

Bloque I. Dispositivos para la transmisión de datos

Francisco Andrés Candela Herías (fcandela@dfists.ua.es)
Santiago Puente Méndez (spuente@dfists.ua.es)



Curso 2009-10

I. Dispositivos para la transmisión de datos

2

- 1. Elementos en la transmisión de datos.
- 2. Normas de interfaz DTE-DCE estándar.
- 3. Normativas de modulación y programación de módems.
- 4. Arquitecturas de multiplexado de señales.

- Conceptos básicos.
- Necesidad de normativas.
- Elementos en la comunicación entre dos equipos.
- Interconexión de equipos con LANs o WANs.



- Conceptos básicos
 - Para comunicar equipos de una forma compatible se requiere definir y especificar muy bien todos los aspectos de la comunicación.
 - Tipo de cableado, topología...
 - Interfaces de conexión, niveles de tensión y corrientes...
 - Niveles de la arquitectura, servicios que ofrecen los niveles...
 - Protocolos de los distintos niveles, formatos de los paquetes y tramas (PDU)...
 - En STD estudiaremos tecnologías concretas, viendo las especificaciones de cada una de ellas para los niveles en las que definen.



- Necesidad de normativas

- Hay organizaciones que se encargan de documentar las especificaciones de las tecnologías de éxito o compartidas por grupos de fabricantes:
 - ISO. International Standards Organization.
 - ITU-T. International Telecommunication Union, Telecommunication Standardization Sector (anteriormente CCITT).
 - ETSI. European Telecommunications Standards Institute.
 - IEEE. Institute of Electrical and Electronic Engineers.
 - EIA. Electronic Industries Alliance.
 - ANSI. American National Standards Institute (representante del OSI en EE.UU.)



- Necesidad de normativas

- También todos los aspectos de Internet están bien definidos:
 - IAB. Internet Architecture Board.
 - ◆ IETF. Internet Engineering Task Force.
 - ◆ IRTF. Internet Researching Task Force.
 - W3. World Wide Web Consortium.
- Además hay consorcios para tecnologías específicas:
 - IP/MPLS Forum (anteriormente ATM Forum).
 - Gigabit Ethernet Alliance.
 - Wi-Fi Alliance.
 - DSL Forum.
 - DVB-DAVIC. Digital Video Broadcasting - Digital Audio Visual Council.

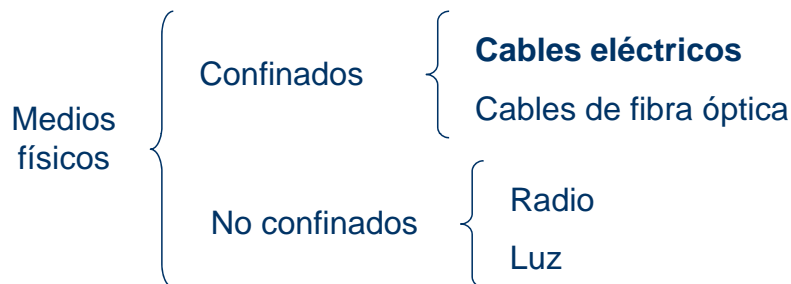
- Necesidad de normativas
 - Estas organizaciones crean normativas sobre diferentes tecnologías, que luego venden a los fabricantes.
 - Los fabricantes deben seguir las normativas si quieren hacer productos compatibles.
 - Normalmente, las normativas van por detrás de las tecnologías más recientes.
 - En STD estudiaremos tecnologías normalizadas o que están en proceso de normalización.
 - En el Campus Virtual hay enlaces a organizaciones.

- Elementos en la comunicación entre dos equipos
 - Elementos básicos en la comunicación entre dos equipos:



- DTE: Data Terminal Equipment. Equipo inteligente (computador) que envía y recibe datos.
- DCE: Data Circuit-Terminating Equipment. Adecua los datos a las señales adecuadas al medio físico.

- Elementos en la comunicación entre dos equipos
 - Los medios físicos pueden ser de diferentes tipos, y requerir diferentes tipos de señales.



- Un medio físico se caracteriza principalmente por su ancho de banda, que limita la velocidad de transmisión:

$$V_m \leq 2 \cdot B$$

V_m = pulsos por segundo (baudios)

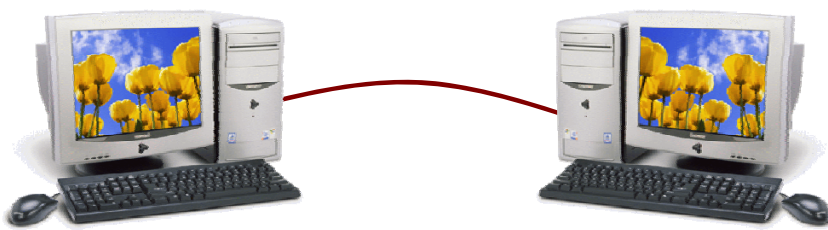
B = Ancho de banda (Hz)

$$V_t \leq V_m \cdot N$$

V_t = bits por segundo (bps)

N = Número de bits por baudio

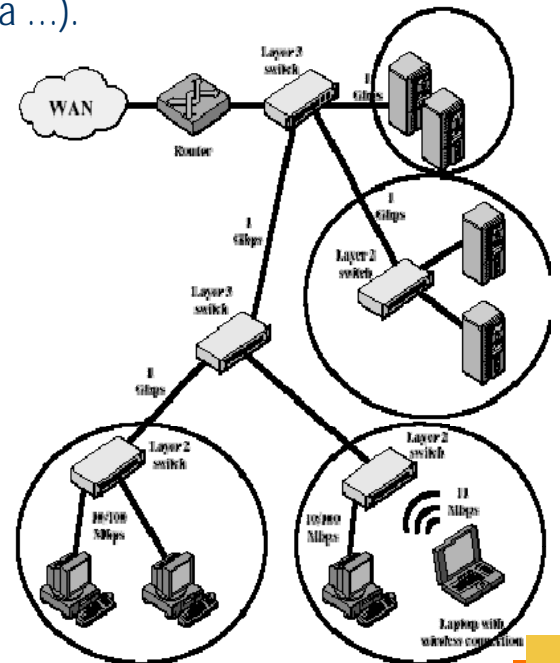
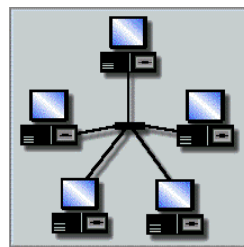
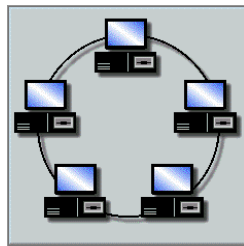
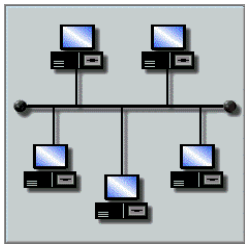
- Interconexión de equipos con LANs o WANs
 - Se pueden establecer distintos tipos de redes....
 - Conexión directa entre dos equipos muy próximos.
 - Redes LAN: conexión entre sí de varios equipos cercanos.
 - Redes WAN: conexión entre un par de equipos separados por grandes distancias.
 - Conexión directa entre dos equipos.
 - Cables cruzados o de "módem nulo". Protocolo punto a punto.



▪ Interconexión de equipos con LANs o WANs

▪ Redes LAN:

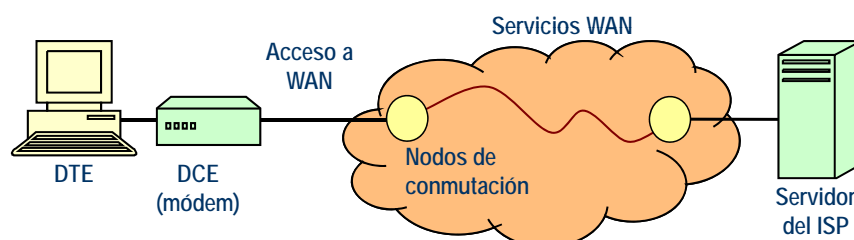
- Topología bien definida (bus, anillo, estrella ...).
- Medio físico compartido.
- Medio físico privado y de calidad.
- Se pueden compartir muchos recursos.



▪ Interconexión de equipos con LANs o WANs

▪ Redes WAN:

- Medios físicos alquilados a un proveedor.
- Medios de calidad media o baja (para el usuario final).
- Pueden conectar...
 - Un usuario con un ISP (Proveedor de Servicios de Internet).
 - Dos usuarios distantes entre sí.
 - Un usuario con una LAN distante.
 - Dos LANs distantes entre sí.



- Otros tipos:

- Redes PAN (Personal Area Network):

- Distancias muy pequeñas.
 - Para comunicar periféricos con equipos principales, o dispositivos móviles cercanos.
 - El medio típico son las ondas de radio.
 - Un ejemplo: Bluetooth.



- Redes MAN (Metropolitan Area Network):

- Tecnología similar a una LAN, pero abarcan mayores distancias (decenas de Km).
 - Un ejemplo: redes de TV + datos por cable.
 - Los medios típicos son la fibra óptica y el cable coaxial.

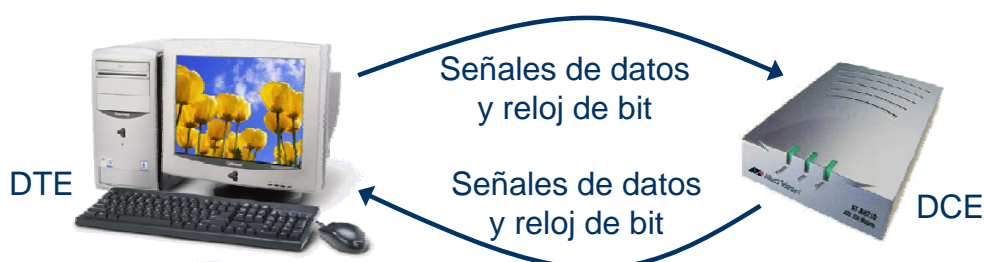


I. Dispositivos para la transmisión de datos

1. Elementos en la transmisión de datos.
- 2. Normas de interfaz DTE-DCE estándar.
3. Normativas de modulación y programación de módems.
4. Arquitecturas de multiplexado de señales.

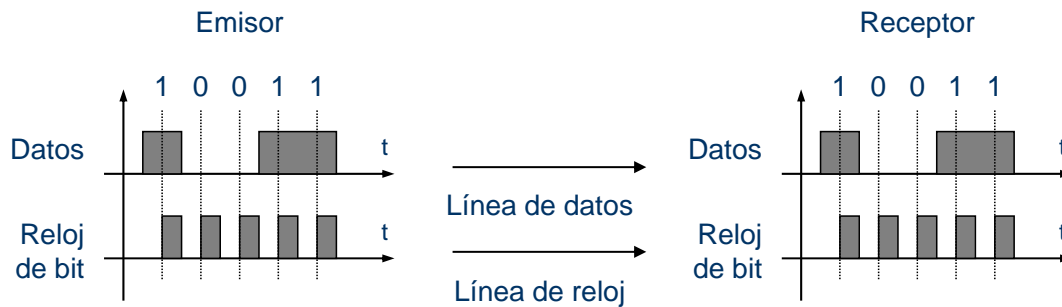
- Introducción.
- Interfaces síncronas y asíncronas.
- Interfaces balanceadas o diferenciales.
- Interfaz EIA RS-232-C/D.
- Interfaz V.35.
- Interfaz HSSI.

- Introducción
 - Las interfaces DTE-DCE se caracterizan por:
 - Una transmisión serie de los bits de datos.
 - Una transmisión sencilla en banda base.
 - Dos grupos de señales, para enviar y recibir a la vez.
 - El emisor debe enviar al receptor dos cosas:
 - Los pulsos con los bits de datos.
 - Señales que indican donde están los bits de datos (reloj de bit).



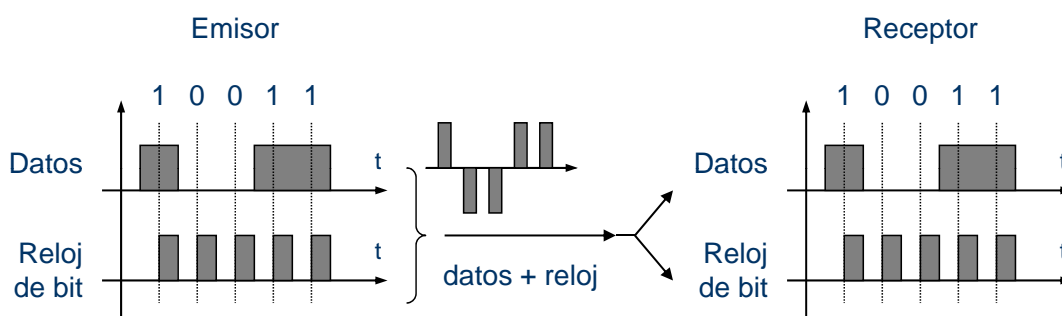
- Interfaces síncronas y asíncronas

- Formas de indicar donde están los bits:
 - Comunicación síncrona con reloj de bit y datos en líneas diferentes.
 - Se envía señal con el reloj de bit.
 - Habitual en los interfaces DTE-DCE actuales.



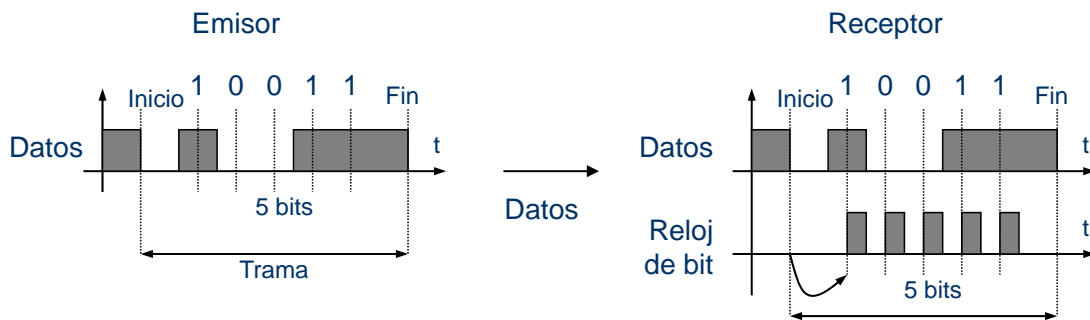
- Interfaces síncronas y asíncronas.

- Formas de indicar donde están los bits:
 - Comunicación síncrona con reloj de bit junto con los datos.
 - Se envía señal con el reloj de bit.
 - Más usado en las LAN que en interfaces DTE-DCE.



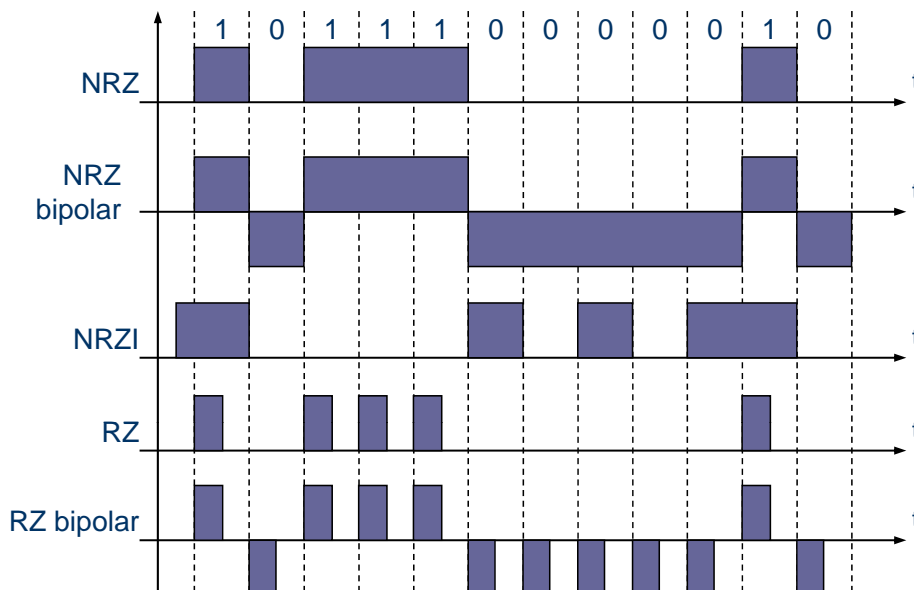
▪ Interfaces síncronas y asíncronas

- Formas de indicar donde están los bits:
 - Comunicación asíncrona.
 - No se envía la señal de reloj de bit.
 - Se envía un pulso de sincronización cada cierto número de bits.
 - Usada en interfaces DTE-DCE sencillas pero lentas.

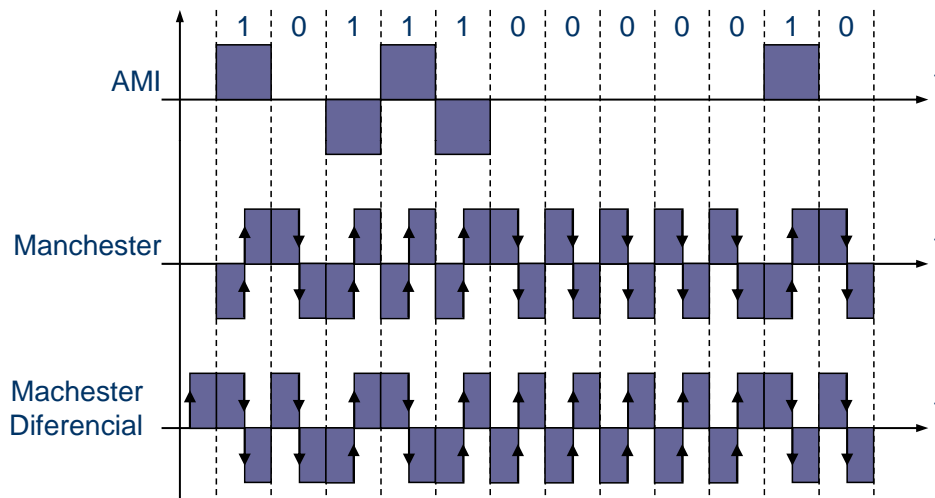


▪ Interfaces síncronas y asíncronas

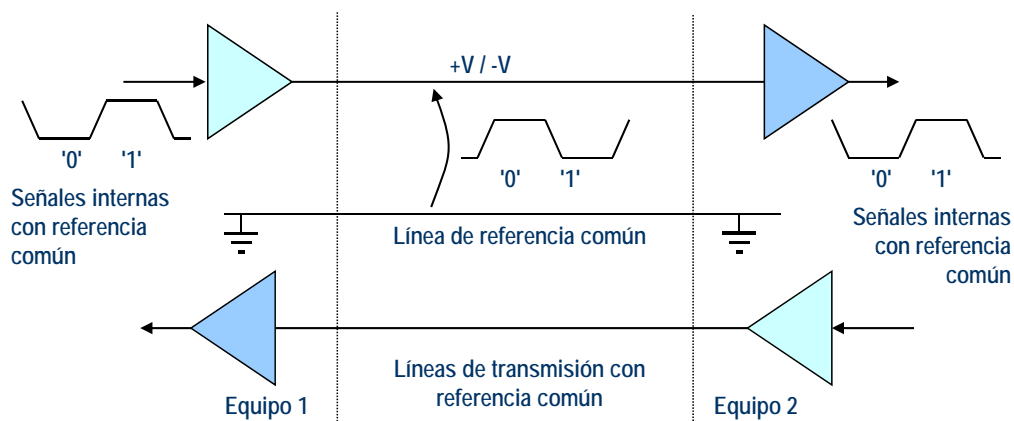
- Codificaciones más empleadas en interfaces DTE-DCE:



- Interfaces síncronas y asíncronas
 - Otras codificaciones:

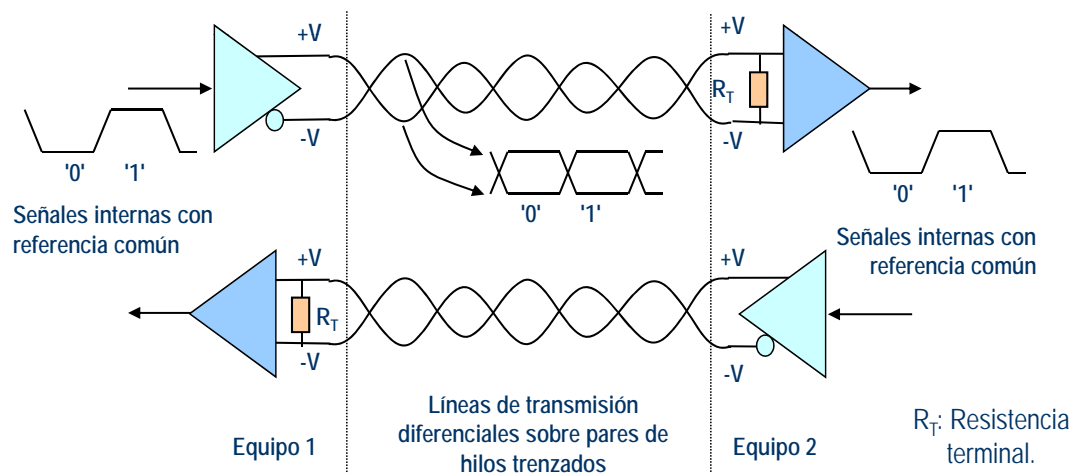


- Interfaces balanceadas o diferenciales
 - Transmisión se de señales con referencia común.
 - Requiere menos líneas en el cable.
 - Sensible al ruido e interferencias entre líneas; velocidad limitada.



- Interfaces balanceadas o diferenciales

- Transmisión balanceada o diferencial.
 - Requiere dos líneas para cada señal.
 - Más inmune al ruido; permite velocidades altas.



- Interfaz EIA RS-232-C/D

- También normalizada como la norma ITU V.24.
- Es una normativa bastante vieja: la versión D es de los años 80.
- Ha sido la interfaz DTE-DCE (ordenador-módem) por excelencia.
- El SO representa la interfaz como puerto serie "COMx" (MS. Windows) o "/dev/ttySx" (Linux).
- Con los módems actuales internos o con otros interfaces (USB, IrDA, Bluetooth), el SO emula el puerto serie.
- Se sigue utilizando en bastantes aplicaciones.
- También sirve para realizar conexiones DTE-DTE.

▪ Interfaz EIA RS-232-C/D

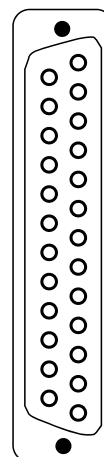
- Especificaciones generales:
 - $V_{t_{max}} = 20\text{Kbps}$ para 15m.
- Especificaciones mecánicas:
 - Conector DB25, macho en DTE y DCE, y hembra en el cable.
 - Se definen 24 señales dentro del conector.
 - Hoy se usa mucho un conector simplificado DB9.
- Especificaciones eléctricas:
 - Niveles de los bits: -3V a -15V para "1", 3V a 15V para "0".
 - Señales de referencia común.
- Especificaciones de funcionamiento:
 - 4 circuitos: datos, reloj, control de interfaz y referencia.
 - 2 modos: síncrono y asíncrono (el habitual).

▪ Interfaz EIA RS-232-C/D

- Conector estándar DB25.



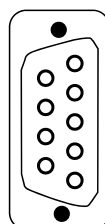
- Secondary Transmitted Data 14
- DCE Transmitted Signal Element Timing 15
- Secondary Received Data 16
- Received Signal Element Timing 17
- Local Loop Back 18
- Secondary Request to Send 19
- Data Terminal Ready 20
- Signal Quality Detector 21
- Ring Indicator 22
- Data Signal rate Selector 23
- DTE Transmitted Signal Element Timing 24
- Test Mode 25



- 1 Protective Ground (Shield)
- 2 Transmitted Data
- 3 Received Data
- 4 Request To Send
- 5 Clear To Send
- 6 Data Set Ready
- 7 Signal Ground
- 8 Carrier Detect
- 9 Positive DC Test Voltage
- 10 Negative DC Test Voltage
- 11 (No utilizado)
- 12 Secondary Data Carrier Detect
- 13 Secondary Clear To Send

- Conector DB9.

- Data Set Ready 6
- Request to Send 7
- Clear To Send 8
- Ring Indicator 9



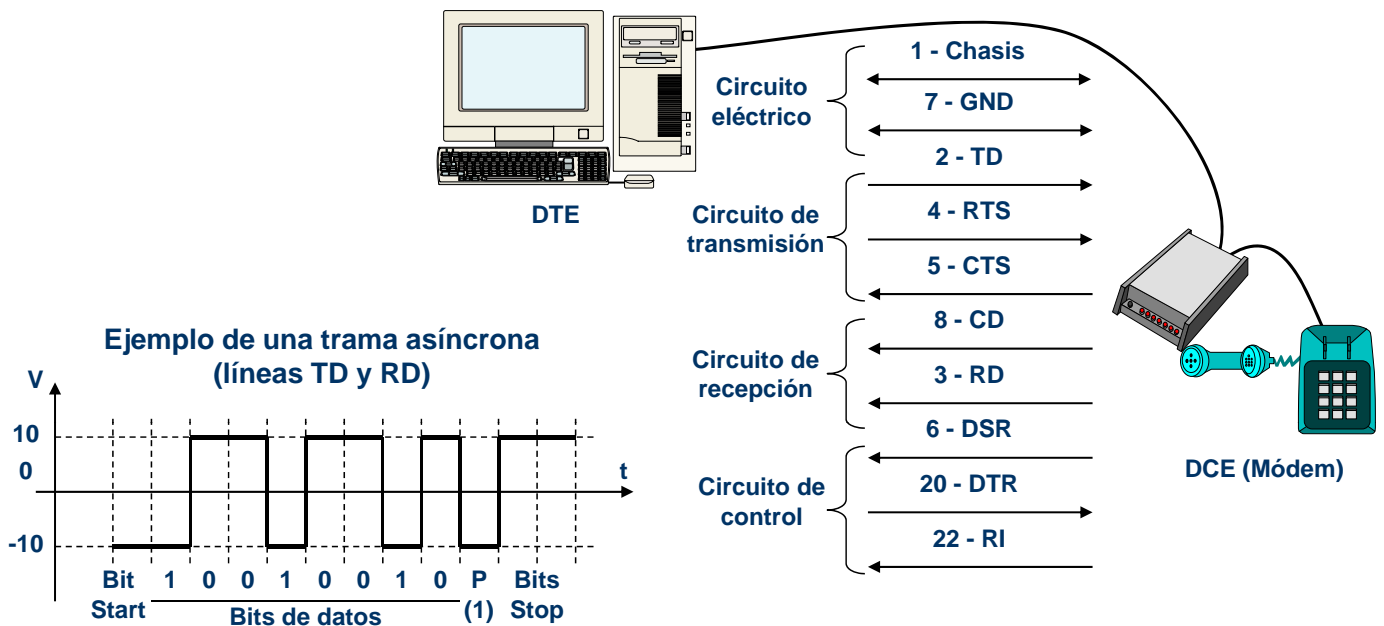
- 1 Carrier Detect
- 2 Received Data
- 3 Transmitted Data
- 4 Data Terminal Ready
- 5 Tierra

Nº PIN	Circuito	CCITT	Descripción	GND	Datos		Control		Tiempo		Test	
					Desde DCE	A DCE	Desde DCE	A DCE	Desde DCE	A DCE	Desde DCE	A DCE
1	AA	101	Protective Ground (Shield)	X								
7	AB	102	Signal Ground/Common Return	X								
2	BA	103	Transmitted Data		X							
3	BB	104	Received Data			X						
4	CA	105	Request to Send									
5	CB	106	Clear to Send									
6	CC	107	Data Set Ready (DCE Ready)				X					
20	CD	108.2	Data Terminal Ready (DTE Ready)				X					
22	CE	125	Ring Indicator				X	X				
8	CF	109	Received Line Signal Detector				X	X				
21	RL/CG	110	Remote Loopback/Signal Quality Detector				X	X				
23	CH	111	Data Signal Rate Selector (DTE)				X					
23	CI	112	Data Signal Rate Selector (DCE)									
24	DA	113	Transmitter Signal Element Timing (DTE)						X			
15	DB	114	Transmitter Signal Element Timing (DCE)						X			
17	DC	115	Receiver Signal Element Timing (DCE)							X		
14	SBA	118	Secondary Transmitted Data		X							
16	SBB	119	Secondary Received Data			X						
19	SCA	120	Secondary Request to Send				X					
13	SCB	121	Secondary Clear to Send				X	X				
12	SCF	122	Secondary Received Line Signal Detector									
8	-	-	Reserved for Testing									X
9	-	-	Reserved for Testing								X	
18	LL		Local loopback									X
25	TM		Test Mode								X	

I. Dispositivos para la Transmisión de Datos

I-2. Normas de Interfaz DTE-DCE Estándar

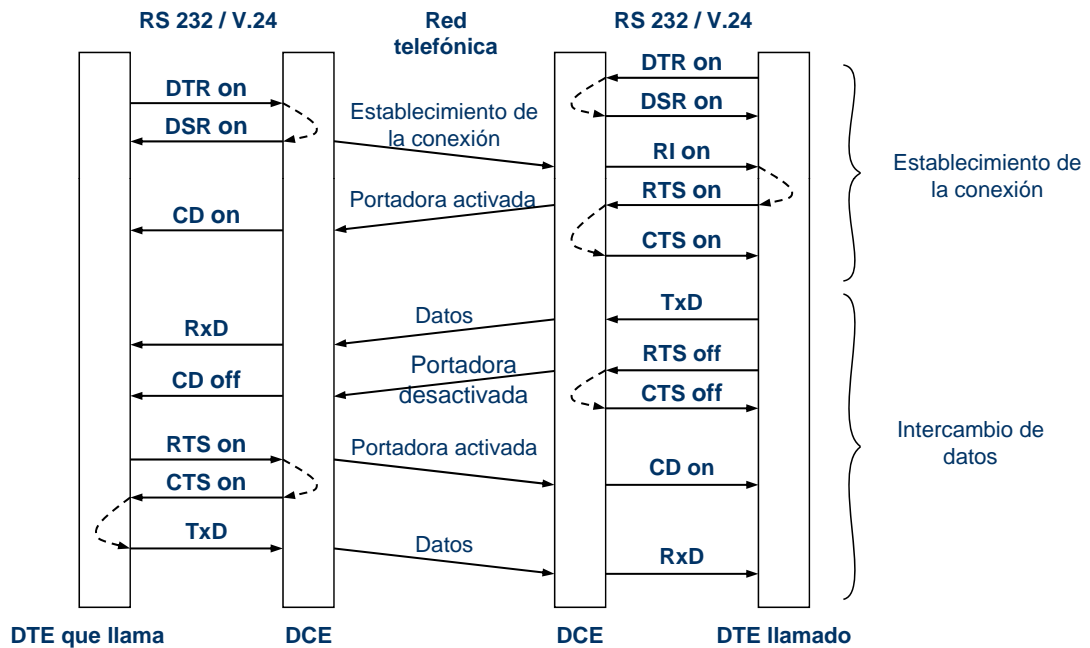
- Interfaz EIA RS-232-C/D
 - Señales en modo asíncrono.



I. Dispositivos para la Transmisión de Datos

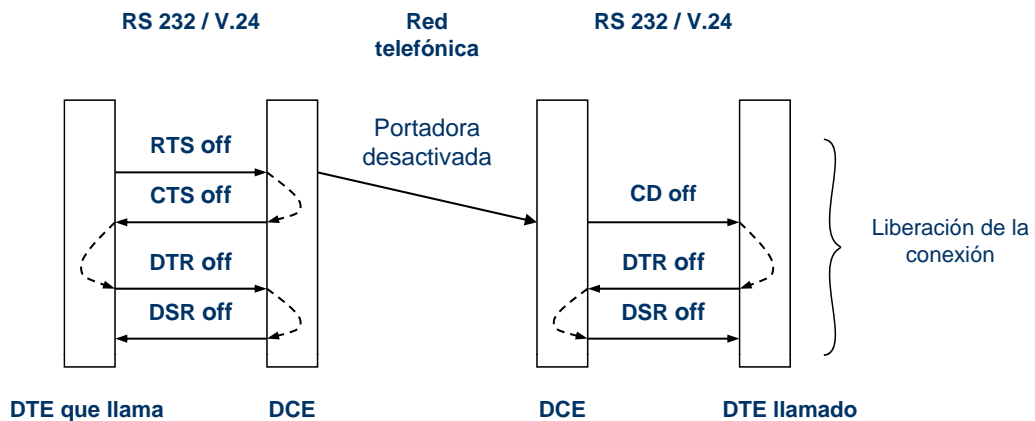
▪ Interfaz EIA RS-232-C/D

- Ejemplo de transferencia bidireccional no simultánea (1).



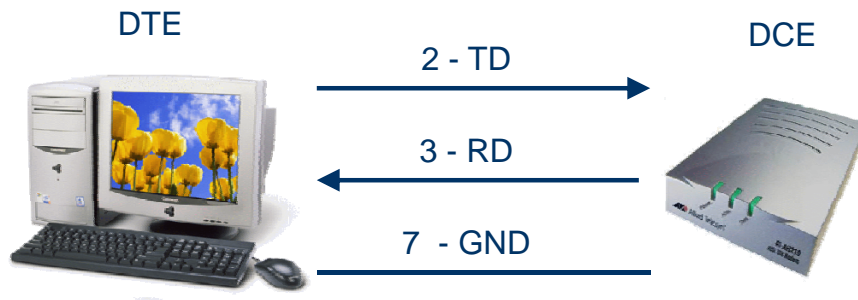
▪ Interfaz EIA RS-232-C/D

- Ejemplo de transferencia bidireccional no simultánea (2).



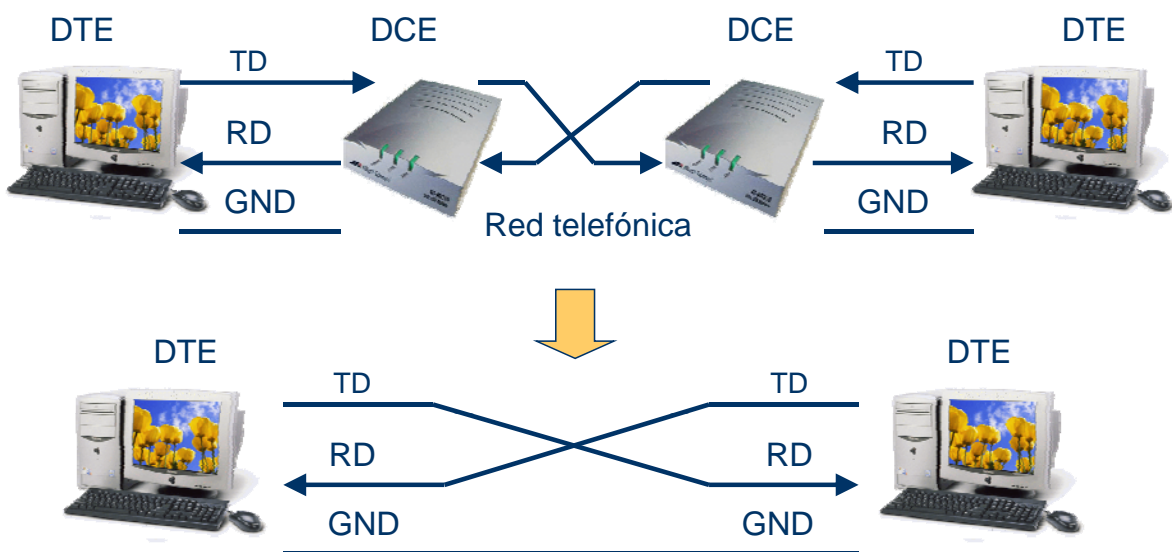
▪ Interfaz EIA RS-232-C/D

- Conexión básica con 3 cables.
 - No usa control hardware del interfaz (RST, CTS....).
 - Se puede utilizar un control software (Xon-Xoff).
 - Funcionamiento asíncrono.



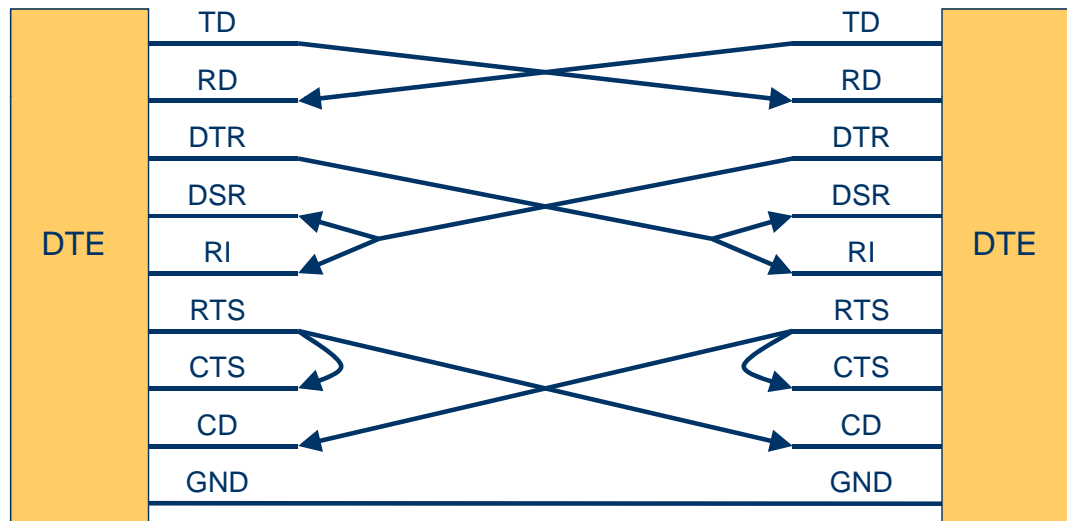
▪ Interfaz EIA RS-232-C/D

- Cable cruzado o de módem nulo básico.



- Interfaz EIA RS-232-C/D

- Ejemplo de cable cruzado asíncrono completo (hay otras variantes):



- Interfaz ITU V.35

- Diseñada para conectar un DTE con módem síncrono de banda ancha.
- Similar a la RS-232, pero solo con líneas básicas.
- Funciona en modo síncrono, con señales de reloj de bit.
- Las señales de datos y reloj son balanceadas.
- Velocidades más altas que RS-232: 20Kbps a Mbps.
- Formalmente define un cable con conector DB34 y otro DB25, pero se suelen usar dos DB25.
- Ejemplo: en el laboratorio 24 de la EPS las conexiones entre routers son enlaces V.35 en módem nulo a 4Mbps, con nivel de enlace PPP.

- Interfaz ITU V.35
 - Señales (1).

Denominación			Nombre del circuito	Tipo	Sentido
DB-25	M.34	ITU			
1	A		Protective Ground (Chasis)	Ref.	
2					
3			Request to Send (RTS)	Control	DTE a DCE
4	C	105			
5					
6	E	107	Data Set Ready (DSR)	Control	DCE a DTE
7	B	102	Signal Ground (GND)	Ref.	
8	F	109	Data Channel Received Line Signal Detector (CD)	Control	DCE a DTE
9	P	103	Transmitted Data A (TxD)	Datos	DTE a DCE
10	S	103	Transmitted Data B (TxD)	Datos	DTE a DCE
11	R	104	Received Data A (RxD)	Datos	DCE a DTE
12	T	104	Received Data B (RxD)	Datos	DCE a DTE
13					

I. Dispositivos para la Transmisión de Datos

- Interfaz ITU V.35
 - Señales (2).

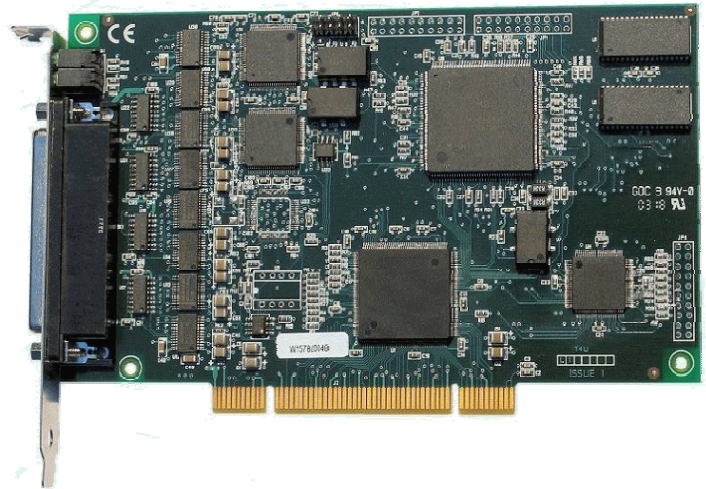
Denominación			Nombre del circuito	Tipo	Sentido
DB-25	M.34	ITU			
14	V	115	Receiver Signal Element Timing A	Reloj	DCE a DTE
15					
16	X	115	Receiver Signal Element Timing B	Reloj	DCE a DTE
17					
18	U	113	Transmitter Signal Element Timing DTE A	Reloj	DTE a DCE
19	W	113	Transmitter Signal Element Timing DTE B	Reloj	DTE a DCE
20	H	108.2	Data Terminal Ready (DTR)	Control	DTE a DCE
21		141	Local Loopback (LL)	Test	DTE a DCE
22	J	125	Calling Indicator (RI)	Control	DCE a DTE
23	Y	114	Transmitter Signal Element Timing A	Reloj	DCE a DTE
24					
25	a	114	Transmitter Signal Element Timing B	Reloj	DCE a DTE

I. Dispositivos para la Transmisión de Datos

- Interfaz ITU V.35
 - Hardware V.35.

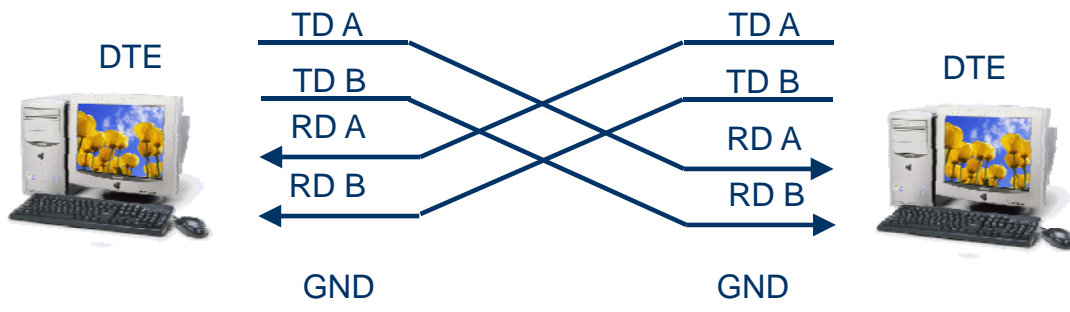


Cable estándar
DB34 – DB25



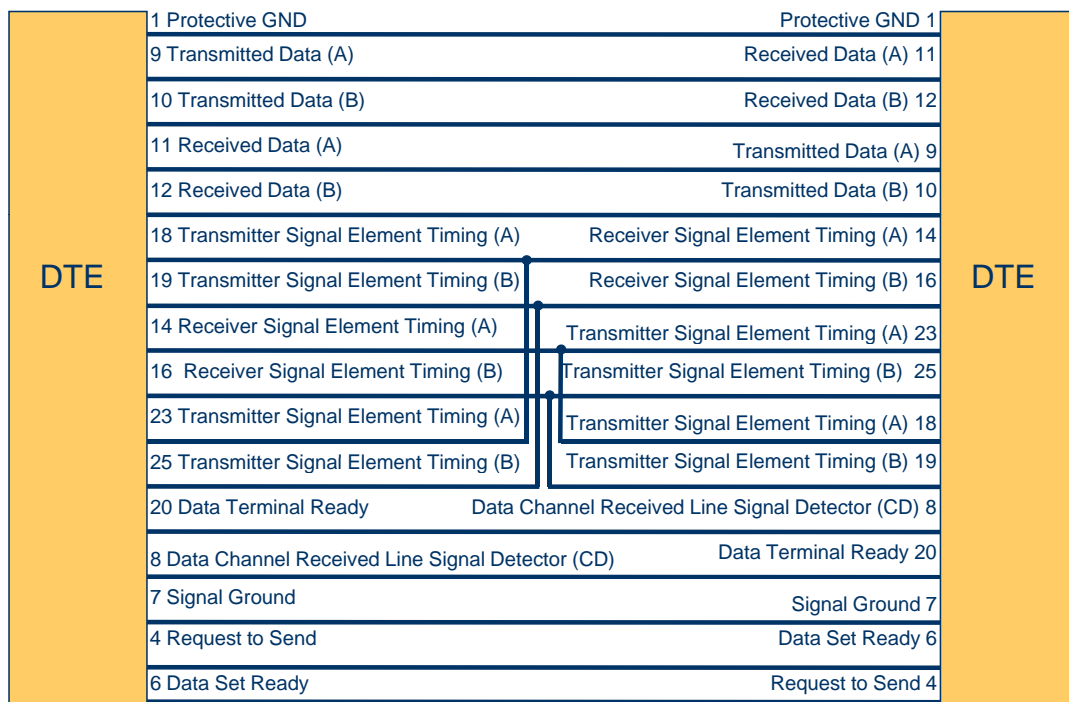
Tarjeta serie inteligente multipuerto:
RS-232C-25pin / V.35-34pin / RS449-RS422

- Interfaz ITU V.35
 - Cable cruzado o módem nulo con señales diferenciales.



- Interfaz ITU V.35

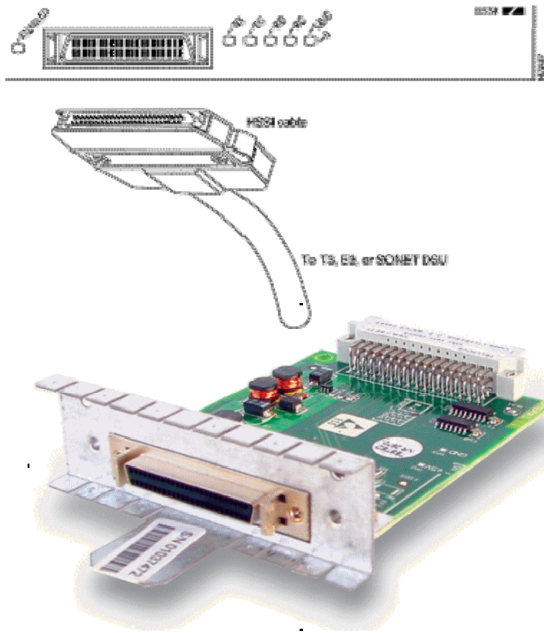
- Cable cruzado o módem nulo.



- Interfaz HSSI

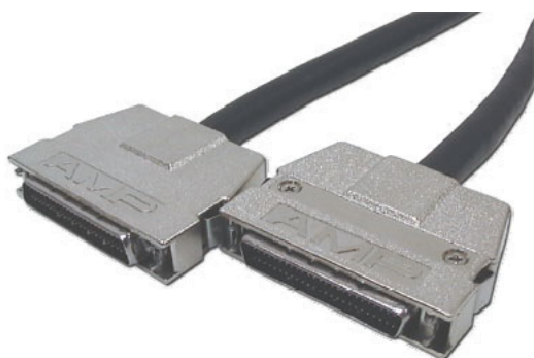
- High Speed Serial Interface: $V_{tmax} = 52\text{Mbps}$ para 15m.
- Desarrollado por un consorcio de empresas, y normalizado por ANSI, EIA y ITU.
- Conectores de 50 pines, tipo SCSI-II.
- Señales balanceadas con tecnología ECL, y cables de pares trenzados blindados.
- Interfaz síncrona.
- Circuitos de datos, reloj y control básico.
- Para módems de banda ancha e interconexión de equipos o de LANs.

- Interfaz HSSI
 - Circuitos y conectores.



Pines	Nomeclatura	Circuito	Sentido
1,26	SG	Referencia de señales	-
2,27	TR	Reloj de recepción	DCE→DTE
3,28	CA	DCE Disponible	DCE→DTE
4,29	RD	Recepción de datos	DCE→DTE
5,30	LC	Circuito Loopback C	DCE→DTE
6,31	ST	Reloj de transmisión	DCE→DTE
7,32	SG	Referencia de señales	-
8,33	TA	DTE disponible	DTE→DCE
9,34	TT	Reloj de terminal	DTE→DCE
10,35	LA	Circuito Loopback A	DTE→DCE
11,36	SD	Envío de datos	DTE→DCE
12,37	LA	Circuito Loopback B	DTE→DCE
13,38	SG	Referencia de señales	-
14-18,39-43	5	Auxiliar hacia el DCE	DTE→DCE
19,44	SG	Referencia de señales	-
20-24,45-49	5	Auxiliar desde el DCE	DCE→DTE
25,50	SG	Referencia de señales	-

- Interfaz HSSI
 - Módem nulo.



Pines	Circuito	Pines	Circuito
2,27	Reloj de recepción	9,34	Reloj de terminal
3,28	DCE Disponible	8,33	DTE disponible
4,29	Recepción de datos	11,36	Envío de datos
5,30	Circuito Loopback C	10,35	Circuito Loopback A
6,31	Reloj de transmisión	6,31	Reloj de transmisión
8,33	DTE disponible	3,28	DCE Disponible
9,34	Reloj de terminal	2,27	Reloj de recepción
10,35	Circuito Loopback A	5,30	Circuito Loopback C
11,36	Envío de datos	4,29	Recepción de datos
12,37	Circuito Loopback B		Sin conectar
	Sin conectar	12,37	Circuito Loopback B
1,26, 7,32, 13,38, 19,44, 25,50	Referencia de señales	1,26, 7,32, 13,38, 19,44, 25,50	Referencia de señales
14-18, 20-24, 39-43, 45-49	Sin conectar	14-18, 20-24, 39-43, 45-49	Sin conectar

Bloque I. Dispositivos para la transmisión de datos

Francisco Andrés Candelas Herías (fcandela@dfists.ua.es)
Santiago Puente Méndez (spuente@dfists.ua.es)



Departament de Física, Enginyeria de Sistemes i Teoria del Senyal
Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal



Curso 2009-10

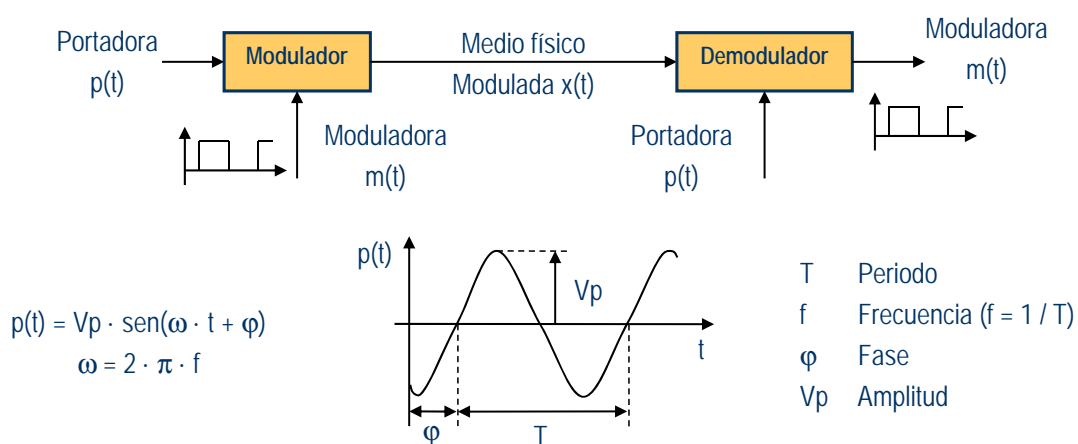
I. Dispositivos para la transmisión de datos

2

1. Elementos en la transmisión de datos.
2. Normas de interfaz DTE-DCE estándar.
- 3. Normativas de modulación y programación de módems.
4. Arquitecturas de multiplexado de señales.

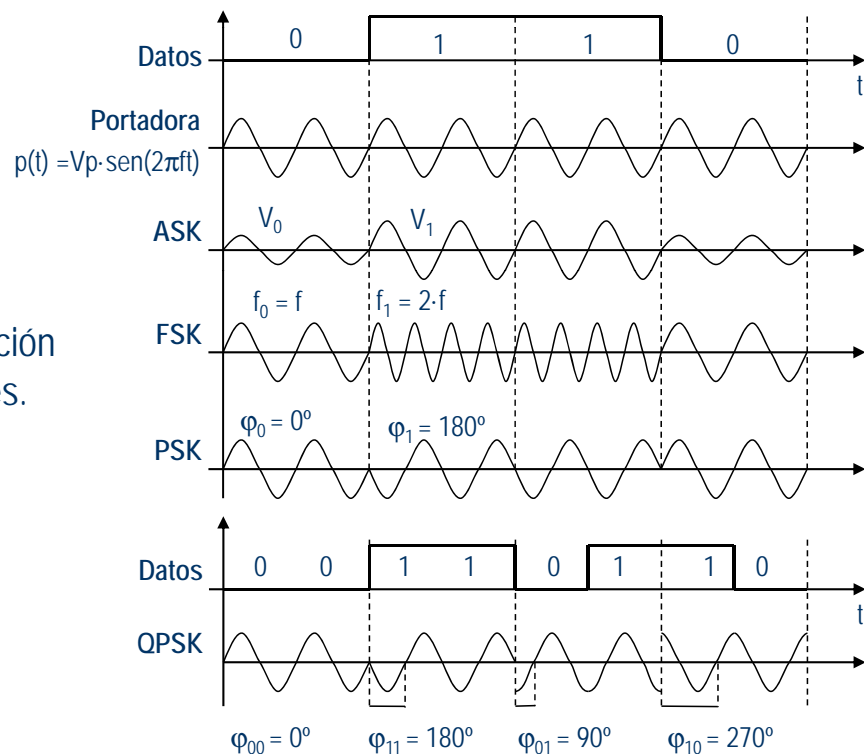
- Necesidad de modulación.
- Técnicas de modulación para señales digitales.
- Normativa de módems telefónicos.
- Programación mediante comandos AT (Hayes).
- Comandos AT para dispositivos GSM.

- Necesidad de modulación.
 - La modulación permite adaptar las señales digitales a señales analógicas adecuadas al medio de transmisión.
 - Con la modulación se pretende aprovechar al máximo el ancho de banda del medio de transmisión.



- Necesidad de modulación.

Técnicas de modulación para señales digitales.



- Necesidad de modulación.

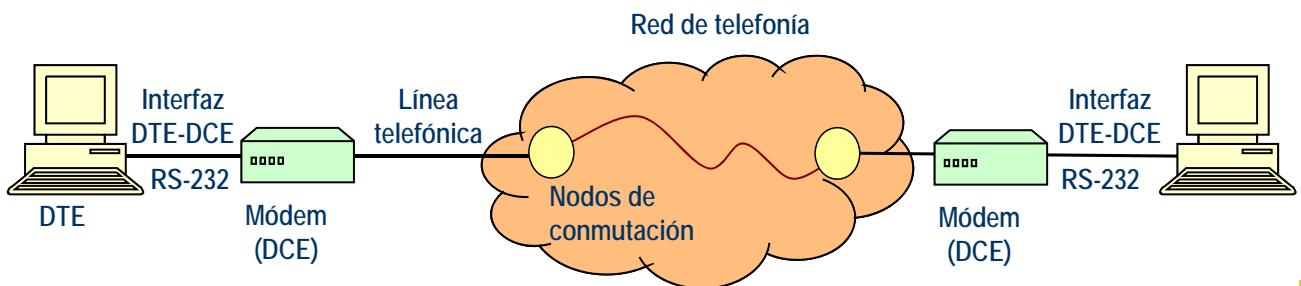
- Hay muchos tipos de módems según el medio físico que se usa:

- Telefónicos: Modulan datos en el canal para la señal analógica de voz de una línea telefónica cableada (300bps-56Kbps descendente).
 - Conexiones punto a punto dedicadas (64Kbps-4Mbps). Módems con V.35 o HSSI.
 - Telefonía móvil digital. Transmiten paquetes de datos en redes GSM, GPRS y UMTS a través de ondas de radio UHF-microondas (9.600bps-14Mbps descendente).
 - ADSL-VDSL. Modulan datos en canales para datos de línea telefónica cableada (1,5Mbps-200MBps descendente)
 - Cable-módem: Modulan datos en canales de TV de redes de televisión por cable (6Mbps-50MBps descendente).
 - PLC. Transmiten datos por las líneas eléctricas (2-200Mbps).
 - Radio. Hay una gran variedad de aplicaciones.
 - Packet Radio. Canales de radioaficionado para largas distancias (1.200-9.600bps).
 - Bandas RF libres para cortas distancias (9.600-19.200bps).
 - Aplicaciones especiales: control de tráfico, policía y urgencias, aviación...

- Necesidad de modulación.

- Módems telefónicos.

- Ancho de banda de un canal telefónico analógico: 2400 baudios.
 - Tipos de módems telefónicos:
 - Externos. Conectados con un interfaz RS-232.
 - Internos para PCs. Tarjetas PCI o PCMCIA. El S.O. emula el interfaz RS-232.
 - "Winmódems" para PCs. Módems internos económicos, que realizan gran parte de sus funciones por software mediante drivers dependientes del S.O.



- Normativa de módems telefónicos.

- Los módems son compatibles con normas previas, y usan la norma más adecuada para el estado de la línea en el momento de la conexión.
 - Son habituales las transmisiones semiduplex.
 - Primeras normas de la ITU (1960...1980):
 - V.22. 1.200bps duplex, ASK.
 - V.22bis. 2.400bps duplex, ASK con compresión de datos.
 - Modulaciones complejas (1980...1990):
 - V.32. 4.800bps duplex o 9.600 semi-duplex. QAM 16 (4 bits por baudio).
 - V.32 bis. 14.400bps semi-duplex. QAM 64 (6 bits/baudio).

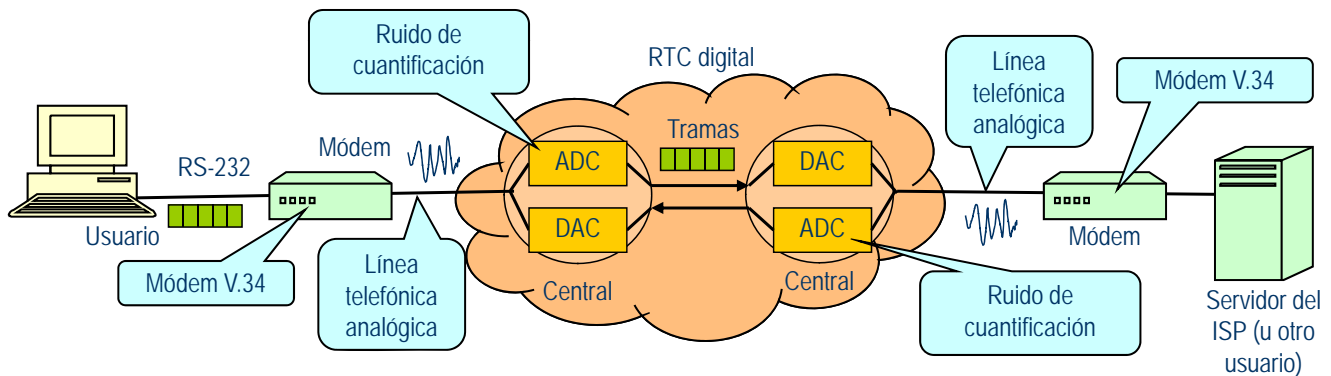
- Normativa de módems telefónicos.
 - Otras técnicas (1990...):
 - Protocolos MNP (no ITU). Compresión de datos (Huffman, hasta 2:1) y corrección. 19.200bps semi-duplex con V.32.
 - V.41 / V.42. Corrección de errores en recepción.
 - V.42 bis. Compresión de datos (Lempel-Zip, hasta 4:1) más V.42. Hasta 32Kbps semi-duplex con V.32.
 - V.34 bis. Compresión, corrección, y DSP con cancelación de eco. Hasta 34Kbps semi-duplex con V.32.
 - Primeras normas de 56Kbps (1997), incompatibles entre sí:
 - X2 de US Robotics y 3COM.
 - K56Flex de Rockwell y Lucent.

- Normativa de módems telefónicos.
 - Normativa V.90 de 56Kbps de la ITU (1998).
 - Lo mejor de X2 y de K56Flex. Además utiliza V.42bis.
 - Considera que las líneas telefónicas son digitales y el ISP tiene un acceso digital a la red de telefonía.
 - Flujo descendente (ISP a red) de hasta 56Kbps.
 - Flujo ascendente (red a ISP) de hasta 34Kbps (V.34).
 - Normativa V.92 de la ITU (2000). V.90 con nuevas funciones:
 - Mejor compresión: V.44 bis (hasta 6:1).
 - El módem envía una señal PCM a la red: flujo ascendente de hasta 48Kbps.
 - Reduce el tiempo de conexión; el módem recuerda los últimos parámetros.
 - Retención de la conexión de datos al recibir llamada telefónica.
 - En España no se ha extendido su cobertura, debido a la expansión de ADSL.

- Normativa de módems telefónicos.

- Acceso según V.34:

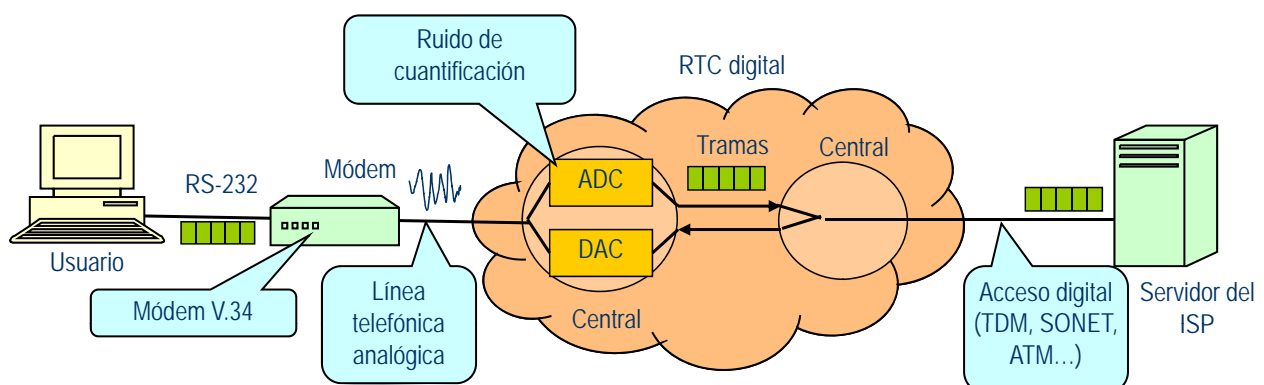
- Los ADC introducen pérdida de calidad y limitan las velocidades a unos 34Kbps.



- Normativa de módems telefónicos.

- Acceso según V.90:

- Se elimina ADC del ISP, y el flujo descendente puede llegar a 56Kbps.



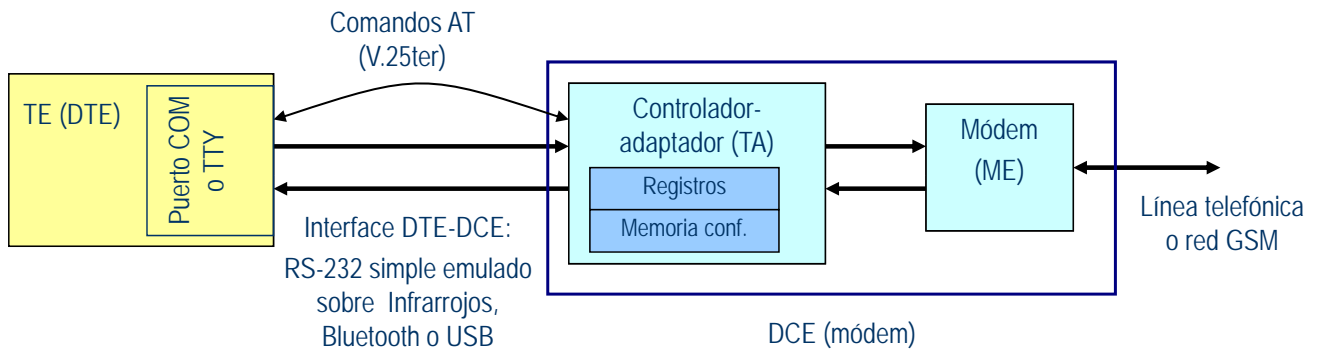
- Programación mediante comandos AT.
 - Permiten programar o configurar las funciones de un módem.
 - Originales de los módems telefónicos Hayes: comandos Hayes.
 - Poco a poco se han estandarizado y los usan muchos tipos de módems.
 - Están normalizados por la ITU en la norma V.25ter.
 - Los comandos empiezan por AT (ATention). Por eso se les llama normalmente comandos AT.

- Programación mediante comandos AT.
 - Hay un gran número de comandos.
 - Comandos y parámetros estándar.
 - Comandos y parámetros particulares de un fabricante.
 - Comandos para tipos especiales de módems (por ejemplo para módems GSM y GPRS).
 - Los comandos soportados suelen venir en el manual de módem. En el Campus Virtual hay manuales como ejemplo.

▪ Programación mediante comandos AT.

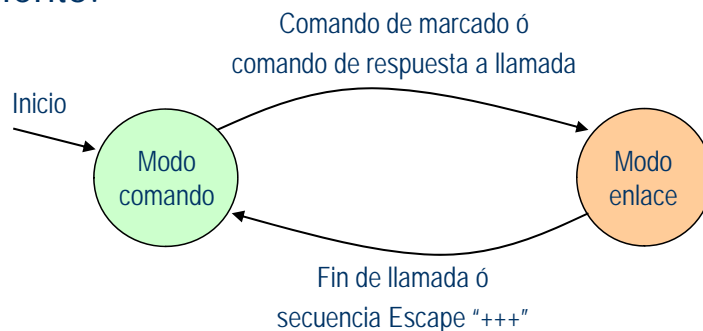
- Estructura de un módem, según la nomenclatura habitual del ETSI para GSM:

- TE: Terminal Equipment,
- TA: Terminal Adaptor
- ME: GSM Mobile equipment

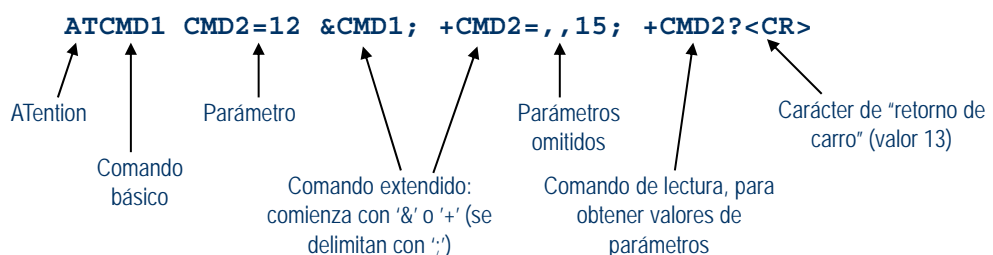


▪ Programación mediante comandos AT.

- Funcionamiento:



- Ejemplo de comando AT:



- Programación mediante comandos AT.
 - Respuesta comunes a los comandos: <CR><LF>Respuesta<CR><LF>

Texto	Código	Significado
OK	0	Comando ejecutado correctamente.
ERROR	4	Error al ejecutar comando
ERROR:	Error al ejecutar comando, y se especifica el error
CONNECT	1	Establecida conexión DTE-DCE
RING	2	Se ha recibido una llamada
NO CARRIER	3	No se ha detectado portadora al atender una llamada
NO DIAL TONE	6	No se detecta tono al descolgar
BUSY	7	El destino al que se ha llamado está ocupado
NO ANSWER	8	Ha pasado cierto tiempo sin recibirse respuesta del DCE al otro extremo de la línea
CONNECT cadena	5,10-19...	Establecida conexión con el otro DCE, según los parámetros (norma, velocidad) de <i>cadena</i>
CARRIER cadena	40-52...	Detectada portadora del otro DCE, según los parámetros (norma, velocidad) de <i>cadena</i>
COMPRESSION cadena	66-69...	Acordada la compresión especificada en <i>cadena</i> con el otro DCE

- Programación mediante comandos AT.
 - Registros más utilizados:

Registro	Significado
S0	Nº máximo de llamadas a efectuar hasta que conteste el destino
S2, S3, S4, S5	Valores ASCII para los códigos especiales de Escape (+), CR (13), LF (10) y Back Space (8)
S7	Tiempo máximo de espera (segundos) para recibir portadora del DCE destino después de llamar
S8	Duración del retardo indicado por el carácter ',' en una cadena de llamada
S9	Tiempo que debe durar la portadora al empezar a recibirse para ser validada
S10	Tiempo máximo que puede desaparecer la portadora sin que el DCE corte la comunicación (255 para no colgar en ningún caso)

- Programación mediante comandos AT.
 - Comandos habituales (I):

Comando	Nombre	Función
A	Answer	Responder una llamada: el módem envía portadora al DCE que le llama, y si recibe portadora establece conexión
D cadena	Dial	Establecer conexión con el número indicado y pasar a modo de enlace de datos. La <i>cadena</i> está compuesta de caracteres como: 0...9 : dígitos T, P : Marcar por Tonos o por Pulsos A, B, C, D, #, * : Para tonos específicos ' : Pausa en el marcado ; : Como último dígito antes del <CR> indica que no hay que pasar a modo de enlace de datos
E n	Echo	El DCE devuelve los comandos que recibe al DTE tras interpretarlos ($n=1$), o no ($n=0$)
H n	Hang up	Cuelga y corta comunicación ($n=0$) o descuelga ($n=1$)
I	Information	Obtiene información sobre el módem
Sr?	Registros S	Devuelve el valor del registro S número r
Sr=n	Registros S	Establece el valor del registro S número r a n
V n	Verbose	Formato de las respuestas de l CDE al DTE: código numérico ($n=0$) o texto ($n=1$)

- Programación mediante comandos AT.
 - Comandos habituales (II):

Comando	Nombre	Función
Q n	Quiet	El DCE devuelve respuesta al DTE ($n=0$) o no ($n=1$)
&C n	Carrier	El DCE mantiene su línea de salida CD activa siempre ($n=0$) o sólo cuando recibe portadora ($n=1$)
&K n	handsaKe	Estable el tipo de protocolo físico DTE-DCE: $n=0$: no hay protocolo $n=3$: control RTS/CTS $n=4$: control XON/XOFF $n=5$: control XON/XOFF transparente
&Q n		Establece preferencias del modo de comunicación. Según n se fija el tipo de modulación, compresión y corrección deseados
&W n	Write	Escribe la configuración actual en el banco de memoria RAM n
&Y n		Lee y carga la configuración del banco de memoria RAM n
Z	Reset	Reiniciar el DCE
&F	Factory	Reestablece la configuración por defecto de fábrica (de ROM)
&X n		Establece el tipo de sincronización DTE-DCE según n

- Programación mediante comandos AT.

- Ejemplo: obtener versión del módem.

```
ATI;
```

```
TOSHIBA V.90 Data+Fax Software Modem Version 3.1.116
```

```
OK
```

- Ejemplo: configurar un número máximo de intentos de llamada de 10, y un tiempo máximo de espera de portadora tras llamar de 30 segundos.

```
ATS0=10S7=30 (o AT S0=10 S7=30)
```

```
OK
```

- Ejemplo: marcar por tonos el número 999123456, hacer una pausa, marcar 7890 y volver a modo comando.

```
ATDT999123456,7890;
```

```
OK
```

- Comandos AT para dispositivos GSM.

- Normalizados en los documentos:

- ETSI GSM Technical Specification 07.07. Comandos AT para GSM.
- ETSI GSM Technical Specification 07.05. Interfaz DTE-DCE para SMS y CBS (Cell Broadcasting Services: mensajes de difusión de celda).

- Se usan los comandos estándar más otros comandos específicos para dispositivos móviles.
- Los comandos específicos suelen empezar por "+C" de "Cellular".

- Comandos AT para dispositivos GSM.
 - Comandos generales:

Comando	Función
AT	Devuelve OK si el módem (teléfono) está preparado.
ATZ&F	Reinicia el módem y carga los parámetros de fábrica
AT&Kn	Control de flujo en la comunicación TE-TA: n=0 (n=[0]): No hay control de flujo. n=3: Control de flujo hardware (CTS-RTS). n=4: Control de flujo software (XON/XOFF).
ATI	Información de la marca y versión del módem.
AT+CLIP=n	Calling Line Identification Presentation: muestra (n=1) o no (n=0) el identificador del origen de una llamada.
AT+CPIN="pppp"	Introduce código pin del teléfono (pppp) desde el TE.
AT+CSQ	Devuelve valores que indican la calidad de la comunicación.
AT+CBC	Battery Charge: devuelve el estado de conexión y carga de la batería.
ATDT num[:;]	Inicia una llamada de datos, o de voz si se pone el ";", con el número destino num, marcando por tonos.
ATH	Colgar la llamada actual.
ATA	Contestar una llamada entrante.
+++	Si se envía esta secuencia al módem durante una llamada, se regresa al modo de comandos AT.

- Comandos AT para dispositivos GSM.
 - Ejemplo de uso:

```

AT+CBC                (Estado de la batería)
ERROR                (Comando no soportado)
ATDT965903968;      (Realizar llamada de voz)
OK
ATH                  (Colgar)
OK
AT+CLIP=1           (Mostrar id. de llamada)
OK

RING!!              (Hay una llamada entrante)

+CLIP:"965903968":108 (Id. del que llamada)
ATA                  (Contestar)
OK
ATH                  (Colgar)
OK
  
```

- Comandos AT para dispositivos GSM.
 - Comandos para SMS:

Comando	Función
AT+CMCF= <i>n</i>	Selecciona formato del mensaje (<i>n</i> =1 para texto, <i>n</i> =0 para modo PDU).
AT+CSCA=" <i>num</i> "	Selecciona el número del centro de mensajes (Service Centre Address) del proveedor (<i>num</i>).
AT+CMGS=" <i>num</i> "	Selecciona el número de un destinatario (<i>num</i>), y acepta del TE un mensaje para ser enviado. El mensaje debe acabar con Ctrl-Z.
AT+CNMI= <i>md,mt,bm,ds,bfr</i>	<p>Establece procedimiento de recepción de mensajes.</p> <p><i>md</i>: Que hacer con los códigos de resultado: guardarlos (0), pasarlos al TE si se puede (1)...</p> <p><i>mt</i>: Como procesar y guardar los SMSs recibidos: no enviar al TE (0), enviar al TE un identificador (1), enviar mensaje completo al TE (2)...</p> <p><i>bm</i>: Como guardar los CBSs recibidos: no guardar (0)...</p> <p><i>ds</i>: Devolver información de estado (1) o no (0) .</p> <p><i>bfr</i>: Que hacer con los códigos de resultado guardados.</p>

- Comandos AT para dispositivos GSM.
 - Ejemplo de uso para SMS:

```

AT+CMGF=1                (Formato texto)
OK                        (ERROR si no acepta AT-SMS)
AT+CSCA="+34656000311"  (Centro de mensajes)
OK
AT+CMGS="+34654030405"  (Enviar SMS)
> Llamame a las 17:00<Ctrl-Z>
+CMGC:64                 (SMS enviado con ID 64)
OK

AT+CMGF=1                (Formato texto)
OK
AT+CNMI=1,2,0,0,0        (Activa recepción SMS)
OK

+CMT: "+34654030405",,"04/02/15,14:10:35"
De acuerdo, te llamare luego

```

- Comandos AT para dispositivos GSM.
 - Comandos para datos GPRS:

Comando	Función
<code>AT+CGATT=estado;</code>	Con <i>estado</i> =1 conecta a la red (Attach), y con <i>estado</i> =0 desconecta. No es necesario con algunos dispositivos.
<code>AT+CGDCONT=cid,PDP,APN,Addr;</code>	Define una conexión PDP (Packet Data Protocol). <i>cid</i> : identificador de conexión TE-TA (puede haber varias. Útil para otros comandos posteriores). <i>PDP</i> : Tipo de PDP: habitualmente "IP". <i>APN</i> : Access Point Name: nombre lógico para la conexión a la red. Depende el proveedor. <i>Addr</i> : Asigna dirección (IP) estática en la red. Normalmente se asigna dinámicamente tras la conexión. El ';' final depende del dispositivo utilizado
<code>AT+CGACT=cid,estado</code>	Activar (<i>estado</i> =1) o desactiva (<i>estado</i> =0) una conexión. <i>cid</i> : identificador de la conexión TE-TA. No es necesario con algunos dispositivos.
<code>ATDT *99#</code> <code>ATDT *99***1#</code>	Iniciar conexión GPRS. El código depende del proveedor. Los parámetros IP (DNS, Dir IP, etc.) se deben configurar en el TE según lo que especifique el proveedor.

- Comandos AT para dispositivos GSM.
 - Ejemplo básico para activar conexión GPRS:

```

AT+CGATT=1 (Alta en la red)
OK
AT+CGDCONT=1,"IP","internet" (Para GPRS de Amena/Orange)
OK
ATDT *99# (Llamada de datos)
OK
AT+CGACT=1,1 (Activar conexión)
OK

```

- Según el modelo de dispositivo móvil, puede ser necesario usar otros comandos o parámetros.

- Comandos AT para dispositivos GSM.

- Ejemplo concreto para Nokia 6610:

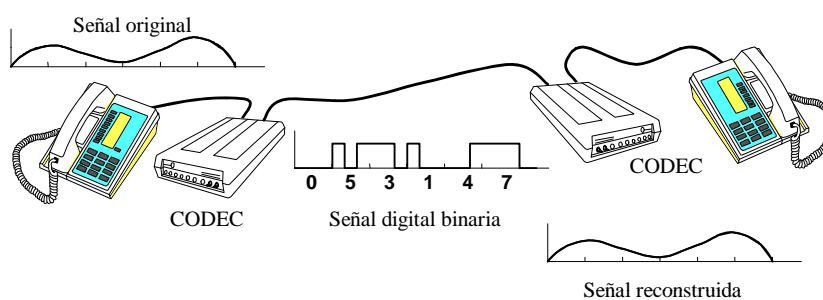
AT		(Necesario para activar módem)
OK		
AT&FV1&D2&S0&C150=0+CVHU=1		(cadena de iniciación)
OK		
ATS7=60+DS=3,0;&K3		(60s para fallo llamada, compresión act., CTS-RTS, etc.)
OK		
AT+CGDCONT=1,"IP","internet"		(para GPRS de Amena/Orange)
OK		
ATDT *99#		(llamada)
CONNECT		<i>Intercambio de datos</i>
+++	[O se desactiva CD]	(Desconexión)
ATH		
OK	[NO CARRIER]	

I. Dispositivos para la transmisión de datos

- Elementos en la transmisión de datos.
- Normas de interfaz DTE-DCE estándar.
- Normativas de modulación y programación de módems.
- Arquitecturas de multiplexado de señales.

- Transmisión digital de señales analógicas (PCM).
- Multiplexado de datos.
- Estándar de TDM Europea.
- SONET y SDH.

- Transmisión digital de señales analógicas (PCM).
 - Las transmisiones actuales son habitualmente digitales. Las señales de sonido o vídeo se envían como datos tras un proceso de conversión en tramas.
 - Se pueden considerar dos tipos de transmisión:
 - Módem: Transmisión de señal digital por un medio preparado para señales analógicas (portadora analógica).
 - PCM: Transmisión de señal analógica por un medio preparado para tramas de datos (portadora digital) en tiempo real.



- Transmisión digital de señales analógicas (PCM).
 - Base de funcionamiento: Teoremas de Nyquist y Shannon.
 - Una señal analógica se puede representar por muestras tomadas en unos instantes de tiempo cada T_m segundos:

$$f_m = \frac{1}{T_m}$$

- A partir de las muestras, se puede volver a reconstruir una señal analógica similar a la original si se cumple que:

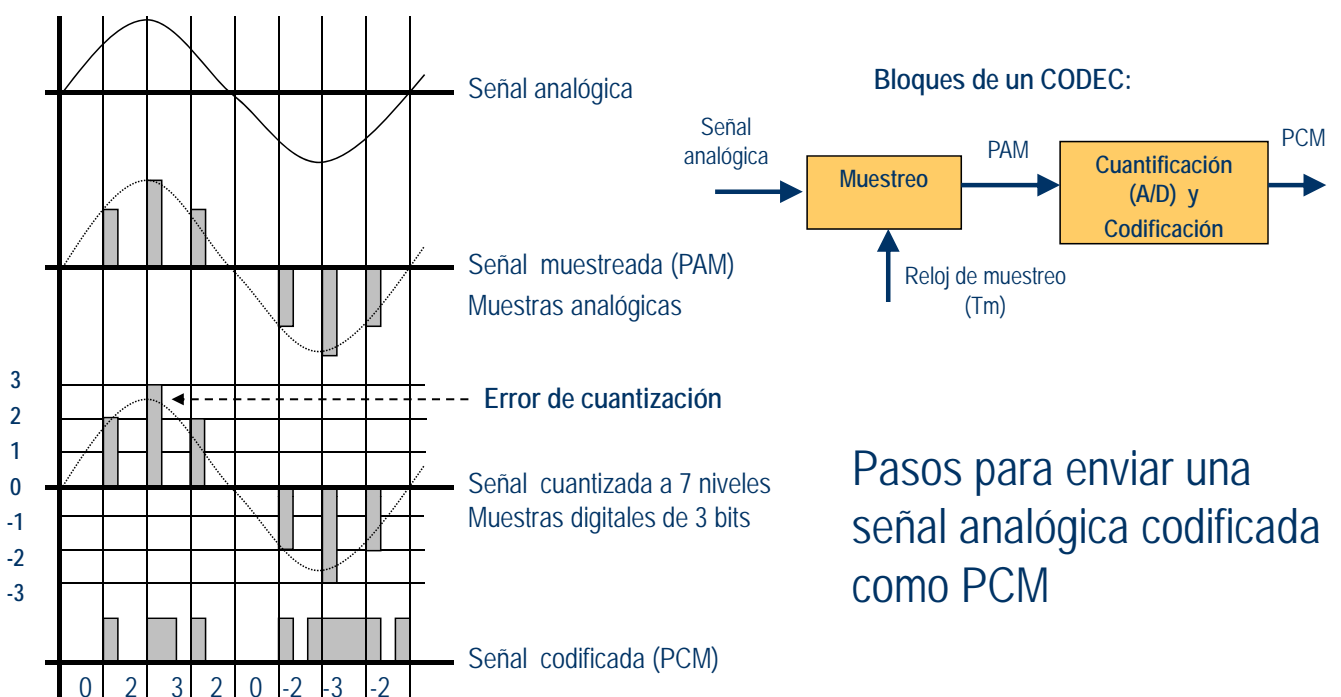
$$f_m \geq 2 B_s$$

T_m = Periodo de muestreo.

f_m = Frecuencia de muestreo.

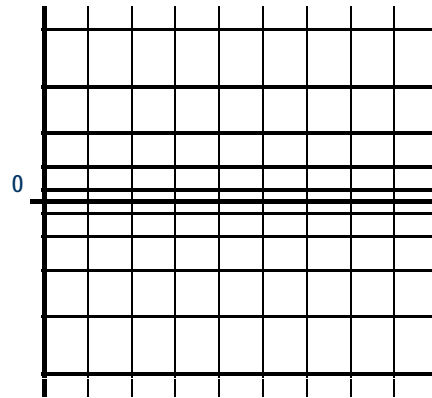
B_s = Ancho de banda de la señal analógica.

- Transmisión digital de señales analógicas (PCM).



Pasos para enviar una señal analógica codificada como PCM

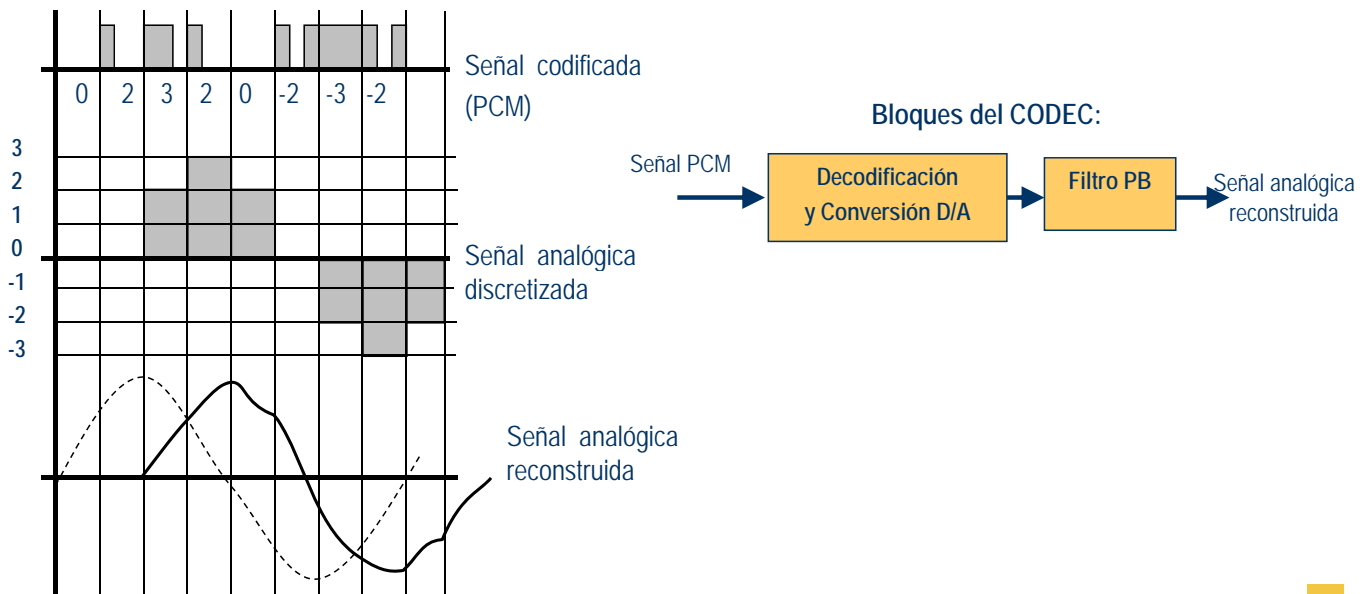
- Transmisión digital de señales analógicas (PCM).
 - El error de cuantificación se puede reducir con “compresión” de la señal: uso de escala logarítmica para los niveles de cuantificación (normas μ -Law y A-Law).



Más niveles para los valores más pequeños

- Transmisión digital de señales analógicas (PCM).
 - Ejemplo para un canal estándar de telefonía:
 - Calidad de un canal de voz analógico: $B_s \approx 4\text{KHz}$.
 - $B_s \approx 4\text{KHz} \rightarrow f_m = 8.000\text{ mps} \rightarrow T_m = 125\ \mu\text{s}$.
 - Cuantificación de 256 niveles (-128 a 127).
 - Valor para cada muestra de 8 bits.
 - $V_t = \text{Bits} / T_m = 8 / 125\ \mu\text{s} = 64\ \text{Kbps}$.
 - $V_t = \text{Bits} \cdot f_m = 8 \cdot 8.000\text{mps} = 64\ \text{Kbps}$.

- Transmisión digital de señales analógicas (PCM).
 - Pasos para reconstruir una señal analógica codificada como PCM.

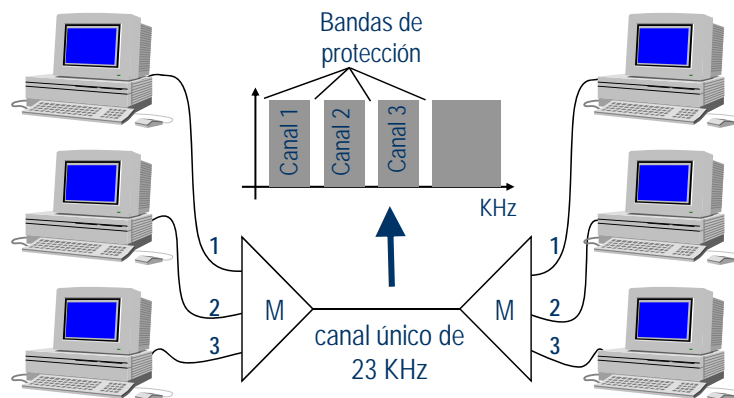


- Multiplexado de datos.
 - Se puede disminuir los costes si se envían varias señales simultáneamente por el mismo medio físico en vez de usar diferentes medios físicos.
 - Para multiplexar se reparte la capacidad del medio entre las diferentes señales:

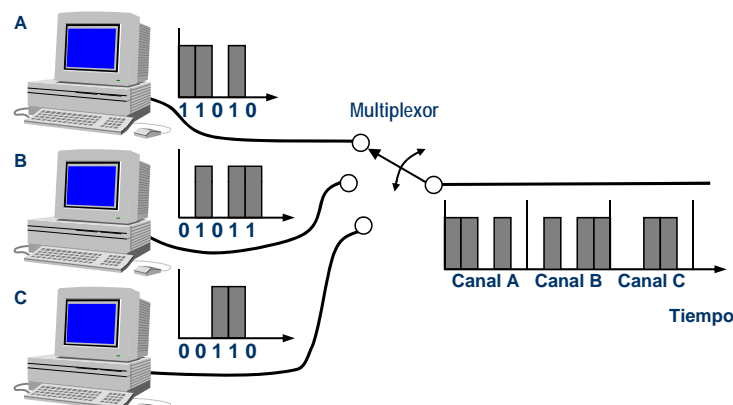
$$\text{Capacidad total} \geq \sum_{i=1}^n \text{Capacidad del canal } i$$

- La capacidad puede ser...
 - Ancho de banda.
 - Velocidad de transmisión máxima.
 - Tiempo de transmisión de datos.

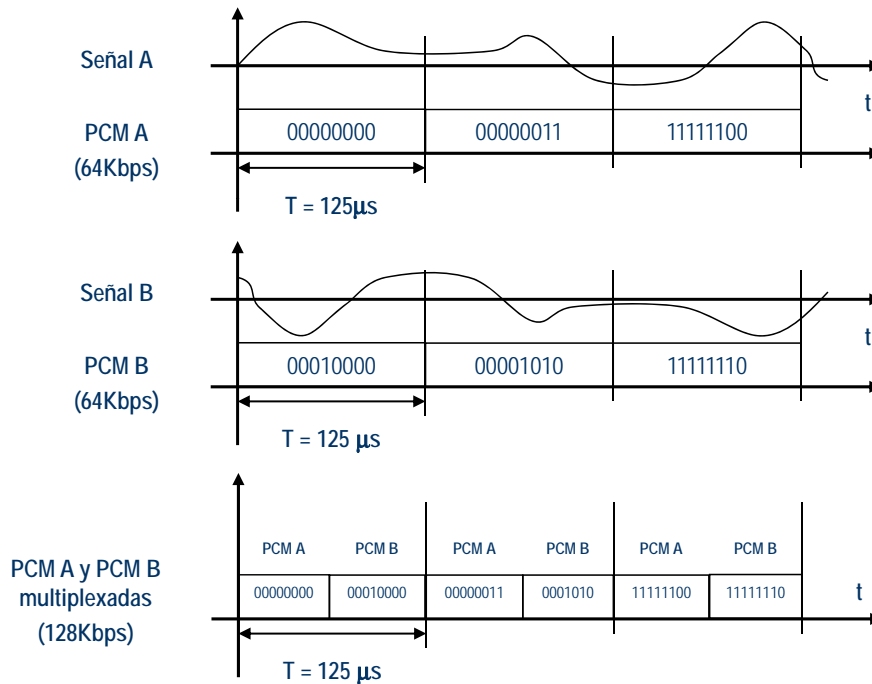
- Multiplexado de datos.
 - Multiplexado por división en frecuencia (FDM)
 - Divide ancho de banda
 - Adecuado para señales analógicas (radio, TV, módems...).
 - Transmisión simultánea de varias señales.
 - Tecnología cara.



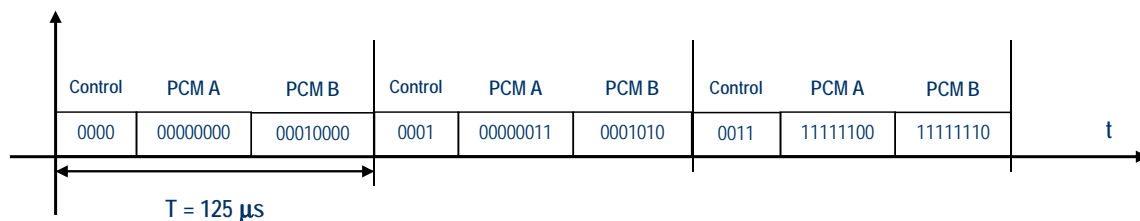
- Multiplexado de datos.
 - Multiplexado por división en el tiempo (TDM).
 - Divide tiempo de transmisión (o velocidad).
 - Adecuado para datos y señales digitales PCM.
 - Más barato para datos y señales digitales.
 - Para señales digitales, hay que mantener el periodo de muestreo.



- Multiplexado de datos.
 - Multiplexado TDM para señales PCM



- Multiplexado de datos.
 - En la práctica, la TDM añade información de control cada cierto número de muestras para:
 - Limitar las tramas en las que se empaquetan las muestras.
 - Controlar qué canales PCM están libres o ocupados.
 - Control de flujo (numeración de tramas y confirmaciones)...

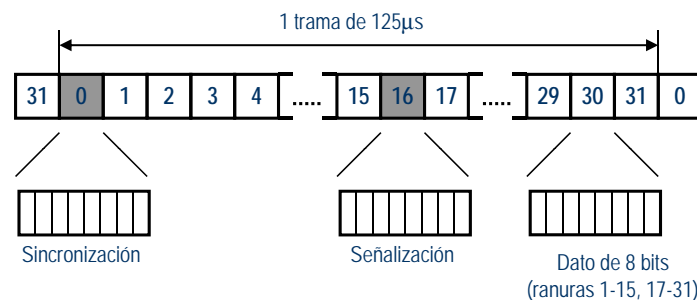


$$V_t = (4 + 8 + 8) / 125 \mu s = 160 \text{ Kbps}$$

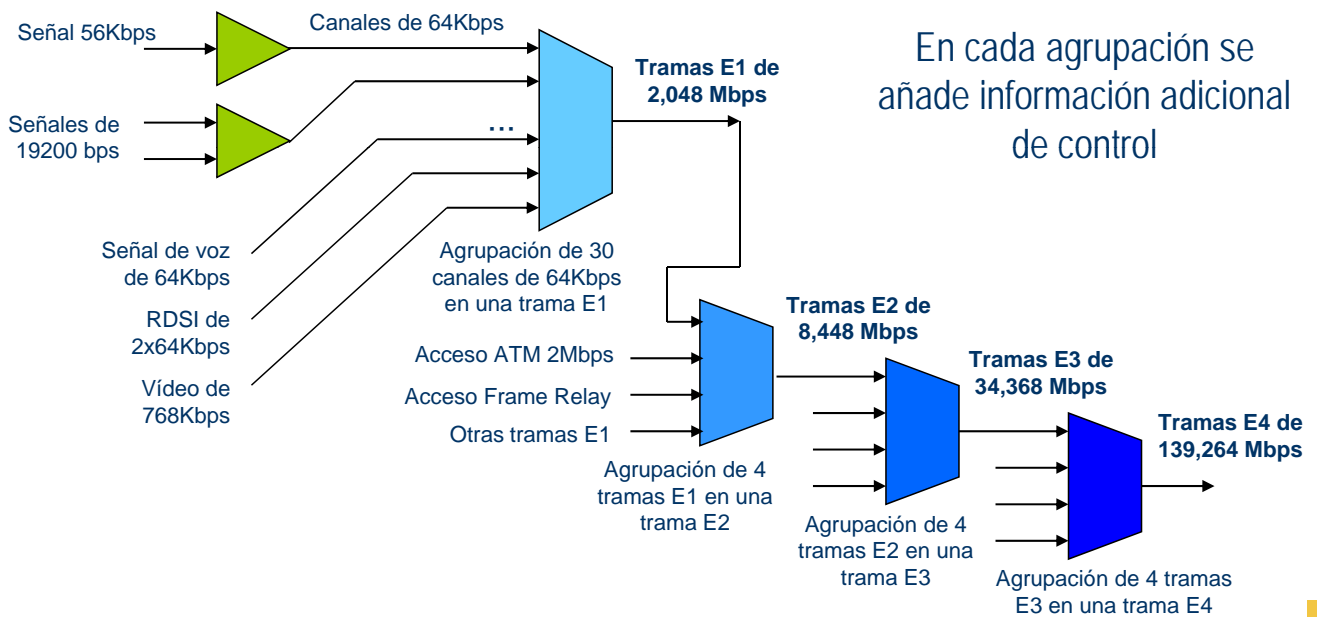
- Estándar de TDM Europea.
 - Se han definido y utilizado varios estándares de TDM entre los que destacan:

Estándar	Normalizado por	Trama básica	V_t trama básica	Contenido	T_m
TDM EE.UU. y Japón	ITU-T	T1	1,544 Mbps	24 canales 64Kbps	125 μ s
TDM Europea	ITU-T	E1	2,048 Mbps	30 canales 64Kbps	125 μ s
SONET	ANSI	STS-1	51 Mbps	783 bytes útiles	125 μ s
SDH	ITU-T	STM-1	155,52 Mbps	63 tramas E1	125 μ s

- Estándar de TDM Europea.
 - Formato de la trama básica E1:
 - 32 bytes: 30 canales y 2 bytes de control y sincronismo.
 - 30 Canales PCM de 64Kbps.
 - $T_m = 125 \mu$ s.
 - $V_t = (32 \cdot 8) / 125 \mu$ s = 2,048 Mbps.



- Estándar de TDM Europea.
 - Jerarquía de la TDM europea.

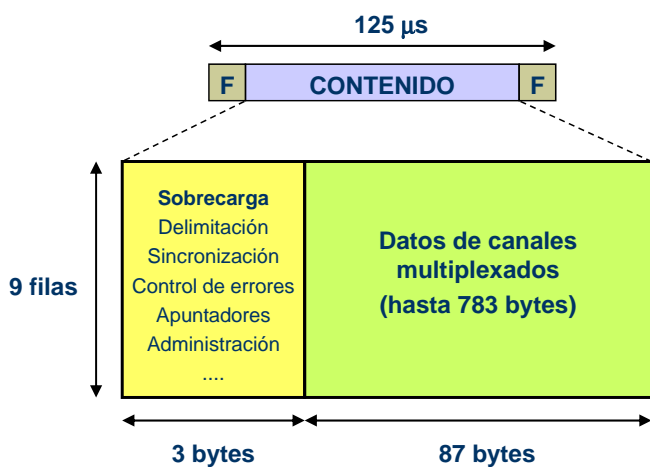


- SONET y SDH.
 - Bellcore desarrolló SONET (Synchronous Optical Network) en EE.UU. para poder multiplexar flujos de datos procedentes de diversas fuentes (TDM, PDH...).
 - SONET fue normalizada en EE.UU. por el ANSI.
 - La ITU normalizó después una versión con pocos cambios: SDH (Synchronous Digital Hierarchy).
 - Son las arquitecturas básicas para comunicaciones MAN-WAN (datos y señales) y sirven de base a servicios de Internet, video, teléfono...
 - Son niveles físicos más flexibles y de mayor capacidad que el estándar de TDM.

- SONET y SDH.
 - Jerarquía de tramas:

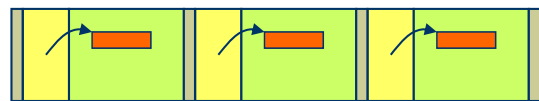
Tipo de enlace SONET	Multiplexado SONET	Tipo de enlace SDH	Multiplexado SDH	Capacidad (Mbps)
STS-1				51,84
STS-3	3 x STS-1	STM-1		155,52
STS-12	4 x STS-3	STM-4	4 x STM-1	622,08
STS-48	4 x STS-12	STM-16	4 x STM-4	2488,32

- SONET y SDH.
 - Trama básica de SONET:



$$V_t = 90 \cdot 9 \cdot 8 / 125 \mu s = 51,84 \text{ Mbps}$$

Ejemplo de un canal en una secuencia de tramas:

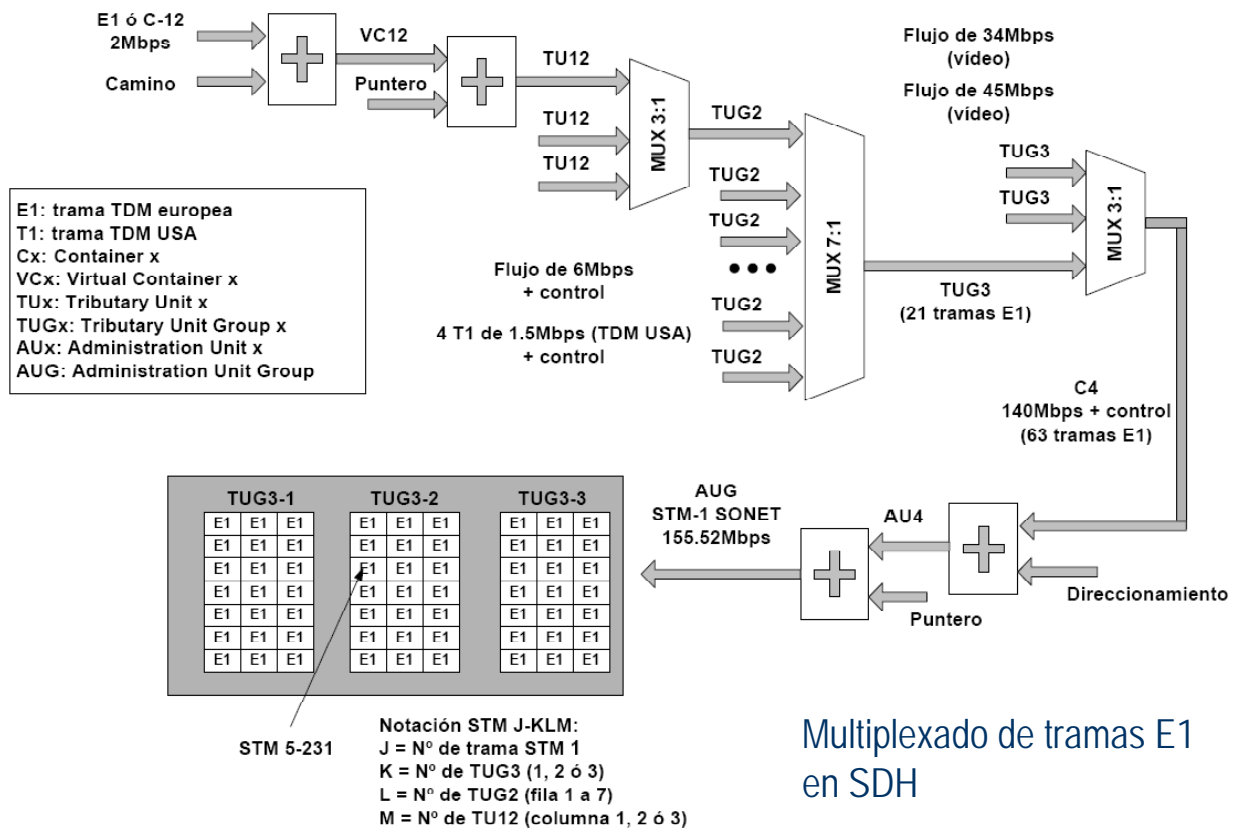


Ejemplo de un canal no síncrono en una secuencia de tramas:

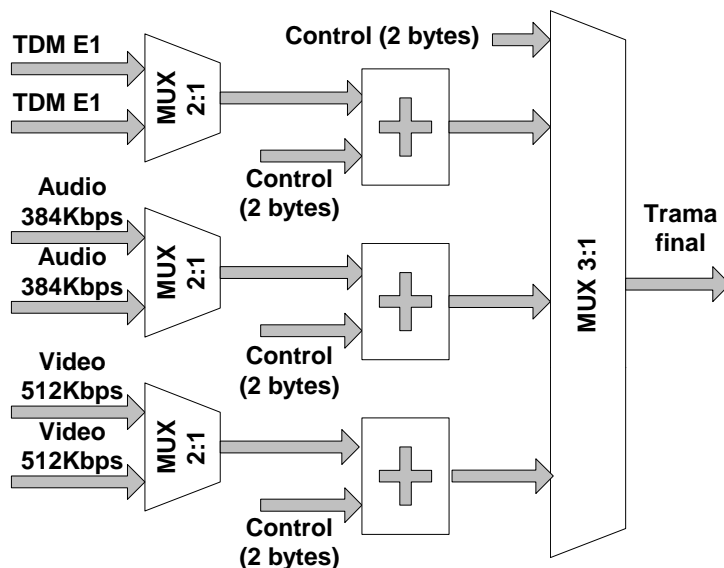


Ejemplo de un bloque de datos repartido en dos tramas:





- Ejemplos de cálculo
 - Multiplexado de 2 tramas E1, 2 flujos de audio y dos flujos de vídeo.

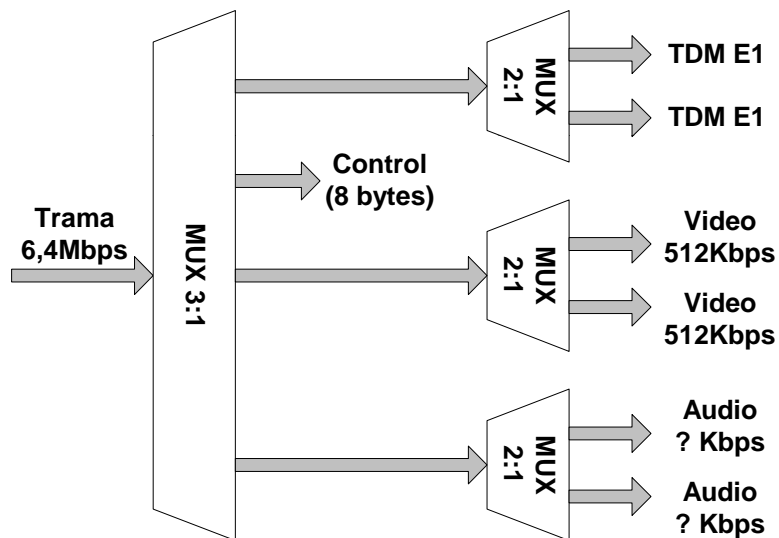


Determinar características de la trama final:

- Duración.
- Bits.
- Velocidad (bps)

- Ejemplos de cálculo

- Desmultiplexado de 2 tramas E1, 2 flujos de audio y dos flujos de vídeo.



Determinar características de las señales de audio:

- Bits en la trama.
- Velocidad (bps)