

Scegliere l'oscilloscopio

1. Introduzione

L'oscilloscopio è uno strumento utilizzato da tutti, dai professionisti delle riparazioni TV ai fisici ai radioamatori, fondamentale per chiunque stia pianificando o riparando attrezzature elettroniche.

Per molte persone, la scelta di un oscilloscopio può essere scoraggiante: ci sono centinaia di diversi modelli tra cui scegliere con costi e specifiche molto variabili.

Il primo passo nella scelta di un oscilloscopio non è guardare gli annunci o le specifiche tecniche, piuttosto investire un po' di tempo pensando al suo utilizzo.

Di seguito sono riportate dieci considerazioni per scegliere l'*oscilloscopio* più adatto alla propria applicazione, ancor prima di guardare il prezzo.

2. Banda passante

La banda passante è certamente la caratteristica di riferimento di ogni oscilloscopio, dalla quale dipendono molte prestazioni dello strumento.

Infatti, è molto importante chiedersi se lo strumento che si intende acquistare ha una larghezza di banda sufficiente per osservare i segnali ai quali si è interessati.

Un altro modo di affrontare lo stesso argomento è pensare a quali sono i segnali più ripidi dei quali si vuole, per esempio, misurare il tempo di salita o di discesa: infatti, segnali ripidi equivalgono a banda elevate.

La trattazione matematica tra banda dei segnali, ripidità dei fronti e prestazioni ottenibili è piuttosto complessa, ma per fortuna esistono delle formule empiriche che aiutano a determinare almeno i requisiti minimi che lo strumento deve avere:

- Banda del segnale = $1 / 2 \cdot \text{tempo di salita del segnale}$.
- Banda passante dell'oscilloscopio = $2 \cdot \text{banda passante del segnale}$.
- Frequenza di campionamento dell'oscilloscopio = $4 \cdot \text{banda passante dell'oscilloscopio}$.

Naturalmente, maggiore è la banda dell'oscilloscopio e maggiore è la sua frequenza di campionamento e la possibilità di ottenere una misura fedele e precisa dei segnali.

Nelle figure 1a e 1b si può osservare lo stesso segnale visualizzato da due oscilloscopi con banda passante diversa: 1 GHz (figura 1a) e 12 GHz (figura 1b).

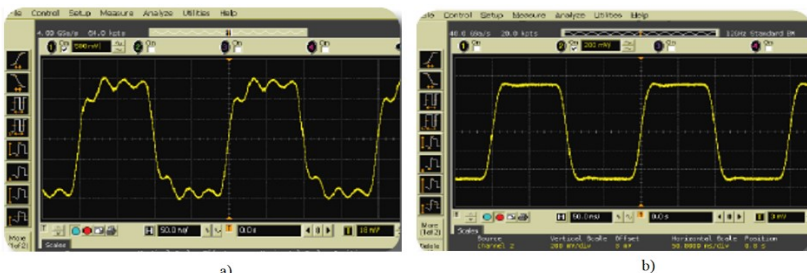


Figura 1 - Stesso segnale visualizzato da due oscilloscopi con banda passante diversa: 1 GHz (figura 1a) e 12 GHz (figura 1b)

3. Numero di canali

La scelta sembra apparentemente semplice, perché la maggior parte degli oscilloscopi oggi sul mercato è a 2 o 4 canali.

Se però si lavora a progetti con una forte interazione tra segnali analogici o digitali, può essere interessante valutare un oscilloscopio per segnali misti, spesso indicato con la sigla MSO (Mixed Signal Oscilloscope).

In questo tipo di strumenti, ai 2 o 4 canali classici, vengono affiancati altri 8 o 16 canali in grado di acquisire solo segnali digitali, con la possibilità di impostare trigger ed eseguire misure coordinate.

In sostanza, è come poter disporre di oscilloscopio e analizzatore logico integrati nello stesso strumento.

4. Frequenza di campionamento

La frequenza di campionamento è un'altra specifica fondamentale dell'oscilloscopio digitale.

Spesso nelle specifiche tecniche viene indicata la frequenza di campionamento massima, ma occorre fare attenzione alle condizioni al contorno, a volte molto diverse tra un costruttore e l'altro.

Una caratteristica comune a molti strumenti è il ricorso al campionamento interlacciato (interleaving) per aumentare la frequenza di campionamento massima, a discapito però del numero di canali utilizzabili contemporaneamente.

Per esempio, un oscilloscopio a 4 canali potrebbe funzionare alla frequenza di campionamento massima solo con uno o due canali (sfruttando l'interleaving), mentre se si vogliono utilizzare tutti e 4 i canali di cui è dotato lo strumento, occorre accontentarsi di frequenze di campionamento inferiori, spesso indicate in piccolo o solo nelle note delle specifiche tecniche dello strumento.

Un altro modo di valutare la frequenza di campionamento di cui si necessita è determinare la risoluzione temporale desiderata tra i punti di acquisizione.

In parole povere, la frequenza di campionamento è il reciproco della risoluzione temporale.

Per esempio, la frequenza di campionamento che permette di osservare i punti nel tempo con risoluzione di 1 ns è pari a $1/(1 \text{ ns})$, ovvero 1 Gs/s.

5. Profondità di memoria

La profondità di memoria è strettamente correlata con la frequenza di campionamento. Quando il convertitore A/D dell'oscilloscopio converte il segnale acquisito in forma numerica, i risultati vengono via via memorizzati all'interno della memoria di acquisizione dell'oscilloscopio.

Molti pensano, sbagliando, che la velocità di acquisizione massima specificata nei messaggi pubblicitari degli strumenti sia sempre applicabile con qualunque impostazione della base dei tempi.

Un oscilloscopio del genere costerebbe molto perché avrebbe necessità di molta memoria, per cui in genere si accetta un compromesso: con impostazioni lente della

base dei tempi, la velocità di campionamento massima viene ridotta quanto basta affinché non si esaurisca la memoria di acquisizione dello strumento.

Pertanto, la profondità di memoria dipende sia da quanto è lungo l'intervallo di tempo che si vuole osservare, sia da quanto veloce si vuole che sia il campionamento.

Per osservare lunghi periodi di tempo con un'elevata risoluzione temporale, occorre un oscilloscopio con una grande quantità di memoria.

Di seguito è riportata una semplice relazione che consente di calcolare la quantità di memoria a partire dalla frequenza di campionamento che si vuole utilizzare e dal periodo di tempo che si vuole osservare:

$$\text{Profondità di memoria} = \text{frequenza di campionamento} \cdot \text{tempo di acquisizione desiderato}$$

Anche in questo caso, occorre valutare attentamente le specifiche, in quanto le architetture degli oscilloscopi differiscono notevolmente nella gestione della memoria.

In particolare, alcuni modelli quando utilizzano tutta la memoria di acquisizione sono costretti a rallentare altre operazioni, per esempio la velocità di visualizzazione, oppure non permettono l'esecuzione di analisi avanzate.

Concludendo, anche in questo caso attenzione ad asterischi e noticine nelle specifiche tecniche.

6. Display

Quando si usavano gli oscilloscopi analogici, erano le caratteristiche del tubo a raggi catodici che determinavano la qualità delle tracce visualizzate sullo strumento.

Con i moderni oscilloscopi digitali, invece, la qualità della visualizzazione è fortemente influenzata non tanto dalla qualità del display, molto simile tra i vari modelli dei diversi costruttori, bensì dalle architetture di elaborazione della memoria e della gestione dello schermo.

Ad esempio, uno dei fattori chiave che influenza la qualità percepita del display è la frequenza di aggiornamento dell'oscilloscopio; si tratta di una caratteristica riferita alla velocità con la quale l'oscilloscopio è in grado di acquisire e aggiornare la visualizzazione delle forme d'onda.

Una maggiore velocità di aggiornamento equivale a una maggiore probabilità di catturare, e quindi visualizzare sullo schermo, gli eventi infrequenti come i glitch.

Nel confrontare le frequenze di aggiornamento citate dai costruttori, occorre porre attenzione alle condizioni al contorno.

Infatti, in molti tipi di strumenti la velocità di aggiornamento massima è disponibile solo quando non vengono attivate funzioni speciali, come trigger avanzati o profondità di memoria estese.

Una frequenza di aggiornamento elevata in generale coincide con una buona "reattività" dello strumento ai comandi.

Le prime generazioni di oscilloscopi digitali erano molto "lenti" nella visualizzazione, soprattutto se confrontati con l'immediatezza tipica degli oscilloscopi analogici.

Gli oscilloscopi digitali attuali sono tutti molto più reattivi, ma le differenze di comportamento tra i vari modelli sono sostanziali, soprattutto quando gli strumenti sono dotati di molta memoria di acquisizione.

In generale, purtroppo, giudicare la qualità di visualizzazione dalle sole specifiche tecniche non è molto semplice, per cui, ogni volta che ciò è possibile, non resta che affidarsi alle dimostrazioni dal vivo provando direttamente delle misure il più possibile simili a quelle che si prevede saranno le più comuni per le proprie applicazioni.

7. Trigger

Il trigger sui fronti (edge trigger) è forse la funzione più utilizzata negli oscilloscopi nelle applicazioni di tutti i giorni. Tuttavia, può essere molto utile disporre di strumenti capaci di definire il trigger in modo più sofisticato quando in certi casi è necessario "rincorrere" qualche evento specifico o strano.

Per esempio, per chi progetta sistemi che usano i comuni bus seriali può essere molto comodo disporre di un trigger basato su condizioni specifiche che avvengono sui bus come SPI, CAN, USB, I2C, FlexRay, LIN o altri.

Con strumenti capaci di interpretare i protocolli dei bus seriali si può certamente risparmiare molto di tempo nella fase di debug dei progetti.

Per la ricerca dei problemi e dei guasti intermittenti una funzione molto utile è il trigger sui glitch, disponibile in varie forme in molti strumenti di fascia medio-alta.

Infine, molti oscilloscopi offrono funzioni specifiche di trigger per le applicazioni video, come TV e HDTV, che semplificano notevolmente la vita a chi si occupa di questo settore.

8. Sonda

La sonda è fondamentale in quanto la banda complessiva del sistema di misura è limitata al valore di quella del componente più basso tra sonda e oscilloscopio.

Inutile, quindi, acquistare un oscilloscopio a banda larga, se poi si utilizzano sonde non all'altezza dello strumento.

Inoltre, non va dimenticato che la sonda diventa parte integrante del circuito in prova modificandone il comportamento, per cui impedenza e caratteristiche della sonda vanno sempre tenute in considerazione, in particolare quando si devono misurare segnali a frequenze elevate.

In generale, le sonde attive non solo hanno una banda passante superiore alle sonde passive, ma sono anche in grado di mitigare gli effetti sul circuito in esame.

Quando si sceglie una sonda, è bene considerare con attenzione anche gli accessori disponibili, alcuni dei quali potrebbero imporre un degrado delle caratteristiche migliori della sonda.

9. Connettività

La maggior parte degli oscilloscopi moderni ha almeno una delle interfacce comuni che consente di collegare un PC, come Ethernet o USB: ciò facilita notevolmente lo scambio dei dati e l'eventuale controllo automatico o remoto dello strumento.

Alcuni modelli, per esempio quelli conformi alle specifiche LXI, contengono al loro interno un web server, per cui con un semplice browser è possibile comandare a distanza lo strumento e analizzare le forme d'onda.

10. Software applicativo

La disponibilità di funzioni di misura automatiche, o di veri e propri pacchetti, per l'analisi matematica del segnale può far risparmiare molto tempo, soprattutto nelle applicazioni più complesse.

L'architettura degli oscilloscopi digitali moderni facilita la proliferazione di software di misura generici o per applicazioni specializzate, normalmente forniti di serie o come opzione a pagamento.

Ad esempio, alcuni strumenti offrono funzioni matematiche sulle forme d'onda, quali l'analisi FFT.

Addirittura, i modelli più evoluti possono essere trasformati in veri e propri analizzatori di spettro o di modulazione in grado di risolvere le più sofisticate problematiche di misura.

Inoltre, alcuni costruttori offrono pacchetti di sviluppo che consentono di creare, mediante apposite macro, o linguaggi di programmazione, come Visual Basic o C++, le proprie funzioni e applicazioni personalizzate eseguibili direttamente nello strumento.

11. Demo e assistenza

Un'ultima nota, ma forse la più importante: se possibile, chiedere una demo dello strumento che si vuole acquistare.

Toccare con mano è ancora oggi la soluzione più indicata per capire se l'oscilloscopio che si intende acquistare è "in sintonia" con le proprie esigenze.

In generale, le aziende che sono più sollecite nel far provare i prodotti, sono anche quelli che garantiscono nel tempo un supporto e un'assistenza di ottimo livello, altro aspetto che non andrebbe dimenticato nella valutazione di un acquisto.

A titolo di esempio, infine, al seguente link:

<https://download.tek.com/datasheet/TDS1000C-EDU-Oscilloscope-Datasheet-3GW265156.pdf>

è possibile visualizzare il datasheet dell'oscilloscopio digitale TDS1000C della Tektronix (<https://uk.tek.com/>), uno dei più importanti produttori mondiali di oscilloscopi.