

CENNI SULLA TRASMISSIONE DIGITALE


Pietro Nicoletti

www.studioreti.it





Nota di Copyright

- Questo insieme di trasparenze (detto nel seguito slides) è protetto dalle leggi sul copyright e dalle disposizioni dei trattati internazionali. Il titolo ed i copyright relativi alle slides (ivi inclusi, ma non limitatamente, ogni immagine, fotografia, animazione, video, audio, musica e testo) sono di proprietà degli autori indicati a pag. 1.
 - Le slides possono essere riprodotte ed utilizzate liberamente dagli istituti di ricerca, scolastici ed universitari afferenti al Ministero della Pubblica Istruzione e al Ministero dell'Università e Ricerca Scientifica e Tecnologica, per scopi istituzionali, non a fine di lucro. In tal caso non è richiesta alcuna autorizzazione.
 - Ogni altra utilizzazione o riproduzione (ivi incluse, ma non limitatamente, le riproduzioni su supporti magnetici, su reti di calcolatori e stampate) in toto o in parte è vietata, se non esplicitamente autorizzata per iscritto, a priori, da parte degli autori.
 - L'informazione contenuta in queste slides è ritenuta essere accurata alla data della pubblicazione. Essa è fornita per scopi meramente didattici e non per essere utilizzata in progetti di impianti, prodotti, reti, ecc. In ogni caso essa è soggetta a cambiamenti senza preavviso. Gli autori non assumono alcuna responsabilità per il contenuto di queste slides (ivi incluse, ma non limitatamente, la correttezza, completezza, applicabilità, aggiornamento dell'informazione).
 - In ogni caso non può essere dichiarata conformità all'informazione contenuta in queste slides.
 - In ogni caso questa nota di copyright non deve mai essere rimossa e deve essere riportata anche in utilizzi parziali.
- 



La trasmissione dati

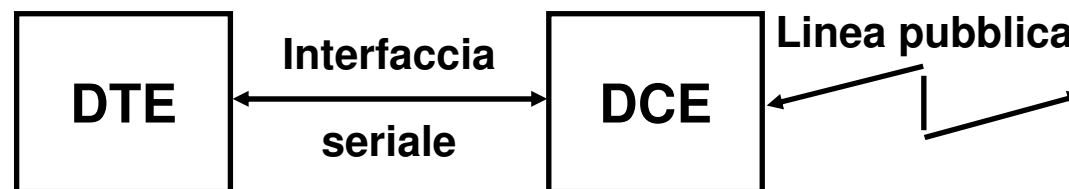
- La trasmissione dati tra sedi separate da suolo pubblico solitamente avviene su mezzi e canali trasmissivi già utilizzati dal servizio telefonico
- Le normali linee telefoniche sono **linee commutate** in quanto il collegamento tra gli utenti si forma dinamicamente nelle centrali
- Svantaggi presentati dalle linee commutate:
 - bassa velocità di trasmissione
 - scarsa affidabilità
 - tariffazione in base all'utilizzo

La trasmissione dati

- Esistono anche dei servizi basati su linee dedicate :
 - **CDA (Canale Diretto Analogico)**
 - servizio di tipo analogico con tariffazione annua
 - **CDN (Canale Diretto Numerico o Digitale)**
 - servizio offerto tramite le centrali numeriche
- Le linee dedicate non attraversano i circuiti di commutazione e sono più affidabili e più veloci delle normali linee telefoniche
- Viene offerto anche un servizio basato su rete pubblica commutata digitale chiamato **ISDN (Integrated Services Digital Network)**

Modello per la trasmissione dati

- Il modello utilizzato per la trasmissione dati su linea analogica o digitale prevede:
 - **DTE (Data Terminal Equipment)**
 - apparecchiatura di elaborazione dati (terminale, PC o scheda di interfaccia di un mainframe)
 - **DCE (Data Communication Equipment)**
 - apparecchiatura di comunicazione (modem)
 - **Interfaccia seriale**
 - connessione punto-punto tra DCE e DTE
- **Modello di riferimento:**



Tipologie di trasmissione

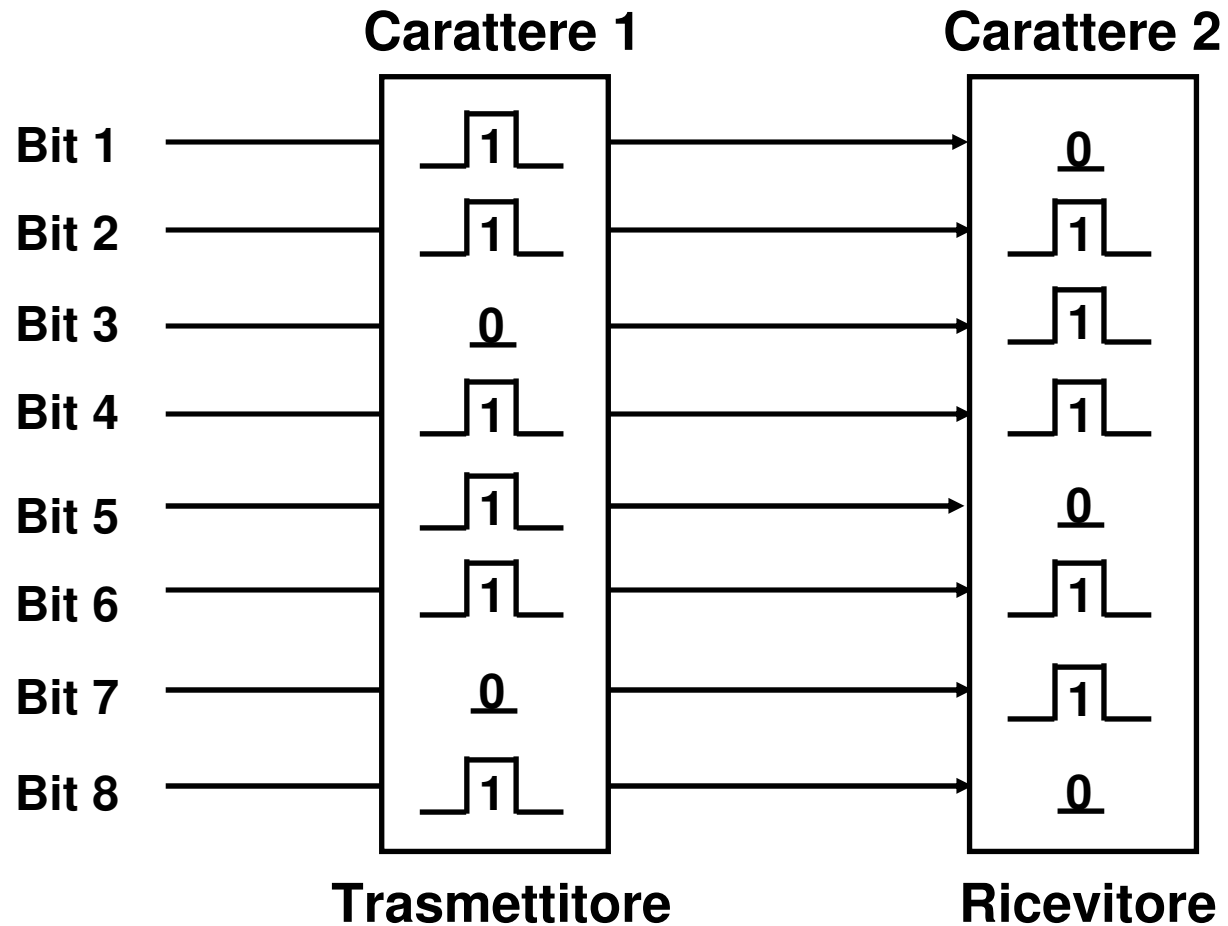
- In base all'ampiezza dei dati trasmessi, si distingue in:
 - trasmissione parallela
 - trasmissione seriale
 - asincrona
 - sincrona
- In base alla caratteristica elettrica dei segnali, si distingue in:
 - trasmissione sbilanciata
 - si usa un filo per ogni segnale ed un unico riferimento comune a 0 V
 - trasmissione bilanciata (differenziale)
 - si usano due fili per ogni segnale

Trasmissione parallela

- Prevede la trasmissione contemporanea di tutti i bit costituenti un carattere (byte)
- Utilizza 8 canali trasmissivi:
 - 8 coppie di fili (trasmissione bilanciata)
 - 8 fili singoli + 1 filo per il riferimento comune a 0V (trasmissione sbilanciata)
- Caratteristiche:
 - velocità di trasmissione elevata
 - basso tasso di errore
 - circuiteria di trasmissione e ricezione semplice (non occorre la conversione da byte a sequenza di bit)
 - utilizzabile soltanto per piccole distanze

Trasmissione parallela

■ Esempio di trasmissione parallela



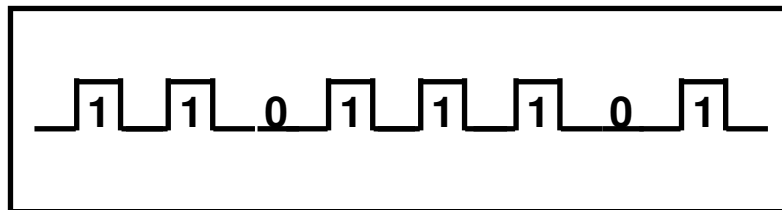
Trasmissione seriale

- Prevede la trasmissione in sequenza dei bit costituenti un carattere (byte)
- Utilizza un solo canale trasmissivo (coppia di fili) per trasmettere i bit
- **Caratteristiche:**
 - velocità di trasmissione ridotta
 - maggior tasso di errore
 - circuiteria di trasmissione e ricezione più complessa (occorre la conversione da byte a sequenza di bit)
 - utilizzabile anche per distanze elevate

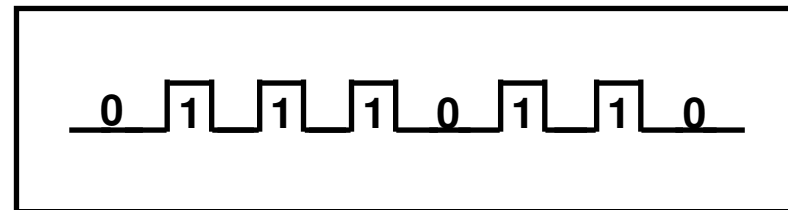
Trasmissione seriale

■ Esempio di trasmissione seriale

Carattere 1



Carattere 2



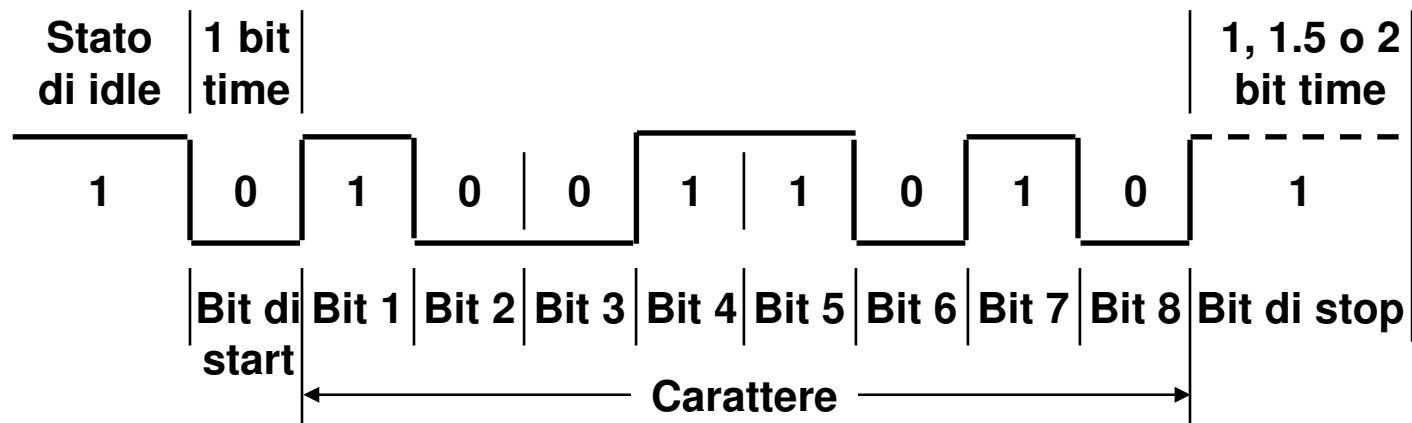
← Direzione di trasmissione

Trasmissione seriale asincrona

- Prevede che venga trasmesso e ricevuto un byte alla volta
- Storicamente deriva dalla necessità di collegare le telescriventi ai terminali
- La trasmissione è formata da:
 - **bit di start** (valore logico 0 per un bit time)
 - permette al ricevitore di sincronizzarsi
 - **carattere** (8 bit di informazione)
 - **bit di stop** (valore logico 1 per 1, 1.5 o 2 bit time)
 - indica al ricevitore il termine della trasmissione
 - **stato di idle** (valore logico 1 tra due caratteri consecutivi trasmessi)
 - indica l'assenza di trasmissione sulla linea

Trasmissione seriale asincrona

■ Esempio di trasmissione seriale asincrona



← Direzione di trasmissione



Trasmissione seriale sincrona

- Prevede che i dati vengano trasmessi tramite un continuo flusso di bit (**trama**)
- Per mantenere il ricevitore sincronizzato con il trasmettitore, il blocco di dati trasmesso è preceduto da uno o più caratteri di sincronismo (**Syn**)
 - sono codificati in modo univoco
 - permettono al ricevitore di ricavare il clock locale utilizzato per la lettura del blocco dei dati
- Esempio di trasmissione sincrona



← Direzione di trasmissione

Asincrona vs Sincrona

■ Confronto tra le due modalità di trasmissione seriale:

- la trasmissione sincrona è più complessa e più costosa sia per la bufferizzazione dei dati sia per la generazione del segnale di clock
 - la sincronizzazione tra trasmettitore e ricevitore deve essere stabile per il tempo necessario per la lettura dei dati
- la trasmissione asincrona è meno efficiente, in quanto prevede un overhead minimo del 20% sulla totalità dei dati trasmessi
 - ipotizzando un bit di stop pari ad un bit time si ha:

$$\text{Efficienza} = \frac{8 \text{ bit di dato}}{10 \text{ bit trasmessi}} = 0.8$$

Controllo di flusso

- Consente al ricevitore di richiedere al trasmettitore di interrompere o riprendere la trasmissione
- Necessario quando il ricevitore processa i dati in arrivo più lentamente di quanto il trasmettitore li generi
- Meccanismi di controllo di flusso:
 - handshake hardware
 - RTS/CTS
 - trasmissione di caratteri (protocollo)
 - XON/XOFF
 - ENQ/ACK

RTS/CTS

- Coppia di segnali (fili) presente in molte interfacce seriali:

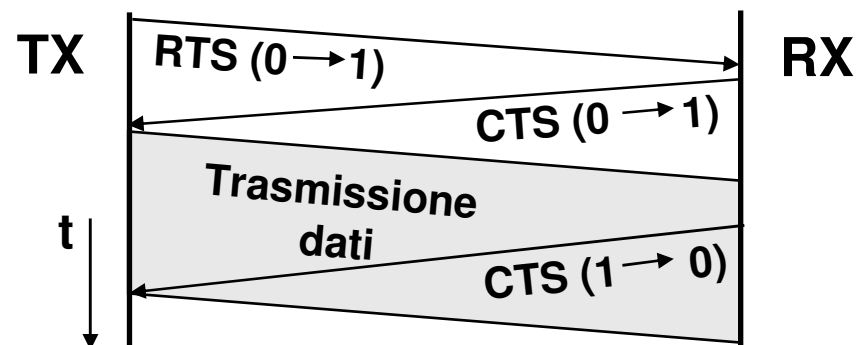
- **RTS** (Request To Send)

- serve al trasmettitore per indicare al ricevitore che è pronto per inviare i dati

- **CTS** (Clear To Send)

- serve al ricevitore per indicare al trasmettitore la sua disponibilità a ricevere i dati

- Esempio di handshake



XON/XOFF

- Coppia di caratteri che viaggiano sugli stessi canali dei dati:

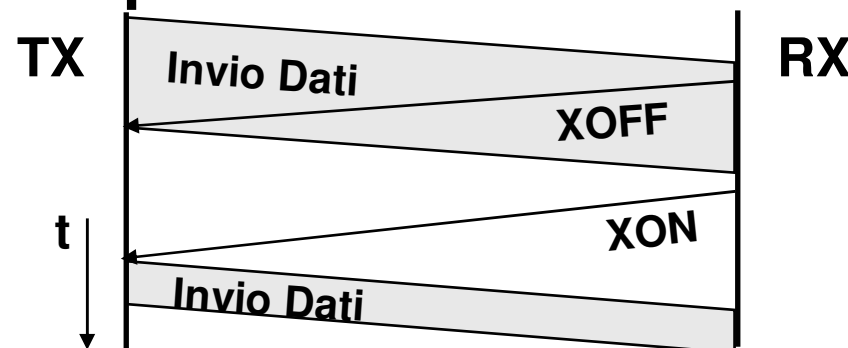
- **XON** (CTRL-Q o codice ASCII 17)

- serve al ricevitore per indicare al trasmettitore quando è in grado di ricevere i dati

- **XOFF** (CTRL-S o codice ASCII 19)


- serve al ricevitore per indicare al trasmettitore quando non è in grado di ricevere i dati

- Esempio di protocollo XON/XOFF





CCITT/ITU

- Organizzazione interna all'ITU per la definizione di standard internazionali
 - Ha definito una serie di standard, denominata **serie V**, che descrivono le funzionalità dei seguenti dispositivi:
 - sistemi per la trasmissione dati su rete telefonica pubblica (PSTN)
 - interfacce DCE-DTE
 - modem
- 



Interfacce seriali

- Standard che definiscono le specifiche del collegamento tra un DCE e un DTE
- Denominazione degli standard:
 - **serie V** per il CCITT/ITU
 - **serie RS** per l'EIA
 - **serie X** per l'ANSI
- Gli standard descrivono in dettaglio:
 - il connettore utilizzato nel collegamento
 - la piedinatura ed il significato di tutti i segnali che la compongono
 - le caratteristiche elettriche dei segnali
 - codifica elettrica dei valori logici
 - il tipo di trasmissione usata (bilanciata, sbilanciata)

Connettore

- Il connettore specificato dall'RS-232-D e dal V.24 è denominato **connettore di tipo D** per la sua forma caratteristica
 - dotato di 25 pin
 - già presente come appendice nella revisione RS-232-C
 - è possibile trovare interfacce RS-232-C realizzate con connettori diversi (Esempio: il connettore di tipo D a 9 poli che si trova in quasi tutti i PC)
- Normalmente si trova:
 - il connettore “femmina” sul modem (DCE)
 - il connettore “maschio” sul DTE

Caratteristiche elettriche dei segnali

- L'RS-232 descrive anche le caratteristiche elettriche dei segnali, mentre il V.24 rimanda questa spiegazione allo standard V.28
- Corrispondenza tra valori di tensione e valori logici dei segnali:



Segnali utilizzati

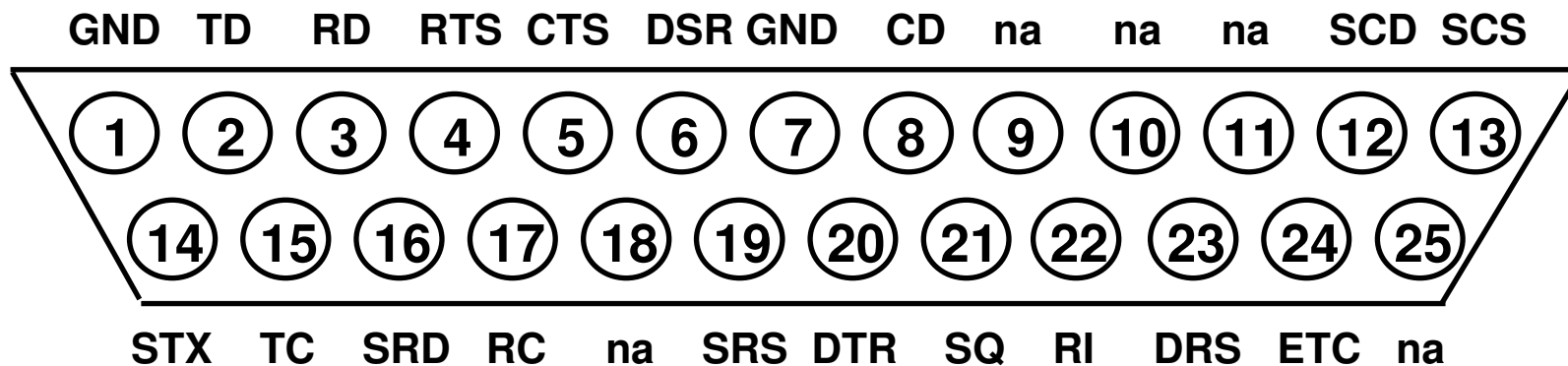
N° PIN	codice CCITT	Abbr.	Descrizione	Sorgente
1	101	GND	Protective Ground	
2	103	TD	Transmitted Data	DTE
3	104	RD	Received Data	DCE
4	105	RTS	Request To Send	DTE
5	106	CTS	Clear To Send	DCE
6	107	DSR	Data Set Ready	DCE
7	102	GND	Ground Signal	
8	109	CD	Carrier Detect	DCE
9-11			non assegnati	
12	122	SCD	Sec Carrier Detect	DCE
13	121	SCS	Sec Clear To Send	DCE
14	118	STX	Sec Transmitted Data	DTE

Segnali utilizzati

N° PIN	codice CCITT	Abbr.	Descrizione	Sorgente
15	114	TC	Transmit Clock	DCE
16	119	SRD	Sec Received Data	DCE
17	115	RC	Received Clock	DCE
18			non assegnato	
19	120	SRS	Sec Request To Send	DTE
20	108.2	DTR	Data Terminal Ready	DTE
21	110	SQ	Signal Quality	DCE
22	125	RI	Ring Indicator	DCE
23	111	DRS	Data Rate Selector	DTE
	112			DCE
24	113	ETC	Ext Transmit Clock	DTE
25			non assegnato	

Piedinatura

- **Piedinatura del connettore di tipo D a 25 pin**
 - il numero interno indica in modo univoco il pin
 - l'acronimo esterno indica il segnale abbinato ad ogni pin



Principali segnali

- **Significato dei principali segnali della RS-232:**
 - **Signal Ground (SG, pin 7)**
 - riferimento unico di tensione per tutti i segnali (trasmissione di tipo sbilanciata)
 - **Transmitted Data (TD, pin 2)**
 - utilizzato dal DTE per trasmettere i dati al DCE
 - **Received Data (RD, pin 3)**
 - utilizzato dal DCE per trasmettere i dati al DTE
 - **Request To Send (RTS, pin 4)**
 - usato dal DTE per avvertire il DCE che ci sono dati da trasmettere
 - **Clear To Send (CTS, pin 5)**
 - usato dal DCE per abilitare il DTE a trasmettere i dati

Principali segnali

- **Significato dei principali segnali della RS-232:**
 - **Carrier Detect (CD, pin 8)**
 - usato dal modem per notificare al DTE che sta ricevendo la portante dal modem remoto
 - **Data Set Ready (DSR, pin 6)**
 - usato dal modem per avvertire il DTE che è pronto a trasmettere i dati sulla linea telefonica
 - **Data Terminal Ready (DTR, pin 20)**
 - usato dal DTE per avvertire il modem a prepararsi a trasmettere i dati
 - **Ring Indicator (RI, pin 22)**
 - utilizzato dal DCE per indicare al DTE che ha ricevuto un segnale di chiamata

Tipologie di cavi

- Lo standard RS-232 è stato ideato per connettere un DTE ed un DCE tramite un **cavo “modem”** di tipo “pin-to-pin” (pin 1 con pin 1, pin 2 con pin 2, ecc.)
- Esistono anche altri tipi di cavi:
 - **cavo “null-modem”** per connettere due DTE
 - per collegare direttamente due computer
 - per condividere dischi o stampanti
 - cavi tra connettori diversi
 - tra un connettore a 25 pin ed uno a 9 pin
 - tra due connettori a 9 pin

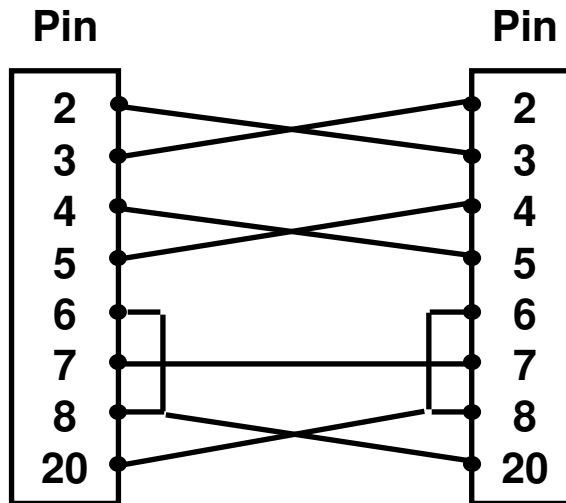
Tipologie di cavi

- **Corrispondenza dei segnali tra connettore a 25 pin e connettore a 9 pin**

9 pin	Segnale	25 pin
1	Carrier Detect	8
2	Received Data	3
3	Transmitted Data	2
4	Data Terminal Ready	20
5	Signal Ground	7
6	Data Set Ready	6
7	Request To Send	4
8	Clear To Send	5
9	Ring Indicator	22

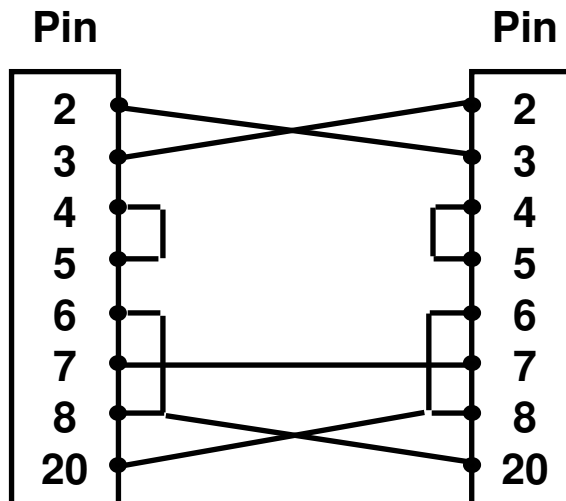
Cavi null-modem

Transmitted Data
 Received Data
 Request To Send
 Clear To Send
 Data Set Ready
 Signal Ground
 Carrier Detect
 Data Terminal Ready

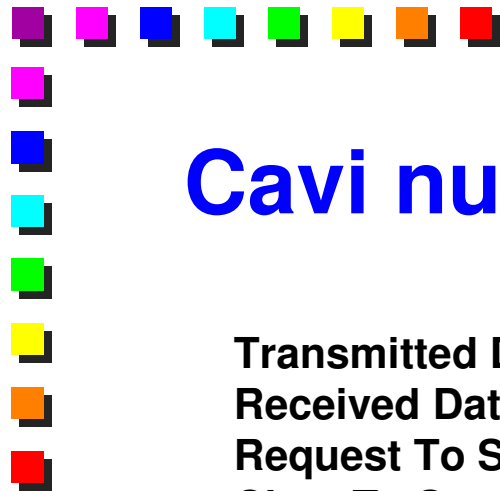


**Cavo
 null-modem**

Transmitted Data
 Received Data
 Request To Send
 Clear To Send
 Data Set Ready
 Signal Ground
 Carrier Detect
 Data Terminal Ready



**Cavo
 null-modem
 senza
 handshake
 hardware**

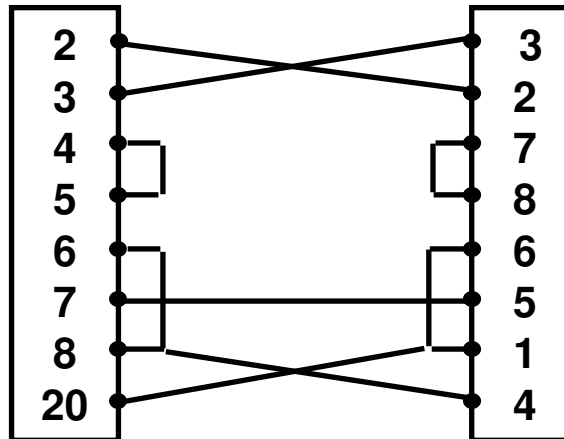


Cavi null-modem

Connettore a 25 pin

Connettore a 9 pin

Transmitted Data
 Received Data
 Request To Send
 Clear To Send
 Data Set Ready
 Signal Ground
 Carrier Detect
 Data Terminal Ready

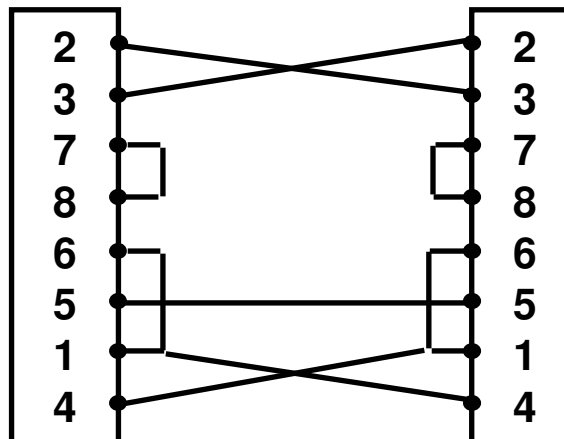


Cavo null-modem tra un connettore a 25 pin ed uno a 9 pin

Connettore a 9 pin

Connettore a 9 pin

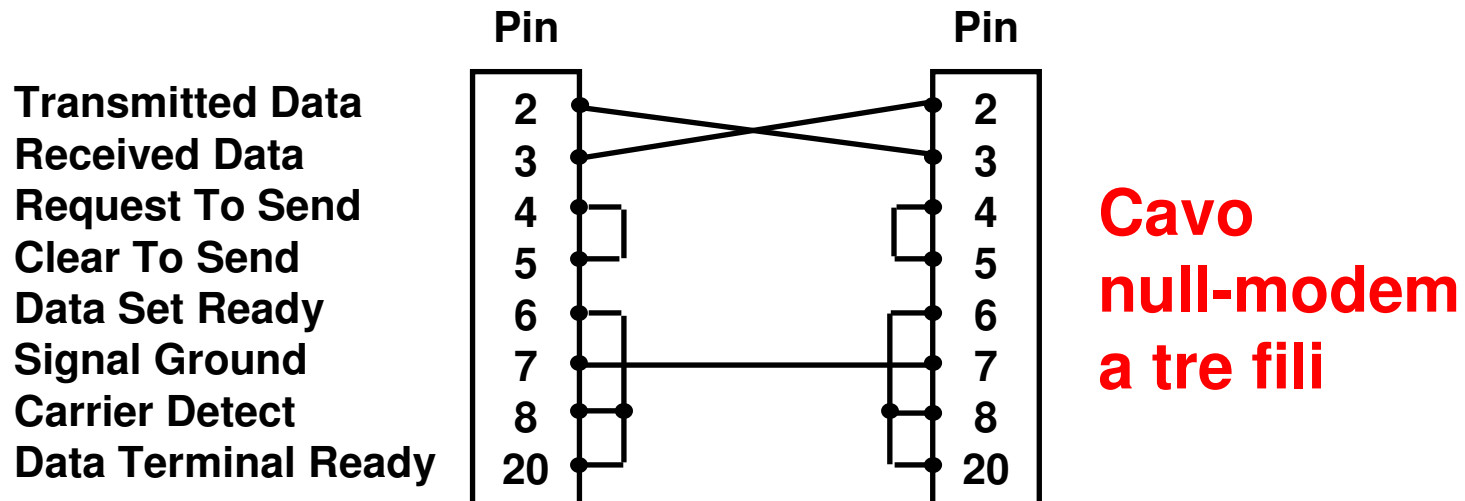
Transmitted Data
 Received Data
 Request To Send
 Clear To Send
 Data Set Ready
 Signal Ground
 Carrier Detect
 Data Terminal Ready



Cavo null-modem tra due connettori a 9 pin

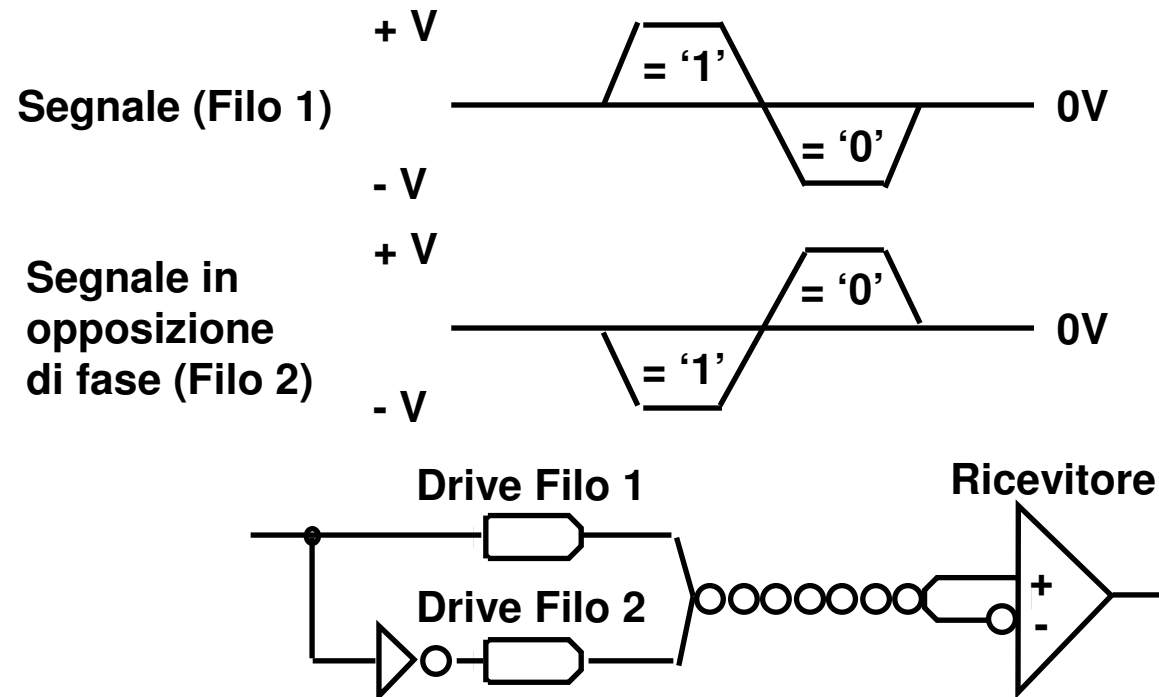


Cavi null-modem



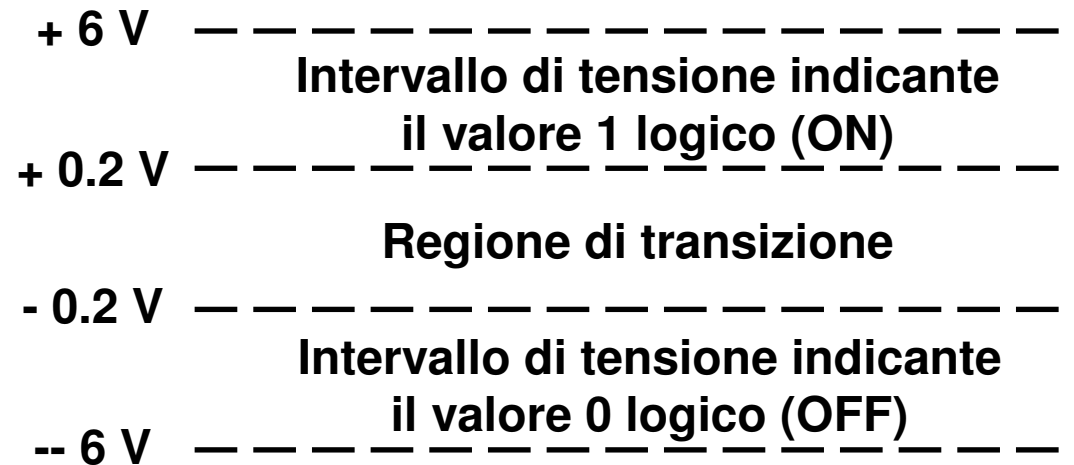
Interfaccia seriale RS-422

- Al contrario dell'RS-232, usa la trasmissione bilanciata
 - ogni segnale è pilotato in opposizione di fase su due fili



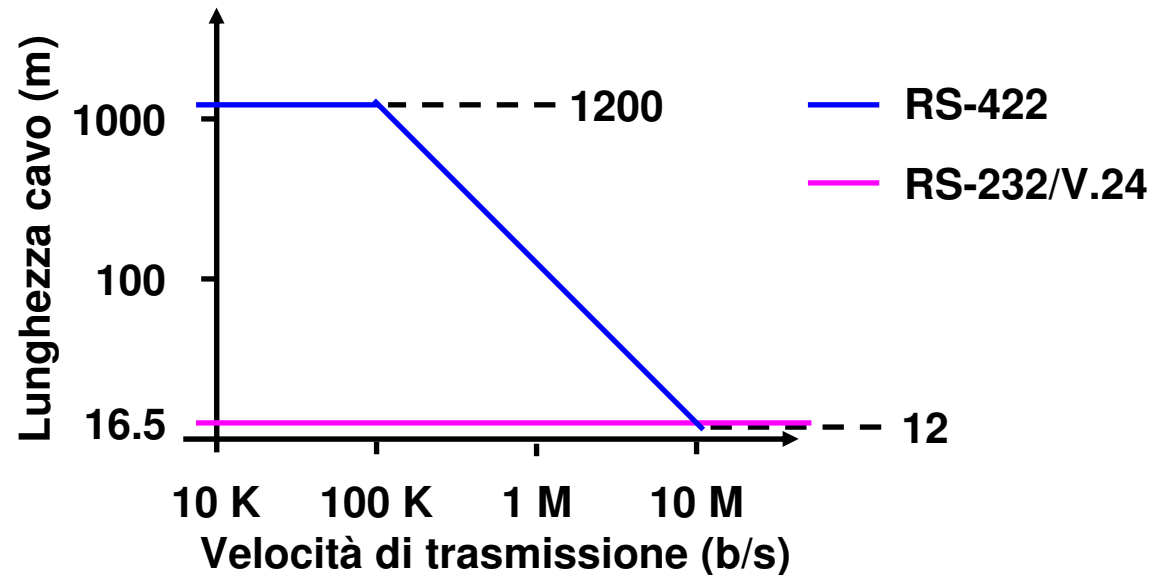
Interfaccia seriale RS-422

- La trasmissione bilanciata permette di:
 - coprire una maggiore distanza a velocità superiori
 - eliminare il rumore elettromagnetico incidente sul cavo
- L'intervallo di tensione usato per la codifica dei valori binari è ridotto rispetto all'RS-232
 - così si riduce l'impedenza di carico da $5K\Omega$ a 100Ω



Interfaccia seriale RS-422

- Specifica l'utilizzo di doppini a velocità comprese tra 100 Kb/s fino a 1200 m e 10 Mb/s fino a 12 m
- Caratteristica che indica come varia la lunghezza del cavo in funzione della velocità di trasmissione



Altre interfacce seriali

■ RS-423

- standard simile all'X.26 dell'ANSI e al V.10 del CCITT
- definisce le caratteristiche per la trasmissione sbilanciata tra 0 e 20 Kb/s (simile all'RS-232)
- supporta velocità comprese tra 100Kb/s fino a 12 m e 10Kb/s fino a 60 m

■ RS-449

- fa riferimento all'RS-422 e all'RS-423 per quanto riguarda le caratteristiche elettriche dei segnali
- utilizza un connettore a 37 pin
- può usare opzionalmente un connettore a 9 pin per il canale secondario
- permette di avere cavi fino a 1200 m

Altre interfacce seriali

■ RS-530

- utilizza il connettore di tipo D a 25 pin
- fa riferimento all'RS-422 e all'RS-423 per quanto riguarda le caratteristiche elettriche dei segnali
- adotta la tecnica di trasmissione bilanciata
- può raggiungere una velocità di 2 Mb/s

■ V.35

- standard più diffuso per interfacce ad alta velocità (da 48Kb/s a 2Mb/s)
- utilizza il connettore ISO 2593 a 34 pin
- adotta la trasmissione sbilanciata per i segnali di controllo
- adotta la trasmissione bilanciata per i segnali di clock e per i dati