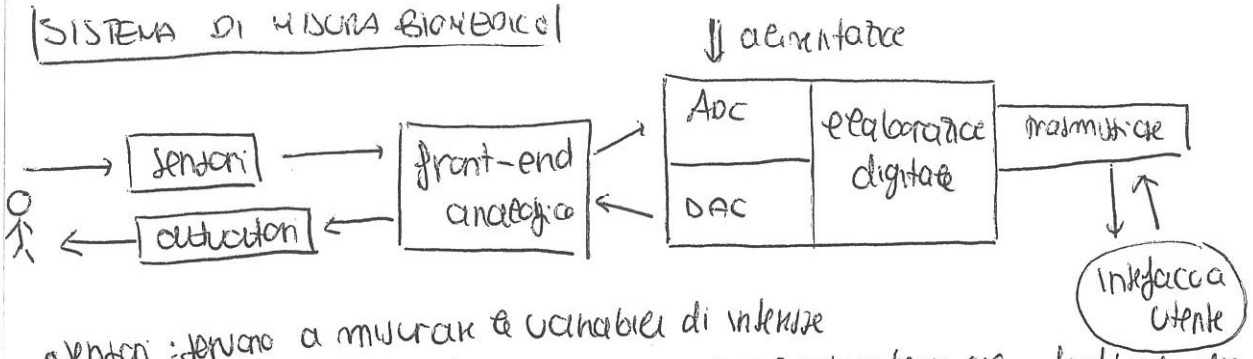
Biosensori

2020/2021

prof. A. Tognetti

a cura di Carmen

SISTEMA DI MISURA BIOMEDICO



- sensori: servono a misurare le variabili di interesse
- attuatori: possono mandare energia verso il paziente in base alle feedback del sistema
- frontend analogico: utile per operazioni di → amplificazione / → sfasamento
- ADC: il segnale è convertito da analogico a digitale (campionamento e quantizzazione)
- elaborazione digitale → ottenere sfasamento / → estrazione di particolari parametri
- interfaccia di trasmissione → trasmette ciò che ho misurato al paziente
- alimentazione: la sua stabilità o meno può avere effetti sulla performance
- attuatori utili quando la grandezza da misurare non è generata spontaneamente dal paziente ma è in risposta a un determinato stimolo

CLASSIFICAZIONI MISURE

1) invasive: prelievo sangue, pressione arteriosa, temperatura timpanica...
   non invasive: prelievo il segnale senza provocare traumi, pericoli o alterare i parametri vitali (PO2, audiogramma, ECG, miogramma...)
2) attive: il segnale è emesso dall'apparecchiatura
   passive: il segnale deriva in maniera spontanea dal paziente
3) dirette: misuro direttamente la grandezza di interesse
   indirette: sono usate relazioni matematiche per ricavare la grandezza di interesse

SENSORI

- Dispositivo che trasforma la grandezza fisica di interesse in una grandezza di natura elettrica (corrente o tensione)



x(t) misurando
y(t) grandezza analogica disponibile da cui vogliamo stimare il misurando

$x(t) = f_D(y(t))$ funzione di conversione diretta

$y(t) = f_i(x(t))$ funzione di conversione indiretta → necessario incertezza per ricavare la misurando

- La mancata conoscenza della funzione di conversione rende impossibile la misura
- La funzione di conversione si può ricavare matematicamente o tramite **TARATURA**

TARATURA → procedura sperimentale che permette di ricavare f_0 o f_i

≠ calibrazione → procedura che serve a rendere lo strumento più accurato

procedura: impongo misurandi noti in ingresso allo strumento, costruisco una tabella e disegno la curva di taratura per punti e poi interpolazione

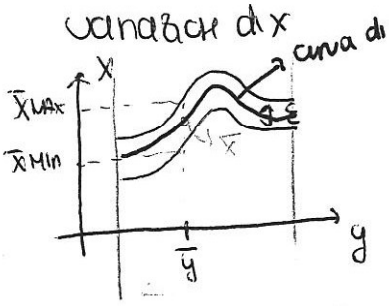
- Un modello accurato, deve tener conto del fatto che l'uscita non dipende solo dalla misurando ma anche da altre grandezze di influenza. Un buon strumento è quello in cui le grandezze di influenza hanno influenza minima sulla sua uscita

DEFINIZIONI

- campo di misura → intervallo di valori di x per cui è valida f_0 o f_i
- campo di sicurezza → intervallo di valori di x per cui non si provocano danni allo strumento
- campo di funzionamento normale → range di y relativi al campo di misura
- valori estremi → range di y relativi a campo di sicurezza
- portata → max X in Cdm

CARATTERISTICHE METROLOGICHE REGIME STAZIONARIO → cioè t per cui transienti estinti

- Funzione di taratura: relazione che permette di ricavare per ogni valore di y, la corrispondente lettura di variabile di x
- Curva di taratura: curva che per ogni y definisce il punto centrale della lettura di variabile di x



- valore della taratura posso stimare la misurando
- è rappresentata l'incertezza di misurazione ⇒ ha un'ampiezza più piccola possibile. È data dalla grandezza di influenza

- valore nominale: $\bar{x}$, cioè il valore associato a $\bar{y}$ sulla curva di taratura
- errore / incertezza di taratura: larghezza fascia ε $[\varepsilon] = [x]$
- incertezza relativa: $\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{\bar{x}}$ incertezza associata rapportata al valore intermedio della fascia di interesse

$[\varepsilon_r] = \text{adim}$

• portata/valore di fondoscala: $\varepsilon_{ridotta} = \frac{\varepsilon}{x_{FS}}$ → qualunque valore predefinito [adim]

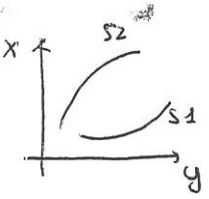
• Oss anche se ε_r non è costante ogni ε_r fornisce un ε unico che è ε_{max}

Da $\bar{y}$ ho
$$\begin{cases} \bar{x} \in \left[x_0 - \frac{\varepsilon}{2};\ x_0 + \frac{\varepsilon}{2}\right] \\ \bar{x} \in \left[x_0 - \frac{\varepsilon_r \cdot x_0}{2};\ x_0 + \frac{\varepsilon_r x_0}{2}\right] \\ \bar{x} \in \left[x_0 - \frac{\varepsilon_{rid} x_{FS}}{2};\ x_0 + \frac{\varepsilon_{rid} x_{FS}}{2}\right] \end{cases}$$

$y = Sx + 0$

$$x = \frac{y-0}{S}$$ equazione curva di taratura

• Sensibilità della tensione $S = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{1}{C}$ reciproco pendenza curva di taratura

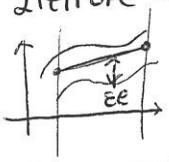


$S_2 < S_1$ maggiore S_1 perché vogliamo che Δy vari tanto anche per piccoli Δx

• offset: valore della uscita y quando x è nullo. Se è all'inizio del campo di misura allora non è definibile

• risoluzione: minima variazione della misurando che provoca una variazione della uscita pari all'incertezza della uscita. Può essere espressa in valore assoluto/relativo/ridotto
⇓
Equivale alla minima variazione della grandezza da misurare apprezzabile dal sistema di misura

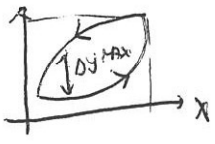
• Linearità: indicazione di quanto la curva di taratura si discosta da un andamento teorico. Si definisce una retta approssimante in genere passante per gli estremi. L'errore di non linearità è il max. discostamento della curva dalla retta



• Ripetibilità: parametro che quantifica l'attitudine di un sensore a fornire valori in uscita poco differenti ha ogni qualvolta si presenta lo stesso ingresso in momenti ≠. La variazione è dovuta alla grandezza di influenza

• Stabilità impropria: capacità del sensore a mantenere le proprie caratteristiche di funzionamento inalterate in un intervallo di t lungo

• Isteresi: definisce come l'uscita del sensore sia influenzata dai valori passati che esso ha assunto (memoria del sistema)



$$\Delta x_{isteresi} = \frac{\Delta y_{max}}{S}$$

• funzione di influenza: azione di una determinata grandezza di influenza su una delle caratteristiche metrologiche

master copy