

# 1 Interfacce seriali

Quando la distanza fra un computer ed il dispositivo che gli si vuole collegare è maggiore di 7 - 8 m, oppure quando si vuole realizzare un collegamento più semplice di uno parallelo, si usa una interfaccia seriale.

Una interfaccia seriale spedisce i suoi dati un bit alla volta in modo che, in linea di principio, sia necessario un solo filo per effettuare la trasmissione. Per trasferire informazione bisognerà effettuare una operazione di codifica, che sostituisce i bit effettivamente trasmessi con i simboli di un "alfabeto".

L'idea di trasmettere informazioni codificate e "serializzate", attraverso un canale di trasmissione elettrico è antica e data dai tempi dell'invenzione del telegrafo (Samuel Morse, 24 Maggio 1844).

Di tempi un po' più recenti (1920) è l'invenzione delle prime tecniche di trasmissione seriale che sono arrivate fino ai giorni nostri. Il sistema mondiale delle telescriventi è basato su un'interfaccia seriale. Una tastiera - stampante di tecnologia elettromeccanica (a relais) poteva spedire, attraverso una linea telegrafica, la codifica binaria del carattere che l'operatore batteva sulla tastiera.

La codifica del carattere veniva letta ed interpretata in ricezione ed il carattere battuto veniva stampato dalla tastiera - stampante del ricevente. La tastiera - stampante è detta "telescrivente" (**TTY**, **Teletypewriter**), cioè macchina per scrivere "a distanza". In questo modo era possibile far stampare i testi voluti non solo sulla propria macchina ma anche su qualsiasi altra TTY, in qualsiasi parte del mondo. Tutto questo con una semplice apparecchiatura elettromeccanica, che non aveva un computer all'interno, ne tantomeno una logica complicata.

Il protocollo usato dalle ultime telescriventi è stato utilizzato per realizzare lo standard "classico" delle porte seriali dei computer, che risponde alle specifiche dette EIA RS 232 (EIA = Electronic Industry Association), oppure ITU-T V.24. Questo standard è compatibile con il protocollo TTY, ma lo estende a velocità superiori. La porta seriale dei PC, cioè quella alla quale si collegano la maggior parte dei mouse e dei modem, è conforme alle specifiche RS 232.

## 1.1 Il "frame" seriale TTY e RS 232

Nelle trasmissioni seriali fra telescriventi il formato con il quale vengono spediti i dati è chiamato "**frame**" (in Inglese significa "cornice" o "riquadro", in Italiano viene sempre tradotto con "**trama**").

Il formato del frame specifica l'ordine ed il significato dei bit che vengono spediti, sia nel protocollo RS 232 che in tutti gli altri protocolli. I livelli logici del frame TTY, ripresi anche nello standard RS232 (scritto negli anni 60, la sua versione E è del 1991), sono due e vengono detti "mark" e "space". I nomi provengono dai buchi che venivano fatti dalle prime telescriventi su di una banda perforata. Il livello mark corrisponde all'uno logico, space allo zero.

Il frame RS 232 inizia con un bit che non trasporta informazione, detto di START. Al bit di start fanno seguito da 5 a 8 bit di informazione, che rappresentano il dato da spedire. Nelle prime trasmissioni TTY questo dato era codificato in codice Baudot, a 5 bit, mentre nelle ultime la codifica era ASCII a 7 bit. Utilizzando il codice ASCII le TTY potevano funzionare anche come terminali dei primi computer centralizzati.

L'ordine d'invio dei bit di dati nel frame seriale è a partire dal meno significativo.

Ai bit di informazione fanno seguito uno o più bit di STOP. Prima di poter spedire un nuovo carattere il trasmittente dovrà attendere, senza spedire nulla, per tutto il tempo di tutti i bit di STOP.

Questo tempo di inattività fu introdotto per poter riportare la testina ed i relais delle telescriventi in posizione di riposo, prima di accettare un nuovo carattere. Nelle vecchie telescriventi questa operazione richiedeva parecchio tempo, per cui era comune avere diversi bit di stop. Invece nelle comunicazioni fra computer e con gli altri dispositivi moderni che utilizzano la RS 232 si usa un solo bit di stop, dato che i circuiti logici elettronici sono molto più veloci dei relais.

### Segnale NRZ (*Not Return to Zero*)

I bit spediti serialmente vengono trasmessi ciascuno per un tempo uguale, costante per tutta la trasmissione, che viene detto "**bit time**". Naturalmente quanto più breve è il tempo di bit tanto maggiore è la velocità della comunicazione (**bit rate**).

Quando in un frame seriale si devono spedire due bit uguali, il segnale relativo rimane allo stesso livello per due tempi di bit, senza tornare a zero, per questa ragione viene detto NRZ (**Not Return to Zero**). La figura illustra meglio questo funzionamento, che non è molto efficiente dal punto di vista dello sfruttamento del mezzo di trasmissione ma che era del tutto adeguato alle bassissime velocità delle telescriventi.

Si noti che l'interfaccia che spedisce deve avere un orologio interno che stabilisce il momento in cui è finito il tempo di bit, cioè quando si deve spedire il prossimo bit. Anche chi riceve deve avere il suo orologio, che dirà qual è il momento migliore per leggere il segnale sulla linea. Ad ogni carattere spedito i due orologi si risincronizzano sul bit di start. Fra i due caratteri spediti può passare un tempo qualunque. E' per questo che la trasmissione viene detta "asincrona".

Per effettuare trasmissioni corrette non sarà necessario usare orologi precisissimi, dato che il frame è lungo solo una decina di bit time.

Si noti che il segnale seriale è a livello "mark" quando non è spedita nessuna informazione. Siccome "mark" è sempre associato ad uno stato "energizzato" della linea, se il segnale ricevuto rimane a livello "space" per più del tempo che occorre per spedire un intero carattere si può essere certi che la linea si è rotta (condizione di "break" (rotto)).

*Rappresentazione elettrica di "mark" e "space"*

I livelli di mark e space possono essere rappresentati fisicamente in molti modi, per esempio come normali segnali TTL, o come modulazioni di un segnale sinusoidale. Anche in diversi punti dello stesso sistema possono essere presenti diversi modi di rappresentare "mark" e "space". La tabella successiva indica come sono rappresentati "mark" e "space" nelle diverse tecnologie che sono usate nelle interfacce seriali.

| Tecnologia   | mark                            | space               |
|--------------|---------------------------------|---------------------|
| current loop | presenza di corrente            | assenza di corrente |
| RS - 232     | -12 V                           | + 12 V              |
| UART         | + 5 V                           | 0 V                 |
| modem        | Dipende dal tipo di modulazione |                     |

I dettagli sulle tecniche indicate in tabella seguono nei prossimi paragrafi.

*Current loop*

Il modo più antico e più semplice di rappresentare mark e space è il loop di corrente.

Di uso comune quando si dovevano collegare le telescriventi, nel current loop i livelli di mark e space vengono rappresentati attraverso la presenza od assenza di corrente nel filo che collega i due dispositivi. Essendo la corrente meno sensibile della tensione alle interferenze, attraverso questa tecnica è possibile superare distanze maggiori, in ambienti più disturbati, sia pur a velocità di trasmissione più basse. La corrente utilizzata per questo tipo di trasmissione è di solito di 20 mA. L'interfaccia di current loop funziona con quattro fili: uno per l' "andata" e uno per il "ritorno" della corrente del segnale in trasmissione (T+ e T-), gli altri due per la ricezione (R+ e R-).

Dato che in current loop si dispone solo di due segnali, non si usano linee di handshake hardware (vedi oltre).

Nel PC IBM originale la scheda seriale (RS-232) aveva anche un'interfaccia per current loop; la scheda poteva essere configurata, con jumper, per poter funzionare con tensioni RS-232 od in current loop. L'ingresso della scheda era fotoaccoppiato.

Trattando di current loop il problema principale è che non esiste nessuno standard che lo codifichi, né di tipo elettrico (regolatori di corrente, resistenze di carico ..), né di tipo meccanico (connettori). Ciò significa che ogni interfaccia seriale in current loop ha le sue peculiarità e bisogna conoscere almeno un poco della sua architettura hardware per utilizzarla correttamente. La generazione delle correnti può essere concentrata in un lato solo dell'interfaccia (un solo lato "attivo") o può essere suddivisa fra i due soggetti della comunicazione. Se l'interfaccia funziona in half duplex ci può essere un unico generatore di corrente, usato ora da uno, ora dall'altro soggetto.

TO DO !!!!

**Figura 1: schema di trasmissione seriale in current loop**

Pur essendo tecnologia "sorpasata", il current loop è tuttora usato in molte applicazioni, in numero maggiore di quanto si possa pensare.

Un esempio tipico è quello delle comunicazioni fra sistemi per l'automazione industriale, come le PLC, che devono essere installate in ambienti in cui le interferenze elettromagnetiche sono considerevoli. I limiti raggiungibili sono di 9 kbit/s su tratte di 500 - 600 m, con un'interfaccia ben progettata e buoni cavi. A velocità più basse si possono raggiungere distanze maggiori.

**1.2 EIA RS 232**

Le specifiche di questa norma sono giunte alla revisione D (EIA RS 232 D, 1987). La versione C della norma è stata ripresa anche dallo standard ITU T V .24.

La norma indica quali devono essere i livelli di tensione, le temporizzazioni, la trama, i segnali di controllo da utilizzare perché due interfacce seriali che la rispettino possano comunicare.

La norma è scritta per assicurare il collegamento di un terminale ad un modem (vedi figura). Oggi i terminali non esistono quasi più, così quasi sempre al posto del terminale ci sarà un computer in emulazione di terminale.

La norma chiama DTE (Data Terminal Equipment) il computer e DCE (Data Communication Equipment) il modem. Il DCE viene anche detto "data set".

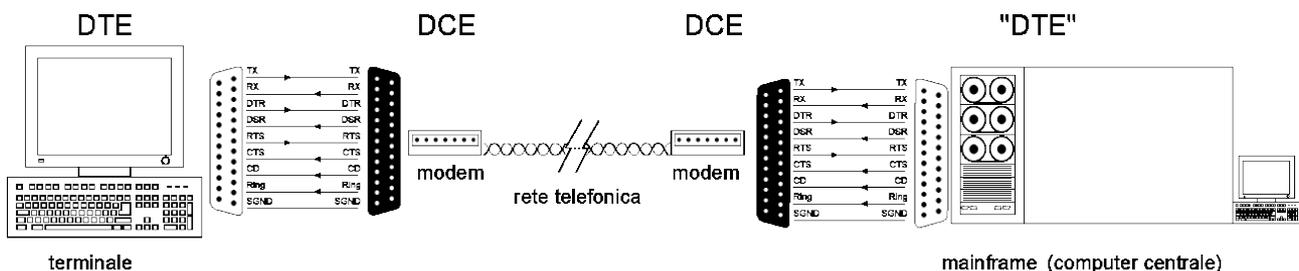


Figura 2: Collegamento di un terminale remoto (DTE) al mainframe (DTE) con due modem (DCE)

Ci sono diversi fili che collegano un DTE ad un DCE; alcuni (tre) sono usati sempre, altri spesso (sei linee), i rimanenti quasi mai. Le specifiche prevedono infatti due canali di comunicazione completi, uno dei quali non è usato quasi mai.

#### Connettori

La norma non richiede connettori specifici, ma sono quasi sempre usati dei Cannon DB 25, femmina per il DTE e maschio per il DCE. Quasi tutti i pin dei connettori sono specificati dalla normativa, ma molti non sono indispensabili. I "nomi" dei segnali dell'interfaccia RS 232 si trovano indicati in modo diverso nella letteratura. La norma ITU-T V.24 dà nomi criptici ai vari fili dell'interfaccia. Al contrario nella letteratura "pratica" si trovano nomi "parlanti", molto più comprensibili, che però, non essendo standard, non sono sempre quelli. Nel seguito si è cercato di usare le sigle che si trovano più di frequente.

| Pin DB 25 "standard" | Nome | Direzione (riferita al DTE) | Significato   |
|----------------------|------|-----------------------------|---|
| 1                    | FGND | -                           | Frame (protective) ground, di solito collegato alla massa dello chassis   |
| 2                    | TX   | OUT                         | Transmitted data  |
| 3                    | RX   | IN                          | Received data   |
| 4                    | RTS  | OUT                         | Request to send   |
| 5                    | CTS  | IN                          | Clear to send   |
| 6                    | DSR  | IN                          | Data set ready  |
| 7                    | SGND | -                           | Signal ground: massa di segnale, per i segnali dati e di controllo        |
| 8                    | CD   | IN                          | Data carrier detect: presenza di segnale sulla linea                      |
| 9                    |      | -                           | Positive test voltage   |
| 10                   |      | -                           | Negative test voltage   |
| 11                   | -    | -                           | (Not assigned)  |
| 12                   | SCD  |                             | Secondary carrier detect  |
| 13                   | SCTS |                             | Secondary clear to send   |
| 14                   | STX  |                             | Secondary transmitted data  |
| 15                   | TC   |                             | Transmitted clock: clock di trasmissione generato dal computer (sincrono) |
| 16                   | SRX  |                             | Secondary received data   |
| 17                   | RC   | IN                          | Received clock: clock di ricezione generato dal modem (sincrono)          |
| 18                   | -    |                             | (Not assigned)  |
| 19                   | SRTS |                             | Secondary request to send   |
| 20                   | DTR  | OUT                         | Data terminal ready   |
| 21                   | SQ   |                             | Signal Quality Detector   |
| 22                   | RI   | IN                          | Ring indicator: segnale di suoneria attivato                              |
| 23                   | DRS  |                             | Data rate selector  |
| 24                   | SCTE |                             | Serial clock transmit external  |
| 25                   | BUSY |                             | Busy  |

Figura 3: pin del connettore DB 25, sigla e significato dei segnali RS232.

#### TX e RX (Transmit e Receive)

Linee dei dati: sono rispettivamente: il segnale trasmesso, dal DTE al DCE, e quello ricevuto, che ha direzione contraria. Hanno il formato del frame della seriale (NRZ, con bit di start e di stop) ed i livelli di tensione stabiliti dallo standard (vedi oltre).

Questi segnali vengono anche chiamati TD e RD (Transmitted e Received Data)

Le linee DTR, DSR e RTS, RTS, CTS possono essere usate in modi molto diversi, a seconda del dispositivo collegato e dell'applicazione che lo usa. Se il dispositivo è collegato è un modem il funzionamento di queste linee è standardizzato.

#### DTR e DSR (Data Terminal Ready e Data Set Ready)

Linee di stato: sono usate all'inizio della comunicazione, per indicare che i dispositivi sono presenti. Il DTE alza DTR ed il DCE risponde, se tutto va bene, alzando DSR ("data set" ready, cioè "modem pronto"). Questi segnali rimangono alti per tutto il collegamento, se vengono abbassati il collegamento si chiude.

In rari casi DTR e DSR possono essere usati per l'handshake, in modo identico a RTS e CTS. Se la seriale controlla un modem, DTR e DSR hanno significati specifici, che vedremo più in là.

#### RTS e CTS (Request To Send e Clear To Send)

Linee per l'handshake hardware: all'inizio della comunicazione il DTE alza RTS, il DCE risponde alzando CTS, poi può cominciare la trasmissione. Se uno dei due dispositivi ha la necessità di rallentare l'altro (p.es. perché un buffer è vicino all'esaurimento) abbassa il segnale che controlla. L'altro dispositivo, vedendo il segnale basso, potrà interrompere l'invio dei dati. Se una di queste linee viene abbassata, il collegamento può venire rallentato, ma non chiuso. L'hand-

shake hardware può funzionare solo se entrambi i dispositivi lo supportano, cioè vanno effettivamente a vedere cosa succede alla linea CTS controllata dall'altro dispositivo.

Se l'handshake hardware non è possibile, oppure se esso è disabilitato, è possibile utilizzare una forma di handshake software, detta Xon - Xoff. Quando il dispositivo che riceve sta esaurendo il suo buffer, manda a chi spedisce un carattere speciale, detto Xoff (Control Q del codice ASCII, 17d, 11h). Quando il buffer comincia a vuotarsi e chi riceve vuole che il flusso sia ripreso, spedisce il carattere di ripresa Xon, (Control S del codice ASCII, 19d, 13h).

Naturalmente i codici dei caratteri speciali non devono far parte di quelli che possono essere spediti come dati. Se si utilizza il codice ASCII ciò è assicurato, dato che nel codice ASCII i primi codici sono caratteri non stampabili, che non passeranno mai come dati, nella spedizione di testi alfanumerici.

Le linee RTS e CTS sono spesso usate in modo "originale" dai vari software, quando il dispositivo che si controlla non è un modem, (p.es. una stampante seriale).

TC e RC (Transmitted clock e Received clock)

Segnali di sincronizzazione: lo standard RS 232, noto per la sua modalità di comunicazione asincrona, definisce anche trasferimenti sincroni, nei quali viene spedito, oltre al segnale che contiene i dati, anche un segnale di sincronizzazione (clock) per ognuna delle due direzioni di trasmissione. Quando i trasferimenti sono sincroni, i due segnali di clock si trovano su queste linee.

Si noti che il protocollo sincrono RS 232 non viene usato quasi mai. Nella quasi totalità dei casi RS 232 significa comunicazioni seriali asincrone. La porta seriale standard di tutti i PC è solo asincrona.

CD (Carrier detect)

Collegamento presente: Linea usata dai modem. Se alta significa che il DCE (modem) ha "sentito" una portante valida, proveniente dall'altro modem con cui è collegato, cioè che c'è un altro modem funzionante dall'altra parte. Questo segnale viene anche chiamato DCD (Data Carrier Detect) o CD (Carrier Detect).

RI (Ring Indicator)

Segnale indicatore di suoneria: linea usata dai modem. Significa che il DCE ha "sentito" il segnale che attiva la suoneria del telefono.

SGND e FGND

Masse: sono rispettivamente la massa di segnale e la terra di protezione e non vanno confuse. La massa di segnale è lo zero di tutti i segnali trasportati sugli altri fili e deve essere sempre presente come filo singolo. La terra di protezione è quella che deve essere collegata allo schermo del cavo seriale (se c'è) e deve essere collegata alla terra del sistema in un solo punto, per evitare loop di terra. Con questo collegamento si possono minimizzare i disturbi. Il collegamento alla terra è di solito realizzato all'interno della scheda RS 232, per cui, per evitare di avere due punti collegati a terra, è meglio evitare di mettere a terra lo schermo.

I nomi delle linee fanno riferimento al DTE, se facessero riferimento al DCE sarebbero tutti nomi "invertiti".

Per collegare un DTE ad un DCE è sufficiente un cavo "dritto" (straight-through), nel quale tutti i piedini di un connettore sono collegati agli stessi piedini dell'altro.

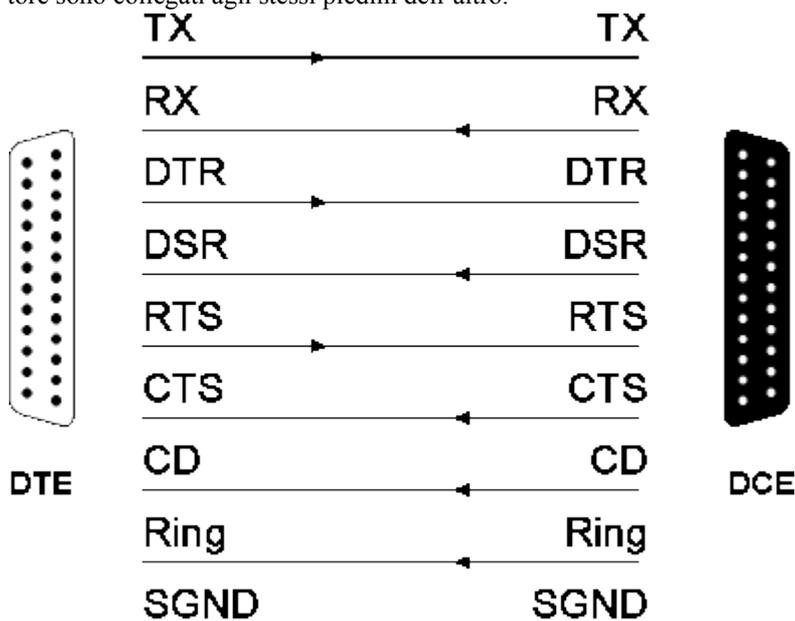


Figura 4: i segnali del canale di comunicazione principale RS 232 e connettori per DTE e DCE

Se si vuole collegare un DTE a un altro DTE, senza l'uso intermedio di due DCE, bisogna fare un cavo che inverte le funzioni dei singoli segnali, che viene detto "null modem".

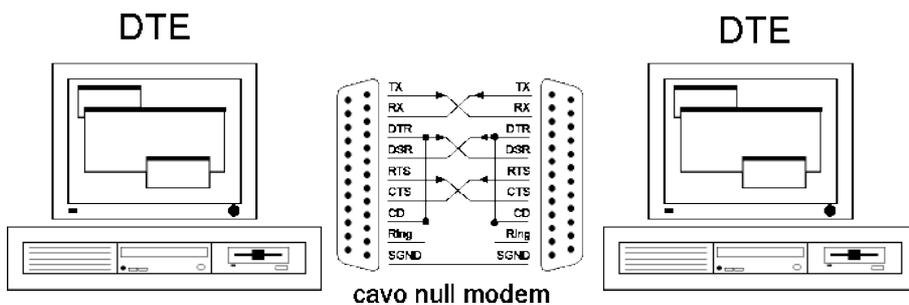


Figura 5: DTE collegato con DTE attraverso un cavo null modem

**Null modem a tre fili**

Se si vuole connettere due DTE con il numero minimo di fili, ne bastano tre; uno per la trasmissione, uno per la ricezione e l'ultimo per la massa di entrambi i segnali. Naturalmente il segnale trasmesso da un lato deve essere quello ricevuto dall'altro e siccome i connettori sono identici (entrambi "da DTE") i cavi TX e RX si devono scambiare (vedi figura).

Per ingannare il software che gira sui computer si possono bypassare i segnali di handshake, rimettendo tutte le richieste in uscita sull'ingresso corrispondente (vedi figura). In questo modo il software si darà da solo l'autorizzazione a procedere nella comunicazione. Naturalmente l'handshake hardware non funzionerà, dato che non esistono neppure i fili relativi.

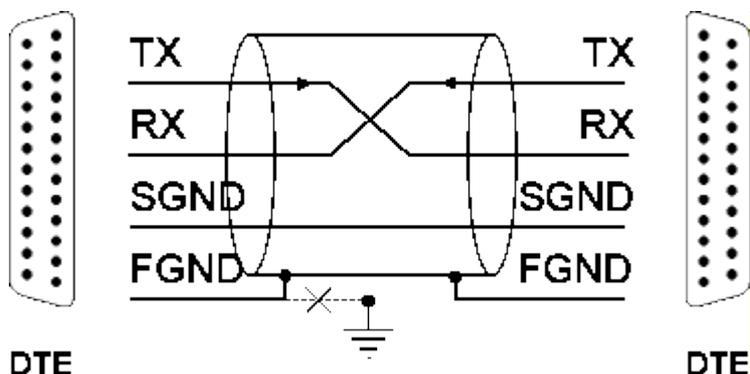


Figura 6: cavo null modem a 3 fili e collegamento

Se si vuole collegare DTE a DTE con handshake hardware non "ingannevole", bisogna portare nel cavo anche i fili dei segnali di controllo. Anche questi fili andranno invertiti come TX e RX del caso precedente, per la stessa ragione. Alcuni cavi null modem possono essere diversi, se i software usano una tecnica per l'handshake diversa da quella normale.

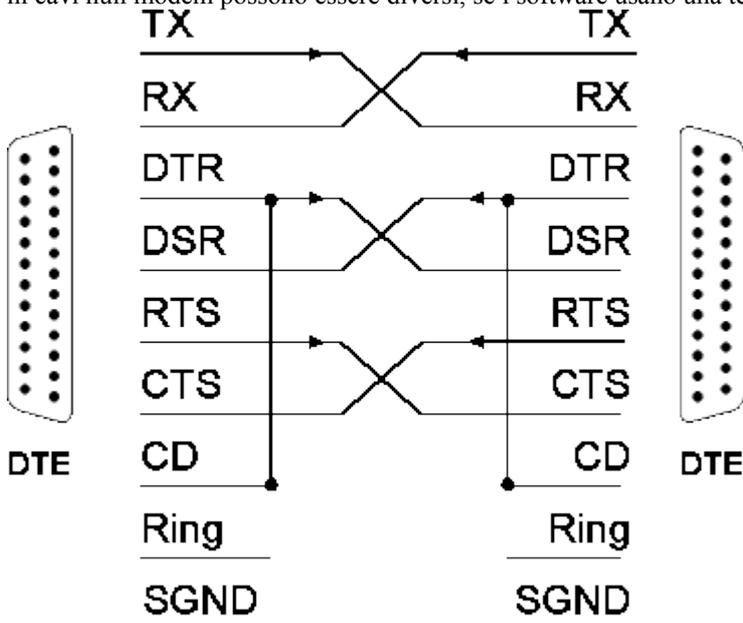


Figura 7: cavo null modem a 7 fili

Null modem "col trucco"

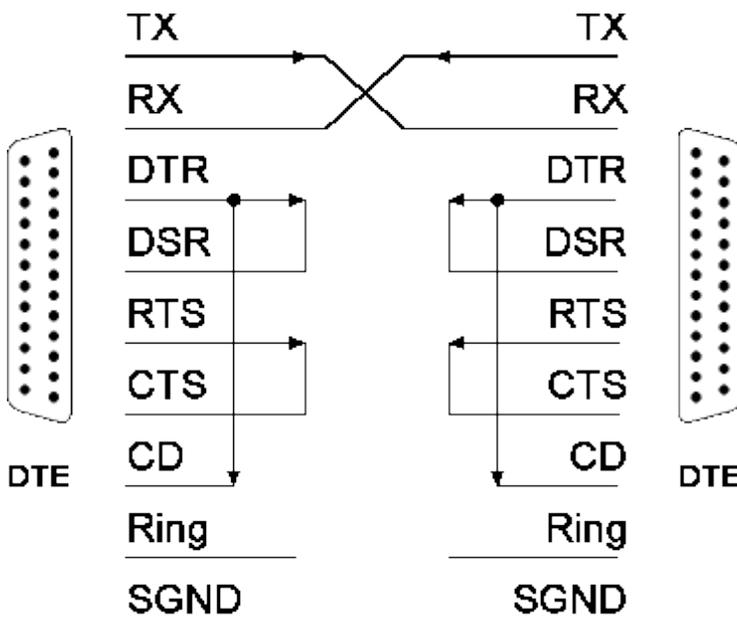


Figura 8: Null modem a 3 fili con "trucco" che inganna il software

### 1.2.1 Distanza

Il limite di distanza specificato dalle normative è di 50 piedi (15 m), in verità si possono agevolmente coprire distanze molto più lunghe, come si vede nella seguente tabella:

McNamara, in "Technical Aspects of Data Communications", (Digital Press, 1992), pubblica la seguente tabella:

| Bit Rate (bit /s) | max distance (shielded cable) | max distance (un-shielded cable) |
|-------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| 110               | 1500 m                        | 900 m                            |
| 300               | 1500 m                        | 900 m                            |
| 1200              | 900 m                         | 900 m                            |
| 2400              | 300 m                         | 150 m                            |
| 4800              | 300 m                         | 80 m                             |
| 9600              | 80 m                          | 80 m                             |

**Tabella 1: distanze tipiche raggiungibili con RS 232 (\*)**

Alcuni hanno ottenuto comunicazioni affidabili a 115 200 bit/s su 30 m di cavo, in questi casi non si possono dare indicazioni generali, se non che "bisogna provare" con gli specifici dispositivi che si hanno a disposizione, curando particolarmente la messa a massa dei segnali.

### 1.2.2 Livelli elettrici di una RS 232

Lo standard RS 232 richiede tensioni alte, per gli standard moderni. Per indicare che un bit è a livello "mark" si deve erogare una tensione fra -3 V e -25 V, il valore il funzionamento che deve essere garantito è fra -15 V e -12 V (valore nominale). Il livello "space" viene rappresentato con una tensione fra +3 V e +25 V, con valore nominale fra +12 V e +15 V. La presenza di una tensione fra -3 V e +3 V in una linea RS 232 è l'indicazione di un malfunzionamento. All'interno del computer i livelli di tensione presenti sono quelli TTL, 0 - 5 V, o tensioni anche più basse, nei moderni sistemi portatili tutti a CMOS. Per poter ottenere queste tensioni e comunicare con un dispositivo RS 232, nel computer deve essere compreso un circuito che fa una traslazione dei livelli di tensione; da TTL (0 - 5 V) a livelli RS 232 (-12 - +12) e che provvede a caricare le capacità delle linee di trasmissione con correnti "sostanziose". Questo circuito viene detto "RS 232 driver" o "EIA driver". I driver RS 232 più usati sono il 1488 per gli output e il 1489 per gli input

Si noti che nella RS 232 i segnali dei dati (RX e TX) sono in logica negativa (il mark è a tensione negativa), mentre le linee di controllo sono in logica positiva (sono attive alla tensione positiva, non attive alla negativa).

Siccome i segnali RS 232 sono a livelli piuttosto alti, in certi casi vengono utilizzati anche per alimentare il sistema remoto. Esistono per esempio sensori e sistemi di acquisizione dati che funzionano lontano dal computer, senza batteria, alimentati dalla sola linea RTS della RS 232.

## ESP: Enhanced Serial Port

E' un tipo di porta seriale prodotto dalla Hayes per comunicare con i suoi modem, contiene una CPU ed un buffer piuttosto consistente. Può gestire velocità DTE - DCE fino a 230 kbit/s.

### 1.3 UART

I dispositivi elettronici che vengono usati per realizzare le porte seriali vengono detti UART ("Universal Asynchronous Receiver - Transmitter"). Alcuni dispositivi sono in grado di effettuare anche comunicazioni sincrone e per questo sono detti USART (dove la S sta per Synchronous). Le UART e le USART sono normali chip logici, in essi i livelli di mark e space devono essere compatibili con i livelli di tutti gli altri dispositivi logici che si trovano all'interno del computer. Per questo di solito i livelli con cui lavora una UART sono quelli normali della logica TTL, cioè 0 V nominali per space e 5 V per mark.

Lo scopo principale di una UART è rendere seriale il dato parallelo in spedizione e rendere parallelo il dato ricevuto un bit alla volta.

L'UART più usata un tempo, che era presente anche nel primo PC IBM, è l'8250. Ora essa è in disuso perché garantisce velocità di trasferimento troppo basse.

Le UART che si usano oggi sono il 16450 (o 82450) ed il 16550. Il 16450 supporta velocità maggiori rispetto all'8250; il 16550 è di fatto compatibile con il 16450 a livello di piedini, ma ha un buffer FIFO, per cui può giungere in modo affidabile a velocità maggiori. Tutti i chip successivi all'8250 che si usano nei PC sono del tutto compatibili con il primo dal punto di vista della loro utilizzazione da parte del software; hanno cioè tutti i registri dell'8250, che funzionano nello stesso modo. In questo modo il software scritto per l'8250 è in grado di funzionare anche con i dispositivi successivi. Naturalmente le funzioni in più rispetto a quelle dell'8250, quali per esempio il buffer, essendo "nuove", devono essere implementate da software specifico.

Le interfacce RS 232 consentono velocità massime da 9,6 a 115,2 kbit/s, a seconda della UART usata.

### 1.4 EIA RS 422

A questo standard rispondono le porte seriale nei Macintosh (quelle che c'erano all'inizio, oggi non ci sono più).

Le sue caratteristiche elettriche sono simili a quelle della RS 232; i segnali TX e RX sono però bilanciati, pilotati con tensioni differenziali, non riferite a massa. C'è perciò la necessità di una coppia di cavi (il + ed il ritorno) per trasportare ogni segnale. Inoltre le tensioni utilizzate sono più basse. Per collegare un dispositivo RS 232 ad una porta RS 422 è perciò necessario un circuito di interfaccia, peraltro molto semplice. L'UART usata dalla RS 422 può essere la stessa della RS 232 e perciò può essere usato lo stesso software; cambiano solo i chip di pilotaggio della linea (drivers).

### 1.5 EIA RS 485

Compatibile a livello elettrico con la RS 422. I dispositivi RS 485 devono avere gli stadi di uscita sulla linea dotati di enable; possono perciò essere posti in stato di alta impedenza ed essere elettricamente "staccati" dalla linea. Ciò rende possibile la utilizzazione di questa interfaccia in modo multidrop. L'esclusione dalla linea dei dispositivi non interessati alla comunicazione viene comandata via software.

### 1.6 MIDI

Musical Instrument Digital Interface, è una porta seriale a 31.5 kbaud. E' stabilito un protocollo tramite il quale gli strumenti musicali elettronici si possono scambiare le note da suonare.

### 1.7 USB

USB significa Universal Serial Bus. E' un'interfaccia sviluppata da alcuni importanti produttori di hardware e software per PC, che mira a sostituire tutte le porte dei PC. La sua velocità massima, nella prima versione, è 12 Mbit/s, c'è la possibilità di avere un sottocanale a 1 Mbit/s per i device più lenti (tastiera, mouse, modem ..). USB può essere sia sincrona che asincrona. Oltre che ai normali device che si collegano già da ora ai PC, USB si può collegare direttamente a normali linee telefoniche, PBX, linee ISDN.

Con USB i dati real-time (audio, video) possono avere la priorità e non essere interrotti. La banda è condivisa fra tutti i dispositivi, un singolo dispositivo ne può usare al massimo la metà, quindi la velocità massima di un collegamento da uno a uno, senza altri dispositivi coinvolti, è di 6 Mbit/s.

Si possono collegare ad un USB fino a 127 device, con un layout a stelle connesse: deve essere presente un concentratore, detto "hub", nel quale si collegano da punto a punto vari dispositivi. In ogni dispositivo può essere presente un altro hub USB, al quale si possono collegare altri device. I device USB devono essere progettati per poter essere tolti ed inseriti nel bus senza togliere l'alimentazione ("hot plugging").

I segmenti di cavo possono essere lunghi fino a 5 metri. Interponendo degli hub e dei dispositivi USB il raggio della rete si può estendere fino a 40 m, con un layout a stella connessa (tiered star) molto flessibile. I cavi hanno 4 fili, due per il segnale e due per la potenza, con connettori molto piccoli. Gli hub o i dispositivi possono erogare corrente per alimentare in remoto i dispositivi che ad essi sono collegati. Esistono due specifiche sulla potenza erogabile: i dispositivi "high

power" sono in grado di erogare 500 mA, i "low power" 100 mA. I segnali sono codificati in NRZ, come la RS-232, ma sono di tipo differenziale.

La versione 2.0 di USB permette velocità massime di 480 Mbit/s ed è quindi competitiva con Firewire (vedi).

Il supporto del software di sistema è presente solo a partire dalla versione "B" di Windows 95, per Linux il supporto è opzionale fino alla versione 2.2 del kernel, che deve essere ricompilato per includere il supporto USB.

### ***1.8 FireWire (IEEE-1394)***

Standard internazionale IEEE-1394, sviluppato inizialmente dalla Apple col nome di "FireWire" raggiunge i 400 Mbit/s, con estensioni fino a 3.2 Gbit/s. Serve per collegare ad alta velocità al computer videoregistratori e videocamere digitali. Naturalmente il costo sarà maggiore e non è detto che diventi uno standard ampiamente adottato.

### ***1.9 Curiosità***

Telescriventi (Teletypewriter)

La pressione di un tasto sulla tastiera di una delle prime telescriventi generava un codice a 5 bit (codice Baudot) che veniva spedito sulla linea telegrafica ad un'altra TTY, eventualmente all'altro capo del mondo. Gli impulsi in ingresso alla TTY attivavano la stampante, nella quale si potevano leggere sia il messaggio trasmesso che quello ricevuto.