1102

ENLACES PUNTO-a-PUNTO

Referido a los enlaces de datos con velocidad Nx64 kb/s o NxE1 del tipo Punto-a-Punto. Sobre las líneas alquiladas.

1- TIPOS DE REDES DE ÁREA EXTENDIDA

El presente Capítulo es solo una presentación las Redes de Datos, las cuales están siendo tal vez la rama de las telecomunicaciones que más rápidamente se mueve en la Investigación, Desarrollo y la Industria. Las Redes de Datos que se estudian en los Capítulos siguientes son indicadas en la **Tabla 01**.

Tabla 01. Redes de datos.

Denominación	**Características**
Red de Area Local LAN	Son redes privadas de extensión reducida a edificios, oficinas o fábricas. Las normas están determinadas en **IEEE 802.x**. Se aprecia una constante evolución hacia velocidades superiores (10, 100 y 1000 Mb/s) y a extensiones superiores (mediante el uso de fibras ópticas como medio de transporte. Estas redes son de máximo interes como soporte de las Internet e Intranet.
Red de Paquetes X.25	Red de baja velocidad hasta 64 kb/s de acceso. Se disponen de redes públicas (acceso de usuarios para realizar VPN) y privadas (aplicaciones específicas como cajeros automáticos). La técnica está normalizada desde 1976-88 y es muy experimentada aunque en decadencia.
Frame Relay	Es una variante evolucionada de X.25 para accesos de velocidad Nx64 kb/s. Se normaliza en la **Serie I** del ITU-T y por el Frame Relay Forum. Sirve como alternativa para unir redes LAN a media velocidad.
ATM	Es una red normalizada por el ATM Forum y el ITU-T. Trabaja a alta velocidad (155 Mb/s) y con accesos de fibra óptica. Se la encuentra como *backbone* de redes privadas y como red pública es de escasa difusión.
Internet	Es la red de datos más extendida mundialmente. Funciona como red pública o privada. Las normas son dictadas por **IETF**. Esta red ha dado por tierra con muchas redes de datos competitivas (ISDN, ATM, etc).
Redes de Gestión	Se trata de redes de datos de aplicación específica para gestionar redes de comunicaciones. Se denomina genéricamente **TMN** y los protocolos son normalizados en ITU-T e Internet. Las normas del ITU-T/ISO son complejas pero muy completas. En cambio las normas de Internet son más simples y por ello se han difundido con mayor facilidad.
Red ISDN	Se aplica como red de acceso al usuario digital con velocidad de 144 kb/s. La normalización es del ITU-T en la **Serie I**. Las funciones esperadas en la década de los años `80 no han tenido éxito frente a la rápida difusión de Internet.
Red de señalización	Esta red permite el intercambio de información en la red telefónica. Las normas son del ITU-T en la **Serie Q**. Es una red de datos de 64 kb/s de amplia difusión en las PSTN.
Redes especiales	Bajo este nombre se intenta englobar una larga serie de redes con protocolos diversos que no se mencionan más arriba. Por ejemplo, redes de control y recolección de alarmas, redes para reservación de pasajes aereos, etc.

Las redes de área extendida **WAN** (*Wide Area Network*) pueden efectuarse mediante la conexión de circuitos o de paquetes y se trata de conectar usuarios en una red nacional e internacional. Las **redes de circuitos** no incluyen conmutación, se trata de conexiones permanentes punto-a-punto mediante intervalos de tiempo en la trama de 1,5 Mb/s (T1) o 2 Mb/s (E1). Las **redes de paquetes** en cambio están sufriendo una migración desde largas tramas hacia celdas de longitud constante y reducida.

RED E1 FRACCIONAL. Se trata de **multiplexores estadísticos** donde la asignación del intervalo de tiempo se modifica mediante software (redes *Add-Drop*) o por demanda **DCME** (Equipo Multiplicador de Circuitos Digitales). Trabajan sobre la base de la velocidad de 2048 kb/s (E1) o 1544 kb/s (T1) para asignar canales Nx64 kb/s en forma flexible. Se dispone también de multiplexores TDM a velocidad de 100 Mb/s que permiten la asignación permanente de ancho de banda para distintos tipos de servicios (E1, LAN, etc.).

RED X.25. Un usuario se conecta a una red X.25 cuando los datos que necesita transmitir son pocos y se encuentran distribuidos en el tiempo. La comunicación en una red de paquetes se paga por tráfico cursado y no por tiempo como en las redes de comunicación por circuito (redes telefónicas). El servicio de correo postal responde en manera muy semejante a la

red de paquetes. La numeración de los usuarios es similar al directorio telefónico (estructura jerárquica) con un número de país, de red y la dirección interna del usuario en la red. Se ha recomendado en **ITU-T Serie X** (iniciada en 1976) la forma de comunicación para una red pública de datos transmitidos en paquetes con acceso a través de circuitos especiales. La velocidad de funcionamiento es desde 1,2 a 64 kb/s. La **adaptación** entre la red y el usuario se efectúa mediante ensambladores **PAD** (*Packet Assembler Disassembler*). Su función es empaquetar o ensamblar en tramas X.25 la información desde un terminal DTE start-stop hacia el nodo X.25 (conversión desde datos serie a paquetes).

FRAME RELAY. La principal ventaja de la red de conmutación por paquetes es la **flexibilidad** frente a la velocidad de datos. La dificultad de X.25 es la reducida velocidad (hasta 64 kb/s) para interconectar LAN o Mainframe y el consiguiente retardo introducido. La red X.25 fue normalizada desde 1976 y por ello es incapaz de cumplir con esta satisfacción (las redes LAN se popularizaron más de una década después). Se puede decir que la X.25 tiene una tecnología madura pero probablemente obsoleta para servicios de alta velocidad. Para ello se puede recurrir al servicio Frame Relay. Se denomina Frame Relay al concepto de **Conmutación Rápida de Paquetes** original de **Spencer**-1987. Ofrece significativas ventajas por encima de 256 kb/s. En los años '90 se prevé una migración desde la X.25 a la FR para muchas aplicaciones de usuario de alta velocidad.

REDES ATM. El **origen de ATM** se remonta a Bell Labs (*Fast Packet Switching* **FPS**-1983) y CNET-France Telecom (*Asynchronous Time Division* **ATD**-1983). ATM está siendo normalizado por **ITU-T Serie I** para la Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha **B-ISDN**. En normalizaciones se dispone de I.150 para las características funcionales; I.311 para aspectos generales de la red; I.321 para el modelo de protocolo de referencia; I.361 para las especificaciones de capas ATM. Las líneas punto-a-punto (E1-Fraccional) son en la mayoría de los casos caras y requieren una conexión entre los distintos puntos a ser interconectados. En cambio, las redes conmutadas permiten el acceso a voluntad sobre los distintos usuarios. El uso de la red ISDN para interconexión de LAN se encuentra limitado, ya que tanto el Este de Europa como América Latina (hasta 1996) no disponen de una red ISDN acorde a la que disponen los países desarrollados. La interconexión mediante **Internet** (TCP/IP) ha crecido abruptamente en los últimos años. El servicio en América Latina comienza a ofrecerse comercialmente en 1994/5. La red de conexiones ATM es la variante más avanzada y por ello también con menor acceso en la actualidad. En dos trabajos sucesivos se tratan las conexiones mediante ATM e Internet.

2- REDES E1 FRACCIONAL

2.1- ADMINISTRACIÓN DE "E1"

El primer enlace portador fue colocado por AT&T en 1962 a la velocidad de 1544 kb/s (T1). La primer central digital entró en servicio en 1976 (Western Electric **4ESS**). Pero la sugerencia de integración de ambas técnicas data de **H.Vaughan**-1959. **E1 Fraccional** incluye dos aplicaciones (**Fig 01**):

- La formación de una red que combina funciones de banco de canal, conmutación cross-connect digital y multiplexor de datos y telefonía. Se forma una red de equipos Add-Drop y Cross-Connect a nivel E1 (2 Mb/s) con **Administración de ancho de banda** (asignación parcial de los bits disponibles en la trama). Son redes en anillo con conexión punto-a-punto (red no-conmutada de circuitos) de telefonía o datos.
- La conexión mediante multiplicadores de circuitos DCME en enlaces digitales satelitales IDR e IBS para mejorar la eficiencia de canales por unidad de ancho de banda.

MULTIPLEXOR ESTADÍSTICO. Trabaja sobre la base de la velocidad de 2048 kb/s (E1) o 1544 kb/s (T1) para asignar velocidades del tipo Nx64 kb/s o inferiores a 64 kb/s, en forma flexible. Se trata de formar una red gobernada por software para la asignación estática o dinámica (por demanda) de los intervalos de tiempo de una trama E1.

Los canales telefónicos se codifican a velocidad menor a 64 kb/s (32/24/16 kb/s). Mediante el uso de la codificación Diferencial Adaptativa **ADPCM** y la Interpolación de la Palabra (eliminando los tiempos de silencio) se logra una multiplicación del número de canales hasta de 8 veces (valor típico 4 o 5). Es común que en aplicaciones satelitales y celulares, donde el costo del ancho de banda es mucho mayor que en enlaces terrestres, se apliquen métodos para el aprovechamiento de los 64 kb/s mediante varios canales de velocidad inferior.

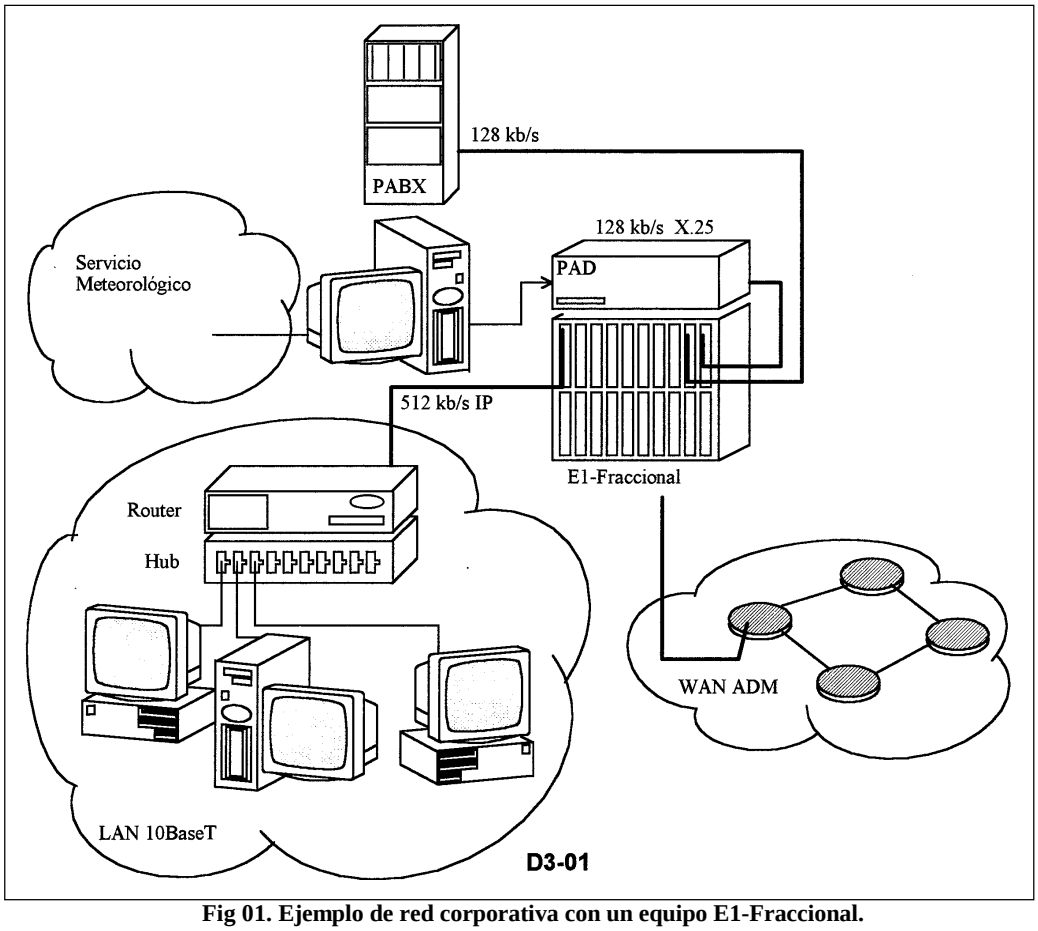


Fig 01. Ejemplo de red corporativa con un equipo E1-Fraccional.

CANAL DE CONTROL. Como la **asignación** de los canales es **estadística** (dinámica en la asignación por demanda y estática en la asignación por software) se requiere un canal de control de comunicación entre ambos extremos. Para ello se usan los bit del intervalo de tiempo TS:0 o TS:16 de la trama. Por este canal de control se pueden enviar:

- Información de asignación de canales (asignación estadística del intervalo de tiempo),
- Control dinámico de carga del sistema,
- Nivel de ruido en reposo del canal,
- Alarmas, autodiagnóstico del multiplexor, sincronismo de trama, clasificación de señales, señalización de canales, etc,
- Bits para control de paridad, por ejemplo **BCH (63,93)** corrige 4 errores en una trama de 64 bit).

CONGESTIÓN. La **sobrecarga** ocurre cuando muchos canales desean tomar a la vez el sistema portador. Este efecto solo puede ocurrir en los equipos DCME con asignación por demanda (actividad del canal de telefonía). Entonces se pone en marcha la reducción de velocidad vocal desde 32 kb/s a 24 o 16 kb/s (proceso *overload*), con una pequeña degradación pero impidiendo el corte de palabras (efecto de *clipping*). El valor máximo teórico de carga sobre 2 Mb/s es de 5 sistemas para evitar esta congestión. Sin embargo, si los extremos conectados tienen suficiente diferencia horaria (debido a la falta de correlación entre horas de máximo tráfico) es posible llevar el máximo a 8.

El funcionamiento puede ser punto-a-punto o punto-a-multipunto. En este último caso una misma trama lleva espacios para distintas estaciones remotas destinatarias. La sobrecarga por congestión es imposible en las redes en anillo formadas mediante equipos E1-fraccional donde la asignación se realiza en forma estática mediante software.

2.2- CANAL DE TELEFONÍA Y DATOS

CODEC ADPCM (Diferencial PCM Adaptativa). La historia comienza con 64 kb/s; sin embargo, esta velocidad no es la más apropiada para muchas aplicaciones. ADPCM consiste en una codificación **PCM** (*Pulse Code Modulation*) donde se codifica la diferencia entre la muestra y un valor de predicción. En general, la diferencia entre muestras tiene una distribución de amplitudes más concentrada que las propias muestras. Se dice que las muestras se encuentran **correlacionadas**; en otras palabras, existe una fuerte **redundancia** en la señal vocal. El **predictor** y los niveles de cuantificación del codificador se realiza en forma adaptativa de acuerdo con la variación de la señal.

En **ITU-T G.721** se determina la forma de codificación para reducir la velocidad de 64 kb/s (8 bits por muestra), mediante la técnica ADPCM a una velocidad de 32 kb/s (4 bits por muestra). Pudiéndose usar velocidades aún menores (En **ITU-T G.726** se dispone de información referida a las velocidades de 40/32/24/16 kb/s). A cambio de la reducción de velocidad se tiene una inferior S/Nq (relación señal a ruido de cuantificación). Por ejemplo, mientras en una codificación PCM ley A la S/Nq es mejor que 33 dB en una amplia gama de señal de entrada, en el caso de ADPCM a 32 kb/s se reduce a 30 dB.

ACTIVIDAD DEL CANAL DE TELEFONÍA. Las operaciones con señales digitales por satélite permiten obtener un alto factor de ganancia de canales mediante la codificación de baja velocidad **LRE** (*Low Rate Encoding*) y la interpolación de señal vocal **DSI** (*Digital Speech Interpolation*). Se aplica, tanto para la multiplexación de canales telefónicos sobre 64 kb/s (4 canales), como sobre 2048 kb/s (4 tramas de 2 Mb/s). Se trata de una operación de **valor agregado**.

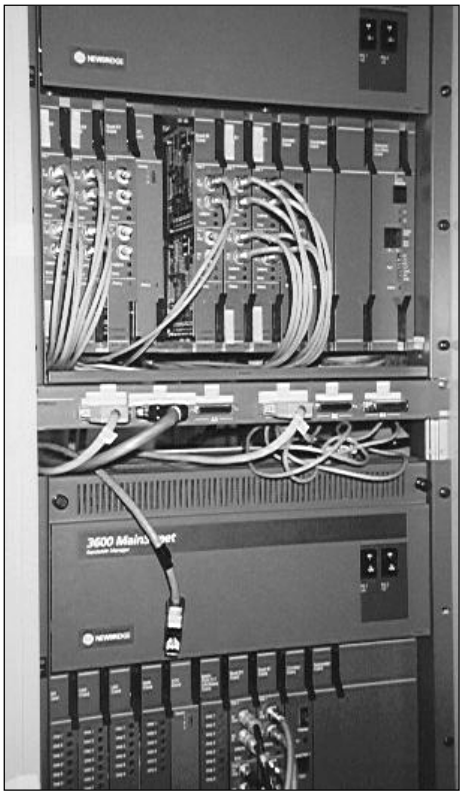
Como el **promedio de actividad** de un canal telefónico es del 35 al 45% del tiempo, el resto se puede aprovechar para enviar otros canales. La asignación del canal dentro de la trama es dinámica (**multiplexación estadística**) y la longitud en bits puede ser variable. Un canal de voz se codifica en 4 bits de acuerdo con **ITU-T G.721** (ADPCM) y en casos de sobrecarga del sistema en 3 o 2 bits por canal.

La interpolación de la palabra hace necesario definir el funcionamiento del detector de actividad en el canal de 64 kb/s. El **umbral del detector de actividad** se ajusta en forma automática con respecto a la potencia media de ruido en la banda de 300 a 3400 Hz. Si la potencia media es inferior a -40 dBmO permanecerá inactivo. Para niveles entre -40 y -30 dBmO se dispondrán de zonas correlacionadas con el nivel de la relación señal a ruido y el tiempo de duración de la misma. Para compensar el retardo del detector de actividad, la señal vocal se retarda 20 mseg en una línea. En tanto no se transmite señal, durante los silencios, en el receptor se generan un nivel de ruido para dar la sensación subjetiva de que la línea se encuentra conectada.

PROCESO SOBRE CANALES DE DATOS. Un canal de datos a 64 kb/s debe ser transmitido en forma transparente usando los 8 bits (por ejemplo, datos con señalización SS7). Un canal de datos proveniente desde un modem analógico en cambio, puede codificarse por ejemplo en 4 bits (para velocidades hasta 4800 b/s) o 5 bits (para más de 4800 b/s). El reconocimiento de un canal de datos transmitido a través de un modem se efectúa detectando un tono de 2100 Hz que los modem de **ITU-T Serie V** utilizan para neutralizar los supresores de eco.

El **supresor de eco (ITU-T G.164)** se usa 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. Un detector del tono de 2100 Hz sirve para inhabilitar el supresor de eco cuando el tono dura más de 30 mseg; es decir, cuando el canal telefónico está ocupado por un modem. Este mismo tono es usado por el circuito de interpolación para reconocer un modem de datos.

2.3- DIGRESION: RED CORPORATIVA TELINTAR



La red corporativa (instalada en 1994) que posee la empresa Telintar (operadora de servicios internacionales) permite interconectar los centros de actividades de esta empresa con las oficinas centrales en Buenos Aires. Se trata de (**Fig 01**):

- 3 estaciones terrenas (Balcarce, Bosque Alegre y Martínez),
- 2 centros de conmutación internacional CIBA (Norte y Sur),
- 2 salidas de fibras ópticas hacia Chile y Uruguay-Brasil (cable Unisur),
- 5 nodos de red cross-connect.

Varios de estos puntos disponen de redes de área local *LAN-Ethernet Novell* en estructura árbol con un Hub activo. Mediante un Router (Equipo *Cisco 2500*) se obtiene un protocolo TCP/IP para interconexión de LAN a 512 kb/s. Una estación meteorológica se conecta mediante un PAD en protocolo X.25 a 128 kb/s (*Memotex*). Una central privada PABX dispone de una salida adicional de 128 kb/s. El multiplexor *Newbridge 3630* reúne las señales a 2 Mb/s. Se trata entonces de una red privada de 2 Mb/s que, configurada en forma de estrella, confluye sobre una *Newbridge 3600* en Buenos Aires.