Interfaz RS-232 y sus variantes

Transmisión de Datos

Ing. Luis Di Pinto (ldipinto@herrera.unt.edu.ar)

http://www.microprocesadores.unt.edu.ar/transmision/

Repaso Esquema General (2da parte)

- En esta segunda parte de la materia, vamos a enfocarnos en un conjunto de interfaces seriales.
  - Algunas de las más usadas y populares.



- A su vez, tendrá mucha más importancia la parte práctica, con laboratorios.
  - Empiezan a usar la EDU-CIAA.

Temas que veremos

- Interfaz RS-232.
  - Características eléctricas, mecánicas y conexiones.
- Interfaz RS-422.
  - Características eléctricas, mecánicas y conexiones.
- Interfaz RS-485.
  - Características eléctricas, mecánicas y conexiones.

Definición de Interfaz

- Conjunto de especificaciones que permiten la interconexión de equipos para el intercambio de datos.
- Son normas emitidas por un comité de normalización como EIA, ITU-T o ISO.
- Define las características eléctricas, mecánicas y funcionales.

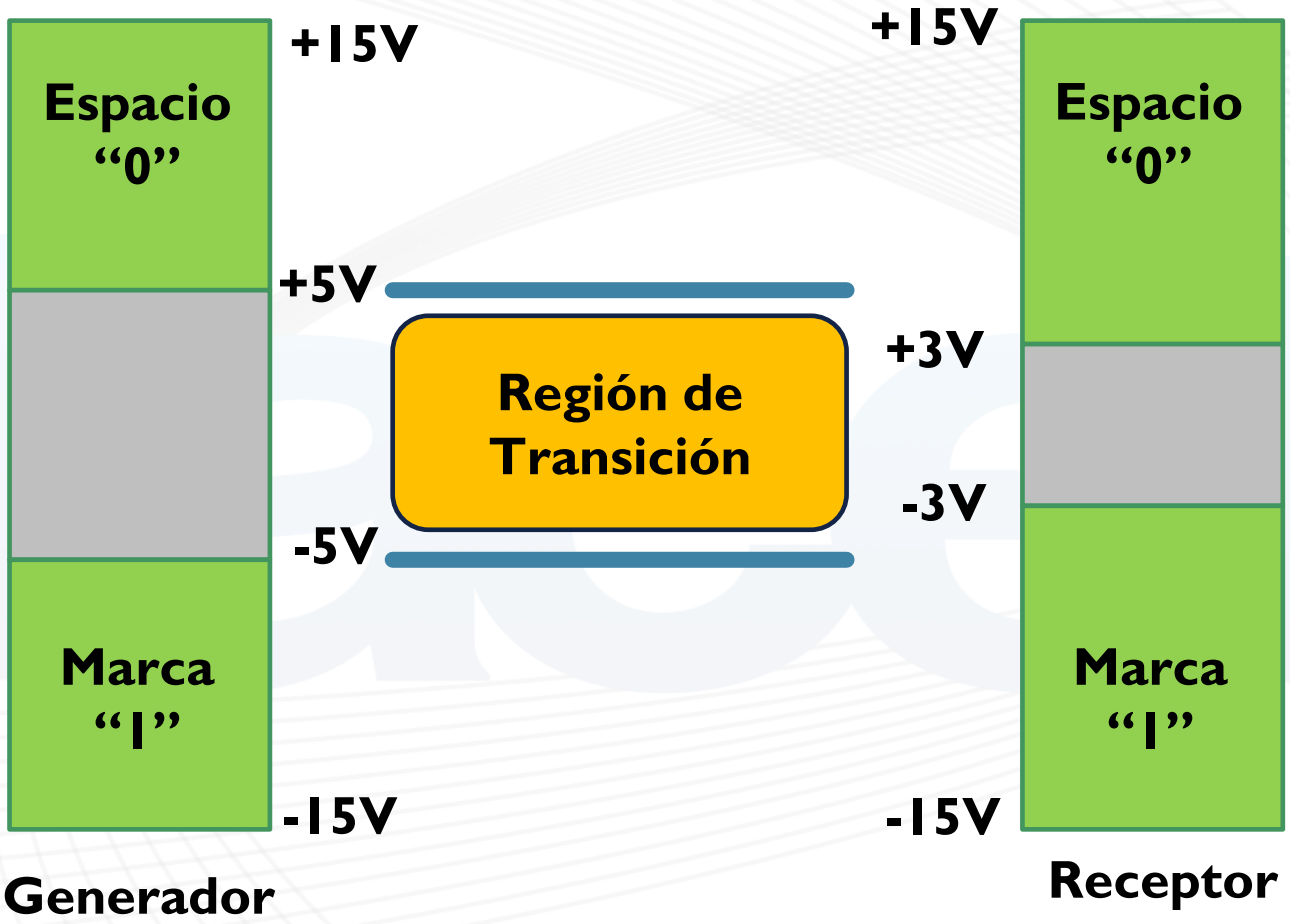
La norma RS-232

- Define la conexión punto a punto entre un *Equipo Terminal de Datos* (DTE) y *Equipo de Comunicaciones* (DCE)
- Utiliza líneas en **modo común** y un protocolo serial que puede ser **sincrónico** o **asincrónico**.
- Permite comunicaciones simplex, half-duplex o full-duplex.

Los niveles de tensión

- El transmisor debe usar una tensión de:
  - Entre +5V y +15V para codificar un espacio.
  - Entre -5V y -15V para codificar una marca.
- El receptor debe interpretar una tensión de:
  - Entre +3V y +15V como un espacio.
  - Entre -3V y -15V como una marca.

Los niveles de tensión



Especificaciones eléctricas

- La tensión de vacío V_0 no debe superar los 25V, es decir qué $|V_0| < 25V$.
- Los circuitos excitadores deben ser capaces de mantener un corto circuito contra cualquier línea de la interfaz sin sufrir daños.
- La corriente máxima que deben entregar debe ser menor a los 500 mA, es decir que $|I_{cc}| < 500mA$

Especificaciones eléctricas

- Si V_i es mayor a +3V debe considerarse un espacio y si es menor a -3V entonces es una marca.
- Si V_i se encuentra entre -3V y +3V esta en la zona de transición.
- La impedancia de salida del transmisor no debe ser menor a 300 Ω cuando se mide con una tensión de 2V.

Especificaciones eléctricas

- La impedancia de entrada Z_L debe ser menor que 7KΩ cuando se mide con una tensión V_i que verifica $3V < |V_i| < 25V$.
- La impedancia de entrada Z_L debe ser mayor que 3KΩ cuando se mide con una tensión V_i que verifica $|V_i| < 25V$.
- La capacidad de carga C_L no debe superar los 2500 pF, incluyendo la capacidad de los cables.

Especificaciones eléctricas

- La tasa de cambio en la tensión de salida no debe superar los 30V/uSeg.
- El tiempo requerido para que la señal pase por la región de transición no debe superar el milisegundo ni el 4% del tiempo de duración de un bit.
- La tasa máxima de bits que recomienda la norma es de 20 kbps para 15 metros.

Nomenclatura de los circuitos

- Tierras o retornos comunes (A)
- Circuitos de datos (B)
- Circuitos de control (C)
- Circuitos de sincronización (D)
- Circuitos secundarios (S)

Circuitos de tierra

- **AA (1) Protective Ground [GND]**: Es la tierra conectada al chasis o carcaza del equipo donde está montada la interfaz. Su conexión es opcional. La versión D de la RS232 ya no contempla esta conexión en su descripción.
- **AB (7) Signal Ground [SG]**: Es la tierra de las señales. Su uso es imprescindible, cualquiera sea el uso que se dé a la interfaz.

Circuitos de datos

- **BA (2) Transmitted Data [TD]**: (DTE→DCE) Es el circuito utilizado por el DTE para enviar los datos hacia el DCE. La acción de este circuito está condicionada por el estado de las líneas CTS, DSR, RTS y DTR que deben estar en ON.
- **BB (3) Received Data [RD]**: (DTE←DCE) Es el circuito utilizado por DTE para recibir los datos desde el DCE. La acción del mismo está condicionada por las líneas DCD.

Circuitos de control

- **CA (4) Request to Send [RTS]**: (DTE→DCE) Es el circuito con el que el DTE controla al DCE para que transmita o reciba datos, hacia o desde, el canal de comunicación.
- **CB (5) Clear to Send [CTS]**: (DTE←DCE) Es el circuito por el que el DCE confirma al DTE que puede enviar datos, los que serán transmitidos al canal de comunicación.

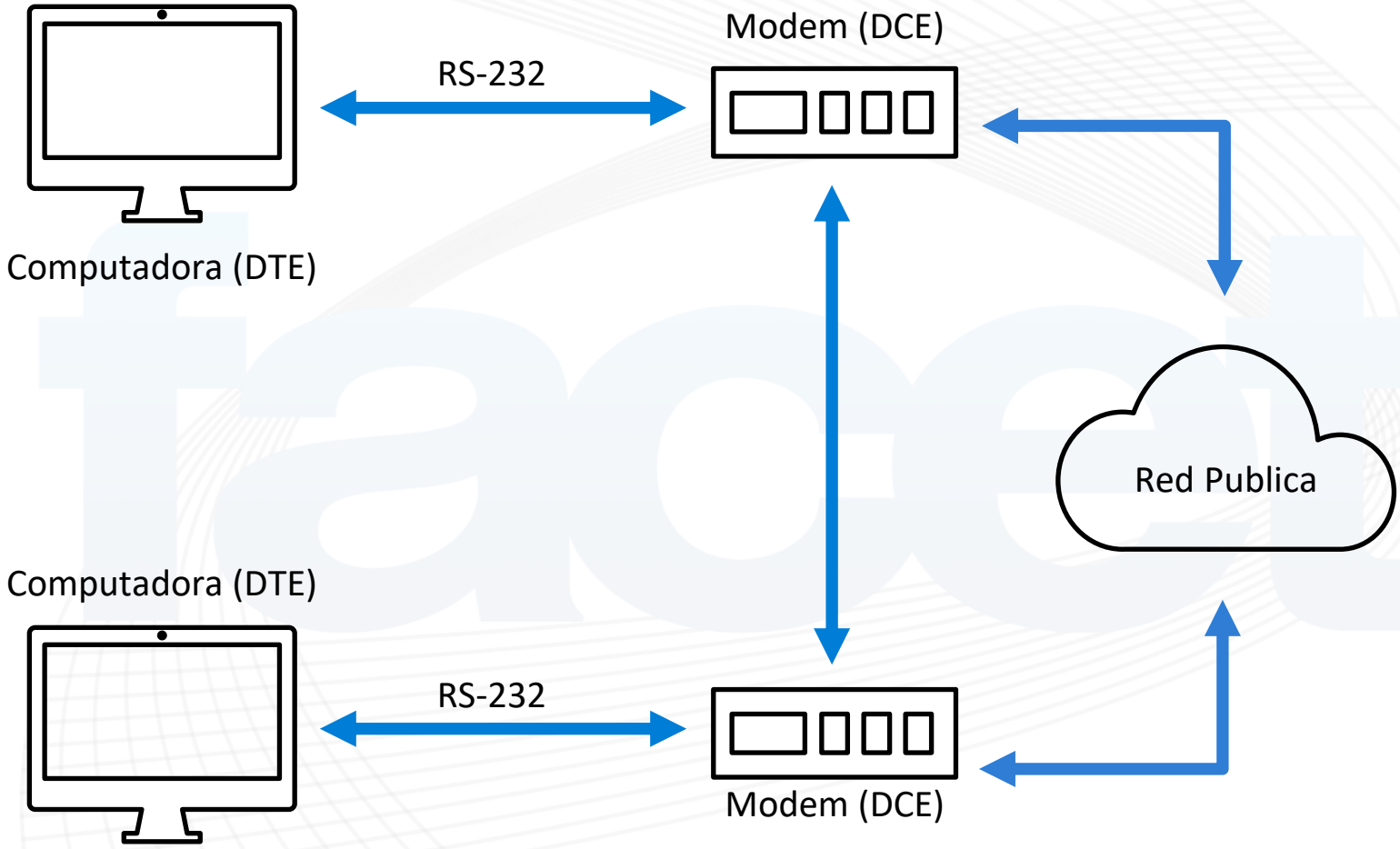
Circuitos de control

- **CD (20) Data Terminal Ready [DTR]**: (DTE→DCE) Es el circuito utilizado por el DTE para indicarle al DCE que debe prepararse para conectarse al canal de comunicación.
- **CC (6) Data Set Ready [DSR]**: (DTE←DCE) Es el circuito utilizado por el DCE para confirmar que completó el proceso de conexión al canal de comunicación.

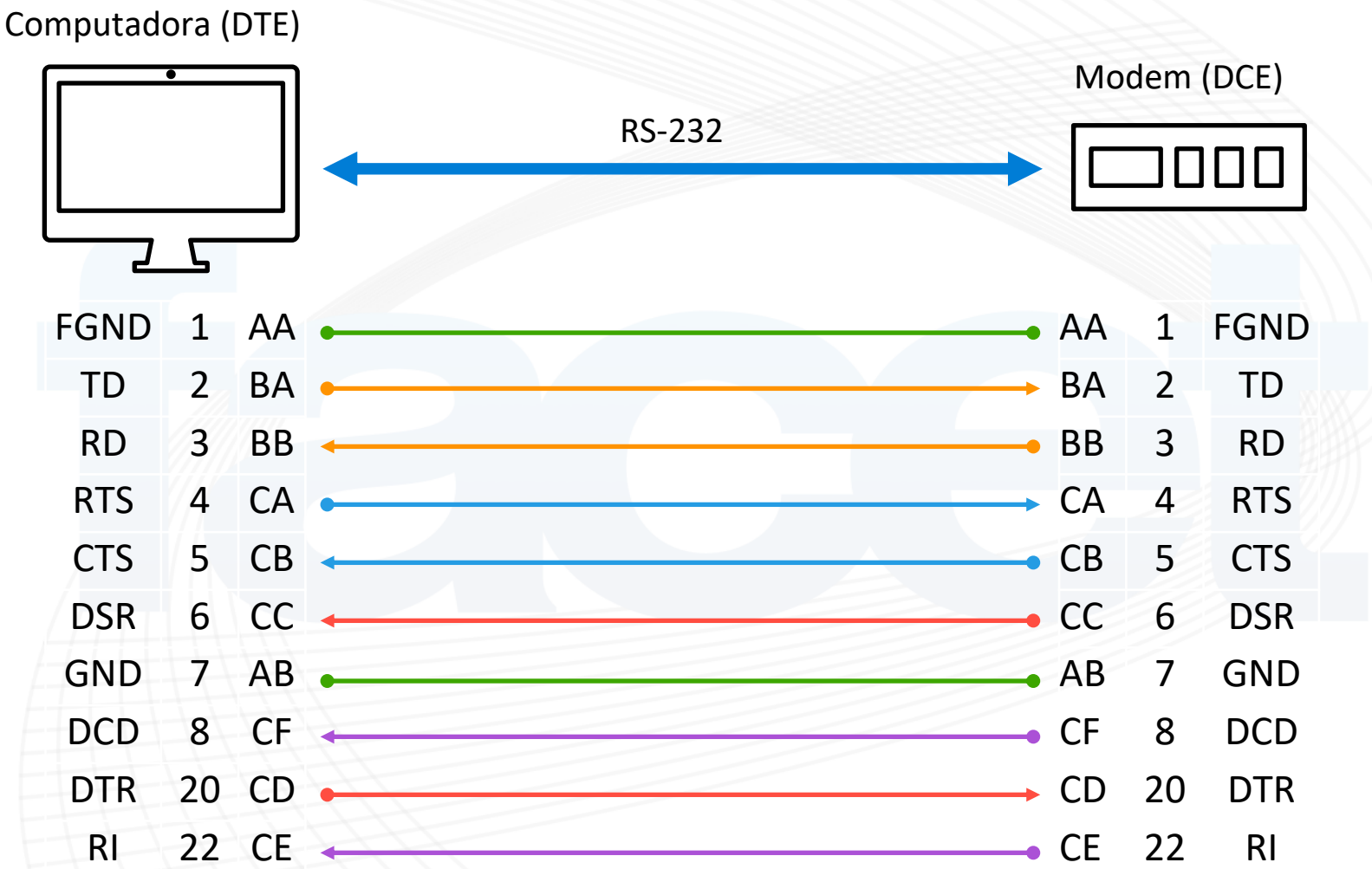
Circuitos de control

- **CE (22) Ring Indicator [RI]**: (DTE←DCE) Es el circuito que utiliza el DCE para indicar al DTE que se está recibiendo una señal de llamada desde el canal de comunicación.
- **CF (8) Data Carrier Detect [DCD]**: (DTE←DCE) Es el circuito utilizado por el DCE para indicar que se está recibiendo una señal de portadora con un buen nivel desde el canal de comunicación.

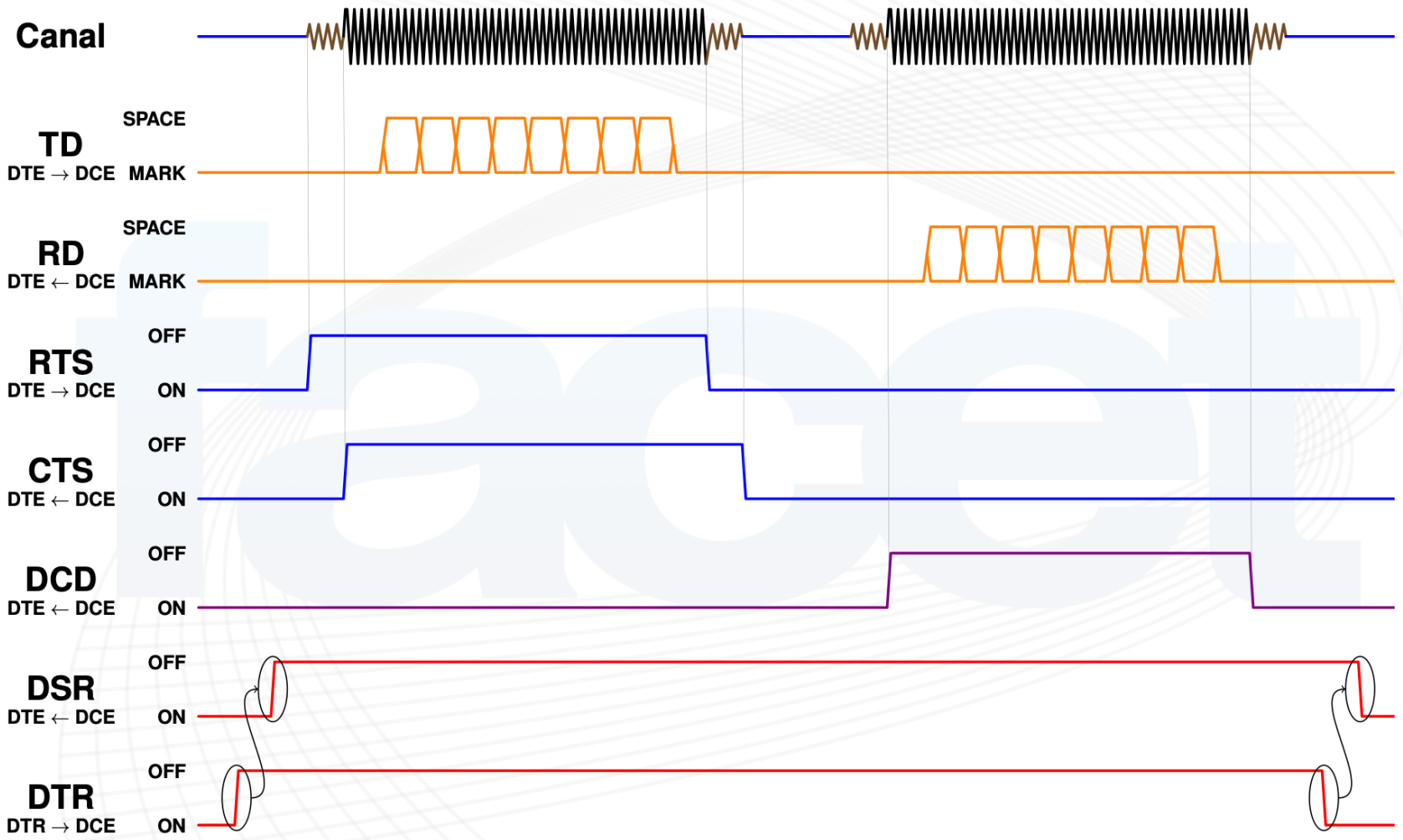
Esquema original de conexión



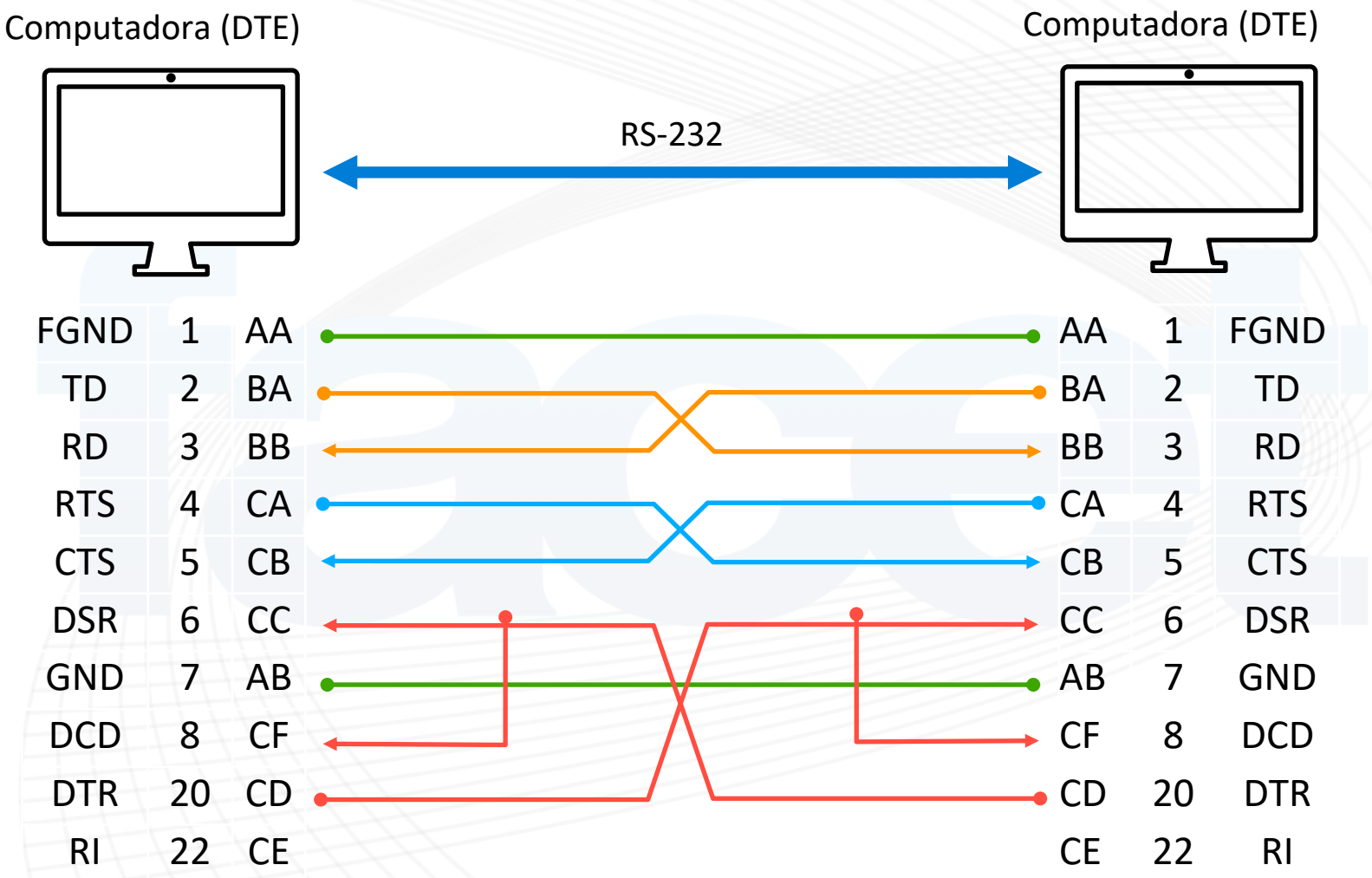
Esquema original de conexión



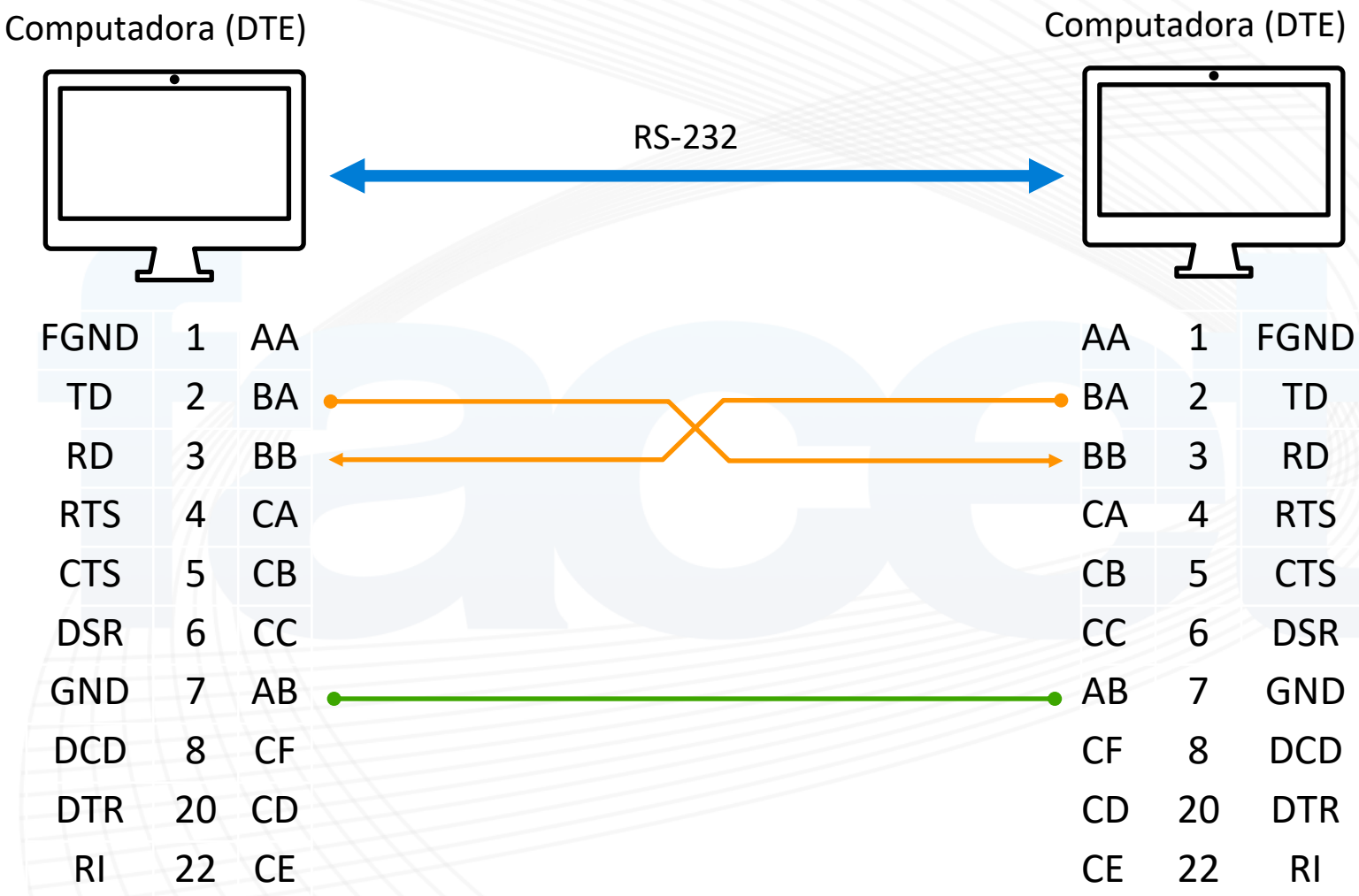
Señales en canales half-duplex



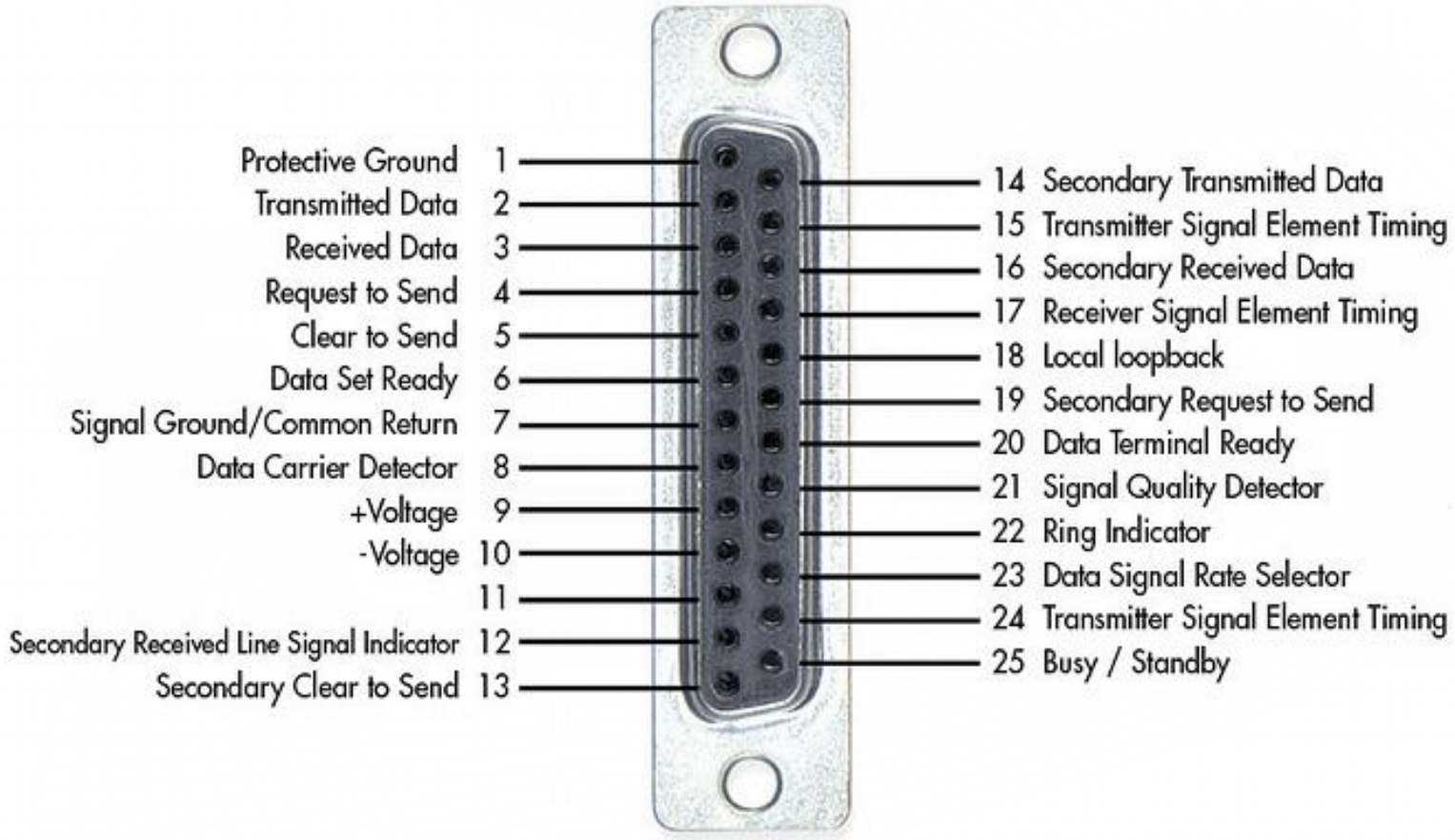
Conexión directa o Null-Modem



Conexión sin control de flujo

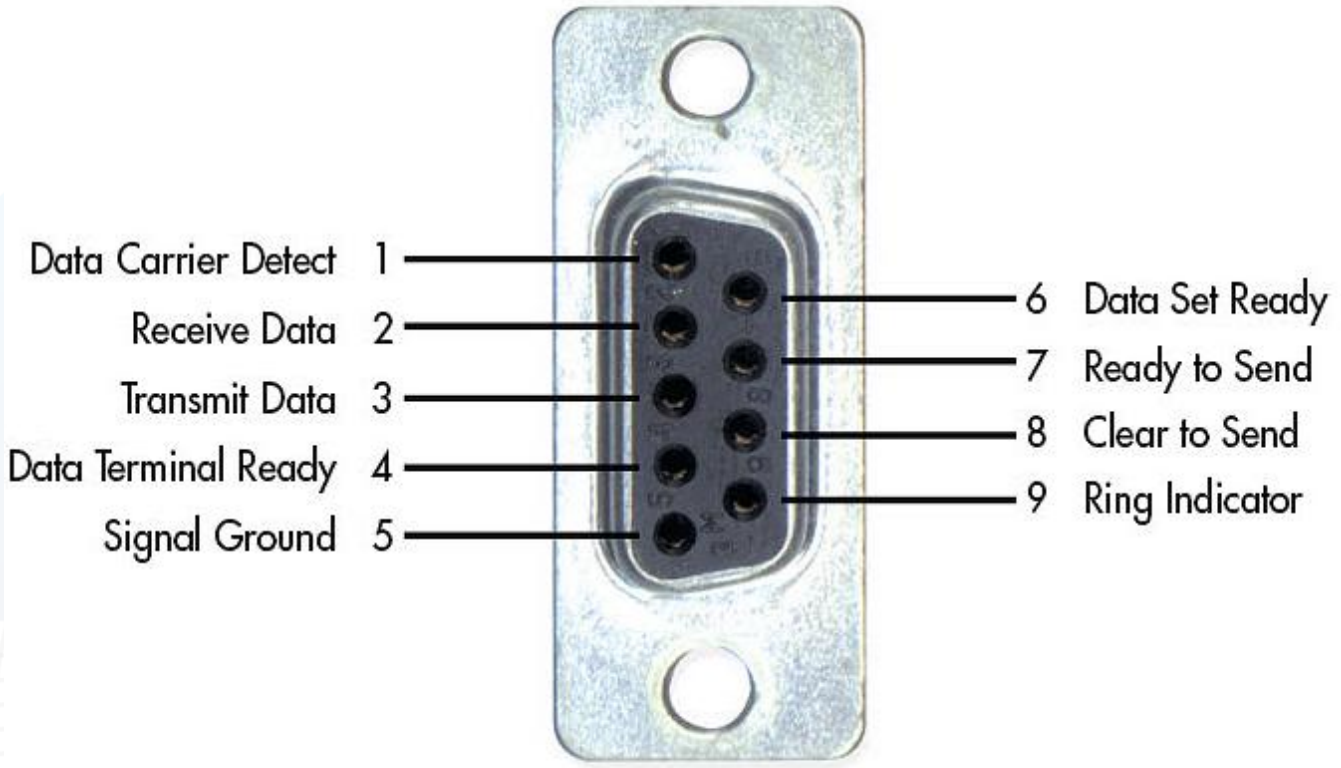


Especificaciones Mecánicas (DB25)



https://www.betterbox.co.uk/serial-interfaces.html

Especificaciones Mecánicas (DB9)

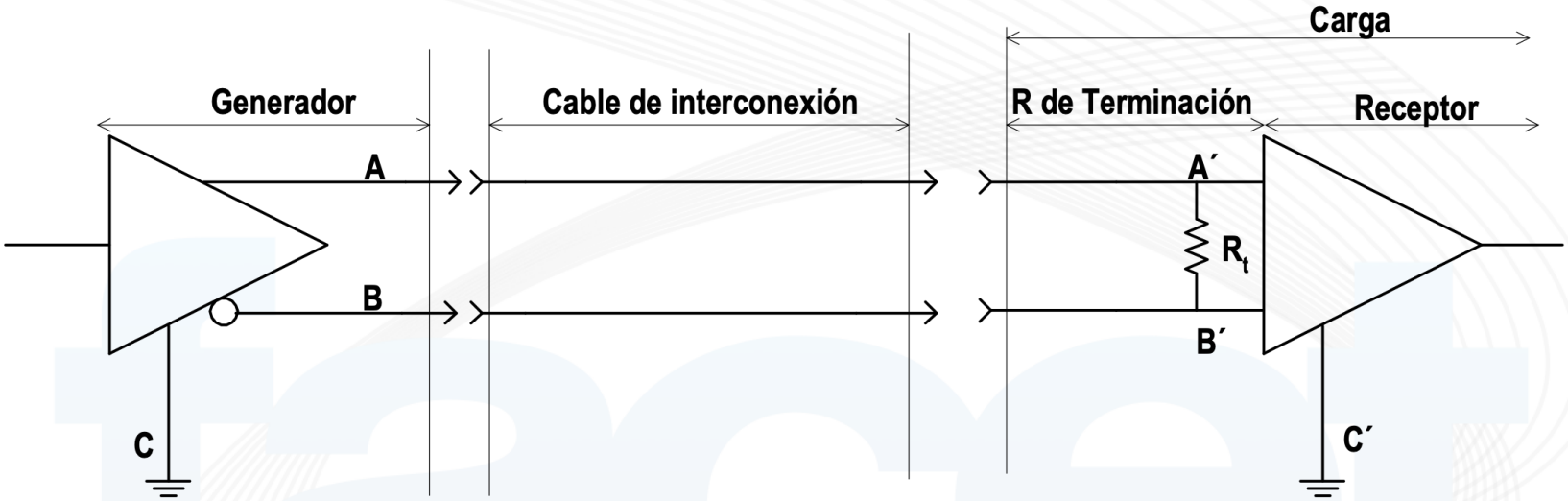


https://www.betterbox.co.uk/serial-interfaces.html

La norma RS-422

- Define una conexión que puede ser punto a punto o multipunto.
- Utiliza lineas balanceadas y el mismo protocolo asincrónico de RS-232.
- Permite comunicaciones simplex, half-duplex o full-duplex.

Componentes de la comunicación



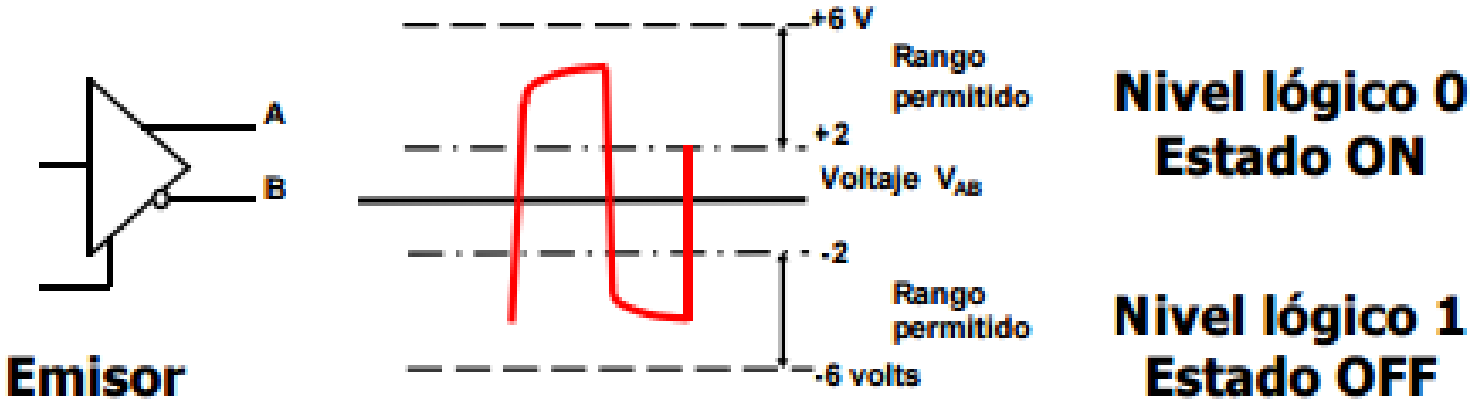
- La norma define las características eléctricas del circuito generador, del cable y del circuito receptor.

Los niveles de tensión

- El transmisor debe usar una tensión diferencial de:
  - Entre +2V y +6V para codificar un espacio.
  - Entre -2V y -6V para codificar una marca.
- El receptor debe interpretar una diferencia de tensión de:
  - Entre +0,2V y +6V como un espacio.
  - Entre -0,2V y -6V como una marca.

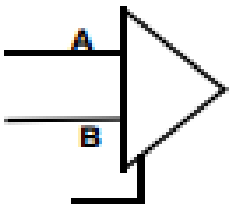
Los niveles de tensión

Nivel lógico 0	**+6..+2 Voltios**
Nivel lógico 1	**-6..-2 Voltios**

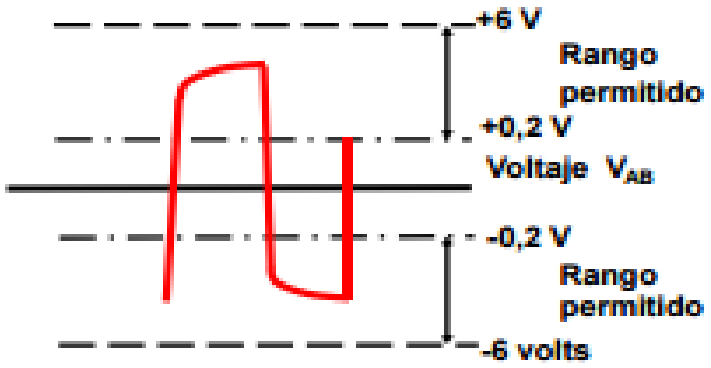


Los niveles de tensión

Nivel lógico 0	**+6..+0,2 Voltios**
Nivel lógico 1	**-6..-0,2 Voltios**



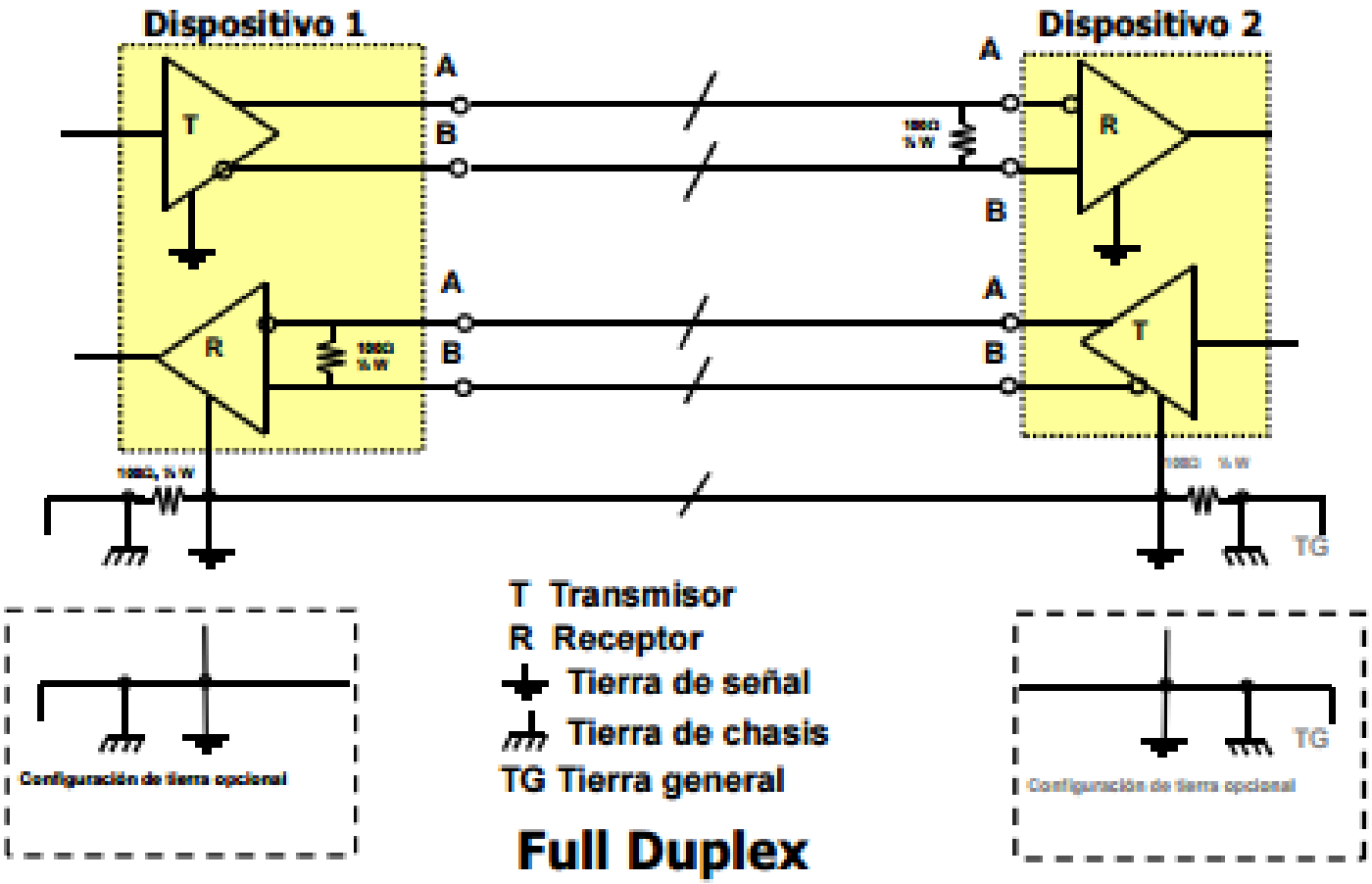
Receptor



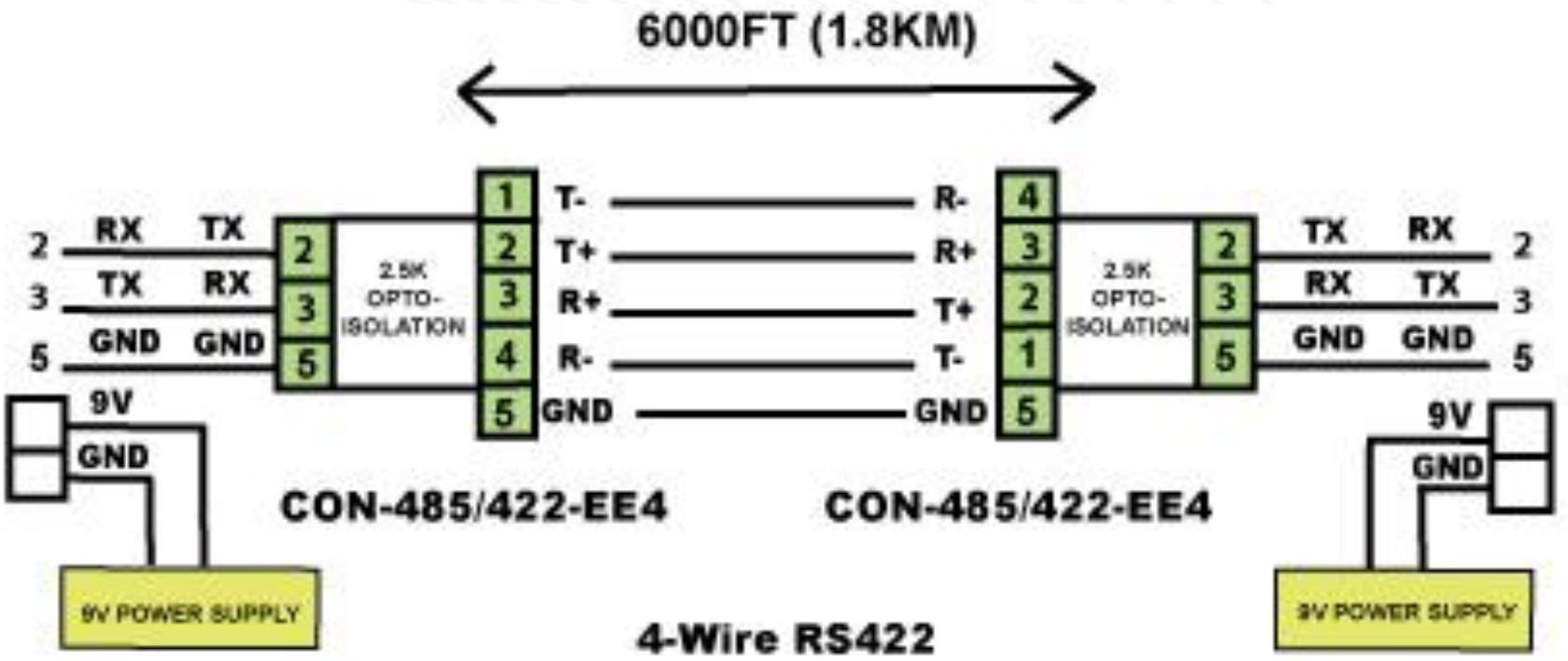
Nivel lógico 0
Estado ON

Nivel lógico 1
Estado OFF

Conexión Punto a Punto

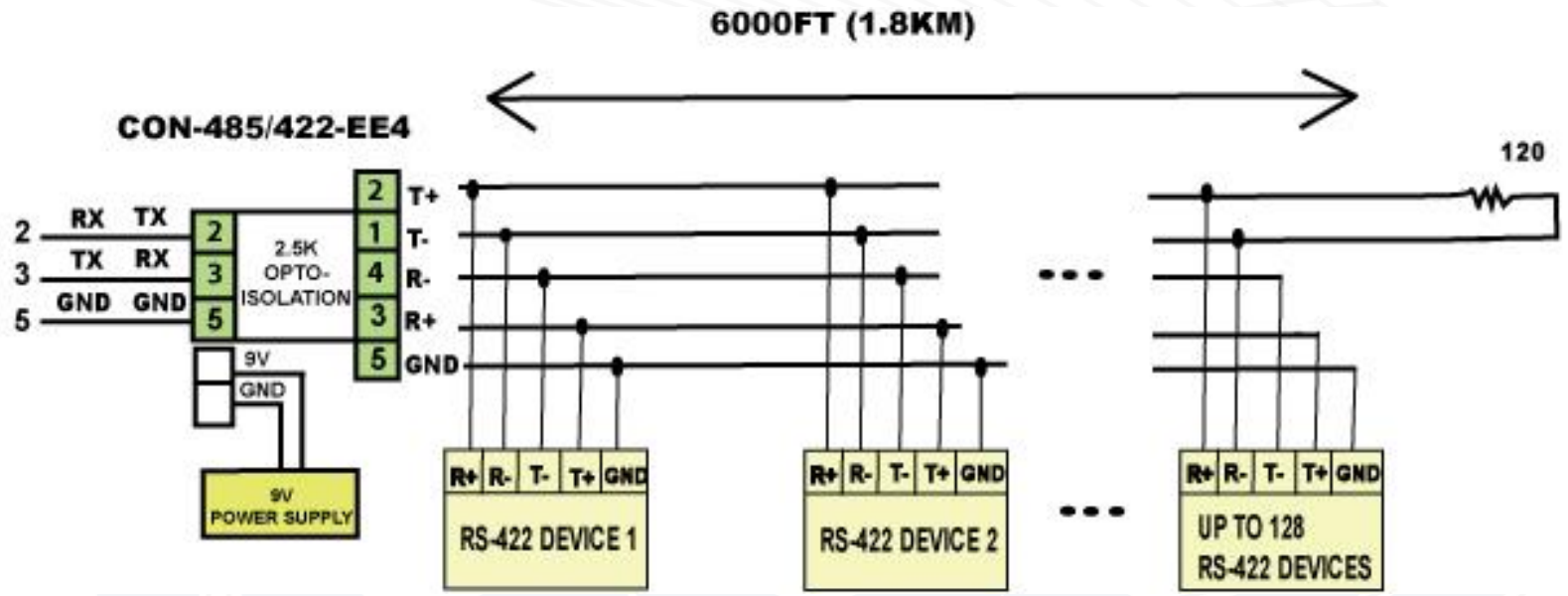


Conexión Punto a Punto



- La conexión punto a punto requiere cuatro cables.

Conexión Punto-Multipunto

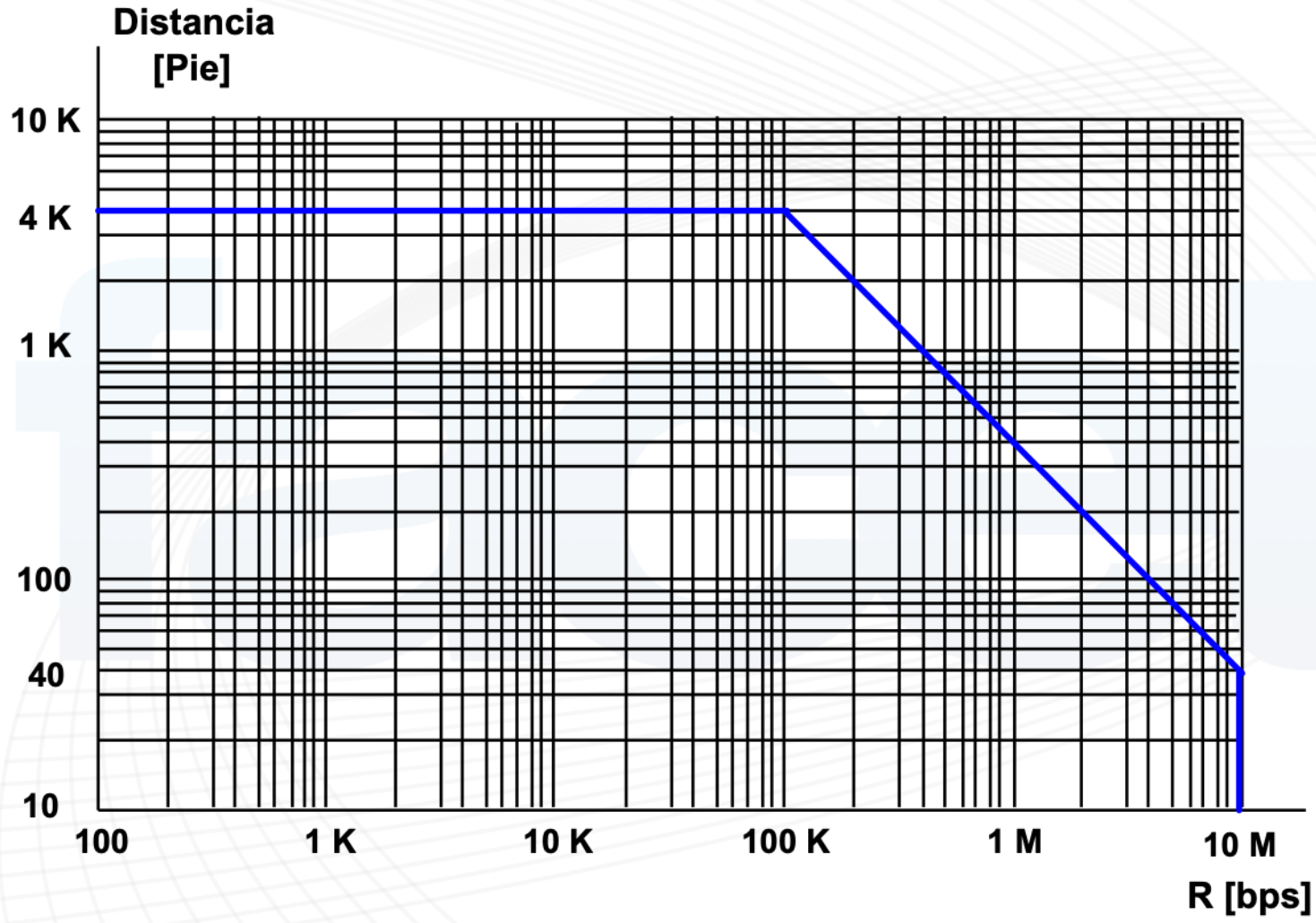


- Se pueden conectar hasta 10 dispositivos esclavos.
- Los dispositivos esclavos deben tener capacidad de tri-state en sus salidas de transmisión.

Características del cable

- La dimensión del cable de cobre debe ser 24 AWG o mayor, su resistencia no debe exceder de 30 Ω en 1000 pie (300 m) de longitud para cada conductor.
- La capacidad entre dos conductores de un mismo par no debe superar los 20 pF por pie.
- La capacidad distribuida entre un conductor y tierra no debe superar los 40 pF por pie.
- A frecuencias superiores a 100 KHz, debe comportarse como una línea de transmisión con una impedancia característica de 100 Ω.

Velocidad en función de la distancia



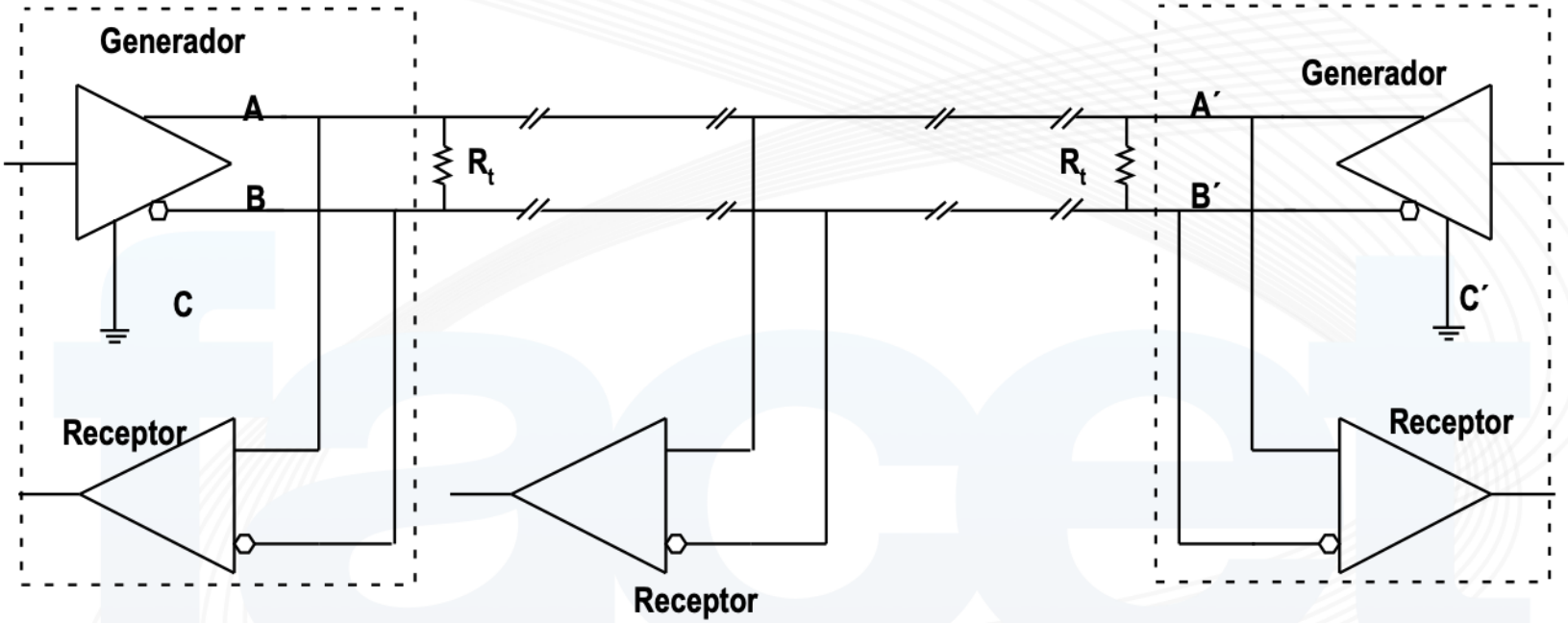
Factores que influyen en la velocidad

- Magnitud del ruido en modo común que se induce en la línea.
- Diferencia de potencial que existe entre las tierras del generador y el receptor.
- Calidad de balanceo de línea que ofrece el cable.
- Adecuada terminación de la línea.
- Tolerancia del receptor a la distorsión.

La norma RS-485

- Define una conexión multipunto mediante un bus compartido.
- Utiliza líneas balanceadas y el mismo protocolo asincrónico de RS-232.
- Permite comunicaciones simplex y half-duplex.

Componentes de la comunicación



- La norma define las características eléctricas del circuito generador y del receptor.

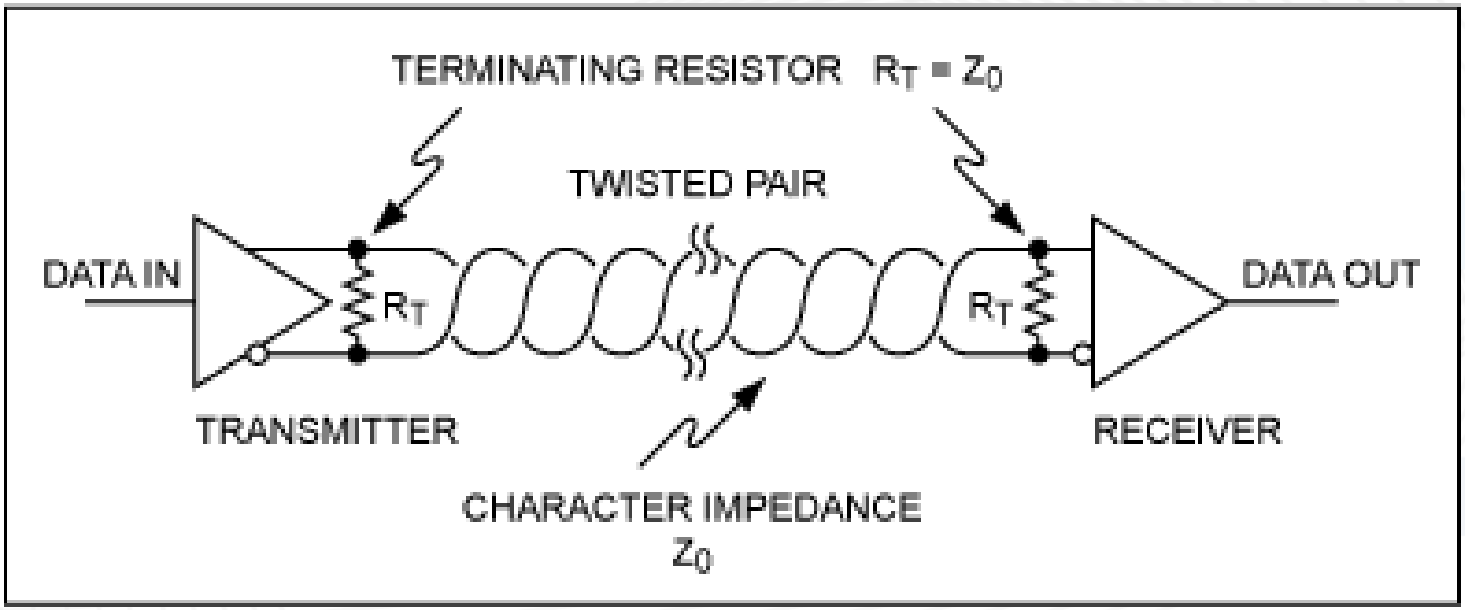
Características generales

- Las salidas de los generadores pueden adoptar un tercer estado, de alta impedancia denominado “tristate”.
- Permite que una línea balanceada sea usada como un bus, que puede operar en modo multipunto.
- Las características eléctricas de RS-485 permiten comunicación de datos que resultan aún más confiables que con RS-422.

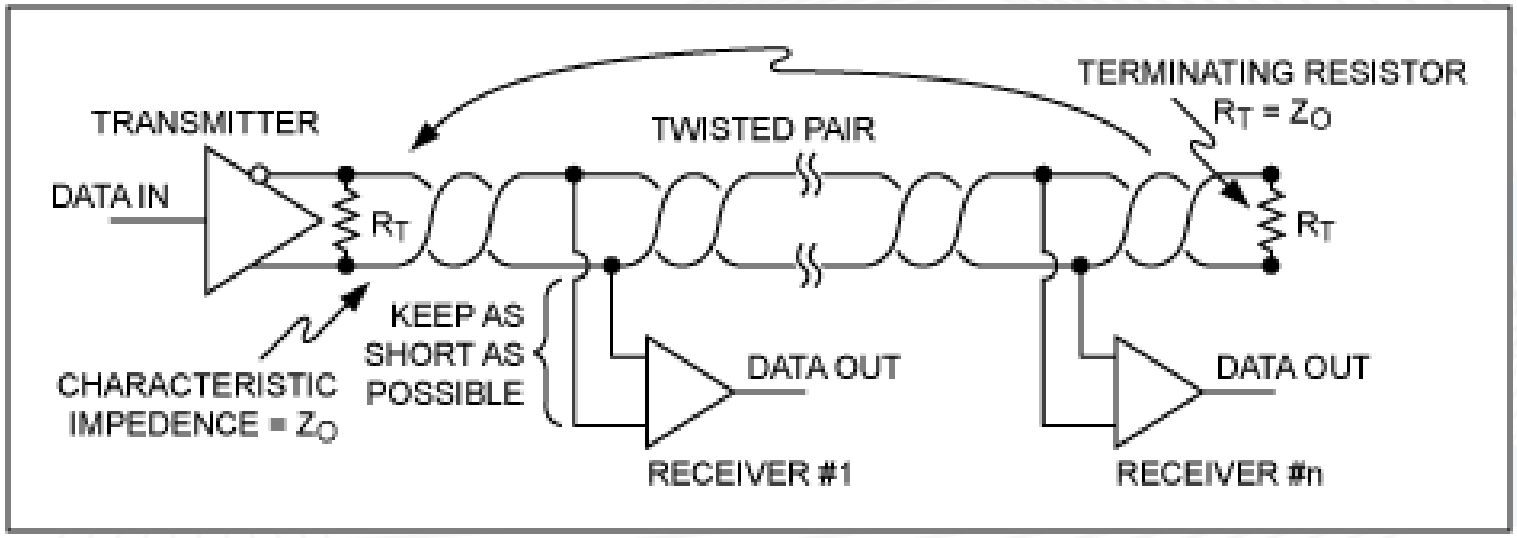
Especificaciones eléctricas

- Un receptor cambia de estado con una tensión diferencial V_{ID} en sus entradas comprendida entre ±200 mV y ±6 V.
- Permite que por un mismo par de cables se comuniquen múltiples equipos, hasta 32.
- Sólo un generador se puede activar por vez.
- La impedancia mínima que presenta el receptor es de 12 KΩ.

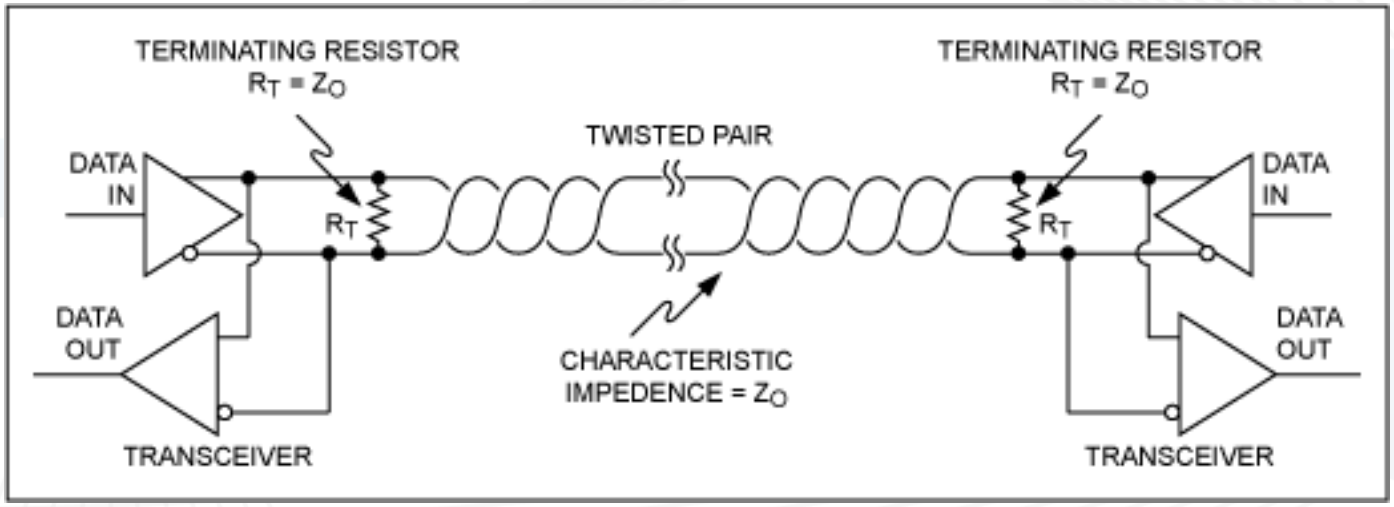
Un transmisor y un receptor



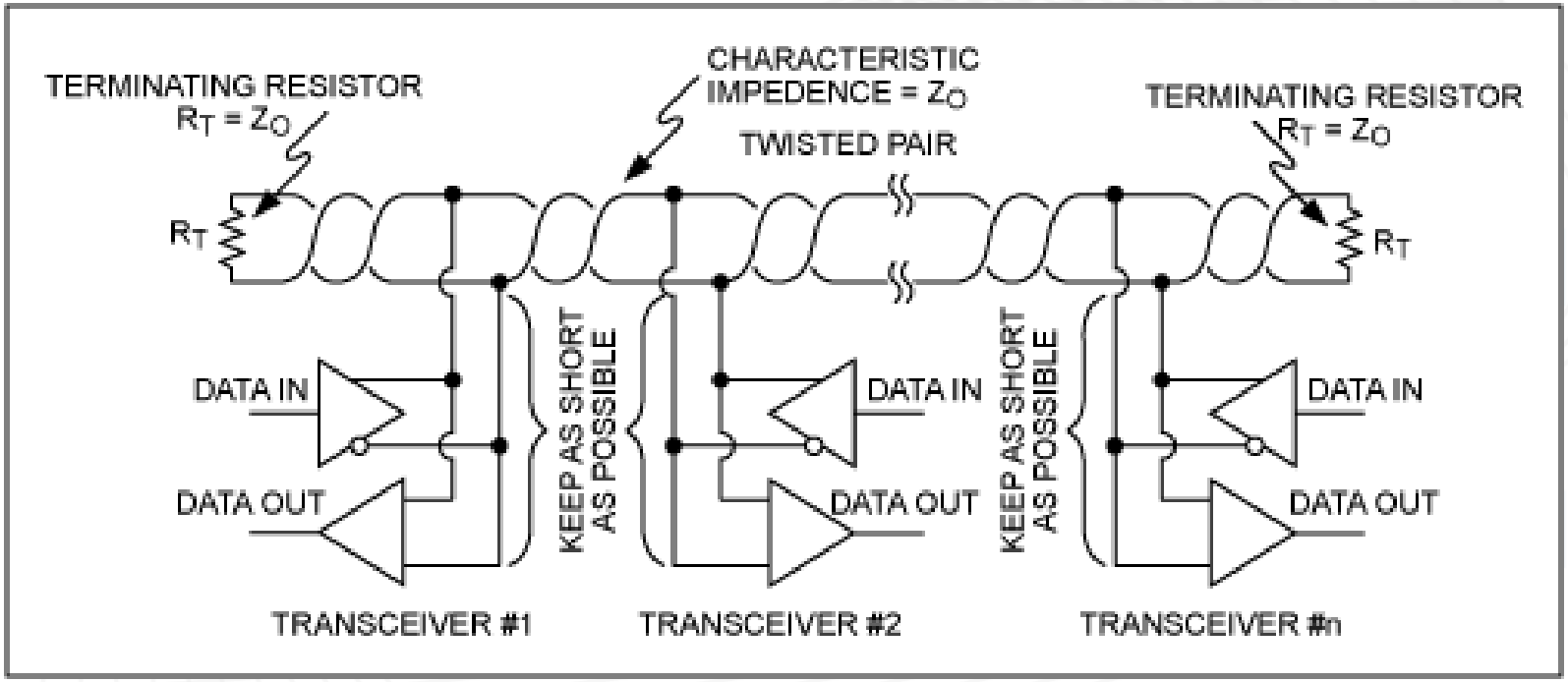
Un transmisor y varios receptores



Dos transceptores



Varios transceptores



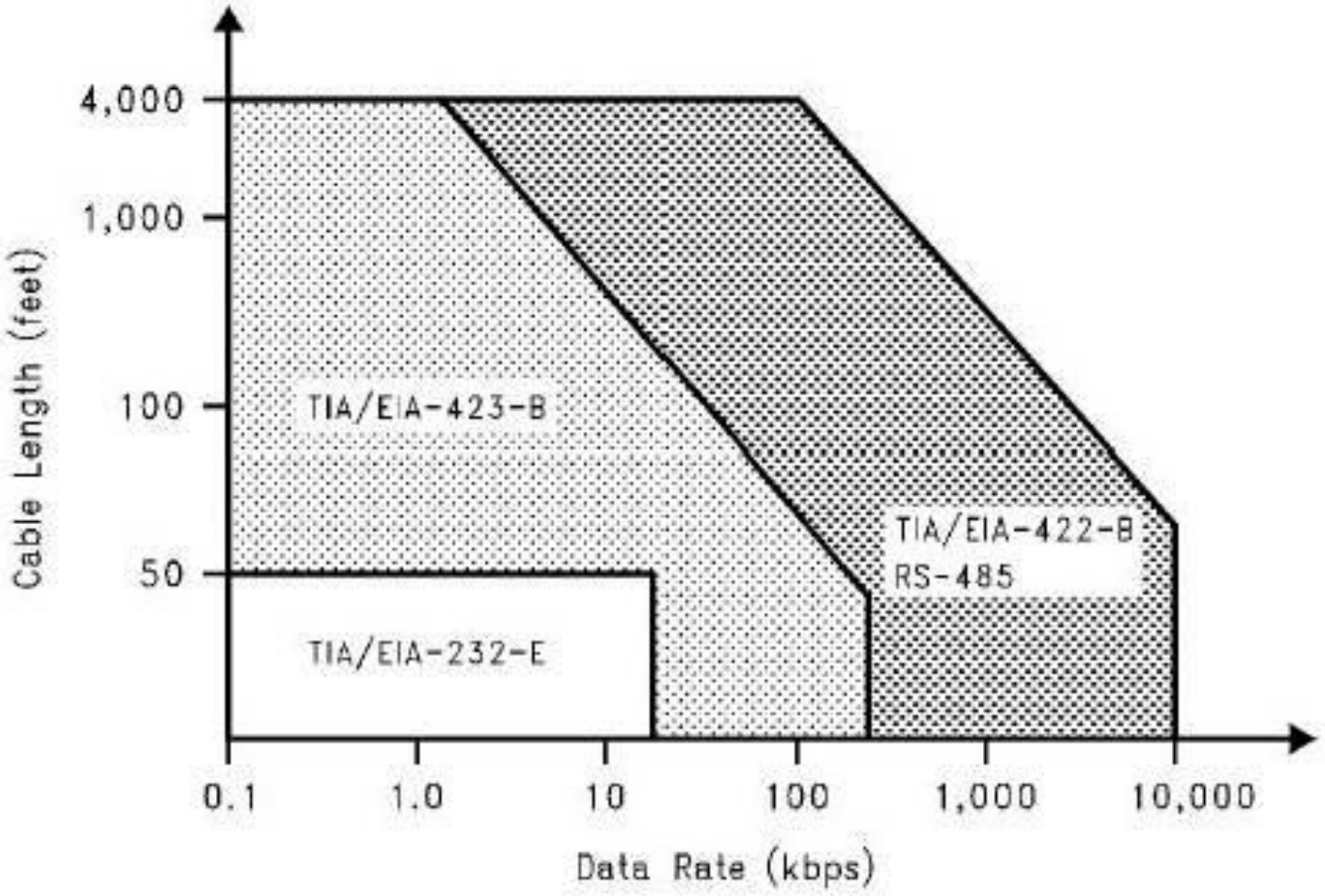
Terminación de línea

- La decisión de usar terminaciones depende de la velocidad y longitud de cable utilizados.
  - Si el retardo de propagación en la línea de datos es mucho menor al ancho de un bit, los terminadores no son necesarios.
  - Esta regla supone que las reflexiones se atenuarán hasta perderse en trayectos de ida y vuelta (suelen suponerse 3 ciclos) en la línea de transmisión mucho antes del centro del bit transmitido, que es el momento en que la UART del receptor hace la lectura.

Resumen de las normas

	RS232	RS422	RS485
Cableado	Punto a punto	Punto a punto Multipunto	Multipunto
Nº dispositivos	1 emisor 1 receptor	1 emisor 10 receptores	32 emisores 32 receptores
Modo comunicación	Dúplex completo	Dúplex completo Semidúplex	Semidúplex
Longitud máxima	15m a 19.2 Kbps	1200m a 100 Kbps	1200m a 100 Kbps
Velocidad máxima	19.2 Kbps para 15m	10Mbps para 15m	10Mbps para 15m
Tipo señal	Ref a masa	Diferencial balanceada	Diferencial balanceada
Nivel lógico '1' (marca)	-5 V máx -15 V mín.	2 V mín. (B>A) 6 V máx. (B>A)	1.5 V mín. (B>A) 5 V máx. (B>A)
Nivel lógico '0' (espacio)	5 V min 15 V máx	2 V mín. (A>B) 6 V máx. (A>B)	1.5 V mín. (A>B) 5 V máx. (A>B)
Nivel entrada mínimo	±3 V	200 mV diferencial	200 mV diferencial
Corriente de salida	500 mA (En PCs los drivers están limitados a 10mA)	150 mA	250 mA
Impedancia de salida del generador	3kΩ a 7kΩ	100 Ω	54 Ω
Impedancia entrada receptor	3kΩ a 7kΩ	4 kΩ	12 kΩ

Distancia y velocidad para cada norma



Adaptación de niveles eléctricos

- Las UART y USART utilizadas para generar el flujo de datos no trabajan con las tensiones de RS-232, RS-422 o RS-485.
- Generalmente trabajaban en 5V y más recientemente lo hacen en 3.3V.
- Se necesitan circuitos integrados específicos para hacer las conversiones de niveles de tensión.

Adaptación TTL 5V a RS-232

- Originalmente se utilizaban dos circuitos integrados de tecnología CMOS:
  - El MC1488 es un cuádruple Line Driver que convierte salidas TTL a RS-232.
  - El MC1489 es un cuádruple Line Receiver que convierte entradas RS-232 a TTL.
  - Ambos requieren alimentación simétrica de +12V y -12V.
- Tiempo después la empresa Maxim propuso el MAX232 como alternativa.
  - Dispone de dos line drivers y de dos line receiver en el mismo integrado.
  - Genera las tensiones de +12V y -12V con cuatro capacitores a partir de una alimentación simple de 5V.

Adaptación TTL 5V a RS-232

- Maxim dispone de una familia de convertidores de nivel con varias alternativas.
- El MAX3232 opera desde +3V hasta +5.5V.
- El MAX238 tiene cuatro Line Drivers y cuatro Line Receivers en un solo integrado.
- El MAX239 tiene tres Line Drivers y cinco Line Receivers en un solo integrado.

Adaptación TTL 5V a RS-422 y RS-485

- La empresa Maxim tambien tiene opciones para la conversión a RS-422 y RS-485.
- Los integrados MAX488 y MAX490 son un Line Driver y un Line Receiver sin capacidad de tercer estado.
- Los integrados MAX489 y MAX491 son un Line Driver y un Line Receiver con capacidad de tercer estado, lo que le permite operar en RS-422 y en RS-485.
- El MAX487 es un Transceiver con capacidad Tri-State pensado especialmente para RS-485.

Resumen

- Interfaces RS-232, RS-422 y RS485.
  - Las abuelas de las interfaces actuales.
    - Aún se siguen usando.
  - Van bajando las tensiones utilizadas, aumentando las distancias y las velocidades máximas alcanzadas.
  - Van aumentando la cantidad de dispositivos.
  - 422 y 485 aptas para ambientes industriales.
  - Uso común de integrados para hacer adaptaciones eléctricas.

Agradecimientos

- Las diapositivas de este tema fueron basadas en las realizadas por el Ing. Esteban Volentini y el Ing. Nicolas Majorel Padilla