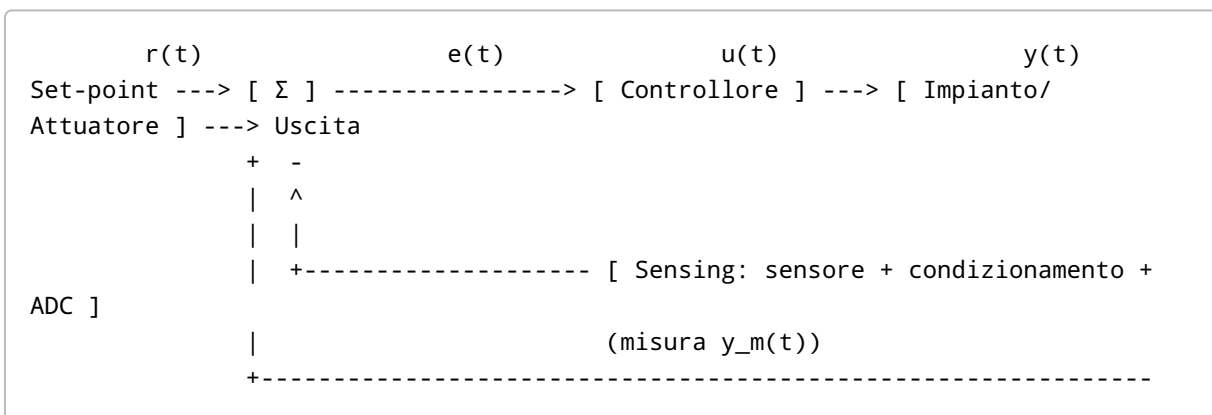


Soluzione guidata (ITS Meccatronico) – Esame fine modulo (Padova)

Riferimento: filecite turn3file0

1) Sistema di controllo retroazionato: schema, posizione e ruolo del sensing

Schema a blocchi (feedback negativo)



- **Posizione:** il sensing sta **nel ramo di retroazione** (feedback) e misura l'uscita (o una grandezza correlata).
- **Ruolo:** genera la misura $y_m(t)$ che viene confrontata con il riferimento $r(t)$ per ottenere l'errore $e(t)=r(t)-y_m(t)$.
- **Importanza:**
 - accuratezza della misura \rightarrow accuratezza del controllo;
 - ritardi/filtri/rumore in feedback influenzano stabilità e prestazioni;
 - saturazioni o errori di scala in sensing possono portare a controllo scorretto.

2) Sensore di prossimità a scelta: sensore induttivo (principio e disegno)

Principio di funzionamento

Un sensore **induttivo** rileva oggetti **metallici** mediante un campo elettromagnetico generato da un oscillatore ad alta frequenza: - una bobina alimentata genera un campo; - quando un metallo entra nel campo, si generano **correnti parassite** (eddy currents); - queste dissipano energia e smorzano l'oscillazione; - l'elettronica interna rileva la variazione e commuta l'uscita (ON/OFF o analogica).

Disegno concettuale

```
[Oscillatore]-->[Bobina] ))))))) campo ))))))) | oggetto metallico |
                |----->| (target) |
                | correnti parassite <----|
                v
[Rilevatore ampiezza] -> [Comparatore] -> OUT
```

Note tipiche

- Pro: robusto, insensibile a sporco non metallico, veloce.
- Contro: rileva solo metalli, distanza di intervento limitata.

3) Non linearità di un sensore: definizione

La **non linearità** quantifica quanto la caratteristica reale del sensore si discosta dalla retta ideale.

Definizione tipica (metodo “best-fit line” o “end-point”, a seconda del contesto):

- Non linearità (%) = (errore massimo rispetto alla retta di riferimento / fondo scala) · 100

Dove: - errore massimo = $\max |v_{\text{reale}}(x) - v_{\text{retta}}(x)|$ - fondo scala = variazione totale dell'uscita sul range (V_{FS})

Quindi:

- $NL\% = (\max |\Delta v| / V_{\text{FS}}) \cdot 100$

4) Sistema di misura: sensore ultrasuoni + condizionamento + ADC

Dati: - Sensore lineare: - sensibilità: 2 mV/cm = 0.002 V/cm - offset: -2.4 V - range: $x \in [0, 200]$ cm - ADC: - input range: [0, 10] V - bit: B = 6

4.1 Trans-caratteristica del sensore

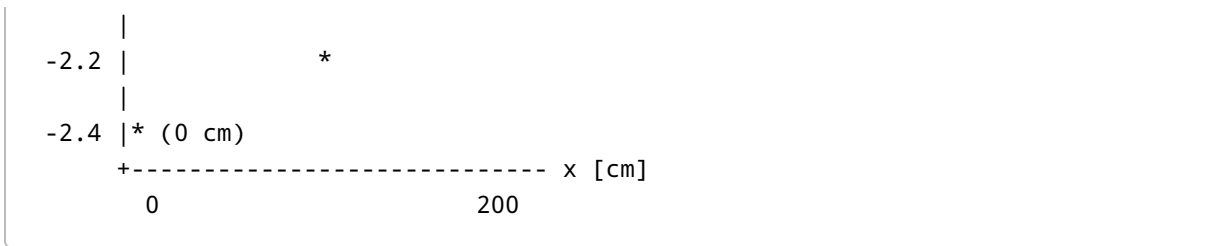
- $v_S(x) = 0.002 \cdot x - 2.4$ [V]

Valori agli estremi: - $x = 0$ cm $\rightarrow v_S = -2.4$ V - $x = 200$ cm $\rightarrow v_S = 0.002 \cdot 200 - 2.4 = 0.4 - 2.4 = -2.0$ V

Range sensore: [-2.4, -2.0] V (ampiezza 0.4 V)

Disegno qualitativo:

```
vS [V]
-2.0 |                               * (200 cm)
```



4.2 Progetto del blocco di condizionamento c (ottimale per ADC)

Obiettivo: mappare il range sensore $[-2.4, -2.0]$ V su $[0, 10]$ V.

Usiamo: $v_{ADC} = a \cdot v_S + d$

Vincoli: $v_S = -2.4 \rightarrow v_{ADC} = 0$ - $v_S = -2.0 \rightarrow v_{ADC} = 10$

Calcolo: $-10 = a(-2.0 + 2.4) = a(0.4) \rightarrow a = 25$ - $0 = 25(-2.4) + d \rightarrow d = 60$

Quindi:

- $v_{ADC} = 25 \cdot v_S + 60$

Forma equivalente:

- $v_{ADC} = 25 \cdot (v_S + 2.4)$

4.3 Risoluzione dell'ADC (B=6, range 0–10 V)

- $N = 2^6 = 64$ livelli
- $q = 10 / 64 = 0.15625$ V

Quindi:

- $q = 156.25$ mV per LSB

4.4 Risoluzione complessiva del sistema in termini di Δx

Ricaviamo la sensibilità complessiva $v_{ADC}(x)$:

- $v_S(x) = 0.002x - 2.4$
- $v_{ADC} = 25(v_S + 2.4)$

Sostituzione:

- $v_{ADC}(x) = 25(0.002x) = 0.05x$

Quindi: $dv_{ADC}/dx = 0.05$ V/cm

Risoluzione spaziale:

- $\Delta x = q / (dv_{ADC}/dx) = 0.15625 / 0.05 = 3.125 \text{ cm}$

Risultato:

- **$\Delta x = 3.125 \text{ cm}$**

Riepilogo finale (numeri chiave)

- Sensore: $v_S(x) = 0.002x - 2.4 \text{ [V]}$
- Condizionamento ottimale: $v_{ADC} = 25(v_S + 2.4)$
- Risoluzione ADC: $q = 0.15625 \text{ V}$
- Sensibilità complessiva: $v_{ADC}(x) = 0.05x \text{ [V]} \text{ (x in cm)}$
- Risoluzione complessiva: $\Delta x = 3.125 \text{ cm}$