

# 1 Doppia rampa

$$V_x \cdot T_{up} = |V_r| \cdot T_{down}$$

- $T_{up}$  e  $T_{down}$  = tempo di salita e discesa rampa
- $V_r$  = tensione di riferimento interna
- $V_x$  = tensione da misurare

$$Numerocicli = \frac{T_{down}}{T_{clock}}$$

$$T_{up} = T_{clock} \cdot N_{up}$$

$$T_{down} = T_{clock} \cdot N_{down}$$

$$\Delta V = \frac{|V_r|}{N_{up}}$$

Per eliminare i disturbi il tempo di integrazione ( $T_{up}$ ) deve essere un multiplo intero dei periodi dei disturbi

l'incertezza dello strumento è legato alla capacità di conteggio ( $N_{up}$  e  $N_{down}$ ) e a  $V_r$

$$u(V_x) = \sqrt{u_r^2(N) + u_r^2(V_r)}$$

$$u_r(N) = \frac{u(N)}{N}$$

$$u(N) = \frac{1}{\sqrt{12}}$$

Progettazione doppia rampa

- trovare  $T_{up}$  (in base ai disturbi da sopprimere)
- trovare  $N_{livelli}$  (tramite  $T_{up}$ ) ( $N_{down}$  sarà calcolato con  $N_{downmax}$  usando  $V_x = portata$ )
- trovare frequenza di clock usando la risoluzione

$$\Delta V \cdot T_{up} = |V_r| \cdot T_{clock}$$

Per trovare la costante di tempo dell'integratore (RC) (sapendo  $V_o$  = minimo valore all'uscita dall'integratore)

$$V_o = -V_x \cdot \frac{T_{up}}{RC} \quad \text{Tempo di conversione} = T_{up} + T_{down} \text{ dove } T_{up} \text{ costante e } T_{down} \text{ variabile}$$

# 2 Voltmetro SAR (approssimazioni successive)

$$\Delta V = \frac{D_{adc}}{2^N}$$

Con  $D_{adc}$  = dinamica,  $N$  = numero di bit, e  $\Delta V$  = risoluzione dimensionale (risoluzione adimensionale = nbit oppure  $1/2^n$ )

$$\text{incertezza di quantizzazione} = \frac{\Delta V}{\sqrt{12}}$$

Numero di Bit equivalenti

$$n_e = n - \frac{1}{2} \log_2 \left( 1 + \frac{\sigma_n^2}{\sigma_q^2} \right)$$

(sigma n = varianza dei rumori = varianza dei rumori esterni + varianza dei rumori interni)

(sigma q = varianza di quantizzazione)

$$\sigma_{N,int}^2 = V_{N,eff}^2$$

$$\sigma_q^2 = \frac{\Delta V^2}{12}$$

### 3 Oscilloscopi

- Fino a 1Khz si usa chopped oltre alternated (visualizzazione multitraccia)
- ugabuga

$$t_{salita} MISURATO = \sqrt{t_{updevice}^2 + t_{uposcilloscopio}^2}$$

$$t_{uposcilloscopio} = \frac{0,35}{bandaosc}$$