

facciamo i conti con la musica

Angelo Gavezzotti

Circolo Filologico, 13 novembre 2024

Allegro con brio ed appassionato

cresc.

sf *f* *ff*

sf *mezzo p* *poco ritenente* *a tempo* *cresc.*

Beethoven, sonata op. 111

Maurizio Pollini

milanese di adozione:

**il "clan" dei roveretani,
Gino Pollini,
Renata e Fausto Melotti**



...il premio per il fungo più bello...

La madre di Maurizio era Renata Melotti,
sorella dello scultore Fausto Melotti
il padre era il famoso architetto Gino Pollini (Pollini e Figini)

da Rovereto, Vacanze di famiglia sull'altopiano di Folgaria
al rifugio ai Fiorentini
una amica che era con lui da bambini mi racconta:
il premio per chi trovava il fungo più bello
era sempre uno spartito musicale!

**prima parte:
la fisica e la tecnica**

il suono:

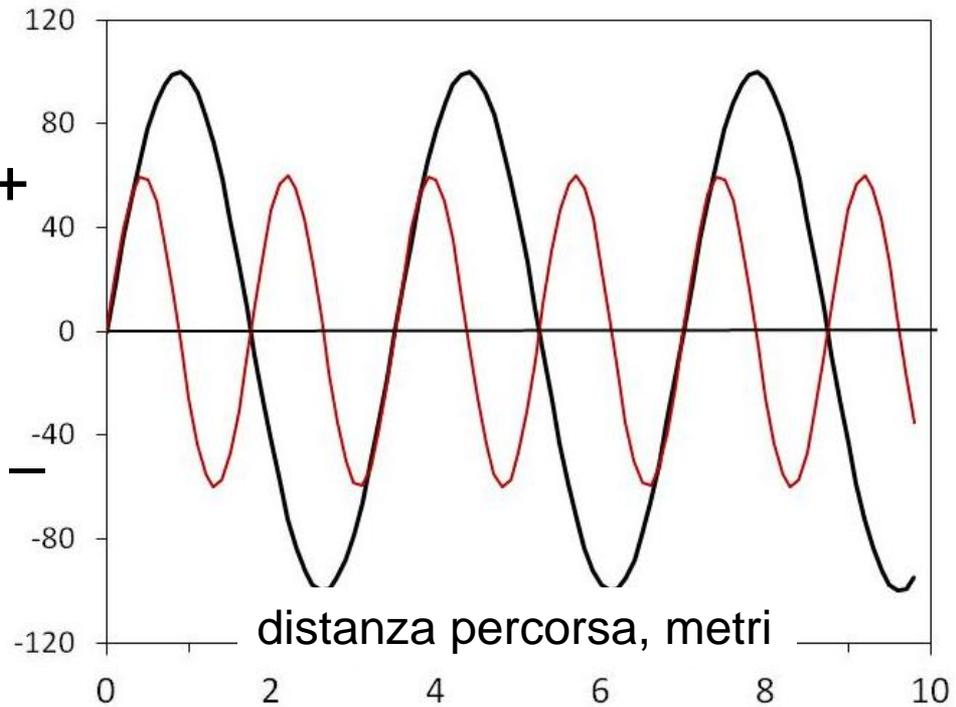
**un'onda di pressione nell'aria,
velocità: ≈ 350 metri al secondo**



pressione +

pressione -

(milliPa-Pa*)



FREQUENZA:

1 ciclo= 3.5 metri = 0.01 secondi

100 cicli/secondo = 100 hertz (Hz)

rosso: frequenza doppia, suono più acuto, intensità minore

*per confronto: atmosfera = 101300 Pa

la lunghezza d'onda λ è correlata alla frequenza ν da:

$$\lambda = c / \nu$$

c velocità, 350 metri/secondo

ν frequenza, 100 cicli/secondo

lunghezza d'onda = 3.5 metri/ciclo

non confondere onde sonore con onde elettromagnetiche (luce)

il suono si propaga solo in un mezzo elastico come l'aria

la luce si propaga anche nel vuoto

l'emissione del suono musicale: come mettere in vibrazione l'aria

- corde vocali
- corda percossa
- corda sfregata
- corda pizzicata
- ancia in vibrazione
- aria in tubo metallico

voce umana
pianoforte
violino, archi
chitarra, mandolino
clarinetto, oboe
trombe, corni
flauto

aria
una corda per nota
lunghezza e cavato
lunghezza
tasti
labbra e pistoni
labbra

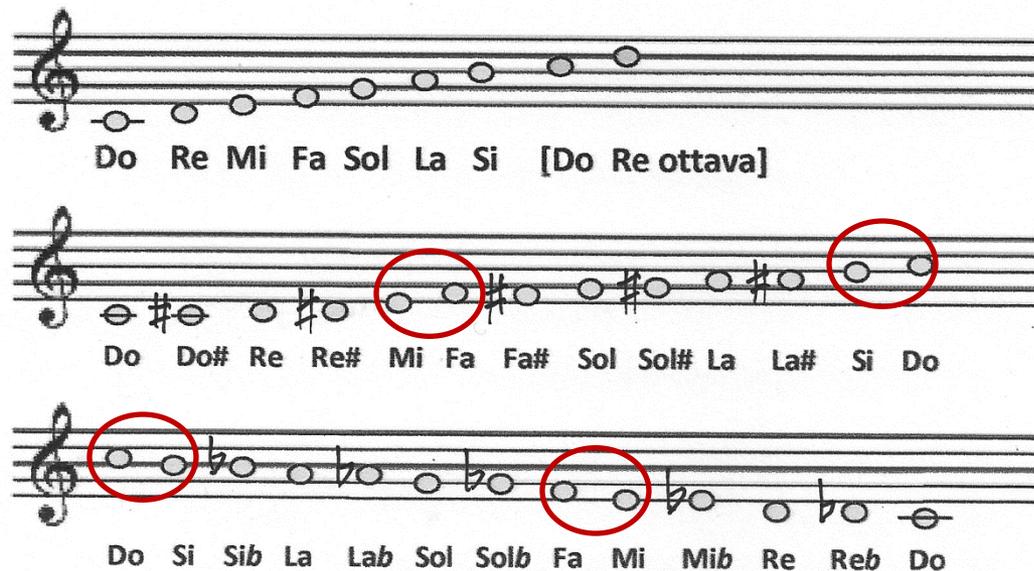


il diapason



il forchettone dell'arrosto...

La struttura fondamentale della musica "nostra": la scala musicale



diesis
scala cromatica
per semitoni
bemolli

maggiore: un semitono tra 3° e 4° grado, e tra 7° e 8° grado
minore: semitono tra 2° e 3° grado, e tra 6° e 7° grado

a ogni **nota** corrisponde una **frequenza**
esempio: quinta e sesta scala cromatica del pianoforte:

il rapporto tra una nota
e la seguente (semitono)
è fisso a 1.059

ottava:
rapporto = 2
 $2 = 1.059^{12}$

NOME	FREQUENZA (Hz)
Do5	523
Do#5 (=Re5 <i>B</i>)	554 $554/523=1.059$
Re5	587
Mi5	659
Fa5 (=Mi5#)	698
Sol5	784
Sol#5 (=La5 <i>B</i>)	831
Si5	988
Do6	1046
Re6	1175



Gamme di frequenze in Hz

Pianoforte a coda 28-4200

Contrabbasso 40-250

Violoncello 60-1000

Violino 200-3100

Flauto 250-3300

Trombone 80-500

Tromba 160-1000

Voce umana

Basso 85 - 350

Baritono 100 - 400

Tenore 130 - 500

Contralto 130 - 700

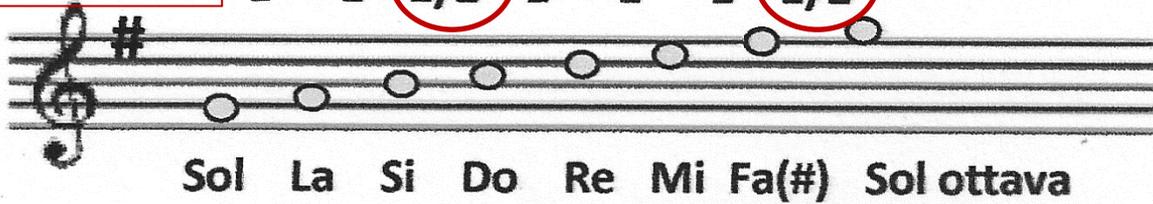
Soprano 250 - 1200



tonalità: scale, accidenti in chiave

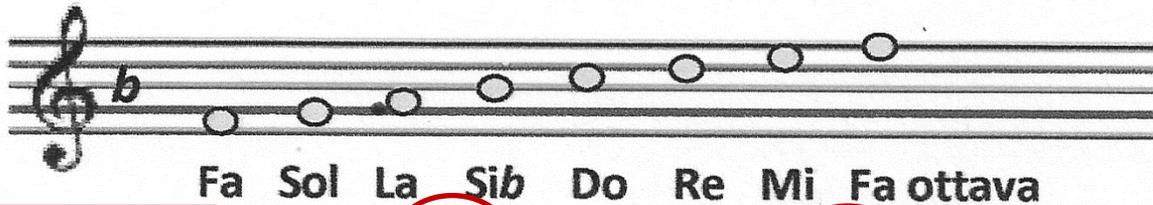
Sol maggiore

1 1 $\frac{1}{2}$ 1 1 1 $\frac{1}{2}$



Musical staff showing the Sol maggiore scale (G major) in treble clef with a sharp sign (#). The notes are G, A, B, C, D, E, F#, G (ottava). The intervals between notes are indicated by the numbers 1, 1, 1/2, 1, 1, 1, 1/2 above the staff.

Sol La Si Do Re Mi Fa(♯) Sol ottava



Musical staff showing the Fa maggiore scale (F major) in treble clef with a flat sign (b). The notes are F, G, A, Bb, C, D, E, F (ottava). The intervals between notes are indicated by the numbers 1, 1, 1/2, 1, 1, 1, 1/2 above the staff.

Fa Sol La Sib Do Re Mi Fa ottava

Fa maggiore

1 1 $\frac{1}{2}$ 1 1 1 $\frac{1}{2}$

si può costruire una scala partendo da qualsiasi nota
che viene chiamata tonica
mantenendo sempre un intervallo di semitono
tra terzo e quarto e tra settimo e ottavo grado (nel maggiore)

scala di Fa diesis:

Fa# Sol# La# Si Do# Re# Mi# Fa# 8va
porta sei diesis in chiave



come sceglie la tonalità il compositore?

- dipende dagli strumenti e voci usati, facilità di scrittura, ...??
- alcuni sostengono che certe tonalità hanno un sapore speciale(?)

effetti della tonalità: La Bella Gigogin



Do maggiore: Mi Fa Sol Sol Mi Fa Sol...

oh la Bella Gigogin alle ville belle zera la va girato spone in

Sol maggiore: Si Do Re Re Si Do Re...

contare: la durata delle note

la "Primavera" di Beethoven, parte per violino

52



SONATE

Dem Grafen Moritz von Fries gewidmet
Komponiert 1800/01

Allegro

Opus 24



5. *p*

$1/2 + 8/16;$ $1/2 + 8/16;$ $3/8 + 1/8 + 4/8;$
 $1/2 + 1/4 + \text{pausa } 1/4$

ogni **battuta** deve sommare a $4/4$ ("C")
la tonalità è Fa maggiore (Si bemolle in chiave)



durata assoluta: il metronomo
un tic-tac sono due quarti
un terribile tiranno!

sonata violino e pianoforte:
i due esecutori si "suonano addosso"
stringi, allarga, esecuzione espressiva



armonia: gli accordi, 1

quando si suonano più note nello stesso tempo
si crea quello che si chiama "**armonia**"

melodia: struttura "orizzontale"
armonia: struttura "verticale"

accordo base: tonica, 3° e 5°
accordi correlati
musica leggera: il "giro di Do"

Do Lamin Fa Sol7 Sol Mimin Do Re7

			Fa
Sol	Mi	Do	Re
Mi	Do	La	Si
Do	La	Fa	Sol

il giro di Do in Sol!

Nota:

l'accordo di Sol7 porta il Fa naturale, anche se
nella tonalità di Sol sarebbe diesis
per convenzione l'accordo di "settima di dominante"
porta la settima minore

l'accordo di Re7 porta il Do naturale
è un accordo di sospensione che "risolve" sulla tonica
Sol7 - Do, Re7 - Sol.

esiste l'accordo di sol 7maggiore, Sol7+, col Fa diesis
ha un sapore totalmente diverso

armonia: gli accordi, 2

Handwritten musical notation for three songs, illustrating a common harmonic progression (Do, La min, Fa, Sol7) across different melodies. The notation is written on three staves, each with a treble clef and a common time signature (C). The lyrics are written above the notes.

Staff 1 (La gatta):
c'era una volta una gatta che aveva macchinine e un bel cucciolo e una vecchia affittava i cuccioli
guarda guarda guarda il bel pinguino innamorato
col cucciolo duro e con il petto in mano dato -

Staff 2 (Il pinguino innamorato):
Blue moon,
you Sammie standin' a - lone,
without a dream wing (hea

Staff 3 (Blue moon):
Do La min Fa Sol7 Do La min Fa Sol7

"La gatta", "Il pinguino innamorato" e "Blue moon"
diversa melodia, stessa armonia (il "giro di Do") per le prime 8 battute
provate in famiglia a cantarle insieme.....

la base armonica per accordi è la struttura fondamentale
nel jazz: stabilite le sequenze di accordi il solista improvvisa una
melodia che ci si adatta

la canzone di Paolo Conte, Sotto le stelle del jazz:
*"le donne odiavano il jazz
non si capisce il motivo"*
cioè, non riuscivano a individuare una melodia nota
dato che si trattava di musica improvvisata

nella musica classica invece l'armonia risulta
dalla scrittura complessiva

Freu - de schö - ner Göt - ter fun - ken, Toch - ter aus E - ly - si - um, wir be - tre - ten, Him - m - li - sche, dein Welt - Seid - um schlan - gen, Mil - li - o - nen! um - schlan - gen, Mil - li - o - nen! Die - sen Kuss der

armonizzazione: musica classica

Il compositore*: Nella Nona Sinfonia:
- gli archi, violini, viole, violoncelli e contrabbassi;
- fiati e ottoni, dai bassi del controfagotto agli acuti dell'ottavino;
- le voci dei quattro solisti e le quattro sezioni del coro

un **direttore d'orchestra** deve saper leggere la pagina "in verticale", a colpo d'occhio tutte le parti "suona" lo strumento più complesso e difficile che esista

*Beethoven era sordo

La Corrida!

Corrado e il maestro Pregadio

le Tre Grazie dell'esecuzione musicale:



- intonazione
- quadratura
- timbro



Intonazione: "orecchio" musicale

Orecchio relativo

data una nota di partenza,
esegue la musica con
gli intervalli melodici corretti

chi non lo possiede è stonato/a

caratteristica innata non correggibile

Orecchio assoluto (è di pochi!)

riconosce direttamente l'altezza
esegue le note nella giusta tonalità
senza bisogno di imbeccata

(ovvio che chi ha orecchio assoluto ha anche quello relativo)



come iniziare una intonazione relativa:

- Il "La" da concerto:

Il primo violino (*concertmaster*) porta la nota

- La "notina" iniziale dell'organo per il coro in chiesa

intonazione strumentale: problemi:

- l'accordatore del pianoforte (oggi esistono strumenti elettronici)

- strumenti a fiato (ottoni): la nota dipende dalla temperatura esterna

- strumenti a corda (archi): la nota dipende dalla pressione e dal **cavato** (la chitarra ha invece i tasti sul manico)



il primo violino è seduto/a all'estrema sinistra in prima fila della sezione violini, alla sinistra del direttore che di solito gli stringe la mano a rappresentare l'intera orchestra

il cavato nel violino è l'effetto prodotto dal rapido ondeggiare del dito con pressione variabile, che impartisce alla nota un corpo particolare (verifica guardando un violinista mentre suona) la nota senza cavato è piatta e inespressiva

un ruolo nella frequenza emessa lo ha anche la pressione e la velocità di scorrimento dell'archetto
il violino è uno strumento di alta difficoltà,
per cui è necessario avere un orecchio perfetto

quadratura

"attacco" e rispetto delle durate e delle pause

3/4

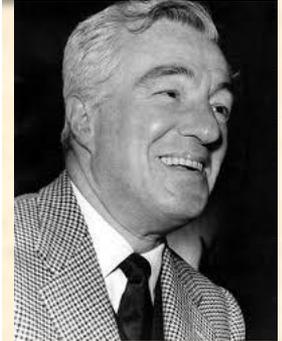
♩ = 110

33 LAm7 RE7 SOL LAm7 RE7 SOL

p Par - la-mi d'a - mo - re, Ma - riù, tut - ta la mia vi - ta sei tu!

41 LAm7 RE7 SOL MIm SIm LAm RE7

mp Glioc-chi tuoi bel - li brillano, fiam me di so - gno scin - til-la-no!
p



chi non rispetta, è **squadrato/a**, peccato mortale musicale
non potrà mai suonare in complesso o accompagnato
difetto correggibile con dura scuola+

timbro

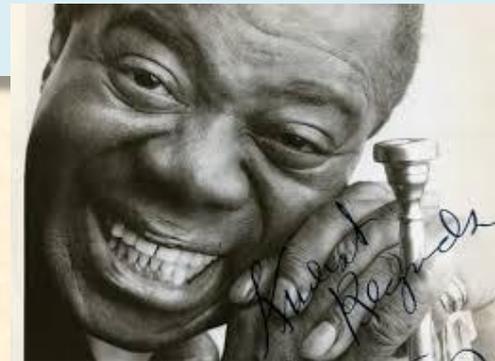
la "qualità" del suono musicale

la forma dell'onda sonora è diversa;

assieme alla frequenza principale, ogni voce o strumento emette molte frequenze e modulazioni aggiuntive

- distinguere un violino da un trombone
(o anche un martello da una sega)
- distinguere uno Stradivari da un violino cinese
- avere una **bella voce!** concetto soggettivo

Louis
Armstrong



due "mostri" musicali

la più grande *vocalist* di sempre
digita: "*mina mazzini brava*"



e il più grande tenore
dei nostri tempi: Pavarotti
non ha mai imparato
a leggere la musica



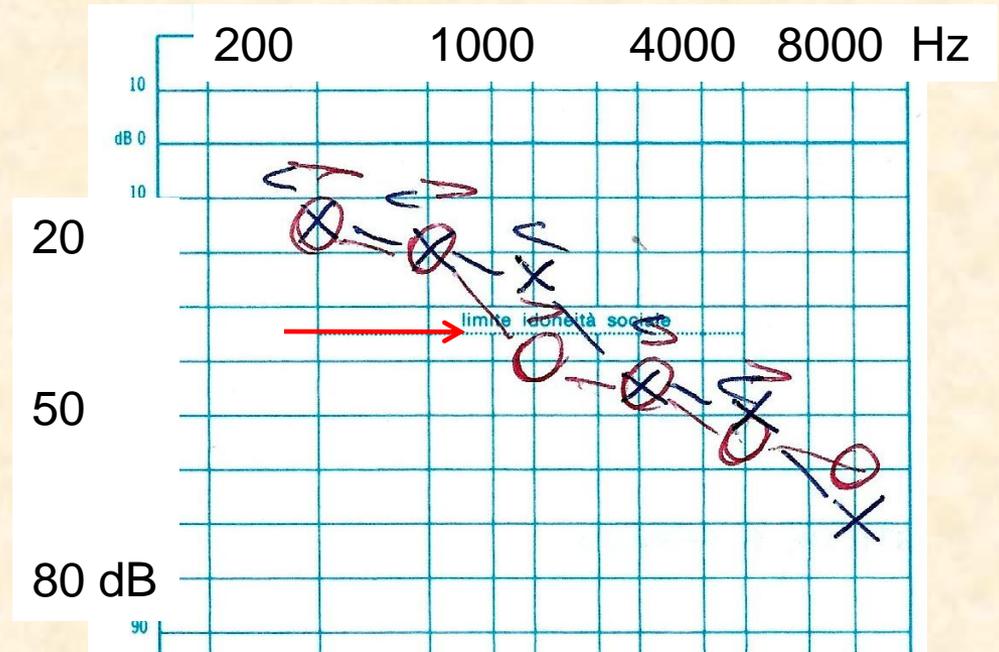
seconda parte:
le macchine e il cervello

frequenze percepibili dall'orecchio umano

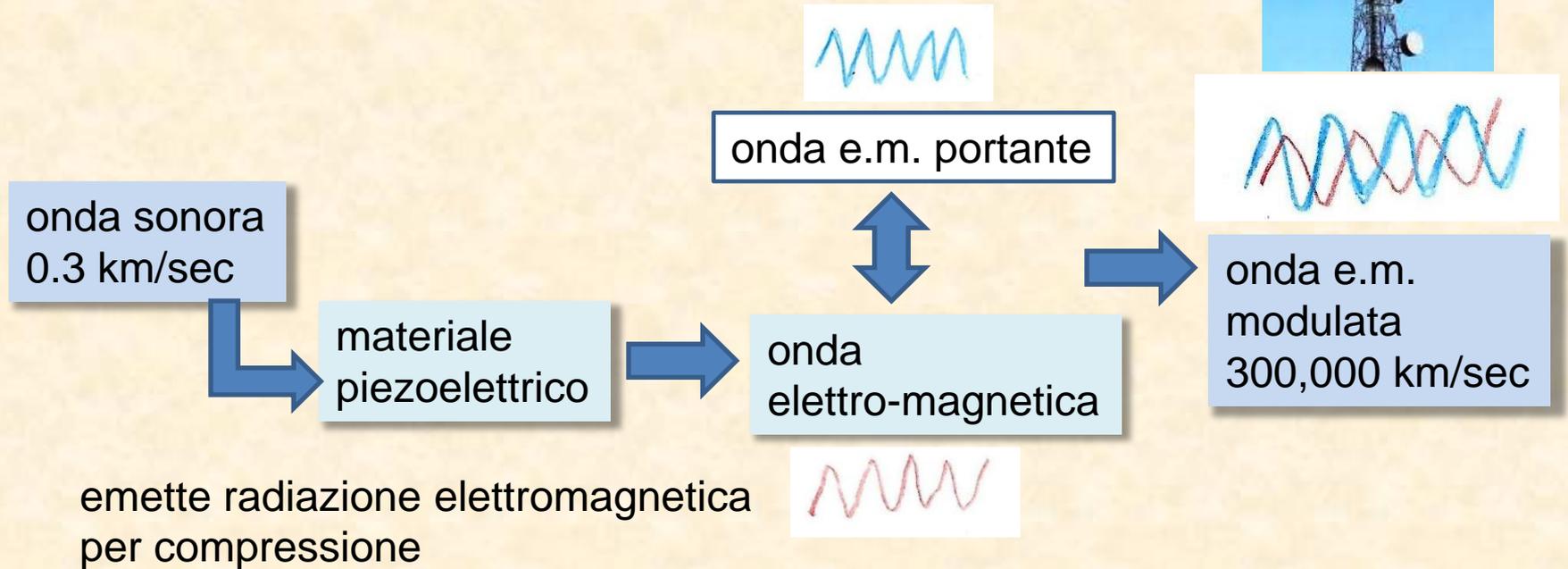
bassi	20-200 Hz	musica
medio-bassi	200-1000 Hz	
medio-alti	1000-5000 Hz	
alti	5000-20000 Hz	

audiogramma di una persona di 65 anni

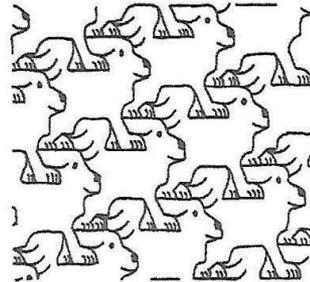
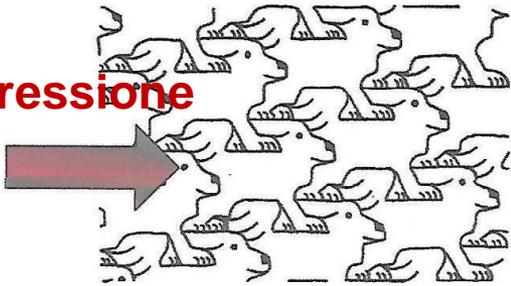
...ecco perché
molti apparecchi acustici
servono a poco...



captazione e trasmissione del suono: le macchine



pressione

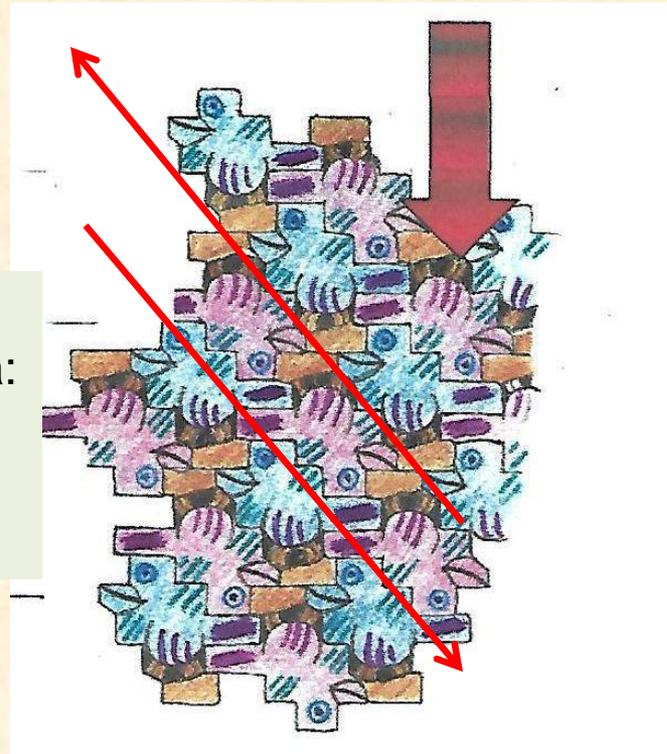


griglia polare,
piezoelettrica
la pressione crea
un dipolo elettrico
oscillante



effetto piezoelettrico
scoperto da Pierre Curie,
il vero scienziato della famiglia
(Marie era una brava tecnica)

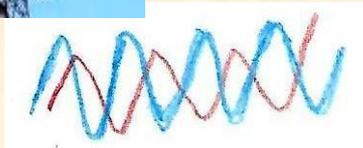
griglia
centrosimmetrica:
apolare,
effetti opposti
si cancellano



riproduzione del suono in arrivo



antenna
ricevente



onda elettromagnetica
modulata



onda sonora



altoparlante:
l'onda e.m. pilota la vibrazione
di una membrana

elimina portante

**tutto il "wireless" funziona ancora
con l'idea di Guglielmo Marconi!**

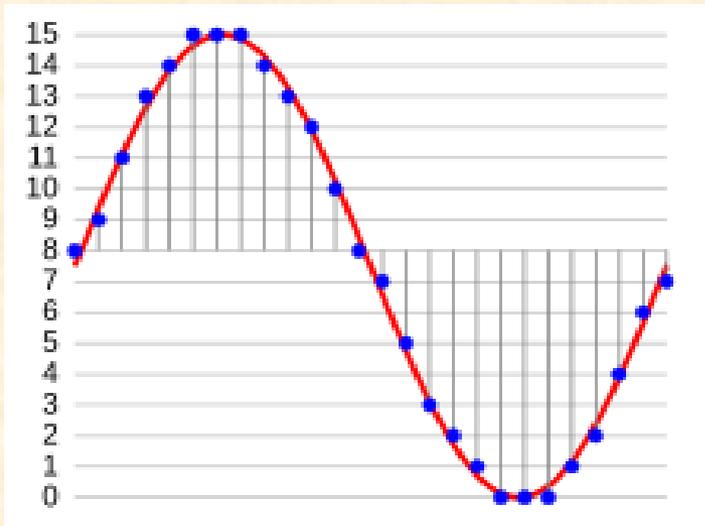
queste erano solo le idee di base

trasduttori: trasformano pressione in onda elettromagnetica
microfoni, ecc.

naturalmente al giorno d'oggi l'elettronica ha inventato aggeggi
molto sofisticati

l'onda portante può trasmettere qualsiasi tipo di informazione,
anche le immagini della televisione

altre forme di trasmissione sono via cavo con fibra ottica,
ecc....



digitalizzazione:

la forma dell'onda sonora
è tradotta in una serie di numeri
che codificano l'altezza

registrazione analogica

- disco vinile:
forma del solco
- nastro magnetico: musicassette
magnetizzazione su gelatina

registrazione digitale

- compact disc:
tacche (bits) incise
su supporto rigido
- mp3,mp4,wrma, ecc:
software di "compressione"
per ridurre lo spazio di memoria

captazione e trasmissione del suono: gli animali

onda sonora
0.3 km/sec

timpano



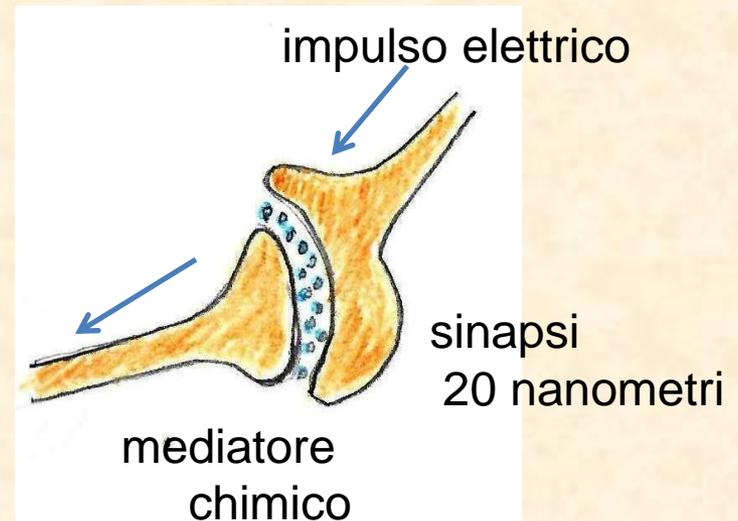
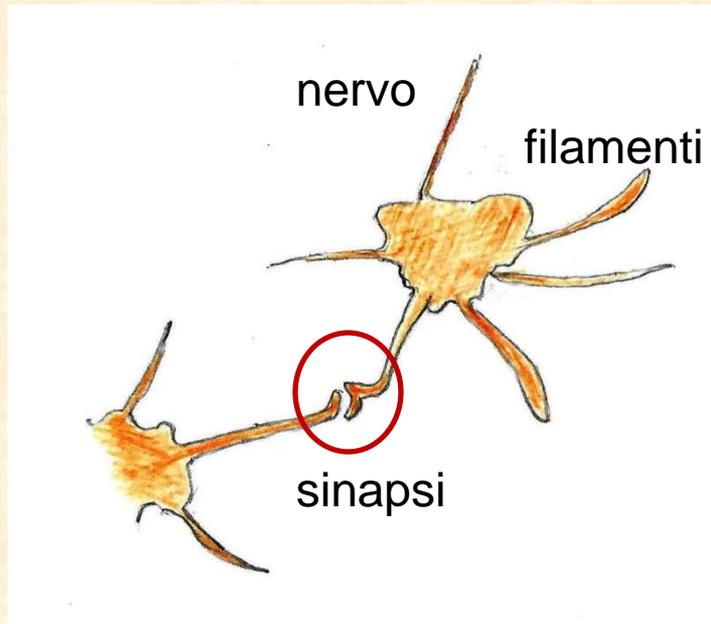
membrana 0.1 mm
meno di 1 cm²

nervo acustico:
microimpulsi
elettrici, 0.1 km/sec



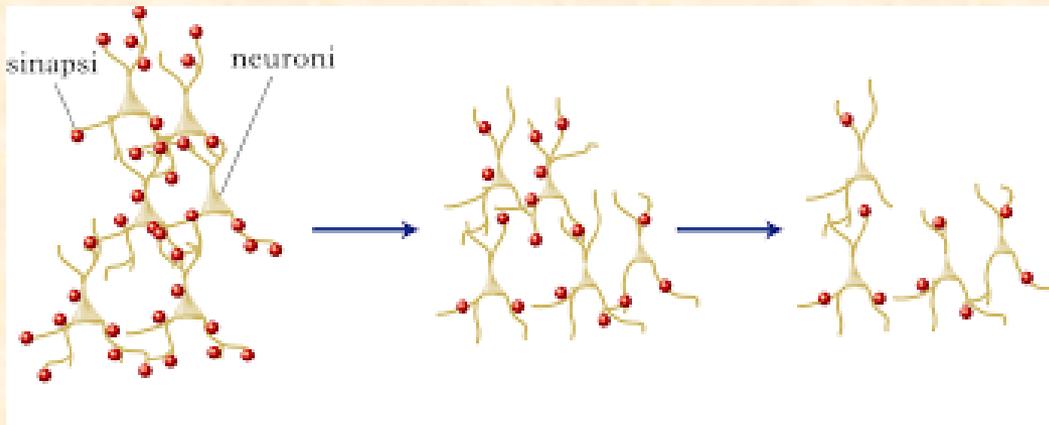
**cervello
neuroni**

**cervello umano: 50-100 miliardi di neuroni con migliaia di filamenti
comunicazione tra neuroni: sinapsi**



10^{11} neuroni x 1000 contatti =
 10^{14} contatti totali (centomila miliardi)
tutto chiaro? ma neanche per sogno...

coll'avanzare dell'età il numero di neuroni diminuisce progressivamente
se ne perdono molte migliaia al giorno
e quindi si perdono i contatti tra neuroni:
"mi scappa la parola!"
afasia nominum la chiamano i neurofisiologi







**quando Pavarotti imparava un'aria
del *Trovatore*, dove la "immagazzinava"?**

**quando Pollini suonava la 111
senza guardare lo spartito,
da dove la "prende"?**



e anche...

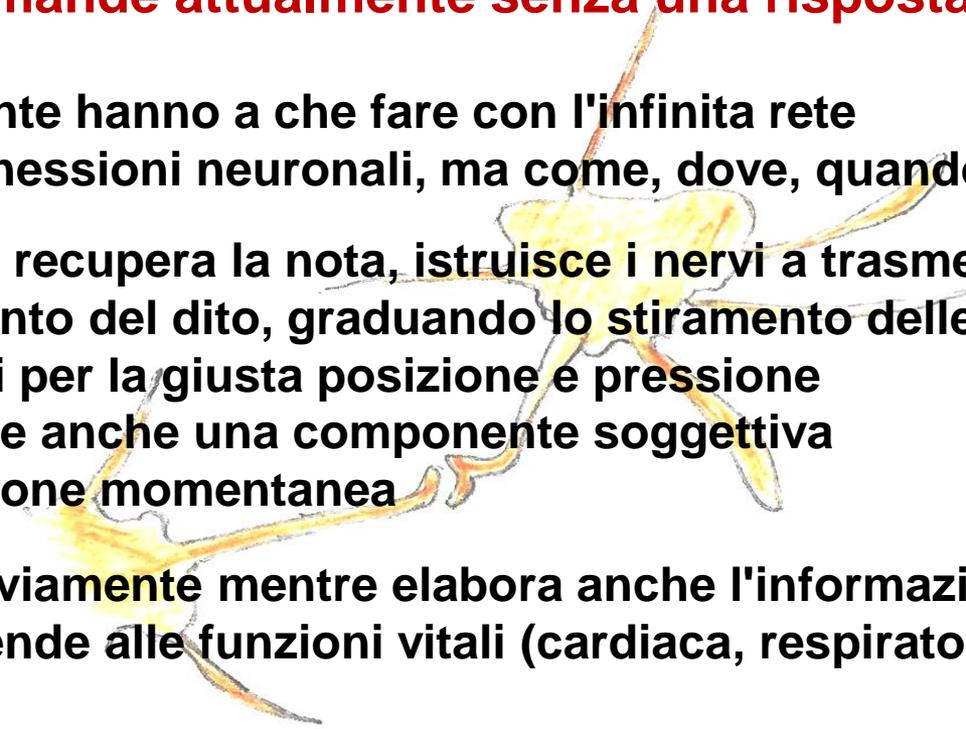
come mai la mia cagnolina quando sente aprire la scatoletta
corre alla ciotola?

sono domande attualmente senza una risposta precisa

sicuramente hanno a che fare con l'infinita rete delle connessioni neuronali, ma come, dove, quando?

il cervello recupera la nota, istruisce i nervi a trasmettere il movimento del dito, graduando lo stiramento delle proteine muscolari per la giusta posizione e pressione e inserisce anche una componente soggettiva di ispirazione momentanea

il tutto ovviamente mentre elabora anche l'informazione visiva e sovrintende alle funzioni vitali (cardiaca, respiratoria...)



allora:

**quanto cervello serve per suonare il pianoforte?
quanto pianoforte ci sta nel cervello?**

la Sonata 111 in formato wrma per computer:

**sono circa 10 Mbytes $\approx 10^7$ bytes
se ogni contatto cerebrale contasse per un byte,
allora il cervello potrebbe contenere
dieci milioni di sonate**

la presentazione con i commenti
è scaricabile in formato pdf da www.angelogavezzotti.it



intelligenza artificiale
(l'arma dei cretini
e dei delinquenti)

cervello umano
Silvestro Lega, 1867

