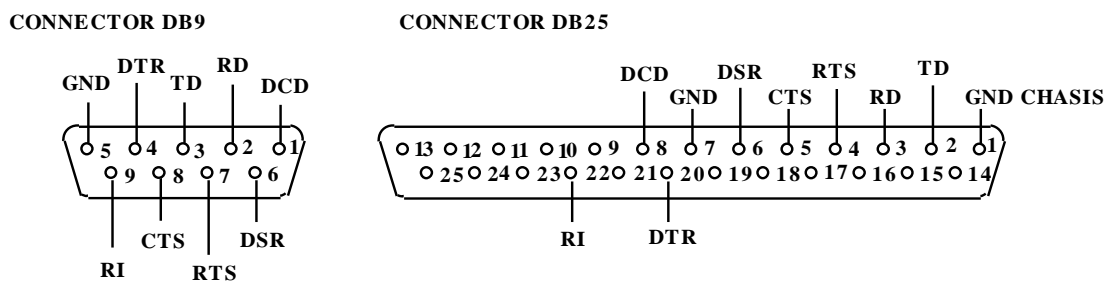


# Comunicación PC-Microcontrolador

Las computadoras personales poseen un puerto de comunicación serie basado en el estándar RS-232. Este estándar fue desarrollado en Mayo de 1960 con el fin de estandarizar este tipo de comunicación. Esto debido a que existía una diversidad de equipos (módems) para comunicación entre computadoras mediante línea telefónica. En este estándar se definió una interfaz lógica y física entre la computadora y el modem.

El RS-232-C define la interfaz entre un DTE<sup>1</sup> y DCE<sup>2</sup>. Un DTE es normalmente una terminal, microcontrolador, estación de trabajo, PC etc., capaz de producir un flujo de bit tipo serie. Un DCE recibe a través de RS-232 un flujo de bits generados por un DTE y los convierte a una forma adecuada para transmitirlos a través de un medio de comunicación como la línea telefónica.

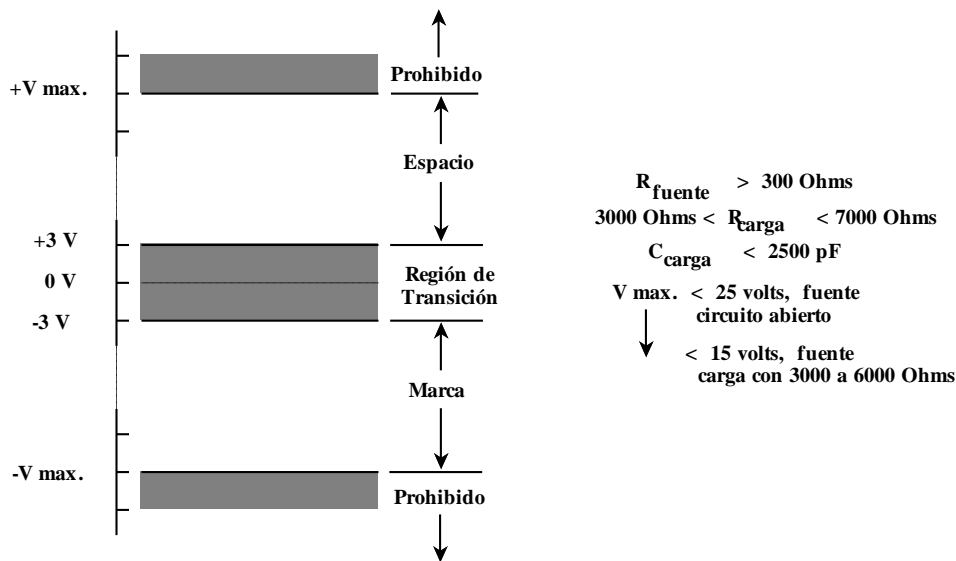
Si el RS-232 está en un DTE el conector es macho, y hembra si está en un DCE. El puerto serie de una PC es normalmente un dispositivo DTE y un modem un DCE. Un puerto serie de una PC tiene un conector macho de 25 o 9 terminales. Sin embargo, el conector de 9 terminales (DB9) no es un estándar RS-232 de la EIA (Electronic Industries Association). Hoy en día este tipo de conector es comúnmente utilizado para interfaz física del RS-232. Este tipo de conector DB9 apareció comercialmente en las PC clase AT en los inicios de los 80's. La Figura 1 muestra la configuración de terminales de los dos tipos de conectores antes mencionados.



**Figura 1** Conectores estándares del puerto serie en las PC.

<sup>1</sup> Data Terminal Equipment

<sup>2</sup> Data Communication Equipment

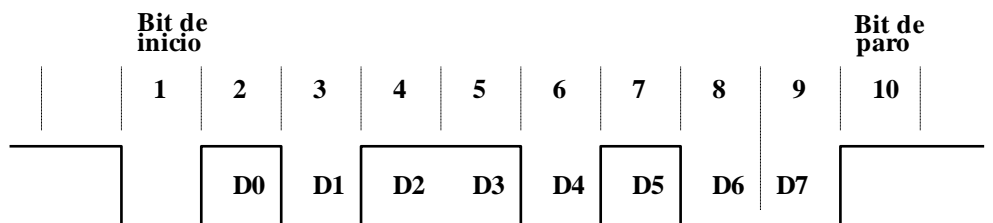


**Figura 2** Especificaciones máximas y mínimas del RS-232.

En el estándar RS-232 durante la transmisión, una condición de espacio denota un estado lógico 0 y una condición de marca un estado lógico 1. Esto es, un voltaje mayor a 3 volts se considera espacio (0 lógico) y menor (más negativo) a -3 volts es una marca (1 lógico). Estos niveles se describen gráficamente en la Figura 2.

El protocolo de transmisión de datos (Figura 3) tipo serie en una PC, contempla lo siguiente:

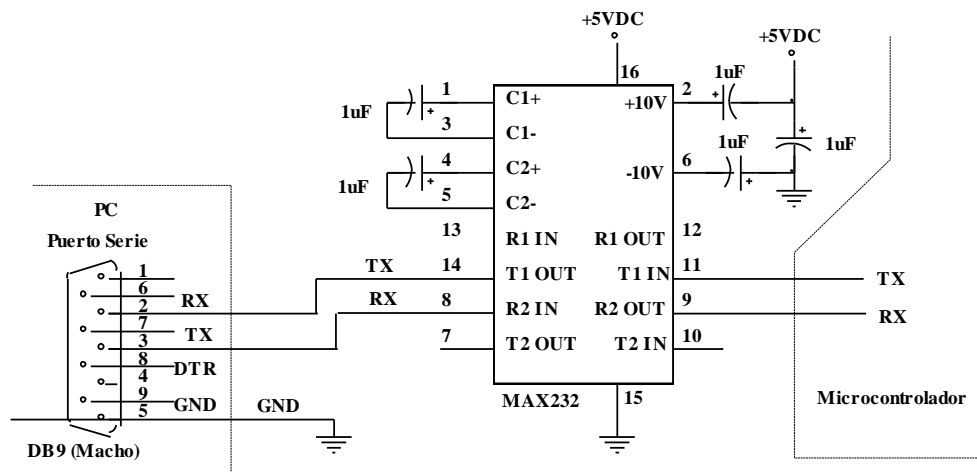
- El primer bit que se transmite es el bit de inicio (start bit), y tiene la característica de ser siempre 0 lógico.
- Posteriormente los bits que le siguen son los 8 bits de datos, iniciando con el menos significativo.
- La transmisión termina con el envío del último bit, denominado bit de paro (stop bit), que siempre es 1 lógico. (En algunas ocasiones se puede insertar un bit de paridad entre los bits de datos y el bit de paro).



**Figura 3.** Flujo de datos transmitidos en forma serie (un bit de inicio, un bit de paro, no paridad).

Debido a que en la mayoría de microcontroladores que poseen un puerto serie, los niveles de voltajes que manejan están totalmente fuera del estándar RS-232. Es necesario un circuito para convertir dichos voltajes al tipo RS-232, es decir un circuito que maneje niveles lógico TTL/CMOS y los convierta a niveles lógicos RS-232, esto para cuando transmite el microcontrolador a una PC. Sin embargo también es necesario una interfaz que convierta los niveles lógicos de RS-232 de la PC a niveles lógico TTL/CMOS del microcontrolador, esto para cuando la PC transmite al microcontrolador. Un dispositivo que realiza ambas funciones es el MAX-232 o MAX-233.

El MAX-232 es un doble emisor/receptor, es decir contiene dos emisores que convierten los niveles de entrada TTL/CMOS a niveles de salida RS-232 ( $\pm 10V$ ), y dos receptores que efectúan la operación inversa a niveles TTL/CMOS (0-5V). Su ventaja principal es que para su funcionamiento requiere solamente de una fuente de alimentación de +5V y 5 capacitores electrolíticos de  $1\mu F$ , ya que internamente contiene convertidores de voltaje de CD-CD. (Existe una versión MAX-233 que no requiere capacitores).



**Figura 4** Configuración del MAX-232 y forma de conexión con un microcontrolador.

La configuración de terminales del IC MAX-232 y la forma de conectarse a un microcontrolador para comunicación PC-μC se presenta en la Figura 4.

Para inicializar el puerto serie de la PC, existen diversas formas de hacerlo, una manera es mediante la opción que proporcione el lenguaje de programación que se utilice al hacer alguna aplicación, la otra es mediante las interrupciones del BIOS<sup>3</sup> de la computadora, y la manera más eficiente es mediante el acceso directo al dispositivo que maneja el puerto serie de la PC que generalmente es un USART<sup>4</sup> (8250 ó 8251). Este acceso directo puede ser mediante el lenguaje ensamblador para PC o mediante lenguaje C o C++. El lenguaje QBASIC proporciona una forma muy sencilla de inicializar y acceder al puerto serie más no eficiente.

<sup>3</sup> Basic Input Output System

<sup>4</sup> Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter