados, localizados en centros de control, el mantenimiento y la continuidad de la red se diagnostica y monitorea de forma

sistemática para brindar un servicio de calidad. Ofreciendo la posibilidad de contar con un enrutamiento inmediato a medios de transmisión de respaldo en caso de ser necesario, asegurando tiempos mínimos de respuesta al usuario después de una falla.

La evolución hacia la RDSI ha comenzado con los países mas desarrollados los cuales son también los mas avanzados en la implantación de este tipo de redes. Estos son Japón, Francia, Alemania e Inglaterra, desde 1988 Francia contaba ya con mas de 1,700 usuarios y para 1992 el crecimiento de la RDSI llego hasta 150,000 usuarios. Alemania a finales de 1990 contaba con un 50% de cobertura nacional.

Actualmente en México con la Red Digital Integrada, Teléfonos de México ha dado el primer paso en la evolución de su sistema telefónico al proporcionar un elevado nivel de calidad con los sistemas mas adelantados de conmutación y transmisión. Asimismo, cuenta con una red multiusuario de satélite para la interconexión de localidades remotas o asiladas que requieran ser integradas a los servicios de la red digital terrestre, también cuenta con una red para transmisión de datos en paquetes para bajos volúmenes de información en cortos periodos de tiempo. Todo esto constituye la primera etapa en la implantación de la Red Digital de Servicios Integrados en nuestro país. Hasta el día de hoy TELMEX únicamente entrega servicios de portadora digital.

Con respecto al punto de vista académico nos da gusto presentar un trabajo el cual podrá ser utilizado por las futuras generaciones de ingenieros de nuestra Facultad. Día con día el uso de la Red Digital de Servicios Integrados y de sus aplicaciones va aumentando y tomando mas fuerza, la necesidad de una red unificada y estandarizada hace que la RDSI se vuelva indispensable en el

campo de las comunicaciones, es por eso que a través de esta tesis deseamos contribuir con el Departamento de Comunicaciones y Electrónica con el fin de que los alumnos se mantengan más y mejor informados ya que esto se reflejará en su nivel de competitividad en el mercado de trabajo.

El modelo utilizado en esta tesis representa una oportunidad para la enseñanza práctica de lo que es la Red Digital de Servicios Integrados en la UNAM ya que permite desarrollar aplicaciones y realizar pruebas con la configuración de la red utilizando diferentes esquemas de conexión.

De forma más específica este modelo permite utilizar equipo No-RDSI, es decir, que no maneja servicios integrados con aquel que si lo hace y nos brinda la posibilidad de monitorear dos canales de datos, conocer la fuente, destino e información concerniente a los mensajes enviados a través de las capas de y canales de comunicación, así como el rastreo y despliegue de información.

Una de las principales ventajas de este trabajo, es que se puede describir la operación de las capas de comunicación ligadas a su funcionamiento con el hardware o con el servicio que proporcionan, de esta manera es posible comprender más fácilmente la forma en que opera este tipo de red, también el capítulo tercero permite conocer la implementación y el funcionamiento de la tarjeta RDSI con la arquitectura de la PC, mostrando los dispositivos involucrados en cada función y que interactúan para proporcionar algún determinado servicio.

Como una de sus funciones complementarias el paquete de software utilizado permite llevar un reporte histórico de las operaciones que se realicen, con lo cual se puede monitorear la utilización de un canal o un servicio con el fin de una correcta administración del sistema.



Ademas, creemos firmemente que con este equipo es factible implementar y desarrollar prácticas en los laboratorios de la Facultad ya que para poder utilizar este modelo se cuenta con todo el material necesario para realizar cualquier tipo de prueba, el paquete contiene todos los dispositivos como tarjetas, cables y software para poder simular una RDSI mediante el uso de dos PC's, gracias a todas estas facilidades fue posible la realización de este trabajo

Para finalizar este trabajo podemos decir que el concepto de una red de comunicaciones unificada y estandarizada a nivel mundial es hoy en día el inicio de una realidad en la cual la sociedad y la economía demandan mejores servicios los cuales solo pueden ser brindados a través de mejores tecnologías.

## **APENDICE A**

### **CONSIDERACIONES**

A continuación se describen las consideraciones necesarias que se deben de tomar en cuenta al ejecutar este programa.

- Si se tiene un canal definido para transferencia de datos, no será posible hacer una llamada en modo de datos por el otro canal, ya que no se pueden tener asignados simultáneamente ambos canales para procesar transferencia de datos.
- Si se desea probar la transferencia de datos se debe de utilizar solamente un canal, si previamente el otro canal se esta usando para datos se debe seleccionar la opción de colgar para dicho canal y entonces ya se podrá procesar la llamada de datos en el canal original que deseábamos.
- Ambos canales no pueden ser asignados simultáneamente para procesos de transmisión de voz, el procedimiento para hacer pruebas de transmisión de voz requiere que únicamente un solo canal sea designado para esto y el otro canal permanezca en el estado de colgar.
- No se puede interrumpir un proceso de transmisión de datos para iniciar una llamada de voz.

- Para realizar una llamada de voz sobre un canal el cuál esta siendo utilizado para datos debe primero terminarse la comunicación en modo de datos con la opción de colgar y después regresar al Menú Principal para iniciar la llamada de voz sobre dicho canal.
- No se puede interrumpir una llamada de voz para iniciar un proceso de transmisión de datos.
- Se debe de terminar el proceso de voz antes de iniciar un proceso de datos sobre el mismo canal, para terminar dicho proceso basta seleccionar la opción de colgar (On Hook) del Menú Principal después de esto es posible iniciar la llamada para un proceso de datos.

## **EI MODELO OSI Y EL SIMULADOR DE LA RDSI**

La capa superior del simulador de la RDSI incorpora las cuatro funciones del modelo OSI.

El nivel mas alto corresponde al nivel de aplicación y los tres restantes manejan la transmisión de información entre los sistemas finales del enlace de comunicación. El nivel 3 provee conmutación y ruteo de funciones requeridas para establecer, mantener y terminar conexiones, así como para transferir datos entre dos sistemas. Normalmente a esta capa se le suele llamar Nivel de Red aunque este termino es usado en el medio de RDSI y no debe confundirse con niveles estándar de comunicación. El nivel 2 es conocido como Nivel de Enlace de Datos, provee la interfase con el enlace físico, incluye la transferencia de

información sobre el enlace físico con la sincronización requerida, manejo de errores y funciones de control de flujo. El nivel 1 contiene los dispositivos físicos que proveen las capacidades de activar, mantener y desactivar el enlace físico sobre el cual se establece la comunicación. La Entidad de Administración es responsable de mantener la integridad del proceso de comunicación.

Integrado al sistema pero transparente para el usuario está el Kernel, el Kernel juega el papel de administrador ejecutivo del sistema y provee funciones de temporización, coordinación entre capas y procesos multitarea. Los mensajes que pasan de una capa a otra lo realizan a través de una facilidad de correo entre tareas bajo el control del Kernel.

El modelo de la Red Digital de Servicios Integrados utiliza los principios de capas de comunicación definidos por los sistemas de comunicaciones OSI y RDSI. Estos principios establecen que cada capa de comunicación contiene una agrupación lógica de funciones que proveen servicios específicos para poder completar una actividad de comunicación. Una función o grupo de funciones dentro de una capa forman una unidad funcional a la cuál nos referimos como entidad. Estas entidades se comunican dentro de la capa y también tienen interacción con entidades de capas adyacentes tomando la forma de peticiones, indicaciones, respuestas y confirmaciones, todas estas llamadas primitivas.

Para cada punto final involucrado en el proceso de comunicación existe una entidad activa en cada capa. Las entidades dentro de la misma capa se comunican una con otra con protocolos de igual a igual (peer to peer). Es por esto que existe una completa compatibilidad dentro del simulador de una RDSI.

## **BIBLIOGRAFIA**

- IBM, Telecommunications and You; Second Edition, 1987
- IBM, ISDN Coprocesor Support Program v 1.2; NS/E Marketing Communications, IBM France, 1993
- IBM, The IBM Bluebrick to ATM; NS Sytems, 1994
- IBM, IBM Networking Systems ATM Strategy; Research Triangle Park, North Carolina NS Sytems, 1993
- IBM, Roadmap to the ATM Standards, NS/E Marketing Communications, IBM France, 1994
- IBM, The Networking Blueprint, NS/E Marketing Communications, IBM France, 1993
- IBM, Router Protocols, Complex System Support, Research Triangle Park, 1992
- Kessler, Gary C. ISDN; Mc Graw Hill, 1990
- Soberón, Ramón; El Ingeniero en electricidad y electrónica ¿Qué hace?; Alhambra Mexicana, Primera Edición, 1984
- Stallings, Wiliam. Data and Computer Comunications; Third Edition, Maxwell Macmillan International Editions, 1991
- Tanenbaum, Andrew S. Redes de Ordenadores; Prentice Hall, 1991
- Teléfonos de México, Voces de Telmex. Red Digital de servicios Integrados; marzo, 1990

- **Teléfonos de México, Voces de Telmex. Red Digital de servicios Integrados; abril, 1990**
- **Teléfonos de México, Voces de Telmex. marzo, 1991**
- **The ATM Forum, ATM The Future of Networking; october, 1992**