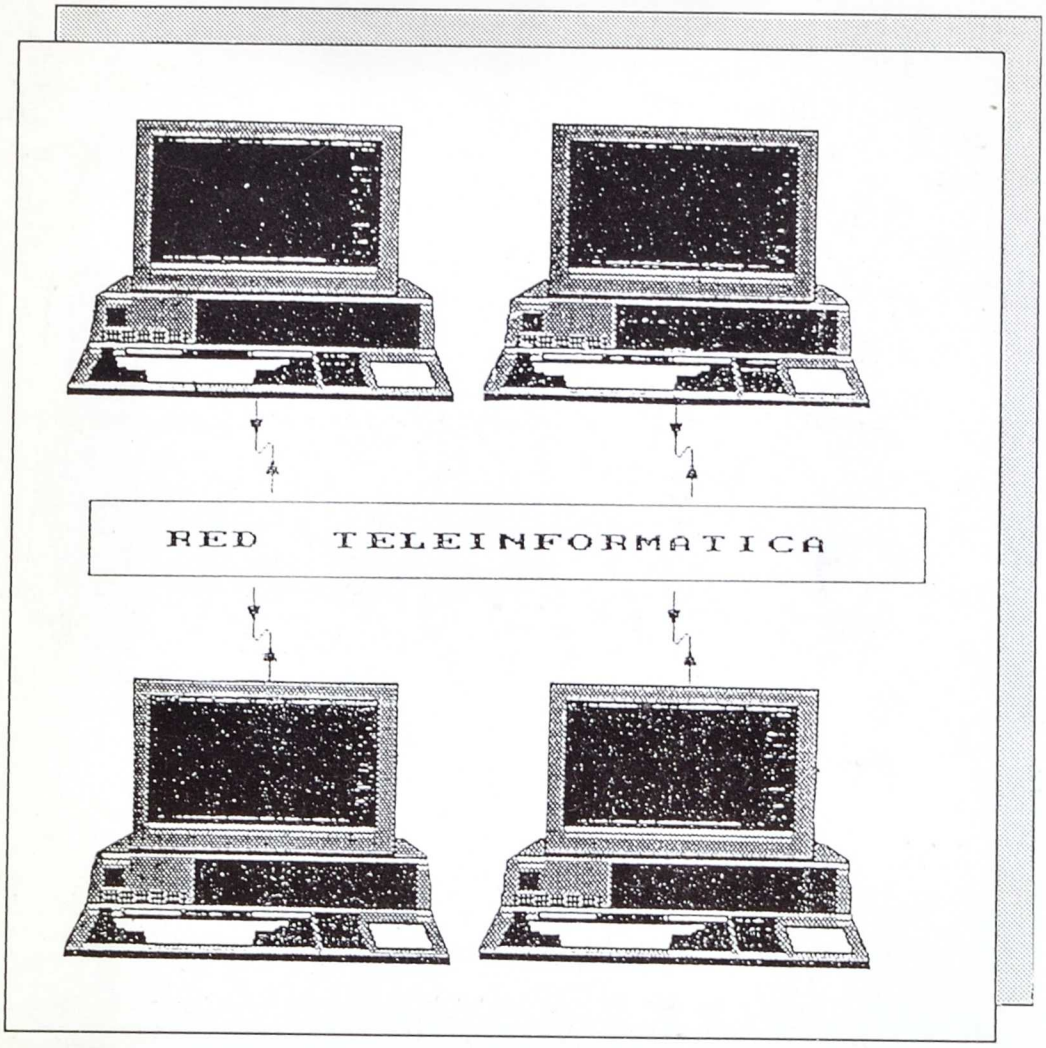
TELEINFORMATICA



DANIEL GARCIA MARTINEZ

SERIE : NUEVAS TECNOLOGIAS

PUBLICACIONES
CEP
ALBACETE

TELEINFORMATICA

Daniel García Martínez

Ingeniero Técnico de Telecomunicaciones

Profesor Numerario Tecnología Informática

INDICE

2.2.- Línea telefónica conmutada.
2.3.- Líneas con dedicación exclusiva.
2.4.- Líneas de alta velocidad.

3.- Tipos de redes según los derechos de propiedad.
3.1.- Redes públicas.
a) Red Télex.
b) Red telefónica conmutada.
c) Red especial de transmisión de datos.
* Conmutación de circuitos.
* Conmutación de paquetes.

4.- Red Iberpac.
4.1.- Estructura de la red Iberpac.

5.- Servicios Teleinformáticos ofrecidos por C.T.N.E.
* TELEX.
* SPCM.
* TELETEX.
* FACSIMIL.
* DATAFONO.
* VIDEOTEX.
* SPAC.
* TELETEXTO.

6.- R.D.S.I. (Red Digital de Servicios Integrados).
6.1.- Servicios de RDSI.
6.2.- Configuración de acceso.
6.3.- Esquema de conexión.

7.- Organismos de normalización y normas.

Tema 5.- Errores en transmisión.

1.- Errores. Concepto y causas.
2.- Métodos de detección de errores.
2.1.- Métodos basados en la paridad.
a) paridad lineal.
b) paridad por bloques.
2.2.- Métodos basados en códigos redundantes.
2.3.- Código Hamming.

Tema 6.- Niveles de referencia O.S.I.

1.- Introducción.
1.1.- Niveles OSI.
1.2.- Comunicación entre equipos OSI.
1.3.- Comparación de sistemas.
* SNA/OSI.
* X.25/OSI.
* RDSI/OSI.

2.- Nivel físico.
2.1.- Normas de nivel físico.
* Norma RS-232C.
- Características mecánicas.
- Características eléctricas.
- Características funcionales.
- Utilización de las señales de reloj.

- Conexión ETD-ETD.
* Norma RS-449.
* Norma X.21.
* Norma X.21 bis.
* Normas RDSI.

3.- Nivel de enlace.
3.1.- Funciones del nivel de enlace.
3.2.- Protocolos de nivel de enlace.
* Protocolo orientado a caracter (POC).
- Sincronización y entramado.
a) Principio y fin.
b) Principio y cuenta.
- Transparencia de los POC.
- Ejemplo de transmisión.
* Protocolo orientado a bit (POB).
- Estructura de la trama del POB.
- Transparencia de los POB.
- Proceso de enlace.
3.3.- Protocolo orientado a bit (HDLC).
- Modos de operación.
- Tipos de estación.
- Estructura de la trama.
- Control de ventana.
3.4.- Establecimiento del enlace.
a) Gestión centralizada.
* Sondeo por lista.
* Sondeo circular.
* Selección.
b) Gestión por contienda.
3.5.- Desconexión del enlace.
3.6.- Recuperación de errores.
- Parada y espera.
- Envío continuo.
a) Rechazo selectivo.
b) Rechazo no selectivo.
3.7.- Recuperación de fallos.
- Plazos de espera.
- Solicitud de nueva respuesta.
- Limitación del número de reintentos.

4.- Nivel de red.
5.- Los otros niveles.
6.- Ejemplo de funcionamiento.

PROBLEMAS RESUELTOS Y PROPUESTOS.

3.- Esquema básico de un sistema de teleproceso.

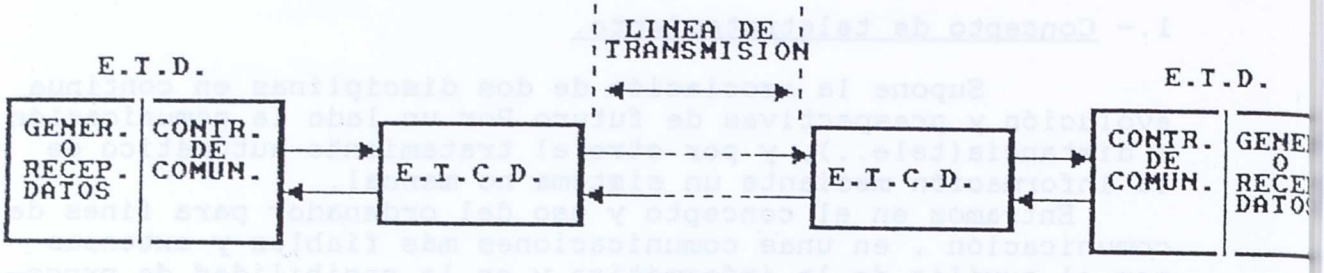


FIGURA 1.1

La figura 1 representa los elementos que forman el esquema general de un sistema en comunicación de datos. Dichos componentes son los siguientes:

- E.T.D. (Equipo Terminal de Datos). Es el elemento por el cual solicitamos una comunicación con otro equipo , o el que la recibe cuando la solicitud es contraria. También ejerce funciones de control.Normalmente están constituídos por terminales de muy diverso aspecto.

- E.T.C.D. (Equipo Terminal del Circuito de Datos). Es el equipo encargado de adecuar las señales generadas por los ETD para que se puedan enviar por la línea de transmisión. Un ejemplo característico es el MODEM.

- Línea de Transmisión . Es el medio físico empleado para la conexión de los distintos equipos (normalmente líneas telefónicas).

Existen fundamentalmente dos concepciones distintas de la filosofía del teleproceso , una consistente en un proceso distribuído de datos, en el cual cada ETD tiene unas prestaciones parecidas y cada uno sumunistra parte de la información que se requiere. La otra consiste en un ordenador central de capacidad y potencias muy elevadas , y una serie de ETD que solicitan información y tiempo de proceso al central, no existiendo directamente la compartición de datos entre ellos.

Asímismo,los ETD pueden solicitar requerimientos ó respuestas inmediatas a sus consultas (tiempo real) ó sólo enviar

información,recibirla ,etc. sin exigir inmediata atención (procesos batch).

4.-Sistemas on-line y off-line.

Los sistemas de teleproceso se pueden estudiar según la forma de acceso de los datos transmitidos.

- Sistemas OFF-LINE.

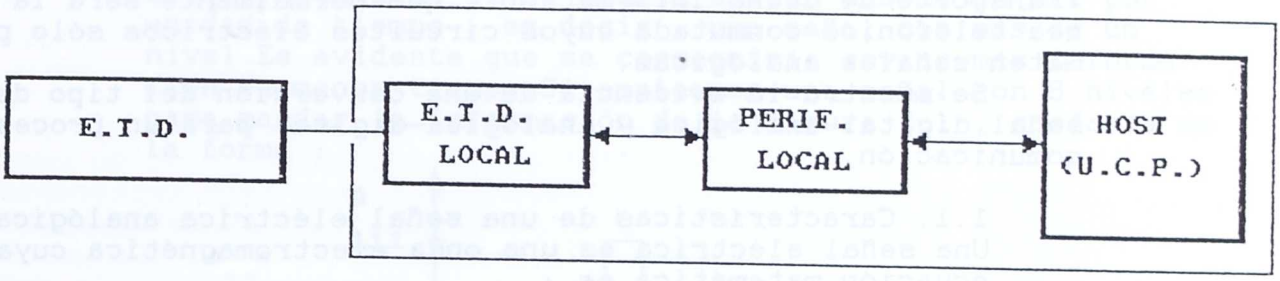


FIGURA 1.2

La figura 2 representa ésta forma de acceso en la cual un terminal remoto desea conectar con el ordenador central, pero los datos transmitidos por el ETD no pasan directamente a éste , sino que otro ETD hace de controlador , enviando éstos a un periférico intermedio que trasvasará posteriormente la información al central en una sola sesión.
Se utiliza cuando los ETD no requieren una respuesta inmediata a su requerimiento(batch).
La salida de datos sigue un proceso análogo.

- Sistemas ON-LINE.

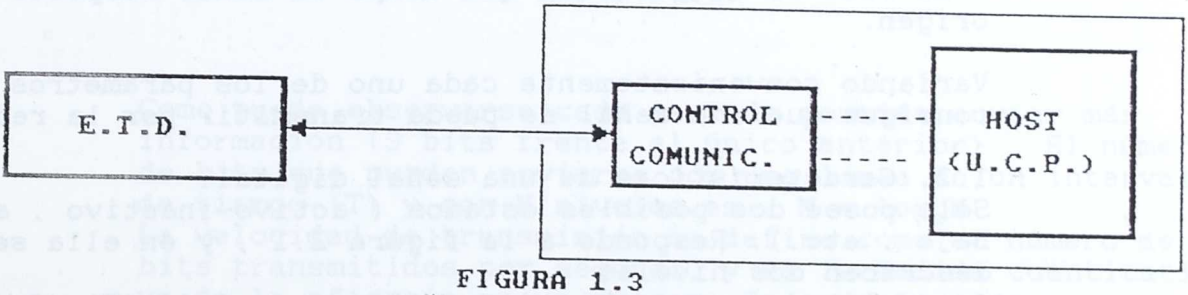


FIGURA 1.3

En éste caso (figura 3), los datos procedentes de ETD acceden directamente al ordenador central, para lo cual éste ha de tener capacidad de controlarlos al ser enviados por la línea y procesar la información.
Se utiliza en aquellas aplicaciones que necesitan una rápida respuesta por parte del sistema.

TEMA 2

CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE TRANSMISION

1.-Señales digitales y analógicas.

Los ETD's componentes de sistemas de teleproceso usan señales digitales para tratar los datos , es decir , cuando se trate de enviar datos o recibir , éstos serán digitales.

Esto contrasta con los medios que se emplean para el transporte de dicha información , que normalmente será la línea telefónica conmutada cuyos circuitos eléctricos sólo permiten señales analógicas.

Se muestra la evidencia de una conversión del tipo de señal digital-analógica y analógica-digital para un proceso de comunicación.

1.1. Características de una señal eléctrica analógica.
Una señal eléctrica es una onda electromagnética cuya ecuación matemática es :

$$V(t) = A \text{ sen } (wt + \Phi)$$

los parámetros de ésta ecuación son :

A... Amplitud máxima de la señal.
w... Frecuencia angular ($2\pi f$).
t... Tiempo.
Φ... Fase.

* La amplitud se mide en voltios.
* La frecuencia es el número de cambios que experimenta la señal en una unidad de tiempo.Se mide en hertzios y se define como el número de oscilaciones de la señal en 1 segundo.Es interesante saber lo que tarda en realizar un ciclo completo (período),expresado como:

$$T(\text{período}) = 1/\text{frecuencia}$$

* La fase es la posición que ocupa la señal respecto al origen.

Variando convenientemente cada uno de los parámetros se consigue que una señal se pueda transmitir por la red.

1.2. Características de una señal digital.
Sólo posee dos posibles estados (activo-inactivo , alto-bajo , etc.). Responde a la figura 2.1 , y en ella se describen dos niveles
de amplitud y un cambio de señal por período (T). Cada unidad elemental se llama bit.

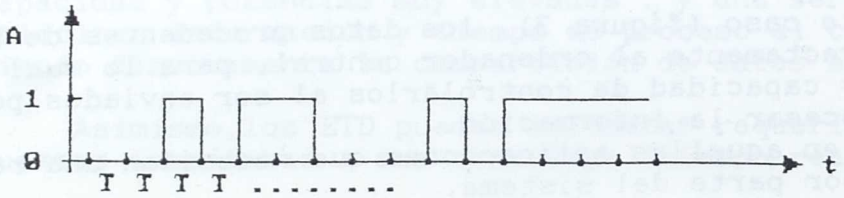


FIGURA 2.1

1.3. Velocidad de modulación.
Se define como las veces que una señal cambia de estado en la unidad de tiempo.Se mide en baudios. Vm = 1/T.
En la figura anterior,si consideramos T=1sg. , la velocidad de modulación sería de 1 baudio.

1.4. Velocidad de transmisión.
En la señal de la figura 2.1 , observamos que sólo enviamos un bit de información por período, lo cual nos lleva a la pregunta de si se podría enviar más de un bit por unidad de tiempo , es decir , una señal con más de un nivel.Es evidente que se conseguiría enviar más información en menos tiempo.Si empleamos una señal con 8 niveles para mandar la información de la figura 2.1 , quedaría de la forma :

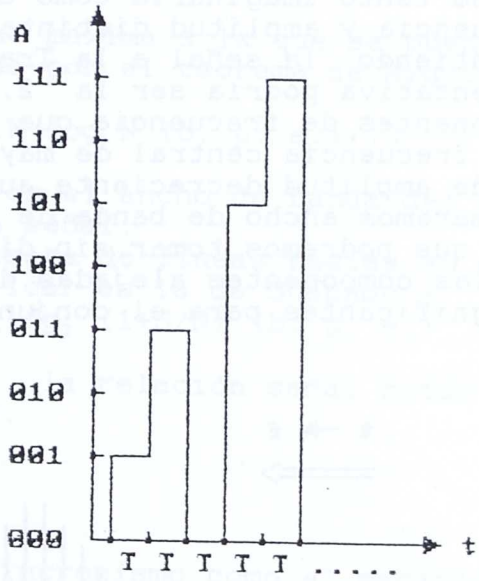


FIGURA 2.2

Como puede observarse,cada período permite enviar más información (3 bits frente al único anterior) . El número de bits que pueden enviarse por una línea en un intervalo de tiempo (T) y con N niveles es : $M = \log_2 N$.
La velocidad de transmisión se define como el número de bits transmitidos por segundo, y es la medida cuantitativa de la eficacia en un proceso de comunicación.
Se mide en bits por segundo (bps). Se obtiene multiplicando el número de bits transmitidos por unidad de tiempo por la velocidad de modulación.

$$Vt = Vm\ M.$$
$$Vt = Vm \log_2 N. \text{ (bps)}$$

A ésta medida también se le suele llamar "cantidad de información transmitida" .

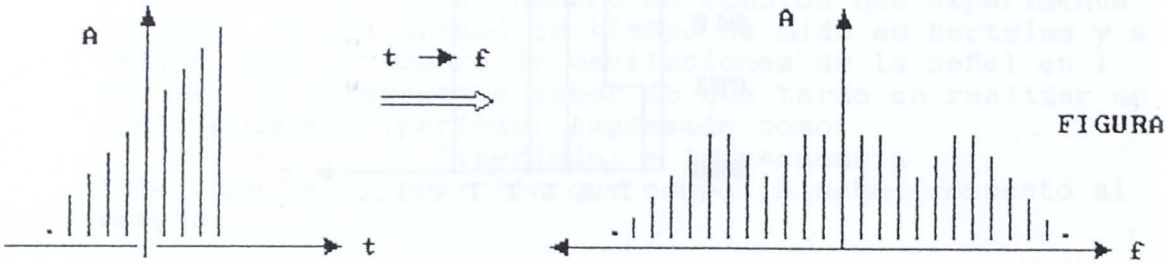
2.-Ancho de banda.

Un canal de transmisión se define como la vía por la cual transcurrirá la información en su desplazamiento. Dicho canal estará limitado por una serie de parámetros , ya que la posibilidad de enviar información no será ideal ni ilimitada.

Se llama ancho de banda de un canal al margen de frecuencias que puede transmitir con una calidad aceptable.

La anterior definición entraña una serie de conceptos complejos que se estudian profusamente en la disciplina de telecomunicaciones. Para entender correctamente el concepto y no entran en expresiones complejas, concretaremos primero lo que es ancho de banda de una señal.

Es fácil imaginar una señal variando en el tiempo , pero quizás no lo sea tanto imaginarla como un conjunto de componentes de frecuencia y amplitud distinta . Esta representación se obtiene sometiendo la señal a la Transformada de Fourier. Una figura orientativa podría ser la 2.3, en la que vemos distintas componentes de frecuencia que constituyen la señal . Observamos una frecuencia central de mayor amplitud,y a partir de ésta otras de amplitud decreciente,aunque no uniformemente, pues bien, llamaremos ancho de banda de ésta señal al margen de componentes que podremos tomar sin distorsionarla .(Téngase en cuenta que las componentes alejadas de la central son prácticamente insignificantes para el conjunto).



FIGURA

Al hilo de lo anterior, podemos concretar que el número de señales que se pueden transmitir por un canal dependerá del ancho de banda de éste y el de las señales a transmitir.

A modo de ejemplo , las señales transmitidas por los canales telefónicos tienen un margen de frecuencias de 300 a 3400 Hz.(ancho de banda de 3100Hz), luego dependerá del ancho de banda del canal telefónico el que se quieran transmitir un número de señales simultáneas.(Figura 2.4).

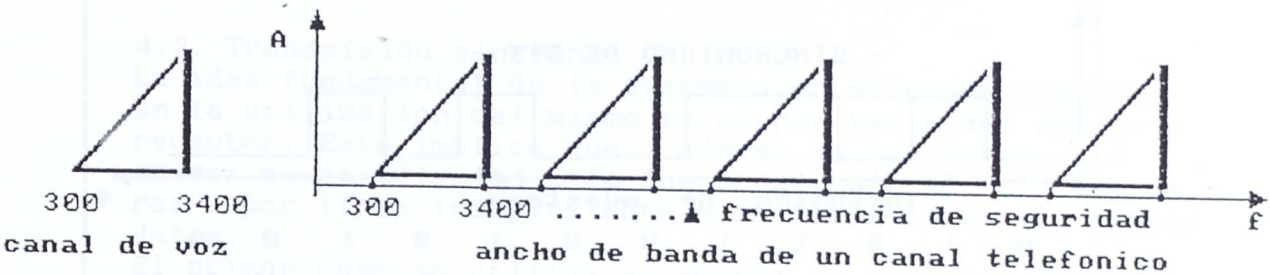


FIGURA 2.4

La velocidad máxima a la que se puede transmitir por un canal viene dada por el teorema de Nyquist para líneas ideales :

$$C = 2\ W \log_2 N \text{ (b. p. s.)}$$

en donde W es el ancho de banda del canal y N el número de niveles de la señal.

Cuando se trata de líneas reales en donde existe ruido , la fórmula a aplicar es la de Shannon :

$$C = W \log_2 (1+S/N) \text{ (b. p. s.)}$$

siendo S/N , la relación señal ruido del canal , expresada en decibelios.

3.- Sincronismo.

Se define sincronismo como el mecanismo por el cual el emisor y el receptor establecen una base de tiempos común que permita reconocer los datos en los instantes adecuados .

El sincronismo se establece a tres niveles :

* Sincronismo de bit. Para determinar los instantes de comienzo y fin de los bits.
* Sincronismo de carácter. El receptor sabe el conjunto de n bits que constituyen cada carácter.
* Sincronismo de bloque. Define el conjunto de caracteres que constituyen una unidad básica de la comunicación.

Ejemplos en figura 2.5.

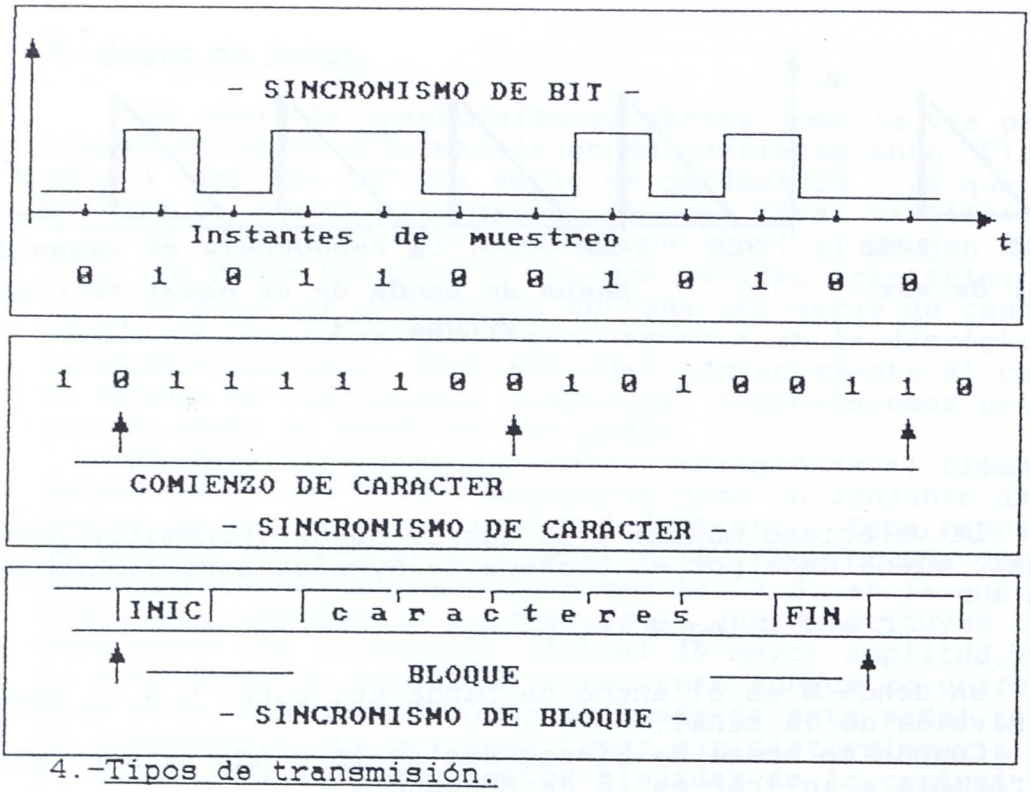


FIGURA 2

4.-Tipos de transmisión.

Existen dos métodos de transmisión atendiendo al sincronismo de las señales :

4.1. Transmisión asíncrona ó (start-stop).
Los dos extremos tienen relojes independientes de la misma frecuencia nominal. La información se transmite carácter a carácter precedido de un bit de arranque y al menos un bit de parada. Entre dos carácteres pude mediar un tiempo aleatorio. El sincronismo de bit se produce arrancando el reloj en la recepción cuando detecta que llega el bit de start. Es un método poco eficiente , ya que son necesarios 2 ó 3 bits de control para cada carácter , que normalmente es de 8 bits . Nunca se consigue un rendimiento mayor del 80 %.
Ejemplo de transmisión asíncrona con un bit de start 0 y dos bits de parada 1 1. (Figura 2.6).

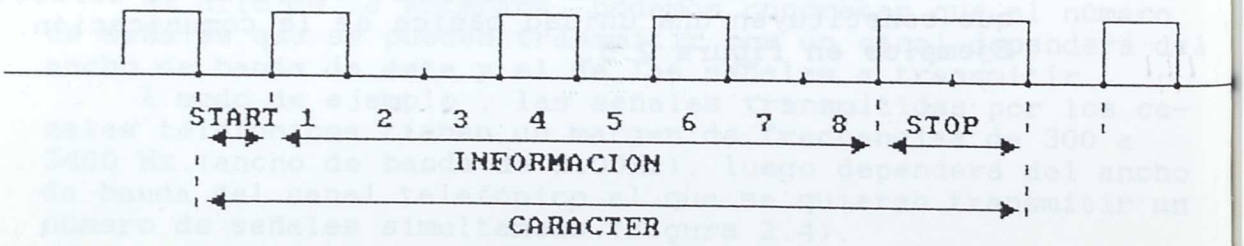


FIGURA 2.6

4.2. Transmisión síncrona.

La idea fundamental de la transmisión síncrona consiste en la utilización del mismo reloj por parte del emisor y receptor. Esto implica que , además de los datos , el emisor envíe el reloj , lo que puede hacerse de dos maneras : por línea independiente ó de forma implícita en los datos.

El primer caso se utiliza solamente en interfaces de corta distancia , como la unión de terminal a modem tipo RS-232 . El segundo , implica que la señal transmitida tenga un número significativo de cambios para que el receptor sea capaz de regenerar el reloj.

La figura 2.7 representa uno de los métodos más usados para éste tipo de sincronismo , llamado código Manchester y se introduce un cambio en el centro de cada bit , siendo ascendente si el bit es "1" , descendente si es "0". Así tendremos un flanco para cada bit transmitido y la reconstrucción de reloj será inmediata.

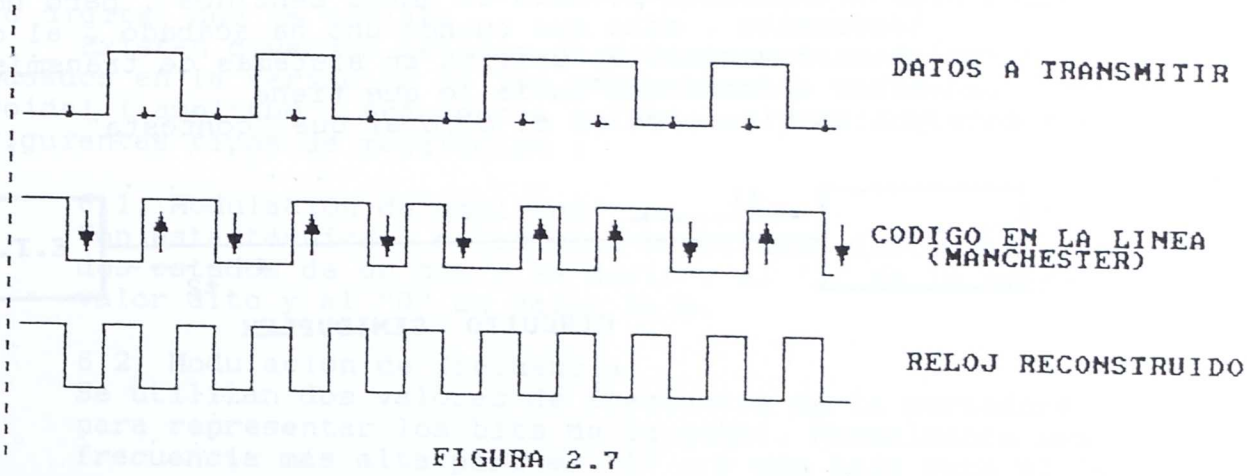


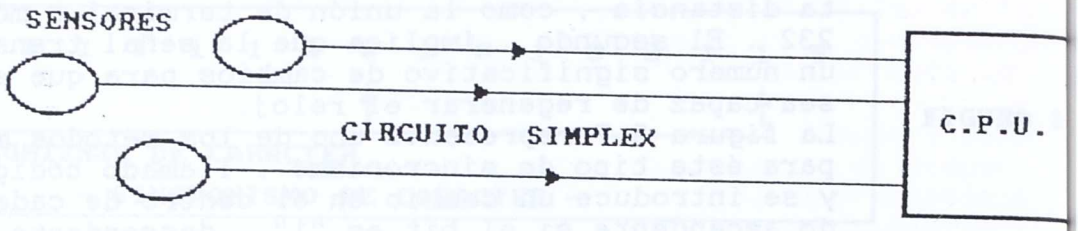
FIGURA 2.7

Con el método anterior aseguramos que emisor y receptor tendrán un sincronismo perfecto de bits, pero no puede distinguir dónde empieza y termina un carácter o bloque. Para conseguir el sincronismo de carácter ó bloque , se usan combinaciones de bits que no puedan darse en la transmisión normal. Cuando el receptor reconoce ésta secuencia , sabe que a partir de ahí cada n bits habrá un carácter válido . La transmisión síncrona se utiliza para mayores velocidades que la asíncrona , normalmente a partir de 2.400 bps.

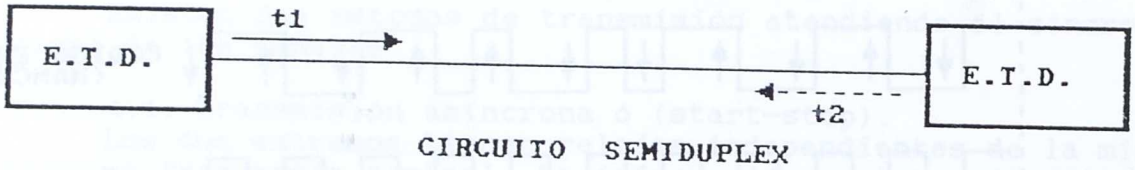
5.-Circuitos de datos.

Atendiendo a la secuencia de transmisión de datos , que es la forma en que se puede utilizar un circuito de datos entre dos comunicantes , se puede hacer una clasificación de éstos en :

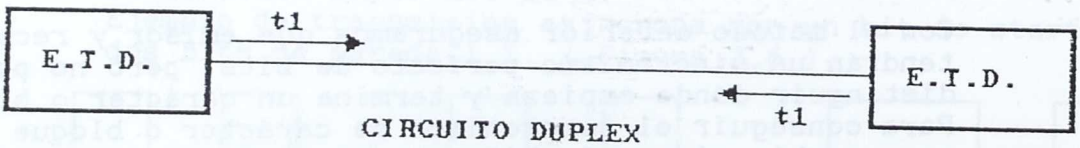
5.1. Circuitos simplex.
La transmisión se realiza solamente en un sentido , siendo imposible hacerlo en el contrario. Se emplea en sistemas captadores de información que procesa un ordenador central . Ejemplo : toma de temperaturas.



5.2. Circuitos semiduplex (Half-duplex).
La transmisión se hace en ambos sentidos , pero no simultáneamente , sino que cuando uno ha acabado , el otro puede comenzar. Se utiliza en sistemas de transmisión de datos , donde uno envía lo que tiene
y a continuación es el otro el que "contesta".



5.3. Circuitos dúplex (Full-duplex).
Se produce la transmisión en ambos sentidos y de forma simultánea.



6.-Modulación de señales.

La forma más sencilla de transmitir señales digitales es con impulsos eléctricos , haciendo corresponder una determinada tensión al "1" lógico y otra distinta al "0".

No obstante , las señales digitales se distorsionan cuando se les hace discurrir por una línea no ideal , y para trayectos largos no hay más remedio que convertirlas en analógicas , ya que la red telefónica así las usa.

El hecho de enviar una señal tal como la genera el emisor se llama transmisión en banda base.

Transformar una señal digital en una analógica , se llama modular. La señal ha de trasladarse a una frecuencia adecuada al medio que le da soporte (portadora) , y ésta ha de contener la información específica que se quería transmitir y que se le ha proporcionado de acuerdo con los valores de la señal digital (moduladora). Es decir , debemos conseguir que la señal analógica que se transmita nos dé una referencia exacta de la digital que se enviaba.

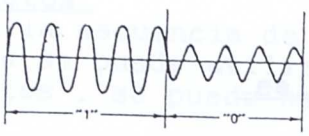
Existen diversos métodos de conseguir la modulación , basados en la variación de los parámetros de una señal sinusoidal (amplitud , frecuencia y fase) , y así obtenemos los siguientes tipos de modulación :

6.1. Modulación de amplitud.
Con ésta técnica , se asignan amplitudes distintas a los dos estados de un bit , es decir , al "1" se le asigna un valor alto y al "0" un valor bajo.

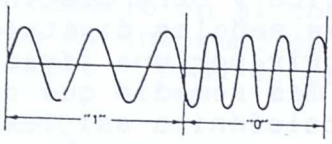
6.2. Modulación de frecuencia.
Se utilizan dos valores de frecuencia de la portadora para representar los bits de la señal. Normalmente una frecuencia más alta para el "1" , y más baja para el "0".

6.3. Modulación de fase.
Se hace variar la fase de la portadora en función del valor de los bits. En un bit "0" el sentido es creciente, y en el "1" decreciente.

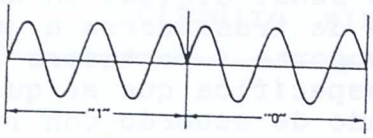
En la figura 2.11 están representados los 3 tipos de modulación.



(a) Modulación de Amplitud



(b) Modulación de Frecuencia

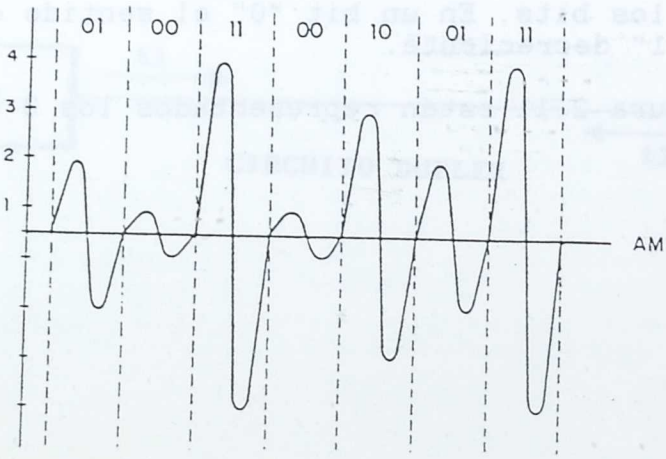


(c) Modulación de Fase

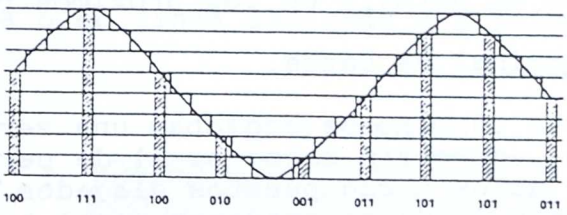
Los métodos de modulación anteriores son válidos para velocidades de transmisión de 1.200 a 1.800 bps . Cuando se deban utilizar velocidades superiores debemos recurrir a métodos de modulación más complejos que el de hacer un cambio de señal en cada bit.

Estos métodos se denominan multibit porque utilizan señales con varios estados ó niveles a los que se asignan grupos de 2 , 3 ó más bits (llamados "dibits" , "tribits" , etc). Estos métodos se utilizan con modulaciones de fase y amplitud. El ejemplo de la figura 2.12 muestra como se emplean cuatro niveles de señal para indicar los posibles valores de dos bits "dibit" , es evidente que la velocidad de transmisión se dobla en éste caso.

MODULACION MULTIBIT



6.4. Modulación por Impulsos Codificados. (MIC).
Consiste en digitalizar una señal analógica y dotarla de las ventajas inherentes a éste tipo de transmisión (menor tasa de fallos , interferencias , etc.) . Ejemplo : voz, imagen , etc.
La técnica consiste en tomar muestras de la señal analógica con una frecuencia determinada . En cada muestra tendremos una componente . El conjunto de todas las muestras nos debe dar idea de la composición de la señal original . Al tomar sólo muestras de señal , quedaarán huecos en la transmisión , que son aprovechados para mandar otra u otras señales con la misma técnica.Evidentemente , cuantas más muestras se tomen mejor será la recuperación , pero los equipos deberían ser más sofisticados y la posibilidad de intercalar otras señales en los huecos sería más dificil. Figura 2.13.



7.-Líneas a 2 y 4 hilos.

Otro concepto importante a la hora de definir circuitos de datos es si la línea de transmisión es a 2 ó 4 hilos.
Las líneas a 2 hilos , utilizan un sólo circuito físico para los datos , un hilo para emitir y otro para recibir. Son las que utiliza Telefónica en sus enganches de abonados.
En las de 4 hilos , usa un circuito físico independiente en cada sentido de la transmisión.
(Figura 2.14).

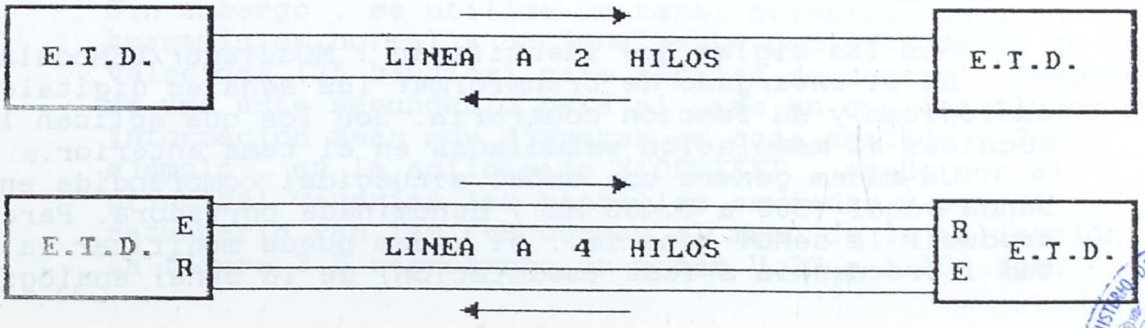


FIGURA 2.14

TEMA 3
COMPONENTES DE UN SISTEMA TELEINFORMATICO

1.-Diagrama de bloques.

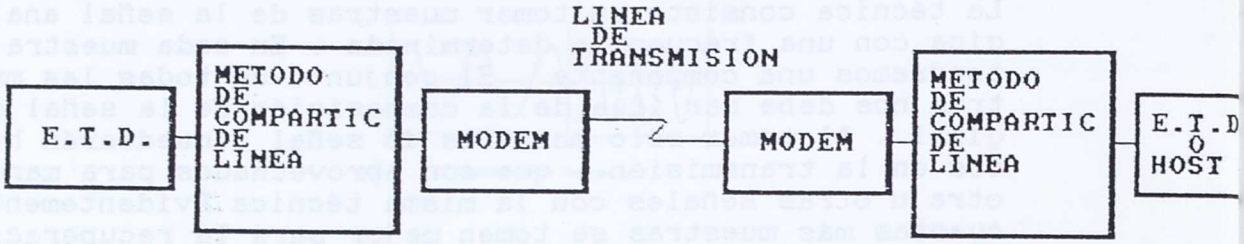


FIGURA 3.1

La figura 3.1. representa el esquema de un sistema teleinformático en bloques de componentes , cada uno de los cuales se estudiarán en detalle en los próximos puntos del tema.

2.-Equipo Terminal de Datos.

Bajo éste término se engloban una serie de dispositivos muy diversos , cuyo fin único es el de permitir el envío y/o recepción de datos desde puestos alejados geográficamente.

Pueden ser desde ordenadores completos , impresoras , teletipos , pantallas ,etc.

En éstos equipos pueden distinguirse dos partes fundamentales que son la propia unidad de proceso de datos y un adaptador para las comunicaciones , llamado interfaz.

Cabe destacar especialmente la clasificación que se hace de los ETD atendiendo al grado de independencia de proceso ó facultad para asumir tareas en :

a) Terminales "tontos" . Están totalmente sometidos por un dispositivo ajeno al terminal.

b) Terminales inteligentes . Realizan funciones específicas por su parte , sin intervención de otro .
Por ejemplo : ejecución de programas , edición , etc.

3.-MODEM.

Son las siglas que identifican : MOdulador/DEModulador.

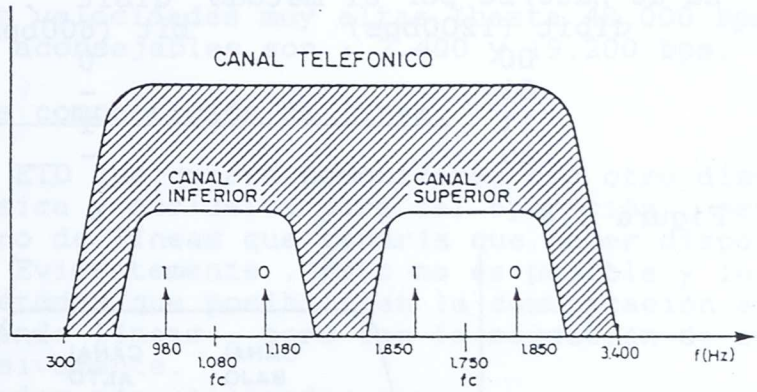
Es el encargado de transformar las señales digitales en analógicas y su función contraria. Son los que aplican las técnicas de modulación estudiadas en el tema anterior.

Un módem genera una señal sinusoidal comprendida en la banda vocal (300 a 3.400 Hz.) denominada portadora. Para introducir la señal binaria , el módem puede modificar la amplitud , frecuencia ó fase (modulación) de la señal analógica.

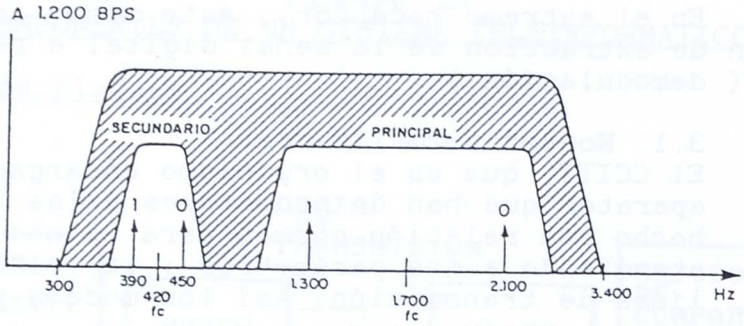
En el extremo receptor , éste mismo aparato hace la función de extracción de la señal digital a partir de la analógica (demodulación).

3.1. Modems normalizados.
El CCITT, que es el organismo encargado de normalizar los aparatos que han de conectarse a las líneas de datos , ha hecho una relación normas para la utilización de modems atendiendo a dos parámetros : la velocidad y el tipo de línea de transmisión. Así los modems más importantes son:

a) V.21.- Tienen como principal característica el trabajar en modo duplex sobre líneas de 2 hilos . Se trata de un modem de baja velocidad (300 bps) y como no ocupa todo el ancho de banda del canal telefónico , da espacio para una transmisión en cada sentido.
El emisor usará un canal para transmitir y otro para recibir , mientras que el receptor los usará en sentido inverso. La modulación utilizada es en frecuencia . Transmisión asíncrona, utilizados en la red telefónica conmutada o en línea dedicada a 2 hilos. Figura 3.2.



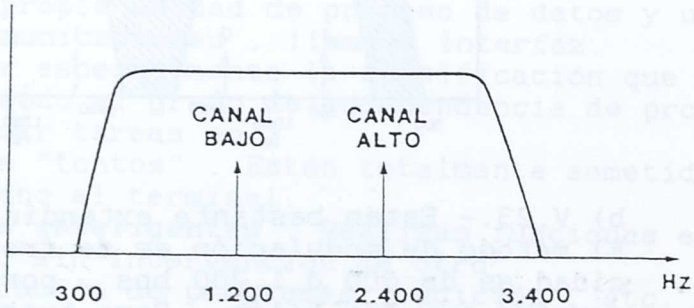
b) V.23.- Están bastante extendidos en la actualidad. El método de modulación es de frecuencia , pero la velocidad es de 600 ó 1.200 bps , por lo que no caben dos canales por dos hilos . Para trabajar en modo duplex se necesitarían 4 hilos.
Sin embargo , se utiliza un canal principal para la transmisión normal y opcionalmente uno secundario de baja velocidad (75 baudios) para señales de control. También se usa éste secundario para el caso en que los flujos de información sean muy dispares en cada sentido . Por ejemplo , en la aplicación VIDEOTEXT , donde por el principal vendrían las pantallas enviadas y por el secundario van las respuestas al menú de la aplicación. La figura 3.3 representa un modem V.23 a 1.200 bps.



c) V.22.- Es una norma relativamente nueva que sustituye a las anteriores V.21 y V.23 .
Permite una velocidad de 600 ó 1.200 bps en comunicación duplex y a 2 hilos.
Utiliza modulación de fase con 2 portadoras : 1.200 Hz. y 2.400 (una para cada sentido) en transmisión síncrona ó asíncrona.
Al ser la velocidad de modulación de 600 baudios , para conseguir la velocidad alta de 1.200 bps , la modulación ha de hacerse por el método "dibit" , siendo la fase :

dibit (1200bps)	bit (600bps)	cambio fase
00	0	90º
01	–	0º
11	1	270º
10	–	180º

Figura 3.4



d) V.27, V.27bis , V.27ter .- Son normas para modems que transmiten a 4.800 bps en líneas dedicadas a 4 hilos .
Utiliza modulación en fase diferencial con 8 valores , luego se hace en modo "tribit".
La norma V.27 bis , permite trabajar a 2.400 bps.
La V.27 ter. dicta las normas para transmitir 4.800 bps por líneas conmutadas , pero sin excesiva fiabilidad.
La relación tribit/fase será la siguiente :

tribit :	001	000	010	011	111	110	100	101
camb.fase:	0º	45º	90º	135º	180º	225º	270º	315º

e) V.29 .- La norma se ha diseñado para transmitir a 9.600 bps en líneas dedicadas a 4 hilos de alta calidad , aunque si ésta no es suficiente se puede hacer a 7.200 ó 4.800 bps.
La modulación es en amplitud octofásica a dos niveles por fase , que da lugar a 16 combinaciones posibles.
El modo de transmisión puede ser duplex ó semiduplex.

f) Modems en banda base.- Son aquellos que no realizan modulación , demodulación ni traslación en frecuencia de la señal , sino que se limitan a adecuarla al medio de transmisión, es curioso , en tal caso , que sigan llamándose modems.
Son equipos sencillos y baratos que adaptan la señal a un medio que no puede ser líneas telefónicas debido a su estrecho ancho de banda , sino que se hace sobre pares metálicos sin carga ó cables coaxiales . Se limitan a unos pocos kilómetros debido a la pérdida de la señal por diafonía , ruido , etc.
La transmisión es síncrona.
Permiten velocidades muy altas (hasta 48.000 bps) , pero las más aconsejables son : 2.400 y 19.200 bps.

4.-Métodos de compartición de línea.

Si cada ETD que quiera comunicarse con otro dispusiese de una línea física y exclusiva para tal operación , sería ilimitado el número de líneas que tendría que haber disponibles a tal efecto . Evidentemente , ésto no es posible y lo que se ha ideado son métodos que posibiliten la comunicación entre equipos compartiendo líneas , pero con la sensación de estar usando una exclusivamente.
Los métodos más utilizados son :

4.1. Líneas multipunto.

Varios terminales acceden un ordenador (Host) a través del mismo canal.
El host está continuamente sondeando a los terminales que dependen de él (polling) para ver si tienen algo que transmitir. Cuando les toca el turno , pueden hacerlo.
La comunicación entre ellos no es posible.
Los mensajes del host los reciben todos , pero sólo lo acepta al que va dirigido.
La figura 3.5 muestra éste esquema, cuyos principales dispositivos son :

a) A.C.D. (Amplificador Concentrador Difusor).
Este equipo reside normalmente en la central telefónica y permite la conexión de varias líneas analógicas(hasta 8)

a una principal. Sólo deja transmitir a un terminal cada vez.Hasta ahora sólo se ha utilizado en velocidades de 600 a 1.200 bps , pero se espera que vaya a velocidades mayores en un futuro.

b) M.I. (Multiplicador de Interfaz).
Se sitúa entre el módem y los terminales , pudiendo conectar hasta 6 terminales a un M.I.
Sólo un terminal puede transmitir cada vez.

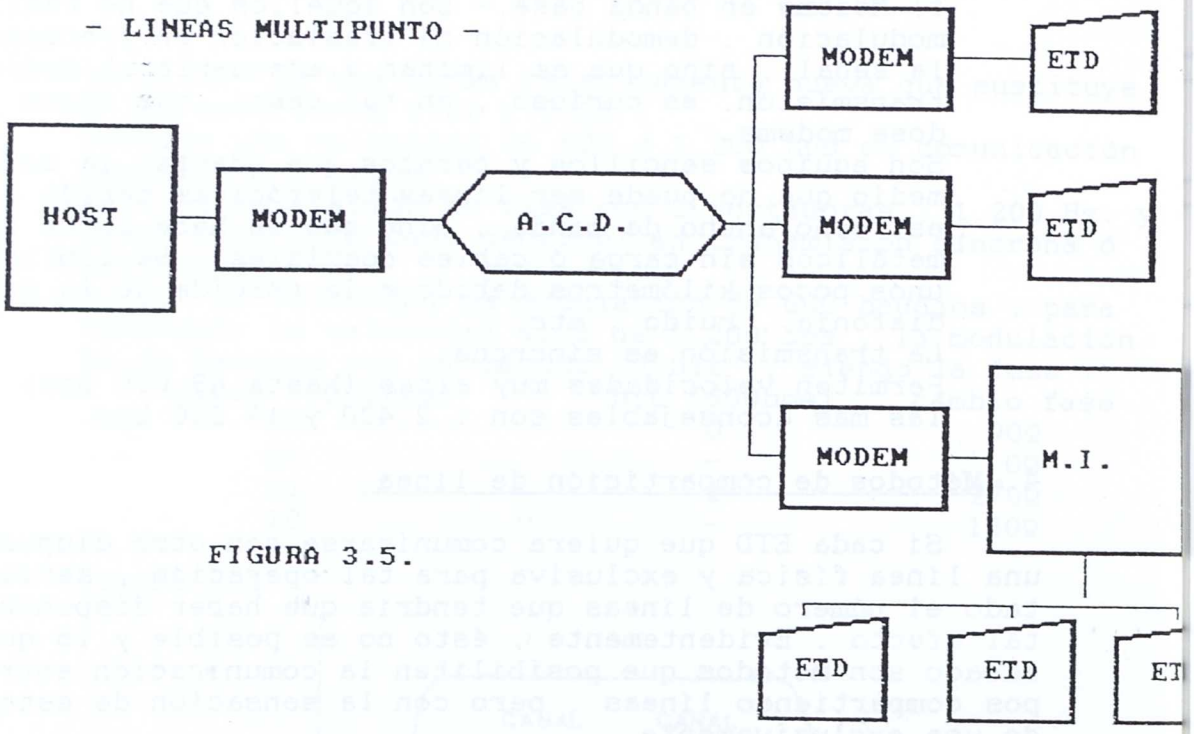


FIGURA 3.5.

4.2. Multiplexación.
Esta técnica consiste en el aprovechamiento del circuito de transmisión en varios canales que permitan el envío de información simultánea. La suma de las velocidades de los canales nunca deberá superar la velocidad del circuito. Esto supone la utilización de una línea de alta velocidad por varios canales de baja velocidad , de forma que cada canal tiene la sensación de trabajar exclusivamente con la línea.
Existen fundamentalmente 3 técnicas de multiplexación , que son : división de tiempo , frecuencia y estadísticos.

a) Multiplexores por división en frecuencia. (MDF).
Dividen el ancho total del canal de transmisión en varios subcanales independientes en márgenes de frecuencias distintas. Cada señal enviada por los terminales se tramita por un canal. Tiene el inconveniente de necesitar varias traslaciones en frecuencia de las señales originales. En la recepción se procede a una traslación en sentido contrario a la que fueron sometidas al enviarlas , obteniéndose la información mandada.
Se utilizan básicamente en transmisiones analógicas multiplexando líneas de 50 , 100 , 200 ó 600 bps por línea telefónica a una velocidad de 1.800 bps máximo.
Siempre que haya una multiplexación en el origen , en el destino se deberá demultiplexar esa señal ; ambas funciones las realiza el equipo llamado multiplexor.
Al ser utilizados en señales analógicas y hacer ellos la función de transmisión modulada , tienen la ventaja de no necesitar modem.
La figura 3.6 representa el proceso de multiplexación en frecuencia.

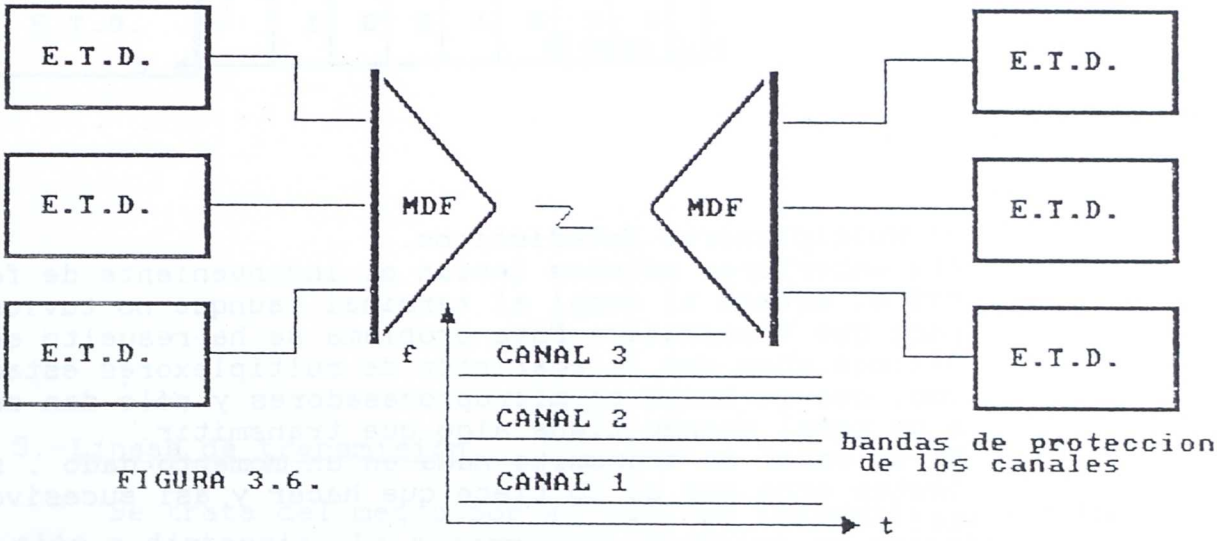


FIGURA 3.6.

b) Multiplexores por división de tiempo. (MDT).
Dividen el tiempo de transmisión en una serie de intervalos correspondientes a los terminales que forman parte del proceso , repitiéndose de forma cíclica ésta asignación de tiempos . En cada intervalo , el ETD tiene todo el canal de transmisión para él sólo.
Básicamente lo que se hace es tomar muestras de las señales en períodos regulares.

Tiene mejores prestaciones que el MDF, se pueden utilizar con velocidades hasta 9.600 bps. Permiten una mayor flexibilidad en cuanto al tipo de ETD utilizado , pudiéndo ser de velocidades distintas y modos de transmisión (síncrono-asíncrono) distintos.
Figura 3.7.

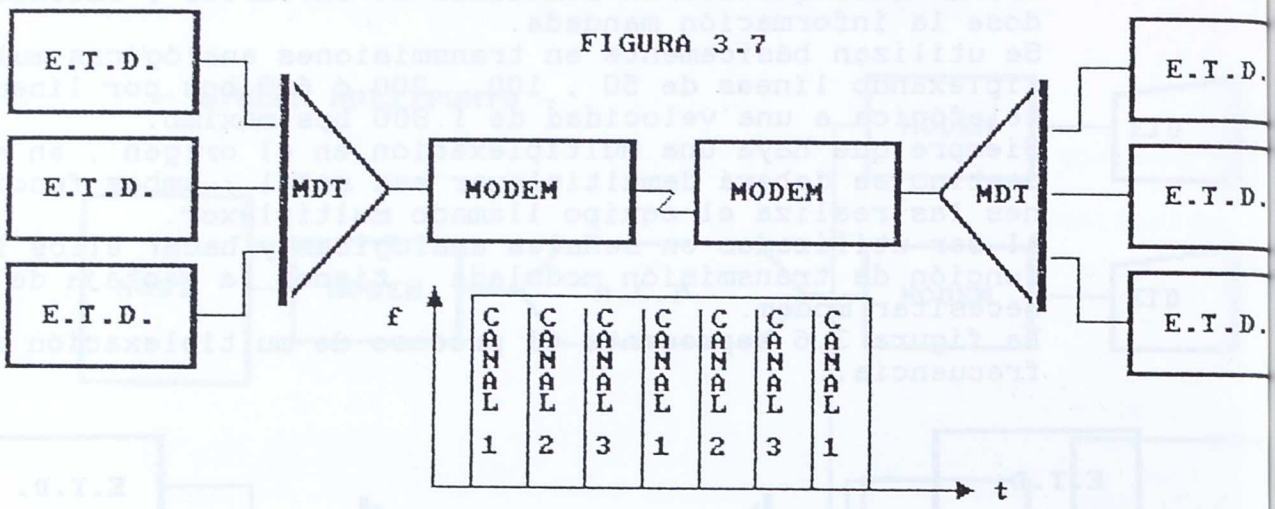


FIGURA 3.7

c) Multiplexores Estadísticos.
Los anteriores métodos tenían el inconveniente de facilitar el acceso al canal al terminal ,aunque no tuviese nada que transmitir. Este problema se ha resuelto en los últimos años con la aparición de multiplexores estadísticos, que se basan en microprocesadores y sólo dan salida a un canal cuando tiene algo que transmitir.
Si un canal no transmite nada en un momento dado , se testea otro por si lo tiene que hacer y así sucesivamente.
En ésta forma de trabajo , puede ocurrir que los canales de entrada se encuentren simultáneamente activos y que las velocidades individuales superen la del canal de transmisión , por lo que no se puede enviar toda la información , ejerciendo el micro del sistema una guarda de los datos que no ha cursado para hacerlo posteriormente.

4.3. Concentración.
La función de concentración en líneas de transmisión consiste en la conexión de terminales trabajando en líneas de baja velocidad a líneas de alta velocidad.
El aparato encargado de tal misión se llama concentrador.

Además realiza funciones adicionales tales como formateo de datos , control de flujo , gestión de terminal , detección y corrección de errores , etc.
Se trata de un elemento inteligente , del cual el ordenador principal debe conocer su existencia, a fin de gestionar protocolos , códigos , etc.
Los concentradores sólo se instalan en la parte de los terminales , no tienen su homónimo en la línea.
Figura 3.8.

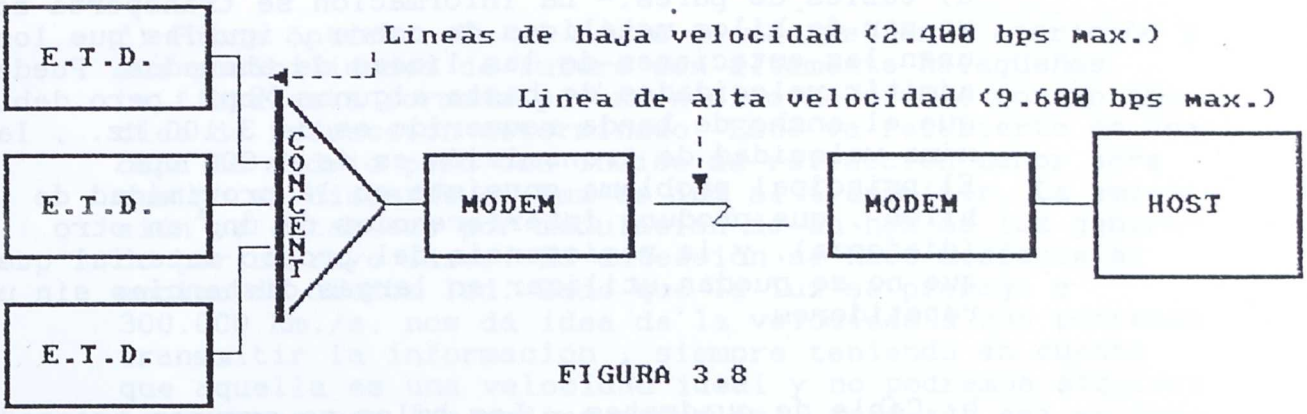


FIGURA 3.8

5.-Líneas de transmisión.

Se trata del medio por el cual se transmite la información a distancia. La transmisión de datos es cronológicamente posterior a la implantación de la red telefónica , pero se quiso aprovechar dicha red por su extensión e implantación mundial, aunque eso creó una serie de problemas de adaptación como ya hemos comentado.
Prácticamente , hablar de línea de transmisión para teleinformática supone hablar de la red telefónica del propio país e incluso de la internacional.
En España , al existir un monopolio para cualquier tipo de comunicación , todos los avances propuestos por los fabricantes en éste sentido han debido contar con la investigación y el beneplácito de la Compañia Telefónica de España , que posee tal monopolio.

Aunque dedicaremos un capítulo a la organización y servicios de la C.T.N.E. , comentaremos algunos aspectos de relevancia en éste punto.

5.1. Medios de transmisión.
Están constituídos por el soporte que va a llevar a la información a su destino (cables , radioenlaces , etc.).

a) Cables de pares.- La información se transporta sobre un par de hilos metálicos de cobre , iguales que los que unen las estaciones de las líneas de abonados. Pueden admitir velocidades de hasta algunos Mbps, pero debido a que el ancho de banda requerido es de 3.100 hz. , la máxima velocidad de transmisión es de 4.800 bps.
El principal problema consiste en la proximidad de los hilos , que produce interferencias de uno en otro (diafonía), y la resistencia del propio material que hace que no se puedan utilizar en largas distancias sin uso de repetidores.

b) Cable de cuadretes.- Los hilos se agrupan trenzados de 4 en 4 . Se pueden usar para larga distancia y en alta frecuencia , dando la posibilidad de multiplexar en frecuencia canales de 4 Khz.

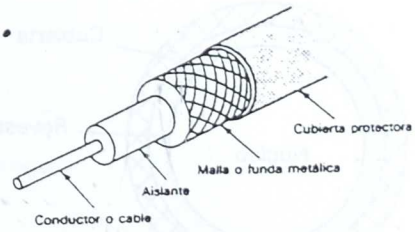
c) Cable coaxial.- Consta de un cable central rodeado de un aislante y éste por una malla metálica que protege de ruidos , diafonía , etc. a la información que circula por el cable interno. Permite así su uso en frecuencias mucho más elevadas , utilizado para transmitir a 560 Mbps en transmisión digital.

d) Radioenlaces.- Se basan en la propagación de ondas en el espacio y sólo necesitan equipos en la emisión y recepción de los datos (equipos de microondas). Necesitan repetidores cada 50 u 80 Km.
El principal inconveniente de éste sistema es la vulnerabilidad frente a las inclemencias del tiempo , que puede provocar incluso la pérdida de señal.

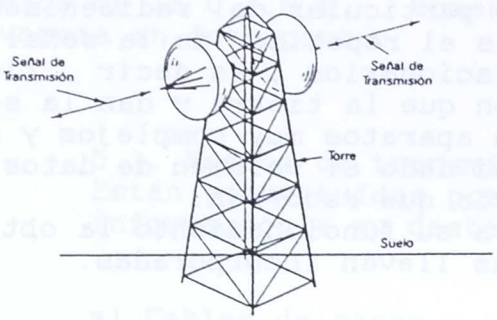
e) Satélite.- Es un caso particular del radioenlace . En realidad , el satélite es el repetidor de la señal en la comunicación. Son geoestacionarios , es decir , tienen el mismo período de rotación que la tierra y dan la sensación de estar fijos. Son aparatos muy complejos y deben tener una gran fiabilidad dado el volumen de datos que transportan y la distancia que recorren.
La energía necesaria para su funcionamiento la obtienen de las placas solares que llevan incorporadas.

f) Fibra óptica.- Es el medio de más reciente aparicion y sus posibilidades de futuro son altamente halagüeñas.
La fibra está formada por un núcleo de vidrio con un índice de refracción determinado. Esto va recubierto de una capa de vidrio pero con índice de refracción menor para que no se disperse el haz de luz al transmitir. La emisión se establece por modulación de un haz de luz generado por un rayo láser. La detección se hace mediante el empleo de diodos led. Dado que la luz se propaga a 300.000 Km./s. nos dá idea de la velocidad a que podremos transmitir la información , siempre teniendo en cuenta que aquella es una velocidad ideal y no podremos siquiera acercarnos con los medios actuales , pero aún así se consiguen velocidades del orden de Gbps en transmisión digital.
Una ventaja importante de la fibra óptica es la inmunidad al ruido , ya que se transmiten señales en forma de luz , no eléctricas , por tanto los ruidos por inducción magnética , diafonía , etc. no se producen.
La desventaja actual más importante es que son poco flexibles , o sea , que se extienden sobre tramos rectos o con curvas muy suaves para evitar que haya distorsión en el índice de refracción de la señal.
Esta página y la siguiente contienen un esquema de los principales medios descritos.

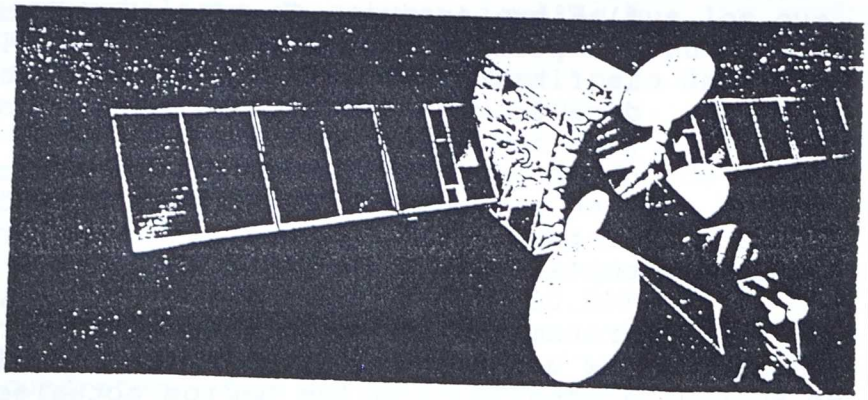
a) Cables de pares.



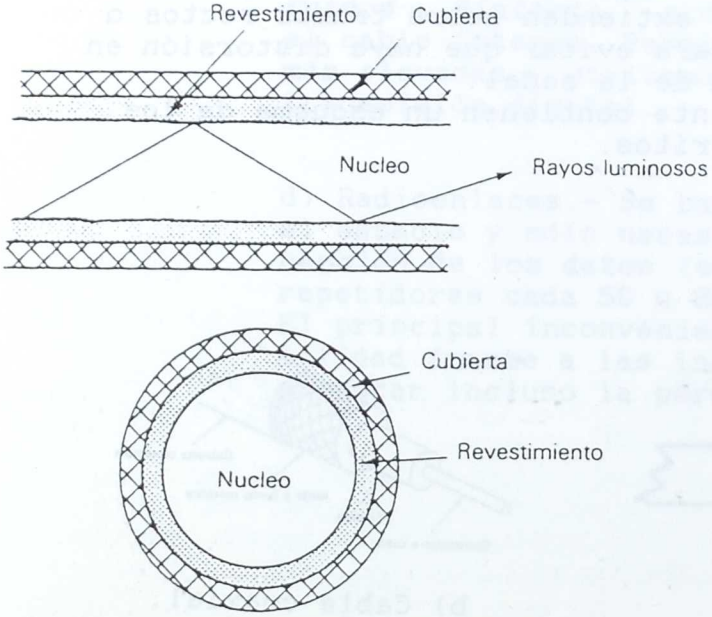
b) Cable coaxial.



c) Microondas.



d) Satélite.



e) Fibra optica.

5.2. Redes telemáticas.
La comunicación en un sistema teleinformático está constituída por ordenadores , terminales y medio de comunicación . Todo ésto constituye una red telemática . La conexión entre los diversos componentes es muy diversa : punto a punto , multipunto o a través de una red general de datos , pero al margen de ésto , las formas de configurar dichas redes son las siguientes :

a) Malla .- Proporciona varios caminos de conexión entre terminales o nodos en función del tráfico , distancia , fallos , etc. Si la conexión falla , se busca un camino alternativo para llevar la información. Es la estructura típica de las redes públicas.

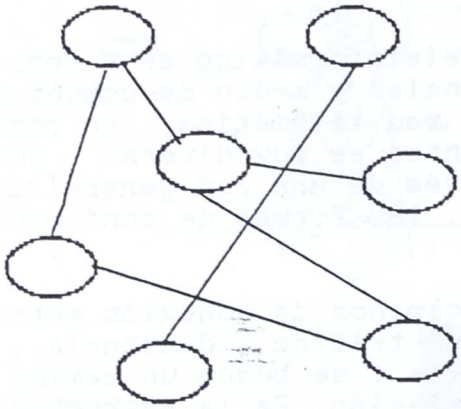
b) Estrella.- Los terminales se conectan al medio a través de un nodo central que puede ejercer funciones de encaminamiento de la información exclusivaamente o funciones de conmutación y control de la misma.

c) Bus.- Los terminales se conectan en cualquier punto. Sólo uno puede transmitir cada vez , permaneciendo los otros a la espera. Al llegar al final de la línea , la información vuelve hasta encontrar el destinatario.

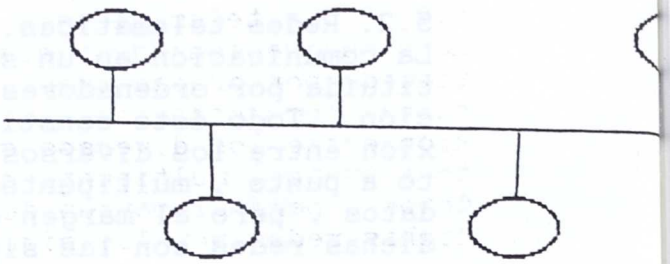
d) Anillo.- Los terminales se conectan en bucle , pasándo la información de uno a otro de forma que si no es para él , la vuelve a transmitir al siguiente en secuencia.

e) Arbol.- Se establece una estructura jerárquica en árbol , de forma que no hay caminos alternativos si hay fallos . Es típica de IBM.

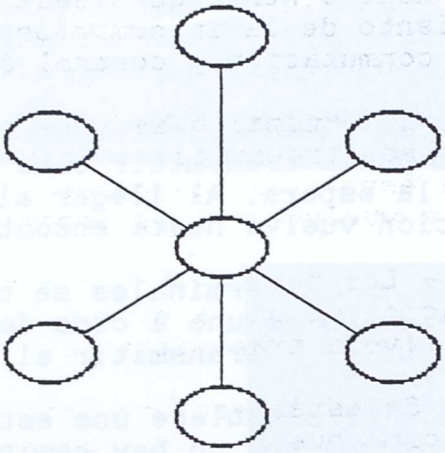
Estas topologías están representadas en la página siguiente.



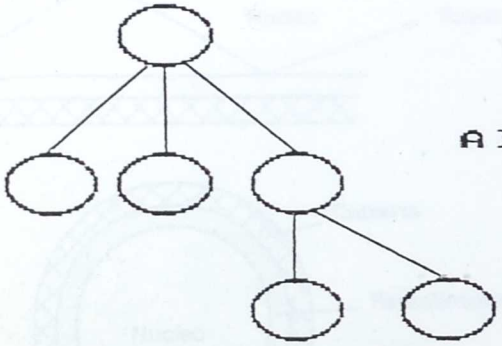
MALLA



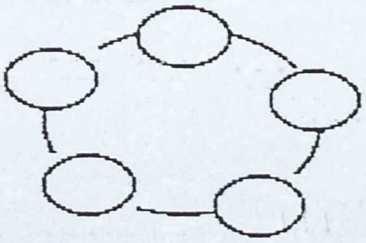
BUS



ESTRELLA



ARBOL



ANILLO

TEMA 4

RED TELEFONICA EN ESPAÑA

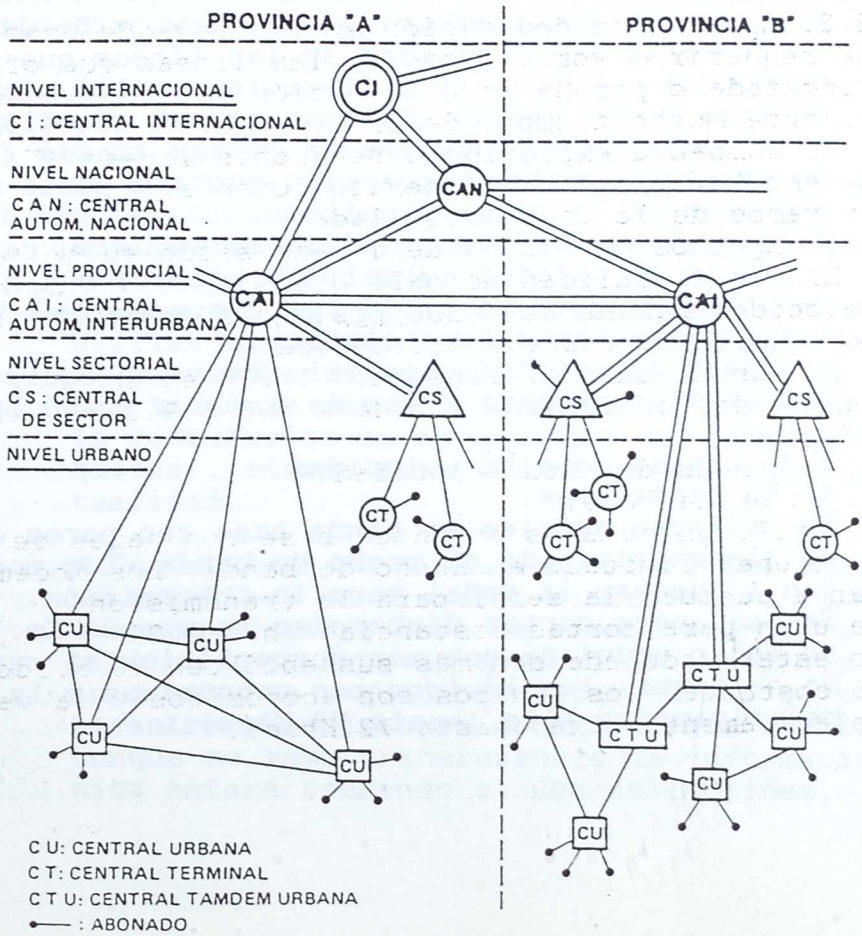
1.-Organización de la red.

Básicamente consta de terminales de abonados , centros de conmutación y medios de transmisión . Como se supondrá , la comunicación se establece entre abonados por selección del extremo receptor , se produce una conmutación entre centrales hasta establecer la conexión física. Los medios de transmisión son los mismos que hemos estudiado en el tema anterior.

Las centrales de conmutación tienen una organización jerárquica y se distinguen varios tipos según sea el modo de comunicación solicitada :

- centrales urbanas.
- centrales sectoriales.
- centrales interurbanas.
- centrales nacionales.
- central internacional.

La figura 4.1 es un ejemplo de lo expuesto anteriormente.



2.-Tipos de líneas para transmisión de datos.

Ya se ha comentado que la principal función de la Red de Telefonía en España era , hasta la fecha , la transmisión de voz, pero que se ha visto obligada a proporcionar soporte para el transporte de datos , que cada vez es más importante.

Vamos a estudiar los diferentes tipos de líneas que nos ofrece Telefónica para dicha transmisión.

2.1. Línea telegráfica (TELEX).- Posee una estructura parecida a la red telefónica conmutada, pero aquí los abonados son gestionados por DGCT y los terminales son teletipos. La velocidad de transmisión es baja, va de 50 a 200 bps. Es el servicio utilizado para mandar telegramas.

2.2. Línea telefónica conmutada.- Para establecer la comunicación, se debe marcar el número del abonado al que se manda la información , estableciéndose un circuito similar al que se produce en una conexión de voz. Una vez establecida la comunicación, se procede a mandar los datos.La transmisión es evidente que se realiza vía modem a una velocidad máxima de 9.600 bps.

2.3. Líneas con dedicación exclusiva.- Se usan en el caso de requerir mayor calidad en las líneas que ofrece la red conmutada o porque la utilización de las mismas va a ser durante mucho tiempo. Se trata de un alquiler que se hace a la compañía explotadora de dichas líneas (Telefónica). Se establece así una conexión punto a punto entre los extremos de la línea alquilada.
Distinguimos dos tipos de líneas según su calidad :
- Líneas de calidad normal. Utilizan 2 ó 4 hilos a una velocidad máxima de 1.200 bps., sin equipos adicionales a los suministrados por telefónica.
- Líneas de calidad especial. Incluyen equipos correctores de distorsiones y van de 2.400 a 9.600 bps a 4 hilos.

2.4. Líneas de alta velocidad.-
a) En banda base.
Se utilizan señales en banda base con pares de hilos que no tienen limitado el ancho de banda. Los modems se limitan a adecuar la señal para la transmisión.
Se usan para cortas distancias (hasta 30 Km.) , ya que al no estar modulada son más susceptibles al ruido , etc.
No obstante, los equipos son económicos y la velocidad es relativamente alta (hasta 72 Kbps).

b) Transmisión en "grupo primario".
Es un sistema MDF a un conjunto de 12 canales de 4 Khz., que ocupan 48 Khz. en la banda de 60 a 108 Khz.
Se obtiene una velocidad de 50 Kbps. con modems llamados "de grupo".
c) Transmisión por sistema digital.
Utilizando la modulación MIC , de la que dispone Telefónica para digitalización de voz y que usa para comunicación entre centrales , podemos conseguir una alta velocidad en la transmisión (2.098 Kbps.). El problema surge si el terminal , como es frecuente , no soporta dicha velocidad .
Telefónica ofrece un servicio de transmisión muy rápido sobre modulación MIC , que se llama IBERMIC.

3.-Tipos de redes según los derechos de propiedad.

Podemos clasificar las redes teleinformáticas en dos grandes grupos según sea su propietario : públicas y privadas.
Las privadas se construyen para una empresa en concreto y no tienen un ámbito amplio , suelen circunscribirse al edificio en el que se encuentran (Ej. redes de área local ó líneas alquiladas a Telefónica).
Las públicas son gestionadas por empresas de ámbito estatal y controladas normalmente por la Administración . El único requisito para usar la red es abonarse al servicio que interese.

3.1. Redes públicas.

Se suele dividir en tres tipos:
a) Red telegráfica conmutada(TELEX).
De muy baja velocidad (50 bps.), pero barata.
b) Red Telefónica conmutada.
Amplia cobertura,gran tasa de errores, velocidad máxima de 4.800 bps.
c) Red especial de transmisión de datos.
Utiliza el ámbito de la red conmutada , pero con equipos especiales para la conmutación de datos.
Las técnicas más utilizadas para envío de datos son la conmutación de circuitos y la conmutación de paquetes , siendo ésta última la más usada en la actualidad.

* Conmutación de circuitos.- Para una comunicación se establece un circuito físico entre llamante y llamado mientras dure la misma. Por parte de la red pública no existe un control de los datos , protocolo ó errores , quedándo éstas tareas para los comunicantes. Mientras la conexión está establecida , aunque no haya transferencia de información, Telefónica estará cobrando el uso de la línea.

* Conmutación de paquetes.- Un mensaje estará formado por varios paquetes , que se definen como : Un grupo de dígitos que incluyen los datos , señales de control , recuperación de errores , identificación de origen y destino , etc. que constituyen una unidad conmutable por la línea.
Cada nodo de la red sólo atenderá paquetes y los envía a su destino , es decir , puede conmutar seguidamente paquetes que no pertenezcan al mismo mensaje , pero sólo se ocupa de encontrarles el destino requerido , bien sea otro nodo de conmutación o el propio terminal.
En función de la ocupación de la red , se crean caminos no permanentes mediante unas tablas de encaminamiento que están variando continuamente.
Cada nodo, al ser varios terminales los que transmiten/reciben hace la función de multiplexación en la línea común. Figura 4.1.

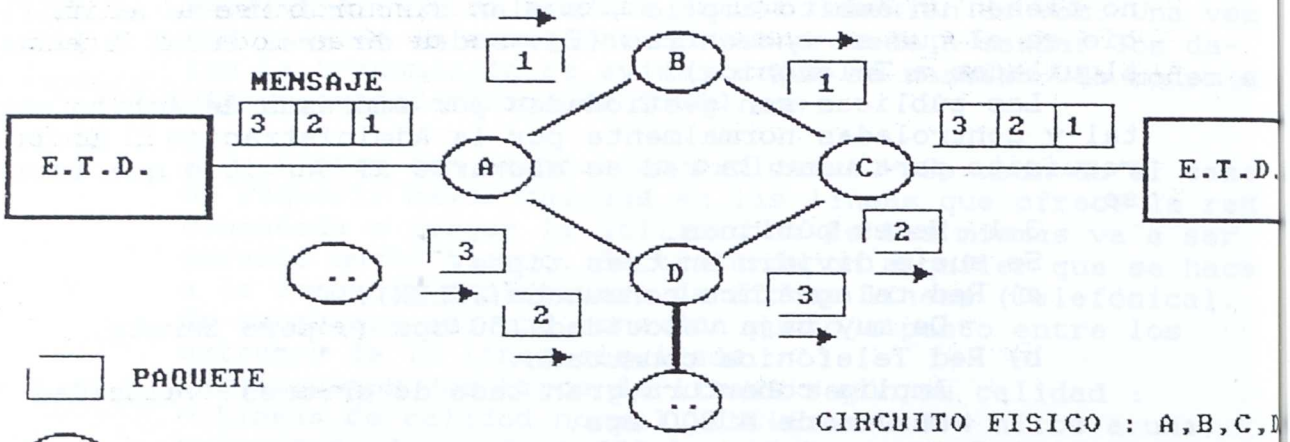


FIGURA 4.1

Para la operación en redes de conmutación se usan dos técnicas que son las de datagrama y circuito virtual.
En la técnica llamada de "circuito virtual" , se establece un circuito entre origen y destino , pero no físico , sino lógico , es decir , se mentienen emisor y receptor , pero los datos no circulan siempre por el mismo camino físico , sino que se toman rutas alternativas según las circunstancias.
Los interlocutores trabajan como si estuvieran conectados por un circuito permanente , que llamamos virtual.

Se pueden establecer múltiples circuitos virtuales , por ejemplo cuando un ordenador central quiere transmitir simultáneamente a varios terminales .

Se definen una serie de canales lógicos entre el ETD y la red, pudiendo establecerse un circuito virtual por cada canal lógico. Cada paquete se asocia a un canal lógico que se relaciona con el destinatario adecuado mediante el circuito virtual.
Esto permite un aprovechamiento óptimo del tiempo de transmisión y de la capacidad de la red.
El tamaño del paquete es un factor muy importante para éste tipo de transmisión , los nodos almacenan los paquetes y no los mandan hasta estar completos , lo que implica que para un tamaño grande habrá un importante retardo. si el paquete es pequeño , hay un número mayor que controlar por si llegan desordenados , etc. , lo que implica un software más complicado . Además la efectividad disminuye pues cada paquete lleva un encabezamiento que oscila entre 8 y 16 bytes de control que acompañan a la información.
La solución de compromiso la fija el CCCITT en su recomendación X.25 que propone 128 bytes.
La forma de averiguar si se ha producido un error de transmisión en algún paquete se soluciona mediante el envío hacia atrás de un reconocimiento de llegada correcta. Si el reconocimiento no llega en un tiempo predeterminado , el emisor supone que el paqute no se recibió correctamente y vuelve a enviarlo. Esto presenta una serie de problemas como puede ser que el reconocimiento se pierda por fallo en la red y el emisor transmita el mismo paquete(figura 4.2) .
El nodo C recibe bien el paquete 1 y manda el reconocimiento , pero la línea falla en B , y éste no llega. Se toma el camino alternativo A,D,C. y A vuelve a mandar el paquete 1 puesto que no le llegó el reconocimiento anterior.

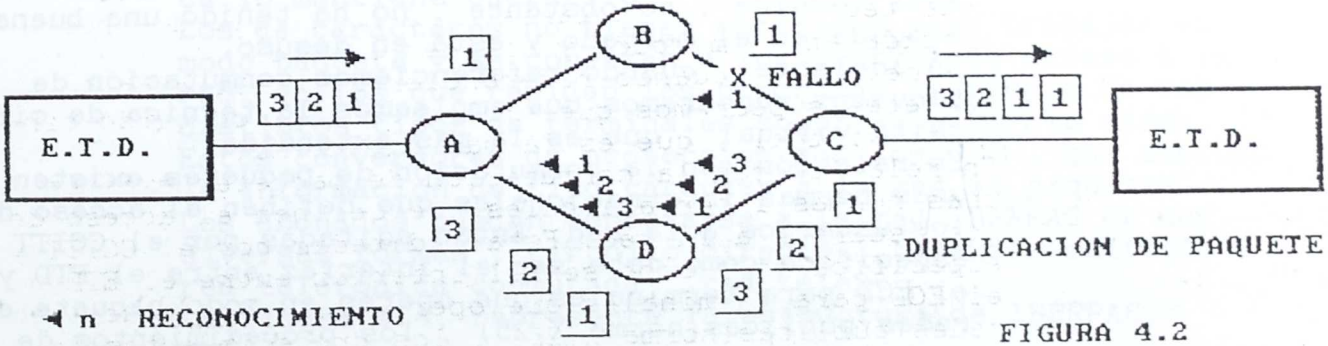


FIGURA 4.2

Otro problema puede ser que un nodo reciba bien un paquete , mande el reconocimiento y luego falle antes de reenviar el paquete al destinatario. Se establecerá un circuito alternativo como ya hemos visto, pero el primer paquete se habrá perdido(figura 4.3). El nodo A manda el paquete 1 , B lo recibe correctamente y manda el reconocimiento , poteriormente falla y no puede enviar el paquete a C. El nuevo circuito es A,D,C , pero el paquete 1 se supone que ya llegó bien.

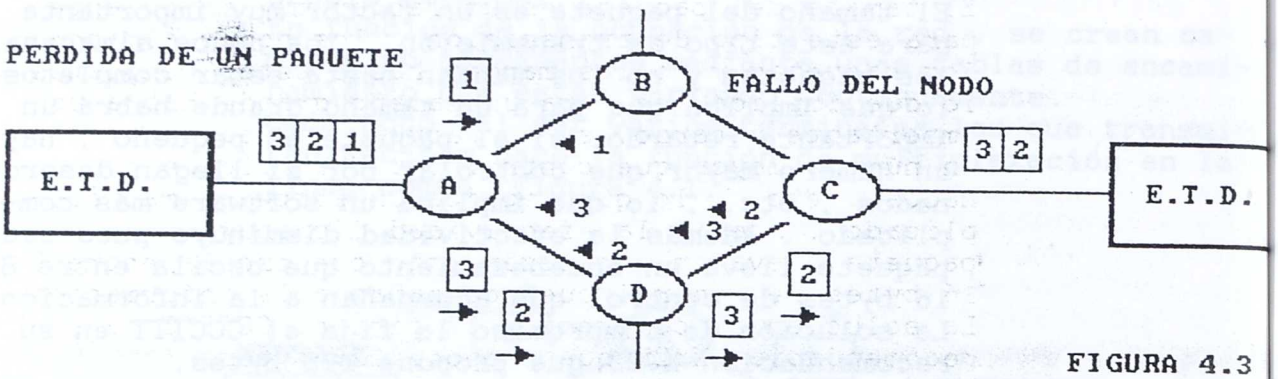


FIGURA 4.3

Uno de los problemas más graves en la conmutación de paquetes es que los mensajes estarán formados por varios que han de ser entregados en el orden correcto en el destino. La técnica del datagrama consiste en enviar los paquetes aisladamente , de forma que incluyan datos e información de control para su destino. Cada datagrama se envía sin tener en cuenta el orden ni el camino que llevará , pero exigirá un software distinto para su reconocimiento.
Se utilizan para transmitir información en pequeñas cantidades (reservas de billetes, hoteles , etc.).
Esta técnica , no obstante , no ha tenido una buena acogida en el mercado y está en desuso.
En adelante , cuando referenciemos conmutación de paquetes supodremos que empleamos la técnica de circuito virtual , que es la más extendida.
En relación con la conmutación de paquetes existen unas normas internacionales que definen el acceso de los usuarios a la red. Están editadas por el CCITT y especifica cómo debe ser el interfaz entre el ETD y el ECD para terminales que operen en modo paquete en redes públicas(norma X.25) , los procedimientos de

control de terminal y de tránsito de las comunicaciones , sistema de transferencia de datos por circuitos internacionales entre redes de datos en conmutación de paquetes(norma X.75) y ,por último , el interfaz ETD/ECD para equipos start-stop con acceso al PAD (Paquet Assembler Desassembler), que realiza la función de convertir el flujo de información serie del ETD en paquetes X.25 para su envío a la red y viceversa(norma X.28).

4.-Red IBERPAC

La Compañía Telefónica de España ideó en 1.971 un servicio público para transmisión de datos, que se llamó Red Especial de Transmisión de Datos (RETD) y fué pionera mundial en tal concepción. En 1.982 la red se llamó IBERPAC.

Sus principales objetivos son :

- Construir una red de alta calidad para la transmisión de datos con un ambito nacional e internacional.
- Conseguir la compatibilidad entre equipos de diferentes tipos y marcas.
- Actuar como soporte para nuevos servicios teleinformáticos.
- Establecer un medio público y barato frente a las redes privadas , no asequibles para toda empresa.

4.1. Estructura de la red IBERPAC.

Está fundamentalmente constituída por una serie de centros de conmutación unidos entre sí por líneas de alta velocidad operando en modo paquete. Existe un centro de gestión encargado de la supervisión , control , mantenimiento , cobro de tasas , etc. de la información circulante.

Para acceder al medio nos encontramos fundamentalmente con dos tipos de terminales , los que trabajan en modo paquete y los que lo hacen en modo carácter.

Los terminales de paquetes pueden trabajar en los protocolos RSAN ó en X.25 . El primero se ideó antes de que se dictasen normas internacionales de protocolos y Telefónica lo mantiene operativo.

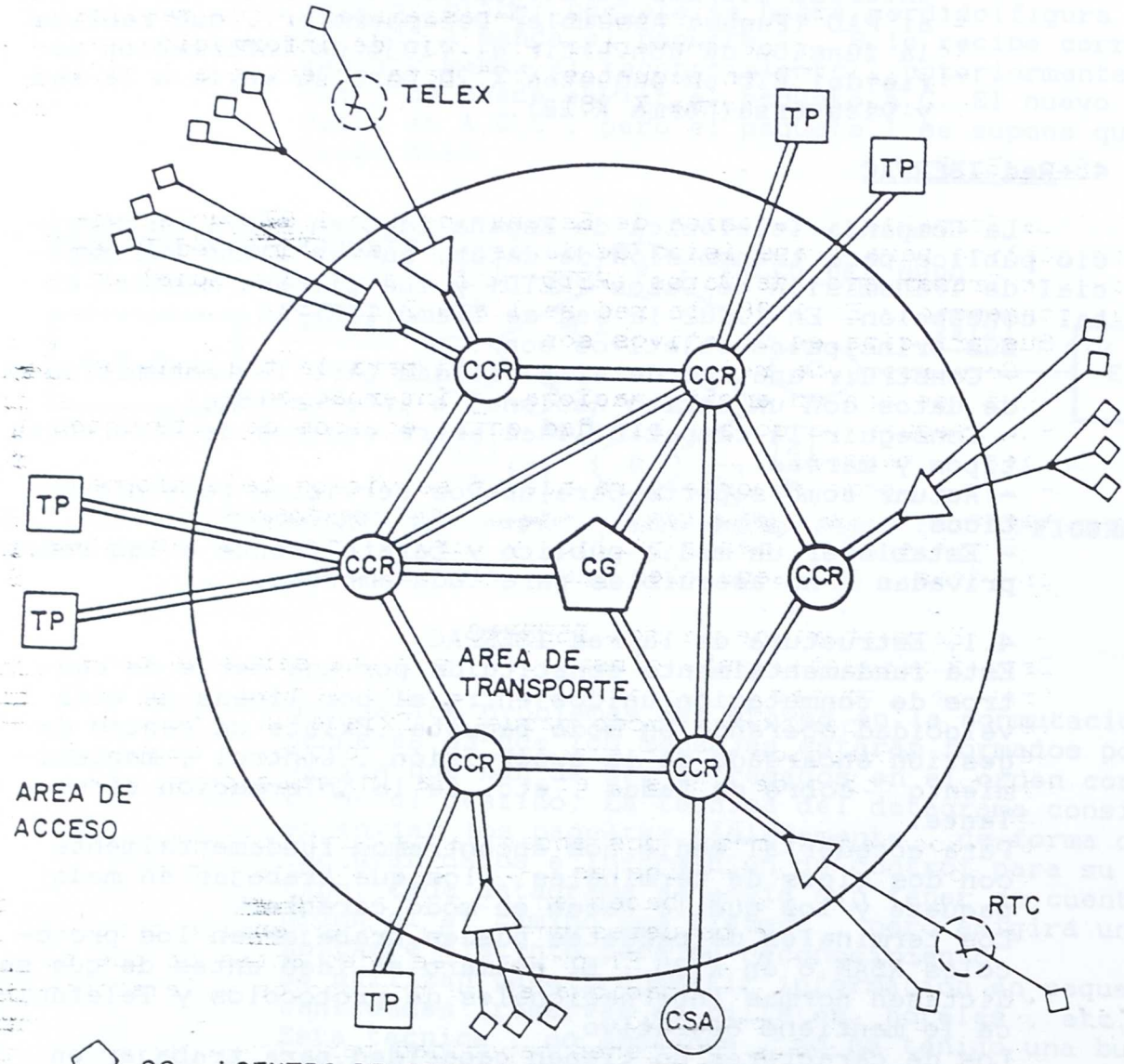
Los de caracteres no tienen capacidad para trabajar en modo paquete y se conectan a los centros de acceso a la red, en los que residen los programas de manejo de los distintos tipos de terminales soportados por la misma.

Estos conversores de protocolos son los PAD , que adecuan la información de tipo carácter a la red en paquetes.

Los abonados pueden conectarse a la red IBERPAC de muy diversas formas : circuito directo , conexión múltiple , red telefónica conmutada , red télex.

La figura 4.4. representa la estructura de IBERPAC.

ESTRUCTURA DE LA RED IBERPAC



CG : CENTRO DE GESTION

CCR : CENTRO DE CONMUTACION REGIONAL

TP : TERMINAL DE PAQUETES (CCA)

: CONCENTRADOR

: TERMINAL DE CARACTERES

CSA : CENTRO DE SERVICIOS ADICIONALES

Cuando Telefónica ideó la red IBERPAC , ante la ausencia de equipos específicos para la conmutación de paquetes usaba ordenadores de propósito general para tales funciones.
En el año 1.978 desarrolló el Sistema TESYS para suplir tal eventualidad. El hardware está basado en el uso de microprocesadores trabajando en multiproceso mediante unidades modulares separadas con funciones independientes que se comunican entre sí y con la memoria común , con un sistema de vías de transferencia de información. El software se ha desarrollado siguiendo las normas del CCITT.

5.-Servicios Teleinformáticos ofrecidos por C.T.N.E.

En un primer tiempo se ideó la red de datos exclusivamente para la conexión entre terminales y ordenadores remotos.
La extraordinaria evolución tecnológica aparecida en los últimos años hace que ésta red u otras soporten una serie de servicios que va en aumento. A modo orientativo podemos citar el servicio de mensajes y textos (telex), telefotografía y facsímil , telealarma , telecontrol , telemando , telemedida , etc.
Como ejemplo, describiremos una serie de servicios ofrecidos por alguno de los organismos explotadores de las redes de comunicacción (CTNE , DGCT , RETEVISION).

* TELEX.
Es explotado por DGCT y utiliza una red específica (red télex) con centros de conmutación propios e infraestructura de comunicación de la red telefónica.Transmite a 50 bps. usando el código CCITT nº2 y un procedimiento asíncrono. Los terminales se llaman teletipos y pueden ser de propiedad particular o pública. Los mensajes se imprimen en el terminal receptor aún en ausencia del operador.

* SPCM (Servicio Público Conmutación Mensajes).
Es similar al télex, pero utiliza la red IBERPAC con protocolo RSAN y unos ordenadores específicos para su conexión al medio, que permiten una serie de mejoras como recuperación de mensajes, caminos alternativos, anulación de textos , etc.

* TELETEX.
Permite el inntercambio de mensajes alfanuméricos entre memorias de terminales a través de la red pública de telecomunicaciones.
La unidad de intercambio es la página.
Utiliza como soporte la red IBERPAC y puede tener conexiones internacionales.
Permite la conexión al servicio telex y scpm.
Hay dos formas de conectarse a éste servicio , una es

mediante el abono a la red IBERPAC,con la interfaz X.25 , la otra es a través de la RTC, que selecciona la red IBERPAC marcando el número (081).

* FACSIMIL.
Se trata de reproducir a distancia una imagen , texto o manuscrito impreso. En España el servicio se llama TELEFAX y utiliza la RTC para su transporte. Una variante es el BUROFAX , que comunica oficinas públicas , pero que un abonado tiene acceso a él.
Telefónica tiene previsto un servicio similar a través de la red IBERPAC , llamado DATAFAX , con mayor calidad y rapidez.

* DATAFONO.
Mediante un terminal poco más complicado que un teléfono se puede obtener un servicio que consiste en el envío de datos por gestiones comerciales, transferencia de fondos, etc.Tiene la posibilidad de ser usado como teléfono y envío de datos. La transferencia se hace por RTC ó por IBERPAC , según sea la conexión , a 300 bps. y puede utilizar una impresora auxiliar.
Algunas de las operaciones que se pueden hacer son :
- Autorización y control en pagos con tarjeta de crédito.
- Consultas a bancos, órdenes de transferencia desde la casa del abonado ,etc.
- Consulta o acceso a bancos de datos.

* VIDEOTEX.
Permite acceder a centros de información públicos y privados mediante el uso de un televisor y un teléfono conectado a la RTC.
Es un servicio interactivo que permite la entrada de datos mediante un mando a distancia. La conexión a la línea se hace mediante un módem full-dúplex trabajando a 1.200 bps para recepción y a 75 bps para respuestas. Se pueden realizar operaciones comerciales , reserva de plazas , etc. mediante éste servicio.
Solamente en Francia (MINITEL) ha tenido un importante auge, estando en España en fase de pruebas.

* SPAC (Servicio Público Alarmas Codificadas).
Lo ofrece Telefónica y consiste en la utilización de la RTC para el envío automático de señales de alarma cuando se ha detectado una anomalía en un sensor colocado a tal efecto por la compañía de seguridad.
El terminal marcador-transmisor(TMT) funciona normalmente como teléfono , pero cuando un sensor es activado , ésta señal tiene prioridad sobre la voz. El terminal comprueba si la alarma ha llegado a la Central de Alarmas , repitiendo el proceso hasta conseguirlo.

La Central de Alarmas comprueba la veracidad de la llamada con los datos del cliente y toma las medidas de seguridad oportunas.
Este servicio tenía un gran índice de falsas alarmas y actualmente está en desuso.

* TELETEXTO.
Es un servicio digital que presta RTVE para los usuarios que dispongan en su televisor de un aparato adecuado(normalmente tarjeta). El usuario puede seleccionar páginas de información general, pero no puede introducir datos propios. La emisión se realiza aprovechando los intervalos entre cuadros de la señal de video.

* TELEFONIA MOVIL AUTOMATICA.
Los teléfonos móviles emiten constantemente señales a las estaciones base en una banda prefijada, existiendo en ciertos núcleos de población una saturación importante ante la gran demanda de éste servicio.
Cada estación base, controla los teléfonos que tiene en su radio de acción, pasando comunicación a las demás cuando alguno de éstos cambia de zona, lo cual supone un alto grado de complejidad para el control del servicio, ya que hay zonas en donde las estaciones base no llegan, y la comunicación es imposible.
Existe un controlador de las estaciones base que tiene conexión con la RTC, y es posible hacer llamadas de teléfonos móviles a fijos y viceversa.
(Figura 4.5)

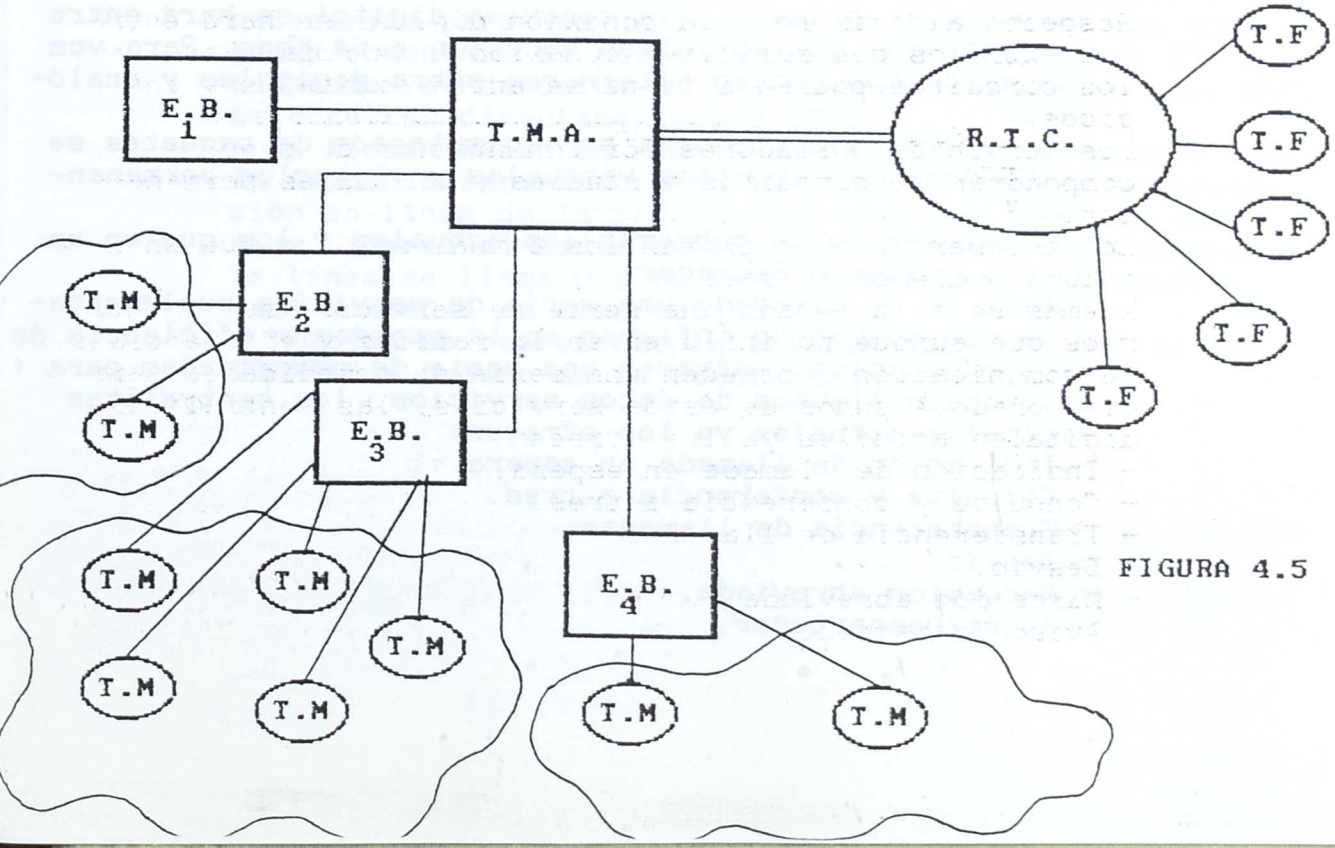


FIGURA 4.5

6.-R.D.S.I. (Red Digital de Servicios Integrados).

La evolución tecnológica acaecida en los últimos años ha obligado a revisar la concepción primitiva de red de transmisión.Por una parte, las líneas que transportan señales analógicas no son demasiado fiables y dichas señales se distorsionan frecuentemente. La solución ideal pasaría por una total digitalización de las redes. Con la aparición de la modulación MIC parece que no sería dificil , ya que tendríamos digitalizadas las señales de voz.Actualmente , muchas centrales ,los conmutadores entre éstas,etc. son de arquitectura digital.

Las Compañías Telefónicas se han planteado éste reto y las investigaciones van hacia la concepción de una red digital integrada formada por centrales y conexiones digitales , quedando solamente analógica la línea de abonado.

Es evidente que la sustitución de ésta línea sería de un costo incalculable para las Compañías , por tanto , se ha decidido mantenerla.

La idea final es no tener que hacer distinción entre transmisión analógica ó digital , sino que mediante un sólo enganche a la red podamos transmitir voz ó datos (RDSI).

Esta nueva red está en proyecto de construcción , pero su filosofía está concretada.

A partir de ahora hablaremos de la red como si estuviese implementada , pero teniendo muy claro que ésto no ocurrirá hasta un período de unos 5 años.

6.1. Servicios de RDSI.

En cuanto a servicios portadores sigue ofreciendo las dos modalidades actuales : conmutación de circuitos y paquetes.

Respecto al primero , la conexión digital se hará entre los extremos que soliciten conexión a 64 Kbps. Para voz los circuitos podrán alternarse entre digitales y analógicos.

Los servicios portadores por conmutación de paquetes se compondrán de circuitos virtuales y virtuales permanentes.

Los teleservicios cubrirán los actuales y los que en un futuro pudieran aparecer.

Además se ha diseñado una serie de servicios suplementarios que aunque no influyen en la rapidez y eficiencia de la comunicación , ofrecen una serie de comodidades para el abonado.Algunos de éstos servicios, las centralitas digitales actuales ya los ofrecen:

- Indicación de llamada en espera.
- Consulta y conferencia a tres.
- Transferencia de llamadas.
- Desvío.
- Marcación abreviada.
- Aviso/Despertador.

- Cobro revertido.
- Abonado ausente.
- Identificación de abonado llamante.
- Información de la tarifa.
- Llamada maliciosa.(Para que no se detecte el llamante).

6.2.Configuración de acceso.
El CCITT ha dictado una serie de normas para la conexión usario-red en RDSI.
Para los tipos de canal que se pueden usar distinguimos:
a) Canales orientados a la transmisión de voz digitalizada ó datos en conmutación de circuitos a 64 Kbps (canales B). Para velocidad más alta los H.
b) Canales para transporte de señalización y control en conmutación de circuitos. Tipo D (16 a 64 Kbps) y tipo E a 64 Kbps.

También se definen normas para para las estructuras de interface:
- Acceso básico. Sirve de conexión a un abonado a RDSI. Cada acceso básico consta de 2 canales B y uno D de 16 Kbps , multiplexados en el tiempo.
- Acceso primario. Para la interconexión de PABX ó LAN'S. El acceso utilizado es MIC 30B+D, el canal D a 64 Kbps.

6.3.Esquema de conexión.
La figura 4.5 representa el esquema de conexión de diversos usuarios a la RDSI. En él podemos distinguir :
- Punto S , conexión de abonado a la red. La CCITT define claramente cómo debe ser ésta interfaz.
- AT , adaptador de terminal. Hace las transformaciones necesarias para que un terminal no compatible con RDSI se pueda conectar. El punto de unión entre terminal ET1 y el adaptador se denomina R. Los equipos preparados para RDSI se conectan directamente a S (ET2).
- La terminacción de red TR es un equipo que proporciona la compañía explotadora de la línea y permite la transmisión en línea de la información manejada por los usuarios. (Sería el modem de la red). El punto de conexión a la línea se llama U y no está normalizado , dejando a cada compañía su desarrollo.
- También se representa la posible conexión con la red IBERPAC a través de la recomendación X.75.

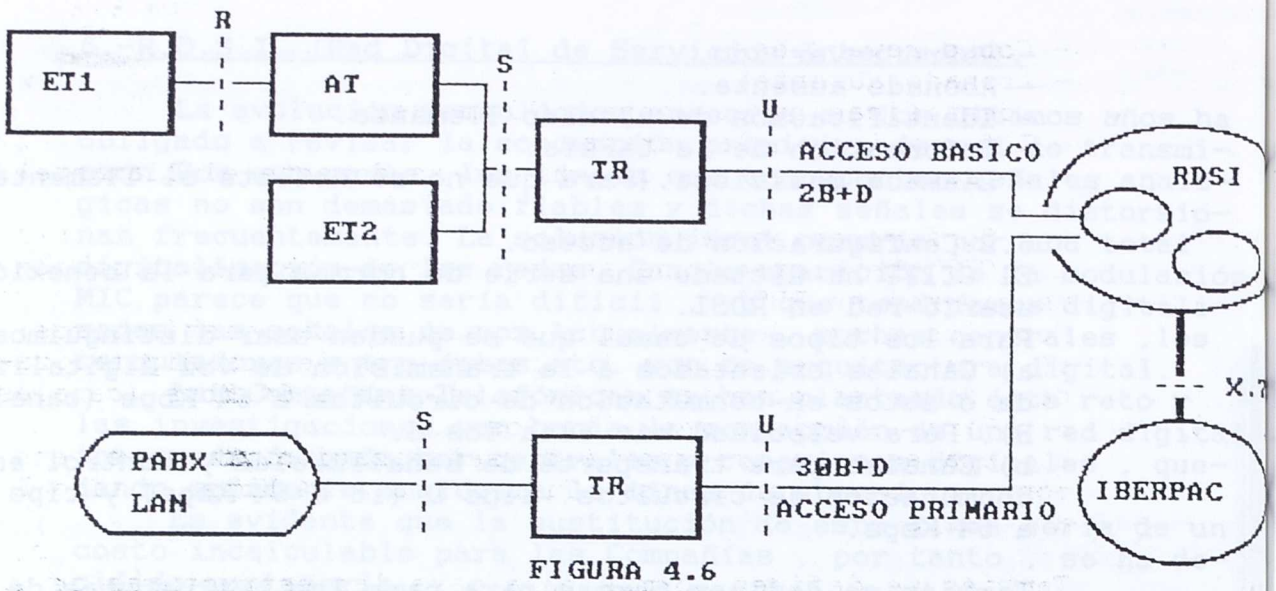


FIGURA 4.6

7.-Organismos de normalización y normas.

Una norma es un acuerdo entre los fabricantes para realizar un cierto producto industrial. Algunas veces viene como acuerdo previo entre fabricantes , otras impuestas por las administraciones , otras por los compradores , etc.

Para realizar la tarea de normalización existen una serie de organismos nacionales e internacionales , los más importantes son :

* CCITT (Comite Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico) y está formado por las Administraciones de prácticameente todo el mundo , que explotan en régimen de monopolio las redes de comunicación , menos en E.E.U.U. que lo hacen compañías privadas.Además están representadas las principales empresas privadas de telecomunicación como AT&T,IBM,ITT,etc.

El CCITT se reune cada cuatro años para aprobar las nuevas normas que propongan sus miembros , éstas se reflejan en un libro que se identifica por el color .

Las normas no son obligatorias para los miembros , pero siempre se siguen.

Dichas normas cubren todos los aspectos de las telecomunicaciones y se identifican por letras de la A a Z según sea el área de actuación.

Las que más nos interesam ahora son :
"V" para comunicación de datos en redes telefónicas.
"X" para comunicación en redes públicas de datos.
"I" Red Digital de Servicios Integrados.
Se establecen para cada parcela unos grupos de estudio que son los que proponen las normas cada 4 años.
Los principales grupos de estudio que afectan al área de la comunicación de datos son :
-Grupo VII:"Redes públicas de datos". Desarrolla las normas X.
-Grupo VIII:"Terminales para servicios telemáticos". Recomendaciones de la serie T para Videotex,Teletex y Facsímil.
-Grupo X:"Lenguajes y métodos para aplicaciones de telecomunicación".Desarrolla lenguajes de alto nivel como CHILL,SDL y descripciones formales de protocolo.
-Grupo XI:"Señalizaciones y conmutación telefónica".
-Grupo XVII:"Transmisión de datos sobre red telefónica". Desarrolla las normas de la serie V , orientadas a modems.
-Grupo XVIII:"Redes Digitales".Especificaciones para la futura RDSI.Normas I.

* ISO.(International Standard Organization).
Es una organización de organismos de normalización de los países miembros. En él participan tanto fabricantes como usuarios y abarca prácticamente todos los campos de la industria. Los trabajos se dividen en comités técnicos que elaboran las normas. El TC97 se ocupa del tratamiento de la información.
España participa en ISO a través de IRANOR.
E.E.U.U. lo hace con ANSI.

* Otros organismos pueden ser el ECMA (European Computer Manufacturers Association), ANSI (American National Standards Institute), asociados a éste último existen :
EIA (Electronic Industries Association), responsable de normas sobre interfaces como la RS-232, y la IEEE (Institute of Electrical and Electronics Enginners) , dedicado a la elaboración de normas para redes locales.

TEMA 5

ERRORES EN TRANSMISION

1.-Errores. Concepto y causas.

Se produce un error en transmisión cuando los datos enviados no coinciden con los recibidos. Este "cambio" en la información puede ser desde un simple trueque de bits, la desaparición de alguno ó la no llegada del mensaje.

Las causas de los errores son muy diversas, la más importante y más estudiada es el ruido inherente en el canal de comunicación por las propias líneas, por perturbaciones atmosféricas o por inducción magnética de otros cables próximos. Otro tipo de errores más dificiles de predecir son los fallos en las líneas por mal funcionamiento de los circuitos, cortes en las mismas ó fallos del operador que manipula los datos.

En cualquier caso , se debe tener presente que es relativamente frecuente la aparición de éste fenómeno y que resulta imprescindible la inclusión de un método que detecte si se ha producido el error.

La situación deseable sería no sólo la detección del error, sino la corrección del mismo. Existen equipos que son capaces de remediar los errores producidos, pero no están suficientemente perfeccionados y no todas las situaciones son contempladas. La tendencia en éste sentido es conseguir equipos capaces de recuperarse frente a cualquier tipo de error producido.

Actualmente, la mayoría de los equipos , sólo detectan los errores y , una vez hecho , piden el reenvío de la información afectada.

2.-Métodos de detección de errores.

Existen varios métodos, los más importantes son:

- Métodos basados en la paridad.
- Métodos de redundancia cíclica.
- Método del código Hamming, que además de detectar el error, lo recupera.

2.1. Métodos basados en la paridad.
Hay dos básicos, que son :

a) Paridad lineal.
Consiste en la inclusión a un caracter de un bit adicional que refleje si la combinación de bits que lo determinan es correcta o no. La técnica considera que cada caracter, incluído el bit de paridad debe contener un número par ó impar de "1", dependiendo de que se establezca como norma la paridad par ó impar.

Supongamos que decidimos usar el método de paridad par, utilizando el código ASCII con 7 bits por caracter y queremos mandar la letra A, compuesta por 1000001, el bit de paridad en éste caso será 0, ya que la combinación posee ya un número par de unos.
En el caso de mandar la letra C (1100001), como tiene un número impar de unos (3), el bit de paridad será "1", y en total (4).
El bit de paridad, en la transmisión se envía tras el de menor peso (b7) : b1 b2 b3 b4 b5 b6 b7 P
Con paridad impar, se procura que el número de unos de la combinación sea impar, siguiendo la misma técnica que se ha descrito.
Este método funciona bien para la detección de un error por caracter, pero cuando se producen dos ó un número par de fallos, no lo detecta ya que la paridad sigue intacta.
Como ejemplo supongamos que en la transmisión de la letra C, llega 0100011 1 , en donde el bit 1 y el 6 han cambiado de estado, pero la paridad sigue siendo par (cuatro unos), luego se acepta como válido.
Con la inclusión del bit de paridad, sólo disminuye la efectividad del código en un 7/8 en ASCII, o sea, un 12.5%, que es un buen rendimiento, pero no es un buen método si se espera mucha tasa de errores.

b) Paridad por bloques.
La deficiencia anterior puede subsanarse utilizando una variante de la paridad lineal, llamada paridad por bloques.
Consiste en asociar los caracteres a transmitir en grupos de 8, y establecer una paridad por caracter y otra por posición de bit transmitido, es decir, todos los bits 1 deben cumplir otra regla de paridad, los bits 2, etc.
En la transmisión se envían los 8 caracteres con sus respectivos bits de paridad y después 1 byte con la paridad vertical. Es evidente que la efectividad disminuye al emplear un byte cada ocho sólo para paridad, pero se tiene un mayor nivel de detección de errores.
La figura 5.1 representa un ejemplo de paridad por bloques en el que cada caracter emplea paridad impar, y luego verticalmente se emplea paridad par.

	bit1	bit2	bit3	bit4	bit5	bit6	bit7	bit paridad (impar)
Caracter 1 (A)	1	0	0	0	0	0	1	1
Caracter 2 (L)	0	0	1	1	0	0	1	0
Caracter 3 (B)	0	1	0	0	0	0	1	1
Caracter 4 (A)	1	0	0	0	0	0	1	1
Caracter 5 (C)	1	1	0	0	0	0	1	0
Caracter 6 (E)	1	0	1	0	0	0	1	0
Caracter 7 (T)	0	0	1	0	1	0	1	0
Caracter 8 (E)	1	0	1	0	0	0	1	0
Byte paridad vertical (par)	1	0	0	1	1	0	0	1

2.2. Métodos basados en códigos redundantes.

Los métodos anteriores se utilizan en entornos asíncronos, ya que cada caracter lleva su propia protección, por ejemplo en los protocolos orientados a caracter que veremos en el tema siguiente. Cuando nos encontramos en entornos síncronos donde lo que se transmiten no son caracteres, sino bloques de bits que constituyen la información, la protección y detección de errores debe ser más sofisticada, ya que el volumen de datos es mucho mayor. El método utilizado en éste entorno es el de código de redundancia cíclica, que consiste en considerar la cadena de bits a transmitir como coeficientes de un polinomio, ejemplo, si enviamos :1010101101010100101 , se considera equivalente a: $1x^{18} + 0x^{17} + 1x^{16} + 0x^{15} + 1x^{14} + 0x^{13} + 1x^{12} + 1x^{11} + 0x^{10} + 1x^{9} + 0x^{8} + 1x^{7} + 0x^{6} + 1x^{5} + 0x^{4} + 0x^{3} + 1x^{2} + 0x + 1$,

o lo que es lo mismo:

$$x^{18} + x^{16} + x^{14} + x^{12} + x^{11} + x^{9} + x^{7} + x^{5} + x^{2} + 1$$

este polinomio se divide por otro llamado generador G(x), que se encuentra normalizado por el CCITT, utilizandose dos formas : $x^{16} + x^{15} + x^{2} + 1$ y $x^{16} + x^{12} + x^{5} + 1$, que será el que utilicemos; se conoce como la norma V.41.

En síntesis se trata de dividir el polinomio a transmitir, que llamaremos P(x) entre G(x), obteniendo C(x) y R(x), que son respectivamente el cociente y resto de la división.

Se cumple : P(x) = G(x) C(x) + R(x).

Pero a partir de aquí, la secuencia que se envía no es P(x), sino P(x) R(x). Para evitar que los coeficientes de ambos polinomios se mezclen entre sí, lo que se hace es desplazar P(x) el grado de G(x), es decir, multiplicar P(x) x^{k}, en donde k es el grado de G(x).

Siguiendo con el ejemplo anterior nos quedaría una división de la forma de la figura 5.2.

$$
\begin{array}{l|l}
x^{18} + x^{16} + x^{14} + x^{12} + x^{11} + x^{9} + x^{7} + x^{5} + x^{2} + 1 & x^{16} + x^{12} + x^{5} \\
\cline{2-2}
x^{18} \qquad\quad x^{14} \qquad\qquad\qquad\quad x^{7} \qquad\quad x^{2} & x^{2} + 1 \\
\hline
\qquad x^{16} \qquad\quad x^{12} \quad x^{11} \quad x^{9} \qquad x^{5} \qquad 1 & \\
\qquad x^{16} \qquad\quad x^{12} \qquad\qquad\qquad x^{5} \qquad 1 & \\
\cline{1-1}
\qquad\qquad\qquad\quad x^{11} \quad x^{9} & \\
\end{array}
$$

El resto es $R(x) = x^{11} + x^{9}$.

El cociente $C(x) = x^{2} + 1$.

FIGURA 5.2

Al polinomio que se transmite se le llama T(x), y responde a la expresión $T(x) = P(x)\,x^k + R(x)$.
En el ejemplo sería : $T(x) = x^{34} + x^{32} + x^{30} + x^{28} + x^{27} + x^{25} + x^{23} + x^{21} + x^{18} + x^{16} + x^{11} + x^{9}$.
Al receptor, cuando le llega el polinomio procede a extraer el polinomio P(x), primero seleccionando los términos que tengan como grado 16 ó más (recuérdese que el polinomio generador está normalizado y tanto emisor como receptor usan el mismo), después dividiendo entre x^{16}.
Cuando tiene P(x), procede a dividirlo entre el polinomio generador como el emisor, así obtiene un resto R'(x).
Si R'(x) coincide con el R(x). que hemos mandado, la información ha llegado correctamente, si no son iguales, se considera errónea.
Como ejemplo de error en la transmisión, vamos a suponer que se recibe el polinomio $T'(x) = x^{34} + x^{32} + x^{31} + x^{28} + x^{27} + x^{25} + x^{23} + x^{21} + x^{18} + x^{16} + x^{11} + x^{9}$.
en donde el término x^{30} ha cambiado por x^{31}, al dividir por x^{16} nos queda un $P'(x) = x^{18} + x^{16} + x^{15} + x^{12} + x^{11} + x^{9} + x^{7} + x^{5} + x^{2} + 1$.
Y como resto R(x) los terminos que faltan, es decir : $x^{11} + x^{9}$.
A partir de aquí se calculará el nuevo resto, reflejado en la figura 5.3.
Como puede apreciarse, el nuevo resto R'(x) no coincide con el que mandamos R(x), luego la información es rechazada.

$$
\begin{array}{l|l}
X^{18} + X^{16} + X^{15} + X^{12} + X^{11} + X^{9} + X^{7} + X^{5} + X^{2} + 1 & X^{16} + X^{12} + X^{5} + 1 \\
\cline{2-2}
X^{18} \qquad\qquad X^{14} \qquad\qquad X^{7} \qquad\qquad X^{2} & X^{2} + 1 \\
\hline
\quad X^{16}\,(X^{15} - X^{14}) \quad X^{12} \quad X^{11} \quad X^{9} \quad X^{5} \quad 1 & \\
\quad X^{16} \qquad\qquad X^{12} \qquad\qquad X^{5} \quad 1 & \\
\hline
\qquad X^{15} - X^{14} \quad X^{11} \quad X^{9} &
\end{array}
$$

El resto es $R'(x) = x^{15} - x^{14} + x^{11} + x^{9}$.
El cociente $C'(x) = x^{2} + 1$.

FIGURA 5.3

La aparición como resto de un término con signo negativo no afecta para nada al polinomio transmitido ni condiciona el envío de datos, simplemente indica la existencia del término de ese grado, lo que significa la transmisión de un "1" en ese lugar.

Existe otra versión del c.r.c. que consiste en multiplicar el polinomio P(x) por el grado de G(x) antes de hacer la división para calcular el resto, lógicamente el resto que transmitiríamos así sería distinto, pero no afecta al método, ya que ésta versión también sería implementada en el receptor, y como el resto sólo interesa como comprobante, sería igualmente válido.
Lógicamente, el polinomio generador se escoge de forma que detecte el mayor porcentaje de errores posibles, en el V.41 se detecta el 99% de los que pueden producirse, pero hay una situación que no es detectable y es el caso en que el polinomio a transmitir sea múltiplo del generador.
Las operaciones necesarias para generar los polinomios y comprobar los restos se encuentran implementadas en circuitos integrados, por lo que son muy rápidas y eficaces.

2.3. Código Hamming.

Los códigos Hamming son una serie de códigos que detectan y corrigen errores en la transmisión. Se basan en la inclusión de ciertos bits de control ó comprobación para cada palabra que se envía. A partir de los bits de comprobación se pueden detectar los bits erróneos y corregirlos con la sencilla operación de cambiar su estado, es decir, si se detecta un bit erróneo "1", se cambia por "0" y viceversa.
Los códigos Hamming se diseñan para detectar y corregir un número determinado de bits, o sea , que hay códigos Hamming para detectar uno, dos, tres, cuatro errores, etc., con la particularidad de que si es capaz de detectar n errores, sólo puede corregir n-1.
Para el estudio de éstos códigos, utilizaremos un ejemplo con el más sencillo: el que detecta dos errores y corrige uno. La estructura de la palabra a transmitir viene prefijada y está compuesta por bits de comprobación y los bits de datos a enviar, a ésto se le llama palabra Hamming. Cada bit de comprobación actúa sobre algunos de datos, haciendo uso de paridad impar.
El bit C1 actúa sobre D1,D2,D4,D5 y D7.
C2 ..... D1,D3,D4,D6 y D7.
C3 ..... D2,D3,D4 y D8.
C4 ..... D5,D6,D7 y D8.
Mediante éstos bits se determina la posición de cada uno de los de datos, y ésto es lo que nos hará poder corregir los errores.
Los bits de comprobación tomarán valores de "0" ó "1", según sean los valores de los bits a los que afectan para cumplir siempre que la paridad sea par.
La figura 5.4 es un esquema de la palabra Hamming para corrección de un bit.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
C1	C2	D1	C3	D2	D3	D4	C4	D5	D6	D7
#		*		*		*		*		*
	#	*			*	*			*	*
			#	*	*	*				
							#	*	*	*

FIGURA 5.4

Cuando se reciben los datos, se almacenan los bits de comprobación y se vuelven a hacer los cálculos. Después se comparan con los almacenados, empezando por C4. Si coinciden ambos, se evalua como 0, pero si son distintos, se pone un 1. Si todos coinciden dará la secuencia 0000, lo que indica que no ha habido error en la transmisión. Cuando falle algún bit, los correspondientes de comprobación también variarán y obtendremos una secuencia de unos y ceros, cuyo valor decimal será la posición de la palabra Hamming que cambió de valor. Con una simple inversión del estado del bit se corrige el error.
Como ejemplo supongamos que falla el bit D4, que es afectado por C1,C2 y C3, luego la secuencia de C4 C3 C2 C1 será 0 1 1 1, que corresponde al número 7 en decimal, luego en la posición 7 de la palabra Hamming está el error, y observamos que es D4.
Para ver cómo actúa el código Hamming de principio a fin expondremos un ejemplo que consiste en enviar la secuencia 11010011.
La figura 5.5 muestra cómo queda la palabra Hamming para ésta muestra.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
C1	C2	D1	C3	D2	D3	D4	C4	D5	D6	D7
#		*		*		*		*		*
	#	*			*	*			*	*
			#	*	*	*				
							#	*	*	*
0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1

FIGURA 5.5

Ahora supongamos que se produce un error en el camino de transmisión y la secuencia cambia a : 11000111, es decir D4 ha invertido su valor. El receptor calcula de nuevo los valores de los bits de control, que antes eran : C1 = "0", C2 = "0", C3 = "1", C4 = "1". Ahora los calculados son : C'1 = "1" , C'2 = "1", C'3 = "0", C'4 = "1". Al establecer la comparación :

C4="1"	C3="1"	C2="0"	C1="0"
C'4="1"	C'3="0"	C'2="1"	C'1="1"
0	1	1	1

que interpretado en decimal indica que en la posición 7 de la palabra Hamming está el error. Observamos que la posición 7 corresponde al bit de D4. Se procede a cambiar su estado y la corrección está hecha.
Aunque el proceso descrito aquí resulta un tanto engorroso, en realidad existen circuitos electrónicos que hacen las tareas automáticamente y el uso de las palabras Hamming es totalmente transparente a la red de transmisión y al usuario.
La efectividad de éstos códigos es muy baja dado que para enviar 8 bits de información , empleamos 12 en la transmisión, o sea, 8/12 = 66% de información útil.
Esta técnica sólo se utiliza en casos muy especiales en que al detectarse un fallo no sea efectivo pedir una retransmisión de la información, como en comunicaciones espaciales.

TEMA 6
NIVELES DE REFERENCIA O.S.I.

1.-Introducción.

Con la evolución vertiginosa sufrida por la transmisión de datos , pronto se observó la disparidad de equipos, normas, lenguajes de comunicación ,etc. que había vigentes y el maremagnun que ésto suponía para conectarse entre equipos de distintas empresas ó marcas.

Las diferentes normas que regían la comunicación entre máquinas afines se llamó protocolo.Existían un gran número de éstos, casi uno por empresa.

Con éstas premisas, los organismos internacionales de normalización se propusieron la tarea de crear unas normas que regulasen la comunicación entre máquinas de distinto tipo , marca , etc. con el fin de poder tener un ámbito mundial para la transmisión de datos.

El modelo de referencia O.S.I. (Open Systems Interconnection) fué creado por la ISO en 1.984 y la CCITT lo asumió posteriormente como la serie X.

OSI se fundamenta en dividir toda la tarea de comunicación en una serie de módulos ó niveles , cuyas principales características son:

- Cada nivel realiza tareas únicas y concretas.
- Un nivel sólo se relaciona con sus adyacentes.
- Cada nivel se sirve del inferior, realiza operaciones y funciones y sirve los resultados al nivel superior.
- Los requisitos exigibles a un nivel son independientes de su implementación física.

1.1. Niveles O.S.I.

Describiremos brevemente las funciones de cada nivel y posteriormente sólo trataremos en detalle los niveles que están perfectamente definidos , ya que aún existen discusiones e inconcreciones en los niveles más altos.

* Nivel 7.APLICACION.

Es el responsable de que se ejecuten correctamente los procesos de las aplicaciones que se han comunicado , sin preocuparse de si están en conexión remota o no , si se trata del mismo tipo de máquina ó de la misma marca.

Ejemplo : Supongamos dos empresas , una es compañia de aviación y la otra agencia de viajes. Cada una gestiona varios programas, pero para hacer una reserva desde la agencia deben tener una aplicación común,que puede ser VUELOS. El nivel de aplicación se encarga de gestionar los datos convenientemente para realizar las reservas en la compañia aérea. Es como relacionar distintas aplicaciones entre sí.

* Nivel 6.PRESENTACION.
Se encarga de hacer compatibles los distintos códigos utilizados por los datos mediante transformaciones sintácticas. Ej. datos representados en EBCDIC , pasarlos a ASCII.

* Nivel 5.SESION.
Regula el diálogo entre equipos que usan diferentes sistemas. Desliga a los comunicantes cuando la transferencia de información ha concluído.

* Nivel 4.TRANSPORTE.
Es el controlador de los mensajes.Los descompone en paquetes que pasa al nivel inferior para su transmisión. Agrupa los paquetes que recibe del inferior para formas los mensajes.
También tiene procedimientos para detectar y asegurar una conexión fiable entre los extremos.

* Nivel 3.RED.
Encamina los paquetes de datos hacia la red. Utiliza alguna de las técnicas de conmutación estudiadas en temas anteriores.

* Nivel 2.ENLACE.
Define procedimientos para establecer el enlace y liberarlo oportunamente, control de errores ,control de flujo, sincronización , entramado,etc.

* Nivel 1.FISICO.
Se definen las características funcionales ,mecánicas y eléctricas de la conexión a la red del equipo transmisor-receptor.
La figura 6.1 muestra el esquema de los niveles.

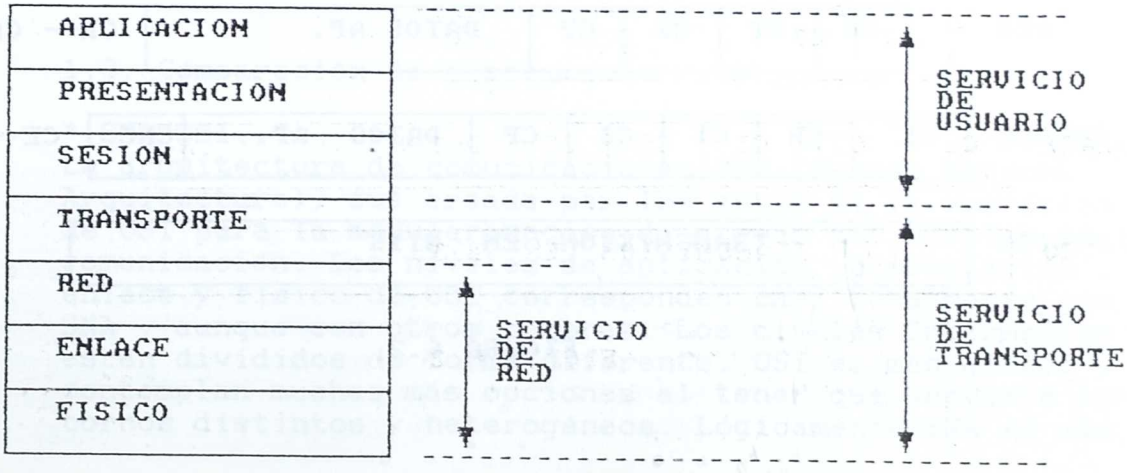


FIGURA 6.1

En una sesión de transmisión ,cada nivel aporta sus cabeceras a los datos, donde incluye la información de control necesaria para dar los servicios que se le piden. Puede haber diferentes protocolos que proporcionen los servicios requeridos en cada nivel , y como éstos son independientes no tendría ninguna consecuencia negativa, pero es necesario que en el comunicante ese mismo nivel tenga el mismo protocolo para hacer la información entendible.Precisamente, el entendimiento entre niveles adyacentes es lo que hace posible la comunicación.
Como ejemplo abstracto supondremos en un nivel 3 un biólogo inglés que quiere comunicar resultados de experimentos a un biólogo francés, también a nivel 3. En el nivel 2 hay un traductor que conoce el inglés y francés en cada extremo de la comunicación. Finalmente , ésta se establece a través de línea telegráfica por morse (nivel 1).
En éste caso , los telegrafistas se entienden porque saben de lo mismo (protocolo Morse), los traductores también se entienden porque los dos saben su protocolo (inglés/francés), y los biólogos saben de su materia.
En la figura 6.2 se representan los datos con sus cabeceras correspondientes.

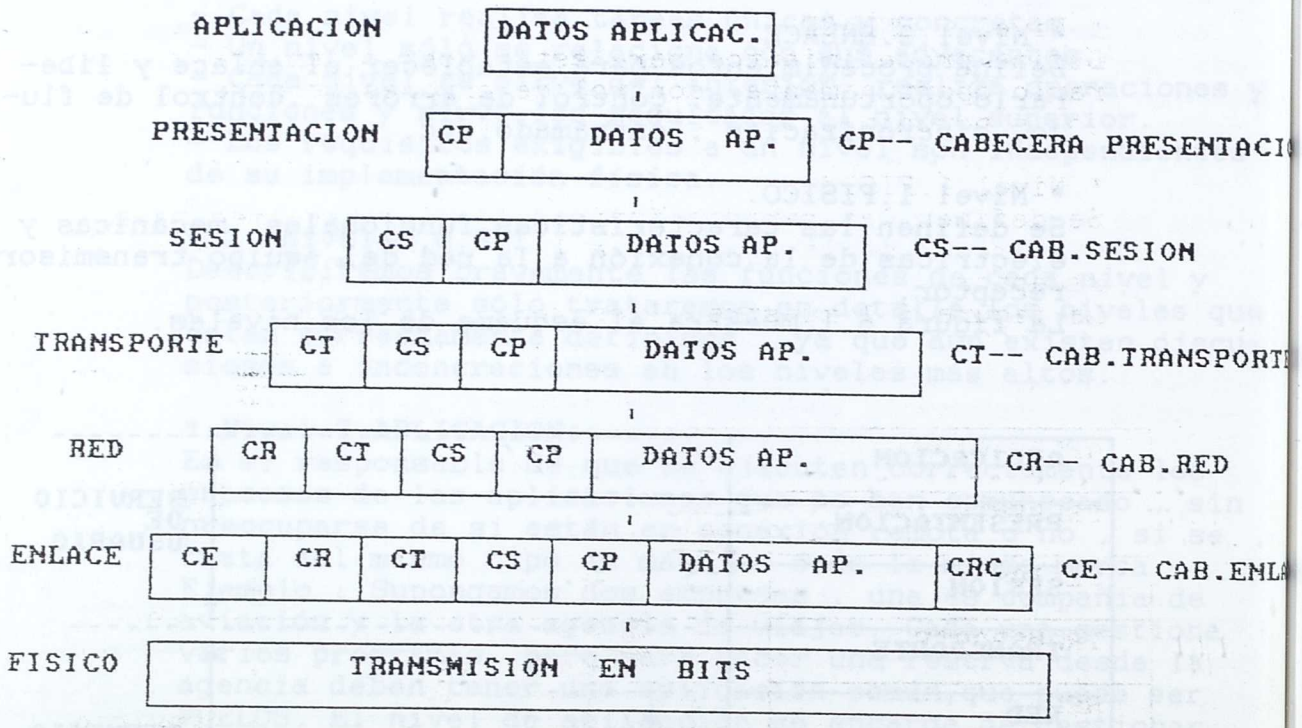


FIGURA 6.2

1.2. Comunicación entre equipos OSI.
Una red con sistema OSI estará compuesta de equipos comunicantes y nodos de transmisión que sirven para encaminar la información de origen a destino. Los nodos incorporan solamente los tres primeros niveles: físico, enlace y red y actúan como relanzadores de la información hacia el destino.Con ésta técnica, sólo el nivel de red es el que entiende del camino a seguir por la identificación de destino de la información que llega.
Actualmente, en la RTC , la interconexión se hace sólo a nivel físico (RS232/MODEM/LINEA TELEFONICA/MODEM/RS232).
En la figura 6.3 representa un esquema de conmutación de paquetes, donde cada nodo interpreta los protocolos entre niveles adyacentes (1 y 2) y el nivel de red realiza la función de retransmisión. El CCITT ha incorporado ésta técnica para desarrollar la RDSI.

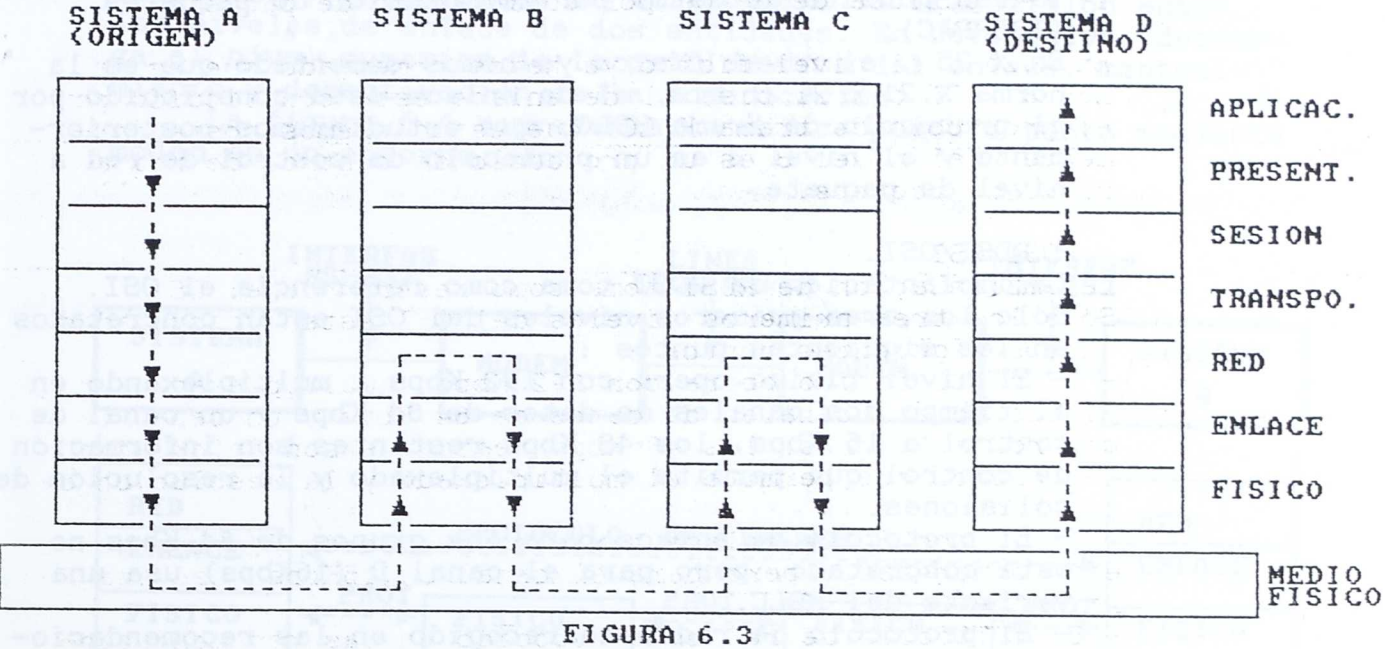


FIGURA 6.3

1.3. Comparación de sistemas.

* SNA/OSI.
La arquitectura de comunicaciones SNA (System Network Arquitecture), fué creada por IBM antes de la aparición de OSI para la modularización de tareas por niveles en la comunicación. Los niveles de aplicación ,presentación , enlace y físico de OSI corresponden casi totalmente con SNA , aunque con otros nombres. Los niveles intermedios están divididos de forma diferente. OSI es más global y contemplan muchas más opciones al tener que servir a entornos distintos y heterogéneos. Lógicamente SNA es más

estricto ya que sólo sirve a máquinas con arquitectura y funcionamiento tipo IBM.
SNA ha ido acercándose a la norma OSI ,cuando ha apreciado su implantación y potencia.

* X.25/OSI.
X.25 es una recomendación del CCITT para los 3 niveles más bajos del OSI. Se limita ,por tanto, a dar las recomendaciones para transmitir por las redes conmutadas las unidades de información que le llegan al nivel de red, procedentes del de transporte hacia el nivel destino correspondiente.
Actualmente, las características mecánicas y eléctricas de conexión al medio , aunque pertenecen al nivel 1 no están contempladas en ésta norma , sino en la X.21.
Un equipo con norma X.25 será utilizable para conexión a la red pública de datos por conmutación de paquetes (IBERPAC).
En X.25 , el nivel físico ya hemos comentado que es la norma X.21 ó X.21 bis, el de enlace está constituído por el protocolo de trama HDLC, que estudiaremos posteriormente y el nivel 3 es un protocolo de control de red a nivel de paquete.

* RDSI/OSI.
La implantación de RDSI toma como referencia el OSI. Sólo los tres primeros niveles del OSI están concretados en los siguientes puntos :
- El nivel físico opera con 192 Kbps , multiplexando en el tiempo dos canales de datos de 64 Kbps y un canal de control a 16 Kbps, los 48 Kbps restantes son información de control que permite el multiplexado y la resolución de colisiones.
- El protocolo de enlace para los grupos de 64 Kbps no está concretado, pero para el canal D (16Kbps) usa una variante del HDLC.
- El protocolo de red está recogido en las recomendaciones Q-930 y Q-931.

2.-Nivel físico.

La misión fundamental de éste nivel es conseguir una transmisión fiable de bits por un canal de comunicación.Se manejan conceptos como valores de tensión a utilizar por los interfaces, modo de transmisión , conector de pines , etc.
La definición del CCITT en su recomendación X.200 es : "El nivel físico proporciona los medios mecánicos, eléctricos,funcionales y de procedimiento necesarios para activar , mantener y desactivar conexiones físicas para la transmisión de bits entre entidades de enlace de datos. Una conexión físi-

ca puede contener sistemas abiertos intermedios, cada uno de los cuales efectúe la transmisión de los bits dentro del nivel físico.Las entidades del nivel físico están interconectadas por un medio físico".

Dentro de cada una de las características que define se puede resumir :

a) Mecánicas. Tipo,forma y número de pines de los conectores.

b) Eléctricas. Parámetros de las señales de transmisión, reloj, etc. (voltaje,impedancia,capacidad...).

c) Funcionales. Funcionamiento de cada circuito de conexión.

d) Procedimiento. Forma de operar con los bits para permitir el paso de información a los niveles superiores.

El nivel físico ocupa la posición más baja dentro de las capas OSI y proporciona un camino para la transmisión entre los niveles de enlace de dos entidades. En definitiva, descarga al nivel superior de la problemática del enlace, mantenimiento y desactivación de la comunicación.

La figura 6.4 representa un enlace punto a punto mediante módem en un entorno OSI.

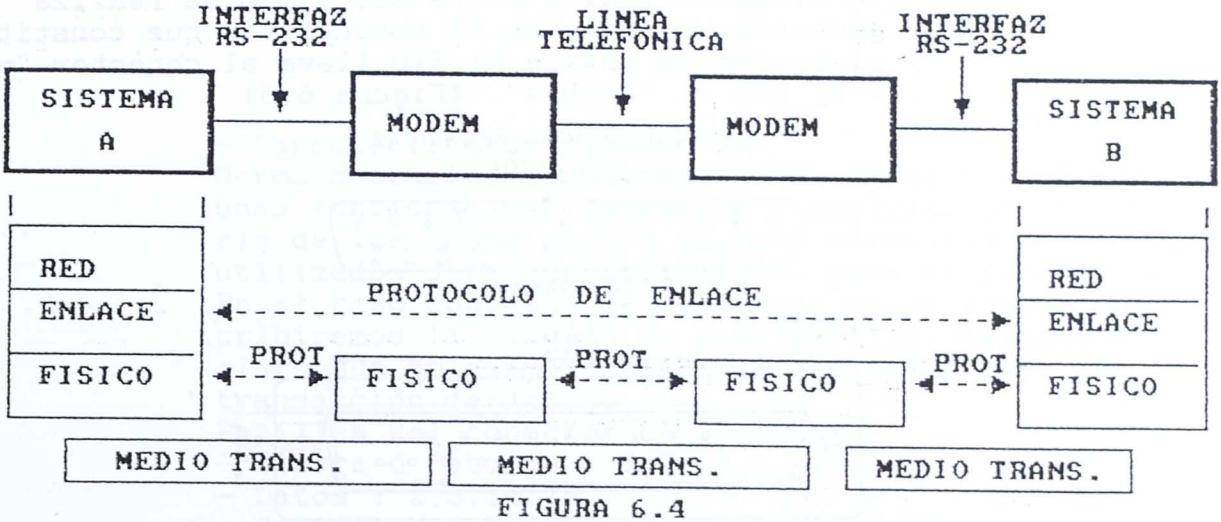
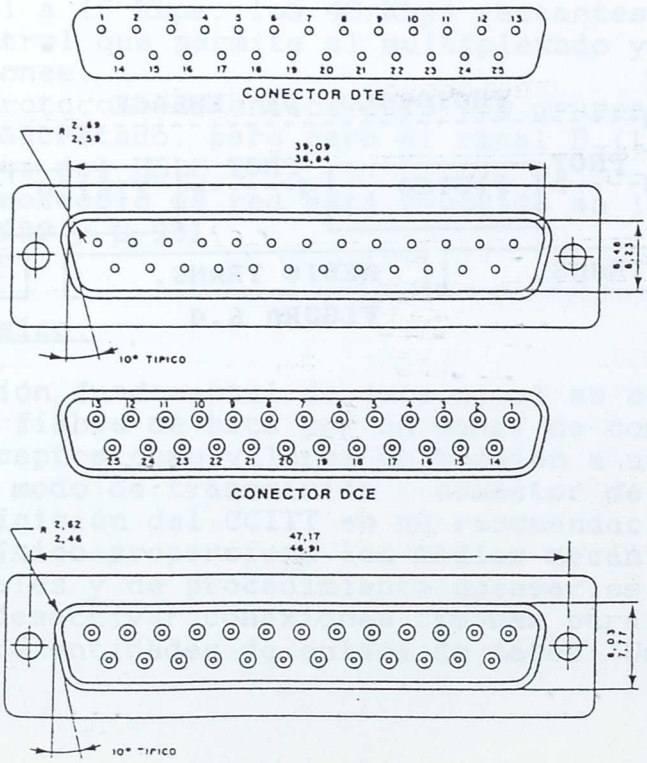


FIGURA 6.4

2.1.Normas de nivel físico.
Distintos organismos han elaborado una serie de normas para transmistir por el nivel físico, las más importantes son:
- EIA RS-232-C.
- EIA RS-449.
- CCITT X.21.
- CCITT X.21 bis.
- RDSI.

* Norma RS-232C.
Ha sido la más utilizada en los últimos años para la conexión de un ETD a ECD, es decir, de terminal a módem, pero no por ser la más extendida es la mejor.
Existe una equivalencia de ésta norma con otras ya que las características mecánicas quen describe lo son a la norma ISO 2110, las eléctricas a la CCITT V.28 y las funcionales a la CCITT V.24.
El interfaz es un conector de 25 pines de tipo bipolar equilibrado que transmite señales digitales en banda base. Los hilos actúan como antenas y son muy susceptibles al ruido por lo que sólo se utilizan a una velocidad máxima de 20 Kbps y una longitud de 15 m.
- Características mecánicas.
La conexión física entre ETD y ECD se realiza mediante un cable de 25 conductores que constituye el equipo de enlace.El ETD lleva el conector "macho" y el ECD el "hembra". (Figura 6.5)

CARACTERISTICAS MECANICAS
(ISO 2110)



- Características eléctricas.
El esquema de la figura 6.6 es la gráfica de transición de estados de la señal en transmisión.
Para el circuito de datos, el "1" se tendrá cuando la tensión en el punto de intercambio V1 sea menor de -3v. y será "0" cuando V1>3v.
Para los circuitos de control, estará a ON en V1>3v. y en OFF con V1<-3v. Cuando los circuitos de datos están en reposo la señal presente es <-3v.

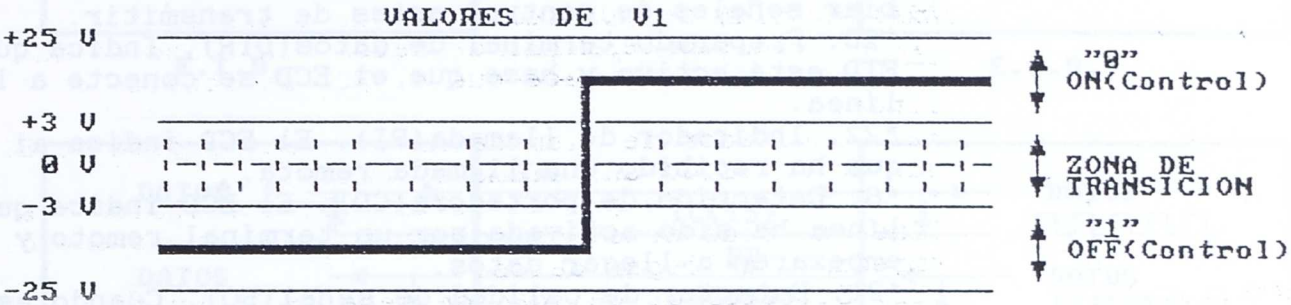


FIGURA 6.6

- Características funcionales.
Normalmente los conectores están normalizados para unas funciones muy generales y amplias. En la mayoría de los casos muchos de esos circuitos no son utilizados para una aplicación, pero sí para otras. En el caso concreto del conector de 25 pines, describiremos la función de cada patilla, dejando muy claro que no siempre utilizaremos todas para una transacción de datos.
Patillas del conector de 25 pines.
- Tierra ó retorno : 1,7.
- Datos : 2,3,14,16.
- Control : 4,5,6,82,13,19,20,21,22,23.
- Reloj : 15,17,24.
- Reservados : 9,10,11,18,25.
Ahora se describen en detalle las funciones de cada pin.
*1. Tierra, se conecta a la toma de tierra de la alimentación del circuito.
*7. Retorno común(SG). El hilo de vuelta de todas las señales.
*2. Transmisión de datos(TD).De las señales enviadas por el canal primario al módem.

*3. Recepción de datos(RD).Terminal receptor de datos del canal primario.
*14. Transmisión de datos secundaria. Datos a transmitir por el canal secundario.
*16. Recepción de datos secundaria.
*4. Petición de emisión(RTS). Originado por el ETD, pone activo el modo de transmisión.
*5. Listo para emitir(CTS). El ECD indica al ETD que está preparado para recibir datos y enviarlos a la línea.
*6. Preparado equipo de datos(DSR). El ECD se encuentra conectado al ETD y preparado para intercambiar señales de control antes de transmitir.
*20. Preparado terminal de datos(DTR). Indica que el ETD está activo y hace que el ECD se conecte a la línea.
*22. Indicador de llamada(RI). El ECD indica al ETD que ha recibido una llamada remota.
*8. Detección de portadora(CD). El ECD indica que la línea ha sido activada por un terminal remoto y que empezarán a llegar datos.
*21. Detector de calidad de señal(SQ). Cuando está activa indica que no se detectan errores significativos en la línea , y cuando es inactiva que la tasa de error es superior a la normal.
*23. Selector de velocidad de datos. Cuando está activo representa el valor superior.
*19. Petición de emisión secundaria. Eq. al 4, pero para el canal secundario.
*13. Listo para emisión secundaria. Idem. 5.
*12. Detección de portadora secundaria. Idem. 8.
*15. Reloj de transmisión. Lo genera el ECD para que al transmitir el ETD por el pin 2 , lo haga en los momentos correctos.
*17. Reloj de recepción. Lo genera el ECD en recepción para que el ETD lea los datos que llegan por el pin 3 en los momentos adecuados.
*24. Sincronismo de transmisión. Se usa en caso de que sea el ETD el que marque la frecuencia de transmisión, para que el ECD la sincronice en el pin 2.

- Utilización de las señales de reloj.
Al trabajar en modo síncrono es necesario intercambiar las señales de reloj entre el ETD y el ECD para asegurar la correcta interpretación de los bits.
Se utilizan para ello los pines 15,17 y 24.
La señal de reloj para el envío de datos puede generarla el ETD ó el ECD, pero para la recepción siempre es el ECD el que la genera a partir de la señal que le llega por la línea.

En la figura 6.7 se representan los dos tipos de conexiones que pueden establecerse para generar el reloj. En la figura a) es el ETD el que genera el reloj para la transmisión, en b) es el ECD.

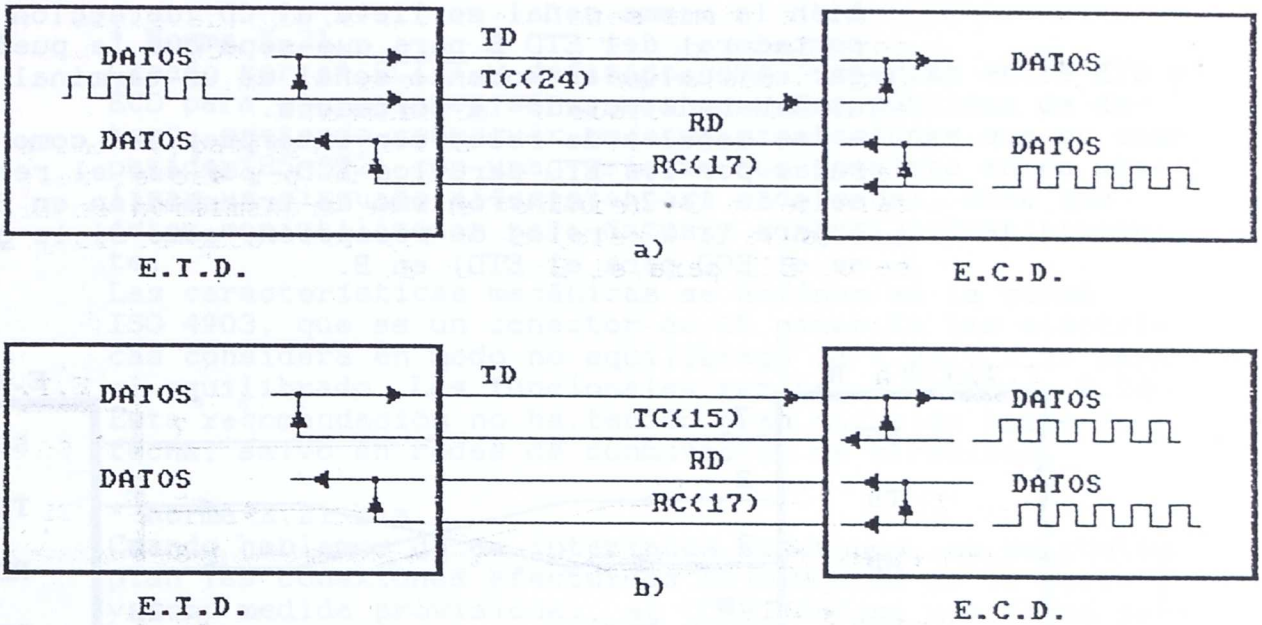


FIGURA 6.7

- Conexión ETD-ETD.

La interface RS-232C está diseñada para la conexión de un terminal a un modem para una transmisión remota, pero es posible que nuestra necesidad sea la de conectar dos terminales directamente, la pregunta sería ¿puedo hacerlo a través de la RS-232?.

Lo primero que debo plantear es el tipo de cable a utilizar ya que no sería estándard, al tener que hacer uno funciones de emisor y otro de receptor y simular la utilización de un modem en la transmisión. Se consigue con la conexión de la figura 6.8, en donde tenemos dos ETD. Observamos:

- La patilla 7 (tierra común), está unidad para tener la misma referencia eléctrica en A y B.
- La 2 (transmisión de datos) en A , está unida a la 3 (recepción de datos) en B y viceversa.
- La 20 de A manda la señal a la 6 de la B, indicando al supuesto ECD que se conecte a la línea para empezar sesión ; en éste caso el ECD es el ETD B. Cuando la transmisión es de B a A, la señal va de la 20 de B a la 6 de A.

- La conexión de las patillas 4,5 en A y 8 en B tiene la siguiente explicación:
Cuando el ETD A quiere transmitir, activa la línea RTS (petición de emisión), que automáticamente se devuelve como CTS(listo para emisión), simulando la aceptación de envío de datos por parte del ECD, también la misma señal se lleva al CD (detección de portadora) del ETD B para que sepa que le puede llegar en cualquier momento señal de un terminal remoto al haber detectado la portadora.
- Las señales de reloj son interpretadas como generadas por los ETD para los ECD, por eso el reloj sale de la 24 (sincronismo de transmisión en ETD) en A para la 17 (reloj de recepción, como si lo generase el ECD para el ETD) en B.

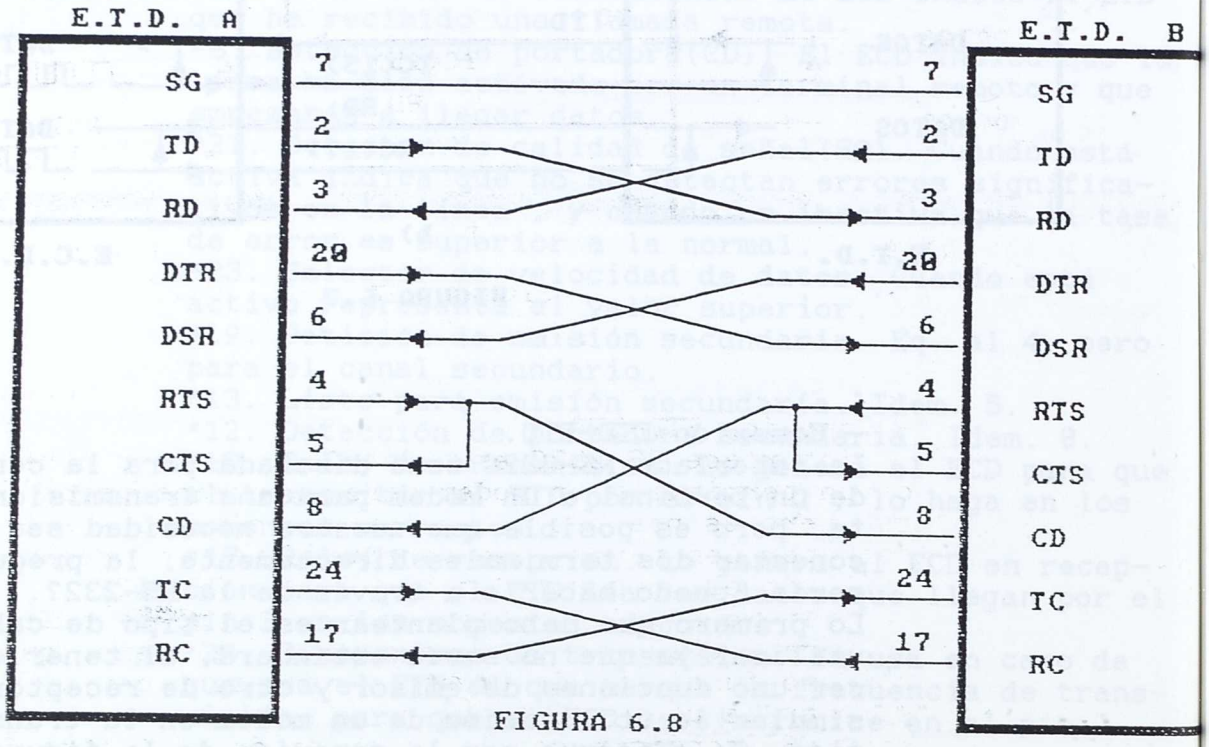


FIGURA 6.8

* Norma RS-449.
Esta norma fué desarrollada por EIA para sustituir la RS-232 proporcionando mayores velocidades de transmisión y longitud de cable, pero no ha sido muy aceptada y su futuro es incierto.

Para las características físicas se definen dos conectores de 9 y 37 pines con normas ISO 4902.Las eléctricas se basan en EIA RS-422(V.11) y RS-423(V.10) y para las funcionales la V.24. La velocidad máxima típica es de 2Mbps y la longitud del cable de 60 metros.

* Norma X.21.
Creado por el CCITT,y definida como "interfaz entre ETD y ECD para operaciones síncronas en redes públicas de datos", pretende conseguir mejores prestaciones que su competidor(RS-232) con una variante que consiste en no utilizar un circuito diferente para cada señal, sino que éstos son utilizados para datos y control indistintamente.
Las características mecánicas se definen en la norma ISO 4903, que es un conector de 15 pines.En las eléctricas considera en modo no equilibrado la X.26 y X.27 para el equilibrado. Las funcionales remiten a la norma X.24. Esta recomendación no ha tenido gran difusión hasta la fecha, salvo en redes de conmutación de circuitos.

* Norma X.21 bis.
Cuando hablamos de de interfaces síncronos, no se contemplan las conexiones efectuadas bajo módems de la serie V, y como medida provisional, el CCITT define una norma para tal eventualidad (X.21 bis).
Para velocidades inferiores a 9.600 bps, coincide exactamente con RS-232. Con velocidades de 48.000 bps , las normas aplicables son la V.35 y la V.36.

* Normas RDSI.
En ésta norma, los interfaces de usuario se definen en función de que se haga un acceso básico a la línea (I.430) ó primario (I.431).

3.-Nivel de enlace.

El nivel de enlace es responsable de la transmisión y entrega de la información sin errores a través de un medio físico sin importarle su contenido. Para ello se definen una serie de funciones.

3.1. Funciones del nivel de enlace.

- Sincronización y entramado.- Se define la longitud del bloque de transmisión para que sea recuperable contando secuencias de bits ó caracteres.
- Establecimiento lógico de un enlace entre las estaciones que se comunican y abandono del mismo al acabar la sesión.
- Control del flujo de modo que la cantidad de información que se envía pueda ser aceptada por el receptor sin problemas.

- Detección de errores producidos en la transmisión por interferencias ó ruidos.
- Recuperación de los errores detectados mediante métodos de retransmisión ó restablecimiento de enlace.

3.2. Protocolos de nivel de enlace.
Existen dos tipos de protocolos para éste nivel, el orientado a carácter y el orientado a bit.

* Protocolo orientado a carácter (POC).
La unidad de información es el octeto, y tanto los datos como los caracteres de control tienen ésta forma. Es imprescindible el conocimiento del alfabeto adecuado para transmitir ó recibir. Hay muchos códigos, los más usados son el EBCDIC con 8 bits significativos y , sobre todo, el ASCII de 7 bits significativos y 1 de paridad longitudinal.
Han sido muy utilizados, pero ahora están cayendo en desuso. El más conocido es el B.S.C.(Bisyncronus protocol), usado por los terminales de IBM para el nivel de enlace. La figura 6.9 representa el código ASCII y el EBCDIC con los caracteres de datos y control. Sólo veremos como ejemplo el ASCII por su mayor implantación.
Los caracteres de control son :
- SOH (Start Of Head). Comienzo de la cabecera del mensaje.
- STX (Start of Text). Comienzo del texto del mensaje.
- ETX (End of Text). Final del texto del mensaje.
- EOT (End of Transmission). Final de la transmisión.
- ENQ (Enquiry). Se solicita respuesta a otra estación.
- ACK (Acknowledgment). Respuesta afirmativa a un terminal remoto que envía.
- DLE (Data Link Escape). Varía el significado del carácter que viene detrás.
- NAK (Negative Acknowledgment). Respuesta negativa.
- SYN (Synchronous Idle). Utilizado para establecer y mantener la sincronización de caracteres entre emisor y receptor.
- ETB (End of Transmission Block). Final del bloque de datos.

Una sesión de comunicación se establecería con una invitación a comunicar (ENQ) , y la respuesta por parte del llamado sería de acuerdo (ACK) o desacuerdo (NACK), posteriormente se enviarían los datos. Todos los mensajes se mandan bajo la forma de trama, que es un bloque de datos delimitado por un par de caracteres de control.

CODIGO EBCDIC

Bits				4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
				3	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
				2	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
				1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
8	7	6	5																	
0	0	0	0		NUL	SOH	STX	ETX	PF	HT	LC	DEL			SMM	VT	FF	CR	SO	SI
0	0	0	1		DLE	DC1	DC2	DC3	RES	NL	BS	BS	CAN	EM	CC		IFS	IGS	IHS	IUS
0	0	1	0		DS	SOS	FS		BYP	LF	EOB	PRE			SM			ENQ	ACK	BEL
0	0	1	1				SYN		PN	RS	UC	EOT					DC4	NAK		SUB
0	1	0	0		SP										e		<	(	+	|
0	1	0	1		&										'	$	"	)	.	¬
0	1	1	0		—	/										,	%	—	>	?
0	1	1	1													#	@	,	:	"
1	0	0	0			a	b	c	d	e	f	g	h	i						
1	0	0	1			j	k	l	m	n	o	p	q	r						
1	0	1	0			s	t	u	v	w	x	y	z							
1	0	1	1																	
1	1	0	0			A	B	C	D	E	F	G	H	I						
1	1	0	1			J	K	L	M	N	O	P	Q	R						
1	1	1	0				S	T	U	V	W	X	Y	Z						
1	1	1	1		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9						*

PF - Punch Off
HT - Horizontal Tab
LC - Lower Case
DEL - Delete
SP - Space
UC - Upper Case

RES - Restore
NL - New Line
BS - Backspace
IL - Idle
PN - Punch On
EOT - End of Transmission

BYP - Bypass
LF - Line Feed
EOB - End of Block
PRE - Prefix (ESC)
RS - Reader Stop
SM - Start Message
Others - Same as ASCII

CODIGO ASCII

b_7 b_6 b_5 / Bits					0 0 0	0 0 1	0 1 0	0 1 1	1 0 0	1 0 1	1 1 0	1 1 1
b_4	b_3	b_2	b_1	COLUMN / ROW	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	NUL	DLE	SP	0	@	P	\	p
0	0	0	1	1	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0	0	1	0	2	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
0	0	1	1	3	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0	1	0	0	4	EOT	DC4	$	4	D	T	d	t
0	1	0	1	5	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0	1	1	0	6	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0	1	1	1	7	BEL	ETB	/	7	G	W	g	w
1	0	0	0	8	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1	0	0	1	9	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1	0	1	0	10	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1	0	1	1	11	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1	1	0	0	12	FF	FS	,	<	L	\	l	|
1	1	0	1	13	CR	GS	—	=	M	]	m	}

Las funciones principales de éstos protocolos son , en definitiva, las que permiten que el nivel de enlace cumpla los requisitos de su diseño :
a) Control de las tramas, de forma que el mensaje sea descompuesto en un número determinado de éstas para evitar errores en bloques de longitud elevada.
b) Control de error en la transmisión, con empleo de códigos detectores y/o correctores de error, estudiados en el capítulo anterior.
c) Vigilar por el correcto funcionamiento del enlace en la comunicación establecida.

- Sincronización y entramado en P.O.C.
Para que el nivel de enlace reconozca los caracteres a partir de una secuencia de bits que le llegan del nivel físico, se utiliza una combinación de bits que indica el principio de una trama interpretable. En realidad, para evitar errores se mandan dos caracteres de éste tipo llamados de sincronismo SYN (01101000), a partir de éstos, cada 8 bits será interpretado como caracter.
Existe todavía el problema de identificar el principio y fin de la trama que se envía. Hay dos métodos:
a) Principio y fin.
Son indicados por dos caracteres especiales para tal motivo. Distinguimos dos tipos de tramas: las de control en donde después de los caracteres de sincronismo se mandan uno o varios de control, que delimitan a la vez el principio y fin; y las de información que incluyen un caracter de principio de trama (STX ó SOH) y un caracter de final de trama (ETX ó ETB).
b) Principio y cuenta.
Sólo se envía un caracter de principio de trama y un campo de cabecera indicando la longitud del campo de datos.
La figura 6.10 muestra éstos tipos de tramas.

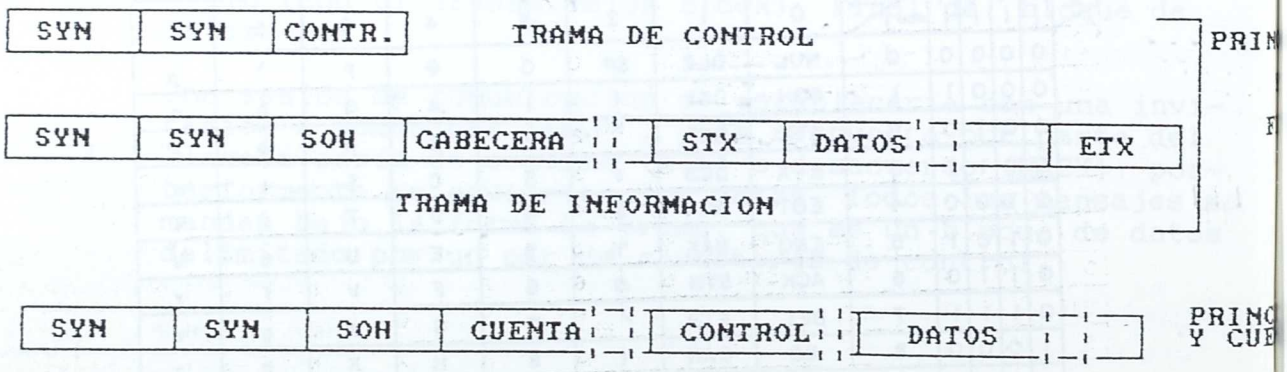


FIGURA 6.10

- Transparencia en los P.O.C.

En los POC , existen dos tipos de caracteres que se pueden enviar, los de datos y los de control. Estos últimos siempre producen un efecto diverso sobre la información y comunicación (establecimiento,aceptación,fin, etc..), pero el problema surge en el caso de que caracteres de éste tipo se quieran enviar como datos y que su función no sea la de control. La transparencia de un protocolo consiste precisamente en poder enviar caracteres de control sin que el terminal remoto los interprete como tales.

Para implementarlo se utiliza el caracter DLE, de forma que cuando va delante de un caracter de control, no es interpretado como éste, sino como dato.Cuando el número de caracteres de control a enviar como datos es muy elevado, la eficiencia del protocolo es muy baja, ya que para cada uno habría que anteponer el DLE.

En el método de principio y cuenta la transparencia es implícita, ya que el receptor tomará como datos el número indicado en el campo CUENTA.

La figura 6.11 ilustra un ejemplo con principio y fin.

EMISOR

B	EOT	7	M	DLE

TRAMA

STX	B	DLE	EOT	7	M	DLE	DLE	ETX

RECEPTOR

B	EOT	7	M	DLE

FIGURA 6.11

- Ejemplo de transmisión.

Simularemos una sesión de comunicación con un P.O.C. entre una estación A (emisora) y B (receptora) con tramas de principio y fin. La estructura de las tramas no se describen completas, sino el caracter ó caracteres principales de la misma. El diálogo se establece en modo half-duplex.

1) A envía una trama de control (ENQ) para invitar al terminal remoto B a recibir información.
2) B envía una trama de control de aceptación (ACK) o no aceptación (NACK). Supongamos que acepta y queda a la espera.
3) A indica a los niveles superiores que pueden enviar datos.
4) El nivel de enlace de A, dividirá el mensaje en tramas de información y a cada una le pondrá un caracter de comienzo de cabecera, principio y fin de texto , etc.Cada caracter que envía es el correspondiente a su alfabeto. La cabecerá indicará, en su caso, el terminal destino.
5) Para cada trama que llega, el terminal remoto comprueba si hay errores, elimina los caracteres de control y , si todo es correcto, lo pasa a los niveles superiores y envía una trama ACK. Si se ha detectado algún error, enviará un NACK.Las tramas de aceptación van numeradas con ACK1 para los mensajes impares y ACK0 para los pares, de forma que el emisor pueda detectar la pérdida de alguna trama ó un error en transmisión si le llegan dos tramas ACK del mismo tipo.
6) Para el fin de transmisión el A envía una trama de control EOT.

Es evidente que la comunicación real resulta mucho más compleja que lo descrito aquí, como por ejemplo la forma de recuperar tramas perdidas, fallos en la línea, sincronizaciones incorrectas, métodos detectores de error, etc, pero puede servir de orientación para entender el funcionamiento de un POC.
Las limitaciones de éste protocolo son muchas, por ejemplo, las tramas tienen varios formatos (control e información),existe una dependencia exclusiva del alfabeto y las tranmisiones transparentes son poco eficientes.

* Protocolos orientados a bit (P.O.B.)
Son los más recientes y tienen mejores características que los POC, resumiendose éstas en :
a) Capacidad de funcionar en modo full-duplex, frente al half-duplex de los POC.
b) Tramas de un sólo formato, divididas en campos que tienen una misión específica cada uno.
c) Mejora de la eficiencia para transmisiones transparentes.
d) La mayor parte de los POB cumplen las normas OSI,frente a los POC que no las cumplían.

Para entornos IBM, el protocolo de nivel de enlace orientado a bit es el SDLC, que conforma el nivel en SNA.

Las normas ISO recomiendan para éste nivel el HDLC (High level Data Link Control), que es el que indiscutiblemente se ha impuesto.

- Estructura de la trama del POB.

Describiremos de forma general tal estructura teniendo en cuenta que existen muchos POB y cada uno tiene una implementación concreta:

Comienza con un indicador de comienzo de trama (flag), constituido por una secuencia de 8 bits (01111110).

El último campo también es un flag idéntico al primero.

Después hay un campo de direcciones,que llevará la de destino en el caso de tramas de ordenes , pero cuando se trate de una trama de respuesta, llevará la dirección de la emisora.

El siguiente campo es el de control, que identifica el tipo de trama de que se trata(información,supervisión, no numerada, etc.).

Detrás viene el de información, si hay datos a transmitir, porque la trama puede llevar sólo mensajes de control.

El campo de secuencia de verificación de trama viene a continuación y consiste en un método de detección de errores, que normalmente es el de redundancia cíclica.

Por último tenemos el flag final.

La figura 6.12 muestra esta estructura general.

FLAG	DIRECCION	CONTROL	INFORMACION	S.V.T.	FLAG
FLAG INIC.				SECUENCIA VERIFICAC. TRAMA	FLAG FINAL
8 bits	8 o nx8 bits	8 o 16 bits	Variable	16 o 32 bits	8 bits

FIGURA 6.12

- Transparencia de los POB.

En éstos protocolos se puede enviar cualquier secuencia de bits excepto la del flag, por tanto, para conseguir una transmisión transparente debemos procurar que ésto no ocurra. La solución es muy sencilla, consiste en detectar en la trama, excepto en los flags, la aparición de 5 unos seguidos y colocar detrás un 0. Así nunca aparecerá la

secuencia del flag en la trama. El receptor debe interpretar que al haber llegado 5 unos seguidos, la inclusión del 0 posterior es de relleno y no tenerlo en cuenta. La figura 6.13 ilustra un ejemplo:

```
EMISOR :   0 1 1 0 0 1 1 1 1 1 0 1 1 0 1 0 1 1 1 1 1 0 1 0

LINEA :    0 1 1 0 0 1 1 1 1 1  0  1 0 1 1 0 1 0 1 1 1 1 1  0  0 1

RECEPTOR : 0 1 1 0 0 1 1 1 1 1 0 1 1 0 1 0 1 1 1 1 1 0 1 0
```

FIGURA 6.13

- Proceso de enlace.

Se trata de ver el proceso que siguen las estaciones comunicantes a nivel de enlace en una transacción.

1) A la información que sumunistra el nivel de red, se le añaden los campos de control propios del nivel, es decir, la dirección y el de control.
2) Se añade la secuencia de verificación de trama.
3) Se insertan los ceros pertinentes para conseguir la transparencia.
4) Se ponen los flags.
5) Se pasa la trama al nivel físico.

En recepción se sigue la misma secuencia, pero en orden inverso:

1) Borrado de flags.
2) Borrado de ceros.
3) Comprobación de errores. Si utilizamos un c.r.c., el resto debe ser 1D0F.
4) Eliminación de los campos de dirección y control.
5) Paso de la información al nivel de red.

La figura 6.14 representa los dos procesos.

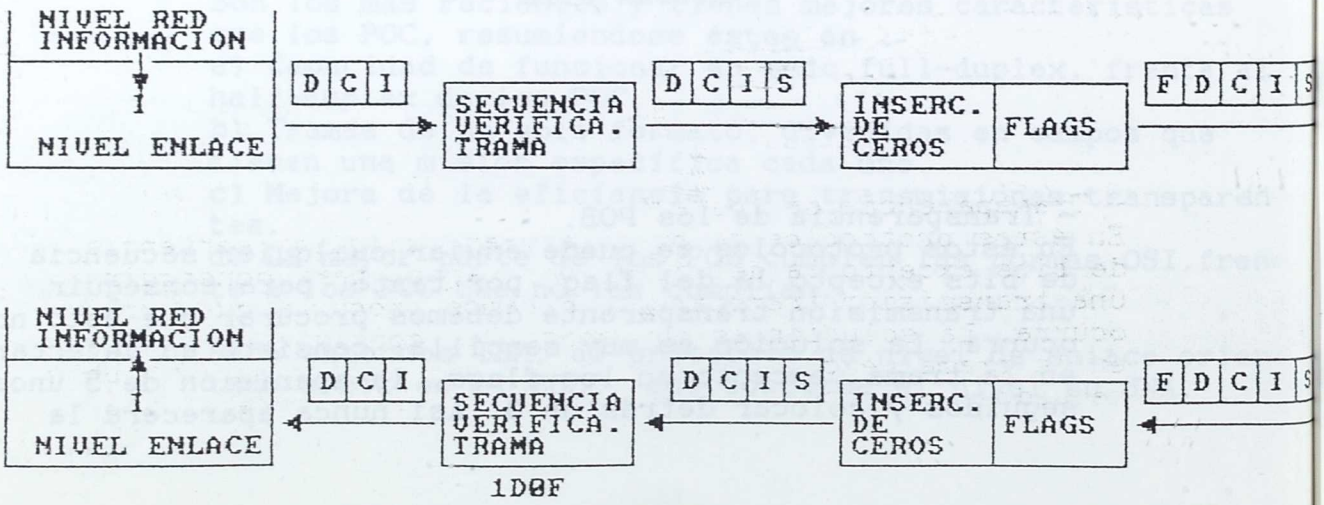


FIGURA 6.14

3.3. Protocolo orientado a bit (HDLC).

Es el protocolo genérico más utilizado en el nivel de enlace.

Para su estudio consideraremos varios aspectos :

- Modos de operación.

a) Respuesta Normal (NRM).- Se usa en configuraciones centralizadas punto a punto ó multipunto. Hay un ordenador central que controla la comunicación; puede enviar información cuando desee a las estaciones secundarias y éstas sólo pueden comunicarse con el principal cuando son preguntadas por éste.Es el ejemplo de un ordenador que controla terminales de medida de temperatura.

b) Respuesta Asíncrono (ARM).- También se usa en entornos multipunto y punto a punto. La diferencia consiste en que las estaciones tributarias pueden solicitar por sí mismas la comunicación con la principal, sin necesidad de esperar a que les pregunte.El ordenador central podrá consentir la operación o no.

c) Balanceado Asíncrono (ABM).- Sólo se utiliza en entornos punto a punto. Se dá en el caso de que las estaciones comunicantes tienen la misma categoría y cualquiera de ellas puede solicitar la comunicación y terminarla. Es el más empleado actualmente al establecer conexiones entre equipos para transferencia de datos.

- Tipos de estación.

a) Estación principal.- Hay una por enlace, utilizable en los modos NRM y ARM.

b) Estación secundaria.- Hay una o varias por enlace, utilizable en NRM y ARM.

c) Estación combinada.- Hay dos por enlace, sólo en modo ABM.

- Estructura de la trama.

El HDLC utiliza un único tipo de trama con los siguientes campos :

1) BANDERA ó FLAG. Delimita la trama.

2) DIRECCION. Campo de 8 ó múltiplo de 8 bits que identifica la estación que envía o recibe la trama.

3) CONTROL. De 8 ó 16 bits, define el tipo de trama y su función.

4) INFORMACION. Es un campo de longitud variable que contiene los datos que quieren enviar los niveles superiores.

5) SECUENCIA VERIFICACION TRAMA. De 16 bits para la detección de errores.

Dentro de cada campo, los bits se envía de menor a mayor peso, excepto en el campo S.V.T.

1.- Bandera. Es la secuencia 01111110, y se utiliza para que el receptor se sincronice con la trama que precede. Cuando el emisor tiene que enviar varias tramas, en los tiempos muertos envía la secuencia de flag.
2.- Dirección. Las tramas de ordenes llevan la dirección de la estación destino y las de respuesta, la de la remitente.La estación principal no tiene dirección.
En los modos NRM y ARM, la dirección que aparece será la de las estaciones secundarias. En modo ABM, la dirección es la de la estación que genera la respuesta.
Si el campo de direcciones tiene 8 bits, podremos direccionar 256 estaciones como máximo.
Con la opción multiocteto podremos direccionar más de 256 estaciones con una técnica de recursividad expandible.
3.- Control. Identifica tres tipos de tramas:

* Tramas de Información (I).
* Tramas de Supervisión (S), para control de flujo. Son responsables de confirmar la información correctamente recibida,pedir retransmisiones (SREJ y REJ) y su incapacidad para recibir más información (RNR);también pueden usarse para solicitar el estado de una estación.
* Tramas No-numeradas (N), que transmiten órdenes y respuestas para el establecimiento, liberación del enlace, etc.Son responsables de establecer el modo de operación entre las estaciones comunicantes (SNRM),intercambiar identificadores (XID) e indicar problemas de comunicación usando el UI.

Si el bit 1 está a "0", se trata de una trama de información. Si es un "1", depende del 2º bit. Si es "0", se trata de una trama de supervisión, si es "1", es no-numerada.
Los bits 3 y 4 de las tramas de supervisión sirven para identificar cuatro funciones de supervisión(RR,RNR,REJ y SREJ).
Los bits 3,4,6,7,8 en las tramas no numeradas especifican 32 comandos y 32 respuestas para funciones de control.
El bit 5 (P/F), en todos los formatos, proporciona una "cuenta" que asocia las ordenes con las respuestas de la siguiente manera: Se considera que el bit es P si se trata de una orden y es F si es una respuesta. La cuenta se hace poniendo a "1" el bit F de una trama de respuesta a una orden que ha llegado con el bit P a "1".
El campo N(S) en las tramas de información (Número de Secuencia de emisión) , numera secuencialmente las tramas a emitir.

El campo N(R), que está tanto en las tramas de información como de supervisión (Número de secuencia de recepción), sirve para confirmar las tramas recibidas hasta la N(R)-1. Ambos campos utilizan numeración módulo 8.
La figura 6.15 muestra un esquema de los tipos de trama según el campo de control.

1	2	3	4	5	6	7	8	
0	N (S)			P/F	N (R)			INFORMACION
1	0	S3	S4	P/F	N (R)			SUPERVISION
1	1	M3	M4	P/F	M6	M7	M8	NO-NUMERADAS

FIGURA 6.15

4.- Información. Sólo existe en las tramas de información y la transparencia por inserción de ceros hace que no haya restricciones en cuanto al contenido del campo.La longitud sólo viene delimitada por la arquitectura propia de los equipos.
5.- Secuencia de Verificación de Trama. Son 16 bits que protegen los campos de dirección, control e información. Consiste normalmente en un código de redundancia cíclica obtenido por el polinomio generador V.41, normalizado por el CCITT ($x^{16} + x^{12} + x^{5} + 1$).
Cuando el receptor detecta un error, rechaza la trama totalmente.

- Control de ventana.
Las estaciones tienen una limitación en cuanto al almacenamiemto de datos no procesados y control de información correcta, incorrecta, procesada o no. Es lo que se llama control de flujo.
En el nivel de enlace, el protocolo HDLC lo realiza a través de los bits N(R) y N(S) en el campo de control, que detectan la pérdida de tramas y las que llegan fuera de secuencia. Utilizan numeración módulo 8.
En el mecanismo de control de flujo por ventana, el emisor envía las tramas de información numeradas secuencialmente y el receptor envía los reconocimientos numerados de las que le han llegado.
Se denomina tamaño de ventana al número máximo de tramas que pueden estar pendientes de confirmar.Como se emplea la numeración módulo 8, el número máximo de tramas será

menor de 7.
A cada confirmación, la ventana se desplaza para permitir nuevos envíos.Recuérdese que al numerarse en módulo 8 no existe una numeración infinita para las tramas, sino que siempre varían de 0 a 7, y no se puede enviar una trama 4 hasta que la anterior 4 haya sido confirmada.

3.4. Establecimiento del enlace.
Entre estaciones comunicantes existen básicamente dos formas de establecer dicha conexión: centralizada y por contienda.
a) Gestión centralizada.
Hay una estación principal ó DE CONTROL y varias secundarias ó TRIBUTARIAS. La principal siempre controla la comunicación, enviando datos ó invitando a que las otras envíen.
Cuando la estación de control desea enviar un mensaje a alguna tributaria, usa el método de selección que consiste en enviar una información de control para ver la disponibilidad de la otra, si está libre, se produce la comunicación.
Cuando la estación de control no tiene nada que enviar, está continuamente sondeando a las tributarias por si tienen algo que transmitir. Es el método llamado de sondeo. Hay varias modalidades de éste:

* Sondeo por lista. Se pregunta a cada estación si tiene algo que transmitir, si no lo hace o ha acabado, se consulta a la siguiente según un orden prefijado y fijo.
* Sondeo circular. La estación de control envía la invitación a transmitir a una estación tributaria, ésta se encarga de sondear a un grupo que tiene asignado, si hay alguna que quiere hacerlo, se pone en contacto con la de control, si ninguna quiere hacerlo, la estación que controla el grupo pasa la invitación a otra que a su vez controla otro grupo y así sucesivamente. Con esta variante conseguimos una mayor eficiencia al agrupar estaciones y no preguntar una a una.

La figura 6.16 muestra un ejemplo de enlace con Protocolo Orientado a Caracter para gestión centralizada con : selección a) y un sondeo b).
En la selección, la estación de control A quiere comunicar con B y C que son tributarias, B acepta el mensaje con ACK, pero C no está disponible.
En el sondeo b) , A pregunta a B si tiene algo que transmitir y le responde negativamente (EOT); después pregunta a C y manda los datos.

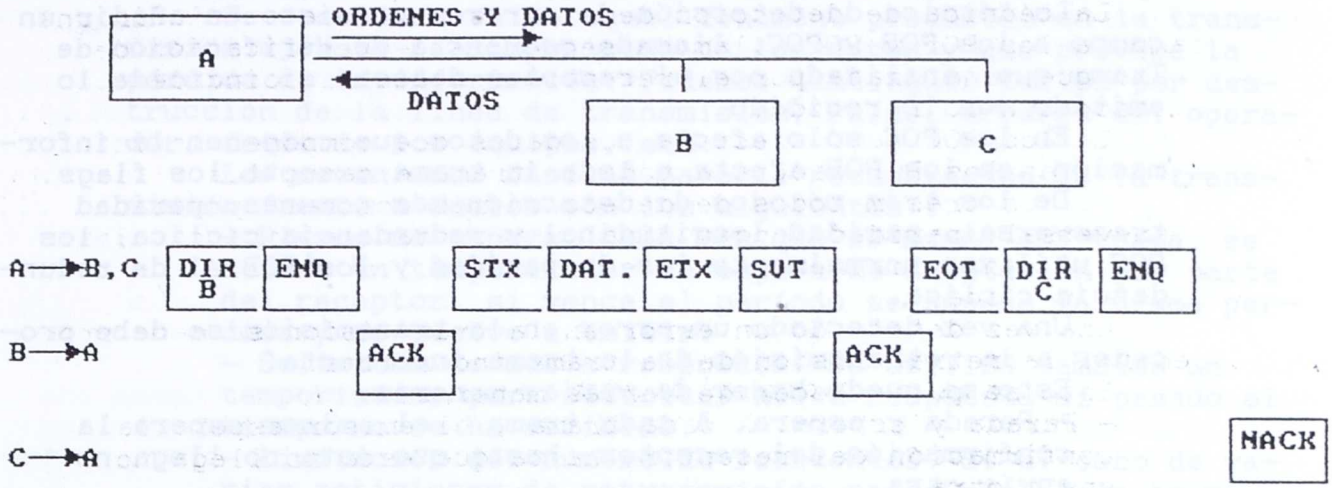


FIGURA 6.16 a) SELECCION

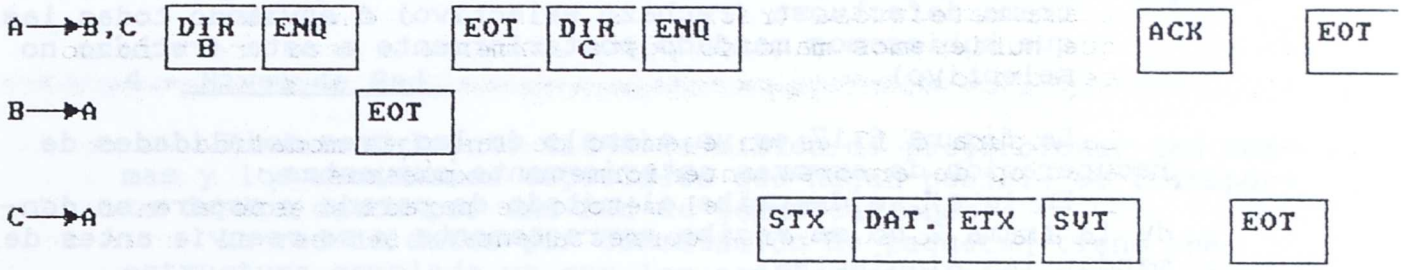


FIGURA 6.16 b) SONDEO

b) Gestión por contienda.
Con ésta técnica, no existe una estación de control, sino que todas pueden acceder a transmitir cuando lo deseen, el problema se presenta cuando varias lo quieren hacer al mismo tiempo.Para resolver los problemas de colisión, se usa una técnica de tiempo de espera de forma que cuando varias estaciones quieran comunicar, a ninguna se le dá el canal libre y automáticamente cada una genera un tiempo de espera aleatorio, de forma que la primera que acabe es la que transmite, dejando a las demás en espera.

3.5. Desconexión de un enlace.
Se hace simplemente enviando cualquiera de las estaciones comunicantes una trama de desconexión.

3.6. Detección y recuperación de errores.

La técnica de detección de errores consiste en añadir un campo a los POB y POC, llamada secuencia de Verificación de Trama que, analizada por el receptor detecta si coincide lo emitido con lo recibido.

En los POC sólo afecta a los datos que componen la información, en los POB afecta a toda la trama excepto los flags.

De los tres métodos de detección más comunes: paridad transversal, paridad longitudinal y redundancia cíclica; los POC utilizan normalmente los de paridad y los POB el de redundancia cíclica.

Una vez detectado un error en la transmisión se debe proceder a la retransmisión de la trama incorrecta.

Esto se puede hacer de varias maneras:

- Parada y espera. A cada trama , el emisor espera la confirmación del receptor, hasta que ésta no llega no envía otra.
- Envío continuo. El emisor envía tramas numeradas sin esperar inmediatamente confirmación, cuando llega un rechazo se puede proceder de dos maneras: enviando sólo la trama defectuosa (rechazo selectivo) ó enviando todas las que hubiesemos mandado posteriormente a esta (rechazo no selectivo).

La figura 6.17 es un ejemplo de las tres modalidades de recuperación de errores anteriormente expuestas.

En la a) se describe el método de parada y espera en donde la trama 2 no se recibe correctamente y se reenvía antes de mandar las siguientes.

En b) por el método de envío continuo y rechazo no selectivo, se observa que la trama 4 no se recibe bien, y cuando ésta señal llega al emisor procede a enviar todas desde la 4.

En c) el rechazo es selectivo y cuando le llega la trama NACK (recepción incorrecta), procede a mandar solamente dicha trama.

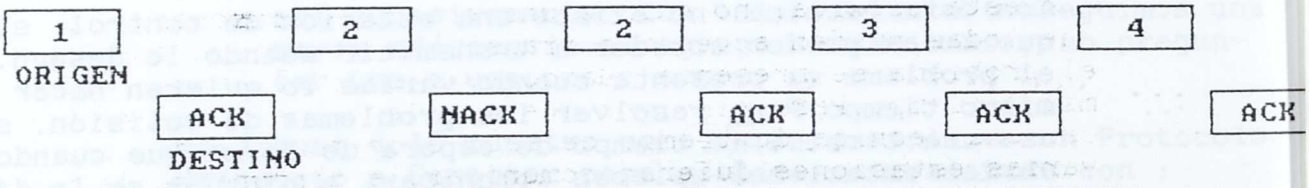


FIGURA 6.17 a) METODO DE PARADA Y ESPERA

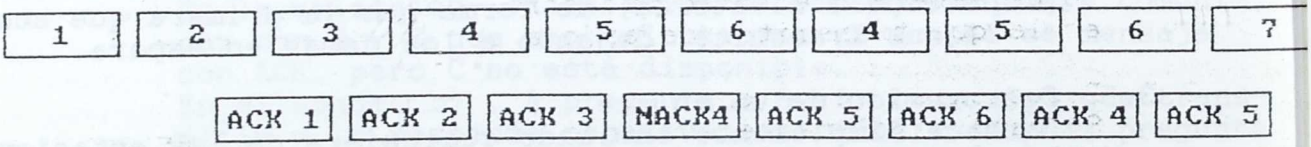


FIGURA 6.17 b) METODO ENVIO CONTINUO. RECHAZO NO SELECTIVO.

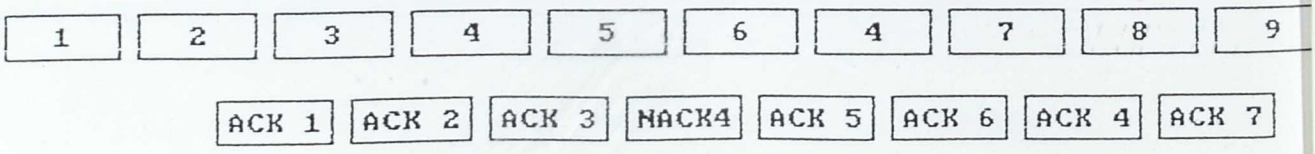


FIGURA 6.17 c) METODO ENVIO CONTINUO. RECHAZO SELECTIVO.

3.7. Recuperación de fallos.

Se considera fallo aquel fenómeno producido en la transmisión ajeno a la composición de los datos y que provoca la pérdida de la información. Podemos distinguir fallos por destrucción de la línea de transmisión, ruido, errores del operador, fallo de los equipos, etc.

Los mecanismos básicos para la recuperación de la transmisión frente a fallos son los siguientes :

- Plazos de espera. Cada vez que se manda una trama, se activa un temporizador en espera de aceptación por parte del receptor, si vence el período se supone la trama perdida y se vuelve a emitir.
- Solicitud de nueva respuesta. Se utiliza también un temporizador para solicitar nueva respuesta si pasado el tiempo no se ha recibido.
- Limitación del número de reintentos. Si al cabo de varias peticiones de retransmisión no se recibe la trama perdida se debe proceder al aborto de la comunicación ,ya que el enlace no puede estar indefinidamente establecido y se pasa la comunicación de anomalía a niveles superiores.

4.- Nivel de Red.

Fundamentalmente tiene la misión de proporcionar las normas y los mecanismos especiales que hagan posible el transporte de los datos por una red de comunicaciones.

La red de datos por conmutación de paquetes tiene una estructura compleja ya que los nodos tienen misiones de encaminamiento, almacenaje, búsqueda de ruta alternativa, etc. y su implementación se hace costosa.

Un protocolo de nivel de red debe definir cómo es la estructura del nodo, la forma de conexión entre ellos, los formatos de la información que tratarán éstos, etc.

El nivel de red maneja como unidad de información el paquete, que estará compuesto por los datos de usuario más información propia del nivel para obtener una correcta ruta de datos.

El nivel de red se encarga de establecer la conexión entre terminales llamantes a través de los nodos de conmutación.

Se pueden formar básicamente tres tipos de circuitos :

- Circuitos virtuales conmutados. Se establece el enlace mientras dura la comunicación, al terminar ésta se deshace. Es similar a la conmutación telefónica.
- Circuitos virtuales permanentes. El enlace es fijo entre dos estaciones para usarlo cuando lo necesiten. Sólo recomendaable en el caso de gran frecuencia de llamadas entre ambas estaciones.
- Datagramas. La comunicación se establece por conmutación de paquetes en la red, sin seguir una ruta fija prefijada. No utilizan circuito virtual.

Una función especial del protocolo del nivel de red es la del mantenimiento lógico de la red, ésto supone controlar el flujo, encaminar los datos y controlar la gestión.

El control de flujo supone el control de la saturación de la red en horas puntas y los métodos para su recuperación mediante métodos de espera, rutas alternativas, control de circuitos virtuales permanentes, etc.

El encaminamiento consiste en proporcionar siempre la mejor ruta para los datos dependiendo de la saturación, precio, etc.

5. Los otros niveles.

Los llamados "niveles altos" de la norma OSI tienen una gran dosis de abstracción y, en casos, aún por concretar en muchos aspectos, por tanto, su estudio no se considera ajustado al nivel que se pretende dar en éste libro.

6. Ejemplo de funcionamiento.

Supongamos que una máquina cualquiera A quiere enviar un fichero de datos que contiene un formato de carta a una estación remota B.

En los niveles superiores estará el usuario que manipula la máquina, el sistema operativo, el programa que permite ejecutar el envío de datos, los datos a transmitir y el destinatario.

Para efectuar la comunicación, el programa de usuario pasará los datos al nivel de red, cuyo protocolo se encargará de identificar la estación llamada y buscar una ruta de conexión apropiada. Los datos los distribuirá en paquetes para su envío al nivel de enlace.

Cuando los datos se encuentran a nivel de enlace, se agrupan en tramas y estudia si la conexión es posible y cuándo debe transmitir, también incluye un método para detectar si el receptor ha recibido los mismos datos que se enviaron.

El nivel físico comunica al nivel de enlace el estado eléctrico de las señales que hay en línea, y en el momento apropiado, el nivel de enlace manda los datos al nivel físico, que procederá a su transmisión por circuitos físicos en forma de señales eléctricas.

Se ha producido la conexión entre la estación A y la red. Cuando se encuentre un camino para la comunicación con la estación B, se establece un diálogo con A. Si B está preparada y la petición es correcta, la comunicación se establecerá ahora entre A y B hasta que alguna de ellas corte la conexión.

Problemas Propuestos

1.- Se desea transmitir por línea una señal binaria con código ASCII-Extendido bajo formato estándar asíncrono, es decir : 1 bit de start, 8 por caracter y 2 de stop. Se desea hacerlo a una velocidad de 10 caracteres/sg.
En tales circunstancias calcular :

a) Velocidad de modulación.
b) Velocidad de transmisión.

2.- Se tiene una señal para transmitir con 8 posibles valores empleando código ASCII-E en entorno asíncrono a una velocidad de 2.200 caracteres/sg.

a) ¿ Cuál será la velocidad de modulación a emplear ?.
b) ¿ Y la de transmisión ?.

3.- Sabemos que un modem ofrece una velocidad de 220 baudios.Si utilizamos dicho modem con código ASCII-E asíncronamente a dos niveles, calcular :

a) Velocidad de transmisión que podemos alcanzar en caracteres/segundo.
b) Rendimiento de la transmisión. Es el cociente entre la cantidad de información útil transmitida y la total, expresada en porcentaje.

4.- Se transmite en modo asíncrono con código ASCII-E a una velocidad de modulación de 100 baudios. Calcular :

a) Tiempo que se emplea en transmitir 1 bit.
b) Información útil transmitida en 1 minuto, expresada en bits.
c) Rendimiento de la transmisión.

5.- Disponemos de una línea de 1.200 bps. ¿ Cual sería la mayor cantidad de información útil expresada en bits ,transmitida en un minuto para los siguientes casos ? :

a) Utilizando modo de transmisión asíncrono con ASCII-E.
b) Modo síncrono, ASCII-E con tramas de 100 caracteres, de los cuales 10 son de control.

6.- Queremos transmitir a 4.800 bps por una línea a la que hay conectada un módem que admite tres velocidades de modulación : 1.200 ,2.400 y 3.600 baudios.

a) ¿ Puedo conseguir dicha velocidad en todos los casos ?
b) ¿ Cuántos niveles tendrá la señal en cada una de las velocidades de modulación correctas ?

7.- En las condiciones del apartado anterior,y usando ASCII-E, calcular el rendimiento de la transmisión para cada una de las velocidades.

8.- Disponemos de una línea de 4.800 bps, si la multiplexamos en frecuencia :

a) ¿ A cuántos canales de 600 bps dará lugar ?
b) Idem. para multiplexado en el tiempo.

9.- Utilizamos la línea anterior multiplexada en frecuencia para enviar información desde un ordenador central a seis terminales con el protocolo HDLC bajo las siguientes consideraciones : el campo de direcciones tiene 8 bits, el de control 8 bits , el S.V.T. 16 bits y el de información consta de 14 bytes fijos.

a) Calcular cuántas tramas completas puede enviar a los seis terminales en una hora.
b) ¿ Cuánta información útil ha mandado a un terminal ?.

10.- Con los mismos recursos que los del ejercicio anterior, pero utilizando POC con ASCII-E y considerando sólo tramas de información, siendo la cabecera de 5 caracteres y los datos de 40, calcular :

a) ¿ Cuántas tramas completas puede enviar el Host a los 6 terminales en 1 hora ?.
b) ¿ Cuánta información útil llega en 1 hora a un terminal (expresado en bits) ?.
c) Rendimiento de la trama (en %).

11.- Un terminal T envía información a una U.C.P. por una línea de 4.800 bps.
La U.C.P. tarda en procesar 1 byte, 1usg.
Si utilizamos para el mensaje un POC con ASCII-E y sólo tramas de información (5 caracteres para cabecera y 40 para datos) , y la U.C.P. contesta con una trama de control :

a) Calcular el tiempo de respuesta.
$tr = t_{ida} + t_{proceso} + t_{vuelta}$.
b) ¿ Cuál debe ser la velocidad de transmisión mínima para conseguir un tr < 1sg ?.

12.- En las mismas condiciones del ejercicio anterior, pero usando POB (Dirección 1 byte, Control 1 byte, Información 34 bytes y SVT 2 bytes). Si la UCP contesta con tramas de 0 bytes de información :

a) Idem. ejercicio anterior.
b) Idem.

13.- Disponemos de un Host que es capaz de enviar 8.000 bits de información útil por segundo. tal información la debemos recoger en una serie de terminales que tenemos , capaces de recibir información a 4.500 bps. Telefónica nos asegura que dispondremos de una línea de 4.500 bps.
En tales circunstancias, debo calcular la configuración más idónea a emplear, ya que Telefónica me deja optar por MDF ó líneas punto a punto.
También debo elegir el protocolo a nivel de enlace que más se ajuste a la configuración elegida en términos de rendimiento, economía y eficacia, teniendo en cuenta que dispongo de :

a) POC , de principio y fin con ASCII-E (cabecera 5 bytes, datos 50).
b) POB , (dirección 1 byte, control 1 byte, información 50 bytes, svt 2 bytes).

Nota : en ambos protocolos se considerarán sólo las tramas de información.

Problemas Resueltos

1.-

a) La velocidad de modulación la expresaremos en baudios, en éste caso se trata del número de bits que cambia la señal por segundo.
Si transmitimos 10 caracteres en 1 sg. , y cada caracter tiene 11 bits tenemos : 10 x 11 = 110 bits/sg.
Es decir, una Vm = 110 baudios.

b) Al ser una señal con dos estados, Vm y Vt coinciden , luego Vt = 110 bits por segundo.

2.-

a) Si se transmite a 2.200 car/seg , ésto supone :
2.200 c/s x 11 bits/s = 24.200 b.p.s.

Como $Vt = Vm \log_2 N$, $Vm = Vt / \log N$.

$Vm = 24.200 \text{ bps} / \log_2 8 = 6050$ baudios.

b) Será la ya calculada 24.200 bps

3.-

a) Si Vt = 220 bps,

220 bps / 11 bits/car = 20 caracteres/sg.

b) R = Inf. útil (bits) / Inf. total (bits).

R = 8 / 11 (x100) = 72,72 %

4.-

a) Si modulamos a 100 bits por segundo, 1 bit tardará 1/100 segundos en ser transmitido.

b) En un minuto podemos transmitir: 100 x 60 = 6.000 bits

que suponen 6.000 / 11 = 545,45 caracteres.

supondremos que mandamos 545 caracteres , de los cuales 8 bits son de información útil.

Luego el total será : 545 x 8 = 4.360 bits.

c) El rendimiento es constante para el código en modo asíncrono. (72,72%).

5.-

a) En un minuto transmitiríamos :

1.200 bps / 11 bits x 60 = 6.545,45 caracteres

Si suponemos que sólo llegan 6.545, el número de bits útiles será : 6.545 x 8 = 52.360 bits.

b) El número de tramas que podemos mandar en un segundo será : 1.200 bps / 8 bits x 60 = 9.000 caracteres.

Si cada trama tiene 100 caracteres , son 90 tramas.

En 90 tramas mandamos 90x90 = 1.800 caracteres útiles.

En bits significa : 1.800 car. x 8 bits = 64.800 bits.

6.-

La cuestión es si usando señales con distintos niveles puedo conseguir la velocidad de transmisión requerida.

* En el caso de Vm1 = 1.200 baudios,

4.800 bps = 1.200 baudios $\log_2 N$.

$\log_2 N$ = 4.800 / 1.200 = 4.

Despejando N = 8 , luego con señales en 8 niveles podríamos transmitir.

* Cuando Vm2 = 2.400 baudios,

$\log_2 N$ = 4.800 / 2.400 = 2.

Con señales de 2 niveles se consigue igualmente.

* En el tercer caso : Vm3 = 3.600 baudios,

$\log_2 N$ = 4.800 / 3.600 = 1,33

El resultado es inexacto, luego los niveles no serían número entero y positivo, desechando tal velocidad como válida.

12.-

a) En el caso de la trama de ida estará compuesta por 40 bytes.
La trama de la UCP, que es de vuelta, es de 6 bytes, de la forma :

FLAG	DIRECCION	CONTROL	S.V.T.	FLAG
1byte	1 byte	1 byte	2 bytes	1 byte

* El tiempo de ida es :
320 bits/trama / 4.800 bps = 0,0666666 sg.

* El tiempo de proceso : 40 x 1 usg = 0,00004 sg.

* Tiempo de vuelta :
48 bits/trama / 4.800 bps = 0,01 sg.

El tiempo de respuesta tr será :

tr = 0,0666666 + 0,00004 + 0,01 = 0,07604 sg.

b) ti + tp + tv < 1sg.

ti + tp < 1 - 0,00004 sg.

ti + tp < 0,99996 sg.

$$\frac{320}{Vt} + \frac{48}{Vt} < 0{,}99996 \text{ sg.}$$

$$\frac{368 \text{ b.}}{Vt} < 0{,}99996 \text{ sg.}$$

Vt > 368,01472 bps. , la solución Vt mínima = 369 bps.

13.-

La solución idónea vendrá haciendo cálculos de todas las posibilidades tanto en configuración como en protocolo elegido.
Lo primero que haré será tratar de fijar la configuración para después estudiar el protocolo en cada una de las mismas si ambas son válidas.

* Configuración con MDF.
Si el Host debe mandar 8.000 bps por la única línea que tenemos que es la que Telefónica suministra, de 4.500 bps no podremos optar por ésta configuración, ya que no es posible mandarla a esa velocidad.

* Configuración punto a punto.
Aquí dispondré de "n" líneas de 4.500 bps, luego es posible mandar la información , sólo tengo que concretar el número de líneas que necesito.
El número de terminales que necesito es :

8.000 bits / 4.500 bits/sg = 1,7777

es un cálculo aproximado, ya que luego los protocolos añadirán bits de control a esa información útil y podrá variar el número de ellos.
Tomaremos 2 terminales con sus correspondientes líneas para la configuración física en una primera aproximación.

* Estudio del primer protocolo.
Según el apartado a) el POC tendría 60 bytes por trama ó 480 bits por trama.
Para conseguir enviar 8.000 bits/sg. en tramas donde sólo puedo alojar 50 bytes de datos, puedo hacerlo a 20 tramas por segundo.
Como en total la exigencia es de

480 bits x 20 tramas = 9.600 bps.

si tengo cada línea con un máximo de 4.500 bps,necesitaría:

9.600 bps / 4.500 = 2,13 terminales.

lo que aumenta el número de terminales calculado anteriormente sin protocolo determinado.

* Estudio del segundo protocolo.
Cada trama se compone de 56 bytes.
Podré enviar :

8.000 bits inf / 4000 bits inf por trama = 20 tramas en un segundo.

Si 448 bits forman una trama y mando 20 por segundo.estoy transmitiendo 8.960 bits por segundo.
Cada terminal soporta 4.500 bps, luego necesito 1,99 terminales para solucionar el problema.

Observamos que con el primer protocolo eligiríamos 3 terminales para mandar toda la información (2,13) y para el segundo valdría con 2 (1,99) .
La solución es una configuración punto a punto con 2 terminales bajo protocolo orientado a bit.

Impreso en el CENTRO DE PROFESORES DE ALBACETE
en Octubre de 1.991
DEPOSITO LEGAL AB-123-1.991

MINISTERIO DE EDUCACION Y CIENCIA
Subdirección General de Formación del Profesorado