

# RDSI

**(Red Digital de Servicios Integrados)**

## **8 ÍNDICE.**

<b>1 INTRODUCCIÓN.</b>	<b>3</b>
1.1 ¿Qué es la RDSI? .....	3
1.2 Historia de la RDSI. ....	3
1.3 Estándares de la RDSI. ....	4
1.4 Ventajas que aporta la RDSI. ....	4
<b>2 CANALES Y SERVICIOS.</b>	<b>6</b>
2.1 Canales de transmisión. ....	6
2.2 Tipos de servicio o modos de acceso. ....	6
2.3 Agregación de canales. ....	7
<b>3 INTERFACES FÍSICOS.</b>	<b>8</b>
3.1 Interfaces en la línea RDSI. ....	8
3.1.1 Características de los interfaces. ....	9
3.2 El Nivel Físico. ....	10
3.2.1 Codificación de los bits en la línea telefónica. ....	10
3.2.2 Circuito de interfaz con la red. ....	11
3.2.3 Tramas de bits en la línea telefónica. ....	12
3.2.4 Codificación en las interfaces S/T. ....	12
3.2.5 Codificación y tramas en un acceso PRI. ....	13
<b>4 PROTOCOLOS.</b>	<b>14</b>
4.1 Nivel de enlace. El protocolo LAP D. ....	14
4.1.1 Servicios que suministra el nivel de enlace. ....	14
4.1.2 La trama de LAP-D. ....	15
4.1.3 Protocolo LAP-D. ....	16
4.2 Nivel de red. ....	17
4.2.1 Tipos de mensajes. Establecimiento de una llamada. ....	17
4.2.2 Los elementos de información. ....	18
4.3 La RDSI y el Sistema de Señalización N°7 de la ITU. ....	19
4.4 Otros protocolos. ....	20
4.4.1 V110. Compatibilidad con modems analógicos. ....	20
<b>5 INSTALANDO UNA LÍNEA RDSI.</b>	<b>21</b>
5.1 Buscando la tarjeta RDSI a comprar. ....	21
5.2 Configurando la tarjeta RDSI. ....	21
<b>6 RDSI DE BANDA ANCHA.</b>	<b>23</b>
<b>7 REFERENCIAS.</b>	<b>24</b>

# **1 INTRODUCCIÓN.**

## **1.1 ¿Qué es la RDSI?**

La Red Digital de Servicios Integrados o RDSI<sup>1</sup> es la evolución de las redes telefónicas actuales.

Originalmente, todo el sistema telefónico estaba compuesto por elementos analógicos, y la voz era transportada por las líneas telefónicas modulada como una forma de onda analógica. Posteriormente aparecieron las centrales digitales, que utilizan computadores y otros sistemas digitales. Estas son menos propensas a fallos que las centrales analógicas y permiten además controlar más líneas de usuarios y realizar las conexiones mucho más rápidamente. En estas centrales la voz se almacena y transmite como información digital, y es procesada por programas informáticos.

A la vez que se desarrollan las centrales digitales, también se produce un cambio en la comunicación entre centrales, que también pasa a ser digital, lo que permite mejorar en gran medida la calidad de las comunicaciones. De esta forma, en la actualidad una comunicación por una línea telefónica convencional se realiza de forma analógica entre el equipo de un abonado y la central, pero de forma digital hasta llegar a la central donde está conectado el abonado destino.

La RDSI supone el último avance: la comunicación digital entre el abonado y su central telefónica. Esto supone una comunicación digital de extremo a extremo que conlleva un gran número de ventajas [WEB2].

Así, las recomendaciones de la serie I de la CCITT<sup>2</sup> definen la RDSI como una red desarrollada a partir de la red telefónica que proporciona una conexión digital de extremo a extremo que soporta una gran variedad de servicios.

## **1.2 Historia de la RDSI.**

Fue en los comienzos de la década de los 60 cuando las compañías telefónicas de EE.UU. empezaron gradualmente a convertir sus conexiones internas en sistemas de conmutación digital de paquetes, ya que así se lograba solucionar el viejo problema de la pérdida de calidad de sonido en las llamadas a largas distancias. En Europa también se adoptó un esquema digital, pero diferente al de EE.UU.

En la década de los 70 las grandes empresas empiezan a interesarse en la idea de interconectar sus ordenadores, y las compañías telefónicas deben hacer frente a ese nuevo desafío.

Con el CCITT comenzó el movimiento de estandarización de la RDSI en 1984 con la Recomendación I.120, en donde se definían las líneas iniciales para desarrollar la RDSI, una red basada en líneas digitales capaz de ofrecer cualquier tipo de servicios, convirtiendo la red de telefonía mundial en una red de transmisión de datos.

Se pensó que para solventar el problema de construcción de la RDSI se debía partir de la vieja red telefónica existente y seguir dos fases de desarrollo:

- Sustituir las viejas centrales analógicas basadas en relés eléctricos por centrales digitales basadas en computadores. Estas centrales debían ser compatibles con los sistemas antiguos, pero debían ofrecer los servicios requeridos por la nueva red. A la vez se debía convertir los canales de comunicación (de larga

---

<sup>1</sup> *RDSI*: Las iniciales con las que se conoce a esta red en el resto del mundo, y que por ello son utilizadas en la inmensa mayoría de artículos sobre el tema, son *ISDN: Integrated Services Digital Network*.

<sup>2</sup> *CCITT: Telephone and Telegraph Consultative Committee*, Comité Internacional de Consulta de Telefonía y Telegrafía: un organismo de estandarización dependiente de la ONU. Actualmente este comité se conoce como ITU, <http://www.itu.ch> International Telecommunications Union, y es una organización de Naciones Unidas que coordina y crea estándares internacionales sobre telecomunicaciones.

y corta distancia) en canales digitales. Esto llevó a la Red Digital Integrada o RDI, en la que el único enlace analógico sería el que hay entre el abonado y la central.

- La segunda fase consistiría en cambiar los enlaces con los abonados también por conexiones digitales, completando así la RDSI.

A principios de los noventa muchos países han concluido la construcción de su RDI y las distintas compañías de redes telefónicas locales hacen un esfuerzo para comenzar a establecer una implementación específica de la RDSI, con normativas que garantizasen compatibilidad entre distintas industrias.

La proliferación de estándares aceptados, el precio más competitivo y los equipos de conexión gratuitos, junto con el deseo de la gente de tener un acceso a Internet y a otros servicios con un gran ancho de banda a bajo precio han hecho la RDSI más popular en los últimos años. [WEB1][MONTEA].

## 1.3 Estándares de la RDSI.

Debido a que cada país ha ido desarrollando la RDSI a partir de sus antiguas redes telefónicas, y a que hay muchos aspectos de la RDSI que todavía no están adecuadamente estandarizados por ser una creación bastante reciente, han surgido incompatibilidades entre las RDSI de distintos países. Actualmente destacan la RDSI americana y la RDSI europea. Salvo que se especifique explícitamente lo contrario, lo expuesto en este documento hace referencia la RDSI europea.

En cualquier caso la RDSI esta normalizada por los documentos de las series I, G y Q de la ITU, que ha seguido el modelo de referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos de la ISO<sup>3</sup>. Algunos ejemplos de normas para la RDSI son estas:

- I.120. Algunas guías iniciales sobre la implantación de la RDSI.
- I.439. Define la interfaz física entre usuario y la red.
- I.430-1. Define el nivel 1 o nivel físico.
- I.440/1 - Q.920-23. Definen el protocolo del nivel 2 o de enlace: LAPD.
- I.450/1 - Q.930-39. Definen el protocolo de nivel 3 o de red.

## 1.4 Ventajas que aporta la RDSI.

La RDSI ofrece gran número de ventajas, entre las que se pueden destacar las siguientes [WEB1]:

- **Velocidad** Actualmente el límite de velocidad en las comunicaciones a través de una línea telefónicas empleando señales analógicas entre central y usuario mediante el uso de modems está alrededor a los 56Kbps. En la práctica las velocidades se limitan a unos 45Kbps debido a la calidad de la línea. Además, todavía no se dato un estándar definitivo para comunicaciones a 56Kbps (actualmente se está desarrollando el V.90).

La RDSI ofrece múltiples canales digitales que pueden operar simultáneamente a través de la misma conexión telefónica entre central y usuario; la tecnología digital está en la central del proveedor y en los equipos del usuario, que se comunican ahora con señales digitales. Este esquema permite una transferencia de datos a velocidad mucho mayor. Así, con un servicio de acceso básico, y empleando un protocolo de agregación de canales, se puede alcanzar una velocidad de datos sin comprimir de unos 128 Kbps.

Además, el tiempo necesario para es establecer una comunicación en RDSI es cerca de la mitad del tiempo empleado con una línea con señal analógica.

- **Conexión de múltiples dispositivos**. Con líneas analógicas resulta necesario disponer de una línea por cada dispositivo del usuario, si estos se queieren emplear simultáneamente. Resulta muy caro enviar datos (archivos o vídeo) mientras se mantiene una conversación hablada. Por otra parte, se requieren diferentes interfaces para emplear diferentes dispositivos al no existir estándares al respecto.

---

<sup>3</sup> ISO: International Standards Organization: Organización Internacional de Normas.

Con la RDSI es posible combinar diferentes fuentes de datos digitales y hacer que la información llegue al destino correcto. Como la línea es digital, es fácil controlar el ruido y las interferencias producidos al combinar las señales. Además, las normas de la RDSI especifican un conjunto de servicios proporcionados a través de interfaces normalizados.

- **Señalización.** La forma de realizar un llamada a través de una línea analógica es enviando una señal de tensión que hace sonar la "campana" en el teléfono destino. Esta señal se envía por el mismo canal que las señales analógicas de sonido. Establecer la llamada de esta manera requiere bastante tiempo. Por ejemplo, entre 30 y 60 segundos con la norma V.34 para modems.

En una conexión RDSI, la llamada se establece enviando un paquete de datos especial a través de un canal independiente de los canales para datos. Este método de llamada se engloba dentro de una serie de opciones de control de la RDSI conocidas como señalización, y permite establecer la llamada en un par de segundos. Además informa al destinatario del tipo de conexión (voz o datos) y desde que número se ha llamado, y puede ser gestionado fácilmente por equipos inteligentes como un ordenador.

- **Servicios.** La RDSI no se limita a ofrecer comunicaciones de voz. Ofrece otros muchos servicios, como transmisión de datos informáticos (servicios portadores), télex, facsímil, videoconferencia, conexión a Internet., y opciones como llamada en espera, identidad del origen...

Los servicios portadores permiten enviar datos mediante conmutación de circuitos (con un procedimiento de llamada se establece un camino fijo y exclusivo para transmitir los datos en la red, al estilo de las redes telefónicas clásicas) o mediante conmutación de paquetes (la información a enviar se divide en paquetes de tamaño máximo que son enviados individualmente por la red).

## 2 CANALES Y SERVICIOS.

### 2.1 Canales de transmisión.

La RDSI dispone de distintos tipos de canales para el envío de datos de voz e información y datos de control: los canales tipo B, tipo D y tipo H [REE][WEB1].

- **Canal B.** Los canales tipo B transmiten información a 64Kbps<sup>4</sup>, y se emplean para transportar cualquier tipo de información de los usuarios, bien sean datos de voz o datos informáticos. Estos canales no transportan información de control de la RDSI. Este tipo de canales sirve además como base para cualquier otro tipo de canales de datos de mayor capacidad, que se obtienen por combinación de canales tipo B.

La velocidad de 64Kbps permite enviar datos de voz con calidad telefónica. Considerando que el ancho de banda telefónico es de 4KHz, una señal de esta calidad tendrá componentes espectrales de 4KHz como máximo, y según el teorema de muestreo se requerirá enviar muestras a una frecuencia mínima de  $2 \cdot 4\text{KHz} = 8\text{KHz} = 8000$  muestras por segundo, es decir, se enviará un dato de voz cada 125µseg. Si las muestras o datos de voz son de 8 bits, como es el caso de las líneas telefónicas digitales, se requieren canales de  $8 \cdot 8000 \text{ bps} = 64\text{Kbps}$  [HALSALL].

- **Canal D** Los canales tipo D se utilizan principalmente para enviar información de control de la RDSI, como es el caso de los datos necesarios para establecer una llamada o para colgar. Por ello también se conoce un canal D como "*canal de señalización*". Los canales D también pueden transportar datos cuando no se utilizan para control. Estos canales trabajan a 16Kbps o 64kbps según el tipo de servicio contratado.
- **Canales H** Combinando varios canales B se obtienen canales tipo H, que también son canales para transportar solo datos de usuario, pero a velocidades mucho mayores. Por ello se emplean para información como audio de alta calidad o vídeo. Hay varios tipos de canales H:
  - Canales H0, que trabajan a 384Kbps (6 canales B).
  - Canales H10, que trabajan a 1472Kbps (23 canales B).
  - Canales H11, que trabajan a 1536Kbps (24 canales B).
  - Canales H12, que trabajan a 1920Kbps (30 canales B).

### 2.2 Tipos de servicio o modos de acceso.

Un usuario puede contratar dos tipos de servicio diferentes con el proveedor telefónico según sus necesidades. Cada tipo de servicio proporciona una serie de canales [REE][WEB1][WEB2]:

- **Acceso básico o BRI** (*Basic Rate Interface*). Proporciona dos canales B y un canal D de 16Kbps multiplexados a través de la línea telefónica. De esta forma se dispone de una velocidad total de 144Kbps. Es el tipo de servicio que encaja en las necesidades de usuarios individuales.
- **Acceso primario o PRI** (*Primary Rate Interface*). En EE.UU. suele tener 23 canales tipo B y un canal D de 64Kbps, alcanzando una velocidad global de 1536Kbps. En Europa el PRI consiste de 30 canales B y un canal D de 64Kbps, alcanzando una velocidad global de 1984Kbps. En el segundo caso, los canales B también pueden estar agrupados como 5 canales H0 o un canal H12.

---

<sup>4</sup> 1Kbps = 1000 bps o bits por segundo. Aquí no se sigue la norma informática de 1K = 1024.

Este servicio lo contratan entidades con gran demanda, y una línea telefónica de este tipo suele estar conectada a una centralita local.

En la siguiente tabla se pueden ver los precios de una línea RDSI para los dos tipos de servicios. Los datos son de Marzo de 1998.

CONCEPTO	ALTA INICIAL	MENSUAL	CAMBIO DE DOMICILIO
Acceso básico	28.876*	5.117	5.000
Acceso básico para enlace de centralitas	28.876*	6.339	5.000
Acceso primario metropolitano	978.550	92.101	361.620
Acceso primario interprovincial	1.934.148	140.319	361.620
Conexión de terminales analógicos	Gratuito	Gratuito	833

\* Existe una reducción del 50% en el coste (14.438 pts.) en caso de un alta circunstancial o de sustitución de una línea convencional por un acceso básico RDSI. Si se da de alta más de un acceso básico a la vez, el alta del segundo y del resto cuesta 11.550 pts.

## 2.3 Agregación de canales.

La RDSI ofrece la capacidad de agregar canales para realizar conexiones a mayor velocidad. Así, con un acceso BRI se puede establecer dos conexiones a 64Kbps o una única conexión a 128Kbps, usando siempre una única línea RDSI.

En realidad, una llamada a 128Kbps son dos llamadas diferentes a 64Kbps cada una, existiendo un protocolo por encima que permite ver esa llamada como una sola. Lo que también quiere decir que una conexión a 128Kbps cuesta el doble que otra de igual duración a 64Kbps. Esto es así a pesar de que, en la práctica, doblar el ancho de banda no significa doblar la velocidad de transferencia máxima. La mejora del rendimiento depende de la utilización que el protocolo haga del ancho del mayor banda.

Muchos fabricantes de *hardware* para RDSI permiten la agregación de canales utilizando protocolos propios. De esta forma solo es posible conectar con usuarios que utilicen *hardware* del mismo fabricante. Para garantizar la compatibilidad entre equipos de diversos fabricantes es conveniente que el *hardware* soporte el protocolo MPPP (*Multilink point to point protocol*). Además, el proveedor de la RDSI también debe ofrecer esta posibilidad [WEB2].

## 3 INTERFACES FÍSICOS.

### 3.1 Interfaces en la línea RDSI.

La descripción que la ITU hace de los interfaces empleados en la RDSI se basa en el esquema mostrado en la *figura 3.1-a*. En la práctica también se emplea muchas veces la simplificación mostrada en la *figura 3.1-b*. A continuación se describen los distintos bloques funcionales e interfaces que intervienen en dichas figuras.

El bloque **ET** (*Exchange Termination*) engloba los elementos que efectúan la conexión del equipo del proveedor a la red telefónica. El **LT** (*Line Termination*) hace referencia a los equipos del proveedor que suministran al usuario una línea a través de un interface **U**. Los bloques **ET** y **LT** se conectan a través del interface **V**. Las interfaces **V** y **U** son especificadas por las compañías telefónicas y proveedores nacionales o regionales.

En el caso de un servicio BRI, el interface **U** está formado por la línea típica de un par trenzado de hilos procedente de la red telefónica. Este interface permite un intercambio de datos *full-duplex*. A un interface **U** de este tipo solo se conecta un dispositivo **NT-1**. El **NT-1** (*Network Termination 1*) es un dispositivo que básicamente convierte los dos hilos del interface **U** en los cuatro hilos empleados en un interface **T** (o **S/T**) realizando operaciones de multiplexado y temporización. Así, este dispositivo realiza funciones del Nivel Físico. En Europa el **NT-1** lo debe suministrar la compañía telefónica y al usuario se ofrece un interface **T** (o **S/T**) directamente. En EE.UU. también hay dispositivos RDSI que incorporan el **NT-1** internamente y por ello se pueden conectar directamente al interfaz **U**.

El interface **T** consta de 4 hilos, dos para enviar datos y dos para recibir, permitiendo también una conexión *full-duplex*. Eléctricamente, el interface **S** es muy similar al interface **T**, pero el interface **S** admite hasta ocho dispositivos RDSI conectados en bus. Los interfaces **S** y **T** están regulados por normas internacionales.

El **NT-2** (*Network Termination 2*) es un dispositivo que convierte el interface **T** en un interface **S**. Incluye funciones de los niveles físico, enlace y red de la arquitectura OSI, como por ejemplo multiplexado en las capas física y de enlace, conmutación, y tratamiento de protocolo de las capas de enlace y red.

En líneas PRI, el interface **U** está formado por una línea de cable coaxial o fibra óptica que se suele conectar directamente a un central local de distribución o PBX (*private branch exchange*) que posee la entidad que contrata el servicio y que actúa como **NT-2**. Esta central puede suministrar varios interfaces **S**.

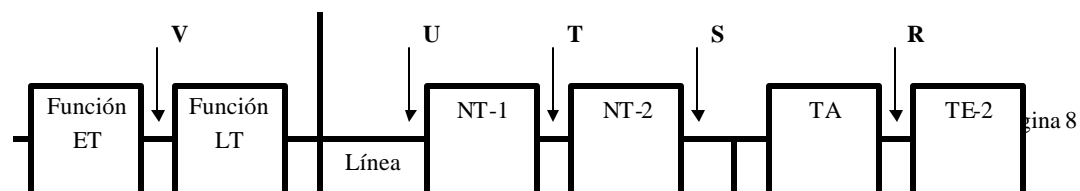
En cuanto a los equipos RDSI, primero se definen los de tipo **TE-1** (*Terminal Equipment 1*). En esta clase de dispositivos se incluyen todos los dispositivos que aceptan RDSI, como teléfonos, FAX, terminales de vídeo conferencia, bridges y routers, computadores, etc. Estos equipos se conectan a una interface **S** (o **S/T**).

Como **T** y **S** son interfaces similares eléctricamente, muchas veces no se emplea realmente un **NT-2**, y se considera que este está incluido dentro del **TE-1**. Entonces se dice que el dispositivo emplea un interface **S/T**. Esto ocurre sobre todo en accesos BRI, donde las funciones de **NT-2** son más sencillas. Así, los dispositivos RDSI esperan normalmente una conexión a un interface **S** o a un interface **S/T**.

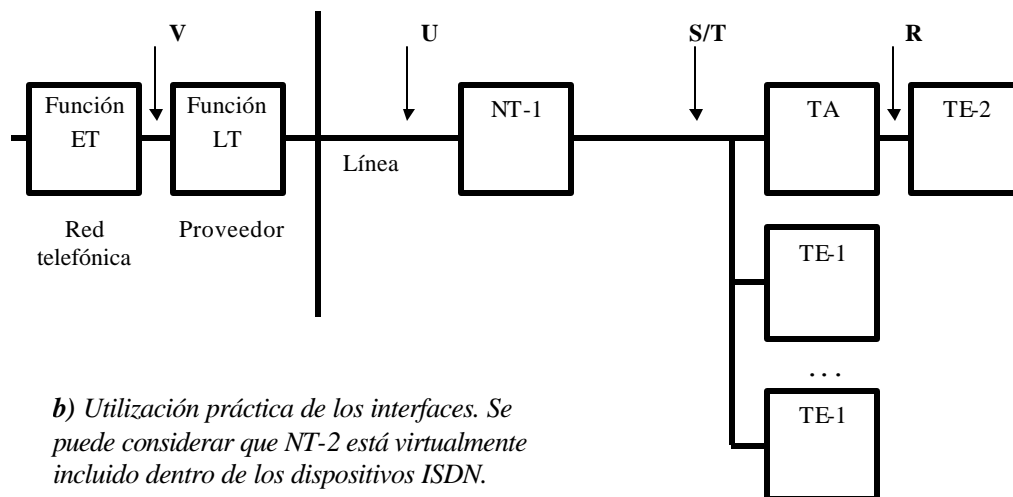
También se definen los equipos tipo **TE-2** (*Terminal Equipment 2*), donde se engloban los dispositivos no preparados para RDSI, como teléfonos o FAX convencionales. Estos equipos se conectan a un interface **R**.

El interface **R** permite la conexión de dispositivos no RDSI (interface telefónico actual). Puede ser un interface RS-232 (o V24) o un interface digital X.21. Para proporcionar el interface **R** empleado por los equipos **TE-2** a partir de un interface **S** (o **S/T**) se define el **TA** (*Terminal Adapter*) [REE][WEB1][HALSALL].

**Figura 3.1.** Interfaces y bloques funcionales presentes en la conexión a una línea RDSI.



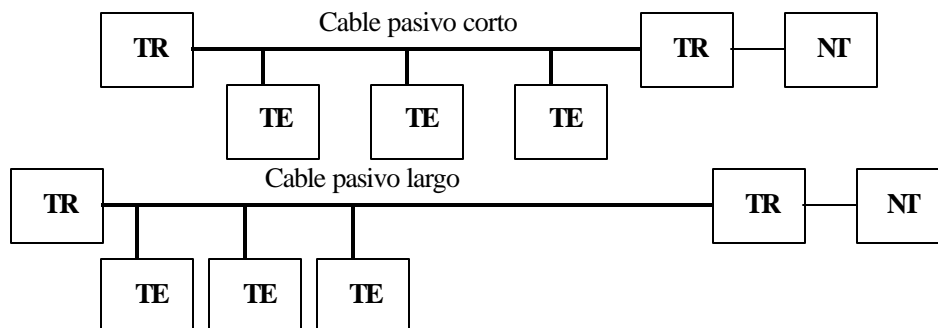




### 3.1.1 Características de los interfaces.

Como se ha comentado anteriormente, el interface **U** puede ser una línea telefónica clásica de dos hilos de cable trenzados (conocido como par trenzado) en el caso de un servicio BRI, o una conexión mediante cable coaxial o cable de fibra óptica para accesos tipo PRI. De su instalación se encarga el proveedor de RDSI. En el primer caso, el interface **U** opera con tasas de 160kbps y puede cubrir distancias de hasta varios kilómetros.

**Figura 3.3.** Tipos de cables para los interfaces **S** y **T**.

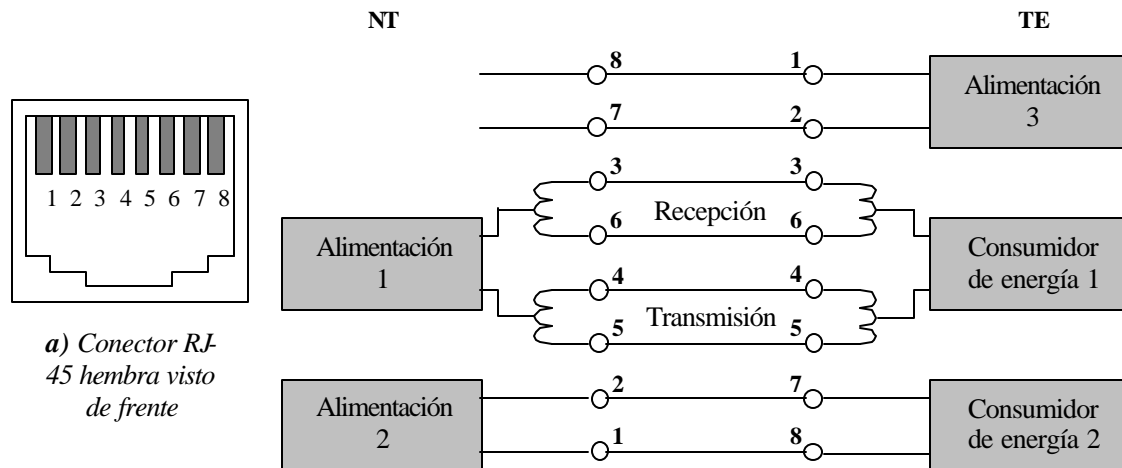


Para las conexiones **S** y **S/T** se utilizan dos tipos de cable (ver figura 3.2):

- **Canal o bus principal pasivo corto.** Se emplea con configuraciones de una longitud máxima de 100 a 200 metros, según la impedancia del cable
- **Canal o bus principal pasivo largo.** Se emplea con configuraciones de una longitud máxima de 100 a 1000 metros, según la impedancia del cable. Los equipos terminales deben estar agrupados en los últimos 25 a 30 metros.

En ambos casos se emplean resistencias terminales (llamadas TR en la figura 3.2) en los extremos del cable.

**Figura 3.3.** Conexión y líneas de los interfaces S y T.



Tanto el interface S como el T emplean el conector telefónico RJ-45 (norma ISO-8877) mostrado en la figura 3.3-a. En la figura 3.3-b se puede ver como se utilizan las distintas líneas. El uso de las líneas 1-2 y 7-8, que proporcionan distintas fuentes de alimentación, es opcional. Las parejas de contactos 3-4 y 5-6 se emplean para una recepción / transmisión full-duplex (bidireccional simultánea), además de proporcionar otra fuente de alimentación. Estas son la cuatro líneas utilizadas normalmente [REE].

## 3.2 El Nivel Físico.

El nivel físico de la IDSN está especificado en las series I.420 e I.431 del ITU. Este nivel proporciona los servicios para la transmisión de canales B, D y H, así como un sistema de señalización y temporización para acceso al canal D. También se especifican en estas normas los interfaces eléctricos vistos en los puntos anteriores de este capítulo.

Para dar una idea clara y básica sobre como es este nivel, este punto se centrará en el nivel físico de un servicio BRI.

### 3.2.1 Codificación de los bits en la línea telefónica.

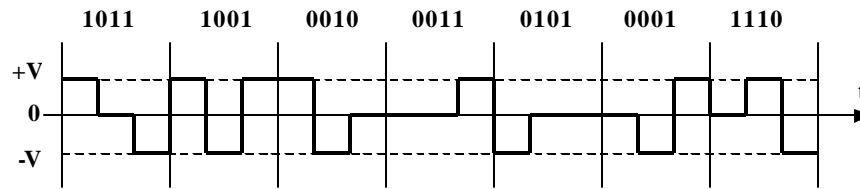
Con un servicio BRI, donde el interface U es una conexión de par trenzado, se emplean códigos de línea<sup>5</sup> que permiten reducir la tasa de baudios<sup>6</sup>, es decir, en un solo pulso de la señal transmitida se consigue representar mas de un bit, con el objetivo de alcanzar altas velocidades de transmisión sobre una línea sencilla y económica. Además, estos códigos de línea reducen la diafonía, o modulación entre diferentes líneas, ya que logran que las señales en la línea tengan variaciones amplitud más pequeñas entre pulsos adyacentes [HALSALL].

<sup>5</sup> Código de línea. La información binaria a transmitir por una línea se convierte a pulsos de una señal digital para transmitirla. El código de línea define la relación entre los bits y los pulsos de señal, es decir, como se codifica o decodifica un bit de la señal física en la línea.

<sup>6</sup> Baudio: cambios o pulsos que la señal transmitida por una línea o interface físico realiza en un segundo.

Los códigos de línea mencionados se nombran como **mBnL**, lo que significa que una secuencia de **m** bits se transmite como **n** pulsos de señal. Los códigos empleados con RDSI son el 2B1Q en Norteamérica y el 4B3T en Europa. En este punto se hablará de este último.

**Figura 3.4.** Ejemplo de codificación 4B3T.



Con el código 4B3T (también conocido como MMS 43) se representa cada grupo de cuatro bits con tres pulsos de señal. Los pulsos pueden tener tres niveles de tensión: positivo, negativo y nulo, representados como +, - y 0. Esto permite una tasa de baudios de 3/4, es decir, una reducción de 1/4 [HALSALL]. En la figura 3.4. se muestra un ejemplo de señal 4B3T.

Los códigos o pulsos transmitidos para cada cuatro bits se obtienen según la tabla 3.1. Los códigos que se obtienen generan una señal con nivel medio de continua nulo. Esto ayuda a separar la transmisión y la recepción, evita errores de interpretación en el receptor, y facilita transmitir una tensión de alimentación por la misma línea. Para un grupo de cuatro bits (secuencia), y la columna actual (de 1 a 4) se determina el código a transmitir y la siguiente columna con la que trabajar. Inicialmente se comienza con la columna 1.

**Tabla 3.1.** Patrones para la codificación 4B3T:

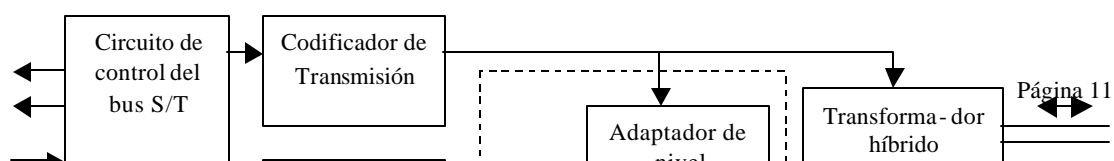
Secuencia binaria	1		2		3		4	
	Código	Siguiente código	Código	Siguiente código	Código	Siguiente código	Código	Siguiente código
0001	0 - +	1	0 - +	2	0 - +	3	0 - +	4
0111	- 0 +	1	- 0 +	2	- 0 +	3	- 0 +	4
0100	- + 0	1	- + 0	2	- + 0	3	- + 0	4
0010	+ - 0	1	+ - 0	2	+ - 0	3	+ - 0	4
1011	+ 0 -	1	+ 0 -	2	+ 0 -	3	+ 0 -	4
1110	0 + -	1	0 + -	2	0 + -	3	0 + -	4
1001	+ - +	2	+ - +	3	+ - +	4	- - -	1
0011	0 0 +	2	0 0 +	3	0 0 +	4	- - 0	2
1101	0 + 0	2	0 + 0	3	0 + 0	4	- 0 -	2
1000	+ 0 0	2	+ 0 0	3	+ 0 0	4	0 - -	2
0110	- + +	2	- + +	3	- + +	2	- - +	3
1010	+ + -	2	+ + -	3	+ + -	2	+ - -	3
1111	+ + 0	3	0 0 -	1	0 0 -	2	0 0 -	3
0000	+ 0 +	3	0 - 0	1	0 - 0	2	0 - 0	3
0101	0 + +	3	- 0 0	1	- 0 0	2	- 0 0	3
1100	+ + +	4	- + -	1	- + -	2	- + -	3

**NOTA:** La decodificación del símbolo 000 da la secuencia binaria 0000

### 3.2.2 Circuito de interfaz con la red.

En un servicio BRI, el circuito de interfaz física entre la red y los equipos del usuario es como el que se representa en la figura 3.5. Este circuito estará normalmente incluido en un **NT1**, y posibilita la transmisión full-duplex de los 2 canales B y el D por la línea de dos hilos del interface **U**. Esto se consigue gracias a un transformador híbrido.

**Figura 3.5.** Circuito de interfaz física entre usuario y red.



Aunque en principio el transformador solo debe permitir el paso de la señal recibida a la sección del receptor, debido a imperfecciones, también parte de la señal transmitida llega al receptor. Este problema se supera con la ayuda del **cancelador de eco** que elimina la señal transmitida de la señal compuesta recibida [HALSALL].

El circuito también realiza la codificación y decodificación 4B3T expuesta en el punto anterior.

### 3.2.3 Tramas de bits en la línea telefónica.

Una trama de nivel físico en un interface U de un acceso BRI se compone de un grupo de 8 tramas de menor tamaño, cada una de las cuales incluye los siguiente campos:

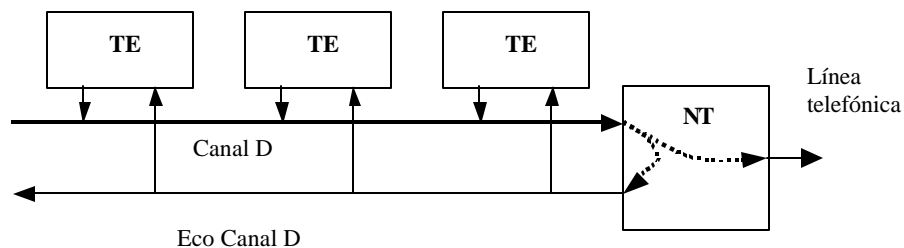
- **Sincronización.** Secuencia especial del código de línea que ayuda al receptor a identificar la señal de reloj de la trama.
- **Datos.** 12 grupo de 18 bits para los datos de los dos canales B y el canal D. En cada grupo se toman 8 bits para cada canal B y 2 para el canal D.
- **Mantenimiento.** Contiene un valor de CRC para detección de errores en el receptor. También incluye bits dedicados a comandos especiales, como los de prueba o test de la línea.

### 3.2.4 Codificación en las interfaces S/T.

Anteriormente se ha expuesto la codificación empleada en el interface U. Esta es distinta de la forma de codificar los bits en las interfaces S/T para los equipos del usuario. En este caso, el código de línea empleado es un código AMI (*alternate mark inversion*), con el que la amplitud de pulso es 100%, y donde un uno binario se representa como un estado de alta impedancia y un 0 binario se representa con impulsos positivos y negativos alternados. Una trama de bits siempre empieza por un impulso positivo, y el primer cero se representa con un impulso negativo. La trama también dispone de unos bits **F** de sincronización, cuya representación es especial [HALSALL].

Se definen dos estructuras de trama diferentes, empleadas según el sentido de la información en el bus. En las transmisiones desde **TE** a **NT** se envían tramas que contienen bits para los canales B y D. Por otra parte, en las transmisiones desde **NT** a **TE** envían tramas que además contienen bits de un canal llamado "eco en canal D". Este canal de eco se utiliza para que los equipos conectados al bus puedan detectar colisiones (ver figura 3.6.) [REE].

*Figura 3.6. Esquema de detección de colisión por eco en canal D.*



La detección de colisiones funciona de la siguiente forma. Cuando un TE desea acceder al canal D comienza a contar el número de bits de eco libres en las tramas de NT a TE que circulan. Cuando su cuenta llega a ocho (o 10, según uso normal o limitado) el TE puede acceder a los bits del canal D al transmitir. Al acabar de transmitir un mensaje, un TE incrementa el contador una unidad. Después, el TE comienza de nuevo el cómputo de bits de eco libres en tramas de NT a TE, y al llegar a 9 (o 11) puede restituir su contador al valor original (8 o 10). Esto asegura que todos los TE tienen igual acceso al canal D [REE].

### **3.2.5 Codificación y tramas en un acceso PRI.**

En el caso de un acceso PRI, para el interface U se emplea la estructura de trama normalizada para TDM europea descrita en las recomendaciones GT32 y G733 de la ITU.

El sistema TDM (Multiplexión por división de tiempo) europeo es un sistema digital que permite combinar o multiplexar hasta 30 canales de señales digitales de 8 bits a 64Kbps procedentes de diversas fuentes dentro de una trama de 32 bytes enviados a 2048 Kbps (la trama dura 125  $\mu$ Seg). La trama también incorpora 2 bytes para señalización y sincronización.

Este sistema es ampliamente usado para las comunicaciones de datos, especialmente en líneas digitales entre centrales, y es la base para otras muchas técnicas de transmisión de datos (como frame - relay) y protocolos.

En Norteamérica se emplea un sistema de TDM distinto, que trabaja a 1544Kbps, y que también está incluido en las recomendaciones mencionadas de la ITU.

## 4 PROTOCOLOS.

### 4.1 Nivel de enlace. El protocolo LAP D.

El nivel de enlace es responsable de la transmisión de información libre de errores a través del medio físico. En RDSI este nivel emplea principalmente el protocolo **LAP-D** (*Link access protocol* o protocolo de acceso al enlace) para el canal D. LAP-D es un subconjunto del protocolo **HDLC**<sup>7</sup>. Por otro lado, los protocolos para los canales B son escogidos por los usuarios.

La función principal de LAP-D es transmitir los mensajes de nivel superior necesarios entre los equipos del usuario y la central telefónica para establecer una llamada. Con esta llamada se establece también un circuito o camino virtual a través de la red entre el usuario origen y el destino.

El nivel de enlace de la RDSI está definido en las series de normas I.440/1 y Q.920-23 de la ITU, donde se especifica el protocolo LAP-D.

#### 4.1.1 Servicios que suministra el nivel de enlace.

El nivel de enlace proporciona los siguientes servicios al nivel superior (nivel de red) [REE][HALSALL]:

- **Servicio orientado a conexión con transferencia de información confirmada.** La información de nivel superior se envía como tramas numeradas. Esto permite recuperar errores mediante retransmisión de tramas. Se utiliza para transmitir los mensajes relativos al establecimiento de una llamada.
- **Servicio sin conexión con transferencia de información no confirmada.** La información de nivel superior se envía como tramas no numeradas. En casos de errores en la recepción de una trama, simplemente se ignoran esta. Se emplea para transferir mensajes relativos a la gestión del enlace.
- **Servicios de administración.** Son proporcionados a través de una serie de primitivas de servicio y cumplen diversas funciones, entre las que destaca la gestión del mecanismo que permite identificar los equipos específicos dentro del bus S/T asociado a una conexión RDSI.

Este mecanismo se basa en incorporar en el campo de dirección de una trama LAP-D dos subdirecciones: el *identificador de acceso a servicio* o **SAPI** (*service access point identifier*) y el *identificador de extremo terminal* o **TEI** (*terminal endpoint identifier*). El primer valor identifica la clase de servicio con que se relaciona el terminal o equipo del usuario (voz, datos, voz y datos), y el segundo valor especifica de manera única el terminal. Además es posible especificar una dirección *broadcast* o de radiodifusión (valor TEI cuyos bits están todos a uno), para que la trama llegue a todos los equipos del usuario destino. El identificador de un terminal se puede asignar al instalar el terminal (asignación fija) o de forma automática cuando el terminal se activa (asignación dinámica).

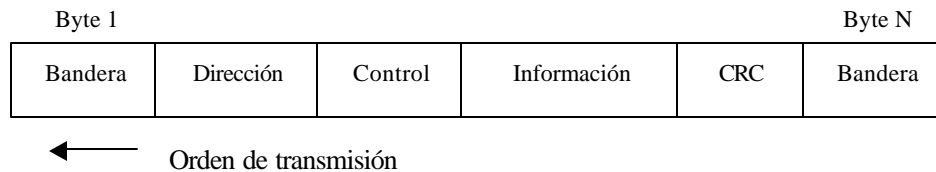
Cabe señalar que este método de direccionamiento del equipo destino solo tiene significado local en la parte del usuario, y es totalmente transparente a la gestión que la red hace de las tramas.

<sup>7</sup> HDLC (protocolo de control de enlace de datos de alto nivel) es una norma internacional definida por la ISO como protocolo de control de enlace de datos general, tanto para enlaces de datos punto a punto como multipunto, que proporciona un funcionamiento dúplex completo y modo transparente. Por ello tiene mucha aceptación y se usa ampliamente.

#### 4.1.2 La trama de LAP-D.

En la *figura 4.1.* se muestra el formato de una trama de LAP-D. La trama está limitada por dos bytes de **bandera** que tienen el valor binario 01111110. En el resto de campos de la trama no se admite dicho valor, y en cualquier dato que tenga más cinco unos seguidos se intercalará un 0 después del quinto uno antes de ser transmitido. Este cero será suprimido en el receptor. Todo esto no es más que es el mecanismo de transparencia de HDLC.

**Figura 4.1.** Formato de la trama de LAP-D.



Tras la bandera inicial está el campo de **dirección**, formado por dos bytes. En la *figura 4.2.* se muestra más explícitamente como está compuesto ese campo.

**Figura 4.2.** Formato del campo de dirección de la trama de LAP-D.

Nº de bit	0	1	2	3	4	5	6	7
1 <sup>er</sup> byte	SAPI (6 bits)						C/R	EA0
2º byte	TEI (7 bits)							EA1

Según se comentaba en el punto anterior, el campo **SAPI** identifica la clase de servicio con que se relaciona el terminal o equipo del usuario y el campo **TEI** especifica de manera única el terminal. En la *tabla 4.1.* se muestran posibles valores de estos campos.

El bit **C/R** (command / response) del campo de dirección especifica si la trama es un comando o una respuesta. La red debe enviar ordenes con C/R a 1 y respuestas con C/R a 0. El equipo de usuario debe actuar al contrario.

El bit **EA0** indica si el campo de dirección contiene el byte adicional de TEI (a 0) o no (a 1). **EA1** es como EA0, pero para LAP-D vale 1.

Tras el campo de dirección viene un campo de **control**, que identifica el tipo de trama, y, donde es aplicable, el número de secuencia de emisión y el número de secuencia de recepción. Este campo es igual al campo de control de una trama HDLC y ocupa 2 bytes. Se especifican tres tipos de formatos para este campo de control:

- **Transferencia Información (I)**, para transferir información con confirmación.
- **Supervisor (S)**, para funciones de control de supervisión del enlace, como por ejemplo reconocimiento de tramas I, petición de retransmisión de tramas I y control de flujo.
- **Trama no numerada (U)**. Para transferir información sin confirmación y para otras funciones adicionales.

**Tabla 4.1.** Valores de los campos SAPI y TEI.

Campo SAPI		Campo TEI	
Valor	Descripción	Valor	Descripción
0	Control de llamada	0 - 63	Para un TE de asignación fija

1	Paquete de datos que usa procedimiento Q.931		o no automática.
16	Paquete de datos	64- 126	Para un TE de asignación dinámica o automática
32 - 47	Reservado para uso nacional		
63	Procedimientos de gestión	127	Dirigido a todos los dispositivos
Otros	Reservado para uso futuro		

Para las tramas de tipo I, en el campo de control se especifica el número de secuencia de emisión de trama (conocido como **N(S)**), con el que se numeran las tramas emitidas de 0 a 127. Por otra parte, para tramas tipo I y tipo S, también se especifica el número de secuencia de recepción (conocido como **N(R)**). Con este valor la entidad de nivel de enlace que transmite la trama confirma las tramas I numeradas hasta el valor indicado.

El campo de control también incluye un bit conocido como bit **P/F**. En tramas de ordenes (Poll) este bit es fijado a 1 por el nivel de enlace para indicar al receptor que debe confirmar con una respuesta. En las tramas de respuesta (final) el bit se pone a 1 para contestar una trama de orden del tipo anterior.

El campo de **información** de la trama LAP-D contiene la información de la comunicación a nivel de Red.

Finalmente, la trama incorpora un campo **CRC** que permite al receptor un chequeo de errores. Se utiliza para este campo un código de redundancia cíclica de 16 bits [WEB1 ][REE][HALSALL].

#### 4.1.3 Protocolo LAP-D.

La confirmación y recuperación de tramas se realiza como en HDLC. Aquí no se pretende a estudiar este protocolo, y a continuación describirá superficialmente el mecanismo empleado.

El nivel de enlace emplea los valores de los campos N(R) y N(S). Así, cuando el receptor lee una trama errónea (por ejemplo, por un CRC inválido), la rechaza sin informar al emisor. La siguiente trama recibida estará entonces fuera de secuencia, lo que da lugar a que el receptor envíe una trama de supervisión REJ (rechazo) para pedir la retransmisión. El valor N(R) de la trama REJ reconoce las tramas numeradas hasta N(R) [REE].

Si que resulta más interesante exponer como se efectúa el establecimiento de una llamada a la central [WEB1 ][REE]:

1. El equipo de usuario (TE) y la red se intercambian inicialmente tramas de supervisión RR (Receptor preparado), esperando a que se inicie una conexión.
2. El TE envía una trama no numerada UI (información no numerada) con un valor SAPI de 63 (procedimiento de gestión: petición de identificador a la red) y un valor TEI de 127 (radiodifusión).
3. La red asigna un TEI disponible en el rango 64 a 26, y devuelve una trama no numerada UI (información no numerada) con un valor SAPI 63 (procedimiento de gestión: identificador asignado), y el TEI asignado como datos.
4. El TE envía una trama no numerada SABME (selección de modo asíncrono balanceado) con un valor SAPI de 0 (control de llamada: iniciar establecimiento) y el valor TEI asignado por la red.
5. La red responde con una trama no numerada UA (reconocimiento no numerado), con SAPI a cero y con TEI igual al valor asignado.

A partir del paso 5, se tiene establecida una conexión para el nivel de red. Cuando es la red la que inicia la llamada, entre los pasos 1 y 2 se intercala este evento:

- La red envía una trama no numerada UI (información no numerada) con un valor SAPI 0 (control de llamada: iniciar establecimiento) y el valor TEI 127.



## 4.2 Nivel de red.

Este nivel es responsable del establecimiento, mantenimiento y terminación de las conexiones para canales D y B, y además proporciona las funciones de direccionamiento. Toda la información intercambiada entre los niveles pares de red del equipo origen y destino va colocada en el campo de información de tramas de nivel de enlace siguiendo el formato de la *figura 4.3*. Este nivel se especifica en las series de normas I.450/1 y Q.930-39 de la ITU.

**Figura 4.3.** Formato del campo de información.

Nº de bit	0	1	2	3	4	5	6	7
1 byte	Discriminador de protocolo							
1 byte	0 0 0 0				Longitud del 3 <sup>er</sup> campo			
1 o 2 bytes	Valor de referencia de llamada							
1 byte	0	Tipo de mensaje						
Longitud discriminac mpo	Elementos de información obligatoria y adicional							

El campo **discriminador de protocolo** puede ser el especificado por la ITU, una versión nacional u otro protocolo como el X.25. El segundo campo útil especifica la longitud del tercer campo útil, el campo de **referencia de llamada**. Este último campo identifica unívocamente cada llamada en la interfaz local entre usuario y red. Su valor es asignado al comienzo de una llamada por el origen y queda disponible para otra llamada cuando finaliza la llamada en curso. De esta forma, a nivel de enlace se identifica un **TE** del usuario con el valor **TEI**, pero a nivel de red, ese TE pueden llegar diferentes llamadas identificadas por distintas referencias de llamada.

El campo **tipo de mensaje** identifica el tipo de mensaje. Según el tipo de mensaje puede requerirse información adicional, la cual se envía en el campo **elementos de información obligatoria y adicional** [WEB1][REE].

### 4.2.1 Tipos de mensajes. Establecimiento de una llamada.

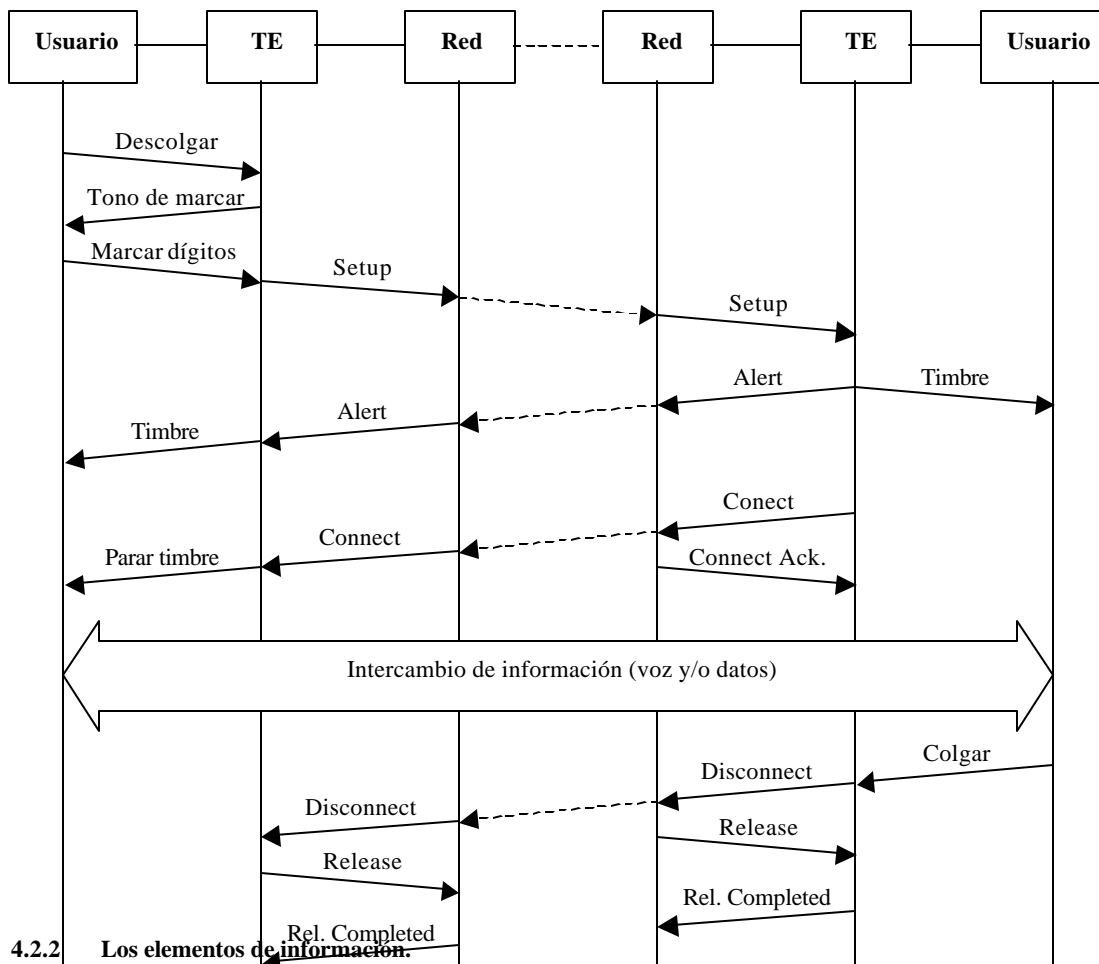
A continuación se describen algunos de los **tipos de mensajes** más usuales [REE]:

- **Establecimiento** o Setup. Indica el establecimiento de una llamada, y puede originarse en un equipo del usuario o en la red. En este último caso se trata de un mensaje de radiodifusión al que pueden contestar todos los terminales del usuario.
- **Alerta** o Alert. Este mensaje es generado por el equipo receptor de un mensaje establecimiento llamada, a modo de confirmación de llamada recibida. El envío de este mensaje no implica aceptar la llamada.
- **Conexión** o Connect. Sirve para aceptar una llamada, por lo que va en sentido contrario al mensaje de establecimiento.
- **Reconocimiento de conexión** o Acknowledge. La red envía un mensaje de este tipo al usuario para indicar que la llamada es asignada a un TE.
- **Desconexión** o Disconnect. Representa una invitación a liberar el canal y liberar el valor de **referencia de llamada**, y puede ser enviado por la red o por el usuario. Sin embargo, a nivel de enlace puede continuar la llamada en el canal D, lo que permite un intercambio de información sobre la llamada cuando esta se haya completado.
- **Liberación** o Release. Con este tipo de mensaje se responde a un mensaje de desconexión. Es entonces cuando el equipo deja de usar el canal y libera el valor de **referencia de llamada** para futuras conexiones.

- **Liberación completada** o Release completed. Es la respuesta a un mensaje de liberación, e indica que el canal y la **referencia de llamada** han sido liberados ya.
- **Información de usuario** o User information. Este tipo de mensajes permite transmitir información de voz o datos.

En la *figura 4.4*, se expone un ejemplo de secuencias de establecimiento y liberación de una llamada, donde se muestran los mensajes intercambiados a nivel de red. La secuencia de establecimiento de llamada entre central y TE se expone con mas detalle en la *figura 4.5*. En esta figura se muestran también los mensajes de enlace asociados al establecimiento de la llamada, según lo explicado en el punto 4.1.3.

*Figura 4.4. Ejemplo de secuencias de establecimiento y liberación de llamada.*

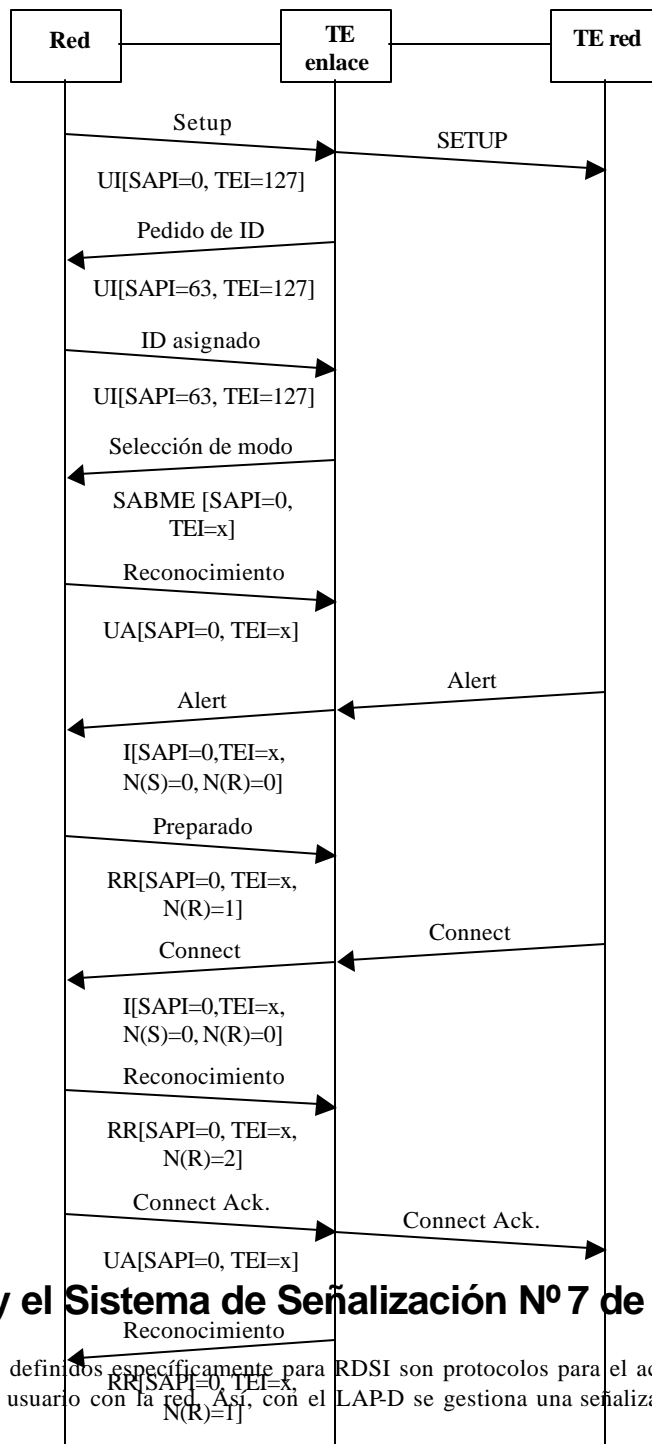


Los mensajes de nivel de red tienen un conjunto de elementos de información (ver *figura 4.8*), de los cuales unos son obligatorios y otros optativos. Los distintos tipos de elementos de información tienen diferente estructura y tamaño. Aquí no se entrará en detalles sobre esa estructura, y simplemente se hará un repaso a los elementos de información más importantes [REE].

- **Capacidad portadora.** Este elemento de información indica que capacidades debe ofrecer la red para una transmisión. Contiene información como el modo de transferencia (modo paquete o modo circuito), o la capacidad de transferencia. En modo de transferencia de paquetes contiene información de los niveles de enlace y red. Este elemento es empleado por la red.
- **Dirección destino.** Indica el destino de la llamada, conteniendo información sobre el sistema de numeración y direccionamiento además del número al que se llama.

- **Identificación de canal.** Informa sobre el tipo de canal que se emplea, que puede ser el canal D o uno de los canales B.
- **Compatibilidad de capa baja.** Este es un elemento con igual información que el de capacidad portadora, solo que en este caso este elemento llega al usuario llamado.
- **Compatibilidad de capa alta.** Identifica el tipo de aplicación que esta enviando y recibiendo la información. Esta puede ser texto, vídeo, télex, facsímil o voz.

*Figura 4.5. Ejemplo de establecimiento de llamada.*



### 4.3 La RDSI y el Sistema de Señalización Nº 7 de la ITU.

Los protocolos definidos específicamente para RDSI son protocolos para el acceso a la red, es decir, sirven para conectar el usuario con la red. Así, con el LAP-D se gestiona una señalización por el canal D que

establece un circuito o camino virtual entre un TE de usuario y la central local mediante la pila de protocolos de tres capas (físico, enlace y red) vistos hasta ahora.

Por otra parte, dentro de la red telefónica, los mensajes RDSI son transferidos siguiendo el Sistema de Señalización N°7 para Señalización por Canal Común. Este es un sistema de señalización independiente del anterior que implica una pila de protocolos de siete capas para establecer los caminos virtuales en la red. El Sistema de Señalización N°7 emplea la información RDSI para el encaminamiento y control de la llamada.

Definir este sistema independiente permite a los proveedores suministrar con facilidad una amplia diversidad de servicios avanzados: simplemente basta establecer el camino en la red al servicio requerido cuando este se solicita [HALSALL][REE].

## 4.4 Otros protocolos.

### 4.4.1 V110. Compatibilidad con modems analógicos.

Los proveedores de RDSI han logrado solucionar un problema que planteaba la RDSI: la conexión de un usuario de RDSI con usuarios que emplean la red convencional y modems analógicos. Para ello han introducido pasarelas en la red que convierten los bits procedentes de un canal B en una señal de modem y viceversa.

Pero la anterior solución no es suficiente. Los modems funcionan como máximo a 28.8Kbps, y los canales B de RDSI operan a 64Kbps, sin poder configurarse otra velocidad. Este segundo problema se solucionó con la norma V.110.

Básicamente la norma V.110 define un protocolo que encapsula un pequeño número de bits de datos procedentes de un canal a baja velocidad (como datos de la línea telefónica convencional) dentro de tramas de 80 bits de longitud, organizadas como bloques de 10 bits. Estas tramas transportan 48 bits de datos e información de control. Además, cada bit de datos se envía duplicado para aumentar la fiabilidad.

El canal de baja velocidad se adapta a uno de alta velocidad en dos pasos: primero se convierte en un canal intermedio de 8, 16 o 32 Kbps, y luego se transforma en un canal de 64 Kbps, como los utilizados en RDSI.

Para que todo esto funcione, los equipos terminales RDSI deben disponer de un módulo capaz de empaquetar y desempaquetar las tramas V.110 [MONTEA ].

## 5 INSTALANDO UNA LÍNEA RDSI.

De entre los equipos que se pueden conectar al bus S/T de un interface RDSI, quizá un computador sea el más difícil de configurar, ya que será necesario comprar un adaptador RDSI, así como configurar su *software*. Otros equipos RDSI como teléfonos o fax tienen una instalación más directa.

Partiendo de que se ha contratado un servicio BRI, y de que el proveedor ya ha suministrado un equipo NT1, se expone a continuación cuestiones relativas a como adquirir una tarjeta de interfaz para un ordenador personal y a como configurar ese equipo.

### 5.1 Buscando la tarjeta RDSI a comprar.

Existen gran variedad de tarjetas o adaptadores RDSI para ordenadores personales en el mercado, con diferencias de precios que a veces parecen difíciles de justificar, aunque esto no siempre es así.

Primero hay que distinguir entre dos tipos de tarjetas RDSI:

- **Adaptadores activos.** Incorporan un procesador propio que gestiona las comunicaciones de forma independiente a la CPU del ordenador. Así se descarga a la CPU de muchas tareas de comunicaciones, y el rendimiento de las comunicaciones se ve menos afectado por la carga del sistema.
- **Adaptadores pasivos:** En este caso es la CPU del ordenador quien debe controlar las comunicaciones. Por ello, si el sistema está bastante cargado (por que se están ejecutando muchas aplicaciones o estas son complejas) baja el rendimiento de las comunicaciones.

Es muy importante considerar que la tarjeta RDSI debe ser compatible con el sistema operativo utilizado. Aunque un adaptador incorpore *drivers* para un sistema operativo concreto, lo mejor es asegurarse de que el adaptador aparece en la lista de dispositivos compatibles con el sistema dada por el propio fabricante.

Existen adaptadores para RDSI con bus PCMCIA. En este caso hay que considerar que en la actualidad no siempre resulta fácil encontrar una línea RDSI a la que conectar un ordenador portátil. Se puede pensar en adquirir un adaptador para RDSI y otro adaptador para líneas analógicas, lo que conlleva a problemas como configurar el *software* cada vez que cambiamos de tarjeta. Por suerte existen en el mercado adaptadores RDSI con soporte para líneas analógicas.

También hay que considerar los equipos RDSI que utilizan protocolos de adaptación de velocidad H.110/120. Estos protocolos permiten la conexión con equipos que trabajan en modo asíncrono en una línea RDSI, que siempre funciona de modo síncrono. Estos protocolos de adaptación de velocidad limitan la velocidad de una conexión a 57.600 bps, sin llegar nunca a los 64Kbps que permite la línea [WEB2].

### 5.2 Configurando la tarjeta RDSI.

Al configurar una tarjeta RDSI se requiere especificar correctamente una serie de parámetros relacionados con este tipo de línea. Estos parámetros dependen del sistema operativo utilizado. A continuación se explican los parámetros mas habituales [WEB2]:

- **Switch type o tipo de central.** Indica el protocolo que la tarjeta RDSI debe utilizar para comunicarse con la central telefónica. Si una tarjeta soporta mayor variedad de protocolos, puede ser instalada en mayor número de países. En España todas las centrales soportan las normas NET3 para accesos BRI y NET5 para accesos PRI. A la hora de configurar, pueden aparecer estas opciones o bien la opción EuroISDN, que también se refiere a las dos opciones anteriores.

Otras normas usadas en la Comunidad Europea son VN3/VN4 en Francia y 1TR6 en Alemania.

- **Número de terminales lógicos.** Para España debe tener valor 1. Este parámetro está pensado para soportar ambos canales B cuando se usan normas distintas de NET3.
- **SPID.** Con la norma NET3, este valor debe dejarse en blanco. El SBID (*service profile Id*) se utiliza para identificar servicios y características que la compañía telefónica provee a los equipos del usuario. Es un valor opcional que solo se emplea al establecer una llamada.
- **TEL.** Especifica el identificador de TE. (ver 4.1.). Conviene configurarse en "automático" para que se negocie su valor con la central telefónica en el establecimiento de una llamada.
- **Número de teléfono o Address.** Este parámetro se refiere al número de la línea RDSI. Solo es imprescindible si se va a emplear el ordenador para contestar llamadas o si se dispone de varios dispositivos RDSI conectados a la misma línea.

## **6 RDSI DE BANDA ANCHA.**

Aunque la RDSI todavía está en construcción, ya se está diseñando un sucesor para ella: la RDSI de banda ancha. Esta nueva red es básicamente igual a la RDSI actual, con la diferencia de que la velocidad mínima a la que trabaje será 2Mbps, pudiendo llegar a los 100Mbps. Estas velocidades permiten aumentar en gran medida el número de servicios que la red ofrecerá.

Para lograr esas características, la RDSI de banda ancha hace uso de la tecnología de redes ATM<sup>8</sup>.

También se están desarrollando ya gran variedad de aplicaciones para esta tecnología, entre las que destacan los servicios de televisión digital de alta definición por cable.

---

<sup>8</sup> ATM: *Asynchronous transfer mode* o modo de transferencia asíncrono (no se utiliza un reloj maestro para la transmisión). Esta es una tecnología reciente que se está extendiendo mucho en redes locales, y que también empieza a utilizarse en redes de área extensa. Se basa en un nuevo enfoque en la transmisión de información: transmisión de los datos como paquetes pequeños de tamaño fijo que se envían ordenadamente, con controles de errores sencillos (se supone una alta fiabilidad de la red).

## **7 REFERENCIAS.**

- [HALSALL]        **“Comunicación de datos, Redes de Computadores y Sistemas Abiertos”** *Fred HalSall*.  
  
Addison – Wesley Iberoamericana. Cuarta Edición 1996.  
  
Un buen libro sobre el mundo de las comunicaciones de datos y las redes de computadores.
- [WEB1]           **“ISDN Tutorial”**. *Ralph Becker*.  
  
<http://www.ziplink.net/~ralphb/ISDN/index.html>. Diciembre 1997.  
  
Tutorial sobre la RDSI.
- [WEB2]           **“Preguntas Básicas Sobre RDSI”**. *Antonio L. Carrión*.  
  
[http://www.arrakis.es/~antonio\\_carrion/](http://www.arrakis.es/~antonio_carrion/). Noviembre 1997.  
  
Introducción básica sobre la RDSI, y sobre como hacerse usuario. En castellano.
- [WEB3]           **“The Global Digital Phone Network”**.  
  
<http://www2.echo.lu/eiuf/en/euif.htm>. European ISDN User Forum, 1997.  
  
Forum de noticias y *workshops* sobre la RDSI Europea.
- [WEB4]           **“Dan Kegel’s ISDN Page”**. Dan Kegel  
  
<http://www.alumni.caltech.edu/~dank/isdn/>. Diciembre 1996.  
  
Aquí está disponible gran cantidad de enlaces a páginas de Internet relacionadas con la RDSI.
- [MONTEA ]       **“RDSI. La revolución de las comunicaciones telefónicas”**.  
  
*Francisco Monteagudo*. Solo Programadores, Nº, 199.  
  
Artículo que expone que es, en que se basa y como funciona la RDSI de forma bastante clara y práctica. Se centra en la RDSI europea.
- [REE]            **“La Red Digital de Servicios Integrados”**.  
  
*GN Elmi España S.A.* Revista Española De Electrónica, Marzo 1994.  
  
En este artículo se describe el funcionamiento de los niveles de la RDSI con bastante detalle siguiendo el patrón de niveles OSI.