

NORMAS DE COMUNICACIÓN EN SERIE: RS-232, RS-422 Y RS-485

SERIAL COMMUNICATION STANDARDS: RS-232, RS-422 Y RS-485

Néstor Gabriel Forero Saboya¹

Fecha de recepción del artículo: 18/05/ 2012 - Fecha de aprobación del artículo: 20/06/ 2012

RESUMEN

Este artículo presenta una breve reseña de la teoría de la comunicación en serie industrial y un paralelo entre las tres (3) normas de mayor uso en comunicaciones de este tipo (RS-232, RS-422 y RS-485).

PALABRAS CLAVE

La evaluación del impacto ambiental, el conductor, el receptor, la comunicación serial.

ABSTRACT

This paper presents a brief survey of the theory of industrial communications serial and a parallel between the three (3) most common communication standards (RS-232, RS-422 and RS-485).

KEYWORD

EIA, driver, receiver, serial communication.

Introducción

Las comunicaciones industriales con fines de automatización exigen un amplio conocimiento de los estándares de conexión local para equipos terminales que permitan la comunicación entre una computadora y sus periféricos, incluidos los sensores, actuadores y controladores lógicos programables.

Este tipo de comunicaciones brinda el escenario ideal para construir redes de baja cobertura y bajo costo, ya sea con conexiones de corriente o de tensión. En los circuitos de conexión en serie por corriente o *bucle de corriente* se emplea ésta característica para representar la información del sistema a través de un cable que une los equipos terminales emisor y receptor. Por otro lado, en los circuitos de conexión por tensión o *bucle de tensión* es ésta señal eléctrica la que se emplea para representar la información a través del enlace establecido entre los dos (2) conductores enlazados.

¹ Ingeniero Industrial, Especialista en Informática y Multimedia, Especialista en Ingeniería Telemática, Master en Ingeniería Telemática y Candidato a Doctor en Ingeniería Telemática por la Universidad de Vigo – España. Grupo de Investigación Davinci's, Universidad Libre, Bogotá.

* This work was completely supported by the author for his investigation activity in Universidad Libre.

Néstor Gabriel Forero Saboya is Industrial Engineering of the Universidad Distrital de Bogotá - Colombia - with Specialist Degree in Informatics, Multimedia and Telematics Engineering, actually student in Master Industrial Engineering at the Universidad Distrital in Colombia.

Las exigencias de velocidad y alcance de las redes locales industriales hacen que sea necesario llevar a cabo un gran esfuerzo en pro de la normalización; de tal manera que se han generado diversas recomendaciones internacionales propuestas por la EIA (*Electronic Industries Association*) [1]. A lo largo de los siguientes apartados se presenta el funcionamiento del bucle de corriente, el bucle de tensión así como las similitudes y diferencias entre los estándares RS-232, RS-422 y RS-485 teniendo en cuenta el tipo de conector, la fidelidad, la inmunidad ante la interferencia electromagnética, la velocidad de transmisión y la protección de los usuarios.

Bucle de Corriente

A. Generalidades

Ha sido comúnmente usado con teletipos o teleimpresoras que actúan como teclado e impresora en un mismo equipo, también para conectar equipos terminales DTE (*Data Terminal Equipment*) transmitiendo la información en banda base digital con baja velocidad e incluso con aislamiento galvánico.

Entre las principales características de funcionamiento del bucle interno se tienen las siguientes:

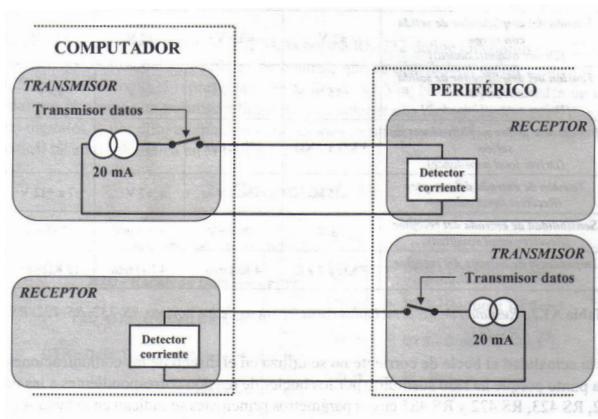
- 1.- La presencia o ausencia de corriente se asocia con un uno ("1" lógico) o un cero ("0" lógico).
- 2.- El valor de la corriente (I) es de 4 ó 20 mA de acuerdo con el tipo de dispositivo.
- 3.- Distintos tipos de circuitos de acoplamiento se pueden utilizar para la conexión entre ellos (*optocacopladores y relés entre otros*).
- 4.- En el bucle y de acuerdo con su rol un extremo genera corriente y el otro lo detecta en conjunto con la aplicación particular que lo demande.
- 5.- El número de terminales (*receptores*) que se pueden conectar en un bucle depende de la potencia disponible en la terminal activa (*emisor*), para mantener la corriente mínima de 4 mA.
- 6.- La máxima distancia de transmisión es de 450 m.

y la velocidad de 9600 bps. 7.- La conexión no está normalizada y se necesitan circuitos de conversión para poder ser conectadas terminales activas o pasivas (*convertidor activo-activo o bien convertidor pasivo-pasivo*). 8.- Para transmisiones bidireccionales con comunicación simultánea se necesitan dos (2) bucles de corriente independiente entre las terminales de tal forma que una opere como emisor en uno y como receptor en el otro [2].

B. Esquema Básico de Transmisión

El transmisor actúa sobre un dispositivo conmutador que conecta o desconecta de la línea fuente de corriente, a su vez, el receptor detecta la corriente que pasa por la línea y la convierte en una tensión eléctrica que se acopla al él. En la Figura 1. se ilustra un esquema básico de transmisión en bucle de corriente realizada entre un transmisor de una UART (*Universal Asynchronous Receiver-Transmitter*) con un receptor de otra, con aislamiento galvánico obtenido mediante un optoacoplador [3].

Figura 1. Esquema Básico de Transmisión con Bucle de Corriente.



En el diseño moderno de comunicaciones en serie punto a punto el bucle de corriente no es utilizado debido a que ha sido sustituido por la transmisión de bucle de tensión con el uso cada vez mayor de los protocolos RS-232, RS-423, RS-422 y RS-485 [4][5].

Bucle de Tensión

A. Generalidades

A diferencia de la conexión serie de corriente la conexión serie de tensión es muy utilizada en la actualidad debido a sus mejores prestaciones en alcance y velocidad. Las diferentes propuestas de normalización se clasifican en: 1.- Especificaciones mecánicas, funcionales y de procedimiento dadas por la EIA RS-232C ó CCITT V.24 y la EIA RS-449. 2.- Especificaciones eléctricas dadas por la EIA RS-232C ó CCITT V.28, EIA RS-423A (*no equilibrada*), EIA RS-422A (*equilibrada*) y la EIA RS-485 (*equilibrada y con tercer estado*).

Lo anterior para hacer realidad la idea de sistema informático abierto y poder conectar diferentes periféricos a un procesador digital. Entre las características mecánicas de la norma los periféricos de una computadora se caracterizan por ser sistemas mecánicamente independientes y por ser fabricados por empresas diferentes a las que construyen las computadoras con las que interactúan, lo cual, obliga a que la conexión entre emisor y receptor deba ser removible, de alta fidelidad, capaz de identificar las diferentes señales del medio y estar normalizadas para que se puedan intercambiar los periféricos de los distintos fabricantes.

La conexión entre las computadoras y los medios de transmisión guiados se realiza mediante conectores macho y hembra con un número de terminales y dimensiones establecidos por un organismo de normalización.

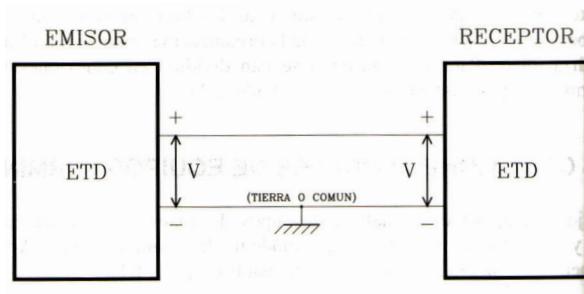
Las características eléctricas implican inmunidad ante la interferencia electromagnética, la velocidad de transmisión y la protección de los usuarios.

B. Esquema Básico de Transmisión

Al transmitir en una banda de base digital se puede establecer una configuración mínima prescindiendo de las señales de control de tal forma que se puede

utilizar únicamente dos líneas (*una de masa y una de datos*) para realizar una transmisión en un único sentido simultáneamente (*half dúplex*); éste es el caso que se ilustra en la Figura 2. como un diagrama de bloques de una comunicación asíncrona simultánea entre dos (2) microcontroladores [3].

Figura 2. Diagrama de Bloques con Bucle de Tensión.



A continuación se analizan los estándares más populares de la transmisión de bucle de tensión las normas RS-232, RS-422 y RS-485 respectivamente.

Estándar RS-232

A. Historia

En la década de los años 60 la EIA desarrolló una interfaz común de comunicación con el objetivo principal del intercambio de datos a través de líneas telefónicas de voz que por ende requerían de un dispositivo traductor de señales (*análogo-digital y digital-análogo*), el protocolo de la norma utiliza un modo asíncrono en el cual, el emisor y el receptor manejan su propio reloj, donde ambos deben tener la misma frecuencia. El estándar se ha desarrollado por más de cuarenta (40) años durante los cuales la EIA ha publicado tres (3) modificaciones, la más reciente llamada EIA-232F introducida en 1997. El nombre del estándar paso de RS-232 a EIA-232 al igual que otros elementos de la norma original han cambiado su denominación.

Los diferentes parámetros de la transmisión son programables, un caso es la velocidad que puede variar entre 50 y 19.200 baudios.

B. Características Mecánicas

La comunicación serial mediante el estándar RS-232 puede ser directa cuando se realiza sobre banda base digital y/o mediante un modem cuando la transmisión se realiza en banda base análoga modulando la portadora.

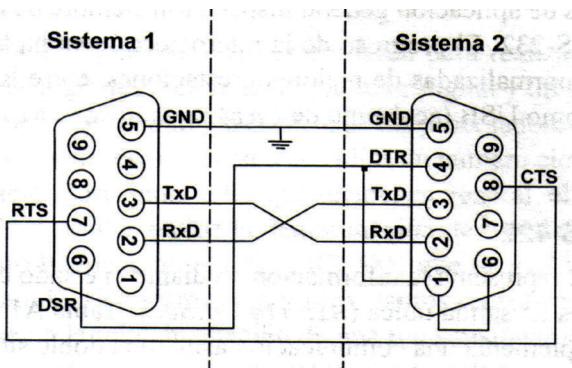
Cuando se transmite a través de un modem la norma define un conjunto de 22 señales divididas en señal de datos y señal de control distribuidas en un conector de tipo D de 25 terminales, sin embargo, no todas las señales de control son imprescindibles para establecer la comunicación entre dos equipos, es por eso que en muchas ocasiones se utiliza un conector macho tipo D de 9 terminales [3].

La versión europea se regula bajo la norma CCITT V.24 y se especifica para una distancia máxima del enlace de 15 m y una velocidad de transmisión de máximo 20 Kbps [6].

Los tipos de señales de la especificación RS-232 (CCITTV.24) son los siguientes: 1.- *Masa*: GND para aislamiento del conector con enlace al chasis de la terminal; SG Señal sobre la que se establece la tensión de las demás señales del conector. 2.- *Canal Principal*: Conjunto de señales de datos y control, TxD y RxD líneas de transmisión y recepción respectivamente; RTS, CTS, DSR y DCD señales básicas, DTR y RI señales comutadas y SQ, CH y CI señales de calidad y canales. 3.- *Transmisión Síncrona*: DA, DD y DB exclusivas de sincronía. 4.- *Canal Secundario*: para algunos modelos DCE. 5.- *Terminales sin Asignación Fija*: para utilizarse por aplicación formando dos (2) bucles de corriente en caso de ser requeridas [2].

En la Figura 3. se ilustra un conector D de 9 terminales con especificación de señales por terminal para comunicar dos sistemas [7].

Figura 3. Conector serial tipo D9 para comunicaciones RS-232.



C. Características Eléctricas

La norma define un margen de tensión de +3 V a +15 V para el “0” lógico y -3 V a -15 V para el “1” lógico; por lo que, se hace necesario que tanto en la transmisión como en la recepción se utilice un circuito de adaptación que transforme los niveles de tensión utilizados en los circuitos digitales en los que se acaban de indicar y viceversa, ésta característica está descrita en mayor detalle en la norma CCITTV.28 definida para las características eléctricas del estándar RS-232C.

Las computadoras estándar de aplicación general estuvieron dotadas de puertos serie para salida a periféricos normalizados como RS-232 pero en la actualidad se emplean los puertos USB (*Universal Serial Bus*) que tienen desempeños superiores y se encuentran, además, dispositivos PCI Express de alto rendimiento compatibles con sistemas operativos Windows como el que se ilustra en la Figura 4. interfaz RS-232 de 8 puertos para transmisión desde 2 bps hasta 1 Mbps [8].

Figura 4. Interfaz RS232 de 8 Puertos de Alto Rendimiento PCI Express.



Estándar RS-422

A. Historia

Es una de las especificaciones de la norma RS-449 introducida en 1975, publicada en 1983 y como revisión en Mayo de 1994 en donde se especifican las características eléctricas de un circuito de comunicación digital de salida única ya sea el estado “0” o “1” lógicos mediante una señal diferencial. Actualmente conocido por la norma europea UIT-T T-REC-V.11, también identificado como X.27 confirmada por la TIA (*Telecommunications Industry Association*) en 2005 [6][9].

B. Características Mecánicas

El estándar define conexiones con cable de par de cobre trenzado y terminales RJ que lo hace más resistente a la interferencia electromagnética y le proporciona mayor velocidad de transmisión que con la norma RS-232 [2].

La comunicación es asíncrona doble simultánea en banda base digital con un amplificador (*driver*) que representa la señal mediante el diferencial de nivel entre sus dos (2) salidas (*Balanced Circuit or Differential*) y en el receptor un amplificador diferencial [3].

Los dispositivos de la norma RS-422 mantienen compatibilidad con el estándar RS-232 como se aprecia en la Figura 5. donde, se tiene un adaptador PCI Express de 8 puertos y alto rendimiento con enlaces para terminal serial EIA232. *Importante:* La máxima capacidad de control de terminales para el estándar es de 10 equipos receptores simultáneos por emisor [10].

Figura 5. Interfaz RS422 de 8 Puertos de Alto Rendimiento PCI Express.

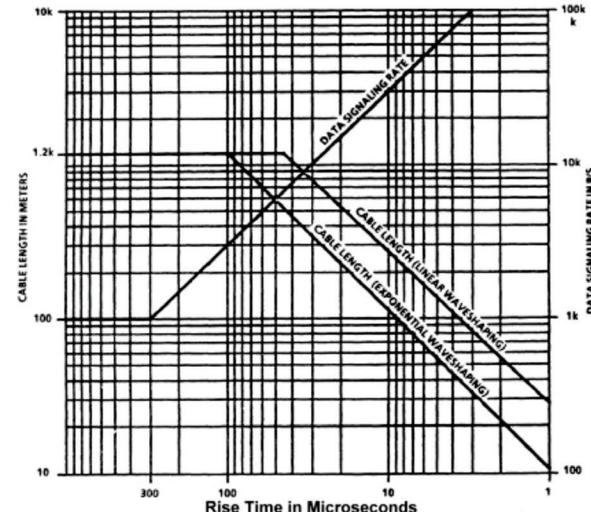


C. Características Eléctricas

En la comunicación de la norma RS-422 se tiene que el emisor opera el “1” lógico a un voltaje de -2 a -6 Volt. y el “0” lógico a la entrada del receptor en el rango de +0.2 a +7 Volt.

El alcance de la transmisión está dado por la relación existente entre el volumen de los datos a transferir y el tiempo de la señal en la portadora determinado por la velocidad de transferencia de donde se obtiene que la longitud máxima del cable es de 1.200 m y la velocidad máxima de 10 Mbps que se obtiene en una distancia de 12 m. La relación de distancias y velocidades se aprecia en la Figura 6. [11].

Figura 6. Tasa de Transferencia en Cable para la Norma RS422.



Estándar RS-485

A. Historia

Es una de las especificaciones de la norma RS-449 publicada como estándar en 1983 en donde se especifican las características eléctricas de un circuito de comunicación digital de salida ya sea el estado “0” o “1” lógicos mediante una señal diferencial más una señal de alta impedancia o “tercer estado” con lo cual es posible conectar más de un emisor en la red, motivo por el cual, es muy útil en redes locales industriales a dos (2) hilos. Actualmente conocido

como la norma TIA-485-A.222 confirmada por la TIA (*Telecommunications Industry Association*) en 2003 [12].

B. Características Mecánicas

El estándar define conexiones con cable de par de cobre trenzado y terminales RJ11 por lo cual existe mayor resistencia a la interferencia electromagnética y mayor velocidad de transmisión que con la norma RS232 [2].

Permite la conexión de hasta 32 emisores con 32 receptores en transmisión doble simultánea full dúplex capaz de enlazar procesadores de comunicación principal (*master*) con procesadores subordinados (*slaves*) cuyo funcionamiento (*acceso priorizado*) esta definido por los mismos arreglos topológicos de las redes de datos.

Los dispositivos de la norma RS-485 mantienen compatibilidad con el estándar RS-232 como se aprecia en la Figura 7. donde, se tiene un adaptador PCI Express de 16 puertos y alto rendimiento con enlaces para terminal serial RS-232.

Figura 7. Interfaz RS485 de 16 Puertos de Alto Rendimiento PCI Express.



C. Características Eléctricas

En la comunicación de la norma RS-485 se tiene que el emisor opera el “1” lógico a un voltaje de -1.5 a -5 Volt. el “0” lógico a la entrada del receptor en el rango de +0.2 a +12 Volt y la máxima tensión aplicada a la línea de salida es de -7 a +12 Volt.

El alcance de la transmisión está dado por la relación existente entre el volumen de los datos a transferir y el tiempo de la señal en la portadora determinado por la velocidad de transferencia de donde se obtiene que la longitud máxima del cable es de 1.200 m y la velocidad máxima de 10 Mbps que se obtiene en una distancia de 12 m. La relación de distancias y velocidades se aprecia en la Figura 6. [11] del apartado anterior dedicado a la norma RS-422.

D. Diferencia entre los Drivers de RS-485 y RS-422 en Montaje Multiterminal

Generalmente se presenta gran confusión entre la diferencia real de los estándares RS-485 y RS-422 cuando se pretende realizar montajes con múltiples drivers, sin embargo, hay que recordar que solamente la norma RS-485 permite trabajar con este tipo de configuraciones. Si bien los drivers de RS-485 tienen compatibilidad con los dispositivos RS-422 la situación contraria NO sucede. En caso de llegar a utilizar drivers de RS-422 en instalaciones RS-485 se presentarán los siguientes problemas como se expone en [6]:

1. El driver en tercer estado puede bloquear la línea de comunicación debido a la diferencia de potencial de tierra entre los drivers en RS-422 que es de apenas 250 mV a +6 Volt. con lo cual, el driver desactivado puede salir del rango de alta impedancia.
2. Los dispositivos se pueden dañar térmicamente debido a la alta temperatura generada al excederse la capacidad de disipación cuando dos drivers activos quedan en estado opuesto al mismo tiempo dejando altas corrientes entre los dispositivos.
3. Está relacionado con la corriente suministrada ya que en el caso de la norma RS-422 se requiere que los drivers reciban/acepten dos (2) veces la corriente requerida para su terminación en la conexión (resistencia única).

Resumen de las Características de las Normas

En la Figura 8. se presenta una tabla con las características eléctricas y prestaciones de las conexiones serie [2].

Figura 8. Características Eléctricas y prestaciones de las conexiones serie.

| | Concepto | CCITT V.28 (EIA RS-232 C) | CCITT V.10 y X.26 (EIA RS-423 A) | CCITT V.11 y X.27 (EIA RS-422 A) | EIA RS-485 | RS-449 | Bucle de corriente de 4÷20 mA |
|----------------------------|--|---------------------------------------|---|-------------------------------------|------------------------------------|----------------|---|
| Características eléctricas | "1" Lógico en la salida (Emisor) | -5 ÷ -15 (Volt.) | -3,6 ÷ -6 (Volt.) | -2 ÷ -6 (Volt.) | -1,5 ÷ -5 (Volt.) | RS-422/423 | 4 ÷ 20 mA |
| | "1" Lógico en la entrada (Receptor) | -3 ÷ -15 (Volt.) | -0,2 ÷ -12 (Volt.) | -0,2 ÷ -7 (Volt.) | -0,2 ÷ -7 (Volt.) | — | 4 ÷ 20 mA |
| | "0" Lógico en la salida (Emisor) | 5 ÷ 15 (Volt.) | 3,6 ÷ 6 (Volt.) | 2 ÷ 6 (Volt.) | 1,5 ÷ 5 (Volt.) | — | Ausencia de corriente |
| | "0" Lógico en la entrada (Receptor) | 3 ÷ 15 (Volt.) | 0,2 ÷ 12 (Volt.) | 0,2 ÷ 7 (Volt.) | 0,2 ÷ 12 (Volt.) | — | Ausencia de corriente |
| | Tercer estado en la salida (Three-state) | No | No | No | Si | — | No |
| | Conexión entre emisor y receptor | No equilibrada (Emisor y Receptor) | No equilibrada (Emisor) y Diferencial (Receptor) | Diferencial (Emisor y Receptor) | Diferencial (Emisor y Receptor) | — | No equilibrada (Emisor y Receptor) |
| Prestaciones | Máxima tensión aplicada a la línea de salida | ± 25 (Volt.) | + 6 (Volt.) | -0,25 ÷ 6 (Volt.) | -7 ÷ 12 (Volt.) | — | No especificada |
| | Número de emisores y receptores en una línea | 1 Emisor 1 Receptor | 1 Emisor 10 Receptores | 1 Emisor 10 Receptores | 32 Emisores 32 Receptores | — | Ilimitado (restricciones eléctricas) |
| | Velocidad máxima | 20 Kbps / 15 m | 300 Kbps / 10 m | 10 Mbps / 12 m | 10 Mbps / 12 m | 2 Mbps / 6 m | 9,6 Kbps / 450 m |
| | Media | — | 30 Kbps / 100 m | 1 Mbps / 120 m | 1 Mbps / 120 m | — | — |
| | Mínima | — | 3 Kbps / 1000 m | 100 Kbps / 1200 m | 100 Kbps / 1200 m | 20 Kbps / 60 m | — |

La Figura 9. resume los elementos críticos de comparación entre las especificaciones RS-232, RS-422 y RS-485 [13]. Aspectos para resaltar en esta comparación resultan ser el cable, el modo de comunicación, la señal y la corriente de salida.

En el siguiente apartado se trata con detalle la conversión de los diferentes niveles de señal utilizados en diferentes unidades de comunicación normalmente requeridos en la práctica empresarial. Conversión de Señal entre las Normas.

La conversión de señales involucra un cambio en los elementos físicos que permiten el intercambio de información y es frecuente que requiera componentes como: terminales tipo DB25 (hembra y macho), plugs RJ12 4P4C, 6P6C y DB9.

Figura 9. Elementos Críticos de Comparación entre conexiones serie.

| | RS232 | RS422 | RS485 |
|--------------------|---|----------------------------------|------------------------------------|
| Cabling | single ended | single ended multi-drop | multi-drop |
| Number of Devices | 1 transmit 1 receive | 5 transmitters 10 receivers | 32 transmitters 32 receivers |
| Communication Mode | full duplex | full duplex half duplex | half duplex |
| Max. Distance | 50 feet at 19.2 Kbps | 4000 feet at 100 Kbps | 4000 feet at 100 Kbps |
| Max. Data Rate | 19.2 Kbps for 50 feet | 10 Mbps for 50 feet | 10 Mbps for 50 feet |
| Signaling | unbalanced | balanced | balanced |
| Mark (data 1) | -5 V min. -15 V max. | 2 V min. (B>A) 6 V max. (B>A) | 1.5 V min. (B>A) 5 V max. (B>A) |
| Space (data 0) | 5 V min. 15 V max. | 2 V min. (A>B) 6 V max. (A>B) | 1.5 V min. (A>B) 5 V max. (A>B) |
| Input Level Min. | +/- 3 V | 0.2 V difference | 0.2 V difference |
| Output Current | 500 mA <i>(Note that the driver ICs normally used in PCs are limited to 10 mA)</i> | 150 mA | 250 mA |

En la Figura 10a. se observa la vinculación de los pines correspondientes entre las estaciones DTE de 25 hilos y los convertidores DCE de 25 hilos de manera que se garantice la comunicación de datos entre ellos. En 13b. puede observarse el proceso inverso teniendo en cuenta que el dispositivo puede, por demás, ser RS-485 [14].

Figura 10a. Diagrama de Hilos entre Dispositivos RS-232 y DB25.

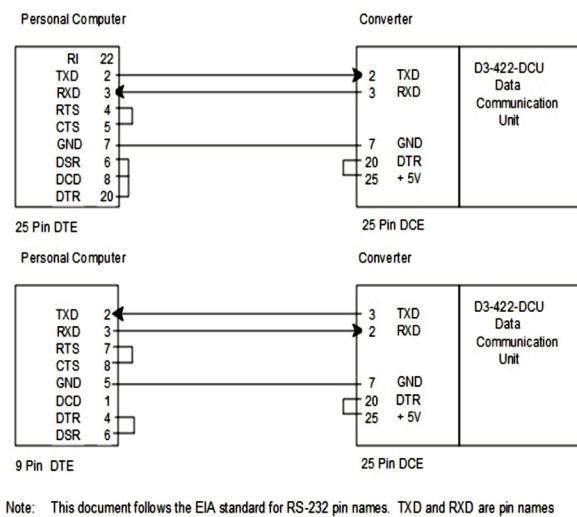
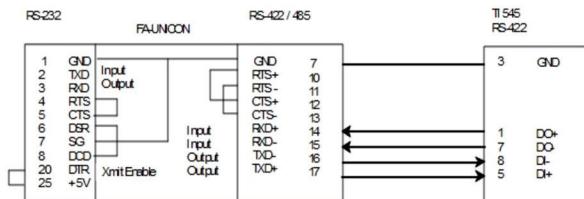
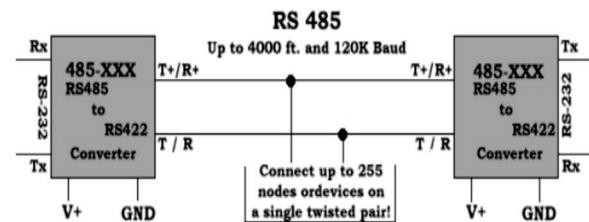


Figura 10b. Diagrama de Hilos entre Dispositivos RS-422/485 y RS-232.

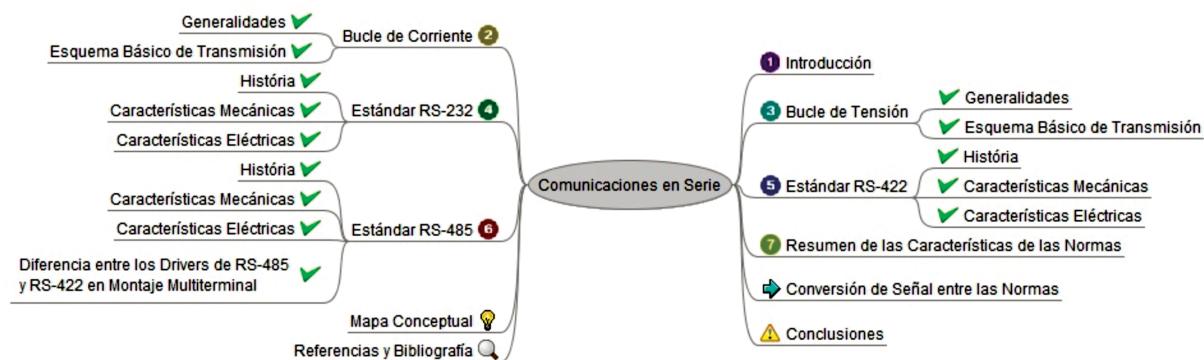


Finalmente, aunque de manera oficial los drivers RS-485 pueden direccionar hasta 32 dispositivos en la red, con la nueva generación de productos de conversión de señales se logra una expansión de entre 128 y 255 nodos. La situación descrita puede observarse en la Figura 11. donde los extremos RS-232 se conectan entre sí por medio de convertidores de última generación RS-485 [13].

Figura 11. Diagrama de Hilos Multipunto para RS-485.



Mapa Conceptual del Artículo



Conclusiones

Los drivers RS-485 son la mejor alternativa para redes locales industriales y para las aplicaciones multiterminales debido a su protección térmica y amplio soporte de transceptores de carga.

El bucle de tensión ha desplazado progresivamente al bucle de corriente en el diseño de redes industriales gracias a la flexibilidad y potencia obtenidos en el desarrollo de conceptos eléctricos de mayor complejidad sobre los cuales se estructura.

Los materiales de fabricación de la portadora así como la distancia de transporte de datos impactan de manera inversamente proporcional a la capacidad y a su velocidad de transferencia.

El futuro de las redes locales industriales demanda diariamente de estándares que sean capaces de manejar un mayor número de equipos *master* y proporcionalmente una mayor cantidad de terminales *slaves* para cumplir con las exigencias del mundo productivo moderno.

Referencias

The RS232 Standard A Tutorial With Signal Names And Definitions, C. E. Strangio. (2012). CAMI Research Inc. Acton Massachusetts [Online]. Available at: http://www.camiresearch.com/Data_Cons_Basics/RS232_standard.html#anchor1154232

P. Mariño, Las Comunicaciones En La Empresa: Normas, Redes y Servicios. Ra-Ma, 2^a. Edición, 2003.

E. Mandado, J. M. Acevedo, C. Fernández, J.I. Armesto, Autómatas Programables y Sistemas de Automatización. Marcombo, 2^a. Edición 2010.

M.A. Miller, Data and Network Communications. Delmar Thompson Learning. 2001.

A. Elahi, Network Communications Technology. Delmar Thompson Learning. 2001.

Sistemas de Comunicaciones Industriales, J. M. Grau, SEI-Selco, August 2012, Available at: <http://tec.upc.es/ie/practi/Sistemas.pdf>

AGG Software, Technology at your service, August 2012, Available at: <http://www.aggsoft.com/rs232-pinout-cable/serial-port-db9.htm>

National Instruments, Interfaces Seriales RS232 y RS485, August 2012, Available at: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/207739>
Enciclopedia libre Wikipedia, RS422, August 2012, Available at: <http://es.wikipedia.org/wiki/RS-422>

National Instruments, Interfaces Seriales RS485 y RS422, August 2012, Available at: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/207741>

Tasa de Transferencia de Datos en Cable, August 2012, Available at: http://www.interfacebus.com/How_to_Specify_an_Equipment_Chassis-Cable_Data-Rate.html

Enciclopedia libre Wikipedia, RS485, August 2012, Available at: <http://es.wikipedia.org/wiki/RS-485>

Side by Side Specification Chart, April 2013, Available at: <http://www.rs-485.com/comspec.html>

Tasa de Transferencia de Datos en Cable, April 2013, Available at: <http://www.facts-eng.com/manuals/fauniconm.pdf>