



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

"TELEFONIA DIGITAL Y REDES DIGITALES DE  
SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI). INTERFACES  
EN LA RDSI E INTRODUCCION A LA RDSI - BA."

TRABAJO DE SEMINARIO  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
P R E S E N T A :  
JUAN CARLOS BATRES GOMEZ

ASESOR: ING. VICENTE MAGARA GONZALEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX

1997

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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

DR. JAIME KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN  
PRESENTE.

AT'N: ING. RAFAEL RODRIGUEZ CEBALLOS  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES-C.

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuatitlán, nos permitimos comunicarle a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

Telefonía Móvil y Redes Nacionales de Servicios  
Interconectados (RDSI). "Interfaces en la RDSI e Introducción  
a la RDSI-A".

que presenta el pasante: Juan Carlos Mateos López  
con número de cuenta: 200707000 para obtener el Título de:  
Ingeniero Electrónico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuatitlán local, Edo. de México, a 24 de agosto de 19 87

MODULO:	PROFESOR:	FIRMA:
<u>I y III</u>	<u>Ing. José Luis Rivera López</u>	<u>[Firma]</u>
<u>II</u>	<u>Ing. Roberto García González</u>	<u>[Firma]</u>
<u>IV</u>	<u>Ing. Blanca G. de la Cruz Valencia</u>	<u>[Firma]</u>

DEP/VOROGEM

**Quiero dedicar este trabajo:**

**A la memoria de mi padre Rogelio Batres.**

**A mi madre Josefina Gómez que con su amor, esfuerzo, dedicación, sacrificio, y necia convicción ha logrado darles una carrera profesional a sus hijos.**

**Madre misión cumplida.**

**A Adriana por todo su amor, paciencia y apoyo para la realización de esta nueva meta juntos.**

**A mis hermanos: Ana Maria, Silvia, José Rogelio, Jorge Alberto, Alejandro y Victor Manuel.**

**A mi *Alma Mater*.**

**A mis maestros.**

**A Vicente Magaña.**

**A Alcatel por todo el apoyo recibido.**

**A todas aquellas personas que de alguna forma u otra han contribuido a mi formación educativa y profesional.**

**GRACIAS.**

## **Prologo**

Debido al gran auge que el concepto de RDSI a tomado en los últimos años en nuestro país y a pesar de que el concepto ya es viejo y en algunos países la RDSI tiene varios años de operación, considero que es un tema actual de gran interés por sus aplicaciones y servicios; sobre todo porque la compañía telefónica mexicana por fin esta pensando seriamente en la RDSI por varias razones, entre ellas se encuentran los servicios y por su puesto la competencia que hace un par de años no existía.

El objetivo del presente trabajo es el de describir uno de los principales aspectos para el usuario de la RDSI y cuya estandarización a sido clave para el desarrollo de la misma: Los interfaces usuario-red. Además pretende ofrecer una descripción general de la RDSI-BA y aclarar algunos puntos importantes de su estructura y protocolo.

El trabajo se divide en dos partes: la primera parte se centra en los principios y estructura de los interfaces usuario-red de la RDSI, así como sus procedimientos y protocolos. Debido a la enorme demanda de ancho de banda la RDSI tiende a evolucionar hacia lo que se ha denominado RDSI-BA. En la segunda parte se pretende ofrecer un panorama general de la RDSI-BA, sus principios, arquitectura, estructura y protocolo

La primera parte comienza con una breve introducción a la RDSI, su desarrollo y evolución; esta descripción sirve como soporte teórico del resto de los temas. En seguida se describen los aspectos generales de los interfaces usuario-red, sus recomendaciones y características. En este

---

punto se define uno de los conceptos más importantes que nos va a servir de apoyo durante todo el desarrollo del tema; el concepto de Configuración de referencia. El siguiente punto trata el modelo que describe la estructura de las capacidades de comunicación de la RDSI. Describe también, los tipos de interfaces usuario-red, sus estructuras y canales que los componen.

Una vez sentadas las bases, abordaremos el estudio de un modelo mediante el cual se pueden describir las estructuras de los grupos funcionales y su interacción con otros grupos funcionales. Dicho modelo nos sirve de referencia para comprender la estructura de niveles o capas en las que se dividen las funciones de los interfaces usuario-red de la RDSI. Los siguientes temas definen las capas 1, 2 y 3 de los interfaces usuario-red de la RDSI, sus características, especificaciones, estructuras de trama, procedimientos y protocolos.

La segunda parte presenta al inicio un panorama general de la situación actual de las redes de telecomunicaciones, la demanda de nuevos servicios y la necesidad de nuevas técnicas para poder ofrecer tales servicios y cubrir las nuevas necesidades de los usuarios. En seguida se exponen los principios de la RDSI-BA en los cuales está soportado el resto del tema, su modo de transferencia y las ventajas de definir una unidad de información pequeña y fija. El siguiente punto trata la arquitectura de la RDSI-BA, su estructura, y define dos conceptos muy importantes para comprender como es que se realiza el direccionamiento en la RDSI-BA, estos conceptos son: canal virtual y trayectoria virtual. Por último se describe el modelo de referencia de protocolo ATM, la función de sus niveles y la interacción entre ellos. También describe en forma general los aspectos más importantes del interfaz usuario-red, sus velocidades, la configuración de referencia y sus principales grupos funcionales.

---

## **Introducción**

Las redes de telecomunicaciones han estado sujetas, en las últimas décadas, a numerosos cambios sin precedentes; principalmente guiados por la enorme diversidad de requerimientos de comunicación.

La RDSI pretende dar respuesta a esta gran diversidad de necesidades basándose en técnicas probadas (sistemas digitales y sistemas de señalización por canal común, los cuales se han utilizado desde hace algunos años con éxito), y un nuevo concepto. De hecho ya no es posible basar el diseño de la red en un número restringido de servicios bien definidos (teléfono, fax, telex, ...) cada uno de ellos con la justificación de su propia red.

Una postura similar para la diversidad de servicios actuales (documentos, video, voz, datos, automatización, . . .) daría como resultado múltiples redes dedicadas. De lo anteriormente expuesto llegamos al concepto de integración de servicios, una red universal, abierta a todos los servicios de telecomunicaciones, la cual se proporcionará al usuario de igual forma que la electricidad, no solo en términos de un simple acceso físico, sino en términos de procedimientos independientes del servicios requerido

La estandarización internacional ha sido muy importante en la definición de la RDSI. Ya se ha mencionado la cobertura global de las redes de telecomunicaciones, por lo tanto si deseamos interconectar estas redes no es posible que cada país se base en sus propias reglas, deben ser reglas bien definidas y aceptadas universalmente

Así es como la RDSI nació; primero como un concepto, el objeto de numerosas y largas discusiones internacionales, y después como un conjunto de estándares universalmente aceptados, antes de tomar la forma en términos de componentes electrónicos y *hardware*.

**INDICE**

<b>Prologo</b> .....	<b>I</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>III</b>
<b>Indice</b> .....	<b>IV</b>

**PARTE I      INTERFACES USUARIO RED DE LA RDSI**

<b>1.      Introducción</b> .....	<b>2</b>
<b>1.1    Red Digital de Servicios Integrados</b> .....	<b>2</b>
<b>2      Aspectos Generales y Principios de los Interfaces Usuario-Red de la RDSI</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1    Consideraciones Generales</b> .....	<b>5</b>
<b>2.2    Características del Interfaz</b> .....	<b>7</b>
<b>2.3    Configuraciones de Referencia</b> .....	<b>8</b>
<b>2.3.1 Grupos Funcionales</b> .....	<b>9</b>
<b>2.3.2 Puntos de Referencia</b> .....	<b>11</b>
<b>3      Arquitectura de Comunicaciones de la RDSI</b> .....	<b>14</b>
<b>3.1    Tipos de Interfaces de Usuario-Red</b> .....	<b>15</b>
<b>3.2    Estructuras de Interfaz y Canales</b> .....	<b>18</b>
<b>3.3    Estructura de Interfaz Síncrona</b> .....	<b>20</b>
<b>3.3.1 Canal B</b> .....	<b>21</b>
<b>3.3.2 Canal D</b> .....	<b>22</b>

---

3.3.3	Canal H .....	23
3.3.4	Estructura de Interfaz de Acceso Básico .....	24
3.3.5	Estructura de Interfaz de Acceso Primario .....	25
4	Modelo de Referencia del Protocolo de Acceso-Usuario de la Red .....	26
4.1	Flujos de Información .....	26
4.2	Modelo General de Referencia de Protocolo .....	27
5	Capa 1 del Interfaz Usuario-Red .....	31
5.1	Especificación de Capa 1 del Acceso Básico .....	32
5.1.1	Servicios y Tareas de Protocolo de Capa 1 .....	32
5.1.2	Tipos de Conexión .....	33
5.1.3	Estructura de Trama del Acceso Básico .....	35
5.1.4	Control de Acceso al Canal D .....	36
5.1.5	Procedimiento de Activación y Desactivación .....	38
5.2	Especificación de Capa 1 del Acceso Primario .....	40
5.2.1	Cableado, Alimentación y Activación .....	41
5.2.2	Estructura de Trama de Acceso Primario .....	41
6	Capa 2 del Interfaz Usuario-Red .....	44
6.1	El Protocolo de Acceso al Canal D (LAPD) .....	44
6.2	Estructura de la Trama del Protocolo LAPD .....	47
6.3	Transparencia .....	50
6.4	Servicios de Verificación de Trama .....	50
7	Capa 3 del Interfaz Usuario-Red .....	52

---

**PARTE II RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS DE BANDA ANCHA - RDSI-BA**

1	Introducción .....	55
1.1	Demasiadas Redes y Servicios .....	55
2	Principios de la RDSI-BA .....	60
2.1	Modo de Transferencia .....	61
2.2	Modo de Transferencia Asíncrono ATM .....	62
2.2.1	Descripción General .....	62
2.2.2	La Celda .....	63
3	Conceptos de la RDSI-BA .....	67
3.1	Arquitectura General .....	67
3.2	Estructura de Niveles .....	69
3.3	Comutación de Canales Virtuales y Trayectorias Virtuales .....	72
4	Interfaces Usuario-Red de la RDSI-BA y Protocolos .....	74
4.1	Modelo de Referencia de Protocolo de la RDSI-BA .....	74
4.1.1	Nivel de Servicios .....	75
4.1.2	Nivel de Adaptación ATM (AAL) .....	76
4.1.3	Nivel ATM .....	79
4.1.4	Nivel Físico .....	81
4.2	Aspectos Generales del Interfaz Usuario-Red .....	82
4.2.1	Modo de Transferencia .....	82
4.2.2	Velocidades .....	83

4.2.3 Configuración de Referencia del Interfaz Usuario-Red de la RDSI-BA .....	83
<b>Conclusiones .....</b>	<b>86</b>
<b>Glosario de Términos .....</b>	<b>88</b>
<b>Definiciones .....</b>	<b>88</b>
<b>Nemónicos y Abreviaturas .....</b>	<b>93</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>96</b>

## **PARTE I**

# **INTERFACES USUARIO RED DE LA RDSI**

## **1. Introducción**

### **1.1 Red Digital de Servicios Integrados**

En los últimos años el mundo de las redes de telecomunicaciones han atravesado por numerosos cambios evolutivos guiados principalmente por dos factores.

El primero se refiere al incremento de requerimientos por parte del usuario. Aplicaciones tales como procesamiento de palabras, transmisión de documentos, almacenamiento y recuperación de información, correo electrónico, teleconferencias, control de producción, control de inventarios y el diseño auxiliado por computadora; se han convertido en parte importante de las empresas, y requieren de medios más sofisticados de transmisión de información entre computadoras, estaciones de trabajo, servidores de archivos, controladores de proceso y otras máquinas inteligentes.

Dentro del ámbito residencial, la industria de las telecomunicaciones intenta crear una demanda similar a través del desarrollo de servicios de videotexto que permiten el acceso a diversas fuentes de información comercial, la televisión de alta definición y la introducción gradual de servicios de comunicación electrónica basada en las computadoras personales.

El segundo factor en la evolución de las telecomunicaciones se desprende de la convergencia de grandes innovaciones tecnológicas, tales como la digitalización de señales, el desarrollo de medios de transmisión de banda amplia altamente confiables, así como el desarrollo paralelo de software que le permite a la red contar con cierta inteligencia.

Es en este ambiente de cambios y de tecnologías digitales de comunicación que surge la conveniencia económica y la posibilidad técnica de crear una nueva red, flexible, de gran capacidad de transporte, que evolucione a partir de las redes existentes aprovechando su gran penetración mundial (como es el caso de la red telefónica), y sea capaz de integrarlas y adaptarse dinámicamente a la incorporación de futuros servicios, esa red es la llamada Red Digital de Servicios Integrados (RDSI)

De acuerdo a la recomendación I.120 del CCITT (ahora ITU-T) la principal característica del concepto de RDSI es el soporte de un amplio rango de aplicaciones de voz y no voz sobre la misma red. Un elemento clave para los servicios de integración de la RDSI es proporcionar un conjunto limitado de interfaces usuario-red de uso múltiple, evitando así tener diferentes conexiones a diferentes tipos de redes (red pública telefónica conmutada, líneas telefónicas privadas analógicas y digitales, telex y redes de conmutación de paquetes)

De la recomendación G.705, única en ese año y que en 1984 se convertiría en la I.120 se desprende que la evolución hacia la RDSI deberá ser gradual a partir de la actual planta telefónica, viendo como una posible etapa intermedia la Red Digital Integrada (RDI). La RDSI debe ser compatible, en todas sus etapas, con los equipos y redes que estén operando, y deberá coexistir por un buen tiempo con la red analógica. Deberá contemplar la mayor eficiencia en el uso de los recursos instalados y una mínima inversión para la incorporación de nuevos servicios, evitando que aumenten los costos de operación, previendo un esquema gradual y continuo de evolución.

Los esquemas utilizados deberán ser compatibles preferentemente con los sistemas de conmutación de circuitos a 64 Kbit/s. Debe soportar además conmutación de paquetes y conexiones

---

permanentes y semipermanentes. Se propone una estructura de red organizada en niveles o capas con un conjunto estratificado de protocolos. Se prevé la necesidad de contar con "inteligencia" para las funciones de supervisión, mantenimiento y administración de la red.

Apenas iniciado el trabajo de análisis de la comisiones formadas por el CCITT, se identifica como elemento clave en la penetración y estabilidad de las recomendaciones a los interfaces usuario-red, de modo que enfocaremos nuestros esfuerzos a su estudio.

## **2. Aspectos Generales y Principios de los Interfaces Usuario-Red de la RDSI**

### **2.1 Consideraciones Generales**

El objetivo de la RDSI es permitir la implementación de una extensa gama de capacidades de servicio, incluyendo las aplicaciones que no son de voz y las de voz, en la misma red. Un elemento clave de esta integración de servicios es que la RDSI proporciona un juego limitado de interfaces usuario-red normalizados de usos múltiples. Esto permite que los mismos interfaces sean utilizados en instalaciones con diferentes configuraciones.

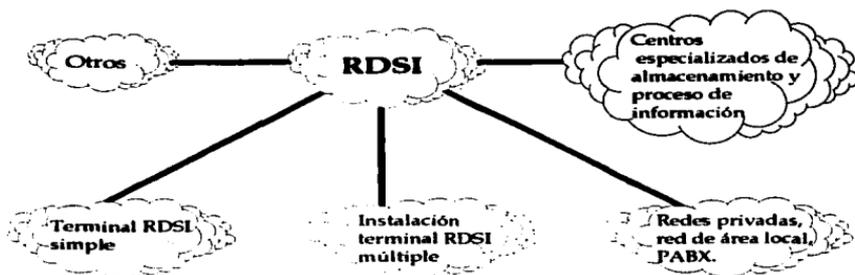
La RDSI se identifica más por las características de los servicios disponibles a través de interfaces usuario-red que por su arquitectura, configuración o tecnologías internas. Este concepto es fundamental ya que permite la evolución independiente de los usuarios, las tecnologías y configuraciones de la red.

En la figura 1.1 se representan algunos ejemplos de interfaces usuario-red de la RDSI. Se identifican los siguientes casos:

- 1) acceso a un solo terminal RDSI;
- 2) acceso a una instalación terminal RDSI múltiple;
- 3) acceso de centrales PAIXX, redes de área local, o más comúnmente, de redes privadas;
- 4) acceso de centros especializados de almacenamiento y proceso de información.

Por otra parte, según sean las disposiciones reglamentarias nacionales al respecto, pueden utilizarse los interfaces usuario-red de la RDSI o los interfaces entre redes para el acceso de:

- 5) redes de servicios dedicados;
- 6) otras redes de servicios múltiples, incluidas las RDSI.



**Figura 1.1 Interfaces usuario-red de la RDSI**

Las recomendaciones sobre interfaces usuario-red deben permitir.

- que diferentes tipos de terminales y aplicaciones utilicen el mismo interfaz,
- que los terminales sean transportables,
- la evolución independiente, tanto de los terminales como de los equipos de red, sus tecnologías y configuraciones.

- la conexión eficaz de centros especializados de almacenamiento y proceso de información y otras redes.

## 2.2 Características del Interfaz

Los interfaces usuario-red se especifican mediante un juego completo de características, que comprenden:

- 1) características físicas y electromagnéticas (incluidas las características ópticas),
- 2) estructura de canales y capacidades de acceso,
- 3) protocolos usuario-red,
- 4) características de mantenimiento y explotación,
- 5) características de calidad de funcionamiento,
- 6) características de servicio.

Se ha adoptado un método estratificado para la definición de interfaces usuario-red de la RDSI, de conformidad con el modelo de referencia OSI.

### 2.3 Configuraciones de Referencia

Para ayudar al desarrollo de implementaciones estándar RDSI, es importante definir una descomposición total de las capacidades de la RDSI. Esto se logra dividiendo en un arreglo abstracto de grupos de funciones que interactúan entre ellos a través de puntos de referencia. Tal descomposición se conoce como *configuraciones de referencia*.

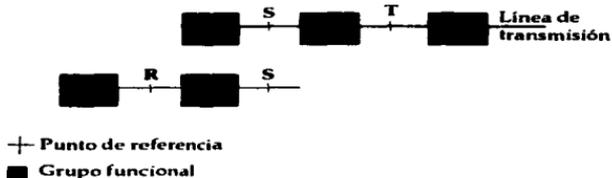


Figura 1.2 Configuración de referencia

Los grupos de funcionales consisten de ciertas combinaciones de funciones físicas y lógicas requeridas para la transmisión y control de las señales para acceder a la RDSI. Estas funciones pueden ser realizadas por uno o más elementos. Los puntos de referencia definen puntos conceptuales de delimitación entre pares de grupos funcionales. Dependiendo de la implementación adoptada, el punto de referencia puede o no corresponder a un interfaz físico.

Estas consideraciones tienen como resultado la forma particular de configuración de referencia de la RDSI mostrada en la figura 1.2

### 2.3.1 Grupos Funcionales

De acuerdo a la figura 1.2, se definen los siguientes grupos funcionales:

⇒ Terminador de red 1 (NT1) forma el intermediario entre la red y el equipo en el lado del cliente en un sentido físico. Este grupo funcional incluye funciones en gran medida equivalentes a la Capa 1 (física) del modelo ISO. Estas funciones están asociadas con la propia terminación física y electromagnética de la red. Las funciones del NT1 son las siguientes:

- terminación de transmisión de línea,
- funciones de mantenimiento de línea de Capa 1 y control de calidad,
- temporización,
- transferencia de potencia,
- multiplexación de capa 1,
- terminación de interfaz.

⇒ Terminación de red 2 (NT2) realiza las funciones de Capa 1, 2 y 3 del interfaz de usuario-red. Las centrales privadas (PABX) o sistemas de intercomunicación son algunos ejemplos de equipos que realizan las funciones de NT2. Las funciones de NT2 son las siguientes:

- tratamiento de protocolo de las Capas 2 y 3,
- multiplexación de las Capas 2 y 3,
- conmutación.

- concentración,
- funciones de mantenimiento,
- terminación de interfaz y otras funciones de Capa 1.

Por ejemplo un PABX sencillo puede proveer funciones NT2 en las Capas 1, 2 y 3. Un controlador sencillo de terminal puede proveer funciones NT2 solo de Capas 1 y 2. Un multiplexor sencillo con distribución en el tiempo puede proveer funciones NT2 solo en la Capa 1.

⇒ El equipo terminal (TE), este grupo funcional incluye funciones de Capa 1, 2 y 3 en el lado del usuario. Los teléfonos digitales, los equipos terminales de datos, PC's y estaciones de trabajo son algunos ejemplos de equipos que proveen las funciones TE. Las funciones del TE son las siguientes:

- tratamiento de protocolo,
- funciones de mantenimiento,
- funciones de interfaz,
- funciones de conexión con otros equipos.

Equipo terminal tipo 1 (TE1), este grupo funcional incluye funciones que pertenecen al grupo funcional TE, con un interfaz que se ajusta a la recomendaciones sobre interfaces usuario-red de la RDSI.

Equipo terminal tipo 2 (TE2), este grupo funcional incluye funciones que pertenecen al grupo funcional TE, pero con un interfaz que se ajusta a recomendaciones sobre interfaces distintas a las recomendaciones sobre interfaces de la RDSI.

- ⇒ Adaptador terminal (TA) proporciona las funciones de adaptación de protocolo de las Capas 1, 2 y 3 de un TE2 a un TE1; de tal forma que la combinación TE2 y TA se comporta como un TE1.

### 2.3.2 Puntos de Referencia

Los grupos funcionales definidos en la configuración de referencia de la RDSI interactúan entre ellos a través de tres distintos puntos de referencia que corresponden a interfaces físicos o virtuales entre grupos.

- ⇒ El punto de referencia S define la separación entre el TE1 o TA de un lado y el NT2 del otro. Si consideramos las funciones del NT2 como de red principalmente, S provee posiblemente una separación entre las funciones lógicas y físicas del usuario final y la red; y por lo tanto corresponde a la frontera entre los dos.
- ⇒ El punto de referencia T marca el interfaz entre el NT1 y el NT2 y permite la separación de estas funciones en grupos diferentes. Esto crea la posibilidad de que las funciones NT1 y NT2 sean proporcionadas por entidades diferentes. Como en el caso del punto de referencia S, T puede marcar la separación entre el usuario y la red, pero solo en el sentido físico.

- ⇒ El punto de referencia R entre el TE2 y el TA maneja equipos terminales no RDSI.  
Permite la conexión de terminales TE2 a la RDSI sin ninguna modificación en el TE2.

Dentro del panorama general de la configuración de referencia de la figura 1.2 pueden existir diferentes arreglos físicos de los grupos funcionales y puntos de referencia. A continuación trataremos algunos de los casos más importantes. Las figuras 1.3 y 1.4 muestran varios arreglos de los grupos funcionales y puntos de referencia.

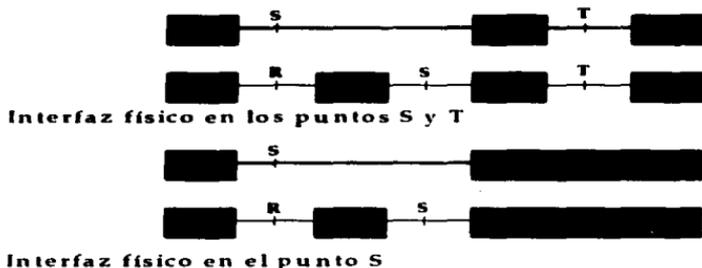


Figura 1.3 Ejemplos de configuraciones de referencia

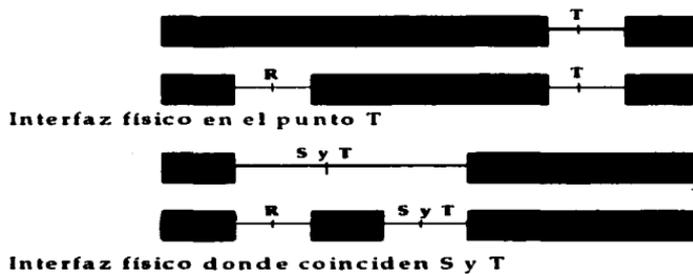


Figura 1.4 Ejemplos de configuraciones de referencia

### **3      Arquitectura de Comunicaciones de la RDSI**

Anteriormente se describieron los servicios integrados de la red digital en términos de configuraciones de referencia - que es una descomposición abstracta de su estructura global en una serie de grupos funcionales y un conjunto de puntos de referencia que sirven como punto de separación entre los grupos funcionales.

Esta representación de la RDSI es muy útil ya que nos permite descomponer la red en un conjunto de componentes que pueden ser especificados individualmente y que interactúan entre sí con interfaces bien definidos. Además, las configuraciones de referencia proporcionan un panorama claro entre las responsabilidades de la red y del usuario.

Ahora fijaremos nuestra atención en el desarrollo de un modelo abstracto que describe los aspectos de la estructura global de las capacidades de comunicación de la RDSI. Esta arquitectura de comunicaciones cubre tres propósitos primarios:

- impone una estructura lógica en los aspectos relacionados con la comunicación de un grupo funcional,
- proporciona un marco conveniente en el cual podemos definir las relaciones físicas y lógicas entre grupos funcionales en comunicación, los tipos de información que fluyen entre ellos y los protocolos que gobiernan su interacción,
- la arquitectura nos permite describir las características de los servicios que la RDSI pone a disposición de los usuarios

### 3.1 Tipos de Interfaces de Usuario-Red

Con respecto a la relación entre el usuario y la red, una RDSI se manifiesta esencialmente en la frontera entre el usuario y la red, lo cual corresponde a los puntos de referencia S, T o U. La parte importante de la RDSI de esta relación se define completamente especificando las características de la interfaz de usuario-red (UNI - User-to-Network Interface).

Se tiene dos consideraciones importantes:

- los servicios disponibles al usuario a través de los puntos de referencia S, T o U; por la red o por proveedores independientes,
- las consideraciones físicas de interconexión y relaciones lógicas de los grupos funcionales TE, NT1, NT2, LE y ET en ambos lados de los puntos de referencia S, T o U.

A este respecto la RDSI describe completamente al usuario especificando las siguientes características:

- Las propiedades mecánicas y electromagnéticas de los dispositivos en el cual el grupo funcional esta implementado y el medio por el cual estos dispositivos están conectados.
- Las estructuras de señalización y protocolos lógicos de interacción empleados por los grupos funcionales en la conexión con otros grupos a través de los puntos de referencia S, T o U.

- \* Las propiedades operacionales, de desempeño y mantenimiento de los grupos funcionales y el medio de conexión.

Como ya se ha mencionado, uno de los objetivos más importantes del desarrollo de la RDSI es estandarizar estas características de la UNI para obtener varios beneficios mayores. En primer lugar, se pueden diseñar y manufacturar componentes RDSI basados en especificaciones bien conocidas y universalmente aceptadas por los proveedores de equipos, lo cual resulta económicamente atractivo. En segundo lugar, los dispositivos de usuario pueden evolucionar independientemente de los equipos de red y de la configuración misma de la red. Finalmente, los dispositivos de usuario pueden conectarse en un punto u otro de la misma red o bien de una red diferente, sin ningún problema de compatibilidad.

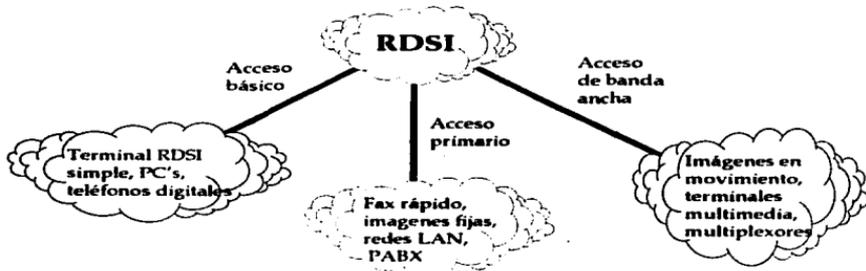
De lo antes expuesto se podría pensar en definir un solo interfaz usuario-red estándar, pero en la práctica se tienen algunos factores en conflicto con esta idea:

- \* Aplicaciones de usuario drásticamente diferentes
- \* Debe proporcionar los requerimientos necesarios para las aplicaciones actuales y futuras que se encuentran en desarrollo o que no han sido concebidas todavía.

De las consideraciones anteriores se tiene que para balancear los requerimientos de eficiencia, universalidad, flexibilidad, baja complejidad, costo bajo y amplia variedad de dispositivos existentes y evolución de dispositivos y aplicaciones, se deben definir varios interfaces usuario-red estandarizados. Tres de estos interfaces se identifican en la figura 1.5, junto con sus aplicaciones. Se

---

conocen como interfaz usuario-red de acceso básico, interfaz usuario-red de acceso primario e interfaz usuario-red de acceso de banda ancha.



**Figura 1.5 Interfaces usuario red de la RDSI**

La UNI de acceso básico se diseñó principalmente para los dispositivos residenciales o usuarios de negocios pequeños. Algunos ejemplos específicos de ellos son los teléfonos digitales, terminales de datos síncronos o asíncronos, computadoras personales, máquinas de fax e impresoras. Los picos de información generados en aplicaciones que involucran este tipo de dispositivos es menor a 100 Kbit/s.

La UNI de acceso primario se diseñó para manejar imágenes fijas, dispositivos de audio de alta calidad, terminales gráficas de alta velocidad y máquinas de fax digitales. También puede

---

manejar componentes de comunicación de datos más complejos tales como controladores de comunicaciones y redes de área local, con una tasa de velocidad no mayor a 2 Mbit/s.

La UNI de acceso de banda ancha proporciona la capacidad requerida para la transmisión de imágenes en movimiento, televisión estándar y de alta definición, videoconferencia. Además de la transmisión de archivos a alta velocidad, recuperación de información y multiplexores multimedia que combinan información de una variedad de fuentes de alta velocidad. Aquí la velocidad se expande a varios cientos de Mbit/s.

Además de las diferencias en velocidades, los tres tipos de UNI descritos se tienen diferencias en el nivel de complejidad físico y lógico de los grupos funcionales, en el grado de control del usuario sobre las conexiones de red, y los tipos de conexión requeridos.

Como resultado están diseñados para diferentes especificaciones eléctricas, deben utilizar diferentes protocolos de señalización usuario-red, y tienen varios tipos de interconexión para llevar las señales eléctricas a través del interfaz.

### 3.2 Estructuras de Interfaz y Canales

Una estructura de interfaz define la capacidad máxima de transmisión de la información a través de un interfaz físico. El valor de esta capacidad es constante pero depende de si la UNI soporta acceso básico, primario o de banda ancha. La estructura de interfaz se divide en uno o más canales, cada uno con una velocidad específica, que lógicamente representa porciones independientes

---

de la capacidad total. La estructura de interfaz se transmite síncrona o asíncronamente sobre un solo medio físico a través de los puntos de referencia S, T o U. La transmisión de la información en un canal puede ser distribuida sobre varios medios.

Los canales existen entre cada par de grupos funcionales en la UNI. La figura 1.6 muestra como los canales terminan en ambos lados en los grupos funcionales. Un canal puede ser dedicado a una aplicación en particular o compartirse entre varias aplicaciones.

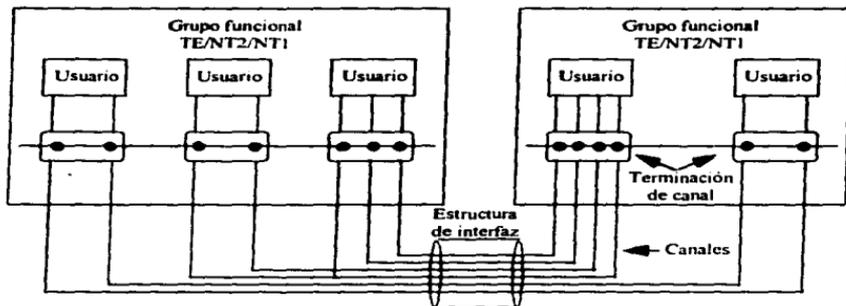


Figura 1.6 Estructura de interfaz usuario-red

Se definen dos tipos de estructuras de interfaz, la estructura de interfaz síncrona y estructura de interfaz asíncrona. Por el momento nos enfocaremos al estudio de la estructura de interfaz

---

sincrona, y dejaremos el estudio de la estructura de interfaz asincrónica para más tarde cuando veamos la Red Digital de Servicios Integrados de banda Ancha (RDSI-BA).

### 3.3 Estructuras de Interfaz Sincrona

La combinación de canales en una estructura de interfaz sincrona se realiza por multiplexación por división de tiempo. Como se muestra en la figura 1.7, la estructura de interfaz consiste de una secuencia continua y periódica de tramas separadas por un canal de trama que se transmiten en forma sincrona a través de los puntos de referencia S, T o U de la UNI a una velocidad dada. Cada trama se divide en un cierto número de espacios de tiempo. Un canal se forma por la asignación permanente de uno o más y no necesariamente contiguos espacios de tiempo en cada trama. La capacidad resultante del canal se determina por la duración de la trama y del espacio de tiempo, por el número de bits de información transportados en el espacio de tiempo y por el número de espacios de tiempo.

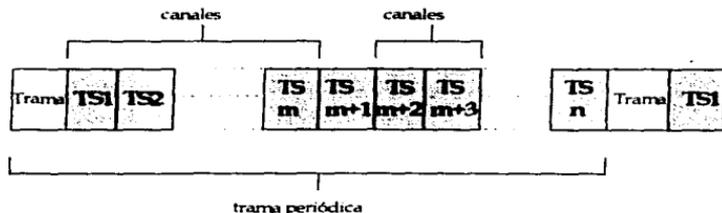


Figura 1.7 Estructura de interfaz sincrona

Cada estructura de interfaz consta de una combinación específica de tres tipos de canales:

- ⇒ canales B;
- ⇒ canales D;
- ⇒ canales H.

### 3.3.1 Canal B

El canal B es un canal de 64 Kbit/s que opera en modo *full-duplex*. Un canal B está previsto para transportar gran variedad de información de usuario a través de los puntos de referencia S, T o U de la UNI. Una característica distintiva del canal B es que no transporta información de señalización para conmutación por la RDSI.

Tres clases de información de usuario se consideran apropiados para transmitirse sobre canales B:

- Voz codificada a 64 Kbit/s.
- Información de datos a velocidades menores o iguales a 64 Kbit/s.
- Voz codificada a velocidades menores a 64 Kbit/s únicamente, o combinada con otros flujos de información digital.

Pueden utilizarse canales B para facilitar el acceso a diferentes modos de comunicación dentro de la RDSI. Ejemplos de estos modos son:

- la conmutación de circuitos,
- la conmutación de paquetes,
- las conexiones semi-permanentes.

### 3.3.2 Canal D

Se han definido dos tipos de canales D para operara a velocidades de 16 Kbit/s y 64 Kbit/s en modo *full-duplex*. Su función principal es la de transmitir información de señalización para comunicaciones por conmutación de circuitos que involucren uno o más canales B entre el usuario y la red. Durante los periodos de tiempo en los que no se necesite para tal propósito, un canal D también puede utilizarse para la transmisión de información de señalización usuario-usuario, conmutación de paquetes de datos a baja velocidad, y señales de telemetría, mediante técnicas de multiplexación y accesos prioritarios para todas las señales de control para solventar cualquier problema.

## 3.3.3 Canales H

Los canales H están previstos para transmitir información de usuario que requiere velocidades mayores de 64 Kbit/s. Ejemplos de flujos de información que requieren velocidades mayores de 64 Kbit/s son:

- fax rápido,
- video para teleconferencias,
- datos de alta velocidad,
- señales de audio de alta calidad,
- flujos de información que han sido adaptados en velocidad o multiplexados conjuntamente,
- información con conmutación de paquetes.

Se han definido cuatro tipos de canales H, la tabla 1 resume los tipos de canales H y sus equivalentes canales B.

	Velocidad Kbit/s	Canales B	Canales H <sub>0</sub>
H <sub>0</sub>	384	6	1
H <sub>11</sub>	1536	24	4
H <sub>12</sub>	1920	30	5
H <sub>21</sub>	32768	512	-
H <sub>22</sub>	44160	690	115
H <sub>s</sub>	135168	2112	352

Tabla 1 Velocidades de los canales H

### 3.3.4 Estructura de Interfaz de Acceso Básico

La estructura de interfaz correspondiente al acceso básico se compone de dos canales B y un canal D (2B+D). El canal D en esta estructura de interfaz tiene una velocidad de 16 Kbit/s, para formar una velocidad agregada de 144 Kbit/s. Los canales B se usan simultáneamente e independientemente de cada uno, en la misma conexión o en conexiones diferentes y transportan la información del usuario. La información de control de llamada de ambos canales B es transmitida en el canal D separada lógicamente, creando un arreglo de señalización *out-of-band* que permite utilizar la capacidad total del canal B para la transmisión de información de usuario.

Este tipo de arreglo permite la posibilidad de dos comunicaciones simultáneas e independientes de voz o datos, ya sea por el mismo o diferentes terminales a través de una sola UNI. Un canal B puede utilizarse para una llamada de voz, mientras el otro canal B puede utilizarse para una comunicación de datos, fax, video a baja velocidad o cualquier otra señal con una velocidad menor a 64 Kbit/s.

Además de manejar la información de control de la llamada para los canales B, el canal D crea la posibilidad, como ya se ha mencionado, de una tercera conexión para la transmisión de información de control y datos de baja velocidad entre usuarios.

### 3.3.5 Estructura de Interfaz de Acceso Primario

La estructura de interfaz de acceso primario esta diseñada para manejar aplicaciones que requieren más de dos conexiones simultáneas y/o velocidades mayores a 64 Kbit/s. Se han definido dos configuraciones distintas correspondientes a las velocidades primarias de 1544 y 2048 Kbit/s.

La estructura se compone de 23 ó 30 canales B y un canal D de señalización; este canal D tiene una velocidad de 64 Kbit/s. Nuevamente, el canal B transporta la información de usuario, mientras que el canal D maneja las señales de control de la llamada. La estructura de interfaz de 23B+D corresponde a la norma americana y la estructura de interfaz de 30B+D corresponde a la norma europea que es la más utilizada en el mundo y que se maneja en México.

#### **4. Modelo de Referencia del Protocolo de Acceso-Usuario de la Red.**

La estructura de interfaz definida previamente proporciona la capacidad de transmisión para el intercambio de información entre los grupos funcionales en ambos lados de la UNI. Ahora consideraremos a los grupos funcionales mismos y estudiaremos un modelo por el cual se pueden describir su estructura lógica y su interacción con otros grupos funcionales. El modelo utiliza los conceptos y terminología del modelo OSI.

##### **4.1 Flujos de Información**

Desde el punto de vista del usuario, la información transmitida sobre la RDSI se puede clasificar en cuatro tipos:

- información de usuario (canales B, H y D - telemetría),
- información de control (D),
- señalización usuario-usuario (D),
- información de administración de la red.

La información de usuario consta de informaciones de voz, datos, texto, etc. También incluye información de control tales como reconocimientos, secuencias numéricas y cantidades de control de flujo. Físicamente, esta información existe entre todos los grupos funcionales adyacentes. En un

---

sentido lógico la información existe entre grupos funcionales TE y en aquellos donde la información es procesada.

La información de control contiene información de señalización para el establecimiento, operación y desconexión de las comunicaciones. También están asociados con la modificación de las características del servicio de una conexión establecida, la indicación del estado y control de los servicios suplementarios.

Físicamente, está información existe en todos los grupos funcionales adyacentes. Lógicamente, la información es relevante a un subconjunto de los grupos funcionales.

La información usuario-usuario contiene información de control que es transparente a la red, pero relevante para los usuarios. Lógicamente existe solo entre TE's. Físicamente están presentes en todos los grupos funcionales.

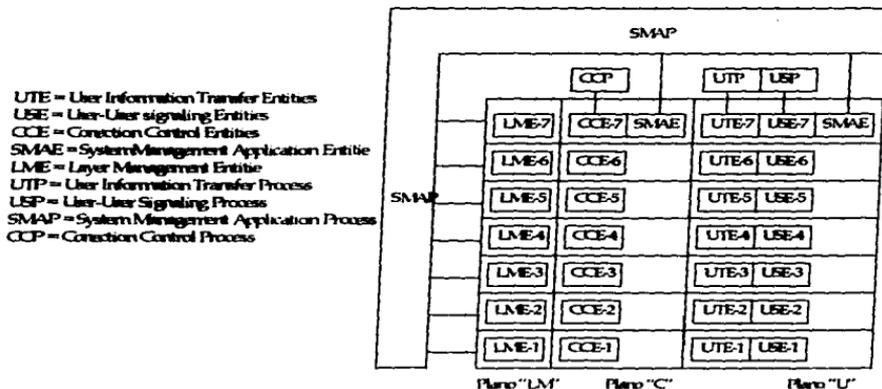
#### 4.2 Modelo General de Referencia de Protocolo

El principio de capas (niveles) del modelo OSI nos lleva a la representación de la capacidad total de comunicación de un grupo funcional como se muestra en la figura 1.8. En forma horizontal un grupo funcional se descompone en tres planos de funciones de comunicación, el plano de usuario (U), el plano de control (C) y el plano de administración de capa (LM).

El plano U controla la transferencia de la información de usuario, así como cualquier información de señalización usuario-usuario y la información de administración que intercambian los

---

usuarios, generalmente no es capaz de modificar el estado de la conexión. Desde el punto de vista de la estructura de interfaz, el plano U está normalmente relacionado con los canales B, H, pero puede involucrar también el canal D.



UTE = User Information Transfer Entities  
 USE = User-User signaling Entities  
 CCE = Connection Control Entities  
 SMAE = System Management Application Entity  
 LME = Layer Management Entity  
 UTP = User Information Transfer Process  
 LSP = User-User Signaling Process  
 SMAP = System Management Application Process  
 CCP = Connection Control Process

Figura 1.8 Modelo del protocolo de referencia para un grupo funcional

El principal objetivo del plano C es transportar la información de control. Proporcionar las funciones para el establecimiento y desconexión de la comunicación, controla el uso y características de una conexión establecida y permite el acceso para servicios suplementarios. El plano C está normalmente asociado al canal D.

El conjunto de funciones de los planos U y C se descomponen a su vez en siete capas, tal como se muestra en la figura 1.8, de acuerdo al modelo OSI

Cada capa en los planos U y C contienen una o más entidades que se comunican con sus entidades correspondientes en otro grupo funcional a través de la UNI con el propósito de transferir los diferentes flujos de información. Por lo tanto, las entidades de transferencia de información de usuario (UTE) corresponden al los flujo de información de usuario, las entidades de señalización usuario-usuario (USE) están asociadas a los flujos de señalización usuario-usuario, y las entidades de control de conexión (CCE) rigen la transferencia de los flujos de control de información. La capa 7 de los planos U y C también contienen la entidad de aplicación de administración del sistema (SMAE) que corresponde al flujo de información de administración.

Asociado a cada uno de los planos U y C está el plano LM, el cual se divide también en siete capas - LM1 a LM7 Cada una de estas capas contiene una entidad de administración de capa (LME), la cual maneja los recursos de sus correspondientes entidades de plano U y C e intercambia información relacionada a estos recursos con su correspondiente entidad de administración de capa en otro grupo funcional

En la capa 1 las entidades en los planos U y C están soportadas por el medio físico que se encarga de transportar las señales eléctricas que representan el flujo de información entre grupos funcionales.

En la capa 7 las entidades en los planos U y C funcionan de interfaz, los procesos de aplicación de los usuario, que corresponde a la parte más alta de la arquitectura de comunicación. Generalmente, se definen cuatro tipos de procesos de aplicación. Los UTE-7 o USE-7 localizados en

---

U-7 funcionan como interfaz con un proceso de transferencia de información de usuario (UTP) o un proceso de señalización usuario-usuario (USP) con el propósito de transportar flujos de información de usuario o flujos de información de señalización usuario-usuario, respectivamente. El CCE-7 en C-7 interactúa con un proceso de control de conexión (CCP) y permite el posterior establecimiento, manipulación y terminación de las conexiones. El SMAE funciona como interfaz con el proceso de aplicación de administración de sistema (SMAP) para transportar la información de administración de sistema a otro SMAP.

La interacción entre entidades de capa 7 y los procesos de aplicación tienen lugar a través de un interfaz hombre-máquina y están gobernados por un protocolo que está fuera del contexto de la arquitectura de comunicación.

En lo que concierne al plano LM, cada una de sus entidades interactúa con el SMAP con el propósito de administrar los recursos de las capas en los planos U y C.

## **5 Capa 1 del Interfaz de Usuario-Red**

La capa 1 es responsable por la transmisión bidireccional a través de los puntos de referencia R, S, T, U y V de las señales electromagnéticas que representan las cantidades lógicas en los canales B, D y H. Para lograr esta tarea se requiere la implementación de una estructura física de señalización y control en los dispositivos que forman los grupos funcionales. Además se requiere del medio físico. La especificación detallada de la capa 1 incluye al menos las siguientes facilidades:

- Características eléctricas y ópticas de los generadores y receptores de la señal.
- El diseño de las señales en términos de sus códigos de línea, amplitudes, formas de onda tiempos y composición espectral.
- Las características eléctricas y físicas del medio, así como su topología y configuraciones mecánicas
- El suministro de alimentación a los componentes de TE1, TE2, TA, NT1, NT2, LT y ET.
- La organización de los flujos de información, incluyendo la adaptación de velocidad y asignación de canales.
- La multiplexación de los canales B, D y H y el suministro de sincronización.
- Control de acceso al canal D en configuración multipunto donde el canal es usado por más de un grupo funcional o más de un flujo de información, para compartir ordenadamente su capacidad
- Activación y desactivación del equipo de red.
- Procedimientos de mantenimiento y monitoreo de desempeño

Como se hizo notar anteriormente, dada la amplia gama de aplicaciones actuales y futuras y sus correspondientes velocidades y complejidad en los equipos es necesario desarrollar varias versiones de capa 1 para las estructuras de interfaz de acceso básico, acceso primario y acceso de banda ancha.

#### 5.1 Especificación de Capa 1 del Acceso Básico

La responsabilidad de la capa 1 para la estructura de interfaz de acceso básico se implementa en los puntos de referencia S y T - es la transmisión bidireccional de la información contenida en cualquier estructura de interfaz básica 2B + D, B + D ó D sobre un medio de interconexión entre TE y NT. Recomendación I.430.

##### 5.1.1 Servicios y Tareas de Protocolo de Capa 1

La capa 1 proporciona los siguientes servicios:

- Un procedimiento de activación y desactivación para que los NT y TE puedan ponerse en modo de consumo bajo.
  - Un procedimiento para regular el acceso ordenado a los recursos del canal D.
  - Funciones de diagnóstico y mantenimiento a través de los puntos de referencia S y T, incluyendo el estado del equipo.
-

- \* Capacidad de transmisión de los flujos de información B y D sobre el medio físico entre TE y NT.

Para el acceso básico se recomiendan tres tipos de conexión: **Punto a Punto**, **Bus Pasivo Corto** y **Bus Pasivo Extendido**.

### 5.1.2 Tipos de Conexión

La conexión punto a punto (figura 1.9a) está limitada a 6 dB de atenuación, la terminal puede estar colocada hasta 1000 metros del terminador de red. En el Bus Pasivo corto (figura 1.9b) la ubicación de los terminales (máximo 8) está restringido por la dispersión de los pulsos transmitidos simultáneamente en el mismo par y la longitud se limita a 100-200 metros, según la impedancia del cable y con una colocación arbitraria de los terminales.

En la opción de Bus Pasivo Extendido (figura 1.9c) las terminales se encuentran agrupadas a no más de 50 metros entre ellas y pueden ubicarse hasta 500 metros del terminador de red. La impedancia resistiva que debe terminar el Bus es de 100 ohms en cada extremo.

Para todos los casos, el NT deriva su temporización de la red y el TE obtiene su temporización de la señal recibida del NT.

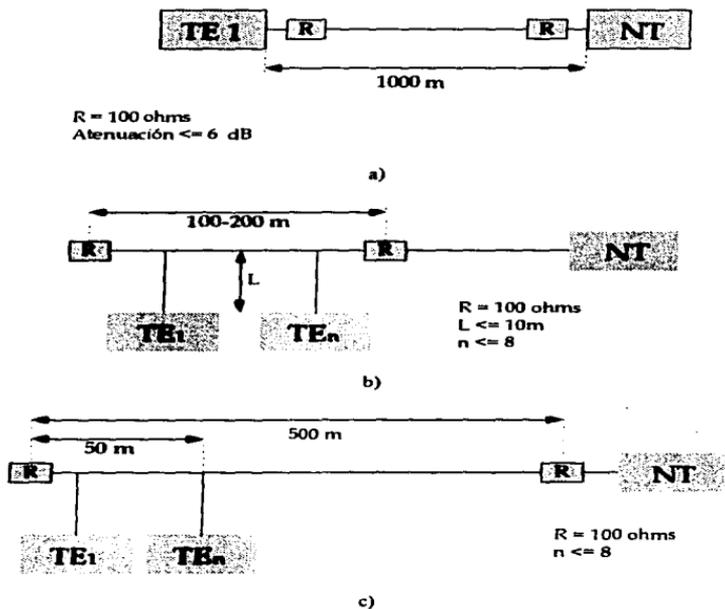


Figura 1.9 Tipos de conexión

### 5.1.3 Estructura de Trama del Acceso Básico

Dado que varias terminales pueden transmitir simultáneamente en el mismo Bus (mismo par) se escogió una técnica de multiplexaje por división de tiempo, los flujos están organizados en tramas de 48 bits transmitidos sincronamente a 250 us, a una velocidad de 4000 tramas por segundo, para un total de 192 Kbit/s.

La estructura de la trama se muestra en la figura 1.10. La estructura es la misma para las configuraciones punto-a-punto y punto-a-multipunto, pero depende de la dirección de transmisión.

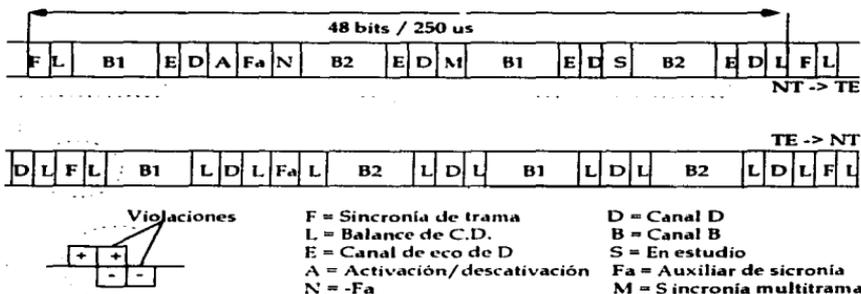


Figura 1 10 Estructura de la trama de acceso básico

El bit F es un cero lógico y siempre se codifica como una violación al código de línea.

El bit L mantiene el balance de C D para un cierto conjunto de bits precedentes.

Los bits B1, B2 y D transportan la información de sus respectivos canales.

El bit E es el eco de lo que NT ha recibido en el bit D.

El bit A provee un mecanismo de activación y desactivación por señalización dentro de la trama.

El bit Fa es un auxiliar para la alineación de trama. En el sentido NT a TE, Fa o N asegura que existirá una violación al código antes del bit 15, ya que uno de los dos siempre será un cero lógico. En el sentido TE a NT, Fa es normalmente un cero lógico y asegura una violación.

El bit N es siempre el complemento lógico de Fa.

El bit M se utiliza para alineación multitrama.

El bit S se encuentra en estudio y es normalmente cero.

Como puede observarse la estructura de la trama no es simétrica, en una dirección NT transmite un bit de paridad al final de cada trama, mientras que en dirección opuesta cada TE es responsable de transmitir un bit de paridad en cada campo de la trama que esté utilizando.

#### 5.1.4 Control de Acceso al Canal D

Sólo una terminal, a la vez, puede transmitir en un canal B, y en general, el NT es el encargado de autorizar el acceso al canal. Cuando un canal B no está en uso, el TE debe transmitir unos binarios.

La solicitud de acceso, (descrito en I.450 e I.451), se realiza a través del canal D.

Todas las terminales deben estar sincronizadas, en modo esclavo, al NT de modo que no se interfieran mutuamente.

Cualquier terminal puede transmitir en el canal D, y debe utilizarse algún mecanismo de contención, para resolver los casos de conflicto.

El mecanismo utilizado para el acceso al canal D se apoya en la utilización de un bit de eco (E), en el que NT repite lo que recibe en su canal D, de modo que antes de transmitir el siguiente bit D, todas las terminales deben haber recibido el eco del bit anterior.

Para comenzar a transmitir una terminal debe verificar que el canal D se encuentra libre, o sea esperar la aparición de una "cantidad determinada" de unos. El nivel 2 del protocolo del canal D, asegura que nunca aparezca esa cantidad de unos, durante una transmisión. Una vez que se detecta el canal libre la terminal puede comenzar a transmitir, pero escuchando su propio eco.

Si existirá alguna discrepancia entre el bit transmitido y el bit recibido en el canal de eco, se detiene inmediatamente la transmisión (pues es evidencia de que simultáneamente más de una terminal comenzó a transmitir) y se espera nuevamente por el indicador de canal libre

Las características eléctricas de Bus, hacen que un cero binario prevalezca sobre un uno binario transmitido. De modo que, no ocurra nunca una interferencia destructiva y el protocolo asegura que como máximo al tercer octeto transmitido sólo una terminal estará usando el canal D y podrá terminar su transmisión exitosamente.

---

Por medio de una asignación de prioridades (la cantidad de unos para decidir canal libre) se asegura el uso equitativo del canal D, para todas las terminales. Una vez que un equipo ha terminado una transmisión exitosa, debe esperar un bit más para transmitir nuevamente, y del mismo modo se asegura que la señalización tenga mayor prioridad sobre otro tipo de información (tabla 2).

Prioridad	Contenido	Cuenta Normal	Cuenta Larga
1	señalización	8	9
2	no señalización	10	11

**Tabla 2 Asignación de prioridades**

Una vez que se detecta la ocurrencia de la cuenta larga, o sea que todos los ET han tenido oportunidad de transmitir en el canal D, las terminales regresan su prioridad a la cuenta normal.

### 5.1.5 Procedimiento de Activación y Desactivación

Este procedimiento de activación supone que el NT o el TE se encuentran inactivos. Se realiza un intercambio de señales que esta descrito por medio de una matriz de estados finitos en la que a partir de un estado y una señal (INFO) recibida se ejecutan algunas acciones y se pasa a otro estado. Ver figura 1.11.

Las señales definidas son:

Señal	Descripción	Origen	Función
INFO0	Ausencia de señal	-	Bus inactivo
INFO1	Secuencia continua	TE	inicia activación el TE
INFO2	Trama normal con todos los	NT	
INFO3	Trama normal	TE	TE sincronizado
INFO4	Trama normal	NT	NT enlace establecido



Figura 1 11 Activación iniciada por TE

Las características del interfaz de acceso básico pueden resumirse en:

- Transmisión en cuatro hilos, acoplamiento con transformador
- Velocidad nominal de transmisión 192 Kbit/s
- Longitud de trama de 48 bits

- Código de línea Inversión Alternada de Espacios (ASI).
- Sincronía de trama por violaciones al código de línea (2 ceros binarios con la misma polaridad) al inicio de cada trama.
- Nivel de los pulsos 750 mV pico, los ceros binario prevalecen sobre los unos.
- Alimentación en varias configuraciones (-40 V).
- Consumo:
  - Máximo activo: 380 mW**
  - Máximo inactivo: 25 mW**
- Activación y desactivación por señalización dentro de la trama.
- Configuraciones: Punto a Punto, Bus Pasivo Corto y Bus Pasivo Extendido.

## 5.2 Especificación de Capa 1 del Acceso Primario

Las características de capa 1 se derivan de las especificaciones para los sistemas de transmisión PCM.

La Capa 1 de la estructura de interfaz de acceso primario, tiene como propósito la transmisión bidireccional de las versiones de la estructura de interfaz primaria a través de los puntos de referencia S y T.

### 5.2.1 Cableado, Alimentación y Activación

Hay varias diferencias importantes en diseño entre el acceso básico y el primario.

Debido a la dificultad de proporcionar temporización común a varias terminales en el Bus, sólo se considera la configuración punto a punto entre el NT y el TE. El cableado consiste en dos pares metálicos simétricos con una impedancia de 120 ohms o cable coaxial de 75 ohms, un par para cada dirección de la transmisión.

Bajo circunstancias normales no se proporciona alimentación a través del interfaz, así que cada equipo debe ser alimentado localmente.

El interfaz se mantiene en estado activo, eliminando la necesidad de los procedimientos de activación y desactivación. Debido a la restricción de la configuración punto a punto, no es necesario tampoco un control de acceso múltiple sobre el canal D.

### 5.2.2 Estructura de Trama del Acceso Primario

Los flujos de información están organizados en dos formatos distintos de trama, de acuerdo a las dos versiones de interfaces de acceso primario

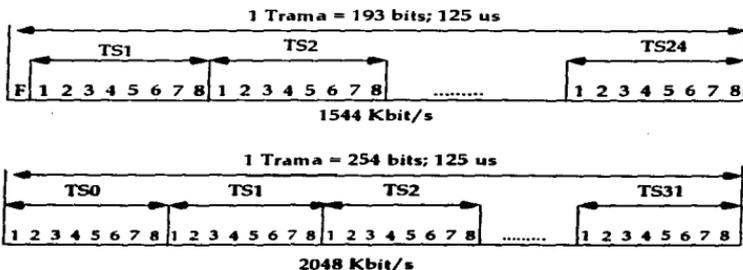


Figura 1.12 Estructura de las tramas de acceso primario

En el interfaz de 1544 Kbit/s la estructura de trama contiene 24 grupos de 8 bits combinados con un bit adicional para un total de 193 bits. La estructura de trama es la misma en ambas direcciones de transmisión como se muestra en la figura 1.12.

Cada trama se transmite en 125 us, a una velocidad de 8000 tramas por segundo, para un total de 1544 Kbit/s. Cada grupo de 8 bits es transmitido en un espacio de tiempo de 5,18 us, a una velocidad de 64 Kbit/s. El canal D se localiza en el espacio de tiempo 24.

En el interfaz de 2048 Kbit/s la estructura de trama contiene 32 grupos de 8 bits para un total de 256 bits. La estructura de trama es la misma en ambas direcciones de transmisión como se muestra en la figura 1.12.

Cada trama se transmite en 125  $\mu$ s, a una velocidad de 8000 tramas por segundo, para un total de 2048 Kbit/s. Cada grupo de 8 bits es transmitido en un espacio de tiempo de 3,91  $\mu$ s, a una velocidad de 64 Kbit/s. El canal D se localiza en el espacio de tiempo 16.

## **6 Capa 2 del Interfaz de Usuario-Red**

### **6.1 El Protocolo de Acceso al Canal D (LAPD)**

El LAPD es un caso particular de los protocolos de control de enlace de datos (HDLC) definidos por ISO. Es independiente de la velocidad de transmisión y utiliza el canal D.

Realiza las siguientes funciones:

- **Provee una o varias conexiones en el canal D, identificados mediante un Identificador de Conexión de Enlace de Datos (ICED).**
- **Difusión de mensajes a todos los equipos.**
- **Delimitación, alineación y transparencia de las tramas de información**
- **Control de secuencia de información y flujo.**
- **Detección de errores y notificación a la entidad de gestión en los casos que no pueda corregirse**
- **Recuperación de la condición de error.**

Se han definido tres tipos de información que pueden transmitirse en el cana D:

- **S señalización**
  - **P datos en modo paquete**
  - **T telemetría**
-

Todos los protocolos HDLC, emplean transmisión en tramas. Cada trama contiene una dirección de origen o destino de la transmisión. La capacidad de mantener simultáneamente varios flujos de información provenientes de diversas terminales, distingue a LAPD de los otros protocolos. Para lograr esto, LAPD utiliza dos octetos en su campo de dirección: uno identifica el extremo terminal (TEI) y el otro el punto de acceso a servicios (SAPI).

De este modo :

$$\text{DLCI} = \text{SAPI} + \text{TEI}$$

donde:

**DLCI = Data Link Connection Identifier;**

**SAPI = Service Access Point Identifier;**

**TEI = Terminal Endpion Identifier**

Cada equipo terminal, conectado a un interfaz tiene un TEI asignado. La asignación puede realizarse automáticamente, cuando el equipo se conecta al interfaz, manualmente por el usuario o estar definida por el fabricante. El procedimiento de asignación automática lo realiza el NT y puede utilizar dos métodos alternativos:

- \* Mantener una base de datos con todos los TEI en uso.
- \* Ante una solicitud de TEI por parte de una terminal, enviar a todos los equipos un mensaje para verificar si algún otro tiene asignado el mismo identificador

Normalmente un equipo utiliza un solo TEI, al cual pueden corresponderle varios SAPI. Cuando NT transmite, envía el DLCI de destino, mientras que cuando transmite un equipo terminal envía DLCI de origen. Existe también un TEI definido para cada difusión y todos lo equipos conectados al interfaz lo reconocen.

En la figura 1.13 se muestra una conexión de enlace de dato, con varios identificadores.

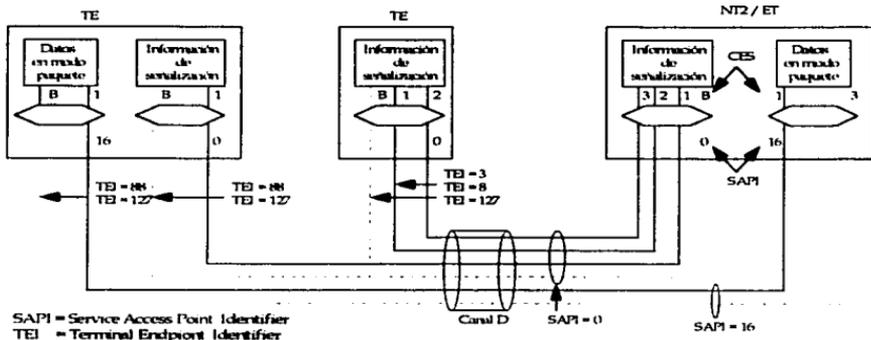


Figura 1.13 Relación entre TEI, SAPI y CES en un enlace multipunto

## 6.2 Estructura de la Trama del Protocolo LAPD

La estructura de las tramas, se muestra en la siguiente figura 1.14. Todas las tramas comienzan y terminan con la bandera (01111110). En algunas aplicaciones, la bandera de cierre puede también utilizarse como bandera de apertura de la siguiente trama.

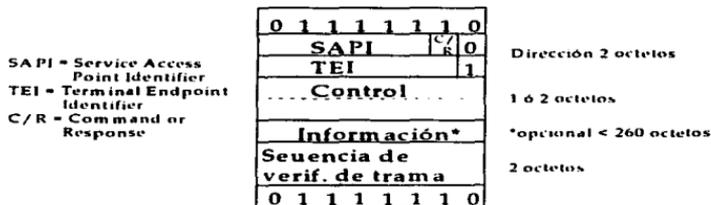


Figura 1.14 Estructura de las tramas LAPD

El campo de dirección consiste de dos octetos. Identifica al destino de una instrucción y al origen de un respuesta. La dirección se compone del SAPI y el TEI.

El bit C/R indica si se trata de una trama de instrucción o de respuesta, de acuerdo a la siguiente convención (tabla 3):

Tipo de trama	Origen	I/R
Instrucción	NT	1
	TE	0
Respuestas	NT	0
	TE	1

Tabla 3 Bit C/R

El identificador del punto de acceso a servicio (SAPI), Puede identificar 64 puntos de acceso de los cuales se han normalizado:

- 0 procedimientos de control de llamada
- 1 comunicaciones en modo paquetes utilizando I.451
- 16 comunicaciones en modo paquetes utilizando X.25
- 63 procedimientos de gestión de Capa 2

El identificador de punto extremo terminal (TEI), está asociado con un equipo terminal (TE). Se han definido las siguientes asignaciones:

- 0-63 equipos con asignación de TEI no automática
- 64-126 equipos con asignación de TEI automática
- 127 difusión (reconocida por todos los equipos)

El campo de control, comprende uno o dos octetos según el tipo de trama. Las tramas pueden ser:

- I Información numerada. Formato multitrama módulo 128.
- U Información no numerada. Sin acuse de recibo.
- S Supervisión

Las tramas I y S contienen dos octetos de control, mientras que las tramas U sólo uno.

Algunos mensajes recomendados son:

Control de flujo:	<b>RR</b>	receptor preparado
	<b>RNR</b>	receptor no preparado (condición de ocupado)
	<b>REJ</b>	rechazo (solicitud de retransmisión)
Control de enlace:	<b>SABME</b>	inicio de modo numerado
	<b>DM</b>	modo desconectado (no acepta modo numerado)
	<b>UI</b>	información no numerada, difusión
	<b>DISC</b>	desconexión (termina modo numerado)
	<b>UA</b>	Acuse de recibo no numerado
	<b>FRMR</b>	trama rechazada (con acuse de rechazo)
	<b>XID</b>	identificación

El campo de información es opcional y comprende un número entero de octetos que no debe exceder de 260

---

### 6.3 Transparencia

Las banderas iniciales y finales de una trama sirven para delimitar el inicio y fin de la misma y se compone de la secuencia: **0 1 1 1 1 1 1 0**

Para asegurar la transparencia en el nivel 2 de la transmisión (evitar la simulación de bandera o secuencias de aborto de trama), se analizará el contenido de la trama, entre las banderas, y se insertará un cero después de cinco unos consecutivos. El receptor deberá eliminar cualquier cero que siga a cinco unos consecutivos.

### 6.4 Secuencia de Verificación de Trama

La función de la secuencia de verificación de trama (FCS) es la de permitir al receptor detectar cualquier error que haya ocurrido durante la transmisión de la trama. Consiste en 16 bits de información de verificación de paridad que son procesados en el lado emisor antes de la compresión de los bits contenidos en los campos de las direcciones, control e información, si es que están presentes.

Se consideran tramas no válidas a aquellas que:

- \* no están delimitadas por banderas,
- \* contienen menos de 6 octetos en tramas no numeradas,
- \* contiene menos de 5 octetos en tramas numeradas.

## Interfaces Usuario Red de la RDSI

---

- no contienen un número entero de octetos,
- contienen error en la secuencia de verificación de trama,
- contienen un campo de dirección de un solo octeto.

Además, la recepción de seis o más bits consecutivos en uno, se interpreta como aborto de trama.

**7 Capa 3 del Interfaz de Usuario-Red**

Las funciones del nivel 3 del protocolo del canal D son:

- reconocer y validar los formatos de los mensajes del nivel 3,
- administración de temporizadores,
- administración de los recursos asignados a una llamada (canal B, canales lógicos, etc.),
- detección de fallas,
- multiplexaje,
- enrutamiento y conmutación,
- verificación de compatibilidad

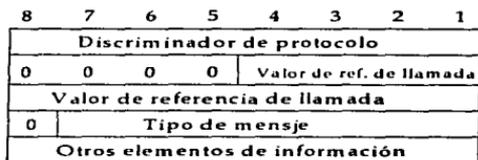
Por medio de este nivel del protocolo se asegura el control de los enlaces, supervisión de las llamadas y negociación de los servicios suplementarios.

Cuando existe señalización consolidada, o sea que se envía señalización correspondiente a un interfaz multiplexado en un otro interfaz (por ejemplo en acceso primario), el protocolo permite una identificación inequívoca del canal por medio del elemento de identificación de canal.

Emplea técnicas de señalización fuera de banda, está orientado a mensajes y utiliza un formato modular de longitud variable. Por medio de elementos de información que pueden utilizarse u omitirse en cada mensaje particular, permite una expansión sencilla para futuras necesidades.

---

La figura 1.15 muestra la estructura general del mensaje de protocolo del canal D.



**Figura 1.15 Estructura general del mensaje de protocolo del canal D**

Diferentes elementos de información, usados en conjunto, definen los atributos de cada llamada y reservan o seleccionan los recursos necesarios en la red.

Algunos de los mensajes típicos de nivel 3 son:

<b>SET UP</b>	solicitud de establecimiento
<b>SET UP RECEIVED ADDRESS</b>	solicitud de establecimiento incompleto
<b>CALL PROCEEDING</b>	la llamada esta siendo procesada
<b>ALERTING</b>	indicación a abonado llamado
<b>CONNECT</b>	respuesta de abonado llamado
<b>DISCONNECT</b>	solicitud de desconexión
<b>RELEASE</b>	confirmación de liberación
<b>RELEASE COMPLETE</b>	todos los recursos liberados.

**PARTE II**

**RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS DE  
BANDA ANCHA - RDSI-BA**

## **1. Introducción**

Las telecomunicaciones están evolucionando hacia lo que se llama red digital de comunicación de banda ancha, frecuentemente referida como Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha (RDSI-BA), en la que se está trabajando arduamente debido a que han surgido - y ha surgido también la necesidad de - muchos servicios a distancia con requerimientos muy diversos y algunas veces desconocidos todavía; por ejemplo, servicios de entrenamiento multimedia que aún son materia de estudio y experimentación, servicios de televisión de alta definición, videoconferencia, educación en casa, etc.

La evolución tecnológica también ha tenido un papel importante en la conformación de la RDSI-BA, avances tecnológicos como la fibra óptica, el procesamiento digital de señales y la integración a gran escala (VLSI)

### **1.1 Demasiadas Redes y Servicios**

La evolución de las redes de telecomunicación hacia lo que se llama red digital de servicios integrados de banda ancha RDSI-BA (B-ISDN, por sus siglas en Inglés) está siendo guiada por el surgimiento - y también por la necesidad - de un gran número de servicios con requerimientos muy diversos, por ejemplo la televisión de alta definición (TVHD), la videoconferencia, la transferencia de datos a alta velocidad, la videotelefonía, el aprendizaje a distancia y el servicio de video sobre

---

demanda. Esta diversidad genera la necesidad de una red universal lo suficientemente flexible para ofrecer todos estos servicios.

Actualmente, para soportar la demanda de servicios existen demasiadas redes - caracterizadas por su especialización - cada una con sus propios protocolos, equipamientos y funciones de transmisión. Pero el objetivo de todas estas redes es el mismo: transferir información.

Entre otras tenemos las siguientes redes:

- La red telefónica usa sistemas orientados a conexión que transfieren flujos de información constante a baja velocidad (64 Kb/s) con control del retardo y de la variación del retardo.
- Las redes de computadoras varían en características. Algunas usan sistemas no orientados a conexión mientras que otras emplean sistemas orientados a conexión. El ancho de banda varía enormemente. En general, los servicios de datos son mucho más tolerantes a las variaciones en el retardo y menos sensibles al retardo que ningún otro sistema de comunicaciones.
- La televisión por cable es una transmisión no orientada a conexión y muy insensible al retardo, pero requiere baja variación en el retardo y un gran ancho de banda constante.
- La videoconferencia es una transmisión orientada a conexión que requiere un gran ancho de banda al igual que la TV, pero debido a que es también interactivo es sensible al retardo.

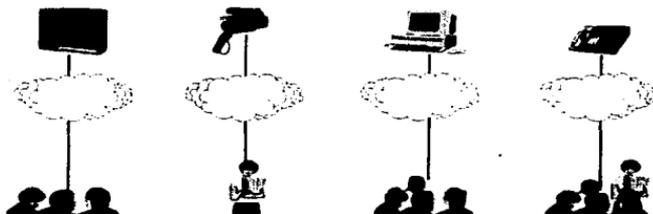


Figura 2.1 Redes existentes

	Teléfono	Datos	TV Cable	Video Conferencia
Sin conexión		X	X	
Orientado a conexión	X	X		X
Retardo	Sensible	Insensible	Insensible	Sensible
Variación en retardo	Sensible	Insensible	Sensible	Sensible
Ancho de Banda	Bajo	Rango Amplio	Alto	Alto
Vel. Constante	X		X	X
Vel. Variable		X		

Tabla 4 Características de los servicios

La Figura 2.1 muestra las diferentes redes y la Tabla 4 resume los requerimientos de sus servicios

Una consecuencia importante de esta especialización de servicios es la existencia a nivel mundial de un gran número de redes independientes. Cada una de estas redes se encuentra separada, con equipo diferente, personal de mantenimiento y cableado. Todo esto representa una situación algo problemática en términos de costo, de gastos generales de mantenimiento y de administración asociados con ellos.

Integrar estas redes significaría un rediseño masivo de todo nuestro sistema de telecomunicaciones - una aventura costosa que quizá nunca seamos capaces de justificar. Pero requerimos rediseñar nuestras redes de telecomunicación de todas formas por una razón diferente; existe una creciente necesidad de incrementar radicalmente el ancho de banda de los enlaces de comunicación.

Las aplicaciones por computadora usadas para soportar negocios han mostrado un apetito voraz por el ancho de banda. En la mayoría de los sistemas de información el actual cuello de botella es la red. El poder en el CPU, la memoria y los requerimientos de almacenamiento están creciendo exponencialmente cada día, así como también la información que manipulamos ha crecido en tamaño. Por ejemplo, los sistemas distribuidos CAD/CAM y las aplicaciones médicas de imagen podrían consumir fácilmente capacidades de red de gigabits por segundo.

El arribo de nuevos servicios de telecomunicaciones genera nuevas necesidades para la red de telecomunicación, para la cual pueden requerirse nuevas técnicas de telecomunicación (llamadas *modos de transferencia*) que ofrezcan ventajas sobre las existentes. En función de los

---

nuevos servicios y de la tecnología existente se definió un nuevo modo de transferencia para RDSI-BA: el Modo de Transferencia Asíncrono (ATM). ATM permite integrar voz, video y datos en una misma tecnología de red; seleccionado por el CCITT en 1987, se emitieron sus primeras recomendaciones que especifican los detalles del uso de ATM para RDSI-BA hasta 1990.

## **2. Principios de la RDSI-BA**

La CCITT (ahora ITU-T) en su recomendación I.113 define a RDSI-BA como un servicio o sistema que maneja canales de transmisión capaz de soportar velocidades más altas que del tipo primario (64 Kbit/s).

Las recomendaciones para RDSI-BA se elaboraron teniendo en cuenta lo siguiente:

- la creciente demanda de servicios de banda ancha,
- la disponibilidad de tecnologías de alta velocidad de transmisión, conmutación y proceso de señales,
- la creciente disponibilidad de capacidades de procesamiento de datos e imágenes por parte del usuario.
- los avances en procesamiento de aplicaciones software en computadoras e industrias de telecomunicación.
- la necesidad de integrar servicios interactivos y de distribución,
- la necesidad de los modos de transferencia de circuitos y paquetes,
- la necesidad de mejorar la flexibilidad satisfaciendo los requerimientos del usuario y del operador.

La RDSI-BA es una extensión de la RDSI en velocidad y servicios, cuyo objetivo es transportar de manera integral voz, datos y video en la misma red.

*Un elemento clave en la integración de servicios es proporcionar una amplia gama de servicios a una variedad de usuarios de banda ancha utilizando un conjunto limitado de conexiones e interfaces multipropósito usuario-red.*

La recomendación I.121 que presenta un resumen de la capacidades de RDSI-BA, indica que será capaz de soportar conexiones conmutadas, semi-permanentes y permanentes; conexiones punto a punto y punto a multipunto; así como conexiones en modo circuito y modo paquete.

La RDSI dispondrá de la inteligencia necesaria para ofrecer características avanzadas de servicios, soportar poderosas herramientas de mantenimiento y operación, control y administración de la red. Puede que esta inteligencia no sea suficiente para algunos servicios nuevos, por lo que se tendría que complementar con inteligencia adicional en la red, o posiblemente en los terminales de usuario.

## 2.1 Modo de Transferencia

En telecomunicaciones se conoce a los aspectos de conmutación y multiplexación utilizados en la red como el modo de transferencia. Cuando se inició el proceso de normalización

de RDSI-BA en 1985, se pensó en utilizar el modo de transferencia síncrono (STM) empleado en los canales físicos de RDSI como una extensión lógica de los accesos básico y primario.

Sin embargo la situación fue cambiando gradualmente ya que STM, aunque funciona muy bien para servicios que requieren canales de velocidades fijas, no es eficiente para soportar los servicios por ráfagas de la RDSI-BA. STM tiene problemas para manejar una mezcla dinámica de servicios que utilizan una variedad de canales de diferentes velocidades debido a que su estructura es muy rígida. La falta de flexibilidad de STM para acomodar canales de velocidad variable y satisfacer las necesidades futuras no permitió su adopción como el modo de transferencia de RDSI-BA.

Ahora, al recomendación I 121 establece que el Modo de Transferencia Asíncrono (ATM) es el elegido para implementar RDSI-BA.

## 2.2 Modo de Transferencia Asíncrono ATM

### 2.2.1 Descripción General

El término *transfer mode* (modo de transferencia) comprende los aspectos de transmisión, multiplexaje y conmutación de la información dentro de la red. El término *asynchronous* (asíncrono) se refiere a la recurrencia de las unidades de información, en donde cada unidad de información asignada para la misma conexión presenta un patrón de recurrencia irregular (ver

figura 2.2) ATM segmenta el ancho de banda del medio de transmisión en unidades de tamaño fijo, las cuales se asignan individualmente a los canales sobre demanda .



Figura 2.2 Principio de ATM

### 2.2.2 La Celda

Después de muchos debates el CCITT adoptó una forma de transmisión y conmutación basada en pequeñas celdas de tamaño fijo constituidas por un conjunto de 53 bytes; divididos en un encabezado de 5 bytes y un campo de información (carga útil) de 48 bytes como se muestra en la figura 2.3

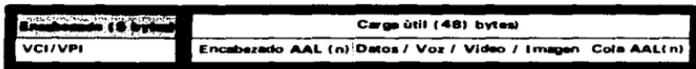


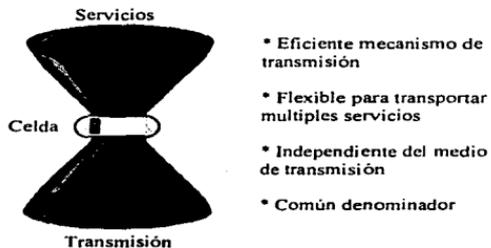
Figura 2.3 Estructura de la celda ATM

Uno de los mas grandes retos en la definición de ATM fue determinar una estructura que pudiera manejar eficientemente cualquier tipo de tráfico y acomodar una variedad de velocidades

de transmisión y aprovechar la naturaleza por ráfagas de algunos tipos de comunicación. La tecnología que ofrece la respuesta es muy simple y a la vez revolucionaria: *la celda*.

Los anteriores sistemas de comunicación manejan flujos de bits de unos y ceros. Los sistemas basados en celdas ahora manejan paquetes de tamaño fijo. Al incrementar nuestra unidad fundamental de comunicación, observamos un gran salto en el desempeño de switches, terminales y dispositivos de comunicación. Con las celdas podemos considerar en forma realística la posibilidad de construir sistemas de comunicación con anchos de banda de gigabits y terabits.

También las celdas proporcionan un mecanismo poderoso para proveer diferentes características de servicios sobre una misma infraestructura de comunicaciones. Como se mencionó anteriormente, existe la necesidad de entregar una amplia gama de servicios con diferentes requerimientos sobre una misma plataforma. Mediante la segmentación de tráfico en unidades de tamaño fijo, podemos multiplexar tráfico de diferentes servicios (ver figura 2.4). Controlando cuidadosamente la asignación y la trayectoria de las celdas, podemos manejar tráfico con diferentes retardos y requerimientos de ancho de banda juntos en el mismo sistema



**Figura 2.4 La celda**

Finalmente, las celdas ofrecen una solución para una transición hacia las nuevas redes. A todas luces sería genial implementar un sistema de transmisión nuevo y eficiente, optimizado sólo para manejar celdas para soportar la nueva arquitectura, pero esto no es práctico por varias razones. Costaría millones de dólares reemplazar toda la red de cableado existente y no seríamos capaces de justificar tal cambio. Por lo tanto se requiere de una transición que permita el uso eficiente de los actuales sistemas de transmisión. Para tal efecto la celda proporciona un nivel de abstracción del sistema de transmisión que la transporta, esto quiere decir que la transmisión de celdas es independiente del medio de transmisión. Podemos construir dispositivos que manipulen celdas y no tenemos que preocuparnos si las celdas serán transmitidas a través de un viejo sistema de par de cobre o a través de un enlace de fibra óptica nuevo.

Las celdas ATM ofrecen varias ventajas:

- Mecanismos eficientes de conmutación. Esto debido a que las celdas pueden ser procesadas mas eficientemente que los flujos de bits o los paquetes de longitud variable.
- Son más predecibles los retardos en la red y en la conmutación. Los proveedores de conmutadores pueden implementar nuevos mecanismos para asegurar el nivel de servicio apropiado para todos los tipos de tráfico, especialmente para los servicios sensibles al retardo tales como voz y video.
- La celda ATM puede procesarse directamente por *hardware*, pudiendo obtener mejor partido de la tecnología de los equipos de comunicaciones dado que las estructuras de control, los buffers, y los esquemas de administración pueden ser diseñados para conocer un criterio de tamaño fijo.
- Las celdas de tamaño fijo permiten a los conmutadores procesar celdas en paralelo lo cual resulta en altas velocidades de conmutación.

### **3. Conceptos de la RDSI-BA**

#### **3.1 Arquitectura General**

Todas las decisiones en el manejo del tráfico ATM se basan en la información contenida en el encabezado de la celda. El encabezado permite identificar las celdas que pertenecen a una misma comunicación y permite efectuar el enrutamiento apropiado.

El campo de información de las celdas ATM es transferido en forma transparente sobre la red. Ningún tipo de tratamiento tal como el control de errores sobre la red es necesario. ATM puede transportar todos los servicios (voz, video, datos...) y comprende los servicios inalámbricos. Para adaptarse a tal diversidad de servicios, se han definido varios tipos de niveles de adaptación ATM (AAL) según la naturaleza del servicio para permitir la inserción de la información en las celdas ATM.

ATM es una tecnología por conexión y requiere ancho de banda solo cuando hay tráfico presente. Debido al tamaño del encabezado (5 bytes) una celda ATM no puede contener la dirección completa del destino. En su lugar utiliza una dirección abreviada, llamada identificador de canal virtual (VCI), que se asigna durante la fase de conexión y que proporciona información suficiente para establecer una conexión entre dos estaciones ATM.

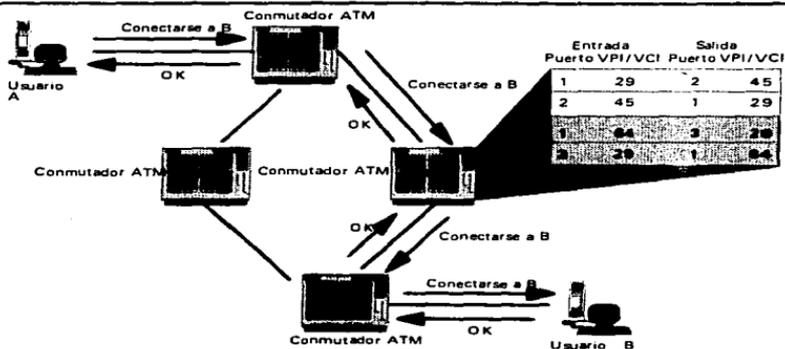


Figura 2.5 Proceso de conexión

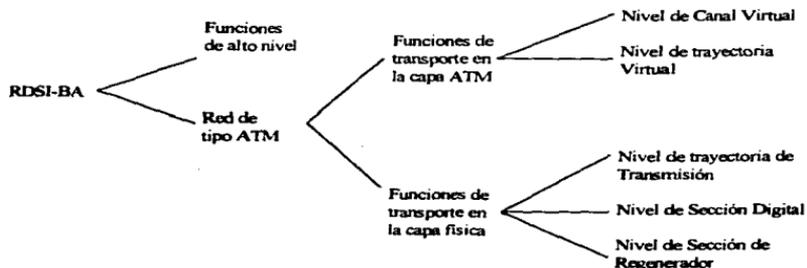
En la figura 2.5 se indica como es el proceso de conexión. Asociado a cada enlace/puerto de entrada, existe una tabla que contiene el correspondiente enlace/puerto de salida y el nuevo VCI de salida para cada VCI de entrada. Por lo tanto, el enrutamiento de celdas en ambos sentidos a lo largo de toda la ruta es muy rápido debido a que solo involucra una sencilla operación de búsqueda. Como resultado las celdas de cada puerto pueden ser conmutadas de manera independiente y a muy altas velocidades; lo que permite arquitecturas de conmutación en paralelo y circuitos de alta velocidad, del orden de gigabits, cada uno operando a su capacidad máxima. Una vez que la conexión se establece a través de la red ATM, se puede iniciar el envío de información.

En la práctica el VCI esta formado por dos subniveles: un identificador de camino virtual (VPI) y un identificador de circuito virtual (VCI). El VPI se refiere a la asignación estática de la conexión y el VCI a la asignación dinámica. El enrutamiento se puede llevar a cabo usando uno o el otro, o una combinación de los dos.

Cada tipo de tráfico presenta características propias de retardo, variación del retardo, y perdida. ATM proporciona diferentes calidades de servicio (QoS) para acomodar estas diferencias. Durante la fase de conexión, una estación puede solicitar la calidad de servicios que necesita según sus requerimientos de transmisión, y el conmutador ATM aceptarán la petición si existen suficientes recursos disponibles en la red para soportarla. La calidad de servicio garantizada por la conmutación de celdas es particularmente útil para transportar comunicaciones en tiempo real como la voz y el video.

### 3.2 Estructura de Niveles

La recomendación I.311 presenta la estructura de niveles de la RDSI-BA mostrada en la figura 2.6.



**Figura 2.6 Estructura de niveles de RDSI-BA**

Tanto el nivel físico como el nivel ATM están estructurados en forma jerárquica. El nivel físico consta de:

- nivel de trayectoria de transmisión,
- nivel de sección digital,
- nivel de sección de regenerador.

El nivel ATM tiene dos niveles jerárquicos que se define en la recomendación I.113:

- Nivel de canal virtual (VC): describe el transporte unidireccional de las celdas asociadas por un identificador común. Este identificador se llama identificador de canal virtual (VCI) y forma parte del encabezado de la celda ATM.
- Nivel de trayectoria virtual (VP) describe el transporte unidireccional de celdas pertenecientes a canales virtuales que están asociados a un identificador común. Este identificador se llama identificador de trayectoria virtual (VPI) y también forma parte del encabezado de la celda ATM.

La figura 2.7 muestra la relación entre el canal virtual, la trayectoria virtual y la trayectoria de transmisión.

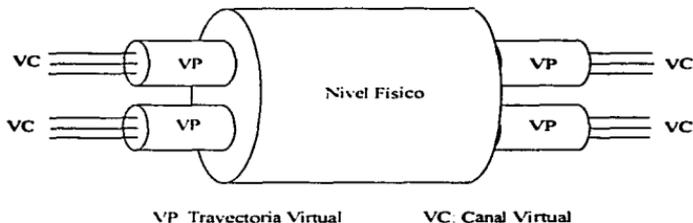


Figura 2.7 Canal virtual, trayectoria virtual y trayectoria de transmisión

### 3.3 Conmutación de Canales Virtuales y Trayectorias Virtuales

Los VCI's y Los VPI's solo tienen significado para el enlace. En un VCC/VPC el valor VCI/VPI será traducido a entidades de conmutación VC/VP.

Los switches VP (ver figura 2.8) determinan enlaces VP por lo tanto tiene que traducir VPI's entrantes a su correspondiente VPI's salientes de acuerdo al destino de las conexiones VP. Los valores VCI se mantienen sin cambio.

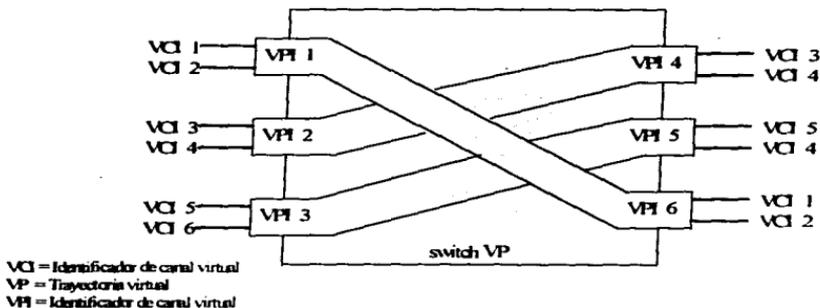


Figura 2.8 Conmutación de trayectorias virtuales

Los switches VC (ver figura 2.9) determinan enlaces VC y necesariamente enlaces VP. Se realiza una traducción de VPI y VCI.

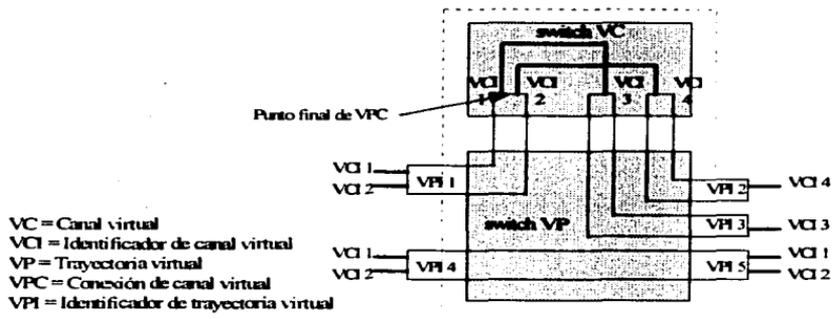
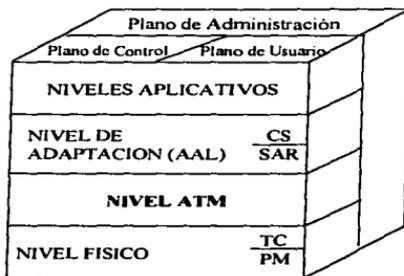


Figura 2.9 Conmutación de canales virtuales / trayectorias virtuales

#### **4. Interfaces Usuario-Red de la RDSI-BA y Protocolos**

##### **4.1 Modelo de Referencia de Protocolo RDSI-BA**

ATM describe un modelo de referencia para asegurar un transporte de información sistemático y flexible. El modelo del protocolo para este propósito está compuesto por el nivel físico, el nivel ATM, el nivel de adaptación ATM (AAL) y el nivel de servicios (aplicaciones) como se muestra en la figura 2.10. La naturaleza multiservicio del modo de transferencia está constituido de un nivel de red o nivel ATM que soporta sus servicios - hacia abajo - en un nivel físico que realiza las funciones ligadas a la transmisión, y - hacia arriba - en un nivel de adaptación que hace el enlace con el nivel de servicios. El plano de usuario transfiere la información de los servicios, mientras que el plano de control maneja la llamada y las funciones de control de la comunicación, incluyendo señalización. El plano de administración soporta todas las funciones de administración dentro de los diferentes niveles. Ahora se describirán los niveles del modelo de referencia ATM, empezando por el nivel de servicios para terminar con el nivel físico.



**CS:** Subnivel de convergencia

**PM:** Medio Físico

**SAR:** Subnivel de Segmentación y Reensamblado

**TC:** Convergencia de Transmisión

Figura 2.10 Modelo de referencia de protocolo

#### 4.1.1 Nivel de Servicios

La RDSI ofrecerá un gran número de servicios, algunos existentes y otros a futuros, pero estos no son solo tecnologías. Cada servicio tiene un costo, parámetros de la calidad del servicio, y es mucho más complicado de lo que parece. Algunos de estos servicios son:

- \* Frame relay es una evolución de algunas viejas tecnologías como X 25, es un servicio de conmutación de paquetes con un encabezado pequeño.
- \* La conmutación de paquetes es un servicio que ofrecerá enlaces basados en celdas a los usuarios

- Las transmisiones de video se usarán para videoconferencias, transmisiones de TV y para servicios de video sobre demanda.
- Las servicios de señalización permitirán a los usuarios establecer y desconectar sus conexiones con otro usuario dinámicamente. La señalización no se ofrecerá como un servicio en modo *stand-alone* (operación en modo aislado), sin embargo es un servicio que la red proveerá a los usuarios
- Interfaz de Administración Local Interina (ILMI - Interim Local Management Interface) es un servicio que permitirá la administración de la red.

#### 4.1.2 Nivel de Adaptación ATM (AAL)

El nivel de adaptación ATM (AAL) se sitúa sobre el nivel ATM. El AAL se encarga de transformar la información proveniente de los niveles superiores en celdas de carga ATM de 48 bytes, en un proceso conocido como segmentación. Una vez que las celdas han alcanzado su destino, los datos son reconstituídos y se transmiten al dispositivo local respectivo en un proceso llamado reensamblado. Como ya se ha mencionado antes, ATM es capaz de soportar diferentes tipos de tráfico y para ello cuenta con varios protocolos de adaptación, que operan simultáneamente (ver figura 2.11). Para lograr mover tráfico a través de la red es necesario contar con dispositivos en los extremos de la red que conviertan los flujos de tráfico en celdas. La adición de un nuevo tipo de tráfico requiere solamente de un nuevo dispositivo terminal ahí donde la demanda para dicho tráfico existe.

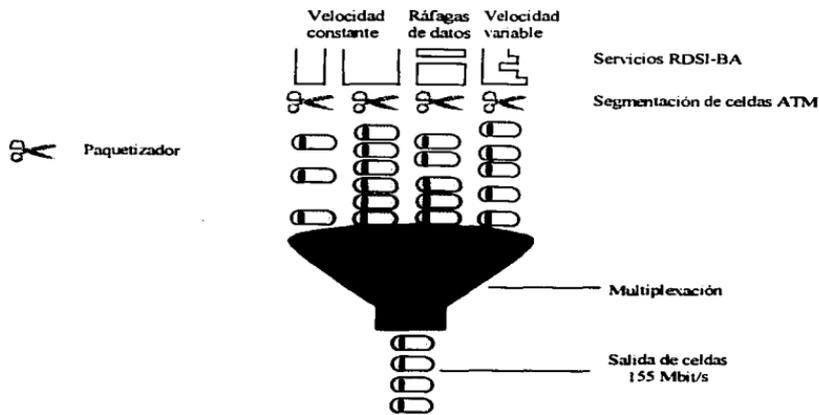


Figura 2.11 Nivel AAL

Existen cuatro clases de aplicaciones definidas, que corresponden a las combinaciones de tres criterios:

- El enlace temporal entre fuente y destino - necesidad de sincronización -
- La naturaleza continua o variable de la velocidad de datos
- El modo por conexión o sin conexión de la transferencia

Y al menos cinco tipos diferentes de AAL asociados a cada clase de servicio que se encuentran resumidos en la Tabla 5. Otros tipos de AAL pueden ser adicionados para aceptar otros servicios de red en el futuro.

**ALL-0:** es la más sencilla, se usa para transportar celdas y servicios de conmutación de celdas y nos no requieren de ninguna adaptación.

**AAL-1 para clase A:** se emplea en el transporte sincrónico de flujos de bits. Su aplicación primaria es la de conectar los equipos existentes basados en PDH a redes ATM.

**ALL-2 para clase B:** esta AAL permanece en desarrollo. En el futuro será muy importante porque permitirá a ATM soportar voz y video comprimida.

**ALL-3/4 para C & D:** esta diseñada para manejar tramas/paquetes de longitud variable y segmentarlas en celdas ATM. La segmentación se hace de forma que protege la información de errores si las celdas se pierden o si la secuencia no es la adecuada.

**AAL-5 para C & D:** Debido a que los procedimientos de AAL3/4 son complicados, las compañías constructoras de dispositivos ATM como PC, concentradores y LAN solicitaron una AAL mas simple y eficiente para soportar comunicaciones de alta velocidad, y se adicionó la AAL5. También se conoce como Nivel de Adaptación Simple y Eficiente (SEAL) y es un híbrido de las anteriores.

Clase	A	B	C	D
Ejemplos	Voz/ Video	Voz / Video Comprimido	Datos IP, X.25	Datos SMS
Modo de Conexión	Por Conexión			Sin conexión
Velocidad de Respuesta	Constante	Variable		
Cant. de Almacén ATM	AAL 1	AAL 2	ALL 3/4 AAL 5	AAL 3/4 AAL 5

Tabla 5 Clases de servicios

#### 4.1.3 Nivel ATM

El nivel ATM se encarga del enrutamiento, administración de tráfico y la multiplexación. El enrutamiento y la multiplexación se controlan mediante el encabezado de 5 bytes de la celda. El nivel ATM solo maneja la información contenida en el encabezado, con la excepción de la celda OAM (Operation And Maintenance) que se utiliza para enviar información de administración.

Por lo tanto el nivel ATM se encarga de manejar el encabezado de la celda ATM, sin importar el tipo de tráfico que se trate. El nivel ATM es insensible al tipo de tráfico. Acepta la información proveniente de los niveles superiores, agrega el encabezado y pasa la celda resultante

de 53 bytes al nivel físico. También realiza la función inversa, recibe las celdas que le envía el nivel físico, extrae el encabezado y pasa los restantes 48 bytes a los protocolos de los niveles superiores.

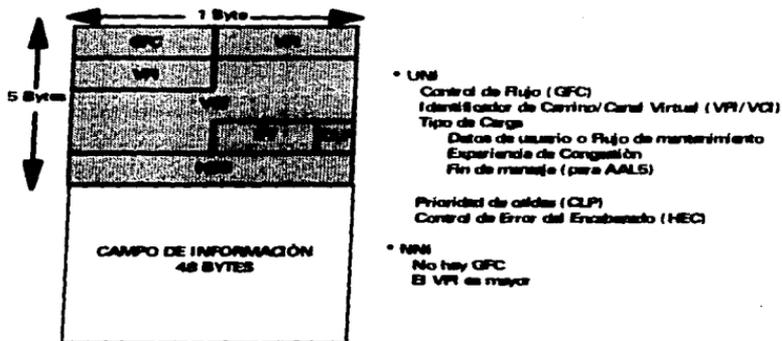


Figura 2.12 Estructura del encabezado

El encabezado de la celda ATM presenta dos formatos diferentes uno para el interfaz de usuario (UNI) y otro para el interfaz de red-a-red (NNI) (ver figura 2.12). La principal función del encabezado de la celda es identificar aquellas celdas que son parte de un mismo canal virtual VPI/VCI. Otras funciones del encabezado de la celda incluyen el control de flujo (GFC), que permite asignar diferentes prioridades a las celdas, el identificador de tipo de carga (PT) permite diferenciar las celdas que contienen información de usuario de las celdas relacionadas con los

planos de control y administración, la identificación de la prioridad de las celdas (CLP); y provee el control de error del encabezado (HEC) principalmente de los primeros cinco bytes de la celda que contienen toda la información de direccionamiento de la celda.

#### 4.1.4 Nivel Físico

El nivel físico realiza las funciones ligadas a la transmisión de bits que forman las celdas ATM. El rango de inteligencia varía desde enlaces seriales simples como V.35 hasta complicados sistemas inteligentes como SONET/SDH. La independencia del medio de transmisión es un principio primordial de ATM.

El nivel físico está dividido en el subnivel del medio físico (PM) y en el subnivel de convergencia de transmisión (TC). El PM provee el medio físico y las funciones relacionadas con el tiempo de transmisión de los bits. El TC provee las funciones para convertir un flujo de celdas ATM a secuencias de bits dentro del medio que se está usando, así como la función inversa. Es el responsable de identificar el inicio de las celdas - delimitación de celdas -.

Existen tres categorías principales de capas físicas para redes basadas en celdas.

- *Plesiochronous Digital Hierarchy* (PDH) es el actual sistema de transmisión usado mundialmente para comunicaciones de voz. El principal medio de transmisión de esta

sistema es el par de cobre. Este medio esta siendo reemplazado gradualmente por una nueva tecnologia sincrona jerárquica digital llamada (SDH - Synchronous Digital Hierarchy)

- Los nuevos sistemas digitales SDH, o SONET (Synchronous Optical NETWORK) como se le conoce en Norte América, es un nuevo sistema de transmisión diseñado para trabajar con enlaces de fibra óptica. Debido a que el cambio de equipo PDH por equipo SONET/SDH es bastante caro, SONET esta diseñado para interactuar con los sistemas PDH. Las transmisiones PHD se pueden encapsular en tramas SONET/SDH. SONET/SDH abarcan un amplio rango de velocidades. El interfaz fisico mas importante para ATM será la 155 Mb/s SONET/SDH STS-3c/STM-1.

- Los medio fisicos empleados en las LAN

#### 4.2 Aspectos Generales del Interfaz Usuario-Red

##### 4.2.1 Modo de Transferencia

El interfaz usuario-red de la RDSI-B explota totalmente la flexibilidad inherente a ATM. Esto significa que la capacidad de información del interfaz esta estructurada en celdas ATM.

Debido a que en la UNI no hay preasignacion de celdas a una aplicación de usuario especifica, el uso real de celdas para conexiones establecidas a través del interfaz puede cambiar

dinámicamente. Mientras no se exceda la capacidad de transferencia de celdas la UNI puede soportar fácilmente la mezcla de diferentes tipos de tráfico.

#### 4.2.2 Velocidades

Se tienen dos tipos de interfaz: una a 150 Mbit/s y la otra a 600 Mbit/s, los cuales trataremos a continuación.

El interfaz a 150 Mbit/s es simétrico con respecto a su velocidad, es decir ofrece 150 Mbit/s tanto en la dirección red-usuario como en la dirección usuario-red. Este interfaz se usará principalmente para servicios interactivos como telefonía, videotelefonía y servicios de datos.

Las velocidades exactas del interfaz son:

- 155,520 Mbit/s.
- 622,080 Mbit/s.

#### 4.2.3 Configuración de Referencia del Interfaz Usuario-Red de la RDSI-BA

La configuración de referencia de RDSI para el acceso básico y primario se aplicó a la RDSI-BA con algunas modificaciones menores en la notación. La configuración de referencia del acceso usuario-red está basada en dos elementos:

- grupos funcionales,
- puntos de referencia.

tal como se muestra en la figura 2.13.

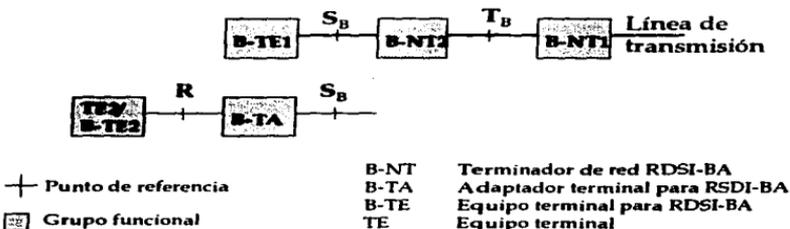


Figura 2.13 Configuración de referencia de RDSI-BA

En la figura 2.13 también se muestran los grupos funcionales y los puntos de referencia de banda ancha.

El terminador de red de banda ancha B-NT1 realiza funciones equivalentes a la Capa 1 del modelo OSI. Algunas de las funciones del B-NT1 son:

- terminador de línea,
- manejo de interfaz de transmisión.
- funciones de OAM.

El terminador de red B-NT2 realiza funciones equivalentes a la Capa 1 y Capas superiores del modelo OSI. Algunas de las funciones del B-NT2 son:

- funciones de adaptación para los diferentes medios y topologías,
- multiplexación/demultiplexación/concentración de tráfico,
- buffer de celdas ATM,
- asignación de recursos, control de parámetros de utilización,
- manejo del protocolo de señalización,
- manejo del interfaz,
- conmutación de conexiones internas

$S_B$  y  $T_B$  marcan los puntos de referencia entre la terminal y el B-NT2; el B-NT1 y el B-NT2, respectivamente.

Finalmente, para completar esta breve descripción de la configuración de referencia de la RDSI-BA, en la figura 2.13 se tiene que podemos conectar un TE2/B-TE2 mediante un B-TA.

## **Conclusiones**

Al terminó del trabajo podemos concluir que se alcanzó el objetivo planteado al principio del mismo.

Se logró definir el entorno de cambios que han impulsado el desarrollo de la RDSI, las principales características del concepto de RDSI -la enorme la importancia que tiene proporcionar un conjunto limitado de interfaces usuario-red que permita que estos sean utilizados en instalaciones con diferentes configuraciones-, su estructura, servicios y principales configuraciones de la RDSI.

Se justificó la definición de los diferentes tipos de interfaces usuario-red (interfaz usuario-red de acceso básico, interfaz usuario-red de acceso primario e interfaz usuario-red de acceso de banda ancha) para lograr balancear los requerimientos de eficiencia, universalidad, flexibilidad, variedad de dispositivos existentes y evolución de dispositivos y aplicaciones.

Se expusieron en forma detallada las principales características físicas y electromagnéticas, estructuras de canales y capacidades de acceso, y protocolos usuario-red que definen a los interfaces usuario-red de la RDSI.

En función de los nuevos servicios, necesidades de los usuarios y situación actual de las redes de telecomunicaciones se logró definir una nueva red capaz de integrar voz, datos y video la RDSI-BA. De igual forma, se logró describir su estructura, arquitectura y modo de transferencia (ATM)

Se introdujo y describió el concepto de una nueva unidad de información que permite la asignación dinámica del ancho de banda sobre demanda y cuyo concepto es la base de la tecnología ATM. la celda. También se expusieron las principales ventajas que ofrece la celda sobre otros sistemas de comunicación.

Se describió el concepto ATM, su modelo de referencia, la función de sus niveles y la interacción entre ellos.

## Glosario de Términos

### Definiciones

<b>Acceso básico</b>	Interfaz usuario-red que soporta velocidades de 144 Kbit/s.
<b>Acceso primario</b>	Tipo de interfaz usuario-red con velocidad de hasta 2Mbit/s.
<b>ATM</b>	Modo de transferencia de información de banda ancha; es una tecnología de conmutación y multiplexación que utiliza pequeñas unidades de información de tamaño fijo llamadas celdas.
<b>Canal B</b>	Porción de la capacidad de comunicación a través del interfaz usuario-red con una velocidad de 64 Kbit/s
<b>Canal D</b>	Porción de la capacidad de transmisión a través del interfaz usuario-red. Su capacidad es de 16 y 64 Kbit/s.
<b>Canal H</b>	Porción de la capacidad de transmisión a través del interfaz usuario-red. Se han definido varios canales H con diferentes velocidades
<b>Capa de aplicación</b>	Capa superior del modelo OSI. Esta capa funciona como interfaz entre el sistema y el usuario. Proporciona útiles servicios de aplicación
<b>Capa de enlace de datos</b>	Segunda capa del modelo OSI que asegura una transmisión eficiente de la información entre estaciones de trabajo en una red.
<b>Capa física</b>	La capa más baja del modelo OSI cuya función es proporcionar una conexión directa entre nodos en una red.

<b>Capa de presentación</b>	Sexta capa del modelo OSI responsable de asegurar la correcta sintaxis de la información intercambiada.
<b>Capa de red</b>	Tercera capa del modelo OSI que maneja el enrutamiento, control de flujo y secuencia de los mensajes transferidos sobre una conexión de red.
<b>Capa de sesión</b>	Quinta capa del modelo OSI responsable de manejar y controlar el diálogo entre usuarios.
<b>Capa de transporte</b>	Cuarta capa del modelo OSI responsable por la transferencia confiable de mensajes entre usuario. Proporciona secuencias de control, control de errores, control de flujo y facilidades de multiplexación.
<b>Celda</b>	Bloque de información pequeña y fija
<b>Circuito virtual</b>	Trayectoria de comunicación a través de la red que se establece antes de la transferencia de información, sobre la cual los recursos se comparten entre varios usuarios.
<b>Configuración de referencia</b>	Arreglo de grupos funcionales y puntos de referencia.
<b>Control de acceso al canal D</b>	Procedimiento para la regulación del acceso a la capacidad de transmisión compartida de un canal D en configuraciones multipunto.
<b>Grupo funcional</b>	Conjunto de funciones requeridas para llevar a cabo tareas en cooperación con otro grupo funcional

<b>HDLC</b>	Procedimiento de control de enlace de datos orientado a bits. Procedimiento estándar para el control de enlace de datos desarrollado por ISO.
<b>Interfaz</b>	Punto físico de separación entre dos dispositivos de datos. El interfaz se define en términos de conectores, señales eléctricas, temporización y protocolos entre dispositivos.
<b>LAPD</b>	Protocolo de capa 2 usado para controlar la confiabilidad y eficiencia del intercambio de mensajes sobre el canal D del interfaz usuario-red.
<b>LT</b>	Terminador físico del usuario en el lado de la red
<b>Modelo de referencia de protocolo</b>	Marco de referencia para la estructura jerárquica de funciones en un sistema y su interacción con otro sistema
<b>Nodo</b>	Dispositivo de red donde uno o más circuitos de transmisión termina o donde se conectan unidades funcionales a circuitos de transmisión.
<b>NT</b>	Grupo funcional con funciones requeridas por el terminador físico o lógico de la red en el interfaz usuario-red
<b>OSI</b>	Modelo de referencia que proporciona la base para el desarrollo de protocolos que permiten a cualquier dispositivo-OSI comunicarse entre ellos
<b>PABX</b>	Sistema de conmutación ubicado en las instalaciones del cliente. Su principal función es la de establecer conexiones entre usuarios y la red.

<b>PCM</b>	Conversión de señales analógicas a digitales donde la amplitud de la señal es muestreada periódicamente, cada amplitud es cuantizada en un número finito de niveles y cada nivel es representado por un patrón de dígitos binarios.
<b>Plano de control</b>	Parte del modelo de referencia del protocolo RDSI que contiene los protocolos necesarios para el intercambio de informaciones de control para establecer y liberar conexiones, controlar el uso de las conexiones establecidas y proporcionar el control de servicios suplementarios.
<b>Plano de usuario</b>	Parte del modelo de referencia de protocolo que contiene el protocolo necesario para el intercambio y control de información de usuario.
<b>Protocolo</b>	Conjunto formal de reglas adoptadas por entidades de comunicación para asegurar la comunicación entre dos o más funciones dentro de la misma capa.
<b>Punto de acceso de servicio</b>	Punto donde una capa proporciona servicios a su capa superior
<b>RDSI</b>	Red de telecomunicaciones que proporciona integración de servicios sobre conexiones digitales entre interfaces usuario-red
<b>RDSI-BA</b>	Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha Red digital de servicios integrados que proporciona un rango de transmisión de datos hasta de varios miles de Mbit/s
<b>SAPI</b>	Utilizado para identificar el punto de acceso al servicio.

<b>SDH</b>	Conjunto estructurado jerárquicamente de velocidades de transmisión y arreglos de multiplexaje para uso de canales de comunicación de banda ancha.
<b>Señalización</b>	Intercambio de informaciones entre nodos de una red con el fin de establecer y controlar las conexiones, y para administrar la red.
<b>Servicio orientado a conexión</b>	Servicio que permite la transferencia de información entre usuarios sobre una conexión previamente establecida.
<b>Servicio sin conexión</b>	Servicio que permite la transferencia de información entre usuarios sin necesidad de establecer previamente una llamada de conexión.
<b>Sincronización de trama</b>	Procedimiento por el cual el receptor de una trama de bits puede determinar el inicio y final de la trama.
<b>SONET</b>	Estándar para una familia de interfaces para redes ópticas.
<b>STM</b>	Estructura de trama por división de tiempo en forma sincrónica para la combinación de señales digitales en RDSI-BA.
<b>TA</b>	Dispositivo de conversión que permite conectar un dispositivo no RDSI a una red RDSI.
<b>TE</b>	Grupo funcional que incluye las funciones requeridas para el manejo de protocolo, mantenimiento, interfaz y conexión a otro equipo.
<b>TEI</b>	Identificador utilizado para especificar el punto de conexión dentro de un punto de acceso de servicio.

**UNI**

Punto de división entre el equipo terminal y el terminador de red.

**Nemónico y abreviaturas**

<b>AAL</b>	ATM Adaptation Layer - Capa de Adaptación ATM.
<b>ATM</b>	Asynchronous Transfer Mode - Modo de Transferencia Asíncrono.
<b>CAD/CAM</b>	Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing - Diseño Auxiliado por computadora/Manufactura auxiliada por Computadora.
<b>CCITT</b>	Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía.
<b>GFC</b>	Generic Flow Control - Control de Flujo Genérico
<b>CLP</b>	Cell Lost Priority - Prioridad de Pérdida de Celda
<b>HEC</b>	Header Error Check - Verificación de Error en el Encabezado.
<b>HDLC</b>	High level Data Link Control - Control de Enlace de Datos de Alto nivel.
<b>ITU</b>	International Telecommunication Union - Unión Internacional de Telecomunicaciones.
<b>LAN</b>	Local Area Network - Red de Área Local.
<b>LAPD</b>	Link Acces Protocolo D channel - Protocolo de Acceso al enlace canal D.
<b>LT</b>	Line Termination - Terminación de Línea.
<b>NNI</b>	Network-to-Network Interface - Interfaz Red-a-Red.
<b>NT1</b>	Network termination type 1 - Terminación de Red tipo 1.
<b>NT2</b>	Network termination type 2 - Terminación de Red tipo 2.

Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha - RDSI-BA

---

<b>OSI</b>	Open Systems Interconnection - Interconexión de Sistemas Abiertos.
<b>PABX</b>	Private Automatic Branch Exchange - Conmutador privado.
<b>PCM</b>	Pulse Code Modulation - Modulación por Codificación de Pulsos.
<b>PDH</b>	Plesiochronous Digital Hierarchy - Jerarquía Plesiócrona Digital.
<b>PM</b>	Physical Medium - Medio Físico.
<b>PT</b>	Payload Type - Tipo de Carga
<b>QOS</b>	Quality of Service - Calidad de Servicio.
<b>RDSI</b>	Red Digital de Servicios Integrados.
<b>RDSI-BA</b>	Red Digital de Servicios Integrados de banda Ancha.
<b>SAPI</b>	Service Access Point Interface - Interfaz de Acceso al punto de Servicio.
<b>SDH</b>	Synchronous Digital Hierarchy - Jerarquía Digital Síncrona.
<b>SONET</b>	Synchronous Optical NETWORK - Red Óptica Síncrona
<b>STM</b>	Synchronous Transfer Mode - Modo de Transferencia Síncrono.
<b>TA</b>	Terminal Adaptor - Adaptador terminal.
<b>TC</b>	Transmission Convergence Sublayer - Subcapa de convergencia de transmisión.
<b>TE</b>	Terminal Equipment - Equipo Terminal.
<b>TEI</b>	Terminal End-point Identifier - Identificador de punto terminal
<b>UNI</b>	User-to-Network Interface - Interfaz Usuario-Red
<b>VC</b>	Virtual Channel - Canal Virtual
<b>VCI</b>	Virtual Channel Identifier - Identificador de Canal Virtual
<b>VLSI</b>	Very Large System Integration - Integración a Gran Escala.

**VP** Virtual Path - Trayectoria Virtual.

**VPI** Virtual Path Identifier - Identificador de Trayectoria Virtual.

**Bibliografía**

**CCITT: Blue Book Volume III Fascicle III.7.**

**Integrated Services Digital Network (ISDN) - General structure and services capabilities.**

**Recomendations I.110-I.257.**

**CCITT: Blue Book Volume III Fascicle III.8.**

**Integrated Services Digital Network (ISDN) - Overall network aspects and functions, ISDN user-network interfaces.**

**Recomendations I.310-I.470.**

**Integrated Services Digital Network.**

**Herman J. Hergert.**

**Addison-Wesley, 1991**

**Design and Prospects for ISDN**

**Digenet G.**

**Artech House, 1987**

**Integrated Broadband Networks**

**Handel Rainer**

Addison Wesley, 1991.

**ATM - Mode de Transfert Asynchrone.**

**M. De Prycker.**

Prentice-Hall, 1995.

**Seminar Handbook B-ISDN/ATM**

**Hewlet Pakard, 1994**

**Introducción a ATM.**

**Dr. Marcelo Mejia Olvera.**

Soluciones Avanzadas, junio de 1994.

**ATM: Conmutación Temporal Asincrona.**

**Carlos Islas Pérez - Baldomero Cárdenas C.**

Soluciones Avanzadas, junio de 1994.

**ATM Seminar**

Forum ATM, 1994.