



Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca

M320 – ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO INDUSTRIALE

CORSO DI ORDINAMENTO

Indirizzo: ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI

Tema di: ELETTRONICA

(Testo valevole per i corsi di ordinamento e per i corsi del progetto sperimentale “Sirio”)

In un sistema automatizzato di riempimento e pesatura vengono impiegati due trasduttori. Il primo è un trasduttore ad ultrasuoni ed è impiegato per rilevare la posizione di un recipiente in cui deve essere versata una quantità prefissata di materiale. Il secondo è una cella di carico ed ha il compito di misurare il peso totale del contenitore con il materiale affinché venga riempito con la quantità predefinita.

Il trasduttore di posizione ha un'uscita in corrente 4 – 10 mA:

- alla distanza minima di 60 mm eroga 4 mA
- alla distanza massima 500 mm eroga 10 mA

Il trasduttore di forza è di tipo a ponte resistivo e possiede un'uscita di tipo differenziale.

Alimentando il ponte con una tensione di 10 V e applicando la forza massima pari a 30 N si ottiene una tensione differenziale di 0,36 V.

Occorre valutare la posizione del recipiente con un errore massimo di 5 mm e misurare la forza peso con un errore massimo di 0,05 N.

I segnali provenienti dai due trasduttori devono essere condizionati e convertiti in segnali numerici per essere inviati ad un personal computer che gestisce l'impianto.

Il candidato, fatte le ipotesi aggiuntive ritenute idonee:

1. Disegni uno schema a blocchi del sistema di acquisizione, spiegando le varie parti.
2. Dimensioni i circuiti di condizionamento dei segnali provenienti dai due trasduttori.
3. Scelga la frequenza di campionamento.
4. Indichi la risoluzione ed il tipo di convertitore analogico-digitale impiegato.
5. Proponga il tipo di strumentazione più idonea per collaudare il funzionamento dei circuiti di condizionamento.

Proposta 1

Prima cosa devi convertire il segnale del trasduttore da corrente a tensione, prendi un operazionale nella configurazione invertente e guadagno unitario, metti una resistenza da 500ohm e fai passare la corrente del trasduttore, avrai una tensione in uscita che varia tra $4\text{mA} \cdot 500\text{ ohm} = 2\text{Volt}$ e 5 volt. l'uscita dell'operazionale la metti in ADC e fai questo conto: devi misurare 500mm , visto che serve un errore massimo di 5 mm allora dividi $500/5$ e trovi quanti bit deve avere il convertitore (8 bit 100 valori), setti la tensione di riferimento dell'ADC a 5V, usi un convertitore da 8 bit (255 valori) e ottieni una risoluzione di $500\text{mm} / 255 = 1,9\text{mm}$. Leggi l'ADC con un microcontrollore.

Lo stesso discorso lo fai per la cella di carico, amplificatore operazionale con in ingresso un ponte di resistenze, lo trovi sul manuale (qualche volta il ponte è messo sulla controreazione, metti in un ADC poi leggi con un microcontrollore.

La frequenza di campionamento deve essere tale da rendere in sistema stabile, quindi visto che si tratta di movimenti, leggi i valori almeno 200 volte la secondo.

Per il tipo di ADC usa quello che conosci, vanno bene tutti

Per la strumentazione usa oscilloscopio, sistema di sviluppo per il micro, alimentatori vari.

convertitore corrente tensione: fai un circuito un buffer con operazionale a guadagno unitario, ora hai l'ingresso non invertente che è l'ingresso del convertitore, poi prendi la resistenza da 500 ohm (di precisione specificato), collegala tra la massa e l'ingresso del buffer. Il segnale che da la sonda (2 fili) collegali in parallelo alla resistenza.

Il segnale d'uscita (l'uscita del OP) mettilo nell'ingresso di un ADC a 8 bit sul quale metterai la tensione di riferimento a 5 VOLT . L'uscita digitale dell'ADC mettila in una porta parallela del microcontrollore.

Circuito differenziale per la cella di carico schema di principio

Dopo aver disegnato il ponte di resistenze (ponte di wheatstone) due capi del ponte (quelli opposti li colleghi ai due ingressi differenziali dell'OP, gli altri 2 si collegano uno alla massa, l'altro alla tensione indicata. Segui il manuale che avrai e trovi i valori di tensione di uscita. Stessa cosa per l'ADC e il microcontrollore.

Per la frequenza da usare ho messo 200 hz perchè essendo un sistema meccanico, tenendo conto che una possa muoversi a velocità di qualche metro al minuto, diciamo $5\text{m}/\text{min}$, ($83\text{ mm}/\text{sec}$), leggere 200 volte al secondo vuol dire sapere dove si trova la posizione ogni $0,4\text{mm}$ ($83/200$) molto al di sopra della richiesta di posizionamento entro 5 mm.

SOLUZIONE TEMA ELETTRONICA

ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO INDUSTRIALE

A S 2010/2011 A CURA DI PROF ENRICO DESANTIS

ITSS 'E. MATEI' ROSSIGNANO SOLVAY

SCHEMA A BLOCCHI



① IL PRIMO TRASDUTTORE FORNISCE A FRONTE DI UNO SPOSTAMENTO DI

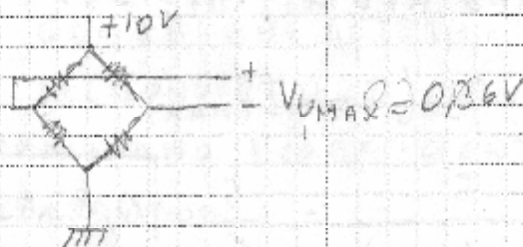
4mA	10mA
60mm	500mm

② IL SECONDO TRASDUTTORE FORNISCE A FRONTE DI UN RANGE DI FORZA

0	0,36V
0	30N

ESSENDO A PONTE CON USCITA DIFFERENZIALE

PUO' ESSERE SCHEMATIZZATO COME:



CIRCUITI DI CONDIZIONAMENTO.

SUPPONIAMO DI FISSARE LE USCITE DEI DUE CIRCUITI DI CONDIZIONAMENTO A +5V

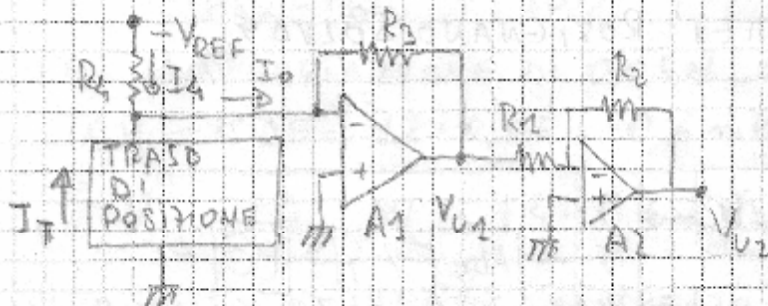
① IL PRIMO TRASDUTTORE FORNISCE UNA CORRENTE I E' NECESSARIO UN CONVERTITORE I/V PER

OTTENERE:

4mA	10mA
0	0
0V	5V = V_{U3}

SCHEMA:

VA SCELTO UNO SCHEMA CHE PERMETTA DI AVERE UN
 OFFSET DI CORRENTE.



$$A_2 = -\frac{R_2}{R_1}$$

$$V_{O1} = -R_3 \cdot I_0$$

$$I_0 = I_4 + I_T$$

$$V_{REF} = 5V$$

DETERMINIAMO R_4

PER I_{TMIN} DOBBIAMO AVERE $V_{O1} = V_{O2} = 0V$

DA CUI $I_0 = 0 \Rightarrow I_4 + I_T = 0 \Rightarrow I_4 = -I_T = -4mA$

$$I_4 = -\frac{V_{REF}}{R_4} \Rightarrow R_4 = \left| \frac{V_{REF}}{I_4} \right| = \left| \frac{5}{4} \right| = \boxed{1,25K\Omega}$$

DETERMINIAMO R_3

PER I_{TMAX} DOBBIAMO AVERE $V_{O2} = -5V$

$$V_{O1} = -R_3 \cdot I_0 = -R_3 (I_4 + I_{TMAX})$$

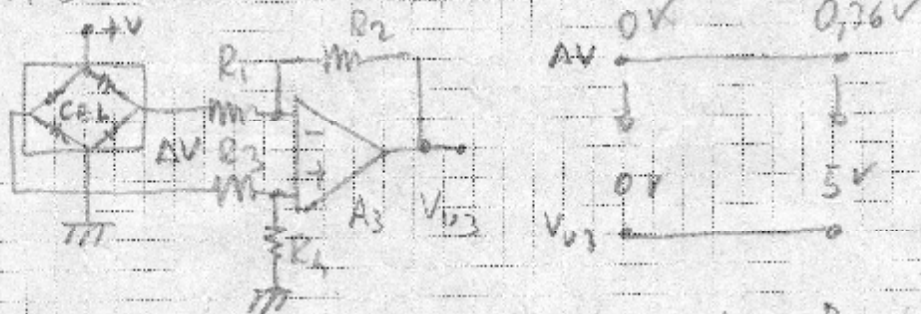
SI RICAVA

$$R_3 = -\frac{V_{O1}}{(I_4 + I_{TMAX})} = -\frac{-5}{(-4 + 10)} = \frac{5}{6} = \boxed{0,83K\Omega}$$

A_2 SERVE PER CAMBIARE DI SEGNO A V_{O1}

PER CUI $A_2 = -1 \Rightarrow \boxed{R_1 = R_2 = 70K\Omega}$

② PER IL SECONDO TRASDUTTORE AVENDO UN USCITA DIFFERENZIALE E' NECESSARIO L'INSERIMENTO DI UN AMPLIFICATORE DIFFERENZIALE CHE PERMETTE DI AVERE UN USCITA V_{U2} CON UN RIFERIMENTO A MASSA



SE PONIAMO $R_1 = R_3$ e $R_2 = R_4$ $A_3 = \frac{R_2}{R_1}$
 DA CUI $A_3 = \frac{V_{U2}}{AV} = \frac{5}{0,36} = 13,5 \approx 14$

$R_2 = A_3 R_1$ SE FISSIAMO $R_1 = 1k\Omega$
 $R_2 = 14 \cdot R_1 = 14k\Omega$

ADC: GLI ERRORI DETERMINANO LA RISOLUZIONE DEL CONVERTITORE

DETERMINIAMO I COEFFICIENTI CARATTERISTICI DEI TRASDUTTORI

① $\Delta I = K \cdot \Delta d$ $d = \text{DISTANZA}$

$K = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{d_{\max} - d_{\min}} = \frac{10 - 4}{500 - 60} = \frac{6}{440} = 0,0136 \text{ mA/mm} = 13 \mu\text{A/mm}$

PER UNA VARIAZIONE DI 5mm OTTIENIAMO

$\Delta I = K \Delta d = 13 \cdot 5 = 65 \mu\text{A}$

e UNA $V_{U2} = \Delta I \cdot R_3 = 65 \cdot 0,83 = 55 \text{ mV}$

② PER LA CELLA DI CARICO $\Delta V_C = K \cdot \Delta F$ $F = \text{FORZA}$

$$K = \frac{V_{\text{MAX}} - V_{\text{MIN}}}{F_{\text{MAX}} - F_{\text{MIN}}} = \frac{0,38V}{30N} = 0,012 \frac{V}{N} = 12 \text{mV/N}$$

PER UNA VARIAZIONE DI 0,05N ORENIAMO

$$\Delta V_C = K \Delta F = 12 \cdot 0,05 = 0,6 \text{mV}$$

$$E V_{U5} = A_3 \cdot \Delta V_C = 14 \cdot 0,6 \text{mV} = \boxed{8,4 \text{mV}}$$

IL QUANTO DELL'ADC VA SCELTO COME IL MINORE TRA $V_{U2} = 5,5 \text{mV}$ e $V_{U5} = 8,4 \text{mV}$.

$$\Rightarrow Q = 8,4 \text{mV}$$

$$Q = \frac{V_{FS}}{2^m} \quad \text{FISSIAMO } V_{FS} = 5V \quad \Rightarrow 2^m = \frac{V_{FS}}{Q}$$

$V_{FS} = \text{FONDO SCALA ADC}$

SE SCEGLIAMO UN ADC CON ERRORE DI QUANTIZZAZIONE $Q = \pm 1 \text{LSB}$

$$2^m = \frac{V_{FS}}{Q} = \frac{5V}{8,4 \cdot 10^{-3}} = \frac{5}{8,4 \cdot 10^{-3}} = 595 \text{ LIVELLI}$$

$m \geq 10 \Rightarrow$ SI PUO' SCEGLIERE $m = 10 \text{ BIT}$

$$2^{10} = 1024 \text{ LIVELLI} \quad \cancel{2^9 = 512 \text{ LIVELLI}}$$

$$f_c \geq 2B \quad B = \text{BANDA SEGNALE}$$

IPOTIZZANDO UNA VELOCITA' DEL MOVIMENTO DEL NASTRO DI 0,5 m/SEC E 10 CONTENITORI/PER METRO

$$B = v \cdot N_{\text{CONT}} = 0,5 \frac{\text{m}}{\text{SEC}} \cdot \frac{10}{\text{M}} = 5 \frac{1}{\text{SEC}} = 5 \text{ Hz}$$

$$f_c \geq 2 \cdot 5 = 10 \text{ Hz}$$