

Misure di fase

Queste esperienze prevedono di misurare lo sfasamento tra due segnali (A0 e B0 del generatore) con vari metodi, ragionando sugli aspetti metrologici di ogni metodo. Poiché lo sfasamento è ricavato da un rapporto di tempi, gli stessi metodi possono essere usati per misurare il *duty cycle* di un segnale (B4 del generatore); fa eccezione il metodo delle figure di Lissajous.

Incertezza dell'oscilloscopio. Si suggerisce di usare un modello semplificato dell'oscilloscopio nel quale l'incertezza è

$$\delta t = 2 \times 10^{-2} t_{fs} \quad \text{e} \quad \delta V = 2 \times 10^{-2} V_{fs}$$

dove V e t sono tensioni e tempi, e i corrispondenti V_{fs} e t_{fs} rappresentano il fondo scala, cioè le dimensioni dello schermo (10 div orizzontali e 8 div verticali). Questo corrisponde a trattare l'oscilloscopio come uno strumento di *classe 2*, ammettendo implicitamente che l'incertezza sia perlopiù dovuta alla focalizzazione degli elettroni nel tubo catodico, piuttosto che dai circuiti elettronici.

Incertezza dell'oscilloscopio con doppia base tempi. Usando la doppia base tempi, la visualizzazione della traccia (base tempi B) può ancora essere trattata come sopra, mentre l'incertezza del *ritardo* è dovuta unicamente all'elettronica, e quindi è assai inferiore. Si suggerisce quindi il modello semplificato

$$\delta t = 2 \times 10^{-3} \text{DLY} + 2 \times 10^{-2} t_{fsB}$$

dove DLY è il ritardo della base tempi B rispetto ad A, e t_{fsB} è il fondo scala della base tempi B, cioè la dimensione orizzontale dello schermo. Si è implicitamente ammesso che l'elettronica abbia incertezza di *linearità* di 2×10^{-3} .

1 Misura semplice

Collegate il segnale A0 del generatore di segnali (circuit stampato) al canale Y1 dell'oscilloscopio e il segnale B0 al canale Y2.

Regolando l'oscilloscopio in modo ovvio, vedete i due segnali contemporaneamente sullo schermo. Misurate il *periodo* T e il *ritardo* τ tra i due segnali, e ricavate lo sfasamento convertendo in gradi il rapporto τ/T . Calcolate l'incertezza.

2 Scalibrare la base tempi

La misurazione dello sfasamento può essere più agevole se si scalibra la base dei tempi in modo da far occupare all'intero periodo del segnale esattamente 8 divisioni orizzontali dello schermo (ogni divisione rappresenta 45°); in alternativa, è possibile regolare la base tempi in modo che il periodo occupi l'intero schermo, ottenendo una precisione un po' migliore, a discapito della comodità di lettura. Provate, con gli stessi segnali usati al punto precedente. Oltre la fase, calcolate l'incertezza.

E' buona regola ricordarsi di rimettere la base dei tempi in posizione normale (calibrata) al termine delle operazioni. Ciò evita errori grossolani, dovuti a semplice disattenzione.

3 Misura con due valori diversi della base tempi

Nelle due esperienze precedenti dovrete aver osservato che la misura del ritardo τ è il maggiore responsabile dell'incertezza perché avete usato "male" le scale dell'oscilloscopio. Provate ora a misurare T e τ separatamente, ciascuno con la scala di tempo più appropriata, e a ricavare lo sfasamento. Di quanto è migliorata l'incertezza?

Nell'eseguire questa esperienza può essere opportuno sovraccaricare i canali verticali dell'oscilloscopio, per rimediare alla difficoltà di individuare il passaggio per zero di un segnale che appare quasi orizzontale sullo schermo.

4 Misura con la doppia base tempi

Se cercate la migliore precisione possibile, potete ridurre l'incertezza misurando T e τ separatamente, ciascuno con la doppia base tempi. Individuate la procedura sperimentale più opportuna, eseguite la misura di fase e calcolate l'incertezza. Perché è vantaggioso, almeno concettualmente, misurare anche T con la doppia base tempi?

5 Figure di Lissajous

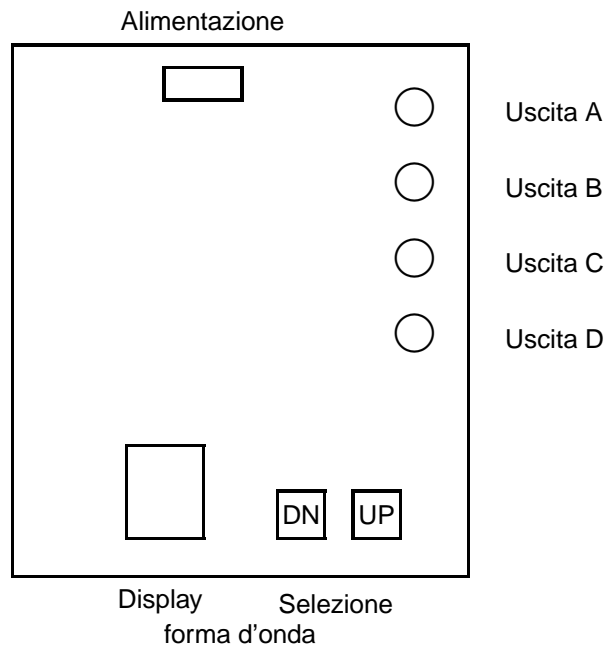
L'equazione dell'ellisse, in forma parametrica, può essere scritta come

$$\begin{aligned}x(t) &= a \sin(\omega t) \\y(t) &= b \sin(\omega t + \varphi)\end{aligned}$$

Il modo più ovvio di misurare φ consiste nel leggere il valore di x quando $y = 0$, o viceversa secondo la convenienza. Ricordate di leggere i segnali più ampi possibile sullo schermo, a vantaggio della precisione.

Molti vecchi oscilloscopi hanno una graduazione diagonale sullo schermo, che consente la lettura degli assi dell'ellisse. Se aveste tale risorsa a disposizione, come misurereste la fase?

Generatore di forme d'onda



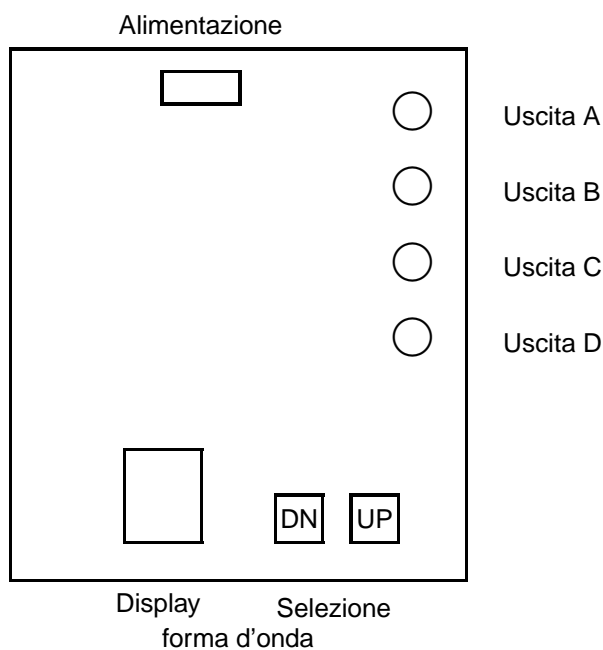
Uso

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.

Generatore di forme d'onda



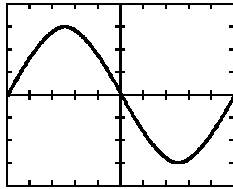
Uso

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.

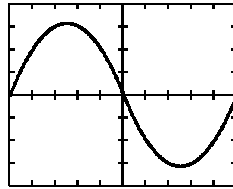
Alimentazione: simmetrica $\pm 12..15$ V (rosso +12, nero -12, verde massa).

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.

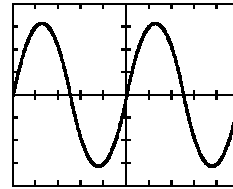
Forme d'onda



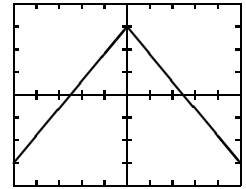
A 0



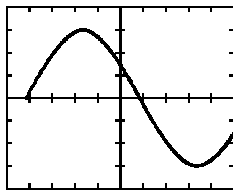
A 1



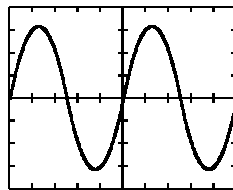
A 2



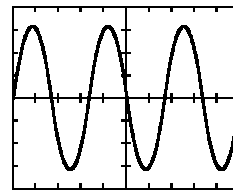
A 3



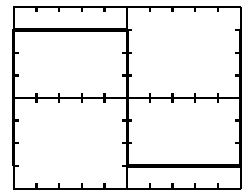
B 0



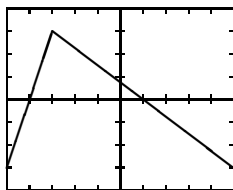
B 1



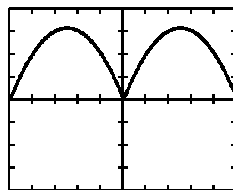
B 2



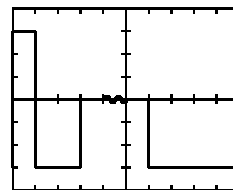
B 3



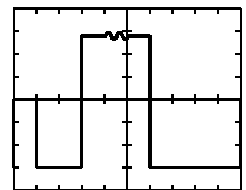
A 4



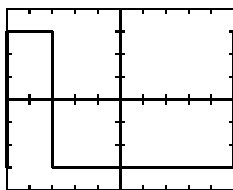
A 5



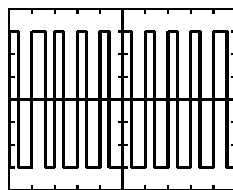
A 6



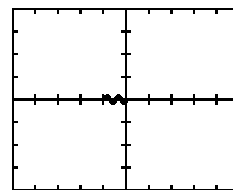
A 7



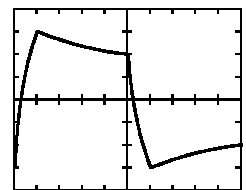
B 4



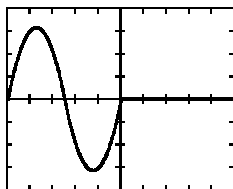
B 5



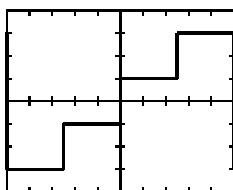
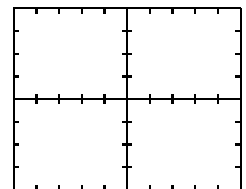
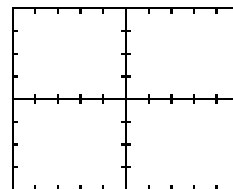
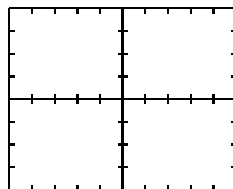
B 6



B 7



A 8



B 8

