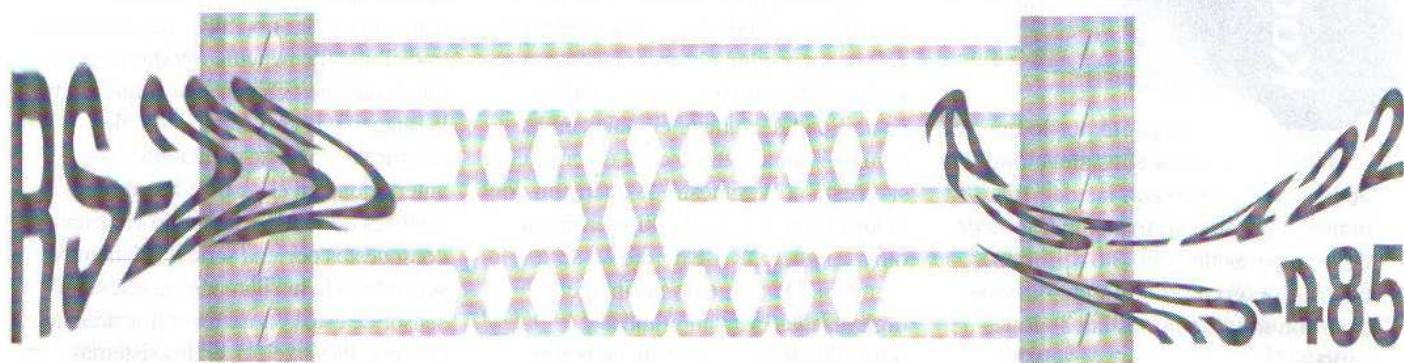


# Convertidor RS-232 RS-422/485



JOHN JAIRO NARANJO C.

**E**n un número anterior de esta revista, habíamos descrito las interfaces seriales RS-422/485, y resaltado las bondades de éstas para las comunicaciones a distancias relativamente grandes. En esta oportunidad, implementaremos un tarjeta multipropósito, con la cual podremos establecer comunicaciones seriales bidireccionales entre elementos de diverso tipo, entre los que se pueden encontrar computadores PC, microprocesadores y microcontroladores.

En la figura 1 se puede observar el diagrama esquemático del convertidor RS-232 a RS-422/485; allí las líneas muestran la forma en que se desplazan las señales. De este diagrama conviene destacar los siguientes aspectos:

- El puente rectificador BR1 permite que el circuito se pueda alimentar con corriente alterna o corriente continua. Si se trata de la última, no importa la polaridad de ésta; el puente se encarga de alimentar correctamente el circuito.
- El circuito integrado U1 (MAX232) es un convertidor RS-232 a niveles TTL. Este circuito hace el traslado

de los niveles presentes en las salidas del computador PC (que, como ya se ha dicho en algunas oportunidades, difieren de los niveles TTL) a niveles de voltaje que puedan interpretar los circuitos integrados U2 y U3 (SN75176), y viceversa (los niveles de salida TTL de los circuitos integrados 75176 son convertidos a niveles de entrada RS-232, para que ingresen al computador a través de la línea RXD).

- El circuito integrado U3 tiene sus terminales  $\overline{RE}$  (*Receiver Enable*, activo a un nivel lógico bajo) y DE (*Driver Enable*, activo a un nivel lógico alto) unidos a un potencial de 5 voltios, con lo cual éste queda habilitado para transmitir datos e inhibido para recibirlos. Este circuito integrado sólo puede trabajar en la tarjeta como transmisor de datos, los cuales toma de la entrada marcada como DI y los envía a través de los terminales marcados en el conector J2 como T+ y T- (pines 1 y 2, respectivamente).
- Los terminales  $\overline{RE}$  y DE del circuito integrado U2 están unidos entre sí y se encuentran disponibles en el

conector J3, el cual aloja un *jumper* o puente, que puede tener dos posiciones. Si el *jumper* se encuentra uniendo los puntos 2 y 3, los terminales DE y  $\overline{RE}$  se encontrarán en un estado lógico bajo, con lo cual el circuito integrado U2 actuará solamente como un receptor de datos. Si por el contrario, el *jumper* une los puntos 1 y 2, las funciones del circuito integrado dependerán de las condiciones presentes en el pin 1 del conector J3, las cuales finalmente dependen de la línea marcada como CTRL (Control), del conector J4. Así, el circuito integrado U2 puede recibir o transmitir datos, a través de los terminales del conector J2 marcados como RT+ y RT- (pines 3 y 4, respectivamente).

En realidad, el *jumper* del conector J3 define el tipo de interface que se va a implementar. Si el *jumper* une los puntos 1 y 2 se implementa una interface RS-485, mientras que si une los puntos 2 y 3 trabaja como una interface RS-422. Como lo vimos en un artículo anterior, la diferencia básica entre ambas interfaces consiste en que mientras la primera sólo utiliza dos hilos con los cuales se puede establecer una comu-



nicación *half-duplex*, la segunda utiliza cuatro hilos, con los cuales se puede establecer una comunicación *full-duplex*. Con la primera el equipo o transmite datos, o los recibe, mientras que con la segunda estos procesos se pueden desarrollar simultáneamente.

La interface más sencilla es la RS-422, ya que es bidireccional, y con líneas separadas para la transmisión y la recepción de los datos. Las cosas comienzan a complicarse un poco cuando las líneas se comparten para la transmisión y recepción de los datos; en este caso hay que empezar a considerar elementos que permitan controlar el momento en que se transmiten o reciben los datos, para que los diferentes elementos que se encuentren en una red no entren en conflicto y se pierdan los datos; ésta es la función de la línea de control, que puede ser implementada con una de las señales provenientes del puerto serial del computador PC, como a continuación se describe.

Observe que el transistor Q1 está actuando como un negador de la señal que sale a través de la línea RIout del MAX232 y que la estructura interna de este último corresponde también a un negador; por lo tanto, el nivel lógico en el pin 1 del conector J3 corresponde exactamente al nivel lógico dado a la señal de control CTRL.

En el conector del puerto serial de un computador PC se encuentran un par de líneas, RTS y DTR, cuyo nivel el usuario puede modificar; estas líneas tienen bits asignados en uno de los registros del puerto que controla las comunicaciones seriales del computador PC (el circuito integrado UART 8250, el 16450, o similar). En la figura 2 se muestra la ubicación de estos bits dentro del

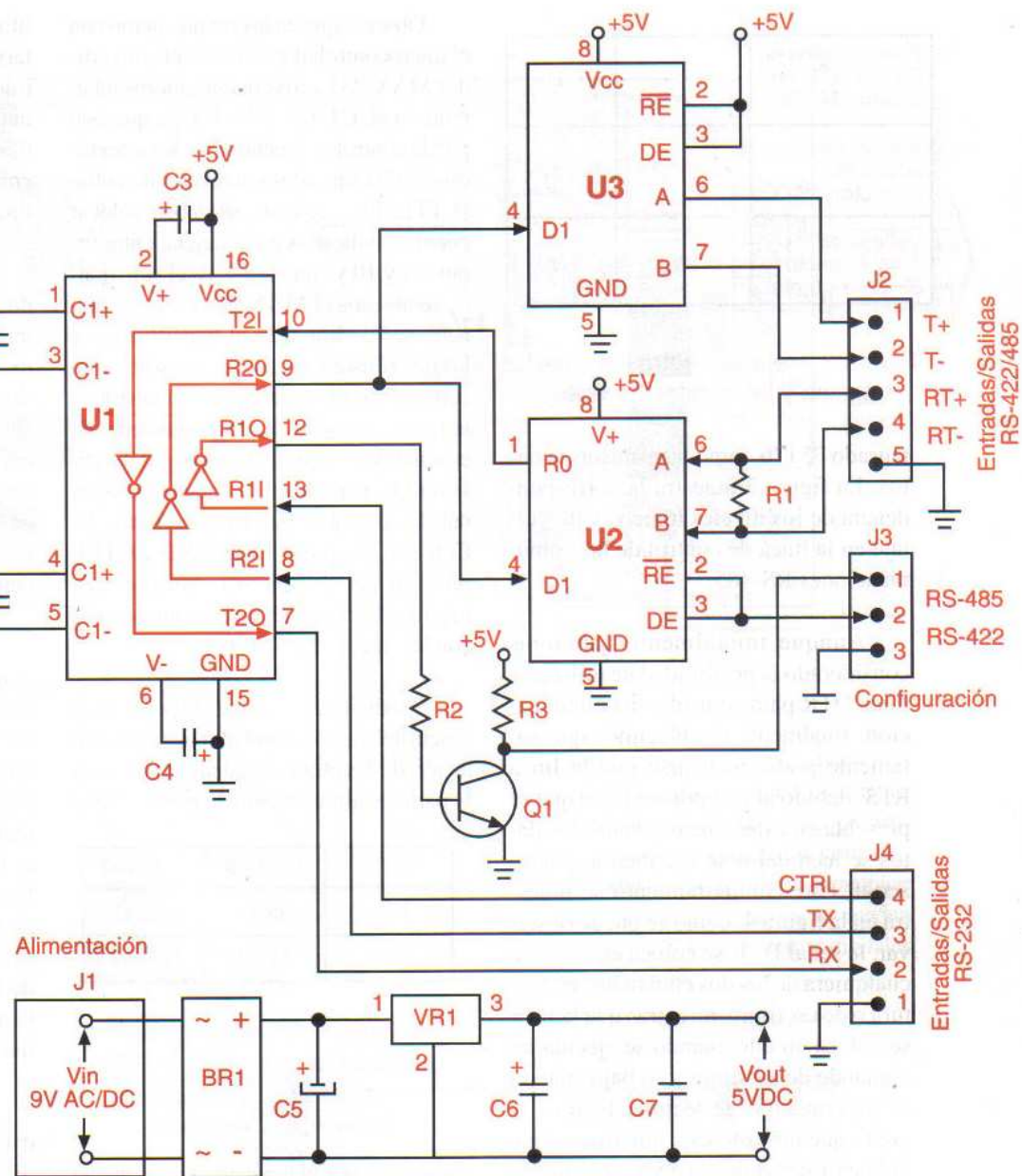


Figura 1. Diagrama esquemático del convertidor RS-232 a RS-422/485

registro *Modem Control (MCR)*, ubicada en la dirección base del puerto + 4 (si la dirección del puerto serial es 2F8h, la dirección del registro es 2FCh).

Ante un *reset* del computador, estos bits se encuentran en un nivel lógico bajo, el cual se refleja con un voltaje compren-

dido entre -3V y -12 voltios en las líneas correspondientes a las salidas RTS y DTR (pines 7 y 4, respectivamente, de un conector DB-9). Cuando por programa se colocan los bits correspondientes en 1, éstos se reflejan con voltajes comprendidos entre 3V y 12 voltios en las líneas en mención. Como la estructura interna del MAX232 corresponde a negadores, se tendría que colocar el bit RTS en 1 (o el DTR) para que a la salida RIout del MAX232 se presente un nivel lógico bajo y a su vez un nivel lógico alto en el colector del transistor Q1, con lo cual se habilita el circuito in-

Registro: MODEM CONTROL (MCR)  
Dirección: BASE + 4

|     |   |   |   |   |   |     |     |
|-----|---|---|---|---|---|-----|-----|
| 0   | 0 | 0 | X | X | X | RTS | DTR |
| MSB |   |   |   |   |   |     | LSB |

Figura 2. Ubicación de los bits RTS y DTR



| Estado lógico de RTS o DTR en registro MCR        | 0         | 1       |
|---|-----------|---------|
| Voltaje en las líneas del conector DB-9           | -5 a -12V | 5 a 12V |
| Voltaje en el pin 1 del conector J3 de la tarjeta | 0V        | 5V      |

**Figura 3. Relación entre los estados lógicos y los niveles de voltaje**

tegrado 75176 como transmisor de datos. La figura 3 muestra la correspondencia de los niveles lógicos y de voltaje en la línea de control de las comunicaciones RS-485.

Aunque inicialmente habíamos considerado la posibilidad de utilizar la línea DTR para controlar la comunicación, finalmente establecimos que solamente podía realizarse con la línea RTS, debido al comportamiento que se presenta en estas líneas cuando los datos se leen del o se escriben al puerto serial. Este comportamiento se muestra en la figura 4; como se puede observar, la señal DTR se coloca en alto con cualquiera de los dos comandos: de lectura o de escritura, mientras que la RTS se coloca en alto cuando se ejecuta un comando de escritura y en bajo cuando es un comando de lectura. Este es el punto que nos interesa: que finalmente la línea 1 del conector J3 se coloque en alto solamente cuando se vaya a transmitir un dato.

La figura 5 muestra la forma en que hay que configurar el cable anulador de modem (*modem null*) que se conectará a un conector DB-9 del puerto serial del computador PC. Allí, se deben unir los terminales 7 y 8 por un lado y los terminales 1, 4 y 6 por el otro. Pero esta tarjeta se diseñó no solamente para que se puedan comunicar computadores; es posible también utilizar microprocesadores y microcontroladores, o una combinación de los tres. La figura 5.a muestra la guía de ensamble para cuando la comunicación se va a establecer con un computador PC y la 5.b para cuando la comunicación se hace desde o hacia un microcontrolador.

Observe que en la comunicación con el microcontrolador se omite el convertidor MAX-232 y los condensadores inherentes a él, C1, C2, C3 y C4, ya que éste puede controlar directamente los integrados 76176, que admiten niveles de voltaje TTL. En este caso, se deben colocar puentes, indicados en la tarjeta, entre los pines 7 y 10 y entre 8 y 9, en el sitio donde se ubicaba el MAX232. De igual manera, se ha eliminado el transistor Q1 y las dos resistencias asociadas; sólo basta con realizar el puente que se muestra en la figura, entre un punto proveniente de la señal de control y el colector del transistor Q1, para llevar directamente la señal de control al pin 1 del conector J3. Con esto, los pines TXD, RXD y CTRL provenientes del microcontrolador, manejarán directamente las comunicaciones con los integrados 75176.

Si adicionalmente se dispone en la tarjeta del microcontrolador de la alimentación de 5 voltios, se puede omitir toda la parte de alimentación de este circuito,

| Señal | Lectura | Escritura |
|-------|---------|-----------|
| RTS   | BAJO    | ALTO      |
| DTR   | ALTO    | ALTO      |

**Figura 4. Niveles lógicos de las señales de DTR y RTS después de comandos de lectura y escritura**

compuesta por el conector J1, el puente rectificador BR1, los condensadores C5 y C6, el regulador VR1 y el disipador tipo TO220. Sólo basta con colocar un par de espadines en los sitios que se muestra en la tarjeta (el pin 3 del regulador de voltaje VR1 y el negativo del condensador C5), los cuales irán a la alimentación del circuito del microcontrolador (5 voltios).

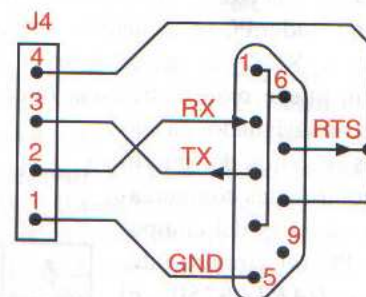
Como se había mencionado, las interfaces RS-422/485 utilizan cable par trenzado (*Twisted-Pair*), el cual consta de dos conductores aislados que están retorcidos entre sí y con el cual se consigue una mayor inmunidad al ruido electromagnético; si el cable adicionalmente tiene una hoja conductora rodeándolo, se obtiene más inmunidad. En este tipo de cable se pueden identificar claramente las parejas de cables que cons-

tituirán cada una de las señales. Si esta tarjeta se va a colocar en ambientes muy ruidosos, lo recomendable es conectar la hoja conductora (blindaje) a la línea de tierra en cada uno de los extremos del enlace; el pin 5 del conector J2 se ha destinado para estos propósitos.

Si se pretende comunicar solamente dos computadores, lo ideal es utilizar la interface RS-422, configurando el conector J3 mediante el *jumper*; así ambos podrían transmitir y recibir datos de manera simultánea. Si lo que se pretende establecer es una red de ellos, ha de utilizarse la interface RS-485, en donde las líneas RTS de cada uno controlará el momento en que transmitirán datos, de tal manera que no entren en colisión entre sí.

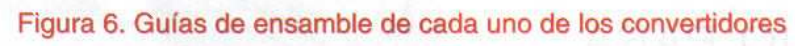
La figura 7 muestra dos formas de conectar las interfaces y las posiciones respectivas del *jumper* en el conector J3, para establecer la comunicación entre diferentes elementos, no importando cuales de ellos sean. Lo fundamental en cada una de las conexiones, es identificar correctamente cuales son los pares de hilos que llevarán cada una de las señales, los cuales no se deberán trocar entre sí: los hilos que salen de la señal positiva de una tarjeta, deben ir a la positiva de la otra, lo mismo que las señales negativas.

Para estas conexiones, debe recordar que en la interface RS-422 sólo puede existir un transmisor y hasta 32 receptores, mientras que en la RS-485 pueden estar 32 transmisores/receptores. Un aspecto que se recalca en el caso de una red numerosa, es que solamente las dos tarjetas de los extremos de la red tendrán resistencias entre las líneas receptoras (R1, en este caso).



**Figura 5. Cable modem-null para el convertidor RS-232 a RS-422/485**





K100-PC KIT para Computador PC

- R1-Resistencia 160  $\Omega$ , 1/4W
- R2-Resistencia 1K $\Omega$ , 1/4W
- R3-Resistencia 5.1K $\Omega$ , 1/4W
- C1-4,6-Condensadores de tantalio 10 $\mu$ F/35V
- C5-Condensador Electrolítico, 220  $\mu$ F/50V
- C7-Condensador cerámico 0.1  $\mu$ F/35V
- U1-Circuito integrado MAX232
- U2,3-Circuito integrado SN75176
- Q1-Transistor NPN 2N3904 o similar
- VR1-Regulador de voltaje 7805
- BR1-Puente rectificador 400V/1A
- II-Conector para voltaje
- J2-1 conector de tornillo de dos pines  
1 conector de tornillo de tres pines
- J3-Conector macho de tres pines para impreso
- J4-Conector en línea de 4 pines para impreso
- 1 Disipador para cápsula TO220
- 1 Circuito impreso K-100
- 2 Bases para circuito integrado de 8 pines
- 1 Base para circuito integrado de 16 pines
- 1 jumper
- 5 cms de alambre para puentes
- 1 Tornillo de 1/4"x1/8, con tuerca y arandela

R1-Resistencia 160  $\Omega$ , 1/4W

- R1-Resistencia 160  $\Omega$ , 1/4W
- C7-Condensador cerámico .1  $\mu$ F/35V
- U2,3-Circuito integrado SN75176
- J2-1 conector de tornillo, de dos pines  
1 conector de tornillo, de tres pines
- J3-Conector macho de tres pines para impreso
- J4-Conector en línea de 4 pines para impreso
- 1 Circuito impreso K-100
- 2 Bases para circuito integrado de 8 pines
- 2 Espadines
- 1 jumper
- 15 cms de alambre para puentes


Estas interfaces son realmente sencillas y, si se toman las debidas precauciones y cuidados al momento de ensamblar las tarjetas y realizar las conexiones, no tendrá ningún problema en ampliar las distancias entre las cuales se pueden comunicar con éxito los sistemas digitales de diverso tipo. 



Figura 7. Esquemas de las conexiones para diferentes interfaces