



Amplificazione di segnali deboli

Con il nome di *segnali deboli*, si identificano quei segnali la cui ampiezza si mantiene sotto il millivolt. Un generatore di segnale debole può essere, per esempio, un segnale biologico, una termocoppia o un ponte di resistenze. Il segnale deve essere di solito amplificato da 1.000 a 10.000 volte.

Se il generatore di segnale si trova relativamente vicino all'amplificatore e il suo terminale di massa può essere collegato direttamente alla massa dell'amplificatore (generatore flottante, **fig. 1**), in modo che non esista nessun altro collegamento verso massa nel percorso tra il generatore e l'amplificatore, si possono utilmente impiegare gli amplificatori invertenti e non invertenti in configurazione base.

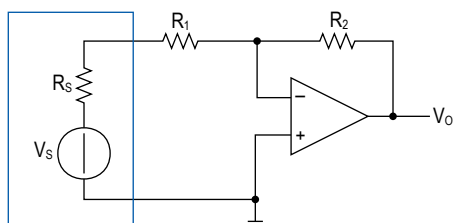


Fig. 1. Amplificatore invertente con punto di massa in comune con il segnale.

Se, invece, il generatore possiede un suo percorso di massa, cioè va a terra in un punto diverso dalla terra dell'amplificatore, non è possibile usare un amplificatore single ended (**fig. 2a**), perché la differenza di potenziale tra i due punti di massa (causata da squilibri nelle correnti di massa, forze elettromotrici indotte, ecc.) si presenta come un segnale (e_g , **fig. 2b**) in serie al segnale vero e proprio (V_s) e risulta amplificato con il segnale stesso.

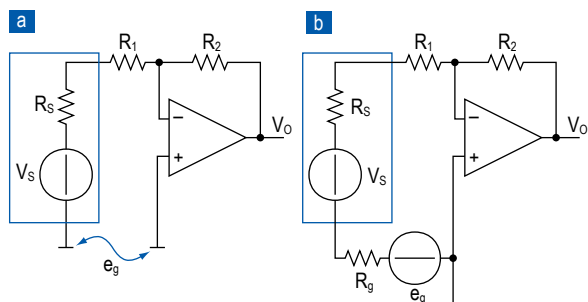


Fig. 2. Amplificatore con punto di massa distinto dal segnale.

È il caso, per esempio, dell'elettroencefalogramma (**fig. 3**) dove i segnali prelevati sono dell'ordine dei 50 μV , con il riferimento preso sul petto e con il paziente che può risultare con una tensione di modo comune da 1 mV fino a 100 mV rispetto alla massa.

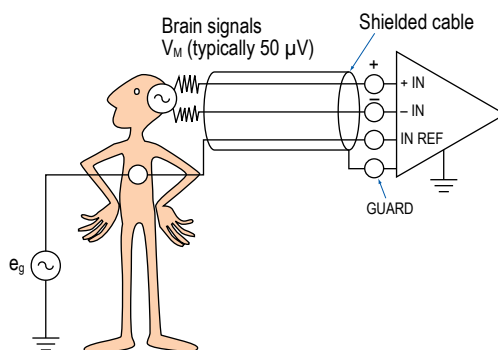


Fig. 3. Elettroencefalogramma.

In questi casi occorre usare un amplificatore differenziale, in modo che il generatore di rumore di massa si presenti come un segnale di modo comune (**fig. 4**).

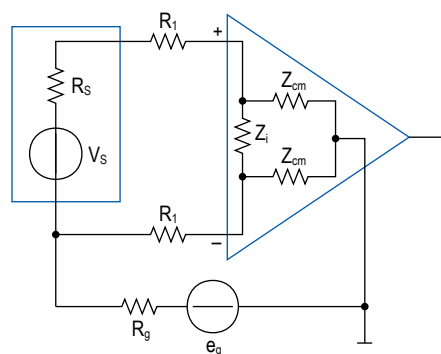


Fig. 4. Amplificatore differenziale con evidenziato il disturbo di massa.

Questa soluzione può comunque dare origine a un disturbo equivalente differenziale se esiste asimmetria nelle resistenze dei due rami di collegamento (R_1) ed anche per la presenza stessa di R_s . Indicando con R_u lo sbilanciamento resistivo complessivo (**fig. 5**), il segnale differenziale che si crea agli ingressi, causato dal solo disturbo di massa e_g , vale:

$$e_g \frac{R_{cm}}{R_u + R_{cm}} - e_g = -e_g \frac{R_u}{R_{cm}}$$

Ciò significa che il disturbo di modo comune di terra (e_g) si presenta comunque in uscita, con un guadagno:

$$A_{cm} = A_d \frac{R_u}{R_{cm}} \quad CMRR = \frac{A_d}{A_{cm}} \cong \frac{R_{cm}}{R_u}$$

È necessario perciò utilizzare amplificatori differenziali con R_{cm} grande (e bilanciata).

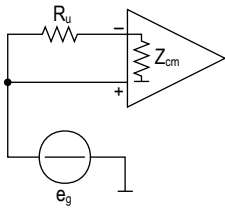


Fig. 5. Segnale differenziale causato dal disturbo di massa.

Per esempio, se $R_u = 1 \text{ k}\Omega$ (molto piccolo) e si vuole avere $CMRR = 100 \text{ dB}$, occorre una $R_{cm} > 10^8 = 100 \text{ M}\Omega$, perciò grande.

Un forte sbilanciamento nelle resistenze dei fili di collegamento (R_u grande) si ha nel prelievo di segnali biologici mediante elettrocardiografi (fig. 6), dove un elettrodo è messo a massa, lontano dal cuore,

per esempio poco sopra una delle caviglie, e gli altri sono riferiti a quello e prelevati mediante inseguitori di tensione e switch analogici. In questo caso l'impedenza sui due rami, di segnale e di riferimento, è molto diversa. Sono necessari perciò amplificatori con R_{cm} veramente molto grande.

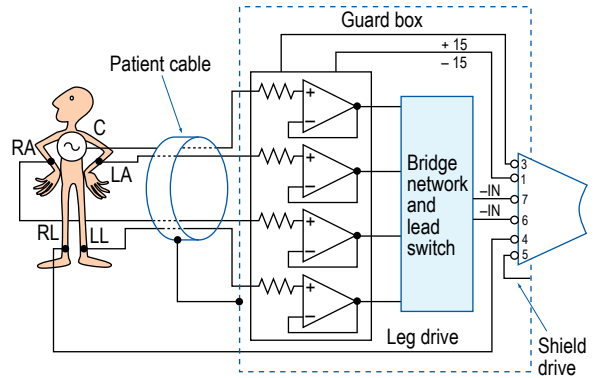


Fig. 6. Circuito per EKG.

Nel prelievo di segnali biologici, inoltre, occorre garantire un perfetto isolamento galvanico tra apparecchiatura e paziente e si usano quindi gli amplificatori a isolamento.