



12  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO 287

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

“ARAGON”

TRANSMISION DE DATOS

FALLA DE ORIGEN

T E S I S

Que para obtener el Título de:

**INGENIERO MECANICO-ELECTRICO**

P r e s e n t a n

**JOSE LUIS CERVANTES OSORIO**

**BLANCA ESTELA PAZOS ARCE**

San Juan de Aragón, Edo. de Méx.

1995



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

BLANCA ESTELA PAZOS ARCE

*A alguien muy especial , mis padres:*

" Por todo el cariño , amor y comprensión que durante toda la vida me han dado. Por la firmeza y valor que en mí inculcaron para realizar cada una de mis metas: ¡ Gracias, queridos padres! ."

Alejandro y Eva

*A mi querido esposo:*

Marcelino

A quien tanto quiero y admiro, porque gracias a su cariño, sus exhortaciones constantes y su ayuda, finalice este trabajo.

*A mi esperado chiquitín:*

Quien aún no nace pero vive dentro de mí y allenta una gran ilusión.

*A Dios:*

Por la vida que me dió y la oportunidad que me dá de convivir con toda esta maravillosa gente.

Y un agradecimiento muy especial al Ing. Raúl R. Bribiesca, por que siempre nos supo conducir para desarrollar la Tesis

JOSE LUIS CERVANTES OSORIO

*A mis padres:*

Fidel Cervantes Sánchez.  
Raquel Osorio de Cervantes.

*En memoria de mis abuelos:*

Marcelina García San Juan.  
Cándido Osorio Sánchez.  
Apolonio Cervantes Pérez.  
Francisca Sánchez San Juan.

*A mis tíos(as), hermanos(as), sobrinos(as) y demás familiares.*

*A mis asesores:* Ing. Raúl R. Bribiesca Correa, Ing. David Estopier Bermúdez, Ing. Narciso Acevedo Hernández, Ing. David Moises Terán y al Ing. Donaciano Jiménez Vasquez el más sincero agradecimiento por su orientación y apoyo para la elaboración del presente trabajo.

Y muy especialmente al Ing. Bribiesca por su paciencia y decisión, así como al Ing. Estopier por su sapiencia en el tema.

A todos mis compañeros, profesores y amigos con los que siempre pude contar.

A la U.N.A.M. por ser una Universidad comprometida con la sociedad

TESIS

TRANSMISION DE DATOS

I N D I C E   G E N E R A L		PAGINA
INTRODUCCION		I
CAPITULO I Conceptos, componentes y medios físicos		
1.1 Conceptos		
Transmisión de datos, Información, Baudío.		01
BPS, Capacidad de un canal de comunicaciones		02
Banda de paso.		
Ancho de banda, Modulación, DTE y DCE.		03
1.2 Formas de conexión y procesamiento de datos		
Punto a punto, Multipunto.		05
Multipunto con intermediario.		06
Multidrop, PDD.		07
PDDD, Sistema en línea, Sistema en tiempo real		08
1.3 Topologías		
Topología en árbol, Topología en bus.		08
Topología en estrella.		09
Topología en anillo, Topología malla.		10
1.4 Formas de comunicación		
Transmisión asíncrona, Transmisión síncrona		12
Comunicación simplex, Half duplex, Full duplex.		
Tiempo de propagación de un canal de datos,		13
Transmisión serie.		
Transmisión paralelo, Línea conmutada.		14
Línea privada.		15
1.5 Componentes en un sistema de comunicaciones		
Modems.		15
Protocolo, Enlace a 2 hilos, Enlace a 4 hilos.		16
1.6 Dispositivos físicos		
Adaptadores		17
Compresores de datos		20
Puentes		21
Multicanalizadores		23
FDM, TDM.		24
Concentrador.		25
Controladores, FEPS.		26

**1.7 Interfaces en comunicaciones**

Interface RS-449.	27
X.21.	29
RS-232-C.	29
Interface Centrónics.	33

**1.8 Medios de Transmisión**

Cables torneados, Cable coaxial.	34
Cable coaxial de banda angosta.	35
Cable coaxial de banda ancha.	36

**CAPITULO II      Ruido y circuitos electrónicos para la  
                         comunicación de datos.**

**2.1 Concepto de ruido.** 38

**2.2 Tipos de ruido**

Ruido con señal.	38
Ruido impulsivo, Distorsión.	40
Eco.	42
Ruido térmico.	43

**2.3 Probabilidad de error.** 47

**2.4 Adaptador de interface de comunicación asíncrona** 51

Funcionamiento general.	51
Baud rate, Bit de inicio, De parada, Bit de paridad.	52
Bit de sincronización.	54

**2.5 Descripción del ACIA** 56

**2.6 Líneas de interface con la unidad microprocesadora.** 58

Líneas de datos, Selección, Habilitación, Escritura y lectura, Selección de registro.	58
--	----

**2.7 Líneas de control del modem**

CTS.	59
RTS, CDC.	60

**2.8 Líneas de datos seriales**

Recepción de datos.	60
Transmisión de datos, Entradas externas, Reloj de Tx, Reloj de Rx, Registro de Tx.	61
Registro receptor de datos, Registro de estado.	62

**2.9 Registro de control** 64

Encendido, Secuencia del transmisor.	66
Secuencia de recepción.	67

**2.10 Circuito 8251A** 68

**2.11 Características del 8251A**

Buffer, Reset, Reloj, WR, RD, C/D.	70
CS, Control del modem, DSR.	71
DTR.	72
RTS, CTS, Buffer transmisor, Control, TXRDY.	73
TxE, TxR, Buffer receptor, Control de recepción.	74
RxRDY, RxR, SYNDET.	75
Ruptura.	76

**2.12 Descripción detallada de operación** 77

**2.13 Programación del 8251A**

Modo de instrucción.	77
Instrucción de comando.	78
Definición de modo instrucción, Modo Tx asíncrona.	79
Modo de transmisión sincrona, Modo de recepción.	82
Instrucción de comando.	85
Estado de lectura.	86

**CAPITULO III Códigos y Control de línea.**

<b>3.1 Código Baudot.</b>	<b>87</b>
<b>3.2 EBCDIC.</b>	<b>88</b>
<b>3.3 ASCII.</b>	<b>90</b>
<b>3.4 Hamming</b>	<b>92</b>

---

**I N D I C E**

3.5 Control de línea	95
3.6 Roll call polling.	95
3.7 Hub polling.	96
3.8 Sondeo/selección.	98
3.10 Ventajas y desventajas.	103
CAPITULO IV Protocolos y Recomendación X.25	
4.1 BSC.	104
4.2 SDLC.	107
4.3 HDLC.	109
4.4 ISO.	113
4.5 Niveles de la ISO	
Nivel 7	114
Nivel 6, Nivel 5, Nivel 4.	116
Nivel 3, Nivel 2, Nivel 1.	117
4.6 Recomendación X.25 del CCITT	118
4.7 Niveles de X.25	
Nivel físico.	119
Nivel trama.	120
Bandera, Campo de dirección.	121
Campo de control.	122
4.8 Procedimientos en el nivel enlace	124
4.9 Nivel paquete	
Tipos de paquetes.	131
Paquetes de control.	132
Paquetes de petición de liberación, De confirmación.	133
Paquetes de datos.	134

## CAPITULO V Redes locales y de área extendida

5.1	Introducción	137
5.2	Conceptos	
	Servidor, Topología.	137
	Estación de trabajo, Gateway, Hubs.	138
5.3	Topologías	
	Topología estrella, Anillo, Bus.	141
5.4	Medios de transmisión	
	Par trenzado, Cable coaxial, Thinwire coaxial.	142
	Thickwire coaxial.	144
	Fibra óptica.	147
5.5	Métodos de control de acceso al medio	
	CSMA/CD.	148
	Control token.	150
	Slotted ring.	152
	Standards.	154
5.6	Tipos de redes de área local	
	CSMA/CD BUS.	155
	Token ring.	158
	Token bus.	162
5.7	TDMA	165
5.8	Estructura de la trama TDMA.	
	Ráfagas de referencia RB1 y RB2.	166
	Ráfaga de tráfico, Ráfaga de guarda.	168
	Portadora y secuencia de cobertura, Palabra única.	169
5.9	Canal de señalización	172
5.10	Eficiencia de la trama TDMA	173
5.11	Estructura de una supertrama TDMA	175

## I N D I C E

5.12	Adquisición y sincronización de la trama	178
5.13	Adquisición y sincronización de la trama recibida	180
5.14	Adquisición y sincronización de la transmisión de la trama y de la ráfaga.	183
CONCLUSIONES		184
BIBLIOGRAFIA		187
APENDICE A: RECOMENDACIONES DE LA CCITT		
Recomendación V.21	(revisada)	189
Recomendación V.22	(nueva)	190
Recomendación V.24	(revisada)	191
Recomendación V.26	(revisada)	194
Recomendación V.26	Bis (revisada)	195
Recomendación V.27	(revisada)	197
Recomendación V.27	Bis (revisada)	199
Recomendación V.27	ter (revisada)	202
Recomendación V.28	(revisada)	203
Recomendación V.29	(revisada)	206
Recomendación V.35		209
APENDICE B: ORGANISMOS DE NORMALIZACION		211

# INTRODUCCION

### INTRODUCCION

En la última década la creciente inversión y desarrollo de empresas en el país, y más generalmente en el mundo, así como el crecimiento de instituciones bancarias, educativas, de servicios a la comunidad y otras, hacen de las comunicaciones de datos la llave que les permite satisfacer fácilmente sus necesidades primordiales, como son: manejar grandes volúmenes de información y, al mismo tiempo, mantenerse informado de lo que ocurre en su empresa, en un tiempo mínimo.

Otro aspecto muy importante, el cual está influyendo para que las empresas adopten las comunicaciones de datos, es la interconectividad e interoperabilidad entre diferentes sistemas, utilizados para transmitir información; esto es, modelos con arquitectura abierta, que constituyen un verdadero sistema de integración empresarial conectando redes locales con redes de área amplia.

En esto, la computadora ha sido el principal elemento para manejar grandes cantidades de información, ordenarlas y transmitir las hacia otra terminal, haciéndose necesario el establecimiento de redes tanto públicas como privadas.

Por todo esto, surge el interés de mantenerse actualizado en los avances de la tecnología que proporciona soporte a las nuevas redes de comunicaciones de datos; así como conocer la forma en que se llevan a cabo esas comunicaciones, por lo que el presente trabajo se organizó de la siguiente manera:

En el capítulo I se exponen los conceptos que nos van a ayudar a comprender los términos más usados en un Sistema de Transmisión de Datos, y los dispositivos que son necesarios para que un sistema de transmisión de información funcione adecuadamente, todo esto con la finalidad de que los capítulos posteriores sean entendidos fácilmente.

Para el capítulo II se incluyó el Ruido, un tema que repercute mucho en cualquier sistema de información por más sofisticado que éste sea, y por lo cual debe de ser atendido. Se ven los distintos tipos de ruido, consecuencias y un análisis matemático sobre el mismo; así como interferencias: eco, distorsión, etc. Otro tema que se aborda en este capítulo es Los circuitos electrónicos para la comunicación de datos, y en el se cuestiona con detalle la manera en que funcionan, las líneas de control, direccionamiento y la programación del circuito, entre otros.

El capítulo III comprende los Códigos utilizados en la Transmisión de Datos, la codificación y comprobación de errores, siempre presentes en el sistema de transmisión; además el capítulo contiene el Control de línea, imprescindible para un buen funcionamiento y adopción de un sistema de transmisión de datos.

El capítulo IV abarca los protocolos de comunicación y la Recomendación X.25 de la CCITT, que ha servido de base para desarrollar protocolos como TCP/IP, SNMP (Simple Network Management Protocol = Protocolo de administración de redes).

Para enriquecer la Tesis, en el capítulo V se da un panorama de redes locales (LAN's) y redes de área amplia, como es una red TDMA, el proceso que se sigue en la transmisión de información, fallas y la manera de cuantizarlas.

Finalmente, en las conclusiones se presentan observaciones referentes a la forma en que se desarrolló la presente Tesis; haciendo hincapié en las partes más relevantes que hay que destacar y por ende, tomar más en cuenta.

Además se anexan dos Apéndices: el Apéndice A es sobre algunas Recomendaciones de la CCITT, con la finalidad de consultarlas, y así aclarar dudas, en el momento que éstas se requieran; el Apéndice A se realizó tomando como base el Libro Rojo de la CCITT. Y el Apéndice B muestra la forma en que están estructurados los organismos de normalización en el mundo.

# CAPITULO I

## Conceptos, componentes y medios físicos

## 1.1 PRIMBROS CONCEPTOS

### TRANSMISION DE DATOS

El término Transmisión de Datos, se refiere al intercambio de información que se hace de un lugar a otro, dicha información se codifica en forma binaria y se modula para ser transmitida por un medio físico; al llegar a su destino, se demodula para obtener la información que se ha enviado, lo más fielmente posible.

### INFORMACION

Hasta ahora, se ha hablado de un Sistema de Transmisión de Información y del término Información, el primero en su forma más general, lo entendemos como aquel sistema compuesto por un origen o fuente de información, un medio o canal de comunicaciones (por el cual se hace la transmisión de información), y el destino o receptor de información. Por otra parte, el término Información se refiere al número de símbolos binarios que son necesarios para transmitir un mensaje.

La Transmisión de Información es el envío de señales que cambian impredeciblemente con el tiempo, las cuales deben ser interpretadas y tener un sentido, para esto se utiliza una secuencia binaria (unos y ceros), la cual es desconocida y corresponde al mensaje a transmitirse.

El Procesamiento de Información se refiere a la manipulación de datos, en una aplicación determinada, para producir el resultado deseado.

### BAUDIO

Un baudio es la unidad de medición de la velocidad de señalización, entendiéndose por velocidad de señalización el número máximo de pulsos, por segundo, que puede transmitir una terminal.

La velocidad de señalización se encuentra tomando el recíproco de la longitud, en segundos, del pulso más corto utilizado en la creación de un carácter:

$$1 \text{ baudio} = 1/tp$$

tp = Tiempo de duración del pulso

**BPS (Bits Por Segundo)**

Es el número de elementos de señalización por segundo o unidad de tiempo. Dicha unidad es utilizada para representar la velocidad de transmisión o velocidad binaria.

1 baudio = 1 bit por segundo (bps), si cada elemento de señal transporta 1 bit.

Si hay 4 elementos de señalización diferentes, cada elemento puede transportar 2 bits y 1 bps = 2 baudios.

Si hay 8 elementos, 1 bps = 3 baudios

Si hay 16 elementos, 1 bps = 4 baudios

En general, si hay  $m$  elementos, 1 bps =  $(\log_2 m)$  baudios.

**CAPACIDAD DE UN CANAL DE COMUNICACIONES**

La capacidad de un canal de comunicaciones esta dado por el número de bits por segundo que un canal de comunicaciones puede transportar, el cual a su vez es proporcional al ancho de banda.

CAPACIDAD MAXIMA (LEY DE SHANNON)

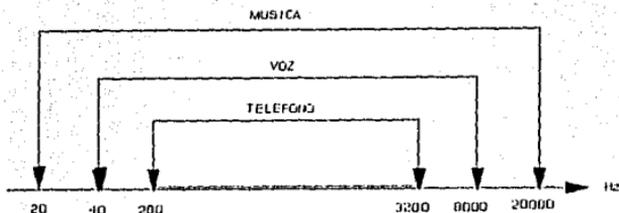
$$\text{CAPACIDAD} = W (\log_2 (1 + S/N))$$

$W$  = Ancho de Banda

$S/N$  = Relación señal a ruido.

**BANDA DE PASO**

Es representada por dos números que indican las frecuencias máxima y mínima en los cuales el canal de comunicaciones trabaja en óptimas condiciones, es decir es un segmento en cierto lugar del espectro electromagnético que deja pasar determinadas frecuencias, en la Fig. 1.1 se observa la banda de paso de un canal telefónico.



BANDA DE PASO CORRESPONDIENTE AL TELEFONO, A LA VOZ Y A LA MUSICA

Fig. 1.1

#### ANC H0 DE BANDA

Es un numero que expresa la capacidad de transmisión de una línea, se obtiene restando la frecuencia más baja que contenga una señal de la frecuencia mas alta que contenga esa misma señal. En otras palabras, es una medida de la amplitud de la señal en el espectro de frecuencias.

#### MODULACION

Se refiere a generar con un oscilador una onda periódica a una frecuencia determinada, dicha onda también llamada portadora, nos sirve para transportar la información, esta generalmente es senoidal y va a sufrir cambios, a los que llamaremos eventos, de acuerdo al mensaje a transmitir. La modulación que se hace sobre una red telefónica, radio y/o microondas puede ser analógica. Actualmente hay técnicas que hacen la modulación en forma digital, con la gran ventaja de que pueden transmitir a grandes velocidades, para esto se requiere que los modems mejoren tecnológicamente, ya que a mayor velocidad y capacidad se presenta mayor ruido, defasamiento o pérdidas de bits de información.

#### DTE Y DCE

Dentro de los términos mas usados en un sistema de comunicación, están el DTE (Data Terminal Equipment) y el DCE (Data Circuit terminating Equipment).

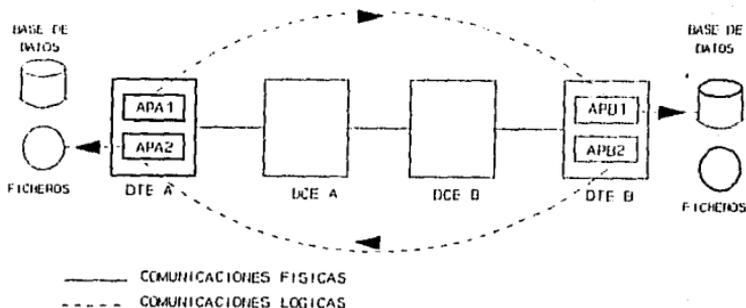
**DTE (EQUIPO TERMINAL DE DATOS)**

Es el destino o fuente de los datos desde donde se pueden controlar los mismos. El concepto DTE abarca de microcomputadoras a macrocomputadoras, así como otras terminales. Actualmente se utilizan diversos dispositivos DTE como son:

- Los cajeros automáticos de los bancos.
- Teletipos.
- Terminales de Video.
- Impresoras.
- Analizadores de Red.

**DCE (EQUIPO DE TERMINACION DEL CIRCUITO DE DATOS)**

Su función principal es servir de interfase entre el DTE y el canal de comunicación. En la Fig. 1.2 se muestra el DCE y el DTE.



SISTEMA DE COMUNICACIONES

Fig. 1.2

- APA1 = Aplicación del DTE "A" número 1
- APA2 = Aplicación del DTE "A" número 2
- APB1 = Aplicación del DTE "B" número 1
- APB2 = Aplicación del DTE "B" número 2

## 1.2 FORMAS DE CONEXION Y PROCESAMIENTO DE DATOS

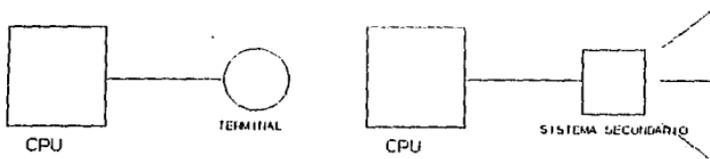
Normalmente un circuito puede conectarse de dos formas: punto a punto y multipunto.

## PUNTO A PUNTO

Se llama enlace punto a punto, a aquel enlace en el cuál sólo existen dos dispositivos por cada línea o canal de comunicación, es decir no existen ramificaciones a terceros, por lo cuál se habla de un enlace directo, en la Fig. 1.3 se observa un enlace punto a punto.

Las principales características de este tipo de enlace son:

- Bajo costo.
- Permite forma conversacional de comunicaciones.
- Apta para transmisión de lotes de datos.
- Facilidad de cambio a fibra óptica.
- Valido en topología de estrella, anillo y árbol.
- Admite la utilización de diferentes medios físicos.
- Es de fácil implementación.



CONEXION PUNTO A PUNTO.

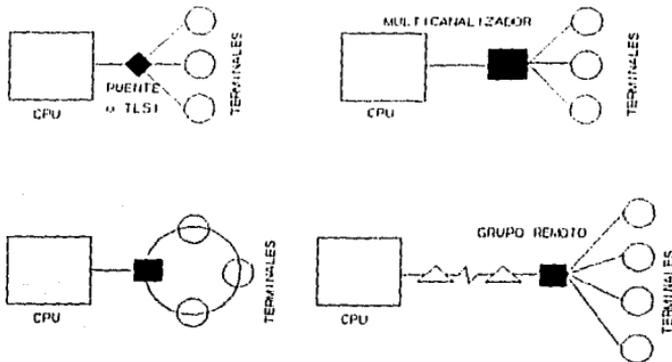
Fig. 1.3

## MULTIPUNTO

Un enlace multipunto, es aquel donde se conectan varias terminales para transmitir información entre ellos. Dependiendo de la utilización o no de dispositivos intermedios, se distingue el multipunto del denominado "cadena" y "caída múltiple" (también llamado multidrop).

## MULTIPUNTO CON INTERMEDIARIO

Hablamos de multipunto con intermediario, cuando nos referimos a un grupo de terminales que desean conectarse a una CPU, los cuales se encuentran en un mismo sitio. El elemento utilizado puede variar desde una simple caja de conexiones a un concentrador, ver Fig. 1.4.



CONEXIONES MULTIPUNTO

Fig. 1.4

La conexión multipunto tiene las siguientes características:

- Economiza líneas, adaptadores, modems, puertos del procesador.
- Exige la utilización de un intermediario.
- Exige la utilización del sondeo.
- Puede aumentar los tiempos de respuesta frente al punto a punto.
- Normalmente permite la conexión de más terminales por cada procesador central.
- Software y hardware relativamente complejo.

**MULTIDROP**

Permite las facilidades del caso anterior, no requiere un dispositivo extra, lo que no necesariamente implica menor costo, esto depende del producto (ver Fig. 1.5).

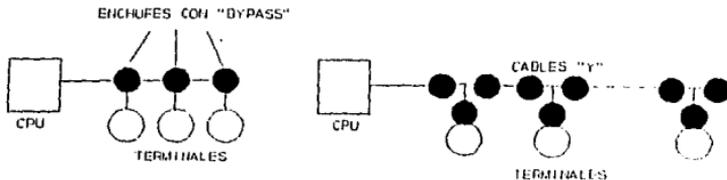
Dos variantes son las más comunes:

- Caída múltiple en el cable.
- Cadena a través.

Para sacar las derivaciones del propio cable se puede recurrir a conectores especiales, como son circuito en forma "T" o a cables tipo "Y".

Otra forma de conectar terminales múltiples a un sistema central, es cuando los dispositivos utilizados tienen internamente un cableado de "pasaje a través".

Esta forma toma diversos nombres: bypass circuit, daisy chain, etc.



CAIDA MÚLTIPLE (MULTIDROP) EN EL CABLE

Fig. 1.5

**PROCESAMIENTO DE LA BASE DE DATOS**

Almacenamiento y manipulación de cantidades de información en una o más formas, disponible para la red y sus usuarios.

**PDD (PROCESAMIENTO DISTRIBUIDO DE DATOS)**

En el PDD se dispone de inteligencia local, pero se depende de una base central para poder satisfacer un requerimiento en este tipo de procesamiento; no se implica la distribución de datos.

**PPDD PROCESAMIENTO DISTRIBUIDO DE DATOS DISTRIBUIDOS**

En este tipo de procesamiento los datos se ubican en los puntos remotos donde se originan y porcentualmente se usan más, mediante el uso de una red de comunicaciones, se logra la unión de datos distribuidos en una única base de datos centralizada lógicamente. En este procesamiento debe buscarse un mínimo de operaciones cruzadas entre dependencias remotas.

**SISTEMA EN LINEA.**

Se llama sistema en línea aquél sistema en el cuál se reciben los datos directamente del punto de su generación y transmite la salida directamente al usuario final.

**SISTEMA DE TIEMPO REAL.**

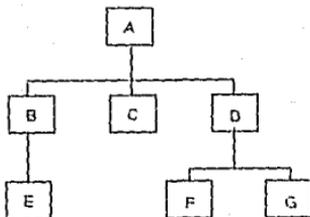
Este sistema recibe los datos de cada evento directamente desde el ambiente donde han sido originados, los procesa con demora mínima, a la vez que actualiza los archiva, transmite la respuesta (salida a tiempo), para afectar el ambiente o controlar el evento en curso.

**1.3 TOPOLOGIAS****TOPOLOGIA JERARQUICA (ARBOL)**

En esta configuración existe un punto de concentración de tareas de control y resolución de errores, en general el DTE situado en el nivel más elevado de la jerarquía es el que controla la red. Esta topología en algunas ocasiones presenta la posibilidad de problemas de cuellos de botella, ya que el DTE más elevado controla todo el tráfico entre los distintos DTE, pudiendo crear saturación de datos, lo cuál implica problemas de fiabilidad. (ver Fig. 1.6).

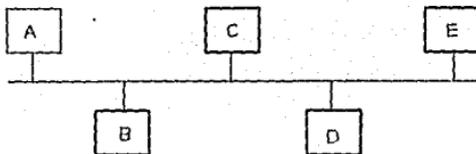
**TOPOLOGIA HORIZONTAL (BUS)**

Es comúnmente utilizada en las redes de área local, permite fácilmente controlar el flujo de tráfico entre los DTE's, ya que cualquier estación puede difundir la información a todos los demás, la principal limitación es que solo existe un canal de comunicaciones para todos los dispositivos de la red, por lo cuál resulta difícil aislar las averías de los componentes individuales conectados al bus (Fig. 1.7).



TOPOLOGIA JERARQUICA O EN ARBOL

Fig. 1.6

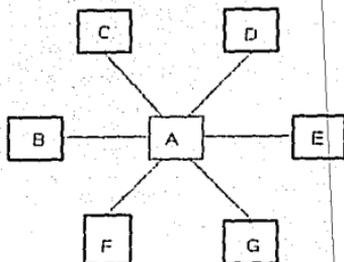


TOPOLOGIA HORIZONTAL O BUS

Fig. 1.7

### TOPOLOGIA EN ESTRELLA

Es la más empleada en los sistemas de comunicación de datos, ya que es fácil de controlar debido a que su software no es complicado y el flujo de tráfico es sencillo, todo el tráfico emana del núcleo de la estrella (nodo central), el cuál posee el control total de los DTE's conectados a él; es muy similar a la topología jerárquica, pero sus capacidad de procesamiento distribuido es limitada. De el nodo central emana el tráfico hacia el resto de los componentes, también se encarga de localizar averías, siendo relativamente sencilla ésta tarea en este tipo de topología. (Fig. 1.8).



TOPOLOGIA EN ESTRELLA

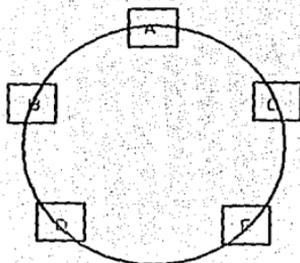
Fig. 1.8

#### TOPOLOGIA EN ANILLO

Es una de las más extendidas, la cuál es llamada anillo por el aspecto circular del flujo de datos, que en general fluyen en una sola dirección y cada estación recibe la señal y la retransmite a la siguiente del anillo, en esta topología son raros los embotellamientos; cada componente solo ha de llevar a cabo una serie de tareas: aceptar los datos, enviarlos al DTE conectado al anillo y retransmitirlo al próximo componente. El inconveniente de esta red es que si falla algún componente toda la red se interrumpe (Fig. 1.9).

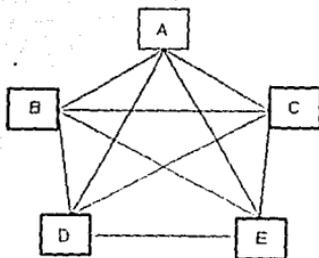
#### TOPOLOGIA MALLA

Esta topología es atractiva debido a su relativa inmunidad a los problemas de embotellamientos y averías, gracias a la multiplicidad de caminos que ofrece a través de los distintos DTE's y DCE's, es posible orientar el tráfico por trayectorias alternativas en caso de que algún nodo este averiado u ocupado, este método es complejo y caro, pero muchos usuarios lo prefieren debido a su fiabilidad. (Fig. 1.10)



TOPOLOGIA EN ANILLO

Fig. 1.9



TOPOLOGIA EN MALLA

Fig. 1.10

**1.4 FORMAS DE COMUNICACION****TRANSMISION ASINCRONA**

Es utilizada para bajas velocidades: 75, 110, 150, 300 y 1200 bps, y es llamada así por que no existe sincronismo a nivel de mensaje, pero sí a nivel de carácter. Para sincronizar el byte se utilizan 2 bits de control inicio/parada, esto es, para la transmisión de cada carácter se necesita de un bit que pase del estado en reposo (binario 1) al estado de arranque (binario 0), el cuál indica al circuito receptor que a continuación vienen datos y que comience a medir los periodos, la finalización de los datos se indica con 1 o mas bits de parada, este tipo de transmisión utiliza más espacio que la transmisión síncrona, debido a los bits de inicio/parada.

**TRANSMISION SINCRONA**

Utiliza sincronismo a nivel de mensaje entre el equipo de transmisión y recepción una vez que la terminal receptora detecta un carácter de sincronización la transmisión se efectúa en bloques. Es utilizado para transmisión de datos a velocidades mayores a 2400 bps y en la conmutación de paquetes.

**COMUNICACION SIMPLEX.**

Es una forma de comunicación en la cuál la comunicación se lleva a cabo en un sólo sentido.

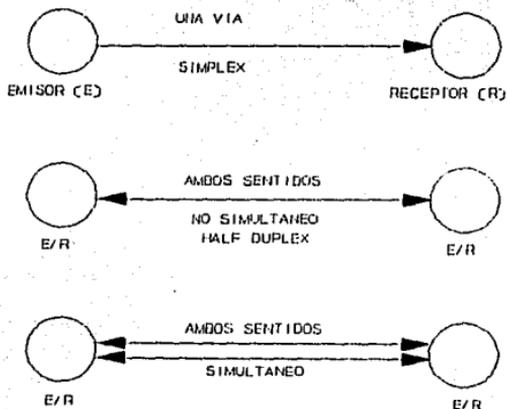
**COMUNICACION HALF DUPLEX.**

En este tipo de comunicación la transmisión se lleva a cabo en ambos sentidos, en el mismo tiempo.

**COMUNICACION FULL DUPLEX.**

En este caso la comunicación es simultánea e independiente en ambos sentidos.

En la Fig. 1.11, se observan los tipos de comunicación.



REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LOS CONCEPTOS SPX, HDX Y FDX

Fig. 1.11

**TIEMPO DE PROPAGACION DE UN CANAL DE DATOS**

Período que comienza cuando el último bit de la unidad de señalización ha entrado en el canal del extremo emisor y termina cuando el último bit de la unidad de señalización sale del canal de datos en el extremo receptor haya o no sido perturbada la unidad de señalización.

**TRANSMISION SERIE**

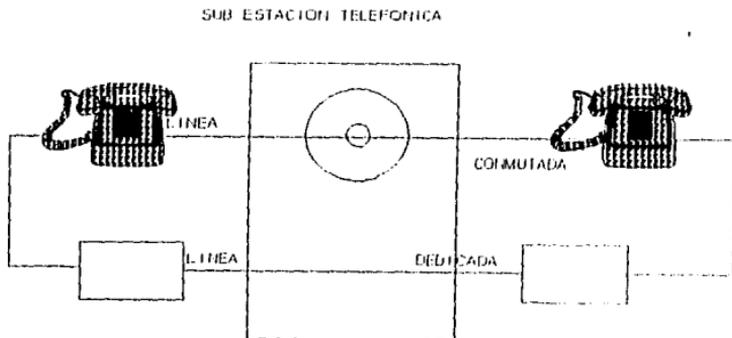
En este tipo de transmisión los datos se transfieren bit a bit en un solo canal, por lo que es un poco tardado, se utiliza generalmente para transmisión de datos a larga distancia.

## TRANSMISION PARALELO

Los bits de un carácter o de una palabra de máquina se transmiten simultáneamente (todos), lo que lleva a una mayor velocidad de transmisión pero con la consideración de que el sistema es complejo, debido a que se necesitan casi tantos conductores como bits que contenga el elemento.

## LINEA CONMUTADA

Se habla de una línea conmutada cuando una terminal origen y una terminal remota se comunican, utilizando la línea telefónica pública, la cual pasa por centrales de comunicación (conmutador). En este caso el enlace se hace marcando en la terminal origen el número telefónico de la terminal remota, ocupándose la línea sólo el tiempo que dure el enlace, concluido este la línea puede ser utilizada por otros usuarios.



UNA SUBESTACION TELEFONICA PUEDE PROVEER  
LINEAS DEDICADA O CONMUTADA

Fig. 1.12

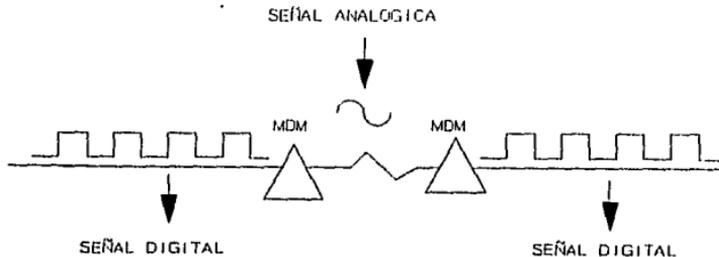
## LINEA PRIVADA

Se refiere a aquellas líneas que se han rentado a la compañía telefónica, para uso exclusivo de un usuario, dichas líneas pasan por conmutadores públicos y se les asigna un canal permanente por cada usuario que ha contratado la línea privada. Por tanto, no se sufren tantas degradaciones como en una línea conmutada (Fig.1.12).

## 1.5 COMPONENTES EN UN SISTEMA DE COMUNICACIONES

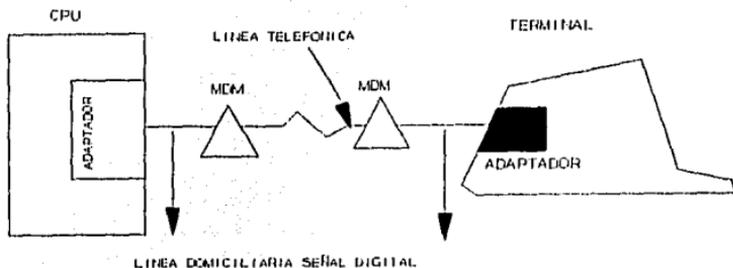
## MODEMS

Los Modems son dispositivos destinados principalmente a la conversión de señales digital-analógica y analógica-digital. Su nombre proviene de la contracción modulación y demodulación. Pueden ser síncronos o asíncronos, dependiendo del tipo de mensaje a transmitir, pueden tener diagnósticos residentes y disponer de mecanismos de detección y corrección de errores. Cuando es necesario proporcionan la sincronización de la señal; también pueden tener mecanismos de discado y autorespuesta. Actualmente la velocidad máxima que manejan es de 19.2 kbps, claro que este tipo de limitación puede mejorar en poco tiempo, obsérvense Figuras 1.13 y 1.14.



FUNCION DE LOS MODEMS

Fig. 1.13



MODEMS EXTERNOS

Fig. 1.14

## PROTOCOLO

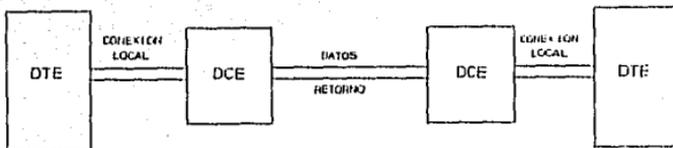
El medio utilizado para que se entiendan terminales y computadoras es el protocolo, que es un conjunto de reglas de comunicación entre sistemas equivalentes las que nos permiten controlar y ordenar correctamente la información en un enlace de datos.

### ENLACE A 2 HILOS.

En un enlace a 2 hilos se utiliza 2 hilos uno de los cuales servirá para transmitir los datos y el otro es la línea de retorno eléctrico, en esta comunicación la conmutación se hace utilizando el mismo trayecto o intervalo de tiempo para ambos sentidos de transmisión, en una central telefónica normalmente estos circuitos corresponden a un circuito conmutado normal (Fig. 1.15).

### ENLACE A 4 HILOS.

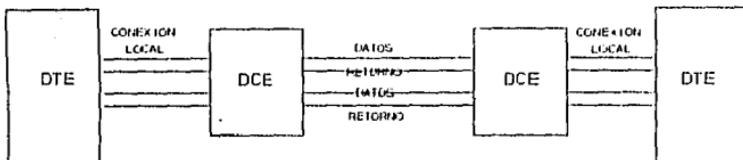
Se utilizan 4 hilos agrupados en dos pares de dos hilos cada uno. Dos de los hilos transmiten datos y los otros dos cierran los correspondientes circuitos. La conmutación se hace utilizando un trayecto o intervalo de tiempo distinto para cada sentido de conmutación, en la central telefónica normalmente es utilizada una



CIRCUITO DE DOS HILOS

Fig. 1.15

línea alquilada, no conmutada (Fig. 1.16).



CIRCUITO A CUATRO HILOS

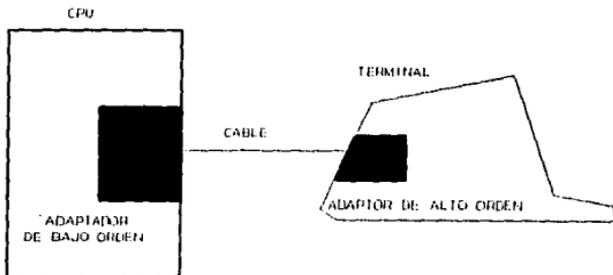
Fig. 1.16

## 1.6 DISPOSITIVOS FISICOS

### ADAPTADORES

Un adaptador es un elemento que existe en cada cable de comunicaciones. Normalmente son piezas de hardware independientes, siendo su modularidad una conducción deseable porque proporciona mayor flexibilidad de configuración al equipo que los contiene. La función principal de un adaptador es preparar los datos para su transmisión a través de la línea, serializándolos, insertando caracteres de control en el mensaje, permitiendo la sincronización y respondiendo a los comandos de control. En la mayor parte de los casos maneja métodos de detección y corrección de errores así como el encuadre de los datos dentro de un bloque transmisible.

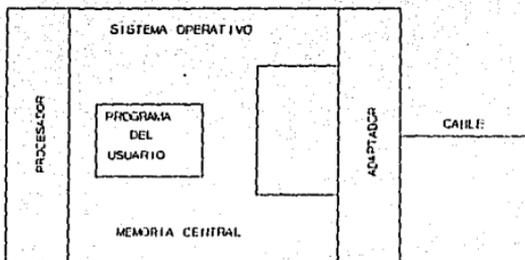
Para sus funciones de control del tiempo tienen integrados uno o varios relojes de programación independientes, en general cuando la comunicación es local o asíncrona provee la sincronización, si el modem es sincrónico es el quien se encarga de esa función, ya que estos adaptadores son pequeños computadores, implementados en una tarjeta de circuitos que tienen gran inteligencia residente, muchos de los cuales son igualmente útiles en caso de transmisión asíncrona. Algunos soportan múltiples protocolos y tienen la capacidad de poder emplear varias interfases físicas diferentes, controlando muchas líneas que usan protocolos diferentes, simultáneamente (Fig. 1.17).



ADAPTADOR DE COMUNICACIONES

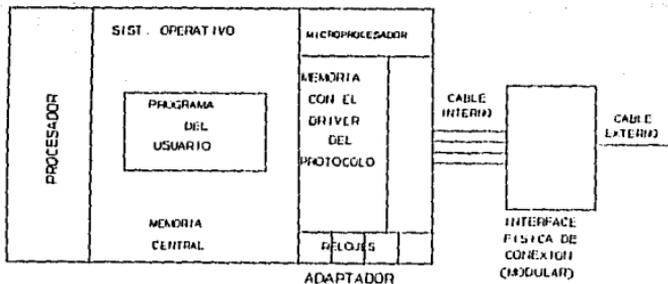
Fig. 1.17

Los adaptadores residen en el sistema central, en los procesadores de comunicaciones y en las estaciones terminales. En algunos casos, para ahorrar puertos del canal (BUS) interno del computador se utilizan "scanners" o multicanalizadores integrados en el gabinete, a efectos de que varios adaptadores puedan ingresar el sistema a través de una sola conexión (Fig. 1.18 y 1.19).



ESQUEMA DE UN ADAPTADOR Y SU RELACION CON EL SOFTWARE CENTRAL

Fig. 1.18



ADAPTADOR DE COMUNICACIONES INTELIGENTES

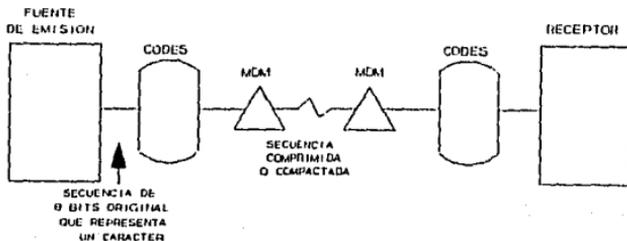
Fig. 1.19

## COMPRESORES DE DATOS

Un compresor es un dispositivo capaz de analizar una secuencia de caracteres, estudiar su distribución, frecuencia e interrelaciones para producir finalmente una secuencia de bits de menor longitud que transporte la información, el cual a su vez también es capaz de realizar el proceso inverso, obteniendo la secuencia de bits original a partir de los datos comprimidos (descompresión). De lo anterior se puede deducir que CODES trabajan en pares, para cada línea de comunicación. La compresión o compactación se lleva a cabo mediante el uso de algún algoritmo, el cual operando sobre un bloque a enviar busca una representación de los mismos usando un número menor de bits. Los codificadores son también utilizados en el tratamiento y almacenamiento de datos, por ejemplo en los editores de texto, compiladores y spoolers (Figuras 1.20 y 1.21).

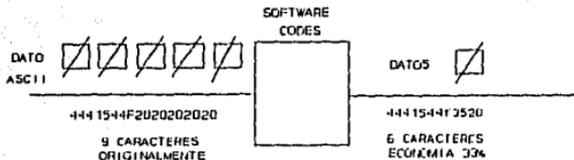
Algunas de las características más importantes son:

- Compresión de datos 2:1 (o más)
- Independencia del protocolo usado
- Admiten modalidad síncrona o asíncrona.
- Muy fácil instalación.
- Transparente al usuario final.



UTILIZACION DE CODES EN UNA LINEA TELEFONICA

Fig. 1.20



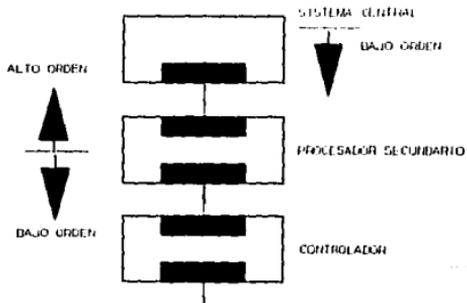
COMPACTACION DE ESPACIOS FINALES

Fig. 1.21

## PUENTES

Un puente es un dispositivo de hardware cuya función principal es contribuir a economizar líneas, modems, puertas del procesador y adaptadores de comunicaciones.

Para ampliar el concepto es necesario definir el concepto BAJO ORDEN y ALTO ORDEN. Dada una conexión jerárquica entre procesadores y/o terminales, decimos que una conexión es de alto orden cuando se trata de un enlace hacia nuestros ascendientes. Mientras que se habla de una conexión de bajo orden cuando desde nuestra posición miramos hacia nuestros descendientes (Fig. 1.22).



ALTO y BAJO ORDEN

Fig. 1.22

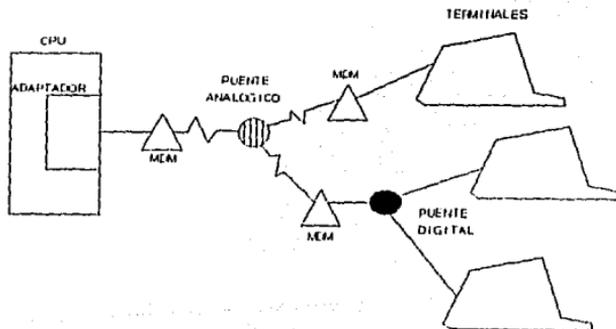
Un puente es un dispositivo que saca copias de la señal solo en bajo orden.

Existen puentes digitales y analógicos, según el tipo de señal que manejen, claro también depende del lugar donde estos vayan a ser ubicados en el enlace.

En general no son elementos inteligentes pero si sencillos y costo razonable.

Una característica importante es que pueden conectarse en cascada en varios niveles, ampliando de esta manera su capacidad de ramificación, la desventaja de estos puentes es la falta de inteligencia por lo cual no existe forma de resolver las colisiones, siendo así obligatorio el uso del sondeo "polling" del cual hablaremos mas adelante.

Las copias del mensaje original (en bajo orden) llegan a todas las terminales simultáneamente, dado que el mensaje contiene la dirección del destinatario, solo la terminal cuya dirección coincida con la del mensaje responderá hacia la central (Fig.1.23).



PUNTES DIGITALES Y ANALOGICOS

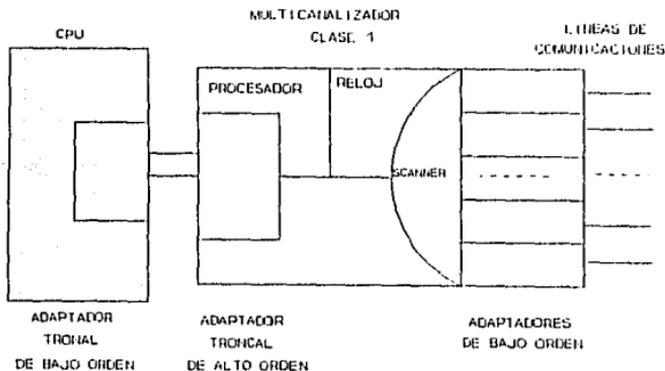
Fig. 1.23

## MULTICANALIZADORES

Estos dispositivos son mas o menos inteligentes, básicamente consisten en un procesador con su memoria, un mecanismo de barrido y un conjunto de adaptadores de comunicaciones, siendo su función principal proveer un medio para compartir una línea de comunicaciones entre diversas estaciones de trabajo y/o unidades de procesamiento lo cual lleva a una reducción de los costos de operación, ya que se economizan:

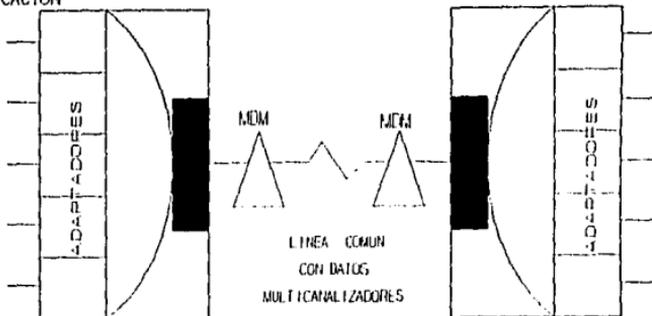
- Puertos del procesador central
- Modems
- Adaptadores
- Líneas telefónicas y/o otro tipo de línea
- Tiempo de la CPU

Estos multicanalizadores usan las técnicas de multicanalización FDM o TDM, FDM (Frequency Division Multiplexing) por división de frecuencias, TDM (Time Division Multiplexing) por división de tiempo. (Figuras 1.24 y 1.25).



MULTICANALIZADOR LOCAL

Fig. 1.24

LINEAS DE  
COMUNICACION

MULTICANALIZADOR REMOTO

Fig. 1.25

**FDM**

En esta técnica se divide el ancho de banda en rangos de frecuencia, a cada canal se le asigna un rango de amplitud suficiente para permitir la transmisión del mensaje. Una desventaja de esta técnica es la limitación que ofrecen algunos medios físicos, los cuales no admiten un gran ancho de banda.

**TDM**

En esta técnica se divide el tiempo en períodos fijos, a cada uno de los cuales se le asigna un canal. Si esta asignación es según una ronda (lista circular) uniforme, tenemos TDM Igualitario; mientras que si la ronda de canales no es uniforme, es decir, que algunos canales se repitan más veces que otros, tenemos TDM Ponderado.

## CONCENTRADOR

Un concentrador es un dispositivo inteligente, basado en un microprocesador, cuyo cometido principal es concentrar líneas de comunicaciones, lo cual conduce a economizar líneas, modems, adaptadores y puertos de conexión central, su uso puede ser local o incluso remoto. El uso de estos reduce el trabajo de sondeo del procesador central, dado que en lugar de invitar a transmitir a N terminales, solo tiene que invitar a un concentrador: N-1 secuencias de sondeo son evitadas, así el tiempo correspondiente puede ser empleado entonces en el procesamiento de aplicaciones. El concentrador realiza el sondeo de sus terminales en forma totalmente independiente y asíncrona de las transmisiones del procesador central (Fig. 1.26).

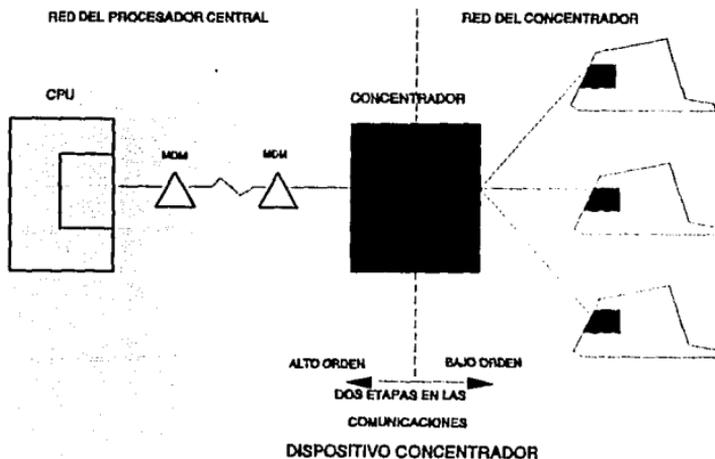


Fig. 1.26

De las funciones comúnmente realizadas por un concentrador destacan:

- Sondeo de terminales
- Conversión de protocolos
- Conversión de códigos
- Elaboración de formatos de mensajes
- Recolección local de datos como respaldo
- Conversión de velocidades
- Compactación de datos
- Control de errores
- Reingreso automático de los datos capturados

#### CONTROLADORES

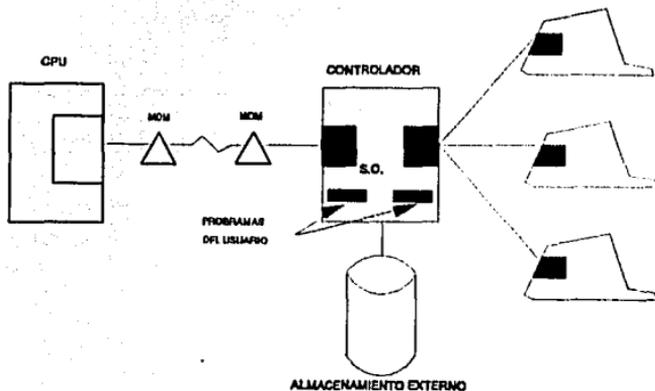
Un controlador se distingue de un concentrador por los niveles de inteligencia y almacenamiento de ambos, ya que un controlador tiene una inteligencia mas desarrollada y programación realizable por el usuario, estos controladores en algunas ocasiones son también llamados procesadores nodales. Desde el momento en que el usuario puede programar el dispositivo, el uso de almacenamiento adquiere otras dimensiones, dichos medios pueden utilizarse no solo para capturar sino también para consulta, actualización. Todas las funciones mencionadas para los concentradores, las realizan los controladores, adicionalmente ante caídas de central, se tiene mayor independencia de procesamiento. Pueden realizar el almacenamiento y envío de conmutación de mensajes, además de manejar la suavización de tráfico. Cuando las velocidades en un extremo superan las del otro, los datos pueden ser demorados temporalmente, guardándolos en buffers. Pueden encargarse de la habilitación y deshabilitación de terminales, llevar bitácora de mensajes, contadores de errores para obtener estadísticas y encargarse de los reintentos de las transmisiones ante situaciones de excepción. Su función principal es controlar un grupo de terminales de aplicación específica (Fig. 1.27).

#### PROCESADORES DE COMUNICACIONES (PEPS)

El FEP (Front End Processors) se aplica a procesadores de comunicación super especializados, es decir, con una arquitectura y un sistema operativo especialmente diseñados para manejar todas las funciones relativas a la administración de una red de procesamiento de datos. Si el dispositivo se encuentra conectado al sistema central por medio de un tronco o canal de alta velocidad, le llamaremos FEP. Si se encuentra remoto al sistema central y conectado a este por líneas comunes de comunicaciones, le llamaremos procesador nodal remoto o controlador, su diseño particular lo hace muy eficiente en el "procesamiento de las

comunicaciones".

Es por ello, que normalmente realizan todas las funciones relacionadas con el tráfico y la administración de la red. El beneficio directo es un mejor aprovechamiento del cerebro central admite varios computadores residentes "HOSTS" o sistemas central.



CONTROLADOR O PROCESADOR NODAL

Fig. 1.27

## 1.7 INTERFACES EN COMUNICACIONES

### INTERFAZ RS-449

Esta es la norma reemplazante de la RS-232C, para redes analógicas con aplicaciones a largas distancias y altas velocidades. Se caracteriza por tener una función por circuito de intercambio, una velocidad máxima de 2 Mbps, con una distancia máxima de 1200 mts.

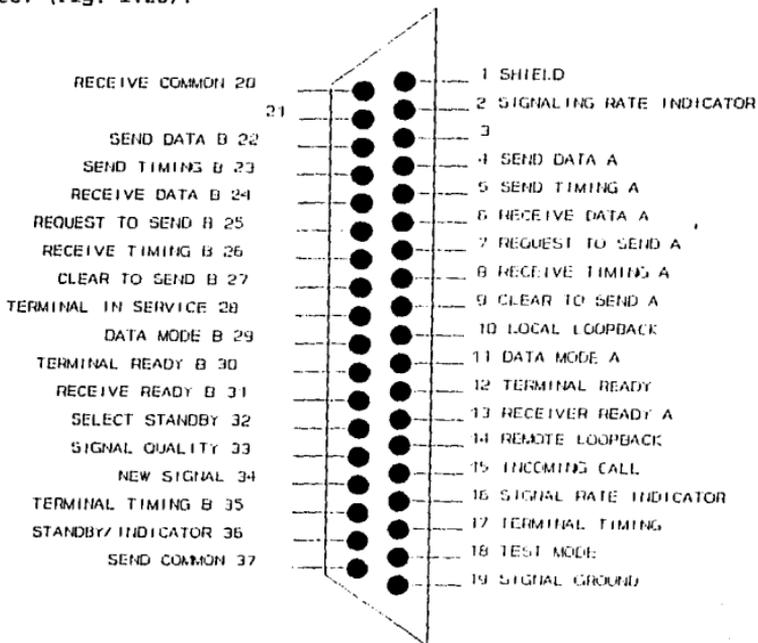
No es una norma completa en si misma. Se complementa con las interfaces RS-422/423 A.

La RS-422 especifica las características eléctricas para circuitos

balanceados.

La RS-423-A especifica las características eléctricas para circuitos desbalanceados.

En esta interface se tiene un conector de 37 clavijas para dar cabida a mas circuitos individuales que la RS-232C, esto que podía ser visto como una ventaja importante, es una de las críticas mayores que se le hacen, pues se vuelven mas compleja, costosa, etc. (Fig. 1.28).



INTERCONEXION RS-449

Fig 1.28

## X.21

Esta recomendación fué diseñada para redes públicas de datos que operan en forma digital. Los sistemas de transmisión digital, usan microprocesadores en sus interconexiones, los cuales dependen lógicamente del software para su implementación. Esto los hace mas flexibles. X.21 define un conector de 15 clavijas con 6 circuitos de intercambio.

Todas las transmisiones de función y control van en el mismo circuito de intercambio (como datos del usuario). Tiene un circuito separado para ayudar a identificar lo que es dato de lo que es control, durante la transferencia de datos.

Entre sus restricciones, se destaca la imposibilidad de ubicar equipos de inscripción de datos, entre DTE y el DCE. Puede decirse que X.21 promulga los procedimientos de establecimiento de llamada, en redes de circuitos conmutados de datos.

## RS-232C

La interface entre DTE y DCE que utiliza intercambio de datos binarios en serie es llamada RS-232C. La C que aparece en la denominación del interfase se refiere a la cuarta versión, aprobada en 1981. La CCITT ha editado recomendaciones similares, conocidas como V24 y V.28 (serán vistos mas adelante), obsérvese Fig. 1.29

Las especificaciones de la interfase RS-232C, se dividen en cuatro:

Señales de Control

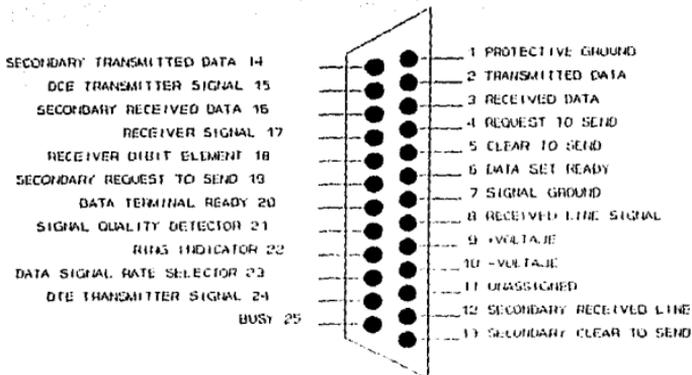
Movimiento de los datos de usuario a través del interfase.

Transmisión de las señales de tiempo, necesarias para sincronizar el flujo de datos.

Conformación de las características eléctricas.

RS-232C transmite los datos que lo atraviesan mediante cambios en los niveles de tensión, un 0 binario se representa como un nivel comprendido entre +3 y +12 volts, mientras que un 1 binario se expresa como un nivel comprendido entre -3 y -12 volts. La longitud del cable RS-232C depende de las características eléctricas, pero en general no debe superar 15 metros, así como también la capacidad máxima del cable recomendada son 2500 picofaradios y el conector típico utilizado es un DB-25. Esta interface cuenta con 25 pines, aunque no necesariamente se utilizan los 25 pines, para las conexiones entre DTE y DCE suelen bastar de 4 a 8 pines.

A continuación se describen las funciones de las 25 líneas o pines:



INTERCONEXION RG-252

Fig. 1.29

Circuito AA. Masa de protección: el conductor esta conectado eléctricamente al chasis del equipo

Circuito AB. Masa de señal: masa común a todos los circuitos. Establece la referencia del potencial de masa para el resto de las líneas. En realidad no tiene nada que ver con una tierra o masa verdadera, solo es un circuito de referencia común.

Circuito BA. Datos transmitidos: señales de datos que se transmiten desde el DTE hasta el DCE. Estas son las señales que representan los datos del usuario.

Circuito BB. Datos recibidos: señales de datos de usuario que se transmiten desde DCE hasta el DTE.

Circuito CA. Petición de transmisión (RTS Request To Send): señal dirigida desde el DTE hasta el DCE. Esta línea notifica al DCE que el DTE dispone de datos para transmitir. El circuito CA se emplea también en líneas semiduplex para controlar el sentido de la transmisión de datos. La transición de esta línea desde el estado desconectado (OFF) al estado conectado (ON) notifica al DCE que debe tomar las acciones necesarias para permitir la transmisión.

Circuito CB. Permiso para transmitir (CTS Clear To Send): señal procedente del DCE, con la que se indica al DTE que ya puede transmitir sus datos. La señal CTS puede activarse al recibir una señal portadora en línea procedente del modem remoto. La temporización del circuito CB varía de un modem a otro.

Circuito CC. Equipo de datos preparado (DSR Data Set Ready): señal procedente del DCE, con la que se indica una de las siguientes condiciones: (a) que la terminal está "descolgada", es decir conectada, al canal de una línea conmutada, (b) que el DCE está en modo transmisión de datos (y no en modo de comprobación, o en modo vocal), (c) que el DCE ha completado las funciones de sincronización y responde con tonos.

Circuito CD. Terminal de datos preparado (DTR Data Terminal Ready): señal del DTE, con la que se indica que el terminal u ordenador están encendidos, que no se detecta ningún indicio de mal funcionamiento y que no se encuentra en modo de pruebas. Por lo general, la línea CD permanecerá activada siempre que el equipo esté listo para transmitir o para recibir datos. En configuración conmutada, una señal de timbre procedente del nodo remoto suele activar al CD. CD mantiene el canal conectado.

Circuito CE. Indicador de timbre (RI Ring Indicator): señal procedente del DCE, con la que se indica que se está recibiendo una señal de timbre a través de un canal conmutado.

Circuito CF. Detector de recepción de señales en línea: señal procedente del DCE, con la que se indica que se está detectando la señal portadora generada por el modem remoto. También se conoce Detección de portadora en línea (DCD Data Carrier Detect).

Circuito CG. Detector de la calidad de la señal: señal procedente del DCE, con la que se indica que la señal recibida tiene la calidad suficiente para suponer que no ha aparecido ningún error.

Circuito CH y CI. Selector de la velocidad binaria de la señal: señales procedentes del DTE y del DCE, respectivamente, que indican la capacidad de señalización de los datos, en las máquinas dotadas de velocidad dual. Algunos dispositivos son capaces de transmitir a velocidades binaria variables.

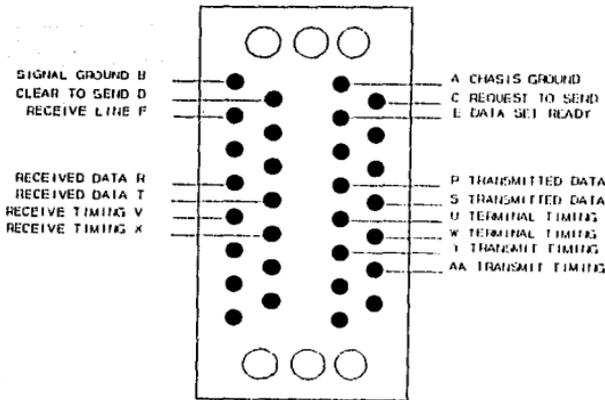
Circuito DA. Temporización del elemento de señal del transmisor: señales procedentes del DTE que proporcionan la temporización a las señales de datos que estén siendo transmitidas por el circuito BA (Datos transmitidos). El que genera esta señal es el DCE; si es el DTE el que proporciona el sincronismo, el circuito empleado es el DA.

Circuito DD. Temporización del elemento de señal del receptor: señales procedentes del DCE que proporcionan al DTE la temporización necesaria para las señales de datos que sean recibidas por el circuito BB (datos recibidos).

Existen dos interconexiones especiales que son:

V.25 (RS-366) de 23 circuitos funcionales y 2 tierras, para modems con autodiscado.

V.35 de 34 circuitos que es la forma estándar del CCITT de gobernar transmisiones de datos a 48 kbps, usando circuitos de la banda 60-108 KHz (Fig. 1.30).

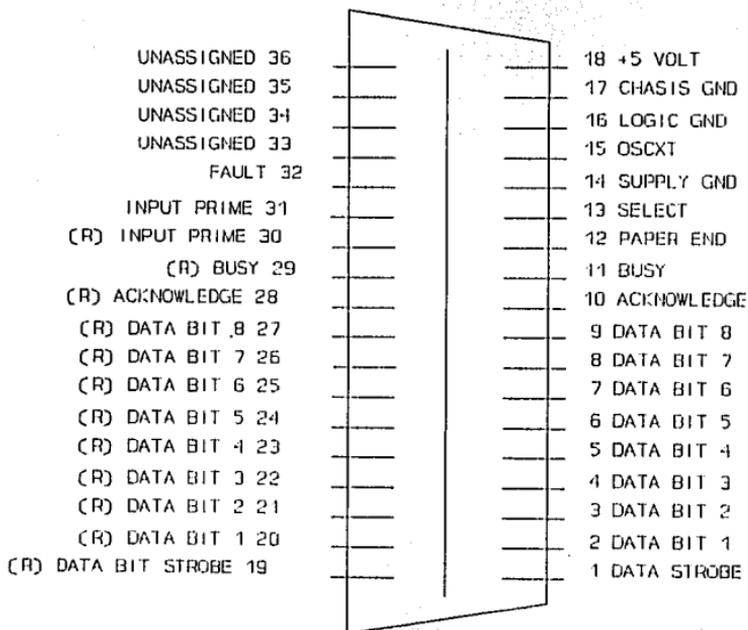


INTERCONEXION V.35

Fig. 1.30

## INTERFACE CENTRONICS

Por otro lado tenemos una interface paralela tipo centronics, la cuál ha ganado mucho terreno en distancias cortas debido a su rápida transferencia "de bytes" (Fig.31).



## INTERCONEXION CENTRONICS

Fig. 1.31

### 1.8 MEDIOS DE TRANSMISION

El medio de Transmisión, es la facilidad física usada para interconectar estaciones de usuario y dispositivos, para crear una red que transporte mensajes entre los mismos.

Los medios son clasificados:

- Par de cables torneados
- Cable coaxial de banda angosta
- Cable coaxial de banda ancha
- Fibra óptica

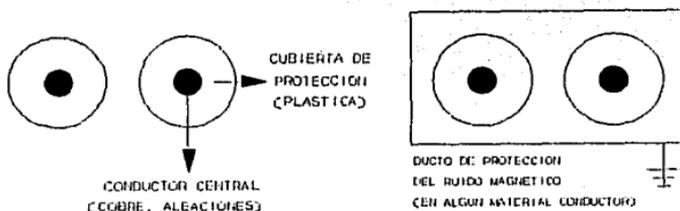
#### CABLES TORNEADOS

El cable de par trenzado es, con gran diferencia el más barato de todos los tipos de medios de interconexión para red. Consiste En dos conductores aislados trenzados entre si, de modo que cada uno este expuesto a la misma cantidad de "ruido" de interferencia procedente del entorno del otro. Al trenzar los hilos, el ruido se reduce, pero no se elimina. El cable de pares trenzados se vende en una amplia gama de secciones y de pares. Los conductores tienen un número de calibre (American Wire Gauge o AWG) basado en su diámetro. Para su uso en redes, los cables de calibre 22 y 24 son los dos tipos más comunes, en muchos casos las redes utilizan mazos de 25 pares.

**Características:** Puede usarse en cualquier topología y transportar tanto señales digitales como analógicas; una red típica puede tener conectado hasta 1000 dispositivos del usuario; alcance máximo de 3 kilómetros, dependiendo del equipo; permite trabajar en half duplex y full duplex; ancho de banda hasta de 1 Mbps; bajo costo; tiene una alta tasa de error a grandes velocidades; baja inmunidad al ruido, interferencia, etc. Requiere protección especial, blindaje, ductos, etc. Para una pequeña red de área local con un número limitado de usuarios, el par trenzado es la elección ideal porque es al mismo tiempo barato y fácil de usar (Fig. 1.32).

#### CABLE COAXIAL.

El cable coaxial es casi tan fácil de instalar como el par trenzado, y es el medio de transmisión elegido por muchas redes de área local. Como se ve en la figura el cable coaxial esta formado por un conductor de cobre rodeado de un aislante. la camisa exterior de cobre o aluminio, actua como conductor y también proporciona protección. El cable coaxial tiene dos modalidades: banda ancha y banda base, y si bien es mas caro que el par trenzado puede transmitir datos a velocidades muy superiores y distancias mucho mayores.



CORTE DE UN PAR DE ALAMBRE TORCIDO

Fig. 1.32

**CABLE COAXIAL DE BANDA ANGOSTA**

Este cable es de un solo canal, el cual transporta en cada momento un solo mensaje a una velocidad muy elevada. Su conductor portador va rodeado por una malla de cobre, y el diámetro total del cable suele ser aproximadamente de 9.5 mm. La información digital se transmite en serie, es decir de bit en bit, ocupando el ancho de banda del cable (Fig. 1.33).

**CARACTERÍSTICAS :** Existen 150 variedades de cables coaxiales que transmiten una señal digital simple en half duplex ; no hay modulación en frecuencia.

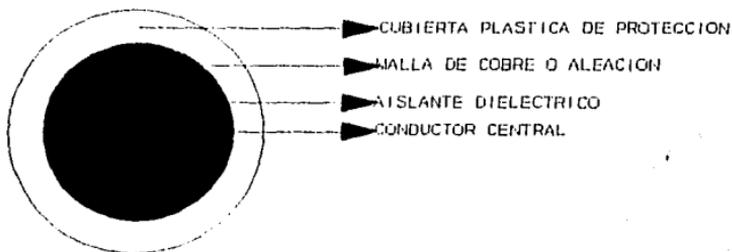
Diseñados principalmente para comunicaciones de datos, pero pueden acomodar aplicaciones de voz (no tiempo real); es un medio pasivo donde la energía es provista por las estaciones del usuario. Uso de enchufes especiales para conexión física; se conectan al transmisor-Receptor: Transceptor (Transceiver).

Se usa una unidad de interconexión a la red ("NIU" Network Interface Unit), independiente o integrada, para conectar la estación del usuario a la red.

Con el uso de repetidores, se alargan las distancias en las comunicaciones (regeneradores de señal). Generalmente usado con topología canal (bus) lineal, árbol y en algunas ocasiones en anillo. Una red típica contiene de 200 a 1000 dispositivos, alcance de 1 a 10 km. dependiendo del equipo. Ancho de banda 10 MBPS; bajo costo, simple de instalar y bifurcar. Poca inmunidad a los ruidos, puede mejorarse con filtros.

El ancho de banda puede transportar solamente un 40% de su carga para permanecer estable.

Se requiere conductos en ambientes hostiles, para su aislamiento.



CORTE DE UN CABLE COAXIAL (BANDA BASE)

Fig. 1.33

#### CABLE COAXIAL DE BANDA ANCHA

Los sistemas de banda ancha pueden transportar al mismo tiempo distintas señales transmitidas a diferentes frecuencias. Este es el método mas adoptado por las compañías de televisión por cable, utilizando cable coaxial de banda ancha de 75 ohms. Los abonados pueden elegir entre varias estaciones distintas, cada una de las cuales transmite en su propia frecuencia asignada. Con este tipo de cable es posible utilizar tan solo un cable con amplificadores bidireccionales, o bien emplear el método de los dos cables. En cualquiera de los dos casos, las señales de portadora se envían a un punto central conocido como el extremo de la cabeza (head end), desde el cual se retransmiten a todos los puntos de la red.

En el método de un solo cable el uso de este se subdivide por separación de frecuencias, afin de conseguir la transmisión bidireccional de datos. Las compañías comerciales de cable utilizan canales de 6 MHz para las comunicaciones en sentido directo (6 MHz/canal x 56 canales) y 25 MHz para el recorrido de datos de retorno (6 MHz/canal x 4 canales). Los 25 MHz dedicados a los datos de retorno pueden utilizarse para varios canales de banda estrecha (Fig. 1.34).

### CARACTERISTICAS

Es el mismo usado en redes de televisión por cable, se usa FDM.

Se combina voz, dato y video simultáneamente.

Se permite voz y video en tiempo real.

La señal de cable es en modo analógico de radio frecuencia (RF) y por lo tanto los datos deben ser modulados antes de la transmisión, usando un modem RF.

Todas las señales son HDX, pero usando 2 canales se obtiene FDX.

El cable coaxial de banda ancha se considera un medio activo ya que la energía se obtiene de los componentes de soporte de la red y no de las estaciones del usuario conectadas.

Instalación más dificultosa que en la banda base (base band)

Se usan amplificadores y no repetidores.

Debido a las amplificaciones y al alto número de canales se pueden conectar hasta 25,000 dispositivos con un alcance de hasta 5 km.

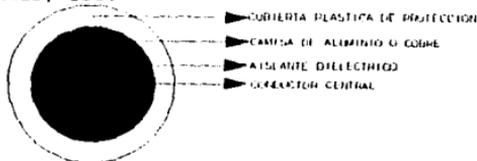
Topologías: Canal y Arbol.

Ancho de banda máximo: 400 MHz. Puede transportar el 100% de su carga.

Mejor inmunidad a los ruidos que el banda base.

Es un medio resistente que no necesita conducto.

Su costo es alto. Se necesitan modems en cada estación del usuario, lo que aumenta aún más su costo y limita las velocidades, etc.



CORTE DE UN CABLE COAXIAL (BANDA ANCHA)

Fig. 1.34

## CAPITULO II

# Ruido y circuitos electrónicos para la comunicación de Datos

## CAPITULO II RUIDO Y CIRCUITOS ELECTRONICOS EN COMUNICACIONES

### 2.1 CONCEPTO DE RUIDO.

El término ruido se refiere, común y generalmente, a toda señal no deseada que se presente en la información original.

Las fuentes de ruido en el sistema de comunicación son muchas: ruido térmico en los amplificadores, inducción por las líneas de potencia, en el equipo multiplex, tonos de interferencia de señalización y otras que se mencionarán para definir un cierto tipo de ruido en especial.

De este ruido en general, se hacen tres clasificaciones:

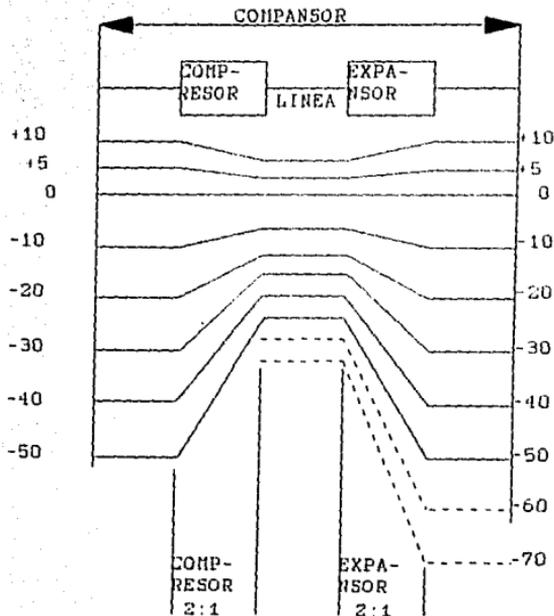
- Ruido térmico o de Johnson.- donde la fuente de ruido son incrementos de temperatura, por ejemplo una antena al recibir radiación desde el sol, los elementos resistivos al disipar calor, etc.
- Ruido generado por el hombre.- acoplamiento electromagnético, vibraciones mecánicas que se convierten en disturbios eléctricos.
- Ruido errático.- al ruido que no se produce en forma continua, por ejemplo tormentas eléctricas, variaciones violentas de voltaje.

Así mismo, se le dan nombres específicos al ruido: ruido con señal, ruido impulsivo.

### 2.2 TIPOS DE RUIDO

#### RUIDO CON SEÑAL

Este tipo de ruido se refiere al que se agrega al sistema transmisor, por ello y para mejorar la calidad de la señal se introducen compresores en el circuito de transmisión. Dicho elemento comprime el rango dinámico de las frecuencias vocales en el sistema de transmisión y expande este rango en el extremo opuesto (Fig. 2.1).



COMPRESOR

Fig. 2.1

Al comprimir el rango dinámico se desplaza la señal respecto al ruido. En ausencia de señal el expansor introduce las máximas pérdidas. Para realizar la medida del ruido se envía un tono del mismo nivel que el punto focal (1004 Hz. anulando así la acción del compansor) y, en el lado receptor, con un filtro sintonizado a esa frecuencia, se hace la medición del ruido. No hay que confundir ruido con señal y relación señal a ruido, ya que ésta última es un parámetro limitante, de gran importancia, para nuestro canal de datos y que en todo momento debe tener un valor superior a 24 Db.

## CAPITULO II RUIDO Y CIRCUITOS ELECTRONICOS EN COMUNICACIONES

### RUIDO IMPULSIVO

En transmisión de datos es el de mayores efectos perturbadores, producidos por la red telefónica conmutada, está constituido por impulsos relativamente estrechos (cerca de 1 ms), con una amplitud comparable y a veces superior al nivel de la señal transmitida y que se presenta en ráfagas de un segundo de duración.

Las causas del ruido impulsivo son, entre otras: defectos en tomas de tierra de las centrales, acoplamiento tanto en las centrales como en las líneas, montaje defectuoso en las centrales de transmisión y conmutación, si un cable no tiene malla o no está aterrizado la proximidad con líneas de alta tensión y vías férreas electrificadas produce también ruido impulsivo; sin embargo las fuentes principales son las acciones de las personas que actúan sobre las instalaciones, por ejemplo al iniciar o terminar una llamada un abonado provoca un número de activaciones y desactivaciones de relés que consecuentemente producen picos de tensión y transitorios que se inducen en las líneas.

Los equipos empleados para la medición del ruido impulsivo, traen contadores que nos permiten checar que el umbral del ruido impulsivo no sobrepase cierto límite. Estas limitaciones son:

Circuito de calidad normal

Circuito de calidad especial

No.de impulsos:  $\leq$  a 18  
Umbral : -20 Dbmo

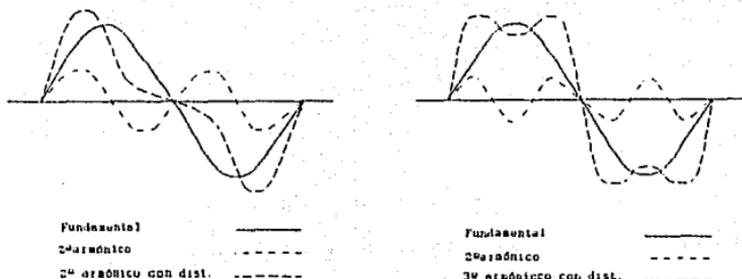
No. de impulsos: 18  
Umbral : -23dBmO

La medida puede ser realizada cargando al otro extremo con 600 ohms o bien, enviando un tono de prueba de 1004 Hz.

Una característica fundamental de observar para que la transmisión resulte satisfactoria es la distorsión.

### DISTORSION

Es debida a la falta de linealidad en los amplificadores y demás dispositivos electrónicos que añaden componentes a la señal de entrada, estos componentes indeseables son armónicos los cuales provocan que la señal a la salida pueda resultar irreconocible, en circuitos de voz los que más afectan son el segundo y tercer armónico. En la siguiente figura se representa una señal distorsionada (Fig. 2.2a y 2.2b).



SEÑAL DISTORSIONADA  
 Fig. 2.2 (a y b)

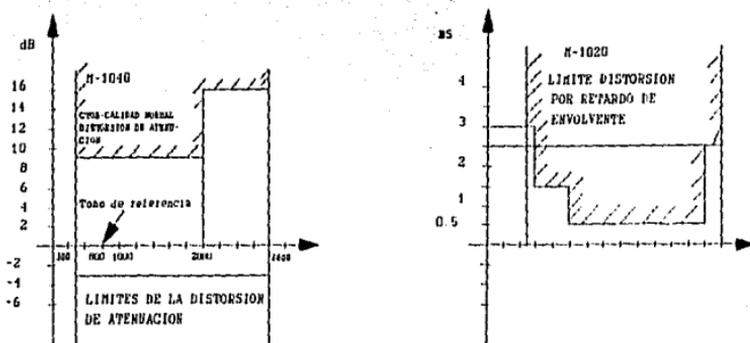
Un tipo importante de distorsión es la llamada característica de distorsión de atenuación, que es debida a la falta de linealidad en el módulo de la función de transferencia y cuyo valor se puede obtener de dos formas:

En la primer forma se obtiene la característica estática de distorsión de atenuación, restando a la atenuación en cada frecuencia el valor de la atenuación del tono de prueba (1004 Hz.), pero ésta característica sólo proporciona una idea de la estructura del canal.

El segundo método de medida proporciona la característica dinámica de distorsión y se obtiene al enviar dos tonos, uno de ellos es el tono de prueba y el otro el tono a medir; de esta forma en vez de enviar una frecuencia pura al medio de transmisión, se envía un espectro de señal para simular la transmisión de datos. Una vez recibidos los dos tonos, se comparan y se obtiene en el receptor la diferencia entre los niveles de uno y otro.

La diferencia en magnitud entre los dos procedimientos oscila alrededor de 1 dB. Para mayor comprensión véase la figura 2.3 a.

Para compensar ésta distorsión se proporcionan retardos adicionales a la propagación de la banda del circuito, con unos dispositivos llamados igualadores de retardo. Vea la Fig. 2.3 b.



MEDIDA DE LA DISTORSION  
Fig. 2.3 (a y b)

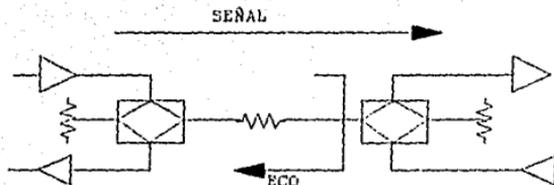
Otra característica de importancia, en Tx es el llamado eco.

#### ECO

Los circuitos de cuatro cables deben operar con una ganancia unitaria (cero pérdidas entre terminales); sin embargo esto es ideal, ya que los circuitos de datos se diseñan para tener 16 Db de pérdida entre terminales.

Normalmente los circuitos bidireccionales de dos cables se conectan a una troncal de cuatro cables, la cual enruta el tráfico a la red; a la impedancia formada entre la unión de 4 y 2 cables se le llama "eco", el cual provoca reflexiones en sentido contrario (de regreso hacia el usuario).

El eco se controla introduciendo pérdidas, quizá sonará desconcertante porque es lo que tratamos de eliminar, pero la atenuación de la señal, de acuerdo con ciertas reglas, reduce el eco. Vea la Fig. 2.4, que se muestra a continuación.



Representación del control del Eco

Fig. 2.4

RUIDO TERMICO

J.B.Johnson en 1928, de Bell Laboratories, fue el primero en encontrar experimentalmente que un resistor metálico podría ser la fuente de fluctuaciones espontáneas de voltaje, con un valor cuadrático medio dado por:

$$\overline{V^2} = 4KTRB$$

T= temperatura del resistor ( K).  
 R= resistencia del resistor (ohms).  
 K= cte. de Boltzman ( $1.38 \times 10^{-23} \text{ J/}^\circ\text{K}$ )  
 B= ancho de banda arbitrario.

Aplicando el teorema de Norton :  $i = V/R$  ,  $i^2 = V^2 / R^2$  , se obtiene el valor cuadrático medio para el modelo de la fuente de corriente:

$$\overline{i^2} = 4KTGB \quad \text{donde } G = 1/R$$

La densidad espectral de potencia correspondiente en Watts/Hz. es:

$$G_n(f) = KT/2 = n_o/2$$

## CAPITULO II RUIDO Y CIRCUITOS ELECTRONICOS EN COMUNICACIONES

Por su parte Harry Nyquist recurrió a un modelo termodinámico, suponiendo equilibrio térmico, para deducir la ecuación a la que había llegado Johnson; dicha suposición puede ser utilizada para los cálculos de ruido térmico en circuitos de microondas, radiación del cuerpo negro (aquel que emana energía: sol, estrellas, atmósfera.), láser, etc.; Nyquist ideó el prototipo del circuito oscilador armónico de la física moderna, donde conecta eléctricamente al resistor, en paralelo, a elementos de almacenamiento de energía: un inductor (para almacenar corriente) y un condensador (para almacenar voltaje), en dichos elementos se concentrará la energía térmica del resistor (vea la Fig. 2.5).

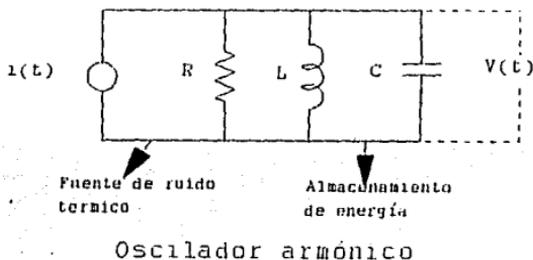


Fig. 2.5

Este circuito oscilatorio se puede extender a sistemas no eléctricos, donde  $G$ ,  $L$  y  $C$  son los homólogos eléctricos, por ejemplo una combinación de masa y muelle donde  $G$  representa los elementos disipadores; también en circuitos ópticos y de microondas donde  $LC$  equivalen a una cavidad resonante y  $G$  a su disipación. La frecuencia de resonancia del circuito oscilatorio es:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

En donde los niveles discretos de energía están dados por:

$$E_n = (nh + 1/2) f_0 \quad \begin{array}{l} h = \text{constante de Planck } (6.6257 \times 10^{-34} \text{ J-s}) \\ n = 0, 1, 2, \dots \end{array}$$

## CAPITULO II RUIDO Y CIRCUITOS ELECTRONICOS EN COMUNICACIONES

Al energizar al circuito oscilador armónico a  $T^{\circ}K$ , vamos a tener varios niveles de energía, obteniéndose de ésta un promedio, dado por la siguiente ecuación:

$$\bar{E} = \frac{\sum_{n=0}^{\infty} E_n e^{-En/kT}}{\sum_{n=0}^{\infty} e^{-En/kT}} = \frac{h f_0}{2} + \frac{h f_0}{e^{hf_0/kT} - 1}$$

$\bar{E}$  = energía promedio de vibración de las moléculas.

Analizando la ecuación vemos que a temperaturas bajas tenemos el nivel de energía mínima, es decir cuando  $KT \ll h f_0$

$$\bar{E} = h f_0 / 2.$$

A temperaturas altas  $KT \gg h f_0$ ,  $e^{hf_0/kT} = 1 - hf_0 / KT$ , se

tiene que  $\bar{E} = KT$  con  $KT \gg h f_0$ , o sea que la energía promedio del oscilador es proporcional a la temperatura absoluta.

Y como ya se mencionó que hay una energía promedio almacenada en el condensador, ésta se representa matemáticamente:

$$\bar{E}_1 = \frac{1}{2} C \bar{V}^2$$

que es igual a la energía almacenada en el inductor:

$$\bar{E}_2 = \frac{1}{2} L i_L^2$$

Por lo que la energía total almacenada es:

$$\bar{E} = C \bar{V}_2 = \frac{h f_0}{2} + \frac{h f_0}{e^{hf_0/kT} - 1}$$

$\bar{V}^2$  = fluctuación cuadrática media, es decir, el ruido térmico.

## CAPITULO II RUIDO Y CIRCUITOS ELECTRONICOS EN COMUNICACIONES

Considerando que este ruido térmico tiene una densidad espectral  $G_V(f)$ , se tiene:

$$\overline{V^2} = \int_{-\infty}^{\infty} G_V(f) df$$

Para encontrar la densidad espectral  $G_i(f)$ , de la fuente de ruido, en términos de la energía almacenada:

$$\overline{V^2} = \frac{E}{C} = \int_{-\infty}^{\infty} (H(\omega))^2 G_i(f) df$$

De la ecuación pasada, suponiendo que  $G(f)$  varía lentamente y sacando esta variable de la integral, tenemos:

$$G_i(f) = 2 \left( \frac{hf}{2} + \frac{hf}{e^{hf/kT} - 1} \right) \cdot G$$

Ecuación que representa la densidad espectral para la fuente de corriente del ruido térmico asociado al resistor.

Finalmente, la densidad espectral de la potencia total del ruido está dada por:

$$G_n(f) = \frac{k(T_s + T_e)}{2} = \frac{K T}{2}$$

- T= temperatura de ruido del sistema total.
- T<sub>s</sub>= radiación proveniente del espacio.
- T<sub>e</sub>= temperatura de ruido efectiva, formada por el ruido térmico y el de disparo.

El término figura de ruido (F), se usa para saber que tan ruidoso es nuestro sistema receptor y se define como la relación de la potencia de ruido, que aparece a la salida del sistema, a la que aparecería si el sistema no generara ruido por sí mismo. Así, la densidad espectral de potencia, usando el concepto de cifra de ruido, es:

$$G_n(f) = \frac{FKT_s}{2} \quad ; F \gg 1$$

## CAPITULO II RUIDO Y CIRCUITOS ELECTRONICOS EN COMUNICACIONES

Así también, la cifra de ruido y la temperatura de ruido se relacionan mediante la expresión:

$$F = 1 + \frac{T_e}{T_s}$$

### 2.3 PROBABILIDAD DE ERROR

En los sistemas de transmisión binaria, el ruido provoca dígitos erróneos; por eso es necesario saber que se espera del sistema en cuestión y la forma recomendable de saberlo es por medio de la probabilidad de error.

A continuación, llevaremos a cabo dicho estudio tomando dos consideraciones para facilidad del mismo, primeramente supondremos que se trata de una señal en banda base (llamada así por que se transmite sin modular), y la segunda suposición es que la amplitud de los pulsos son de  $\{A\}$  volts.

Como el ruido  $n(t)$  se agrega a los pulsos binarios, al decodificarlos se toma el valor de decisión de que si el voltaje es mayor  $A/2$  volts, equivale a un 1 y, si el voltaje es menor  $A/2$  volts equivale a un 0. Con esto es lógico deducir que el error se presenta, en el caso de enviar un 1, si la muestra  $\{v\}$  de la señal más el ruido no sobrepasa los  $A/2$  volts, por lo que:

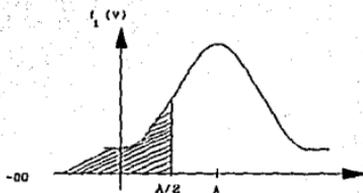
$$P_{e1} = \text{Prob} ( v < A/2 ) = \int_{-\infty}^{A/2} f_1(v) dv$$

$P_{e1}$  = probabilidad de error al transmitir un 1

$f_1(v)$  = función de densidad para el símbolo 1.

donde: 
$$f_1(v) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}}$$

Esta función se muestra gráficamente en la Fig. 2.6.



Densidad de probabilidad al transmitir un pulso positivo

Fig. 2.6

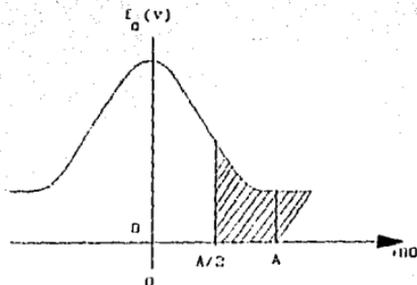
Para el caso de enviar un cero, deducimos que habrá un error si el ruido sobrepasa los  $A/2$  volts de amplitud, el voltaje compuesto  $\{v(t)\}$  sería igual al ruido  $n(t)$ , es decir, el error se presenta si hay un valor comprendido entre  $A/2$  e  $\infty$ , la función de densidad para el símbolo 0 (véase la Fig. 2.7), es:

$$f_0(v) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-v^2/2\sigma^2}$$

y la probabilidad de error respectiva:

$$P_{e0} = \text{Prob}(v > A/2) = \int_{A/2}^{\infty} f_0(v) dv$$

En la figura 2.7, se muestra la densidad espectral para el caso de transmitir un 0 (cero), esto es, un pulso negativo.



Densidad de probabilidad al transmitir un pulso negativo

Fig. 2.7

Para encontrar la probabilidad de error del sistema  $\{P\}$  notese que los dos eventos son mutuamente excluyentes, por lo que las probabilidades se pueden sumar, pero también son condicionales y se debe multiplicar cada una por la probabilidad de ocurrencia a priori, es decir:

$$P_e = P_0 P_{e0} + P_1 P_{e1}$$

Observando las áreas sombreadas en las figuras, podemos detectar que las probabilidades condicionales son iguales :

$P_{e0}$  y  $P_{e1}$ , para éste ejemplo, y suponiendo que las dos señales binarias pueden ocurrir igualmente:  $P_0 = P_1 = 1/2$ , obtenemos que

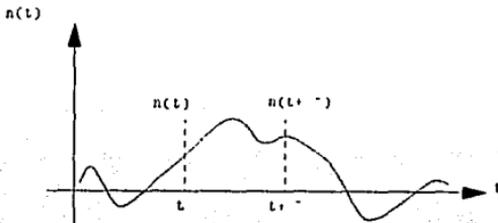
$$P_e = P_{e0} \quad \text{ó} \quad a \quad P_{e1}$$

$$P_e = \frac{1}{2} \left( 1 - \operatorname{erf} \frac{A}{2\sqrt{2}\sigma} \right) \quad ; \quad \operatorname{erf} x = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-y^2} dy$$

Esta última ecuación da la probabilidad de error,  $P_e$ , en la decodificación de cualquier dígito en un mensaje largo. También se observa de la ecuación, que  $P_e$  depende de  $A/\sigma$ , donde  $\sigma$  es el ruido rms. Y a la razón  $A/\sigma$  se le llama relación señal a ruido rms.

**CAPITULO II RUIDO Y CIRCUITOS ELECTRONICOS EN COMUNICACIONES**

Un último factor que consideraremos en la parte de ruido, es su espectro de potencia, que se utiliza para medir la distribución de la potencia del ruido en la frecuencia. Dicho espectro de potencia se obtiene, en un proceso aleatorio  $n(t)$ , tomando en cuenta la función de autocorrelación  $R_n(\tau)$ , la que nos proporciona una medición de las variaciones en el tiempo del proceso aleatorio  $n(t)$ . Véase la Fig. 2.8.



Proceso aleatorio

Fig. 2.8

Para el caso aleatorio, formalmente se define la representación espectral de  $n(t)$  como la transformada de Fourier de  $R_n(\tau)$ :

$$G_n(f) = \int_{-\infty}^{\infty} R_n(\tau) e^{-jw\tau} d\tau$$

Para  $R_n(\tau)$  más y más próximo a cero, la función se hace más ancha en frecuencia. Por otra parte,  $R_n(\tau)$  puede encontrarse haciendo la transformada inversa de Fourier en  $G_n(f)$ :

$$R_n(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} G_n(f) e^{jw\tau} df$$

En donde :  $R_n(0) = E(n^2)$ , es el segundo momento del valor esperado.

$R_n(0) = P_{pr}$ , es la potencia total de la onda de ruido.

$$\text{Así que, } R_n(o) = E(n^2) = \int_{-\infty}^{\infty} G_n(f) df$$

Llegando finalmente a  $G_n(f)$ , que es el espectro de potencia.

En el caso especial donde el ruido  $n(t)$  tiene promedio cero,  $E(n) = 0$

$$N = \int_{-\infty}^{\infty} G_n(f) df$$

La potencia promedio o varianza,  $N$ , está relacionada directamente con la densidad espectral  $G_n(f)$ .

#### 2.4 ADAPTADOR DE INTERFACE DE COMUNICACION ASINCRONA

El Adaptador de Interface de Comunicación Asíncrona (ACIA), permite a los datos ser transmitidos en un formato serial con solamente una línea. El ACIA puede funcionar como un convertidor de serie a paralelo o como un convertidor de paralelo a serie. Los datos pueden ser enviados a el ACIA en las líneas D0-D7 siendo entonces convertidos en una serie de 1's y 0's en el ACIA y enviados al receptor mediante solo una línea. Asimismo los datos en forma de 1's y 0's pueden ser recibidos por el ACIA de una fuente externa convirtiéndolos en un formato paralelo en el ACIA y así ser enviados sobre las líneas D0-D7 al microprocesador. Como podemos imaginar, una gran cantidad de operaciones deben realizarse cuando los datos son recibidos o transmitidos en un formato serial o paralelo; para resolver cuestiones como 1) Dónde cada grupo de bits inicia y dónde termina, 2) Cómo es que el ACIA reconoce que va a transmitir o recibir datos, 3) Cómo es que el ACIA detecta si un bit es perdido; para resolver las preguntas anteriores analizaremos el funcionamiento del ACIA.

#### FUNCIONAMIENTO GENERAL

En cualquier tipo de comunicaciones de datos 2 términos son utilizados, síncrono y asíncrono. En la transmisión síncrona, la velocidad de los datos es amarrada al reloj del sistema. El receptor y el transmisor deberán sincronizarse. Usualmente, un elemento hará una petición de datos a el otro elemento, esperará

## CAPITULO II RUIDO Y CIRCUITOS ELECTRONICOS EN COMUNICACIONES

un período y entonces leerá el dato (asumiendo que los datos se encuentran en el bus durante el período de espera). En transmisión asíncrona, los bits de inicio y los bits de parada son adicionales a la palabra de datos para permitir al receptor conocer donde cada palabra inicia y donde finaliza. Después de que el receptor detecta el bit de parada (fin de la palabra de datos) espera un momento para la detección de la próxima palabra de datos. Las palabras de datos no son amarradas al sistema de tiempo.

### **BAUD RATE**

Este término es usado frecuentemente en la comunicación serial, pero también con frecuencia es mal entendido. UN BAUD es definido como el recíproco de la duración del pulso más pequeño en la palabra de datos (señal), incluyendo el bit de inicio de parada y los bits de paridad. Este término con frecuencia es tomado igual que bits por segundo, un término que expresa solamente el número e bits de datos transferidos por segundo. Continuamente el bit de paridad es incluido en la información o bits de datos.

### **BIT DE INICIO**

El primer bit de una palabra de datos seriales indica el comienzo de la transmisión de una serie de bits de datos. Este bit es usualmente detectado como una transición de "1" a "0" o una transición de "marca a espacio".

### **BIT DE PARADA**

El último bit de una palabra de datos seriales que indica el final de una palabra. Este bit es usualmente un alto.

### **BIT DE PARIDAD**

Cuando son transmitidos series de bits es común para el transmisor adicionar lo que son conocidos "bits de paridad" para ordenar los bits de datos transmitidos. Dos tipos de paridad son usados, paridad par e impar. Si la paridad es impar el número de "1's" transmitidos, incluyendo el bit de paridad, deberá ser impar. Por ejemplo, si la palabra de datos contiene 3 "1's" el bit de paridad será cero. Si contiene 4 "1's" un "1" será adicionado por el transmisor de forma tal que el número de "1's" transmitidos es impar. El mismo principio aplica a la paridad par. Un "1" ó "0" será adicionado en el bit de paridad de tal forma que la suma de bits transmitidos sea un número par. El receptor en ambos casos,



## CAPITULO II RUIDO Y CIRCUITOS ELECTRONICOS EN COMUNICACIONES

### Nota:

La Baud rate y el número de bits de datos transmitidos por segundo no son lo mismo. La baud rate de 110 incluye los bits de inicio y de parada, mientras que la velocidad de 80 bits por segundo incluye solamente los bits de información (incluyendo el bit de paridad). En la Fig. 2.9. una palabra de 7 bits en código ASCII fue transmitida. El ACIA tiene varias opciones a ser seleccionados como lo son: el numero de bits de datos (7 u 8), paridad par o impar y el numero de bits de parada.

La tabla 2.1 nos proporciona un relación de tiempos para diferentes baud rates que se manejen en el ACIA.

Para enviar el carácter X(58<sub>16</sub>) en código ASCII, con un bit de inicio, un bit de paridad y 2 bits de parada el tren de pulsos serial.

TABLA 2.1 BAUD RATE DATA

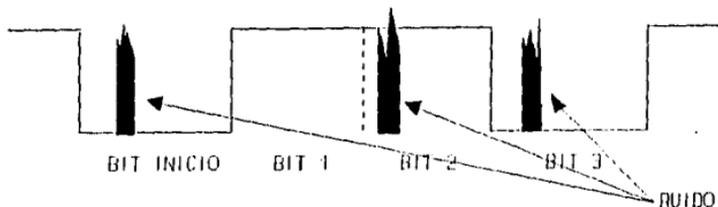
BAUD RATE	110	150	300	1200
BIT TIME (mSEC)	9.09	6.66	3.33	.833
CHARACTER TIME	.1 SEC	0.73	.0366 SEC	.0092SEC
CHARACTER/SEC	10	13.7	27.32	.108.7
DATA BITS/SEC	80	110	218.6	870

En la tabla anterior se asume que existe un bit de inicio, 8 bits de datos (incluyendo el de paridad) y dos bits de parada o lo que lo es lo mismo 11 bits por carácter.

### BIT DE SINCRONIZACION

Como sabemos, los datos son transmitidos en forma serial por una línea, por lo que es posible encontrar errores al tratar de leer estos datos. Para reducir estos errores de lectura de datos se utiliza la técnica de muestreo y de esta manera poder encontrar el primer bit de datos a transmitir (bit de inicio). después que se ha encontrado el bit de inicio para cada carácter se continua con el muestreo de cada bit que compone el carácter. Es decir se trata de calcular el intervalo de tiempo que dura cada bit.

Si por el contrario, el bit de inicio se muestreo con pequeños pulsos anormales (RUIDO) se determina que el bit de inicio resulto erróneo, como se muestra en la Fig. 2.10. Del mismo modo, si el muestreo se esta realizando en algún bit, posterior al bit de inicio, el bit 2 y 3 como se muestra en la fig. anterior se considera como valido en las ranuras de tiempos señaladas como ruido sus valores serían erróneos y el circuito de detección de paridad no encontraría error, pues el numero de 1's seriales es correcto.



LECTURA DEL CARACTER EN PRESENCIA DE RUIDO

Fig. 2.10

El método para lograr reducir grandemente este tipo de errores en cada bit, es muestreando varias veces el bit de inicio, y si resulta valido se continua el muestreo del resto del carácter con solo un pequeño pulso al centro de cada bit. El realizar la lectura de cada bit únicamente al centro reduce un posible error causado por ruido en la línea. Aun así, el muestreo es acompañado por un reloj externo. Este reloj tiene una frecuencia de 16, 32, 64 cambios en la baud rate que se esta utilizando.

A mayor frecuencia de este reloj, será menor la posibilidad de que ocurra un error en la lectura del bit.

El ACIA tiene un reloj a una frecuencia de 16, 32 y 64 cambios en la baud rate. Estas frecuencias son señaladas como + 16, + 32 y + 64 respectivamente.

El receptor puede detectar la transición del bit de inicio, el cual será muestreado con ayuda del reloj externo. Si el bit permanece en bajo durante 9 cambios de la señal de reloj (modo 16) el bit se valida como el inicio del carácter y es desplazado dentro del registro del ACIA y se toma como marca central para que posteriormente después de 16 pulsos (modo + 16), se vuelva hacer una lectura el bit para determinar si es "1" ó "0".

Si la frecuencia del reloj está en 64 (modo + 64), el bit de inicio será validado en el pulso previo al 33 muestreo. Los bits restantes serán validados cada 64 pulsos como tiempo central.

## CAPITULO II RUIDO Y CIRCUITOS ELECTRONICOS EN COMUNICACIONES

Si se realizara una amplificación de los bits se observaría como en la Fig 2.11, en donde se nota que el reloj ayuda realmente a encontrar el tiempo central del pulso, los pulsos de ruido se van aislando cada vez más de la información.

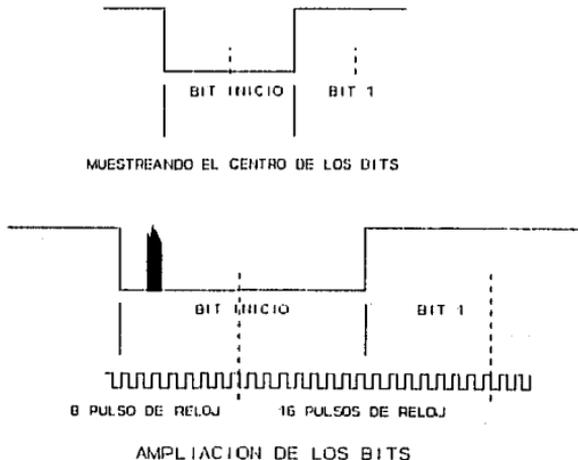


Fig. 2.11

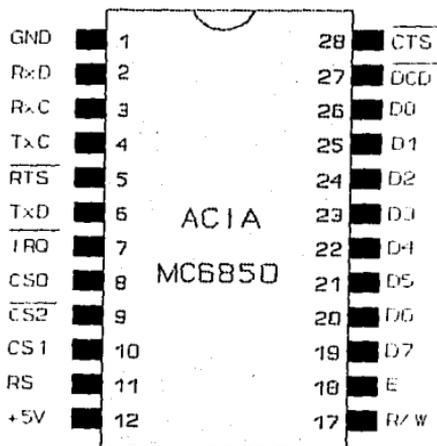
### 2.5 DESCRIPCION DEL ACIA

El ACIA utiliza tecnología NMOS. Este circuito de 24 pines ocupa 8 para los bits de datos con formato serial. El ACIA se comunica (recibe o transmite) con la unidad microprocesadora mediante los 8 bits de datos bidireccionales, como lo hacen las memorias RAM's y ROM's.

El ACIA tiene 4 registros que pueden ser direccionados por el microprocesador. El registro de estado o registro de diagnostico el registro receptor de datos (RDR) son solamente registros de lectura, lo que significa que el microprocesador no puede escribir en ellos. El registro de transmisión de datos (TDR) y el registro de control son solamente registros de escritura, lo que significa que la unidad microprocesadora no puede leerlos.

## CAPITULO II RUIDO Y CIRCUITOS ELECTRONICOS EN COMUNICACIONES

Además de estos 4 registros, el ACIA tienen 3 líneas de selección de chip (CS0, CS1 y CS2), una línea selectora de registro, 1 línea de requisición de interrupción (IRQ), una línea de habilitación (E), una línea de escritura y lectura (R/W), 8 líneas de datos y 7 líneas de control (RxC, TxC, DCD, RTS, RxD, TxD y CTS), el circuito completo lo podemos observar en la Fig. 2.12.



CONFIGURACION DEL ACIA

FIG. 2.12

## CAPITULO II RUIDO Y CIRCUITOS ELECTRONICOS EN COMUNICACIONES

### 2.6 LINEAS DE INTERFACE CON LA UNIDAD MICROPROCESADORA

#### Líneas de Datos Bidireccionales (D0 - D7)

Estas 8 líneas bidireccionales de datos permiten transferir datos entre el ACIA y el microprocesador. La unidad microprocesadora recibe y envía datos de y para el mundo externo a través del ACIA, mediante estas 8 líneas de datos. Cabe hacer mención que el ACIA es un elemento que maneja 3 estados y que permanecerán las líneas de datos en un estado de alta impedancia, excepto cuando la unidad microprocesadora este realizando una lectura del ACIA.

#### Líneas de selección del chip (CS0, CS1 y CS2)

A través de estas líneas, el ACIA es seleccionado (direccionado) ya que estas líneas son amarradas a las líneas de dirección del microprocesador. Para esta selección, las líneas CS0 y CS1 deben estar en "alto" y la línea CS2 debe de estar en "bajo". Después de que el chip seleccionado ha sido direccionado, deberá permanecer en este estado durante la duración del pulso de habilitación, el cual, es solamente el tiempo de la señal del microprocesador para el ACIA.

#### Línea de habilitación

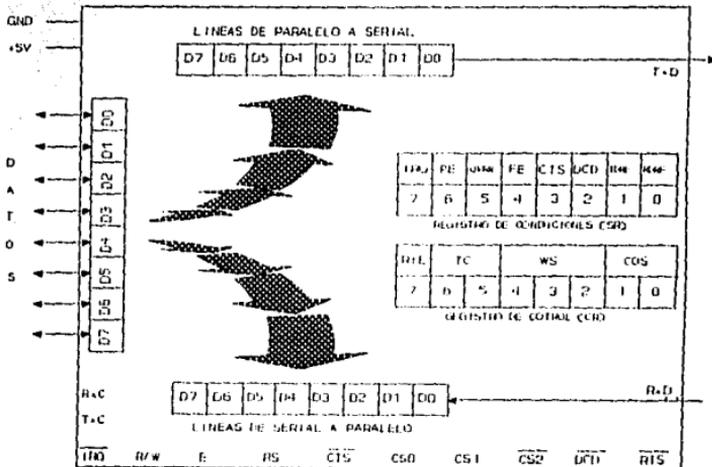
Esta línea sirve para habilitar las entradas y salida de los buffers y los relojes que entran y salen del ACIA .

#### Línea de escritura y lectura

Esta línea es usada para el control de la dirección del flujo de datos entre el bus de datos con formato en paralelo del ACIA y la unidad microprocesadora. Cuando R/W esta en alto (la unidad microprocesadora leyendo), la salida del ACIA es activada y el registro seleccionado es leído por la unidad microprocesadora. Cuando en la línea de escritura y/o lectura existe un bajo (la unidad microprocesadora escribiendo) la salida del ACIA es activada y la unidad microprocesadora escribirá en el registro seleccionado.

#### Selección de Registro

Esta línea en conjunción con la línea de escritura y lectura selecciona ya sea el registro transmisor o receptor de datos o el registro de control y estado del ACIA. Este registro deberá ser amarrado a una línea de dirección de la unidad microprocesadora. Una alto en esta entrada selecciona los registros de recepción y/o transmisión de datos, un bajo selecciona los registros de control o de estado. En la Fig. 2.13 podemos observar al registro selector de línea.



REGISTROS INTERNOS DEL ACIA

Fig. 2.13

## 2.7 LINEAS DE CONTROL DE MODEM

Los datos seriales a ser transmitidos sobre líneas telefónicas deberán ser enviadas al modem que prepara la señal a ser transmitida, son 3 señales entre el ACIA y el modem las que se utilizan.

### CTS (limpiar para enviar)

Esta señal provee control automático de el fin de la transmisión entre un enlace de comunicaciones vía la señal de salida del modem CTS la cual deberá ser un "bajo". Si esta línea no es usada, deberá estar a tierra (un "bajo").

## CAPITULO II RUIDO Y CIRCUITOS ELECTRONICOS EN COMUNICACIONES

### **RTS (petición de envío)**

Esta salida del ACIA habilita a la unidad microprocesadora para el control de un periférico o vía modem el bus de datos. La salida RTS corresponde a el estado del Registro de Control de los bits 5 y 6. Cuando un CR6 es igual a "bajo" CR5 y CR6 igual a "alto", la salida de RTS es un "bajo" (correspondiente a un estado activo). Esta salida puede también ser usada en algunos modems para DTR.

### **CDC (portadora activa)**

Esta entrada provee el control automático del fin. La entrada CDC inhibe e inicializa la sección receptora cuando se encuentra un "alto". Una transición de "bajo" a "alto" de esta línea genera una interrupción para la unidad Microprocesadora, esto es para indicar que una pérdida de portadora ha ocurrido. Si esta línea no es usada, deberá estar a tierra (un "bajo").

## **2.8 LINEAS DE DATOS SERIALES**

El ACIA tiene dos líneas para transferir datos. La línea de transmisión de datos (TxD), es usada para enviar datos y la línea receptora de datos (RxD). Antes de transferir los datos el ACIA inserta automáticamente el bit de inicio. El numero de bits de parada y la paridad par o impar también será especificada en la palabra de datos por las instrucciones de los bits 2, 3 y 4 del registro de control. Como el dato es recibido sobre la línea de recepción de datos, el ACIA usara el bit de parada para checar la presencia de el numero de 1's recibidos, quitando los bits de inicio y de parada de cada palabra de datos antes de realizar la conversión de bits de datos a un formato paralelo, los cuales a su vez serán transferidos a la unidad Microprocesador sobre el bus de datos.

### **RECEPCIÓN DE DATOS (Red)**

A través de esta línea los datos son recibidos en un formato serial. La sincronización interna para la detección de datos es posible con las velocidades de 16 o 64 veces la velocidad de bits por segundo de transmisión (baud rate). Para las velocidades en el rango de 0 a 500,000 bits por segundo es posible llevar a cabo mediante una sincronización externa.

## CAPITULO II RUIDO Y CIRCUITOS ELECTRONICOS EN COMUNICACIONES

### TRANSMISION DE DATOS (TxD)

La línea de salida de TxD es usada para transferir datos en un formato serial para un modem o periférico. Para las velocidades en el rango 0 a 500,000 bits por segundo es posible llevarla a cabo mediante una sincronización externa.

### ENTRADAS EXTERNAS DEL RELOJ

Estas entradas son para proporcionar el reloj de la transmisión y recepción de datos. Las frecuencias de 1, 16 o 64 veces la frecuencia del reloj de velocidad de los datos puede ser seleccionada.

### RELOJ DE TRANSMISION (TxC)

La entrada del reloj para la transmisión es usado para determinar la velocidad de transmisión de los datos. Cuando se inicia la transmisión de datos se empieza con un flanco de bajada de este reloj.

### RELOJ DE RECEPCION (RxC)

Esta entrada es usada para la sincronización de los datos recibidos. El receptor dispara el dato con un flanco de subida del reloj.

### REGISTRO DE TRANSMISION DE DATOS

Este registro de 8 bits se encuentra dentro del ACIA y es usado para retener los datos de la unidad Microprocesador (convertirlos en un formato paralelo a un formato serial, hasta ser transferidos. El dato es escrito en este registro al presentarse un flanco de bajada de la señal de habilitación (E), después que el ACIA ha sido direccionado a través de las líneas CS0, CS1 y CS2.

La línea RS esta en "1" así como también la línea R/W es "0". El bit TDRE (Transmit Data Register Empty), del registro de estado, se mantendrá en un alto hasta que en el registro de transmisión de datos se encuentren los 8 bits, momento en el cual TDRE pasara a un estado "bajo" y entonces los datos serán transmitidos. Si el transmisor esta libre (es decir, que no existan caracteres que se estén transmitiendo) la transmisión ocurrirá en el momento que sea detectado (el flanco de subida) del comando de escritura. Si un dato previo ha sido transmitido, continuara siendo transferido y hasta que sea terminado de transferir se transmitirá el siguiente que se encuentra en espera. Después de que haya sido transmitido el bit TDRE será cambiado a "1" indicado que el registro de transmisión de datos esta vacío.

## CAPITULO II RUIDO Y CIRCUITOS ELECTRONICOS EN COMUNICACIONES

### REGISTRO RECEPTOR DE DATOS

Este registro se encuentra dentro del ACIA retiene los datos que son transferidos de un modem o periférico al ACIA. Después que este registro esta lleno, los datos están listos para transferirse a la unidad Microprocesador en el bus de datos con formato paralelo y el bit RDRF (Receive Data Register Full), que se encuentra en el registro de estado será un "1" indicando que el registro esta lleno. Al ir a "1" el bit RDRF originara que el bit IRQ del registro de estado vaya a "alto", permaneciendo en este estado hasta que el dato sea leído por el Microprocesador tomando en cuenta la dirección del ACIA la cual es determinada a través de las líneas CS0, CS1 y CS2; además, que las líneas RS y R/W deberán estar en "1". Después de que el dato es leído por el MPU, el bit del registro RDRF será reseteado enviándolo a "0", pero el dato permanecerá en el registro receptor de datos.

### REGISTRO DE ESTADO (SR)

Es un registro de 8 bits que se encuentra en el ACIA el cual se encarga de llevar el registro de las condiciones y actividades internas del ACIA. Este registro es solamente de lectura de ahí que el Microprocesador no puede cargar datos, y es usado por el Microprocesador para checar el estado de ciertos eventos. Para leer su contenido el ACIA deberá ser seleccionado a través de las líneas CS0, CS1 y CS2, con la línea del registro de selección (RS) la cual debe permanecer en "bajo" y la línea R/W en "alto".

#### Bit 0 (RDRF) Receive Data Register Full

"1" (a) Indica que el registro receptor de datos esta lleno.

(b) El bit IRQ también será puesto en "1" y permanecerá así, hasta que el dato sea leído por el Microprocesador.

"0" (a) Indica que el contenido de el registro receptor de datos ha sido leído por el MPU. El dato esta retenido en el registro.

(b) Si hay perdida de portadora, la línea DCD ira a "alto" y el bit RDRF será retenido en "0", indicando que el contenido de RDRF no es actual.

(c) Una condición reset también forza al bit RDRF a colocarse en "0".

## CAPITULO II RUIDO Y CIRCUITOS ELECTRONICOS EN COMUNICACIONES

### Bit "1" Transmit Data Register Empty (TDRE)

"1" (a) Indica que el contenido del registro transmisor de datos ha sido transferido y que el registro esta ahora leyendo mas datos.

(b) El bit IRQ también se coloca en "1" y permanece así hasta que se genera una operación de escritura para el registro transmisor de datos.

"0" (a) Indica que el registro transmisor esta lleno.

(b) Cuando "1" es presente en el pin CTS, origina que CTS de SR se coloque en "1" indicando que no esta listo para recibir, por lo que este bit permanecerá en "0".

### Bit 2 Data Carrier Detect (DCD)

"1" (a) Indica que no hay portadora del modem.

(b) El bit IRQ es puesto en "1" y permanece así hasta que el microprocesador lea el registro de estado y el registro receptor de datos o hasta que un MASTER RESET ocurra.

(c) Esto origina que el RDRF permanezca en "0", inhibiendo las interrupciones del RDRF.

"0" (a) La portadora del modem esta presente.

### Bit 3 Clear To Send (CTD)

"1" Indica que la línea clear to send del modem todavía no esta lista para el enlace.

"0" Indica que la línea clear to send del modem esta lista para realizar el enlace.

### Bit 4 Framing Error (FE)

"1" Indica que el carácter recibido esta inapropiadamente estructurado por los bits de inicio y parada. Este error es detectado por la ausencia del 1er bit de parada e indica hay un error de sincronía, existe una falla de la transmisión o existe una condición de ruptura. La bandera de error es activada o reseteada durante el tiempo en que el receptor transfiere datos y permanece presente hasta que el carácter sea válido.

## CAPITULO II RUIDO Y CIRCUITOS ELECTRONICOS EN COMUNICACIONES

### Bit 5 Receive Overrun (OVRN)

"1" Indica que 1 o más caracteres de la trama de datos han sido perdidos, es decir, que un carácter o un número de caracteres ha sido recibido pero no leído, de el registro receptor de datos (RDR) de la subsecuencia anterior de caracteres que han sido recibidos. La condición de corrimiento de el último bit de el segundo carácter recibido en sucesión sin que la lectura de el RDR haya ocurrido. El corrimiento no es detectado en el registro de estado hasta que un carácter valido anterior al corrimiento ha sido leído. La bandera de corrimiento es reseteada después de realizarse la lectura del dato de el RDR. El corrimiento es también reseteado por un MASTER RESET.

"0" No han sido generados errores de corrimiento.

### Bit 6 Error de Paridad (PE)

"1" Indica que el numero de altos ( 1's ) en el carácter no corresponden con la previa paridad seleccionada ya sea par o impar. Por definición, la paridad impar ocurre cuando el numero total de 1's incluyendo el bit de paridad es impar. La indicación de error de paridad podrá presentarse a lo largo del carácter de datos. Si la paridad no es seleccionada, la salida del transmisor generador de paridad y el receptor de chequeo de paridad son inhibidos.

"0" No ha ocurrido error de paridad.

### Bit 7 Interrupt Request (IRQ)

"1" Indica que una interrupción se ha presentado, lo que ocasiona que la salida de la línea IRQ vaya a "bajo". La interrupción será limpiado por una operación de lectura de el RDR o una operación de escritura por el TDR.

"0" Indica que no hay interrupción presente.

### 2.9 REGISTRO DE CONTROL (CR)

Este registro se encuentra dentro del ACIA y es usado por el microprocesador para controlar la transmisión y recepción de datos seriales. Es un registro de escritura solamente por lo que el Microprocesador no podrá leerlo. Para leer este registro, el ACIA deberá ser seleccionado mediante las líneas de selección CS0 y R/W deberán estar en bajo ("0").

## CAPITULO II RUIDO Y CIRCUITOS ELECTRONICOS EN COMUNICACIONES

### Bits 0 y 1 Counter Divide Select Bits (CDS)

Estos dos bits determinan la relación utilizada entre las secciones receptora y transmisora del ACIA. También son usados por el MASTER RESET del ACIA, el cual limpia el registro de estado (excepto para condiciones externas como lo son CTS y DCD) e inicializa el receptor y el transmisor. El MASTER RESET no afecta otros bits del registro de control. Después de una falla de alimentación de energía o una reinicialización el ACIA deberá ser reseteado antes de enviar la relación de la división del reloj. Los bits patrones para esta relación son mostradas a continuación:

CR1	CRO	FUNCION
0	0	+ 1
0	1	+ 16
1	0	+ 64
1	1	MASTER RESET

### Bits 2, 3 y 4 Bit de Selección de Palabra (WS)

El programador tiene la opción de seleccionar la longitud de la palabra, el número de bits de parada y el tipo de paridad; para utilizar los bits de padrón adecuados veamos la siguiente tabla:

B4	B3	B2	LONGITUD DE LA PALABRA	PARIDAD	BITS DE PARADA
0	0	0	7	EVEN	2
0	0	1	7	ODD	2
0	1	0	7	EVEN	1
0	1	1	7	ODD	1
1	0	0	8	EVEN	2
1	0	1	8	ODD	1
1	1	0	8	EVEN	1
1	1	1	8	ODD	1

### Bits 5 y 6 Bits de Control del Transmisor (TC)

El estado de los bits 5 y 6 de el registro de control provee el control de interrupciones generadas por las condiciones de Transmit Data Register Empty (TDRE), Request To Send (RTS) y la Transmisión de un nivel de ruptura (espacio), es mostrado a continuación:

## CAPITULO II RUIDO Y CIRCUITOS ELECTRONICOS EN COMUNICACIONES

CR6	CR5	FUNCION
0	0	El pin RTS esta en "bajo" y la interrupción de la transmisión es inhibida. Este código es usado cuando se requiere que el canal de comunicaciones sea levantado. Pero no esta limpio para enviar datos todavía.
0	1	El pin RTS esta en "bajo" y el canal de comunicaciones ha sido levantado. Este código es usado para generar los IRQ's mediante el bit en el registro de estado.
1	0	El pin RTS esta en "alto" y las interrupciones de transmisión son inhibidas. Este código puede ser usado para tirar el canal de comunicaciones.
1	1	El pin RTS es bajo el canal de comunicaciones esta en "alto" y una señal de ruptura es transmitida. Este código es usado para interrumpir el sistema remoto.

### Bit 7 Receiver Interrupt Enable (RIE)

"1" Habilita las interrupciones causadas por: (a) Bit Registro Receptor de Datos lleno (RDRF) esta en "alto".

"0" Inhibe las interrupciones causadas por RDRF o por la perdida de la portadora recibida.

### ENCENDIDO

Después de que el sistema ha sido encendido, un MASTER RESET deberá ser aplicado al ACIA mediante la inicialización del programa, el cual deberá cargar un "1" en CR0 y CR1 correspondientes al control del registro. Después del MASTER RESET, el programa de inicialización del sistema deberá colocar los bits de la relación de la división del reloj, los bits de interrupción del transmisor y los bits de interrupción del receptor.

### SECUENCIA DEL TRANSMISOR

En el diagrama de flujo en la Fig 2.14 se ilustra una secuencia típica seguida en una transmisión de datos seriales.

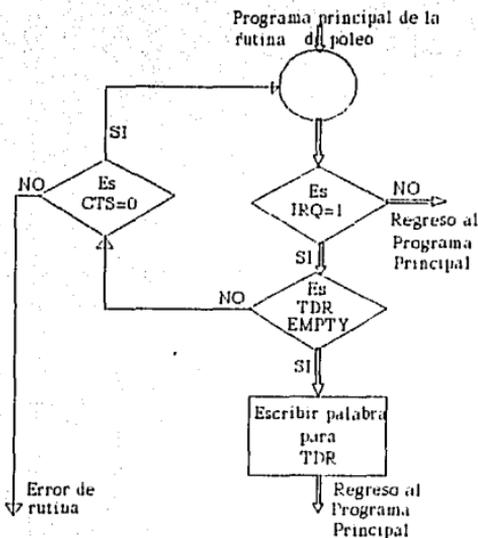


Diagrama de flujo de la secuencia de Transmisión

Fig. 2.14

### SECUENCIA DE RECEPCION

En el diagrama de flujo de la Fig 2.15, se ilustra la secuencia típica que se sigue en una recepción de datos seriales por el ACIA.

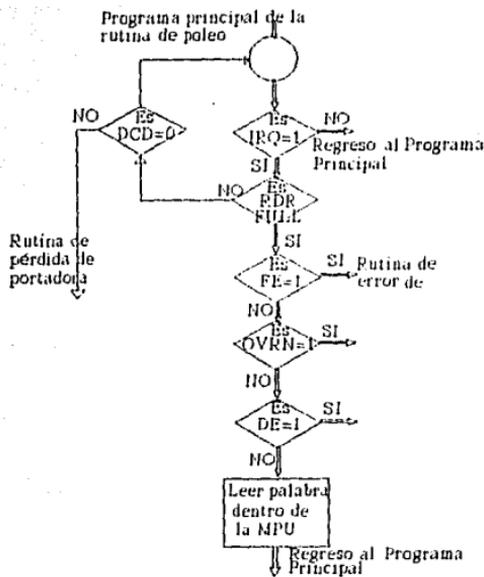


Fig. 2.15

2.10  
CIRCUITO 8251A

EL 8251a es un Transmisor/Receptor Sincrono/Asíncrono Universal (Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter), diseñado para comunicaciones de datos de microprocesadores de las familias MCS-48, 80 y 85. El 8251A es usado como elemento periférico y es programado por el CPU para realizar transmisión de datos en forma serial. El USART acepta datos del CPU con formato en paralelo y los convierte en una trama continua de datos seriales los cuales serán transmitidos. Simultáneamente tramas de datos de seriales serán recibidos y convertidos en un formato paralelo para enviarlos al CPU. El USART le enviara una señal al CPU cuando pueda aceptar un nuevo carácter para la transmisión o cuando a recibido un carácter del CPU.

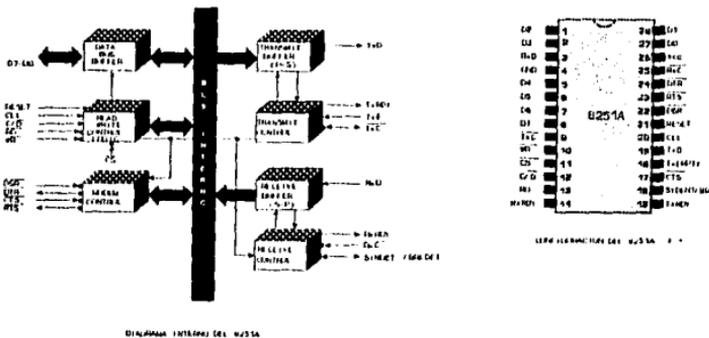


Fig. 2.16

El CPU podrá leer completamente el estado del USART en cualquier momento esto incluye errores en la transmisión de datos y señales de control como lo son: sincronía detectada (SYNDET) y ausencia de transmisión (TXEMPTY). Este chip es fabricado con tecnología HMOS. En la Fig. 2.16 podemos observar un diagrama interno y la configuración del 8251A.

## CAPITULO II RUIDO Y CIRCUITOS ELECTRONICOS EN COMUNICACIONES

### 2.11 CARACTERISTICAS DEL 8251A

#### BUFFER DEL BUS DE DATOS

El buffer esta conectado a un bus bidireccional de 8 bits que es utilizado como interface del 8251A. Un dato es transmitido o recibido por el buffer hasta que una instrucción de ejecución de entrada o salida sea enviada por el CPU. El control de palabras, las palabras de comando y la información de estado son transferidos a través de este buffer. Este bus también acepta entradas del sistema del bus de control así como también genera señales de control para la operación del 8251A. Contiene un registro para las palabras de control y un registro para las palabras de comando.

#### RESET

Un "alto" en esta entrada fuerza al 8251A a ponerse en un modo "disponible". El elemento permanecerá disponible hasta que una nueva palabra de control sea escrita en el 8251A. El ancho mínimo del pulso del reset es 6  $\mu$ cy. Un comando reset también causa que el 8251A este en estado disponible.

#### RELOJ

Esta entrada es usada para conectar un generador de reloj el cual deberá ser 30 veces mayor a la velocidad de transmisión o recepción.

#### WR (escritura)

Un bajo en esta entrada informa al 8251A que el CPU esta escribiendo datos dentro de el.

#### RD (lectura)

Un bajo en esta entrada informa al 8251A que el CPU esta leyendo datos o información de estado del 8251A.

#### C/D (control de datos)

Esta entrada en conjunción con las entradas WR y RD informa que al 8251A que la palabra en el bus de datos es un carácter de datos, una palabra de control o información de estado.

1 = control o estado, 0 = datos

CS (activación)

Un bajo en esta entrada activa al 8251A y un alto en esta entrada coloca el bus de datos en estado flotante anulando la lectura o escritura. En la fig. 2.17 se observan el bloque del buffer del bus de datos y el bloque del control lógico de escritura y lectura, así como también se observa la tabla de verdad.

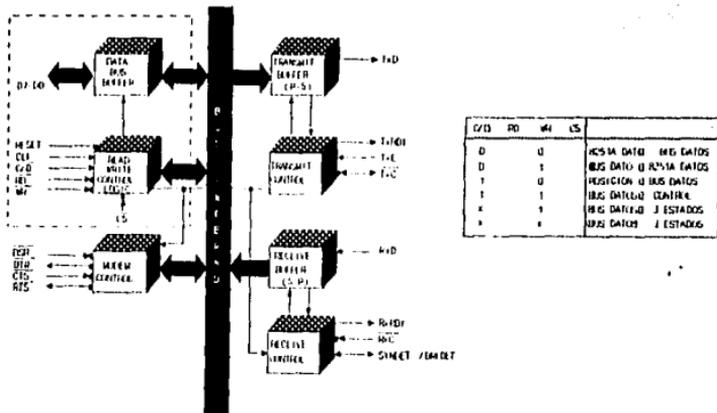


DIAGRAMA BLOQUES Y LA TABLA DE VERDAD.

Fig. 2.17

CONTROL DE MODEM

El 8251A tiene un conjunto de entradas y salidas de control que pueden ser usadas para simplificar la interface con cualquier modem. Las señales de control de modem son de propósito general.

DSR (modem activo)

La señal en esta entrada es de propósito general y requiere de un "bajo" para su activación. Esta condición puede ser probada por el CPU usando una operación de lectura de estado. La entrada de DSR es usada para probar la condición del modem.

DTR (equipo terminal activo)

La señal de salida DTR es de propósito general. Esta señal puede dar un bajo mediante la programación de un bit en la DTR (Equipo Terminal Listo).

Esta señal es de propósito general. Puede ser colocado un "bajo" mediante una programación adecuada en un bit de la palabra de instrucción de comando la señal de salida es usada para control de modem.

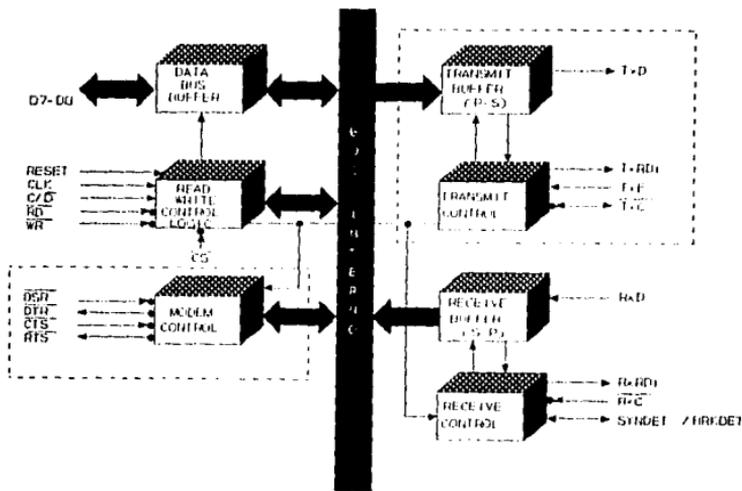


DIAGRAMA A BLOQUES DEL BUFFER, TRANSMISOR Y MODEM

Fig. 2.18

## CAPITULO II RUIDO Y CIRCUITOS ELECTRONICOS EN COMUNICACIONES

### **RTS (Petición de Envío)**

Esta señal es de propósito general. Puede ser un "bajo" mediante la apropiada programación de un bit en la palabra de instrucción de comando. La señal de salida de RTS es normalmente usada para control de modem. En la fig. 2.18 observamos el bloque de control de modem.

### **CTS (Listo para Enviar)**

Un "bajo" en esta entrada habilitará al 8251A a iniciar la transmisión de datos seriales, es decir, deberá existir un nivel "bajo" en esta entrada para habilitar la transmisión. Si durante la transmisión de datos llegara un "alto" en esta entrada serán transmitidos todos los datos enviados al USART antes de que se recibiera el comando de deshabilitación de transmisión. En la fig. 2.18 observamos el bloque de control de modem.

### **Buffer transmisor**

Este buffer acepta datos con formato en paralelo del bus de datos, convirtiéndolos en una trama serial. En la que la salida del pin de TxD es activada con un flanco de bajada del TxC. El transmisor iniciara la transmisión hasta que sea habilitada por CTS=0. La línea de TxD se mantendrá operando hasta que un reset se habilite o hasta que un reset general sea habilitado o cuando CTS=1 o el transmisor este vacío.

### **Control de transmisor**

El control de transmisor maneja todas las actividades asociadas con la transmisión de datos seriales.

### **TxRDY (Transmisor Listo)**

Esta salida le indica al CPU que el transmisor esta listo para aceptar un carácter. La salida TxRDY puede ser usada como una interrupción del sistema, desde que es marcada por Tx habilitada o por una operación de poleo en la que el CPU puede checar TxRDY usando una lectura de operación de estado. Cuando se utiliza la operación de poleo solamente nos indica si el registro de datos se encuentra lleno o vacío.

## CAPITULO II RUIDO Y CIRCUITOS ELECTRONICOS EN COMUNICACIONES

### **TxE (Transmisor vacío)**

Cuando el 8251A no tiene caracteres a enviar la salida TxE se va a un estado lógico "alto". Es reseteado hasta que un carácter del CPU sea recibido, si el transmisor es habilitado. TxE puede ser usado para indicar el final de una transmisión así que, el CPU conoce cuando se encuentra en modo de operación half-duplex. En el modo asíncrono en esta salida indica que un carácter no ha sido cargado y el carácter o caracteres de sincronía están siendo transmitidos automáticamente.

### **TxC (Reloj Transmisor)**

El reloj controla la velocidad a la cual el carácter es transmitido. El modo sincrónico la frecuencia es igual a la velocidad de TxC. En modo de transmisión asincrónica la velocidad es una fracción de TxC y esta puede ser seleccionada entre 1, 1/16 o 1/64 de TxC.

### **BUFFER RECEPTOR**

El receptor acepta datos seriales convirtiéndolos a un formato paralelo; chequea los bits o caracteres y los envía al CPU. La entrada de los datos seriales en el pin RxD es activada con un flanco de subida de RxC.

### **CONTROL DE RECEPCION**

Este bloque maneja todas las actividades relacionadas a la recepción. La inicialización de RxD previene al 8251A de errores generados de una línea de entrada no usada por un "bajo" en la línea de datos ocasionando una condición de lectura. Antes de comenzar a recibir caracteres con formato serial en la línea RxD un 1 deberá ser detectado después de un reset. Una vez que esto haya sucedido un estado lógico "bajo" es habilitado. Esta característica es solamente para activación en modo asíncrono y es solamente hecha por cada reset. La falsa detección del bit de inicio previene de una falsa detección ocurrida por ruido, ya que la detección de un pulso de bajada ocasionada por ruido podría habilitar la recepción activando el bit de inicio (RxD="bajo"). La detección de error en la paridad envía su correspondiente estado. Un bit de error en la trama es puesto si el bit de parada es ausente al final del carácter de datos (modo asíncrono).

## CAPITULO II RUIDO Y CIRCUITOS ELECTRONICOS EN COMUNICACIONES

### RxRDY (Receptor listo)

Esta salida indica que el 8251A contiene un carácter que esta listo para ser enviado al CPU. RxRDY puede ser conectado a una interrupción del CPU o para una operación de poleo, ya que el CPU puede chequear la condición de RxRDY usando la operación de lectura de estado. Cuando Rx=0 mantiene a RxRDY en una condición de reset. En el modo asíncrono para poner RxRDY el receptor deberá ser habilitado al censar el bit de inicio y un carácter completo deberá ser ensamblado y transferido a la salida del registro de datos. Si existiera una falla en la lectura del carácter recibido de la salida del registro de datos, antes de enviar el siguiente dato será enviada una condición de error por corrimiento y el carácter anterior será sobrescrito y perdido. Si la recepción de datos esta siendo leída por CPU cuando una transferencia interna ocurre se generara un error de corrimiento y el carácter anterior será perdido.

### RxC (Reloj Recepción)

El reloj controla la velocidad a la cual el carácter es recibido.

En modo síncrono la frecuencia es igual a la velocidad de RxC. En modo de recepción asíncrona la velocidad es una fracción de RxC y esta puede ser seleccionada entre 1, 1/16 o 1/64 de RxC.

Nota: en la mayor parte de los sistemas de comunicaciones la velocidad de Tx y Rx es la misma.

### SYNDET (Sincronía detectada/ruptura detectada)

Este pin es usado cuando se utiliza la transmisión sincrona mediante SYNDET, y puede ser usada como entrada o salida, lo cual es programado mediante la palabra de control. Cuando es utilizada como salida (sincronía interna), el pin SYNDET ira a un estado lógico alto para indicar que el 8251A ha localizado el carácter de sincronía en la recepción. Si el 8251A es programado para usarse con doble carácter de sincronía (bisíncrono) entonces SYNDET ira a un estado lógico "alto" a la mitad del ultimo bit del carácter de sincronía. SYNDET es automáticamente reseteado cuando se encuentra leyendo.

Cuando es usada como entrada (modo de sincronía externa) un pulso positivo indicará al 8251A que inicie el ensamble de caracteres de datos en la entrada de RxC. Una vez en sincronía el "alto" puede ser removido. Cuando la detección de sincronía externa es programada la detección de sincronía es deshabilitada.

RUPTURA (solo para modo asíncrono)

Esta salida se irá a un estado lógico "bajo" en cualquier momento que el receptor se encuentre en un estado lógico "bajo", a través de dos consecutivas secuencias del bit de parada. La detección de ruptura puede ser leída. Y es reseteada solamente por un master reset o debido a que la recepción de datos retorne a un "alto". En la fig. 2.19 podemos observar un diagrama a bloques de la sección receptora.

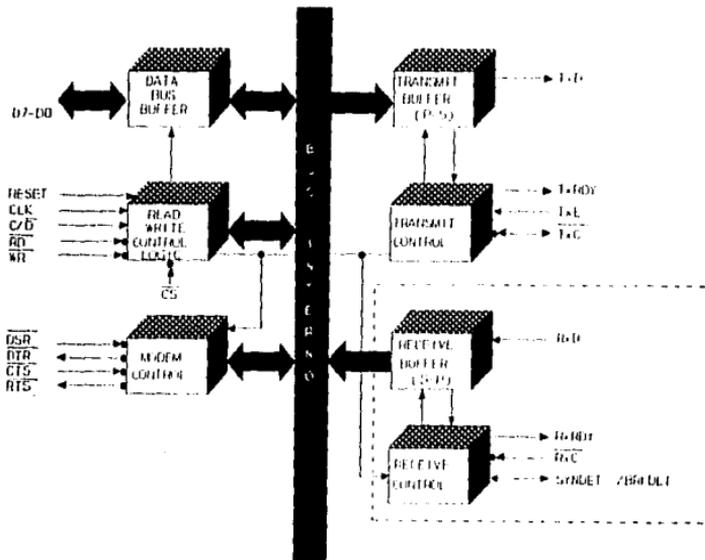


DIAGRAMA A BLOQUES DE LA SECCION RECEPTORA

Fig. 2.19

**2.12 DESCRIPCION DETALLADA DE OPERACION**

El funcionamiento completo del 8251A es programado por el software del sistema. Un set de palabras de control deberá ser enviado por el CPU para inicializar el 8251A, quien es el encargado de la comunicación entre el CPU y los elementos de comunicación externos. Estas palabras de control se utilizaran para programar: la velocidad, la longitud del carácter, el numero de bits de parada, la operación asincrona y sincrona, paridad par e impar o sin paridad, etc. En el modo asincrono estas opciones incluyen caracteres de sincronía internos o externos.

Una vez programado el 8251A esta listo para iniciar su funcionamiento. En la salida TxRDY se presenta "alto" para indicar al CPU que esta listo para recibir un carácter de datos del CPU. Esta salida (TxRDY) es reseteada automáticamente cuando el CPU escribe un carácter en el 8251A. Por otro lado el 8251A recibe datos seriales de un modem o de un elemento de entrada/salida.

En la recepción cuando entra un carácter la salida RxRDY envía un alto al CPU para indicar que tiene listo un carácter que le enviara. RxRDY es reseteado automáticamente cuando el CPU se encuentra en operación de lectura de datos.

El 8251A no puede iniciar la transmisión hasta que Tx sea habilitado para lo cual es necesario que un bit de habilitación sea enviado en la instrucción de comando y sea también recibido la instrucción CTS. La salida de TxD se mantendrá habilitada hasta que llegue un reset. En la fig. 2.20 podemos observar la interface 8251 conectada con el bus del microprocesador 8080.

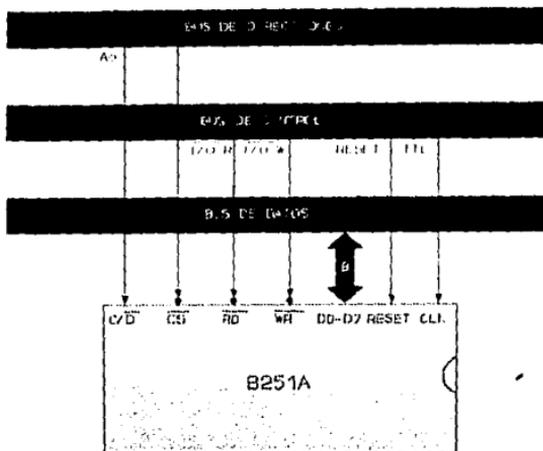
**2.13 PROGRAMACION DEL 8251A**

Antes de iniciar la transmisión o recepción de datos el 8251A deberá ser cargado con las palabras de control generadas por el CPU. Estas señales de control definen el funcionamiento del 8251A y deberá ejecutarse un reset (externo o interno). Las palabras de control son divididas en dos formas:

1. Modo de Instrucción
2. Instrucción de Comando

**Modo de Instrucción**

Esta instrucción define la operación general de las características del 8251A, que deberá ser seguido por un reset (externo o interno). Una vez que la instrucción ha sido escrita en el 8251A por el CPU, los caracteres de sincronía o instrucciones de comando pueden ser escritos.



INTERFACE 8251A HACIA EL BUS STANDARD DEL 8080.

Fig. 2.20

### INSTRUCCION DE COMANDO

Esta instrucción define la palabra que es usada para el control de la operación del 8251A. La instrucción de comando y el modo de instrucción deberán someterse a una secuencia especificada para una óptima operación. El modo de operación deberá ser escrito e inmediatamente seguir a esta instrucción un reset, antes de usar el 8251A para la comunicación de datos.

Todas las palabras de control escritas en el 8251A después del modo de instrucción serán cargadas en la instrucción de comando. Las instrucciones de comando pueden ser escritas en el 8251A en cualquier momento durante la operación del 8251A. Para regresar al modo de instrucción un master reset en la instrucción de comando de palabra puede ser colocada para inicializar la operación. Las instrucciones de comando deberán seguir el modo de instrucción o caracteres de sincronía.

**DEFINICION DE MODO DE INSTRUCCION**

El 8251A puede ser usado para comunicación sincrónica o asincrónica. Para comprender como el modo de instrucción define el funcionamiento del 8251A, debemos imaginarlo como dos componentes separados, uno síncrono y otro asíncrono, pero en el mismo circuito. La definición de formato puede ser cambiada solamente después de un master reset. Para explicaciones nuestro propósito los dos formatos serán aislados.

Nota: Cuando la paridad deshabilitada no es considerada como un bit de datos para propósito de la programación de la longitud de la palabra. El bit de paridad recibido en la línea de recepción de datos no puede ser leído por el bus de datos. En el caso de la programación de la longitud de un carácter menor a 8 bits el bit menos significativo del bus de datos será retenido en la línea.

**MODO DE TRANSMISION ASINCRONA**

En cualquier momento que un carácter de datos es enviado por el CPU el 8251A automáticamente adiciona un bit de inicio seguido por los bits de datos (el primer bit es el menos significativo) y el número de bits de parada de cada carácter. También un bit de paridad par o impar es insertado antes del bit o bits de parada que son definidos en el modo de instrucción. El carácter es entonces transmitido como una trama de datos seriales en la salida de Tx<sub>D</sub>. Los datos seriales son disparados con un pulso de bajada de Tx a una velocidad igual a 1, 1/16 o 1/64 de Tx<sub>C</sub> definido previamente en el modo de instrucción. La ruptura de caracteres puede ser enviada para el Tx<sub>D</sub> si así es comandado. Cuando no hay caracteres de datos que estén siendo cargados en el 8251A la salida Tx<sub>D</sub> permanecerá en "alto", hasta que una ruptura sea programada.

**MODO DE RECEPCION ASINCRONO**

La línea de Rx<sub>D</sub> se encuentra normalmente en un "alto" un flanco de bajada dispara el bit de inicio, la validación de este bit es chequeado nuevamente. Si un bajo es detectado nuevamente, entonces se valida el bit de inicio y el bit contador comenzará a contar.

Con el bit contador se localiza el centro de los bits de datos, el bit de paridad y los bits de parada. Si un error de paridad ocurre la bandera de error de paridad es activada. Los bits de datos y paridad son muestreados en el pin Rx<sub>D</sub> con el disparo de un flanco de subida de Rx<sub>C</sub>. Si un nivel bajo es detectado como el bit de parada la bandera de error en la trama es colocada.

## CAPITULO II RUIDO Y CIRCUITOS ELECTRONICOS EN COMUNICACIONES

El bit de parada es el encargado de poner fin al carácter. Note que el receptor requiere solamente de un bit de parada independientemente del número de bits de parada programados. este carácter es entonces cargado con un formato paralelo dentro del buffer de entradas y/o salidas del 8251A. El pin R&RDY envía una señal al CPU para indicarle que tiene un carácter que esta listo para enviárselo. Si un carácter previo ha sido buscado y no encontrado por el CPU, generando un error de corrimiento y activando una bandera de corrimiento. Todas las banderas de corrimiento pueden ser reseteados por un reset. La ocurrencia de cualquiera de estos errores no afectará la operación del 8251A. En la fig. 2.21 podemos observar un típico bloque de datos y el formato de instrucciones para modo asíncrono.

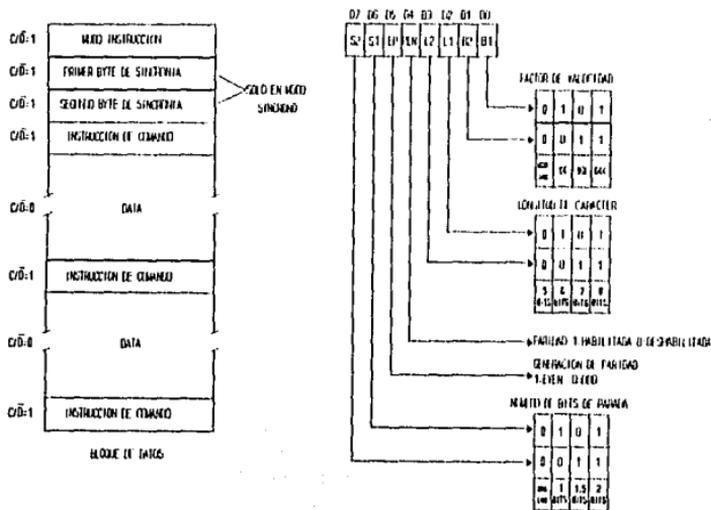
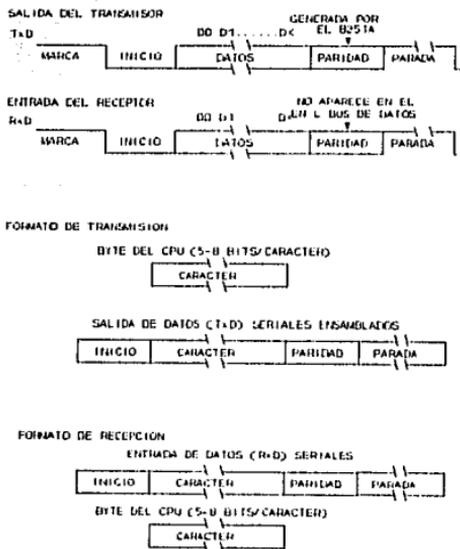


Fig. 2.21

## CAPITULO II RUIDO Y CIRCUITOS ELECTRONICOS EN COMUNICACIONES

En la fig. 2.22 se observa la salida del transmisor el formato de transmisión y el formato de recepción para modo asíncrono.



MODO ASINCRONO

Fig. 2.22

## CAPITULO II RUIDO Y CIRCUITOS ELECTRONICOS EN COMUNICACIONES

### **MODO DE TRANSMISION SINCRONA**

La salida TxD se encuentra continuamente en "alto" hasta que el CPU envíe el primer carácter al 8251A el cual usualmente es un carácter de sincronía. Cuando la línea CTS=0 el primer carácter es serialmente transmitido. Todos los caracteres son disparados con un flanco de bajada de TxC. Los datos son disparados a la misma velocidad de TxC. Una vez que la transmisión ha iniciado la trama de datos será enviada a la salida TxD a una velocidad continua. Si el CPU no provee al 8251A con un carácter de datos antes de que el buffer transmisor empiece a vaciarse los caracteres de sincronía (o carácter) serán automáticamente insertados en la trama de datos.

En este caso el pin de transmisión TxEMPTY envía un alto para indicarle al 8251A que esta vacío y que los caracteres de sincronía están siendo enviados. TxEMPTY no irá a un estado lógico "bajo" cuando la sincronía esta siendo disparada. El pin de TxEMPTY es internamente reseteado por un carácter de entrada de datos que están siendo escrito en el 8251A. En la fig. 2.23 podemos observar el formato de las instrucciones para modo síncrono.

### **MODO DE RECEPCION SINCRONA**

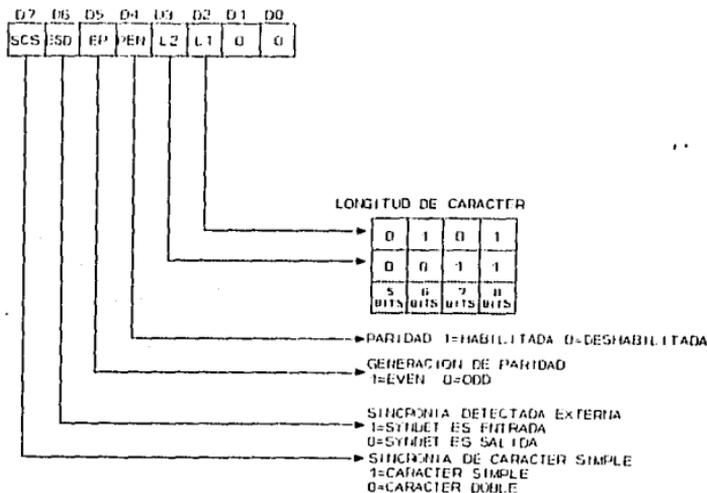
En este modo el carácter de sincronización puede ser internamente o externamente ejecutado. Si el modo síncrono ha sido programado, el comando ENTER HUNT deberá ser incluido en la primera instrucción de la palabra de comando.

Los datos en el pin RxD son muestreados con el pulso de subida de RxC. El contenido del buffer de recepción es comparado en el límite de todos los bits con el primer carácter de sincronía hasta que la igualdad ocurra. Si el 8251A ha sido programado con dos caracteres de sincronía la subsecuencia del carácter recibido es también comparada cuando ambos caracteres de sincronía han sido detectados y entonces el USART finaliza el modo de HUNT y la sincronización. El pin de SYNDET envía entonces un alto y es reseteado automáticamente por una lectura de estado. Si la paridad es programada SYNDET no podrá ser enviada hasta el centro del bit de paridad.

En el modo de sincronía externa la sincronía es realizada mediante la aplicación de un nivel lógico alto en el pin SYNDET forzando así la salida del 8251A a conectarse en modo HUNT. Un nivel "alto" puede ser removido después de un ciclo de RxC. El comando de ENTER HUNT no afecta el modo asíncrono. El error de paridad y error de corrimiento de los datos son chequeados de la misma forma que se hacen en el modo de recepción asíncrona, independientemente de que el receptor este habilitado o no.

**CAPITULO II RUIDO Y CIRCUITOS ELECTRONICOS EN COMUNICACIONES**

El CPU puede comandar al receptor registrar el modo HUNT si la sincronización es perdida, esto también colocara a todos los bits de los caracteres utilizados en el buffer en 1, de forma tal que se prevenga una posible falsa detección de sincronía causada por los datos que pasan a estar en el buffer de recepción al entrar en el mismo tiempo que el comando de HUNT. Note que cuando existe una falsa sincronía detectada es reseteada en cada lectura de estado, independientemente de que sincronía externa o interna haya sido programada. Lo anterior no causa que el 8251A regrese al modo de HUNT. En la Fig. 2.23, podemos observar el formato de instrucciones para modo sincrónico.

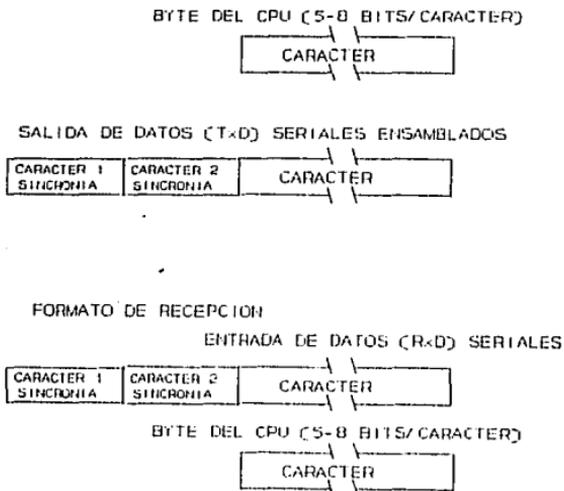


FORMATO DE INSTRUCCIONES PARA MODO SINCRONIZADO

Fig. 2.23

## CAPITULO II RUIDO Y CIRCUITOS ELECTRONICOS EN COMUNICACIONES

Cuando el modo de sincronía esta activado pero no HUNT la detección de sincronía continuara funcionando pero solamente reconocerá las palabras límite. Así, si una lectura de estado indica sincronía detectada y una segunda lectura de estado indica sincronía detectada entonces se dice que los caracteres de sincronía detectada han sido recibidos de una previa lectura de estado. Cuando el modo de sincronía externa es seleccionada la sincronía interna es deshabilitada. En la fig. 2.24, podemos observar el modo síncrono.



MODO SINCRONO

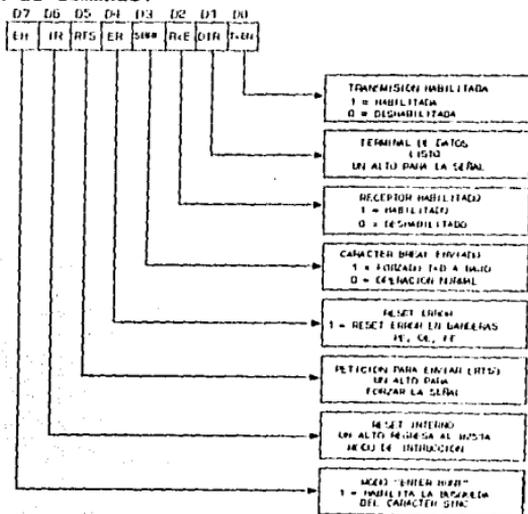
Fig. 2.24

## CAPITULO II RUIDO Y CIRCUITOS ELECTRONICOS EN COMUNICACIONES

### DEFINICION DE INSTRUCCION DE COMANDO

Una vez que el la definición de funcionamiento del 8251A ha sido programado por el modo de instrucción y la sincronía de caracteres es cargada (si se encuentra en modo síncrono) entonces el elemento esta listo para ser usado en la comunicación de datos. La instrucción de comando controla la actual operación del formato seleccionado las funciones tales como recepción y transmisión habilitados, reset por error y control de modem, todo esto es programado en la instrucción de comando.

Una vez que el modo de instrucción ha sido escrito en el 8251A y los caracteres síncronos han sido insertados, entonces las "palabras de control" escritas serán cargadas en la instrucción de comando. A continuación vemos en la fig. 2.25 el formato para instrucción de comando.



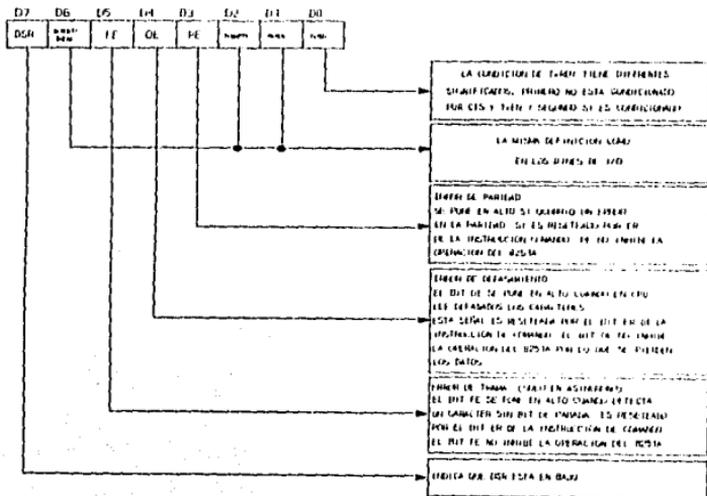
FORMATO PARA INSTRUCCION DE COMANDO

Fig. 2.25

DEFINICION DE ESTADO DE LECTURA

En sistemas de comunicaciones de datos, continuamente es necesario examinar el estado del elemento y averiguar si han ocurrido errores o condiciones que requiera atención del proceso. El 8251A tiene la facilidad de permitir al programador "leer" el estado del elemento en cualquier momento de su operación (El estado de actualización es inhibido durante el estado de lectura). La Fig. 2.26 muestra el significado de cada bit dentro del carácter.

Un comando de "lectura" es emitido por el CPU con C/D=1. Algunos de los bits en el formato de lectura de estado tienen idéntico significado a algunos pines de salida externa por lo que 8251A puede ser poleado completamente, TxRDY es una excepción.



SIGNIFICADO DE CADA BIT DENTRO DEL CARACTER

Fig. 2.26

FALLA DE ORIGEN

## CAPITULO III

# Códigos y Control de línea

### 3.1 CODIGO BAUDOT

Este código debe su nombre al francés Emile Baudot, surge en los años 60's y usa 5 elementos de señal (unos y ceros), se pueden representar sólo 32 caracteres por lo que resulta insuficiente para las necesidades más apremiantes: las 26 letras del alfabeto (en minúsculas y mayúsculas), 10 dígitos decimales, los signos de puntuación y caracteres especiales.

Adicionalmente, Baudot usaba 2 caracteres de control de cambio: el cambio a letras (LTRS) y a cifras (CIFRS). Las codificaciones de cambio no pueden representar caracteres imprimibles, de esta forma se seleccionan uno entre dos conjuntos de caracteres, cada uno compuesto de 26 a 28 caracteres.

La recepción de la codificación de cambio de letras, provoca que todos los códigos posteriores, sean interpretados como letras del alfabeto; si es el de cifras el que se recibe, los siguientes caracteres se interpretan como números y signos de puntuación.

Es importante mencionar que las codificaciones LTRS y CIFRS, así como las de control y el carácter de espacio, se interpretan siempre igual, independientemente del modo de cambio en curso. Este código fue de los pioneros en el área de comunicaciones y ahora está entrando en desuso. Vea la siguiente Fig. 3.1.

código						cambio LTRS	cambio CFRS Alfabeto no 2 CCITT para Télex
Bits	1	2	3	4	5		
	1	1	0	0	0	A	-
	1	0	0	1	1	B	?
	0	1	1	1	0	C	:
	1	0	0	1	0	D	\$
	1	0	0	0	0	E	3
	1	0	1	1	0	F	,
	0	1	0	1	1	G	&
	0	0	1	0	0	H	#
	0	1	1	0	0	I	8
	1	1	0	1	0	J	Timbre
	1	1	1	1	0	K	(
	0	0	1	1	1	L	:
	0	0	1	1	0	H	:
	0	0	0	1	1	N	:
	0	0	0	1	1	O	9
	0	1	1	0	1	P	0
	1	1	1	0	1	Q	1
	0	1	0	1	0	R	4
	1	0	1	0	0	S	,
	1	0	0	0	1	T	5
	1	1	1	0	0	U	7
	1	1	1	1	1	V	:
	1	1	0	0	1	W	2
	1	0	1	1	1	X	/
	1	1	1	0	0	Y	6
	1	0	0	0	1	Z	"
	0	0	0	0	0		Blanco
	1	1	1	1	1		Cambio a letras (LTRS)
	1	1	0	1	1		Cambio a cifras (FIGS)
	0	0	1	0	0		Espacio
	0	0	0	1	0		Retorno de carro
	0	1	0	0	0		Salto de línea

CODIGO BAUDOT

Fig. 3.1

### 3.2 EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Interchange Data) CODIGO DECIMAL CODIFICADO EN BINARIO DE INTERCAMBIO EXTENDIDO

El código EBCDIC fue desarrollado por IBM para utilizarlo en el almacenamiento interno de información, en sus equipos de cómputo, es la continuación del código BCD (Binary Coded Decimal = decimal codificado en binario). Emplea un byte para la representación de datos, lo que nos da 256 caracteres distintos: numéricos, alfabéticos (mayúsculas y minúsculas) y los especiales. Fig. 3.2

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		SHR	VT	FF	CR	SO	SI		
0 0 0 1	DLE	DC <sub>1</sub>	DC <sub>2</sub>	DC <sub>3</sub>	RES	NL	BS	IL	CAN	EM	CC		IFS	IGS	IRS	IUS	
0 0 1 0	DS	SOS	FS		DYP	LP	EOB	PRE		SM			ENO	ACK	BEL		
0 0 1 1			SYN		PN	RS	UC	EOT					DC	NAK	SUB		
0 1 0 0	SP									α		β	γ	δ	ε	ζ	η
0 1 0 1	α									β		γ	δ	ε	ζ	η	θ
0 1 1 0	-	/											θ	ι	κ	λ	μ
0 1 1 1													ι	κ	λ	μ	ν
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							0

CODIGO EBCDIC

Fig. 3.2

La desventaja del código consiste en que requiere un bit adicional por cada carácter, bit de paridad. La ventaja, es la facilidad de poder dividir cada byte en dos grupos de 4 bits, con el fin de almacenar información numérica, exclusivamente, permitiendo ahorros considerables de memoria. En EBCDIC se supone que un dígito sin signo es positivo, y se representa con 1111, en los cuatro bits del extremo izquierdo. Se escogió este formato para tener la certeza de que los caracteres numéricos sean los más altos, en la secuencia de interrelación de caracteres. Un signo más (+), se representa con 1100 y un signo menos (-), con 1101.

EBCDIC, al igual que en ASCII, realiza tres importantes funciones:

- 1.- Control de dispositivos.
- 2.- Representación de los datos.
- 3.- Control de protocolos.

El control de dispositivos tiene como base ciertos caracteres, por ejemplo BS (BackSpace = retroceso) provoca que el terminal receptor lleve a cabo un retroceso de espacio, en pantalla se vería como un movimiento hacia atrás del cursor. Otros caracteres serían el tabulador horizontal (HT) y el tabulador vertical (VT), los cuales hacen que el dispositivo de impresión, se mueva a la siguiente posición predeterminada (horizontal o verticalmente), antes de imprimir el siguiente carácter. El carácter de avance de línea (line feed = LF) y el de avance de hoja (form feed = FF), desplazan una línea y una hoja, respectivamente.

La función de representación de datos, es la transmisión de los mismos, es decir la letra E, por ejemplo, en EBCDIC se representa 011000101 y en ASCII 1000101.

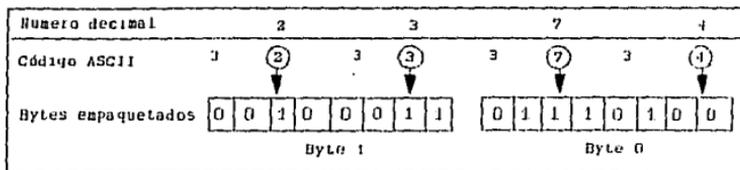
La función del control de protocolos, se lleva a cabo mediante acuerdos entre los dispositivos que van a utilizar el citado protocolo.

### 3.3 ASCII (American Standard Code for Information Interchange)

#### CODIGO AMERICANO NORMALIZADO PARA INTERCAMBIO DE INFORMACION

Tomando en cuenta la libre adecuación que permite ISO (International Standar Organization = Organización de estándares Internacionales), Estados Unidos desarrolló su propia versión a la que llamó ASCII, convirtiéndose en uno de los códigos de mayor uso en transmisión de datos.

En esencia es idéntico al código ISO, salvo que tiene definidas en forma precisa las claves opcionales de la versión internacional. El concepto y las ventajas de la clave ASCII son semejantes a los de EBCDIC, la diferencia estriba en las configuraciones de bits, escogidas para representar los caracteres alfabéticos, numéricos, especiales y signos de puntuación. A continuación se presenta un ejemplo de empaquetamiento (Fig. 3.3), en ASCII, para los dígitos decimales 2, 3, 7 y 4 (dos por byte, al igual que en EBCDIC).



EMPAQUETAMIENTO EN ASCII

Fig. 3.3

Sólo los códigos de caracteres ASCII, para los dígitos numéricos del 0 al 9, tienen una base lógica para su selección (véase la Fig. 3.4).

Código binario	Hexadecimal equivalente	Caracter ASCII
0 0 1 1 0 0 0 0	30	0
0 0 1 1 0 0 0 1	31	1
0 0 1 1 0 0 1 0	32	2
0 0 1 1 0 0 1 1	33	3
0 0 1 1 0 1 0 0	34	4
0 0 1 1 0 1 0 1	35	5
0 0 1 1 0 1 1 0	36	6
0 0 1 1 0 1 1 1	37	7
0 0 1 1 1 0 0 0	38	8
0 0 1 1 1 0 0 1	39	9

CODIGO DEL 0 AL 9 EN ASCII

Fig. 3.4

Observando la tabla, en los códigos de caracteres, se nota que los cuatro dígitos binarios de bajo orden, son iguales al valor numérico asociado con el carácter.

La siguiente Fig. 3.5, muestra los caracteres ASCII y sus correspondientes codificaciones.

Bits	7	0	0	0	0	1	1	1	1		
	6	0	0	1	1	0	0	1	1		
	5	0	1	0	1	0	1	0	1		
4	3	2	1								
0	0	0	0	NUL	DEL	SP	0	@	P	·	p
0	0	0	1	SOH	DC	1	1	A	Q	a	q
0	0	1	0	STX	DC	"	3	B	R	b	r
0	0	1	1	ETX	DC	#	3	C	S	c	s
0	1	0	0	EOT	DC	\$	4	D	T	d	t
0	1	0	1	ENQ	NAE	%	5	E	U	e	u
0	1	1	0	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0	1	1	1	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
1	0	0	0	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1	0	0	1	HT	EN	)	9	I	Y	i	y
1	0	1	0	LF	SUB	*		J	Z	j	z
1	0	1	1	VT	ESC	+		K	[	k	[
1	1	0	0	PF	FS	,	<	L	\	l	.
1	1	0	1	CR	GS	-	=	M	]	m	]
1	1	1	0	SO	RS	>	N	^	~	n	~
1	1	1	1	SI	US	/	?	O	-	o	DEL

CODIGO ASCII

Fig. 3.5

### 3.4 HAMMING

Se utiliza para detectar y corregir errores, producidos en la transmisión de una serie de dígitos binarios. Para ello, la serie de  $n$  dígitos se divide en dos grupos, uno de  $m$  dígitos significativos y otro, de  $c$  dígitos de comprobación, es decir  $n = m + c$ .

Generalmente, los dígitos de comprobación detectan un error, mediante la comprobación de la paridad del número de unos recibidos. Si el total de unos que aparecen es par, colocamos un cero en el dígito de comprobación; si es impar, se coloca un 1 en su lugar. Los dígitos de comprobación determinan un número binario (leído de derecha a izquierda), que da la posición del error en el número codificado recibido. Así, para poder comprobar un número de  $n$  posiciones, tenemos la relación:

$$2^c - 1 \geq n \quad ; \text{con } n = m + c.$$

Por lo tanto, se utilizan dígitos extra con el único fin de detectar el error. Como ejemplo, figura 3.6, si se utilizan 3 dígitos de comprobación, pueden comprobarse:

$$2^3 - 1 = 7$$

El 7 son las posiciones del código recibido, de los cuales cuatro constituyen los dígitos del mensaje y tres los dígitos de comprobación.

El primer dígito de comprobación, verifica las posiciones menos significativas de unos, en la serie de números binarios del 1 al 10, es decir las posiciones 1, 3, 5, 7, etc.. El segundo, verifica las siguientes posiciones significativas de unos, o sea 2, 3, 6, 7, etc. y así sucesivamente, tal como se expresa en la Fig. 3.6

Dígito de comprobación	Posiciones verificadas
Primero	1. 3. 5. 7. 9....
Segundo	2. 3. 6. 7. 10....
Tercero	4. 5. 6. 7....
Cuarto	8. 9. 10....

DIGITOS DE COMPROBACION DE ERROR

Fig. 3.6

Los dígitos de comprobación, se sitúan en las posiciones 1, 2, 4, 8, ... del código y los dígitos del mensaje, en las demás.

Como ejemplo, supongamos que el número cinco 00101 se recibe correctamente, empleando un código de nueve dígitos. Aquí  $n = 9$ ,  $m = 5$ ,  $c = 4$ . Colocamos los dígitos del mensaje como sigue ( Fig. 3.7), y se deja lo demás en blanco.

C	C	m	C	m	m	m	C	m
1	2	3	4	5	6	7	8	9
		0		0	1	0		1

RECEPCION DEL NUMERO CINCO

Fig. 3.7

Para llenar los espacios de los dígitos de comprobación, se verifican las posiciones de cada uno de ellos (chequeo de paridad), y se coloca un 0 ó 1 en cada posición, según el resultado. Así, los dígitos de comprobación indicarán, después de efectuar el chequeo de paridad, el número binario 0000, que señala la inexistencia de error. La codificación correcta es, Fig. 3.8:

C	C	m	C	m	m	m	C	m
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	0	1	0	1	0	1	1

CODIFICACION CORRECTA DEL CINCO

FIG. 3.8

Si se hubiese recibido el número 11010111, se señalaría un error en la séptima posición. Los dígitos de comprobación utilizados, llevarían el número binario de error 0111, es decir siete, una vez efectuado el chequeo de paridad.

### 3.5 CONTROL DE LINEA

En las redes grandes (multipunto) con mucha demanda, se debe tener alguna forma de procedimiento y organización para operar la red, logrando resultados óptimos. El control de línea determina qué estación va a transmitir y cuál va a recibir. Existen varios procedimientos de control de línea, pero todos requieren un controlador para iniciar la transmisión o llevar a cabo el sondeo. Este controlador puede ser un concentrador o, en el caso de redes centralizadas, un procesador central (mainframe). Cuando se tienen terminales y otras fuentes de datos, conectadas al concentrador, el sondeo representa una alternativa a otra técnica llamada interrupción de I/O, que se mencionará al final brevemente.

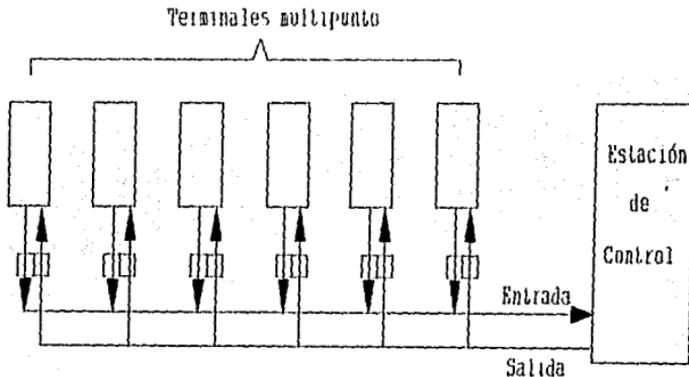
En el control de línea para redes de área local (LAN), cada nodo participa equitativamente en el control de la red. Teniendo en estas dos categorías de control de línea: una es el aleatorio, en el cual cada nodo compete por acceder primero a la línea y ser el primero en utilizarla (conocido como contención), es decir, primero que llega, primero que se atiende; y el determinístico, en el cual cada nodo espera su turno.

El sondeo es aplicable en varias topologías: terminales accediendo a un concentrador o concentradores accediendo a un mainframe, que serían el caso de una topología en árbol y en estrella, respectivamente. En la topología en anillo también es útil, porque los usuarios se conectan de forma simple y la línea es compartida por todos ellos; podríamos utilizar otras disciplinas de control en el anillo, siempre y cuando permitan que la gran cantidad de mensajes presentes, tengan las mismas facilidades de comunicación. Estas disciplinas de control, alternativamente, serían la multiplexación por división en el tiempo o por división de frecuencia; sin embargo se presentan problemas en la sincronía o switcheo de líneas, debido a las ranuras de tiempo o bandas de frecuencia, las que se designan a diferentes usuarios. En sentido virtual todas las topologías centralizadas usan sondeo.

### 3.6 ROLL-CALL-POLLING

Actualmente existen, en la práctica, dos tipos de sondeo: el roll-call y hub polling. En el sondeo con rotación (roll-call polling), la estación de control (mainframe) coloca un mensaje, en un orden predeterminado, a la dirección de una terminal, la que le debe responder si tiene mensaje para transmitir. Si ésta tiene información para transmitir, se detiene el sondeo y la terminal vacía su buffer; el sondeo continúa después que haya transmitido toda la información. Los sistemas avanzados utilizan el carácter de chequeo cíclico (CCC), para determinar si la información transmitida es correcta. Se puede cambiar la secuencia de

exploración, esto es, si la terminal D tiene el doble de tráfico que la terminal A, se puede sondear D el doble de veces que A. También puede haber cambios dinámicos en la lista de sondeo, como variar la lista de repetición de las terminales, según la hora que se tenga más tráfico. Una desventaja del roll-call polling es su considerable retraso en el tiempo, lo que implica que se aplique en sistemas de estaciones de datos cerrado, en donde se utilizan dos cables, Fig. 3.9.



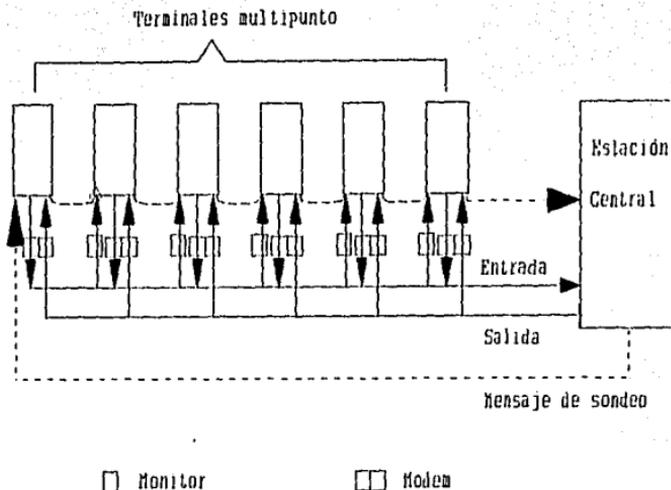
□ □ Modem o terminal receptora/transmisora

### ROLL-CALL POLLING

Fig. 3.9

#### 3.7 HUB POLLING

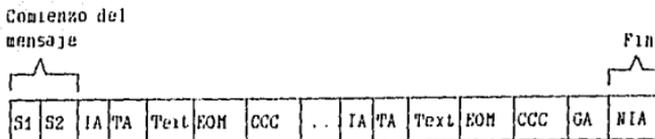
En el hub polling (sondeo centralizado, fig. 3.10), la estación de control sondea una terminal, la más remota, si ésta tiene información la manda y pasa el sondeo a la siguiente terminal, y así sucesivamente. En este caso, se sigue una secuencia estricta e invariable.



## HUB POLLING

Fig. 3.10

Observe en el diagrama del hub polling, que la terminal más lejana es la que se sondea primero; el tiempo de sondeo requerido es mínimo, ya que los mensajes de sondeo fluyen una sola vez. Por eso es que el hub polling se emplea en sistemas que cubren un área geográfica grande; sin embargo en la práctica no siempre se hace, ya que se toman otros factores. Por ejemplo, en el caso de líneas arrendadas multipunto para grandes distancias, en las que se usan 4 cables, se utilizan puentes de acuerdo a la caída que representa cada terminal de datos. Las terminales de datos no pueden enterarse de la información contenida en otra terminal, a menos que utilicen puentes especiales; por esto el hub polling se aplica más en líneas con arrendamiento individual, líneas punto a punto, y en sistemas donde la respuesta en el tiempo sea un parámetro crítico. El esquema del sondeo se puede representar, como en la Fig. 3.11



S1, S2= Caracteres de sincronia

IA = Interchange Address(direccion donde se debe dirigir)

TA =Terminal Address(direccion de la terminal)

Text = Texto

EOM = End Of Message( fin del mensaje)

CCC = Cyclic Check Character(caracter de chequeo cíclico)

GA = Go Ahead (encabezamiento)

NIA = Next Interchange Address(direccion de la próxima estación)

#### FORMATO DE SONDEO EN HUB Y ROLL POLLING

Fig. 3.11

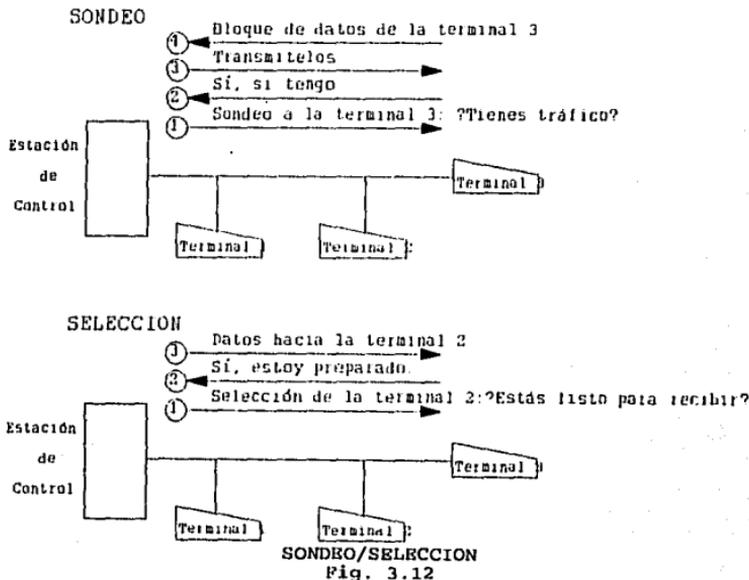
Al inicio hay dos caracteres de sincronización, la dirección de la terminal sondeada (TA), viene el texto con los caracteres de control y para terminar, se manda un (GA) caracter de encabezamiento, con la dirección de la próxima terminal a sondear (NIA). Todo esto se hace necesario porque los mensajes de sondeo, dentro de la línea, corren asincrónicamente. La última terminal sondeada, lleva de NIA, la dirección de la estación de control. Podemos tomar la figura 3.11 para los dos casos (hub polling y roll-call polling), la única diferencia sería que en el modo hub polling, el caracter NIA cambia para cada terminal que sigue. Y en el roll-call, siempre se tendrá la dirección de la estación de control. La comunicación en ambos, se puede llevar a 2400, 4800, 9600 y 19200 bps.

#### 3.8 SONDEO\SELECCION

En el sondeo se usa un procedimiento llamado selección. Dentro de éste, se tienen dos métodos: el primero se conoce como retención de selección (hub poll select), en donde la estación de control supervisa la rotación de la llamada y cada terminal se explora

doblemente. El segundo método es fast select (selección rápida), en el cual las operaciones de tráfico se inician sin verificación previa y consecuentemente, requieren un control de errores más estricto.

Cuando se lleva a cabo una transmisión de datos de la estación de control hacia una terminal, Fig. 3.12, la estación principal "selecciona" la terminal destino, para enviar su información. El sondeo y selección puede emplearse para servir a terminales síncronas como asíncronas, conectadas en líneas multipunto; en el medio síncrono, a grandes velocidades, y debido al control del encabezamiento es factible el uso de sondeo. En el medio asíncrono, una vez que la estación de control selecciona una terminal, cierra todas las otras terminales conectadas a la línea, hasta que el mensaje se transmite completamente.



Para la figura 3.12, sondeo/selección, vemos que en la parte inferior, la estación de control primeramente selecciona la terminal número 2, en la línea, y le transfiere un bloque de datos. En la parte superior, la estación de control sondea a la terminal número 3, y ésta le envía sus bloques de datos.

En la mayoría de los sistemas que usan el sondeo para transferir datos, la estación de control sondea el puerto de I/O (entrada/salida), a su máxima velocidad. Así tenemos que un procesador Z80, operando a 2MHz., le toma sólo 10  $\mu$ s para ejecutar una instrucción muy grande.

### 3.9 ANALISIS DE LOS SISTEMAS CON SONDEO

En esta parte tomaremos en cuenta el parámetro crítico llamado walk-time (concepto de la Investigación de Operaciones que abarca el análisis y mejora de programas, en un tiempo básico, para un gran número de máquinas), y que nos servirá para determinar el tiempo de sondeo y la respuesta en el tiempo. Aunque el tiempo de sondeo es irreducible. Específicamente, suponemos que hay N terminales conectadas en anillo, a las que se le manda un mensaje de sondeo. Asociamos a cada terminal su walk-time (w) (teóricamente puede variar, pero lo tomaremos como tiempo fijo). El promedio de este tiempo fijo es:

$$\bar{L} = Nw$$

Suponemos que el tráfico, en promedio, de cada terminal es el mismo y lo representamos con la letra p ( $p = 1/\mu$ ;  $l$  = promedio de Poisson en que llegue el mensaje).  $1/\mu$  = tiempo de servicio o tiempo de duración del mensaje). El promedio del tiempo de sondeo es :

$$\bar{t}_c = \frac{N \bar{w}}{1 - Np} = \frac{L}{1 - Np} \dots\dots\dots (i)$$

$Np$  = intensidad de tráfico efectiva.

Para un tráfico muy bajo ( $Np \ll 1$ ), el tiempo de sondeo se reduce, es decir es directamente proporcional al walk-time. Y toma un valor aproximado a:

$$\bar{t}_c / 2$$

Vamos a comprobar que la ecuación (i) es válida, para esto dejamos que:

$$\begin{aligned} \bar{n} &= \text{número promedio de mensajes que se esperan, de la terminal de datos.} \\ 1/l &= \text{número de mensajes que llegan en } t_c \text{ unidades de tiempo.} \end{aligned}$$

$\bar{s}$  = tiempo promedio requerido para transmitir  $Nn$  mensajes (intervalo de sondeo).

Tenemos : 
$$\bar{t}_c = \frac{\bar{n}}{1} = N \bar{w} + \bar{s} \dots \dots \dots (ii)$$

Así, el tiempo de sondeo es la suma del walk-time y del tiempo de servicio del mensaje. El tiempo promedio para servir los  $Nn$  mensajes es :

$$\frac{\bar{N} n}{\mu} = \frac{N 1}{\mu} \bar{t}_c = N p \bar{t}_c$$

Recordando que, para nuestro ejemplo, todas las terminales tienen la misma probabilidad.

Así: 
$$\bar{s} = N p \bar{t}_c \dots \dots \dots (iii)$$

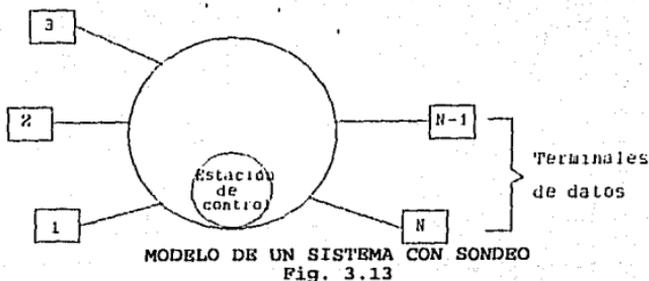
Combinando (ii) con (iii) :

$$\bar{t}_c (1 - Np) = N \bar{w}$$

Llegamos a la ecuación (i): 
$$\bar{t}_c = \frac{N \bar{w}}{1 - Np}$$

El tiempo de retraso es un factor importante, y es mayor en el modo roll-call polling. Se dice que el retraso total causado por la terminal es de  $C$  caracteres o  $NC$  caracteres para un sistema con  $N$  terminales. Además de  $Y$ , que es el retraso de propagación de ida y vuelta para el sistema (Fig. 3.13). El total del tiempo de retraso fijo o walk-time, para el hub polling, es la suma de éstos dos:

$$L|_{\text{hub}} = NC + Y$$



En el modo roll-call, la estación central sondea una terminal, poniendo un mensaje de P caracteres de largo. Para N terminales, tenemos que agregar un retraso en el tiempo de NP caracteres.

Siendo el total de tiempo de retraso:

$$L|_{roll} = NP + NC + Y'$$

Donde Y' es el retraso de propagación total. Note que estos C caracteres de retraso, por la terminal de datos, es común para ambos modos de sondeo.

Existen básicamente 3 factores que provocan un retraso en la respuesta, al mensaje de sondeo, del usuario:

- 1.- Retraso interno, debido al almacenamiento de mensajes en la terminal que será sondeada.
- 2.- Retraso en el procesamiento del mensaje, causado por su controlador.
- 3.- Retraso externo, debido a que hay un almacenamiento de mensajes, en la estación de control, que esperan ser transmitidos a su destino.

### 3.10 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

A continuación, se mencionan ventajas y desventajas del sondeo y de la técnica de interrupción.

En el control por interrupción, la terminal asume un rol más activo en el proceso de transferencia de datos, mediante la notificación a la estación de control de cuándo está lista para aceptar o enviar datos.

Las desventajas importantes del sondeo son:

Primero: el sondeo utiliza recursos del programa y de memoria, aún cuando el servicio no es requerido. Siempre estará sondeando.

Segundo: el tiempo de espera de una terminal, para ser sondeada, y el sondeo mismo puede ser tardado.

Por su parte, el control por interrupción puede empezar inmediatamente después que se hace la petición; sin embargo, el tiempo gastado en el control por interrupción es mayor, porque una rutina de control debe salvar y restaurar el estado del controlador. Observando con esto, que se requiere de hardware y software más complicado, para investigar quién hizo la interrupción, detectar fallas, aislarlas y/o repararlas. En el control por interrupción podemos otorgar jerarquías, por ejemplo, en líneas multipunto si tenemos terminales 1, 2 y 3, damos prioridades de tal modo que 1 tenga la mayor prioridad y, la terminal 3 la menor; entonces el dispositivo 1 puede interrumpir a las terminales 2 y 3; la terminal 2 puede interrumpir la terminal 3 pero no a 1. Si el dispositivo 2 está en servicio y el dispositivo 1 genera interrupción, la estación de control le dá preferencia a 1 y comienza a ejecutar la rutina de 1. Una vez que éste a transmitido toda su información, regresa a la posición que se encontraba, cuando la interrupción.

## CAPITULO IV

### Protocolos y Recomendación X.25

#### 4.1 BSC (Binary Synchronous Communications Protocol) o BISYNCRONO PROTOCOLO DE COMUNICACIONES BISINCRONO

La transmisión de datos requiere un procedimiento de línea (conjunto de reglas para definir los formatos que se usen en la transmisión) adecuado para definir el principio, continuación y final de los bloques. El protocolo BSC de IBM ha llenado, desde los 60's, esos requerimientos por lo que hacen de él uno de los protocolos síncronos más utilizados, puesto que los caracteres se transmiten utilizando los códigos ASCII o EBCDIC y la señal de datos en serie se codifica utilizando NRZ o NRZI.

En forma general, el protocolo BSC proporciona una secuencia lógica (así como el SDLC de IBM y HDLC de ISO) al mensaje que será transmitido a través de una línea, en el enlace de datos. Posee un formato síncrono y para la detección de errores usa el CRC (Cyclic Redundancy Check) o chequeo de paridad. El control de línea lo hace utilizando Poll/select (sondeo/selección). La Fig. 4.1 muestra los caracteres especiales del protocolo BSC.

Carácter	Denominación en inglés	Denominación en español
SYN	Synchronisation Character	Carácter de sincronismo
DLE	Data Link Escape	Pérdida del enlace de datos
SOH	Start of Header	Comienzo de cabecera
STX	Start of Text (Data)	Comienzo de texto
ITB	Intermediate Termination of Block	Fin del bloque intermedio
ETB	End of Text Block	Fin del bloque de transmisión
ETX	End of text	Fin de la transmisión
BCC	Block Check Character	Carácter de verificación del bloque
VACK	Wait to Acknowledge	España del reconocimiento
RVI	Reverse Interrupt	Interrupción inversa
TTFD	Temporary Text Delay	Retardo de texto temporal
ACK	Acknowledge	Reconocimiento
NAK	Negative Acknowledge	No reconocimiento
EOT	End of Text	Fin del texto
PAD		Final de la estructura
ENO		Peticion

CARACTERES ESPECIALES DEL PROTOCOLO BISINCRONO

Fig. 4.1

El protocolo BSC puede enviar los mensajes en modo no transparente y en modo transparente.

En el modo no transparente el receptor rechaza los caracteres de sincronismo, si éstos se detectan en medio del mensaje. En el modo transparente el procedimiento de línea no impone restricciones a los patrones de bits que el transmisor pueda enviar, el modo transparente comienza cada bloque de datos con DLE STX y los termina con DLE ETB, DLE ETX, DLE ITB o DLE ENQ (aborto).

La forma de empezar un mensaje con el protocolo BSC, puede ser:

**SYN-SYN-SOH:** Encabezamiento en modo no transparente (Fig. 4.2): el encabezamiento precederá a la parte de datos del mensaje.

S	S	S	Encabezamiento	I	BCC	S	Dato	I	BCC	Dato	E	BCC	P
Y	Y	O		T		T		T			T		A
N	N	H		B		X		B			B		D

ENCABEZAMIENTO MODO NO TRANSPARENTE

Fig. 4.2

**SYN-SYN-STX:** Comienzo de texto en modo no transparente (Fig. 4.3) los datos se transmiten sin encabezamiento previo.

S	S	S	Dato	E	BCC	P
Y	Y	T		T		A
N	N	X		X		D

COMIENZO DE TEXTO MODO NO TRANSPARENTE

Fig. 4.3

**SYN-SYN-DLE-STX:** Comienzo de texto en modo transparente (Fig. 4.4): en donde a continuación se envían los datos.

S	S	D	S	Dato	D	E	P
Y	Y	L	T	Transparente	L	T	A
N	N	E	X		E	X	D

COMIENZO DE TEXTO MODO TRANSPARENTE

Fig. 4.4

Los mensajes transmitidos con el protocolo bisíncrono pueden tener datos o no. Si tienen datos se utilizarán uno o más bloques para transmitirlo; si en cambio el mensaje no posee datos, se interpretará como una orden o una respuesta a una orden. Vea la Fig. 4.5.

**SYN-SYN-NAK-PAD:** Es una respuesta de no reconocimiento del receptor, al no detectar con precisión el mensaje.

S	S	N	P
Y	Y	A	A
N	N	E	D

RESPUESTA A  
UNA ORDEN  
Fig. 4.5

Si se requieren bloques múltiples para transmitir los datos, los bloques intermedios terminan con el caracter de control ITB. El último bloque de datos puede terminar con ETB o con ETX, solo que ETB especifica que viene otro mensaje y, el caracter ETX especifica el final de todos los mensajes.

Este protocolo necesita de caracteres de redundancia cíclica (CRC), los cuales se atienen a reglas arbitrarias que especifican donde deben aparecer, que caracteres se incluyen y cuales no son incluidos. Para nuestros ejemplos, de la parte sombreada es de donde se obtienen los caracteres de CRC.

Una conversación punto a punto la inicia el emisor transmitiendo ENQ y recibiendo ACK, como respuesta, sólo entonces puede proceder. La conversación se termina por medio de una secuencia EOT.

Otra posibilidad en una conexión punto a punto es WACK, que es un ACK pero no permite al emisor continuar con más bloques. Después de una pausa el emisor debe enviar un ENQ y continuar, si recibe un ACK.

La interrupción inversa (RVI) permite al receptor interrumpir al emisor, el emisor vacía sus buffers de salida y luego envía EOT, el receptor pregunta entonces al emisor con ENQ y procede con la transmisión en dirección inversa, una vez recibido ACK0.

La secuencia de retardo de texto temporal (TTD), al que se le responde con NAK, se envía a intervalos de dos segundos si el emisor no puede enviar bloques por alguna razón como problemas en el almacenamiento temporal.

Los tiempos de espera se requieren para proporcionar una opción de recuperación, cuando se espera una respuesta que tal vez nunca llegue. Si se transmite un ACK o NAK, un tiempo de espera reactiva el programa emisor para que transmita un ENQ.

#### 4.2 SDLC (Synchronous Data Link Control) CONTROL SINCRONO DEL ENLACE DE DATOS

El protocolo SDLC es de los de mayor demanda, debido principalmente a que se pueden transmitir datos con cualquier longitud de bits (desde el bit de datos 0 hasta el mayor número de bytes de datos par, que pueda almacenar una unidad de memoria), es decir su campo de información es extenso. Y a que su creador es IBM, que lo introdujo en 1973 para satisfacer las necesidades en las líneas de comunicación de los bancos; guarda gran similitud con el protocolo HDLC y en parte logra reemplazar al PROTOCOLO BISYNC.

En forma general el protocolo SDLC contiene: un formato síncrono, la detección de error la realiza con FCS (Frame Check Sequence) y el control de línea (llevado a cabo por la estación primaria) lo hace por sondeo/selección. Puede controlar líneas que estén configuradas punto a punto, multipunto o anillo y opera sobre líneas privadas, half duplex y duplex.

Los mensajes en SDLC son transmitidos a través de líneas que llevan un formato específico, llamado trama. Al comienzo y al final de la trama se mandan banderas, cuyo formato son ocho bits 01111110, estas banderas equivaldrían al SYN del BISYNC. La bandera de terminación podría utilizarse como bandera de inicio para una próxima trama. Para mantener en estado activo a la línea, se mandan múltiples banderas, esto cuando no haya información que transmitir o caracteres de supervisión.

Como es muy probable que en la información se presenten cinco unos consecutivos, SDLC examina el contenido de la trama e inserta un 0 si llega a encontrarlos, con el fin de no interpretarlos como una bandera. El receptor por su parte, al decodificar los bytes anula el bit 0, añadido por el transmisor. La codificación y decodificación se realiza con la lógica NRZ o la invertida NRZI.

A continuación de la bandera de inicio, viene el campo de dirección (de 8 bits), que se utiliza para identificar a la estación secundaria que, como ya vimos, puede haber más de una. Resaltando que las estaciones secundarias no se comunican directamente entre ellas, es decir, las estaciones secundarias siempre se comunicarán con la estación primaria.

El siguiente campo es el de control (8 bits), que puede utilizar cualquiera de los tres formatos siguientes:

1.- U (Unnumbered): Las tramas no numeradas se utilizan específicamente para el control, inicializar a una estación secundaria, desconectar una estación y hacer pruebas a una estación.

2.- S (Supervisory): Las tramas de supervisión se usan para reconocimientos(ACK) y no reconocimientos(NAK) en las tramas de información, o sea para confirmar la recepción de datos, condiciones de que está listo para recibir y también para reportar errores de numeración en las tramas.

3.- I (Information transfer): se utilizan, como su nombre lo dice, para transferir información. La Fig. 4.6 ,contiene el campo de control del protocolo SDLC.

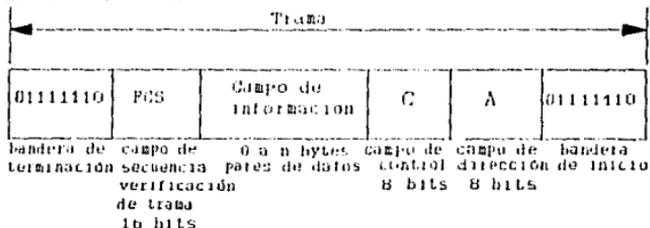
Caracter	Formato	Denominación en inglés	Denominación en español
UI	U	Unnumbered Information	Información no numerada
RIM	U	Request Initialization Mode	Peticion de inicio
SIM	U	Set Initialization Mode	Inicializar la sesión
SNRM	U	Set Normal Response Mode	Modo de respuesta normal
DN	U	Disconnect Mode	Modo desconectado
DISC	U	DISConnect	Desconectado
UA	U	Unnumbered Acknowledgment	Reconocimiento no numerado
FNRR	U	FNArMe Reject	Rechazo de trama
BCN	U	HeaCoN	Señalización
CFGR	U	ConFIgure	Configurar
RD	U	Request Disconnect	Peticion de desconectar
XID	U	eXchange station IDentification	Identificar una estación
UP	U	Unnumbered Polls	Sondeo no numerado
TEST	U	TEST	Chequeo
RR	S	Receive Ready	Receptor listo
RNR	S	Receive Not Ready	Receptor no listo
REJ	S	REJect	Rechazo
I	I	Information	Información

CARACTERES ESPECIALES DE SDLC

Fig. 4.6

El próximo campo es el de información, que ya se mencionó, le sigue el campo de secuencia de verificación de trama (FCS) de 16 bits, que se deriva matemáticamente del patrón de bits del campo de dirección, del campo de control y del campo de dirección.

Este campo se encarga de aceptar o rechazar la estructura completa, si recibió incorrectamente la trama, SDLC hace un reconocimiento de mensajes cada 7 tramas. La Fig. 4.7 es representativa de los campos y tramas mencionados.



CAMPOS Y TRAMAS DE SDLC

Fig. 4.7

### 4.3 HDLC (High level Data Link Control) CONTROL DE ENLACE DE DATOS DE ALTO NIVEL

Es el protocolo estándar de ISO (International Standard Organization), es semejante a SDLC. Por ello se va hacer hincapié sólo en puntos que se necesite ahondar o en aquellos en los que exista diferencia.

HDLC se aplica en configuraciones punto a punto y en configuraciones multipunto. Funciona con el procedimiento de acceso de línea balanceado (LAP-B = Link Access Procedure-Balanced), que pertenece al nivel 2 del protocolo X.25 y tiene gran difusión en el mundo. Las tramas comienzan y terminan con banderas de 8 bits 01111110, éstas banderas encierran cuatro campos que son:

- 1.- Campo de dirección: Ofrece la posibilidad de extenderse de 8 bits a cualquier longitud de octetos, con el fin de poder direccionar más terminales, o grupos de terminales, y otros periféricos. La terminal receptora examina el bit de orden alto, de cada byte del campo de dirección; si este bit es 0 se supone que a continuación viene otro byte de dirección. Si por el contrario el bit de orden alto es 1, éste es el último byte de dirección.

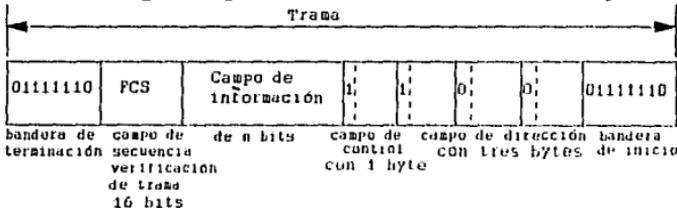
2.- Campo de control: Puede extenderse de 8 bits a 16 bits, permitiendo manejar numeros de secuencia mayor, dentro de los campos N(R) y N(S). Si el bit de orden alto del primer byte del campo de control es 0, se supone que hay un segundo byte de control. Si por el contrario, el bit de orden alto del primer byte es 1, indica que es el único byte del campo de control. También se encuentran tres formatos: tramas de información (I), tramas de supervisión (S) y tramas no numeradas (U).

3.- Campo de información: Si existe, contiene cualquier bits de datos.

4.- Secuencia de verificación de trama (FCS): de 16 bits, utiliza el polinomio generador:

$$G(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$$

Véase la Fig. 4.8 para hacer más entendible lo expuesto.



CAMPOS DE HDLC

Fig. 4.8

Las tramas HDLC se intercambian entre dos estaciones, la primaria y la secundaria. El protocolo HDLC permite tres tipos de estructura de enlace:

- Una estación hace de primaria y la otra de secundaria: es el modo no equilibrado punto a punto.
- Una estación hace de primaria y existen varias secundarias: modo no equilibrado punto a multipunto.
- Cada estación hace de ambas: primaria y secundaria.

La comunicación comienza con la activación de la petición de envío, en el modem local; le sigue la espera de detección de la portadora de datos y luego, la transmisión de banderas continuas de relleno, entre tramas. Se envía un mandato SARM (Set Asynchronous Response Mode = inicio en modo de respuesta asíncrono), y se espera una respuesta UA.

Posteriormente cada n tramas se realiza el chequeo de errores, para detectar la información que no se ha transmitido correctamente.

El error más común se presenta porque una trama I está fuera de secuencia, se procede a abortar la información actual y retransmitir todas las tramas I enviadas anteriormente. Como se ve HDLC es muy eficiente en ausencia de errores, pero si se presenta un error la corrección puede llevarse un buen tiempo.

Otro error se presenta al sobrecargar los buffers, es decir el transmisor al recibir RNR no debe enviar más tramas I hasta que reciba un RR.

Para terminar el enlace, una estación envía un mandato DISC, al que se le debe responder con UA, y el canal se cierra.

#### TRAMA I:

Son las tramas que llevan la información, transportan un N(S) (número de la trama I enviada), que permite reconocerlas y un N(R) (número del próximo paquete), que indica la próxima trama que se va a recibir. Las tramas I son responsables del envío de las aceptaciones positivas. Por el contrario, las aceptaciones negativas serán transmitidas por las tramas de supervisión especial (trama S).

#### TRAMA S: (Fig. 4.9)

Bits	1	2	3	4	5	6	7	8
Trama RR	1	0	0	0	P/F	0	N/R	0
Trama RNR	1	0	1	0	P/F	0	N/R	0
Trama REJ	1	0	0	1	P/F	0	N/R	0

TRAMA "S"

Fig. 4.9

#### Trama RR:

Esta trama de supervisión, permite indicar que la estación emisora está preparada para recibir nuevas tramas. Puede ser utilizada para anular una orden de no recepción RNR. Admite todas las tramas anteriormente recibidas, hasta el número N(R). Su utilidad reside principalmente, en admitir positivamente las tramas recibidas por un receptor que no tiene ninguna trama I para transmitir.

**Trama RNR:**

Se utiliza para indicar al emisor, que el receptor no está preparado para recibir nuevas tramas. A causa de averías pasajeras o también por falta de espacio en la memoria. Las tramas recibidas, después del envío de RNR, se destruyen.

**Trama REJ:**

Se utiliza cuando el número contenido en la trama que llega N(S), es diferente del número de la trama esperada V(S). Esto se produce cuando una trama ha sido transmitida incorrectamente.

La siguiente, Fig. 4.10, sintetiza otras tramas importantes:

Bits	1	2	3	4	5	6	7	8
DM	1	1	1	1	P/F	0	0	0
SARM	1	1	1	1	P/F	0	0	0
DISC	1	1	0	0	P/F	0	1	0
UA	1	1	0	0	P/F	1	1	0
FRMR	1	1	1	0	P/F	0	0	1

TRAMAS IMPORTANTES DE HDLC

Fig. 4.10

**SARM** : Es el mandato de inicialización del procedimiento de línea en el modo equilibrado.

**DISC** : Es el mandato para solicitar a la otra estación, el término del enlace.

**DM** : Indica que la estación emisora está desconectada.

**UA** : Sirve de aceptación de una trama U.

**FRMR** : Repetir la petición de inicialización de la línea.

## 4.4 ISO (Internacional Standard Organization)

La ISO ( Organización de estándares Internacionales) además de otras organizaciones, como son: ANSI (Instituto Americano de estándares Nacionales) y la BIA (Asociación de Industrias Electrónicas), son organismos encargados de desarrollar estándares para la comunicación de datos. En 1978 la ISO comenzó a crear un modelo cuya arquitectura sirviera para futuros desarrollos de protocolos que permitieran la comunicación entre computadoras y terminales heterogéneas, por lo que la ISO forma un nuevo Sub-Comité llamado OSI (Open Systems Interconnection) encargada de proveer el modelo que permita a todo equipo compartir los recursos de computo, interconectar equipo heterogéneo, aplicaciones especiales, aprovechamiento óptimo del ancho de banda, etc. Este modelo tiene definidos siete capas y emplea un protocolo de transporte punta a punta. Este protocolo opera entre sistemas finales, de este modo toda la información de control del protocolo es estrictamente llevada como datos por cualquiera de los nodos intermedios de la red, Fig.4.11

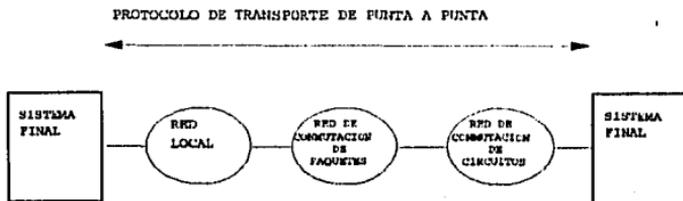
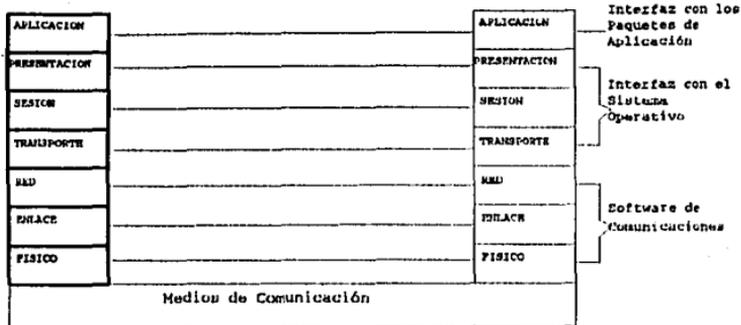


Fig. 4.11

El estrato de punta a punta asume un mínimo de servicio:

- Mecanismo de direccionamiento de sistema.
- Habilidad para transferir una unidad de datos de tamaño limitado.
- Posibilidad de entrega secuencial de datos.

Los demás servicios tales como: control de flujo, purga/interrupción, proporciona los procedimientos de control en el protocolo de transporte punta a punta. Ver la Fig. 4.12.



## ARQUITECTURA DE LA ISO PARA LA INTERCONEXION

Fig. 4.12

Primeramente se observa que éste se divide en siete capas y que los protocolos se han dividido en dos grupos: protocolos usuario-red y protocolos usuario-usuario. Los protocolos usuario-red constituyen los interfases de acceso a las redes de comunicación de datos (públicas o privadas) y los protocolos usuario-usuario representan los servicios de comunicaciones que los sistemas operativos y/o lenguajes de programación puedan ofrecer a los usuarios. A las siete capas se les asignan distintas funciones, remarcando que cada una de ellas sirve de soporte a la que sigue y así sucesivamente: el nivel de aplicación se ocupa de las relaciones con las aplicaciones que utilizan el sistema de interconexión, los tres siguientes materializan las relaciones con el sistema informático (niveles de presentación, sesión y transporte) y, los tres últimos se orientan a la solución de los problemas de las comunicaciones (niveles de red, enlace y físico).

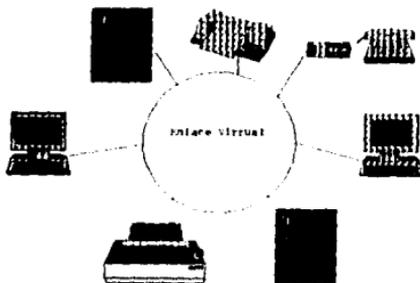
#### 4.5 NIVELES DE LA ISO

##### NIVEL DE APLICACION (NIVEL 7)

El nivel aplicación es el nivel superior del modelo ISO y prepara los servicios de comunicación entre los diferentes procesos de aplicación que constituyen el sistema, en el caso de que los procesos se encuentren en máquinas distintas la ISO hace referencia a cinco grupos de posibles protocolos, que son:

- GRUPO 1 : Protocolos de gestión del sistema, que realizan funciones de gestión del sistema de interconexión.
- GRUPO 2 : Protocolos de gestión de la aplicación, que controlan las funciones de gestión de la ejecución de los procesos de aplicación como sería el acceso a determinadas partes del sistema, solución de problemas de interbloqueo, etc.
- GRUPO 3 : Protocolos del sistema para la realización de las comunicaciones entre procesos de aplicación, como pueden ser, acceso a ficheros, activación remota de procesos o del sistema. En este grupo la ISO define cuatro protocolos: servicio de terminal virtual, servicio de manejo de archivos, servicio de manejo de tareas y transferencia de datos y, servicio de manejo de mensajes.

El servicio de terminal virtual ( Fig. 4.13) proporciona la facilidad de que la red sea transparente para el usuario, es decir, el usuario debe ver a la red como un sistema operativo con posibilidades de tener acceso a todos los recursos de cómputo conectados a la red, como si fuera una sola máquina.



TERMINAL VIRTUAL EN UNA RED LOCAL

Fig. 4.13

Con el servicio de terminal virtual, el usuario puede comandar la ejecución de cualquier programa o paquete que este en el sistema de cualquiera de las computadoras conectadas a la red.

El servicio de manejo de archivos permite al usuario poder copiar archivos de un sistema a otro, crear directorios, renombrar archivos, protegerlos contra accesos no autorizados, etc. a nivel de toda la red.

El servicio de manejo de tareas y transferencia de datos permite desarrollar sistemas que corran procesos radicados en sistemas diferentes, los cuales se transmiten datos y comandos.

El sistema de manejo de mensajes ofrece facilidades como el buzón y el correo electrónico, etc.

#### NIVEL DE PRESENTACION (NIVEL 6)

Facilita un conjunto de servicios al nivel de aplicación, que interpretan la estructura de la información intercambiada, es decir, permitir la heterogeneidad entre los sistemas y elementos que se interconectan, algunos de estos servicios son:

- Selección del tipo de terminal.
- Gestión de los formatos de presentación de los datos.
- Ordenes de manejo y formateado de los archivos.
- Conversiones de código de los datos.
- Formato de los datos y ordenes de control.
- Control para transferir la información.

#### NIVEL DE SESION (NIVEL 5)

Da el soporte que requiere el nivel presentación; al establecer la comunicación entre dos procesos de sistemas distintos, se lleva a cabo una sesión, la sesión regula el diálogo entre ellos y deja de existir cuando éste finaliza, es decir, el nivel sesión establece y termina las conexiones lógicas para la transferencia de datos entre procesos, proporciona los servicios de traslación a direcciones de red, la definición de los parámetros de transmisión ( como la velocidad, facilidades, claves de acceso, tipo de transmisión, etc.)

#### NIVEL DE TRANSPORTE (NIVEL 4)

Provee el servicio de transporte de la información a través del sistema, con tres tipos de servicio: los orientados hacia el establecimiento de una conexión, los que se dirigen a la realización de transacciones de información y los que se enfocan a la difusión de información a múltiples destinatarios. Por ejemplo, permite enviar reconocimientos extremo a extremo de la recepción de información, reordenar los paquetes, la segmentación de los mensajes, etc.

Como se había dicha anteriormente, a partir del nivel 4 los protocolos son de extremo a extremo, es decir, se trata de programas de control de diálogos entre procesos corriendo en los DTE de los extremos de enlace.

#### NIVEL DE RED (NIVEL 3)

Es utilizado para establecer, mantener y liberar las comunicaciones, especialmente cuando estas se realizan a través de una red. El nivel de red establece los procedimientos de servicios de red, como son: grupo cerrado de usuarios con o sin acceso de salida o entrada, modificación de velocidad de transmisión o longitud de paquete para mejorar la eficiencia en la transmisión, etc.

#### NIVEL DE ENLACE (NIVEL 2)

El objetivo del nivel de enlace es mejorar la confiabilidad en la comunicación y facilitar los medios para administrar adecuadamente la trama de información y controlar el flujo de datos, y los procedimientos de inicialización y liberación del enlace. Los servicios principales de este nivel son:

- Sincronía a nivel de trama, palabra y octeto.
- Control de línea (enlaces punto a punto, multipunto, duplex o semiduplex).
- Control y corrección de errores.
- Control de secuencia para la sincronización de velocidades de proceso, control de bloqueos.
- Recuperación en caso de errores.
- Transparencia.

El protocolo de nivel de enlace se realiza en un enlace físico entre dos terminales conectadas a él y también, debe inicializarse y liberarse cuando se deja de usar.

#### NIVEL FISICO (NIVEL 1)

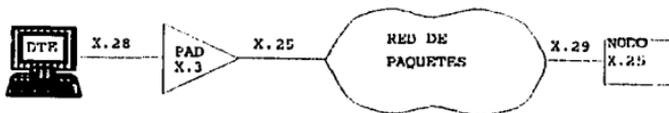
Define las características lógicas, funcionales, eléctricas y mecánicas del enlace físico entre el equipo de cómputo y la red de telecomunicaciones. Los principales servicios ofrecidos por este nivel son:

- Establecimiento y liberación del circuito de comunicación.
- Sincronía a nivel de bit, carácter, palabra u octeto.
- Control de uso del circuito de comunicación.

Para finalizar el tema Interconexión de sistemas abiertos, podemos decir que hay dos razones para que los sistemas de cómputo sean llamados abiertos: la primera es que el sistema se pueda conformar con elementos diversos o de distinto fabricante, la segunda es que el sistema esté en posibilidades de interconectarse con muchos otros sistemas esparcidos por el mundo, con los cuales pueda establecer comunicación, a la manera en que opera la red telefónica, a través de las redes intercambiando textos, datos, gráficos, voz, imágenes, etc. Todo esto se logra con el diseño por bloques de la arquitectura ISO, que permiten que un bloque desarrollado por cualquier fabricante pueda servir de base para que el protocolo del nivel superior se efectúe, utilizando simplemente los servicios del bloque de nivel inferior.

#### 4.6 RECOMENDACION X.25 DEL CCITT

La recomendación X.25 es un protocolo estándar de comunicaciones para la Transmisión de datos, que utiliza la tecnología de conmutación de paquetes; facilita la conexión de distintos equipos terminales de datos a las diversas redes públicas y también la conexión internacional de redes; asimismo describe los formatos que deben ser utilizados para garantizar el acceso a las facilidades que ofrece la red pública de datos: circuitos virtuales permanentes y conmutados, y la forma de establecer un número prácticamente ilimitado de comunicaciones simultáneas a través de la misma interfaz, remarcando que X.25 sólo especifica los procedimientos como interfaz y no define la manera en que debe transportarse la información (Fig. 4.14).

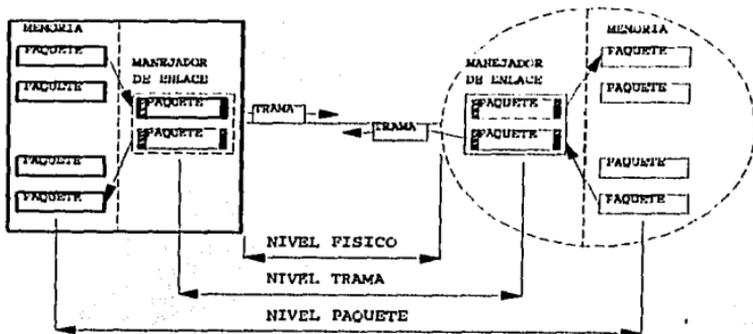


#### LIMITES DE APLICACION PARA X.25

##### 4.14

El CCITT (Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía), órgano permanente de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) designó el grupo VII de trabajo que en 1976

presenta la primera versión de la Recomendación X.25, misma que en 1980 se revisa, es aceptada y sale una nueva versión, la cual es dividida en tres niveles: nivel físico o de interfaz física, nivel de trama (Frame level) y nivel de paquete (Paquet level), Fig.4.15.



NIVELES DE CONTROL EN X.25

4.15

#### 4.7 NIVELES DE X.25

##### NIVEL FISICO

El nivel físico requiere de un circuito síncrono, punto a punto, full duplex, entre el DTE y el DCE, recomendándose el uso de la interfaz RS-232-C que es una norma internacional, es decir, esta interfaz se aplica a casi toda transmisión de datos síncrona y es equivalente a la norma para la conexión entre un equipo terminal y un modem (X.24 ó X.21 bis). Las señales que especifica la norma y que son más utilizadas se muestran en la Fig. 4.16.

No. CIRCUITO CCITT	SENTIDO TERMINAL-MODEM	CLAVE RS-232-C	SIGNIFICADO
101		AA	TIERRA DE PROTECCION
102		AB	RETORNO COMUN
103	----->	BA	TX. DE DATOS
104	<-----	BB	RX. DE DATOS
105	----->	CA	PETICION DE TX.
106		CB	PREPARADO PARA TX.
107	<-----	CC	APARATO DE DATOS LISTO
108/2	----->	CD	TERMINAL DE DATOS LISTO
109	<-----	CF	DETECTOR DE SEÑAL
113	----->	DA	RELOJ DE TX. (DTE)
114	<-----	DB	RELOJ DE TX. (DCE)
115	----->	DD	RELOJ DE RX. (DCE)

## SEÑALES MAS USADAS POR X.25

## 4.16

Las principales funciones de este nivel son:

- Transporte de las señales eléctricas.
- Sincronización eléctrica del enlace.
- Señalización para el control físico del enlace.

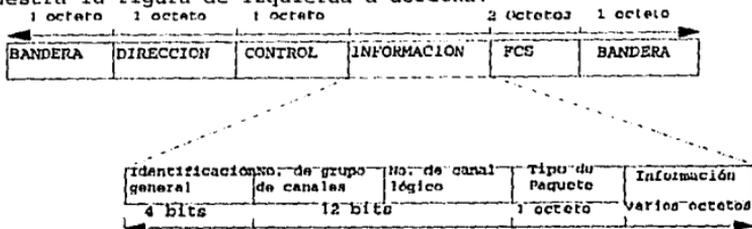
## NIVEL DE TRAMA

Su objetivo es controlar el flujo de información en el enlace físico, definido en el nivel uno, los procedimientos que se deben utilizar son compatibles con la norma ISO, llamada HDLC.

Las funciones del nivel de trama son:

- La de proporcionar al tercer nivel (nivel paquete) de un medio de enlace, libre de errores para el envío y recepción de paquetes de información, entre el nodo de la red y el DTE.
- En caso de detectarse errores, asegurar su corrección sin que ocurran pérdidas o duplicación de la información.
- Funcionar en modo full-duplex y aún en altas velocidades de transmisión.
- Garantizar la total transparencia de la información.
- Informar al siguiente paquete de problemas operativos o de control, para que estos tomen las medidas adecuadas.

En la Fig.4.17 se visualiza la estructura del formato general para el nivel trama. Compuesto por dos octetos, uno de los cuales marca el inicio y el otro el final de la trama, además del campo de dirección, el de control, información y el de secuencia de verificación de trama; el orden en que se transmite es el que muestra la figura de izquierda a derecha.



FORMATO GENERAL

4.17

**BANDERA**

La secuencia 01111110, sirve para sincronizar la trama. Todas las tramas deben comenzar y terminar con una bandera. Para evitar confusión y lograr la transparencia en el envío de información siempre que aparecen cinco unos consecutivos en la secuencia de bits comprendida entre las banderas, se introduce el bit 0, como bit de relleno. En la recepción antes de cualquier otro análisis, se eliminan los ceros que suceden a una secuencia de cinco unos que aparece en la secuencia de bits entre las banderas, pues se considera que se trata de un bit de relleno. A esto se le conoce como técnica de inserción y remoción del bit de relleno.

**CAMPO DE DIRECCION**

Sólo es aplicable, en el caso de HDLC, a una línea multipunto; identifica a la terminal a la cual se le está enviando la trama, puede ser de ocho bits o de 16 bits (extendido). Con el formato normal se puede disponer de hasta 128 direcciones, por lo que en un mismo enlace puede haber una configuración multipunto con 128 terminales. Con el formato extendido, el número de posibles direcciones es de 32768. Salvo que en X.25 sólo se contempla el formato normal y no es válida la configuración en línea multipunto. El campo de dirección puede tomar sólo dos valores, Fig. 4.18.

DIRECCIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8
A	1	1	0	0	0	0	0	0
B	1	0	0	0	0	0	0	0

FORMATO DEL CAMPO DE DIRECCIONES  
4.18

## CAMPO DE CONTROL

Este campo contiene los números de secuencia de trama y determina el tipo de trama que se está utilizando, su longitud es de un octeto y en la fig. Fig.4.19 se muestra la codificación para cada una de las instrucciones y respuestas.

FORMATO	COMANDO	RESPUESTA	CODIFICACION								
			0	1	2	3	4	5	6	7	8
INFORMACION	I (Información)	I (Información)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
SUPERVISION	RR (Receptor Listo)	RR (Receptor Listo)	1	0	0	0	p/f				N(i)
	RNR (Receptor No Listo)	RNR (Receptor No Listo)	1	0	1	0	D/f				N(r)
	REJ (Rechazo)	REJ (Rechazo)	1	0	0	1	D/f				N(r)
NO RECONOCIDAS	SABM (Tx. en Modo Ajustado Balanceado)	EM (Modo desconectado)	1	1	1	1	p/f	0	0	0	
		UA (Trama de no reconocimiento)	1	1	0	0	p	0	1	0	
	FRMR (Rechazo de Comando)	FRMR (Rechazo de Comando)	1	1	0	0	f	1	1	0	
		FRMR (Rechazo de Trama)	1	1	1	0	f	0	0	1	

FORMATO PARA EL CAMPO DE CONTROL

En donde :

N(s) es el número secuencial de tramas transmitidas, y sólo se utiliza en las tramas de información.

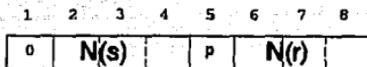
N(r) es el número secuencial de recepción, es decir, el número de trama que se espera recibir.

P/F el bit P/F se ocupa cuando una estación exige, a la otra, una respuesta inmediata. Cuando una trama es enviada con el bit P=1 (Petición), el extremo remoto responderá enseguida con una trama con el bit F=1 (Final), indicando la recepción de la trama de petición.

Este campo puede contener tres tipos de trama: Trama I, Trama S y U

#### TRAMA I

Utilizadas para la transferencia de paquetes de información entre el usuario y la red de datos; sólo las tramas de información pueden transportar paquetes entre el DTE y el DCE. Ver la Fig.4.20 para reconocer el formato del campo de control de esta trama.



CAMPO DE CONTROL TRAMA 'I'

Fig. 4.20

El formato de la figura da un tamaño máximo de ventana de 8, señalando que el tamaño de la ventana es el número máximo de tramas que se pueden transmitir, sin esperar a recibir el correspondiente acuse de recibo de cada trama. El bit 5 es el bit de invitación a emitir o de finalización.

#### TRAMA S

Su función es dar acuses de recibo negativos y positivos, ejercer control sobre el flujo de datos, la petición de retransmisión y la petición de suspensión temporal de la transmisión de tramas de información. En la Fig. 4.21 se muestra el campo de control para esta trama.

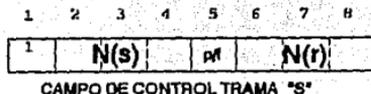


Fig. 4.21

Los bits N(r) y P/F tienen la misma función que en la trama I, por su parte N(s) indica la función que se está ejerciendo. También remítase al capítulo 4 sobre HDLC, para ver los tipos de tramas de Supervisión (S). Tanto las tramas de Información como las de Supervisión, se valen de tres bits para codificar el número de la trama que se enviará y, otros tres bits para codificar el número de la trama que se espera recibir.

#### TRAMA U

La trama U, no numerada, establece y libera los enlaces, e indica si se detectaron errores en la secuencia del protocolo. La trama U no cuenta con un campo de número de secuencia. Fig. 4.22

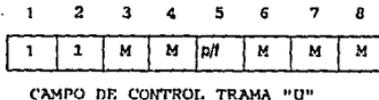
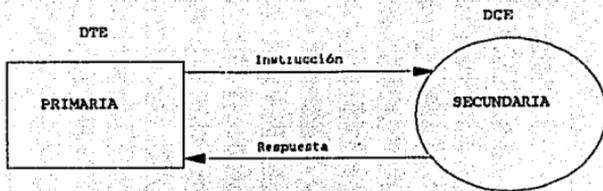


Fig. 4.22

Los cinco bits marcados con la M permiten contar con 32 diferentes comandos y/o respuestas; sin embargo sólo están normalizados siete. Las tramas no numeradas (U), permiten seleccionar el modo de respuesta (asíncrono o asíncrono balanceado).

#### 4.8 PROCEDIMIENTOS EN EL NIVEL DE ENLACE

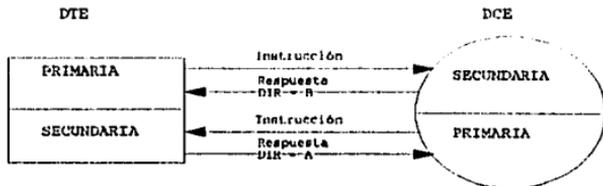
Respecto a este último punto la Recomendación sugiere el uso del procedimiento especificado por HDLC, para un sistema balanceado, LAPB (Link Access Procedure Balanced= Procedimiento de acceso Balanceado), Fig. 4.23.



PROCEDIMIENTO DE ACCESO BALANCEADO

Fig. 4.23

En este sistema tanto el DTE como el DCE actúan como Primario y Secundario (Master y Slave), teniendo ambos la responsabilidad de corregir errores, e iniciar la transmisión en el momento en el que lo requieran; en LAPB el DTE se ve como una sola estación, al igual que el DCE, lo que hace que los procedimientos de enlace se realicen con una sola instrucción. También X.25 considerando que existen redes de datos que no tienen implementado el sistema balanceado, deja como alternativa LAP (Link Access Procedure= Procedimiento de Acceso de Respuesta) Fig. 4.24, en el cual el DCE actúa como estación Primaria y el DTE como estación Secundaria, con la salvedad de que ambos pueden iniciar la transmisión en el momento que lo requieran.



PROCEDIMIENTO DE ACCESO DE RESPUESTA

Fig. 4.24

Las diferencias básicas entre LAP y LAPB son:

- Utilizan diferentes procedimientos de establecimiento, reiniciación y desconexión del enlace.
- En LAP, las tramas de supervisión se utilizan solo como respuestas, mientras que en LAPB, se emplean en ambos casos.

#### ESTABLECIMIENTO DEL ENLACE

Para establecer el enlace en LAPB, se necesita que el DTE envíe una solicitud de acuse de recibo, Fig. 4.25, por medio de una trama no numerada UA.

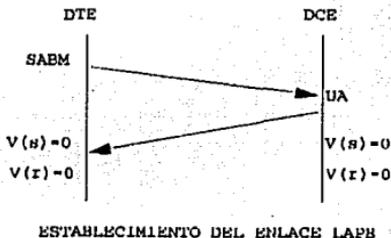


Fig. 4.25

#### Fase de conexión en LAPB

- El DCE indica que puede establecer un enlace, enviando banderas consecutivamente.
- Al recibir una instrucción SABM, el DCE contesta con UA. En este momento queda establecido el enlace y se puede proceder a la transferencia de información.
- Si el DCE desea iniciar un enlace, envía SABM y pone en marcha el temporizador T1.
- El DTE responde con UA, al recibir SABM.
- Al recibir UA, el DCE detiene T1 y puede iniciarse la fase de transferencia de información.
- \* Si expira la temporización de T1, antes de que se reciba UA, el DCE retransmite SABM y rearranca T1, puede repetirse este proceso n veces.

En el caso del procedimiento LAP, Fig. 4.26, es necesario que ambas partes soliciten el establecimiento del enlace y den acuse de recibo.

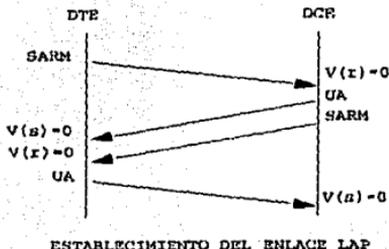


Fig. 4.26

La fase de conexión se lleva a cabo de la siguiente forma:

- El DCE indica que está preparado para establecer un enlace, transmitiendo banderas continuamente.
- El DTE pide el establecimiento del enlace enviando SARM.
- Al recibir SARM, el DCE responde enviando UA.
- El DCE luego de recibir UA, o si es él quien inicia el establecimiento del enlace, envía SARM y pone en marcha un Temporizador T1.
- El DTE confirma la recepción de SARM enviando UA.
- Al recibir UA, el DCE detiene el temporizador T1 y queda establecido el enlace. Luego puede ya iniciarse el intercambio de información en su transferencia de datos.
- \* Si se completa el período correspondiente al temporizador T1, sin que el DCE reciba UA, éste retransmite SARM y vuelve a arrancar el temporizador. Este paso puede repetirse n veces.

A continuación se muestra el proceso de transferencia de información, Fig. 4.27, sin error para LAPB:

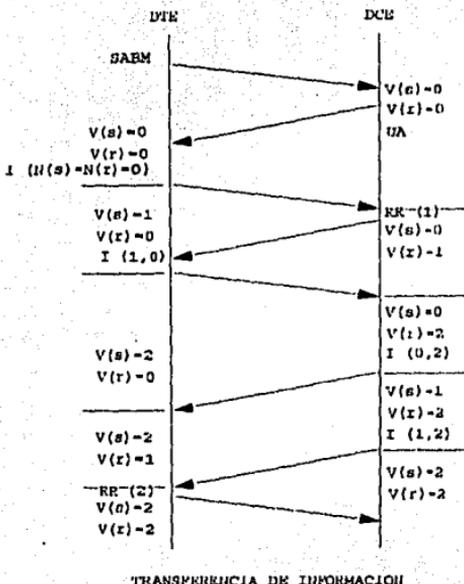


Fig. 4.27

Las siguientes variables se ocupan de llevar un control de las tramas de información enviadas, así como de las tramas correctamente recibidas.

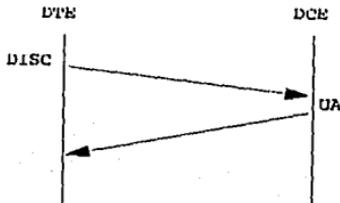
**V(s)** VARIABLE DE ESTADO DE EMISION: indica el número secuencial de la siguiente trama de información que debe transmitirse, el valor de esta variable es cero cuando se establece o reinicia el enlace y se incrementa ciclicamente en una unidad con cada trama de información transmitida. El valor de esta variable se inserta en la trama de información como el valor de  $N(s)$ .

V(r) VARIABLE DE ESTADO EN RECEPCION: la variable adopta el número secuencial de la siguiente trama de información que debe recibirse. V(r) puede tener el valor de cero, incrementándose en uno cada vez que se recibe una trama de información libre de error y en la secuencia esperada según su N(s).

El procedimiento de transferencia de información es aplicable a LAP y LAPB. Cuando el DCE o el DTE tienen una trama que enviar, deben transmitirla con un número de secuencia N(s) que toman de una variable de estado V(s), y con el número de la siguiente trama por recibir N(r) que toman de su variable de estado V(r). Al transmitirla, debe aumentarse el valor de V(s) en una unidad. Si el temporizador T1 no está en marcha, debe arrancarse; si  $V(s) - V(r) = K$ , donde K es el tamaño de la ventana de transmisión, no debe transmitirse ninguna nueva trama.

#### DESCONEXION DEL ENLACE

El procedimiento de desconexión del enlace para LAPB se muestra en la Fig. 4.28, es similar en el intercambio de tramas no numeradas al de LAP (en este caso DISC y UA). Su función es dar por terminada la transferencia de tramas en el enlace.



DESCONEXION DEL ENLACE LAPB

Fig. 4.28

#### Fase de desconexión en LAPB:

- Estando en la fase de transferencia de información, el DTE puede solicitar desconexión enviando DISC al DCE.
- El DCE responde con UA y se pasa a la fase de desconectado.
- Si es el DCE, el que estando en la fase de transferencia de información desea solicitar la desconexión, envía DISC y pone a funcionar T1.

- El DTE responde con UA y pasa a la fase de desconectado.
- Al recibir UA, el DCE detiene T1 y pasa a la fase de desconectado.
- Si expira el plazo de T1 sin que el DCE haya recibido UA, retransmite DISC y vuelve a arrancar T1, pudiéndolo hacer n veces.
- \* Estando en la fase de desconectado, el DTE o el DCE pueden iniciar el establecimiento de un nuevo enlace.

Procedimiento de desconexión del enlace para LAP, Fig. 4.29, cumpliendo la misma función que en LAPB, es decir, dar por terminada la transferencia de tramas.

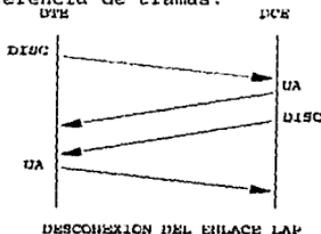


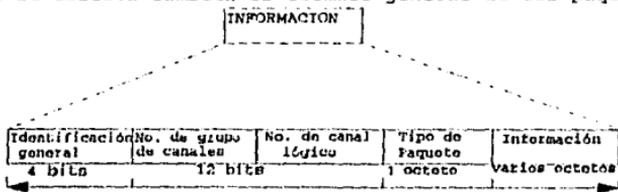
Fig. 4.29

#### Fase de desconexión:

- Puede ser iniciada por el DTE o por el DCE.
- Estando en la fase de transferencia de datos, el DTE puede solicitar la desconexión del enlace, enviando DISC.
- Al recibir DISC, el DCE responde con UA, confirmando que recibió la solicitud.
- Estando en la misma fase de transferencia de datos, el DCE puede solicitar la desconexión del enlace, enviando DISC, a la vez que pone en marcha el temporizador T1.
- El DTE confirma la recepción de DISC, enviando UA.
- Al recibir UA, el DCE detiene el temporizador.
- Si expira el plazo de T1 sin que el DCE reciba UA, retransmite la instrucción DISC y vuelve a arrancar el temporizador T1, el proceso puede repetirse n veces.
- \* El DCE no puede mandar DISC después de haber mandado la instrucción SARM, sin antes haber recibido la respuesta UA.

## 4.9 NIVEL PAQUETE

A diferencia de los otros dos (físico y enlace), el nivel Paquete no tiene correspondencia con ninguna norma previa. Fué diseñado específicamente para X.25. El tercer nivel señala los formatos que deben utilizarse en el establecimiento y corte de la llamada virtual; el envío de la información sobre los circuitos virtuales y el control de flujo de los datos, así como los mecanismos de recuperación en caso de error. Cada paquete es enviado, siempre, dentro de una trama de información, como se aprecia en la Fig.4.30 En ésta se observa también el formato general de los paquetes.



FORMATO GENERAL DE LOS PAQUETES

Fig. 4.30

La primera mitad del octeto uno, conjuntamente con el tercero, tipo de paquete, permiten determinar el contenido del paquete; esto es, indicar si se trata de un paquete con información o si se trata de un paquete de control. La segunda mitad del primer octeto define el número de grupo de canales lógicos; por su parte el segundo octeto determina el número de canal lógico al que corresponde ese paquete. Cada usuario contrata el número de canales y grupos de canales que desee operar. El número de canales contratados corresponde al número máximo de llamadas simultáneas que podrá establecer sobre ese circuito.

## TIPOS DE PAQUETES

Los paquetes se definen por la combinación de bits del primer octeto y por el tercero, de acuerdo a esto se tienen paquetes de información y paquetes de control. Los primeros transportan los datos entre el DTE y el DCE. Los paquetes de control, así como las tramas de supervisión y las no-numeradas, controlan la transferencia de datos y corrigen los errores que puedan presentarse. Empezaremos a ver los formatos de los paquetes de control.

## PAQUETES DE CONTROL

## PAQUETE DE PETICION DE LLAMADA Y LLAMADA ENTRANTE

Estos paquetes se utilizan para establecer una llamada virtual entre dos equipos terminales, Fig. 4.31, y deben ser enviados tanto por el DCE (llamada entrante), como por el DTE (llamada saliente).

Identif. general	Canal lógico	0	0	0	0	1	0	1	1	L. Dir. DCE que llama	L. Dir. DCE llamado	Direcciones	Clase r.	Campo r.	Facilidades	Unión del usuario
4 bits	12 bits	Tipo de Paquete				4 bits	4 bits	Varios bytes		2 bits	4 bits	Varios bytes				

## PAQUETE DE PETICION DE LLAMADA Y LLAMADA ENTRANTE

Fig. 4.31

Además de los tres campos del formato general, estos paquetes contienen un campo de longitud de direcciones (8 bits), un campo de dirección del abonado que llama y un campo de dirección del abonado llamado; un campo de longitud del campo de facilidades y el propio campo de facilidades (longitud variable) y finalmente un campo de datos del usuario.

## PAQUETES DE COMUNICACION ACEPTADA Y COMUNICACION ESTABLECIDA

Estos paquetes los envía el DCE (comunicación establecida), cuando ha logrado establecer la llamada virtual solicitada por el DTE. El DTE los envía cuando acepta la llamada entrante que el DCE le ha informado que existe. Fig. 4.32.

Identif. general	Canal lógico	0	0	0	1	1	1	L. Dir. DCE que llama	L. Dir. DCE llamado	Direcciones	Clase r.	Campo r.	Facilidades
4 bits	12 bits	Tipo de Paquete				4 bits	4 bits	Varios bytes		2 bits	4 bits	Varios bytes	

## PAQUETE DE LLAMADA ACEPTADA Y COMUNICACION ESTABLECIDA

Fig. 4.32

El objeto de los campos de identificador general, identificador de tipo de paquete, número de canal lógico, longitud de direcciones y facilidades, es el mismo que en el paquete de petición de llamada.

#### PAQUETES DE PETICION DE LIBERACION E INDICACION DE LIBERACION

El formato se muestra en la Fig. 4.33; este tipo de paquete es enviado por el DTE para señalar que desea finalizar una llamada virtual que tiene establecida. El DCE envía el paquete de indicación de liberación para terminar el enlace lógico correspondiente a una llamada virtual que el DTE tenía establecida.

Identif. general	Canal lógico	0	0	0	1	0	0	1	1	Causa de Liberación	Código de Diagnóstico
4 bits	12 bits	Tipo de Paquete							1 octeto	1 octeto	

PAQUETE DE PETICION DE LIBERACION E INDICACION DE LIBERACION

Fig. 4.33

En el formato del paquete aparecen dos nuevos tipos de campos: el campo de causa de liberación y el campo de código de diagnóstico. El campo de causa de liberación especifica el porqué se está dando por terminada la llamada, pudiendo ser que el abonado llamado está ocupado o fuera de servicio, el abonado llamado no aceptó la llamada por cobrar, acceso prohibido a un grupo cerrado de usuarios, congestión de la red, etc. El campo de diagnóstico es opcional para el DTE; el DCE puede usarlo para proporcionar información adicional sobre las causas de liberación.

#### PAQUETE DE CONFIRMACION DE LIBERACION

Este paquete lo puede enviar tanto el DTE como el DCE, y sirve para indicar al interlocutor que se acepta la liberación de la llamada virtual, Fig. 4.34.

Identif. general	Canal lógico	0	0	0	1	0	0	1	1
4 bits	12 bits	Tipo de Paquete							

PAQUETE DE CONFIRMACION DE LIBERACION

Fig. 4.34

En este caso el formato ampliado cuenta además con los campos de longitud de direcciones, direcciones, longitud de facilidades y facilidades.

## PAQUETES DE DATOS

Los paquetes de datos pueden ser de dos tipos, con ventana máxima de 8 y con ventana máxima de 128 paquetes, sus formatos se muestran en la Fig. 4.35.

Q	D	0	1	Canal lógico	P(r)	M	V(w)	n	Datos del Usuario
4 bits		12 bits		3 bits	1 bit	3 bits	1 bit	varios bytes	

Módulo 8

Q	D	0	1	Canal lógico	P(s)	0	P(r)	M	Datos del Usuario
4 bits		12 bits		7 bits	1 bit	7 bits	1 bit	varios bytes	

Módulo 128

## PAQUETES DE DATOS

Fig. 4.35

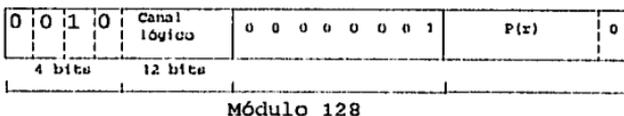
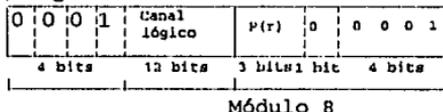
Ambos tienen los siguientes campos:

- Bit D de confirmación de entrega.
- Bit M de más datos.
- Bit Q calificador.
- Número de canal lógico.
- Numeros secuenciales de paquete en emisión y recepción
- Campo de datos.

El bit Q se utiliza para poder transmitir en dos diferentes niveles, por ejemplo, para poder realizar una forma adicional de multiplexaje. El bit D se utiliza en el procedimiento de acuse de recibo. El bit M cuando está en 1, señala que el emisor del paquete todavía tiene más datos que enviar.

PAQUETE PREPARADO PARA RECIBIR (RR)

El paquete RR es uno de los dos tipos de paquetes de los cuales dispone X.25 para controlar el flujo de paquetes en el interfaz DCE-DTE, Fig. 4.36.

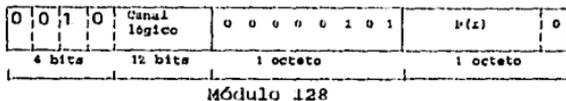
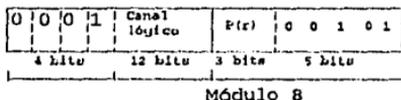


PAQUETES RR, BASICO (MODULO 8) Y EXTENDIDO (MODULO 128)  
Fig. 4.36

El paquete preparado para recibir es utilizado para indicar que se está preparado para recibir los W paquetes de datos de la ventana, a partir del número P(r) que se indica en el campo de número secuencial de paquete en recepción, del paquete RR. Este paquete no tiene formato ampliado.

## PAQUETE NO PREPARADO PARA RECIBIR (RNR)

El paquete RNR es el otro utilizado para el control de flujo en X.25., su función es indicar la imposibilidad de aceptar más paquetes de datos en una llamada virtual o un circuito virtual permanente, ver la Fig. 4.37.



PAQUETES RNR, BASICO (MODULO 8) Y EXTENDIDO (MODULO 128)

Fig. 4.37

Cuando un DTE o DCE reciben un paquete RNR, dejan de transmitir paquetes de datos por el canal lógico indicado, y la ventana de transmisión es actualizada de acuerdo al valor del número secuencial P(r) del paquete RNR recibido. Este paquete no tiene formato ampliado.

# CAPITULO V

## Redes locales y de área extendida

## REDES DE AREA LOCAL (LOCAL AREA NETWORKS)

## 5.1 INTRODUCCION

Hablar de Redes de datos locales, es referirse a Redes de Area Local o LAN's, las cuales son utilizadas para interconectar DTE's localizados dentro de un sólo edificio o en un grupo de edificios cercanamente distanciados, uno del otro, por ejemplo, una LAN puede ser usada para interconectar estaciones de trabajo (workstations), distribuidas en oficinas dentro de un sólo edificio o en un grupo de edificios, como puede ser un campo universitario. Alternativamente, puede ser usada para interconectar equipo de cómputo distribuido alrededor de una fábrica u hospital, ya que pudieran estos estar localizados dentro de un sólo establecimiento; sin embargo, LAN's son normalmente instalados para una sola organización. De aquí que también podamos hablar de un LAN como una red privada de datos.

La principal diferencia entre establecer una comunicación usando una LAN o una red pública de datos, es que una LAN normalmente ofrece mucho más alta velocidad de transmisión debido a la corta distancia física involucrada.

## 5.2 CONCEPTOS

Antes de iniciar con este capítulo, es necesario entender algunos conceptos que se mencionan frecuentemente.

## SERVIDOR

Es una microcomputadora designada como administrador de los recursos comunes. En este, todos los usuarios pueden tener acceso a la misma información, compartir archivos y contar con niveles de seguridad; además en el concepto de servidor de archivos un usuario no puede accesar indistintamente los discos que se encuentran en otras microcomputadoras, al hacer esto, se logra una verdadera eficiencia en el uso de éstos, así como una total integridad de los datos. Los archivos y programas pueden accederse en modo multiusuario, guardando el orden de actualización por el procedimiento de bloqueo de registros, es decir, cuando algún usuario se encuentra actualizando un registro, se bloquea éste para evitar que algún usuario no autorizado lo extraiga o intente actualizar.

## TOPOLOGIA

Se le llama así, a la forma física de conectar cada uno de los componentes de la red. Existiendo 3 topologías básicas: estrella anillo y bus.

**ESTACION DE TRABAJO (WORKSTATION)**

Se le llama así, a una computadora personal conectada a un sistema operativo de la red y usada, para realizar sus tareas a través de programas de aplicación y/o utilerías.

**GATEWAY**

Es llamada así, a aquella que permite el enlace entre dos redes; además una gateway permite el enlace entre diferentes protocolos, usando protocolos standard como lo son, por ejemplo: TCP/IP, X.25, SNA, SNMP, etc.

**HUB**

Al elemento que modifica la señal de transmisión, permitiendo a la red ser mas larga ó extenderse con adicionales workstations, se le llama Hub. Existen dos tipos de hubs: hubs activos y pasivos.

**Hubs activos**

Un hub activo amplifica la señal de transmisión, y es usado para adicionar workstations a la red o para extender la distancia entre las estaciones y el servidor.

**Hubs pasivos**

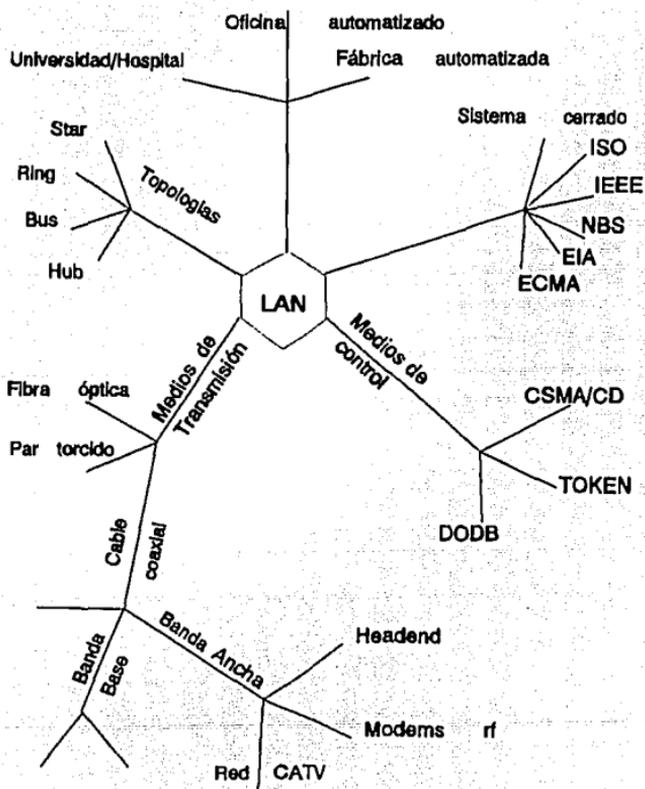
Es un elemento usado en ciertas topologías para dividir la señal de transmisión, permitiendo adicionar workstations. Un hub pasivo no puede amplificar la señal, pero sí puede ser usado para conectar directamente a un estación o un hub activo.

**Alternativas**

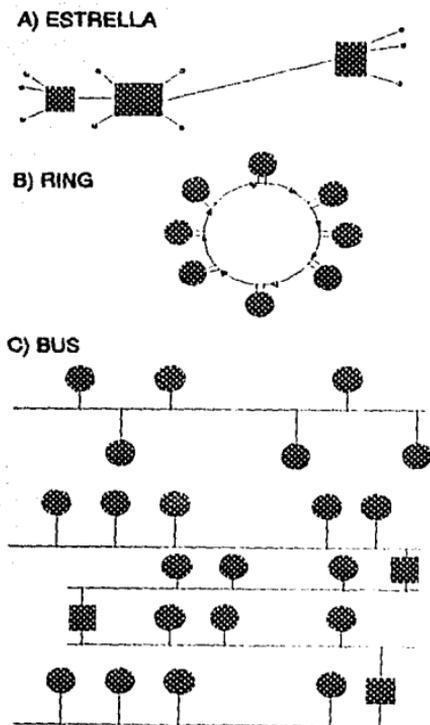
Antes de describir la estructura y operación de los diferentes tipos de LAN's, es conveniente identificar, primero, cada una de las alternativas que deben ser consideradas. Un sumario de estas alternativas se muestra en la fig. 5.1.

**5.3 TOPOLOGIAS**

Con LAN, la limitada separación física entre los DTE's sólo permite usar topologías simples. Las 3 topologías comúnmente usadas son: estrella, bus y anillo. Estas topologías las podemos observar en la fig. 5.2.



ALTERNATIVAS DE UNA RED LAN  
Fig. 5.1



TOPOLOGIAS EN LAN

Fig. 5.2

### Topología estrella

En la topología estrella (remitirse a la fig. 5.2), cada estación se conecta con su propio cable a un dispositivo de conexión central, bien sea un servidor de archivos, un concentrador o repetidor. Esta topología utiliza más cable que la topología en bus, pero en ésta es mucho más fácil aislar las fallas. Si una estación funciona mal en la red, solamente se apaga la estación individual afectada. El resto de la red continúa operando sin interferencia. La topología en estrella es ideal para aquellas estaciones que se localizan a gran distancia, con las otras. La flexibilidad de la estrella permite hacer una fácil instalación y es sencillo agregar, relocalizar o renovar estaciones de la red.

### Topología anillo

En las topologías en anillo (fig. 5.2) las estaciones se conectan físicamente en anillo, terminando el cable en la misma estación donde se originó. Esto hace a esta topología más difícil de instalar que las topologías estrella o bus. En la topología anillo, cada estación repite activamente todos los mensajes, por lo que la falla de una estación rompe el anillo provocando que toda la red se apague, a menos que se intente, en el sistema, opciones de redundancia. En la actualidad la topología en anillo ha dejado de ser popular, cediendo su paso a la topología en anillo modificado, en la que la caída de una estación, no significa la caída de la red.

Arcnet y Token Ring son muestra de lo que se considera anillo modificado o anillo de estrellas.

### Topología bus

En esta topología, también llamada lineal fig. 5.2, todas las estaciones son conectadas a un cable central, llamado bus o troncal. Este tipo de topología es fácil de instalar y requiere de menos cable que la topología en estrella.

## 5.4 MEDIOS DE TRANSMISION

La capacidad nominal en un enlace de comunicación, depende del medio físico. Hay tres tipos principales de medios de transmisión que se usan en LAN's: Par Trenzado, Cable Coaxial y Fibra Optica.

Estos tres diferentes medios tienen distintas capacidades de transmisión, la cual se define usualmente en términos de rangos de frecuencia o alternativamente, por el número de bits por segundo que puedan ser transmitidos por el medio.

**Par Trenzado (blindado o no blindado)**

Es usado primordialmente en topología en estrella, ya que es menos rígido que el cable coaxial y fibra óptica, además de que el par trenzado puede ser fácilmente instalado, además los ductos del cableado telefónico instalado en la mayor parte de oficinas son adecuados para la instalación del par trenzado, por lo que es menos costoso instalar adicional par trenzado en la ductería, para propósito de transmisión de datos, que instalar nuevos ductos para cable coaxial o fibra. Un esquema general es mostrado en la Fig.5.3 (a).

Existe un límite máximo en la longitud de el par trenzado dependiendo de la velocidad de transmisión usada. Típicamente el límite es 100 mts para 1 MBPS o con la ayuda de circuitos adicionales para las interferencias, 100 mts para 10 MBPS. Un típico arreglo es usar par trenzado entre cada DTE y el mas cercano registro de cableado y de ahí en adelante utilizar cable coaxial para enlazar los registros hacia un hub central. Para un instalación que involucre múltiples edificios, fibra óptica es normalmente usado para enlazar cada hub a un hub central. Lo actualmente mas utilizado es trabajar con altas velocidades de transmisión y configurarlas como una red en anillo. Este tipo de arreglo es en algunas ocasiones llamado cableado estructurado.

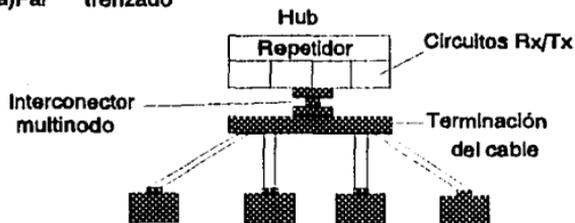
**CABLE COAXIAL.**

Es también ampliamente usado para LAN's, primordialmente utilizado con redes con topología en bus, con topología en bus operando ya sea con transmisión en banda base o en banda ancha. Dos tipos de cable son usados en banda base: uno conocido como thinwire y el otro como thickwire. Los términos se refieren al diámetro del cable. Thinwire es de 0.25 pulgadas de diámetro y thickwire a 0.5 pulgadas de diámetro. Normalmente ambos operan a la misma bit rate 10 MBPS pero el thinwire tiene mayor atenuación, la máximo longitud del thinwire entre cada repetidor es de 200 mts y para el thickwire es de 500 mts. Debe recordarse que un repetidor es usado para regenerar una señal recibida a su forma original. Los dos modos de operación alternos son conocidos como 10 Base 2, lo que significa 10 Mbps, banda base, 200 mts de longitud máxima, 10 Base 5, significa 10 Mbps banda base, 500 mts de longitud máxima.

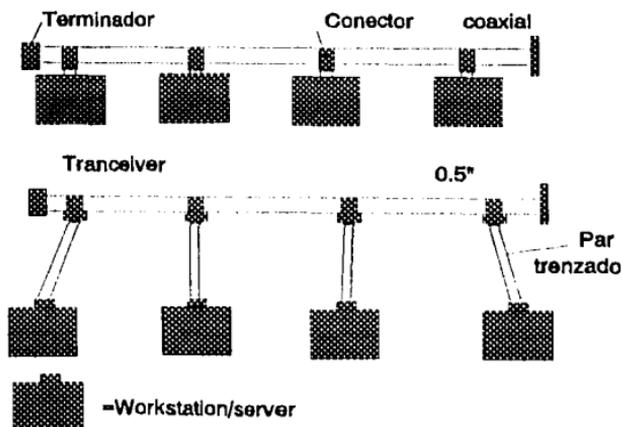
**Thinwire Coaxial**

Es continuamente usado para interconectar workstations en la misma oficina o laboratorio. El conector físico para cable coaxial une directamente a la tarjeta de interface de la workstation.

a) Par trenzado



b) Cable coaxial banda base



MEDIOS DE TRANSMISION

Fig. 5.3

### Thickwire Coaxial

En contraste, el thickwire coaxial, debido a que su estructura es mas rígida, es normalmente instalada fuera de la workstation, por ejemplo en un corredor. Cableado adicional - conocido como un drop cable - y circuitos electrónicos como lo son el transmisor y el receptor - conocido como un transceiver - deberá ser usado entre el punto de derivación (conexión) del cable coaxial principal - conocido como la unidad de interface de acoplamiento (attachment unit interface AUI - y el punto de acoplamiento de cada workstation. Este arreglo es mas caro y es usado primordialmente cuando las workstation están cada una localizadas en oficinas diferentes o para interconectar segmentos de thinwire. Ambas son ilustradas en la Fig. 5.3 (b).

Con banda ancha tenemos que en lugar de transmitir información por el cable en forma de dos niveles de voltaje correspondientes a una trama de bits que estén siendo transmitidos (bandabase), el ancho de banda disponible (rango de frecuencia) del cable es dividido dentro de un numero de pequeñas bandas o canales de subfrecuencias. Cada banda de subfrecuencia es usada, con la ayuda de un par de modems especiales, para proveer un canal de comunicación de datos separado.

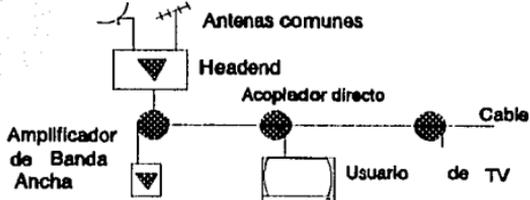
Esta forma de trabajar es conocida como multiplexaje por división de frecuencia y debido a que las frecuencias usadas están en la banda de radio-frecuencia (RF) los modems son modems de RF.

Este principio, conocido como trabajar en banda ancha, es también ampliamente usada en la industria de las antenas de televisión comunitaria (community antenna televisión CATV), para multiplexar un numero de canales de TV dentro de un solo canal coaxial.

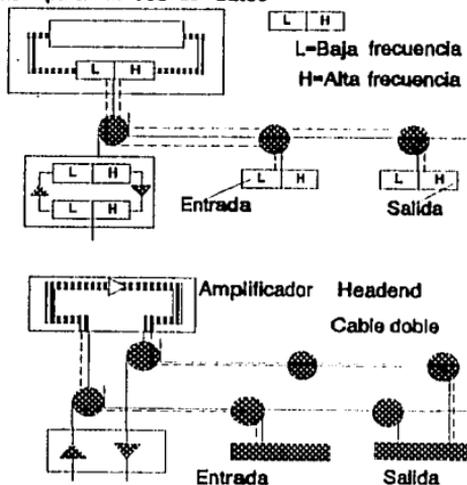
Un típico sistema CATV es mostrada en la fig. 5.4 (a). Cada canal de comunicaciones es localizado dentro de una banda de frecuencia particular, típicamente con ancho de banda de 6 MHz. Cada señal de video recibida es usada con la frecuencia portadora modulada en la banda de frecuencia modulada. La modulación de las señales portadoras son transmitidas sobre el cable de la red y son entonces de esta manera disponibles para cada usuario. De manera similar es posible derivar un rango de canales para transmisión de datos de un solo cable por la localización de cada porción de canal de el total del ancho de banda, el ancho de banda es determinado por la velocidad de transmisión requerida. Sin embargo, para comunicaciones de datos hay dos formas de realizarse.

- (1) Sistema de un solo cable. Las trayectorias de transmisión y recepción son asignadas a dos diferentes bandas de frecuencia en el mismo cable.

## A) Componentes del sistema CATV



## B) Alternativas para la red de datos



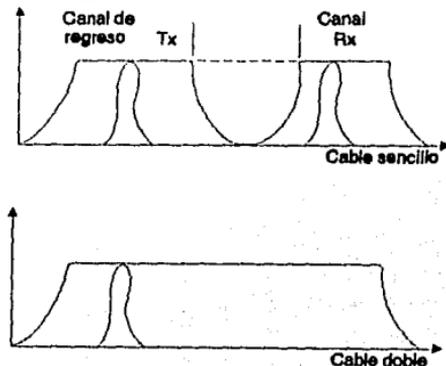
## SISTEMAS DE CABLE COAXIAL DE BANDA ANCHA

Fig. 5.4 (a) y (b)

- (2) Sistema de cable dual. Dos cables separados son usados, uno para la trayectoria de transmisión y otro para la trayectoria de recepción.

Un esquema de este tipo de sistemas es mostrado en la fig. 5.4 (b). La principal diferencia entre ellos es que el sistema de cable dual requiere, el doble de cable entre el cable y el cable de los taps de la instalación. Sin embargo con este sistema, el ancho de banda total del cable (típicamente 5 a 450 MHz) es disponible en cada dirección. Además, el equipo headend es simplemente un amplificador, mientras que con un sistema de un solo cable es un transductor de frecuencia es requerido para la trasladar las señales de frecuencia de entrada asociados con varias trayectorias recibidas que corresponde a las frecuencias de salida usadas para las trayectorias de transmisión.

c) Uso de la frecuencia



SEÑAL SINUSOIDAL

Fig. 5.4 (c)

Una señal sinusoidal, Fig. 5.4 (c) en la banda de frecuencia seleccionada en dirección reversa (como lo es, para el headend) es primero modulada por los datos que son transmitidos usando un modem de RF. Esta señal es alimentada a el cable usando, un acoplador direccional especial o un tap el cuál es diseñado de tal forma que el flujo de la señal transmitida en dirección reversa para el cable headened (HE).

Debemos de mencionar que un solo par de frecuencia provee solamente una trayectoria de datos, con comunicación simplex entre dos DTE's. Consecuentemente dos pares separados de frecuencias deben ser usadas para soportar una comunicación duplex.

Sin embargo un canal de comunicación simple con velocidad de 9.6 Kbps sólo requiere un ancho de banda de 20 KHz, del ancho de banda total disponible; así, para un ancho de 6 MHz, pueden ser usadas bandas de subfrecuencia para proveer 300 canales simplex ó 150 canales full duplex. En altas velocidades de transmisión de datos se requiere, progresivamente, más ancho de banda disponible.

El precio por la derivación de esta multiplicidad de distintos canales de datos, en un sólo cable, se eleva relativamente por cada par de modems de RF. Sin embargo, el cable coaxial de banda ancha puede ser usado para largas distancias.

#### FIBRA OPTICA

Es hecha de fibra de vidrio o de plástico y puede operar a velocidades superiores de las que soporta el par trenzado o el cable coaxial; ya que los datos son transmitidos por un haz de luz, la señal no es afectada por interferencia electromagnética.

Es conveniente instalarla en aplicaciones en las que se requieran muy altas velocidades de transmisión, o niveles altos de inmunidad a la interferencia electromagnética; por ejemplo, es ampliamente usado en las plantas industriales con gran cantidad de equipo eléctrico. Además ya que las fibras no emiten radiación electromagnética, es conveniente la instalación de esta fibra para aplicaciones en que se demanden altos niveles de seguridad.

Ya que los datos se envían usando un haz de luz transmisor, receptores especiales (Electrical-to-Optical y Optical-to-Electrical) deben ser usados. Además los conectores usados con fibra óptica son mas caros que los empleados por el par trenzado o el cable coaxial, esto aumenta la dificultad para hacer los taps físicos en el cable de fibra óptica. Por esta razón, la fibra óptica es usada ya sea en configuraciones hub o en anillo con alta velocidad, y en otras redes que emplean trayectorias de transmisión punto a punto.

#### 5.5 METODOS DE CONTROL DE ACCESO AL MEDIO

Cuando una trayectoria de comunicación es establecida, entre dos DTE's, a través de una red estrella, el elemento de control central asegura que la trayectoria de la transmisión, entre los dos DTE's, se reserva para la duración de la llamada. Con las topologías anillo y bus, hay solamente una trayectoria lógica de transmisión

para el enlace de todos los DTE's en conjunto. Consecuentemente una disciplina deberá ser impuesta en todos los DTE's conectados a la red para asegurar que el medio de transmisión es accesado y usado en una trayectoria libre. Las dos técnicas que han sido adoptadas son acceso múltiple por censamiento de portadora con detección de colisión (carrier-sense múltiple-access with collision detection CSMA/CD), que es usado en redes con topología en bus, y CONTROL TOKEN que es usado en redes con topología bus o anillo.

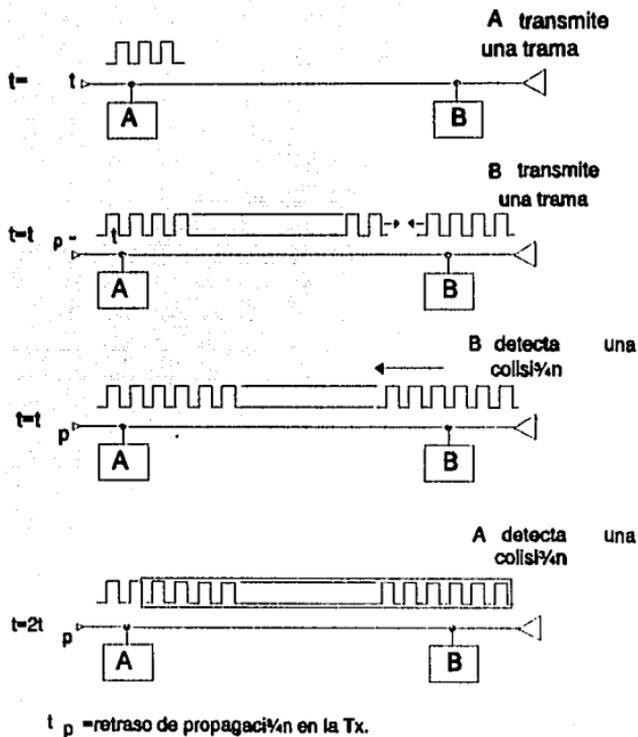
#### CSMA/CD

El método de acceso CSMA/CD es usado solamente con redes bus. Con esta topología de red, todos los DTE's son conectados directamente a el mismo cable, el cual es usado para transmitir todos los datos entre cualquier par de DTE's. Por lo anterior se dice que el cable es usado operando en modo de acceso múltiple (MA).

Todos los datos son transmitidos por el envío del primer encapsulamiento de datos, que envía un DTE contenido en una trama, deberá llevar la dirección del DTE destino en el encabezado de la trama. De esta forma la trama es transmitida (difundida) en el cable. Todos los DTE's conectados a el cable detectara cuando una trama este siendo transmitida, y cuando el requerido DTE destino detecta que la trama actual que esta siendo transmitida tiene la dirección de el, en el encabezado de la trama continua leyendo los datos contenidos dentro de la trama y responde de acuerdo a el protocolo de enlace definido. La dirección del DTE fuente es incluida como parte del encabezado de la trama de forma tal que el DTE que recibe puede direccionar su respuesta al DTE originador.

Con esta forma de operación es posible que dos DTE's destino intenten transmitir tramas sobre el canal al mismo tiempo, causando que los datos de ambas fuentes sean alterados. Para reducir las posibilidades de que esto ocurra, antes de transmitir un trama el primer DTE fuente escuchado (electrónicamente) en el cable detectará si una trama esta siendo actualmente transmitida. Si una señal portadora es censada el DTE difiere su transmisión y hasta que la trama que este pasando haya sido transmitida intentara enviar su trama.

Aun así, cuando dos DTE's quieren transmitir una trama puede darse el caso de que ambos determinen que no hay actividad en el bus, iniciando ambos su transmisión de trama simultáneamente. Una colisión ocurrirá ya que el contenido ambas tramas chocan, por lo que ambas tramas serán alteradas. Lo anterior se muestra en la Fig. 5.5



ESQUEMA DE UNA COLISION CSMA/CD

Fig. 5.5

Debido a la posibilidad de que exista una colisión, un DTE simultáneamente monitorea la señal de datos que se esta transmitiendo en el cable. Si la señal transmitida y monitoreada son diferentes, se asume que ha ocurrido una colisión - Colisión detectada CD -. Para asegurarse que otro DTE esta involucrado en la colisión, deberá estar enterado que una colisión ha ocurrido, lo primero es hacer valer la colisión, mediante el envío de un patrón de bits, aleatoriamente, y por un pequeño periodo. Esto es conocido como secuencia de embotellamiento (JAMA SEQUENCE). Los 2 o más DTE's involucrados, deberán esperar otro pequeño intervalo de tiempo antes de tratar de retransmitir las tramas afectadas. Podemos concluir que el acceso CSMA/CD es probabilístico y depende de la carga de la red. Sin embargo debe insistirse que si la velocidad de transmisión por el cable es muy alta (más de 10 Mbps), las colisiones serán pocas, además, ya que la transmisión es iniciada solamente si en el cable no hay actividad (trama que esté siendo transmitida) la probabilidad de que exista una colisión será baja.

#### CONTROL TOKEN

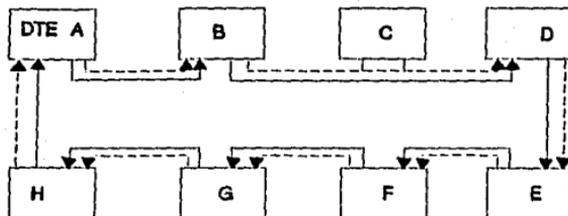
Otra forma de controlar el acceso al medio de transmisión es por el uso de un control (permiso) de Token. Este token es pasado de un DTE a otro de acuerdo a un SET definido de reglas entendidas y adheridas a todos los DTE's conectados al medio. Un DTE puede solamente transmitir una trama cuando tiene en su posición el token y después de que haya transmitido la trama pasara el token a otro DTE permitiendo a este acceder el medio de transmisión. La secuencia de operación es la siguiente:

Un anillo lógico es primeramente establecido el cual enlaza a todos los DTE's conectados al medio físico y un simple control de token es creado. El Token es pasado de DTE en DTE alrededor del anillo hasta que sea recibido por el DTE que este esperando para enviar un trama(s).

El DTE que espera entonces enviara la(s) trama(s) usando el medio físico, y una vez que termino de enviar las tramas pasara el control del token al próximo DTE del anillo.

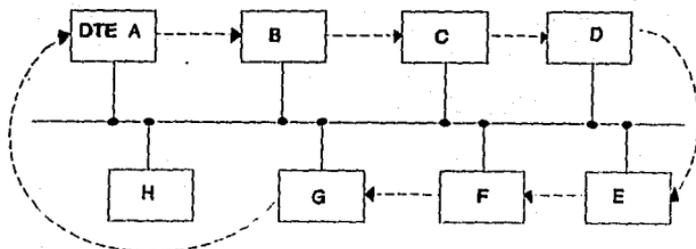
Las funciones de monitoreo de los DTE's conectados al medio físico provee las bases para la inicialización y cobertura de la conexión del anillo y de las perdidas del token. Aunque las funciones de monitoreo son normalmente replicadas en todos los DTE's, solamente un DTE en determinado tiempo porta la responsabilidad de cobertura y reinicialización. El medio físico no necesita ser necesariamente un topología anillo, Control Token también puede ser utilizado en topología en anillo. El establecimiento de un red anillo o bus es mostrada en la fig. 5.6.

## a) Token Ring



El DTE C realiza el switcheo

## b) Token Bus



—•— Medio físico  
 - - - -> Ring lógico

El DTE H no participa en el RING,  
 solo es receptor.

CONTROL DE ACCESO AL MEDIO EN UNA CONTROL TOKEN

Fig. 5.6

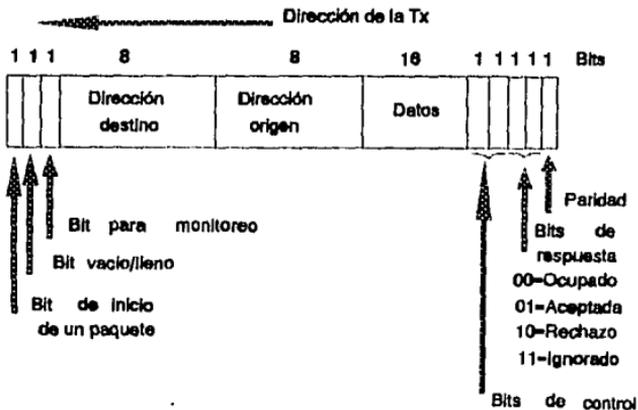
Con topología en anillo (fig. 5.6(a)), la estructura lógica del anillo token passing es igual que la del anillo físico, con el orden del token passing igual al orden físico de los DTE's conectados. Con una red bus (fig. 5.6(b)), con esta topología el orden del anillo lógico no necesita ser igual que el orden físico de los DTE's en el cable. Sin embargo con el método de acceso token en una red bus no necesariamente deberán estar conectados en el anillo lógico. Por ejemplo, DTE H, no es parte del anillo lógico mostrado en la fig. 5.6 (b). Esto significa que el DTE H puede únicamente operar en un modo de recepción, de aquí que nunca tendrá un propio control de token. Otra característica de el método de acceso token es que es posible asociar una prioridad con el token, de tal forma que permitirá alta prioridad a las tramas a ser transmitidas primero.

#### SLOTTED RING

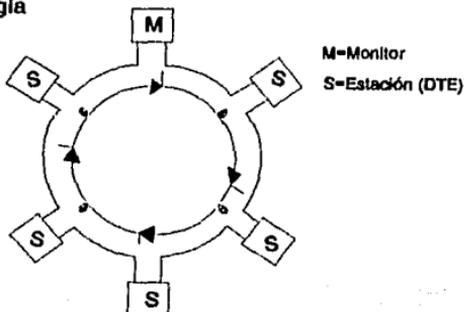
Slotted rings son usados solamente para control de acceso en una red en anillo. El anillo es primeramente inicializado con un contenido fijo de numeros de dígitos binarios por un nodo especial de el anillo conocido como monitor. Esta trama de bits continuamente circula alrededor del anillo entre un DTE y otro. Así en el momento en que cada bit es recibido por un DTE la interface del DTE examina (lee) el bit y lo pasa (repite) al próximo DTE de el anillo y así sucesivamente. El monitor asegura que exista siempre un constante numero de bits circulando en el anillo, sin considerar el numero de DTE's que formen el anillo, el formato de una ranura de la trama es mostrado en la fig. 5.7 (a).

Inicialmente todas las ranuras son marcadas vacías por el monitor, enviando un bit llamado vacío/lleno en el inicio de cada ranura para obtener un estado vacío de todos los DTE's. Cuando un DTE quiere transmitir una trama espera hasta que una ranura vacía es detectada, posteriormente marca que la ranura esta llena y procede a insertar el contenido de la trama dentro de una ranura con la dirección del DTE destino y del DTE fuente al inicio de la trama así como también los bits de contestación al final de la trama. El contenido de esta ranura de la trama entonces circula alrededor de el anillo físico entre un DTE y otro. Cada DTE en el anillo examina la dirección destino de cualquier ranura marcada como llena, y si detecta su propia dirección, acepta la trama y leerá el contenido de la trama de la ranura mientras que al mismo tiempo repite el contenido de la trama (sin haber sido modificada) alrededor de el anillo. Después de leer el contenido de la trama, modifica el par de bits de respuesta, lo cual indica que ha leído el contenido de la trama o alternativamente, si la dirección del DTE destino esta ocupado o sin operar, los bits de respuesta son marcados de acuerdo al estado (respuesta).

## a) Definición de bits por ranura



## b) Topología



PRINCIPIOS DE OPERACION DE SLOTTED RING

Fig. 5.7

El DTE fuente después de inicializar la transmisión de una trama, espera hasta que la trama que ha circulado en todo el anillo, esto lo sabe cada DTE ya que deberá ser fijado el número DTE's que integran la red, realizando la cuenta de los DTE's por lo que ha circulado. Así cuando recibe el primer bit de la ranura usada para transmitir la trama, marca a la ranura con un estado vacío, y espera a leer los bits de respuesta para determinar que acción es la próxima.

El bit monitor-passed es usado por el monitor para detectar cuando un DTE falla y liberar una ranura después que ha sido transmitida la trama. Este bit es reseteado por el DTE fuente mientras se transmite una trama en el anillo. El monitor subsecuentemente pone el bit en cada ranura llena a medida que sea repetida en la interface del anillo. De aquí si el monitor detecta que el bit monitor-passed es colocado cuando se repite una ranura llena, asume que el DTE fuente ha fallado y así indicar que la ranura esta vacía por lo cual deberá resetearse el bit full/empty. Los 2 bits de control de cada ranura son para usarse con el software en los niveles altos de algún protocolo con cada DTE, sin que esto signifique el nivel de acceso al medio.

Podemos notar que con un Slotted Ring el método de acceso al medio de cada DTE puede solamente tener una sola trama en tránsito en el anillo al mismo tiempo. Como también deberá liberarse la ranura usada para la transmisión de la trama antes de tratar de enviar otra trama. Las principales desventajas de un slotted ring son:

- (1) Un nodo monitor especial es requerido para mantener la estructura básica del anillo.
- (2) La transmisión completa de cada trama normalmente requiere múltiples ranuras, ya que cada ranura puede portar solamente 16 bits de información.

Con Token Ring, una vez que un DTE recibe el control token puede transmitir una trama completa que contenga múltiples bytes de información en una sola unidad.

#### STANDARDS

Debido a que LAN nace a finales de 1970's y 1980's, un amplio rango de diferentes tipos de redes son propuestos e implementados. Sin embargo, debido a las pequeñas diferencias entre ellas, redes semejantes pueden ser usadas para interconectar computadoras o workstations provistas para proveer a la LAN. Tal que las redes son conocidas, como sistemas cerrados.

Para aliviar esta situación, algunas de las principales iniciativas fueron puestas en operación por varios standards nacionales con el objeto de formular un acuerdo de standards para LAN's. La principal contribución de esta actividad fue la de la IEEE la cual formuló la serie de standards IEEE802, que ha sido adoptada actualmente por los standards internacionales de ISO. Existe una rango de diferentes tipos, cada una con su propia topología, método de control al método de acceso y así como la misma aplicación. Algunas de los diferentes tipos de LAN en los documentos standards serán descritos a continuación.

#### 5.6 TIPOS DE REDES DE AREA LOCAL

Los 2 principales tipos de LAN's que han sido desarrolladas para la interconexión de comunidades locales, basados en equipo de cómputo, son bus y anillo. Actualmente hay numerosas variedades en ambos tipos, aunque muchos no han sido adheridos a los standards internacionales para LAN's. Los tres tipos de standards son: bus CSMA/CD, token ring y token bus. A continuación se describen estos tres tipos.

##### CSMA/CD BUS

Las redes CSMA/CD bus son usadas ampliamente en ambientes técnicos y de oficina. Por razones históricas, una red CSMA/CD bus es también conocida como ETHERNET. Normalmente, se implementa con cable coaxial de banda base de 10 Mbps, aunque claro, existen otros tipos de cable, especificados en los standards.

Estos incluyen:

- 10 Base 2 - cable coaxial delgado (0.25 pulgadas de diámetro) con una longitud máxima de 200 mts.
- 10 Base 5 - cable coaxial grueso (0.5 pulgadas de diámetro) con máxima longitud de 500 mts.
- 10 Base T - topología hub (estrella), con par trenzado.
- 10 Base F - topología hub (estrella), con fibra óptica.

Aunque existen diferentes medios que se utilizan, todos ellos operan el mismo método MAC., con cable coaxial ancho y delgado; la principal diferencia es la localización de los transceiver. En el caso del cable grueso, éste es localizado con el tap del cable, el cual se conoce como unidad transceiver y tap integrado. Cuando se trata de cable delgado, el cable se conecta directamente a la tarjeta de interface del DTE, y el transceiver es localizado

posteriormente. El cable coaxial de la redes, por lo tanto es conocido como cheapernets, por lo que es menos costosa la instalación que la instalación del cable grueso.

Varios componentes son asociados con una configuración de cable grueso, estos son mostrados en la fig. 5.8. Un tap es usado para hacer la conexión física del cable non-intrusive- esto es, el cable no necesita ser cortado -. Un transceiver que contiene la electrónica necesaria para:

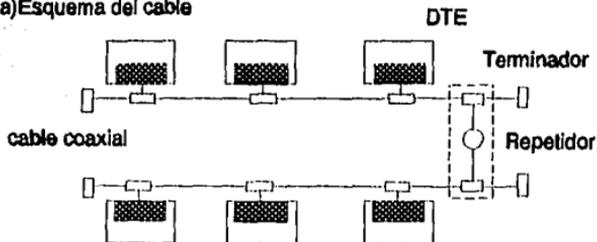
- Enviar y recibir datos para y del cable.
- Detectar colisiones en el medio.
- Provee el aislamiento eléctrico entre el cable coaxial y el cable de interface electrónica.
- Proteger el cable de cualquier malfuncionamiento en el transceiver o en el DTE.

La ultima función es continuamente referida como un jabber control ya que sin protección adecuada a la electrónica, si una falla se genera, es posible que por una falla del trasceiver (o DTE) sean transmitidos datos aleatoriamente en el medio (jabber), de aquí que otras transmisiones sean inhibidas o mal transmitidas. El jabber control aísla la trayectoria de la transmisión de datos en el cable si un limite de tiempo definido es violado. Por ejemplo, todas las tramas transmitidas en el cable tienen una máxima longitud definida, la cual si es excedida, el jabber control inhibe la salida de datos que se encuentran en el cable.

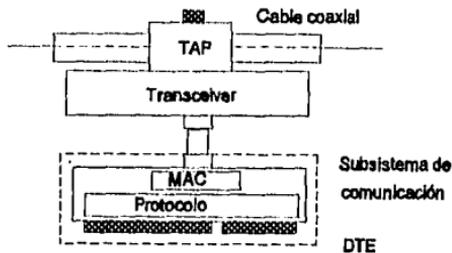
La unidad de transceiver es conectada al host del DTE por un cable protegido que contiene 5 sets de cables de par trenzado. Uno para portar la potencia requerida para transceiver del DTE, 2 para datos (uno para enviar y otro para recibir) y dos para propósitos de control (Uno para permitir al transceiver señalar una colisión a el DTE y la otra para que el DTE inicie el aislamiento de la trayectoria de la transmisión de datos de el cable). Los cuatro pares de señales son direccionadas en distintas direcciones, lo cual significa que el host DTE puede estar hasta a 50 mts de el transceiver.

Con una configuración hub, y con cable coaxial delgado, la función detección de colision es localizada en la tarjeta de interface que se encuentra en el DTE. La función del hub, por lo consiguiente, es puramente recibir y transmitir (repetidor) señales eléctricas.

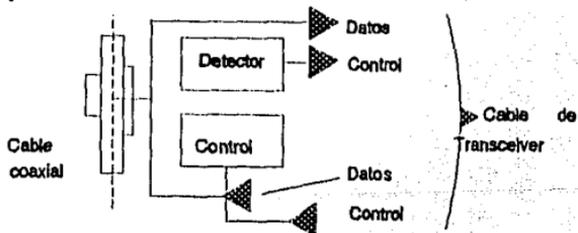
## a) Esquema del cable



## b) Interface del DTE



## c) Esquema del transceíver



COMPONENTES DE UNA RED BUS CSMA/CD

Fig. 5.8

Una configuración hub y la función electrónica son mostradas en la Fig. 5.9; como se puede observar, hay dos pares de par trenzado (o fibra óptica) conectando cada DTE al Hub - Un par de transmisión y otro de recepción -. Para habilitar la electrónica de detección de colisión para la óptima operación del DTE, la electrónica del repetidor junto con el hub retransmite la señal recibida en uno de los pares de entrada a todos los otros pares de salida. La principal función del repetidor es asegurar que la señal de salida que esta siendo retransmitida en los pares de salida no interfiera con la señal recibida en el par de entrada, la cuál es relativamente baja debido a la atenuación. Este efecto es conocido como FAR END CROSSTALK o FEXT. Circuitos especiales conocidos como circuitos canceladores de eco adaptadores de crosstalk son necesarios para asegurar la operación adecuada a 10 Mbps con cable de longitud de 100 mts.

Independientemente del medio de transmisión que esté siendo usado, la tarjeta controladora de comunicación en cada DTE consta de:

Una unidad de control de acceso al medio, la cual es responsable de las funciones de encapsulamiento y desencapsulamiento de las tramas que son transmitidas y recibidas en el cable, detección de error y la implementación de un algoritmo para el control de acceso al medio.

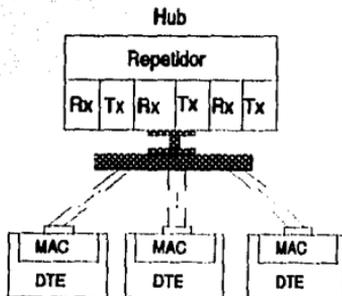
Un microprocesador el cual hace posible la comunicación de la red mediante el uso de los protocolos.

De esta forma el subsistema de comunicaciones completo es normalmente independiente y se encuentra en una simple tarjeta de circuito impreso con ranuras dentro el bus del sistema host y provee un set definido de servicios de la red (aplicación) para el software del host. Normalmente la mayor parte de las tarjetas comerciales provee conectores múltiples para soportar los diferentes tipos de medios de transmisión.

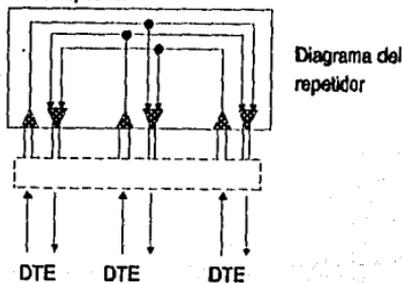
#### TOKEN RING

Las redes Token Ring son también usadas en ambientes técnicos y de oficina, su principio de operación es ilustrado en la fig. 5.10.

## a) Topología

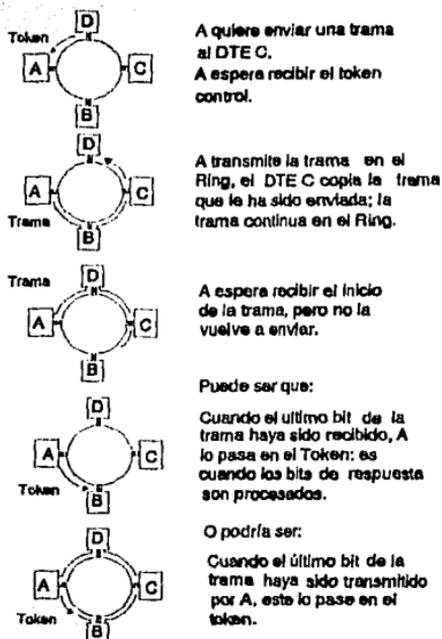


## b) Esquema del repetidor



PRINCIPIOS DE LA CONFIGURACION HUB

Fig. 5.9



PRINCIPIOS DE OPERACION DE UNA RED TOKEN RING

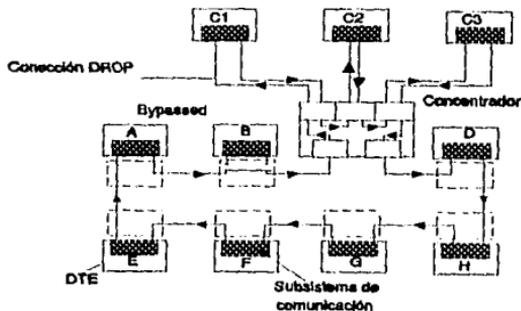
Fig. 5.10

En una red Token Ring siempre que un DTE quiere enviar una trama primero espera el token, al recibir el token, inicia la transmisión de la trama, la cual incluye la dirección del DTE destino. La trama es repetida (esto es cada bit es recibido y entonces retransmitido), por todos los DTE's que estén integrados al anillo hasta que regrese al DTE originador, donde es removido. Además de repetir la trama, el DTE destino retiene una copia de la trama e indica que ha recibido la trama por los bits de respuesta que se encuentran al final de la trama.

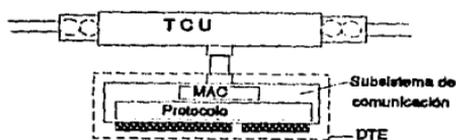
Un DTE libera el token en uno de los 2 caminos dependiendo de la baud rate (velocidad) del anillo. Con anillos de baja velocidad (4 Mbps), el token es liberado solamente después que los bits de respuesta han sido recibidos. Con anillos de alta velocidad (16 Mbps), el token es liberado después de transmitir el ultimo bit de la trama, esto es conocido como liberación temprana del token (early token release).

Una red Token Ring típica es mostrada en la Fig. 5.11 (a) y varios de los componentes necesarios para conectar un DTE al medio de transmisión son mostrados en las Figuras. 5.11(b) y 5.11 (c). El medio de transmisión es típicamente par trenzado el cual en cada segmento del anillo forma un enlace punto a punto, y es diferentemente direccionado a velocidades de entre 4 y 16 Mbps.

a) Configuración RING



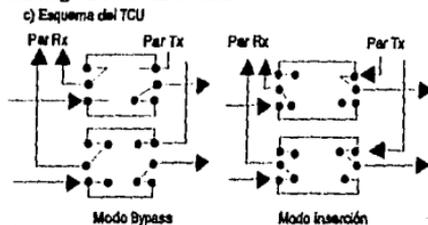
b) Interface del DTE



COMPONENTES DE UNA RED TOKEN RING

Fig. 5.11 (a) y (b)

Como se observa en la Fig. 5.11 (b), un DTE puede ser directamente conectado al anillo a través de un concentrador. Este elemento conecta directamente el cable de troncal principal y provee conexiones directas para cada DTE. Un concentrador es continuamente usado para simplificar el cableado dentro de un edificio. Típicamente es localizado en un punto donde la troncal llega a una oficina. Las conexiones directas del drop son usadas para conectar cada DTE de alguna oficina al concentrador. Esto también es conocido como wiring concentrador.



#### COMPONENTES DE UNA RED TOKEN RING

Fig. 5.11 (c)

#### TOKEN BUS

El tercer tipo de LAN standard es la red TOKEN BUS. Debido a su naturaleza determinística del token el método de control de acceso al medio y la habilidad para priorizar la transmisión de tramas, la red token bus es usada en la industria manufacturera y otras industrias relacionadas como lo es la industria de control de procesos. Bajo condiciones normales, la operación de este tipo de red es similar a la red token ring. Sin embargo debido a las diferencias entre los dos métodos de acceso al medio (broadcast para bus, secuencial para anillo), los procedimientos usados para la operación de el anillo lógico, como lo es la inicialización y pérdida de token son notables diferencias.

Varios aspectos de la operación y componentes asociados a este tipo de red son mostrados en la Fig. 5.12. Las redes token bus normalmente utilizan cable coaxial como medio de transmisión y operan ya sea en modo de banda ancha (broadband) o en modo modificado de banda base (baseband) conocido como carrierband. La modulación y la interface de control se ven en la fig. 5.12 (a).

Sus funciones principales son:

Codificar datos transmitidos

Decodificar datos recibidos

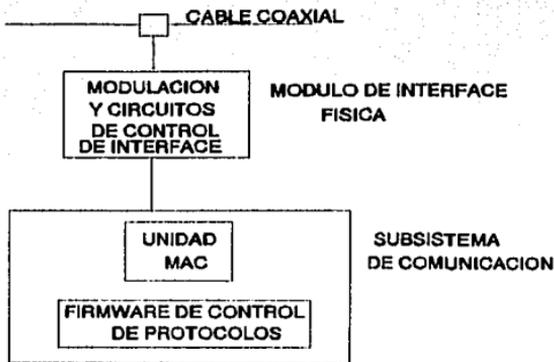
Generar un reloj

Existe una interface standard entre modulo de interface físico (PIM) y el DTE. En algunos casos, el PIM es integrado dentro de la tarjeta de comunicaciones de el DTE.

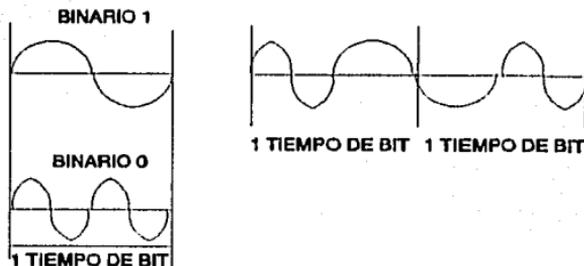
El principio de operacion de el modo carrierband es mostrado en la fig. 5.12 (b). Aunque el modo carrierband es el mismo que el de banda base en el cual cada transmision ocupa el ancho de banda completo del cable, en modo de carrierband todos los datos son primeramente modulados antes de transmitirse con una fase-coherente y una frecuencia determinada. Como se puede ver, un digito binario 1 es transmitido como un simple ciclo de una señal sinusoidal de frecuencia igual a la velocidad de transmision, normalmente entre 1 y 5 Mbps, mientras que un digito binario 0 como dos ciclos de una señal sinusoidal a una frecuencia de dos veces la velocidad de transmision. note también que no hay cambios de fase de la celda del bit vecino, de aquí el termino de fase coherente.

Una forma de onda de carrierband tiene solamente 2 componentes de frecuencia. Esto significa que es posible utilizar un filtro a la recepcion el cual solamente permita el paso de estas dos frecuencias, por lo cual se dice que las frecuencias de ruido introducidas en la señal son efectivamente bloqueadas, por lo que podemos hablar de un sistema de gran eficiencia de inmunidad al ruido.

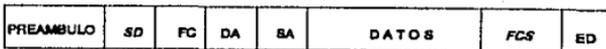
El formato de trama usado en las redes token bus es mostrado en la fig. 5.12 (c). Como se puede ver es casi idéntico al usado en una red token ring. Sin embargo J y K no son bits de datos, los cuales son usados en los campos de SD y ED de un token para crear una transparencia en los datos, los cuales son reemplazados en el modo de carrierband por pares de símbolos especiales que no son datos.



(A) ESQUEMA DE LA INTERFAZ DE UN DTE



(B) CODIFICACION EN CARRIERBAND



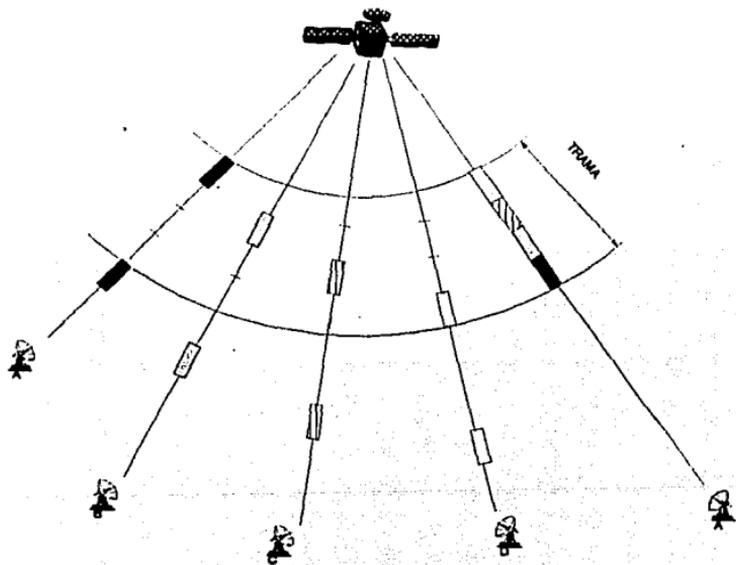
(C) FORMATO DE TRAMA

## PRINCIPIOS DE UNA RED TOKEN BUS

Fig. 5.12

**5.7 TDMA (TIME DIVISION MULTIPLE ACCESS = Acceso Múltiple por División de Tiempo)**

TDMA es un protocolo de acceso múltiple, en el cuál varias estaciones terrenas accesan a una red de comunicación satelital, usando una sola portadora, es decir, todas las estaciones accesan al mismo transponder y con la misma frecuencia, transmitiendo ráfagas de información de tráfico en determinado tiempo de la trama (FRAME). Sobre la longitud total de la trama, existe un ancho de banda para transmitir. El tiempo de transmisión de cada ráfaga es cuidadosamente sincronizado, de forma tal, que todas las ráfagas que lleguen al satélite, de las estaciones pertenecientes a la red, se sobretraslapen (overlap). El transponder recibe una ráfaga en un tiempo, la amplifica y retransmite el retorno a tierra. En la Fig. 5.13 se muestra la operación básica de un sistema TDMA.

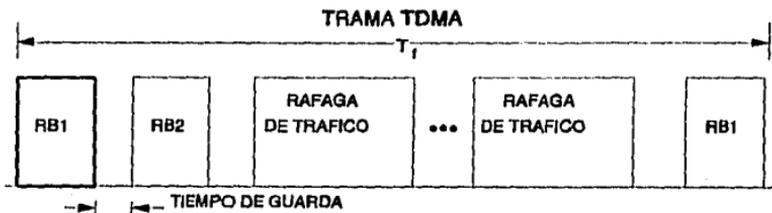


ACCESO MULTIPLE POR DIVISION DE TIEMPO

Fig. 5.13

## 5.8 ESTRUCTURA DE LA TRAMA DE TDMA

En una red TDMA, cada estación transmite periódicamente una o más ráfagas al satélite. La señal de entrada al transponder es portada en una ráfaga de tráfico del TDMA, este tráfico consiste en el envío de ráfagas de todas las estaciones. A este envío de ráfagas se le llama TRAMA o FRAME y se ilustra en la Fig. 5.14.



## ESTRUCTURA DE LA TRAMA TDMA

Fig.5.14

Básicamente consiste de 3 tipos de ráfagas, la ráfaga RB1, la ráfaga RB2, y la ráfaga de tráfico.

## RAFAGAS DE REFERENCIA RB1 y RB2

La ráfaga de referencia de la estación primaria, llamada PRB (primary reference burst), es transmitida por una estación previamente designada como estación de referencia primaria.

La segunda ráfaga de referencia es conocida como: ráfaga de referencia secundaria, llamada también SRB (secondary reference burst), la cuál se transmite por una estación previamente designada como estación de referencia secundaria, brindando con esto seguridad a la red, ya que en caso de falla de la estación de referencia primaria, un switchover automático se ejecuta, dando así un servicio ininterrumpido. Esta ráfaga es exclusiva para proveer el tiempo de referencia a todas las estaciones que accesan a la red, de tal forma que accesen satisfactoriamente a la trama del TDMA, ya que cada estación va tomando su tiempo de referencia de la ráfaga de referencia primaria. En la Fig. 5.15 (a) se observa una ráfaga de referencia.

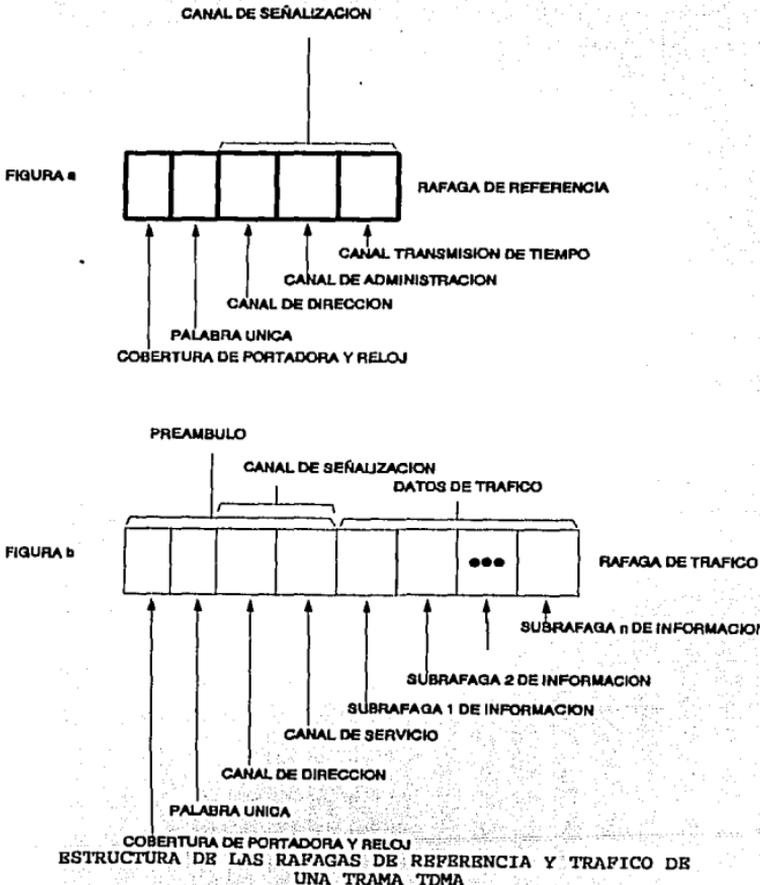


Fig. 5.15

**RAFAGA DE TRAFICO**

La ráfaga de tráfico es transmitida por todas las estaciones que forman parte de la red, cada estación puede transmitir uno ó más ráfagas de tráfico por trama, y puede tomar cualquier lugar en la trama de acuerdo al Plan de Tiempo asignada a cada ráfaga, llamado BTP (BURST TIME PLAN), el cuál coordina el tráfico de todas las estaciones. La longitud de cada ráfaga de tráfico depende de la cantidad de información y puede ser cambiado si así es requerido. La localización de la ráfaga de tráfico en la trama es referenciada respecto al tiempo de la ráfaga de referencia primaria, en la Fig. 5.15 (b) podemos observar la estructura de la ráfaga de tráfico.

Por la detección de la ráfaga de referencia primaria, una estación puede localizar y extraer a la ráfaga o porciones de ráfaga de tráfico enviadas a ella.

**TIEMPO DE GUARDA**

Un pequeño tiempo de guarda es requerido entre las ráfagas de todas las estaciones que accesan al transponder común para asegurar que las ráfagas nunca se sobretraslapen cuando lleguen al transponder. El tiempo de guarda deberá ser lo suficientemente largo para permitir diferencias en la precisión del tiempo de transmisión y el rango de variación de la posición del satélite.

El tiempo de guarda es normalmente igual al intervalo tiempo usado para detectar el pulso del comienzo de la recepción. No hay transmisión de información durante el tiempo de guarda. La longitud de la trama es normalmente seleccionada en el RANGO DE  $0.75 \frac{1}{4} T_f$  a  $20 \text{ ms}$  para servicios de voz y datos. Es usualmente común usar múltiplos de  $0.125 \text{ ms}$ , el cuál es el tiempo del periodo de muestra de PCM. Sin embargo en casos en los que más servicios son requeridos, la longitud de la trama puede ser redefinida, con una nueva definición de número de bits por trama y cargar esta información en la memoria de la red. En general la estructura de la ráfaga de referencia es mostrado en la Fig. 5.15 (a). En la ráfaga de tráfico los bits de información son precedidos por un grupo de bits de referencia llamado PREAMBULO el cuál es utilizado para sincronizar la ráfaga de información y portar la administración y control de información. La ráfaga de referencia contiene solamente el preambulo, pero no información de usuario. Normalmente el preambulo consiste de 3 partes:

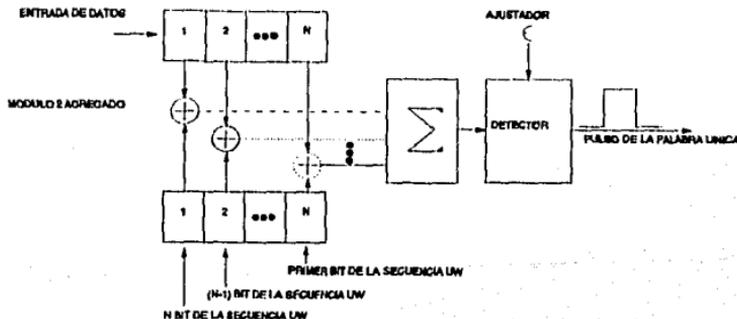
- Portadora y secuencia de cobertura de reloj (CCR).
- La palabra única (UW).
- El canal de señalización (UW).

## PORTADORA Y SECUENCIA DE COBERTURA DE RELOJ

Cada ráfaga, para ser transmitida, primeramente necesita una secuencia de bits o símbolos los cuales serán ocupados para iniciar modulación (normalmente QPSK) y regenerar el bit o símbolo de tiempo del reloj para la demodulación de datos. Normalmente la longitud de la portadora y la secuencia de cobertura de reloj la razón de portadora a ruido en la entrada del demodulador y la adquisición de rango.

## PALABRA UNICA (UW)

La UW que continua después de la secuencia del CCR es usada en la ráfaga de referencia para proveer el tiempo de recepción de la trama que permite a cada estación localizar la posición de su ráfaga de tráfico en la trama. La UW en la ráfaga de tráfico indica el tiempo en que llega la ráfaga de datos y provee el tiempo de recepción de la ráfaga que permite a la estación extraer solamente los subráfagas que a ella son enviadas dentro de la ráfaga de tráfico. La palabra única es una secuencia de unos y ceros seleccionada para proveer una buena y apropiada detección. En el demodulador la palabra única entra en un detector Fig. 5.16 donde es correlacionado con un patrón de ella misma. El correlacionador consiste en dos registros de  $N$  estados (donde  $N$  es la longitud de la palabra única),  $N$  módulos duales sumatorios, un sumador y un detector de umbral.



DETECTOR DE LA PALABRA UNICA  
Fig. 5.16

La recepción de datos llega a un registro que esta sincronizado con el reloj del sistema. Cada estado en el registro es aplicado a un módulo dual sumatorio, el cual en su salida presenta un cero lógico, cuando el bit de datos o símbolo del estado es igual al patrón cargado. Todas las salidas de los módulos son sumadas, dicha suma es comparada en un preset de umbral por el detector de umbral. La salida del sumador entonces nos representara un acuerdo o desacuerdo entre los datos de entrada y el patrón de la palabra única. El máximo de puntos permitidos en la detección de la UW es llamada detección del umbral ( $\xi$ ). Cuando la correlación de errores es igual o menor que ( $\xi$ ) la detección de la UW ocurre en el instante de la recepción del ultimo bit o símbolo de la UW y es usada para indicar el tiempo de la recepción de la trama, si la UW se encuentra en la ráfaga de la referencia primaria o para indicar el tiempo de la recepción de la ráfaga de tráfico y la palabra única pertenece a la ráfaga de tráfico. La posición de cada ráfaga en la trama es definida con respecto al tiempo de recepción de la trama, y la posición de cada subráfaga en una ráfaga de tráfico es definida con respecto al tiempo de recepción de cada ráfaga. Como se observara la precisión de la detección de la UW es de gran importancia en un sistema TDMA.

Por ejemplo, cuando la UW es pérdida el la ráfaga de tráfico también la ráfaga de tráfico es pérdida. Esto causa impulsos o pequeños ruidos en la transmisión de voz. En la transmisión de datos un bloque es perdido y consecuentemente el BER es incrementado. Una falsa detección de la UW en la ráfaga de referencia primaria genera un mal tiempo de recepción de la trama y consecuentemente un incorrecto tiempo de transmisión de la trama, causando que las estaciones remotas transmitan fuera de sincronía así como también se genere sobretranslape. Una falsa detección es generada cuando ya sea datos o ruido correspondan con el patrón cargado de la UW. La pérdida de la palabra única se genera cuando el ruido genera mas errores de los permitidos en el umbral de errores ( $\xi$ ) de la secuencia de la palabra única. En general para una determinada longitud de la palabra única, incrementar el umbral de detección ( $\xi$ ) que la probabilidad de la pérdida de la detección sea menor pero aumenta la probabilidad de una falsa detección. De otra forma si se disminuye el umbral de detección se incrementa la probabilidad de la pérdida de la detección de la palabra única. Basándonos en lo anterior la probabilidad de pérdida de la detección, para una longitud N de la palabra única , la probabilidad esta dada por ( $\xi$ ) + 1 o más errores. Si  $p$  es la probabilidad promedio de errores del receptor de datos, entonces la probabilidad  $P(i)$ , donde  $i$  son los bits o símbolos, los errores serán obtenidos por la distribución binomial:

$$P(i) = \binom{N}{i} p^i (1-p)^{N-i}$$

donde:

$$\binom{N}{i} = \frac{N!}{i! (N-i)!}$$

por lo que la probabilidad de una correcta detección es la suma de los probables errores de 1, 2, 3, ... (E):

$$P = \sum_{i=0}^E p (1-p)^i$$

consecuentemente la pérdida de la probabilidad  $P_M$  es simplemente  $P_M = 1 - P_C$ .

La probabilidad de una falsa detección  $P_f$  es dada por los datos aleatorios que accidentalmente corresponde al patrón de la palabra única, a tal grado que el número de bits o símbolos que no concuerdan con el patrón de la UW no excede el umbral de detección (E). Para una longitud N de la palabra única, hay  $2^N$  combinaciones en las cuales los datos aleatorios pueden presentarse, de aquí que la probabilidad de la ocurrencia de la única combinación que corresponde a la carga del patrón de la UW es  $1/2^N$  la cual también es una probabilidad falsa de detección de la UW cuando (E) = 0. Para un valor dado de (E), el número total de posibles combinaciones en el cual (E) o menores errores pueden ocurrir es:

$$P = \sum_{i=0}^E \binom{N}{i} p (1-p)^i$$

así que la probabilidad de datos o símbolos aleatorios puedan ser decodificados como la UW, es decir, la probabilidad de una falsa detección  $P_f$  es:

$$P = \frac{1}{2} \sum_{i=0}^E \binom{N}{i}$$

## 5.9

## CANAL DE SEÑALIZACION

En general, el canal de señalización de la ráfaga de referencia consiste de las siguientes subráfagas:

## 1. CANAL DE LOCALIZACION (ORDER WIRE)

Este canal es usado para llevar las instrucciones así como el tráfico de voz y datos a todas las estaciones, ya que este contiene la dirección de cada una de las estaciones. El ORDER WIRE es un termino utilizado en los conmutadores para describir un circuito en el cual el operador o personal de mantenimiento puede comunicarse uno a otro. Los operadores usan el order wire para localizar las llamadas.

## 2. CANAL DE MANTENIMIENTO

Este canal es enviado por las estaciones de referencia o la estación maestra a todas las estaciones portando instrucciones de mantenimiento como lo son los cambios en los planes de tiempo de burst, BTP (Burst Time Plan), conocidos también como mapas. El BTP describe la coordinación de tráfico entre las estaciones. identifica los límites de los slots de tiempo (time slot) en la localización de trama, es decir la localización de las ráfagas. También identifica la posición, longitud y estación fuente o destino correspondiente a cada ráfaga. Este canal también porta información de mensajes de monitoreo y control para y de las estaciones de tráfico, para obtener un reporte de estado o diagnóstico de la estación remota, así como también enviar mensajes de control a las estaciones remotas.

## 3. CANAL DE TRANSMISION DE TIEMPO

Este canal porta información de adquisición y sincronización para las estaciones remotas, con el cual estas estaciones pueden ajustar la ráfaga de tiempo que van a transmitir de tal forma que al llegar al satélite llegue en su correspondiente slot de tiempo dentro de la trama del TDMA. También porta códigos de estado los cuales permiten a las estaciones remotas identificar la ráfaga de referencia primaria y la ráfaga de referencia secundaria. El canal de señalización de las ráfagas de tráfico de usuario consiste de las siguientes subráfagas:

## 1. CANAL DE IDENTIFICACION (ORDER WIRE)

El cual es el mismo que el de las ráfagas de referencia

## 2. CANAL DE SERVICIO

Este canal porta el estado de las estaciones remotas para la estación de referencia, así como también lleva información cuando un alto bit error rate (BER) se presenta y cuando la palabra única es pérdida. Además estas subráfagas (ráfagas de referencia y de tráfico) cuando se encuentran dentro del preambulo portarán subráfagas adicionales como lo es el numero de identificación de la trama, numero de identificación de la estación y tipo de ráfaga transmitida (ráfaga de referencia primaria, secundaria o de tráfico). Diferentes tipos de palabras únicas pueden ser empleadas para proveer la identificación de la ráfaga.

### TRAFICO DE DATOS

La información de tráfico es portada por la ráfaga de tráfico y es presente en la trama inmediatamente después de el preambulo. La longitud de las subráfagas depende principalmente del tipo de servicios y el numero total de canales requeridos para cada servicio que sean soportados en la ráfaga. Esta ráfaga contiene información de el usuario que llama y del usuario que es llamado, ya sean señales de voz o datos. La información para cada canal es transmitido como un ráfaga continua. El tamaño de cada subráfaga puede ser seleccionada, y depende del numero de bits especificados para la velocidad de voz y datos. Por ejemplo un canal de voz PCM que es equivalente a 64 Kbps y una longitud de la trama  $T_f = 2\text{ms}$  por lo que la subráfaga del canal de voz PCM es de una longitud de 128 bits. Cada estación en una red TDMA puede transmitir puede transmitir varias ráfagas de tráfico, conteniendo diferentes numero de subráfagas por trama y también es capaz de recibir varias ráfagas o subráfagas de tráfico por trama.

### 5.10 EFICIENCIA DE LA TRAMA TDMA

La eficiencia de la trama TDMA depende en un gran porcentaje de la longitud de la trama  $T_f$ . A fin de conseguir una máxima eficiencia, los encabezados de la trama (por ejemplo: tiempos de guarda y preámbulos) deben de ser lo mas pequeño posible, pero no al punto de dificultar el diseño del sistema. La portadora y secuencia de cobertura de reloj deberá ser lo suficiente larga para proveer el tiempo suficiente para la estabilización de la adquisición de la portadora y minimizar los efectos de la interferencia entre la ráfagas. además el tiempo de guarda entre las subráfagas deberá ser lo suficientemente larga para permitir una tolerancia en la sincronización debidos a los cambios de posición del satélite y los metodos de sincronización empleada. Por lo anterior la eficiencia del sistema y la implementación del mismo deben ser cuidadosamente considerados en cualquier diseño de un sistema TDMA.

La eficiencia de la trama TDMA,  $N$ , es usualmente definida como:

$$N = 1 - \frac{T_x}{T_F}$$

donde  $T_x$  es la porción correspondiente al encabezado (overhead) de la trama. Si hay  $n$  ráfagas en una trama, entonces puede ser expresado como:

$$T_x = n * T_g + \sum_{y=0}^n T_{p,i}$$

donde  $T_g$  = tiempo de guarda entre ráfagas y  $T_{p,i}$  es el preámbulo de la ráfaga  $i$ .

Es obvio que la eficiencia de la trama puede ser incrementada sin una disminución en el overhead, es decir incrementando solamente la longitud de la trama. Pero en este caso es necesario también incrementar la memoria. Además la longitud de la trama debe ser mantenida por debajo del retardo del roundtrip al satélite que es de aproximadamente de 274ms, para evitar una adición de retardo significativa para la transmisión de voz. Para transmisión de voz la longitud de la trama normalmente seleccionado, es menor a 20ms.

Como un ejemplo consideremos un sistema TDMA con la trama y las estructuras de la ráfagas que se muestran en las Figuras 5.13 y 5.14 respectivamente. Calcular la eficiencia de la trama considerando los siguientes parámetros:

1. Longitud de la trama 15ms
2. Velocidad 90 Mbps
3. Cada una de las 10 estaciones transmite 2 ráfagas de tráfico haciendo un total de 20 ráfagas de datos, mas 2 ráfagas de referencia
4. La longitud de la secuencia de portadora y cobertura de reloj es de 352 bits
5. La longitud de la palabra única es de 48 bits
6. El canal de localización tiene 510 bits
7. El canal de mantenimiento tiene 256 bits
8. El canal de transmisión de tiempo tiene 320 bits
9. El canal de servicio tiene 24 bits

10. El tiempo de guarda es asumido para que sea de 64 bits

De lo anterior, resumimos lo siguiente:

Número de bits en el preámbulo de la ráfaga de referencia: 1486

Número de bits en el preámbulo de la ráfaga de tráfico: 934

Número total de bits del overhead: 23,060

Número total de bits en la trama (15 ms x 90 Mbps):  $1.35 \times 10^6$   
eficiencia de la trama: 98.29%

De lo anterior, se asume que todos los canales de tráfico son del tipo PCM con una velocidad de 64 kbps y que cada canal es llevado en una subráfaga en la ráfaga de tráfico. El número de bits en una trama de 15 ms para una subráfaga de voz es  $64 \text{ kbps} \times 15 \text{ ms} = 960$ . El número máximo de canales de voz PCM portados en la trama es  $0.9829 \times 1.35 \times 10^6 / 960 = 1382$

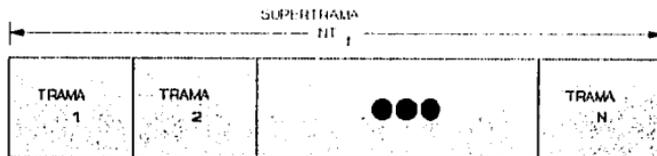
#### 5.11 ESTRUCTURA DE UNA SUPERTRAMA TDMA

Las 2 funciones más críticas de un sistema TDMA son: el control de la posición de la ráfaga en la trama y la coordinación del tráfico entre las estaciones, de tal forma que cualquier reacomodo de la posición y longitud de las ráfagas no cause una interrupción en el servicio o genere sobretranslape en las ráfagas. El control de la posición de las ráfagas puede ser llevado a cabo por la estación de referencia o la estación maestra, usando el canal de transmisión de tiempo, mientras que la coordinación de tráfico es realizada a través del canal de mantenimiento de la ráfaga de referencia.

Para proveer el control y la coordinación, la estación de referencia o la estación maestra tiene la dirección de todas las estaciones remotas que pertenecen a la red. Si hay N estaciones que son direccionadas en la red existirán N mensajes en el canal de transmisión de tiempo y N mensajes en el canal de mantenimiento de la ráfaga de referencia. Además para proveer una comunicación casi libre de errores de este control crítico y la coordinación de mensajes, se emplean algunas formas de codificación. La codificación más comúnmente usada, para estos canales, es 8:1 algoritmo de codificación redundante donde un bit de información es repetido 8 veces, de acuerdo a un patrón determinado y se decodifica, usando principalmente una decisión lógica al final de la recepción. Esto efectivamente, incrementa la ranura de tiempo asignada a cada mensaje 8 veces y fomenta la reducción de la eficiencia de la trama. El mismo razonamiento aplica al canal de servicio de las ráfagas de tráfico.

A fin de reducir la longitud del preámbulo de las ráfagas de referencia y las ráfagas de tráfico, la estación de referencia puede enviar un mensaje para una estación por cada trama, en lugar de N mensajes para N estaciones por cada trama. Para el direccionamiento de N estaciones en la red, el proceso toma N tramas, por ejemplo, la estación 1 es direccionada por la estación de referencia en la trama 1, la estación 2 en la trama 2 y así; finalmente la estación N en la trama N. El procedimiento es repetido para las próximas N tramas. Similarmente, el reporte de estado enviado o recibido por la estación remota hacia la estación de referencia es enviado en las N tramas y repetido hasta completarse, la longitud del preámbulo de la ráfaga de tráfico también será reducida, de aquí que, la eficiencia de la trama será incrementada.

De esta forma, N tramas pueden ser colocadas dentro de un mismo grupo llamado supertrama, donde N es el número de estaciones propias de la red. Esto lo podemos observar en la Fig. 5.17. Para identificar las tramas en una supertrama un número de identificación puede ser portado en el canal de mantenimiento o en un canal separado de la ráfaga de referencia en cada trama. Normalmente, el número de identificación de la trama 1 sirve para indicar el inicio de la super trama. Alternativamente, diferentes UW's pueden ser empleadas por las ráfagas de referencia y las ráfagas de tráfico para distinguir el inicio de una supertrama.



SUPERTRAMA

Fig. 5.17

Cuando el número de estaciones es fija o su máxima capacidad es conocida, es fácil diseñar un canal de servicio de las ráfagas de tráfico de forma tal, que sus mensajes puedan ser transmitidos en las N tramas. Por ejemplo, cualquier mensaje transmitido por el canal de servicio de una ráfaga de tráfico es limitada a un máximo de 40 bits y si, el algoritmo de codificación redundante es 8:1 tomaremos 300 bits para transmitirlo. Supongamos, que N=10 por lo que una supertrama necesitará transmitir un mensaje de 300 bits con 32 bits por trama. Así que el canal de servicio ocupa una ranura

de tiempo de solamente 32 bits. Aunque la velocidad de transmisión del mensaje es ahora solamente de 4 bits por trama, la eficiencia de la trama es significativamente incrementada.

Cuando el número de N estaciones en la red es variable, es decir, que la red puede crecer, y la asignación por demanda es utilizada, podría ser conveniente para transmitir los mensajes en el canal de servicio de las ráfagas de tráfico y los mensajes de asignación por demanda en una pequeña ráfaga de la supertrama, SSB (Superframe Short Burst). Esto es, cada una de las N estaciones en la red transmite un SSB una vez por supertrama.

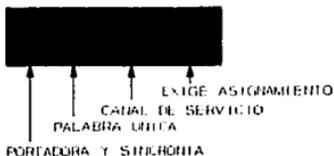
En otras palabras, cada trama de una supertrama contiene un SSB de una estación designada, esto es ilustrado en la Fig. 5.18. Por ejemplo, el SSB será colocado en una ranura de tiempo de 300 bits para un mensaje de 40 bits con un código de redundancia de 8:1. La ventaja de poner el canal de servicio en el SSB en lugar de estar dentro de él, la ráfaga de tráfico es que la eficiencia de la trama se ve incrementada, ya que las estaciones transmiten más de una ráfaga de tráfico por trama.



LOCALIZACION DE UNA PEQUEÑA RAFAGA DENTRO DE LA SUPERTRAMA

Fig. 5.18

Desde que los mensajes en el canal de servicio de todas las ráfagas de tráfico, en la misma trama, son originadas por la misma estación son normalmente idénticas para facilitar el diseño, la redundancia de los mensajes reduce la eficiencia de la trama. Un típico SSB es mostrado en la Fig. 5.19.



### ESTRUCTURA DE UNA PEQUEÑA RAFAGA

Fig. 5.19

#### 5.12 ADQUISICION Y SINCRONIZACION DE LA TRAMA

En un sistema TDMA, las estaciones tienen dos funciones primordiales.

En el lado de la recepción, las estaciones deberán ser capaces de recibir las ráfagas direccionadas hacia cada una de ellas, provenientes de cada una de las tramas pertenecientes a la red.

En el lado de la transmisión, cada estación deberá transmitir sus respectivas ráfagas de tráfico, destinados a otras estaciones, de tal que forma que lleguen al satélite sin translaparse con otras ráfagas de las estaciones.

Como se mencionó anteriormente, el tiempo de referencia de un sistema TDMA es provisto por un ráfaga de referencia primaria.

Por la detección de la UW de la ráfaga de referencia primaria, la estación remota puede establecer el tiempo de la recepción de la trama (RFT), el cual es definido como el instante en que llega el último bit o símbolo de la UW, correspondiente al burst de referencia. También el último bit o símbolo de la UW de la ráfaga de tráfico indica el tiempo de recepción de la trama (RBT). Desde que el RFT indica el comienzo de recepción de la trama, la posición de la ráfaga de tráfico en una trama recibida se determina por el off-set (bits o símbolos), entre el tiempo de recepción de la trama y el tiempo de recepción de la ráfaga.

Este Off-set es contenido en el BTP recibido, el cual se carga en la memoria de todas las estaciones. Usando el BTP, la estación puede extraer cualquier ráfaga de tráfico enviada a ella.

Para transmitir una ráfaga de tráfico de tal forma que llegue al satélite dentro de su respectiva posición en la trama, la estación remota deberá establecer el tiempo de transmisión de la trama (TFT), el cual indica el inicio de la trama transmitida de la estación, y el tiempo de transmisión de la ráfaga (TBT), el cual indica el inicio de la transmisión de una ráfaga de tráfico. La posición de la ráfaga de tráfico en una trama transmitida es determinado por el off-set entre el TFT y el TBT. Este offset es contenido en el BTP y cargado en la memoria de cada estación. Si una estación remota transmite una ráfaga de tráfico en el TFT, llegara al transponder al mismo tiempo que la ráfaga de referencia primaria, la cual indica el inicio de una trama. Cualquier ráfaga de tráfico transmitida en su TBT llegara a su apropiada posición en la trama del TDMA, de tal forma que si cada estación llega a su respectiva posición, previamente asignada en el BTP, el sobretraslapo no ocurrirá.

El proceso de adquisición del tiempo de recepción de la trama y el tiempo de transmisión de trama son llamados adquisición en la recepción de la trama (RFA) y adquisición en la transmisión de la trama (TFA) respectivamente. El proceso de mantener estos tiempos es llamado sincronización de la recepción de la trama (RPS) y sincronización de la transmisión de la trama (TFS).

El proceso de adquisición es necesario cuando una nueva estación se incorpora a la red o reinicia su operación. El proceso de sincronización es necesario debido a los movimientos del satélite en su órbita, ya que un todo satélite geostacionario esta sujeto a pequeñas perturbaciones o movimientos causados por la luna o el sol así como por movimientos de su propia estabilización, lo cual origina error en la posición de cada una de las ráfagas que llegan al satélite, por lo que la sincronización de la trama es necesaria para mantener una correcta recepción y transmisión de las ráfagas tráfico. A lo máximo la sincronización se realizara solamente una vez por el retardo en el viaje de ida y vuelta al satélite (roundtrip), sin esto se generarían errores. En general todas las estaciones en una red TDMA deberán realizaran los siguientes 4 procedimientos para sincronizar sus ráfagas de tráfico con las ráfagas de referencia.

- Adquisición en la recepción de la trama.
- Sincronización en la recepción de la trama.
- Adquisición en la transmisión de la trama
- Sincronización en la transmisión de la trama.

La adquisición en la recepción de la trama y la sincronización en la recepción de la trama son conseguidos por la detección de la palabra única de la ráfaga de referencia. Existen dos modos de detección de la UW: Modo de búsqueda y Modo de rastreo.

En el modo de búsqueda, una apertura continúa o completamente abierta es empleada para que la estación detecte la UW de la ráfaga de referencia. En este modo la detección de el umbral (E) de la UW es puesto en 0.

De modo que la detección de la palabra única, sea considerada solamente cuando la secuencia de la UW recibida sea exactamente igual al patrón previamente cargado. Cuando la palabra única de la ráfaga de referencia es detectada, el modo de búsqueda es conmutado inmediatamente el modo de rastreo con una angosta apertura de ventana igual o mas ancha que el tiempo que de guarda entre las ráfagas y la detección del umbral es incrementado a (E). Esta apertura de la ventana para la detección de la UW es centrada un periodo de la trama después de la detección. Si la palabra única es pérdida por la apertura de la ventana, el centro de la próxima apertura de ventana será localizada en una trama después.

### 5.13 ADQUISICION Y SINCRONIZACION DE LA TRAMA RECIBIDA.

Para que una estación pueda iniciar su operación en una RED TDMA, deberá hacer la adquisición en la recepción de la trama. Este es un procedimiento en el cual la estación detecta la UW de la ráfaga de referencia para establecer el tiempo de recepción de la trama. Este procedimiento puede ser aplicado a ambas ráfagas de referencia RB1 y RB2, utilizando como se explico anteriormente el modo de búsqueda. Cuando la UW de la ráfaga de referencia es declarada, el procedimiento se conmuta al modo de rastreo. Normalmente la ráfaga de referencia es declarada "adquirida" si la UW es detectada en 3 tramas consecutivas.

El procedimiento de sincronización de la trama inicia cuando la ráfaga de referencia es declarada adquirida. Se utiliza el modo de rastreo de la palabra única para rastrear periódicamente la ráfaga de referencia detectada, utilizando una pequeña apertura cuyo centro es localizado una trama después de la detección de la UW de la ráfaga de referencia de la actual trama. La ráfaga de referencia puede ser declarado "sincronizada" si la palabra única es detectada N tiempos durante M consecutivas tramas, donde  $M > N$ . El tiempo de recepción de la trama es el instante en que se presenta el ultimo bit de la UW de la ráfaga de referencia.

La aceleración de la adquisición en la recepción de la trama, esto es, para adquirir la ráfaga de referencia cuando es declarado "no adquirida" por el procedimiento de RFA o cuando es declarado "no sincronizada" por el procedimiento RFS. El procedimiento de ayuda de adquisición en la recepción de la trama puede ser aplicado a la ráfaga de referencia si el tiempo de recepción de la trama de otra ráfaga de referencia en la trama es obtenido, es decir, si otra ráfaga de referencia es sincronizado. Desde que la posición de la ráfaga de referencia RB1 relativo a la ráfaga de referencia RB2 la cual es conocida mediante la recepción del BTP cargado en todas las estaciones,

la UW de una ráfaga de referencia puede ser detectada en una ventana usando el tiempo de recepción de la trama de otras ráfagas de referencia. El procedimiento ARFA es entonces el modo de rastreo de la UW, cuya apertura de ventana es centrada en un tiempo predeterminado, el cual es derivado del tiempo de recepción de la trama de las otras ráfagas de referencia y el offset fijado entre las dos ráfagas de referencia. Normalmente la ráfaga de referencia es declarada adquirida, cuando la UW es detectada en 4 consecutivas tramas.

Cuando la ráfaga de referencia es declarado "sincronizada", el tiempo de recepción de la trama puede ser obtenido. Debido a que existen dos ráfagas de referencia RB1 Y RB2, una de estas dos ráfagas portará códigos de estado como estación de referencia primaria y la otra como estación de referencia secundaria. El tiempo de recepción del frame puede ser derivado del PRB o del SRB de acuerdo, al siguiente criterio:

1. Cuando PRB y SRB han sido declarado sincronizadas el tiempo de recepción de la trama deberá ser derivado de PRB. Cuando el PRB de la UW ha sido perdido el tiempo es derivado de un reloj interno para un predeterminado número de tramas.

2. Cuando el PRB no ha sido declarado sincronizado (es decir, que aún no ha sido adquirido) o cuando PRB ha sido declarado no sincronizado y el SRB ha sido declarado sincronizado, el tiempo de recepción de la trama puede ser derivado del SRB. Cuando la palabra única del SRB ha sido pérdida, el tiempo es obtenido de un reloj interno para un predeterminado número de tramas.

3. Cuando el PRB no ha sido declarado sincronizado o cuando el PRB ha sido declarado no sincronizado, y el SRB ha sido declarado no sincronizado el tiempo de recepción de la trama puede ser obtenido de un reloj interno para un número de tramas. Después, la estación tiene que iniciar el procedimiento de RPA nuevamente.

Un diagrama de flujo del procedimiento de obtención del tiempo de recepción de la trama es mostrado en la Fig. 5.20

Una vez que el tiempo de recepción de la trama ha sido establecido y mantenido por el procedimiento de sincronización en la recepción de la trama, el tiempo de recepción de la ráfaga de cada estación puede ser obtenido de la detección de la UW. Esto es, mediante el método de rastreo de la palabra única con una apertura de ventana angosta y centrada en la posición asignada en la ráfaga de tráfico. La asignación de la posición de la ráfaga de tráfico puede ser determinada por la adición de un off-set fijo, adicional al tiempo de recepción de la trama el cual será fijado de acuerdo al HTP recibido, ya que como se vio anteriormente existen dos ráfagas de referencia.

Debemos aclarar que el tiempo de recepción de la trama es obtenido del tiempo de la ráfaga de referencia primaria. Cuando la ráfaga de referencia primaria es declarada "no sincronizada ó no adquirida" las estaciones tomaran el tiempo de recepción de la trama de la ráfaga de referencia secundaria. El off-set en tiempo entre la ráfaga de referencia primaria y la ráfaga de referencia secundaria esta contenido en el BTP, por lo que de esta forma las estaciones están habilitadas para establecer su tiempo de transmisión de su ráfaga de cualquiera de los tiempos de recepción de la trama.

En resumen la ráfaga de referencia primaria, transmitida por la estación de referencia primaria, es la base de la adquisición de la recepción de la trama y sincronización de una estación integrada a una red TDMA; mientras que la ráfaga de referencia primaria este en la trama, el instante del último bit (símbolo de la palabra única) indica el tiempo de recepción de la trama.

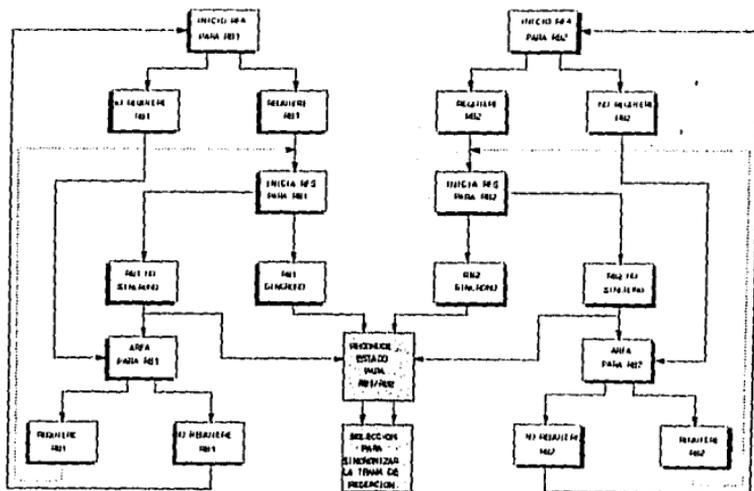


DIAGRAMA DE FLUJO DEL TIEMPO DE RECEPCION

Fig. 5.20

FALLA DE ORIGEN

## 5.14 ADQUISICION Y SINCRONIZACION DE LA TRANSMISION DE LA TRAMA Y DE LA RAFAGA

En una Red TDMA, no es necesario establecer el tiempo de transmisión de la trama. En lugar de esto, puede establecerse el tiempo de transmisión de las ráfagas de tráfico directamente del tiempo de recepción de la trama, mediante la observación del error EPSILON de la posición de la ráfaga de tráfico; la cuál es relativa al off-set  $B_n$  (contenido en la transmisión del BTP), entre el tiempo de recepción de la ráfaga de tráfico y el tiempo de recepción de la trama de la ráfaga de referencia primaria (o ráfaga de referencia secundaria), como se muestra en la figura 5.16. Este es el llamado control del loopback, por el que la adquisición y la sincronización son logrados mediante el uso de su propia ráfaga de tráfico. Dos procedimientos son involucrados en el método de control de loopback: adquisición de la transmisión de la ráfaga (TBA) y sincronización de la transmisión de la ráfaga (TBS).

Para iniciar la adquisición de la transmisión de la ráfaga, la estación envía una pequeña ráfaga (SB), el cuál es el preámbulo de la ráfaga de tráfico estimado off-set, del INCREMENTO  $A_n$ , relativo al tiempo de recepción de la trama y establecido por la ráfaga de referencia primaria. La estimación del off-set  $A_n$ , llamado retardo de transmisión, puede ser obtenido de varias formas; una de ellas es estimar un rango entre la estación y el Satélite, este rango se hace mediante el conocimiento de las coordenadas de la estación. Otra forma para obtener el  $A_n$ , es que la estación transmita una ráfaga pequeña, de baja potencia, para rastrear su posición en la trama. El pico de potencia de la pequeña ráfaga es mantenido 20 ó 25 dB abajo de la potencia nominal de las ráfagas de tráfico, para prevenir interferencias con otras ráfagas de la trama. La pequeña ráfaga de baja potencia efectúa un barrido, a través de la trama, mediante la transmisión de ráfagas de diferentes valores de retardo  $A_n$ , relativos al tiempo de recepción de la trama. Una vez que se observa que la pequeña ráfaga de baja potencia cae dentro de su time slot, asignado a la ráfaga de tráfico, le corresponde un valor  $A_n$  el cuál es ocupado para iniciar la transmisión de una pequeña ráfaga de potencia nominal. Cualquier error EPSILON, introducido por  $A_n$ , es corregido por la observación de la posición de la pequeña ráfaga, relativa al tiempo de recepción de la trama.

# CONCLUSIONES

**CONCLUSIONES**

Esta Tesis sobre Transmisión de Datos proporciona información fácilmente entendible, de la teoría, práctica y rendimiento de los sistemas de comunicaciones. Los temas que se tratan se investigaron concienzudamente y siempre tuvimos en cuenta el citar casos y ejemplos que nos encontramos en la vida profesional, para mayor comprensión del mismo.

Se pensó también en aquellos temas de mayor interés, tanto para un neófito en comunicaciones, como para el especialista.

Aunque en un principio tratamos de abarcar la mayoría de temas, nos dimos cuenta que el campo de las comunicaciones es extenso; esto hizo a que los temas que se abordaran fueran los de mayor trascendencia. Por lo cual, se hizo hincapié en los temas digitales y en aquellos relacionados a satélites.

En el primer capítulo se mencionarán los conceptos y elementos que intervienen en un enlace de voz y datos, observando que existen definiciones que deben de estar totalmente entendidas, ya que con frecuencia causan confusión, por ejemplo BPS y BAUDIO; estos conceptos tan sencillos y de uso difundido en las especificaciones de un sistema de transmisión de datos, sobre todo en los sistemas modernos que manejan altas velocidades, pueden desorientarnos.

Y que decir de los elementos que intervienen en una comunicación de datos, de los cuales se dispone o existe una gran cantidad de alternativas, marcas diversas que ofrecen una tecnología avanzada, lo que reditúa en mejoras de nuestro sistema de comunicaciones; además de que se crean nuevos dispositivos debido a la necesidad del crecimiento en un enlace de datos.

En el capítulo 2 se dió a conocer, de una forma más detallada, las características de funcionamiento y operación de circuitos electrónicos básicos, como el 8251A, que intervienen en un enlace de comunicaciones tanto para el receptor, como para el transmisor o la interface; y así con estos circuitos iniciarnos en el conocimiento de la manera en que se operan y como funcionan, para un sistema de transmisión de datos.

Otro punto importante abordado, fué el de Ruido, el cual siempre lo vamos a tener presente; de éste podemos decir que las principales fuentes de interferencias van a ser el sistema mismo y la propia naturaleza, es decir, dependiendo de las características geofísicas se debe adecuar nuestro sistema de comunicación; ya que este tipo de fuente de ruido no se va a poder controlar totalmente, pero si se puede mantener a un nivel aceptable para nuestro sistema de transmisión de datos.

En lo que respecta a la fuente de ruido producido por el sistema mismo, se puede tener un control siempre y cuando el equipo sea de buena calidad; que las técnicas de modulación/demodulación empleadas sean, previo análisis, las más adecuadas; del control de las frecuencias que se estén manejando y de un buen mantenimiento del equipo, esto es, si el equipo se verifica continuamente el ruido puede mantenerse a cierto nivel, sin que sobrepase un estándar que nos permita transmitir la información con toda confianza. Las características del equipo dependen de las necesidades de nuestro sistema, esto es, que es lo que voy a transmitir, que tipos de dispositivos se van a utilizar, los protocolos que se van a emplear, y la disponibilidad para conectarse con otros sistemas abiertos.

Sobre códigos y control de línea, podemos abundar que éstos son de gran importancia, ya que nos van a ofrecer y a garantizar que los datos que se están enviando, lleguen a su destino en forma íntegra.

Con esto quiere decirse que de la verificación y control de errores depende el buen desempeño e implementación del sistema.

En el siguiente apartado, capítulo IV, se manejó los estándares en protocolos y X.25; éste último tema merece mayores anotaciones, debido a que ha servido de guía para otros protocolos que actualmente tienen gran demanda en redes de datos, como son TCP/IP y SNMP. Los protocolos mencionados BSC, HDLC, SDLC, se emplean cotidianamente y de ahí la importancia en darlos a conocer.

Antes de mencionar a X.25, se tocó la ISO y sus niveles o capas, como quiera llamársele. Los siete niveles que maneja, fueron dados a conocer, y también la importancia que está adquiriendo, para toda red de datos, la interconexión con sistemas distintos, función por la que fué creada la ISO, es decir, la disponibilidad de cualquier sistema para operar con redes distintas o de características diversas.

En X.25 se habló sobre sus tres niveles, pero se hizo mayor hincapié sobre el nivel paquete; esto debido a que en HDLC ya se había mencionado el nivel Frame (Trama), del cual se vale X.25.

Hicimos referencia a aquellos paquetes que transmite, la forma en que establece la conexión, en sus dos estilos: modo asíncrono balanceado y no balanceado. Y también, la manera en que se realiza la desconexión del enlace, con sus formatos respectivos.

El capítulo V versó sobre redes LAN y Redes de Area extendida, como TDMA; en éste capítulo lo que se procuró fué el mencionar la forma en que se realiza una transmisión de datos, la manera en que accesan las terminales al satélite, es decir, de las características más importantes de una Red TDMA y la forma en que se lleva a cabo la Transmisión de Datos y voz.

Finalmente, se anexan dos Apéndices: el A que habla de las Recomendaciones sobre los distintos tipos de modems, aquellos que trabajan a 300 bps, 1200 bps, 2400 bps, 4800 bps, 9.6 Kbps y el de 48 Kbps. ; y también de los circuitos de interconexión entre éstos. La información proporcionada se obtuvo del Libro rojo de la CCITT. En el Apéndice B se trataron los organismos que rigen las normas de comunicaciones en el mundo, así como su principal labor.

# BIBLIOGRAFIA

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Data Communications and Distributed Networks  
Uyless D. Black  
Second Edition, Editorial Reston.
- 2.- Data Communications for microcomputers  
Elizabeth A. Nichols  
Mc Graw-Hill.
- 3.- Data Communications, Networks and systems  
Thomas C. Bartee  
Howard W. Sams & Co.
- 4.- Data Communications  
Gilbert Held, Ray Sarch  
Mc Graw-Hill, Second Edition.
- 5.- Principles of communication systems  
Taub, Herbert; Donald L. Schilling  
Second Edition, 1986.
- 6.- Information transmission modulation and noise  
Mischa Schwartz  
Mc Graw-Hill, Third Edition.
- 7.- Recomendaciones de la CCITT, Libro Rojo
- 8.- Signal Processing  
M. Schwartz and L. Shaw  
Mc Graw-Hill, 1975.
- 9.- Transmission Systems for Communications  
Bell Telephone Laboratories  
Four Edition.
- 10.- Computer Networks  
Andrew S. Tanenbaum  
Prentice Hall, Second Edition.
- 11.- Data Communications, Computer Networks and Open Systems  
Fred Halsall  
Adison Wesley, Third Edition.
- 12.- Telecommunications Technology Handbook  
Daniel Minoli  
Artech House.

- 13.- Local Area Networks Making the Right Choices  
Philip Hunter  
Addison Wesley.
  
- 14.- Telecommunication Transmission Handbook  
Roger L. Freeman  
Wiley Interscience, Third Edition
  
- 15.- Telecommunications Protocols and Design  
Joseph L. Hammond and Krzysztof Pawbkowski  
Addison Wesley
  
- 16.- Inside X.25 A Manager's Guide  
Sherman K. Schlar  
Mc Graw-Hill
  
- 17.- Computer Networks, Protocols, Standards and Interfaces  
Uyless Black  
Prentice Hall, Inc.

# APENDICE A

## Recomendaciones de la CCITT

**RECOMENDACION V.21 (REVISADA)  
MODEM DE 300 BPS PARA USO EN LA RED TELEFONICA GENERAL CON  
CONMUTACION**

Es de gran utilidad por ser económico, con equipos de entrada/salida simples, métodos sencillos de explotación y la gran posibilidad de manejar un circuito telefónico alternativamente en conferencias telefónicas y transmisión de datos. Se requiere que el sistema de transmisión de datos sea duplex y que respete el ancho de banda disponible para una red telefónica normal. Por consiguiente el CCITT recomienda únicamente:

La transmisión de datos a baja velocidad binaria, en líneas de conmutación, se realiza con una velocidad de modulación inferior o igual a 300 baudios, una modulación bivalente en serie para igualar la velocidad de modulación con la velocidad binaria. La desviación de frecuencia debe ser de  $\pm 100$  Hz.; en cada canal (canal 1 de transmisión y canal 2 de recepción), la  $F_A$  (frecuencia característica más elevada) debe corresponder a 0 binario. Los valores nominales de la frecuencia característica son:

canal 1:  $F_A = 1180$  Hz    y     $F_Z = 980$  Hz.  
canal 2:  $F_A = 1850$  Hz    y     $F_Z = 1650$  Hz.

$F_Z$  = frecuencia característica más baja

La transmisión de datos puede ser síncrona o asíncrona, la potencia máxima introducida en la línea por el modem no debe exceder 1 Mw. Al realizar una transmisión de datos simultáneamente, el canal 1 servirá para la transmisión del abonado que llama (es decir, quien hace la llamada telefónica), hacia el abonado llamado y, el canal 2 para la transmisión abonado llamado hacia abonado que llama.

**RECOMENDACION V.22 (NUEVA)**  
**MODEM DUPLEX A 1200 BPS NORMALIZADO PARA USO EN LA RED TELEFONICA**  
**GENERAL CON CONMUTACION Y EN CIRCUITOS ARRENDADOS**

Las características principales del modem son:

- a) Funcionamiento duplex en la red telefónica general con conmutación a dos hilos en circuitos arrendados punto a punto.
- b) Separación de los canales por distribución de frecuencia
- c) Modulación por desplazamiento de fase diferencial para cada canal con transmisión en línea síncrona a 600 baudios.
- d) Inclusión de un aleatorizador.
- e) Inclusión de facilidades de prueba.

Se especifican tres tipos de configuraciones:

ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B	ALTERNATIVA C
síncrono 1200 bps	síncrono 1200 bps	síncrono 1200 bps
síncrono 600 bps*	síncrono 600 bps*	síncrono 600 bps*
	arrítmico 1200 bps	arrítmico 1200 bps
	arrítmico 600 bps*	arrítmico 600 bps*

\* de carácter facultativo

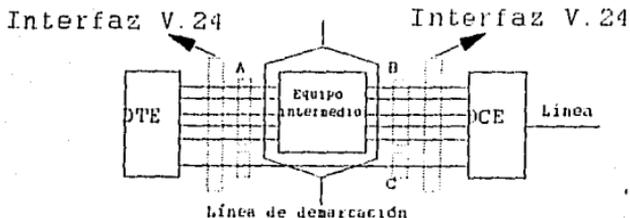
Las frecuencias portadoras serán de 1200 ± 0.5 Hz. para el canal inferior y 2400 ± 1 Hz. para el canal superior, enviándose un tono de guarda de 1800 ± 20 Hz. cuando el modem esté transmitiendo por el canal superior y, cuando el modem transmita por el canal inferior no se manda el tono de guarda.

A causa del tono de guarda de 1800 Hz, el nivel de potencia de las señales de datos en el canal superior será inferior en 1 Db aproximadamente a las señales de datos en el canal inferior. Para las alternativas A y B la velocidad de señalización de datos a la línea serán 1200 o 600 bps ± 0.01%, con una velocidad de modulación de 600 baudios ± 0.01% ; la alternativa C no difiere mucho de la A y B, solo que en C la velocidad de datos a la línea será de 1205 ± 1 bps con una velocidad de modulación de 602.5 ± 0.5 baudios. Analizando lo dicho anteriormente, vemos que el tren de datos a 1200 bps que ha de transmitirse, se divide en grupos de 2 bits consecutivos (dibit), cada dibit se codifica como un cambio de fase y además, el bit de la izquierda es el que aparece primero en el tren de datos cuando este entra en la parte moduladora del modem, después del aleatorizador; en el tren de datos a 600 bps, cada bit se codificará como un cambio de fase. Entendiendo por cambio de fase la diferencia de fase real en línea, en la región de transición, entre el centro de un elemento de señal y el centro del elemento de señal siguiente.

RECOMENDACION V.24 (REVISADA)

LISTA DE DEFINICIONES PARA LOS CIRCUITOS DE ENLACE ENTRE EL DTE Y EL DCE

La presente recomendación se aplica a los circuitos de interconexión, llamados circuitos de enlace de la interfase entre el DTE y el DCE para la transferencia de datos binarios, señales de control y de temporización y señales analógicas, según proceda. También se aplica a ambos lados del equipo intermedio separado que se puede insertar entre esas dos clases de equipo ( Fig. 6.1).



CIRCUITOS DE ENLACE

Fig. 6.1

Los circuitos de enlace definidos en la presente recomendación son aplicables a:

- a) Transmisión de datos síncrona y asíncrona.
- b) Transmisión de datos por líneas arrendadas, con explotación a 2 ó 4 hilos, punto a punto o multipunto.
- c) Transmisión de datos por la red con conmutación, a 2 ó 4 hilos.
- d) Cables cortos de interconexión entre el DTE y el DCE.

Serie 100 - Aplicación general (Fig.6.2).

Número del circuito de enlace	Denominación del circuito de enlace	Tierra	DATOS		CONTROL		TEMPORIZ	
			del DCZ	hacia DCZ	del DCZ	hacia DCZ	del DCZ	hacia DCZ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
102	Tabla de subdirección	X						
102a	Rotorna (canal del DT)	X						
102b	Rotorna (canal del DC)	X						
102c	Rotorna (canal)	X						
103	Transmisión de datos			X				
104	Recepción de datos		X					
105	Peticion de transmision					X		
106	Preparado para transmision					X		
107	Aparato de datos preparado					X		
107a	Conecte el aparato de datos a la linea						X	
107b	Terminal de datos preparado						X	
107c	Detectar de señales de línea recibidas por el canal de datos					X		
108	Detectar de la calidad de las señales de datos					X		
109	Selector de velocidad binaria (DBE)						X	
110	Selector de velocidad binaria (DCE)					X		
111	Temporización para los elementos de señal en la transmisión (DBE)							X
112	Temporización para los elementos de señal en la transmisión (DCE)						X	
113	Temporización para los elementos de señal en la recepción (DBE)							X
114	Temporización para los elementos de señal en la recepción (DCE)						X	
115	Selección de instalaciones de reserva					X		
117	Indicador de instalaciones de reserva					X		
118	Transmisión de datos por el canal de retorno			X				
119	Recepción de datos por el canal de retorno		X					
120	Transmisión señales de línea por canal de retorno					X		
121	Canal de retorno preparado					X		
122	Detectar de señales de línea recibidas por el canal de retorno					X		
123	Detectar de la calidad de las señales en el canal de retorno					X		
124	Selección de grupos de frecuencias						X	
125	Indicador de llamada					X		
126	Selección de la frecuencia de transmisión					X		

SERIE 100  
Fig. 6.2

Serie 200 - Para llamada automática específicamente (Fig. 6.3).

No. del circuito de enlace	Denominación del circuito de enlace	desde DCE	hacia DCE
201	Tierra de señalización	X	X
202	Peticion de llamada		X
203	Línea de datos ocupada	X	
204	Estación distante conectada	X	
205	Abandono de llamada	X	
206	Señal de cifra (2 <sup>0</sup> )		X
207	Señal de cifra (2 <sup>1</sup> )		X
208	Señal de cifra (2 <sup>2</sup> )		X
209	Señal de cifra (2 <sup>3</sup> )		X
210	Presente cifra siguiente	X	
211	Cifra presente		X
213	Indicación de alimentación	X	

SERIE 200  
Fig. 6.3

RECOMENDACION V.26 (REVISADA)

MODEM NORMALIZADO DE 2400 BPS PARA USO EN CIRCUITOS ARRENDADOS DE TIPO TELEFONICO A 4 HILOS

Las características principales del modem que se recomienda para la transmisión de datos a 2400 bps por circuitos arrendados a 4 hilos punto a punto o multipunto son:

- a) Puede funcionar en modo duplex.
- b) Modulación de fase cuadrifásica con modo síncrono de explotación.
- c) Inclusión de un canal de retorno (para supervisión) con una velocidad de modulación inferior o igual a 75 baudios en cada sentido de transmisión, siendo facultativo el uso de éste canal.

La frecuencia portadora ha de ser de 1800 + 1 Hz. Si hay transmisión simultánea en el mismo sentido en los canales de entrada y de salida, el canal de salida tendrá un nivel de potencia 6 Db inferior al del canal de datos. El tren de datos que haya de transmitirse se dividirá en pares de bits consecutivos (dibits). Cada dibit se codificará como un cambio de fase con relación a la fase del elemento de señal que le preceda inmediatamente. En el receptor, se decodificarán los dibits y se reagruparán los bits en el orden correcto, aclarando que el dígito de la izquierda del dibit es el que aparece primero en el tren de datos. En la Fig.6.4, se indican dos métodos posibles de codificación.

Dibit	Cambio de fase	
	Solución A	Solución B
00	0°	+45°
01	+90°	+135°
11	+180°	+225°
10	+270°	+315°

MÉTODOS DE CODIFICACION  
Fig. 6.4

La velocidad binaria será de 2400 bps ± 0.01%, y la velocidad de modulación será de 1200 baudios ± 0.01%. Es conveniente incluir en el modem relojes que proporcionen al DTE una temporización para los elementos de señal en la transmisión y para los elementos de señal en la recepción.

RECOMENDACION V.26 bis (REVISADA)

MODEM NORMALIZADO DE 2400/1200 BPS PARA USO EN LA RED TELEFONICA GENERAL CON CONMUTACION

Esta recomendación está encaminada a satisfacer la gran demanda para transmisiones de datos a 2400 bps sobre la red telefónica general con conmutación, además deja en claro que la transmisión de datos a ésta y a velocidades mayores, depende de los avances tecnológicos que en los modems se lleven a cabo. Las principales características del modem de 2400 bps son:

- a) Soportar una velocidad binaria de 2400 bps con una frecuencia portadora, una modulación y una codificación conformes con la recomendación V.26 en el canal de comunicación.
- b) Posibilidad de funcionar a la velocidad de 1200 bps.
- c) Inclusión de un canal de retorno a velocidades de modulación de hasta 75 baudios, de uso facultativo.

La frecuencia portadora será:  $1800 \pm 1$  Hz. Las características de fase del espectro de la señal transmitida en línea, deben ser lineales (obteniéndose esto por medio de filtros, igualadores o dispositivos digitales).

El tren de datos que ha de transmitirse se dividirá en pares de bits consecutivos (dibits). Cada dibit se codifica como un cambio de fase con relación a la fase del elemento dibit de señal que le preceda inmediatamente (ver la Fig. 6.5). En el receptor se decodificarán los dibits y se reagruparán los bits en el orden correcto. El dígito de la izquierda del dibit es el que aparece primero en el tren de datos.

Dibit	Cambio de fase
00	+45 °
01	+135 °
11	+225 °
10	+315 °

CAMBIO DE FASE

Fig. 6.5

La velocidad binaria será de 2400 bps  $\pm$  0.01 %, es decir que la velocidad de modulación será de 1200 baudios  $\pm$  0.01 %.

Para un funcionamiento de 1200 bps  $\pm$  0.01 %, de velocidad binaria, seguirá correspondiéndole una velocidad de modulación de 1200 baudios  $\pm$  0.01 %.

RECOMENDACION V.27 (REVISADA)  
 MODEM NORMALIZADO DE 4800 BPS CON IGUALADOR MANUAL PARA SER  
 UTILIZADO EN CIRCUITOS ARRENDADOS DE TIPO TELEFONICO

Las características principales del presente modem son:

- a) Puede funcionar en modo duplex o semiduplex.
- b) Modulación diferencial de ocho fases con modo síncrono de explotación.
- c) Posibilidad de disponer de un canal de retorno (para supervisión) a una velocidad de modulación de hasta 75 baudios en cada sentido de transmisión, de carácter facultativo.
- d) Inclusión de un igualador ajustable manualmente.

La frecuencia portadora será de 1800 Hz  $\pm$  1 Hz. Si se transmite simultáneamente por canales de entrada y de salida en el mismo sentido, el nivel de potencia en el canal de retorno debe ser 6 Db inferior al del canal de datos. El tren de datos que se transmite se divide en grupos de tres bits consecutivos (tribits). Cada tribit se codifica como un cambio de fase con relación a la fase del tribit que le precede inmediatamente (ver la Fig. 6.6). En el receptor los tribits se decodifican y se reagrupan los bits en el orden correcto. El bit de la izquierda del tribit es el que aparece primero en el tren de datos al entrar en el paso modulador del modem, después del aleatorizador.

Tribit			Cambio de fase
0	0	1	0°
0	0	0	45°
0	1	0	90°
0	1	1	135°
1	1	1	180°
1	1	0	225°
1	0	0	270°
1	0	1	315°

CODIFICACION DE UN TRIBIT  
 Fig. 6.6

La velocidad binaria será de 4800 bps  $\pm$  0.01 % , es decir que la velocidad de modulación será de 1600 baudios  $\pm$  0.01 %.

Esta recomendación incluye un apéndice que contiene una descripción detallada del proceso de aleatorización y desaleatorización (scrambler/descrambler), que deben de estar incluidos dentro del modem, además de un igualador, en el receptor, de ajuste manual para compensar la distorsión de amplitud y de retardo de grupo.

RECOMENDACION V.27 bis (REVISADA)  
 MODEM NORMALIZADO A 4800/2400 BPS CONIGUALADOR AUTOMATICO PARA USO  
 EN CIRCUITOS ARRENDADOS DE TIPO TELEFONICO

Las características principales de este modem son:

- a) Explotación en modo duplex o semiduplex en circuitos arrendados a 4 hilos, o en modo semiduplex en circuitos arrendados a 2 hilos.
- b) Funcionamiento a 4800 bps, modulación octofásica con codificación diferencial.
- c) Posibilidad de velocidad reducida a 2400 bps con el esquema de modulación tetrafásica y codificación diferencial.
- d) Posibilidad de un canal de retorno (para supervisión) a velocidades de modulación de hasta 75 baudios en cada sentido de transmisión, de carácter facultativo.
- e) Inclusión de un igualador automático autoadaptable con una secuencia de arranque específica para circuitos.

Funcionamiento con señales de línea a 4800 y 2400 bps.

La frecuencia portadora será de  $1800 \pm 1$  Hz.

Funcionamiento a 4800 bps :

A la velocidad binaria de 4800 bps  $\pm 0.01\%$  le corresponderá una velocidad de modulación de 1600 baudios  $\pm 0.01\%$ . El tren de datos que se transmite se divide en grupos de tres bits consecutivos (tribits), cada tribit se codifica como un cambio de fase con relación a la fase del elemento tribit de señal precedente (vea la Fig. 6.7). En el receptor los tribits se decodifican y los bits se reagrupan en el orden correcto, el bit de la izquierda del tribit es el que aparece primero en el tren de datos que entra en la parte modulador del modem después del aleatorizador.

Tribit			Cambio de fase
0	0	1	0°
0	0	0	45°
0	1	0	90°
0	1	1	135°
1	1	1	180°
1	1	0	225°
1	0	0	270°
1	0	1	315°

TRIBIT A 4800 BPS  
Fig. 6.7

Funcionamiento a 2400 bps:

A la velocidad binaria de 2400 bps  $\pm$  0.01% le corresponde una velocidad de modulación de 1200 baudios  $\pm$  0.01%. El tren de datos se divide en grupos de dos bits (dibits). Cada dibit se codifica como un cambio de fase con relación a la fase del elemento de señal que le precede (vea la Fig. 6.8). En el receptor los dibits se decodifican y se reagrupan en el orden correcto, el bit de la izquierda del dibit es el que aparece primero en el tren de datos que entra en la parte modulador del modem después del aleatorizador.

Dibit	Cambio de fase
00	0°
01	90°
11	180°
10	270°

DIBIT A 2400 BPS  
Fig. 6.8

El modem debe contener relojes para proporcionar al DTE la temporización para los elementos de señal en la transmisión y en la recepción. Así mismo, contendrá un aleatorizador / desaleatorizador de sincronización automática y un igualador de adaptación automática. También incluye un apéndice en donde se explica al "generador de una secuencia de acondicionamiento de dos fases para el igualador a 4800 bps".

**RECOMENDACION V.27 ter (REVISADA)  
MODEM NORMALIZADO DE 4800/2400 BPS PARA USO EN LA RED TELEFONICA  
GENERAL CON CONMUTACION**

Las principales características de este modem son :

- a) Utilización de un velocidad binaria de 4800 bps con modulación octofásica y codificación diferencial.
- b) Posibilidad de funcionamiento a la velocidad reducida de 2400 bps. La modulación es tetrafásica con codificación diferencial.
- c) Previsión de un canal de retorno para velocidades de modulación de hasta 75 baudios, de carácter facultativo.
- d) Inclusión de un igualador de adaptación automática.

Funcionamiento con señales de línea a 4800 y 2400 bps:

La frecuencia portadora para ambos casos es de  $1800 \pm 1$  Hz.

Funcionamiento a 4800 bps :

A una velocidad binaria de 4800 bps  $\pm 0.01\%$ , le corresponde una velocidad de modulación de 1600 baudios  $\pm 0.01\%$ . El tren de datos que se transmite se divide en grupos de tres bits consecutivos (tribits). Cada tribit se codifica como un cambio de fase con relación a la fase del elemento tribit de señal precedente. En el receptor los tribits se decodifican y los bits se reagrupan en el orden correcto. El bit de la izquierda del tribit es el que aparece primero en el tren de datos que entra en la parte modulador del modem después del aleatorizador.

Funcionamiento a 2400 bps:

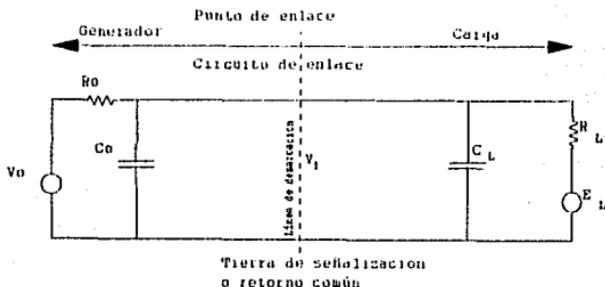
La velocidad binaria es de 2400 bps  $\pm 0.01\%$ , por lo que la velocidad de modulación es de 1200 baudios  $\pm 0.01\%$ . El tren de datos se divide en grupos de dos bits (dibits). Cada dibit se codifica como un cambio de fase con relación a la fase del elemento de señal que le precede. En el receptor los dibits se decodifican y se reagrupan en el orden correcto. El bit de la izquierda del dibit es el que aparece primero en el tren de datos que entra en la parte modulador del modem después del aleatorizador.

El modem debe comprender relojes que proporcionen al DTE la temporización para los elementos de señal en la transmisión y recepción. Además de un igualador de adaptación automática en el receptor, así como un aleatorizador/desaleatorizador de sincronización automática. Para ésta recomendación la CCITT incluye un apéndice en donde se explica como funciona el generador de una secuencia de acondicionamiento de dos fases para el igualador a 4800 bps.

RECOMENDACION V.28 (REVISADA)

CARACTERISTICAS ELECTRICAS DE LOS CIRCUITOS DE ENLACE PARA TRANSMISION POR DOBLE CORRIENTE ASIMETRICA

Las características eléctricas especificadas en esta recomendación se aplican a circuitos de enlace para velocidades binarias inferiores a 20 kbps. La Fig. 6.9 representa el circuito de enlace equivalente con sus características eléctricas, no importando que el generador se encuentre del lado del DCE y la carga en el lado del DTE, o viceversa.

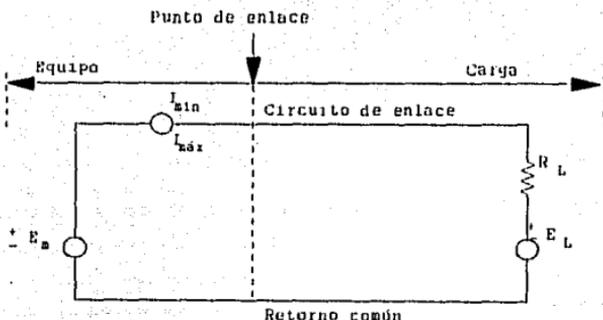


CIRCUITO DE ENLACE

Fig. 6.9

- $V_0$  = tensión del generador en circuito abierto.
- $R_0$  = resistencia efectiva total en corriente continua, asociada al generador, medida en el punto de enlace.
- $C_0$  = capacidad efectiva total asociada al generador, medida en el punto de enlace.
- $V$  = tensión en el punto de enlace con relación a la tierra de señalización o retorno común.
- $C$  = capacidad efectiva total asociada a la carga, medida en el punto de enlace.
- $R$  = resistencia efectiva total en corriente continua, asociada a la carga, medida en el punto de enlace.
- $E$  = tensión de carga en circuito abierto (tensión de polarización).

Las condiciones de prueba para la medición de la impedancia de carga se muestran en la Fig. 6.10. La impedancia del lado de la carga de un circuito de enlace debe tener una resistencia en corriente continua (R) de entre 300 y 7000 ohmios.



MEDICION DE LA IMPEDANCIA DE CARGA

Fig. 6.10

Para una tensión ( $E_m$ ) de 3 a 5 voltios, la corriente ( $I$ ) medida a la entrada debe ser :

$$I_{\min, \max} = \frac{E_m \pm E_{L\max}}{R_{L\max, \min}}$$

La tensión de carga en circuito abierto ( $E_L$ ) no debe exceder 2 voltios. La capacidad efectiva en paralelo con la carga ( $C_L$ ), medida en el punto de enlace, no debe exceder 2500 picofaradios.

El generador de un circuito de enlace debe resistir las condiciones de circuito abierto, que la tensión ( $V_0$ ) no exceda de 25 voltios, y las condiciones de cortocircuito, la corriente no debe exceder de medio amperio.

Las características de las señales de enlace (datos, control y temporización) son:

- a) Todas las señales que entren en la región de transición, al atravesar ésta, lo harán en la dirección del estado opuesto de la señal y no volverán a entrar en ella hasta el siguiente cambio de estado. A excepción de interferencias exteriores.
- b) No debe producirse una inversión en la dirección del cambio de tensión mientras la señal esté en la región de transición. A excepción de las interferencias exteriores.
- c) El tiempo, en los circuitos de enlace de control, para que la señal pase por la región de transición, es máximo 1 ms.
- d) En los circuitos de datos y de temporización, el tiempo para que la señal pase por la región de transición durante un cambio de estado de la señal, no excederá de 1 ms. o del 3% de la duración nominal de un elemento de señal.
- e) Para reducir la diafonía se limitará la variación máxima instantánea de tensión.

**RECOMENDACION V.29 (REVISADA)**  
**MODEM NORMALIZADO DE 9.6 KBPS PARA USO EN CIRCUITOS ARRENDADOS DE TIPO TELEFONICO PUNTO A PUNTO A CUATRO HILOS**

Las características principales de este modem son :

- a) velocidades auxiliares de 7200 y 4800 bps.
- b) posibilidad de funcionamiento en modo duplex o semiduplex.
- c) modulación combinada de amplitud y de fase con funcionamiento sincrónico.
- d) inclusión de un igualador de adaptación automática.
- e) inclusión facultativa de un multiplexor para la combinación de velocidades binarias (7200, 4800 y 2400 bps).

La frecuencia portadora de 1700 ± 1 Hz.

A 9.6 kbps el tren de datos se divide en grupos de cuatro bits consecutivos (cuadribits). El primer bit sirve para determinar la amplitud del elemento de señal que debe transmitirse, los bits segundo, tercero y cuarto se codifican mediante un cambio de fase idéntica a la indicada en la recomendación V.27 (ver la Fig. 6.11).

Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	Cambio de fase
0	0	1	0°
0	0	0	45°
0	1	0	90°
0	1	1	135°
1	1	1	180°
1	1	0	225°
1	0	0	270°
1	0	1	315°

CUADRIBIT A 9.6 KBPS  
 Fig. 6.11

A la velocidad auxiliar de 7200 bps, los datos que han de transmitirse se dividen en grupos de tres bits de datos consecutivos. El primer bit de datos determina el valor de Q<sub>2</sub> del cuadribit, el segundo y el tercer bit de datos determinan respectivamente, el valor de Q<sub>3</sub> y Q<sub>4</sub> del cuadribit. El valor Q<sub>1</sub> aplicado al modulador corresponde a un estado CERO para los datos de cada elemento de señal (Fig. 6.12).

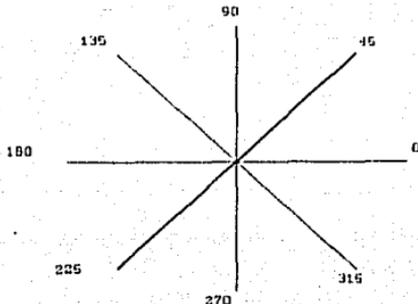


DIAGRAMA VECTORIAL A 7200 bps  
Fig. 6.12

A la velocidad auxiliar de 4800 bps (Fig. 6.13), los datos se dividen en grupos de dos bits consecutivos. El primer bit de datos determina el valor de Q2 y el segundo bit de datos determina el valor de Q3. El valor de Q1 corresponde a un estado CERO.

Bits de datos		Cuadribits				Cambio de fase
		Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	
0	0	0	0	0	1	0°
0	1	0	0	1	0	90°
1	1	0	1	1	1	180°
1	0	0	1	0	0	270°

BITS DE DATOS A 4800 BPS  
Fig. 6.13

Los cambios de fase son idénticos a los de la recomendación V.26 solución A.

Las velocidades binarias serán 9.6, 7.2 y 4.8 kbps  $\pm$  0.01 %, y la velocidad de modulación de 2400 baudios  $\pm$  0.01 %.

Es conveniente incluir en el modem relojes para proporcionar al DTE una temporización para los elementos de señal en la transmisión y en la recepción; además un aleatorizador / desaleatorizador de sincronización automática, un igualador de adaptación automática en el receptor y un dispositivo de multiplaje para combinar subcanales de datos a 7.2, 4.8 y 2.4 kbps. En la recomendación de la CCITT para éste modem, se incluye un apéndice en donde se explica el funcionamiento del generador de secuencias pseudoaleatorias.

RECOMENDACION V/35 MODEM DE BANDA ANCHA TRANSMISION DE DATOS A 48 Kbps POR MEDIO DE CIRCUITOS EN GRUPO PRIMARIO DE 60 A 108 Hz.

Las características principales que se recomiendan para la explotación simultánea en ambos sentidos de transmisión son:

- 1.- Entrada/salida : datos binarios de forma rectangular.
- 2.- Velocidad de transmisión : modo síncrono a 48 kbps  $\pm$  1, a excepción de :
  - a) transmisión síncrona a una velocidad de 48 kbps  $\pm$  1, cuando lo exijan las necesidades de explotación.
  - b) transmisión asíncrona de facsímil bivalente, aleatoria, con duraciones de elementos comprendidas entre 21 microseg. y 200 miliseg.
- 3.- Conviene pseudoaleatorizar los datos síncronos para evitar restricciones del formato de entrada de los datos.
- 4.- Conviene que la señal de banda base se transponga a la banda de 60 a 104 KHz como una señal con modulación de amplitud de banda lateral asimétrica con portadora suprimida, con una frecuencia portadora de 100 KHz. La señal transmitida debe ajustarse a :
  - a) frecuencia de la portadora de datos : 100 KHz  $\pm$  2 Hz.
  - b) el nivel nominal de la señal de banda base de datos codificados transmitida con portadora suprimida y traslación de frecuencia a 48 kbps en la banda de 60 a 104 KHz, debe ser equivalente a  $\pm$  -5 dBm0.
  - c) una portadora piloto con un nivel de -9  $\pm$  0.5 Db con relación al nivel nominal de la señal mencionado en b)
  - d) el modulador debe ser lineal y las características del filtro paso banda en la transmisión serán tales que la distorsión relativa de atenuación y por retardo de envolvente sean inferiores a 0.2 Db y 4 microseg., respectivamente.
- 5.- La señal de banda base resultante de la transformación no debe sufrir alteraciones más que las de atenuación o distorsión por retardo de envolvente, que son respectivamente 1.5 Db y 4 microseg.
- 6.- El canal telefónico debe corresponder al canal 1 de un sistema de 12 canales, es decir a una señal de BLU en la banda de 104 a 108 KHz.
- 7.- Se deben proveer medios para inyectar una señal piloto a 104.08 KHz.

- 8.- Para evitar interferencias al transmitir datos binarios serie en modo síncrono, la energía en una banda de 3 KHz no debe exceder de -60 dBm0.
- 9.- Las características de todo canal para que funcione satisfactoriamente este equipo, deben ser las indicadas en la recomendación H.14, División B.
- 10.- Los circuitos de enlace se muestran en la Fig. 6.14.

Número	Función
102	Tierra de señalización
103	Transmisión de datos
104	Recepción de datos
105	Petición de transmitir
106	Preparado para transmitir
107	Aparato de datos preparado
109	Detector de señales de línea recibidas por el canal de datos
114	Temporización para los elementos de señal en la transmisión
115	Temporización para los elementos de señal en la recepción

CIRCUITOS DE ENLACE  
Fig. 6.14

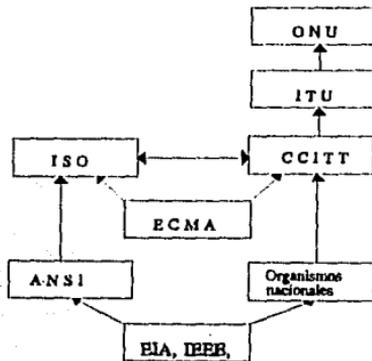
En la presente recomendación la CCITT incluye dos apéndices, el primero explica el proceso de pseudoaleatorización y da un ejemplo del esquema del mismo, el segundo explica las características eléctricas de los circuitos de enlace mencionados.

## APENDICE B

# Organismos de Normalización

ORGANISMOS DE NORMALIZACION

La mayor parte de los organismos que norman las comunicaciones en cada país, los fabricantes de redes y las empresas que hacen uso de las comunicaciones, han visto la urgente necesidad de homologar a los distintos equipos de diseñadores, fabricantes, distribuidores y usuarios de redes, es decir, interconectar equipos diversos respetando normas que tengan validez a nivel mundial. Para esto, fueron creados los siguientes organismos:



ORGANISMOS DE NORMALIZACION

Fig. 6.15

Dentro de la ONU, organismo mundial, se formó una organización llamada ITU (International Telecommunications Union), que alberga al Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía (CCITT), en éste comité están representadas las compañías telefónicas, y cuya principal labor ha sido crear estándares en el campo de comunicación de datos, conmutación telefónica, sistemas digitales y terminales.

La ISO (Organización de eStándares Internacionales) es un cuerpo voluntario, integrado por los organismos normalizadores de los distintos países miembros, es decir, intervienen en él los comités de usuarios y los fabricantes; por ejemplo, el ANSI es la principal organización americana representada en la ISO.

La ECMA (Asociación Europea de Fabricantes de Ordenadores) desarrolla estándares que se puedan aplicar a las tecnologías informáticas y de telecomunicaciones. Algunos de sus subcomités trabajan activamente con el CCITT y con ISO.

La Asociación de Industrias Electrónicas (EIA), es una asociación americana que desarrolla estándares, el más conocido es el RS-232-C, ya mencionado.

El IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos), es una sociedad profesional con representaciones en todo el mundo, que interviene en estándares sobre redes locales y en muchos otros.