**MISURE E STRUMENTAZIONE mercoledì 26 giugno 2013**

**Prof. Michele Norgia Terzo appello AA 2012/2013**

**Tempo a disposizione 1 h 55 min (1 h solo II parte) Aula T.1.1 ore 13.15**

**Cognome e nome: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_** *(****stampatello****)*

**Matricola e firma \_\_ \_\_ \_\_ \_\_ \_\_ \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_** *(firma leggibile)*

**Esercizi svolti (almeno parzialmente): precompito 1 2 3 4 (7+8+5+5+7 =32p)** *(crocettare)*

N.B. Si richiede di **crocettare tutti i sottopunti**, ad es. 1c), 1d), degli esercizi ai quali si è dato risposta.

**Crocettare  SOLO SECONDA PARTE (ESERCIZI 3, 4)**

SOLUZIONI

**(25 min) Esercizio 2**

*(svolgere su questo foglio e sul retro)*

2a) Indicare quali caratteristiche minime deve avere una DAQ (al cui interno è presente un amplificatore con guadagni *G* = 0.5, 1, 10, 100 e un convertitore A/D con dinamica unipolare 0V +5 V) per poter acquisire contemporaneamente i seguenti segnali:

*V*1 Segnale analogico con banda massima di 100 kHz, ampiezza massima 600 mV picco-picco, a valor medio 1 V, di cui si vogliono apprezzare dettagli con risoluzione migliore di 0.1 mV.

*V*2 Onda quadra con livelli 0 V e 5 V, ad una frequenza di 5 kHz, di cui si devono acquisire almeno 20 campioni per periodo.

*V*3 Segnale di temperatura proveniente da un sensore, con sensibilità di 50 μV/°C, impiegato per misurare una temperatura intorno ai 500 °C, con incertezza richiesta *u*(*T*) ≤ 0.1°C.

2b) Quale tipo di convertitore analogico digitale è probabilmente utilizzato nella DAQ, in quanto adatto a questa misura?

2c) Se occorresse acquisire un quarto segnale *V*4 con banda analogica 10 MHz e ampiezza che varia tra ±1 V quale tipo di convertitore sarebbe necessario utilizzare all’interno di una nuova scheda di acquisizione, che acquisisca contemporaneamente tutti e quattro i segnali?

**2a)** La scheda di acquisizione deve avere almeno 3 canali di ingresso, operanti in modalità **differenziale**, indispensabile per misurare il segnale di temperatura termocoppia (segnale molto piccolo, che verrebbe coperto dai disturbi se connesso in modalità *single*-*ended*).

Volendo acquisire contemporaneamente i 3 segnali, la scheda di acquisizione deve avere una frequenza di campionamento 3 volte più grande di quella indispensabile per il singolo canale. Inoltre il numero di bit è dettato dal canale che richiede la migliore risoluzione relativa.

Il guadagno dell’amplificatore e quindi le dinamiche impostabili all’interno della scheda sono: *D*scheda,1 = +10 V (*G* = 0.5), *D*scheda,2 = +5 V (*G* = 1), *D*scheda,3 = +500 mV (*G* = 10), *D*scheda,4 = +50 mV (*G* = 100). Per ottimizzare l’accuratezza della misura utilizzeremo sempre la minima dinamica che contiene interamente il segnale da misurare.

Il primo segnale deve essere campionato ad almeno **200 kSa/s** (il doppio della sua banda massima di 100 kHz). La sua dinamica va da 700 mV a 1300 mV, per cui scegliamo ***G*1 = 1**. Il numero di livelli di quantizzazione richiesto è quindi *N*1 = *D*A/D/(*G*1×∆*V*1) = 5 V / (1 ×0.1 mV) = 5 000 livelli. Per cui il numero di bit richiesti per questo canale è ***n* = 13** (2*n* = 8192).

Il secondo segnale, onda quadra alla frequenza di 5 kHz, deve essere campionato con almeno 20 punti per periodo, per cui:

*f*c,2 =5 kHz × 20 Sa = **100 kSa/s.**

Per quanto riguarda il secondo segnale non ci sono richieste particolari sulla risoluzione. La sua dinamica va da 0 V a +5 V, per cui scegliamo possiamo scegliere *G*2 = 1, o anche *G*2 = 0.5.

Il terzo segnale è una misura di temperatura, che quindi non ha problemi di velocità. L’incertezza richiesta sulla misura di tensione vale *u*(*V*3) = (0.1°C) × 50 μV/K = 5 μV, a cui corrisponde un intervallo di quantizzazione (risoluzione) ∆*V*3 = *u*(*V*3)×120.5 = 17 μV.

La dinamica stimata vale quindi *V*3 = ∆*T* × *S*3 = (500°C) × 50 μV/K = 25 mV (si pensa di misurare temperature intorno ai 500°C), per cui scegliamo *G*3 = 100. In questo caso il numero di livelli di quantizzazione minimo vale:

*N*3 = *D*A/D/(*G*3×∆*V*3)= 5 V / (100 × 17 μV) ≅ 2941. Per cui il numero di bit richiesti è ***n* = 12** ( = 4024 livelli).

Riepilogando, è necessaria una scheda con **3 canali, operanti in modalità differenziale**, con frequenza di campionamento di almeno **600 kSa/s** (il triplo della più alta richiesta dal singolo segnale), con almeno ***n*= 13 bit**.

**2b)** Un tipico convertitore digitale adatto a questo tipo di misura è un convertitore analogico digitale ad approssimazione successive.

**2c)** Se volessi acquisire tutti e quattro i segnali contemporaneamente su una nuova scheda di acquisizione non potrei più utilizzare un convertitore ad approssimazioni successive, che possiede una velocità massima di qualche MSa/s. Si dovrà quindi utilizzare un convertitore che possiede una frequenza di campionamento maggiore. Il convertitore che risponde a questi requisiti è un **convertitore *flash* , che garantisca almeno 20 MSa/s** per singolo canale (il segnale con frequenza maggiore presenta una banda di 10 MHz). Quindi per acquisire contemporaneamente tutti e quattro i segnali servirà un *flash* con una frequenza di campionamento di almeno 80 MSa/s. Inoltre avrei bisogno di una **dinamica bipolare**, in quanto l’ultimo segnale non è solo positivo.