

FONDAMENTI DELLA MISURAZIONE**29 settembre 2016****(40 min)****Esercizio 3***(svolgere su questo foglio e sul retro)*

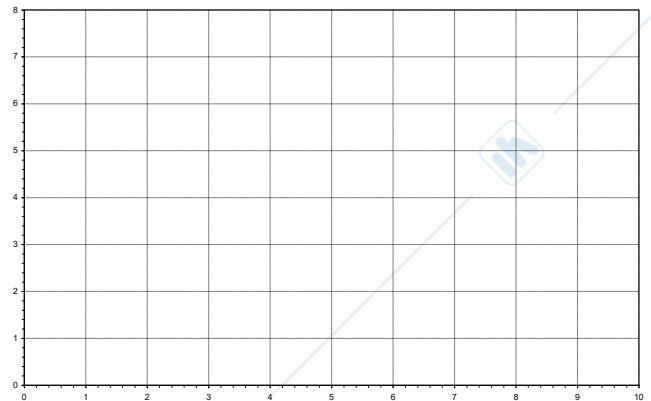
3) Con un voltmetro integratore a doppia rampa si misura la tensione in uscita da un alimentatore con sovrapposto un disturbo di rete a 50 Hz, di ampiezza 100 mV. Inoltre dall'esterno si accoppiano due ulteriori disturbi con ampiezze e frequenze: $V_1=20 \mu\text{V}$ e $f_1=598 \text{ Hz}$, $V_2=40 \mu\text{V}$ e $f_2=1000 \text{ Hz}$. Il voltmetro è unipolare con dinamica 0-20 V e 250000 livelli. La tensione in continua all'uscita dall'alimentatore vale 10 V e per questa tensione in ingresso al voltmetro la pendenza della rampa in salita eguaglia esattamente la pendenza della rampa in discesa.

3a) Quanto vale la risoluzione ΔV e l'incertezza di quantizzazione $u_q(V)$?

3b) Si vuole ottenere una reiezione massima ai disturbi di rete (50 Hz e 100 Hz) e due valori di reiezione $r_1 \geq 40 \text{ dB}$ e $r_2 \geq 80 \text{ dB}$ ai due disturbi aggiuntivi: scegliere il minimo tempo di integrazione T_{up} utile allo scopo.

3c) Quanto devono valere la tensione di riferimento V_r e il periodo T_c dell'orologio interno (*clock*)?

3d) Intendiamo misurare i disturbi dell'alimentatore con un oscilloscopio digitale. Si scelgano le impostazioni dello strumento e si disegni la schermata corrispondente.



3a) La risoluzione dimensionale del voltmetro è pari alla dinamica dello strumento divisa per il suo numero di livelli e quindi:

$$\Delta V = D / N = 20 \text{ V} / 250000 = 80 \mu\text{V}$$

L'incertezza di quantizzazione è legata ai livelli di quantizzazione (uniformi) ed è pari a:

$$u_q(V) = \Delta V / \sqrt{12} = 80 \mu\text{V} / \sqrt{12} \cong 23 \mu\text{V}$$

3b) È possibile rendere la misura immune da disturbi a frequenza fissa utilizzando un tempo di integrazione T_{up} che sia multiplo intero del periodo del disturbo (si vedano le dispense del corso).

In questo caso si vuole annullare il contributo della frequenza: $f_a = 50 \text{ Hz}$, per cui $T_{up} = n T_a = n \times 20 \text{ ms}$.

La reiezione del voltmetro a integrazione ad un disturbo a frequenza f vale $R = \frac{\pi f T_{up}}{|\sin(\pi f T_{up})|}$

Considerando il tempo di integrazione pari a 20 ms (minimo possibile), a $f_1 = 598 \text{ Hz}$ la reiezione vale

$$R = \frac{\pi f T_{up}}{\left| \sin(\pi f T_{up}) \right|} = \frac{\pi \times 598 \times 0.02}{\left| \sin(\pi \times 598 \times 0.02) \right|} \cong 300 \text{ corrispondente a circa } 49.5 \text{ dB, che quindi già soddisfa la}$$

condizione richiesta.

Mentre per $f_2 = 1000 \text{ Hz}$, essendo un multiplo della frequenza di rete, il voltmetro presenterà una reiezione infinita.

In conclusione il minimo tempo di integrazione che soddisfa le specifiche è $T_{up} = 20 \text{ ms}$.

3c) Visto che la pendenza delle due rampe di salita e discesa è uguale per un ingresso pari a 10 V , la tensione di riferimento deve valere

$$V_r = -10 \text{ V}$$

Il periodo T_{clock} dell'orologio interno del voltmetro può essere ricavato dalla relazione funzionale che lega la tensione in ingresso al voltmetro a doppia rampa con il tempo di discesa. Se infatti prendiamo il caso in cui la tensione in ingresso è pari alla minima tensione rilevabile (la risoluzione dello strumento), ad essa corrisponderà un singolo conteggio del *clock* dello strumento.

$$T_{clock} = \left| -\frac{\Delta V}{V_r} \right| T_{up} = \frac{80 \mu\text{V}}{10 \text{ V}} \times (20 \text{ ms}) = 160 \text{ ns} \text{ corrispondenti a una frequenza di } 6.25 \text{ MHz}$$

3d) I disturbi a 598 Hz e 1000 Hz sono troppo piccoli per essere visualizzati da un oscilloscopio. Impostiamo quindi lo strumento per misurare bene il disturbo alle frequenza di rete.

Impostazioni:

- Segnale su CH1, accoppiamento in AC (per tagliare i 10 V di continua)
- Trigger su *line* (o, anche, su CH1 a 0 V , *slope* positiva: il disturbo di 100 mV è abbastanza ampio da essere triggerato bene), modalità AUTO, posto a centro schermo
- Amplificazione verticale: 50 mV/DIV
- Amplificazione orizzontale: 2 ms/DIV (così si visualizza 1 periodo esatto)

La schermata visualizzata è la seguente:

