

22/06/2009

2/1

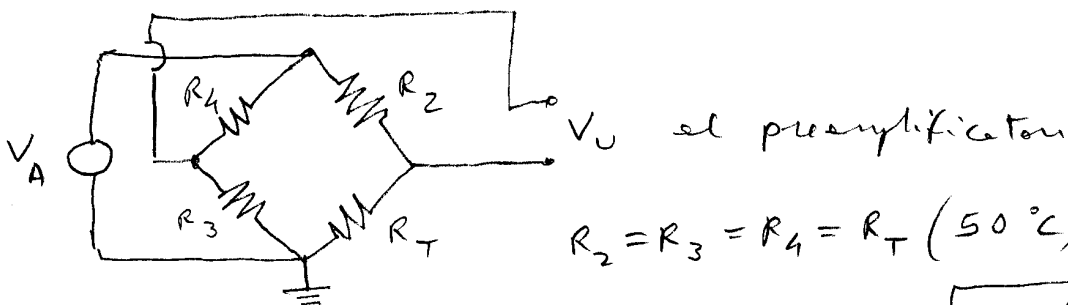
P2 - Domanda (a)Termocoppie K $\Delta T_{\max} = 0,1^\circ\text{C} \rightarrow \Delta V_{\max} = 4 \mu\text{V}$

Specifiche necessarie per preamp.

$$- \text{CMRR} > \frac{V_{\text{CM}}}{\Delta V_{\max}} = 5 \cdot 10^6$$

$$- R_D > (R_1 + R_2) \frac{I}{\Delta T_{\max}} = 600 \frac{50}{0,1} = 300 \text{ K}\Omega$$

$$- R_{\text{CM}} > \frac{V_{\text{CM}}}{\Delta V_{\max}} (R_2 - R_1) = 1000 \text{ M}\Omega$$

Termoresistenze PT100 $\alpha = 3,9 \cdot 10^{-3} / ^\circ\text{C}$ 

$$R_2 = R_3 = R_4 = R_T (50^\circ\text{C}) = 120 \Omega$$

con alimentazione continua $V_A < 2 \sqrt{R_{T0} P_{d\max}} = 9 \text{ mV}$

$$\frac{dV_0}{dT} = \frac{V_A}{4} \alpha \Delta T = 9 \mu\text{V}/^\circ\text{C} \rightarrow \Delta V_{\max} = 0,9 \mu\text{V}$$

con alimentazione intermittente $V_A < 2 \sqrt{2 R_{T0} P_{d\max}} = 13 \text{ mV}$

$$\frac{dV_0}{dT} = 13 \mu\text{V}/^\circ\text{C} \rightarrow \Delta V_{\max} = 1,3 \mu\text{V}$$

In questo caso le specifiche per il preamplificatore non risultano stringenti - che se bastano allo offset e sua deriva termica -

22/06/2009

2/2

Sensori e fusione

$$I = I_s \exp \frac{qV}{kT} - 1 \approx I_s \exp \frac{qV}{kT}$$

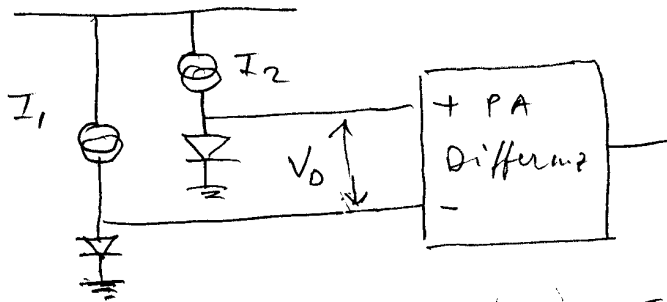
$$P_d = IV \quad \text{con } V \approx 0,6 \text{ V}$$

$$P_{dmax} = 600 \mu\text{W} \rightarrow I_{dmax} \approx 160 \mu\text{A}$$

$$\text{Resistenza } R_s = \frac{1}{\frac{dI}{dV}} = \frac{kT}{qI} = \frac{25 \Omega}{I(\text{mA})}$$

$$\text{utilizzando } 10 \mu\text{A} < I < 150 \mu\text{A}$$

$$\text{si ha } 2,5 \text{ k}\Omega > R_s > 160 \Omega$$



Schema con
2 diodi "gemelli"

$$I_2 = 100 \mu\text{A} \quad I_1 = 10 \mu\text{A}$$

$$V_0 \approx \frac{kT}{q} \ln \left(\frac{I_2}{I_1} \right) = 57,5 \text{ mV}$$

$$\frac{dV_0}{dT} = \frac{V_0}{T} = 192 \mu\text{V/K}$$

Per il preamplificatore la situazione è
simile al caso delle termoresistenze.

22/06/2009

2/3

P2 - Domanda (b)

- Il segnale ha componenti fino a qualche 10 Hz -
- Dopo il preamp si può usare filtro passobasso con $f_s = 1 \text{ KHz}$
- I sensori qui considerati hanno resistenze basse e il contributo di S_i risulta trascurabile rispetto a quello di S_V

$$\sqrt{M_B^2} = S_V^{1/2} \sqrt{f_s} = 0.6 \mu\text{V}$$

Quindi la minima variazione ΔT_{min} misurabile è

$$\Delta T_{\text{min}} = \sqrt{M_B^2} / \left(\frac{dV}{dT} \right)_{\text{sensor}}$$

Termocoppia K : $\frac{dV}{dT} = 40 \mu\text{V}/^\circ\text{C} \rightarrow \Delta T_{\text{min}} = 0,015^\circ\text{C}$

Termoresistenza PT100 : $\frac{dV}{dT} = 9 \mu\text{V}/^\circ\text{C} \rightarrow \Delta T_{\text{min}} = 0,066^\circ\text{C}$

Sensore piezoelettrico : $\frac{dV}{dT} = 192 \mu\text{V}/^\circ\text{C} \rightarrow \Delta T_{\text{min}} = 0,003^\circ\text{C}$

- Per limitare il contributo del rumore $1/f$ occorre un filtraggio passante con freq. di taglio f_i adeguata

$$\overline{n}_T^2 = \overline{n}_B^2 + \overline{n}_{1/f}^2 = \overline{n}_B^2 \left[1 + \frac{f_c}{f_s} \ln \left(\frac{f_s}{f_i} \right) \right]$$

- Operando in continua con accrescimento periodico delle linee di base a lunghi intervalli si ha f_i bassa - Tipicamente $f_i < 10^{-3} \text{ Hz}$ (accrescimento \approx ogni 20 min)

$$\sqrt{\frac{\overline{n}_T^2}{\overline{n}_B^2}} = \left[1 + \frac{f_c}{f_s} \ln \left(\frac{f_s}{f_i} \right) \right]^{1/2}$$

$$f_c = 10 \text{ KHz} ; f_s = 1 \text{ KHz} ; f_i = 10^{-3} \text{ Hz}$$

$$\sqrt{\frac{\overline{n}_T^2}{\overline{n}_B^2}} \approx \sqrt{140} = 11,8$$

$$\sqrt{\overline{n}_T^2} = 11,8 \sqrt{\overline{n}_B^2} = 7 \mu\text{V}$$

- Per migliorare occorre modulare il segnale prima del preamplificatore e successivamente aggiungere rumore con il modulatore -
Fatta questa, si può poi filtrare a banda stretta intorno alla frequenza di modulazione f_m .

Se $f_m \gg f_c$ si può ottenere $\overline{n}_T^2 \approx \overline{n}_B^2$,

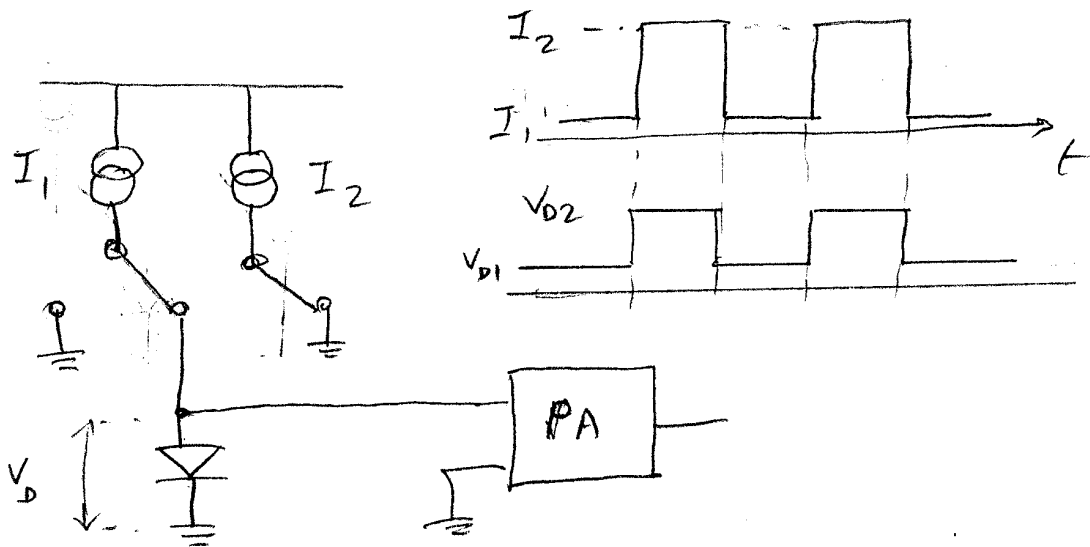
Se $f_m \ll f_c$ si ha un miglioramento rumoroso accentratissimo, ottenendosi anche

$$\overline{n}_T^2 \approx \overline{n}_B^2 \frac{f_c}{f_m}$$

22/06/2009

2/5

- Con le termoresistenze PT 100 si può modulare alimentando in alternata il ponte e si può facilmente avere $f_m \gg f_c$
- Con i sensori a gas si può usare uno schema con un solo sensore alimentato con corrente commutata e si può facilmente avere $f_m \gg f_c$



- La termocoppa genera autonomamente il segnale senza alimentazione. Per modulare prima del preamplificatore non si può usare un circuito elettronico modulatore, ma solo schemi basati su interruttori a basso rumore. Si hanno corrispondenti vantaggi di alimentazione al valore di f_m e quindi al miglioramento ottenibile.