

### ESERCIZIO SUGLI OSCILLOSCOPI 2 (da tema d'esame del 31 gennaio 2003)

3) Disponendo di un oscilloscopio a 2 canali, si vuole misurare la risposta in frequenza (ampiezza e fase) di un amplificatore audio (passa-basso a singolo polo) con guadagno  $10\text{ V/V}$  in una banda che si estende dalla continua sino a  $20\text{ kHz}$  (punto a  $-3\text{ dB}$ ). Allo scopo si può impiegare un generatore sinusoidale con ampiezza  $1\text{ V}$  (impedenza d'uscita trascurabile), frequenze impostabili da  $1\text{ Hz}$  sino a  $1\text{ MHz}$  e offset regolabile.

3a) Disegnate lo schema a blocchi della configurazione di misura da voi adottata.

3b) Scegliete tutti i parametri di lavoro dell'oscilloscopio durante le diverse misure e motivate le scelte fatte.

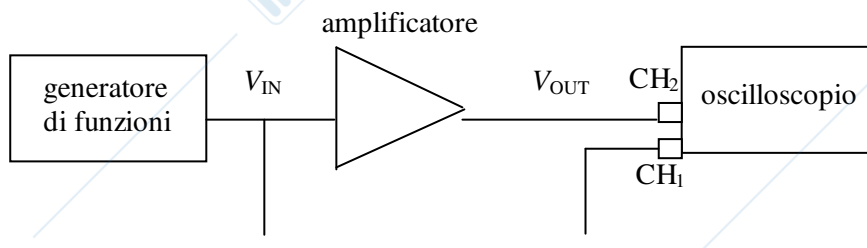
3c) Indicate come otterreste dalle misure di ampiezza il corrispondente diagramma di Bode.

3d) Come effettuereste le misure di sfasamento tra ingresso e uscita dell'amplificatore?

3e) Riportate graficamente la visualizzazione sullo schermo dell'oscilloscopio quando la frequenza del segnale di prova è pari a  $20\text{ kHz}$  (con la base dei tempi impostata per osservare esattamente 1 periodo della forma d'onda).

## SOLUZIONI

**3a)** Lo schema a blocchi della configurazione di misura consiste nel disporre l'amplificatore audio dopo il generatore di funzioni e nell'analizzare ingresso e uscita dell'amplificatore sui due canali dell'oscilloscopio (vedi figura).



**3b)** I parametri di lavoro impostabili sull'oscilloscopio per effettuare le diverse misure, sono i seguenti:

**ACCOPPIAMENTO:** dovendo misurare anche segnali in continua, l'accoppiamento deve essere in DC per entrambi i canali; salendo in frequenza l'accoppiamento potrebbe anche essere in AC, ma non ci sono motivi in questo caso per filtrare la componente continua.

**TRIGGER:** per la misura il *trigger* deve essere selezionato in modalità AUTO, altrimenti l'amplificazione in continua non sarebbe misurabile, con accoppiamento in DC (o anche AC) a un livello di 0 V e, ad esempio, pendenza positiva (*slope +*). Per misurare gli sfasamenti di  $V_{OUT}$  rispetto a  $V_{IN}$  il *trigger* deve essere prelevato dal segnale  $V_{IN}$  e dunque su CH<sub>1</sub>.

**3c)** La misura deve essere effettuata variando la frequenza del segnale in uscita dal generatore di funzioni. Su CH<sub>1</sub> si ha il segnale di riferimento,  $V_{IN}$ , e su CH<sub>2</sub> il segnale in uscita dall'amplificatore audio,  $V_{OUT}$ . L'andamento del rapporto tra le due ampiezze, misurate in funzione della frequenza, indica il guadagno dell'amplificatore.

Variando il segnale di ingresso fino a frequenze superiori a quella della banda dell'amplificatore audio, ad esempio fino a una decade superiore (200 kHz), è possibile misurare l'andamento del diagramma di Bode del guadagno dell'amplificatore.

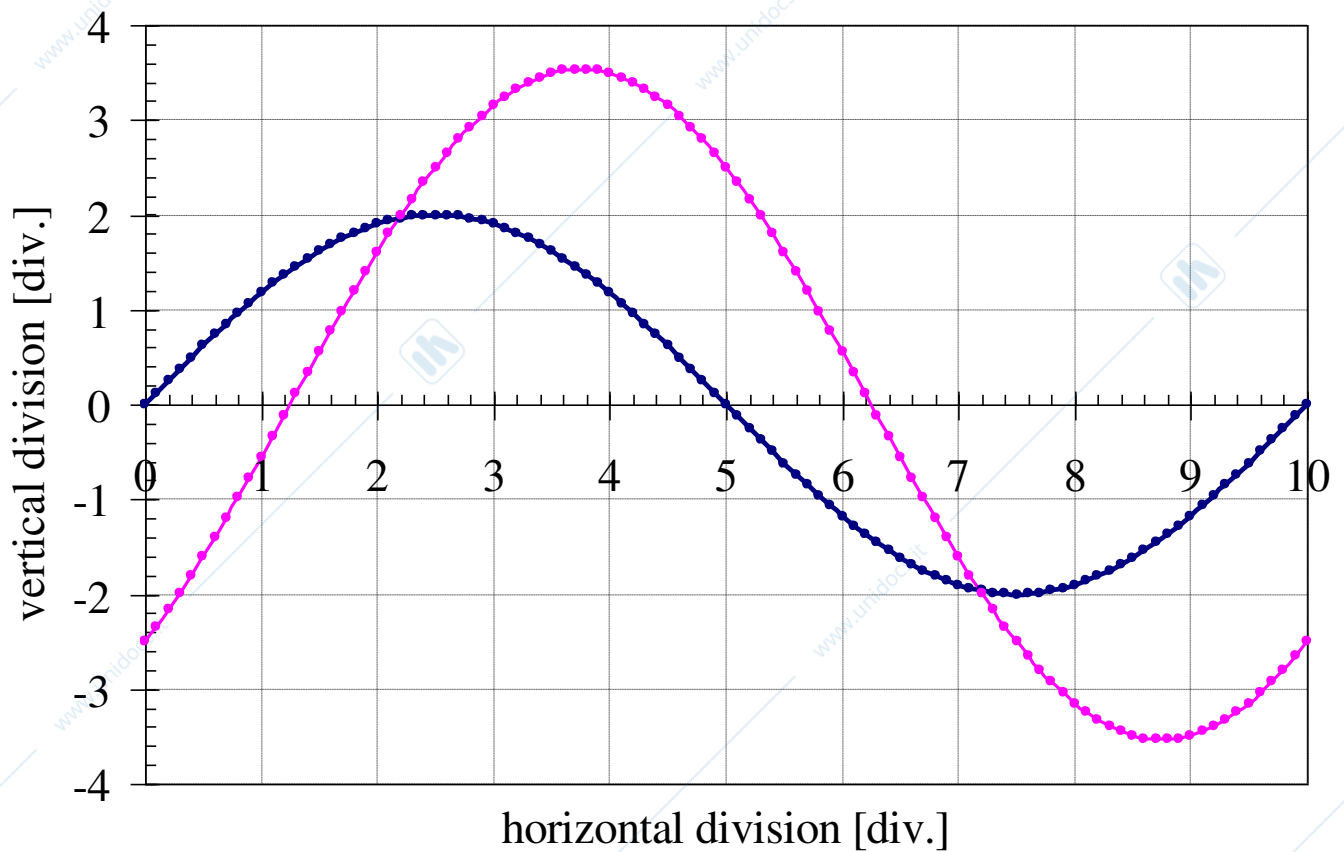
**3d)** Per quanto riguarda il diagramma di Bode della fase, analogamente al punto precedente, variando il segnale prodotto dal generatore, lo sfasamento misurato tra le due sinusoidi indica la fase introdotta dall'amplificatore. Si ricorda che lo sfasamento è misurato come  $\Delta\varphi = -2\pi \times \Delta t / T$  dove  $\Delta t$  è il ritardo (o anticipo) sull'asse dei tempi e  $T$  è il periodo della forma d'onda.

3e) Per una corretta visualizzazione sull'oscilloscopio di un solo periodo della forma d'onda, la deflessione orizzontale, data una frequenza  $f=20$  kHz cui corrisponde un periodo  $T=1/f=50$   $\mu$ s, dovrà essere  $D_X=5$   $\mu$ s/div..

Per quanto riguarda le deflessioni verticali, supponendo di avere una sinusoide di ampiezza 1 V, avremo che  $V_{IN,pp,CH1}=2 \times 1$  V=2 V,  $\Rightarrow D_{Y,CH1}=(2$  V/8 div.=0.25 V/div.)=0.5 V/div..

Mentre, per quanto riguarda il segnale in uscita dall'amplificatore audio, sempre a una frequenza di lavoro di 20 kHz, risulta  $V_{IN,pp,CH2}=2 \times 10/\sqrt{2}$  V=14.14 V e pertanto, sulle 8 divisioni verticali,  $D_{Y,CH2}=(14.14$  V/8 div.=1.768 V/div.)=2 V/div..

La corrispondente schermata dell'oscilloscopio è rappresentata nel disegno sotto indicato.



$$D_X=5 \mu\text{s/div..}$$

$$D_{Y,CH1}=0.5 \text{ V/div..}$$

$$D_{Y,CH2}=2 \text{ V/div..}$$