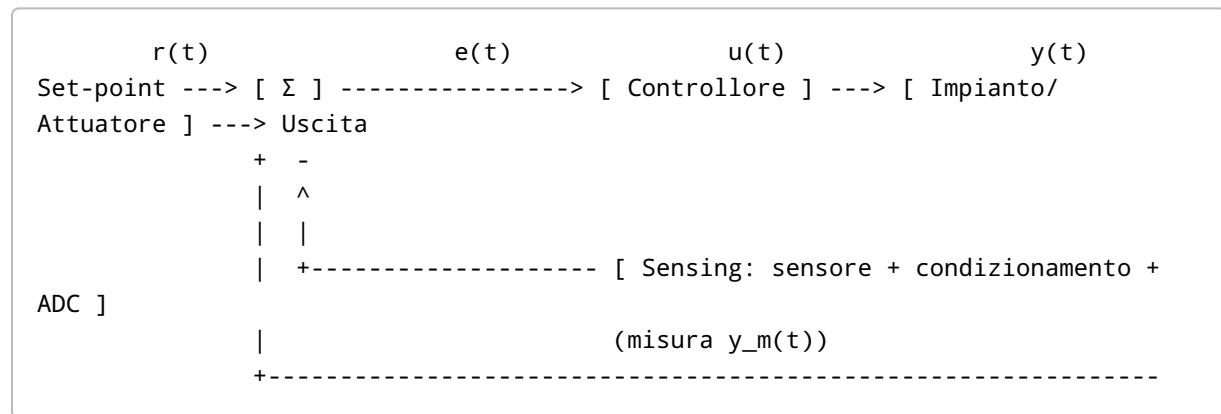


# Soluzione guidata (ITS Meccatronico) – Esame fine modulo (Padova)

Riferimento: filecrite turn3file0

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

### Schema a blocchi (feedback negativo)



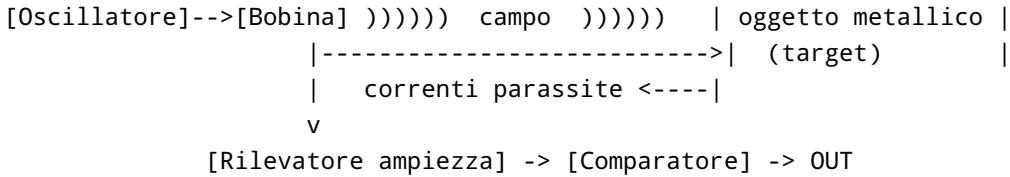
- **Posizione:** il sensing sta **nel ramo di retroazione** (feedback) e misura l'uscita (o una grandezza correlata).
- **Ruolo:** genera la misura  $y_m(t)$  che viene confrontata con il riferimento  $r(t)$  per ottenere l'errore  $e(t)=r(t)-y_m(t)$ .
- **Importanza:**
  - accuratezza della misura → 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



## 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 ( $V_{\text{FS}}$ )

Quindi:

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

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

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

### 4.1 Trans-caratteristica del sensore

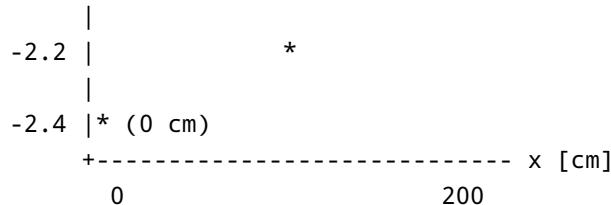
$$\bullet v_S(x) = 0.002 \cdot x - 2.4 \text{ [V]}$$

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

Range sensore:  $[-2.4, -2.0] \text{ V}$  (ampiezza  $0.4 \text{ V}$ )

Disegno qualitativo:





## 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:  $-vADC = a \cdot vS + d$

Vincoli:  $-vS = -2.4 \rightarrow vADC = 0$     $-vS = -2.0 \rightarrow vADC = 10$

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

Quindi:

- $vADC = 25 \cdot vS + 60$

Forma equivalente:

- $vADC = 25 \cdot (vS + 2.4)$

## 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 $\Delta x$

Ricaviamo la sensibilità complessiva  $vADC(x)$ :

- $vS(x) = 0.002x - 2.4$
- $vADC = 25(vS + 2.4)$

Sostituzione:

- $vADC(x) = 25(0.002x) = 0.05x$

Quindi:  $-dvADC/dx = 0.05$  V/cm

Risoluzione spaziale:

$$\bullet \Delta x = q / (dvADC/dx) = 0.15625 / 0.05 = 3.125 \text{ cm}$$

Risultato:

$$\bullet \Delta x = 3.125 \text{ cm}$$

## Riepilogo finale (numeri chiave)

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