

# Comunicación Serial RS-232

## INTRODUCCIÓN

Debido a la relativa simplicidad y bajos costos de hardware (comparado con una interface paralela), la comunicación serial es ampliamente usada en el mundo de la industria.

Actualmente, el protocolo de comunicación serial estándar mas popular es ciertamente el EIA/TIA-232-E. Este estándar, desarrollado por la Asociación de Industrias Electrónicas conjuntamente con la Asociación de Industrias de las Telecomunicaciones (EIA/TIA), es más popularmente conocido como RS-232, donde por RS se entiende “recommended Stándar” <Estándar Recomendado>, para ayudar a identificar la fuente del estándar.

El nombre oficial del estándar EIA/TIA-232-E es “*Interface Between Data Terminal Equipment and Data Circuit-Termination Equipment Employing Serial Binary Data Interchange*”, aunque el nombre puede sonar un poco intimidatorio, el estándar simplemente concierne la comunicación serial entre el sistema host (Data Terminal Equipment “DTE”) y el sistema periférico (Data Circuit-Termination Equipment “DCE”).

El estándar RS-232 ha sufrido desde su aparición varias modificaciones en función de adaptarse mejor a los requerimientos de las comunicaciones seriales. La letra “E” en el nombre del estándar indica que es la quinta versión de este.

## ESPECIFICACIONES DEL RS-232

El RS-232 es un estándar completo, es decir que asegura la compatibilidad entre el host (anfitrión) y el sistema periférico mediante especificaciones:

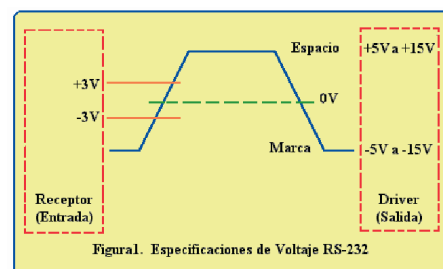
- 1) Niveles de señal y voltajes comunes
- 2) Configuración común del cableado de los pines
- 3) Mínima cantidad de información de control entre los sistemas host y los periféricos.

A diferencia de otros estándares los cuales especifican únicamente las características eléctricas de una interface dada, el RS-232 hace referencia tanto a sus características eléctricas, mecánicas y funcionales.

### Características Eléctricas

Las características eléctricas del RS-232 incluyen especificaciones de voltaje, velocidad de cambio de los niveles de señal e impedancia de línea.

El original RS-232 fue definido en 1962. Esto fue antes de los días de la lógica TTL, con lo cual no nos ha de extrañar que el estándar no utilice niveles lógicos TTL (5V y tierra). En cambio, el nivel alto para el driver de salida es definido en un margen de entre +5V y +15V, mientras que un nivel bajo se define entre -3V y -15V. En el receptor se han dado 2V de margen de ruido, con lo cual los niveles admitidos como un alto son de +3V a +15V y un nivel bajo de entre -3V y -15V.



En la figura 1 podemos observar los niveles lógicos definidos en el estándar. Es importante anotar que en una comunicación RS-232, un nivel bajo (-3V a -15V) es definido como un “1” lógico e históricamente se ha denominado a este como “marking” (Marca), mientras que un nivel alto (+3V a +15V) es definido como un estado lógico “0” y este se le conoce como “spacing” (Espacio).

El Estándar además limita la velocidad de cambio de la salida del driver, la cual fue introducida para ayudar a reducir la probabilidad de interferencia entre líneas adyacentes. Así pues, la máxima velocidad de cambio es de 30V/us y una velocidad de transmisión máxima de 20K bits/segundo.

La impedancia de la interface entre el driver y el receptor también está definida; de modo que la carga vista por el driver deberá ser de entre 3KΩ y 7KΩ.

Para el RS-232 original, una longitud máxima de 15 metros de cable había sido definida, pero, con la revisión “D” (EIA/TIA-232-D) este parámetro cambió. Ahora, en lugar de especificar una longitud máxima de cable, se especificó una capacitancia máxima de 2500pF, lo cual es un parámetro mucho mas adecuado; así pues la longitud máxima del cable estará dada por la capacitancia máxima por unidad de longitud del cable empleado.

### Características Funcionales

Las características funcionales nos hablan de las funciones que desempeñan las distintas señales que son usadas en la interface. Estas señales están divididas en cuatro diferentes categorías: común, datos, control y temporización.

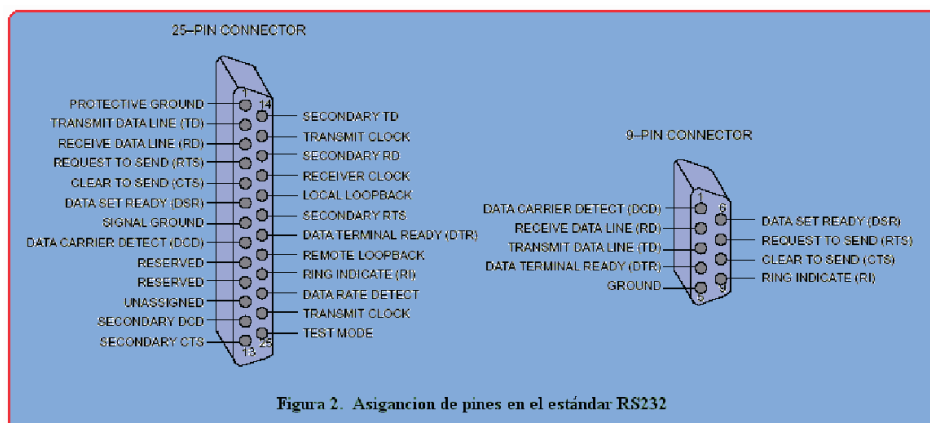
La tabla 1 ilustra las señales que son definidas en la norma RS-232. Como puede verse allí existe un número considerable de señales definidas por la norma. La norma proporciona una abundan-

RS-232 DEFINED SIGNALS Table 1

CIRCUIT MNEMONIC	CIRCUIT NAME*	CIRCUIT DIRECTION	CIRCUIT TYPE
AB	Signal Common	—	Common
BA BB	Transmitted Data (TD) Received Data (RD)	To DCE From DCE	Data
CA CB CC CD CE CF CG CH CI CJ RL LL TM	Request to Send (RTS) Clear to Send (CTS) DCE Ready (DSR) DTE Ready (DTR) Ring Indicator (RI) Received Line Signal Detector** (DCD) Signal Quality Detector Data Signal Rate Detector from DTE Data Signal Rate Detector from DCE Ready for Receiving Remote Loopback Local Loopback Test Mode	To DCE From DCE From DCE To DCE From DCE From DCE To DCE From DCE To DCE To DCE To DCE From DCE	Control
DA	Transmitter Signal Element Timing from DTE	To DCE	
DB DD	Transmitter Signal Element Timing from DCE Receiver Signal Element Timing From DCE	From DCE From DCE	Timing
SBA SBB	Secondary Transmitted Data Secondary Received Data	To DCE From DCE	Data
SCA SCB SCF	Secondary Request to Send Secondary Clear to Send Secondary Received Line Signal Detector	To DCE From DCE From DCE	Control

\*Signals with abbreviations in parentheses are the eight most commonly used signals.

\*\*This signal is more commonly referred to as Data Carrier Detect (DCD).



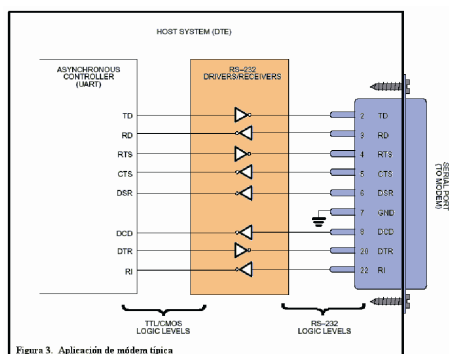
cia de señales de control y soporta canales de comunicaciones primarios y secundarios.

Afortunadamente pocas aplicaciones, si es que hay alguna, requiere todos estas señales. Por ejemplo, se usan sólo ocho señales para un módem típico. Algunas aplicaciones simples pueden requerir sólo cuatro señales, mientras otros pueden requerir sólo señales de datos. Los ejemplos de cómo la norma de RS-232 se usa en algunos casos del «mundo real» se discuten posteriormente.

La lista completa de las señales definidas se incluye como referencia, ya que se escapa del alcance de este artículo, el poder explicar la funcionalidad de ellas.

### Características Mecánicas

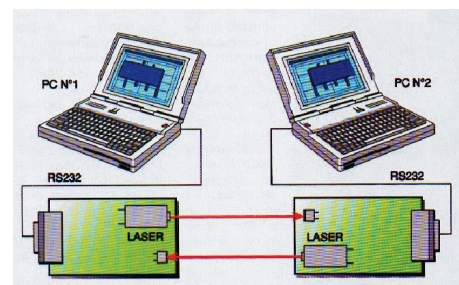
El tercera área cubierta por los que concierne al RS-232 es la interfaz mecánica. En particular, RS-232 especifica un conector del 25 pines. Éste es el tamaño de conector mínimo que puede acomodar todas las señales definidas en la porción funcional de la norma. La asignación de pines para este conector se muestra en Figura 2. El conector para el equipo de DCE es macho, mientras que el conector del DTE es un hembra. Aunque RS-232 especifica un conector del 25-pines, debe notarse que a menudo este conector no se usa. Esto es debido al he-



cho que la mayoría de las aplicaciones no requieren todos las señales definidas y por consiguiente un conector de 25 contactos es más grande que necesario. Es por eso, que se utilizan otros tipos de conectores. Quizás el más popular es el conector de 9 contactos DB9S, que también se ilustra en Figura 2. Este conector proporciona los medios para transmitir y recibir las señales necesarias para las aplicaciones de un módem, por ejemplo.

### Implementación práctica del RS-232

La mayoría de los sistemas diseñados hoy no opera usando los niveles de voltaje RS232. Dado que éste es el caso, es necesario llevar a cabo una conversión de niveles para implementar una comunicación de RS-232. La conversión de niveles se realiza generalmente por Circuitos integrados especiales RS-232. Estos IC típicamente tienen controladores de línea que generan los niveles de voltaje requeridos por el RS-232 y receptores de línea que pueden recibir el voltaje RS-232 sin ser dañados. Éstos controladores de línea y receptores típicamente invierten la señal dado que un 1 lógico se representa por un nivel de voltaje bajo

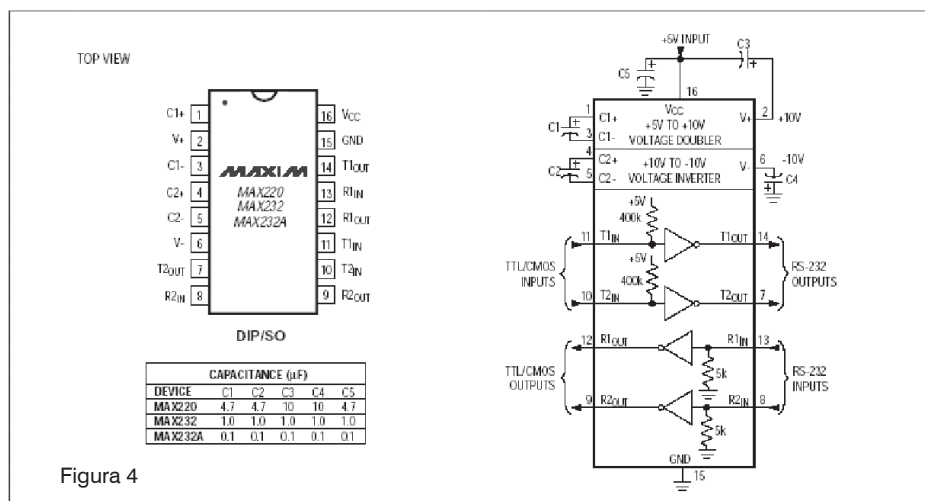


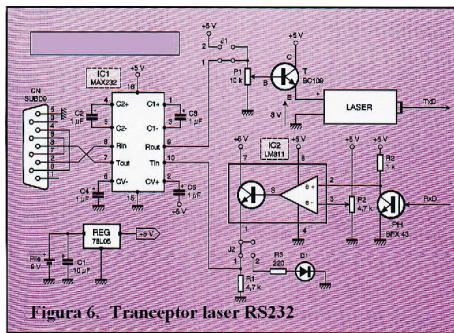
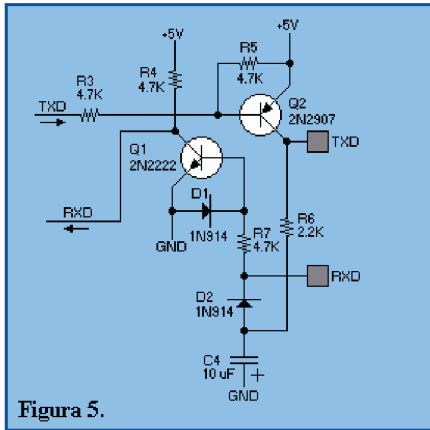
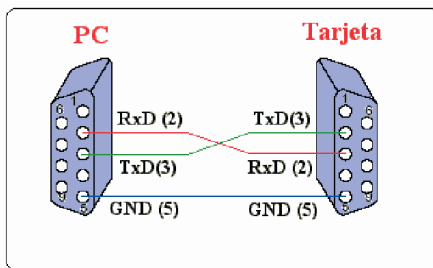
para la comunicación de RS-232 e igualmente una 0 lógico se representa por un nivel de lógica alto. La Figura 3 ilustra la función de un driver/receptor RS-232 en una aplicación de módem típica. En este ejemplo particular, las señales necesarias para la comunicación serie se generan y reciben por una UART. Los IC's RS-232 realizan la conversión de niveles necesaria entre CMOS/TTL y el RS-232.

### Simple circuitos de Aplicación

Hasta aquí hemos mencionado los aspectos más relevantes del estándar de comunicación RS-232-E, y hemos dicho también, que generalmente se necesitan circuitos integrados «especiales» para la función de conversión de los niveles RS-232 a niveles lógicos TTL/CMOS y viceversa. Un circuito integrado muy popular que realiza esta función es el MAX232, el cual con una fuente de alimentación única de 5V, logra la interface entre los niveles TTL y RS-232. El esquema de aplicación típico se ilustra en la figura 4. Como podemos observar, se necesitan algunos pocos componentes para que este circuito integrado especializado consiga su objetivo.

Ahora bien, a veces, por cuestión de espacio, costos, o simplemente por simplicidad, existe la posibilidad de implementar esta conversión con algunos pocos componentes discretos, tales como





condensadores, resistencias, diodos y transistores. Si bien, esta aplicación no cumple al 100% con las especificaciones del estándar, si nos puede sacar de un buen apuro, o simplemente permitirnos reducir costos si no es necesario que el sistema en el cual lo implementamos cumpla a cabalidad con las características mencionadas del estándar.

Veamos pues el esquema del circuito al cual nos referimos, el cual se ilustra en la figura 5.

Además de este simple circuito, mostramos además el esquema de un montaje en la figura 6, que nos permitirá realizar un enlace inalámbrico entre dos ordenadores.

Para esta aplicación utilizaremos entre otros componentes un MAX232 (si bien podemos utilizar el circuito de la figura a cambio del MAX) y un diodo láser, de entre 630 y 680nm y de entre 1mw y 5mw que son los diodos láser que generalmente se encuentran en el comercio

#### Listado de componentes del conversor RS232 a TTL

R3, R4, R5, R7 = 4.7K  
R6 = 2.2K  
D1, D2 = 1N914 o 1N4148  
Q1 = 2N2222  
Q2 = 2N2907

o bien son los que incorporan los comúnmente conocidos punteros láser.

#### Lista de materiales del Transceptor Láser

R1: 4.7K  
R2: 1K  
R3: 220  
P1: 10K  
P2: 4.7K  
C1: 10uF  
C2 a C5: 1uF (Tantalio)  
Reg: LM7805  
T: BC109  
D1: Led 3mm  
Fototransistor BPX43 o similar  
IC1: MAX232  
IC2: LM324  
Conector DB9 macho  
Diodo láser (λ = 630 a 680nm, P = 1mW a 5mW)

