

Misure di tensione alternata

Suggerimenti pratici

L'oscilloscopio può restare sempre collegato al generatore di segnali mentre si fanno le misurazioni con i voltmetri. Usare il raccordo "T" e "I" collegati assieme come nodo di ripartizione del segnale proveniente dal generatore verso l'oscilloscopio e il voltmetro.

Evitare di forzare i cavi coassiali per far entrare le banane nelle boccole dei multimetri. Se è il caso, usare come raccordo i cavetti banana/banana o i coccodrilli (ICE).

1 Conversioni e incertezze

1.1 Onda sinusoidale

Utilizzare il segnale A0 (forma d'onda 0, uscita A) del generatore di segnali (circuit stampato).

Misurare la tensione con i tre voltmetri (valore efficace, medio e di picco) e con l'oscilloscopio; convertire in valore efficace la lettura di quest'ultimo. Associare alle letture l'incertezza.

Riportare le misure su un grafico e verificare la compatibilità.

1.2 Onda triangolare

Utilizzare il segnale A3 (forma d'onda 3, uscita A) del generatore di segnali (circuit stampato).

Misurare la tensione con i tre voltmetri (valore efficace, medio e di picco) e con l'oscilloscopio. Convertire tutte le letture in tensione efficace e calcolare le incertezze.

Riportare le misure su un grafico e verificare la compatibilità.

1.3 Onda quadra

Utilizzare il segnale B3 del generatore di segnali (circuit stampato).

Misurare la tensione con i tre voltmetri (valore efficace, medio e di picco) e con l'oscilloscopio. Convertire tutte le letture in tensione efficace e calcolare le incertezze.

Riportare le misure su un grafico e verificare la compatibilità.

1.4 Forme d'onda arbitrarie

Utilizzare il segnale A8 del generatore di segnali (circuit stampato).

Misurare la tensione con i tre voltmetri (valore efficace, medio e di picco) e con l'oscilloscopio.

Convertire tutte le letture in tensione di picco e calcolare le incertezze. Riportare le misure su un grafico e verificare la compatibilità.

2 Duty cycle

Per l'onda rettangolare il duty cycle è definito come rapporto tra la durata della sola parte positiva e l'intero periodo del segnale. Per l'onda triangolare, esso è definito come rapporto tra la durata della parte con pendenza positiva e il periodo del segnale.

2.1 Voltmetro in continua

Misurare con l'oscilloscopio (accoppiato in continua) l'ampiezza e i duty cycle del segnale B4. Calcolare la lettura attesa del voltmetro in continua, che è il valore medio del segnale (attenzione: il voltmetro in continua all'interno non ha il raddrizzatore).

Misurare con il voltmetro digitale e verificare il risultato.

Si ricordi che il voltmetro per tensione continua, per il generico segnale $v(t)$, fornisce una lettura V_M data da

$$V_M = \frac{1}{T} \int_T v(t) dt$$

dove T è la durata della misurazione, che supporremo molto maggiore del periodo del segnale da misurare.

2.2 Voltmetro a valore medio

Misurare il segnale B4 con il voltmetro a valore medio in alternata, senza il condensatore in serie (attenzione: il voltmetro è a una o due semionde?). Giustificare con i calcoli la differenza tra le letture del voltmetro e dell'oscilloscopio.

2.3 Voltmetro a valore efficace

Misurare il segnale B4 con il voltmetro a valore efficace, con il condensatore in serie. Giustificare con i calcoli la differenza tra le letture del voltmetro e dell'oscilloscopio.

2.4 Onda triangolare

Con procedimenti analoghi a quelli suggeriti ai punti precedenti, è possibile misurare il duty cycle di un'onda triangolare asimmetrica A4? Perché?

3 Limiti di funzionamento

Per misurare le risposte in frequenza si utilizzi come sorgente il generatore di funzioni, servendosi dell'oscilloscopio per verificare che l'ampiezza del segnale resti costante. Si può infatti supporre che la lettura dell'oscilloscopio, che ha una banda considerevolmente

più larga di quella dei voltmetri disponibili, non dipenda dalla frequenza. Effettuando una misurazione di variazioni, il limite dell'oscilloscopio è dato dalla risoluzione piuttosto che dalla precisione.

Nel tracciare i grafici si proceda rapidamente, annotando un solo valore nel campo di frequenze dove la lettura è evidentemente costante. Trattandosi di voltmetri, cercare le frequenze a -3 dB — come per i doppi bipoli — ha poco senso; il fenomeno da osservare è invece l'errore che compare ai limiti della banda, limitando le misure alle frequenze per le quali la variazione della lettura raggiunge orientativamente il 10–15%, cosa che rende scarsamente utilizzabile lo strumento.

3.1 Risposta in frequenza del voltmetro a valore medio

Tracciare il grafico degli errori sistematici dipendenti dalla frequenza per il voltmetro a valore medio, portata 10 V. Utilizzare un segnale di ampiezza adeguata al fondo scala.

In molti strumenti analogici la risposta in frequenza dipende dalla portata. Perché?

3.2 Risposta in frequenza del voltmetro a valore efficace

Tracciare il grafico degli errori sistematici dipendenti dalla frequenza per il voltmetro a valore efficace, portata 10 V fondo scala.

3.3 Risposta in frequenza del voltmetro di picco

Tracciare il grafico degli errori sistematici dipendenti dalla frequenza per la sonda voltmetrica di picco. Utilizzare un segnale di ampiezza $1 V_{\text{rms}}$.

Perché il voltmetro di picco è limitato alle basse frequenze? Pensando allo schema della sonda, che cosa si perderebbe, e perché, se si volesse estendere il campo di funzionamento verso le basse frequenze?

3.4 Nonlinearità del voltmetro di picco

Tracciare il grafico degli errori sistematici dipendenti dall'ampiezza per la sonda voltmetrica di picco. Utilizzare un segnale sinusoidale a 1 kHz, di ampiezza tra 0.2 e $5 V_{\text{rms}}$, servendosi del voltmetro a valore medio come riferimento.

Pensando allo schema della sonda, quale componente è il principale responsabile della nonlinearità riscontrata?

4 Varie

4.1 Sinusoide raddrizzata

Il segnale A0 del generatore (circuitto stampato) è una sinusoide. Il segnale A5 è la stessa sinusoide, ma raddrizzata.

Misurarne il segnale A0 con il voltmetro a valore efficace e il segnale A5 con il multimetro digitale in continua (valore medio). Che relazione c'è tra le due letture?

Si tenga presente che nei due casi il segnale ha la stessa frequenza, è prodotto con lo stesso convertitore analogico / digitale ed ha le stesse ampiezze istantanee, a meno del segno.

4.2 Onda intera o semionda?

Il modo più ovvio per verificare se il voltmetro a valore medio senza condensatore in serie è del tipo a onda intera o a semionda consiste nel misurare due volte una tensione continua, invertendo i puntali. Se in una delle due posizioni la lancetta resta ferma sullo zero lo strumento è a semionda, altrimenti è a onda intera.

È possibile, con il materiale presente sul banco, arrivare alla conclusione con *una sola lettura*, quindi senza invertire i puntali?

4.3 Segnale “a scala”

Misurare la tensione del segnale B8 del generatore (circuito stampato) con il voltmetro a valore efficace. Confrontare con la misura del valore efficace ottenuta da calcoli basati sulla lettura dell'oscilloscopio.

Ripetere l'esperienza con il voltmetro a valore medio (attenzione alla costante strumentale).

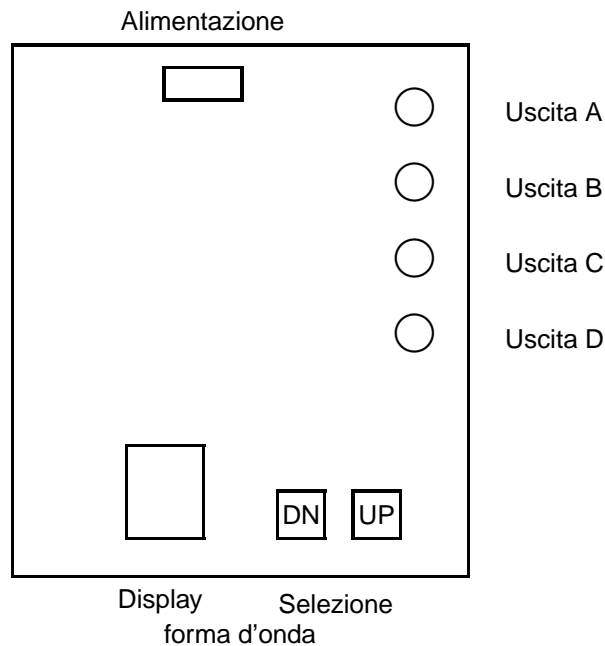
4.4 Resistenza di ingresso

Quanto vale la resistenza di ingresso del voltmetro a valore medio per le portate di fondo scala 2 V (ICE), 3 V (Simpson), 4 V (ICE) e 10 V (ICE e Simpson)?

4.5 Simboli

Soprattutto sui voltmetri analogici, spesso ai bordi del quadrante si trovano alcuni simboli: \square o \perp e una stella a cinque punte, talvolta con un numero al centro. Cosa significano?

Generatore di forme d'onda



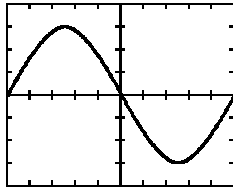
Uso

Il display indica il numero corrispondente alla forma d'onda, rappresentato con una singola cifra esadecimale (da 0 a F). Il numero, e quindi la forma d'onda, può essere cambiato agendo sui pulsanti UP (incrementa) e DN (decrementa); l'azione dei pulsanti è ciclica, a modulo 16.

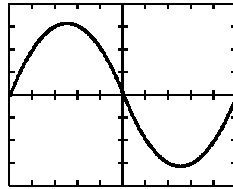
Alimentazione: simmetrica $\pm 12..15$ V (rosso +12, nero -12, verde massa).

Attenzione: regolare l'alimentatore *prima* di collegare il generatore di segnali. Poi assicurarsi che l'alimentatore sia *spento* mentre si collegano i cavi. Le sezioni dell'alimentatore sono completamente indipendenti, e vanno collegate tra loro per formare la *massa* dell'alimentazione simmetrica. Il morsetto di *terra* dell'alimentatore è collegato alla terra dell'impianto elettrico, e *non* è collegato a massa.

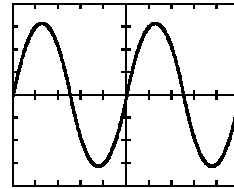
Forme d'onda



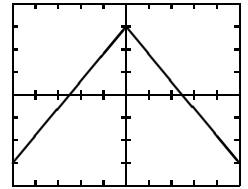
A 0



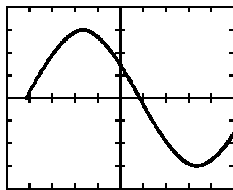
A 1



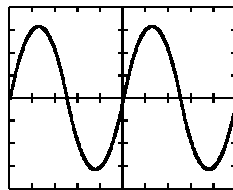
A 2



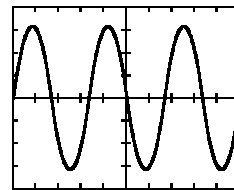
A 3



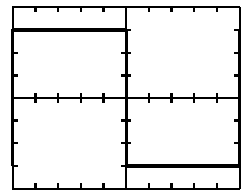
B 0



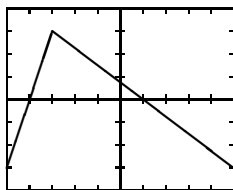
B 1



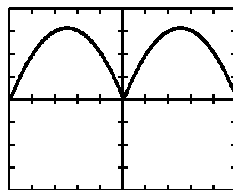
B 2



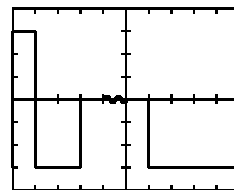
B 3



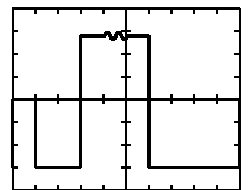
A 4



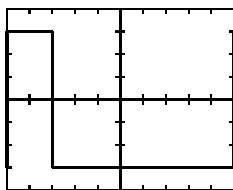
A 5



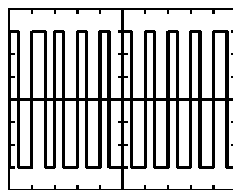
A 6



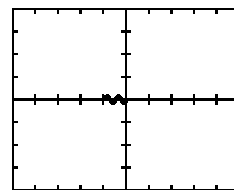
A 7



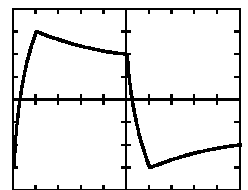
B 4



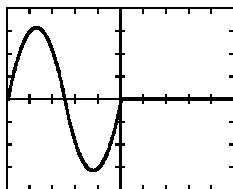
B 5



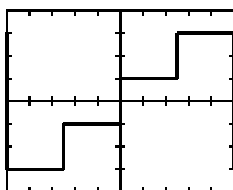
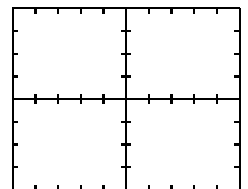
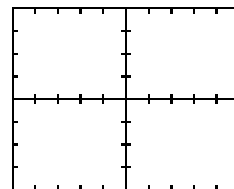
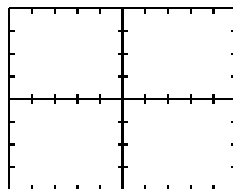
B 6



B 7



A 8



B 8

