

# Lezione # 13

23/01/2025

Elettrodinamica  $\Rightarrow \vec{v} \neq \vec{0}$

$$q \cdot \vec{v}$$



↳ sezione

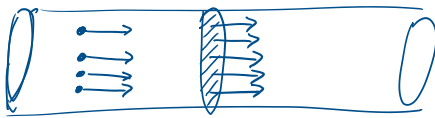
Moto casuale

$Q_{TOT}$  che attraversa la sezione  
se il moto è casuale

$$Q_{TOT} = 0$$

Moto ordinato

$$\vec{E} \neq \vec{0}$$



↳ sezione

$\Delta Q_{TOT}$  la quantità di carica che attraversa  
il conduttore in un intervallo di  
Tempo

$$\Delta t$$

$$\Delta Q_{TOT} \neq 0$$

$$i = \frac{\Delta Q_{TOT}}{\Delta t}$$

l'intensità di corrente  
elettrica

↳ intervallo di Tempo

$$[i] = \text{Ampere} = A$$

- Materiale in base alla facilità con cui avviene il passaggio di corrente:

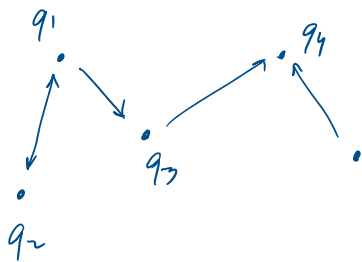
ISOLANTE: (CERAMICA, GOMMA, PASTICCIA) enorme difficoltà al passaggio di corrente

1) CONDUTTORE: (Cu, Metalli) ottima conduzione, passaggio di corrente

2) SEMI-CONDUTTORE: (Silicio)  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Conduttore} \\ \text{isolante} \end{array} \right.$

3) SUPER-CONDUTTORE:  $\left\{ \begin{array}{l} \text{a Temp. molto basse } T \rightarrow 0K \\ \Rightarrow \text{non offre alcuna resistenza al} \\ \text{passaggio di corrente} \end{array} \right.$

Ma quando si verificano le condizioni che consentono un passaggio di corrente?



Ad ogni configurazione spaziale di cariche elettriche  $\Downarrow$  coppia elettrostatica

Ad ogni configurazione corrisponde una coppia potenziale elettrico

$$V = \text{c.p. potenziale} \quad [V] = \text{Coulomb} = S$$

$$V = \frac{U}{q} \quad \text{coppia potenziale per unità di carica}$$

$$V = \text{Potenziale elettrico} \quad [V] = \frac{S}{C} = \text{Volt} = V$$

Tutte le volte che  $V$  oppure  $\Delta V \neq 0 \Rightarrow$  corrente elettrica  
 $i$

Ma quale è la relazione che lega  $\Delta V$  e  $i$ ?

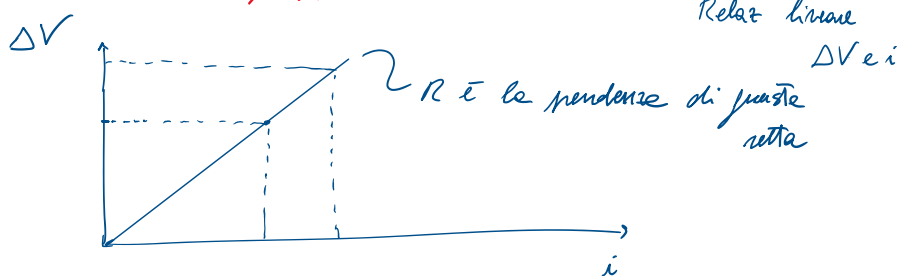
## Legge di Ohm

Per alcuni materiali "Ohmici" vale la relazione:

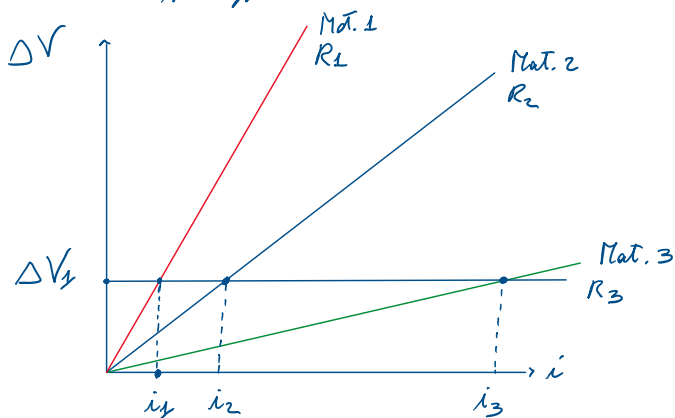
$$\Delta V = iR$$

LEGGE DI OHM

↳ Resistenza elettrica



$R$  è una proprietà intrinseca del materiale considerato che riflette la "resistenza" al passaggio di corrente



A parità di  $\Delta V_1 \Rightarrow i_3 > i_2 > i_1 \Rightarrow R_3 < R_2 < R_1$

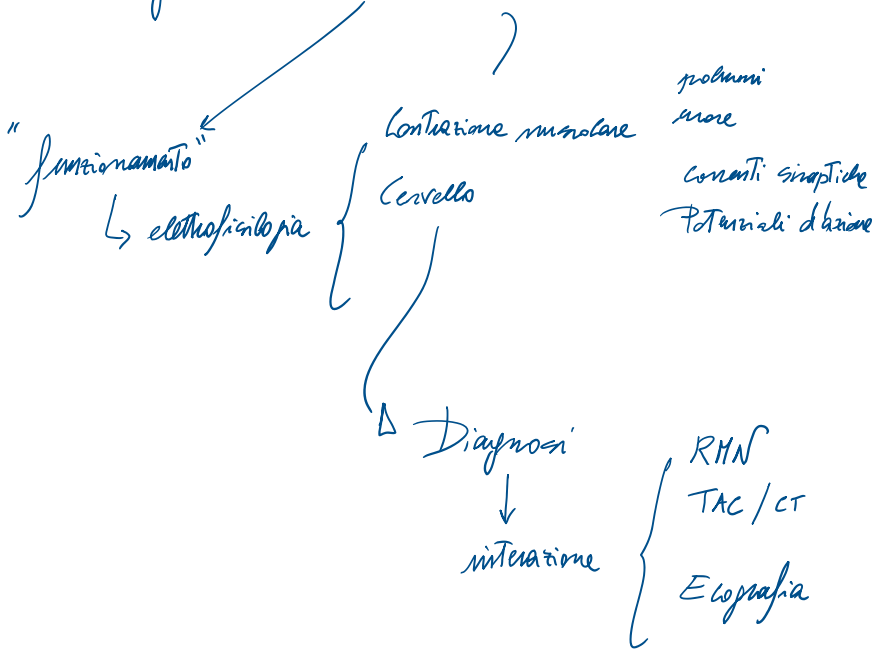
$\left\{ \begin{array}{l} \text{Isolanti} \Rightarrow R \nearrow \\ \text{Conduttori} \Rightarrow R \rightarrow \\ \text{Superconduttori} \Rightarrow R \rightarrow 0 \end{array} \right.$

$$[R] = \text{Ohm} = \Omega$$

Ma tutto questo vale solo per una classe di materiali detti

Ohmici...

### Electromagnetismo dell'interno del nostro corpo

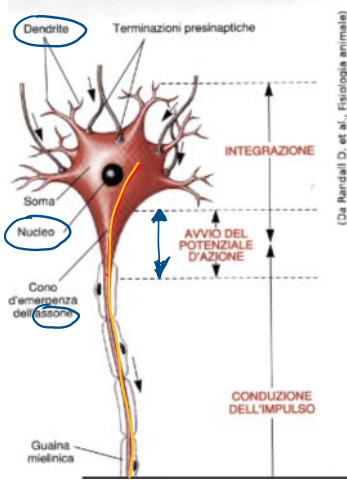


La maggior parte di questi fenomeni non si basano sulle leggi di Ohm!!!

Esempio:

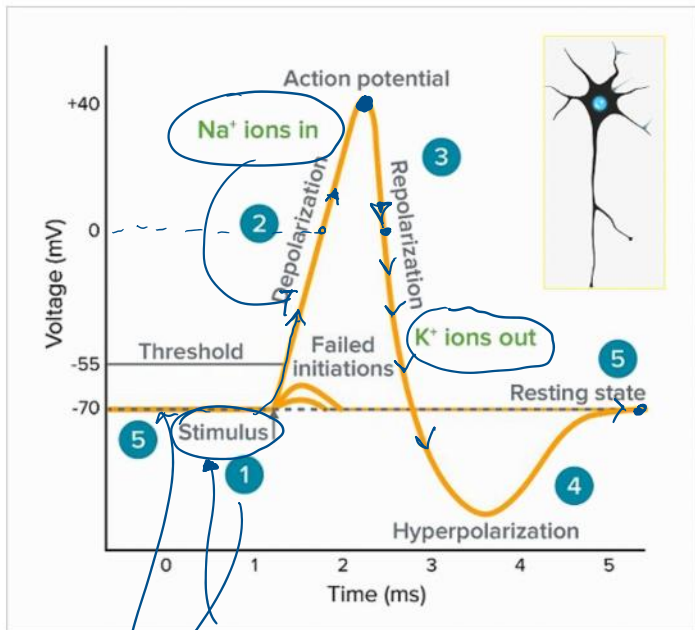
CERVELLO

Neurone:

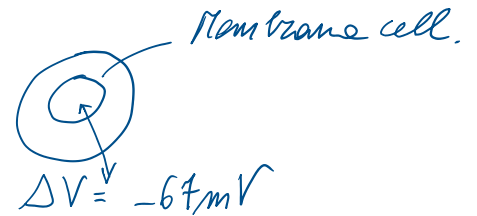


Il neurone è fortemente  
non Ohmico  
(Legge di Ohm)

## Potenziale d'azione

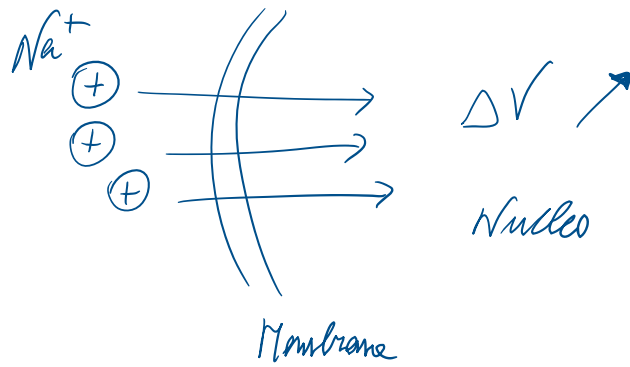


Un neurone si attiva  
quando genera una corrente  
elettrica



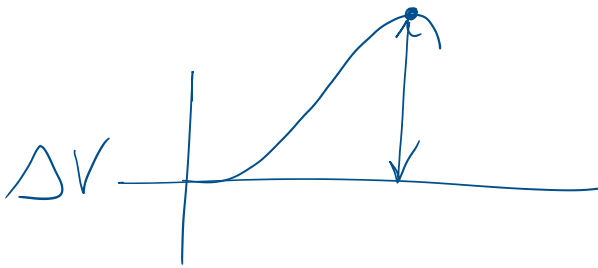
> 1) Arriva lo stimolo  $\Rightarrow$  attivazione  $\Rightarrow \Delta V \nearrow$   
apertura canale  $\text{Na}^+$





$\Delta V \nearrow$  ma  $i$  ???  $i = 0 \Rightarrow$  non vale legge di Ohm

$\Delta V = \star i$   $i = 0$  !!!



2) Non succede nulla fino a che  $\Delta V$  non diventa esattamente 38 mV

↳ Potenziale d'azione

↓  
Solo a questo punto si genera una corrente elettrica

↳ corrente sinaptica

3) Attraverso l'assone la corrente è trasmessa al prossimo neurone e così via

4) Neuronal avalanche

5) Ritorno all'equilibrio  $\rightarrow$  Ripolarizzazione  
con apertura canali  $K^+$   
e uscite di ioni potassio

$\downarrow$   
 $\Delta V \downarrow$  fino a tornare al valore  
iniziale  $\Delta V = -67 \text{ mV}$

Meccanismo : Pompa  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$

Queste correnti elettriche si possono misurare ad esempio

con EEG : Elettroencefalografia



Sensori

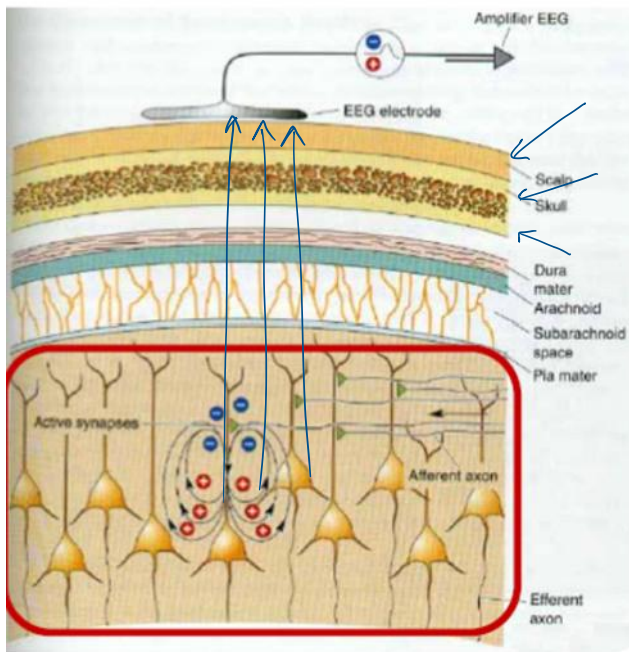
luffie di sensori

$\rightarrow$  Rivelare attivazioni  
cerebrali



Sensori  
 cuffie di sensori  
 ↳ Rivelare attivazioni cerebrali

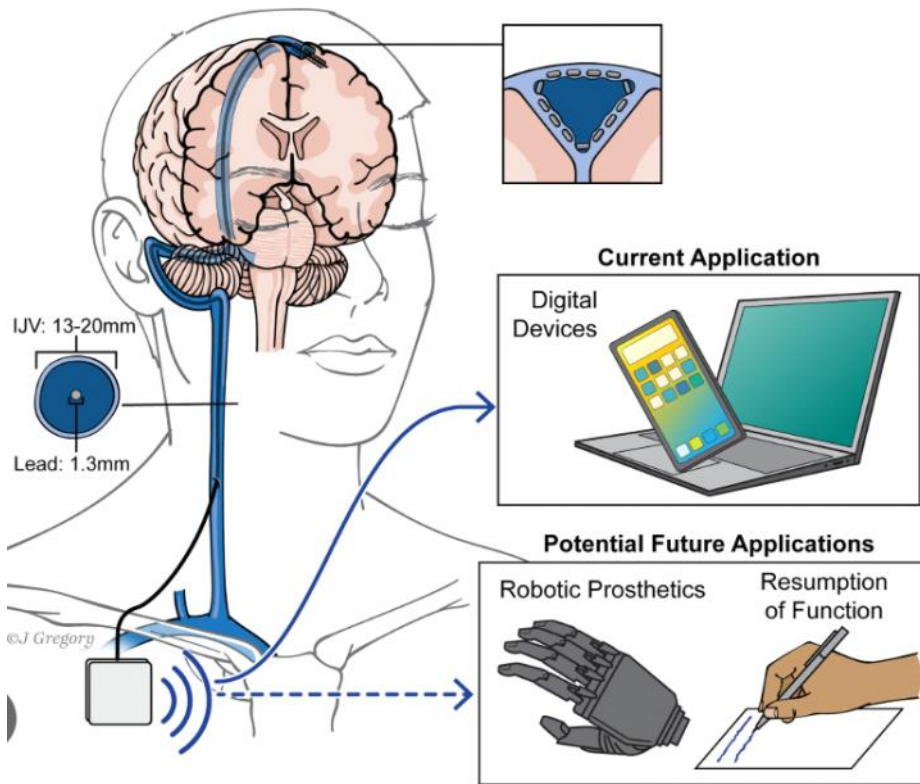
# Brain Computer Interface (BCI)



EEG  
 ↳ rilevare attività cerebrale  
 ↳ ~~non~~ per bypassare una disconnessione del sistema nervoso

Diverse applicazioni BCI:

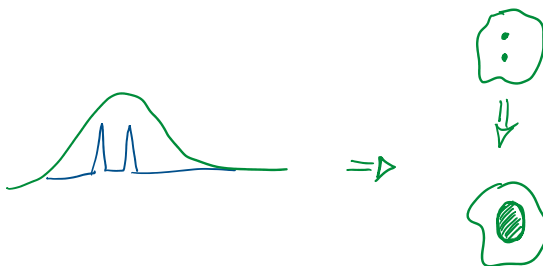




## TECNICHE DI IMAGING

{  
 ECOGRAFIA  
 RMN  
 CT

1) Risoluzione spaziale → abilità di distinguere strutture molto piccole

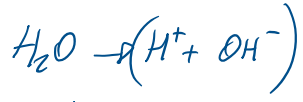


2) Invasività      Invasiva  
|

↳ Energia assorbita

↳ radiaz. ionizzanti: (altamente invasive)  
pericolose

Rompono le molecole



radiazioni non ionizzanti

(non-invasive)

- RMN
- EEG
- MEG

Ecografia

- X-rays
- CT
- PET
- SPECT

## - Ecografia -

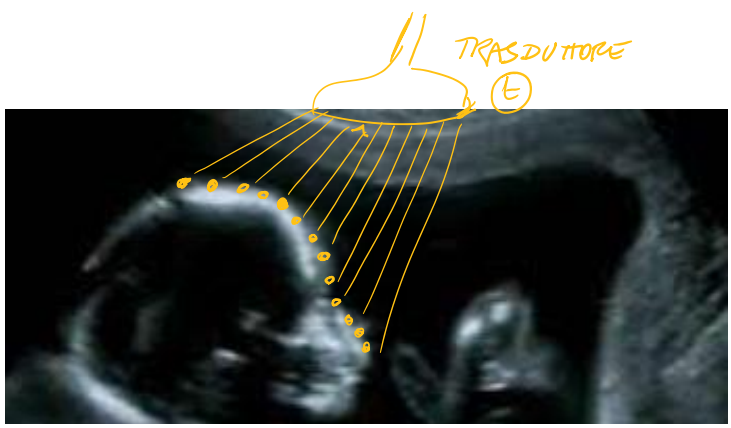
Onde non elettromagnetiche

↳ acustiche → suoni

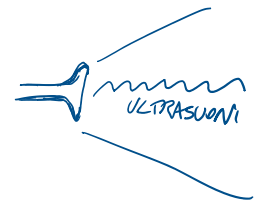


Ultrasuoni

↗ ≥ 20.000 Hz  
↑  
(NI)



TRASDUTTORE



Piezoelettrico  
Campo elettrico oscillante

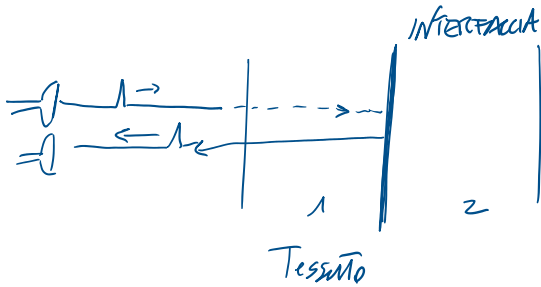


Piezoelettrico  
 Campo elettrico oscillante



Trasduttore è sia emettitore di ultrasuoni ma anche li riceve  
 1% li emette  
 99% " ascolta

Formazione di un eco:



$$2d = vt$$

la conosce  
 ↓  
 lo stima  
 ↑

$$d = vt/2$$

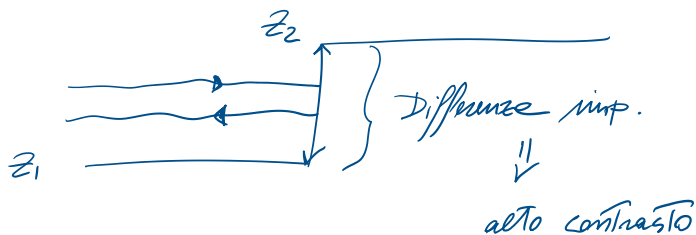
Calcolo la posizione dell'eco => formare l'immagine

Il contrasto dipende dall'impedenza acustica:

$$Z = \rho v$$

↳ v. suono  
 ↳ Densità del tessuto

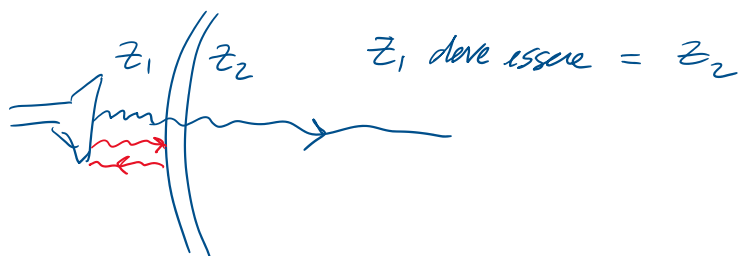
Interfaccia = un "salto" nei valori di  $z$



Se i due tessuti hanno una impedenza acustica molto simile  $\Rightarrow$  non c'è contrasto e non riusciamo a distinguerli.

Perché il gel?

$\hookrightarrow$  il gel è tessuto equivalente ed ha quindi lo stesso  $z$  del tessuto successivo  $\Rightarrow$  non si forma un'eco all'uscita del trasduttore



- Vantaggi:
- 1) Non invasivo  $\rightarrow$  nessuna radiaz. elett. METRESNOMI
  - 2) Economica
  - 3) Veloce
  - 4) Portatile

- Svantaggi:
- 1) Risoluzione spaziale bassa
  - 2) Dipendente dal radiologo completamente