

- Oscilloscopio HP54603B

8 bit (256 punti di misura)

Analizziamo le specifiche delle ampiezze per individuare U_G , U_O , U_{inl} , U_q :

Acquisition System

Maximum sample rate	20 MSa/s
Resolution	8 bits
Simultaneous channels	Channels 1 and 2 or channels 3 and 4
Record length	
Vectors off	4,000 points
Vectors on and/or single shot	2,000 points

Channels 1 and 2 Range	2 mV/div to 5 V/div
Accuracy	±1.9% (HP 54600B, HP 54601B, and HP 54602B) ±2.4% (HP 54603B)
Cursor accuracy:	
Single cursor accuracy:	vertical accuracy ±1.2% of full scale ±0.5% of position
Dual cursor accuracy:	vertical accuracy ±0.4% of full scale

- L'errore di quantizzazione è:

$$Q = \frac{y_{qFS}}{2^b} = \frac{y_{qFS}}{256} = 0.4\% y_{qFS} = \frac{8}{256} \text{div} = \frac{1}{32} \text{div} \Rightarrow U_q = \frac{Q}{2} = 0.2\% y_{qFS} = \frac{1}{64} \text{div}$$

- L'espressione per la "measurement accuracy" nei due casi di "single cursor" (*misura diretta*) e "dual cursor" (*differenza di misure*) fornisce la chiave di lettura delle specifiche. Osserviamo quindi che la specifica:

Dual cursor accuracy: vertical accuracy $\pm 0.4\%$ of full scale

corrisponde alla formula dell'incertezza di una differenza:

$$U(y_q'' - y_q') = U_G |y_q'' - y_q'| + 2U_{inl} + 2U_q$$

mentre la specifica:

Single cursor accuracy: vertical accuracy $\pm 1.2\%$ of full scale $\pm 0.5\%$ of position

corrisponde alla formula per la misura diretta:

$$U(y_q) = U_G |y_q| + U_O + U_{inl} + U_q$$

Notiamo che nelle specifiche il costruttore sembra non riportare la U_{INL} .

Non si deve pensare però che essa sia “trascurabile”, ma al più che essa sia in qualche modo conglobata nella “vertical accuracy”.

Quindi scriveremo:

$$|\Delta Gx + inl(x)| \leq U_{G+inl} \quad |x| \leq U_{G+inl} \quad |y_q|$$

$$|\Delta G(x'' - x') + inl(x'') - inl(x')| \leq U_{G+inl} \quad |x'' - x'| \leq U_{G+inl} \quad |y_q'' - y_q'|$$

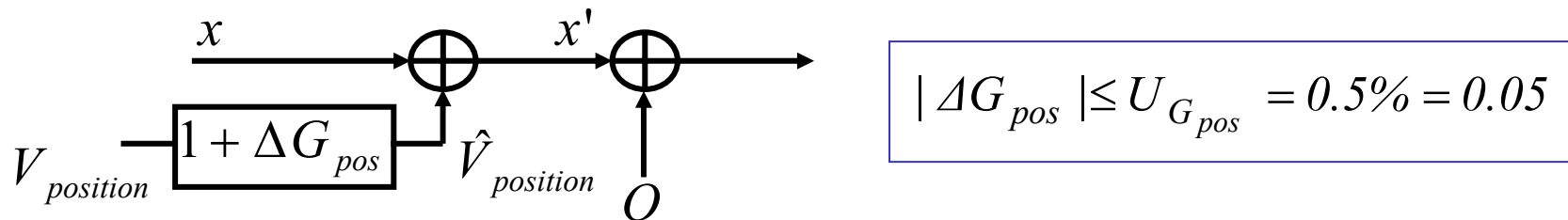
$$U_{G+inl} = 2.4\% = 0.025$$

introducendo così, ad hoc, l'incertezza U_{G+inl} che maggiora la somma di errore di guadagno e di linearità sia per misura diretta che per differenza di misure. Se si vuole separare l'errore di guadagno da quello di linearità occorre una prova apposita.

Di conseguenza lo 0.4% nel caso “dual cursor” corrisponde al termine $2U_q$ mentre il termine 1.2% nel caso “single cursor” comprende $U_q + U_O$ da cui:

$$U_O = 1.0\% y_{q_{FS}} = \frac{1}{100} 256 Q = 2.56 Q$$

Infine, la specifica dello 0.5% di posizione nel caso “single cursor” precisa che all’incertezza sull’offset proporzionale al fondo scala (1%) occorre aggiungere un’altra componente (0.5%) proporzionale alla “posizione verticale” della traccia (offset) secondo un modello del tipo:



Quest’ultima componente di incertezza (presente in molti oscilloscopi) evidenzia che se si seleziona un “offset” non nullo, cioè uno spostamento verticale della forma d’onda, la misura è affetta da un ulteriore errore pari allo 0.5% dello spostamento.

Analizziamo le specifiche della base dei tempi per individuare $U_D, U_S, U_{tbd}, U_{T_c}$

Delta t accuracy	$\pm 0.01\% \pm 0.2\%$ of full scale ± 200 ps
Vernier	Accuracy $\pm 0.05\%$
Horizontal resolution	100 ps
Delay jitter	10 ppm
Resolution	255 vertical by 500 horizontal points

- Poiché una traccia è lunga 10 div , essa dura, in unità di tempo $10K_t$; tenuto conto che la risoluzione temporale è di 500 punti, risulta che l'errore di risoluzione è pari a:

$$T_c = \frac{10 \cdot K_t}{500} = 0.02 \cdot K_t = 0.2\% \tau_{FS} \Rightarrow U_{T_c} = \frac{T_c}{2} = 0.01 \cdot K_t = 0.1\% \tau_{FS}$$

- L'interpretazione della “*delta t accuracy*” ci è data dalla formula per l'incertezza sulla differenza di due misure di tempo (si parla infatti di “delta t”):

$$U(\tau_{sa}'' - \tau_{sa}') = U_S |\tau_{sa}'' - \tau_{sa}'| + 2U_{tbd} + 2U_{T_c}$$

Notiamo che nella formula il coefficiente 0.01% coincide con la “time base accuracy” che quindi interpretiamo come incertezza sulla velocità di sweep:

$$U_s = 0.01\% = 0.0001$$

Il termine 0.2% del fondo scala corrisponde proprio a $2U_{T_c}$ mentre il termine 200 ps è proprio $2U_{tbd}$; quindi:

$$U_{tbd} = 100\text{ ps}$$