

ESERCIZIO SULLE DAQ (da esame settembre 2003)

4) Per il controllo di un esperimento, un laboratorio ha la necessità di misurare contemporaneamente 4 segnali con le seguenti caratteristiche:

S_1 : un segnale analogico di comando riferito a massa, con banda limitata a $f_{\max, 1}=50$ kHz, dinamica segnale $-1 \text{ V} \leq V_1 \leq 1 \text{ V}$; risoluzione richiesta: 1 mV.

S_2 : il segnale di trigger per S_1 a onda quadra con $f_2=2$ kHz, a valori 0 V e 5 V.

S_3 : il segnale in uscita da un sensore a termocoppia, $f_{\max, 3}=100$ Hz, dinamica segnale $0 \text{ V} \leq V_3 \leq 10 \text{ mV}$; incertezza tollerabile: 1 μV .

S_4 : un impulso di allarme ampio 1 V della durata di 100 μs , riferito a massa.

4a) Descrivere tutte le caratteristiche essenziali della scheda di acquisizione da utilizzare, al fine di effettuare correttamente la misura.

4b) Si disegni lo schema a blocchi di una scheda di acquisizione (DAQ), descrivendone brevemente il funzionamento.

4b)

Si vedano gli appunti sulle schede di acquisizione

4a)

Le caratteristiche della DAQ da determinare sono: il numero di canali di ingresso analogico; la frequenza di campionamento; il numero di bit. La dinamica d'ingresso non è un problema, in quanto si devono acquisire solo segnali a bassa tensione (dinamica tipica di una DAQ $\pm 10 \text{ V}$).

Poiché il segnale S_3 proviene da una termocoppia (quindi è intrinsecamente differenziale, in quanto nessuno dei due contatti è a massa), è necessario operare in modalità differenziale. In ogni caso è conveniente operare in modalità differenziale, quando possibile, per ridurre i disturbi di modo comune. Quindi per acquisire 4 segnali sono necessari 8 canali d'ingresso (tipicamente la scelta della modalità *differential* o *single ended* è unica per tutta la scheda).

Acquisendo contemporaneamente 4 segnali, la frequenza di campionamento minima è data dalla frequenza minima richiesta dal singolo canale moltiplicata per 4 (i canali vengono multiplexati nel tempo).

$S_1: f_{\text{sample}, 1} > 2 f_{\max, 1} = 100 \text{ kSa/s}$;

S_2 : essendo il segnale di trigger per S_1 è necessario riuscire a misurare l'istante di salita con almeno la stessa banda di S_1 , per avere una corretta temporizzazione (il fatto che sia a 2 kHz ha relativamente poca importanza, ricordiamo che l'onda quadra di per se avrebbe banda illimitata). Quindi poniamo $f_{\text{sample}, 2} > 100 \text{ kSa/s}$;

S_3 : $f_{\text{sample}, 3} > 2 f_{\text{max}, 3} = 200 \text{ Sa/s}$;

S_4 : per riuscire a misurare sempre l'eventuale presenza dell'impulso di allarme, è necessario che il periodo di campionamento sia inferiore alla sua durata, quindi $f_{\text{sample}, 4} > 1 \text{ Sa}/100 \mu\text{s} = 10 \text{ kSa/s}$.

La frequenza di campionamento è pari a 4 volte la massima frequenza richiesta da un singolo canale, per cui $f_{\text{sample}} > 400 \text{ kSa/s}$.

Il numero di bit dipende dalla minima risoluzione relativa richiesta dai singoli canali. Supponiamo di avere a disposizione un amplificatore d'ingresso con offset, che quindi riporta esattamente la dinamica del segnale nella dinamica d'ingresso del convertitore A/D.

S_1 : risoluzione 1 mV con dinamica di 2 V, quindi risoluzione relativa pari a $1 \text{ mV}/2 \text{ V} = 5 \cdot 10^{-4} > 1/2^n$. Sono necessari $n \geq 11$ bit.

S_2 : è un segnale di trigger, per cui basterebbe addirittura un solo bit.

S_3 : il passo di quantizzazione ΔQ per avere un'incertezza di 1 μV vale

$\Delta Q = 1 \mu\text{V} \cdot \sqrt{12} \cong 3,46 \mu\text{V}$. La risoluzione relativa vale $3,46 \mu\text{V}/10 \text{ mV} = 3,46 \cdot 10^{-4} > 1/2^n$. Sono necessari $n \geq 12$ bit.

S_4 : è un impulso di allarme, di cui interessa solo la presenza, basterebbe addirittura un solo bit.

Per cui sono necessari almeno 12 bit.

In conclusione la scheda da utilizzare deve avere almeno queste caratteristiche:

- campionamento a 12 bit
- frequenza di campionamento maggiore di 400 kSa/s
- 8 canali analogici di ingresso
- amplificatore di ingresso in grado di variare la dinamica con anche un offset (se l'ultima condizione non fosse soddisfatta sarebbe necessario aumentare il numero di bit)