

Uso dell'oscilloscopio

1 Introduzione

La seguente esercitazione di laboratorio riguarda l'oscilloscopio analogico ed ha lo scopo di rendere familiare l'uso dei principali comandi dello strumento più utilizzato in ogni laboratorio di misure.

2 Gli strumenti da utilizzare

Sul banco sono presenti i seguenti strumenti e cavi coassiali:

- Oscilloscopio analogico (v.fig.1)
- Multimetro digitale da banco (v.fig.2)
- 2 cavi coassiali (BNC-BNC) (v.fig.3)
- 1 cavo coassiale (BNC-banana) (v.fig.4)
- 1 cavo banana-banana (v.fig.5)
- Generatore di funzioni su scheda e cavo di alimentazione (v.fig.6 e 7)
- Alimentatore stabilizzato (v.fig.8,9,10,11,12)

3 Prima di tutto....

I segnali da visualizzare sono generati da un sintetizzatore realizzato su scheda. Quest'ultima, per funzionare, necessita di una alimentazione duale di circa 12 V ricavata da un alimentatore stabilizzato presente sul banco. Il generatore di segnali è visualizzato nella fig.6.

Il generatore di forme d'onda presenta 4 connettori BNC di cui solo due sono utilizzati in questa esercitazione. Nella fig.6 sono indicati i connettori BNC dove prelevare i vari segnali (uscite A e B) e i tasti colorati **DN** e **UP** per la selezione di una delle forme d'onda provenienti dall'uscita A o B. Il



Figura 1: Oscilloscopio analogico.



Figura 2: Multimetro da banco.



Figura 3: Cavo coassiale BNC-BNC.



Figura 4: Cavo coassiale BNC-banana.



Figura 5: Cavo banana-banana.

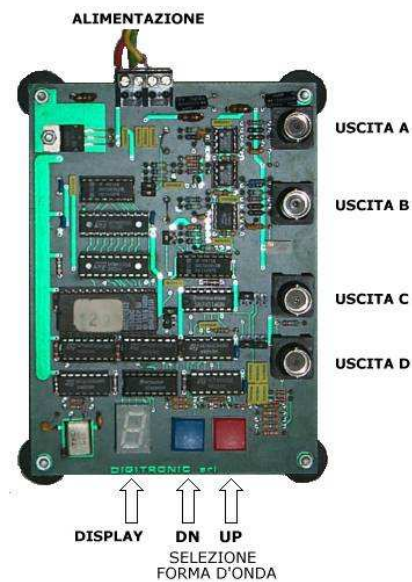


Figura 6: Generatore di segnali.



Figura 7: Cavi di alimentazione del generatore di segnali.



Figura 8: Alimentatore stabilizzato Topward.



Figura 9: Alimentatore stabilizzato Labornetzgerat.



Figura 10: Alimentatore stabilizzato Philips PE1542.



Figura 11: Alimentatore stabilizzato ZT3203 (versione professionale).



Figura 12: Alimentatore stabilizzato ZT3203 (versione base).

display alfanumerico indica quale forma d'onda è stata selezionata tra le 8 disponibili così come sono rappresentate in fig.13. A seconda del banco di misura si hanno a disposizione differenti alimentatori. Per quanto riguarda gli alimentatori stabilizzati di fig.8,fig.9 e fig.11 devono essere configurati in modalità *tracking* (si sposti l'interruttore posto al centro dello strumento nella posizione corrispondente). In questo modo le due sezioni, denominate *master* e *slave*, vengono collegate in serie¹ ottenendo così una tensione duale simmetrica regolabile solo per mezzo della manopola ⊙ *tensione* della sezione *master*. La manopola ⊙ *corrente* serve a limitare la corrente fornita dall'alimentatore ($I_{max} \leq 2 \text{ A}$).

Nei banchi di misura con gli alimentatori Philips di fig.10 è sufficiente collegare in serie le sezioni di alimentazione 0 ÷ 20 V per mezzo del cavo di collegamento banana-banana (v.fig.5). Il medesimo collegamento è necessario per l'alimentatore di fig.12.

Normalmente la corrente assorbita dalla scheda di sintesi è di circa 0.2 A e sarà sufficiente posizionare la manopola ⊙ *corrente* a circa 1/4 di giro. A questo punto, ruotando opportunamente la manopola di regolazione della tensione della sezione *master* si verifichi che gli indicatori di tensione delle due sezioni *master* e *slave* indichino, contemporaneamente, lo stesso valore.

Sul banco è presente anche un multimetro digitale (Agilent 34401A, v.fig.2) con il quale è possibile verificare la tensione continua presente sulle boccole rispetto alla massa. Quest'ultima è rappresentata dalla boccia rossa della sezione *slave* o da quella gialla della sezione *master*, entrambi collegate internamente fra loro se si è in configurazione *tracking*. Collegando alla massa il puntale nero del voltmetro in modalità *misura di tensione continua* (si preme il tasto **VDC** del multimetro), si verifichi che la lettura sia di circa +12 V o -12 V a

¹Nell'alimentatore Labornetzgerat si preme opportunamente il tasto *serie/parallel* ponendolo in modalità *serie*

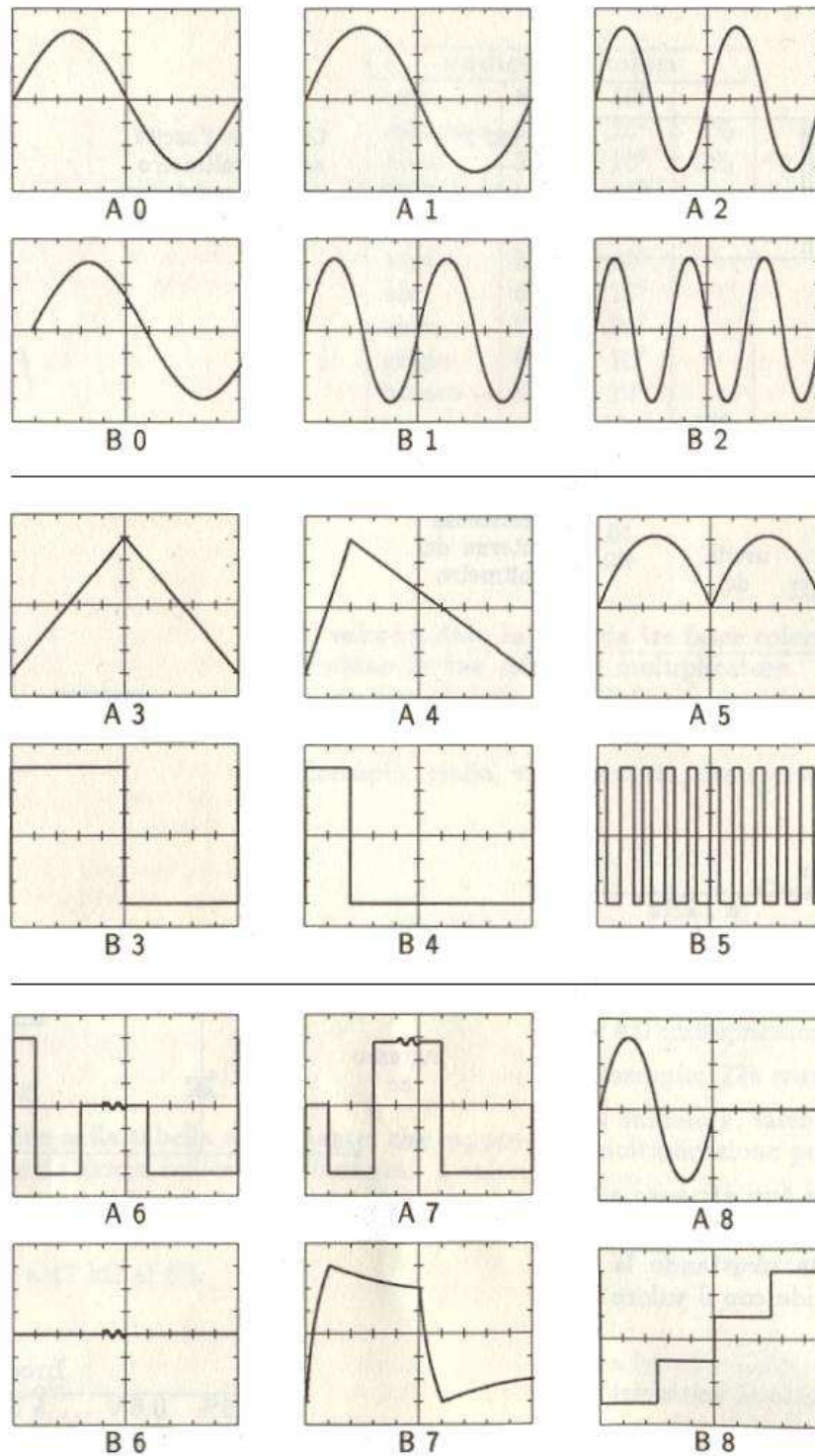


Figura 13: Forme d'onda generate dalla scheda. La frequenza dei segnali è di circa 400 Hz.

cavo	boccola	tensione
rosso	rossa master	+12 V
verde	rossa/gialla	massa comune
nero	gialla slave	-12 V

Tabella 1: Collegamenti scheda - alimentatore.

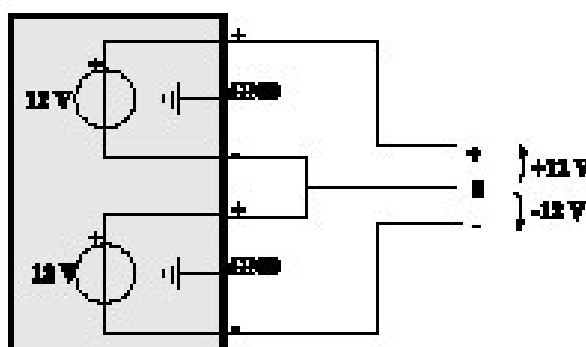


Figura 14: Schema semplificato dell'alimentatore duale.

seconda che il puntale rosso del multimetro sia collegato con la boccola rossa della sezione *master* o con quella gialla della sezione *slave*, rispettivamente.

Dopo aver spento l'alimentatore stabilizzato, si colleghi il generatore di segnali per mezzo del cavo di alimentazione (v.fig.7) seguendo la tabella 1 in cui la boccola rossa/gialla è la massa (0 V). Si verifichino nuovamente i collegamenti fra scheda ed alimentatore facendo riferimento, se necessario, alle figure 14 e 15.

Una volta effettuato il collegamento fra alimentatore e generatore di segnali si accende il display alfanumerico. Si verifichi che il valore presente sul display cambia in maniera coerente alla pressione dei tasti **DN** e **UP**.

4 Accensione dell'oscilloscopio

Senza collegare la scheda di generazione dei segnali all'oscilloscopio, si accenda quest'ultimo premendo il tasto rosso **POWER**. Nei primi secondi dall'accensione l'oscilloscopio esegue una serie di test di funzionamento. A seconda di come era configurato l'oscilloscopio nell'ultima sessione di misure, lo schermo può presentare 1 o 2 tracce come in fig.16. Inoltre, per visualizzare almeno una traccia, occorre che il trigger dell'oscilloscopio sia in modalità *auto*. Se nella sessione precedente il trigger dell'oscilloscopio era in modalità *normal*,

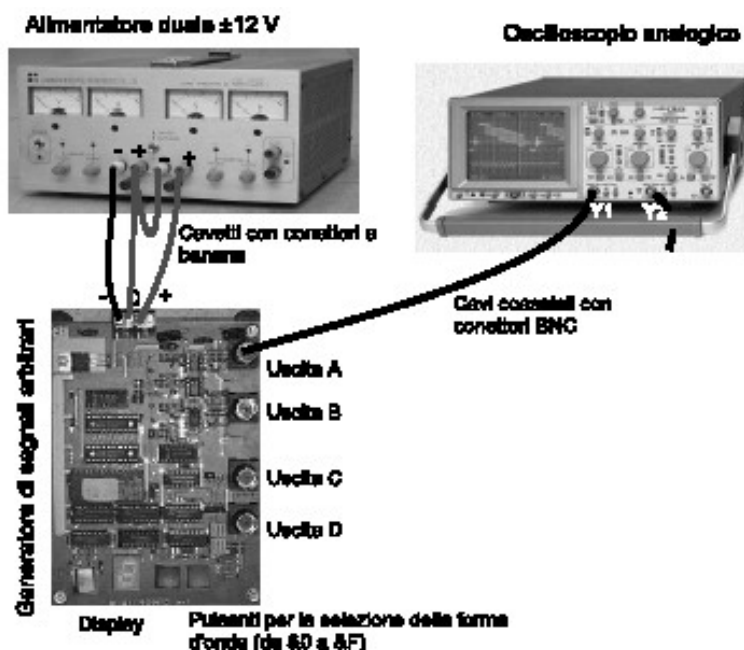


Figura 15: Collegamento fra la scheda e l'alimentatore stabilizzato.

all'accensione non è visibile alcuna traccia e dunque occorre premere *a lungo* (circa 2s) il tasto **NM/AT** posizionato a sinistra della manopola \odot *level*. Si osservi che quasi tutti i tasti presentano funzionalità multiple che possono essere attivate premendo i tasti *o normalmente o a lungo*.

In linea di massima l'oscilloscopio ha 3 sezioni nettamente distinte definite nei paragrafi seguenti. Sul pannello dell'oscilloscopio è indicata la sua banda passante, che, per questo modello, risulta essere di 100 MHz.

4.1 Sezione intensità e fuoco

La prima sezione (v.fig.17) si trova alla destra del tasto rosso **POWER** ed ha due manopole denominate *intens* e *focus*. Con la prima è possibile regolare l'intensità luminosa della traccia presente sullo schermo del tubo a raggi catodici. Con la seconda è possibile rendere la traccia più o meno focalizzata sullo schermo. L'uso contemporaneo dei due comandi permette di ottenere una traccia nitida, sottile e senza aloni (spessore di circa 0.5 mm). Si tenga presente che, per una maggiore longevità dei fosfori del tubo a raggi catodici, l'intensità della traccia deve essere regolata al valore visibile più basso possibile. Si osservi che, sotto la manopola \odot *focus*, è presente un foro attraverso il

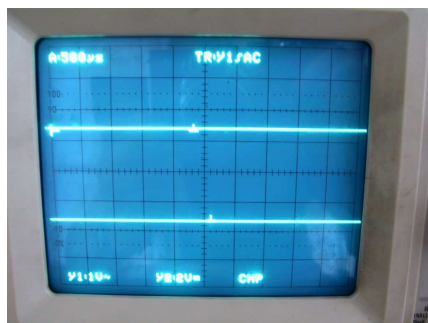


Figura 16: Schermo con 2 tracce.



Figura 17: Sezione di regolazione della traccia.

quale è accessibile una vite che permette di regolare l'allineamento angolare fra la traccia prodotta dal tubo a raggi catodici e la griglia presente sullo schermo. Quest'ultima è divisa in 8 divisioni lungo l'asse verticale (asse Y) e 10 divisioni lungo l'asse orizzontale (asse X).

4.2 Sezione canali di ingresso

L'oscilloscopio disponibile sul banco possiede due canali di ingresso (CH1 e CH2) collegabili per mezzo di connettori di tipo BNC, al segnale da visualizzare (v.fig.18). Ciascuno di essi presenta la possibilità di collegare il segnale di ingresso all'oscilloscopio sia in modalità DC che in modalità AC premendo il tasto di selezione accanto al BNC di ingresso. Le due modalità permettono di scegliere se si vuole visualizzare o meno la componente continua presente sul segnale di ingresso. Inoltre, se si preme il tasto **AC/DC** a lungo, l'oscilloscopio passa ad una configurazione del canale di ingresso che tiene conto dell'eventuale collegamento con una sonda compensata che introduce un'attenuazione di un fattore 10. In questa modalità il microprocessore dell'oscilloscopio moltiplica



Figura 18: Canale di ingresso dell'oscilloscopio.

per 10 il valore di sensibilità indicato sullo schermo (verificare) senza modificare alcuno stadio al suo interno, ed indipendentemente dal collegamento o meno con la sonda (verificare l'ultima affermazione).

È possibile collegare l'ingresso dei canali dell'oscilloscopio al valore di massa (0 V) premendo il tasto **GD** presente accanto al BNC di ingresso di ciascun canale. In questo modo, dopo aver premuto il tasto **GD**, si posizioni la traccia sullo schermo in corrispondenza del centro utilizzando la manopola **Y-POS**, che permette di spostare verticalmente la traccia all'interno della griglia e definire la posizione del riferimento 0 V per effettuare le misurazioni assolute di tensione. Si ripeta l'allineamento della traccia agendo anche sulla manopola **X-POS**.

Si colleghi la sezione non utilizzata dell'alimentatore stabilizzato con il canale CH1 dell'oscilloscopio, dopo aver impostato un valore di circa 5 V. Il collegamento può essere effettuato per mezzo del cavo coassiale di fig.4. In questo modo al canale CH1 dell'oscilloscopio è inviato un segnale di tensione costante e valore di circa 5 V. Si misuri il valore di tensione presente sulle bocche dell'alimentatore stabilizzato con il multimetro da banco (v.fig.2) configurato per misure di tensione continua.

Si verifichi cosa accade alla traccia visualizzata ruotando la manopola che regola il coefficiente di deflessione verticale (K_v espresso in V/div). Quest'ultimo è il reciproco della sensibilità del tubo a raggi catodici che è solitamente espressa in mm/V.

Si effettui la lettura per differenti valori di K_v , ricordando che la lettura è data da $V = K_v \cdot n_{div}$, con n_{div} pari al numero di divisioni lette. Valutarne l'incertezza.

Si effettui la stessa misurazione collegando i due puntali del multimetro digitale in parallelo alle bocche dell'alimentatore stabilizzato. Per esempio si regoli K_v in modo da avere 10 V/div, 5 V/div, 2 V/div e 1 V/div. Con sensibilità di 1 V/div la traccia scompare dallo schermo. Per quest'ultimo

valore di sensibilità, si posizioni la traccia (dopo aver premuto il tasto di **GD** del CH1) nel punto più basso dello schermo e, tornando nella modalità di accoppiamento in continua, si effettui la lettura.

Si torni alla configurazione con traccia in centro schermo e si selezioni la sensibilità di 2 V/div. Con il segnale di 5 V collegato al CH1 si verifichi cosa accade alla traccia quando si passa dall'accoppiamento in DC a quello in AC. Questa modalità è rappresentata sullo schermo (accanto all'indicazione della sensibilità di ciascun canale) con i simboli = e ~, rispettivamente. In modalità AC (~), come detto, la componente continua del segnale di ingresso è eliminata da un *filtro passa alto*. Poiché il segnale è costituito solo da una componente continua di 5 V, la traccia si sposta fino a coincidere con il livello di 0 V.

Si torni alla modalità di accoppiamento in continua (=) e si prema il tasto **GD** a lungo attivando così il comando **INV** e si verifichi che l'immagine visualizzata sullo schermo è ottenuta dalla *moltiplicazione* del segnale di ingresso di 5 V per il valore -1. Sullo schermo questa modalità è messa in evidenza dal passaggio dell'indicazione Y1 a $\bar{Y}1$.

Infine si osservi che a fianco di ciascun connettore BNC dei due canali di ingresso sono indicati i parametri resistivi e capacitivi dei canali di ingresso. Il primo è, per convenzione, pari ad 1 M Ω mentre il valore della capacità può variare a seconda del modello di oscilloscopio. Quello utilizzato in queste esercitazioni è pari a 15 pF. Inoltre, sempre accanto al BNC, è indicata un'informazione molto importante relativa alla massima tensione di ingresso misurabile senza rovinare lo strumento: 400 V_p. Nel manuale questo valore è indicato come max 400 V (DC + peak AC). Il valore di 400 V_p indica che i valori di tensione che non inducono guasti allo strumento sono al di fuori della fascia compresa fra -400 V e 400 V.

4.3 Sezione di trigger e base tempi

La sezione di trigger è individuabile per mezzo di quattro comandi:

- manopola \odot *TIME/DIV*
- tasto **NM/AT** (a sinistra della manopola precedente)
- manopola \odot *LEVEL*
- SLOPE
- tasti $\uparrow\downarrow$ di **TRIG.MODE**

le differenti modalità di funzionamento saranno più chiare in seguito. Nelle prime esperienze sarà sufficiente che l'oscilloscopio sia in modalità *auto* (e

quindi occorre che il led verde indicante la modalità *normal* sia spento). Inoltre si osservi che, in alto a destra dello schermo, è indicata la velocità di scansione dell'asse X (per esempio $A : 2ms$ corrisponde a $2ms/DIV$).

5 Visualizzare un segnale sinusoidale

5.1 Impostazioni del trigger

Le misure che seguono devono essere effettuate con la base tempi in modalità *auto* (led verde NR spento). Poiché la scansione dello schermo da parte del fascetto luminoso deve avvenire in modo sincrono con il segnale da visualizzare (ciò permette di avere un'immagine stabile sullo schermo), occorre determinare univocamente l'istante di partenza del segnale a rampa che determina la posizione del fascetto luminoso lungo l'asse X, correlandolo temporalmente al segnale di ingresso.

Per effettuare la sincronizzazione è necessario individuare univocamente un istante, denominato *istante di trigger*. Quest'ultimo è determinato dall'attraversamento del segnale di ingresso del *livello di trigger* che viene regolato per mezzo della manopola \odot *LEVEL*. Si osservi che, in un periodo T , il segnale sinusoidale da visualizzare assume il valore di tensione pari al *trigger level*, impostato con la manopola \odot *LEVEL*, in 2 differenti istanti: in uno la pendenza del segnale è positiva, viceversa nell'altro.

Si imposti l'oscilloscopio in modalità *auto* e si osservi cosa accade al variare della manopola \odot *LEVEL*: il fascetto luminoso inizia la scansione orizzontale in corrispondenza di valori di tensione del segnale di ingresso che dipendono dal livello impostato tramite la manopola \odot *LEVEL*. Si osservi che premendo il tasto NM/AT è possibile far partire la scansione orizzontale, a parità di *livello di trigger*, quando il segnale di ingresso ha pendenza positiva \uparrow o negativa \downarrow . Questa impostazione è evidenziata anche dal simbolo a gradino presente sullo schermo in corrispondenza delle indicazioni relative ai parametri impostati del trigger (in alto a destra) e sono comunemente indicate con *SLOPE +* e *SLOPE -*.

Sempre in modalità *auto* si osservi cosa accade se il livello del trigger supera il valore massimo del segnale di ingresso: l'immagine non è più stabile sullo schermo (v.fig.19) ed il led verde TR, posto sotto il led verde NM, si spegne. Infatti la modalità *auto*, quando il *livello di trigger* è incompatibile col segnale (led verde TR spento), fa comunque partire il fascetto luminoso in modo asincrono col segnale di ingresso. Di conseguenza il segnale *scorre* sullo schermo. Si passi dalla modalità della base tempi *auto* a *normal*. Si osservi cosa accade quando il livello del trigger è incompatibile col segnale

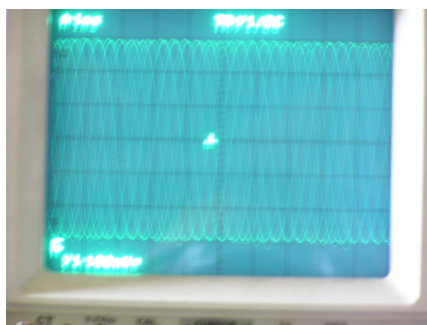


Figura 19: Segnale sinusoidale visualizzato sullo schermo dell'oscilloscopio in modalità *auto* (livello di trigger $TR.LEVEL > V_p$ oppure $TR.LEVEL < -V_p$, SLOPE +): la traccia scorre per mancanza di sincronismo fra segnale da visualizzare e scansione dello schermo lungo l'asse X .

di ingresso ($TR.LEVEL > V_p$ oppure $TR.LEVEL < -V_p$): l'immagine, che precedentemente scorreva sullo schermo, ora è scomparsa. Si vari il *trigger level* fino a tornare a vedere un'immagine ben stabile sullo schermo (si accende il led verde TR).

5.2 Misura di frequenza e valore di picco

Dopo aver effettuato le prime esperienze con un semplice segnale di tensione costante, è giunto il momento di collegare il generatore di segnali con l'oscilloscopio. Si colleghi l'uscita A del generatore di segnali al canale 1 (CH1) e, premendo i tasti **UP** e **DN**, si imposti il display alfanumerico in modo da indicare il valore 0.

La fig.13 indica che il segnale da visualizzare è sinusoidale con frequenza di circa 400 Hz e quindi periodicità di circa 2.5 ms. Poiché l'asse X dell'oscilloscopio presenta 10 divisioni, è necessario impostare la velocità di scansione orizzontale (K_o) al valore di $500 \mu\text{s}/\text{div}$, in modo da visualizzare circa due periodi completi del segnale sinusoidale. L'immagine visualizzata sullo schermo è rappresentata in fig.20.

A questo punto si misuri il periodo T del segnale e se ne calcoli la frequenza $f = 1/T$. Si ricorda che, in questo caso, il periodo del segnale è dato da:

$$T = K_o \cdot n_{div} \quad (1)$$

dove K_o è il valore della sensibilità impostato manualmente tramite la manopola \odot *TIME/DIV*. Inoltre n_{div} è il numero di divisioni che individuano il periodo del segnale sinusoidale. Si effettui nuovamente la misura del periodo con velocità di scansione orizzontale di $200 \mu\text{s}/\text{div}$. Si osservi che è visualizzata

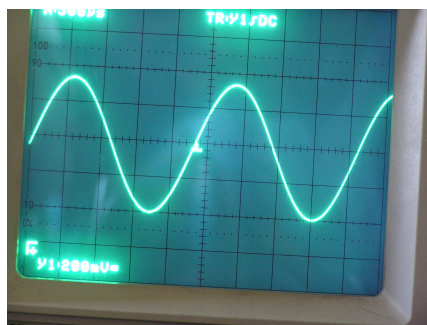


Figura 20: Segnale sinusoidale visualizzato sullo schermo dell'oscilloscopio (livello di trigger 0 V, SLOPE +).

solo una frazione del periodo del segnale. Si misuri il semiperiodo del segnale e, dopo averlo moltiplicato per la costante $k = 2$, si calcoli nuovamente la frequenza del segnale.

A destra dello strumento è presente la manopola \odot *X-POS* la quale permette di spostare orizzontalmente la traccia. Il tasto **X-MAG**, posizionato alla sua destra, aumenta K_o di un fattore 10 (si accende il led verde $\times 10$) ottenendo un'immediata espansione della base tempi. Infine si osservi che, sotto il tasto **POWER**, è presente il tasto **AUTOSET**: per segnali *semplici* la pressione di questo tasto attiva il microprocessore, presente all'interno dell'oscilloscopio, il quale analizza la dinamica del segnale ed individua i coefficienti di deflessione verticale ed orizzontale più opportuni. *A volte* (...o meglio, *spesso*) tali parametri risultano errati in presenza di segnali rumorosi o con dinamica ridotta.

Si misuri il valore picco picco V_{pp} del segnale allineando opportunamente il valore minimo del segnale al reticolo presente sullo schermo e contando il numero di divisioni. Il valore V_{pp} è dato da $V_{pp} = K_{v1} \cdot n_{div}$ dove K_{v1} è il valore del coefficiente di deflessione verticale del canale 1. Con le regole di propagazione delle incertezze si determini l'incertezza assoluta e relativa di V_{pp} .

Si determini il valore di picco V_p dividendo per $k = 2$, costante che lega il V_{pp} al V_p ($V_{pp} = 2V_p$).

A volte, per ragioni energetiche più chiare in futuro, è opportuno utilizzare il valore efficace V_{rms} di un segnale sinusoidale. Esso è calcolabile dalla misura di V_p per mezzo della costante $k = 1/\sqrt{2}$ ($V_{rms} = V_p/\sqrt{2}$). Si determini il valore efficace della sinusoide visualizzata partendo dalla misura del V_{pp} .

6 Doppia traccia

Col generatore di segnali collegato al canale 1, si preme il tasto **DUAL**: appare una seconda traccia. Dopo aver premuto il tasto **GD** del canale 1 e 2, allineare le tracce fisse dei canali 1 e 2 in corrispondenza del centro dello schermo. Si passi all'accoppiamento in DC e si colleghi il canale 2 all'uscita B del generatore di segnali (v.fig.6). Si ripeta la misura di frequenza e di V_{pp} per il secondo segnale. Il fatto che i due segnali siano sincroni sullo schermo dovrebbe farvi pensare che sono alla stessa frequenza, misurata già nel punto 5.2.

Modificate la sorgente di sincronismo premendo il tasto \updownarrow posto fra le due manopole di selezione del coefficiente di deflessione verticale dei canali 1 e 2: il livello di trigger è confrontato con il segnale 1, 2 o con un segnale esterno a seconda che si accenda il led CH1, CH2 o EXT, rispettivamente. L'eventuale segnale esterno è collegabile tramite il BNC posto in basso a destra del pannello dell'oscilloscopio.

6.1 Modalità ALT/CHOP

Quando la velocità di scansione orizzontale dell'oscilloscopio è elevata (per esempio minore di 2 ms/div), la rappresentazione di due segnali sullo schermo sembra essere contemporanea, benché essa avvenga *alternativamente*. Ciò è da attribuirsi alla persistenza dei fosfori e all'incapacità dell'occhio umano a seguire segnali che variano velocemente. In questo caso l'oscilloscopio è in modalità *alternate*, indicato sullo schermo in basso a destra con l'indicazione ALT.

Al contrario, quando la velocità di scansione orizzontale è bassa (per esempio 200 ms/div) si possono avere problemi di visualizzazione dei segnali che, sempre se si è in modalità *alternate*, vengono rappresentati *alternativamente* sullo schermo. Ciò vuol dire che l'immagine di un segnale viene rappresentata sullo schermo solo quando l'immagine dell'altro segnale è stata completata. Alla velocità di 200 ms/div significa che ogni segnale impiega 2s per essere completamente visualizzato sullo schermo ($10 \text{ div} \cdot 200 \text{ ms/div} = 2 \text{ s}$). Poiché la persistenza dei fosfori è di poche decine di ms, non si riesce a visualizzare contemporaneamente le due immagini.

Per ovviare a questo inconveniente è possibile passare in modalità *chop*: la rappresentazione dei segnali avviene contemporaneamente grazie ad un interruttore elettronico che commuta fra i canali alla frequenza fissa di alcune centinaia di kHz in modo che, durante la scansione dell'asse dei tempi (asse X), il fascetto elettronico rappresenti per un intervallo di tempo di, per esempio, 10 μs il segnale presente all'ingresso del canale 1 e per i successivi 10 μs

il segnale presente all'ingresso del canale 2. Il tutto avviene durante l'intera scansione dell'asse dei tempi che, come detto, avviene in 2s, se si era scelta una sensibilità di 200 ms/div. L'oscilloscopio esegue automaticamente la scelta fra CHOP ed ALT a seconda della velocità di scansione orizzontale in modo da ottimizzare la visualizzazione dei segnali.

Per evidenziare la differenza fra ALT e CHOP, si colleghino i due canali di ingresso all'uscita A e B del generatore di segnali selezionando il segnale 1. Si regoli la sensibilità della base tempi in modo da avere una velocità di scansione di 10 ms/div. Si osservi che, se si è in modalità ALT, le due immagini vengono rappresentate in successione (al completamento di una segue il completamento dell'altra). Si prema il tasto **CHP**: a questo punto le due tracce sono rappresentate contemporaneamente.

7 Rappresentazione in modalità XY

Nel funzionamento in modalità XY il segnale $x(t)$, collegato al canale 2, è responsabile della deflessione orizzontale del fascetto luminoso. In questo modo il segnale $y(t)$, collegato al canale 1, è rappresentato al variare dell'ampiezza del segnale $x(t)$.

Per predisporre l'oscilloscopio in XY occorre premere il tasto **DUAL** a lungo. Collegare l'uscita A del generatore di segnali all'asse y (canale CH1) e l'uscita B all'asse x (canale CH2). Sullo schermo si osserva un'ellisse la cui equazione, in forma parametrica, può essere scritta come

$$x(t) = V_{xp} \sin(\omega t) \quad (2)$$

$$y(t) = V_{yp} \sin(\omega t + \varphi) \quad (3)$$

in cui V_{xp} e V_{yp} sono i valori di picco dei segnali A e B del generatore di funzioni, mentre $\omega = \frac{2\pi}{T}$ e $f = \frac{1}{T}$.

Per centrare l'ellisse rispetto al sistema di assi cartesiani tracciati sullo schermo dell'oscilloscopio, è sufficiente premere il tasto **GD** dei canali CH1 e CH2, dopodiché, con le manopole \odot Y-POS.I e X-POS, si porti il punto luminoso a coincidere con il centro degli assi.

8 Misura di differenza di fase fra due segnali

Collegare l'uscita A del generatore di segnali al canale CH1 dell'oscilloscopio e l'uscita B al canale CH2. Predisporre il generatore per la forma d'onda 0. Si misuri il ritardo τ fra i due segnali e si ricavi lo sfasamento φ convertendo in

gradi il rapporto $\frac{\tau}{T}$ secondo la proporzione $\varphi : 360^\circ = \tau : T$ dove T è il periodo del segnale misurato in precedenza (v. sezione 5.2).

La misura dello sfasamento può risultare più agevole se si scalibra la base tempi in modo da far occupare all'intero periodo del segnale esattamente le 10 divisioni orizzontali dello schermo. Ciò è possibile premendo a lungo il tasto **DEL.TRIG.** (si accende il led verde VAR sopra la manopola di regolazione della velocità di scansione orizzontale) che permette di variare con continuità K_o . In questo modo si perde la calibrazione della base tempi ma si ottiene che ogni divisione rappresenta il valore di 36° cioè 1/10 di rotazione completa della fase. Sullo schermo dell'oscilloscopio l'indicazione della sensibilità della base tempi passa da $A : 200 \mu s$ a $A > 200 \mu s$ per indicare che non si è più in modalità calibrata (verificare).

Per individuare meglio i passaggi per lo zero dei segnali visualizzati, può essere più agevole sovraccaricare i canali d'ingresso dell'oscilloscopio impostando valori del coefficiente di deflessione verticale ad alcune decine di mV (se risultasse difficoltosa la sua individuazione, si aumenti momentaneamente l'intensità luminosa del fascio). Si preme nuovamente *a lungo* il tasto **DEL.TRIG.** per tornare alla configurazione di base tempi calibrata.

9 Duty cycle

Utilizzare il segnale 3 presente all'uscita B del generatore di segnali. Misurare il duty cycle del segnale. Quest'ultimo è definito nella seguente maniera:

$$D = 100 \cdot \frac{T_H}{T} \quad (4)$$

dove T_H è l'intervallo di tempo in cui il segnale assume un valore *alto* e T è il periodo del segnale. Il valore è espresso in %. Poiché si deve misurare un rapporto di tempi e non un tempo singolo, può essere conveniente scalibrare nuovamente la base dei tempi in modo che il segnale occupi l'intera estensione orizzontale dello schermo. In questa condizione non si è in grado di valutare l'incertezza da associare a D .

Si ripeta la stessa misura del duty cycle per il segnale 4 presente all'uscita B del generatore di segnali.

10 Valore medio

Il valor medio s_M di un generico segnale $s(t)$, di periodo T , è dato da:

$$s_M = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} s(t) dt \quad (5)$$

Si determini il valor medio del segnale 0 (uscita A) effettuando prima il calcolo analitico utilizzando il seguente modello del segnale:

$$y(t) = V_p \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) \quad (6)$$

i cui parametri T e V_p sono stati valutati nel punto 5.2. Si determini successivamente il valor medio tramite l'osservazione diretta dell'immagine sullo schermo (si ricordi che l'integrale di una funzione $y(t)$ è l'area sottesa...).

Si ripeta il calcolo analitico e grafico del valor medio del segnale $y(t)$ presente all'uscita A (segnale 5, sinusoide raddrizzata) e, successivamente, il segnale presente all'uscita B (segnale 4). In relazione a quest'ultimo segnale si determini la formula analitica del valor medio in funzione del duty cycle.

11 Cursori

L'oscilloscopio dispone di cursori che permettono di misurare il valore di intervallo di tempo Δt o di tensione ΔV (cursori orizzontali) delimitati dai cursori stessi. Il loro utilizzo avviene tramite tasti e manopole presenti sotto lo schermo dell'oscilloscopio. Si effettui la misura dell'ampiezza picco picco del segnale 5 (uscita A) con i cursori. Si misuri nuovamente il duty cycle del segnale 4 presente all'uscita B per mezzo dei cursori.

12 Copyright

Questa dispensa è di proprietà del Politecnico di Torino e può essere liberamente usata dagli studenti del Politecnico di Torino, ma è vietato qualsiasi uso diverso. Copyright ©2004 - Politecnico di Torino, Corso Duca degli Abruzzi n.24, 10129 - Torino - Italy.

Questa dispensa è stata scritta con L^AT_EX da Giovanni A. Costanzo.