MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA RICERCA

FUTURE LABS

STEAM audio 1

Prof. Paolo Corsi

Fisica, Acustica

Sistemi Audio

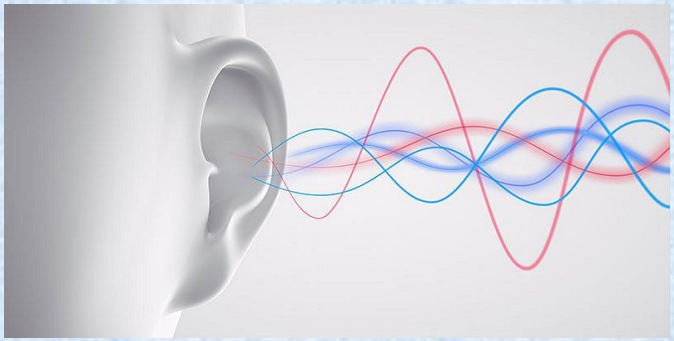
isis valdarno

PIANO NAZIONALE SCUOLA digitale

STEAM

Science Technology Engineering Arts Mathematics

EDUCATION



Musica

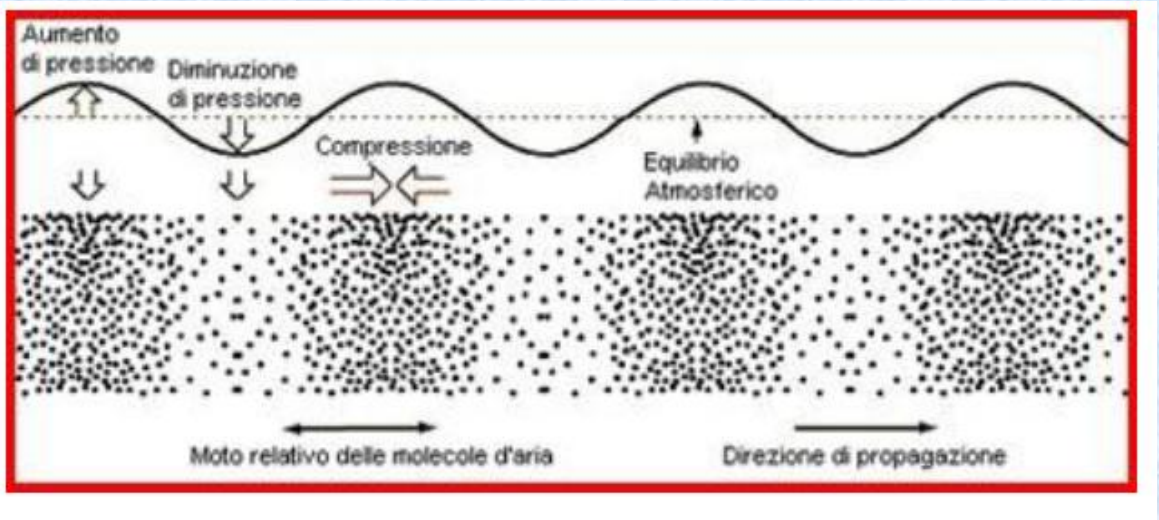
- Volume della corteccia cerebrale e del corpo calloso maggiore. Plasticità neuronale.
- Si invecchia meglio. Creatività. Inclusione. Socialità. Condivisione. Stimolante.
- Conoscenza. Cultura. Empatia. Terapia. Bellezza. Ascolto. Comunicazione.
- Solidarietà. Disciplina. Per tutti. Movimento. Pace.
- Necessità di inserire la musica in tutto il processo evolutivo e formativo scolastico ovvero annoverare la musica nelle attività culturali primarie con piena dignità.
- Europa

Suono

Variazione nel tempo della pressione dell'aria rispetto ad un valore costante.

Trasmissione meccanica di energia da un corpo vibrante (sorgente) alle particelle del mezzo in cui la sorgente è immersa o ne è a contatto.

Le particelle oscillano nello spazio creando zone di compressione e zone di dilatazione in seguito al trasferimento di energia: ONDA (longitudinale, stessa direzione di propagazione)



Risultato di un evento sonoro

- Sorgente: vibrazione meccanica
- Natura del Mezzo: aria, acqua, solidi.

  (nel vuoto non è possibile avere il suono)
- Parametri del mezzo: densità, temperatura…
- Acustica dell'ambiente
- Percezione: orecchio, psicoacustica.

  Il nostro cervello illumina il mondo e lo riempie di suoni.

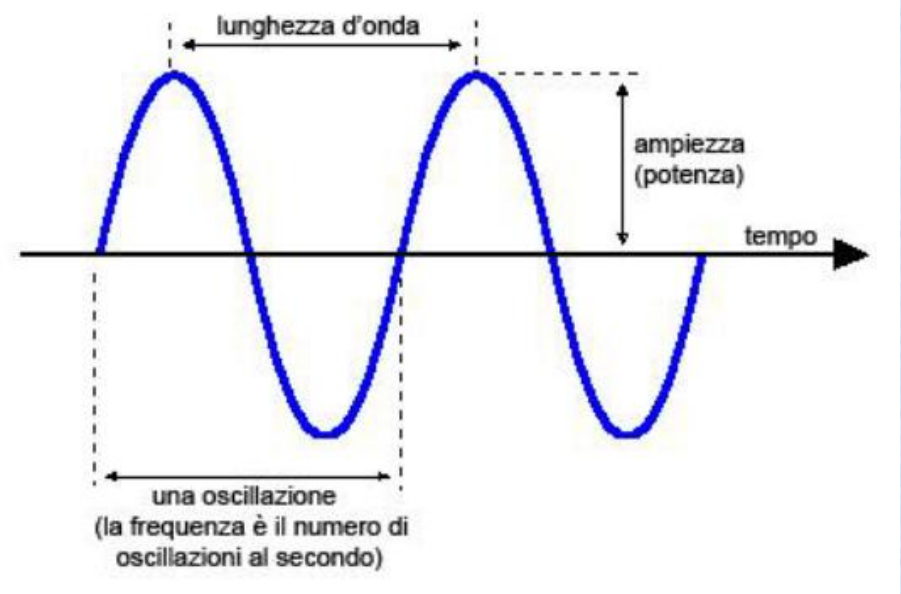
isis valdarno

MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA RICERCA

Caratteristiche del suono

Dominio del tempo e della frequenza

- Frequenza f=1/T, acuto, grave
  20-20kHz
- Periodo
- Lunghezza d'onda $\lambda = v\,T = v/f$
  1Hz equivale a 344 m
- Ampiezza: volume
  Noi percepiamo il valore efficace: Amax/1,41
- Fase: ritardo
- Velocità: 344m/sec (aria) (0.6m/C°)
  dipende dalla densità del mezzo e dalla temperatura.
- Analisi armonica di Fourier: timbro (1768-1830)



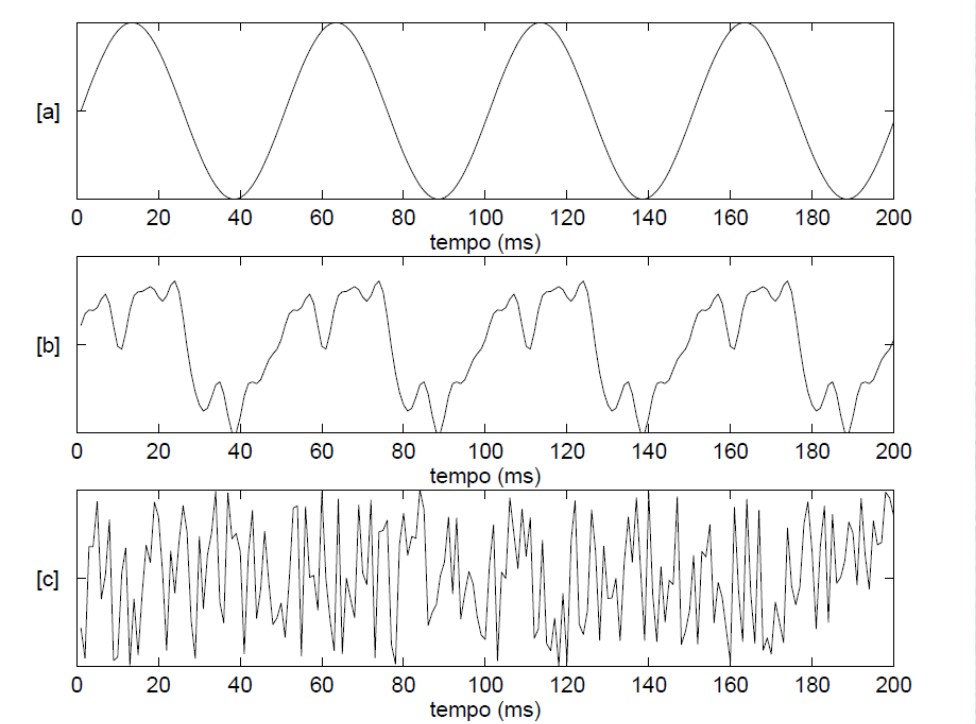
Temperatura T_c [°C]	Velocità del suono c [m/s]
0	1407
10	1449
20	1484
30	1510

Acqua distillata

Suono-Rumore

Suono

- Musica è organizzazione di suoni. Molti suoni musicali presentano andamenti con variazioni regolari di pressione: PERIODICO



Rumore

- Quando l'andamento della pressione è priva di regolarità: RUMORE.

2 classi di Rumore:

- Impulsivo: percussione
- Stazionario: vento, rumori di fondo ambientali (es. ventilazione)

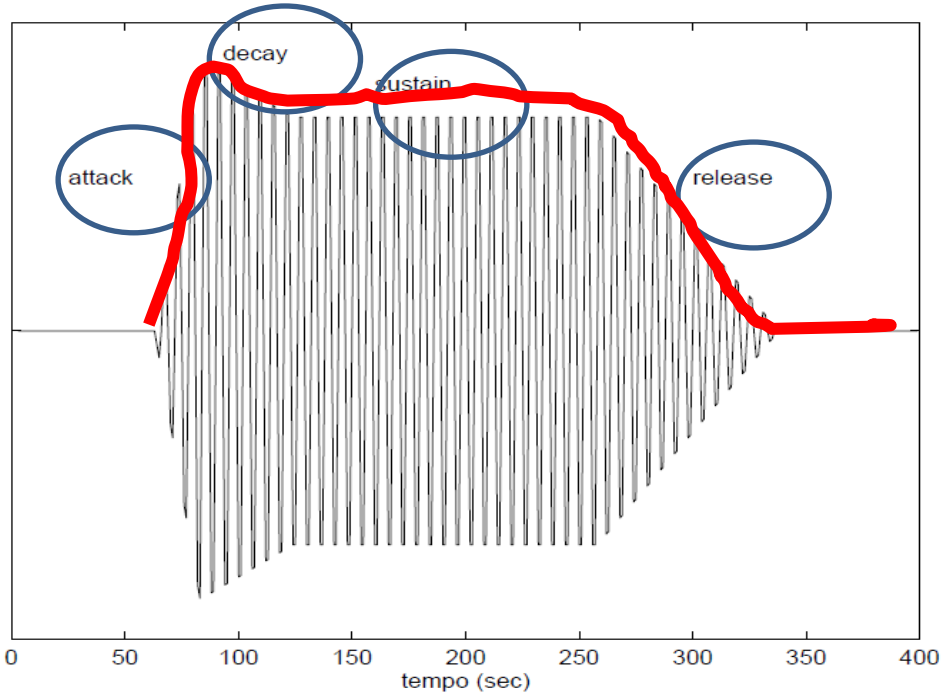
MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA RICERCA

Suoni reali-inviluppo

Rapporti di Fourier alterati

- Non sono esattamente periodici.
- Non hanno rapporti esattamente armonici nel senso di Fourier ovvero le armoniche non sono multipli esatti con la fondamentale: es. campane.
- Inviluppo: andamento nel tempo dell'ampiezza di un suono.

  Es. corda di un violino:



MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA RICERCA

Velocità e tipo di onde

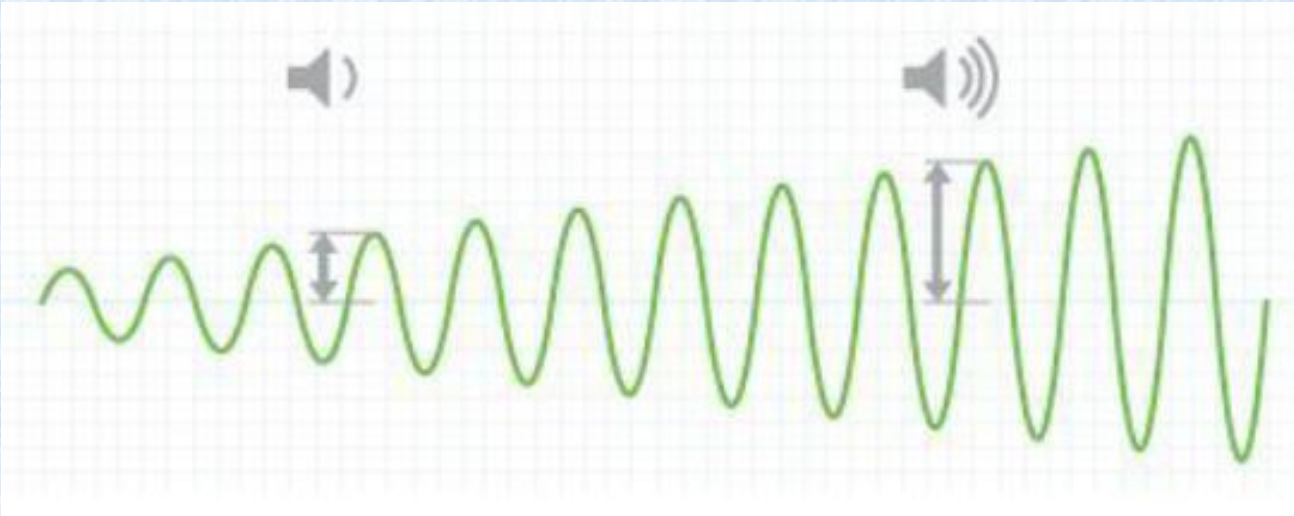
- **Onde sferiche**: sfera pulsante.
- **Onde piane**: pistone

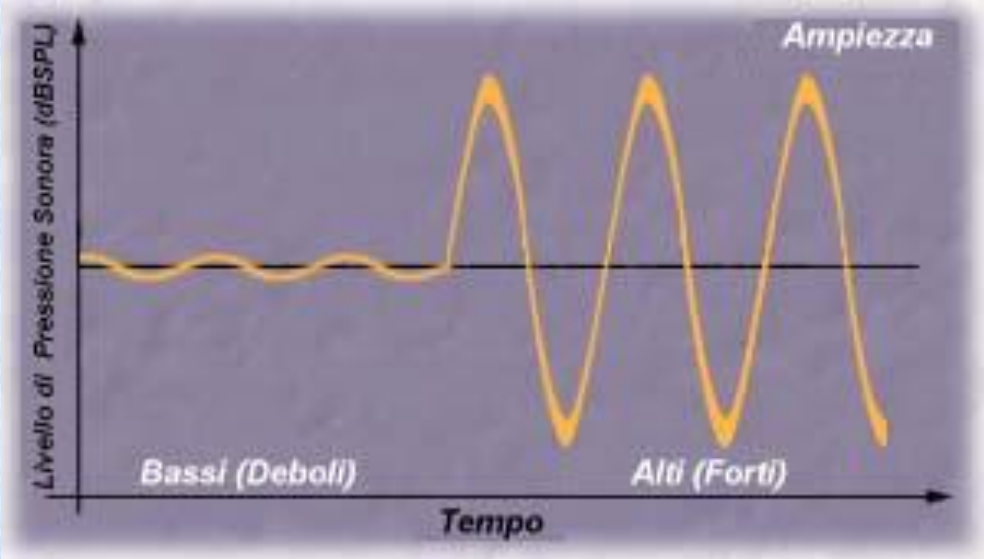
Mezzo trasmissivo	Velocità (m/sec)
Gomma	70
Ossigeno	317
Aria	331
Azoto	337
Idrogeno	1270
Acqua marina	1440
Acciaio	5050
Vetro	12000 - 15000

La lunghezza d'onda a parità di frequenza dipende dal mezzo

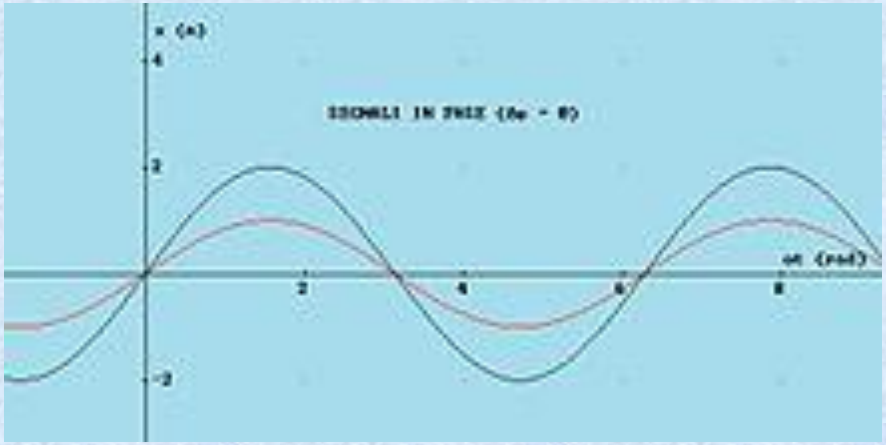
$\lambda = v/f$

Rappresentazioni grafiche: ampiezza-volume

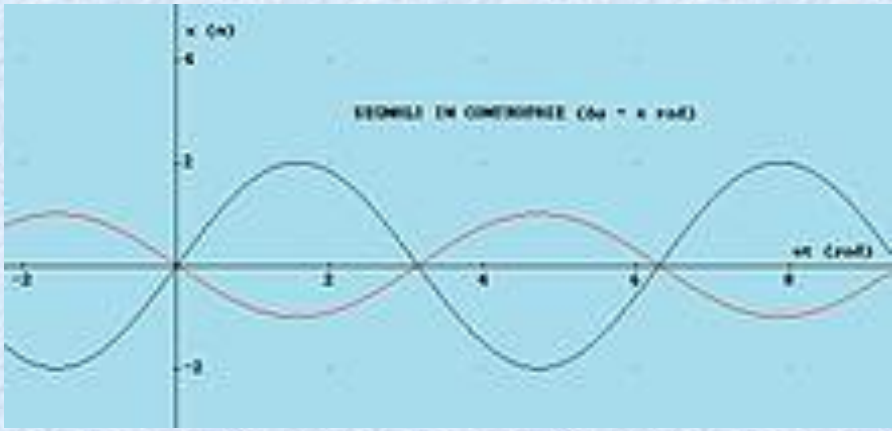


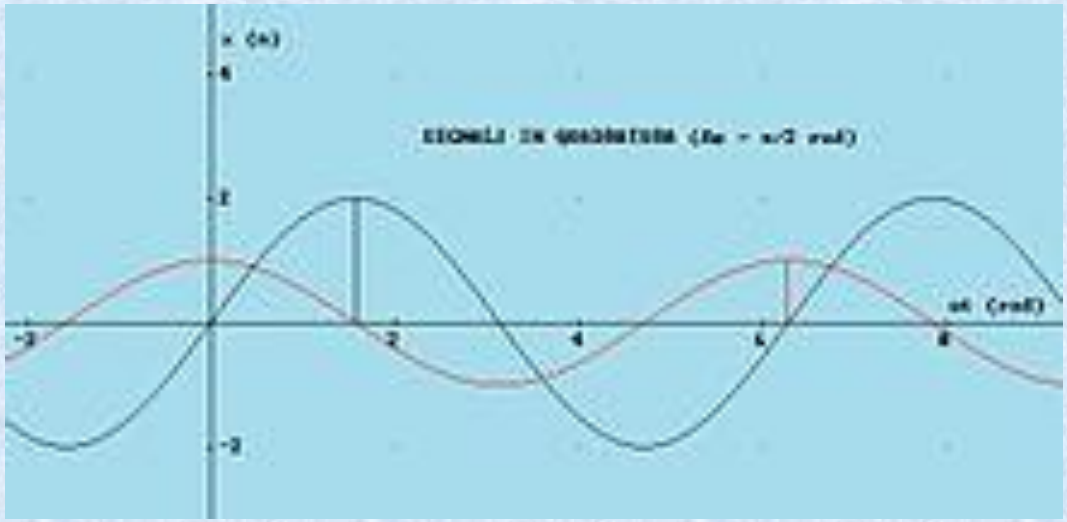


Fase



Controfase



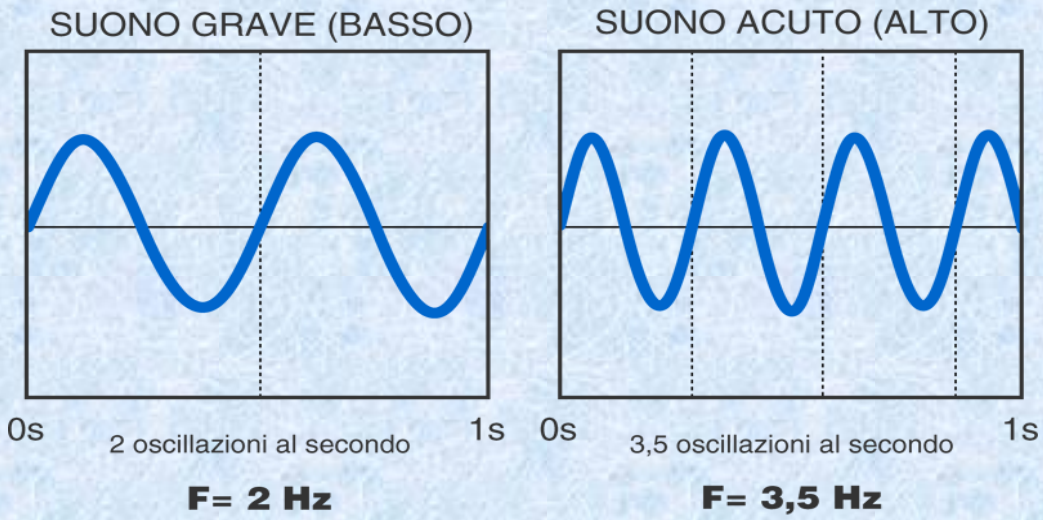


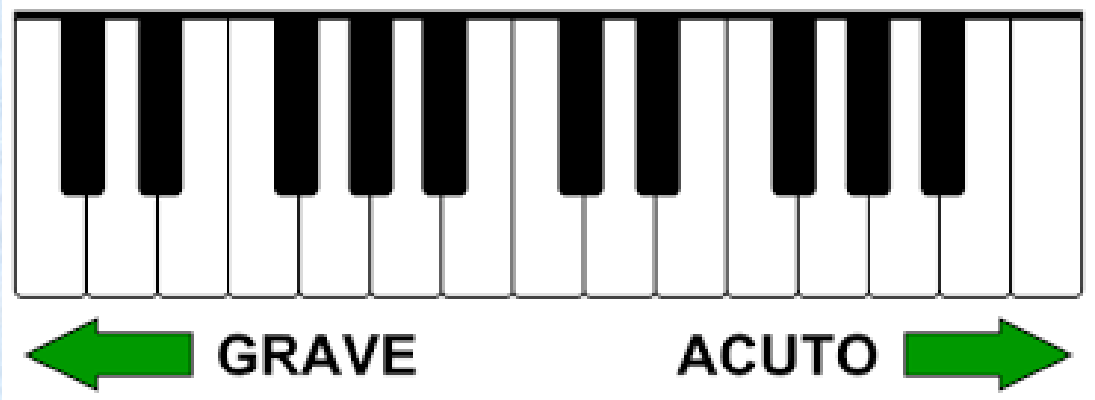
Sfasamento di 90 gradi

MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA RICERCA

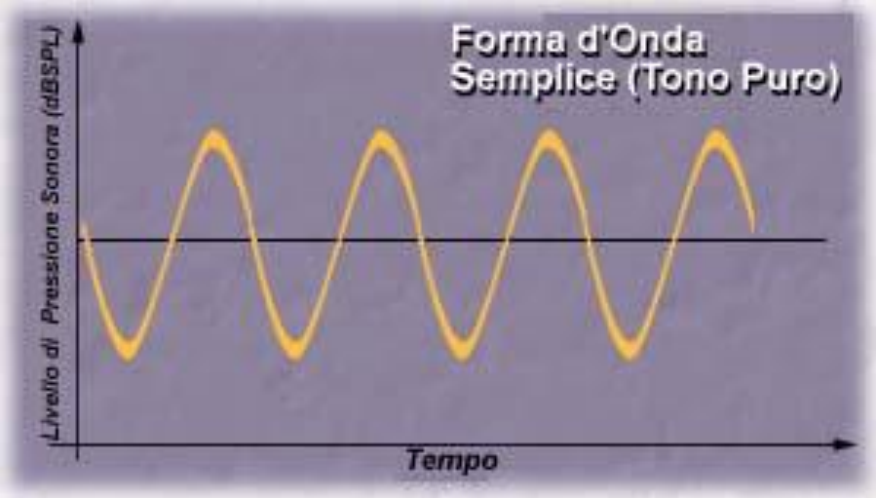
isis valdarno

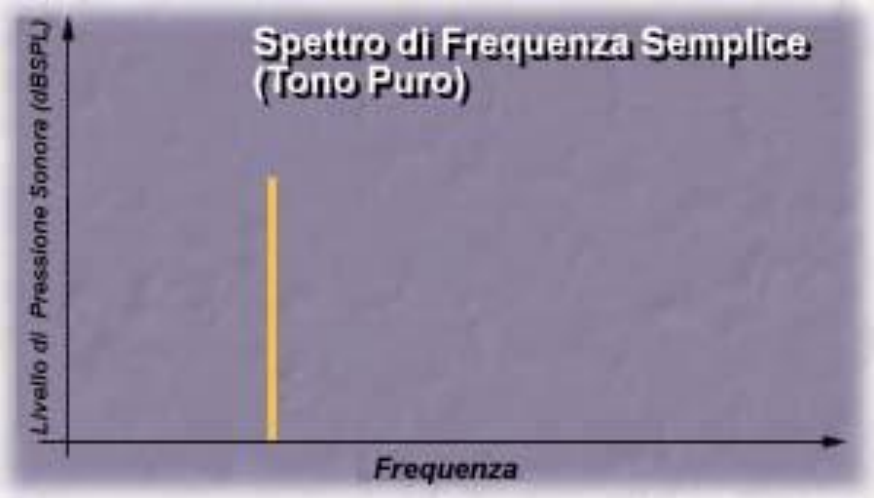
Frequenza


SUONO GRAVE (BASSO)
0s
2 oscillazioni al secondo
1s
F= 2 Hz
SUONO ACUTO (ALTO)
0s
3,5 oscillazioni al secondo
1s
F= 3,5 Hz


GRAVE
ACUTO

Tempo e Frequenza





Strumenti musicali

Spettro di un segnale=Timbro

ATTENZIONE ABBASSATE IL VOLUME DELLE VOSTRE CUFFIE!!

https://www.youtube.com/watch?v=qNf9nzvnd1k

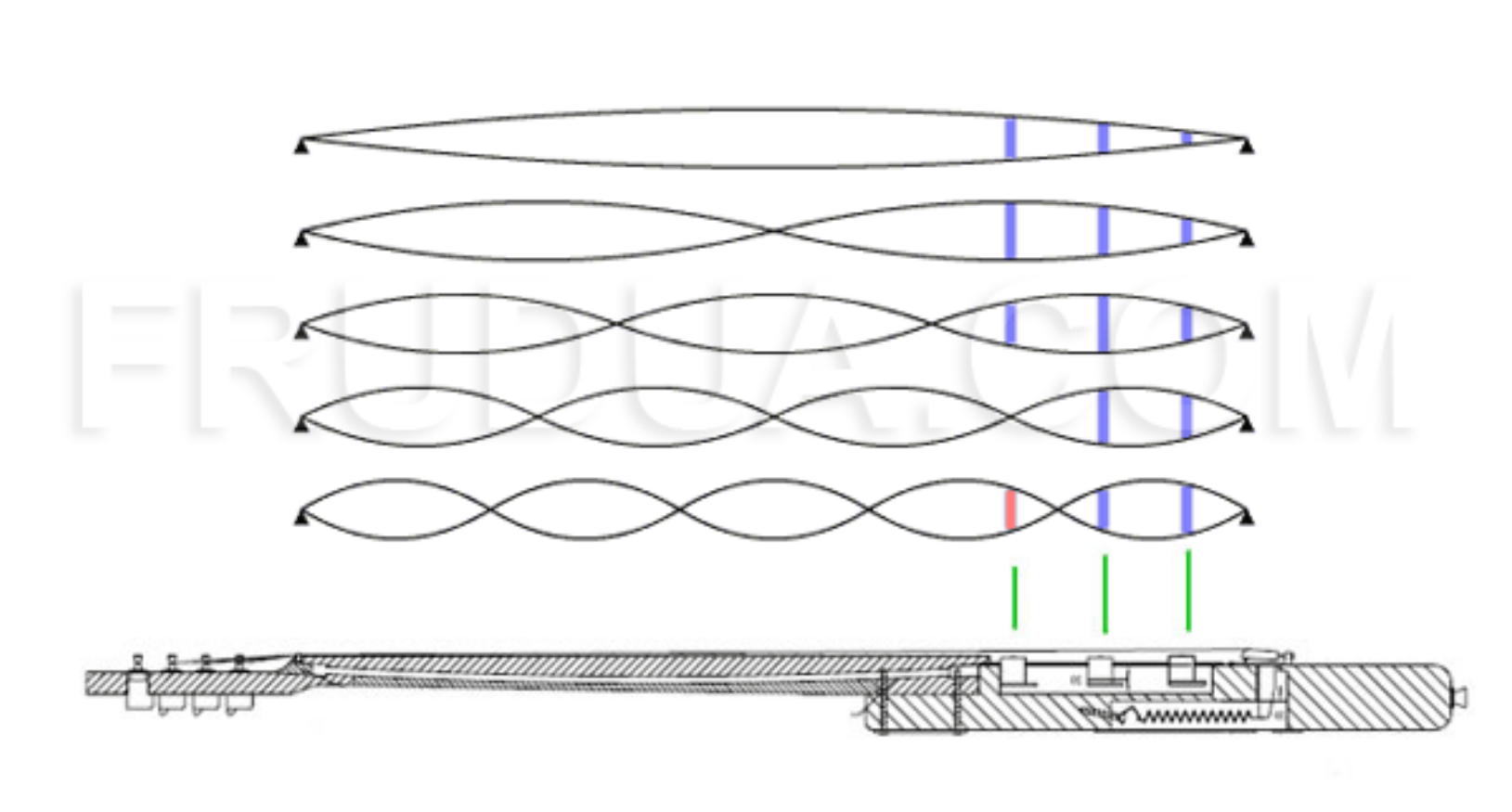
- L'ampiezza è costante ma al variare della frequenza alcune frequenze saranno percepite più intensamente di altre.

- 0-20 Hz infrasuoni: balene
- 20-40Hz bassissime frequenze: tuoni, calpestio
- 40-160Hz Basse frequenze: Cassa, basso
- 160-315Hz Medio basse:
- 315-2500Hz Medie: radiolina, vecchio sistema telefonico.
- 2,5- 5 KHz Medio alte: sensibilità orecchio
- 5-10KHz Alte: consonanti
- 10-20KHz Altissime: brillantezza del suono, aria.
- Maggiori di 20KHz Ultrasuoni: pipistrelli

MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA RICERCA

Contenuto armonico di un suono: Teorema di Fourier

Un suono periodico è formato da una oscillazione fondamentale + infinite armoniche a frequenze multiple ed ampiezze decrescenti.



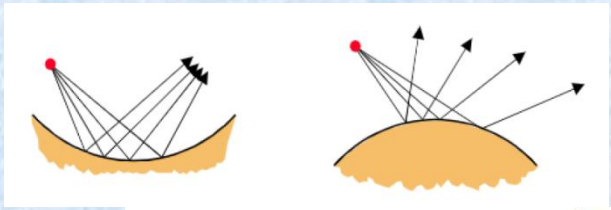
ERUDUA.COM

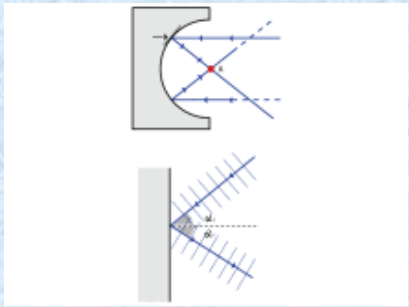
MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA RICERCA

Caratteristiche fisiche dell' ambiente ed ostacoli

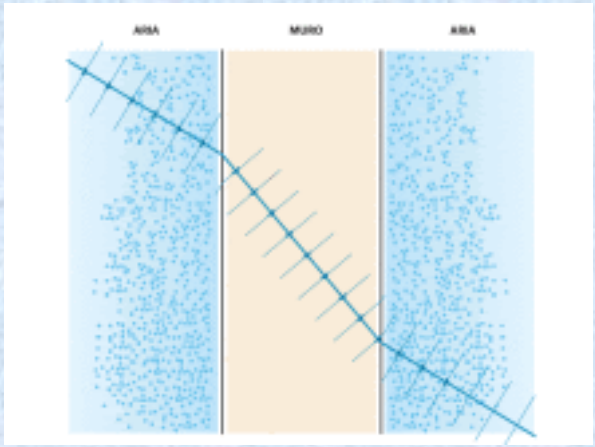
- Riflessione

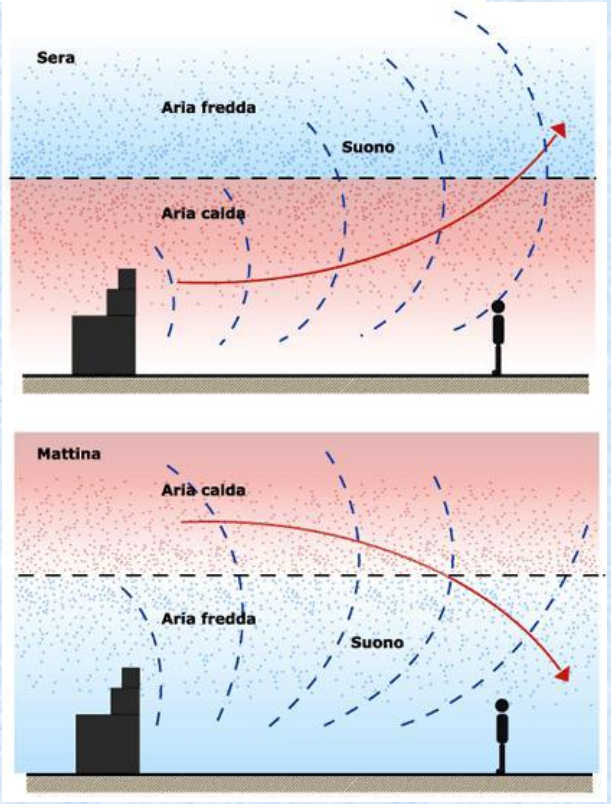
Angolo Incidenza
=
Angolo riflessione





- Rifrazione





Concetti:

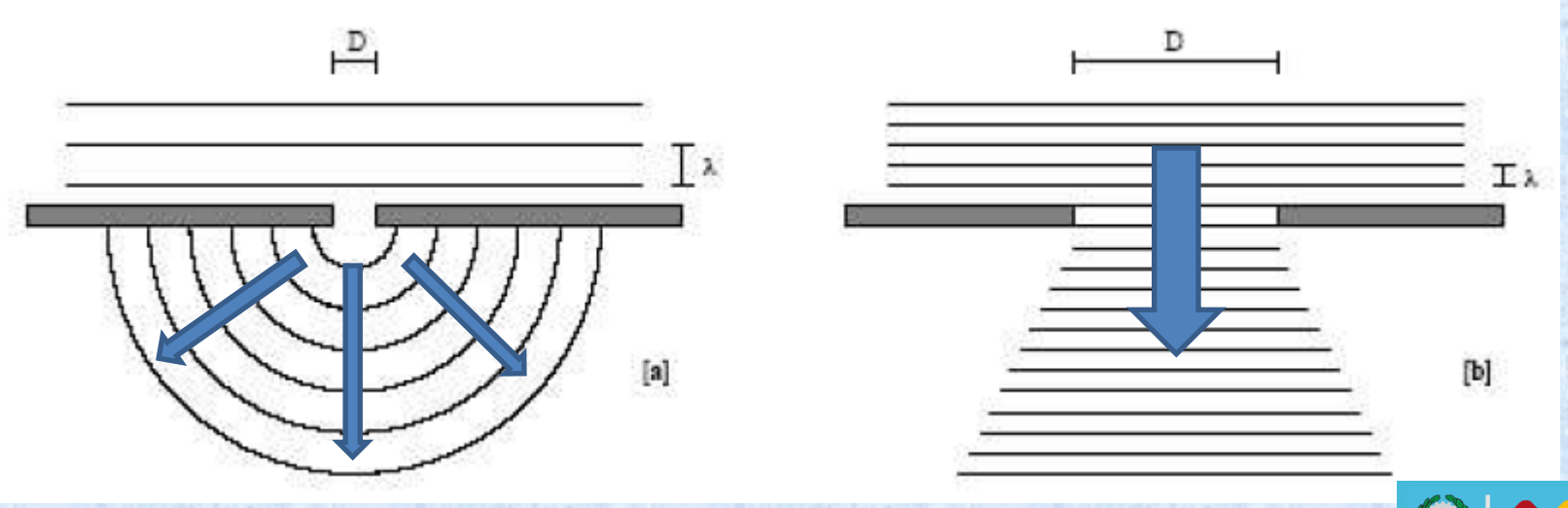
1) **Sonorizzazione**: trattamento acustico
2) **Isolamento acustico**

- Diffrazione: basse freq. passano meglio gli ostacoli
- Assorbimento: conversione in energia termica

Diffrazione: efficienza di irradiamento

Parametri: Dimensione sorgente e lunghezza d'onda

- ONDE SFERICHE: Se la dimensione della sorgente (ad esempio il raggio dell'altoparlante) è piccola rispetto alla lunghezza d'onda, la sorgente può essere considerata puntiforme e irradiante in tutte le direzioni con la stessa efficienza, generando quindi onde sferiche.
- ONDE PIANE: Nel caso la lunghezza d'onda sia confrontabile con le dimensioni della sorgente, il suono viene irradiato con efficienza diversa a seconda della direzione. Suoni acuti sono direzionali!!I bassi non hanno bisogno di stereofonia: subwoofer è centrale!



λ > *D*

λ<D

- I bassi superano meglio gli ostacoli: ostacolo piccolo lunghezza d’onda elevata.
- Gli acuti sono bloccati dall’ostacolo: ostacolo grande e lunghezza d’onda piccola.

  Nascono zone d’ombra.
- La voce ha propagazione sferica: bocca piccola e lunghezza d’onda elevata.

MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA RICERCA

Riflessione:

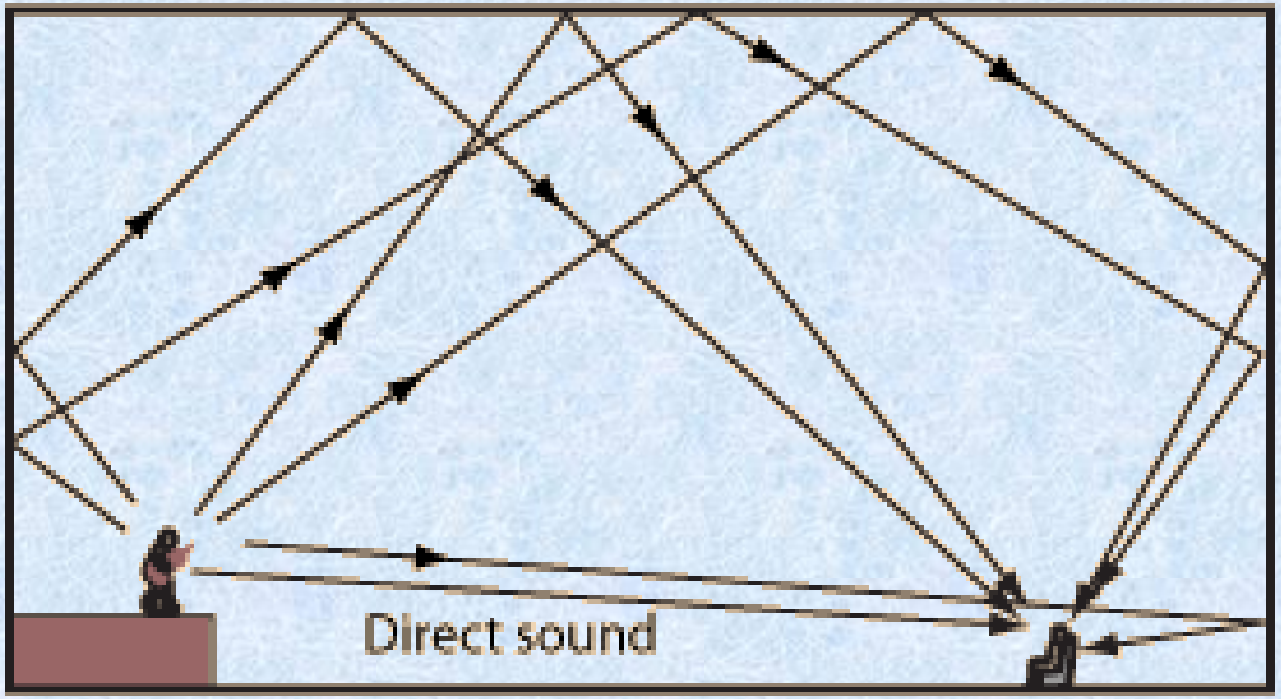
Presenza di discontinuità nella propagazione: ostacoli

- La presenza di un ostacolo come una parete liscia di dimensioni sufficientemente grandi rispetto alla lunghezza d'onda dell'onda incidente fa si che l'onda viene parzialmente riflessa e parzialmente assorbita. In fisica l'angolo di riflessione`e uguale all'angolo di incidenza e la percentuale di onda assorbita dipende dal tipo di materiale. (trattamento acustico)
- ECO-REVERBERO.
  (Virtualmente riproducibili)
- Camere ECOICHE: riflessione massima.
  Il suono raggiunge un punto con la stessa intensità da tutte le direzioni.

- Camere ANECOICHE: riflessione minima
  Il suono giunge in un punto solo dalla sorgente. Misura delle sorgenti es. casse

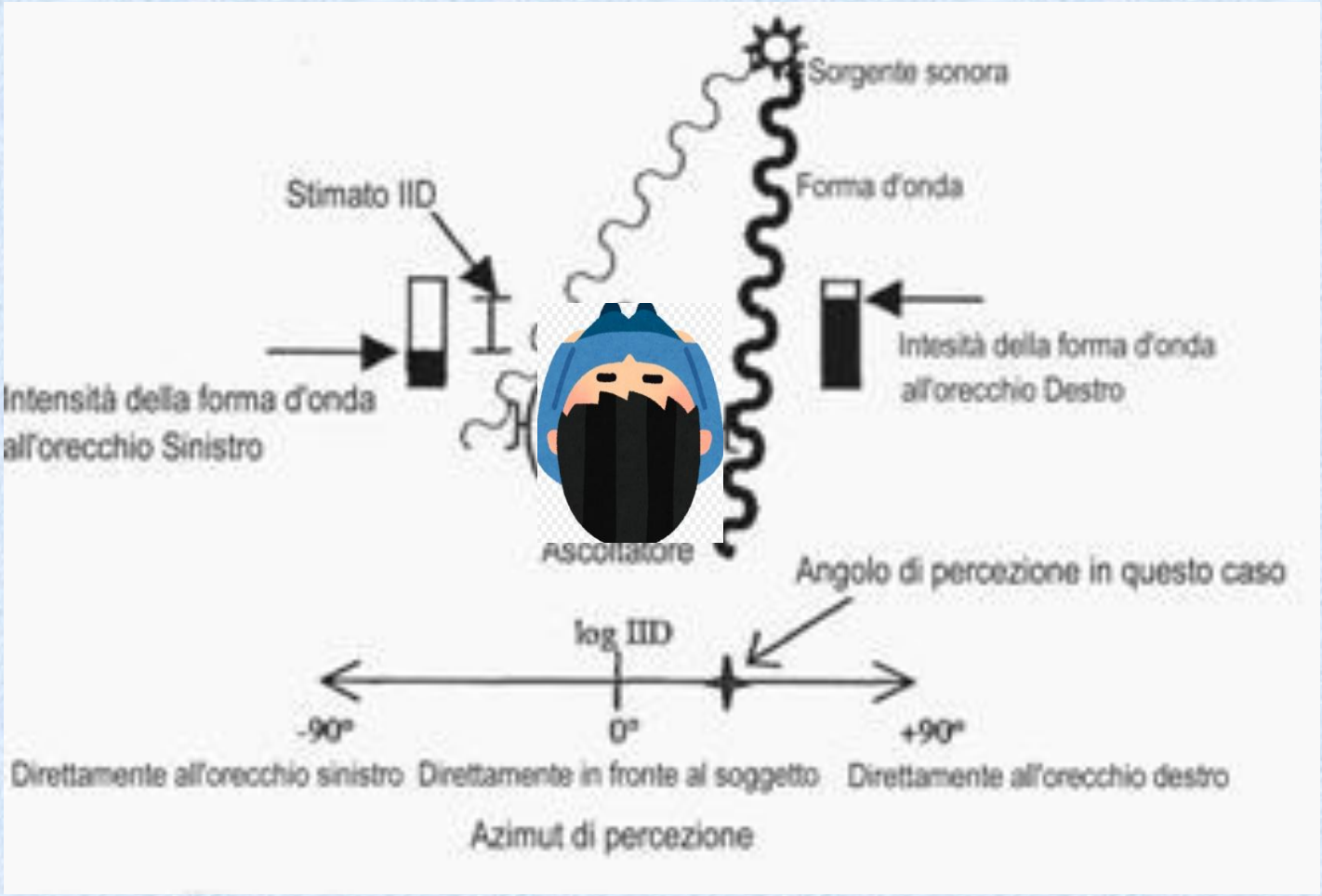
Effetto dell'ambiente

- Più onde
- Ampiezze e fasi diverse a causa del diverso percorso
- Contenuto armonico diverso.
- Acustica architettonica.



MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA RICERCA

Percezione dello spazio con il suono

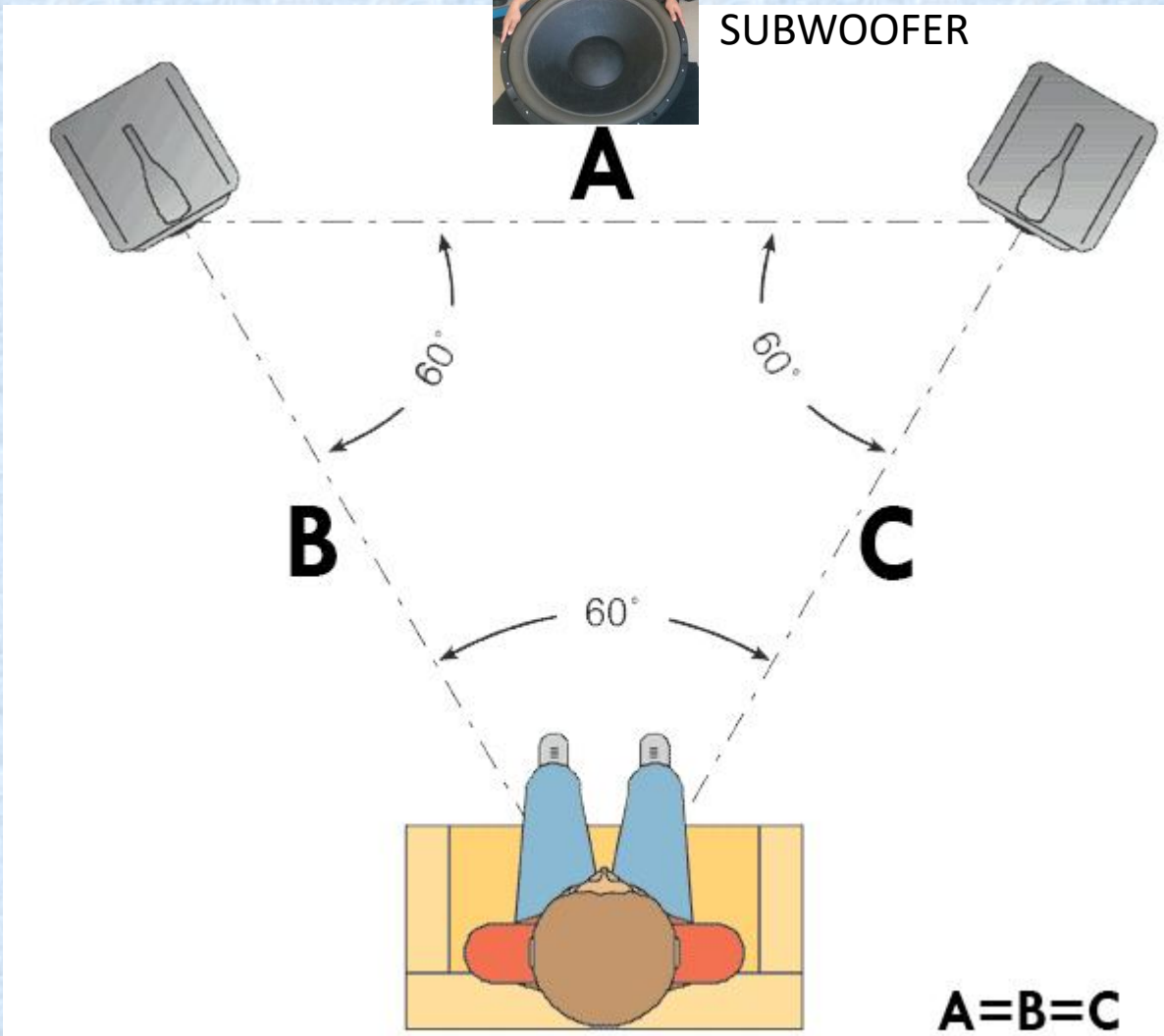


Interaural Time difference (ITD)

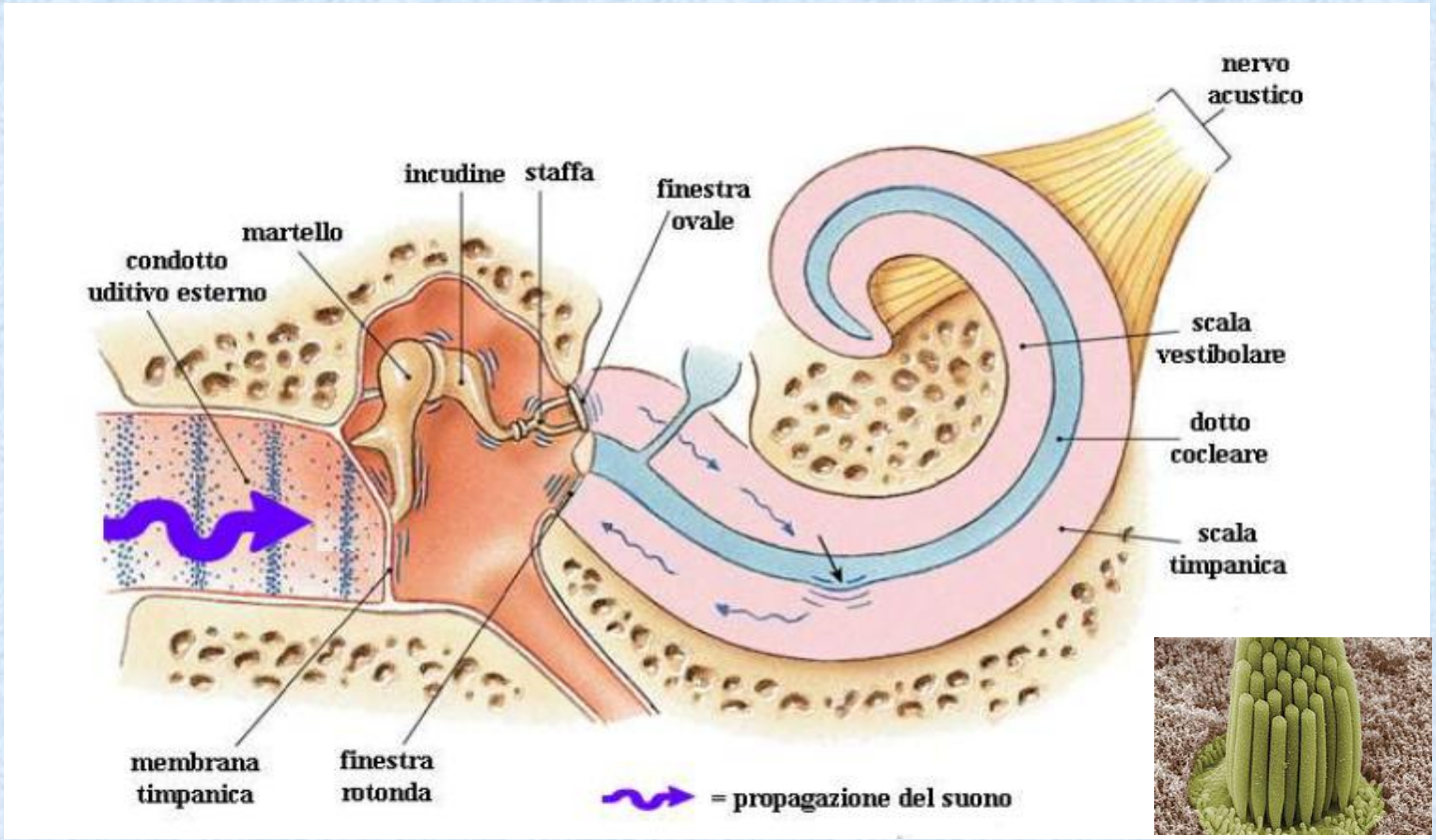
Interaural Intensity Difference (IID)

Posizionamento corretto casse acustiche

SUBWOOFER



Orecchio: trasduttore di pressione
Percezione: interpretazione soggettiva del suono



Organo del Corti: perilinfa, Membrana basilare e cellule ciliate
Bande critiche
Psicoacustica

MASCHERAMENTO: Una frequenza con ampiezza elevata può mascherare frequenze vicine con ampiezze inferiori in quanto frequenze vicine vengono decodificate da ciglia appartenenti alla stessa banda critica. Questa proprietà viene massicciamente sfruttata per realizzare algoritmi di compressione dei dati audio in formato digitale quali l'MP3

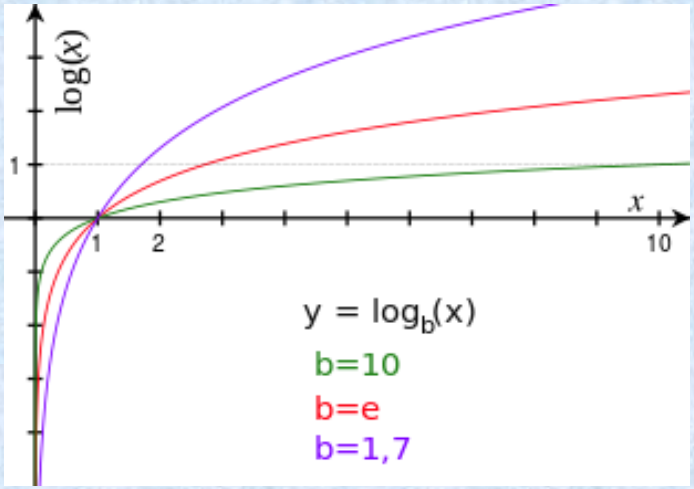
Decibel

Valori di pressione su intervalli estesi

$$dBspl = 20 \log P/Pr$$

$$Pr = 20\mu Pa$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$



decibel	0	6.02	10	20	-20	40	60
rapporto	1/1	2/1	$\sqrt{10}$	10/1	1/10	100/1	1000/1

Legge della distanza inversa:

Allontanarsi da una sorgente puntiforme (onda sferica) raddoppiando la distanza implica -6dB (dimezzo il volume)

Avvicinarsi dimezzando la distanza implica +6dB (raddoppio il volume)

…questo non vale per onde cilindriche, colonna di traffico solo -3dB.

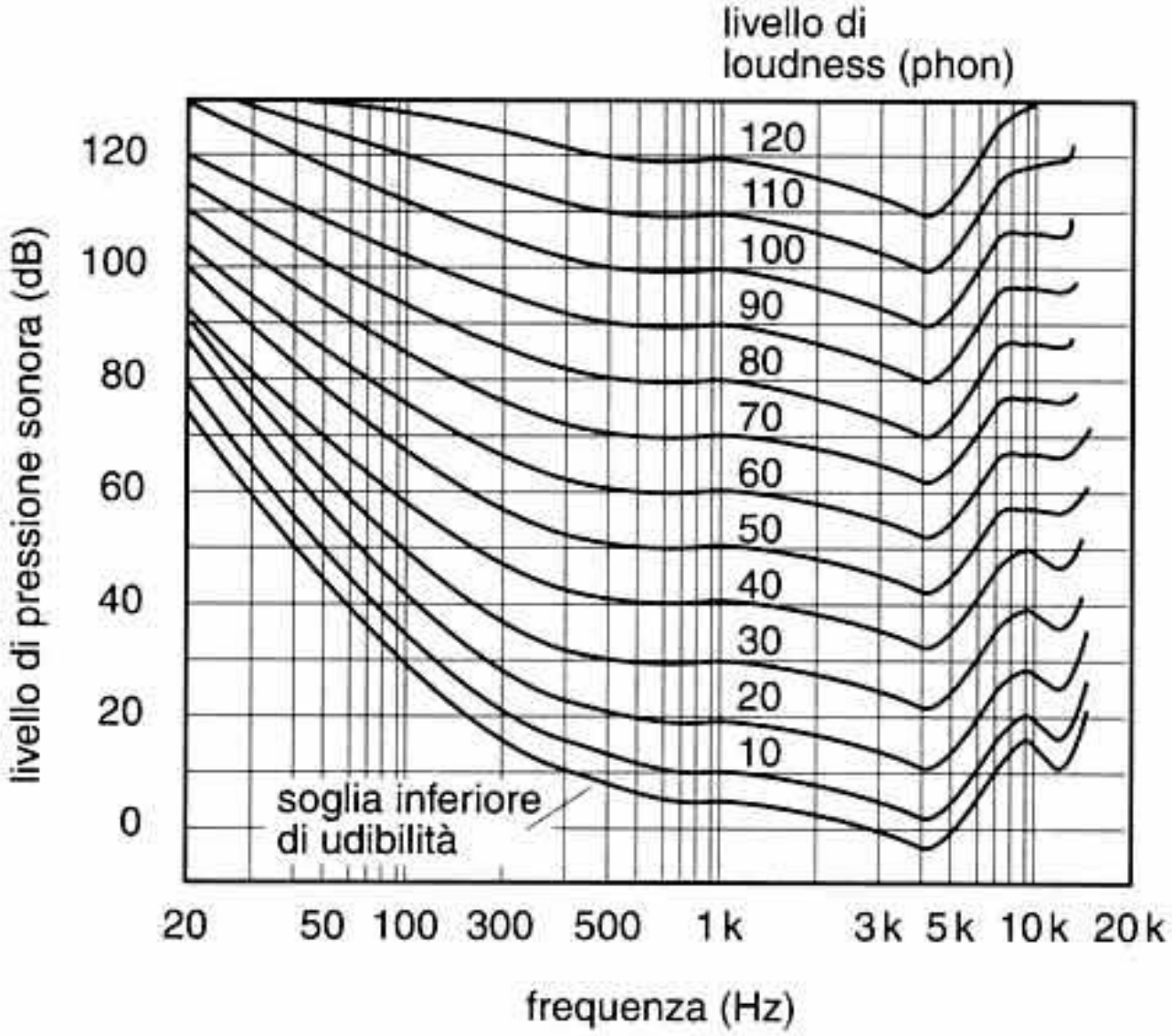
Si sente di più il traffico che il rumore industriale.

Esempi pratici

- Indicazioni in partitura e intensità sonora.

Indicazione	Sorgente sonora	Intensità (dB)
	Silenzio	0
	Spillo che cade	10
	Sussurro a 1m	20
	Sala vuota	30
ppp	Libreria	40
pp	Interno auto silenziosa	50
p	Conversazione pacata	60
mp	Traffico	70
mf	Fabbrica	80
f	Metropolitana	90
ff	Discoteca	100
fff	Concerto rock	110
	Jet in partenza a 500m	120

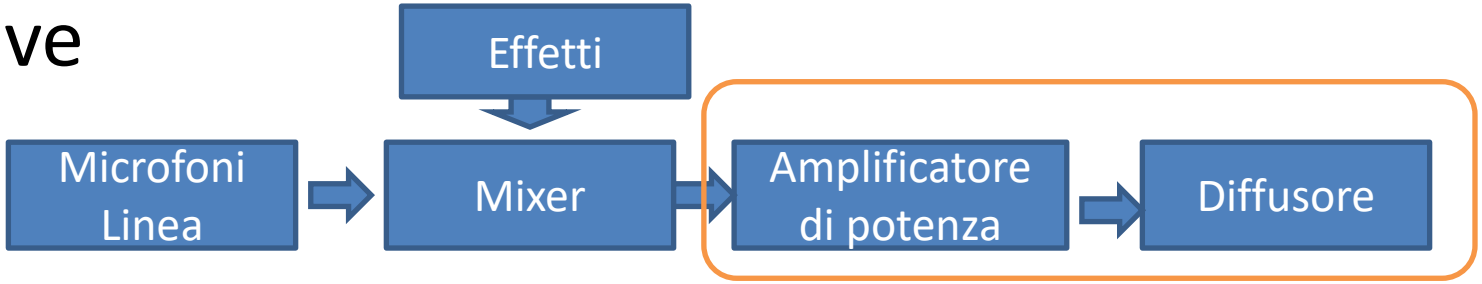
Curve isofoniche: volume (loudness) percepito



Catena audio

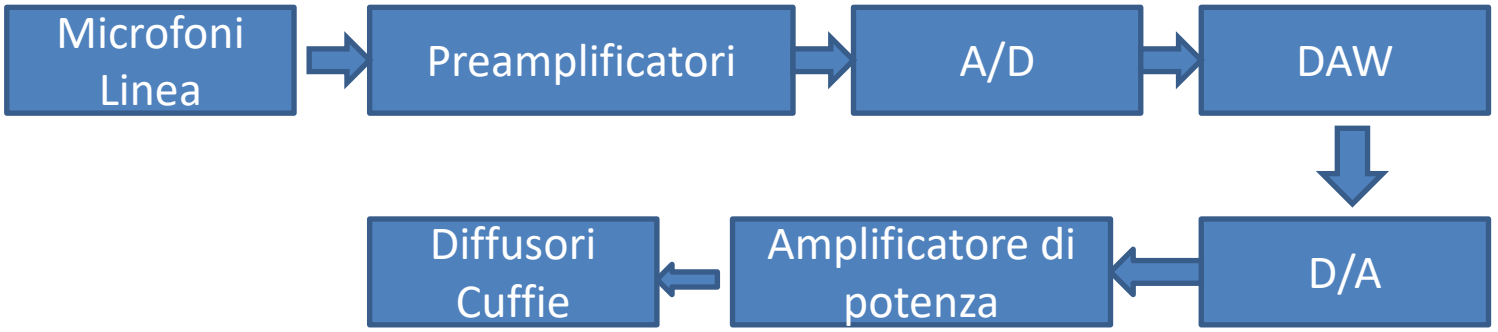
Standard Operation level: +4 dB professionale, -10 dB

- Live



- Registrazione

1. mixer attivo ➡ casse passive
2. mixer passivo ➡ casse attive
3. mixer passivo ➡ amplificatore – casse passive



- Scaricare e installare Software di editing audio CAKEWALK By BandLab (Windows)

https://www.bandlab.com/products/cakewalk

Scaricherete prima un Assistant e poi il software.

- Scaricare e installare Software di editing audio Studio One 5 Prime (Windows and Mac)

Necessita di registarzione.

Siti con suoni royalty-free
(video, musica, effetti ecc.)

- mixkit.co
- zapsplat.com
- freesfx
- blog.accusonus.com
- soundbible

MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA RICERCA

MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA RICERCA

FUTURE LABS

STEAM audio 2
Prof. Paolo Corsi

isis valdarno

PIANO NAZIONALE SCUOLA digitale

Connettori, Microfoni, Tecniche di ripresa
Mixer e Diffusori

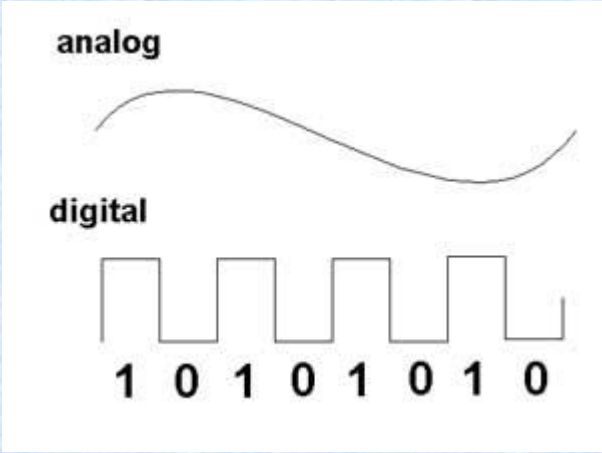
STEAM

SCIENCE TECHNOLOGY ENGINEERING ART MATH

Connessioni audio

Trasferimento informazioni tra due dispositivi

- Segnali: analogici e digitali
- Segnali: elettrici (Cavo in rame) e ottici (Cavo in fibra ottica)
- Segnali elettrici: analogici e digitali
- Segnali ottici : solo digitali.
- NB La trasmissione digitale è seriale.



Cavi

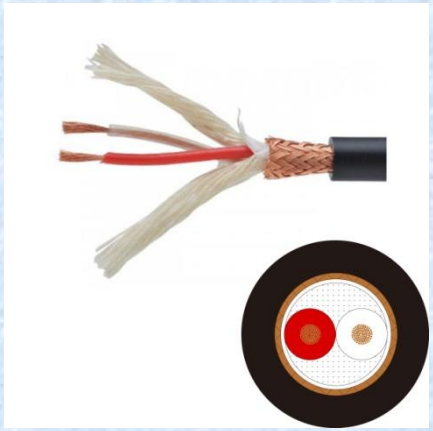
Cavo = filtro …qualità!

- Coassiale Sbilanciato: strumenti a corde, linea

Jack ¼”

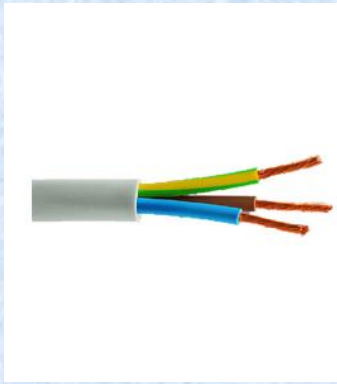
RCA analogico e digitale SPDIF

- Coassiale Bilanciato: microfonico, connessioni digitali



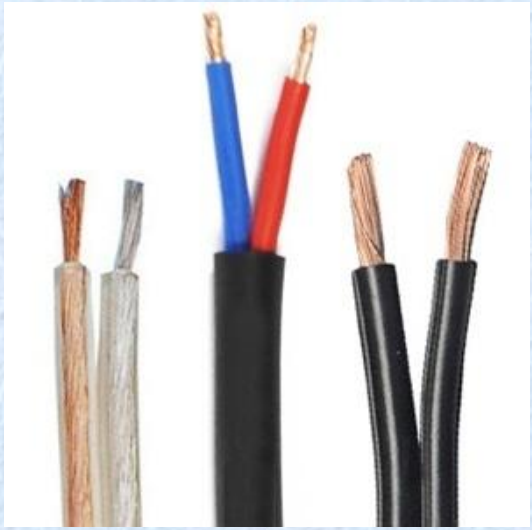
Cannon, XLR

- Potenza: 220V



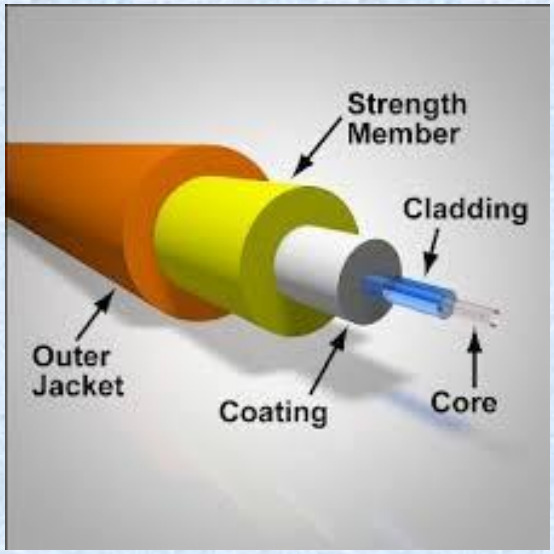
- Potenza: amplificatore-cassa

Speakon



Fibra ottica

ADAT



Multipolari

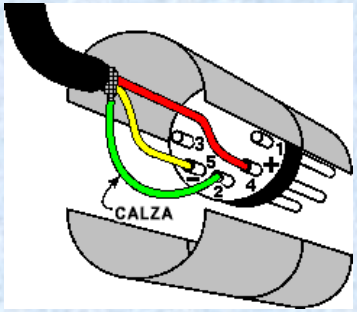
Ciabatta microfonica

Cavo CAT 5 rete

RJ45
4 G bit/sec

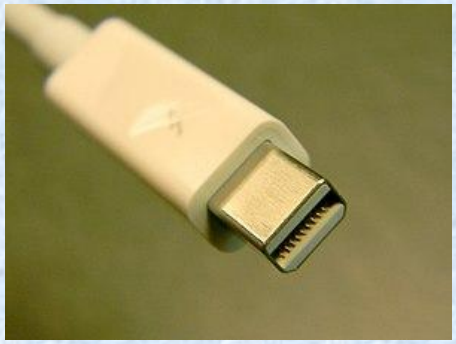
Cavi per connessioni digitali

USB 480-4800 Mb/sec



DIN 5 poli , MIDI

Firewire:
800 Mb/sec

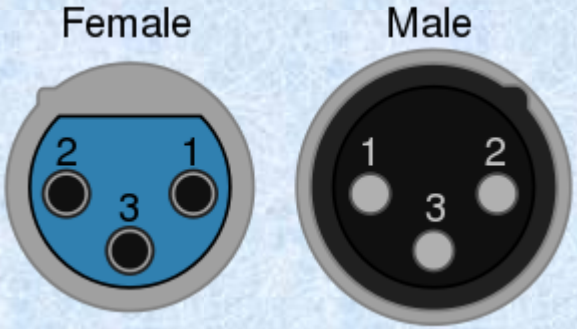


Thunderbolt:
20Gb/sec

Connettori audio

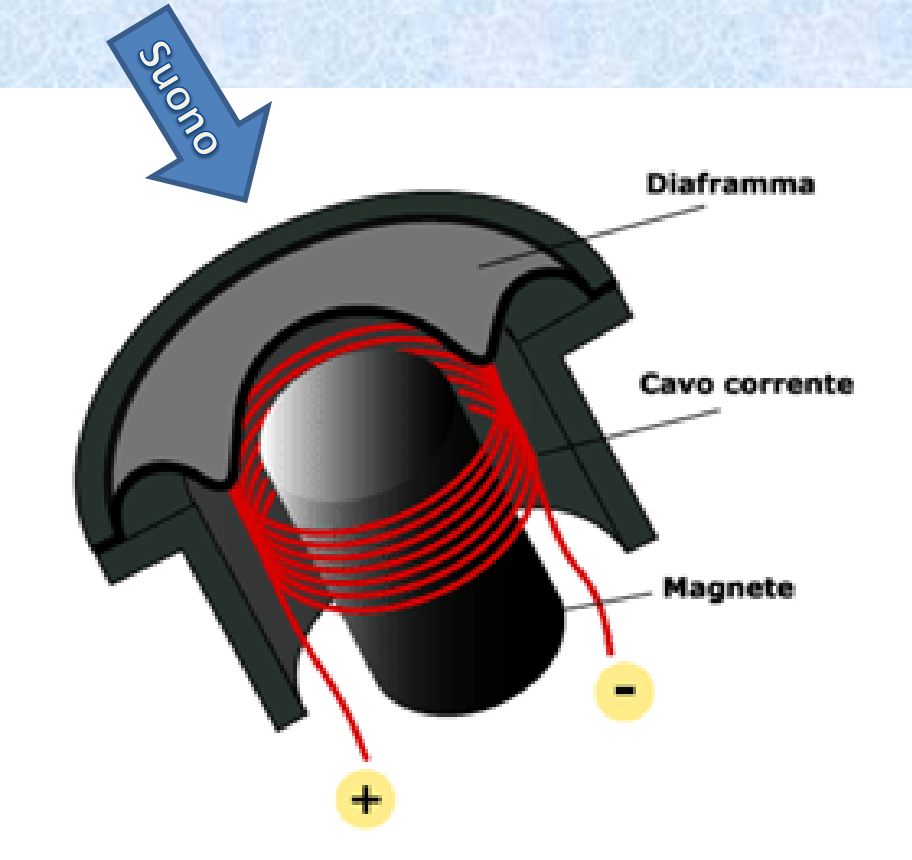
Jack mono e stereo (cuffie)

Cannon, XLR

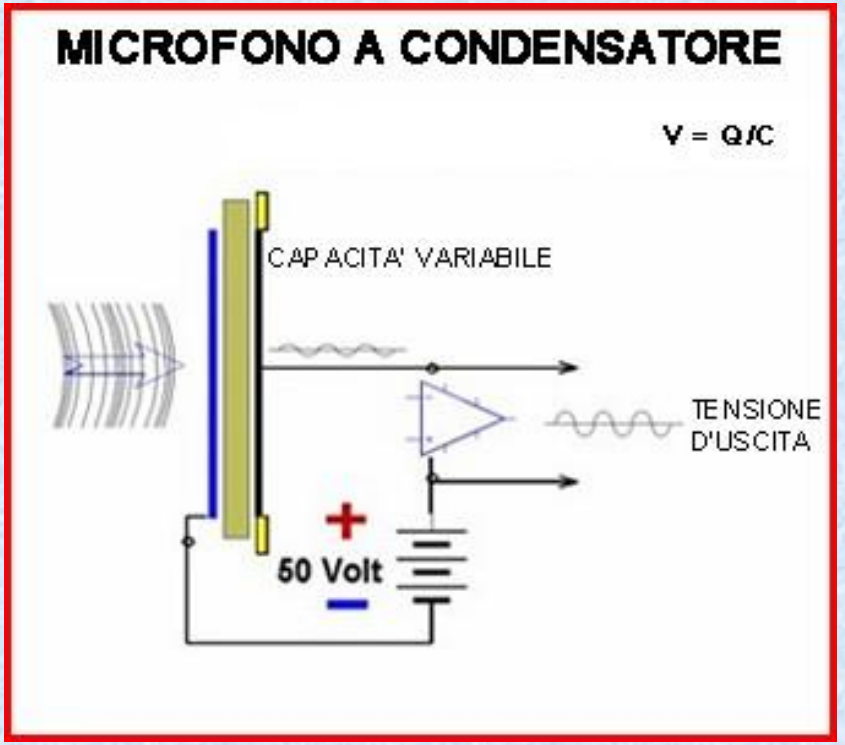


Microfoni: elettrodinamici

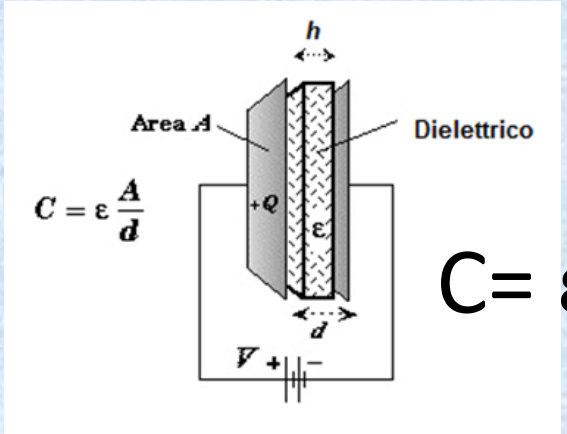
- Resistenti
- Pressioni sonore elevate
- Live
- Shure SM 57



Microfoni a condensatore
Diaframma largo e diaframma piccolo



- Sensibili
- Delicati
- Ampio spettro
- Studio
- Phantom Power
- AKG 414, Neumann KM184

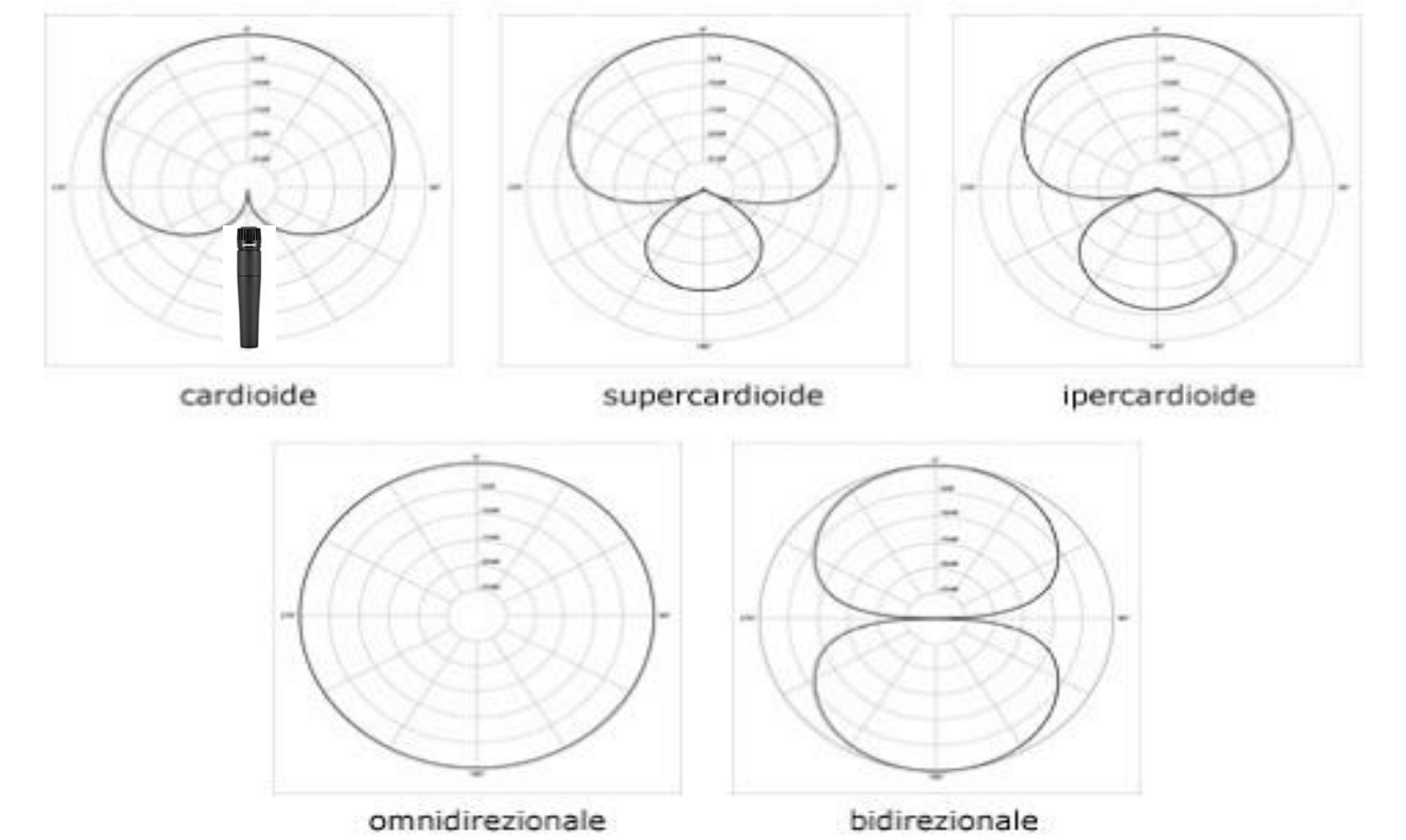


C= ε S/d

Supporti microfonici ed aste

MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA RICERCA

Diagramma polare:
sensibilità del microfono rispetto alla direzione del suono

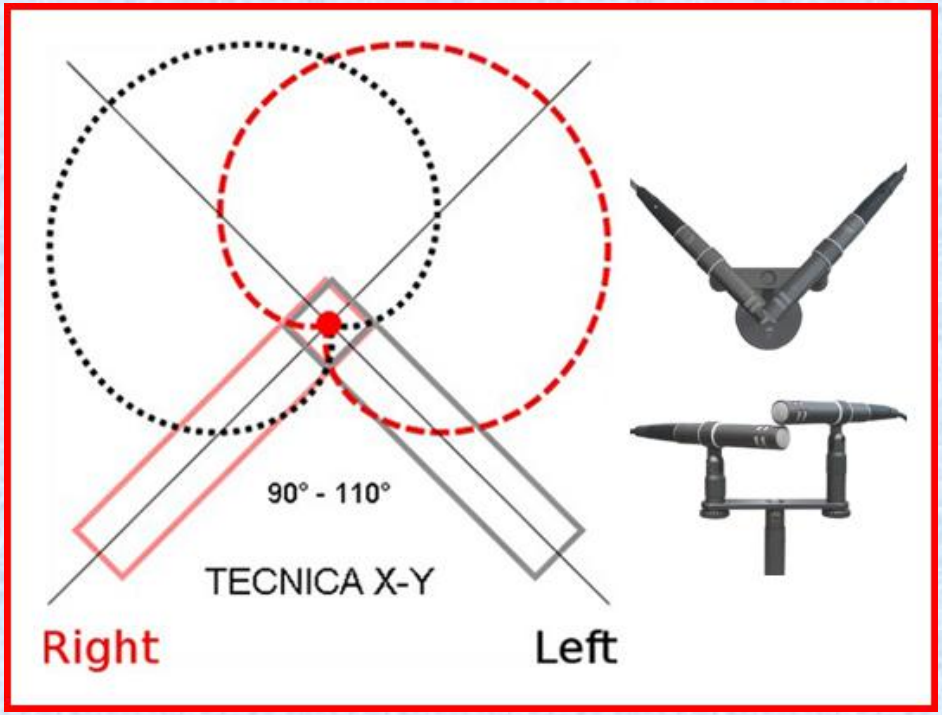


- Effetto di prossimità: aumento di L.F. in prossimità della sorgente.
- Sensibilità : mV/Pa 1Pa sono 94dBspl, se ho S=20 implica a 20 mV ho 94 dB

Tecniche di microfonaggio stereo

- Stereo: XY

  2 mic condensatore capsule coincidenti



- Stereo: microfoni distanti, regola 3:1

  Distanza tra i microfoni 3 volte superiore a quella dalla sorgente

Microfonaggio strumenti

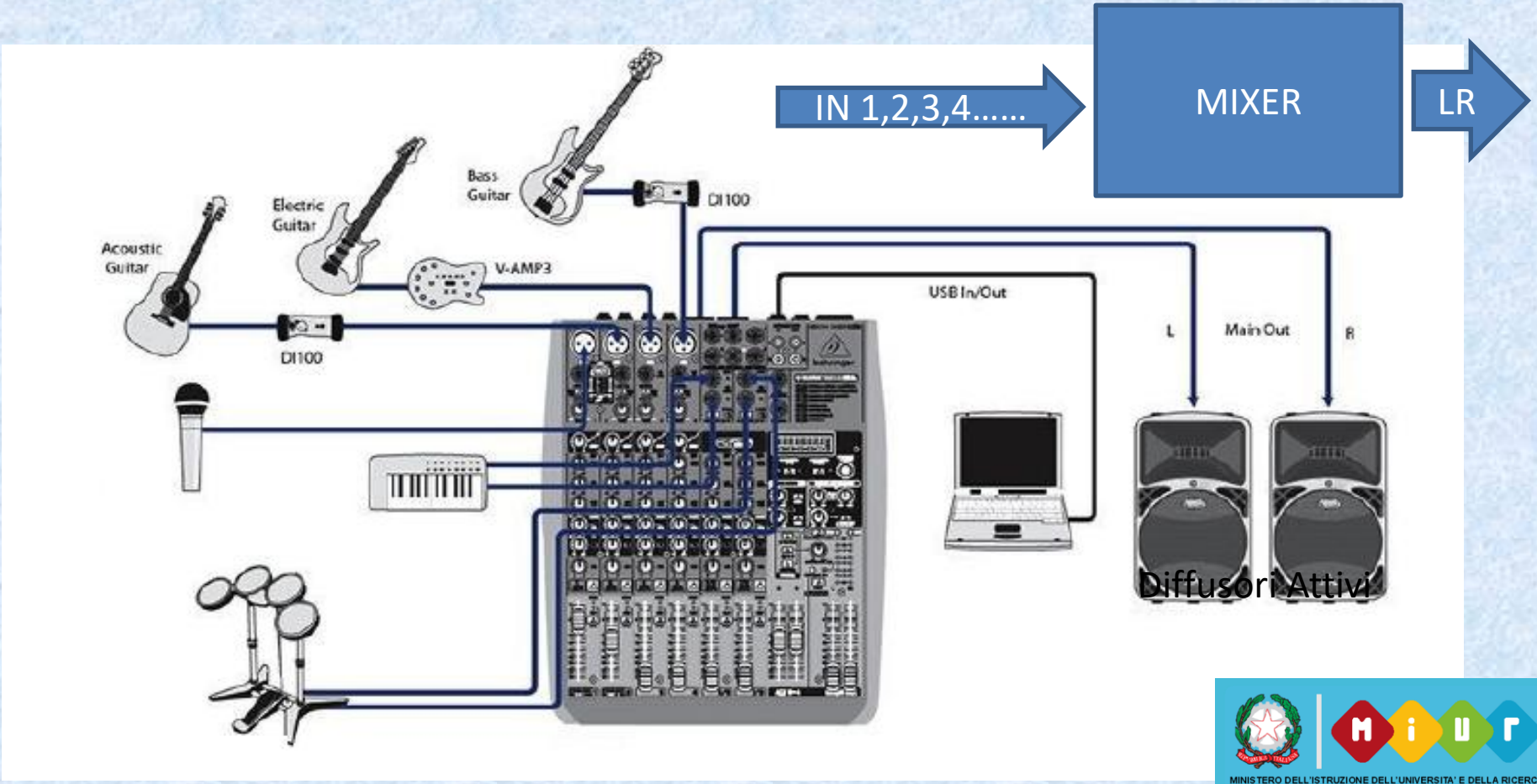
- Usare microfoni a condensatore per sorgenti ricche di alte frequenze e con bassa pressione acustica. Ricordarsi PHANTOM e ANTIPOP!
- Usare microfoni dinamici per sorgenti ricche di basse frequenze e con pressioni acustiche alte.
- Regola: il microfono deve restituire in registrazione o live il suono originale.

“….perchè ci vuole orecchio….”

MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA RICERCA

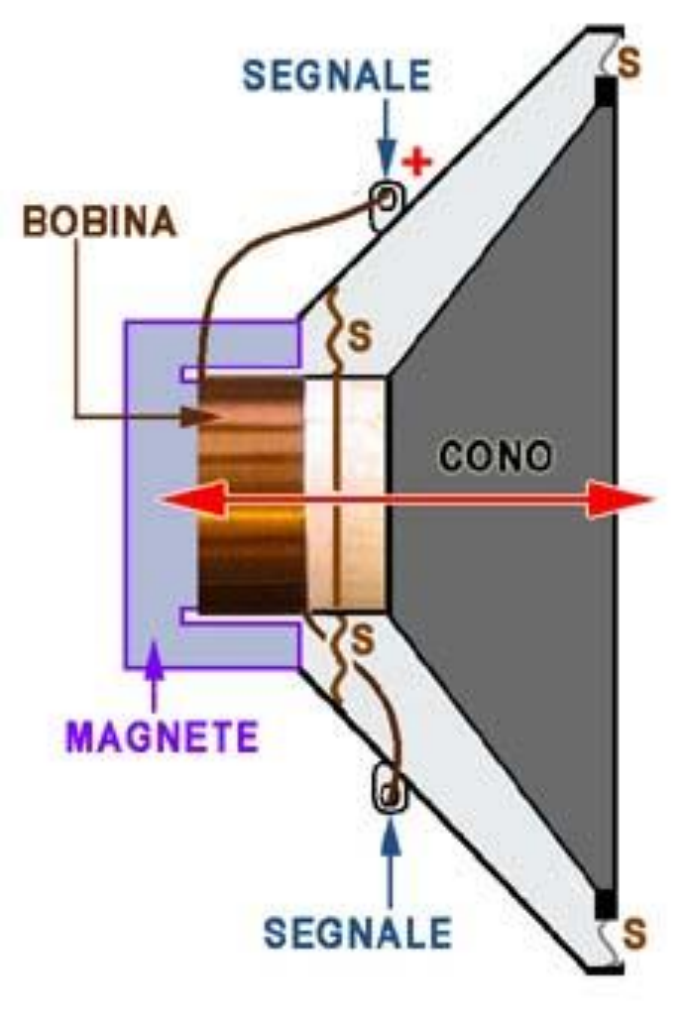
Mixer

- Miscela i segnali elettrici provenienti da sorgenti audio diverse instradandoli (Routing) su uscite comuni (LR, Gruppi, Mandate ecc..) con la possibilità di modificare il loro contenuto armonico, ampiezza, fase e aggiungere effetti audio con appositi processori di segnale interni o esterni.



Casse-Diffusori e Cuffie
Attuatore elettrodinamico

- Impedenza: 4, 8 ohm
- Numero di vie
- Woofer : LF
- Midrange: MF
- Tweeter: HF
- Crossover: filtro



Tipologia diffusori acustici

MIXER → Amplificatore di potenza → Diffusore Passivo

MIXER → Diffusore Attivo

MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA RICERCA

Cuffie: immagine stereofonica

- **Chiuse**: Recording room, più isolate e ricche di basse frequenze.
- **Aperte**: Control room, suono più naturale.
- **In-Ear Monitors**: live.

MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA RICERCA

FUTURE LABS

STEAM audio 3
Prof. Paolo Corsi

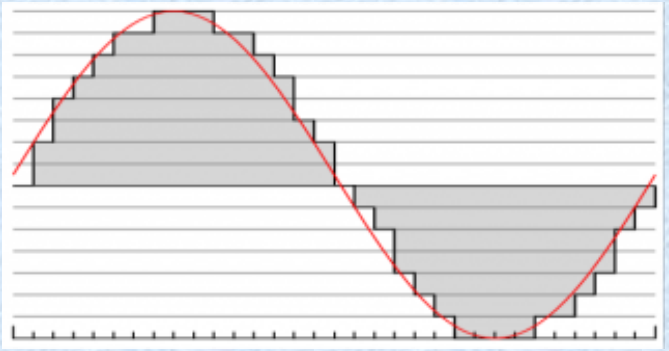
isis valdarno

PIANO NAZIONALE SCUOLA digitale

Evoluzione registrazione sonora
Audio Digitale- Elaborazioni Audio

STEAM

SCIENCE TECHNOLOGY ENGINEERING ART MATH



Registratori analogici

Nastro magnetico 1929 Telefunken - Basf

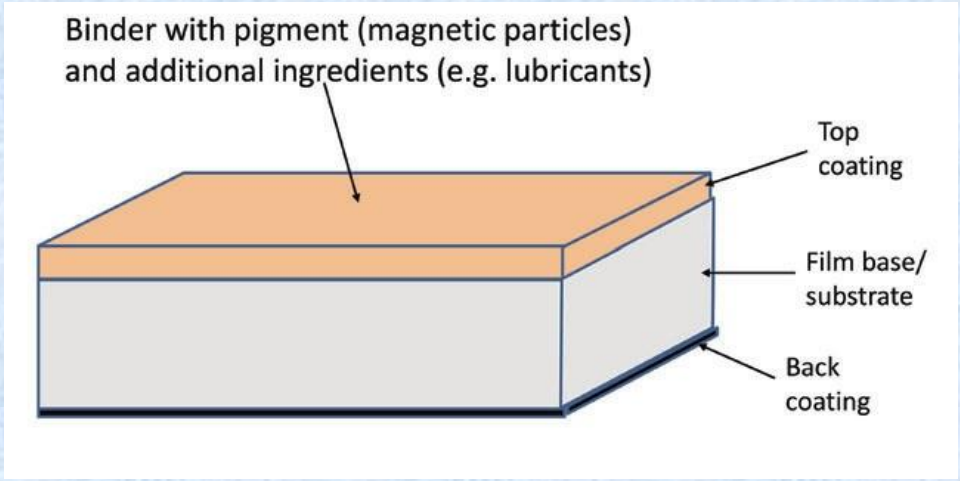
Film con Suono 1926 Warner Bros

1933 EMI, Blumlein

STEREO 1943

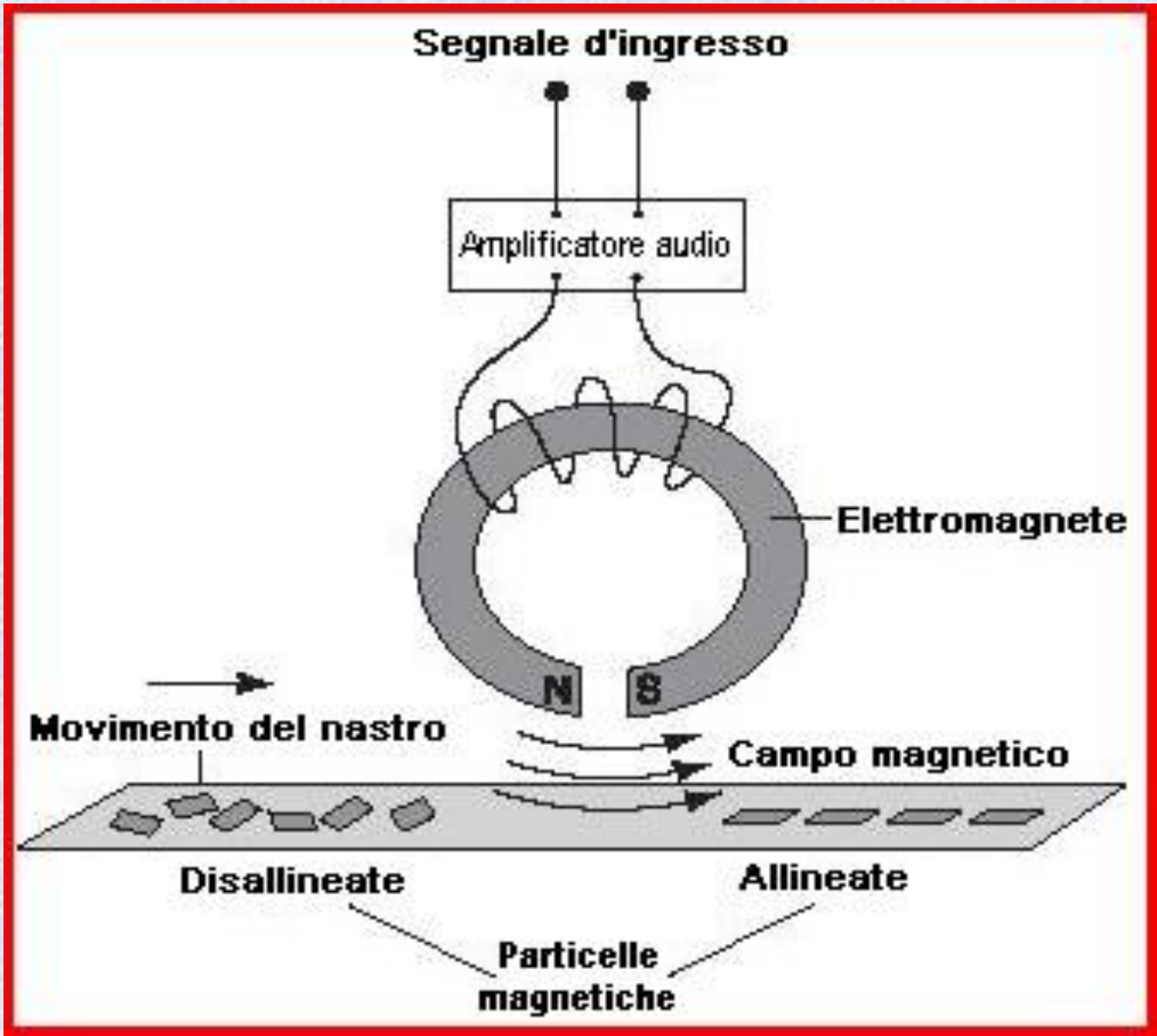
Anni 40-50 multitraccia: Les Paul.

1963

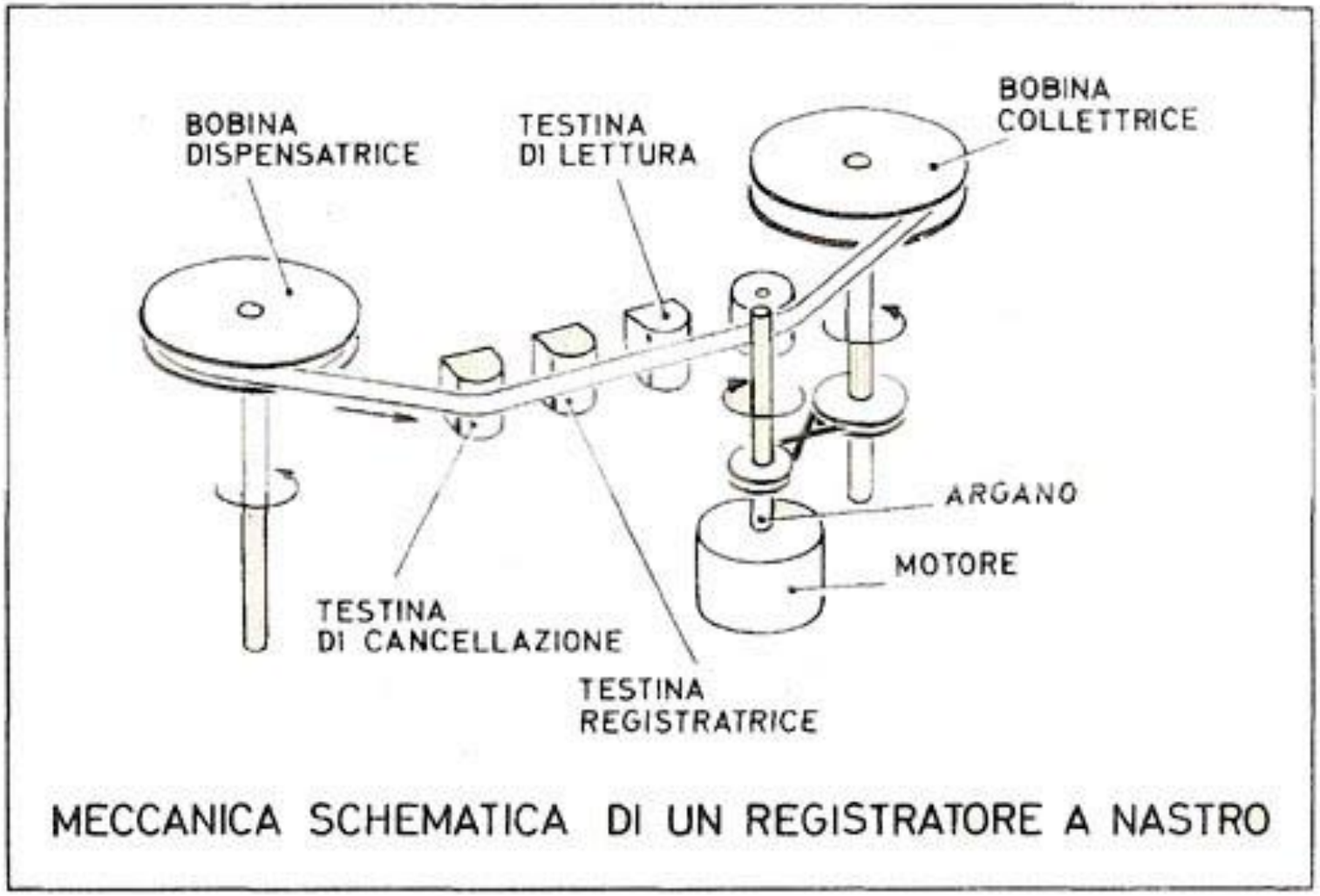


Principio di funzionamento

l nastro magnetico è costituito da dipoli magnetici. Quando il nastro scorre sotto la testina, questa trasforma il segnale elettrico in un campo magnetico che va a polarizzare le particelle magnetiche disponendole secondo la direzione del campo.



Schema completo registratore a nastro

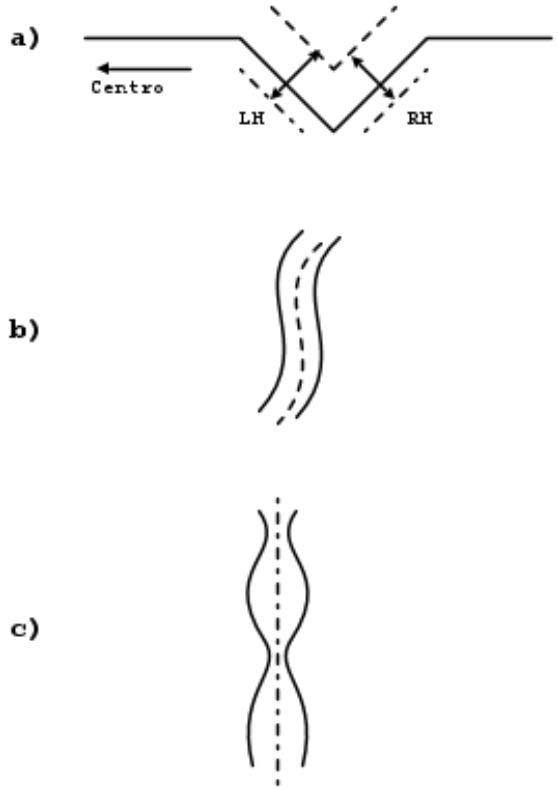


MECCANICA SCHEMATICA DI UN REGISTRATORE A NASTRO

Fig. 1

Vinile (PVC)

Columbia records 1948

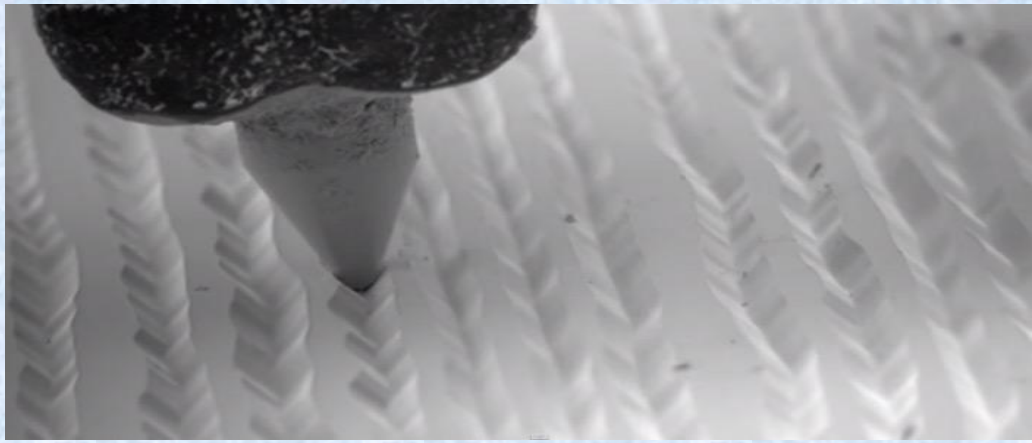


Solco di un disco stereo.

a) angoli a 45°/45°;

b) segnali in fase in entrambi i canali, spostamento del solco laterale:

c) segnali sfasati,spostamento verticale del solco.



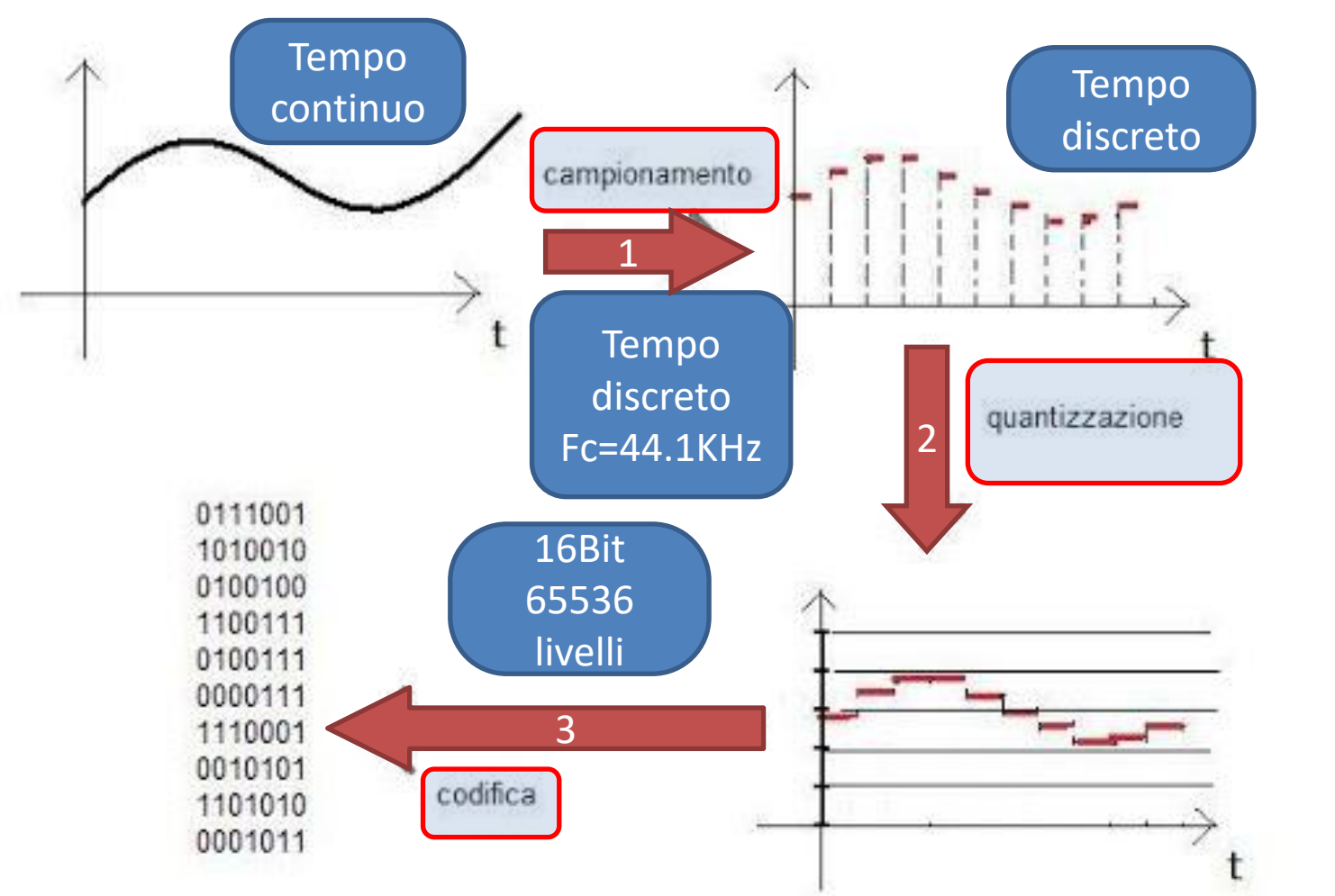
L'incisione stereofonica modula in orizzontale la somma dei due canali e in verticale la loro differenza.

In riproduzione la testina è dotata di un doppio sistema elettrodinamico, simile a due microfoni , che ricostruisce il segnale elettrico originale LR.

Audio digitale

Registratori digitali
Conversione A/D

- Campionamento
- Quantizzazione
- Codifica
- PCM 1937



Calcoli: flusso dati e occupazione di memoria
(Teorema di Shannon 1916-2001)

1) Frequenza di campionamento detta anche cadenza di Nyquist >= 2 x Fmax
2) N° Bit per campione

Es: Segnale stereofonico Fc=44100 Hz, 16 bit (2 Byte)
CD(1982 Philips)

N° Byte al secondo: 44100x2x2= 176.400byte/sec.(flusso dati)

Brano di 3',30"(210 sec.) occupa 37.044.000 Byte (memoria necessaria)

Stesso brano ma Fc= 96000Hz, 24 bit abbiamo 96000x3x2= 576.000byte/sec

Brano di 3',30"(210 sec.) occupa 120.960.000 Byte (memoria necessaria)

Registratori digitali su nastro

- MITSUBISHI X800 metà anni 80
- DAT 1987 Sony
- ADAT 1991
- TASCAM 1993

Elaborazioni tipiche di un segnale audio

Equalizzazione: intervento chirurgico sullo spettro audio.

Compressione: intervento dinamico

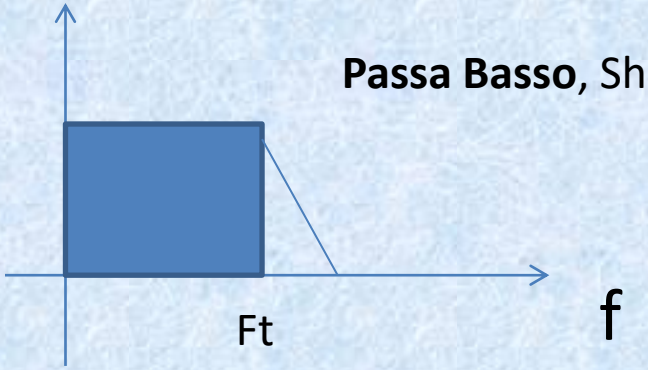
Riverbero: aggiunta di un effetto acustico-ambientale artificiale.

Equalizzazione

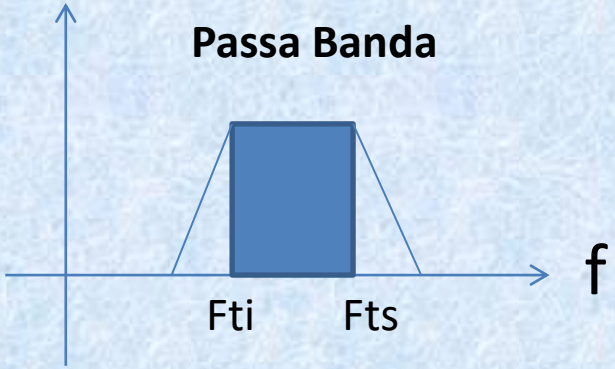
Si tratta di modellare lo spettro in frequenza attraverso dei filtri.

Tipologia di filtri

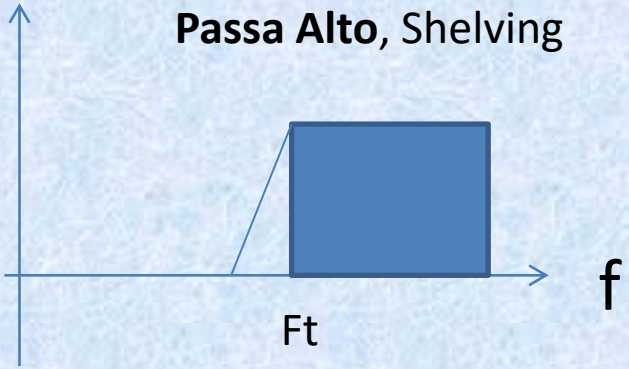
Passa Basso, Shelving



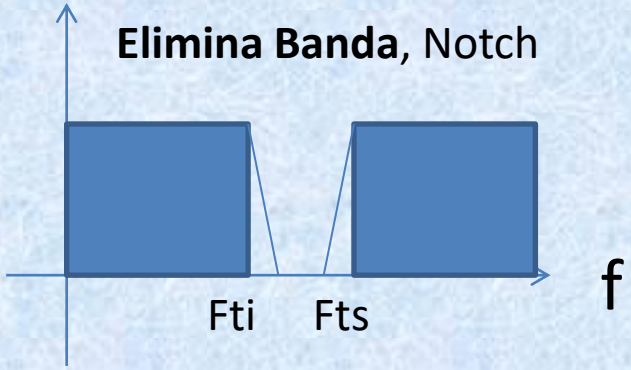
Passa Banda



Passa Alto, Shelving



Elimina Banda, Notch

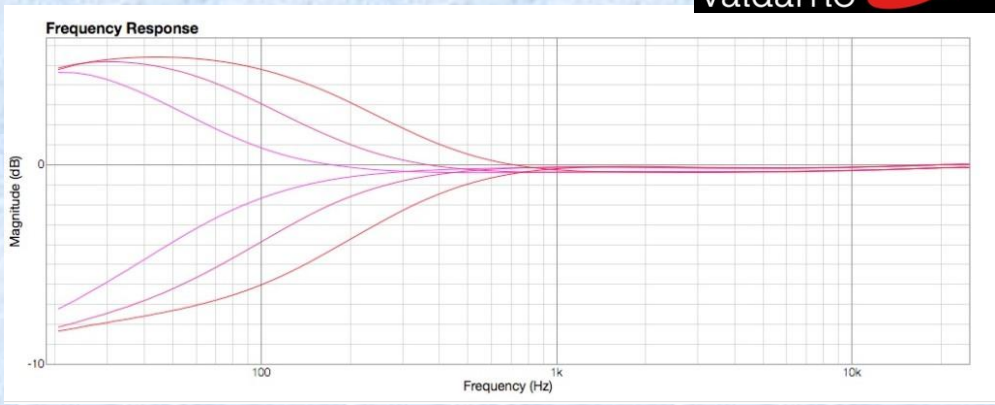


MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA RICERCA

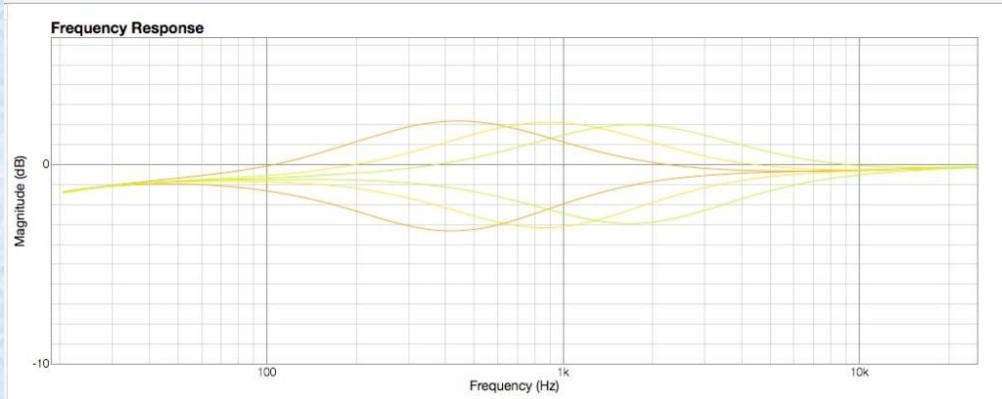
Curve di equalizzazione

isis valdarno

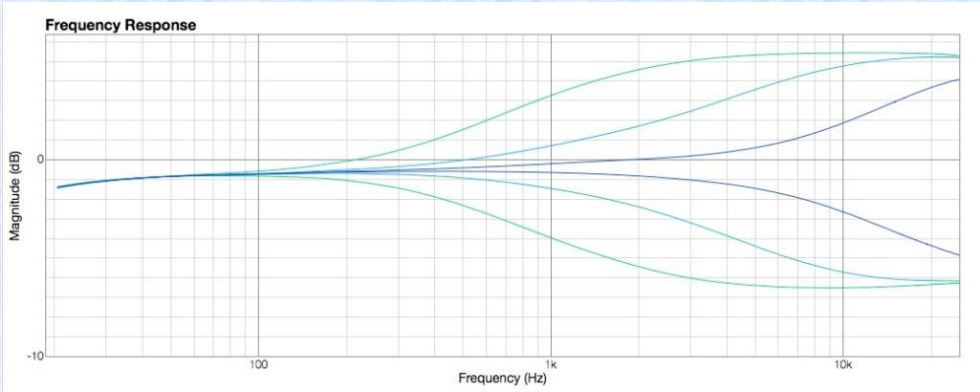
Shelving Low Frequencies



Peak Bell Mid Frequencies



Shelving High Frequencies



MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA RICERCA

Comandi di un Equalizzatore: Freq. centrale, Guadagno, Q

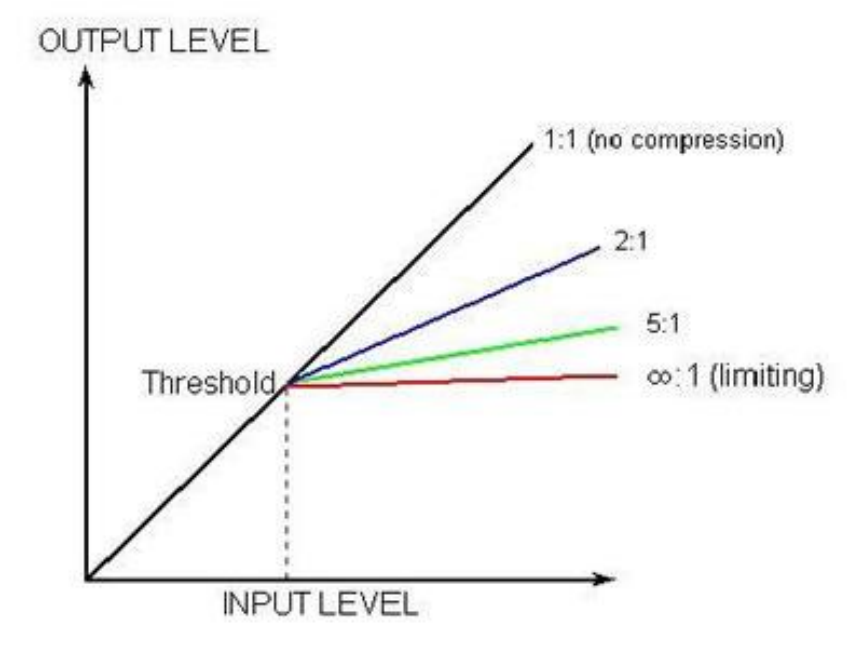
L'asse delle frequenze è LOGARITMICO

Compressore

Intervento sulla **dinamica**: intervallo misurato in dB tra il volume minimo e volume mssimo.

Riduce l'ampiezza quando questa supera una soglia preimpostata.

n.b. Il nastro analogico introduce una compressione simile quando superiamo gli 0dB



Parametri compressore

1) Soglia

2) Rapporto di compressione es. 3:1

Superata la soglia il comp. Riduce il livello di 3 volte.

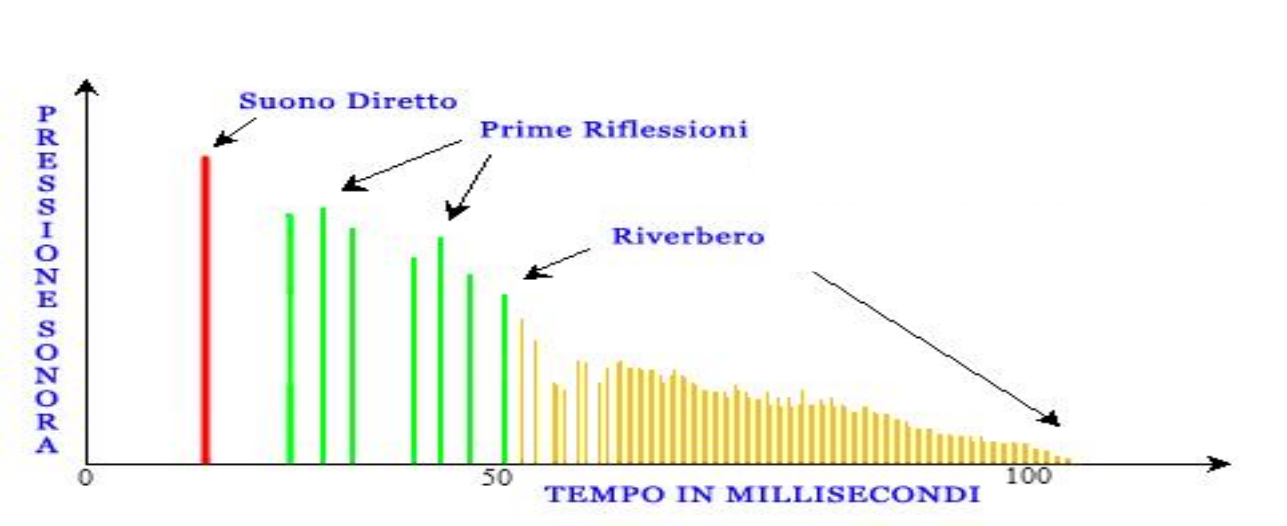
3) Attacco

4) Rilascio

5) Make up

Esistono anche compressori multibanda: comprimono in base alle frequenze di appartenenza. Si usano in fase di Mastering.

Riverbero



Pre Delay : consente di modificare il tempo che intercorre tra il suono diretto e le prime riflessioni.

Early Reflections : intervallo di tempo delle prime riflessioni.

Decay : intervallo di tempo del decadimento delle ultime riflessioni.

Mix: miscela tra segnale ***dry*** e segnale riverberato ***wet*** .

Dimensioni della stanza: parametro riferito alle tipologie degli ambienti : hall, room, chamber, cathedral, spring/plate .

HF Ratio: controllo delle alte frequenze . Essendo queste le prime ad essere attenuate durante le riflessioni vengono simulate le capacità di assorbimento delle superfici.

Stereo width: allarga o restringe l'immagine il campo stereo del riverbero.

MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA RICERCA

STEAM audio 4
Prof. Paolo Corsi

Percorso segnale audio , DAW,
Registrazione ed Editing

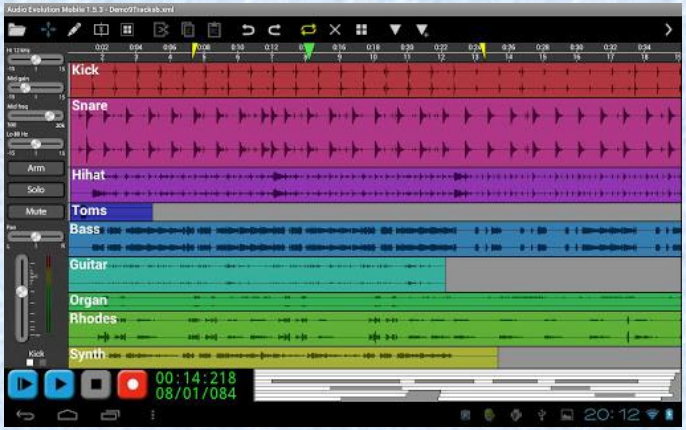
isis valdarno

FUTURE LABS

PIANO NAZIONALE SCUOLA digitale

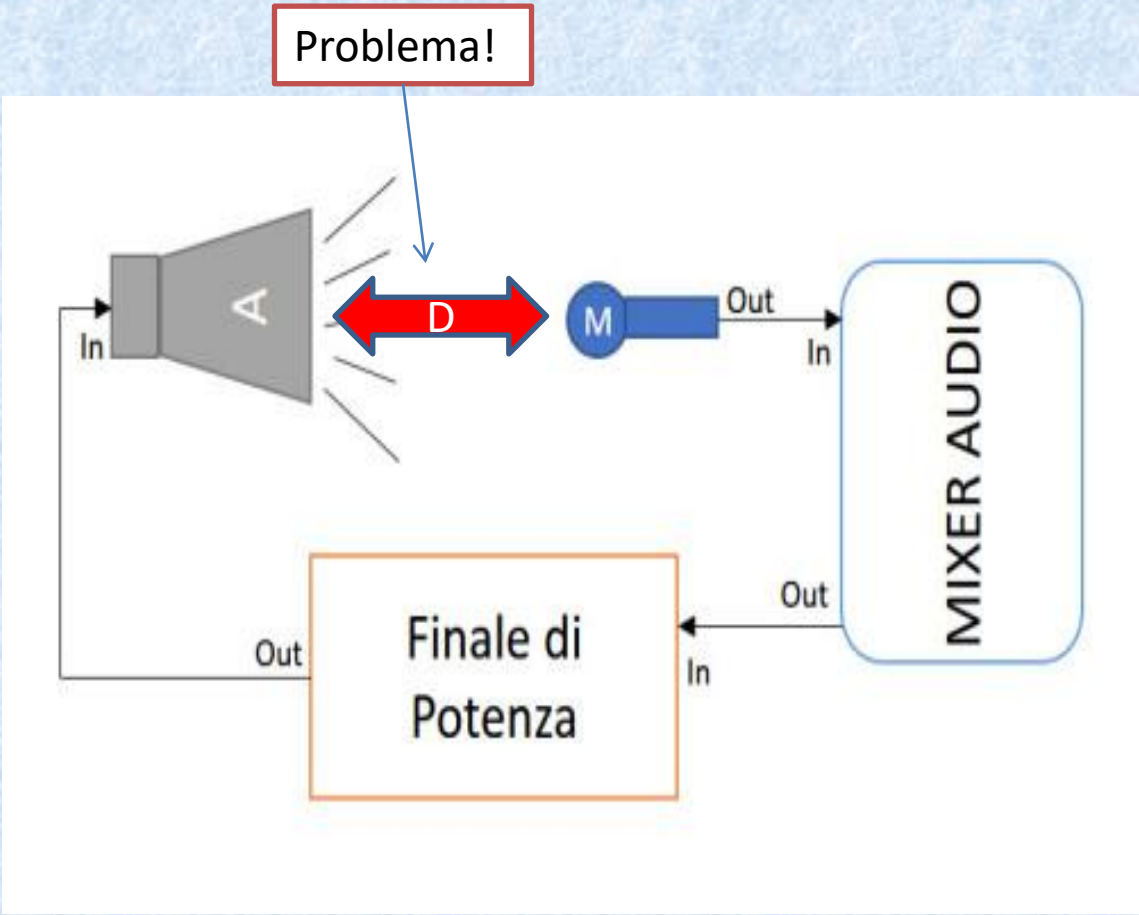
STEAM

SCIENCE TECHNOLOGY ENGINEERING ART MATH



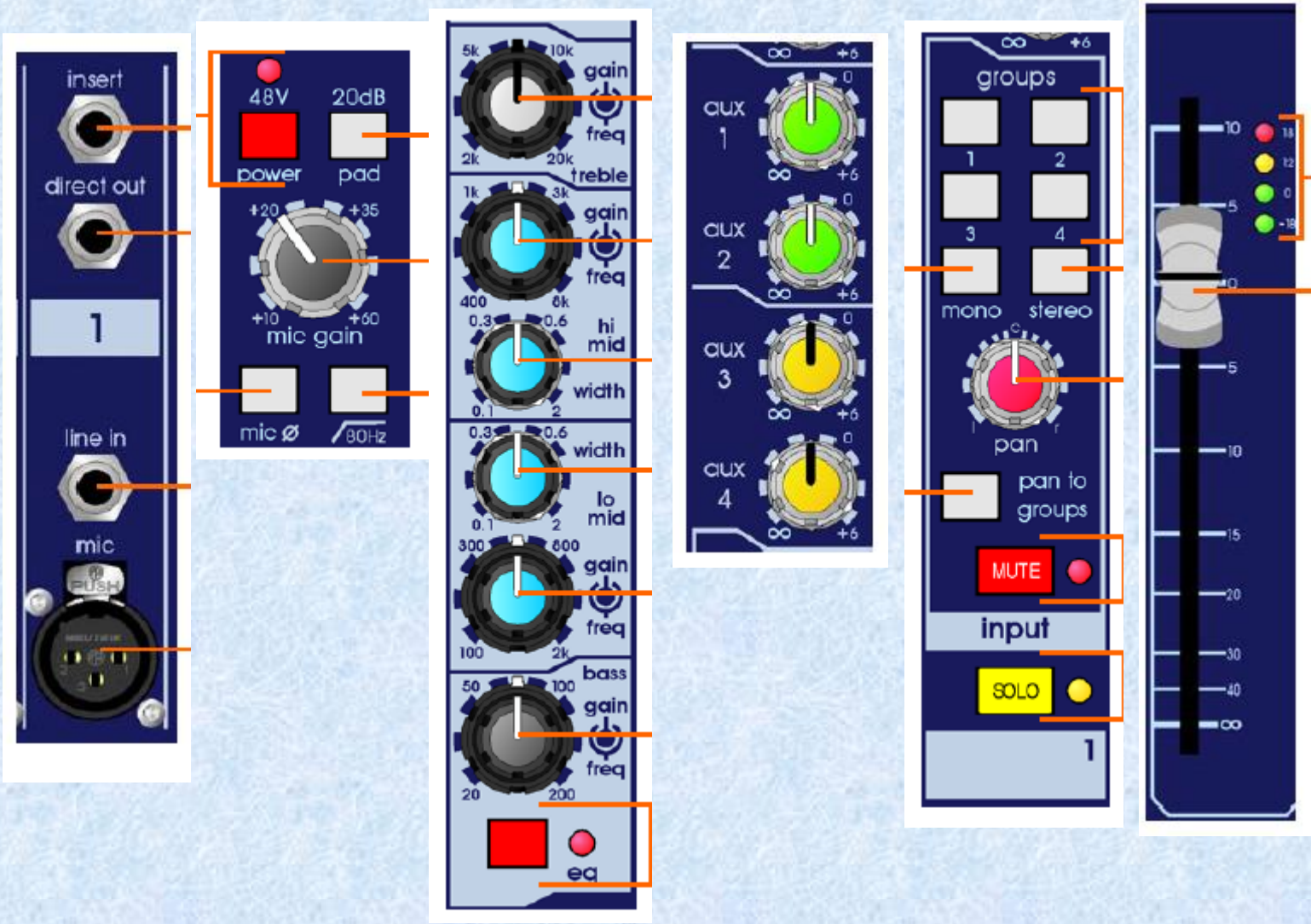
Effetto Larsen o feedback

- Fischio che si sviluppa quando i suoni emessi da un altoparlante vengono captati con sufficiente "potenza di innesco" da un microfono e da questo rimandati al medesimo altoparlante, in un circuito chiuso: LOOP positivo.
- La distanza (D) determina la frequenza di innesco.
- Azioni: Disposizione mic-cassa, volume ed equalizzazione.



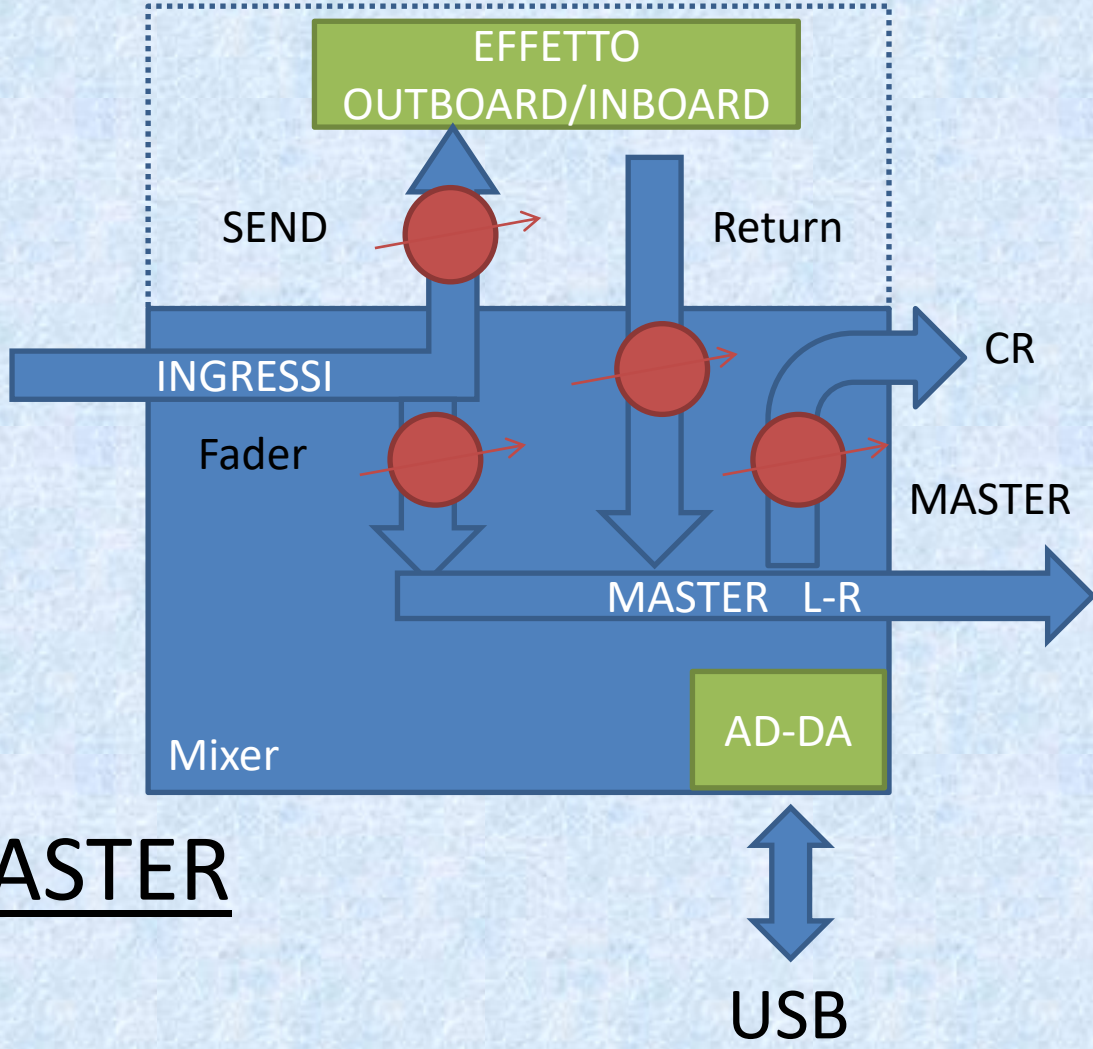
Canale IN: mic, linea, insert.

- Gain
- PAD
- Filtro HP
- Fase
- Phantom
- EQ
- Mandate PFL o AFL
- Mute
- Solo
- Gruppi
- Pan-pot
- Fader



Uscite sezione MASTER

- Master LR
- Control room
- SEND

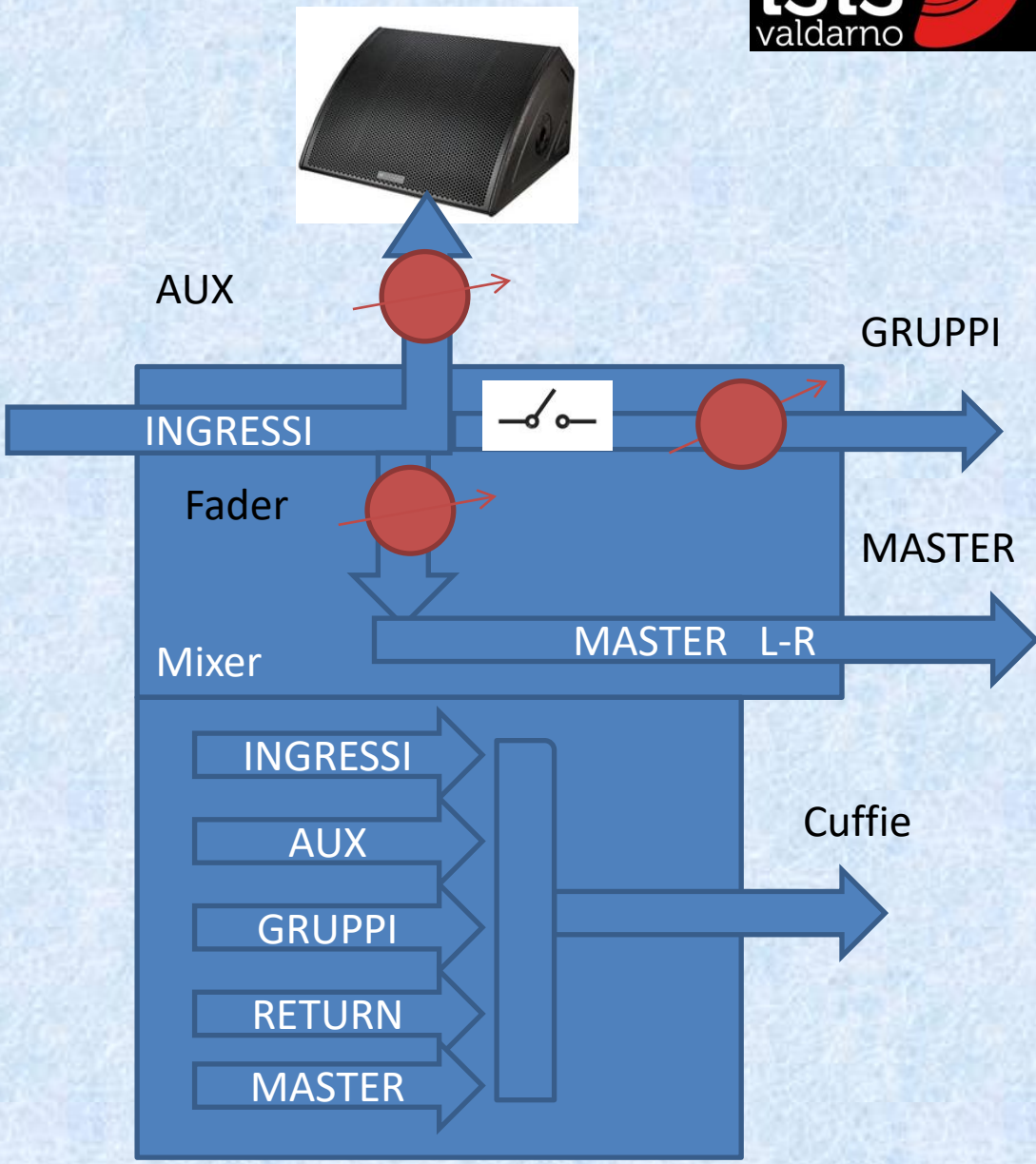


Ingressi sezione MASTER

- Somma Ingressi
- Return

Uscite sezione MASTER

- SEND: aux
- Gruppi
- Presa cuffie



MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA RICERCA

DAW

Digital Audio Workstation

isis valdarno

DAW

Hardware:

Scheda audio
Microfoni
Controller
Strumenti elettronici
Mixer esterni
Monitor AUDIO-CUFFIE

Software:

Manipolazione totale dei parametri a disposizione e dei flussi audio

Cakewalk
Studio One 5
Reaper

Fasi operative nella fase di registrazione

- Assicurarsi che le connessioni audio siano corrette. (Rumori, ronzii…)
- Applicare eventuali “antipop” sulla voce.
- Regolazione livello segnale di ingresso per ogni traccia evitando il clip (Gain): -12dB picchi a -6dB
- Clip Digitale=distruttivo; Clip Analogico=creativo
- Livello ascolto in cuffia: Larsen
- Registrazione di tutte le tracce: tutti suonano insieme (Jazz, Live, con schede multicanale)o uno strumento alla volta (Produzione POP).

Fasi operative nella fase di editing.

- Taglia.
- Incolla.
- Eliminazione di rumori.
- Assemblaggio.
- Crossfade.
- Sincronizzazione tracce.
- Elaborazioni audio singola traccia: es. normalizzazione
- Pre-Equalizzazione: il suono viene ripulito e caratterizzato.
- Software Cakewalk, Studio ONE 5, Reaper…

MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA RICERCA

FUTURE LABS

STEAM audio 5
Prof. Paolo Corsi

isis valdarno

PIANO NAZIONALE SCUOLA digitale

MIX e Mastering

STEAM

SCIENCE TECHNOLOGY ENGINEERING ART MATH

MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA RICERCA

isis valdarno

Set-up Cakewalk

- Preferenze (tasto P):

  freq. campionamento e n° bit

- Pannello ASIO (Audio Streaming Input Output):

  buffer size.

  Valori bassi Buffer size in rec e valori alti in mix: 250-512 samples OK

- Scelta IN e OUT fisici della scheda nelle tracce dove vogliamo registrare.
- **File audio con stesso formato!**

MIX

1. Stile-progetto audio.
2. Pan Pot: gestione stereofonia
3. Equalizzazione : separazione canali per frequenza nell'immagine stereofonica
4. Equilibrio tra i volumi.
5. Compressione: dinamiche coerenti.
6. Riverbero e piano sonoro.
7. Plug-in (moduli aggiuntivi)
8. Automazioni.
9. Ascolto: più tipologie di monitor audio
10. EXPOPRT AUDIO: **Wave , MP3**.
11. Backup progetti. Menù **VARIE**- **Consolida progetto**

Progetto da mixare: (469MByte)
https://www.dropbox.com/sh/ex4l6c1swh71yaq/AACxm1tGcSQ2B9x4BZjX1R5Ha?dl=0

"… i migliori ascolti del mix si fanno in macchina..."

MASTERING

Si lavora sul risultato di un missaggio (LR): è un processo di ottimizzazione audio prima che venga destinato ai processi di stampa su un supporto (CD o Vinile) o di pubblicazione su internet (es. iTunes, ecc..).

Obiettivi: 1)ottenere **volume medio più alto**,
2) **bilanciare le frequenze** dello spettro totale
3) **ampliare il panorama stereo**

I processi utilizzati usano: 1) **Equalizzatori**
2) **Compressori**
3) **Plug-in dedicati**

N.B. Aumentare il volume medio va a discapito della dinamica.

Ci sono studi che fanno solo mastering.

MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA RICERCA

Software utili di conversione tra formati audio e video

isis valdarno

AVS video converter

MediaHuman Audio Converter

Smart Converter

paolo.corsi@isisvaldarno.edu.it