

ESERCIZIO SUGLI OSCILLOSCOPI 3 (da tema d'esame del 22 luglio 2003)

4) Attraverso un oscilloscopio digitale si desidera controllare il corretto funzionamento di una trasmissione seriale RS-232, asincrona (significa che ogni parola può arrivare in qualsiasi momento, annunciata da un bit di start). La baud rate vale 115 200 bit/s, ogni parola è composta da un bit di start e 8 bit di segnale. I livelli di tensione sono i tipici livelli del protocollo RS-232 (si ricorda che il livello di riposo è il livello di tensione basso, corrispondente al bit 1).

4a) Si descriva brevemente il funzionamento del protocollo seriale RS-232.

4b) Indicare le impostazioni dell'oscilloscopio necessarie a visualizzare bene una singola parola e a misurarne i parametri essenziali.

4c) Disegnare lo schermo dell'oscilloscopio che sta visualizzando il segnale, nel caso della parola binaria 00000101.

4d) Sapendo che l'intera trasmissione che si vuole analizzare è composta da 10 parole, trasmesse in un tempo massimo di 10 ms, indicare la frequenza di campionamento e la memoria dell'oscilloscopio necessaria per poter leggere (ed eventualmente memorizzare e trasmettere a un PC) in maniera corretta i dati trasmessi.

SOLUZIONE

4a) Il protocollo RS-232 prevede tre linee: una di ricezione, una di trasmissione ed una di massa (a cui si riferiscono le altre due linee).

I parametri fondamentali in un protocollo seriale sono: *baud rate* (velocità di trasmissione, in bit/s), numero dei bit di informazione, presenza o meno di un bit di *stop* e di un bit di parità. È sempre presente un bit di *start*.

I livelli di tensione sono: un livello basso (corrispondente al bit 1) compreso tra -12 V e -3 V ed un livello alto (corrispondente al bit 0) compreso tra $+3\text{ V}$ e $+12\text{ V}$. Lo stato di riposo è il livello basso (1) e ogni parola è preceduta da un bit a livello alto (start bit 0).

4b) Alla *baud rate* $BR=115\,200\text{ bit/s}$ la durata di un bit è $T_{bit}=1/BR=8,7\text{ }\mu\text{s}$, mentre una parola composta da 9 bit (8 di dati ed uno *start* bit) dura circa $78\text{ }\mu\text{s}$.

Consideriamo, per esempio, un segnale digitale TTL, che viene portato ai livelli dell'RS-232 tramite un circuito bistabile alimentato a $\pm 12\text{ V}$. Le sue uscite sono quindi ai due livelli di saturazione, tipicamente 1 V al di sotto delle alimentazioni: $\pm 11\text{ V}$. (questo è l'esempio a cui si riferiscono le schermate dell'oscilloscopio, l'esercizio è corretto per qualsiasi valore utilizzato che rispetti le specifiche).

Connettiamo il segnale al canale 1 dell'oscilloscopio. Utilizziamo l'accoppiamento DC, perché ci interessa misurare i livelli in continua del segnale (inoltre non è un segnale periodico, né ripetitivo, perché ogni parola può essere differente). Impostiamo il livello di *trigger* a 0 V , sicuramente compreso tra i due livelli simmetrici, con *slope* positiva. Per l'asse verticale scegliamo un coefficiente di deflessione di 5 V/DIV , mentre per l'orizzontale scegliamo $20\text{ }\mu\text{s/DIV}$ (ricordiamo che una parola dura circa $78\text{ }\mu\text{s}$, il *trigger* è a centro schermo, per cui abbiamo a disposizione le 5 divisioni alla sua destra).

La modalità di *trigger* è *single shot*, che permette di acquisire e mantenere visualizzata una singola parola sullo schermo.

Le misure che si possono effettuare sono: la tensione corrispondente ai livelli alto e basso, la durata del singolo bit e la durata dell'intera parola (per questi dati è possibile la misura digitale automatica, vedi figura 5.2).

4c) Riportiamo in figura 5.1 la schermata di un oscilloscopio digitale che sta leggendo un segnale con le caratteristiche descritte.

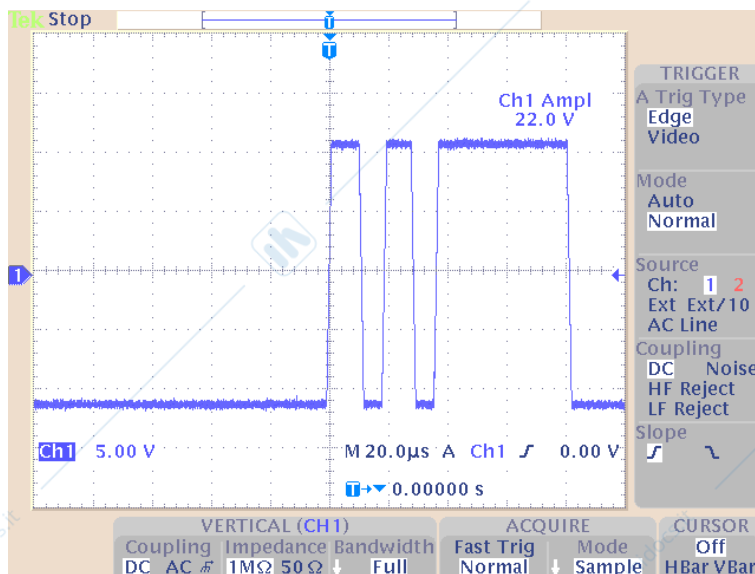


figura 5.1: schermo di un oscilloscopio digitale

Per migliorare la visualizzazione è possibile introdurre un ritardo temporale (*delay*) della visualizzazione rispetto all'istante di *trigger*, portandolo a inizio schermo. In questo caso è possibile utilizzare un coefficiente di deflessione orizzontale di $10 \mu\text{s}/\text{DIV}$. In figura 5.2 è riportata la schermata dell'oscilloscopio, con inoltre le misure automatiche della durata del singolo bit, della durata della parola e dei due livelli logici. Da notare che le durate misurate non sono esattamente quelle teoriche, in quanto il segnale è generato da un circuito come multiplo di un suo orologio interno.

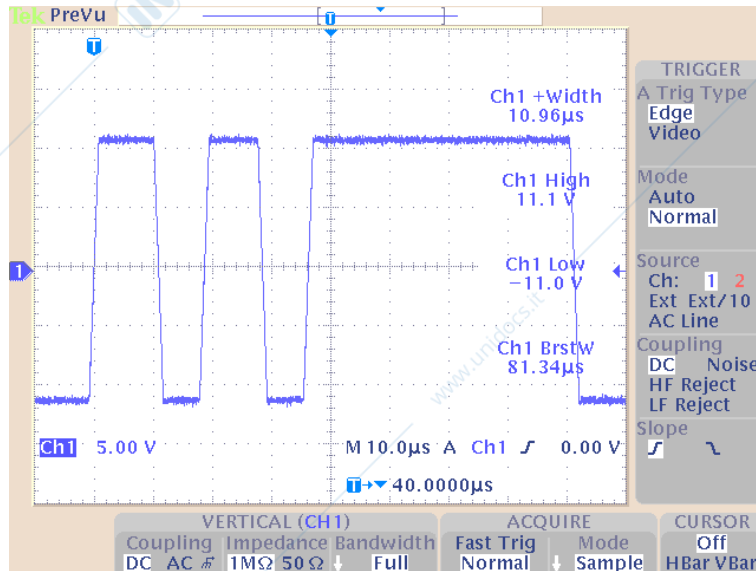


figura 5.2: schermo di un oscilloscopio digitale con *delay* ($40 \mu\text{s}$) e misure automatiche impostate.

4d) Per poter leggere la singola parola correttamente (individuare tutti i singoli bit) è necessario acquisire almeno un punto per bit, quindi la frequenza di campionamento f_c deve essere maggiore del *baud rate*, ad esempio $f_c=200 \text{ kSa/s}$.

Il tempo di acquisizione deve essere almeno $T_{ACQ}=10 \text{ ms}$, per cui è necessaria una memoria minima pari a 2000 campioni ($T_{ACQ} \cdot f_c$).

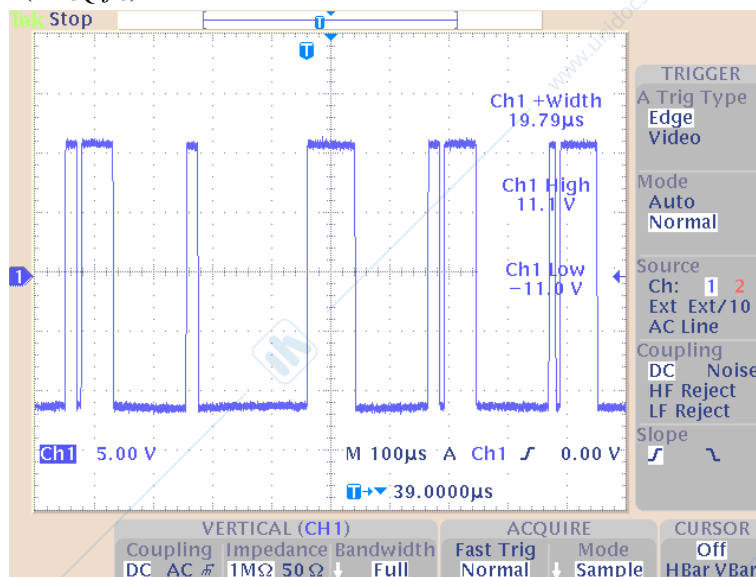


Figura 5.3 Esempio di acquisizione di più parole.