

OSCILLOSCOPIO: GUIDA BASE

INTRODUZIONE

Imparare l'oscilloscopio

Questa breve e semplice lettura consente di capire il principio base di funzionamento ed i possibili usi di un oscilloscopio indipendentemente dalle prestazioni e dunque dal costo dello stesso. Viene infatti usato per osservare sia segnali lenti come gli impulsi generati dal battito cardiaco sia segnali rapidi e saltuari che si trovano nei dispositivi elettronici quali radio e circuiti a microprocessore.

A CHI SI RIVOLGE QUESTA GUIDA

A tutti coloro, principianti e non, che hanno un minimo di nozioni sulle grandezze elettriche, e desiderano conoscere ed imparare ad usare questo bello strumento non troppo complesso a dispetto del gran numero di tasti e selettori che colpiscono a prima vista. Metti il caso che a scuola nessuno te lo abbia spiegato.

A COSA SERVE L'OSCILLOSCOPIO ?

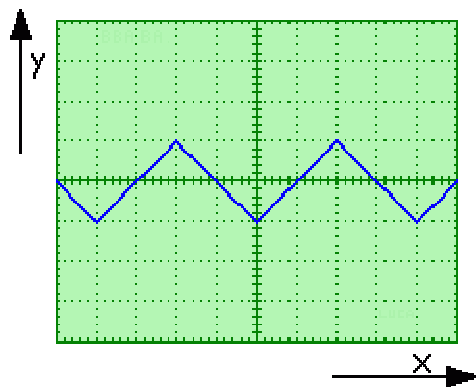
Si tratta di uno strumento che visualizza graficamente l'andamento di un segnale elettrico nel tempo (T). Esegue misure di tipo qualitativo piuttosto che quantitativo, ossia mostra il comportamento di una tensione (V) ma la misura assoluta risulta meno precisa rispetto ad un voltmetro. Quest'ultimo infatti consente di apprezzare facilmente per esempio una tensione di 4,53V ai capi di una batteria mentre con l'oscilloscopio si ottiene solamente un'indicazione approssimativa di circa 4,5 Volt. Lo stesso dicasi per le misure temporali, se ho bisogno di misurare una frequenza con precisione devo usare un frequenzimetro.

COME SI PRESENTA

Lo schermo ha una griglia graduata solitamente con 8 divisioni verticali e 10 orizzontali. Ogni quadretto ha 5 ulteriori suddivisioni per ogni asse, utili ad eseguire misurazioni migliori.

ASSE Y - Verticale - Tensione V

Esiste almeno un canale di entrata per il segnale di tensione V da visualizzare (del caso a due canali parleremo poi). Questo segnale passa attraverso un amplificatore a guadagno regolabile tramite un apposito selettore che imposta il valore in Y di ogni divisione. Se dunque lo imposto a 2 V/Div significa che la massima ampiezza visualizzabile del segnale in entrata diventa di 16V (2V per 8 divisioni), anzi rispetto allo zero centrale sono 8V positivi ed 8V negativi.



ASSE X - Orizzontale - BASE TEMPI

Anche per questo asse esiste un selettore che imposta la base temporale ossia quanto tempo vale una divisione. Se ad esempio lo imposto a 10ms/Div vuole dire che il tempo impiegato a tracciare tutto l'asse X, dura 0,1 secondi (10 ms per 10 divisioni = 100 ms). Ognuna di queste passate le chiameremo scansioni.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Tramite un pennello elettronico viene illuminato un punto sullo schermo. Quale sia il punto dipende dai due sistemi di deflessione orizzontale e verticale. Come si intuisce l'asse verticale viene pilotato dal segnale d'entrata mentre quello orizzontale dalla base tempi interna. In assenza di un segnale entrante il punto viene mosso da sinistra a destra disegnando una linea orizzontale piatta.

Ora supponiamo di avere in entrata un segnale ad onda triangolare con ampiezza di 10Vpp (picco picco) ed una frequenza di 25Hz, ossia che si ripete 25 volte al secondo. Un periodo dunque dura: $1/25 = 0,04$ secondi = 40ms.

Se imposto il guadagno a **5V/Div** e la base tempi a **10ms/Div** quello che viene tracciato **ad ogni scansione** sull'asse dei tempi risulta come in questa figura:

Vale a dire un segnale alto 2 divisioni e che si ripete ogni 4 divisioni sull'asse X.

Se ora cambio il guadagno, cambio di conseguenza le divisioni occupate in verticale (asse Y). Cambiando invece la base tempi, cambiano le divisioni occupate in orizzontale (asse X) ovviamente. Appare dunque ovvio che, opportunamente impostato, l'oscilloscopio visualizza graficamente un segnale con qualunque ampiezza, frequenza e forma. Naturalmente entro i limiti massimi e minimi indicati sui selettori.

TRIGGER

Bisogna evidenziare il fatto che viene disegnata una nuova traccia ad **ogni scansione** dell'asse X e che dura per il tempo definito dal selettore della base tempi, nel nostro esempio 0,1 secondi. A questo punto ci si rende conto che manca da capire il momento in cui inizia una scansione o meglio che cosa la fa iniziare. Trigger significa grilletto e svolge proprio questa funzione. Chiamiamo trigger l'evento che avvia ogni singola scansione.

Questa sezione di fondamentale importanza consente le due seguenti impostazioni:

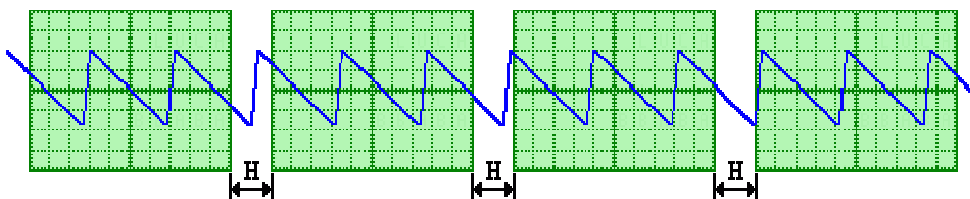
- Selezione del fronte tra positivo e negativo.
- Impostazione del livello di tensione del trigger in modo continuo (tramite un potenziometro analogico) e non a scatti predefiniti.

In pratica con queste regolazioni definiamo che l'evento di trigger (l'inizio della scansione) avviene quando il segnale di entrata attraversa il livello di trigger in una delle due possibili maniere, in salita per il fronte positivo oppure in discesa per quello negativo.

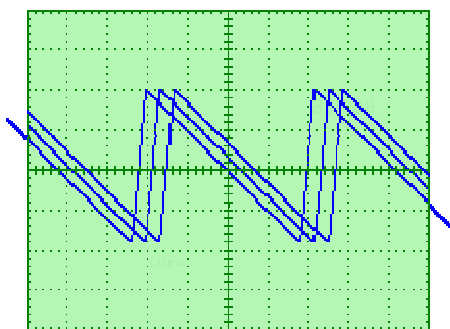
Nella figura dell'esempio precedente si osserva che la traccia inizia sul livello di zero (centro dell'asse Y) e quindi il livello di trigger era impostato circa a zero volt mentre il fronte era negativo. Al termine della scansione (o della tracciatura in X) il pennello elettronico viene spento e riportato all'estrema sinistra (punto iniziale) ad attendere il prossimo evento di trigger.

Grazie a questo sistema succede che, per segnali ripetuti costantemente nel tempo, un nuovo evento di trigger si ripeta identico al precedente e quindi una nuova scansione ridisegna esattamente la stessa forma della precedente. In questa situazione si dice che il trigger sia agganciato al segnale, o che il segnale sia triggerato. Ad ogni modo si riesce ad avere una figura stabile sullo schermo. In mancanza di questa condizione invece si vede la forma d'onda del segnale entrante che scorre sull'asse X.

Chiariamo meglio il concetto con un disegno. Se abbiamo per esempio un segnale a dente di sega continuo nel tempo, si deve immaginare che con l'oscilloscopio ne vediamo una parte, quella che occupa una scansione. Al termine della scansione il pennello elettronico viene spento e riportato a sinistra. Questa operazione dura un tempo costante noto come tempo di "**HOLD-OFF**" (H rimani spento). Quindi se a questo punto inizia una nuova scansione succede che il nuovo punto di inizio della traccia sarà diverso da quello della precedente come si osserva in questa figura:



Dunque, in mancanza di trigger ecco cosa si vede:



[Apri esempio animato \(nuova finestra\)](#)

[Esempio animato \(stessa finestra\)](#)

il nostro segnale entrante che scorre sull'asse dei tempi.

MODI DEL TRIGGER

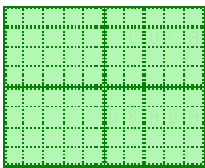
Ogni oscilloscopio ha almeno 3 modi base di impostazione del trigger:

- **SINGLE** - Singolo, la scansione avviene solo una volta, al primo evento di trigger. Per attenderne un'altra si deve ri-abilitare manualmente il trigger con l'apposito pulsante. In questo modo si vede solamente un'unica tracciata al primo evento di trigger la cui durata dipende dall'impostazione della base tempi.
- **NORMAL** - Normale, la scansione ricomincia solo in presenza dell'evento di trigger. Al termine della scansione la traccia viene riportata al punto iniziale (a sinistra dello schermo) e resta in attesa del prossimo evento di trigger. Quindi se mancano gli eventi di trigger nel modo normal non si vede alcuna traccia.
- **AUTO** - Automatico, la scansione ricomincia automaticamente ad ogni fine scansione anche in mancanza dell'evento di trigger. In questo modo si vede sempre una traccia anche in assenza di segnale in ingresso. Quando entra un segnale piccolo, ossia di ampiezza tale da non generare un evento di trigger, riesco comunque a vedere il segnale ma questo scorre sullo schermo come [qui sopra](#) descritto.

Esiste poi su alcuni oscilloscopi, una sezione speciale del trigger. Consente di ritardare il trigger o di allargare la base tempi in una zona della scansione ma queste cose sono particolari di certi modelli e cambiano da uno all'altro, vanno quindi viste caso per caso. Qui rimaniamo concentrati sull'uso di base.

Ora prosegui con la [descrizione pratica](#) dei numerosi pulsanti, commutatori eccetera.

Mancanza eventi di trigger nel modo AUTO



Lo scorrimento sull'asse X avviene perchè l'inizio di ogni scansione, non è legata ad un preciso punto del segnale entrante. Ogni nuova scansione incomincia in un punto diverso dell'asse Y che dipende dal rapporto tra il periodo del segnale entrante ed il periodo della scansione impostata.

OSCILLOSCOPIO: IN PRATICA

COME SI USA IN PRATICA

Elenco regolazioni

Qui vediamo tutti i dettagli basilari per poter usare l'oscilloscopio, a cosa servono tutti i vari tasti, selettori e potenziometri.

Dopo aver appreso i principi di base, questa parte potrebbe apparire, a prima vista, lunga e noiosa ma a dire il vero non è altro che la lista di tutte le voci presenti nell'oscilloscopio.

Quindi le cose già chiare si possono saltare senza problemi, al momento di un qualche dubbio su una delle tante regolazioni questo elenco diventa un rapido punto di riferimento per rinfrescarsi la memoria.

Comandi principali

- **ON/OFF:** Per accendere e spegnere non servono spiegazioni. In alcuni modelli questo interruttore si trova incorporato nel potenziometro di regolazione dell'intensità luminosa.
- **INTENSITÀ:** Detta anche luminosità, niente da aggiungere tranne che bisogna aumentarla quando la scansione va molto veloce. Bisogna invece abbassarla quando la scansione va molto lenta (ad esempio a 100ms/Div), tanto lenta da vedere, invece che una traccia continua, il puntino luminoso in movimento. Infatti in questo caso se troppo luminoso si potrebbe stressare eccessivamente lo schermo in una sola zona con il rischio di esaurirlo prematuramente.
- **FUOCO:** Serve per mettere a fuoco il pennello elettronico, va regolato per fare in modo che la traccia sia ben definita. A volte viene influenzato dalla luminosità.
- **TRACE ROTATION:** Serve ad allineare in orizzontale la traccia alla griglia dello schermo, infatti essa viene influenzata in modo visibile dal campo magnetico terrestre.
- **XY:** Per l'uso normale questo tasto deve restare disattivo. Esso serve a scollegare la base tempi dalle placche di deflessione orizzontale per pilotarle con un secondo segnale esterno (solitamente dal secondo canale negli oscilloscopi a due tracce). Tale configurazione consente di vedere delle figure sullo schermo (dette di Lissajous) che dipendono dalla forma dei due segnali e dal rapporto tra le loro frequenze. Se ad esempio uso due segnali sinusoidali identici si visualizza una linea a 45 gradi, se i segnali sono sfasati di 90 gradi si visualizza un cerchio.
- **TEST SIGNAL:** Non presente su tutti, questo terminale emette un segnale ad onda quadra che va usato per la calibrazione capacitiva delle sonde ([vedere di seguito](#)).

Le sonde

La sonda merita certamente un approfondimento. Costituita da un cavetto coassiale attestato da un lato con un connettore BNC per collegarsi all'entrata dell'oscilloscopio. Dall'altro capo ci sono due terminali, uno per la massa (coccodrillo collegato alla calza o schermo del cavo coassiale) ed uno per l'anima (una punta con una clip). Si possono di solito incontrare due tipi di sonde, quella uno ad

uno e quella dieci a uno **attenuatrice**. Questo dato lo si deve sapere in quanto influenza il valore delle divisioni sull'asse verticale. Solitamente lo troviamo stampigliato sulla sonda e comunque quelle che attenuano hanno anche una vitina per la calibrazione. Infine, collegando la sonda al **TEST SIGNAL** che ha ampiezza e frequenza note diventa immediato capire che sonda si sta utilizzando.

Si possono anche avere delle **sonde amplificate** ma si tratta di oggetti rari e costosi che non cambiano la sostanza dei concetti.

Esistono inoltre le cosiddette **sonde di corrente** per leggere la corrente alternata che scorre in un conduttore. In pratica sono dei semitrasformatori spaccati fatti per essere aperti ed accoppiati ad un filo senza scollegarlo.

Impedenze

L'ingresso dell'oscilloscopio ha solitamente un'impedenza di 1 Mohm, le sonde che attenuano elevano l'impedenza a 10 Mohm ed in questo modo si realizza l'attenuazione di dieci volte. Questo dato torna utile quando ci si deve collegare a punti talmente sensibili da poter essere alterati dal collegamento stesso. In tali casi si predilige quindi (potendo scegliere) la sonda con impedenza maggiore.

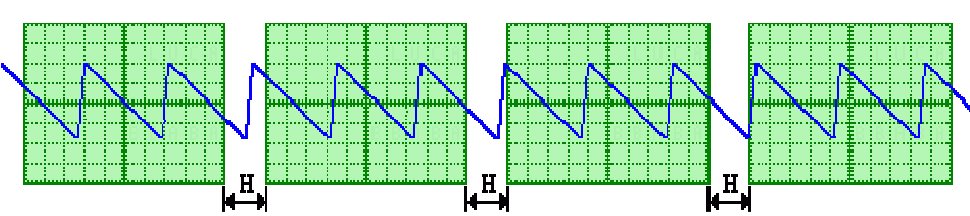
Calibrazione delle sonde

Con questo si intende solo la calibrazione capacitiva delle sonde attenuatrici in quanto la componente resistiva è fissa. Per eseguire la calibrazione si deve usare il **TEST SIGNAL** e quindi ruotare la vite di regolazione (trimmer capacitivo) per vedere un'onda quadra con gli angoli perfetti, ne smussati né a punta. Per questa operazione si consiglia di usare un cacciavite in plastica, usandone uno in metallo si nota a volte che l'avvicinamento ed il contatto influenzano la regolazione stessa.

Canale di entrata tensione

Questa sezione riguarda la deflessione sull'asse verticale dello schermo. Nel caso di oscilloscopi a due canali ve ne sono due copie identiche, una per ogni canale, ed in aggiunta i selettori di canale che vedremo [dopo qui avanti](#). Comunque oltre al selettore dei Volt/Divisione sempre presente troviamo:

- Connettore coassiale (**BNC**) di entrata del segnale da visualizzare al quale si collega la sonda di misura.
- Selettore di accoppiamento tra **DC**, **GND**, **AC** che permette di interporre un condensatore in serie all'entrata (AC), di escluderlo (DC), oppure di staccare l'ingresso dal BNC e chiuderlo a massa (GND) senza staccare fisicamente la sonda.
- Potenzimetro di posizione (**Y-POS**) che serve a stabilire la posizione verticale del pennello elettronico con l'ingresso a GND, definisce insomma lo zero sullo schermo. Normalmente viene messo al centro per vedere segnali bipolari oppure accoppiati in AC. Posso anche spostarlo in basso se voglio vedere segnali solo positivi oppure, se ho due canali ne centro uno sopra e l'altro sotto a piacere.
- Sul selettore di V/Div esiste solitamente un potenziometro per modificare il valore di ogni quadretto in modo continuo invece che a scatti predefiniti. Questo serve per poter misurare i



tempi di salita e discesa dei

segnali. Per ora ci interessa conoscerlo solo per verificare che sia in posizione di riposo, altrimenti il valore impostato per i V/Div non corrisponde sullo schermo, si dice che il canale non è **CALibrato**. Da notare che questo è un potenziometro resistivo e non ha nulla che fare con la calibrazione capacitiva delle sonde attenuatrici.

- **Invert.** Selettore di inversione, quando attivo serve appunto per invertire il segnale sull'asse verticale. Bisogna sapere che esiste, a volte risulta comodo specialmente nell'oscilloscopio a due canali.

Base tempi

Questa sezione riguarda la deflessione sull'asse orizzontale, ed oltre al selettore del tempo per divisione troviamo:

- Potenziometro di posizione (**X-POS**) che stabilisce la posizione orizzontale di inizio della scansione.
- Moltiplicatore **X10** (per 10), allarga di dieci volte la traccia sull'asse orizzontale. Quando attivato torna utile per vedere meglio ad esempio la zona finale della scansione che andrebbe fuori schermo agendo sul selettore della base tempi. In pratica abbiamo allargato un quadretto orizzontale a tutto lo schermo e con il potenziometro X-POS possiamo scorrere lungo tutti i dieci quadretti.
- **HOLD-OFF**, questo potenziometro serve ad aumentare il tempo (H) che impiega il pennello elettronico a tornare dall'estrema destra a sinistra. In pratica consente di cambiare il periodo di ripetizione delle scansioni senza variare la durata del Tempo per Divisione. Viene usato in casi particolari quando non si riesce ad agganciare bene il trigger. Durante il tempo H il trigger è disattivo (non genera eventi di inizio scansione). Questo tempo può essere allungato moltissimo, ben oltre la durata di una scansione e dunque nella nostra figura la distanza tra le scansioni cresce tanto fino ad uscire da questa pagina. Con questa regolazione si può operare in due modi; A) tentare di avvicinare la frequenza di scansione ad un multiplo di quella del segnale entrante per vederlo fermo o quasi; B) estendere il tempo di trigger disattivo in modo da mascherare (nascondere) tratti temporali del segnale entrante dove si creano gli eventi di trigger indesiderati.
- Sul selettore del Tempo/Div (come su quello dei V/Div) esiste un potenziometro per modificare il valore di ogni quadretto in modo continuo invece che a scatti predefiniti. Per ora ci interessa conoscerlo solo per verificare che sia in posizione di riposo, altrimenti il valore impostato per la base tempi non ha il valore atteso sullo schermo, ossia non è **CALibrato**.

Trigger

Questa sezione fondamentale permette di scegliere la sorgente del trigger ed anche quali filtri applicare al segnale prima di arrivare al comparatore che genera l'evento di trigger.

Le impostazioni principali esaurientemente descritte nei [principi di funzionamento](#) sono:

- **Livello**, potenziometro che regola il valore della tensione di intervento del trigger usata come confronto dal comparatore.
- **Fronte**, anche detto inclinazione (**slope** su alcuni), sceglie tra positivo (salita) o negativo (discesa) del segnale entrante.
- **Modo**, sceglie uno tra i possibili (AUTO, NORMAL, SINGLE) modi del trigger.

La sorgente del segnale viene scelta tra:

- **CH 1** canale d'entrata principale.
- **CH 2** canale secondario laddove esiste.
- **EXT** ingresso BNC specifico per un segnale esterno che non viene visualizzato ma usato solo per agganciare il trigger.
- **MAINS** aggancia il trigger direttamente alla frequenza della rete di alimentazione, il solito disturbo a 50 o 60 Hz sempre presente. Da notare che nei modelli alimentati a batteria tale sorgente ovviamente manca.

Poi i filtri solitamente disponibili sono:

- **DC** nessun filtro, accoppiamento diretto in corrente continua.
- **AC** accoppiamento in alternata, rimuove la componente continua.
- **HF** inserisce un filtro di alta frequenza.
- **LF** inserisce un filtro di bassa frequenza.

Ci sono anche, ma non su tutti gli oscilloscopi, dei filtri specifici per aiutare a triggerare i segnali televisivi di riga (H+ ed H- che sta per orizzontale) e di quadro (V+ e V- che sta per verticale).

OSCILLOSCOPIO DUALE

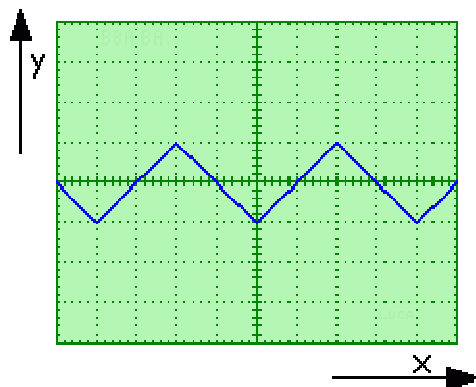
A DUE CANALI O A DOPPIA TRACCIA

Quando vi sono due canali tutta la sezione verticale raddoppia, avremo due distinti BNC di ingresso, due selettori di V/Div eccetera.

Entrambi i canali devono convergere sull'unico sistema di deflessione verticale in una delle seguenti maniere:

- **ADD** sta per addizione e dunque si visualizza una sola traccia dopo aver sommato i due segnali entranti. Usando l'inversione di uno dei due si ottiene graficamente la sottrazione tra loro.
- **ALT** sta per alternato e significa che ad ogni scansione si scambia il canale che pilota l'asse verticale. Questo si vede facilmente con tempi di scansione lenti. Con scansioni via via più veloci si vedono solo due tracce separate e contemporanee grazie alla persistenza dell'occhio umano.
- **CHOP** sta per chopper (spaccatore) e significa che la deflessione verticale viene alternativamente pilotata dai due canali molto rapidamente in ogni scansione. Viene quindi disegnato un piccolo tratto per ogni canale e come risultato si vedono due tracce contemporanee separate. Infatti i trattini sono così fitti da sembrare una linea ininterrotta.

In conclusione, quando uso due canali per osservare segnali lenti mi conviene usare il metodo CHOPper, se invece guardo segnali molto veloci mi conviene il metodo ALTerato. Se infatti faccio il contrario succede che evidenzio i difetti dei due metodi ossia: con il CHOPper vedo i trattini mentre con l'ALTerato vedo prima uno e poi l'altro canale.



Ora che siamo capaci di usare l'oscilloscopio e di descriverne il funzionamento approfondiamo ancora qualcosa. Prosegui alla pagina degli [esempi di approfondimento](#) del tutorial.

OSCILLOSCOPIO: Approfondiamo con qualche esempio

Questa parte della guida (o tutorial come si dice) viene dedicata ai principianti per capire meglio le varie situazioni che si possono verificare durante l'uso dell'oscilloscopio.

Tempo di riscaldamento/assestamento

Dal momento in cui viene acceso ogni strumento di misura si scalda e quindi solo dopo il tempo di assestamento gli errori saranno minori della massima tolleranza ammessa. Questo è tanto più importante quanto maggiore è la precisione. L'oscilloscopio si scalda come gli altri ma, come accennato nella [sezione introduttiva](#), le misure non hanno una precisione molto elevata, pertanto il tempo di riscaldamento non assume fondamentale importanza.

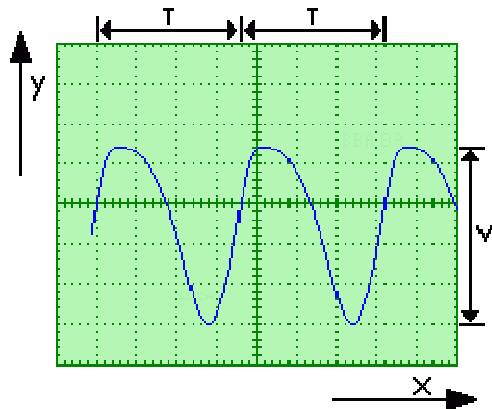
Misura di picco e picco - picco

Come si intuisce il valore picco picco indica la massima escursione verticale di un segnale ossia la differenza tra i livelli estremi (massimo positivo e massimo negativo). Invece il valore di picco è la metà dato che indica il massimo valore rispetto allo zero. Nell'onda triangolare della figura, il valore picco picco vale due divisioni. Supponendo di avere impostato 1V/Div il valore risultante è 2 Vpp (picco-picco) cui ovviamente corrisponde un valore di 1 Vp (picco). Questo concetto si applica ad ogni tipo di forma d'onda del segnale.

Accoppiamento del segnale entrante

Può essere in corrente continua DC (Direct current coupling) oppure in corrente alternata AC (Alternating current coupling).

- Quando si accoppia in AC, significa che il segnale entra passando attraverso un condensatore (in serie) il quale svolge la funzione di bloccare la componente continua, lasciando passare solo le variazioni alternate del segnale, anzi diciamo rapide visto che si realizza un filtro passa alto (ossia lascia passare le frequenze alte).



- Quando invece si accoppia in DC significa che il segnale entra direttamente senza alcun filtro e quindi passa e si osserva anche la componente continua del segnale.

Supponiamo ora di voler osservare il segnale di ripple (increspamento) in uscita da un alimentatore. Si tratta in genere di un piccolo segnale sovrapposto ad una tensione continua che in confronto è molto maggiore. Ad esempio potremmo avere una

tensione continua di 12 Volt sulla quale si sovrappone un ripple di 0,05 Volt picco picco.

Accoppiando in DC e impostando 2 V/Div vedremo una linea che si trova 6 divisioni sopra lo zero ma il ripple sarà appena osservabile e di certo non misurabile.

Allora per misurare il ripple dovremo ridurre la scala per esempio a 20 mV/Div ma il segnale uscirebbe dallo schermo per via della componente continua e quindi siamo obbligati ad accoppiare in AC il segnale.

Nel momento in cui ha inizio il disaccoppiamento da parte del condensatore si osserva un repentino spostamento del segnale che nel giro di poco tempo si assesta intorno allo zero. Tutto questo è dovuto alla carica del condensatore di accoppiamento che deve eguagliare il valore della tensione continua da bloccare. Se dopo spostiamo la sonda dal 12V e tocchiamo la massa (lo zero) vedremo il fenomeno opposto dovuto alla scarica dello stesso condensatore.

Come facilitare le misurazioni

Quando si vuole fare una misura è comodo usare i potenziometri di posizione X ed Y per spostare la traccia in modo che incroci esattamente una riga della griglia e quello diventa il punto iniziale dal quale contare le divisioni. Chiariamo meglio osservando la figura. Per misurare l'ampiezza picco-picco "V" di questo segnale lo sposto in Y per appoggiare il suo picco inferiore su una riga della griglia, poi lo sposto in X centrando un picco superiore sull'asse graduato e quindi leggo la sua ampiezza indicata da "V" che vale quattro divisioni e due quinti. Supponendo che ogni divisione valga 1 Volt si calcola facilmente il valore di 4,4 Vpp del segnale.

Anche per le misure sull'asse dei tempi "X" vale lo stesso metodo. Muovo il segnale in X per incrociare una riga verticale in una zona ripida del segnale, più è ripida maggiore è la precisione di posizionamento e lettura. Ora lo sposto in Y per portare il punto sull'asse graduato della X e leggo la durata "T" che vale tre divisioni e tre quinti. Se la base tempi era di 2ms/Div ottengo un periodo di 7,2ms. Facile vero?

Ultimo consiglio, nell'esempio si osservano sul quadrante due interi periodi ed oltre, posso dunque dimezzare la base tempi ad 1ms/Div in modo che un periodo occupi il doppio (la somma dei due "T" in figura). In tal modo potrò leggere con maggior precisione sette divisioni ed un quinto. Anche in tal caso il risultato sarà di 7,2ms ovviamente.

Tempi di salita e discesa

Per misurare i tempi di salita e discesa di un segnale a gradino si deve sapere che il tempo di salita viene definito come il tempo che un segnale impiega per andare dal 10 al 90 percento della sua

ampiezza. Questo per poter escludere tutti i fenomeni di overshoot ed undershoot (sovra e sotto elongazione) dalla misura che sono dovuti a vari fattori non legati ai tempi in questione ma ad esempio a riflessioni del segnale, ad instabilità di un circuito eccetera.

Si tratta dunque di misurare il tempo di transito tra due livelli di tensione definiti come rapporto rispetto al valore picco picco, perciò non è indispensabile conoscere l'ampiezza assoluta del segnale.

Esecuzione della misura

Risulta comodo procedere scalibrando il guadagno sino a portare il segnale picco picco tra +2,5 e -2,5 divisioni verticali rispetto allo zero centrale. Sul quadrante infatti è lì che troviamo le due demarcazioni dello 0 e del 100 percento. Va da se che in questo modo le divisioni +2 e -2 sono rispettivamente il 90% ed il 10% rispetto al valore picco picco. Ed ecco che dove esse incrociano il segnale definiscono i due punti di misura del tempo di salita o discesa che sia. Notare che la base tempi non deve essere scalibrata.

Banda passante per Tempo di salita = 0,35

Moltiplicando la banda passante per il tempo di salita di un oscilloscopio analogico si ottiene la costante 0,35. Quella giusta sarebbe **0,339** ma il valore usato in pratica rimane 0,35 perchè si ricorda meglio ed introduce un piccolo margine di tolleranza. Prendiamo ad esempio un oscilloscopio con banda passante di 120MHz, applicando la formula

Tempo di salita = 0,35 / Banda passante

si ricava : $T = 0,35 / 120 \text{ Mhz} = 2,91 \text{ ns}$

Questo significa che lo strumento permette di osservare e misurare segnali con un tempo di salita maggiore di 2,9 ns (ossia vedremo solo i più lenti, vedi [nota](#)). Bisogna comunque tenere presente che si tratta di un metodo per dare l'ordine di grandezza del limite e non di una rigida regola ferrea. Infatti nell'esempio suddetto, se il tempo di salita del segnale fosse 2,95 ns piuttosto che 2,80 ns non significherebbe che in un caso si veda benissimo e nell'altro non si veda per niente. Tutto questo si deve al fatto che gli oscilloscopi analogici hanno una risposta in frequenza di tipo gaussiano. Invece nei moderni oscilloscopi digitali (detti DSO) le cose sono cambiate. Per questi la costante oscilla tra **0,4** e **0,5** ma dipende da marca e modello, lo deve quindi necessariamente dichiarare il costruttore. In generale comunque i modelli digitali sono superiori da questo punto di vista.

Nota: Non fate mai confusione tra il tempo di salita e la frequenza del segnale. Esse sono due grandezze ben diverse tra loro e non necessariamente legate come invece il periodo di ripetizione il quale è sempre l'inverso della frequenza. Ad esempio si possono avere frequenze molto basse con tempi di salita molto rapidi (pensiamo alle onde quadre).

Oscilloscopio analogico e digitale

La memoria

Appare intuitivo che gli oscilloscopi a memoria siano molto comodi per osservare fenomeni non ripetitivi. Concettualmente non importa se si dispone di uno strumento analogico o digitale quel che importa è che abbia la memoria.

Nella spiegazione del [trigger](#) abbiamo visto i tre modi possibili, AUTO, NORMAL e SINGLE.

Ebbene, tra questi il modo SINGLE si presta perfettamente per stabilire il momento in cui memorizzare una scansione.

Certamente i moderni oscilloscopi digitali sono più potenti e facili da usare ma i concetti di base non cambiano.

Analogico o digitale

Negli oscilloscopi digitali è implicito che la memoria sia presente. Bisogna comunque essere coscienti del fatto che i segnali vengono campionati e quindi la frequenza di campionamento introduce un battimento con la frequenza del segnale da visualizzare. Senza farla troppo lunga in pratica significa che ad esempio un segnale sinusoidale ad alta frequenza quando osservato con bassi tempi di scansione potrebbe essere visualizzato come senoide a bassa frequenza inducendo in errore se non si è consapevoli del problema. Gli oscilloscopi analogici con memoria non hanno questo problema ma sono ormai rari e costosi. Dubito che ne esistano ancora in commercio. Comunque la memorizzazione avveniva direttamente sullo schermo di visualizzazione in modo analogico. In conclusione direi che certamente i digitali hanno soppiantato gli analogici infatti sono oramai meno costosi e con migliori prestazioni.

Contatti

Per concludere se avete

- correzioni da segnalare
- altre domande sull'oscilloscopio
- suggerimenti di ampliamento alla guida
- altro ancora...

scrivetemi al seguente indirizzo bbaba_chiocciolina_tiscali_punto_it ed avrete la mia gratitudine oltre ad una risposta. La cosa potrebbe servire a realizzare una sezione di F.A.Q. (domande frequenti) per esempio.

PS: Per mandare la e-mail bisogna sostituire le parole chiocciolina e punto con i relativi simboli. Questo accorgimento serve a ridurre lo spam rendendo difficoltosa la vita ai programmi di ricerca automatica degli indirizzi e-mail.

[sito internet = http://www.bbaba.altervista.org](http://www.bbaba.altervista.org)