

MODALITÀ PER IL TRASFERIMENTO DEI DATI

Esistono **tre tipi di regole** per il trasferimento dei dati che danno origine a linee diverse o ad usi diversi della stessa linea:

- Linea **simplex** per la quale il trasferimento dei dati è monodirezionale, cioè il sistema che riceve la comunicazione non è in grado di rispondere: è il caso, per esempio, della trasmissione radiotelevisiva, del televideo oppure della centralina che rileva i dati sull'inquinamento atmosferico e li trasmette ad un centro di raccolta.
- Linea **half-duplex**, per la quale la comunicazione è possibile in entrambe le direzioni, ma uno solo per volta dei due elementi posti in comunicazione può trasmettere: si pensi per esempio al ricetrasmittitore dove gli interlocutori parlano a turno.
- Linea **full-duplex**, per la quale la comunicazione è possibile in entrambe le direzioni e gli elementi interconnessi possono fruire del canale di comunicazione in contemporanea: è il caso tipico di una comunicazione telefonica.

Queste strutture di comunicazione vengono realizzate attraverso **canali di comunicazione**, cioè strutture fisiche attraverso le quali fluiscono i dati da un sistema all'altro.

LA COMUNICAZIONE PARALLELA

Le porte parallele, come indica il nome, sono dei dispositivi fisici che consentono di trasmettere e ricevere dati in *modo parallelo*, facendo viaggiare sul mezzo di trasmissione contemporaneamente 8 bit alla volta. Occorre ricordare a questo proposito che in questo contesto il termine *porta* non sta ad indicare un indirizzo all'interno della memoria di I/O (porta di input/output), ma un vero e proprio canale fisico di collegamento tra il calcolatore e il mondo esterno. Per questa ragione non bisogna stupirsi del fatto che ad un'unica porta parallela o seriale vengano associate più porte di input/output per il colloquio tra computer e dispositivi periferici, dato che tale colloquio può coinvolgere più registri del dispositivo esterno. Generalmente la porta parallela viene utilizzata per collegare il computer e la stampante attraverso un connettore Canon a 25 poli (8 linee dati, 9 linee di controllo e 8 di massa) e per questo motivo viene spesso denominata anche *porta della stampante*. Mentre fino a qualche anno fa la porta della stampante veniva usata quasi esclusivamente per il collegamento con le stampanti e, quindi, essenzialmente per una trasmissione monodirezionale verso l'esterno, ultimamente diversi produttori si sono avvalsi di questo dispositivo per progettare e collegare all'elaboratore componenti esterni, come per esempio dischi fissi portatili, unità di backup, lettori di CD e così via.

LA COMUNICAZIONE SERIALE

Quando due unità intelligenti poste a una distanza superiore a un paio di metri devono comunicare tra loro, l'uso dell'interfaccia parallela non è più consigliabile in quanto la struttura fisica del mezzo trasmissivo provoca sulle linee dei disturbi tali da rendere inaccettabile la qualità della comunicazione.

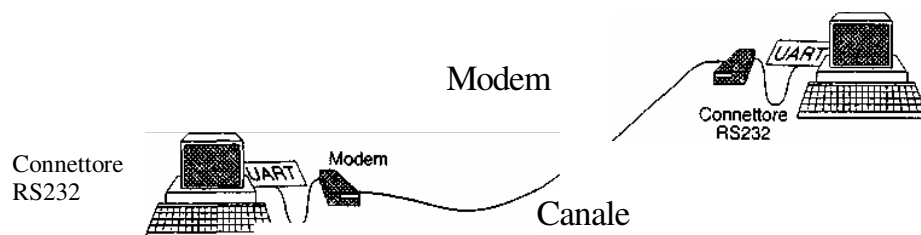
Si preferisce allora ricorrere a un altro tipo di collegamento, quello *seriale* che, utilizzando per la comunicazione un'unica linea, garantisce una sostanziale riduzione dei disturbi indotti; ovviamente, questo vantaggio viene pagato in termini di velocità, poiché i bit devono essere serializzati per poterli inviare uno dopo l'altro sull'unica linea a disposizione.

Dunque, dato che il *bus dati* del computer fornisce i dati in modo parallelo, occorre ricorrere a un dispositivo, detto *interfaccia seriale*, che ha il compito di permettere il collegamento tra il computer e il canale esterno, su cui i dati viaggiano un bit alla volta. Naturalmente, questa interfaccia non deve occuparsi solo della sequenzializzazione dei bit, ma deve anche generare bit di controllo, rilevare eventuali errori di trasmissione e, infine, sovrintendere alla corretta sincronizzazione tra i due interlocutori. A questo proposito conviene ricordare che, anche se quasi tutte le interfacce seriali prevedono la bidirezionalità del colloquio (*full-duplex*), esistono casi in cui, disponendo di un unico doppino telefonico per il collegamento, la comunicazione deve essere obbligatoriamente monodirezionale (*half-duplex*).

Le interfacce per la comunicazione seriale, rispetto al tipo di colloquio che realizzano, si dividono in due categorie: sincrone (USART - Universal Synchronous and Asynchronous Receiver Transmitter) e asincrone (UART- Universal Asynchronous Receiver Transmitter), anche se sicuramente sono queste ultime ad aver ottenuto maggiore successo, grazie alla minore complessità circuitale e all'esistenza di protocolli ormai standardizzati per la loro gestione.

Anche il collegamento diretto tra due interfacce seriali asincrone, però, può produrre spiacevoli inconvenienti nel caso in cui i computer siano posti a distanze considerevoli, poiché sulla linea si viene a generare, un'indesiderata attenuazione dei segnali digitali in trasmissione.

Per questo motivo, spesso, si preferisce far viaggiare lungo la linea dei segnali modulati di tipo analogico, interponendo tra l'UART e il mezzo trasmissivo un modem e collegando i due dispositivi attraverso un connettore Canon a 25 o 9 poli secondo lo standard EIA RS232 (o CCITT V24-V28).



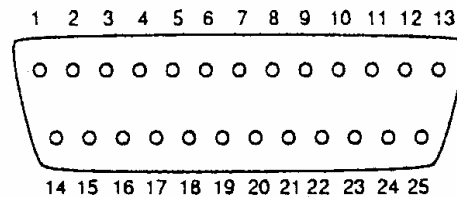
In ogni caso, anche se in origine le interfacce seriali furono progettate per collegare modem e computer, oggi vengono spesso usate anche per collegare a quest'ultimo altri tipi di dispositivi come stampanti, plotter, videotermini, unità di governo per automazione o altre unità computerizzate. Inoltre, l'estrema semplicità della connessione fisica, specie nella configurazione asincrona, ne ha consentito l'uso perfino nelle agende elettroniche tascabili e in alcune calcolatrici programmabili.

LO STANDARD EIA RS232C

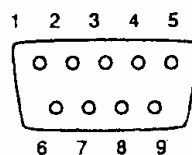
Nel 1969 l'EIA (*Electronic Industries Alliance*) ha definito uno standard di collegamento per la comunicazione seriale tra un computer (DTE - *Data Terminal Equipment*) e il modem (DCE - *Data Communication Equipment*) che, noto con la sigla *RS232C* (o per brevità, *RS232*), fornisce le indicazioni sulle caratteristiche fisiche, elettriche e funzionali che il circuito deve possedere.

LE CARATTERISTICHE FISICHE

Lo standard RS232 prevede di utilizzare per il collegamento un connettore del tipo D825 (Canon) a 25 pin, a ciascuno dei quali viene assegnato un preciso circuito elettrico.



In realtà, per una trasmissione efficiente sono necessarie solo 7 delle 25 linee che costituiscono lo standard, per cui molto spesso sui personal computer si incontrano connettori più semplici a 9 pin



LE CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEI CIRCUITI

Oltre ai collegamenti, lo standard RS232 definisce anche le caratteristiche elettriche relative ai singoli segnali, riferiti alla massa comune e catturati a livello del pin di connessione.

Un generico segnale, secondo questo standard, può trovarsi nelle seguenti condizioni:

- *mark*, tensione compresa tra -3 V e -15 V;
- *space*, tensione compresa tra +3 V e +15 V;
- *incertezza*, tensione compresa tra -3 V e +3 V.

In particolare, per i dati la condizione di *mark* va interpretata come 1, mentre la condizione di *space* come 0.

Per i segnali di temporizzazione e di controllo, invece, *mark* rappresenta la condizione di non attivo o OFF, mentre *space* rappresenta quella di attivo o ON.

Di conseguenza, la chiusura di un pacchetto di dati viene segnalata ponendo il segnale costantemente *mark* mentre un segnale *space* indica l'inizio della trasmissione.

Anche se non vogliamo addentrarci ulteriormente in questi particolari, di competenza del corso di Elettronica, ci sembra doveroso almeno accennare al fatto che, oltre a queste direttive, lo standard RS232 definisce anche delle raccomandazioni per quanto riguarda le resistenze, le capacità e la velocità di variazione e permanenza dei singoli segnali, in modo da completare l'insieme delle informazioni necessaria per rendere attuabile l'implementazione dei collegamenti.

LE CARATTERISTICHE FUNZIONALI DEI SEGNALI

Lo standard RS232 fa riferimento, nella definizione del significato da attribuire ai singoli segnali presenti sui pin del connettore, al classico collegamento tra una interfaccia seriale (UART o USART) e un modem, a sua volta collegato a una linea telefonica pubblica.

In questa situazione, i segnali assumono il seguente significato:

- *Pin 5 GND* (*GROUND*)

massa di riferimento per i segnali.

- *Pin 3 TD* *Transmitter Data*

segnale che viene inviato dal DTE al DCE e rappresenta il valore del bit da trasmettere.

- *Pin 2 RD* *Receiver Data*

segnale che viene inviato dal DCE al DTE e rappresenta il valore del bit ricevuto.

- *Pin 7 RTS* *Request To Send*

segnale che viene inviato dal DTE al DCE per segnalare la sua disponibilità a trasmettere

- *Pin 8 CTS* *Clear To Send*

segnale che viene inviato dal DCE al DTE per segnalare il consenso alla trasmissione.

- *Pin 6 DSR* *Data Set Ready*

segnale che viene inviato dal DCE al DTE per segnalare che ha attivato il collegamento telefonico con il numero desiderato ed è pronto per trasmettere dati.

- *Pin 4 DTR* *Data Terminal Ready*

segnale che viene inviato dal DTE al DCE per segnalare che è pronto a collegarsi con la linea telefonica sia per ricevere sia per trasmettere.

- *Pin 9 RI* *Ring Indicator*

segnale che viene inviato dal DCE al DTE per segnalare la presenza sulla linea telefonica di un segnale di chiamata.

- *Pin 1 DCD* *Data Carrier Detect*

rilevatore portante

Pin	Segnale	Sigla	Direzione DTE-DCE
5	Massa per i segnali	GND	← →
3	Trasmissione dati	TD	→
2	Ricezione dati	RD	←
7	Disponibilità a trasmettere	RTS	→
8	Consenso alla trasmissione	CTS	←
6	Modem pronto	DSR	←
4	Pronto al collegamento	DTR	→
9	Indicatore di chiamata	RI	←
1	Rilevatore portante	DCD	←

IL DISPOSITIVO PER LA COMUNICAZIONE SERIALE UART 8250

Una configurazione molto diffusa sui personal computer è quella che utilizza come interfaccia seriale l'UART 8250 prodotta in collaborazione dalle società National e Intel. Si tratta di un dispositivo molto versatile che consente di gestire la trasmissione seriale con una velocità (*baud rate*) variabile tra 0 e 56000 baud, grazie a un timer programmabile posto al suo interno.

A questo proposito, per evitare ambiguità nell'interpretazione nella misura della velocità di trasmissione, ricordiamo che molto spesso si fa riferimento a due diverse unità:

- *bit al secondo (bps)*, il cui valore è legato alla lunghezza dell'intervallo di tempo di permanenza di un bit sulla linea;
- *baud*, che esprime il numero di variazioni del segnale rilevabili in un secondo.

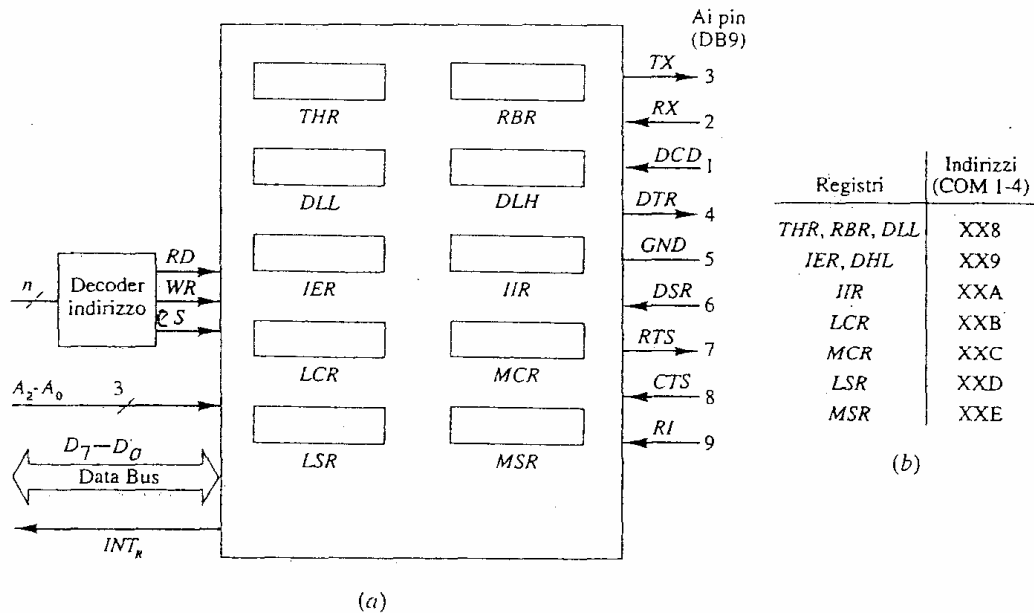
Questa distinzione, come vedremo nei prossimi paragrafi, risulta particolarmente significativa quando per la trasmissione vengono usate tecniche di modulazione che consentono di associare a un'unica variazione della portante più di un bit, aumentando così la velocità di trasmissione.

Per svolgere i suoi compiti l'8250 si avvale di ben 10 registri interni programmabili e mappati in I/O sulle porte associate alla seriale e colloquia con il processore e il mondo esterno tramite i 40 piedini di connessione, dei quali 25 rappresentano l'interfaccia con il processore, 13 collegano l'UART col mondo esterno e 2 servono per l'alimentazione.

INTERFACCIA SERIALE

L'interfaccia seriale può essere posizionata in corrispondenza di quattro diversi gruppi di indirizzi (*vedi* fig. 8.6), a cui corrispondono le denominazioni:

- COM1 (indirizzi 3F8h-3FFh);
- COM2 (indirizzi 2F8h-2FFh);
- COM3 (indirizzi 3E8h-3EFh);
- COM4 (indirizzi 2E8h-2EFh).



Schema interfaccia seriale: (a) schema logico; (b) indirizzi dei registri.

L'interfaccia si presenta all'utente come un insieme di 10 registri (vedi fig. a) che comunica con il BUS attraverso 8 linee del BUS dati e 3 linee del BUS indirizzi (A_2, A_1, A_0) per la selezione dei registri. Sono inoltre presenti tre segnali di controllo lettura (RD), scrittura (WR) e selezione del chip (CS), nonché un segnale per la richiesta di interruzione ($INTR$). Dal lato del periferico, secondo le norme EIA-CCITT, il collegamento può essere effettuato con un connettore femmina a 25 pin (DB25) oppure a 9 pin (DB9), che permette il collegamento fra DTE e DCE.

Il dispositivo permette la programmazione del bit rate (da 50 a 9600 baud), della lunghezza della trama (da 5 ad 8 bit), della presenza dei bit di stop (1, 1,5 o 2 bit) e del bit di parità per il rilevamento di possibili errori di trasmissione. L'operazione di programmazione avviene modificando il contenuto di ciascuno dei registri, secondo le indicazioni riportate nel seguito, dove per l'indirizzo di ciascun registro è indicata solo l'ultima cifra, per fare riferimento a tutti i possibili indirizzi delle varie COM_n (pertanto con xx8 di fig. b, si può intendere rispettivamente l'indirizzo 2F8h, 3F8, 2E8h, 3E8h).

Il significato dei singoli registri è il seguente:

- **THR**: Transmitter Holding Register (indirizzo xx8): trasmette il dato contenuto a partire da D_0 (pin 3, TX);
- **RBR**: Receiver Buffer Register (indirizzo xx8), riceve dato: D_0 è il primo bit ricevuto (pin 2. RX);
- **DLL**: Divisor Latch Low LSB — (indirizzo xx8) e **DLH**: Divisor Latch High — MSB — (indirizzo xx9): determinano il baud/rate, unico per RX e TX, a partire da una frequenza di clock $F_{ck} = 1,8432$ MHz sia per il byte meno

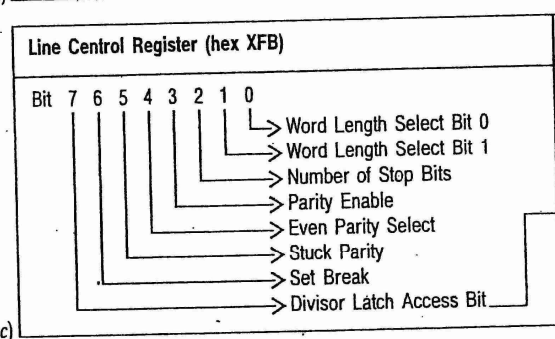
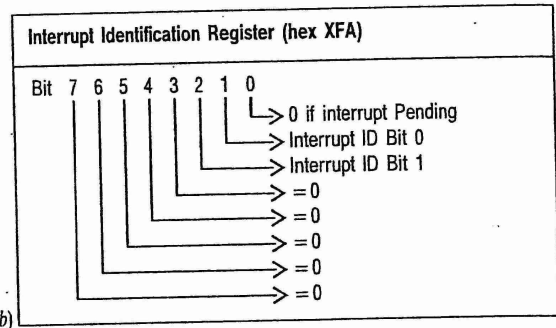
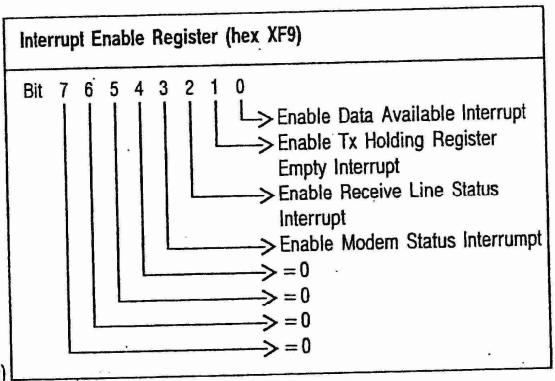
significativo, sia per quello più significativo; la seguente tabella riporta il numero N da caricare sui due registri, $N = F_{ck}/[\text{baud} * 16]$. Per eseguire questa operazione nel registro LCR dovrà essere messo bit7 = 1 (DLAB), come sarà meglio spiegato nel seguito;

<i>baud</i>	<i>N</i>
110	0417
300	0180
600	00C0
1200	0060
2400	0030
4800	0018
9600	001C
19200	000C

Baud per trasmissione/ricezione.

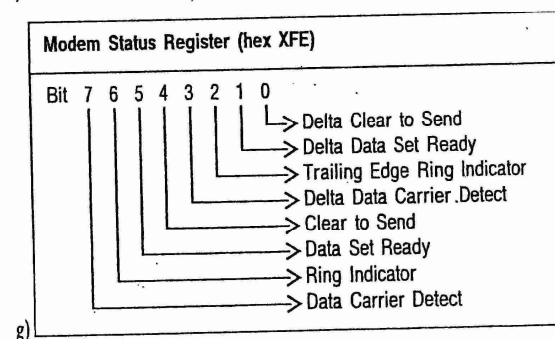
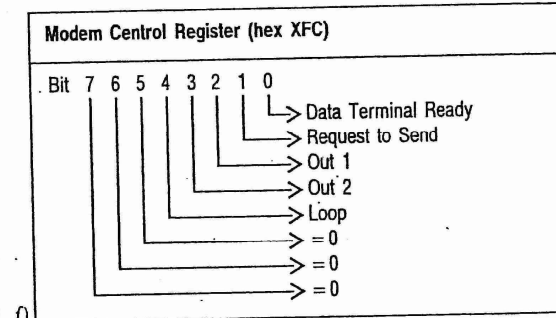
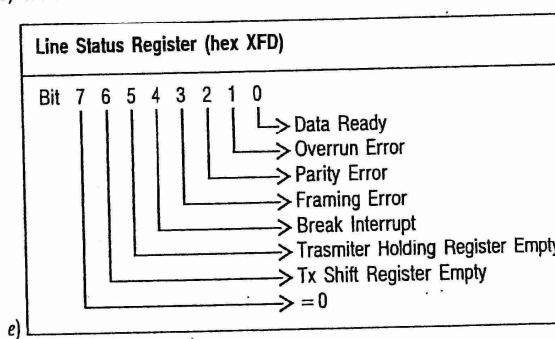
- **IER:** Interrupt Enable Register (indirizzo xx9): i primi quattro bit meno significativi permettono di abilitare (bit = 1) o disabilitare (bit = 0) le modalità di interrupt indicate in fig. a, mentre i bit 4÷7 sono sempre a 0;
- **IIR:** Interrupt Identification Register (indirizzo xxA): i primi tre bit meno significativi permettono di abilitare (bit = 1) o disabilitare (bit = 0) le modalità di interrupt indicate in fig. b, mentre i bit 3 ÷ 7 sono sempre a 0;
- **LCR:** Line Control Register (indirizzo xxB): controlla lo scambio di dati con un modem (o dispositivo esterno equivalente); permette di impostare il formato di trama:
 - bit 1,0=00, 01, 10, 11 corrispondono ad avere 5, 6, 7, 8 bit per carattere;
 - bit 2=0 imposta un bit di stop;
 - bit 2=1 due bit di stop (oppure 1,5 bit di stop se il carattere è a 5 bit);
 - per gli altri bit vedi fig. c;
 - Il bit 7 (DLAB) ha una funzione particolare.

Dal momento che per l'indirizzamento dei dieci registri si usano tre sole linee di indirizzo (A_2, A_1, A_0), più registri saranno selezionati sulla base dello stato del bit n. 7 (DLAB: Divisor LAtch Bit) relativo al registro LCR, secondo la tabella riportata in fig. d. In particolare se DLAB = 0, possono essere indirizzati i registri RBR e THR (corrispondenti all'indirizzo xx8), rispettivamente in ricezione o trasmissione. Se DLAB=1, sempre all'indirizzo xx8, è invece selezionato DLL. Analogamente verrà selezionato IER se DLAB =0 e DLH se DLAB = 1;
- **LSR:** Line status Register (indirizzo xxD): informa sullo stato dell'interfaccia, in accordo con la tabella di fig. e. il significato dei bit 7 e 6 è il seguente: TEMT= TX shift register EMpTy, THRE = Transmitter Holding Register Empty;
- **MCR:** Modem Control Register di fig.f (indirizzo xxC) e
- **MSR:** Modem Status Register di fig.g (indirizzo xxE) stabiliscono l'impostazione per lo standard EIARS232C.



Bit DLAB. INDIR REGISTRO SELEZ.

0 (LETTURA)	xx8	RBR
0 (SCRITTURA)	xx8	THR
1	xx8	DLL
1	xx9	DLH
0	xx9	IER



Registri dell'interfaccia seriale.

IL COLLEGAMENTO NULL MODEM

Vedremo come collegare in rete 2 PC senza possedere schede di rete: è sufficiente utilizzare un tipo speciale di cavo chiamato “Null Modem Cable” in vendita per pochi euro in ogni negozio di materiale informatico ben fornito. Volendo è anche possibile auto-costruirselo, e a tale scopo forniamo anche lo schema delle piedinature. Una volta in possesso del cavo (acquistato o auto-costruito) è sufficiente andare nel pannello di controllo, cliccare nell’ icona aggiungi/rimuovi programmi, scegliere la linguetta Installazione di Windows e quindi dalla voce comunicazioni selezionare Connessione Diretta Via Cavo. Confermare con OK. La connessione di 2 PC può risultare utile per operazioni tra 2 pc; condivisioni di file, cartelle, operazioni di copia e lettura scrittura. Ovviamente sarà possibile anche giocare a videogiochi che prevedano l’opzione multiplayer. Va detto che la connessione è gioco forza limitata a 2 PC, ma vale comunque la pena di provarla.

Limiti e vincoli

Ovviamente questo tipo di soluzione è una soluzione adatta per un ambito casalingo: troppe infatti sono le limitazioni ed i vincoli: innanzitutto la limitazione è data dalla lunghezza del cavo che in genere non è superiore ai 3 metri, con ovvie considerazioni circa la disposizione dei pc, inoltre la velocità non è elevatissima, ed è legata anche al grado di “prontezza” della macchine coinvolte.

Per realizzare un cavo Null-modem che permetta la connessione tra due elaboratori (o comunque due unità DTE) attraverso la porta seriale utilizzando un controllo di flusso del tipo RTS/CTS, sono necessari sette fili. Nello schema seguente sono rappresentati i collegamenti che si utilizzano con un connettore DB-9

DB-9	DB-9
femmina	femmina
3	2
2	3
7	8
8	7
6	4
4	6
5	5