Strumentazione biomedica

- DOVE SI UTILIZZA:
  - Diagnostica
  - Terapeutica o di monitoraggio
  - Riabilitativa

Caratteristiche in base all'uso:
- CLINICO: semplice da usare, precisione sufficiente, alta affidabilità, di tipo "PROPRIETARIO" (in determinato e limitato di funzioni)
- RICERCA: alta versatilità, sufficiente affidabilità, di tipo "APERTO"
  - ANALOGICA
  - DIGITALE

- Precisione: di dare stessa risposta
- Accuratezza: differenza che c'è tra la misura che voleva e quella effettiva (esempio del termometro)

A livello di precisione del seguente posso quantificare la misura, per quanto riguarda l'accuratezza non è detto che possa conoscere il valore vero e proprio.
- Risoluzione: minima variazione di ingresso apprezzabile all'uscita
- Soglia di sensibilità: minimo valore dell'ingresso per cui avrò un'uscita diversa da 0
- Riproducibilità (ripetere)
  ↳ stesta uscita nel tempo per fare una stima per ogni tipo di misura.

PRINCIPI BASE PROGETTAZIONE

- Assicurare che non ci siano variazioni sulla quantità da misurare
- Salvaguardare la sicurezza del paziente

Caratteristiche dei segnali biologici

- Necessità di Amplificazione } PICCOLE AMPIEZZE
- Nr. bit di conversione A/D adeguato }

- Preamplificatori } BASSI RAPPORTI SEGNALI – RUMORE
- Filtri }

- Frequenze componenti opportune } BANDE
- Reiezione offset } BASSA FREQUENZA

↳ "modo comune"

CMRR = COMMON MODE REACTION RATIO

PREAMPLIFICATORI per BIOSEGNALI

- Alto CMRR (>80 dB)
- Alta impedenza ingresso
- Alto guadagno
- Larghezza banda non estesa

I segnali si dividono anche in:

Basali: legati alla fisiopatologia

Evocati: ottenuti come risposta ad uno stimolo esterno.

Temporali (ECG, EEG)

Spaziali (radiografie)

Spazio-tempo (RMN funzionale)

master COPY COPISTERIA

Biopotenziali: - segnali elettrici di origine biologica

pre-amplificatore → filtro → Amplificatore principale → Convertitore A/D

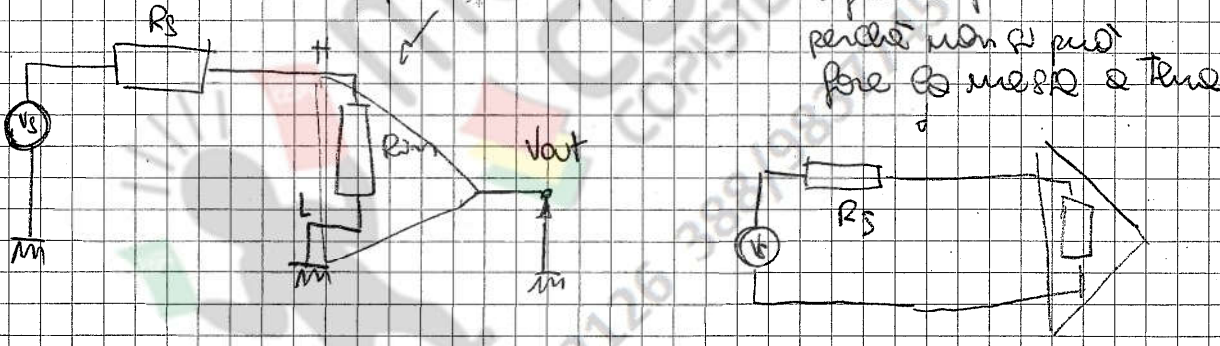
PRE-AMPLIFICATORE → è essenziale per i segnali biomedici

Gli stadi di ingresso

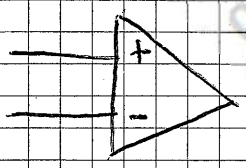
possono essere single-ended o differenziali

↓ hanno un punto a comune

↓ si misura un segnale positivo perché non si può fare la misura a terra



OPAMP



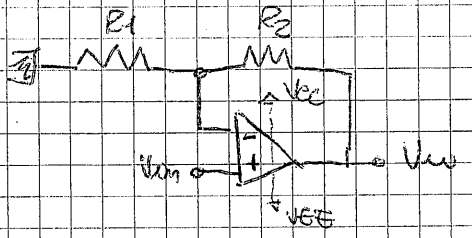
- ingresso diff. e uscita singola
- guadagno infinito
- res. di ingresso infinita
- res. di uscita nulla
- CMRR infinito
- banda infinita
- il prodotto guadagno banda è costante

ha un guadagno infinito ed è un amplificatore di tensione "perfetto"

AMPLIFICATORE NON INVERTENTE

Resistenza di ingresso infinita e di uscita nulla

$$V_u = A\left(V_{in} - V_u \frac{R_1}{R_1+R_2}\right)$$



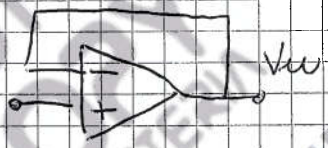
$$V_u = V_{in} \frac{A}{1+\frac{AR_1}{R_1+R_2}} \simeq \left(1+\frac{R_2}{R_1}\right)$$

ho ottenuto un guadagno regolabile

BUFFER

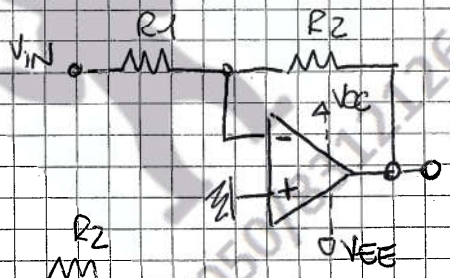
Ripresa il regime di ingresso

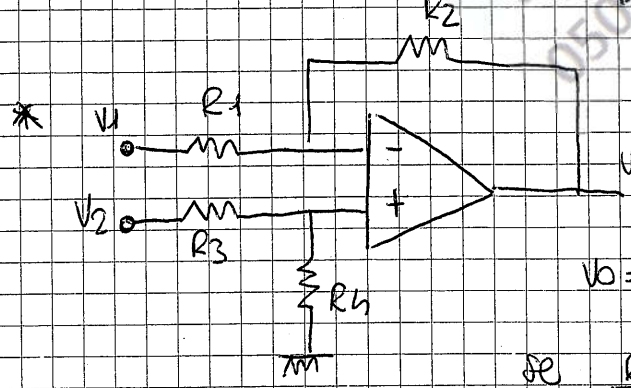
$$V_u = A(V_{in} - V_u) = V_{in}\frac{A}{1+A} \cong 1$$



AMPLIFICATORE INVERTENTE

$$V_u = A\left(-V_{in}\frac{R_2}{R_1+R_2} - V_u\frac{R_1}{R_1+R_2}\right) = -V_{in}\frac{R_2}{R_1}$$





$$V_0 = -\frac{R_2}{R_1}V_1 + \left(1+\frac{R_2}{R_1}\right)\frac{R_4}{R_4+R_3}V_2$$

se $\frac{R_2}{R_1} = \frac{R_4}{R_3}$ $\quad V_0 = -\frac{R_2}{R_1}V_1(V_1-V_2)$

$$CMRR = \frac{|A_D|}{|A_C|} = \frac{|A_1-A_2|}{2|A_1+A_2|} \qquad CMR_{dB} = 20\log\frac{|A_D|}{|A_C|}$$

AMPLIFICATORE DIFFERENZIALE *

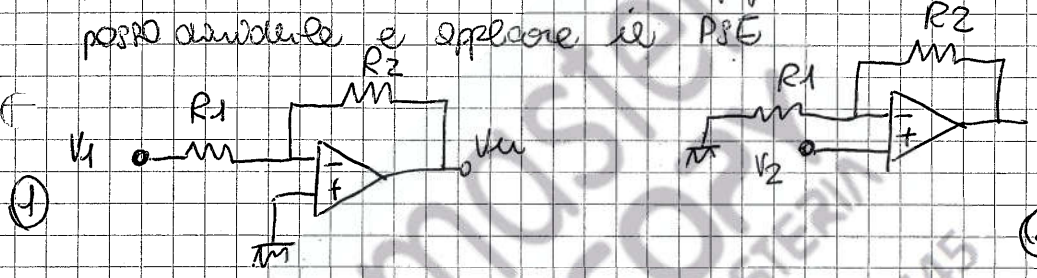
Ogni segnale è considerato da una componente di modo comune e una differenziale

$V_D = V_1 - V_2$ tensione diff. (guadagno A_D)

$V_C = \frac{V_1 + V_2}{2}$ tensione di modo comune (guadagno A_C)

Allora posso scrivere i segnali come: $V_1 = V_C + \frac{V_D}{2}$ $V_2 = V_C - \frac{V_D}{2}$

In questo caso ho entrambe le componenti insieme e posso dividerle e applicare il PSE



① ②

$V_{out_1} = -\frac{R_2}{R_1} V_1 = A_1 V_1$ $\qquad$ $V_{out_2} = \frac{R_1+R_2}{R_1} \cdot V_2 \frac{R_4}{R_3+R_4} = A_2 V_2$ (tensione due +)

$V_{out} = V_{out_1} + V_{out_2} = A_1 V_2 + A_2 V_2$

$V_{out} = (A_1 + A_2) V_C + (A_1 - A_2) \frac{V_D}{2} = A_C V_C + A_D V_D$

Il guadagno risulterà:

① $A_C = \left.\frac{V_{out}}{V_C}\right|_{V_D=0} = A_1 + A_2 = -\frac{R_2}{R_1}\left[1 - \frac{1 + R_1/R_2}{1 + R_3/R_4}\right]$

② $A_D = \left.\frac{V_{out}}{V_D}\right|_{V_C=0} = \frac{A_1 - A_2}{2} = -\frac{1}{2}\frac{R_2}{R_1}\left[1 + \frac{1 + R_1/R_2}{1 + R_3/R_4}\right]$

Noi non vogliamo mai amplificare il modo comune ma solo il differenziale e per questo uso l'amplificatore differenziale. $A_1 + A_2$ vorrei che fosse zero quindi. Se $R_1/R_2 = R_3/R_4$ quindi elimino il modo comune