

ACCESOS ISDN

Referido a los accesos digitales de alta velocidad ISDN. Sobre las interfaces y las tramas de comunicación entre LTU-NT-TE.

1- GENERALIDADES DE ISDN

1.1- RASGOS HISTÓRICOS

La historia comienza cuando **H.Vaughan**-1959 en **Bell Labs** desarrolla el embrión de los centros de conmutación digitales con técnica PCM denominado proyecto Essex. En ese momento se piensa por primera vez en la posibilidad de integrar la conmutación y la transmisión y se descubren las dificultades inherentes a dicho proyecto. En la red analógica de telefonía (existente desde 1880 para el canal de 4 kHz de ancho de banda) se habían integrado algunos servicios digitales. En 1962 se inicia el tráfico a velocidad T1 en USA; en Argentina el primer sistema se instaló en 1972 a velocidad E1. El primer centro digital instalado por ATT fue en 1976 (central **4ESS** *Electronic Switching System*).

El ITU-T (antes CCITT) se ocupa desde 1968 de los servicios integrados y en 1971 el **Grupo de Estudio SG-XI** propone el término *Integrated Service (Digital) Network*. La opinión casi generalizada indicaba que la palabra Digital era redundante ya que la única manera de realizar una red con servicios integrados es mediante la técnica digital. Por ello la palabra digital aparecía primero entre paréntesis, el cual luego se perdió sin mayores explicaciones. En 1984 se inaugura las **Recomendaciones Serie I** para la ISDN.

Hasta 1988 no se logró una adhesión total a estas velocidades. Por ejemplo, en Japón se usaba 88 kb/s (B=64 kb/s, D=8 kb/s y 16 kb/s de datos) y en Inglaterra 80 kb/s (B=64 kb/s, D=8 kb/s y 8 kb/s para datos). A partir de dicho año se logra un estándar mundial uniforme de 144 kb/s. Así, las Bell Operating Companies introdujeron la ISDN en USA a 64 kb/s en 1986 y a partir de 1989 ofrece los servicios ISDN del tipo 2B+D. El primer país en introducir ISDN fue Francia en 1988 y en Latinoamérica fue Colombia en 1992. Los primeros proveedores de equipos capaces de demostrar la capacidad de ISDN fueron Siemens, ATT, Northern Telecom y NEC.

La ISDN nació como idea basada en los siguientes **conceptos fundamentales**:

- Evolución a partir de la red digital existente.
- Utilización de la red de abonado actual.
- Interfaces normalizadas con el usuario.
- Intercambiabilidad de terminales de usuario.
- Plan de numeración único para todos los servicios.
- Aplicación del sistema de señalización N°7.

La ISDN, desde el punto de vista del modelo de interconexión de sistemas abiertos de 7 capas, ocupa la capa 1 para los datos y las capas 1 a 4 para la señalización.

1.2- MODELO GENERAL DE LA ISDN

ISDN pretende crear un sistema completo que permita abastecer a cualquier servicio actual y futuro al usuario. Se tiene una división entre ISDN de Banda Angosta y Banda Ancha:

.N-ISDN Banda Angosta (*Narrowband*): En el primer caso se incluyen servicios de baja velocidad digital tanto de redes públicas como privadas (telefonía, telefax, teletex, videotex, etc.) incluyendo el servicio de videoteléfono de baja velocidad.

.B-ISDN Banda Ancha (*Broadband*): Se incluyen adicionalmente los servicios de alta velocidad como ser televisión y radio de alta calidad. Este servicio de banda ancha se realizará mediante el Modo de Transferencia Asíncrono **ATM**.

Los servicios prestados por la ISDN son las **capacidades** ofrecidas al cliente, las cuales se definen mediante **protocolos** y **funciones normalizadas**. Los servicios se describen por medio de **atributos** que definen las características del servicio conforme se aplican a un determinado punto de referencia en el cual el cliente accede a la ISDN.

ATRIBUTOS. Se definen en ITU-T **I.130/I.340** y se pueden resumir mediante la **Tabla 01**:

ACCESOS ISDN

Tabla 01: Atributos de la red digital integrada ISDN.

-Modo transferencia de información:	Circuito o paquetes.
-Establecimiento de comunicación:	Demanda, reservado y permanente.
-Establecimiento de la conexión:	Conmutada o permanente.
-Simetría:	Unidireccional o bidireccional.
-Canal de acceso y velocidad:	B, 2B+D, etc.
-Velocidad de transferencia:	64, 384, 1536 y 1920 kb/s.
-Capacidad de transferencia:	Audio, vídeo, etc.
-Configuración de comunicación:	Punto-punto, multipunto, broadcasting.
-Topología del acceso:	Simple, cascada, paralelo.
-Topología multipunto:	Estrella, malla, etc.
-Atributos entre elementos	Uniformidad y no-uniforme
-Dinámica:	Concurrente, secuencial.
-Protocolo de acceso:	G711, X25, I.460, CCITT CSS7/DSS1.
-Servicios suplementarios.	
-Calidad del servicio.	
-Características de funcionamiento de conexión.	
-Errores y deslizamientos.	

CAPACIDAD DE ACCESO. En ITU-T I.412 se definen las mismas:

-**Canal B** con una capacidad de 64 kb/s. La señal vocal se codifica de acuerdo con ITU-T G.711 y las velocidades inferiores pueden multiplexarse o rellenarse (justificarse) para llevarlas a este valor. El canal B puede ocuparse con telefonía a 64 kb/s o con datos (por ejemplo X.25). Los servicios de capas superiores pueden ser Teletex/Videotex, Facsímil del grupo 4, servicio de transferencia de mensajes MHS X.400 y directorio X.500.

-**Canal D** con una velocidad de 16 o 64 kb/s. Se usa para señalización de acuerdo con ITU-T I.440/451 las cuales determinan el sistema de señalización DSS1. Este canal tiene previsto en la red de acceso al usuario la aplicación secundaria de telemetría para servicios de emergencia y gestión de alimentación. También puede usarse para transmisión de datos X.25 mediante LAP-D en la capa 2. La señalización DSS1 se estudia en el trabajo referido a sistemas de señalización.

-**Canal H** con velocidades de H0= 384 kb/s, H11= 1536 kb/s y H12= 1920 kb/s. Algunos ejemplos de aplicaciones de estas velocidades son vídeo para teleconferencia, datos de alta velocidad, conmutación de paquetes y audio de alta calidad. La estructura de acceso al usuario mediante canales B para datos y D para señalización, tiene 3 versiones distintas:

-2B+D a 144 kb/s denominado acceso básico o **BRI** (*Basic Rate Interface*).

-23B+D a 1544 kb/s.

-30B+D a 1920 kb/s denominado acceso primario o **PRI** (*Primary Rate Interface*).

El acceso básico posee 2 canales B de datos de 64 kb/s y uno de señalización D a 16 kb/s, mientras que el acceso primario tiene 30 canales B de datos y uno de señalización D a 64 kb/s.

SERVICIOS SUPLEMENTARIOS. Se trata de aquellos servicios que pueden entregarse al usuario apoyados en la señalización por canal común. Algunos de ellos son:

-Cambio de servicio durante la conexión.

-Número de suscriptores múltiples.

-Interrogación de estado; discado abreviado; rediscado.

-Manos libres; llamado en espera; llamada selectiva.

-Registro de llamadas de entrada.

-Restricción de conexión entrante y saliente.

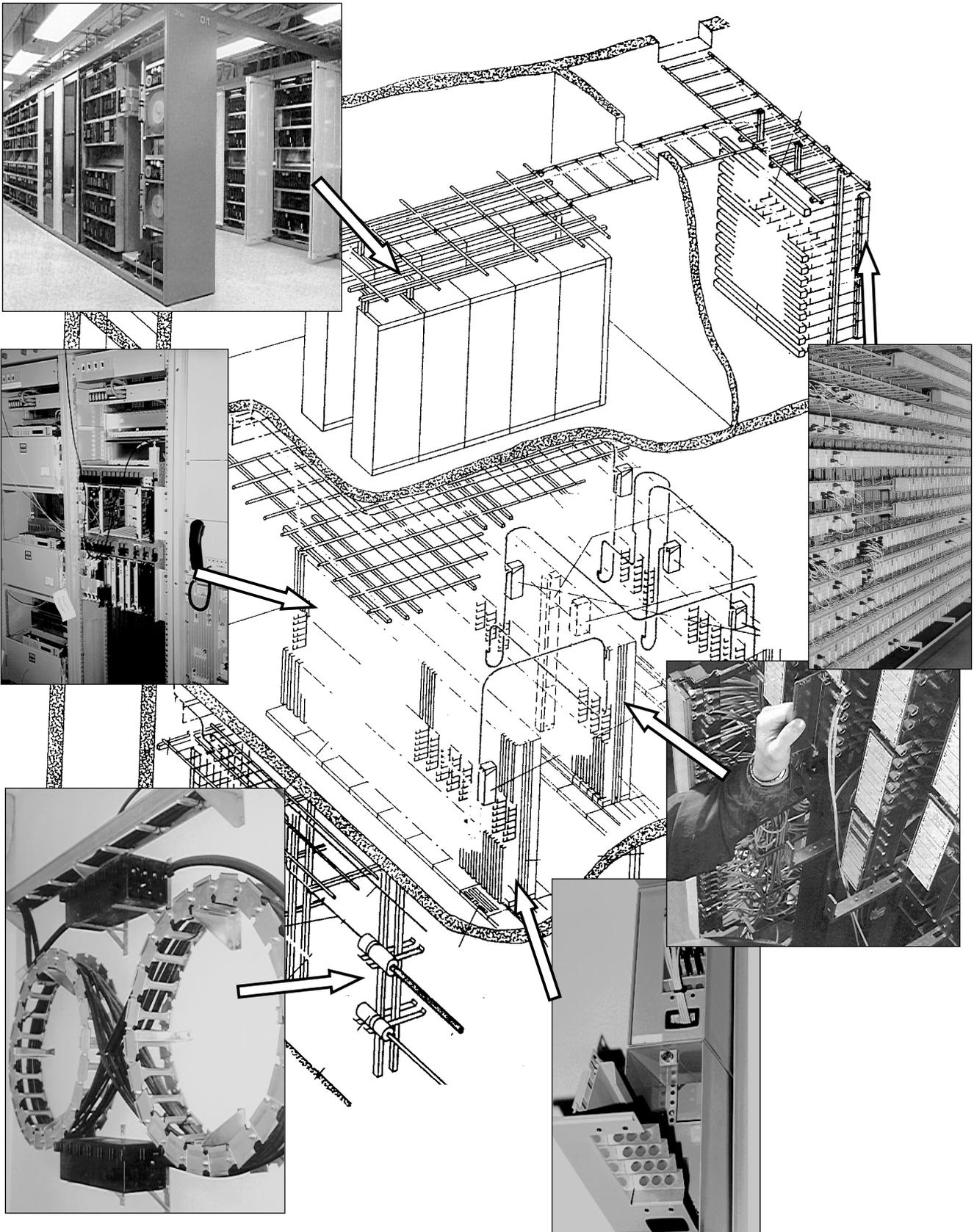
-Servicio libre de cargo; cobro revertido.

-Llamada multiacceso; llamado de conferencia.

-Grupo de usuarios cerrado; estado de llamadas impreso.

ACCESOS ISDN

LAMINA. Componentes de una instalación de Plantel Interior para telefonía: Distribuidores de fibra óptica ODF, de coaxial DDF y de pares vocales VDF; centro de conmutación ISDN y equipos de transmisión; salida de cables ópticos.



ACCESOS ISDN

2- CONEXIONES DE ACCESO A LA RED

Los puntos de acceso del usuario a los servicios de la ISDN se determinan en base a **ITU-T I.210** e **I.411** y se encuentran representados en la **Fig 01/02**. Desde el punto de vista del usuario una ISDN tiene puntos de acceso que se han reducido a un mínimo pero que tienen diferencias de velocidad, complejidad y características.

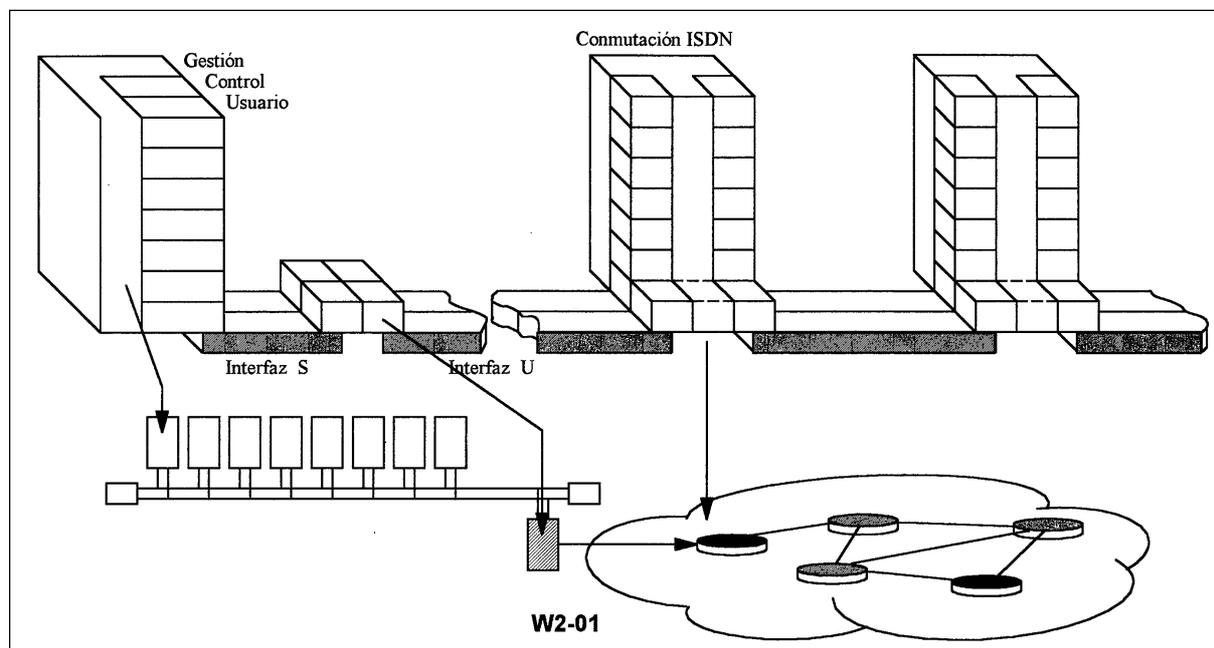


Fig 01. Modelo de capas del acceso ISDN.

2.1- INTERFACES DE ACCESO

INTERFAZ U. El Terminal de Red **NT1** (*Network Terminal*) incluye funciones equivalentes a la capa 1 del modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos **OSI**. Esta Interfaz U equivale a la separación entre el medio físico y el sistema abierto para la ISDN. Las funciones que cumple el NT1 son:

- Terminación de línea de transmisión.
- Funciones de mantenimiento y control de calidad.
- Temporización y Multiplexación.
- Transferencia de energía.
- Terminación de interfaz.

El NT1 está preparado para conectarse a un Equipo Terminal **TE1** (*Terminal Equipment*) construido especialmente para la ISDN. El mismo cumple funciones de capas 1 a 7. Otra posibilidad es disponer de un Terminal de Red **NT2** que incluye algunas de las funciones de capa 2 y 3. El NT2 tendrá funciones de:

- Protocolo y Multiplexación.
- Comutación y Concentración.
- Funciones de mantenimiento.

En estos casos se disponen de dos interfaces de acceso al usuario, la **Interfaz T** (*Terminal*) desde TR1 e **Interfaz S** (*Systems*) desde TR2.

El terminal de red será provisto por el operador de la ISDN, mientras que el equipo terminal seguramente será adquirido por el usuario entre los distintos modelos ofrecidos a tal efecto. Sin embargo, puede ser que un usuario con equipos terminales que no están producidos especialmente para la ISDN desee conectarse a ella. Para este caso se dispondrán de Adaptadores Terminales **AT** que se conectan a la interfaz S y dan lugar a una nueva **Interfaz R** (*Rate*). Como equipos terminales no solo deben contar con los servicios de telefonía o datos a 144 kb/s, sino que debemos recordar la existencia de conexiones desde Redes de Área Local **LAN** (*Local Área Network*) y de centrales de conmutación privadas **PABX** (*Private Automatic Branch Exchange*).

MODELO DE CAPAS. Para asegurarse de comprender el funcionamiento de la ISDN mediante el modelo de capas se puede recurrir a la **Fig 01**. Se dispone de un ejemplo de conexión desde un TE de usuario hasta otro conectado a través de dos centros de conmutación ISDN. Se observa que se tienen caminos paralelos para la información de usuario U y para la de

ACCESOS ISDN

señalización o control **C**, mientras que cada extremo o nodo tiene una parte de gestión **G** propia para el funcionamiento del nodo o terminal. El canal de señalización está de acuerdo con el sistema de señalización digital **ITU-T DSS1**.

El equipo terminal de usuario **TE** cumple funciones de las 7 capas tanto para los datos como para la señalización. En cambio el terminal de red **NT** solo tiene funciones de capa 1. Los nodos de conmutación deben analizar la señalización y cumplen funciones de capa 1 a 4, mientras que para los datos resultan ser transparentes (funciones de capa 1). Este trabajo se ocupa de la capa 1 de conexión entre el usuario y el centro de conmutación. El protocolo de capas 1 a 3 para el canal **D** se describe en el trabajo referido a sistemas de señalización. Como paso siguiente se muestra la **ISDN** tomando como punto de referencia al terminal de red; se trata de un equipo activo colocado junto al usuario. Se verá la comunicación desde el **NT** hacia el **TE**, luego la comunicación desde el **NT** hacia la central **ISDN** y por último un diagrama a bloques del **NT**.

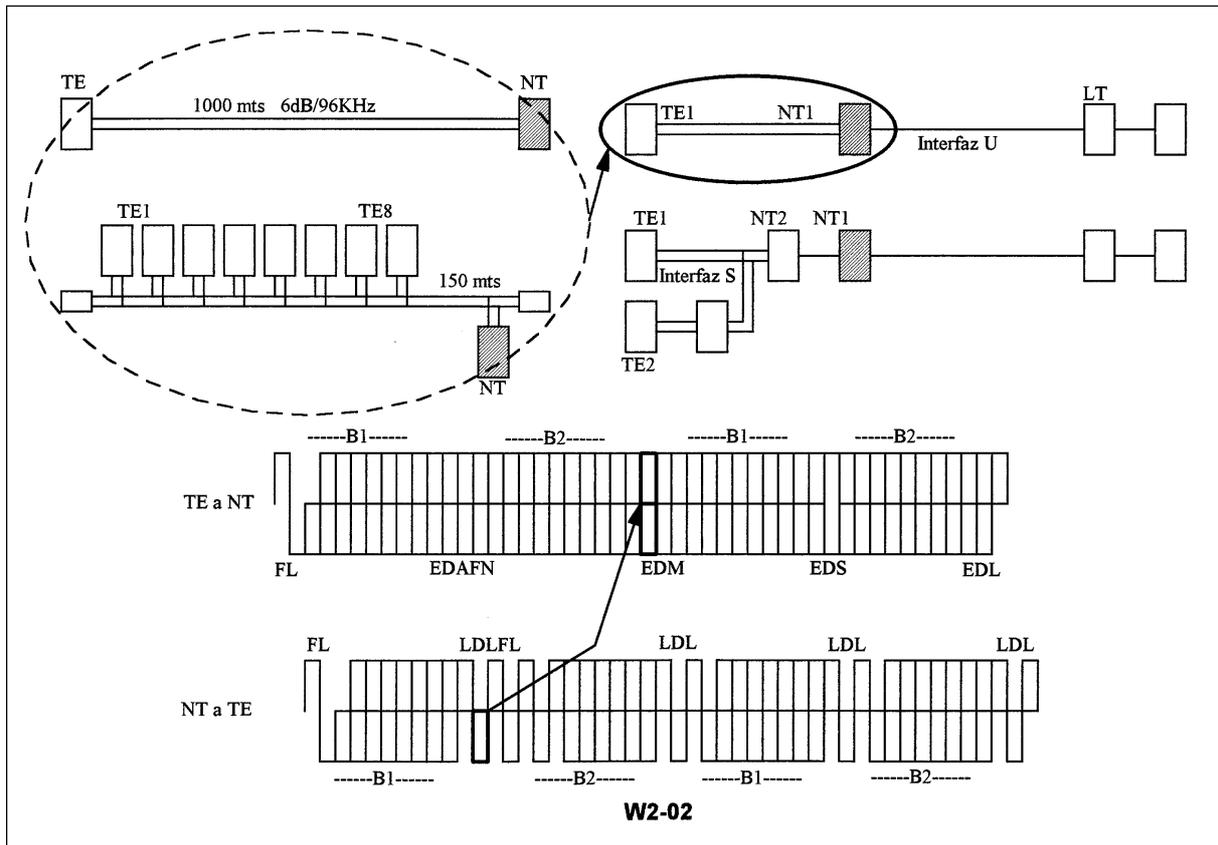


Fig 02. Tramas involucradas en ISDN.

2.2- COMUNICACIÓN ENTRE TE Y NT

En **ITU-T I.430** se describe la forma de comunicación entre el equipo terminal del usuario **TE** y el terminal de la red **NT**; en otras palabras, se describe la interfaz **S** para un usuario de canal básico **2B+D**. Para el usuario de un canal de acceso primario se dispone de una interfaz a **2048 kb/s** similar a los sistemas de **2 Mb/s** por pares metálicos tradicionales.

Se requiere transmitir una velocidad efectiva de **144 kb/s** consistente en **2 canales B** de **64 kb/s** de información cada uno y un canal **D** a **16 kb/s** para la señalización. Por ello se usará un par de conductores balanceado para cada sentido de transmisión. La velocidad real de transmisión será de **192 kb/s ±100 ppm** debido al agregado de bits de servicio. Se admite una equalización de **6 dB** a **96 kHz** con ley \sqrt{f} . El conector se denomina **ISO 8877** para interfaz física **ISDN** de **8 pin** (2 hilos de transmisión, 2 hilos de recepción y 4 hilos de alimentación).

TRAMAS INVOLUCRADAS. Las tramas de comunicación entre **TE** y **NT** son distintas. En la **Fig 02** se muestran ambas. Se observan las siguientes características:

- Ambos sentidos tienen una trama de **48 bits**.
- En el sentido **TE-NT** la trama tiene **2 bits** de corrimiento.
- El código es pseudo-ternario (para obtener corriente continua nula).
- Los bits **L** equilibran la componente de corriente continua.
- La transmisión de canal **B** se hace mediante Bytes completos **B1-B2**.
- Cada trama tiene **2 Bytes** para el canal **B** y **4 bits** para el canal **D**.

ACCESOS ISDN

- En el sentido de NT-TE se tiene un canal de eco (bit E).
- Se disponen de bits para alineamiento de trama (F,FA,N).
- Para el alineamiento de multitrama se tiene el bit M.
- El NT se encuentra en estado de bajo consumo cuando no trabaja.
- La activación-desactivación del NT es mediante el protocolo del bit A.

ALINEAMIENTO DE TRAMA. El código es pseudoternario del tipo AMI 100% donde los bits 1 se representan por la ausencia de señal en la línea, en tanto que los bits 0 por pulsos positivos y negativos en forma alternada. El primer bit 0 que sigue a un bit de equilibrio de polaridad L tiene la misma polaridad que L y luego se alternan. Un bit de equilibrio L es un cero binario si el número de bits 0 desde el último L es par; si es impar es un bit 1.

El procedimiento de alineamiento se fundamenta en que F es un bit 0 con igual polaridad que el bit anterior, lo cual es una violación AMI. También se produce una violación AMI en el pulso posterior al equilibrio de polaridad L. La pérdida de alineamiento de trama se produce cuando en un período de 2 tramas no se han detectado pares válidos de violaciones AMI y se restablece cuando se detectan 3 pares consecutivos de violaciones AMI correctos. Para asegurar el proceso de alineamiento en la dirección de NT-TE se usan los bits F y N de forma que son bits complementarios (0 y 1) y en la dirección de TE-NT el bit F es igual a L.

INTERFAZ S. Según ITU-T I.430 permite los siguientes tipos de conexiones NT-TE:

-**Conexión punto a punto** por pares balanceados de longitud máxima 1 Km (ecualización de 6 dB de atenuación a la frecuencia de 96 kHz). El tiempo de propagación es de 10 a 42 μ seg (10,4 μ seg corresponden a los 2 bits de desplazamiento más 6 bits de retardo máximo).

-**Conexión punto a multipunto** por 2 pares balanceados (bus) con un máximo de 8 usuarios. El bus tiene una longitud máxima de 150 o 500 mts (bus pasivo corto o extendido). En el **bus pasivo corto** los NE se conectan en cualquier punto del bus. El límite de esta conexión está dada por el retardo entre distintos terminales (10 a 14 μ seg) y no por la atenuación. La longitud es de 200 mts para bus de 150 ohm y 100 mts para 75 ohm. Por ejemplo: un sistema comercial propone la separación entre NT adyacentes inferior a 25 o 50 m y es cargado con una impedancia de 100 ohm. El TE se conecta mediante un cable de hasta 10 m y con un conector de 8 contactos (ISO 8877) al cable que funciona de bus para el NT. El **bus pasivo extendido** puede adquirir hasta 1000 mts dependiendo del conductor usado. Los terminales se encuentran en el extremo del bus.

OPERACIÓN. En la capa 2 se define la prioridad de la información de señalización sobre otras en el canal D. Para asegurar que cada TE tenga igual posibilidad de acceso al canal D se asigna el menor nivel de prioridad luego de la transmisión de una trama.

Mediante el canal de eco (bit E) se detectan colisiones sobre el canal D. En caso de falta de coincidencia se corta la transmisión y se espera un tiempo aleatorio para reintentar el acceso sobre el bus. Durante el período de inactividad del bus se pasa al estado de bajo consumo. La activación (llamada entrante o saliente) y la desactivación se efectúa mediante un protocolo de datos en el bit A. Se trata de un proceso coincidente con el usado en la interfaz U (NT-LTU). Si un TE recibe la activación debe sincronizarse y responder en 100 mseg. Para mantener un servicio de emergencia ante la falta de energía local, se encuentra prevista la telealimentación (1 watt) para el TE. Se efectúa mediante un circuito fantasma.

2.3- COMUNICACIÓN DE TR AL NODO ISDN

La conexión entre el TE y NT se efectúa mediante 2 pares balanceados porque la distancia es relativamente corta, dentro del mismo ámbito del usuario. En cambio, la conexión desde el NT al terminal de línea LTU (*Line Terminal Unit*) la conexión se debe efectuar mediante un solo par y sobre la misma red existente de planta externa para economía de implementación.

En ITU-T G.961 se enumeran una serie de soluciones implementadas por distintos países y empresas. Las condiciones genéricas que deben cumplir todos los tipos de códigos son las siguientes:

- Llevar la señal 2B+D.
- Llevar información de reloj de bit y octeto.
- Llevar información de alineamiento.
- Producir la activación y desactivación del NT en reposo.
- Telealimentar al regenerador o NT desde el LTU.
- Permitir acciones de operación y mantenimiento.
- No tener componente de corriente continua.
- Permitir la transmisión bidireccional por un solo par.

A continuación se indica la solución de cada uno de los 4 códigos mencionados para estas funciones.

ACCESOS ISDN

→ **CÓDIGO MMS43.** Es un código del tipo **4B3T** (4 estados binarios se convierten en 3 ternarios). **MMS43** fue propuesto por **P.Franaszek-1968**. Es usado para transmitir la señal ISDN sobre un par de 0,65 mm de diámetro y de 150 ohm de impedancia hasta una distancia de 8 Km (12,5 Km sobre 0,8 mm). El nivel de salida es de 2 Vp ($\pm 10\%$) y el rango de ecualización normalizado por ETSI es 50 dB.

TRAMA. A la información principal de 144 kb/s se le agrega información adicional en una trama de 120 estados ternarios. El estado ternario 85 se usa para operación y mantenimiento y desde el estado 110 a 120 se usa como palabra de alineamiento de trama. El incremento de velocidad debido a los bits agregados lleva los 144 kb/s a 160 kb/s y la codificación del tipo 4B3T reduce la velocidad en Baudios a 120 kBd. La palabra de alineamiento es distinta en un sentido de transmisión y otro. Desde el TR al TL se envía + + + - - - + - - + - y en sentido desde el TL al TR se transmite - + - - + - - - + + +. La pérdida de alineamiento y la recuperación se produce mediante lecturas consecutivas de la palabra de alineamiento.

CODIFICACIÓN. La **tabla de codificación** tiene 4 posibilidades (S1 a S4). Para mantener la componente de corriente continua en un mínimo se cambia de una a otra equilibrando la cantidad de símbolos positivos (+) y negativos (-). En cada código de cada columna se dispone de un número que indica a que columna se debe pasar en el próximo paso de codificación. Está prevista la **aleatorización** de los datos con el propósito de mantener en línea una buena componente de información de temporización. En este caso el polinomio generador de aleatorización es distinto en uno y otro sentido de transmisión. Desde el LTU se usa $X^{23}+X^5+1$ y desde el NT se usa el $X^{23}+X^{18}+1$. De esta forma se pretende evitar la correlación entre ambas señal por posibles diafonías. Durante el tiempo que el usuario se encuentra en reposo el terminal de red NT se encuentra en un estado de bajo consumo. La **activación** del NT consiste en una ráfaga de un tono de 7,5 kHz. Como la frecuencia en línea es de 120 kBd un tono de dicha frecuencia se logra con una secuencia de 8 (+) y 8 (-) consecutivos.

Tabla 02: Código MMS43 para ISDN.

4B	S1	S2	S3	S4
0001	0 - +	1	0 - +	2
0111	- 0 +	1	- 0 +	2
0100	- + 0	1	- + 0	2
0010	+ - 0	1	+ - 0	2
1011	+ 0 -	1	+ 0 -	2
1110	0 + -	1	0 + -	2
1001	+ - +	2	+ - +	3
0011	0 0 +	2	0 0 +	3
1101	0 + 0	2	0 + 0	3
1000	+ 0 0	2	+ 0 0	3
0110	- + +	2	- + +	3
1010	+ + -	2	+ + -	3
1111	+ + 0	3	0 0 -	1
0000	+ 0 +	3	0 - 0	2
0101	0 + +	3	- 0 0	1
1100	+ + +	4	- + -	1

→ **CÓDIGO 2B1Q.** Este código (**ANSI T1.601**) convierte 2 estados binarios en 1 cuaternario. De esta forma los estados binarios 10/11/01/00 se convierten en los estados cuaternarios +3/+1/-1/-3. Los niveles de tensión son 2,5 y 0,833 V.

La **trama** consiste de 120 estados cuaternarios. Los primeros 9 estados se usan para el **alineamiento de trama** (+3/+3/-3/-3/-3/+3/-3/+3/+3), mientras que los últimos 3 estados se usan para funciones de encabezado (mantenimiento, detección de error, estado de potencia). Los 108 estados restantes son para 12 secuencias del canal 2B+D. Las tramas en ambos sentidos (NT a LTU y LTU a NT) son iguales pero desde NT a LTU se encuentra retardada 60 símbolos cuaternarios (la mitad de la trama).

El **canal de mantenimiento** ocupa información de operaciones (48 bit), información de paridad para control de errores (12 bit) y bits reservados (12 bit). El agregado de información para mantenimiento y alineamiento incrementa la velocidad de 144 a 160 kb/s y la codificación la reduce a la mitad (80 kBd). El valor de ecualización es de 45 dB lo que permite alcanzar 7,2 Km de longitud con pares de 0,6 mm. Está prevista una **aleatorización** idéntica a la del código MMS43, con el mismo polinomio generador. El arranque del NT desde el estado de bajo consumo es mediante una frecuencia de 10 kHz, transmitida como una secuencia de código cuaternario.

→ **CODIGO AMI.** El código **Inversión de Marcas Alternadas AMI** consiste en asignar al bit 1 un nivel cero de tensión y al bit 0 un nivel +1 y -1 en forma alternada. De esta manera se mantiene el nivel de corriente continua en cero. La **trama** consiste en 640 bits, con una palabra de alineamiento de 58 bits iniciales (00..01), un bit auxiliar (en la posición 59) y otro de paridad (en el lugar 640). El espacio de carga útil en la trama se ocupa con 4 grupos formados cada uno por 8 subgrupos 2B+D y un bit para operación y mantenimiento; es decir $4x[8x(2B+D)+CL]$

Nuevamente la velocidad de 144 kb/s pasa a ser de 160 kb/s y la velocidad de línea es de 160 kBd, ya que aquí no se reduce mediante el código la velocidad de símbolos. La pérdida de alineamiento de trama ocurre con 8 lecturas consecutivas con error en la palabra de alineamiento y se recupera con 3 lecturas correctas consecutivas. Se prevé una **aleatorización** de acuerdo con el polinomio generador $X^{11}+X^9+1$. No se aleatoriza la palabra de alineamiento de trama. La **activación** del NT en estado de bajo consumo se realiza con una frecuencia de 20 kHz correspondiente a una secuencia + + + + - - - - (72 veces).

ACCESOS ISDN

→ **CÓDIGO BIFASICO-BIPOLAR.** El código es el Manchester. La regla de codificación indica: cuando se tiene un bit 1 se lo reemplaza por 01 y cuando se tiene un bit 0 se lo reemplaza por 10. Se duplica entonces la velocidad de línea. La **trama** consiste en 40 grupos de 19 bits cada uno. El primero se usa para alineamiento de trama y consiste de 19 bits (11..11). En la posición 20 se genera una trama para operación y mantenimiento (con bits de paridad calculados de acuerdo con la codificación Hamming). El resto de los grupos lleva 8 bits del canal B1, 8 bits del canal B2, 2 bits de señalización y un bit 0 de relleno; es decir 29 veces $[8B1+D+8B2+D0]$.

La pérdida o recuperación del alineamiento de trama se efectúa cuando se leen con error o correctamente 3 palabras de alineamiento consecutivas. Se tiene prevista la **aleatorización** con polinomio generador $X^{15}+X^{14}+1$ en NT-LTU y con el polinomio $X^{15}+X^1+1$ desde el LTU al NT.

2.4- DIAGRAMA A BLOQUES DE UN TERMINAL DE RED

Desde el punto de vista del acceso a la ISDN el terminal de red NT es un punto interesante de observación. El NT se comunica mediante 2 pares con el equipo terminal TE del usuario y mediante un par (red de plantel exterior) con el terminal de línea LTU del centro de conmutación. En la **Fig 03** se muestra un ejemplo del diagrama a bloques de un terminal de red típico para realizar las funciones que se han descripto.

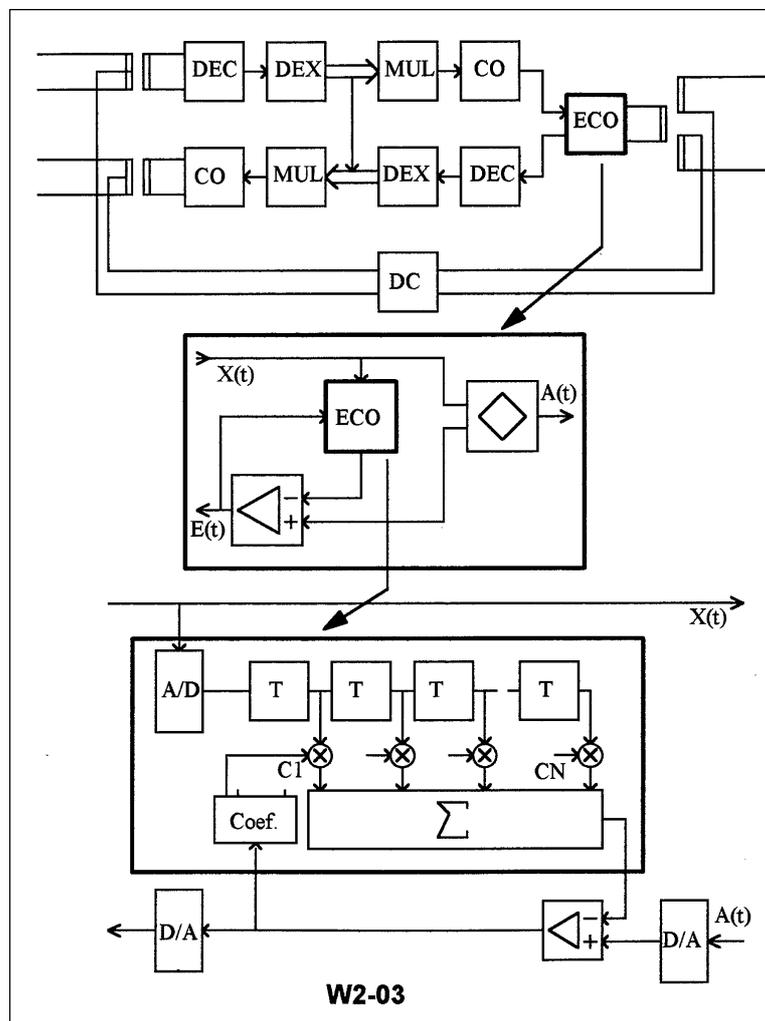


Fig 03. Cancelador de eco para circuitos ISDN.

Hacia la interfaz S del TE se forma la trama de 192 kb/s que se estudió anteriormente, se convierte de código y se alimentan 2 pares balanceados. Hacia la interfaz U del LTU se arma la trama de 160 kb/s, se convierte de código de acuerdo con alguno de los estudiados y se alimenta un par balanceado de la red de planta externa. Se pone de manifiesto un circuito equalizador de señal y el cancelador de eco.

ACCESOS ISDN

En algunos países se tiene prevista la presencia de la **telealimentación** mediante un circuito fantasma para el NT y el TE. En USA las empresas de servicios no han previsto telealimentar al usuario. La conexión al medio se efectúa mediante conectores telefónicos RJ-45 de 8 contactos (ISO-8877) con los pines 1-2 y 7-8 para alimentación (si está prevista) y 3-6 para transmisión y 4-5 para recepción de datos.

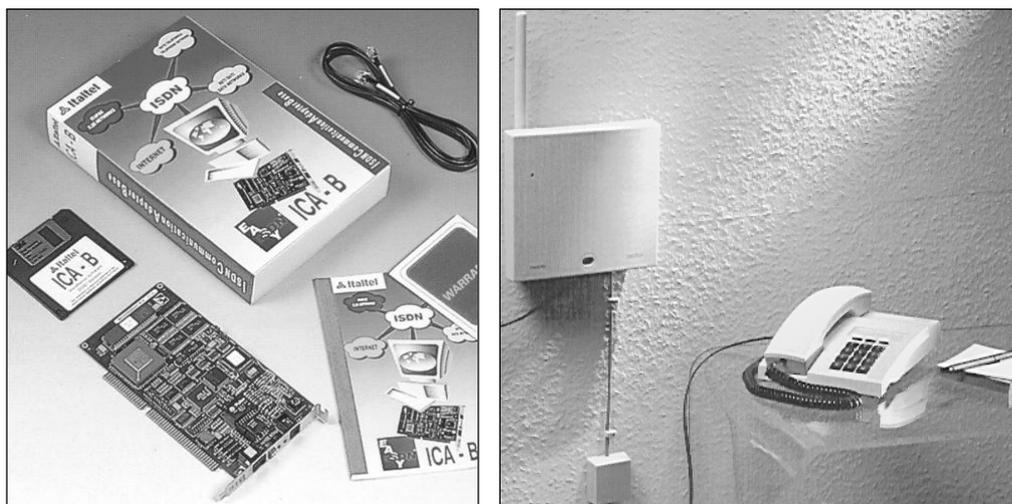
Se han ensayado 2 tipos de transmisión por un solo par: el cancelador de eco y el método de transmisión "**ping-pong**". Este último método, en desuso, consiste en transmitir en forma alternada una ráfaga de datos en cada sentido. Entre el final de la recepción y el inicio de la transmisión se deja un tiempo de guarda para que se eliminen las señales transitorias. Este método requiere incrementar la velocidad de transmisión en algo más del doble.

CANCELADOR DE ECO ¹⁾). La otra posibilidad consiste en usar un cancelador de eco que permita la transmisión simultánea *full duplex*. Se tienen 2 tipos de eco. Uno tiene alto nivel y poco retardo y se produce en el circuito híbrido del NT; mientras que otro es de bajo nivel y gran retardo y se produce en el circuito separador híbrido del LTU.

El cancelador de eco, **Fig 03**, se construye mediante la técnica de **ecualización transversal autoadaptativa**. Consiste en usar una parte de la señal de transmisión para cancelar el eco producido por la desadaptación de impedancias en el circuito híbrido que convierte de 4 a 2 hilos. El supresor de eco no puede superar el número de 2 en una conexión telefónica por efecto de "*chopping*" en la voz (**G.131**). El cancelador no tiene restricciones en número. Se usa en comunicaciones por satélite, fibra óptica transoceánica y telefonía celular. El satélite introduce un retardo de 260 mseg y la FO un retardo de 5 μ seg/Km.

En la conexión para telefonía celular se pueden tener grandes retardos si la BER es elevada (para 10^{-1} un retardo de 90 mseg) pero requiere solo un cancelador en el extremo de la central PSTN (red telefónica pública conmutada).

Fotografías: una tarjeta de conexión para PC hacia la red ISDN y un teléfono conectado al terminal de red NT.



¹⁾ No debe confundirse el supresor de eco con el cancelador de eco. El **supresor de eco** se usa con señales analógicas cuando existen retardos superiores a 20 mseg en una vía. Se coloca luego del híbrido a 4 hilos el cual produce por desbalance un eco en la señal. Se tienen 2 formas de funcionamiento: cuando se habla en una dirección se atenúa al otro sentido en 50 dB; y cuando ambos sentidos tiene señal se atenúan ambas vías en 6 dB con lo cual el eco se atenúa 12 dB. Dispone de un detector de tono de 2100 Hz que inhabilita el supresor de eco cuando el tono dura más de 30 mseg; es decir, cuando el canal telefónico está ocupado por un modem.