ELETTRONICA BIOMEDICA:

Dal punto di vista elettronico tutte le apparecchiature elettroniche sono fatte allo stesso modo. Vedremo quindi dei blocchi principali con cui costruire queste apparecchiature.

Analizzeremo in particolare l'AMPLIFICATORE DA STRUMENTAZIONE cioè l'IN-AMP (dall'inglese instrumentation amplifier), che è un caso particolare di amplificatore differenziale, e l'AMPLIFICATORE DA ISOLAMENTO (isolation amplifier).

L'amplificatore da isolamento è un oggetto importante che evita che la tensione di rete vada a finire sul paziente, se ad esempio c'è un guasto, o non funziona l'apparecchiatura collegata al paziente. Con questo oggetto il paziente è protetto dai danni all'apparecchiatura (ed anche l'apparecchiatura è protetta dal paziente)

Il segnale biomedico è un segnale molto piccolo, per esempio l'ECG ha un'ampiezza tra i μV ed i mV. Serve quindi qualcosa che porti il segnale dai μV-mV a circa qualche V, questo si può fare usando un amplificatore.

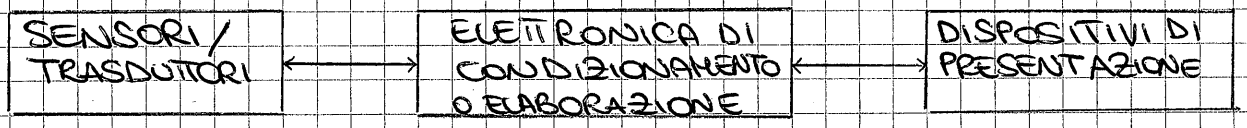
È importante inoltre pulire il segnale o prima o dopo l'amplificazione.

Bisogna anche tener conto che il segnale biomedico è un segnale a frequenze molto basse.

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

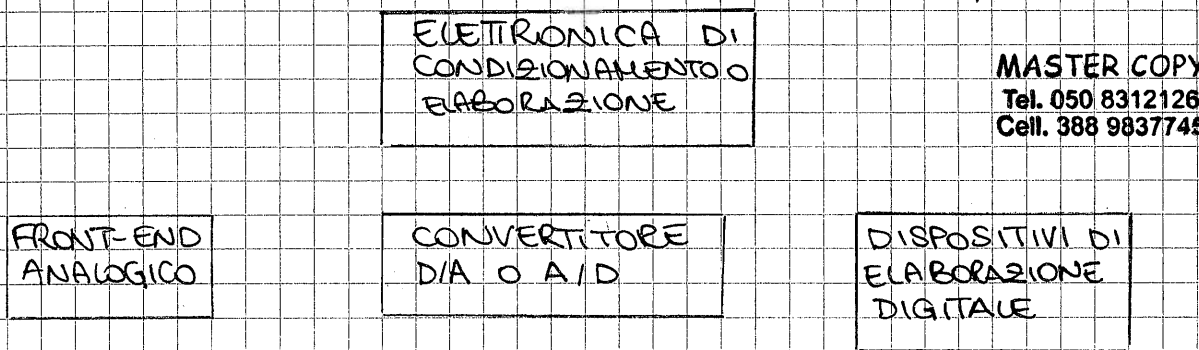
SCHEMA A BLOCCHI:

Per ogni apparecchiatura elettronica, lo schema a blocchi del circuito si può schematizzare in questo modo



Il primo blocco serve perchè alcuni segnali biomedici che preleviamo sono già segnali elettrici, altri invece no e devo convertirli in segnali elettrici.
Nel primo caso posso semplicemente usare degli elettrodi mentre nel secondo caso ho bisogno di un sensore o trasduttore.

Nel secondo blocco troviamo: il front end analogico che è l'oggetto che interagisce direttamente con l'esterno, è l'oggetto più vicino al sistema sotto osservazione; i dispositivi di conversione analogico-digitale e digitale-analogico; il microprocessore o il microcontrollore che si occupano dell'elaborazione digitale.



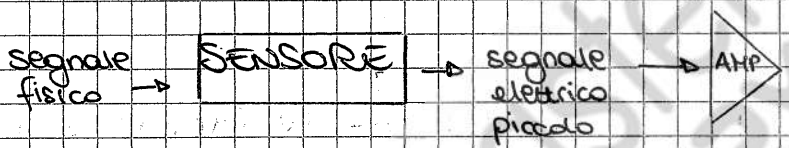
MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

FRONT-END ANALOGICO

Ha il compito di amplificare il segnale che prende in ingresso.

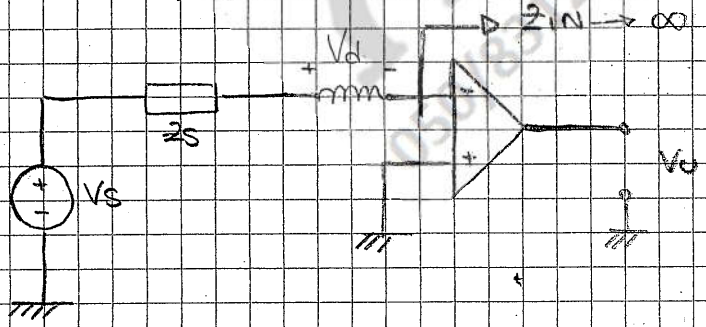
Abbiamo detto che i segnali biomedici sono segnali molto piccoli in ampiezza e a bassa frequenza (tra 0.005 e 500 Hz), questo vuol dire che tutte le interferenze di rete a 50 Hz e sottomultipli, possono agire sul segnale. Vogliamo quindi un amplificatore intelligente che mi rimuova anche eventuali disturbi.

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745



Se voglio schematizzare tutto quello che è a sinistra del mio blocco sensore, posso usare l'equivalente di Thevenin o di Norton (a seconda del fatto che io abbia una tensione o una corrente)

Supponendo di avere una tensione, usiamo l'equivalente di Thevenin ed abbiamo:



Vs è il mio segnale rispetto al riferimento con impedenza pari a Zs

$V_U = AV_{IN} = AV_S$

Posso disinteressarmi della sorgente se conosco la tensione in uscita dal mio blocco sensore e l'impedenza.

Collego quindi tensione ed impedenza al mio amplificatore.

Nel caso ideale l'amplificatore ha un'impedenza di

ingresso infinita, per cui la tensione in ingresso al mio amplificatore è proprio Vs.
Ma nella realtà per collegare sorgente ed amplificatore uso dei fili metallici. Il filo metallico circondato da un dielettrico non è altro che un'induttanza. Posso trascurare la resistenza del filo.
Se io ho una rete elettrica ho un'altra induttanza, potrei avere quindi un accoppiamento mutuo tra queste induttanze (induttanze parassite del circuito ed induttanze del circuito di rete) e potrei generare un segnale di disturbo Vd.
Per cui anche utilizzando un amplificatore ideale ($Z_{IN} \to \infty$) che equivale a trascurare Zs, avrò:

$$V_U = A(V_{IN} + V_d)$$

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 333 9837745

Amplifico quindi della stessa quantità sia il segnale che il disturbo. Se il segnale di disturbo è grande (accoppiato induttivamente o capacitivamente), questo mi nasconde il segnale di ingresso Vs, che è quello che voglio amplificare.
Idealmente vogliamo amplificare il segnale ed eliminare il disturbo.

Supponiamo di aver eliminato tutti i disturbi (ad esempio disturbi di temperatura, disturbi dovuti all'invecchiamento), supponiamo di avere un dispositivo insensibile a disturbi interni o esterni, abbiamo comunque un problema.
Infatti per temperature superiori allo $\emptyset K$ è presente un segnale di disturbo noto come RUMORE ELETTRONICO.

Questo rumore elettronico può essere attenuato, ma mai eliminato.

Per eliminarlo potremmo metterci a $\emptyset$ K, ma a questa temperatura gli elettroni sono tutti fermi perché non hanno abbastanza energia per muoversi.

Per temperature superiori allo $\emptyset$ K, gli elettroni si muovono grazie all'energia termica, anche in assenza di una corrente.

Quindi i segnali di disturbo possono essere:

- ESTRINSECI → accoppiamento magnetico
- INTRINSECI → invecchiamento
- RUMORE ELETTRONICO

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Avviamente vogliamo un amplificatore che:

- amplifichi il segnale (As regolabile)
- non amplifichi i disturbi (Ad nullo)

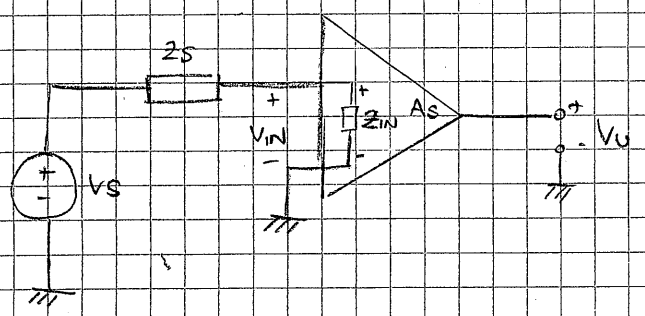
As accurata, regolabile nella banda di interesse

Ad = 0 sempre nella banda di interesse

Vogliamo anche altre due condizioni:

- idealmente vorrei avere $Z_{IN} \to \infty$, così che il mio amplificatore non assorba corrente.

Se prelevo corrente quando attacco l'amplificatore alla sorgente, sto prelevando energia dalla sorgente, quindi sto falsando il risultato.



$$V_{IN} = \frac{Z_{IN}}{Z_{IN}+Z_S} V_S$$

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745