

**INTRODUCCIÓN
A LOS
ESTÁNDARES
DE
COMUNICACIONES**

**SISTEMAS DIGITALES
ÁREA DIGITALES
Departamento de Electrónica
Facultad de Ingeniería
UNMDP**

**Dr. Eduardo Luis Blotta
Ing. José Luis Gomez Costa**

Indice

1.- ESTÁNDARES DE TRANSMISIÓN DE DATOS	3
1.1- Sumario de Estándares de Interfase	3
1.1.1- EIA / TIA / RS 232	4
1.1.2- RS-485	4
1.1.3- SCSI Small Computer System Interfase	5
2.- NORMA RS232-C	5
2.1- Introducción.....	5
2.2- Especificaciones	6
2.2.1- Especificaciones Eléctricas	6
2.2.2- Determinación de la Longitud máxima de la línea.....	7
2.3- Significado de las líneas	7
2.4- Líneas de Conexión del DB-25	8
2.5- Líneas del Conector DB-9.....	9
2.6- Interconexiones.....	9
3.- MODEM	10
3.1- Tipos de comunicación:.....	10

1.- Estándares de Transmisión de Datos

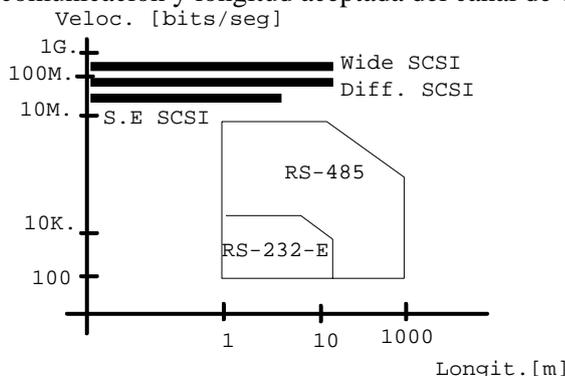
Los estándares de transmisión de datos evolucionaron por dos razones:

- necesidad de transmitir datos en forma confiable sobre largas distancias
- necesidad de proveer sistemas que permitiesen interconectar equipos de diferentes fabricantes.

Aunque la lógica TTL se puede usar para intercomunicación, esta generalmente carece de las capacidades de manejo de potencia, robustez para soportar tensiones inducidas y márgenes de ruido mas amplios. Por ello los estándares para transmisión de datos sobre largas distancias incorporan grandes excursiones de señal, mayor robustez y mayores capacidades de manejo de potencia, fundamentalmente corriente, a la salida.

1.1- Sumario de Estándares de Interfase

En la siguiente figura, podemos ver la relación entre cada estándar de transmisión, en función de la velocidad de comunicación y longitud aceptada del canal de Transmisión.



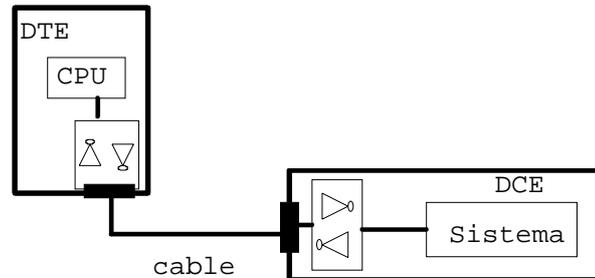
En la siguiente Tabla se resumen las características de las Interfases.

Parámetro	EIA 232	RS-423-A	RS-422-A	RS-485
Operación	s-e	s-e	dif.	dif.
Equipos TX/RX	1/1	1/10	1/10	32/32
Longitud mx. [m]	15	1200	1200	1200
Velocidad mx. [bps]	20 K	100 K	10 M	10 M
Tensión de Modo Común mx. [v]	+/- 25	+/- 6	6 a -0.25	12 a -7
TX: [v]	-/+ 15	+/- 6	+/- 5	+/- 5
Tensión sin carga.				
TX: [v]	+/- 5	+/- 3.6	+/- 2	+/- 1.5
Tensión con carga.				
TX: Carga [ohms]	3K a 7 K	450 mín.	100 mín.	60 mín.
TX: [v/useg.]	30 max.	Control Externo	-	-
Slew-rate				
TX: [mA.]	500 a Vcc	150 a 0v	150 a 0v	150 a 0v
ICC max.				250 a 12/-7V.
TX: [K. ohms]	-	-	-	12
R de Salida encendido.				
TX: [K. ohms]	0.3	60	60	12
R de Salida apagado.				
RX: [K. ohms]	3 a 7	4	4	12
R de Entrada.				
RX: [mV.]	+/- 3000	+/- 200	+/- 200	+/- 200
Sensibilidad.				

1.1.1- EIA / TIA / RS 232

El EIA-232 o “Recommended Standard 232” está definido en el ANSI (American National Standard Institution).

Emplea un esquema de transmisión serie con un circuito eléctrico single-ended y especifica el conjunto de reglas para intercambiar datos entre equipos de computación, originalmente nombrados estos como DTE, Equipo Terminal de Datos, y un MODEM, nombrado como DCE, Equipo de Comunicaciones de Datos. según se aprecia en el siguiente gráfico.



A lo largo de los años, el estándar ha evolucionado para acomodarse a las posibilidades tecnológicas y requerimientos crecientes de los sistemas de comunicación.

Si bien se define una velocidad de transmisión máxima de 20 Kbps (Kilo bits por segundo), nuevas aplicaciones han elevado bastante este límite, hasta 120 Kbps.

La revisión ‘C’ especificaba una longitud máxima entre equipos de 15 m, pero posteriores revisiones, ‘D’ y ‘E’, han cambiado este requisito por uno más realista al especificar una Capacidad máxima del Canal de transmisión. De esta manera, las longitudes máximas aceptables dependen de las características de los cables empleados y las capacidades de entrada de los circuitos de interfase.

El estándar define una velocidad y longitud de la línea máximas debido a la utilización de circuitos single-ended, los cuales son más susceptibles a las interferencias externas. Para líneas de comunicación más largas y mayores velocidades debería emplearse un sistema de Comunicación con líneas Balanceadas.

1.1.2- RS-485

Inicialmente fue una actualización de la Norma RS-422-A, empleando sus mismos niveles de tensión pero con el agregado de permitir comunicación Multipunto bidireccional Half-Duplex. Es decir que en una misma línea pueden convivir varios transmisores y receptores, obviamente solo un Transmisor puede usar la línea en cada instante. Adicionalmente, los transmisores deben tener protección interna incorporada para protegerlos en el caso que varios de ellos deseen acceder a transmitir en el mismo momento.

El estándar es menos complejo que el RS-232 dado que solo especifica las características físicas del esquema de transmisión; lo restante, protocolo, temporización, tipo de transmisión (serie o paralelo), tipo de conector, se deja librado a la elección del usuario.

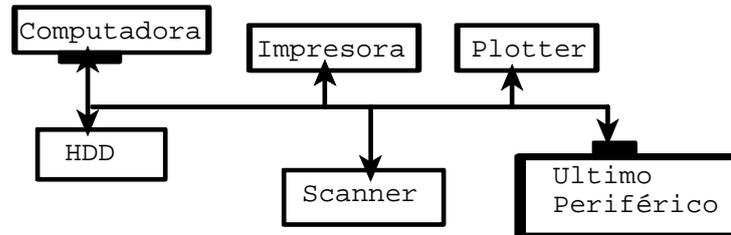
El estándar especifica una línea de transmisión Balanceada. La distancia máxima no está definida pero es nominalmente 1.2 Km. para cable 24 AWG (norma americana de designación de tipo y diámetro de Cable) basado en una atenuación máxima de 6 db.

La velocidad máxima tampoco se define pero se especifica la relación entre el Tiempo de Crecimiento de la Señal y el Tiempo del Bit (ancho de un Bit de Datos) el cual está influenciado por el circuito transmisor (driver) y la longitud, tipo y carga de la línea empleada. En la mayoría de los casos, la longitud y tipo de línea empleada es la que limita la máxima velocidad obtenible.

1.1.3- SCSI Small Computer System Interfase

Es una interfase estándar industrial, definida por ANSI, para el intercambio de datos entre Computadoras y periféricos de Computadoras.

La especificación define una interfase a periféricos de alta performance que distribuye los datos independientemente de la Computadora que los originó (Host). El objetivo es proveer una transferencia de datos a alta velocidad. Ya hay un gran número de Controladores de Discos, Notebooks, CD ROM Drivers que incorporan una Puerta SCSI. En la figura siguiente se muestra un esquema del Sistema.



Es una Interfase paralelo de un Byte de Datos, Paridad y 9 líneas de Control y Protocolo para transferencia a alta velocidad sobre relativamente cortas distancias.

El Bus SCSI es bidireccional, y está terminado en ambos extremos del cable para reducir la reflexión que deforma la señal.

Para circuitos físicos tipo single-ended el estándar especifica una longitud máxima de la línea de 6 m. La velocidad máxima de transmisión no está definida pero se pueden obtener velocidades entre 5 y 10 Mtps (Mega Transferencias por Segundo = Mega Bytes por Segundo) dependiendo del tipo de terminación que posea la línea.

Para aplicaciones que requieren distancias mayores, hasta 25 m, el estándar especifica que la interfase debe emplear como capa física la norma RS-485. Esto aumenta la velocidad hasta los 10 Mtps para líneas de esa longitud.

Un desarrollo adicional, WSCSI o Wide SCSI, aumenta el tamaño del bus de Datos a 16 bits, con lo cual puede decirse que se llega a velocidades de transferencia de 160 Mbps para líneas diferenciales.

2.- Norma RS232-C

2.1- Introducción

Es una convención que determina los niveles eléctricos, formatos lógicos de las palabras, tipos de conectores, frecuencias posibles de trabajo, rangos, etc.; tal que permiten comunicar en forma serie dos sistemas. El estándar fue establecido inicialmente por la EIA (Electronic Industries Association de EEUU). Si bien soporta una gran cantidad de líneas, las comúnmente usadas son solamente 8. En realidad se dice que la RS232 es la menos estándar de las normas por la infinidad de variaciones que permite respecto de las líneas que se pueden emplear.

La EIA introdujo el estándar RS232 en 1962 como un intento de uniformar la conexión entre DTE (Data Terminal Equipment) o Equipo Terminal de Datos y DCE (Data Communication Equipment) o Equipo de Comunicaciones de Datos de Datos. El DTE comprende a la fuente de datos, el receptor de esos datos o ambos, el DCE provee las funciones para establecer, mantener y terminar una conexión y para Codificar/Decodificar las señales entre el DTE y el canal de datos (el medio físico que los conecta). Aunque el énfasis estaba dado en la interfase entre un MODEM y un DTE, otras aplicaciones rápidamente adoptaron el estándar EIA 232.

El creciente uso de las PC, rápidamente aseguraron que se transformase en el estándar de la industria para todas las interfaces serie de bajo costo de la industria entre DTE y periféricos. El mouse, Plotter, Impresoras, scanners, Placas digitalizadoras, MODEMS externos, etc. son ejemplos de periféricos que se conectan por medio del estándar.

Usar un estándar común permite, además de una amplia compatibilidad, un método confiable de interconectar una PC a periféricos.

El estándar RS-232-C, revisado en 1969, se modificó en 1986 por el EIA -232-D y recientemente fue modificado por la revisión E, la que permite compatibilidad con otros estándares, tal como CCITT V24. La última revisión incluye una actualización en el tiempo de subida de la señal. Aunque es un estándar viejo y con problemas tales como susceptibilidad a alto ruido, bajas velocidades de transmisión y muy limitada distancia, el EIA-232 cumple una necesidad vital como un Sistema de Comunicaciones de Bajo Costo.

2.2- Especificaciones

El Estándar asegura:

- Niveles y tensiones de señal compatibles.
- Configuración de los conectores (pin-out) común.
- Una cantidad mínima de información de control entre el DTE y DCE.

Logra esto incorporando las siguientes áreas al estándar:

Características de la señal

Especifica las características eléctricas y de señal de los datos transmitidos en términos de niveles de tensión, impedancia y velocidades de cambio.

Características Mecánicas

Especifica el tipo de conector a emplear, sus dimensiones y las asignaciones de cada una de las patas del mismo. Inicialmente se estableció un conector DB-25 de 25 patas, pero normalmente se emplea un conector mas pequeño, DB-9 de 9 patas.

El DCE emplea conectores tipo hembra, mientras que el DTE emplea conectores macho.

Información de Protocolo

Una descripción funcional de los circuitos de intercambio habilita un protocolo entrelazado para el intercambio de datos entre los equipos ubicados en los puntos opuestos del Canal de comunicación.

Si bien el estándar V24 define muchas mas señales que el RS232, las señales que son comunes en ambos son compatibles.

De las 25 patas del conector, solamente se define el funcionamiento de 22 de ellas, aunque muy pocos, si algunos, equipos emplean todas ellas.

Es bueno notar que para aplicaciones que emplean el conector DB25, hay a menudo un problema de comunicación debido a las diferentes señales de protocolo que emplea cada sistema.

2.2.1- Especificaciones Eléctricas

Todos los circuitos emplean señales de tensión bipolares aunque las mismas no pueden exceder los +/- 25 volts.

Cualquier pata debe ser capaz de aceptar un cortocircuito con cualquier otra pata sin daño permanente substancial. Cada línea debe presentar una carga mínima de 3K y una carga máxima de 7K, esta carga es parte, usualmente, del circuito receptor.

Un '0' cero lógico, en el transmisor, está representado por una tensión entre +5 y +15 volts.

Un '1' uno lógico, en el transmisor, está representado por una tensión entre -5 y -15 volts.

En el lado receptor, una tensión entre +3 y +15 v. debe ser reconocida como '0', una tensión entre -3 y -15 v. debe ser reconocida como un '1'.

Tensiones entre +/- 3v. están indefinidas y conforman la región de transición. Esto da efectivamente un margen de ruido mínimo de 2 v. en el lado receptor.

La longitud máxima de cable definida inicialmente era de 15 m. Esto sin embargo se ha revisado en las versiones actuales, especificando en ellas una capacidad de carga máxima de 2500 pf. Esto da una longitud máxima de entre 15 y 20 m, dependiendo del tipo de Cable empleado.

La norma especifica también un slew-rate máximo de la señal en la salida del transmisor, el cual es de 30v/useg. Esta limitación está relacionada con el problema del crosstalk, interferencia inter-canal, entre conductores de un cable multiconductores (tipo Cable Plano). Cuanto mayor sea el slew-rate, mayor será la interferencia inter-canal. Esta restricción junto con el hecho que el transmisor y el receptor emplean una masa común y la presencia de, a veces, corrientes de masa, limitan grandemente la máxima velocidad de transmisión de datos.

Por esta razón, el estándar especifica una velocidad máxima de solo 20 Kbps. También especifica la relación entre el tiempo de transición, Velocidad de transmisión y el slew-rate en la zona de transición. +/- 3 v.

En la actualidad, gran cantidad de Programas transmiten a velocidades mucho mayores que la indicada, hasta 120 Kbps.

Mas aún, en líneas largas, la corriente máxima, corriente de cortocircuito, que debe entregar el driver (transmisor) es la característica principal que afecta en el sistema. A medida que se incrementa la longitud de las líneas, la Capacidad del Canal se incrementa y por lo tanto se requiere mayor corriente para mantener el mismo tiempo de transición de las señales. Este punto, por lo tanto, limita grandemente la velocidad máxima para grandes distancias.

Para velocidades mayores a 20 Kbps, la distancia máxima práctica está limitada a 4 m. La mayoría de los Drivers comerciales pueden manejar las altas velocidades de trabajo en estas distancias sin comprometer seriamente la capacidad de corriente del mismo.

2.2.2- Determinación de la Longitud máxima de la línea

Para los propósitos prácticos, debemos considerar la capacidad máxima que permite la norma y relacionarla con la longitud máxima que puedo emplear para un cable dado.

La norma establece que la capacidad máxima presente a la salida del driver debe ser de 2500 pf. Si suponemos que el receptor presenta una Capacidad de Entrada de 20 pf.; esto deja 2480 pf. como capacidad del canal de transmisión (cable).

Nosotros debemos considerar ahora el tipo de cable empleado. Si usamos Cable Standard EIA-232, el mismo presenta una capacidad mutua de 40 pf. Además de esto, debemos agregar la capacidad de dispersión; esta varia grandemente entre cables blindados y no blindados. Para cables no blindados, es de aproximadamente la mitad de la capacidad mutua entre los conductores, para cables blindados, es el doble de la capacidad mutua. Para cable blindado la longitud máxima será de 20 m, para cable no blindado será de 40m.

2.3- Significado de las líneas

DCD o CD: Data Carrier Detect

La condición ON de esta señal, enviada por el DCE, informa al DTE que el DCE ha recibido una señal de portadora en su otro extremo que cumple con las condiciones especificadas para ser reconocida.

DSR: Data Set Ready

A esta señal la comanda el DCE para indicarle al DTE que está conectado a la línea.

RD RxD: Receive Data Line

Las señales en esta línea están en formato serie. Cuando la señal DCD está en la condición OFF, la línea RD debe permanecer en el estado Marca.

RTS: Request to Send

A esta señal la controla el DTE para indicar que está ahora listo para transmitir datos. El DCE debe entonces prepararse para recibir datos. En operaciones half-duplex también inhibe los circuitos receptores en el canal de transmisión. Después de un retardo el DCE debe colocar la línea CTS en ON para informarle al DTE que está libre para recibir datos. Una vez que se ha terminado la transmisión de datos y el DTE no va a transmitir ninguno más, el DTE debe colocar RTS en OFF. Después de un breve retardo para asegurar que todos los datos que han sido transmitidos se han recibido, el DCE debe colocar la línea CTS en OFF.

TD TxD: Transmit Data Line

Las señales en esta líneas se transmiten en forma serie desde el DTE al DCE. Cuando ningún dato se está transmitiendo, la línea de datos debe permanecer en el estado de Marca. Para que un dato se transmita, las líneas DSR, DTR, RTS y CTS deben estar en estado ON.

CTS Clear To Send

Esta señal la controla el DCE para indicarle al DTE que está listo para recibir datos. CTS debe colocarse en ON en respuesta al estado ON de las líneas RTS, DSR y DTR.

DTR Data Terminal Ready

En conjunto con DSR, indica que todo el equipo está listo. DTE coloca DTR en ON para indicarle al DCE que está listo para intercambiar datos. DTR debe estar en ON para que DCE pueda colocar DSR en ON. Cuando DTE pasa a OFF a DTR, DCE debe salir del canal de comunicaciones luego de haber recibido el último dato transmitido.

RI Ring Indicator

El DCE coloca en ON RI al recibirse un tono de llamada, este término viene del uso del estándar en líneas telefónicas conectadas por medio de MODEM's.

GND Signal Ground

Esta línea provee la referencia de tierra común para todos los circuitos.

PG Protective Ground

Usualmente se conecta a tierra externa de modo tal que cualquier descarga estática se enruta directamente a tierra sin afectar las líneas de señal.

2.4- Líneas de Conexión del DB-25

Este es el conector estándar de la norma, la distribución de patas para un DTE es la siguiente:

Pata	Función
------	---------

1	Protective Ground (PG)
2	Transmit Data (TD)
3	Receive Data (RD)
4	Request to Send (RTS)
5	Clear to Send (CTS)
6	Data Set Ready (DSR)
7	Signal Ground (GND)
8	Carrier Detect (CD)
9-19	no usadas
20	Data Terminal Ready (DTR)
22	Ring Indicator (RI)

2.5- Líneas del Conector DB-9

Se emplea fundamentalmente para reducir tamaño y además por el hecho de que no se emplean todas las líneas del estándar.

Este conector se conoce como DB9S. Como en el conector DB-25, para el DCE es hembra y para el DTE es macho.

Como el conector posee solamente 9 patas, las líneas de protocolo han sido reducidos pero aún así son suficientes para la mayoría de las aplicaciones. La Tabla siguiente muestra las asignaciones de patas para un DTE.

Pata	Código	Descripción
1	DCD	Data Carrier Detect
2	RD	Receive Data
3	TD	Transmit Data
4	DTR	Data Terminal Ready
5	GND	Signal Ground
6	DSR	Data Set Ready
7	RTS	Request to Send
8	CTS	Clear to Send
9	RI	Ring Indicator
Carcaza	PG	Protective Ground

2.6- Interconexiones

Aunque se ha determinado la función de cada una de las patas del conector, no todos los equipos emplean todas ellas, por ejemplo el mouse solo emplea 4 de ellas, GND, RI, TD, RD.

Si se desean conectar un DTE y un DCE, los cables deben conectar directamente pata con pata equivalentes ya que, si los equipos están debidamente desarrollados, ya se han conectado las salidas correspondientes en el DCE de modo que sean las contrapartes de las del DTE. Igualmente siempre es conveniente chequear con el manual del equipo que esto sea así.

Para poder conectar dos equipos DTE, por ejemplo dos computadoras, deben realizarse algunos intercambios de señales. En este caso se suele emplear una forma simplificada de conexión conocida como Null Modem. Esta permite una comunicación bidireccional manteniendo la norma operativa, según se muestra en la figura siguiente.

DTE - 1 a DTE - 2	
DCD	RTS - CTS
RD	TD

TD	RD
DTR	DSR
GND	GND
DSR	DTR
RTS - CTS	DCD
RI - sin conectar	RI - sin conectar

Otra de las conexiones empleadas es la de loopback. Esta se emplea para testear equipos DTE, simulando que se reciben las señales esperadas aunque en realidad se realimentan las mismas señales generadas por la interfase.

Conexión LOOPBACK
TD A RD
RTS a CTS - RI
DTR a DSR - DCD

3.- MODEM

Cuando dos equipos están lo suficientemente cerca uno del otro, se pueden interconectar por cable directamente sin ningún equipo adicional entre ellos o, a lo sumo, colocar reforzadores de señal o realizar una interfase tipo Lazo de Corriente. Para elementos separados por distancias considerables, por ejemplo en edificios distintos, una línea telefónica puede ser la única manera económica de poder efectuar una comunicación.

En un teléfono ordinario, el ancho de banda de los equipos empleados es de solamente 3 Khz, esto permite transmitir voz con una aceptable fidelidad pero es inútil para transmitir señales digitales de alta velocidad las cuales requieren un ancho de banda mucho mayor para mantener una forma de señal aceptable.

Por esta razón se desarrollaron los MODEMS: MODuladores/DEModuladores. Estos convierten la señal digital en un par de tonos, uno para los unos y otro para los ceros, de modo de poder trasmitirlos por las líneas telefónicas convencionales. Este proceso se llama modulación FSK (Frecuency Shift Keying), con el se logran velocidades de transmisión de hasta 300 baudios, por encima de ellos se emplean técnicas de modulación DPSK, QAM y TCM para llegar hasta los 57600 baudios.

3.1- Tipos de comunicación:

Full-Duplex: en ellas el Canal de comunicación es bidireccional y permite comunicación simultánea en ambos sentidos.

Half-Duplex: el canal de comunicación solo permite comunicación unidireccional. Para invertir el sentido de la comunicación, deben primero conmutarse los circuitos de interfase, intercambiándose los transmisores por receptores y viceversa.