BIOSENSORI

- Prof. Alessandro Togneti
- Slide sul file di teams + lezioni registrate su teams
- Esame telematico → scritto: 1 esercizio + domande teoriche (45 min)
  → orale: nella stessa sessione dello scritto
- Ricevimento: mercoledì mattina dalle 9.30
- Vecchi compiti con le soluzioni su teams

Lucia Arcarisi → lucia.arcarisi@dii.unipi.it

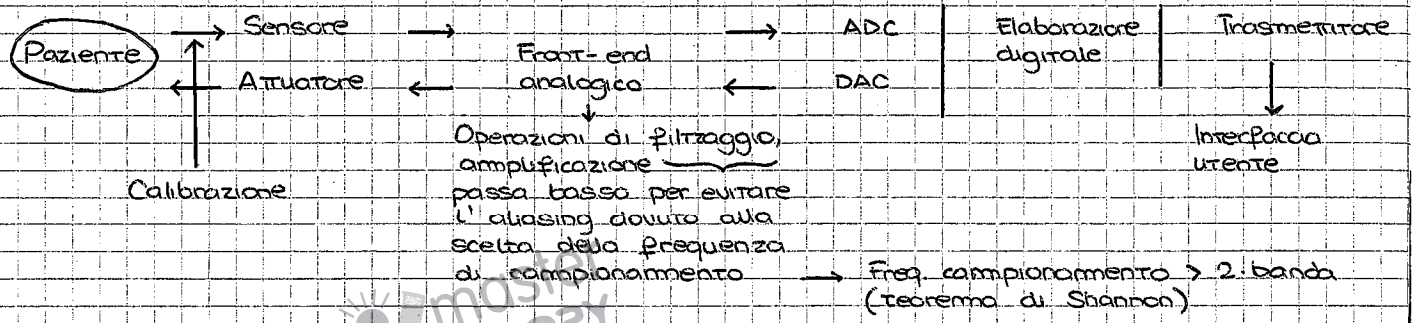
master COPY
master COPY
master COPY
master COPY

SENSORE

29/09

Prima interfaccia col paziente, dispositivo da inserire in un dispositivo elettromedicale

Paziente che interagisce col sistema di misura biomedico, il sensore misura delle grandezze fisiche e le preleva. Dal paziente prelevo una grandezza fisica, dal sensore fuoriesce una grandezza elettrica (trasduzione del segnale)



Se il sensore è all'interfaccia, è in contatto con l'ambiente biologico

Attuatore: va dal feedback del dispositivo medicale al paziente e gli trasmette energia

- utile per interventi terapeutici
- in ambito biomedico non misuro grandezze spontanee del paziente ma le sue interazioni con energie (es. ecografie: mando ultrasuoni e ottengo degli echi con cui ricostruisco delle immagini) (es. misurazione dell'impedenza toracica: inietto una corrente con degli elettrodi e con altri ne misuro la tensione per poi farne il rapporto → attuatore = generatore di corrente)

  Per le termografie non ho bisogno di attuatori (temperatura) e anche per i biopotenziali (elettrocardiogramma, elettroencefalogramma ecc)

Calibrazione: verifica che il sistema di calibrazione funziona in modo corretto e che l'errore sia minimo, il segnale di calibrazione è noto e di conseguenza sappiamo che uscita aspettarci, dalla differenza tra OUT reale e OUT atteso ottengo l'errore, se grande il sistema degrada

SENSORE

grandezza fisica non elettrica → SENSORE → grandezza fisica elettrica

ingresso = MISURANDO (X) — uscita in funzione della variazione del misurando che varia in funzione del tempo (Y)

$Y = F(X)$

Uso il sensore per stimare, la grandezza che tocco con mano è Y

CLASSIFICAZIONE DELLE MISURE

① Non invasiva: prelevo il segnale senza causare traumi o lesioni al paziente

② Invasive: glucosio con prelievo, misurazione della gittata cardiaca

Oppure

① Misure attive: segnale elaborato e' emesso dall' apparecchio biomedico e ne ricavo l' interazione (es. ecografie)

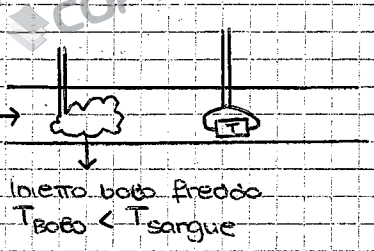
② Misure passive: il segnale proviene spontaneamente dal paziente (es. misurazione della temperatura)

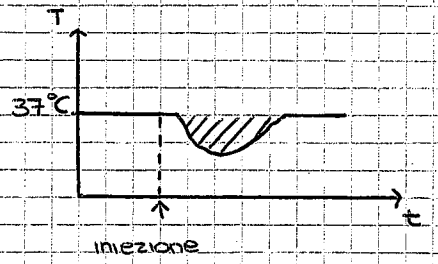
Oppure

① Misure dirette: rilevo direttamente la quantita' fisica d' interesse

② Misura indiretta: misuro una grandezza per ottenerne altre basandomi su relazioni matematiche (es. misurazione della gittata cardiaca)







Prima la temperatura torna a $T_{sangue} = 37°C$ e maggiore e' la portata del vaso

$$P = F\left(T_M(t)\right)$$

Misuro una temperatura da cui ottengo una portata cardiaca → metodo indiretto

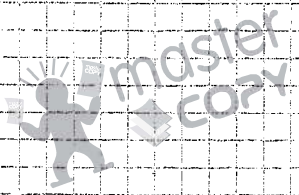
Oppure in base

① Grandezza misurata

② Principio di trasduzione

③ Sistema fisiologico analizzato

④ Specialita' medica

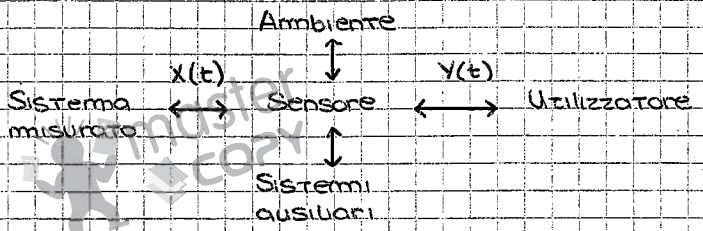


SENSORI

Dispositivo che prende il misurando in ingresso e la trasforma in una grandezza elettrica (I o V) in uscita, se il misurando varia nel tempo, anche OUT. L'uscita è la quantità effettivamente disponibile all'utilizzatore = osserviamo l'uscita per stimare il misurando

$$Y(t) \rightarrow \begin{matrix} I \\ V \end{matrix} \qquad X(t) = F_0(Y(t))$$

Il sensore interagisce con diversi fattori esterni



A parità di misurando l'uscita varia anche in funzione della temperatura e di altri fattori esterni dovuti all'interazione con l'ambiente (aspetto svantaggioso)

OUT varia in funzione di grandezze diverse dal misurando, minore è questo effetto, migliore è la performance

Per ottenere il misurando devo individuare la funzione matematica che lo lega all'uscita

$X(t) = f_d(Y(t))$ Funzione di conversione diretta

$Y(t) = f_i(X(t))$ Funzione di conversione indiretta

dal misurando ottengo l'OUT

Se non le conosco non posso effettuare la misura

Ricavare in modo quantitativo una stima della grandezza X(t) che non è direttamente "osservabile" ma si "manifesta" tramite l'uscita del sensore Y(t)



$+ f_D$

TARATURA

Metodologia di caratterizzazione del sensore per definire delle caratteristiche metrologiche di un sensore che mi permettano di ricavare X in funzione di Y

↳ Con la taratura ottengo f_D e/o f_i

Confronto la misura con quella di uno strumento di riferimento (ground truth)

TARATURA ≠ CALIBRAZIONE

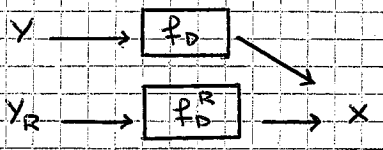
agisco sul sensore modificandone alcuni parametri per renderlo più accurato (non sperimentale)



Taratura → f_D $\quad X = f_D(Y)$

Come viene fatta sperimentalmente la taratura?

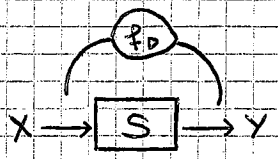
① Sistema misurato → S → Y, SR → Y_R ↻ non devono essere uguali → sensore di riferimento di cui conosco f_D^R

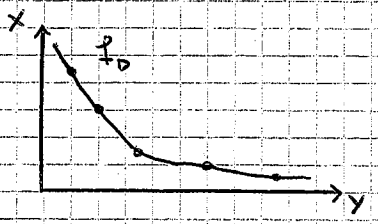


② Imporre misurandi noti

X	Y
x_0	y_0
x_1	y_1
⋮	⋮

Grazie alla tabella posso costruire f_D per punti





① Utilizza il ground truth e può essere usata anche per misurazioni non statiche

② Misurazioni quasi statiche

Taratura: procedure sperimentali per costruire la funzione di conversione