TRASMISSIONE SERIALE ASINCRONA CONCETTI DI BASE STANDARD RS-232, RS-422 E RS-485

(REV. 2023)

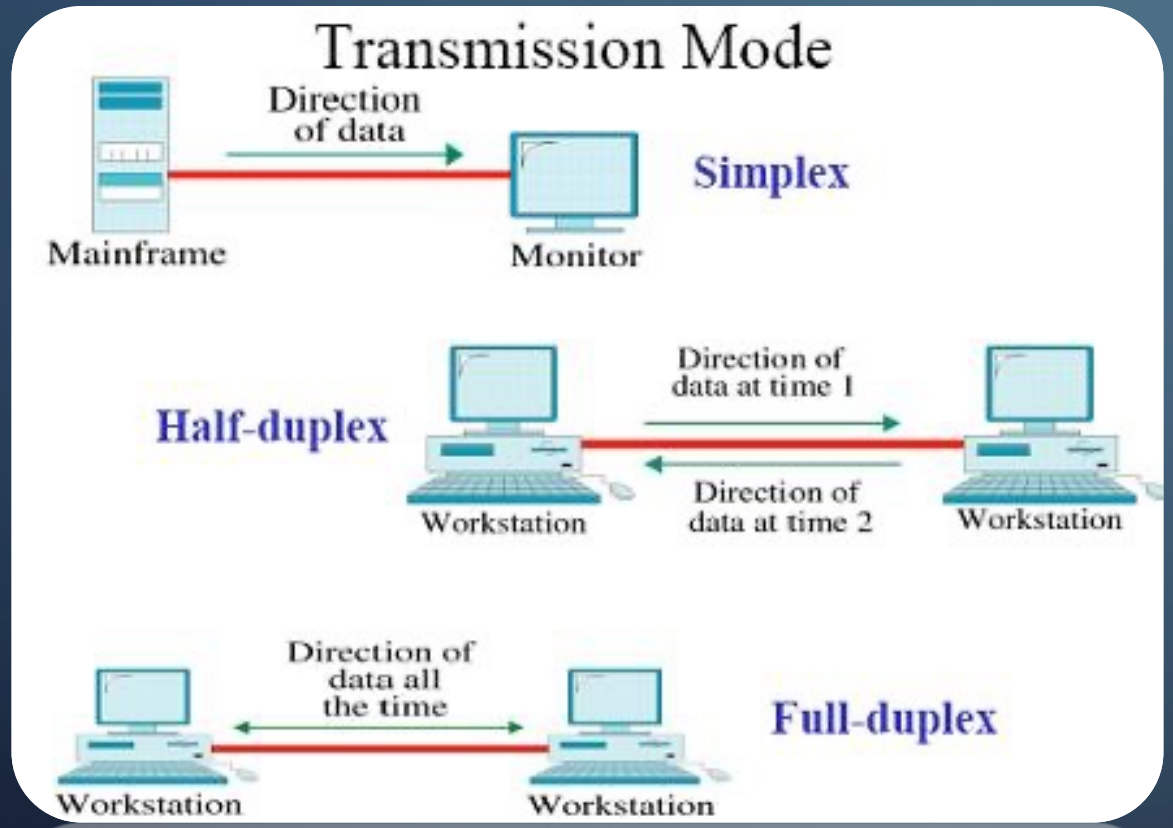
FONTI

- https://it.wikipedia.org/wiki/Trasmissione_seriale

INDICE

- Modi di trasmissione
- Trasmissione seriale e parallela
- Trasmissione sincrona e asincrona
  - Protocollo seriale asincrono
- Trasmissione sbilanciata e bilanciata
- RS-232
- RS-422
- RS-485

FLUSSO DI INFORMAZIONI



La trasmissione delle informazioni tra due dispositivi può avvenire in tre modi:

Simplex: monodirezionale

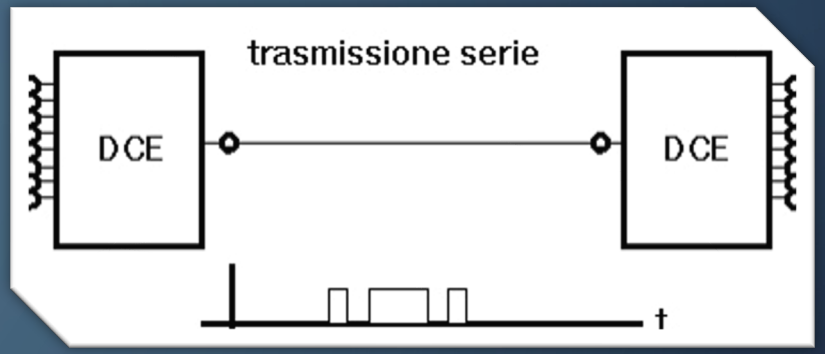
Half duplex: le informazioni viaggiano in entrambe le direzioni, ma non contemporaneamente

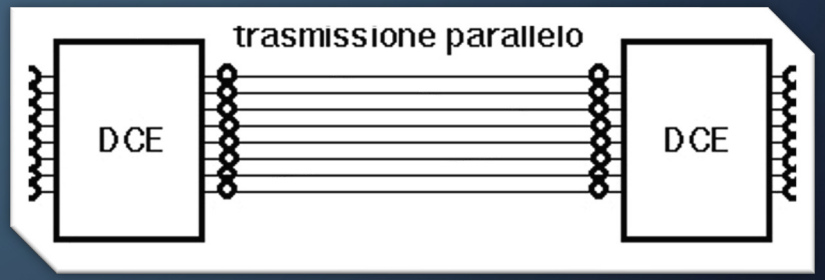
Full duplex: i dati possono viaggiare nei due sensi contemporaneamente

TRASMISSIONE SERIALE E PARALLELA

- Nella trasmissione seriale i bit di informazione vengono trasferiti tra i dispositivi (DCE: data communications equipment) uno alla volta, in sequenza

- Nella trasmissione parallela vengono invece trasferiti gruppi di più bit (parole) tutti allo stesso momento

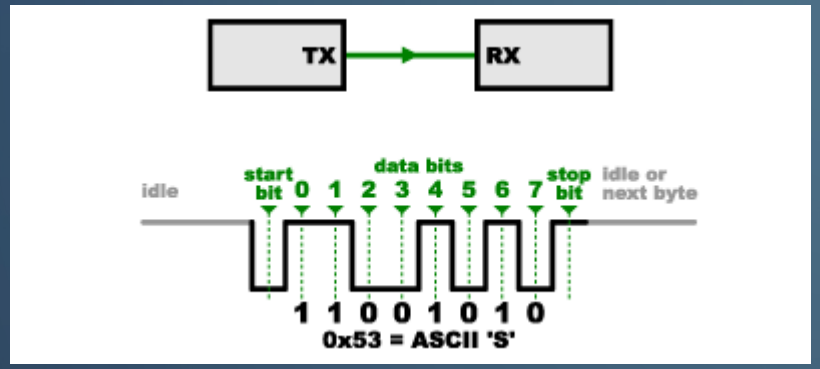




La comunicazione a distanza tra dispositivi diversi avviene ormai solamente in modalità seriale perché:

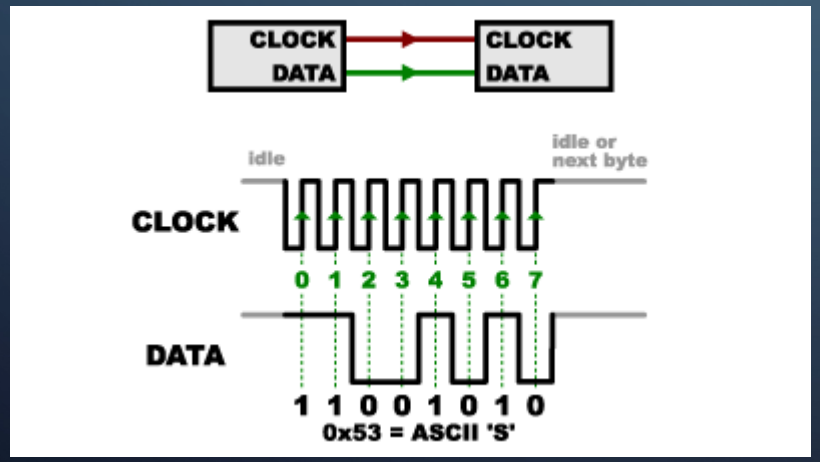
- richiede un minor numero di fili con conseguente **riduzione dei costi**
- è più tollerante rispetto alle **interferenze** e agli **errori di trasmissione**

TRASMISSIONE ASINCRONA E SINCRONA



Trasmissione asincrona:

- Il clock lato TX (trasmettitore) e RX (ricevitore) sono indipendenti e quindi vanno sincronizzati
- Basse velocità di trasmissione (al max 500 kbps)
- Interfaccia UART nei sistemi embedded

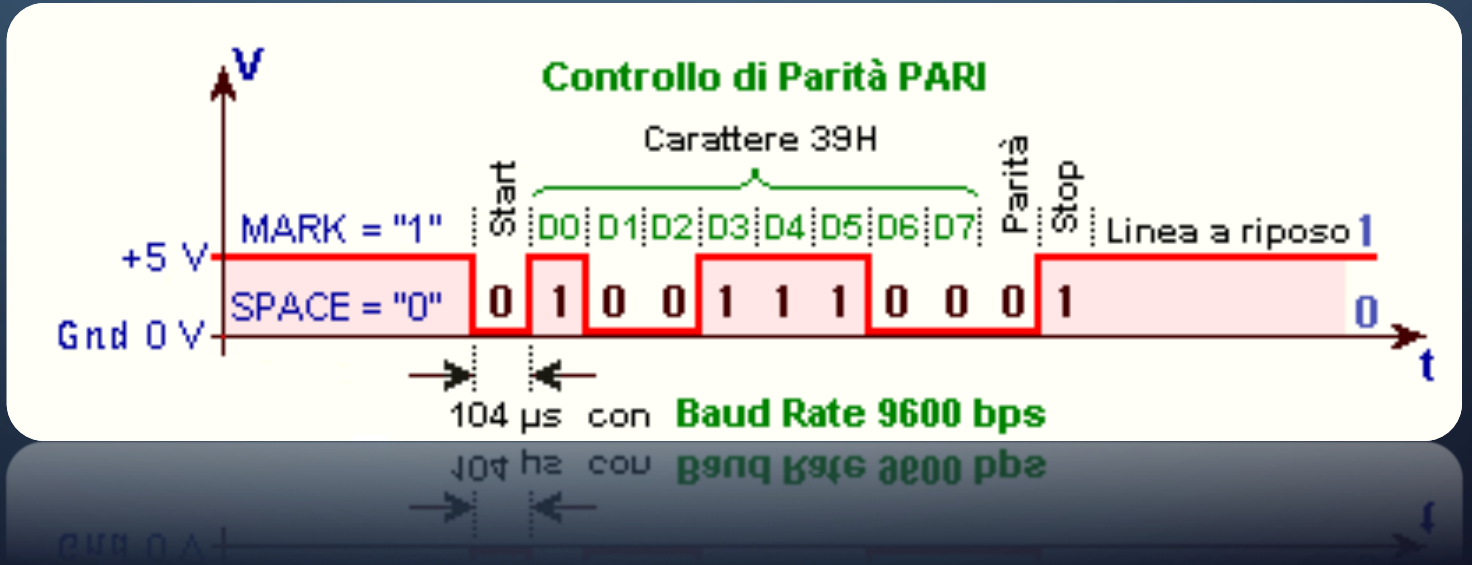


Trasmissione sincrona

- I dispositivi si scambiano il clock e quindi sono tra loro sincronizzati
- Elettronica più semplice (semplice shift register nella trasmissione SPI)
- Alte velocità di trasmissione (ordine dei Mbps)
- Interfaccia USART nei sistemi embedded

PROTOCOLLO SERIALE ASINCRONO

I dati che devono essere trasmessi in una comunicazione seriale asincrona devono essere suddivisi in porzioni (tipicamente da 8 bit) e combinati con altri bit che garantiscono la sincronizzazione tra i dispositivi (bit di start e di stop) ed eventualmente permettano di rendere la trasmissione più robusta agli errori (bit di parità)



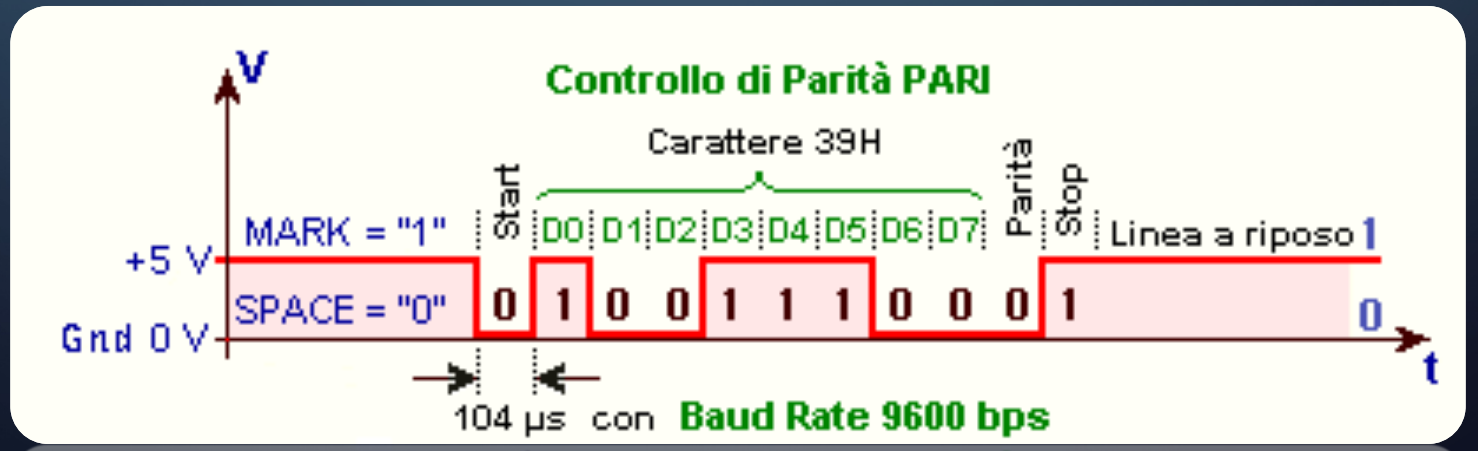
PROTOCOLLO SERIALE ASINCRONO

Bit di start (start bit)

- durata di un tempo di bit (bit time)
- polarità opposta allo stato di riposo della linea
- serve per riallineare il clock del ricevitore

Bit dati (data bits)

- contengono i bit di informazione
- tipicamente sono 8 (possono essere da 7 a 9) e rappresentano in genere un carattere in codice ASCII



RIPASSO: CODICE ASCII

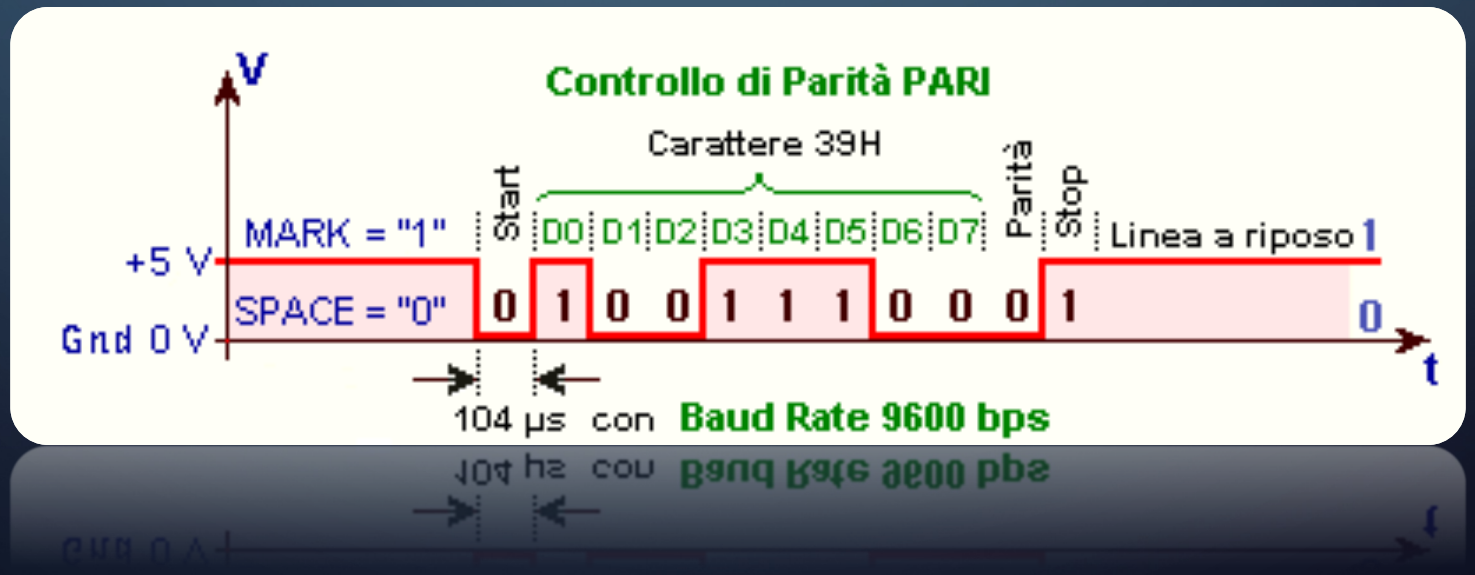
N:B. Nella trsmissione seriale prima viene trasmesso il bit LSB (quello più a destra) e per ultimo quello MSB (quello più a sinistra)

Caratt.	Byte	Caratt.	Byte	Caratt.	Byte	Caratt.	Byte
NUL	00000000	SPACE	00100000	@	01000000	`	01100000
SOH	00000001	!	00100001	A	01000001	a	01100001
STH	00000010	"	00100010	B	01000010	b	01100010
EXT	00000011	#	00100011	C	01000011	c	01100011
EQT	00000100	$	00100100	D	01000100	d	01100100
EQN	00000101	%	00100101	E	01000101	e	01100101
ACK	00000110	&	00100110	F	01000110	f	01100110
BEL	00000111	'	00100111	G	01000111	g	01100111
BS	00001000	(	00101000	H	01001000	h	01101000
HT	00001001	)	00101001	I	01001001	i	01101001
LF	00001010	*	00101010	J	01001010	j	01101010
VT	00001011	+	00101011	K	01001011	k	01101011
FF	00001100	,	00101100	L	01001100	l	01101100
CR	00001101	-	00101101	M	01001101	m	01101101
SO	00001110	.	00101110	N	01001110	n	01101110
SI	00001111	/	00101111	O	01001111	o	01101111
DLE	00010000	0	00110000	P	01010000	p	01110000
DC1	00010001	1	00110001	Q	01010001	q	01110001
DC2	00010010	2	00110010	R	01010010	r	01110010
DC3	00010011	3	00110011	S	01010011	s	01110011
DC4	00010100	4	00110100	T	01010100	t	01110100
NAK	00010101	5	00110101	U	01010101	u	01110101
SYN	00010110	6	00110110	V	01010110	v	01110110
ETB	00010111	7	00110111	W	01010111	w	01110111
CAN	00011000	8	00111000	X	01011000	x	01111000
EM	00011001	9	00111001	Y	01011001	y	01111001
SUB	00011010	:	00111010	Z	01011010	z	01111010
ESC	00011011	;	00111011	[	01011011	{	01111011
FS	00011100	<	00111100	\	01011100	|	01111100
GS	00011101	=	00111101	]	01011101	}	01111101
RS	00011110	>	00111110	^	01011110	~	01111110
US	00011111	?	00111111	_	01011111	DEL	01111111

PROTOCOLLO SERIALE ASINCRONO

Bit di parità (parity bit)

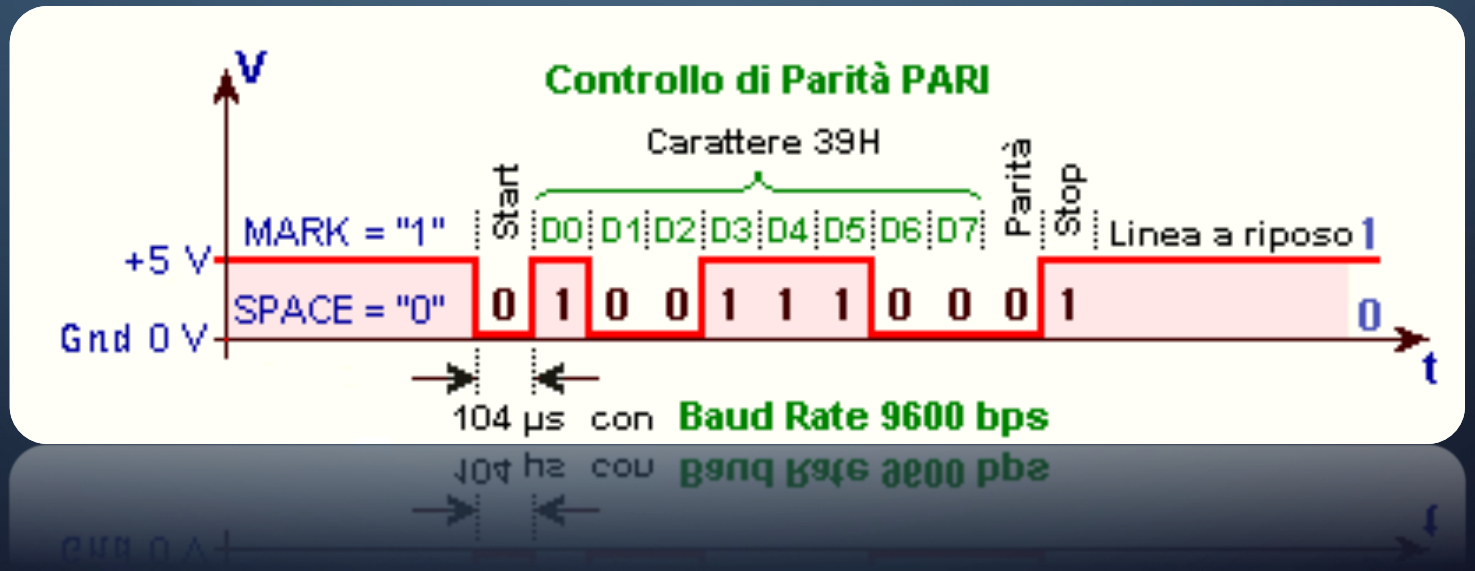
- serve per controllare eventuali errori in fase di trasmissione
- non viene praticamente mai usato perché il controllo è fatto ormai a livello di gestione del protocollo (prima di dividere i dati in pacchetti di 8 bit)
  - quando si usa un bit di parità pari, si pone tale bit uguale a 1 se il numero di "1" in un certo insieme di bit è dispari (facendo diventare il numero totale di "1", incluso il bit di parità, pari)
  - quando si usa un bit di parità dispari, si pone tale bit uguale a 1 se il numero di "1" in un certo insieme di bit è pari (facendo diventare il numero totale di "1", incluso il bit di parità, dispari).



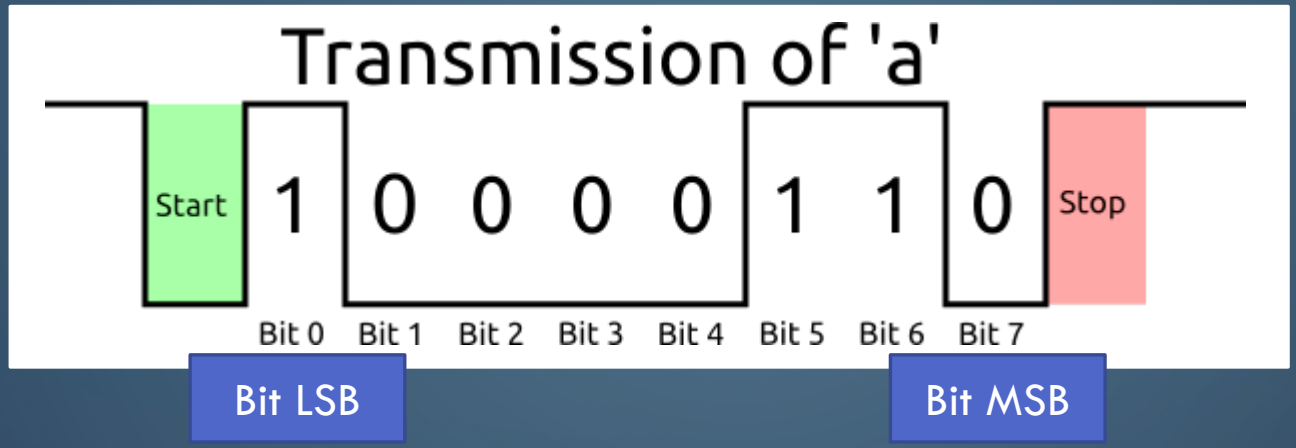
PROTOCOLLO SERIALE ASINCRONO

Bit di stop (stop bits)

- possono possono avere la durata di 1, 1.5 o 2 bit
- servono per indicare la fine del pacchetto al ricevitore in modo da consentire l'individuazione sicura del bit di start successivo



ESEMPIO DI TRASMISSIONE

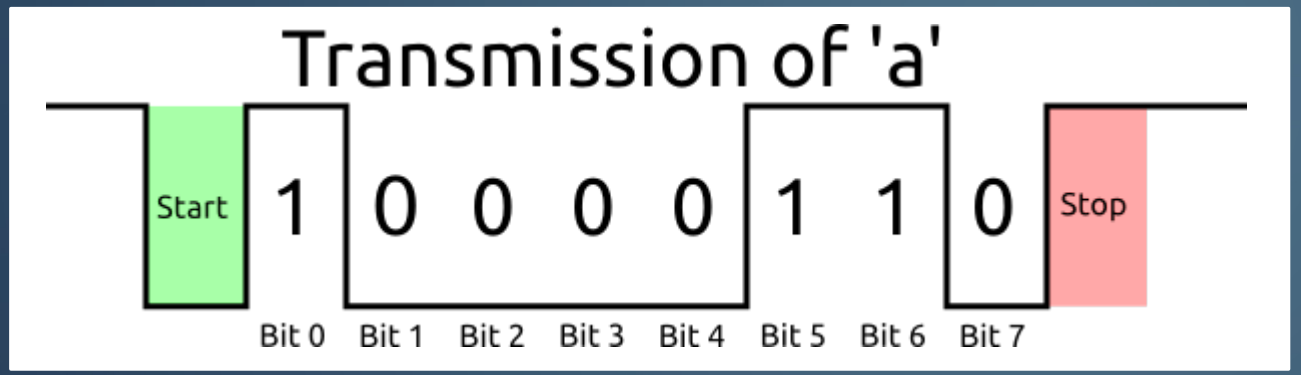


Il pacchetto che deve essere trasmesso sia corrispondente al carattere ‘a’

- in ASCII ‘a’ ha il codice 61hex = 0110 0001b
  - verrà quindi trasmessa la sequenza di bit 1000 0110 (si trasmette prima il bit con peso minore o LSB)

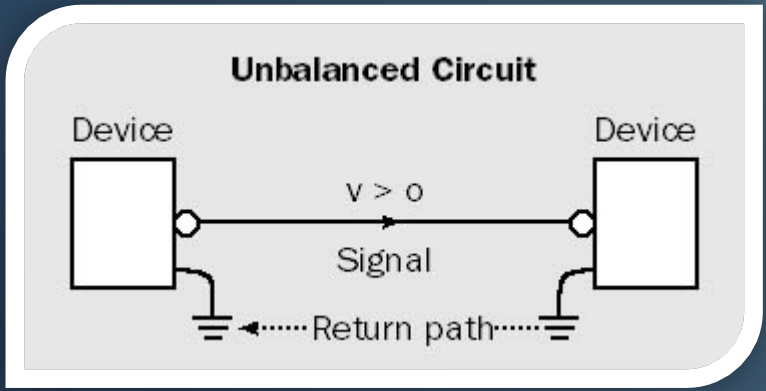
- si supponga una trasmissione con 1 bit di start, 8 bit di dati e 1 bit di stop
  - si trasmetteranno 10 bit in totale
  - viene trasmesso subito dopo al bit di start il bit meno significativo (LSB) e poi tutti gli altri fino al più significativo (MSB)
    - la sequenza è 0100 0011 01

CHIARIMENTI SU BIT RATE E BAUD RATE



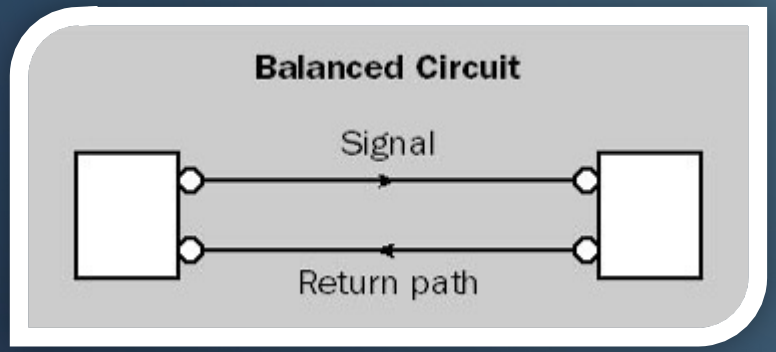
- Il baud rate in telecomunicazioni è il numero di simboli che vengono trasmessi al secondo. Il codice ASCII è composto di 256 simboli e per codificarli sono necessari 8 bit. Per trasmettere un simbolo ASCII con una trasmissione seriale asincrona servono quindi 10 bit
- Se il bit rate della trasmissione (ovvero il numero di bit trasmessi al secondo) è di 9600 bps (bit al secondo) il numero di simboli ASCII trasmessi è 10 volte più piccolo e pari a 960 baud (simboli al secondo)
- Erroneamente nel caso di trasmissione seriale si parla di baud rate di 9600 bps, ma come si è appena visto, questa è la velocità con cui vengono trasmessi i bit, non i simboli ASCII

TRASMISSIONE SBILANCIATA



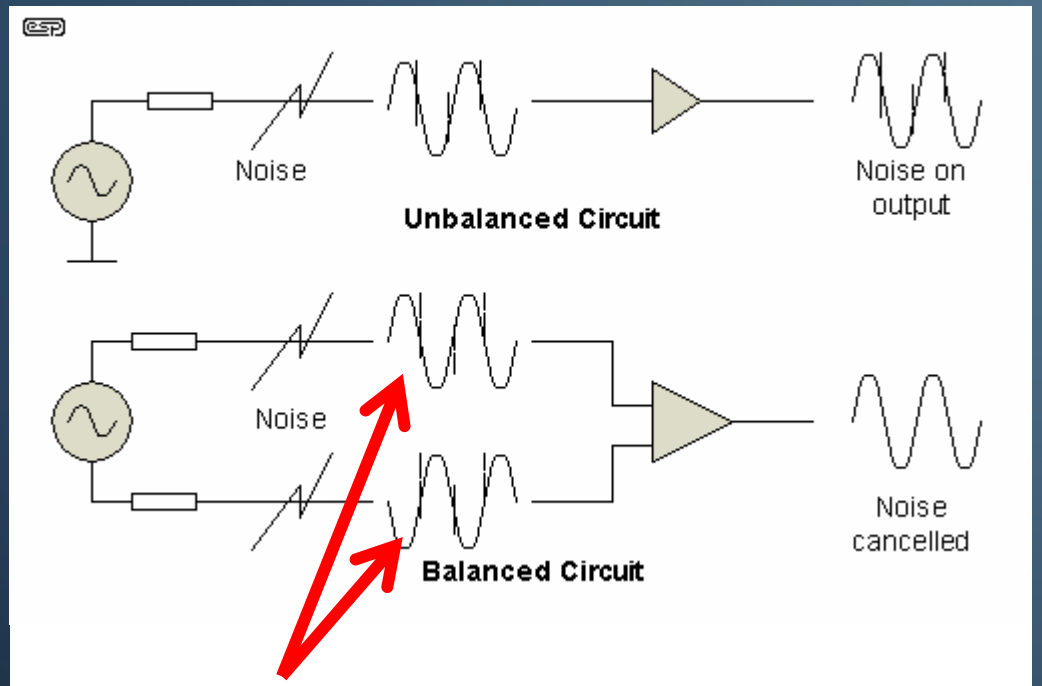
- La trasmissione è effettuata utilizzando **un solo filo di informazione riferito a massa**
  - è chiamata anche trasmissione single ended
- Un rumore che proviene dall'ambiente (rumore di modo comune) altera il livello logico del solo filo di informazione mentre il secondo conduttore riferito a massa rimane a zero volt
- Il disturbo si trasforma così per intero in un disturbo che altera i livelli di tensione al ricevitore
- La trasmissione single ended è limitata ad applicazioni a breve distanza

TRASMISSIONE BILANCIATA



- Il segnale da trasmettere, riferito a massa, viene trasformato in un segnale su due uscite logiche complementari
- Un rumore che proviene dall'ambiente (rumore di modo comune) altera allo stesso modo il livello logico di entrambi i fili lasciando inalterata la loro tensione differenziale
- Con particolari accorgimenti (standard RS485) è possibile coprire anche 1 Km di distanza

ROBUSTEZZA DELLA TRASMISSIONE BILANCIATA



Il rumore affligge allo stesso modo i due conduttori, ma la differenza di tensione tra loro non varia (il disturbo non ha effetto)

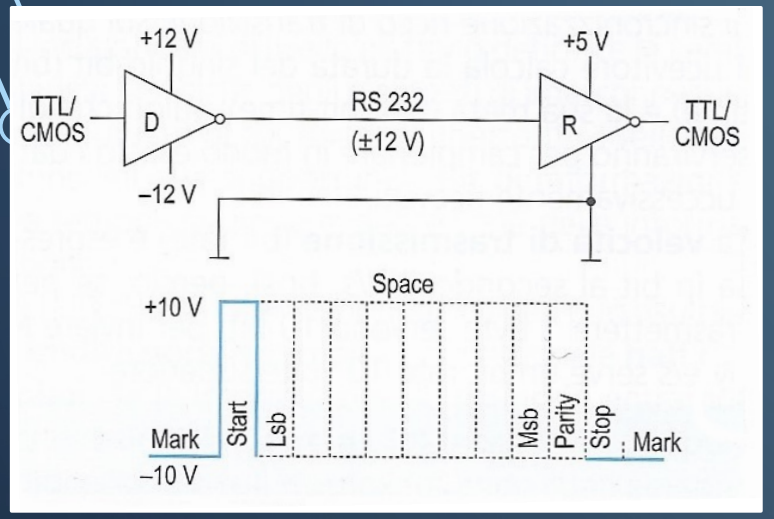
Si potrebbe dimostrare che un qualsiasi rumore può essere sempre pensato come la somma di:

- un rumore che altera i livelli logici di tutti i fili allo stesso modo (rumore di modo comune)
- un rumore che invece altera i livelli logici in modo opposto (rumore di modo differenziale)

Soprattutto se il segnale viene trasmesso attraverso un doppino ritorto (twisted pair) il rumore che si accoppia al circuito è **praticamente solo di modo comune**

Di conseguenza la trasmissione bilanciata è molto più immune al rumore e quindi possono essere coperte distanza superiori o, a parità di distanza, si possono utilizzare bit rate più elevati

EIA RS-232 (CCITT V21/V24)



È lo standard più utilizzato e noto per:

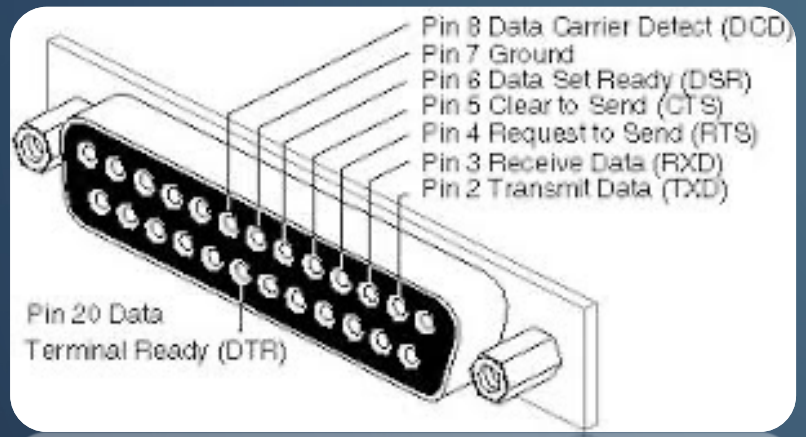
- Trasmissioni **punto-punto** a breve distanza (fino a 15 m)
- Velocità limitata (<20 kbps)
- Velocità tipiche sono 9600, 19200 , 115200 b/s o bps (rispettivamente bit al secondo o bit per secondo)
  - il boud rate è il numero di simboli trasmessi al secondo, in una trasmissione asincrona a 10 bit è 10 volte più piccolo del bit rate
  - con le velocità maggiori si arriva solo a qualche metro
- I segnali sono **sbilanciati**

Dato	Tensione al trasmettitore	Tensione al ricevitore
Space (livello logico 0)	Da 5 a 25 V (tensioni accettabili)	> 3 V (maggiore di 3 V)
Mark (livello logico 1)	Da -5 a -25 V (tensioni accettabili)	< -3 V (minore di -3 V)

Le tensioni TTL tra 0 e 5V NON sono compatibili con una trasmissione seriale RS-232

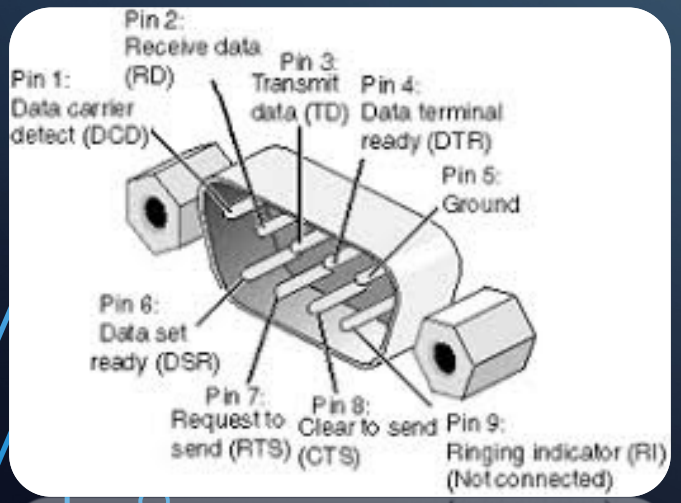
- le tensioni del livello logico 1 (mark) di 0 V non rientra negli intervalli di tensioni richieste

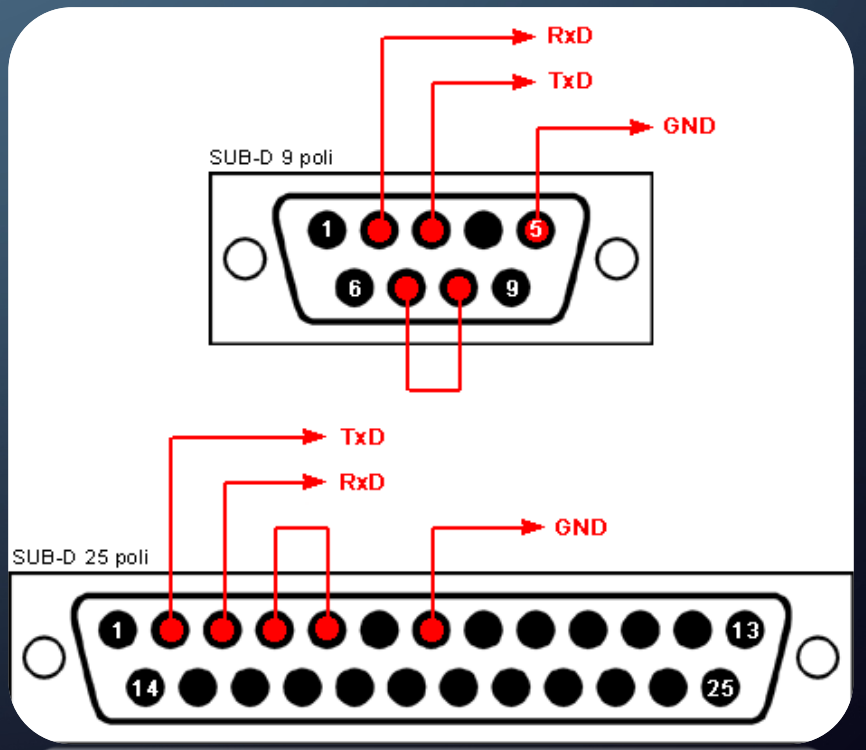
EIA RS-232 (CCITT V21/V24)



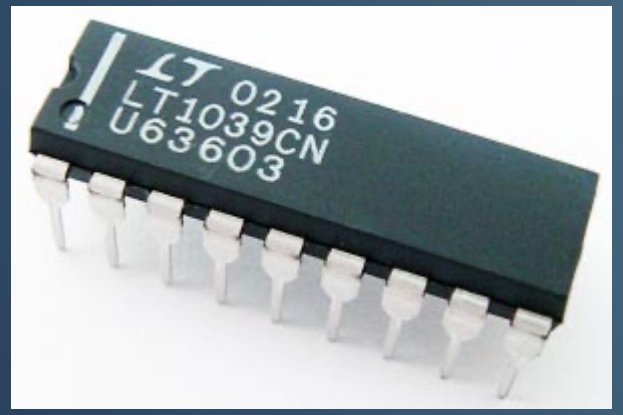
Sono previsti due connettori standard di cui vengono specificati i contatti elettrici

- Nel caso si voglia fare una trasmissione seriale asincrona si devono collegare tra loro alcuni piedini

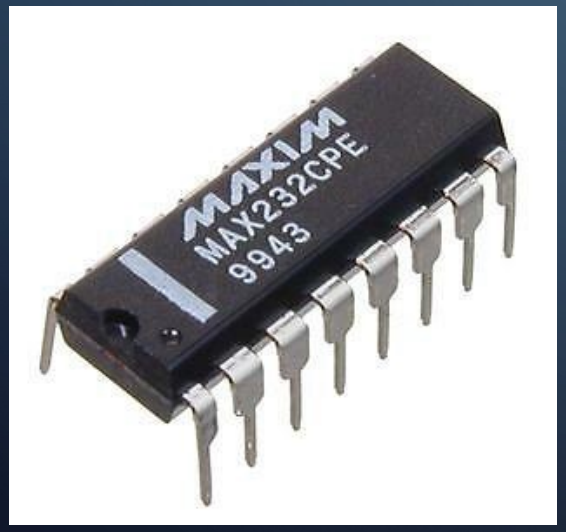




DRIVER RS-232 (ESEMPI)



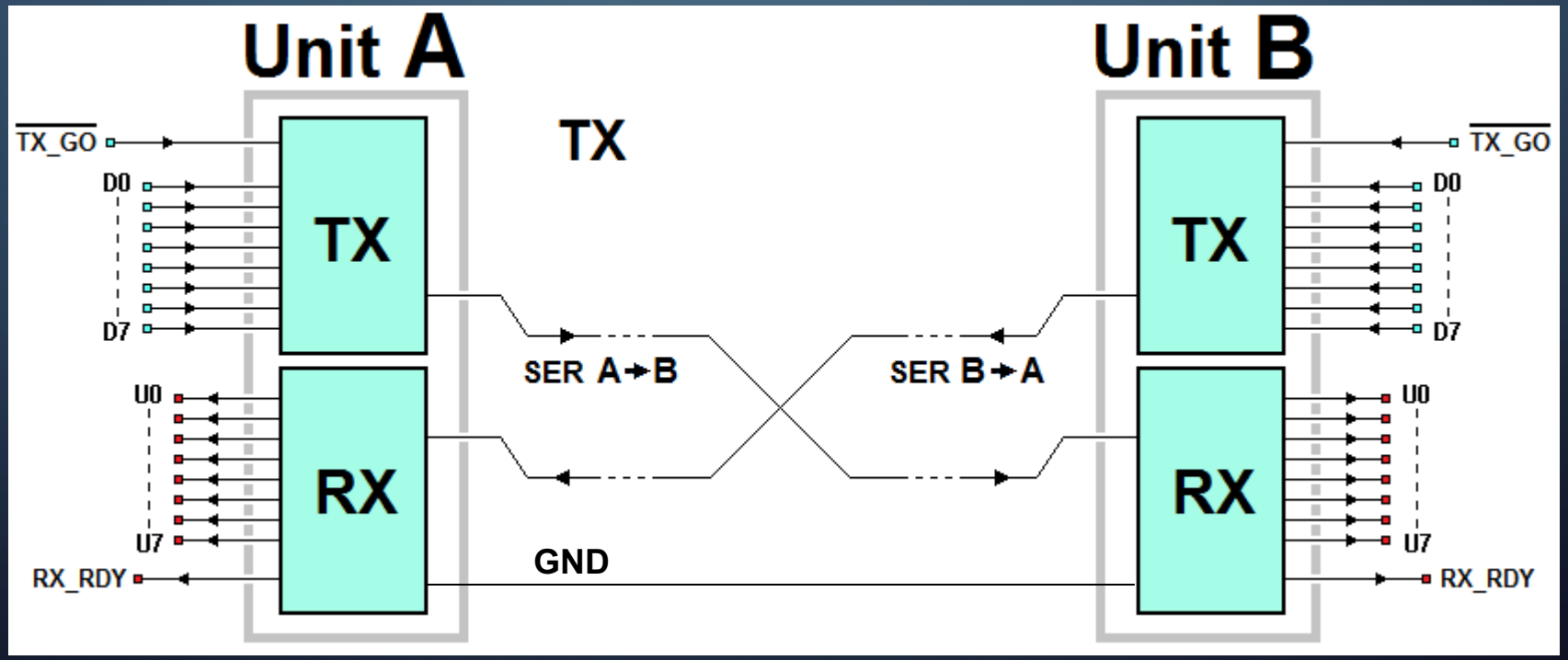
LT1039CN RS232
Driver Receiver With
Shutdown IC Linear Tech



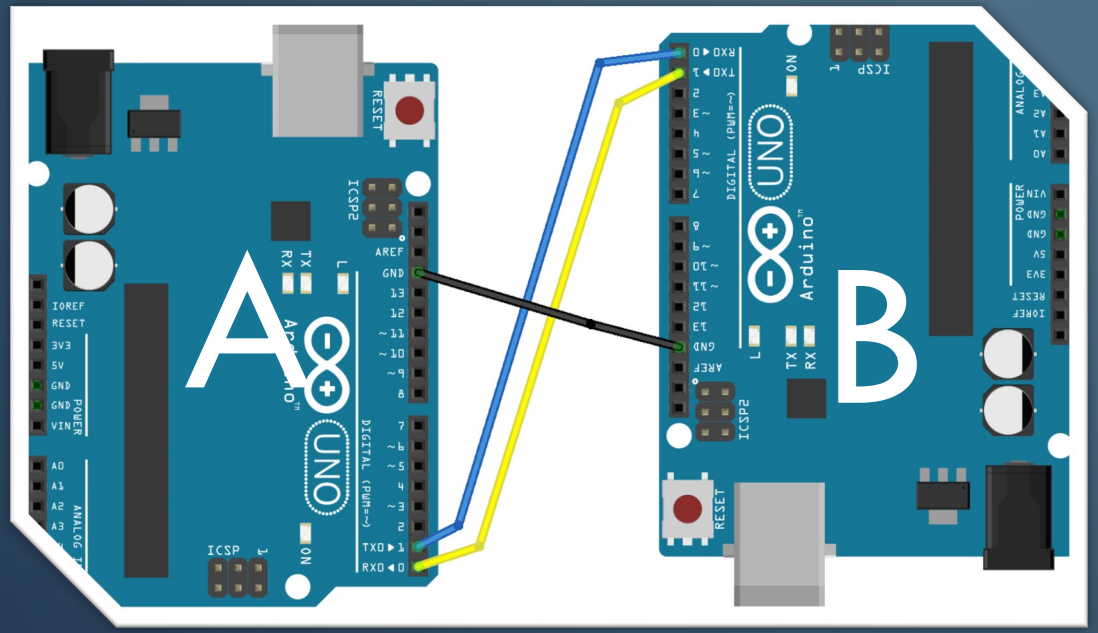
MAX232 IC RS232
Driver 5V

CONNESSIONE SERIALE FULL-DUPLEX TRA DUE DISPOSITIVI

Per realizzare una comunicazione seriale asincrona bidirezionale full duplex sono necessari 3 conduttori, due per la trasmissione e uno di massa



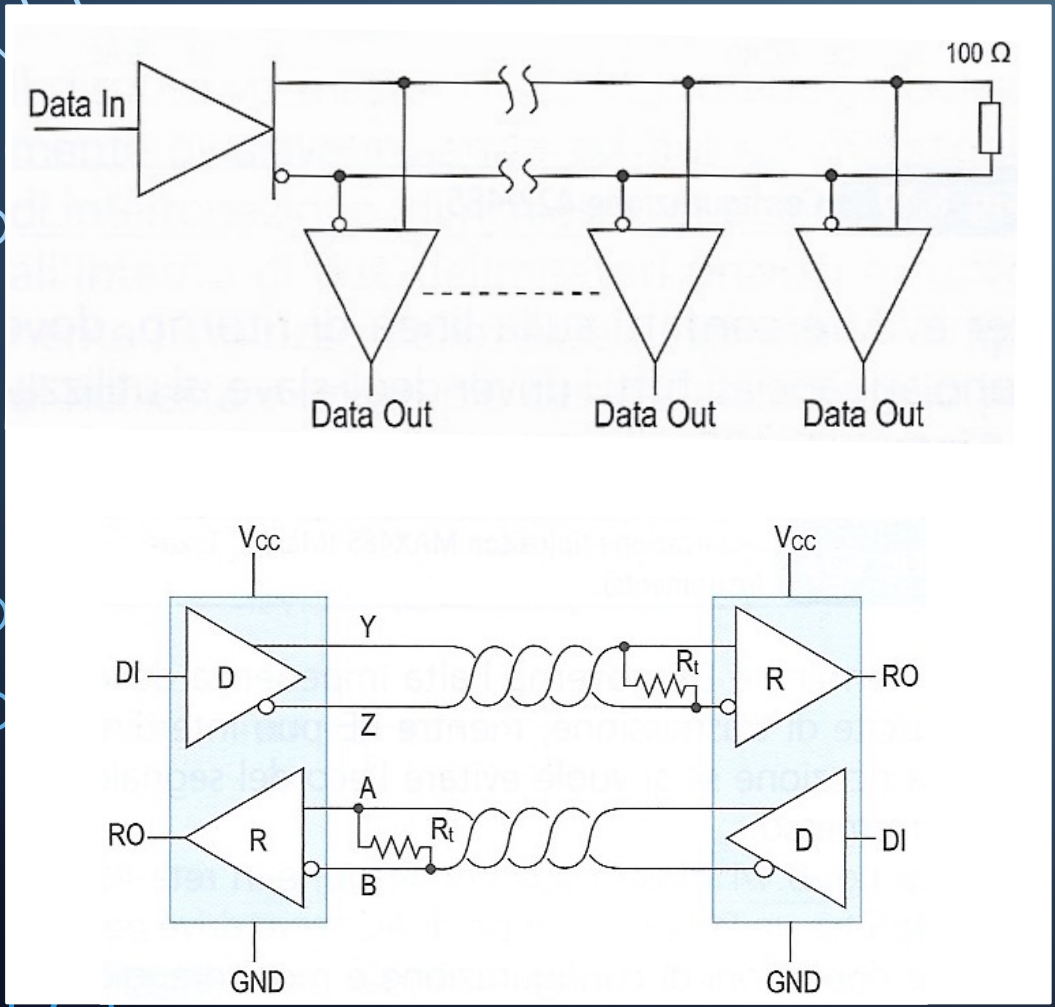
COMUNICAZIONE SERIALE TRA DUE ARDUINO UNO USANDO LIVELLI LOGICI TTL



N.B. collegando due dispositivi Arduino UNO nel modo indicato in figura si perde la comunicazione con il PC attraverso il cavo USB.
Questo è dovuto alla presenza di una sola porta seriale collegata con i pin della board.
Per conservare la comunicazione di deve ricorrere ad una seriale emulata tramite la libreria «SoftwareSerial»

- Per avere una trasmissione bidirezionale diretta tra due dispositivi utilizzando i livelli logici TTL è necessario:
  - connettere il terminale TX (trasmissione) del dispositivo A a quello RX (ricezione) del dispositivo B
  - connettere il terminale RX (ricezione) del dispositivo A a quello TX (trasmissione) del dispositivo B
  - connettere insieme le masse dei due dispositivi
- Nei forum di Arduino si parla scorrettamente di baud rate in bit/s, si dovrebbe parlare più correttamente di bit rate

EIA RS-422 (CCITT V11)



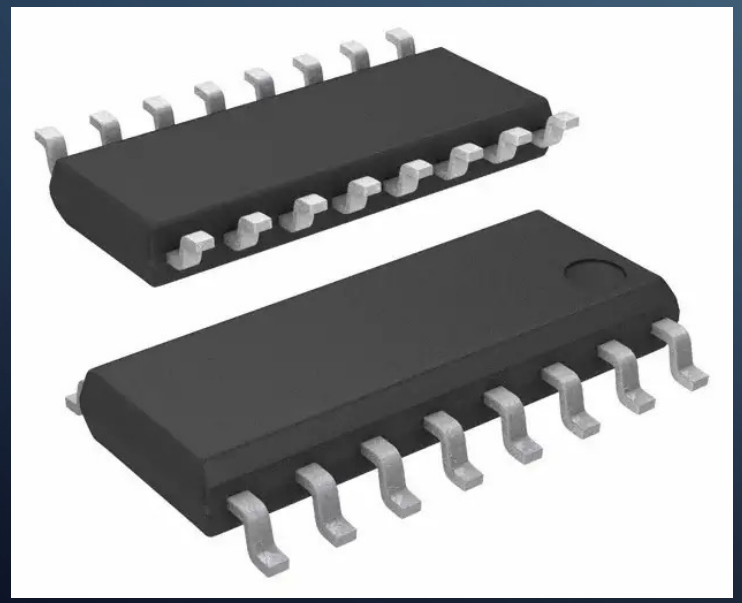
Al contrario dell'RS-232 è uno standard solamente elettrico, ovvero non da indicazioni sulle tempistiche dei segnali trasportati (in genere si continuano ad usare le specifiche RS-232 per la comunicazione asincrona)

Estende le capacità della connessione RS-232 permettendo trasmissioni **punto-multipunto** (fino a 10 ricevitori)

- sono delle specifiche solo di tipo elettrico
- per fare una trasmissione bidirezionale sono necessarie 2 connessioni RS 422
- I segnali sono **bilanciati**
- È necessario terminare la linea con una resistenza da 100 Ω
- Permette connessioni fino a circa 1 Km
- **Non è possibile avere più trasmettitori**

DRIVER RS-422 (ESEMPI)

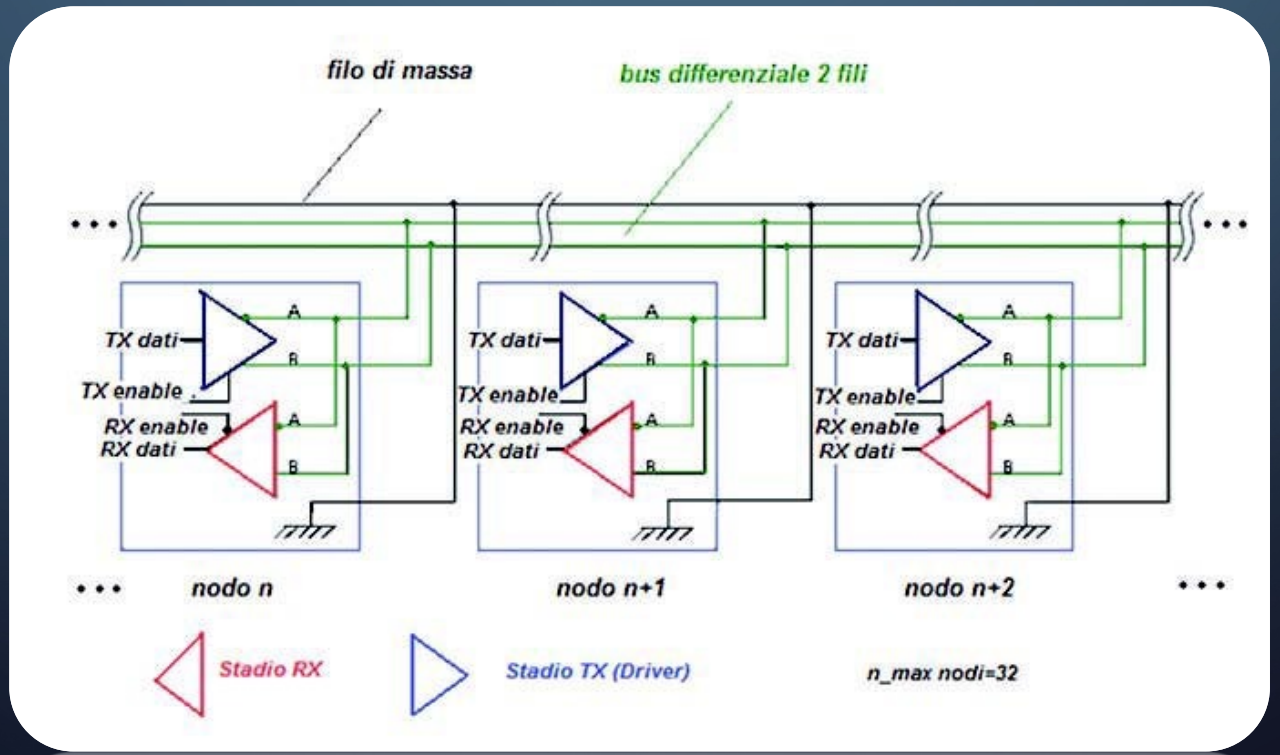
DS26C31TM Texas Instruments
Driver di linea RS422, 4 driver, CMOS, 3-stato, 4.5V-5.5V aliment. SOIC-16



MC3487N - Differential Line Driver RS-422/RS-485 5.25V 105mA PDIP-16, Texas Instruments

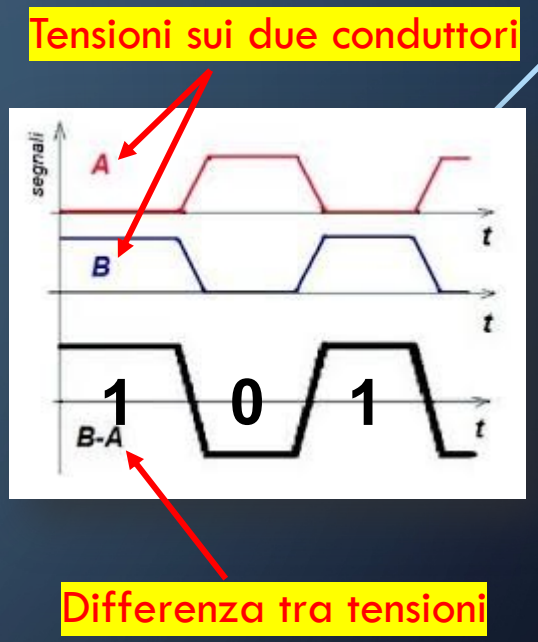
EIA RS-485 (CCITT V11)

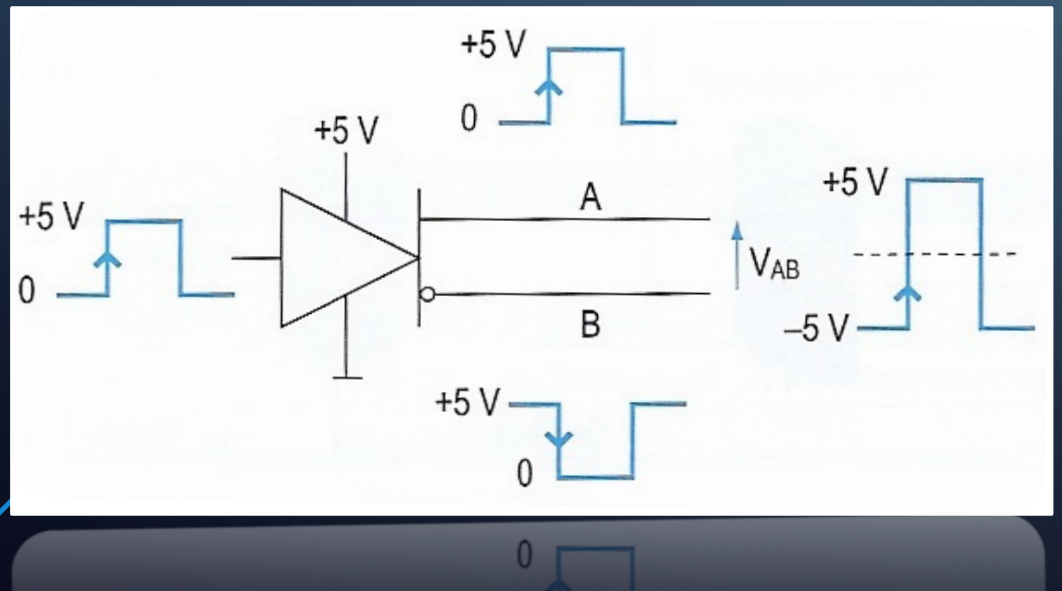
- Specifica soltanto le caratteristiche elettriche del trasmettitore e del ricevitore
  - Non indica né raccomanda alcun protocollo per la trasmissione dei dati
- Permette la configurazione di reti locali a basso costo e **comunicazioni multipunto** (a differenza dell'RS-422 ora sono possibili trasmettitori e ricevitori multipli)
  - In questo caso è necessario introdurre un meccanismo di gestione delle collisioni



EIA RS-485 (CCITT V11)

- Usa tensioni differenziali
  - la differenza tra la tensione presente sui due fili costituisce il dato in transito
  - una polarità indica un livello logico 1, quella inversa indica il livello logico 0
  - al ricevitore differenze di tensione di ±200 mV sono sufficienti per stabilire se è arrivato un bit mark (1) o space (0)

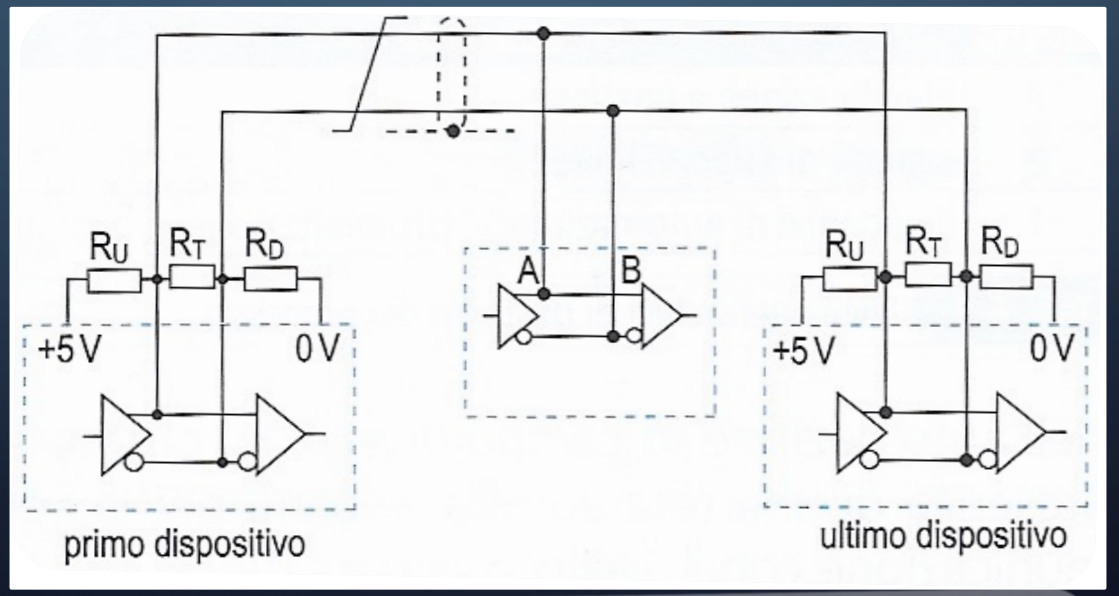




Al trasmettitore le tensioni di ogni conduttore, riferite a massa, sono di +5V e 0 V, mentre la tensione differenziale tra i due conduttori assume i valori ±5 V corrispondenti ad una tensione differenziale di 10 V

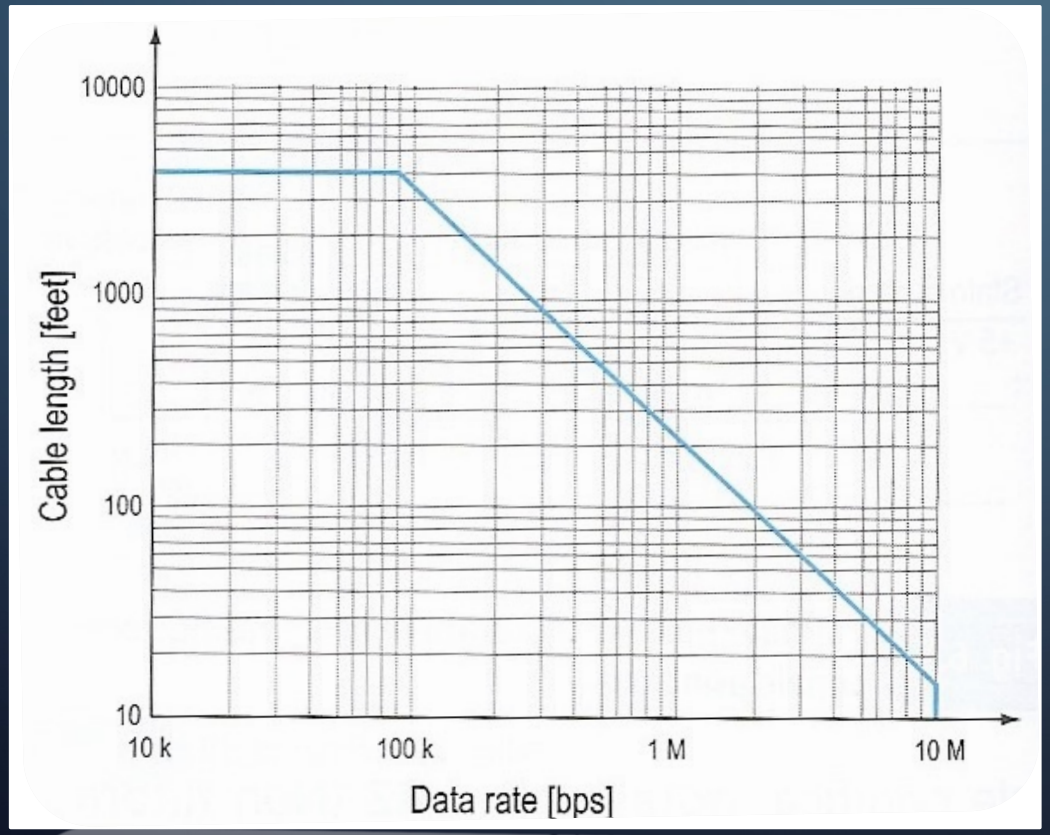
EIA RS-485 (CCITT V11)

- Su un doppino intrecciato di impedenza caratteristica 120 Ω e adattato a entrambe le estremità con resistenze da 120 Ω (RT in figura) possono affacciarsi fino a 32 dispositivi ricetrasmettitori (transceiver)
  - RU e RD in figura sono resistenze che possono essere poste per polarizzare la linea rispetto a massa, questo permette di aumentare la distanza di comunicazione
- In una linea bilanciata tramite l'impiego di un doppino si possono raggiungere distanze relativamente elevate (**fino a poco più di 1.200 m**)



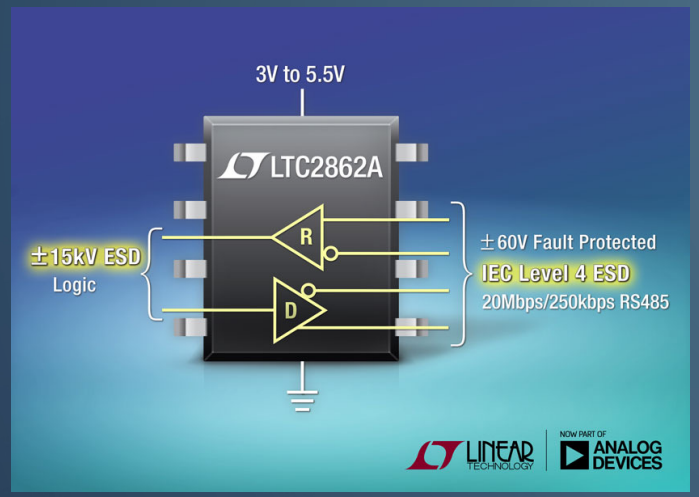
EIA RS-485 (CCITT V11)

- Permette una velocità di trasmissione molto elevata (35 Mbit/s fino a 10 m e 90 kbit/s a 1.200 m).



Relazione distanza-velocità in RS 485 per un doppino 24 AWG isolato in polietilene
(1 feet sono circa 0.3 m)

DRIVER RS-485 (ESEMPI)



LTC2862A
Analog devices

Convertitore
RS-232 to RS-485

Black Box DIN Rail
RS-232/RS-485 to
Fiber Driver

https://it.emcelettronica.com/rs-485-le-caratteristiche-della-rs485-spiegate-da-maxim

CONCLUSIONI

- La trasmissione di bit uno dopo l'altro si chiama trasmissione seriale
- La trasmissione seriale può essere:
  - sincrona/asincrona
  - simplex/half duplex/full duplex
  - sbilanciata/bilanciata
- Lo standard RS-232 definisce uno standard elettrico, dà indicazioni sulle tempistiche dei segnali trasportati (trasmissione binaria asincrona) e permette la trasmissione tra due dispositivi
- Lo standard RS-422 è solamente uno standard elettrico che permette di collegare fino a 10 ricevitori
- Lo standard RS-485 utilizzando una comunicazione bilanciata permette di collegare fino a 32 ricetrasmettitori distanziati fino a 1200m