

VERSIONE STUDENTI – Soluzioni sintetiche (Prova A + Prova B + Prova C)

Documento con **solo risultati finali e formule chiave**. Nessuno svolgimento intermedio.

PROVA A – Sistema di sensing e ADC

1) Schema concettuale sensing

Sensore → Condizionamento (gain + offset + filtro + adattamento impedenza) → ADC → Controllore

Errore: $e(t) = r(t) - y_m(t)$

2) Larghezza di banda (formule chiave)

- $f_c = 1 / (2\pi \tau)$
- Tempo di salita: $t_r \approx 2.2 \tau$

Trade-off: - banda alta → risposta rapida, più rumore - banda bassa → risposta lenta, meno rumore

3) ADC

- Livelli: $N = 2^B$
 - Passo di quantizzazione: $q = (V_{max} - V_{min}) / 2^B$
-

4) Sistema di misura (dati Prova A)

Range: $x \in [-50, 150]$ cm

Trans-caratteristica sensore

$$v_S(x) = 0.002 \cdot x - 2.4 \text{ [V]}$$

Range sensore: $[-2.5, -2.1]$ V

Blocco di condizionamento ottimale

$$v_{ADC} = 25 \cdot (v_S + 2.5)$$

Risoluzione ADC (B = 8, range 0-10 V)

$$q = 10 / 256 = 0.03906 \text{ V}$$

Stima distanza per v_{ADC} = 2 V

$$x = -10 \text{ cm}$$

Risoluzione complessiva

$$v_{ADC}(x) = 0.05 \cdot x + 2.5$$

$$dv_{ADC}/dx = 0.05 \text{ V/cm}$$

$$\Delta x = q / (dv_{ADC}/dx) = 0.78 \text{ cm}$$

PROVA B – Sensore IR e ADC

Dati: - $x \in [0, 120] \text{ cm}$ - range sensore = 0.6 V - offset = -4.8 V - ADC range = [-12, +12] V - B = 7

Trans-caratteristica sensore

$$v_S(x) = 0.005 \cdot x - 4.8 \text{ [V]}$$

$$\text{Range: } [-4.8, -4.2] \text{ V}$$

Blocco di condizionamento ottimale

$$v_{ADC} = 40 \cdot v_S + 180$$

Risoluzione ADC

$$q = 24 / 128 = 0.1875 \text{ V}$$

Stima distanza per vADC = 2 V

$$x = 70 \text{ cm}$$

Risoluzione complessiva

$$vADC(x) = 0.2 \cdot x - 12$$

$$dvADC/dx = 0.2 \text{ V/cm}$$

$$\Delta x = 0.94 \text{ cm}$$

PROVA C – Sistema di misura posizione assoluta

Dati: - $x \in [0, 2000]$ mm - $V_{ofs} = 2 \text{ V}$ - $s = -0.002 \text{ V/mm}$ - ADC range = $[0, 8] \text{ V}$ - incertezza sensore: $U_x = \pm 0.4 \text{ mm}$

Trans-caratteristica sensore

$$vS(x) = 2 - 0.002 \cdot x \text{ [V]}$$

$$\text{Range: } [-2, +2] \text{ V}$$

Blocco di condizionamento ottimale

$$vADC = 2 \cdot vS + 4$$

Numero minimo di bit

Condizione:

$\Delta x < 0.4 \text{ mm}$

Risultato:

$B = 13 \text{ bit}$

Risoluzione ($B = 13$)

$$q = 8 / 8192 = 0.0009766 \text{ V}$$

$$\Delta x = 0.244 \text{ mm}$$

Operazione del blocco Processing P

$$x_D = (8 - v_D) / 0.004$$

Stima per $v_D = 1.75 \text{ V}$

$$x = 1562.5 \text{ mm} \pm 0.4 \text{ mm}$$

$$x = 1.5625 \text{ m} \pm 0.0004 \text{ m}$$

FORMULE RIASSUNTIVE GENERALI

- $q = (V_{\max} - V_{\min}) / 2^B$
 - $\Delta x = q / (\text{dvADC}/\text{dx})$
 - $v_{\text{ADC}} = k \cdot v_S + V_0$
 - $x = \text{funzione inversa di } v_{\text{ADC}}(x)$
-

Documento per studio e verifica rapida dei risultati.