

CAPITOLO 10

Dopo aver descritto la struttura ed il principio di funzionamento dell'oscilloscopio, e dopo aver illustrato la funzione dei principali comandi situati sul pannello di controllo, vediamo ora come possiamo impiegare lo strumento per effettuare alcune tipologie di misurazioni. Supponiamo di aver regolato la sonda e lo strumento, utilizzando gli appositi comandi descritti nel capitolo precedente.

10.1 Misurazione della tensione di picco e della componente alternativa.

Se dobbiamo misurare il valore di picco o il valore picco-picco di un segnale di tensione sinusoidale, dobbiamo applicare quest'ultimo al canale verticale.

Innanzitutto, se al segnale non è sovrapposta alcuna componente continua, selezioniamo la posizione dc (direct coupling) del selettore di ingresso.

Per adattare le dimensioni dell'immagine da rappresentare alle dimensioni dello schermo, regoliamo la sensibilità verticale attraverso il comando a scatti tarato in VOLT/DIV oppure in VOLT/cm, e la sensibilità orizzontale attraverso il comando a scatti tarato in SECONDI/DIV oppure in SECONDI/cm, fino a quando avremo ottenuto la rappresentazione desiderata.

Come accade in tutte le misurazioni nelle quali la misura si ottiene valutando la rappresentazione del misurando rispetto ad una scala graduata, anche in questo caso si può commettere un errore di lettura. Questo può essere un errore di apprezzamento, se il picco (o i picchi positivo e negativo) del segnale non corrisponde (non corrispondono) esattamente ad una tacca della scala graduata presente sugli assi di riferimento dello schermo; oppure un errore di parallasse dovuto al fatto che l'oscillogramma e la scala graduata non giacciono sullo stesso piano, e l'occhio dell'osservatore non è situato esattamente sulla normale al piano della scala passante per il punto dell'oscillogramma da valutare.

Per minimizzare tale tipo di errore, è conveniente utilizzare, nella rappresentazione dell'oscillogramma, una scala in cui ad una divisione (o ad un cm) corrisponda un valore di differenza di potenziale, quanto più piccolo possibile.

Ciò si ottiene facendo uno zoom sul tratto di interesse dell'oscillogramma mediante il comando di sensibilità verticale. Se il picco, per esempio positivo, dell'oscillogramma esce fuori dallo schermo, lo si può visualizzare traslando rigidamente verso il basso tutto l'oscillogramma, grazie al comando di posizionamento verticale "position" che, come abbiamo visto, aggiunge un offset al segnale verticale.

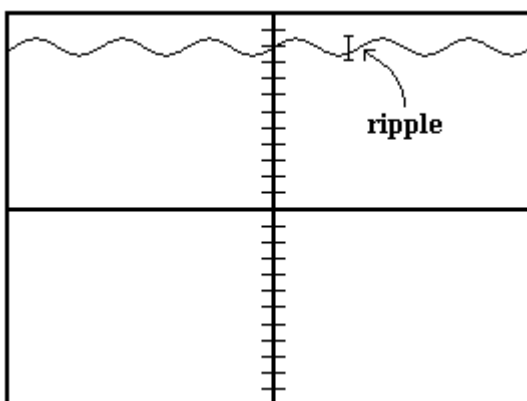


Figura 11.1

Supponiamo ora di voler visualizzare un segnale di tensione sinusoidale al quale è sovrapposta una componente continua (figura 10.1). Questo caso può capitare se, per esempio, siamo interessati a valutare il ripple di tensione all'uscita di un convertitore AC/DC (raddrizzatore).

Per osservare con il dovuto dettaglio l'ondulazione (ripple), non possiamo amplificare tutto il segnale agendo sul comando di sensibilità verticale, in quanto, così facendo, amplificheremmo anche la componente continua.

Allora conviene riportare a zero il valore medio del segnale (figura 10.2).

Ciò può essere fatto selezionando la posizione ac del selettore di ingresso schematizzato in figura 9.7 e raffigurato in fig. 9.16. Tale operazione consente di inviare, al sistema di deflessione verticale, il segnale privato della componente continua.

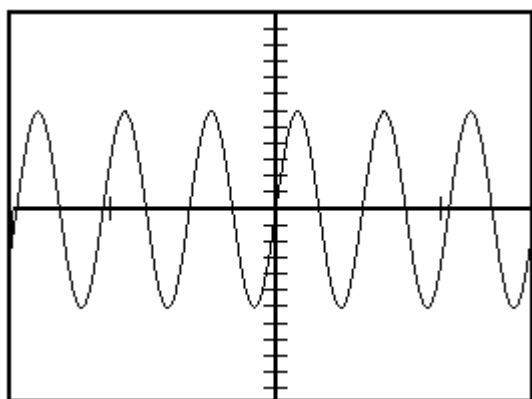


Figura 11.3

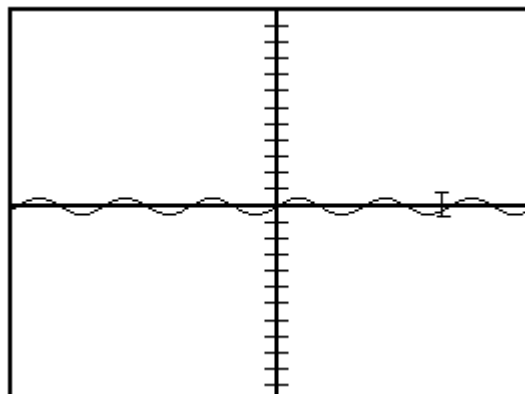


Figura 11.2

Successivamente possiamo cambiare la scala dell'asse delle ordinate agendo sul comando della sensibilità verticale, ottenendo l'oscillogramma rappresentato in figura 10.3.

Esso, per i motivi già analizzati quando abbiamo parlato degli errori di lettura, si presta maggiormente a valutazioni di tipo quantitativo, rispetto agli oscillogrammi rappresentati nelle figure 10.1 e 10.2.

10.2 Misurazione di frequenza e di sfasamento.

Vediamo ora come è possibile valutare la frequenza di un segnale periodico.

Poiché l'oscilloscopio è in grado di valutare l'andamento nel tempo di un segnale, le misure di frequenza vengono ottenute tramite misure di periodo.

Se non siamo sicuri a priori delle caratteristiche del segnale oggetto di valutazione, è conveniente rappresentare, scegliendo una scala opportuna sull'asse dei tempi, un certo numero di periodi, per verificare che il segnale sia effettivamente periodico. Poi, poiché ci interessano i passaggi per lo zero del segnale, selezioniamo il valore zero per il livello di trigger. È invece indifferente, in questo caso, la scelta del valore del selettore di slope.

Facciamo uno zoom sull'asse dei tempi e visualizziamo per intero un solo periodo della rappresentazione. Valutata la dimensione orizzontale del periodo e moltiplicata per il fattore di scala scelto, otteniamo il periodo del segnale e, quindi, il suo reciproco cioè la frequenza.

Un pò più delicata è la misurazione di uno sfasamento $\Delta\phi$ tra due segnali isofrequenziali (figura 10.4). Infatti dobbiamo disporre di un oscilloscopio a doppia traccia, e dobbiamo fornire i due segnali ai canali verticali "A" e "B".

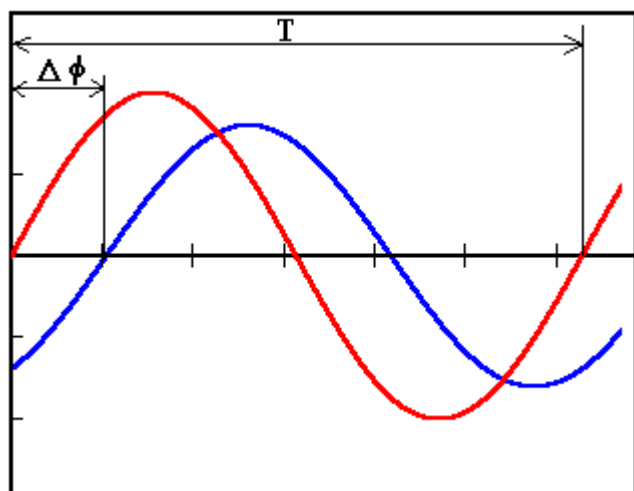


Figura 11.4

Se i segnali hanno una frequenza molto più bassa della frequenza di commutazione del modo "chopped", allora è opportuno usare tale modalità. Per esempio se la frequenza di commutazione è di 500 KHz, allora il modo chopped può essere utilmente impiegato per rappresentare segnali aventi frequenza fino a $5 \div 10$ KHz.

Per segnali a frequenza più elevata, la rappresentazione in modalità “chopped” non è adatta in quanto i segnali verrebbero rappresentati attraverso delle spezzate e non in modo continuo. In questo caso è necessario usare la modalità “alternate”.

Bisogna fare attenzione, però, alla sincronizzazione con la base dei tempi. Infatti, se si sceglie di sincronizzare la base dei tempi con entrambi i segnali alternativamente, verrà persa la relazione di fase, ovvero proprio ciò che desideriamo valutare. Allora, usando il selettore visualizzato in figura 9.16, dobbiamo scegliere, per la sincronizzazione, o il segnale A oppure il segnale B. Tale scelta consente, grazie alla persistenza dei fosfori, la visualizzazione contemporanea di entrambe le forme d'onda con la relazione di fase originale (vedi figura 10.4).

Per determinare lo sfasamento in radianti x , occorre valutare il periodo T , la rappresentazione dello sfasamento $\Delta\phi$ e fare la proporzione:

$$x : \Delta\phi = 2\pi : T.$$

10.3 Misurazione dei parametri di una risposta transitoria.

Oltre a valutare i parametri di grandezze periodiche (periodo, frequenza e fase), con l'oscilloscopio possiamo valutare anche fenomeni di natura transitoria.

Spesso, per determinare il comportamento di un sistema, lo si sottopone a dei forzamenti di

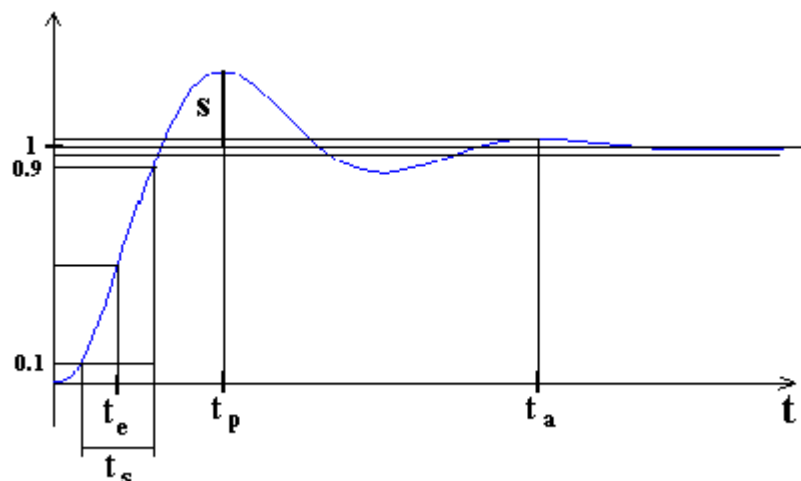


Figura 11.5

ingresso di varia natura. Per esempio, imponendo un ingresso a gradino, una tipica risposta può essere quella rappresentata in figura 10.5 (relativa ad un sistema del secondo ordine stabile).

Con l'oscilloscopio possiamo valutare i seguenti parametri:

- 1) il tempo di salita t_s , definito come l'intervallo di tempo che la risposta impiega per passare dal 10% al 90% del valore di regime;
- 2) il tempo all'emivalore t_e , definito come l'intervallo di tempo che la risposta impiega per raggiungere il 50% del valore di regime. Sia t_s che t_e , caratterizzano la *prontezza* del sistema;
- 3) il tempo di picco t_p , definito come l'istante di tempo in cui la risposta assume il valore massimo;
- 4) il tempo di assestamento t_a , che è l'istante di tempo in cui la risposta rientra definitivamente nella fascia di valori centrata sul valore di regime e avente semiampiezza pari, per esempio, al 5% del valore di regime;

5) la sovraelongazione S , che è il massimo scostamento dal valore di regime ed è un indice di *precisione dinamica* del sistema.

Poiché il fenomeno transitorio sopra descritto non è ripetitivo, allora dobbiamo disporre, per poterlo visualizzare, di un oscilloscopio in grado di memorizzare gli oscillogrammi. Questa funzionalità è sicuramente disponibile nei moderni strumenti numerici, nei quali vengono effettuate operazioni di campionamento e memorizzazione.

In alternativa, possiamo rendere periodico il fenomeno applicando, al sistema oggetto di analisi, non un gradino ma un'onda quadra. In questo modo possiamo visualizzare l'oscillogramma di fig. 10.5 anche se disponiamo di un oscilloscopio analogico senza funzioni di memorizzazione dell'immagine.

Ad esempio, facendo riferimento alla figura 10.6 che rappresenta la risposta del sistema ad un'onda quadra, per visualizzare sullo schermo dell'oscilloscopio la porzione di grafico che ci

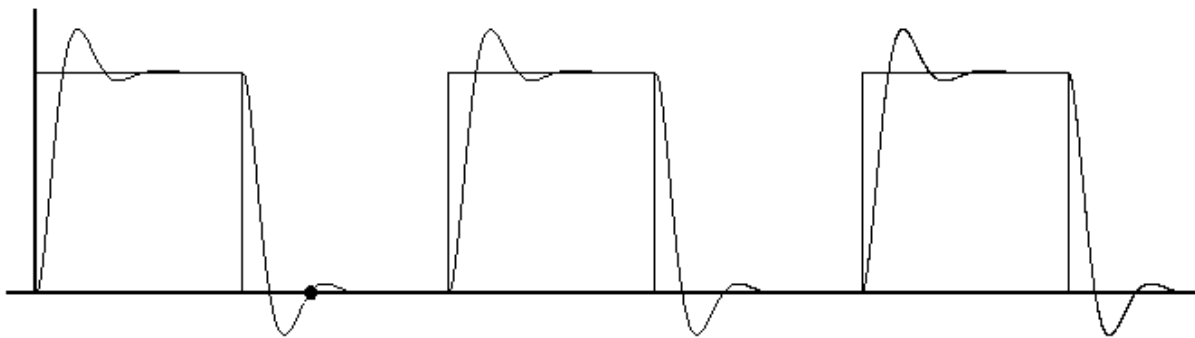


Figura 11.6

interessa, selezioniamo il valore zero come valore di *trigger*, e la pendenza positiva come valore del selettore di *slope*. Inoltre osserviamo che la sensibilità orizzontale va scelta in modo da includere, nella finestra temporale da visualizzare, un intero periodo del segnale ad onda quadra. Infatti all'interno di tale periodo esistono diversi punti in cui il segnale assume valore nullo con derivata positiva. Se tali punti non fossero compresi nella finestra temporale da visualizzare, in loro corrispondenza partirebbero, erroneamente, scansioni orizzontali dello schermo.

Se l'oscilloscopio di cui disponiamo è dotato di regolazione di hold-off, allora possiamo limitare l'intervallo temporale di visualizzazione a quello che effettivamente ci interessa. Infatti, regolando opportunamente l'ampiezza dell'intervallo Δt_{HO} , possiamo far capitare al suo interno gli impulsi di inizio scansione che devono essere ignorati.

10.4 Esempio di utilizzo in modalità xy.

Nella prima lezione sull'oscilloscopio abbiamo detto che, con lo strumento, oltre alla rappresentazione di un segnale in funzione del tempo, è possibile la rappresentazione in funzione di un altro segnale.

Un esempio classico di tale modalità di funzionamento, detta "xy", è quello in cui rappresentiamo un segnale sinusoidale in funzione di un altro segnale sinusoidale. A seconda del rapporto tra le due frequenze e della differenza di fase, è possibile ottenere degli oscillogrammi che vengono chiamati figure di Lissajoux.

In passato tali oscillogrammi venivano utilizzati per determinare le relazioni di fase e di frequenza tra grandezze sinusoidali.

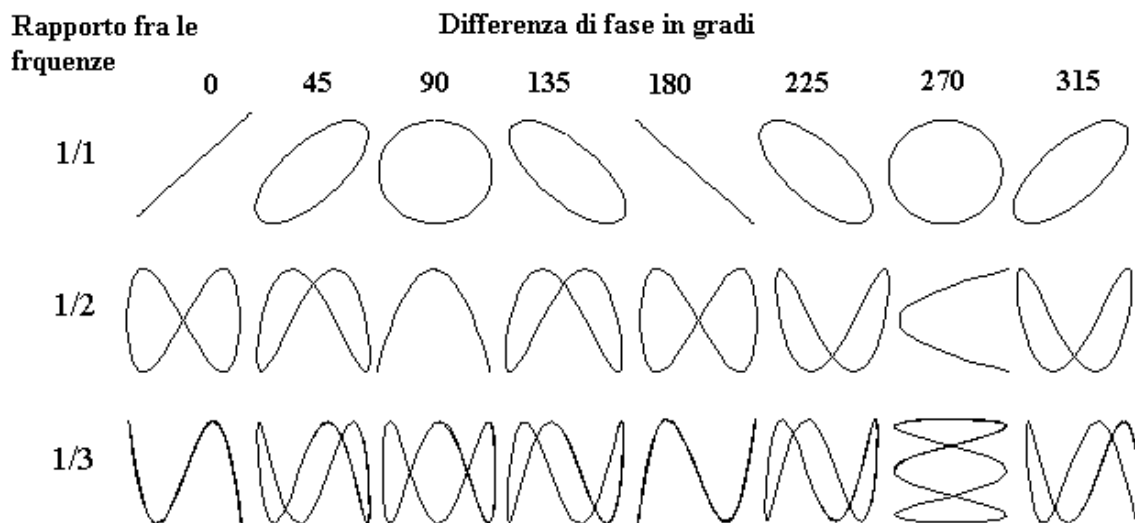


Figura 11.7 – Figure di Lissajoux.