



AUDIO DEMO 3

Il piacere di udire la voce

Documentazione esplicativa del CD

suvaPro

AUDIO DEMO 3

Introduzione

- 1 Provino
- 2 Dopo il concerto
- 3 Brutta sorpresa al risveglio

Basi d'acustica

Frequenza

- 4 Sweep 50-20'000 Hz, ampiezza costante
- 5 Come n.4, però con livello dB(A) costante
- 6 Sinus 63, 125, 250, 500, 1k, 2k, 4k, 8k, 16 kHz
- 7 Organo da chiesa: da tono basso a tono alto
- 8 Modulazioni di frequenza
- 9 Fluttuazione
- 10 Differenze di frequenza: 750 / 750...765 Hz
- 11 Intervalli tonali: da ottave fino a piccoli secondi
- 12 Effetto Doppler

Livello sonoro

- 13 Modulazioni di ampiezza
- 14 Differenze di livelli (0/+10/+30/+60/+100 dB)
- 15 Differenze di livelli (sezione centrale del suono abbassato di 0/0.5/1/2/3/6/10/20/ 40/60 dB)
- 16 Somma livelli sonori (1/2/4 telai da tessitura)
- 17 Somma livelli sonori: 80+85 dB = 86 dB
- 18 Livelli sonori nella vita quotidiana
- 19 Da una goccia fino alla cascata del Reno
- 22 Dal bisbiglio al grido +

Spettro

- 23 Da sinusoidale a rettangolare
- 24 Da sinusoidale a timbro ricco di suoni alti
- 25 Suono dolce d'organo
- 26 Suono stridulo d'organo
- 27 Melodia su organo, un registro
- 28 Melodia su organo, tutti i registri
- 29 Sempre più di registre durante un suono

Inviluppo e timbro

- 30 Cello: corde sfregate e pizzicate
- 31 Synthesizer: triade con diversi strumenti
- 32 Flauto di Pan: suono con rumori

Percezione sonora

Controllo dell'udito (solo canale sinistro)

- 33 Rumore 75 dB(A) per n. 34/35
- 34 Test dell'udito (500 Hz a 12 kHz)
- 35 Test dell'udito per suoni alti

Psicoacustica

- 36 Impulsi sinusoidali con fruscio
- 37 Risposta in base a differenza di tempi
- 38 Rumore stridulo / suono armonico *
- 39 Rumore a banda larga / a banda stretta *
- 40 Rumore a frequenze basse / frequenze medie*
* tutti rumori con lo stesso livello dB(A)
- 41 2° suono sembra più forte malgrado abbia 3 dB(A) di meno
- 42 7 rumori con lo stesso livello dB(A)

Protezione dell'udito (PU)

- 43 Elicottero e sega circolare: 1. senza PU
2. tamponi auricolari 3. Ultrafit
- 44 Musica: 1. senza PU, 2. con tamponi auricolari, 3. Ultrafit, 4. PU per musicisti
- 45 Mazza diesel e linguaggio: 1. senza PU,
2./3. PU attivo "on"/"off", 4. vecchio modello "on"
- 46 Elicottero e mazza diesel: PU del tipo attivo "antirumore"
(ANC) chiuso "on"/"off"

Simulazione di danni uditivi+

- 56 Nel ristorante1
- 57 Conversazione in aula 2
- 58 Conversazione sul piazzale pausa 2
- 59 Previsioni del tempo1
- 60 Previsioni del tempo (retoromancio) 1
- 61 The Warm-up 3
- 62 Blues 3
- 63 Musica per strumenti a fiato 3
- 64 Musica antica 3
- 65 Organo 3
- 66 Guggemusig 1
- 1 danni uditivi di media gravità (-35%) - normale
- 2 danni uditivi gravi - leggeri - inesistenti
- 3 danni uditivi alternativamente inesistenti/di media gravità

Immagine sonore

- 67 Sirene d'allarme
- 68 Una giornata in zona sciistica (Lenzerheide)
- 69 Temporale
- 70 All'aeroporto di Zurigo
- 71 Un mattino in Eigenthal
- 72 Una domenica mattina alla periferia di Zurigo
- 73 Passeggiata dalla campagna nel bosco (Horw)
- 74 Notte: pascolo e palustre (Hausen a. A.)
- 77 Giro nell'acustica ambientale

Lotta contro il rumore

- 78 Effetto di un incapsulamento (aperto/chiuso)
- 79 Ugelli soffiatori rumorosi/silenziosi della stessa potenza
- 80 Auto a 0, 10, 20, 40, 60, 80, 100 km/h
- 81 Autostrada: davanti / dietro fonoripari

Rumore sul posto di lavoro

- 82 Di tutti i rami industriali
- 83 Edilizia e genio civile
- 84 Costruzione binari
- 85 Industria metallica
- 86 Economia forestale / agricoltura
- 87 Lavorazione del legno
- 88 Industria tessile
- 89 Traffico
- 90 Ufficio

Diversi

- 91 Passi
- 92 Discipline sportive
- 93 Veicoli su rotaie
- 94 Scoppietto del fuoco
- 95 Cane sfrenato

Segnali per rilievi e test

- 96 Pink Noise non correlato (stereo)
- 97 Pink Noise correlato (mono)
- 98 Sinus 1 kHz modulazione massima
- 99 Test canale (sinistro/destro)

+ Versioni francesi e italiane nei numeri precedenti, cfr. sommario tedesco o francese

CD "AUDIO DEMO 3": © Suva 1997, No. 99051
Questa documentazione: © Suva 1997, No. 86905.i

Istituto nazionale svizzero di assicurazione contro gli infortuni Suva
Sezione acustica, Caselle postale, 6002 Lucerna
Telefono: 041 - 419 54 22, Telefax: 041 - 419 57 57

AUDIO DEMO 3 - Il piacere di udire la voce!

Prefazione

È veramente impressionante vedere con quale sensibilità il nostro udito è capace di percepire rumori, suoni, melodie e toni! Dal proverbiale ago che si sente cadere per terra fino al velivolo a reazione, dalla goccia d'acqua alla cascata del Reno! Lo sapevate che l'udito grazie alla sua dinamica e alla sua rapida capacità d'analisi è tecnicamente impossibile imitare? Essere riusciti a sensibilizzare voi e i vostri allievi sull'enorme complessità dell'udito significa per noi aver raggiunto un obiettivo molto importante: chi si rende conscio del valore che l'udito assume nella vita di ciascuno di noi, sa come è importante trattarlo con cura e proteggerlo convenientemente.

Ed ora auguriamo a voi tutti buon divertimento e una infinità di belle emozioni.

Meglio prevenire che non più poter guarire...

Chi ha subito un danno all'udito, soffre. Ciò che svanisce non è solo il godimento dell'udito. Una ridotta capacità uditiva rende difficile la comunicazione col mondo esterno. Non si sentono più i segnali che il mondo attorno a noi ci trasmette giorno per giorno come pure il cinguettio mattutino degli uccelli. Ci si trova in un mondo d'assoluto silenzio, completamente vuoto; quello che rimane ancora dell'udito sono acufeni, ossia sensazioni uditive, percepiti in sottofondo come ronzii, fischi, scampanii incessanti.

Le lesioni uditive nell'orecchio interno risultano purtroppo inguaribili. Una lesione del genere non significa solo sentire cupamente - cosa che potrebbe ancora essere riparata tecnicamente - ma vengono a mancare, in più, importanti meccanismi regolativi. In caso di gravi lesioni uditive rimane ancora solo un margine molto ridotto fra la soglia uditiva e il dolore. La voce parlata, il rumore, la musica diventano una tortura.

A differenza della guarigione, le misure preventive sono disponibili e alla portata di tutti.

In merito all'AUDIO DEMO 3 e alla presente documentazione esplicativa

Il CD è suddiviso in dieci campi tematici, alcuni dei quali hanno dei sottocapitoli. Per ogni percorso (numero sul CD) si sa subito a quale materia esso appartiene.

A ogni livello gerarchico sono riportati possibili **obiettivi** grazie ai quali si può giudicare quali sono state le intenzioni che ci hanno indotto a compiere una registrazione. Lasciamo a ciascuno la completa libertà di applicare la registrazione anche in altri contesti.

Sotto la voce **"Info"** sono riportate le informazioni generali dei rispettivi temi e percorsi. Sotto **"Spiegazione"** sono riportate spiegazioni dettagliate, il più delle volte anche in merito alla registrazione.

Dietro a => frecce si hanno i rinvii ad altri percorsi aventi analoghi obiettivi di formazione o contenuti. Sono inoltre indicati altri rinvii alle pubblicazioni Suva **"Musica e danni all'udito"** {1}, **"Rumore pericoloso per l'udito negli ambienti di lavoro"** {2}, **"Rumore fastidioso negli ambienti lavorativi"** {3} nonché **"Klang, Musik mit den Ohren der Physik"** {4} Editore Spektrum.

Introduzione

Obiettivo

- Presentazione del tema "Udire e udito".

{1} pagina 3 / {2}: pagine 28-30

1 Trailer "Il mondo dell'ascolto"

Contenuto

Musica ritmica, accompagnata con rumori di tutti i campi del presente CD.

Info

I rumori sono (più o meno nella sequenza della loro comparsa):

Pendola - schiocco delle dita - cronometro - demo - sinus - test - martello pneumatico - demo - modulazione di frequenza - test - battipalo Diesel - auto con clacson - fruscio sweep a banda stretta - punzonatrice - treno - telaio da tessitura - pavone - cane - punzonatrice - squillo del telefono - motosega - clacson - sega circolare - orologio a cucù.

2 Dopo il concerto

Obiettivo

- Sensibilizzare alla problematica dei concerti con musica forte.
- Conoscere i segnali d'allarme dell'udito sollecitato.

Contenuto

Simulazione di una sordità passeggera: ascolto di un gruppo di persone che si intrattengono allegramente per poi passare all'ascolto di rumori del traffico.

Info

Nel caso di una sordità passeggera (TTS) i peli acustici subiscono un'acuta carenza d'energia. Essi svolgono la loro funzione solo in modo insufficiente facendo così peggiorare la soglia di udibilità nelle rispettive frequenze. Se in tale situazione l'udito viene ulteriormente sollecitato, può subentrare la distruzione completa delle cellule sensoriali uditive, il che causa un danno uditivo irreversibile => simulazione di un danno uditivo [47-66]. Se gli concediamo sufficiente riposo (per ore o giorni), l'udito può riprendersi completamente.

Realizzazione

Per questa simulazione il campo di frequenza è stato abbassato di 40 dB. L'udito rimane pregiudicato attorno ai 4 kHz. Le alte frequenze rimangono praticamente inalterate.

Sono stati aggiunti degli acufeni che rimangono però ancora mascherati dal rumore regnante nell'ambiente.

3 Cattivo risveglio

Obiettivi

- Sapere cosa si intende per acufene.
- Riconoscere la gravità di un tale danno uditivo.

Contenuto

La sveglia suona. La persona che ha frequentato il concerto si sveglia e accusa una sensazione uditiva sgradevole percepita come fischi nelle orecchie.

Info

Nel caso degli acufeni (eccitazioni acustiche) le cellule sensoriali uditive trasmettono impulsi nervosi senza la presenza di un rispettivo stimolo acustico. La persona colpita percepisce gli acufeni come ronzii, fischi, scampanii. Acufeni leggeri, come quelli percepiti dopo applausi, dall'ascolto di musica a volume alto o in caso di stress e spossatezza, sono molto frequenti. Sono sensazioni uditive paragonabili al rumore prodotto dal televisore o dal refrigerante. Gli acufeni possono però raggiungere un'intensità tale che la persona colpita li sente ininterrottamente fino a quasi impazzire. Essi sono a tutt'oggi inguaribili.

Realizzazione

La sensazione uditiva (acufene) impiegata è un miscuglio di cinque suoni sinusoidali con frequenze attorno a 6 kHz e un fruscio a banda stretta. Abbiamo cercato di creare una simulazione la più vicina possibile alle descrizioni fornite dalle persone colpite.

Principi fondamentali dell'acustica

Obiettivo

- Conoscere i parametri fisici del suono.

Info

Questo capitolo vi introduce successivamente nel mondo dei suoni. Ogni sottocapitolo tratta un parametro fisico indispensabile per creare la struttura di un suono complesso. Iniziando dalle frequenze e passando dal livello sonoro si arriva allo spettro e ai decorsi temporali dei suoni. Una combinazione tipica di tutti questi parametri dà a ogni strumento e a ogni voce il proprio carattere.

Il contenuto del presente capitolo (specialmente nel campo dei livelli sonori) tratta in parte lo stesso tema del sottocapitolo => psicoacustica (percezione del suono) [38-42]. Consultatelo quindi quando non trovate qui quello che cercate.

Musica e danni all'udito: pagine 5-7

Frequenza

Obiettivo

- Imparare la relazione fra la frequenza e la sensibilità all'intensità tonale.

Contenuto

Suoni sinusoidali e suoni complessi. Rumori a banda larga: vedere spettro.

Info

Quando l'aria viene sottoposta a regolari oscillazioni provocate da uno strumento o da una macchina, le stesse oscillazioni si propagano sotto forma di onde sonore (acustiche). Il tempo che trascorre fino al ripetersi di un'oscillazione viene chiamato periodo.

La frequenza è la grandezza che esprime il numero di volte con cui si ripete un fenomeno periodico nell'unità di tempo e viene indicato in **Hertz**. Hertz, simbolo Hz, è l'unità s^{-1} ("al secondo") e corrisponde al reciproco di un periodo: $f = 1/T$.

Il nostro udito è in grado di percepire oscillazioni aventi frequenze che vanno da 20 a 20'000 Hz. Le oscillazioni con frequenza alte vengono da noi percepite come suoni alti, quelle con frequenze basse come suoni bassi. I suoni aventi frequenze superiori a 20 kHz vengono indicate come ultrasuoni e quelle aventi frequenze al di sotto di 20 Hz come infrasuoni.

4 Sweep 50-20'000 Hz, amplitudine (ampiezza) costante

Obiettivi

- Percepire (quasi) l'intero campo di frequenza udibile.
- Provare la percezione dell'intensità sonora in funzione della frequenza

Contenuto

Suono sinusoidale la cui frequenza aumenta continuamente da 50 fino a 20'000 Hz. L'amplitudine rimane costante. Le interruzioni udibili indicano le frequenze 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz.

Info

Lo Sweep venne prodotto elettronicamente su un computer (=> per la spiegazione del procedimento vedere "Modulazione di frequenza"[8]). La frequenza aumenta con il tempo in modo logaritmico. Ciò è adattato al modo in cui lavora il nostro organo uditivo. Un suono che aumenta uniformemente viene da noi percepito come tale se la durata di un'ottava rimane sempre la stessa.

La percezione dell'intensità sonora a uguale amplitudine dipende dalla frequenza del suono. Nel campo dei suoni bassi fino a 250 Hertz l'udito è relativamente insensibile. A 4kHz esso raggiunge la sua sensibilità massima sulla base della risonanza nel condotto uditivo - qui il suono sinusoidale diventa quasi fastidioso. A 5 kHz la sensibilità diminuisce leggermente. Nella zona che va da 6 a 8 kHz esiste di nuovo una risonanza nel condotto uditivo, in seguito la sensibilità diminuisce costantemente, e il suono scompare completamente. I bambini sono in grado di sentire, in parte, fino a 22 kHz: nell'età adulta subentra un abbassamento della frequenza limite superiore.

Figura 4, pag.9 {1}; figura 31, pag.26 {2}; figura7, pag.12 {3}

=> test dei suoni alti[35]

=> percezione del suono [33-42]

5 Sweep 50-20'000 Hz, livello costante dB(A)

Obiettivi

- Come sopra.
- Stabilire se l'intensità sonora percepita rimane invariata, e, in caso negativo, dove non lo è.

Contenuto

Suono sinusoidale la cui frequenza aumenta continuamente da 50 fino a 20'000 Hz. Il livello dB(A) rimane costante. Le interruzioni udibili indicano le frequenze 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz.

Info

I cosiddetti filtri A ponderano le differenti frequenze in modo tale che i suoni a uguale livello dB(A) dovrebbero essere uditi come se avessero lo stesso volume. Il filtro dB(A), chiamato anche scala di ponderazione A, proviene ancora dagli anni cinquanta e costituisce un'enorme semplificazione della curva per uguali percezioni dell'intensità sonora (curva isofona). La sensazione si avvicina di più alla realtà se cercate di ascoltare lo sweep a volume basso (di poco al di sopra della soglia uditiva). Altrimenti i suoni bassi sono troppo forti in quanto il filtro A ha qui un forte effetto attenuante.

Se si tratta del rischio di danni all'udito (ciò non dipende dalla sensibilità) il filtro A è giustificato anche per i livelli sonori elevati.

=> livello sonoro [13-20]

=> rumori aventi lo stesso livello dB(A) [38-42]

6 Suoni sinusoidali a intervalli di ottava: 63 - 16 kHz

Obiettivi

- Saper concordare fra di loro la frequenza (= grandezza fisica) e la tonalità (= percezione)
- Saper indicare con l'oscilloscopio altre applicazioni, come misurazione, test, ecc.

Contenuto

Suoni sinusoidali ciascuno della durata di 3 secondi circa: 63, 125, 250, 500, 1k, 2k, 4k, 8k, 16kHz

Realizzazione

I suoni vennero prodotti con un generatore di audiofrequenze Brüel&Kjær. Essi appaiono e scompaiono gradatamente al fine di evitare inutili gracchiamenti.

7 Organo da chiesa: dal suono più basso a quello più alto

Obiettivi

- Conoscere lo strumento con la massima estensione di frequenza.
- Capire la relazione fra le dimensioni delle canne e le loro frequenze.

Contenuto

Dal suono più basso a quello più alto a intervalli di terzi di ottava.

Info

L'organo della chiesa cattolica di Mettmenstetten (ZH), nonostante sia di piccole dimensioni, ha una riguardevole gamma sonora. Il C minore si trova tre ottave e cinque toni interi sotto l'intonazione (accordatura) normale "a" e ha una frequenza di 32,7 Hz. Il suono maggiore - il g a quattro sbarre - ha 6280 Hz.

Realizzazione

La colonna d'aria di un organo viene sottoposta a vibrazioni all'interno della canna (tubo). Più una canna è lunga, più basso risulta il suono prodotto. Il più delle volte si tratta di canne che risultano chiuse a una delle loro due estremità. Qui l'aria è calma, mentre in corrispondenza dell'estremità aperta essa è agitata al massimo. La lunghezza di una canna corrisponde approssimativamente a un quarto della lunghezza d'onda dell'oscillazione (per i dettagli vedere {4}).

Con la formula $lunghezza\ d'onda = velocità\ del\ suono / frequenza$ è possibile calcolare la lunghezza delle canne di un organo. La canna che produce il suono più basso misura 2,6 metri circa, quella che produce il suono più alto misura solo alcuni centimetri.

Osservate il tempo che il primo suono prodotto (quello più basso) ci impiega prima che suoni in modo stabile. Nel momento in cui si comincia a suonare vengono eccitati alcuni suoni superiori che svaniscono però col tempo in seguito alle cattive condizioni di risonanza. Le oscillazioni saranno tanto più rapide quanto più alti sono i suoni musicali prodotti.

=> Sweeps [4/5]

8 Modulazioni di frequenza

Obiettivi

- Combinare i cambiamenti della frequenza con la rispettiva percezione uditiva.
- Capire le intensità di modulazione.

Contenuto

1. suono senza modulazione 440 Hz.
2. suono sinusoidale con debole modulazione di frequenza (+/- 1 semitono, modulazione di frequenza: 1Hz).
3. suono sinusoidale con forte modulazione di frequenza (+/- 1 ottava, modulazione di frequenza: 1 Hz).
4. modulazione lenta (+/- 2 semitoni, modulazione di frequenza: 0.25 Hz).
5. modulazione veloce (banda di modulazione: +/- 2 semitoni, modulazione di frequenza: 4Hz).

Info

I suoni vennero prodotti elettronicamente. I suoni modulati cambiano la loro frequenza periodicamente nella banda indicata. Questa regolazione di un parametro di una vibrazione con un altro viene chiamata modulazione (nel nostro esempio si tratta di ondulazioni sinusoidali da 0.25 a 4 Hz).

Realizzazione

Questa modulazione viene generata mediante il computer in modo da poter riprodurre la registrazione di piccole sequenze dell'oscillazione lentamente o velocemente per un determinato fattore. Per mantenere per esempio una frequenza in continua fase ascendente, vengono allineate molte di queste sequenze la cui velocità di riproduzione della loro registrazione aumenta costantemente. Durante la modulazione (ondeggiamento) la frequenza viene aumentata e abbassata alternativamente. Lo stesso effetto può essere ottenuto con il giradischi (analogico!) aumentando o riducendo la velocità di rotazione alternativamente.

Le modulazioni trovano un vasto impiego nella tecnica. Nella tecnica di trasmissione le onde elettromagnetiche (da alcuni 100 kilohertz per le onde lunghe fino alla banda di gigahertz per le applicazioni via satellite) vengono sottoposte a modulazione di amplitudine o di frequenza. La modulazione di fase trova applicazione persino nella videotecnica. Per la trasmissione dei colori in un'immagine video la relazione di fase di un'oscillazione viene sfasata rispetto all'oscillazione di riferimento.

=> modulazione in ampiezza [13]

9 Interferenze

Obiettivo

- Conoscere e riconoscere la interferenze.

Contenuto

Paia di suoni sinusoidali sul canale sinistro e destro. Le frequenze dei due suoni divergono sempre più l'una dall'altra.

Info

Due suoni sinusoidali, quando si trovano ravvicinati fra di loro, vengono percepiti come interferenza.

Realizzazione

Quando due suoni di differenti frequenze vengono riprodotti contemporaneamente, esistono due possibilità per percepirli:

- come interferenza. Ciò accade quando ambedue le frequenze cadono nella stessa "banda critica" dell'udito;
- come suono "duro"; le frequenze si trovano ancora ben ravvicinate;
- come due diversi suoni. Ciò è il caso quando le frequenze divergono abbastanza fra di loro.

Una interferenza oscilla in funzione della differenza delle frequenze di ambedue i suoni.

La formazione di interferenze deriva dal fatto che la posizione delle fasi di ambedue i suoni cambia continuamente (cresta d'onda, incroci, solco d'onda). Nei momenti in cui le due oscillazioni sono in fase, si verifica un'addizione delle loro amplitudini (pressioni sonore). Se le fasi si trovano girate di 180 gradi, si verifica lo spegnimento di ambedue le onde sonore a uguale amplitudine. In conclusione sentiamo un suono la cui intensità sonora aumenta e diminuisce come nel caso del percorso => "modulazione di amplitudine" [13].

10 Differenze di frequenza

Obiettivo

- Individuare la differenza di frequenza a partire dalla quale i suoni vengono percepiti in modo differente.

Contenuto

16 paia di suoni sinusoidali. Di un paio, il primo suono ha sempre una frequenza di 750 Hz. La frequenza del secondo suono aumenta di un hertz dopo ogni ciclo. Frequenza di partenza del secondo suono: 750 Hz, fine: 765 Hz.

Info

Il potere separatore dell'udito a livello delle frequenze sebbene sia eccezionale non è però infinito. I suoni puri, le cui frequenze sono sufficientemente ravvicinate, vengono percepiti come un unico suono. Fate scoprire dagli ascoltatori se il secondo suono aumenta o diminuisce e a partire da quale paio di suoni si è notata la differenza.

Realizzazione

Per poter lavorare con unità più piccole dei semitoni (1 ottava = 12 semitoni), venne introdotta l'unità *cent*. Il cent è la centesima parte di un semitono. Analogamente agli intervalli che si basano sui semitoni (ottave, quinta, quarta, ecc.), anche il cent descrive il rapporto fra due frequenze e non la loro differenza.

Per aumentare un suono di un semitono, occorre moltiplicare la sua frequenza per $\sqrt[12]{2} = 1,059$. Dopo 12 di queste operazioni si ottiene un'ottava, quindi la doppia frequenza.

Per aumentare un suono di un cent occorre moltiplicare la sua frequenza per $\sqrt[100]{1,059} = 1,000577789507$. Dopo 100 di queste operazioni il suono ha subito un aumento di un semitono e dopo 1200 moltiplicazioni si arriva di nuovo a un'ottava.

Nei migliori dei casi il nostro udito è in grado di percepire ancora differenze di 3 cent. Questa enorme precisione viene raggiunta a 2000 Hz partendo da livelli uditivi > 30 dB(A) {4}. A 750 Hz si dovrebbero distinguere da 6 a 7 cent, quindi 3 Hz (in caso negativo, non siate delusi!). Il quarto paio di suoni presenta questa differenza di tonalità.

Un analogo percorso lo trovate per l'amplitudine: "Differenze di livelli " [14/15]

11 Intervalli musicali

Obiettivi

- Riconoscere la relazione fra il rapporto tonale e la sensibilità armonica.
- Tener presente che decisivo sono i rapporti di frequenza e non le frequenze assolute.

Contenuto

Suono sinusoidale 440 Hz, ottave (1:2), quinta (2:3), quarta (3:4), grande terzo (4:5), piccolo terzo (5:6), grande secondo (8:9), piccolo secondo (15:16).

Info

Pitagora si era accorto che i suoni armonici vengono prodotti facendo vibrare corde musicali le cui lunghezze si trovano in un rapporto a numeri interi fra di loro. L'intervallo è tanto più dissonante, quanto più complicato è il rapporto delle lunghezze delle corde.

Realizzazione

Anche questi suoni sinusoidali sono stati prodotti con il computer. La frequenza fondamentale è di 440 Hz. Un suono superiore di un'ottava ha quindi una frequenza di 880 Hz. Le altre frequenze di ogni secondo suono: 600 Hz, 587.2 Hz, 550 Hz, 528 Hz, 495 Hz, 469 Hz.

Per chi ha interesse alle diverse intonazioni di strumenti musicali, raccomandiamo la lettura del libro {4} "Klang, Musik mit den Ohren der Physik" edizione Spektrum.

12 Effetto Doppler

Obiettivo

- Conoscere l'effetto Doppler e riconoscerlo nella vita quotidiana.

Contenuto

Auto che passa via velocemente e clacsonando.

Info

Per effetto Doppler, la frequenza percepita aumenta quando la sorgente del suono, per esempio un clacson, si muove verso l'orecchio dell'ascoltatore (o l'orecchio verso la sorgente sonora) e diminuisce quando la sorgente del suono, nel nostro caso il clacson, si allontana dall'orecchio dell'ascoltatore (o l'orecchio si allontana dalla sorgente sonora). L'effetto Doppler è tanto più pronunciato, quanto più veloce è lo spostamento della sorgente sonora.

Realizzazione

Per farsi un'idea dell'effetto Doppler occorre tener conto delle seguenti considerazioni. Immaginatevi di percepire una frequenza corrispondente al numero delle onde sonore che incidono sul vostro orecchio al secondo. Il nostro clacson ha una frequenza di 1000 Hz circa ed emana quindi 1000 onde sonore al secondo. Queste onde sfrecciano attraverso l'aria a una velocità di 340 m/s e raggiungono in breve tempo il vostro orecchio. Se il clacson si muove verso di voi, verrete raggiunti da un numero maggiore di onde sonore al secondo: la frequenza aumenta a 1115 Hz, o, viceversa, diminuisce (a 951 Hz) se il clacson si allontana da voi.

Ed ecco un altro rompicapo. Per calcolare la frequenza occorre sapere chi si muove: l'emettitore o l'ascoltatore. Ciò contraddice probabilmente le vostre idee sulla teoria della relatività: non bisogna infatti dimenticare che l'aria è considerata stazionaria, vale a dire come un punto di riferimento. Se vi allontanate dalla sorgente sonora alla velocità del suono non sentirete più niente dal suono emesso dalla sorgente sonora. Se è invece la sorgente sonora ad allontanarsi da voi alla velocità del suono sentirete ugualmente il suono emanato ma solo a frequenza ridotta della metà.

Livello sonoro

Obiettivi

- Saper distinguere con l'udito differenti livelli sonori e classarli approssimativamente.
- Aver dimestichezza con le misurazioni del rumore e con la grandezza dB(A).
- Conoscere la differenza fra dB e dB(A).

Pressione sonora

Per suono udibile si intendono le variazioni di pressione con frequenze comprese fra 20 e 20 kHz => frequenza. La **pressione sonora** sta a indicare l'ampiezza di queste variazioni la cui unità di misura è Pascal (Pa). Rispetto alla pressione atmosferica, le pressioni sonore sono molto piccole. Nel corso di una conversazione il vostro orecchio viene raggiunto da pressioni sonore di al massimo un pascal circa. A titolo di confronto, la pressione atmosferica (statica) normale è di 100'000 Pa circa. Siccome la pressione atmosferica (statica) agisce in modo analogo sia sul lato esterno che su quello interno del timpano (compensazione attraverso la tromba di Eustachio) essa non ha nessun influsso sull'udito.

Livello di pressione sonora

Il nostro udito è in grado di apprezzare un campo di pressione sonora estremamente vasto, ossia da 20 μ Pa (soglia uditiva) a 20 Pa (soglia del dolore). Ciò corrisponde a un rapporto da 1:1'000'000 - una prestazione eccezionale! D'altra parte questi dati si rivelano d'uso poco pratico e non corrispondono in nessuna maniera all'effettiva percezione che l'essere umano ha dell'intensità sonora. L'introduzione del livello di pressione sonora (o semplicemente livello sonoro) espresso in decibel (dB) ha permesso di restringere questo enorme campo di valori. Il livello sonoro è un logaritmo che serve a esprimere il rapporto esistente fra la pressione acustica misurata e la pressione acustica di riferimento. Quest'ultima è stata fissata a 20 μ Pa, ciò che corrisponde pressappoco alla soglia uditiva a 1 kHz. Il livello sonoro è calcolato come segue:

$$\text{livello sonoro } L = 20 \log \left(\frac{\text{pressione sonora}}{\text{pressione acustica di riferimento}} \right)$$

Ciò significa che il nostro udito è capace di percepire livelli sonori che vanno da 0 a 120 dB - una scala decibel pratica da usare! Siccome il nostro udito lavora in modo pressoché logaritmico (come altri organi dei sensi), ne risulta una migliore concordanza con la percezione dell'intensità sonora: un aumento del livello sonoro di 10 dB viene da noi percepito come un raddoppio dell'intensità sonora.

Tuttavia i livelli sonori hanno lo svantaggio di non essere addizionabili facilmente. Nel caso di due sorgenti sonore (indipendenti), sono le loro potenze sonore che vengono addizionate, potenze che sono proporzionali al quadrato della pressione acustica. Per raddoppiare la potenza sonora basta moltiplicare la pressione acustica per il fattore $\sqrt{2}$.

Occorre conoscere i seguenti rapporti:

- **Raddoppio della potenza sonora:** + 3 dB (perché $20 \cdot \log [\sqrt{2}] = 3.01$)
- **Raddoppio della pressione acustica:** + 6 dB (perché $20 \cdot \log [2] = 6.02$)
- **Decuplicazione della potenza sonora:** + 10 dB (perché $20 \cdot \log [\sqrt{10}] = 10$)
- **Decuplicazione della pressione acustica:** + 20 dB (perché $20 \cdot \log [10] = 20$)

È in tal modo possibile calcolare quasi ogni rapporto. Per esempio, moltiplicare per 20 la potenza sonora (2×10) equivale aumentare il livello sonoro di $10 + 3 = 13$ dB.

Si usano le formule per le potenze sonore nel caso di più sorgenti sonore o per rafforzare la potenza di un impianto musicale. Si usano le formule per la pressione acustica quando, per esempio, la membrana dell'altoparlante viene deviata di due volte di più, ossia quando si raddoppia la tensione alternativa al livello dell'altoparlante.

La ponderazione dB(A)

Non tutte le frequenze vengono percepite dal nostro udito in modo identico. Con la creazione del filtro A è possibile adattare le misurazioni del suono al nostro udito. Questo filtro permette di ridurre i bassi e gli alti prima della misurazione conformemente alla sensibilità dell'organo dell'udito. Il valore misurato risulta quindi più vicino alle nostre sensazioni uditive.

I valori dB(A) possono essere trattati e addizionati come normali valori dB.

=> "Sweep con livello costante dB(A)" [5]

=> psicoacustica [38-42]

13 Modulazioni di ampiezza

Obiettivo

- Collegare il cambiamento dell'ampiezza in funzione dell'impressione uditive.

Contenuto

1. Suono sinusoidale 750 Hz, ampiezza costante
2. Suono sinusoidale 750 Hz, a modulazione debole: +0, -6 dB, frequenza di modulazione: 1 Hz
3. Suono sinusoidale 750 Hz, a modulazione forte: +0, -30 dB, frequenza di modulazione: 1 Hz
4. Suono sinusoidale 750 Hz, a modulazione lenta: +0, -20 dB, frequenza di modulazione: 0.25 Hz
5. Suono sinusoidale 750 Hz, a modulazione veloce: 0+, - 20 dB, frequenza di modulazione: 4 Hz

Info

Rispetto al suono di riferimento (1.), i suoni vengono abbassati periodicamente al valore dB indicato. Questo abbassamento del suono avviene in modo lineare in funzione dei valori dB.

Realizzazione

Confrontare questo percorso con => "modulazioni di frequenza" [8]. Grazie a queste modulazioni siamo in grado di sentire che cosa è l'ampiezza e che cosa è la frequenza. Il nostro udito è più sensibile ai cambiamenti di frequenza che a quelli dell'intensità sonora. Si può nettamente distinguere con l'udito la modulazione di frequenza di +/- un mezzotono. Ciò corrisponde a un cambiamento della frequenza del 12%. La modulazione di ampiezza di 6 dB corrisponde a una moltiplicazione per 4 della potenza sonora (ossia un cambiamento dell'ampiezza pari al fattore 2) e non viene percepita in modo particolarmente forte.

Un fattore questo molto utile, in quanto un rumore o una voce deve poter essere distinta qualunque sia la sua distanza dall'orecchio o il suo livello sonoro.

14 Differenze di livelli, da 0 a +10 dB, con pause intercalate fra i singoli suoni

Obiettivo

- Avere un'idea delle differenze di livelli.

Contenuto

Ripetizione del suono di un organo elettrico il cui livello ha i seguenti valori rispetto al primo livello: 0, +1, 0, +3, 0, +6, 0, +10, 0 dB.

Info

Il nostro udito ha la capacità di adattarsi rapidamente all'esistente livello sonoro. Le differenze di livello appaiono più forti quando possiamo udire ambedue i livelli direttamente l'uno dopo l'altro.

Realizzazione

Le indicazioni del livello citate più sopra non devono essere scambiate con quelle dei livelli sonori assoluti. Sono indicazioni del livello *relativo* rispetto al primo livello!

15 Differenze di livelli, da 0 a -60 dB, senza pause fra i singoli suoni

Obiettivo

- Conoscere la sensibilità che il nostro udito ha rispetto alle differenze d'intensità sonora.

Contenuto

Suoni sinusoidali con una frequenza di 750 Hz e con attenuazioni dell'amplitudine di: -0.5 dB, -1 dB, -2 dB, -3 dB, -6 dB, -10 dB, -20 dB, -40 dB, -60 dB.

Info

Il primo suono sinusoidale non ha subito nessuna attenuazione. A partire dal secondo suono, tutti gli altri sono composti di tre parti. La prima parte non è stata attenuata, la seconda parte è stata attenuata del valore indicato più sopra e la terza parte rimane di nuovo invariata. Ciò permette il diretto confronto fra un segnale intero e un segnale attenuato.

Realizzazione

Anche qui valgono le osservazioni fatte circa le indicazioni del livello per il percorso 14 (nessuno livello assoluto).

Di quanto deve risultare la differenza dell'intensità sonora per poterla rilevare, dipende sia dalla frequenza sia dal livello di intensità sonora con cui è stata fatta la prova. Secondo {4} si possono udire differenze di 0,25 dB a una frequenza di 4 kHz e un livello molto elevato a partire da 80 dB. A 750 Hz (il nostro suono) e con un livello attorno a 70 dB dovrebbe ancora essere percepibile una differenza di 0,4 dB.

16 Somma di livelli sonori A

Obiettivi

- Definire un valore empirico per il raddoppio e per la quadruplicazione della potenza sonora.
- Controllare la somma del livello sonoro con l'apparecchio di misurazione del livello sonoro.

Contenuto

1, 2, 4 telai da tessitura contemporaneamente.

Info

A ogni raddoppio del numero di sorgenti sonore analoghe si ha un raddoppio dell'intensità sonora. Il livello sonoro aumenta di 3 dB.

Realizzazione

Si tratta della registrazione di una punzonatrice. Il raddoppio del numero delle macchine in dotazione è stato sommato riproducendo e sovrapponendo lo stesso rumore sfalsato nel tempo.

17 Somma di livelli sonori B

Obiettivi

- Sviluppare una buona sensibilità nell'uso dei dB.
- Verificare la somma con il fonometro.

Contenuto

1. punzonatrice con 80 dB
2. punzonatrice con 85 dB
3. ambedue le macchine contemporaneamente

Info

Scegliere il percorso "Livello di riferimento..." [33] e registrare l'intensità sonora a 85 dB(A). Controllare i singoli livelli sonori.

Se occorre aggiungere valori dB differenti fare il calcolo seguente:

$$\text{livello totale } L_{TOTALE} = \log_{10} (10^{L_{SORGENTE\ SONORA} / 10} + 10^{L_{SORGENTE\ SONORA} / 10}) \text{ [dB]}$$

Questa formula permette di trasformare il livello sonoro in potenze sonore, di sommarle insieme e di ritrasformare il tutto in dB. Il livello sonoro totale delle due macchine si aggira attorno a 86 dB.

Realizzazione

Probabilmente percepirete il volume delle due macchine come pressoché uguale, anche se la seconda macchina produce un rumore di 5 dB superiore all'altra. Ciò dipende dagli spettri differenti delle due macchine. Tenere in considerazione il percorso relativo a => psicoacustica [38-42].

18 Livello sonoro nella vita quotidiana

Obiettivo

- Saper riconoscere come riferimento intensità sonore facilmente riproducibili.

Contenuto

Ticchettio di un orologio, pitturare con un pennello largo 2 cm, tagliare della carta, lavarsi le mani, tirare l'acqua del gabinetto, passare l'aspirapolvere su pavimento di pietra ruvida, foratrici a percussione.

Info

I livelli sonori reali dei rumori raggiungono pressappoco i valori seguenti:

orologio: 30 dB(A), pennello: 40 dB(A), taglio della carta: 50 dB(A), lavarsi le mani: 60 dB(A), WC: 70 dB(A), aspirapolvere: 80 dB(A), foratrice a percussione: 100 dB(A).

Realizzazione

Una dinamica di 70 dB è quasi irrealizzabile in condizioni di riproduzione normali. Ecco perché il ticchettio dell'orologio è stato registrato a un volume troppo alto rispetto agli altri rumori, mentre l'aspirapolvere e la foratrice a percussione hanno un livello sonoro troppo basso.

Gli aspirapolvere moderni sono più silenziosi del modello utilizzato e producono da 65 a 75 dB(A). Il livello della nostra registrazione è risultato così alto per il fatto che si è trattato del pavimento in cemento a superficie ruvida di una cantina.

Abbiamo provveduto a sovrarmodulare la registrazione della foratrice a percussione al fine di dare l'impressione di un'intensità sonora più forte. Ciò ha causato delle distorsioni analoghe a quelle percepite dall'orecchio a livelli sonori elevati.

19 Da una goccia d'acqua alla cascata del Reno

Obiettivi

- Provare l'effetto delle intensità sonore.
- Provare l'effetto di 85 dB.
- Costatare che la parte delle frequenze basse aumenta.

Contenuto

Una goccia diventa un rigagnolo, un rigagnolo diventa un ruscello, un torrente. La penultima registrazione si riferisce allo sbarramento di Areuse (NE), l'ultima registrazione alla cascata del Reno (SH) nelle immediate vicinanze.

Info

Qui vale anche ciò che è stato detto per il percorso 18: La dinamica della registrazione non corrisponde all'originale, ma è compressa. I livelli originali si aggiravano attorno a 25 dB(A) e a 85 dB(A).

Realizzazione

Per la registrazione della gocciolatura abbiamo usato una bacinella di plastica. Il microfono era stato posizionato molto vicino alla superficie dell'acqua. A causa di questa vicinanza del microfono unidirezionale all'impatto della goccia con la superficie dell'acqua, le frequenze basse al di sotto di 200 Hz hanno dovuto essere attenuate nella fase di arrangiamento della registrazione al fine di ottenere un'impressione acustica realistica. Osservare attentamente come la prima goccia emette una sorta di rumore clic. Solo l'impatto delle susseguenti gocce provoca il tipico rumore "plipp" del gocciolamento.

20 Versione tedesca "Dal sussurro al grido"

21 Versione francese "Dal sussurro al grido"

22 Dal sussurro al grido

Obiettivi

- Conoscere le intensità sonore di riferimento.
- Scoprire le capacità e i limiti della voce.

Contenuto

Testi: "Sussurrare 35 dB, parlare 60-65 dB, parlare a voce alta 80 dB, gridare >100 dB".

Info

La dinamica della voce umana ha un'estensione riguardevole. Il suono della voce cambia però con l'aumentare del volume, di modo che ascoltando una registrazione riprodotta a volume basso, si può constatare se l'interlocutore ha parlato a voce alta o bassa.

Realizzazione

La dinamica di questa registrazione non corrisponde all'originale.

Spettro

Obiettivi

- Sapere che cosa si intende per spettro.
- Saper combinare l'aspetto di uno spettro con la presentazione di un suono.

Info

In acustica, per spettro si intende la rappresentazione del livello sonoro in funzione della frequenza. Uno spettro dà informazioni sulle frequenze che compongono un rumore o un suono. In uno spettro piatto tutte le frequenze sono rappresentate più o meno con la stessa potenza. Un suono è composto di un suono fondamentale e di armoniche le cui frequenze sono dei multipli interi della frequenza fondamentale. Un suono composto di numerose armoniche risuona duro, mentre uno composto di poche armoniche risuona dolce.

Le differenti frequenze di cui è composto un rumore si presentano in forma caotica e senza nessuna relazione reciproca. Se ogni banda di terzi d'ottava è caratterizzata da numerose potenze acustiche esattamente identiche si parla di un => "fruscio rosa" [96 o 97]. Nel caso di "fruscio bianco" la potenza per Hertz è ripartita uniformemente su tutta la gamma di frequenze.

Se la parte principale della potenza sonora è concentrata entro una piccola gamma di frequenze, si parla allora di fruscio (rumore) a banda stretta.

Realizzazione

Esistono due tipi di analisi spettrali: le analisi in terzi d'ottava o in bande d'ottava e le analisi di Fourier. Nel caso dell'analisi in terzi d'ottava, viene calcolata e indicata la media energetica del livello sonoro nella gamma di frequenza corrispondente a un terzo di ottava. La graduazione (scala) è di tipo logaritmico e corrisponde pressappoco al sistema di funzionamento della coclea e quindi alla nostra percezione uditiva.

Nel caso dell'analisi di Fourier la scala delle frequenze è lineare. Le singole bande di frequenza sono estremamente strette e indicate sotto forma di linee. Esse permettono di determinare gli armonici di un suono.

Al sottocapitolo => psicoacustica [38-42] verrete a sapere in che modo la percezione dell'intensità sonora dipende dallo spettro.

23 Dal sinus al rettangolo

Obiettivi

- Ascoltare il modo in cui cambia il timbro.
- Provare la percezione differenziale dell'udito (vedere Realizzazione, 2° capoverso).

Contenuto

Oscillazioni sinusoidali di 440 Hz che con la somma delle armoniche vengono trasformate in un'oscillazione rettangolare. Gli spettri e gli oscillogrammi figurano negli allegati.

Info

Suoni sinusoidali possono generare un'oscillazione rettangolare. I suoni sinusoidali devono avere una frequenza $3 \cdot f_0$, $5 \cdot f_0$, $7 \cdot f_0$ ecc. con $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{7}$, ... dell'amplitudine del suono fondamentale. Le fasi non devono essere sfalsate.

Realizzazione

Joseph Jean Baptiste Fourier (1768-1830), matematico francese, ha scoperto che un'oscillazione periodica qualsiasi può essere presentata come la sovrapposizione di oscillazioni sinusoidali. Nel caso di oscillazioni periodiche, le onde che si addizionano hanno un multiplo intero della frequenza fondamentale: nel caso di rumori (nessuna oscillazione periodica) possono esserci tutti i suoni sinusoidali.

È possibile udire qui il continuo crescendo dell'acutezza del suono con l'aumentare delle armoniche.

Possiamo inoltre osservare un altro fenomeno: ogni nuova armonica che si aggiunge alle altre viene percepita nettamente come un suono proprio. Una fusione dei suoni subentra solo lentamente dando seguito a un cambiamento del timbro. Dopo una pausa viene riprodotta ancora una volta l'oscillazione rettangolare finale. Si presenta come un suono intero: risulta impossibile distinguere i singoli componenti. Ciò è dovuto al fatto che il cervello lavora in modo differenziale. Ogni cambiamento viene percepito in modo ben preciso: per quanto concerne la ponderazione di valori assoluti siamo invece di gran lunga svantaggiati rispetto alla tecnica, in quanto dobbiamo far affidamento alla nostra memoria (potere mnemonico). Questa constatazione vale anche per gli organi della vista: provate a fare due volte di fila una miscela per ottenere esattamente lo stesso colore, e poi confrontatele fra di loro ...

24 Dal sinus al suono complesso armonico

Obiettivi

- Provare l'effetto che un crescendo dell'acutezza del suono genera con l'aumentare delle armoniche.
- Distinguere le sottili differenze che esistono fra i singoli suoni.
- Constatare come la percezione dell'intensità sonora non corrisponde sempre con il livello sonoro ponderato con il filtro A.

Contenuto

Dal suono sinusoidale all'impulso di punta. Gli oscillogrammi e gli spettri sono riportati nell'allegato.

Realizzazione

I suoni provengono da un vecchio sintetizzatore Kawai K1. Con questo percorso intendiamo presentarvi un altro fenomeno che appartiene in effetti al campo della psicoacustica. Tutti i suoni hanno lo stesso livello sonoro ponderato con il filtro A, anche se a noi ci sembrano più forti con un crescendo dell'acutezza sonora. Per saperne di più su questo fenomeno vedere il sottocapitolo => "Psicoacustica" [38-42].

25 Suono dolce dell'organo

Contenuto

Suono e triade dell'organo provvisto di canne (o tubi) emananti un suono dolce. Il relativo spettro figura nell'allegato.

Info

Questo percorso dovrebbe essere ascoltato assieme a quello successivo. In ambedue i casi si tratta dello stesso suono e della stessa triade. Badare ai differenti timbri del suono emesso.

Realizzazione

Nel primo caso, trattasi di una canna d'organo rotonda, coperta (chiusa a un'estremità) che per via della sua forma costituisce anzitutto la cassa di risonanza di una sola lunghezza d'onda. La canna del percorso 26 è di legno e ha una sezione rettangolare con l'effetto di estendere il campo di risonanza e di far risuonare più forti i suoni armonici.

26 Suoni acuti dell'organo

Vedere percorso 25

27 Melodia suonata su un organo a un registro

Contenuto

Melodia suonata su un organo a un registro.

Info

Questo percorso dovrebbe essere ascoltato assieme a quello successivo. In ambedue i casi si tratta della stessa melodia. Badare ai differenti timbri del suono emesso.

Realizzazione

La forma della canna d'organo ("suono dell'organo dolce/acuto" [25/26]) consente solo variazioni limitate. Si può utilizzare i registri per ottenere una sonorità maestosa e solenne dell'organo. Premendo un tasto risuonano più canne contemporaneamente. Le canne supplementari aggiungono delle armoniche al suono complesso (nella maggior parte dei casi una o più ottave al di sopra della frequenza fondamentale). Esistono registri che aggiungono delle quinte al suono fondamentale => "Intervalli musicali" [11]

28 Melodia suonata su un organo, tutti i registri

Vedere percorso 27.

29 Triade su un organo utilizzando un numero sempre maggiore di registri

Obiettivo

- Sentire come il suono diventa sempre più maestoso e solenne.

Contenuto

All'inizio il triade viene suonato solo su un registro. Continuando a premere i tasti si aggiungono sempre più registri.

Info

Cfr. percorsi dal [25] al [28].

Inviluppo e timbro

Obiettivo

- Conoscere le singole fasi di una curva inviluppo.

Info

Oltre alla frequenza, all'ampiezza e allo spettro, l'effetto di un suono dipende molto dalla modificazione dell'ampiezza nel tempo.

Realizzazione

Nella generazione di un suono complesso per via elettronica si parla sempre di un inviluppo ADSR. Per curva inviluppo si intende qui la curva che si ottiene nel rappresentare l'ampiezza di un suono nel tempo. La curva inviluppo ADSR è una semplificazione di un inviluppo naturale e comporta 4 fasi: l'attacco (Attack), seguita poco dopo dalla caduta di intensità sonora (Decay) fino al livello di tenuta (Sustain) e lo spegnimento (Release). L'attacco sta a indicare il tempo che il suono impiega fino a raggiungere la piena ampiezza. Per gli strumenti a percussione e a pizzico ciò avviene molto rapidamente, mentre maggior tempo impiegano gli strumenti a fiato (per es. 200 ms) => organo, dal suono più basso a quello più alto. La fase decay non è così accentuata, motivo per cui non riteniamo opportuno trattarla in questa sede. Il suono emanato dagli strumenti a percussione o a pizzico si spegne seguendo una curva esponenziale. Non esiste quindi una fase sustain. Il suono degli strumenti a corde e a fiato mantengono invece il suono fino alla fine della stimolazione. Nella fase di spegnimento del suono viene ceduta solo quella energia proveniente dalla stimolazione (percussione/sonare le corde). Se lo strumento presenta un elevato grado di attenuazione, il suono sparisce rapidamente, come lo vediamo, per esempio, suonando il bongo. Se l'attenuazione è debole, il suono sparisce lentamente come ce lo dimostra, per esempio, il timpano o il carillon a tubi.

30 Suono continuo: sfregamento delle corde del cello; suono in diminuendo: pizzicato delle corde del cello

Obiettivo

Costatare che la forma dell'onda resta invariata, mentre la curva inviluppo appare tutta diversa. Questo esempio serve a illustrare la teoria. Oscillogramma in allegato.

Realizzazione

Lo spettro di un suono prodotto dallo sfregamento delle corde dello strumento presenta un numero di armoniche nettamente superiore a quello di un pizzicato. Sfregando le corde le armoniche sono stimolate in continuità, mentre si spengono rapidamente pizzicando le corde.

31 Sintetizzatore: triade con diversi suoni complessi

Obiettivi

- Ascoltare come possono essere differenti i suoni complessi.
- Far bene attenzione ai parametri indicati nel seguente capitolo.

Contenuto

Si suona su un sintetizzatore una triade in do maggiore con differenti suoni complessi.

Info

Abbiamo cercato di utilizzare, per quanto possibile, diversi suoni complessi in funzione della curva inviluppo e del timbro. Fare attenzione alle tre fasi: attacco (Attack), tenuta (Sustain) e spegnimento (Release).

Realizzazione

I suoni complessi sono stati prodotti con un sintetizzatore Kawai K1.

32 Flauto di Pan: suono complesso con rumore

Obiettivo

- Scoprire che la miscelazione di componenti del suono possono generare una tonalità completamente nuova.

Contenuto/Info

Il suono di un flauto di Pan è stato suddiviso nelle componenti: rumore di soffiatura e soffiatura nonché in un suono complesso periodico. Solo la sintesi di questi due elementi crea un suono identico a quello di un flauto di Pan.

Realizzazione

I suoni complessi sono stati generati con un sintetizzatore Kawai K1.

Percezione sonora

Obiettivo

- Sperimentare e conoscere la funzione del proprio udito.

Info / Realizzazione

Le onde sonore vengono convogliate nel canale uditivo e mettono in vibrazione la membrana timpanica. Sul lato interno del timpano si trova la catena degli ossicini (martello, incudine, staffa) che trasmette le vibrazioni della membrana timpanica alla finestra ovale della chiocciola (coclea) contenente un liquido speciale (l'endolinfa). L'adattamento del trapasso aria/liquido attraverso gli ossicini si è sviluppato nel corso dell'evoluzione umana e ha permesso un guadagno di 20 dB rispetto alla variante dove la finestra ovale è rivolta direttamente verso l'aria (presso le rane). La coclea è paragonabile a una chiocciola suddivisa in due metà (dette rampe o scale): le onde sonore convergono dapprima verso il centro e da qui di nuovo verso l'esterno attraverso l'altra scala. La finestra ovale situata all'estremità della seconda scala serve a compensare la pressione. Ambedue le scale sono separate da una membrana basilare provvista di ciglia o peli acustici che eccitati dalle onde sonore trasmettono gli impulsi nervosi ai centri acustici del cervello. La membrana basilare viene influenzata da meccanismi regolatori che favoriscono una grande dinamica e consentono una sorprendente capacità selettiva dell'organo uditivo => "Simulazioni di un danno uditivo" [47-66]. Le basse frequenze sono quelle che penetrano di più nella coclea (chiocciola), mentre le frequenze basse vengono rilevate in corrispondenza della finestra ovale. Il funzionamento della coclea rassomiglia a quello di un analizzatore spettrale => Spettro [23-29]

{1} pagine 8-10; {3} pagine 11-15;

Video Suva "Udito in pericolo - Protezione dal rumore sul lavoro " (codice V309.d+f).

Test dell'udito

Info

Questi test dell'udito vengono svolti solo attraverso il canale sinistro, altrimenti esisterebbe il pericolo di cancellare le onde sinusoidali.

Attenzione!

I test uditivi producono dei suoni che possono danneggiare il vostro altoparlante e il vostro udito, se non provvedete alla regolazione di volume prima di eseguire i test!

33 Livello di riferimento 75 dB(A) per i test uditivi

Obiettivo

- Regolare il volume esatto per i test.

Contenuto

Rumore in banda d'ottava 1kHz.

Info

Riprodurre questo percorso e regolare il volume a 75 dB(A) prima di effettuare i test uditivi. A tale scopo piazzare un fonometro nel luogo in cui si trova la persona da sottoporre al test e girare il bottone del volume del vostro altoparlante fino a quando l'apparecchio indica 75 dB. Durante la misurazione rimanere non dietro ma a lato del fonometro.

34 Audiogramma

Obiettivo

- Stendere un proprio audiogramma.

Contenuto

Suoni test aventi frequenze da 500 Hz a 12 kHz.

Info

Dopo la parola "Demo" il test inizia con un suono avente un livello sonoro udibile da tutti. Dopo "Test" bisogna contare i suoni di cui è composto il test. Può capitare di sentire dei gracchiamenti prima o dopo ogni suono: essi dipendono dal lettore CD. Non contateli!

Ogni volta il testo inizia con suono avente un livello sonoro di 10 dB(A), il secondo di 20 dB(A) ecc. A seconda della frequenza vengono riprodotti da tre a cinque suoni. Scrivere il numero dei suoni che avete sentito per ogni frequenza e riportatelo sul foglio in allegato. I bambini dovrebbero essere in grado di udire tutti i suoni, mentre le persone adulte avranno difficoltà a udire le frequenze più alte. Se a quattro o sei kHz accusate un enorme calo uditivo siate prudenti. Ciò potrebbe essere l'inizio di un danno uditivo. **In ogni caso: i risultati di questo test dell'udito non sono vincolanti! Se temete un danno uditivo sottoponete il vostro udito a un esame audiometrico.**

Realizzazione

Frequenze sottoposte al test	Numero dei suoni test	Indicazione del lettore CD
500 Hz	3	0:00
1000 Hz	4	0:13
2000 Hz	5	0:27
3000 Hz	4	0:43
4000 Hz	4	0:58
6000 Hz	5	1:11
8000 Hz	5	1:27
12000 Hz	5	1:44
		fine: 1:58

Consigli:

- È indispensabile disporre di un locale (luogo) silenzioso.
- Se intendete sottoporre a test ambedue le orecchie, sedetevi a una distanza di 50 cm circa dall'altoparlante e fate il test prima con l'orecchio sinistro poi con quello destro.
- Il test può essere eseguito da più persone contemporaneamente. Badare che tutti abbiano la stessa distanza dall'altoparlante e che nessuno si scosti troppo dal suo asse.
- È comunque necessario intercalare brevi pause fra una frequenza e l'altra. A tale scopo servitevi del bottone "Pausa" di cui è dotato il lettore CD.

35 Test dell'udito dei suoni alti

Obiettivi

- Riconoscere il limite uditivo superiore.
- Per gli allievi: essere migliori del maestro.

Contenuto

22 suoni sinusoidali con frequenze da 10 kHz a 20 kHz.

Attenzione: questi suoni possono danneggiare il vostro altoparlante o persino il vostro udito, se non provvedete prima a regolare il volume. Consultare le indicazioni di cui al percorso 33. Anche se non sentite più il suono o lo sentite solo leggermente non cercate di alzare il volume durante il test!

Info

Dopo la parola "Demo" sentirete tre suoni sinusoidali analoghi a quelli usati per il test. Ciò vi aiuterà a prepararvi. Iniziate a contare i suoni che udite dopo aver ascoltato la parola "Test". Può capitare di sentire dei leggeri gracchiamenti prima o dopo ogni suono (anche prima e dopo quelli che non sentite): essi dipendono dall'apparecchio utilizzato. Non contateli! Sulla base del numero dei suoni uditi potrete accertare il livello uditivo superiore.

I bambini possono benissimo sentire tutti i suoni: i giovani (17 anni) arrivano il più delle volte fino a 16-17 kHz circa. Il livello uditivo superiore degli adulti può essere sovente di molto inferiore. Non è escluso il caso in cui le persone adulte non sentono nessun suono, pur avendo un udito sano. Non spaventatevi dai risultati ottenuti. **Se temete un danno uditivo sottoponete il vostro udito a un esame audiometrico.**

Numero suoni	Frequenza	Numero suoni	Frequenza	Numero suoni	Frequenza
0	< 10 kHz	7- 8	13 kHz	15-16	17 kHz
1- 2	10 kHz	9-10	14 kHz	17-18	18 kHz
3- 4	11 kHz	11-12	15 kHz	19-20	19 kHz
5- 6	12 kHz	13-14	16 kHz	21-22	20 kHz

Psicoacustica

Obiettivo

- Osservare come l'udito è capace di assimilare gli stimoli acustici.

Contenuto

Esempio di filtraggio di informazioni da parte del cervello. Tentativo di localizzare i rumori. Esempi che dimostrano casi in cui la percezione non corrisponde al valore fisico misurato in dB(A).

36 Fruscio con sinus intermittente (a impulsi)

Obiettivo

- Mostrare come il cervello sa effettuare la filtrazione di informazioni.

Contenuto

Si sentono brevi impulsi sinusoidali ai quali viene in seguito aggiunto un fruscio. A scopo di controllo, gli impulsi vengono spenti e riaccesi durante il fruscio.

Info

Benché gli impulsi durante il fruscio sono pressoché irrilevabili su analizzatori professionali, il nostro udito riesce a udirli. Il cervello reagisce con grande precisione a qualsiasi cambiamento. Ogni impulso costituisce un breve cambiamento. Quanto a un'analisi rapida di fenomeni del genere l'udito e il cervello sono insuperabili. Ciò vale anche per gli occhi, per esempio, che sono infatti in grado di rilevare immediatamente il ben che minimo difetto di un modello regolare.

37 Localizzazione secondo la differenza di tempo

Obiettivo

- Capire la localizzazione binaurale.

Contenuto

Rumore da schiocchi di dita che sembra spostarsi sempre più a sinistra.

Info/Realizzazione

Il rumore esce da ambedue gli altoparlanti sempre con lo stesso livello sonoro. Il canale destro risulta sempre un po' più in ritardo a ogni schiocco di dita. Nella natura si osserva sempre un ritardo entro i due orecchi quando la sorgente sonora si trova da un lato. Il fronte delle onde sonore raggiunge un orecchio una frazione di secondo prima dell'altro orecchio, in quanto la velocità di un suono non è illimitata. È quindi chiaro che il cervello interpreta un ritardo minimo di tempo come un'indicazione della posizione laterale.

Il ritardo naturale massimo è dato dalla distanza delle orecchie di circa 16 cm circa. Se la sorgente sonora si trova in posizione esattamente perpendicolare rispetto all'orecchio, l'onda sonora raggiunge l'altro orecchio con un ritardo di $\frac{0,16 \text{ m}}{340 \text{ m/s}} = 0,47 \text{ ms}$. Ritardi superiori a questo valore vengono interpretati come un'indicazione sulla posizione e sullo spazio fino a un valore di 30 ms. A partire da questo valore sentiamo due suoni distinti.

Se si parte dal principio che l'udito sa distinguere sorgenti sonore con differenze d'angolazione di tre gradi, ciò significa che si è in grado di distinguere ritardi di 25µs (!). Una prestazione impressionante!

Alla localizzazione secondo la differenza di tempo va aggiunta anche quella secondo le differenze spettrali (la testa funge da schermo per l'orecchio più distante dalla sorgente sonora) e secondo le soppressioni a banda stretta risultanti dalla riflessione direzionale sul padiglione auricolare. La percezione direzionale può essere ingannata. (stereofonia a differenza d'intensità).

Tutti i seguenti percorsi 38-40 hanno lo stesso livello sonoro. I livelli in dB(A) sono stati misurati elettricamente. È possibile che ci siano delle deviazioni nel campo sonoro durante una misurazione acustica. Per saperne di più sul tema di livelli identici consultare anche =>"Dal sinus al suono complesso armonico" [24]

Regolare il livello di questo Demo a 70 dB(A) in quanto la deviazione tra la sensibilità e il filtro A è significativa a partire da questo livello.

38 Rumore stridente / suono complesso armonico (stesso livello dB(A))

Obiettivo

- Percezione differente nonostante una struttura pressoché identica dei suoni e lo stesso livello sonoro.

Contenuto

Il rumore di una sega circolare alternato a un suono complesso. Ambedue hanno lo stesso livello in dB(A).

Info

Osservate i due spettri: abbiamo cercato di adattare la tonalità del suono a quella del rumore. Ciononostante la sega circolare è molto più fastidiosa. A differenza del suono complesso, la sega circolare produce un rumore stridente, vale a dire che la frequenza non è stabile. Ciò e il fatto che il livello di ponderazione della banda di frequenza è stato innalzato di 4 kHz contribuiscono a rendere il rumore sgradevole.

39 Rumore a banda larga / a banda stretta (stesso livello dB(A))

Obiettivo

- Differente percezione dell'intensità sonora nonostante lo stesso livello in dB(A).

Contenuto

Rumore di un reparto telai di tessitura alternato a quello di una ventilazione rumorosa.

Info

Il rumore del reparto telai di tessitura sembra essere molto più forte.

Realizzazione

Siccome la misura del livello sonoro rappresenta una media energetica di tutta la gamma delle frequenze, è la frequenza più forte che troviamo anzitutto nei valori misurati. Se in un rumore predomina un suono, questo determinerà il livello sonoro misurato. Lo vediamo nel caso dell'asciugacapelli. Osservate lo spettro. A titolo di confronto, il rumore del reparto telai di tessitura presenta uno spettro relativamente regolare. Il nostro udito percepisce il rumore a banda larga più forte di quello a banda stretta.

40 Rumore a bassa frequenza / a media frequenza (stesso livello dB(A))

Obiettivo

- Differente percezione dell'intensità sonora nonostante lo stesso livello in dB(A).

Contenuto

Rumore di un velivolo a turbopropulsione Saab alternato a quello di un asciugacapelli.

Info

Il rumore di un velivolo a elica sembra essere più forte di quello dell'asciugacapelli nonostante che i livelli ponderati A siano stati adattati fra di loro.

Realizzazione

Come già spiegato per il => "Sweep con livello costante dB(A)" [5], le basse frequenze sono state attenuate fortemente nel filtro dB(A). Siccome il rumore del Saab si compone quasi esclusivamente di basse frequenze, è stato necessario aumentarlo nell'ampiezza onde ottenere lo stesso livello A di quello dell'asciugacapelli. Quando il livello d'ascolto è debole, la curva del filtro A concorda perfettamente con l'udito. Nel caso di livelli elevati a partire da 70 dB, la curva del filtro A devia dalle curve della stessa intensità sonora. Ne risulta che i rumori a bassa frequenza vengono percepiti come più forti di quelli ad alta frequenza di livello identico in dB(A). Inoltre le basse frequenze vengono percepite non solo con l'organo uditivo, ma anche attraverso il corpo. Ciò rinforza l'impressione di un volume più elevato.

Ma attenzione: se si tratta del rischio di un danno uditivo (ciò non dipende dalla sensibilità), il filtro A si rivela opportuno anche per livelli sonori elevati.

41 Suono sentito più forte nonostante di 3 dB(A) di meno

Obiettivo

L'illusione perfetta nella percezione dell'intensità sonora.

Contenuto

Alternanza di due suoni generati elettronicamente (creazione del prof. Zwicker).

Info

Il secondo suono appare più forte nonostante abbia tre dB(A) di meno.

Realizzazione

Il secondo suono ha molto più componenti a 4 kHz. È qui che l'udito è maggiormente sensibile. Nel filtro A non si è tenuto sufficientemente conto di questa risonanza del condotto uditivo.

42 7 rumori a livello sonoro in dB(A) costante

Obiettivo

- Osservare l'effetto che fanno i 7 rumori.

Contenuto

Fruscio rosa, fruscio a banda di ottava, suono sinusoidale, martello pneumatico, suono dell'organo, segnale d'allarme, trapano per dentisti.

Info

Benché questi sette rumori abbiano lo stesso livello sonoro in dB(A), non tutti provocano la stessa rumorosità. Il livello sonoro in dB(A) è stato misurato elettricamente. Sono possibili delle deviazioni durante la trasmissione attraverso l'altoparlante.

Realizzazione

Accanto ai parametri acustici che esercitano un influsso sulla sensazione sonora, esistono anche parametri psicologici. Per il cantante notturno nella vasca da bagno la musica è un'espressione di gioia. Se la stessa melodia arriva alle orecchie del vicino di casa, essa si trasforma immediatamente in un rumore molesto.

Per il segnale d'allarme è invece importante che esso sia incisivo e udibile in modo chiaro e inequivocabile.

Se fate ascoltare ad altri il CD, non dite a loro subito che l'ultimo rumore è quello di un trapano per dentisti. Questo rumore diventa insopportabile solo se lo si associa alla rispettiva situazione reale.



*" I vicini di casa hanno telefonato per chiederci se
nella vasca da bagno sta annegando un certo Caruso."*

Protezione dell'udito

Obiettivo

- Saper valutare personalmente le possibilità e i limiti d'applicazione tecnica dei protettori auricolari.

Contenuto

Registrazioni durante le quali sono stati sistemati differenti protettori auricolari sulla testa da manichino con microfoni nelle orecchie.

Info

Accanto agli usuali protettori auricolari che potete acquistare nei negozi all'ingrosso e in drogherie o farmacie, esistono modelli speciali per esempio quelli per musicisti (ottenibili, fra l'altro, presso la Suva). Vi presentiamo una selezione di questi protettori auricolari.

Realizzazione

Generalmente i protettore auricolari hanno un elevato grado di attenuazione sonora (35-40 dB). Non abbiamo integrato questa attenuazione sonora nella registrazione del suono, essendo pressoché impossibile riprodurre il livello sonoro originale delle sorgenti acustiche: la registrazione sarebbe risultata altrimenti irrealistica. L'impressione sonora dei protettori auricolari è stata invece riprodotta fedelmente.

Musica e danni all'udito: pagine 13-15.

43 Inserti auricolari: elicottero e sega circolare

Obiettivo

- Provare fino a che punto un protettore auricolare passivo riesce ad attenuare i bassi e gli alti.

Contenuto

Rumori rispettivamente senza protettori auricolari, con tappi di espanso EAR, con tappi preformati a struttura a flange Ultrafit.

Info

L'attenuazione sonora di un protettore auricolare passivo è maggiore per i suoni alti che per quelli bassi. Ecco perché il rumore della sega circolare sembra scomparire.

44 Musica ascoltata con differenti protettori auricolari

Obiettivo

- Mostrare che la musica ascoltata con indosso un protettore auricolare non diventa necessariamente un rumore rimbombante.

Contenuto

Musica ascoltata senza protettori auricolari, con tappi di espanso EAR, con tappi preformati a struttura a flange Ultrafit, con protettori auricolari Ultratech per musicisti.

Info

La maggior parte dei protettori auricolari non è stata concepita per riprodurre fedelmente i suoni: il suo scopo è essenzialmente quello di proteggere l'udito in modo ottimale. Questi protettori sono però inutilizzabili dai musicisti, in quanto attenuano troppo i suoni alti togliendo così al suono tutta la sua bellezza. Il protettore auricolare Ultratech per musicisti ha una curva delle frequenze pressoché lineare. L'attenuazione ottenuta ha perciò lo stesso effetto che si ottiene abbassando semplicemente il volume sonoro.

45 Protettori auricolari attivi dipendenti dal livello sonoro: battipalo Diesel e conversazione

Obiettivo

- Mostrare che i protettori auricolari possono persino migliorare l'intelligibilità della voce parlata.

Contenuto

Un battipalo Diesel e una conversazione sono stati riprodotti contemporaneamente. Registrazioni: 1. senza protettori auricolari, 2. con cuffia antirumore passiva, 3. con cuffia antirumore dipendente dal livello sonoro (Peltor NoiseTrap) 4. con un vecchio modello di cuffia antirumore dipendente dal livello sonoro (Peltor Tactical).

Info

Una cuffia antirumore dipendente dal livello sonoro è composta di una normale cuffia in cui sono stati incorporati l'altoparlante e il microfono. I microfoni sono stati montati all'esterno della cuffia. Fintanto che il livello sonoro è debole, il suono captato dall'esterno viene trasmesso all'interno della cuffia attraverso un amplificatore e l'altoparlante. Nel momento in cui il livello sonoro è >80 dB, l'amplificatore abbassa la potenza o la spegne persino completamente. In questo modo è possibile limitare a 83 dB il livello sonoro all'interno della cuffia.

Realizzazione

Il vecchio modello Peltor Tactical impiega molto tempo prima che l'amplificatore reagisca di nuovo completamente dopo essere stato esposto a un forte choc sonoro. Il nuovo modello Noise Trap ha una reazione più rapida. L'amplificatore reagisce già poco tempo dopo la detonazione e amplifica nettamente sia l'eco della detonazione che il successivo segnale orale.

Questo genere di cuffia antirumore si rivela particolarmente opportuno nei casi di picchi di rumore di breve durata quali i tiri a fuoco, la martellatura, ecc. Non si ha nessun vantaggio se il rumore è costante (reparto telai di tessitura).

46 Protezione antirumore: elicottero e battipali Diesel

Obiettivo

- Provare l'efficacia di una protezione antirumore.

Contenuto

La cuffia d'ascolto antirumore viene accesa e spenta alternativamente con il rumore di un elicottero e con quello di un battipalo.

Info

Come per i protettori auricolari dipendenti dal livello sonoro, questo protettore auricolare (ProActive) registra il suono circostante e lo riproduce attraverso l'altoparlante. Durante la registrazione del suono le fasi vengono invertite al fine di neutralizzare il suono diretto con il suono a fase invertita (Antischall oder Active Noise Control, ANC).

Realizzazione

Purtroppo questo procedimento funziona solo per le frequenze basse: le frequenze alte hanno una lunghezza d'onda talmente corta che ci si accorgerebbe della distanza esistente fra il microfono di registrazione e l'altoparlante. Nella peggiore delle ipotesi, il suono verrebbe persino amplificato anziché neutralizzato.

Simulazioni di un danno uditivo

Obiettivi

- Rendersi conto della gravità di un grave danno all'udito.
- Avere comprensione per gli audiolesi.

Contenuto

Simulazione della percezione uditiva con una lesione all'udito.

Sono stati riprodotti elettronicamente i seguenti audiogrammi:

- per tutti i percorsi eccetto le scene della scuola (48/49, 53/54, 57/58): perdita uditiva di media gravità 31%. Il limite di un "danno uditivo considerevole" è del 35%;
- per le scene della scuola: 1. danno uditivo grave (53%), 2. debole (11%), 3. nessun danno.

Info

Nel caso di lesioni dell'udito dovute al rumore, la capacità uditiva comincia a subire deficit elevati nelle frequenze da 4 a 6 kHz. Una banda di frequenze questa in cui si trovano le sibilanti. Se il danno peggiora verranno compromesse anche le frequenze attorno a 1-3 kHz. Ciò colpisce sensibilmente il campo tipico della parola. Oltre alle perdite uditive (deficit acustici), si riscontra un pregiudizio dei circuiti regolatori dell'orecchio interno. Ciò comporta da una parte una riduzione della risoluzione temporale dell'udito: i rumori diventano rimbombanti e confusi. D'altra parte, si ha un peggioramento della dinamica dell'orecchio. Se la soglia uditiva risulta già compromessa, la soglia del dolore subirà un ulteriore abbassamento di modo che i rumori forti verranno percepiti come insopportabili anche a un livello sonoro più debole. Si parla qui di "Recruitment".

Realizzazione

Le simulazioni di danni all'udito sono state create con un apparecchio a effetti Alesis Quadraverb 2 riducendo le gamme di frequenze per mezzo di un audiogramma. Le attenuazioni fino a 60 dB hanno potuto essere realizzate intercalando numerosi filtri. La risoluzione temporale ridotta è stata simulata con un "gated Reverberation" (riverberazione controllata). Questa riverberazione del suono scompare subito una volta scomparso il rumore originale.

Nelle seguenti descrizioni viene usata l'abbreviazione "d.a." per "deficit acustico".

47 Al ristorante (tedesco)

Contenuto

Brevi testi con rumore di fondo del ristorante: 1. d.a. 35%, 2. nessun d.a.

48 Conversazione in classe (tedesco)

Contenuto

Conversazione fra due scolari in un ambiente tranquillo: 1. d.a. 53%, 2. d.a. 11%, 3. nessun d.a.

49 Conversazione sul piazzale per la pausa (tedesco)

Contenuto

Conversazione fra due scolari in un ambiente rumoroso: 1. d.a. 53%, 2. d.a. 11%, 3. nessun d.a.

50 Bollettino meteorologico (tedesco)

Contenuto

Bollettino meteorologico della radio svizzera DRS: 1. d.a. 35%, 2. senza d.a.

51 Info traffico DRS/TCS (tedesco)

Contenuto

Informazioni sulle condizioni del traffico stradale: 1. d.a. 35%, 2. senza d.a.

52 Al ristorante (francese)

Contenuto

Brevi testi con rumore di fondo del ristorante: 1. d.a. 35%, 2. senza d.a.

- 53 Conversazione in classe (francese)**
Contenuto
Conversazione fra due scolari in un ambiente tranquillo: 1. d.a. 53%, 2. d.a. 11%, 3. nessun d.a.
- 54 Conversazione sul piazzale per la pausa (francese)**
Contenuto
Conversazione fra due scolari in un ambiente rumoroso: 1. d.a. 53%, 2. d.a. 11%, 3. nessun d.a.
- 55 Bollettino meteorologico (francese)**
Contenuto
Bollettino meteorologico della radio svizzera romanda: 1. d.a. 35%, 2. senza d.a.
- 56 Im Restaurant (italiano)**
Contenuto
Brevi testi con rumore di fondo del ristorante: 1. d.a. 35%, 2. senza d.a.
- 57 Conversazione in classe (italiano)**
Contenuto
Conversazione fra due scolari in un ambiente tranquillo: 1. d.a. 53%, 2. d.a. 11%, 3. nessun d.a.
- 58 Conversazione sul piazzale per la pausa (italiano)**
Contenuto
Conversazione fra due scolari in un ambiente rumoroso: 1. d.a. 53%, 2. d.a. 11%, 3. nessun d.a.
- 59 Bollettino meteorologico (italiano)**
Contenuto
Bollettino meteorologico della Radio Svizzera Italiana: 1. d.a. 35%, 2. senza d.a.
- 60 Bollettino meteorologico (retoromancio)**
Contenuto
Bollettino meteorologico della Radio Rumantsch: 1. d.a. 35%, 2. senza d.a.
- 61 The Warm-up**
Contenuto
Musica della campagna Suva "Dance the Warm-up": alternata con d.a. 35% / senza d.a.
- 62 Blues**
Contenuto
Musica Pop: alternata con d.a. 35% / senza d.a.
- 63 Strumenti a fiato: nel campo di zingari**
Contenuto
Registrazione live della Jugendmusik Emmen: alternata con d.a. 35% / senza d.a.
- 64 Musica antica**
Contenuto
Musica classica con clavicembalo, violoncello, flauti a becco: alternata con d.a. 35% / senza d.a.
- 65 Organo**
Contenuto
Musica su organo da chiesa: alternata con d.a. 35% / senza d.a.
- 66 Guggenmusig**
Contenuto
Guggenmusik di Lucerna "cacofonia": prima con d.a. 35%, in seguito senza d.a.

Immagini sonore

Obiettivi

- Piacere dell'ascolto.
- Risvegliare la curiosità per le impressioni acustiche.
- Riconoscere che le impressioni acustiche esercitano un grande influsso sul mondo affettivo.
- Imparare ad ascoltare in modo differenziato e cosciente.
- Riconoscere i rumori.

Contenuto

Montaggio di rumori caratteristici di luoghi e orari tipici.

Info

La bellezza di un luogo dipende non solo dal suo aspetto esterno, ma anche dai rumori che la circondano. In montagna godiamo in modo particolare il silenzio e non solo il bellissimo paesaggio o l'aria salubre. E che cosa sarebbe la cascata del Reno senza l'infernale frastuono provocato dall'acqua in caduta libera. Per motivi di tempo, tutte queste immagini sonore costituiscono un montaggio di rumori e di rumori di fondo caratteristici. Anche qui si resta sorpresi dell'enorme dinamica che il nostro udito è in grado di sviluppare. Anche minimi rumori d'auto o lo scampanellare molto lontano dei campanacci hanno un influsso sulla nostra percezione acustica.

Realizzazione

Per permettere alle immagini sonore di apparire in modo dolce e armonioso, si dovette evitare di giustapporre semplicemente le singole registrazioni del suono. Il computer permette di ottenere passaggi gradevoli tra due registrazioni (miscelazione crociata). E' altresì possibile riprodurre più rumori contemporaneamente. Si può in tal modo condensare l'emozione uditiva a un lasso di tempo relativamente breve.

Se l'ambiente circostante viene registrato scientificamente, per esempio nell'ambito di una "geografia acustica", si usano allora i termini "Soundscape/Paesaggio sonoro".

67 Sirene d'allarme

Obiettivo complementare

- Conoscere l'"allarme generale".

Contenuto

Esercizio d'allarme 1997.

Info

Data e ora: 5 febbraio 1997, 13h30. Luogo: Horw (LU). Perché l'allarme possa essere udito dappertutto (anche all'interno di locali), si rivelò necessario installare numerose sirene singole. È possibile riconoscere le singole sirene nell'immagine sonora. Una sola sirena è stata spenta in ritardo.

Realizzazione

Sono sirene che emettono un suono facendo passare aria compressa attraverso un disco a fori animato da moto rotatorio. Il flusso d'aria viene fatto passare e arrestato alternativamente. La variazione di pressione atmosferica ottenuta in tal modo è percepita come suono in quanto essa ci perviene nella gamma delle frequenze udibili dall'orecchio umano.

Tip

Osservate bene il viso di questi adulti riproducendo questo percorso! Le persone da noi sottoposte al test fecero generalmente un'espressione pensierosa.

68 Un giorno sugli sci (Parpaner Rothorn)

Contenuto

- Inserimento della carta nel lettore, passaggio attraverso la girandola, nella piccola gondola, chiusura della porta della gondola che precede, chiusura della propria gondola, partenza, in viaggio sospeso.
- Scarpe da sci, sci gettati a terra, battere con i bastoni, allo scilift a valle (operazione di risalita), in viaggio con lo scilift.
- Sciatori, sorfisti.
- Gare di sci.
- Salto con gli sci.

Info

Data e ora: 9 marzo 1997, dal mattino tardi fino al pomeriggio. Luogo: zona sciistica Parpaner Rothorn (GR), tempo soleggiato. Oltre ai rumori caratteristici si sentono anche altri rumori quali:

- all'inizio, il fischietto di un videoschermo;
- il ronzio delle pulegge nella sala gondole e nella gondola;
- provocati dal passaggio davanti al pilone durante la risalita della gondola;
- provocati dalla persona che transitando davanti allo scilift lascia strisciare i propri bastoni nella neve;
- provocati dal salto con gli sci: si continua a sentire la musica dello scilift e della gara di sci.

69 Temporale

Obiettivo complementare

- Provare e godere l'effetto prodotto da un temporale (o avete paura dei temporali?).

Contenuto

Dall'inizio pioggia leggera, lontani colpi di tuoni, un forte tuono vicino, inizio di uno scroscio di pioggia.

Info

Periodo: estate 1975, registrazione su Revox A77HS con due Sennheiser MKH 405. Luogo: Uitikon (ZH). Alla fine si sente da lontano il rumore di un aeroplano.

Realizzazione

I tuoni sono la manifestazione acustica che accompagna le scariche atmosferiche che avvengono durante i temporali. Infatti all'incontro fra le scariche ascendenti e discendenti ha luogo un corto circuito; la compensazione delle cariche elettriche provoca un lampo chiaro ben visibile. In vicinanza del luogo dove avviene il fenomeno si percepisce un rumore breve, secco e violento, simile a quello prodotto da un esplosivo a detonazione brusca. Aumentando la distanza, invece, il rumore è accompagnato da un rombo prolungato di intensità discontinua dovuto al fatto che le alte frequenze vengono assorbite nell'aria più rapidamente di quelle basse. La causa di ciò è assai complessa: prima di tutto, la scintilla della scarica atmosferica ha una grande lunghezza e un percorso molto sinuoso, perciò le diverse parti di essa si trovano a differente distanza e giungono all'orecchio in tempi diversi; a ciò va aggiunto il fatto che gli echi dovuti alle riflessioni acustiche sulle nubi, sul suolo e sugli oggetti terrestri arrivano pure in diversi istanti.

Si può valutare la distanza che ci separa dal fulmine misurando il tempo che trascorre fra la percezione del lampo e quella del tuono. Ogni secondo rappresenta circa 340 metri di distanza fra il punto di osservazione e il fulmine. Se l'intervallo tra il lampo e il tuono è di circa 5 secondi, ciò significa che il fulmine è caduto a circa 1,5 chilometri dal luogo di osservazione.

Ancora qualcosa in merito al tuono: nonostante che il lampo sia solo di breve durata, il tuono che lo accompagna può essere udito per lungo tempo. Ciò è dovuto a due motivi: il lampo è una linea luminosa che può avere una lunghezza fino ad alcuni chilometri. Dapprima sentiamo il suono proveniente dal tratto del lampo a noi più vicino e poi successivamente gli echi che risuonano dalla zona circostante. La forma a linea spezzata e ramificata della traiettoria del lampo si ripercuote anche sul suono che l'accompagna: se un tratto del lampo raggiunge l'ascoltatore in modo concentrico, il suono verrà percepito come una detonazione: i tratti radiali del lampo verranno invece percepiti come un suono sibilante. Tutti questi effetti potrete ascoltare dai tuoni che incontrate a metà della registrazione.

70 All'aeroporto di Zurigo Kloten

Contenuto

- Valigia a rotelle trascinata sul pavimento a superficie di calpestio strutturata (davanti al passaggio verso il treno), scarpe con tacchi a spillo, annuncio in tedesco all'altoparlante: sulla scala mobile, nel terminale A, sbattere degli elementi del tabellone partenze al terminale B, bambini di lingua straniera, rumore di passi, annuncio in tedesco all'altoparlante (con il tipico suono degli aeroporti).
- Decollo registrato sul lato posteriore, passaggio laterale dell'aeroplano (Boeing 737).

Info

Data e ora: 18 marzo 1997, pomeriggio

All'inizio, l'annuncio all'altoparlante è il seguente: "Eine Mitteilung der Polizei: Wir warnen Sie vor Gepäckdieben. Lassen Sie Ihr Gepäck nie unbeaufsichtigt stehen. Un avis de la police: Attention aux voleurs! Ne laissez jamais le bagage sans surveillance. Un avviso della polizia: Vi preghiamo di fare attenzione ai ladri!"

Realizzazione

Il decollo dell'aeroplano non costituisce una misura affidabile quale indicazione dell'intensità sonora. Benché la registrazione venne effettuata a solo 50 metri dal reattore, il livello sonoro era di "soli" 90 dB(A) circa. Senza il filtro A esso è di molto più elevato in quanto i reattori emettono frequenze molto basse durante il decollo (fracasso infernale). Nella fase di accelerazione dei motori i reattori producono un rumore con frequenze più elevate ciò che può essere percepito come un rumore molto forte. Badate all'aeroplano che vola.

71 Un mattino nell'Eigenthal (LU)

Contenuto

Risveglio degli uccelli; in sottofondo: gorgoglio di un ruscello, mucche che cominciano ad alzarsi.

Info

Data e ora: inizio di maggio 1997, fra le ore 4 e 7 del mattino. Si tratta di una regione ai piedi del monte Pilatus a 1200 metri circa di altitudine.

72 Una domenica mattina alla periferia della città di Zurigo

Contenuto

Cinguettio di uccelli, campane che suonano di domenica, scampanellare dei campanacci di mucche, ronzio di insetti, suono tutto in sottofondo: rumore del traffico stradale.

73 Passeggiata dalla campagna nel bosco (Horw)

Contenuto

Cinguettio di un merlo, suono in sottofondo: altri uccelli e rumori del traffico stradale
Fuori e dentro il bosco: cornacchie e altri uccelli.

74 Di notte: pascolo e palude (Hausen am Albis)

Contenuto

- Canto dei grilli e suono di campanacci, quasi nessun rumore del traffico stradale e nessun uccello.
- Concerto di rane nello stagno, alla fine, salto di una rana nell'acqua.
Suono in sottofondo: ventilatore del fienile di una lontana fattoria.

Info

Data e ora: 17 maggio 1997, mezzanotte. Luogo: vicino a Seleger Moor, Hausen am Albis

75 Sopralluogo d'acustica ambientale in tedesco

76 Sopralluogo d'acustica ambientale in francese

77 Sopralluogo d'acustica ambientale in italiano

Obiettivo

- Riconoscere l'importanza dell'udito per stimare la grandezza e l'equipaggiamento di un locale.

Contenuto

Guida commentata attraverso i seguenti locali: locale anecoico del Politecnico federale di Zurigo, piccolo ufficio vuoto, tromba delle scale, garage sotterraneo, camera riverberante della scuola tecnica di Lucerna, riverberazione elettronica. L'introduzione e la fine provengono da una sala riunioni avente una buona acustica.

Info

Superfici dure, per esempio quelle di pietra, riflettono il suono; superfici molle e porose lo assorbono. Più una superficie è ruvida, più diffuso sarà la propagazione del suono. Prendiamo l'esempio della luce: con uno specchio perfetto, l'angolo d'incidenza di un raggio di luce equivale al suo angolo di riflessione, mentre una superficie opaca (per es. lo schermo di proiezione) riflette il raggio di luce in tutte le direzioni. Le caratteristiche acustiche di un determinato ambiente dipendono essenzialmente dal suo volume e forma, nonché dalla natura della superficie delle sue pareti. Il locale anecoico è rivestito di cunei in resina espansa per evitare la ben che minima riflessione del suono. Il suo opposto è la camera riverberante, le cui pareti sono di cemento nudo. Le onde sonore vi rimangono qui quasi come imprigionate. La particolarità di queste camere è la forma obliqua delle loro pareti, il che permette di ottenere la stessa riverberazione del suono per tutte le frequenze: il locale non amplifica una riverberazione a scapito di un'altra. Le sale dei concerti aventi un'ottima acustica hanno sovente forme geometriche irregolari.

Realizzazione

Queste registrazioni sono state fatte con microfoni Sennheiser MKH 20. Per accentuare l'acustica dei locali, ambedue i microfoni sono stati piazzati in posizione contrapposta entro una sfera del diametro di 20 cm (membrana del microfono a contatto con la superficie della sfera). Gli effetti di queste registrazioni sono particolarmente impressionanti usando le cuffie d'ascolto.

Dovendo effettuare queste registrazioni in tutte le tre lingue, ci siamo serviti di un trucco: tutte le registrazioni vennero effettuate in un locale anecoico e riprodotte in seguito nei diversi locali attraverso un altoparlante *Tannoy*. Non è stato così necessario obbligare gli oratori a recarsi in tutti i locali. Oratrice della versione italiana: Sara Spadaro.

Lotta contro il rumore

Obiettivi

- Conoscere le possibilità della lotta contro il rumore.
- Stimolare la fantasia in relazione alla lotta contro il rumore.

Info

Il rumore può essere combattuto in diversi modi: il modo più radicale è quello di ridurlo o evitarlo alla fonte. Ascoltare i percorsi [79] / [80]. Se il rumore non può essere evitato alla fonte, lo si può ridurre ricorrendo a schermature (percorsi [78] / [81]). Se anche questa soluzione risulta irrealizzabile, occorre allora proteggere direttamente l'udito => Protettori auricolari [43-46].

78 Effetto di un incapsulamento

Obiettivi

- Mostrare l'efficacia di un incapsulamento.
- Incoraggiare l'uso dei mezzi di deonorizzazione in dotazione.

Contenuto

Il coperchio di una punzonatrice viene chiuso e aperto alternativamente.

Info

Si ottiene uno smorzamento molto efficace specialmente dei rumori pericolosi per l'udito e fastidiosi nella gamma delle frequenze elevate (> 2 kHz).

79 Ugelli soffiatori rumorosi/silenziosi della stessa potenza

Obiettivo

- Costatare che lo stesso obiettivo può essere raggiunto in modo rumoroso o silenzioso.

Contenuto

1. Un vecchio ugello (ugelli di Venturi / ugelli ad iniezione).
2. Un ugello multifori moderno che pur avendo la stessa potenza produce meno rumore.

Info

Nei vecchi ugelli si forma una forte turbolenza nel flusso d'aria il che causa un elevato livello di rumore (circa 100 dB(A)). Gli ugelli multifori della stessa potenza producono un rumore di 20 dB(A) di meno di quello degli ugelli di Venturi.

80 Auto a 0, 10, 20, 40, 60, 80, 100 km/h

Obiettivo

- Sapere come e in che misura il livello sonoro di un'auto cambia con l'aumentare della velocità.

Contenuto

Un furgoncino Citroën C15 dapprima a marcia a vuoto, poi in movimento a velocità crescente.

Info

A vettura ferma si sente solo il rumore del motore acceso. Più l'auto accelera, più forte diventano i rumori prodotti dall'aria e dallo scorrimento delle ruote. A 100 km/h questi rumori prevalgono nettamente sugli altri rumori. Per ridurre il rumore del traffico stradale si hanno a disposizione le possibilità seguenti: una riduzione della velocità comporta dappertutto una diminuzione dei rumori. A velocità ridotta, per esempio in città, i motori silenziosi danno effetti particolarmente positivi. A velocità sostenute, per esempio sulle autostrade, una pavimentazione fonoassorbente e una forma aerodinamica della vettura migliorano le condizioni del rumore. Non per nulla i treni ad alta velocità hanno una sagoma esterna aerodinamica. Siccome la resistenza aerodinamica (e con essa il consumo di energia e i rumori) cresce quadraticamente, o persino alla terza potenza, con la velocità, un design mal concepito può avere conseguenze negative a tali velocità di corsa.

81 Autostrada: davanti / dietro i fonoripari

Obiettivo

- Scoprire le possibilità e i limiti dei fonoripari.

Contenuto

Rumori dell'autostrada davanti e dietro i fonoripari alti 4 metri circa. A distanza uguale dalla strada.

Info

Anche qui si ha una forte attenuazione delle alte frequenze, mentre è quasi nulla quella delle basse frequenze. Ciò spiega perché il forte rumore di un autocarro carico rimane sempre lo stesso, mentre un'automobile leggera con motore silenzioso è pressoché inudibile.

Realizzazione

I fonoripari si trovano dietro la stazione di Stansstad. Sono stati montati su un terrapieno (alto 2 metri) e hanno essi stessi il più delle volte un'altezza di 3 metri. Durante la registrazione le strade erano asciutte. In ambedue i casi la distanza del microfono dal spartitraffico centrale era di 50 metri.

Le due registrazioni sono state condensate nello stesso modo al fine di ottenere la migliore impressione sonora possibile. Abbiamo provveduto alla miscelazione di 4 registrazioni del suono fatte nello stesso luogo ma a brevi intervalli di tempo. Tutte le registrazioni sono state fatte nel corso della stessa mezz'ora.

Rumore negli ambienti lavorativi

Obiettivi

- Adattare l'udito ai rumori dei rami industriali.
- Sensibilizzazione ai problemi del rumore.

Contenuto

Montaggio rumori dalle relative branche industriali.

Realizzazione

Una parte di queste registrazioni è stata fatta in occasione di misurazioni del rumore ed è quindi disponibile solo mono.

82 Da tutti i rami industriali

Sega circolare, sala telai di tessitura, molatrice angolare, battipalo Diesel, trattore, martello pneumatico, motosega.

83 Industria edilizia

Martello e scalpello, martello pneumatico, fresatrice di scanalature muri, fresatrice da pietra (benzina), martello picconatore, battipalo

84 Costruzioni ferroviarie

Martelli pneumatici, segnale d'allarme, treno diretto a grande velocità.

85 Industria metallica

Molatura e rettifica, chiodatrice, saldatura a elettrodi, punzonatrice: a velocità lenta, media, forte.

86 Economia forestale e agricoltura

Motosega. Dar da mangiare ai maiali, trattore agricolo: avviamento e in movimento.

87 Lavorazione del legno

3 registrazioni segheria, sega circolare, piallatrice.

88 Industria tessile

Sala telai, telaio con tramatore, macchina tessitrice con navette.

89 Traffico

Pedonale, biciclette, tram, auto, treni rapidi, aeroplani.

90 Ufficio

Macchina da scrivere meccanica, macchina da scrivere elettrica, accensione di un PC, clic del mouse, stampante a matrice, stampante al laser, russare e il telefono continua a squillare.

Un po' di tutto

91 Passi

Contenuto

Passi sull'asfalto, sull'asfalto cosparso di ghiaia, nella neve bagnata, sulla neve asciutta, su un ponte di legno.

92 Sport

Contenuto

Badminton, Skateboarder su terreno accidentato, Street-Basketball, biliardo, Jogging.

93 Veicoli su rotaie

Contenuto

Locomotiva a vapore, partenza di un treno diretto nella stazione di Lucerna (annuncio all'altoparlante in italiano), S-Bahn nella stazione principale di Zurigo, tram zurighese (n. 6 al Politecnico federale).

Realizzazione

Dopo che il treno è partito dalla stazione di Lucerna, udite una locomotiva allontanarsi dalla stazione. Siccome si tratta di una stazione di testa occorre, prima di ripartire, sostituire la locomotiva.

I passeggeri di un S-Bahn zurighese con vagoni moderni vengono avvertiti dell'imminente partenza del treno mediante un segnale luminoso piazzato al di sopra delle porte. Se siete in grado di percepire le frequenze molto alte, potrete udire il rumore che i condensatori del lampeggiatore fanno nel ricaricarsi dopo ogni lampeggio.

94 Scoppietto del fuoco

Realizzazione

Ascoltate il rumore metallico che esce da una stufa di ferro.

95 Cane impetuoso

Realizzazione

Anche gli animali si esprimono con la voce. "Gini" ha già ascoltato troppo.

Segnali di misurazione e test

96 Fruscio rosa non correlato (stereo)

Obiettivi

- Sentire la differenza di percezione rispetto a un rumore correlato
- Controllare con l'udito se la riproduzione è in ordine.

Info

Un rumore non correlato significa che sui due canali stereo sono stati registrati due rumori rosa totalmente indipendenti l'uno dall'altro. Nel caso di un rumore correlato al 100%, sui due canali appare esattamente lo stesso rumore. Se fosse della musica e non di un rumore, si parlerebbe allora di una registrazione monofonica.

Realizzazione

Un rumore correlato e un rumore non correlato non risuonano nello stesso modo. Nel caso del rumore correlato si ha l'impressione che esso provenga esattamente dal mezzo dei due altoparlanti. Un rumore non correlato sembra invece provenire ben ripartito da sinistra, destra e dal centro.

Benché non esista alcuna periodicità o altri mezzi d'orientamento, il cervello riesce a distinguere segnali identici da quelli non identici. Ciò è un indizio della rapidità con cui il cervello è capace di elaborare le informazioni ricevute.

97 Fruscio rosa correlato

Obiettivi

- Vedere percorso 96.
- Controllare con l'udito se gli altoparlanti sono stati allacciati in fase.

98 Sinus 1 kHz in condizione di massima modulazione

Obiettivo

- Controllare eventuali sovramodulazioni sull'intera catena di riproduzione.

Attenzione: non usare le cuffie per ascoltare questo percorso, perché può danneggiare il vostro udito! Se avete aperto troppo il volume all'amplificatore, i vostri altoparlanti potrebbero essere sollecitati eccessivamente!

99 Test del canale

Obiettivo

- Riprodurre i segnali sonori di questo CD conformemente all'originale.

Contenuto

Le parole "linker Kanal / canal de gauche" (canale sinistro), et "rechter Kanal / canal de droite" (canale destro) sono pronunciate alternativamente sul canale sinistro, risp. su quello destro.

Info

Se non dovesse funzionare, fate una verifica e scambiate le prese audio al lettore CD, all'amplificatore o all'uscita dell'altoparlante dell'amplificatore.

Bibliografia

{1}	Musica e danni all'udito	Suva	Codice 84001
{2}	Rumore pericoloso per l'udito negli ambienti di lavoro	Suva	Codice 44057
{3}	Nuisances sonores à l'emplacement de travail	Suva	Codice 66058
{4}	Klang, Musik mit den Ohren der Physik (1985)	John R. Pierce;	Spektrum-Verlag

Glossario

Il segno ~> rinvia a citazioni nel glossario, il segno => a quelle dei percorsi del CD.

Livello A / Ponderazione A

- Filtro prossimo alla ~> risposta in frequenze dell'udito e utilizzabile per la misurazione del livello sonoro.

Acustica

- Ramo della fisica che studia i fenomeni connessi col suono.
- Rapporti sonori, effetto del suono complesso, del suono (entro un locale [chiuso]).

Amplitudine

- Scarto massimo di una variazione; suono; valore di punta della pressione sonora di una variazione; elettricità: tensione massima.

Audiogramma

- Rappresentazione grafica della soglia di udibilità (standard) in funzione della frequenza.

Orecchio esterno

- Padiglione auricolare fino al timpano attraverso il canale uditivo (~> udito).

Danno uditivo permanente (PTS)

- Innalzamento irreversibile (= peggioramento) della soglia uditiva. Esclusa qualsiasi possibilità di guarigione.

Coclea

- Chiocciola ossea contenente un liquido speciale (l'endolinfa) e in cui si trovano ~> le ciglia (o peli) acustiche che eccitate dalle onde sonore trasmettono gli impulsi nervosi ai centri acustici del cervello.
- Organo che rimane colpito da danni uditivi dovuti al rumore.
- ~> udito.

Decibel (dB)

- Unità del ~> livello di pressione sonora (livello sonoro).
- dB(A): vedere ~> ponderazione A.
- Unità di misura logaritmica per le amplificazioni e le attenuazioni sonore.

Dissonanza

- Unione di suoni che non si accordano e producono un effetto sgradevole all'udito. Contrario: ~> consonanza.

Tromba di Eustachio

- La cavità dell'orecchio medio comunica con la faringe mediante un lungo canale, la tromba di Eustachio, il quale ha l'importante funzione di mantenere la pressione dell'aria presente entro la cavità della cassa timpanica sempre perfettamente eguale alla pressione dell'aria esterna (~> udito).

Frequenza

- È la grandezza che esprime il numero di volte con cui si ripete un fenomeno periodico nell'unità di tempo (misurata in secondi).

Risposta di frequenza

- Dell'udito o di un microfono: sensibilità in funzione della frequenza.
- Di un altoparlante: livello di riproduzione in funzione della frequenza.
- Lineare: più una risposta di frequenza è piatta più naturale risulterà la riproduzione.

Udito

- Funzione sensoriale che consente la rivelazione di fenomeni sonori e di messaggi verbo-acustici.
- Consultare il capoverso "Realizzazione" del capitolo "Percezione sonora".
- Quanto al meccanismo della funzione percettiva del suono consultare p.f.: pagina 8 della pubblicazione {1}, pagina 24 e seguenti della pubblicazione {2}, pag. 11 della pubblicazione {3}.

Rumore

- Suono prodotto da vibrazioni caotiche (al contrario del suono complesso).

Ciglia o peli acustici

- Ciglia o peli acustici nella ~> coclea che eccitati dalle onde sonore trasmettono gli impulsi nervosi ai centri acustici del cervello (~> udito).
- Sollecitazioni eccessive (livelli sonori continui troppo elevati ~> L_{eq}) possono distruggere definitivamente le ciglia o i peli acustici e causare un danno uditivo.

Livello uditivo

- Livello minimo di pressione sonora che determina una sensazione sonora tonale. Nella maggior parte dei casi esso non corrisponde al livello della registrazione sonora.

Danno uditivo

- ~> danno uditivo permanente.
- ~> sordità temporanea.

Chiocciolo ossea

- ~> Coclea.

Soglia uditiva

- ~> Pressione sonora in funzione della ~> frequenza e alla quale un suono è ancora percepibile.

Cuffia/Incapsulamento

- Protettore auricolare che viene messo sopra gli orecchi come le cuffie d'ascolto (cuffie antirumore).
- Copertura di una sorgente sonora contro il rumore (incapsulamento).

Suono complesso

- Suono composto di vibrazioni periodiche (al contrario di rumore).

Consonanza

- Si dice consonante una combinazione di più suoni musicali di effetto gradevole per l'ascoltatore: in caso contrario la combinazione dicesi dissonante ~> dissonanza.

L_{eq} :

- Livello di pressione sonora costante equivalente. Livello sonoro energetico medio che permette di valutare il rumore.

Pressione atmosferica

- Pressione dell'aria secondo la sua massa e la gravitazione terrestre (pressione gravitazionale).
- La pressione atmosferica dipende dall'altitudine e raggiunge al livello del mare 1000 ettopascal circa (hPa = mBar).
- La pressione atmosferica equivale a pressioni sonore naturali alla potenza 10 e, siccome agisce in modo identico sia davanti che dietro il timpano, essa non esercita nessun influsso sull'udito.
- I cambiamenti di pressione atmosferica sono compensati dalla ~> tromba di Eustachio.

Orecchio interno

- ~> Coclea (chiocciola ossea); (~> udito).

Orecchio medio o cassa del timpano

- Comprende la parete mediale o interna, detta anche labirintica, del timpano e la catena degli ossicini.
- (~> udito).

PTS

- Permanent Threshold Shift, ~> danno uditivo permanente

Suono puro o semplice

- Suono composto unicamente della sua frequenza fondamentale e senza armoniche (suono sinusoidale).

Schall

- Vibrazioni che si propagano sotto forma di onde e percepibili dall'orecchio umano.

Pressione sonora

- Misura le variazioni di pressione atmosferiche emanate da una sorgente sonora. Da un raddoppio della pressione sonora si ha un quadruplo della potenza acustica. Unità di misura della pressione: Pascal [Pa].

Potenza sonora

- Energia sonora che viene irradiata per secondo. Un raddoppio della potenza sonora aumenta la pressione sonora del fattore $\sqrt{2}$. Unità di misura della potenza: Watt [W].

Livello sonoro

- Misura logaritmica di livello relativo di potenza acustica. Unità di misura: Decibel [dB].

Ordinanza sugli stimoli sonori ed i raggi laser

- Ordinanza federale concernente la protezione del pubblico delle manifestazioni dagli effetti nocivi degli stimoli sonori e dei raggi laser: essa fissa il livello sonoro massimo della musica amplificata elettronicamente e disciplina inoltre l'uso dei raggi laser in occasione di manifestazioni pubbliche. Entrata in vigore: 1° aprile 1996.

Soglia del dolore

- Livello di pressione sonora minimo che determina una sensazione di dolore localizzata nell'orecchio (ca. 120 dB).

Suono sinusoidale

- Suono composto unicamente della sua frequenza fondamentale e senza armoniche (= suono puro).

Spettro

- Dicesi di distribuzione dell'intensità sonora in funzione della frequenza.

Perdita dell'udito temporanea (TTS)

- Deficit uditivi temporanei in seguito a un'esposizione a stimoli sonori eccessivi. Recupero dell'udito possibile entro giorni, settimane o mesi.

Acufeni (rumori auricolari)

- Rumori auricolari (ronzii, fischi, ecc.) per esempio a causa di sollecitazioni eccessive dell'udito.

TTS

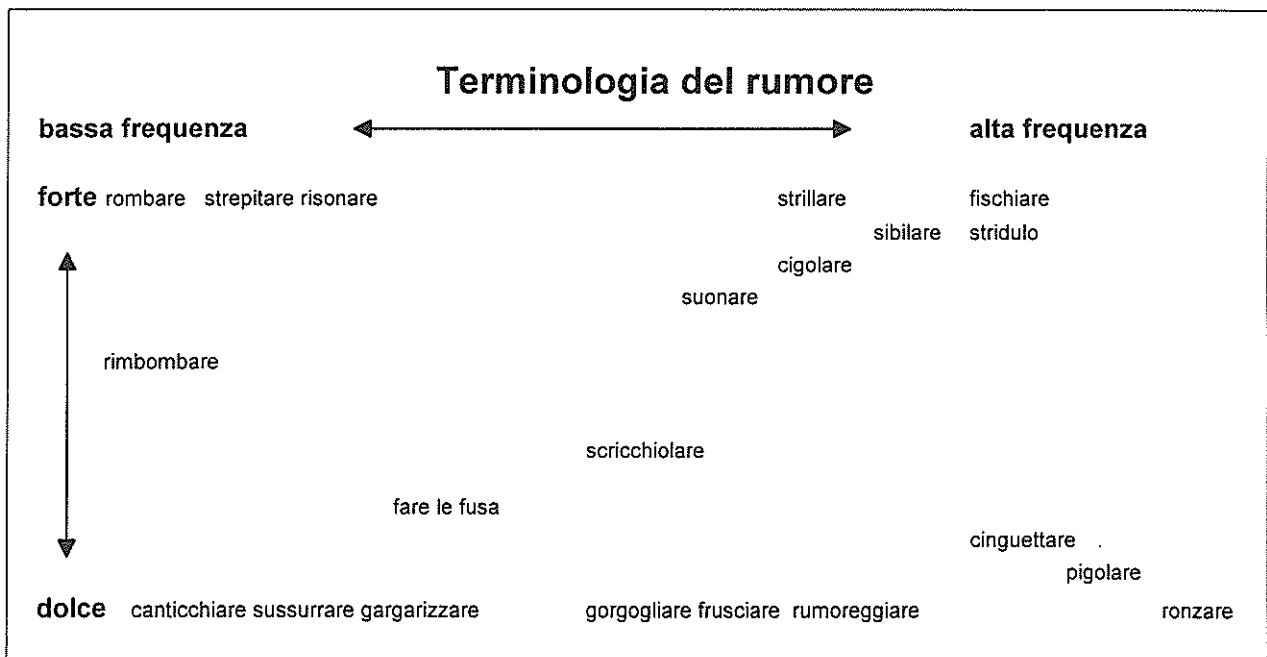
- Temporary Threshold Shift, ~> Perdita uditiva temporanea (deficit uditivo temporaneo).

Sovramodulazione

- Ogni apparecchio ha un livello d'entrata massimo definito: se lo si supera, la registrazione risulta sovramodulata, ossia essa presenta determinate distorsioni.

Distorsione

- Distorsione lineare = deviazione da una risposta in frequenze ideale (accentuazione di determinate frequenze). Distorsioni di non linearità: vengono prodotte armoniche nuove, per esempio a causa di una sovramodulazione. Nel caso di sovramodulazione, vengono tagliate le estremità superiori e/o inferiori di una vibrazione. Le distorsioni armoniche aggiungono a un suono dei multipli della frequenza fondamentale. Anche l'udito può percepire livelli sonori molto elevati non più in modo corretto e generare una distorsione del suono.



AUDIO DEMO 3

Konzept / Conception / Concetto

Beat W. Hohmann, Suva

Realisation / Réalisation / Realizzazione

Markus Leutwyler, ETH / Suva

Tonaufnahmen / Enregistrements / Registrazioni

Suva Akustik, M. Leutwyler, B. Hohmann, Auris [48/49/53/54/57/58], RiffRaff Studio [61],
W. Lips [63]

Tontechnik / Prise et traitement de son / Tecnica del suono

Sennheiser MKH 20/40/60/80, Microtech Gefell MT71S/M300, Revox M3500, Brüel&Kjær 4165;
Brüel&Kjær 1027; Tascam DA-P1, Sony DTC A8, Sony PCM-F1, Stellavox SP7, Revox A77 HS;
Alesis Quadraverb 2, Creamware tripleDAT 2.3.

Titelbild / Couverture / Copertina

Peter Fahrni, Markus Leutwyler (Foto Heiligenschwendi / Thunersee)

Wir danken / Nous remercions / Ringraziamo [Percorso No.]

Bruno Rusconi, Flughafendirektion Zürich [70]; Rolf Bischof, Kakaphoniker Luzern [66];
Tobias Herger, Orgel [27-29, 65]; Käthi Leutwyler [30], Karl Leutwyler [80]; Rosmarie Hubmann [12],
Valérie Parrat [76], Sara Spadaro [77], Jugendmusik Emmen [63]; Jürg Stettbacher, ETH [75-77];
Andreas Odermatt, ZTL [75-77]; Tennis-Center Würzenbach Luzern [92]; SBB Luzern [93];
Gini [95]; Tennis-&Squash-Center Cham; Beat Fritschi; Kuno Matzinger;
Vlasta Mercier, Bundesamt für Gesundheit; Beat Roggen, Informationszentrum für gutes Hören.

CD No. 99051

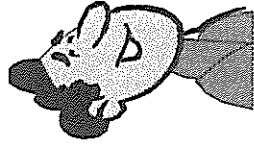
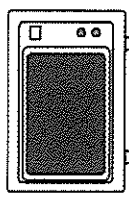
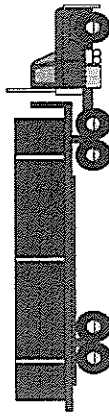
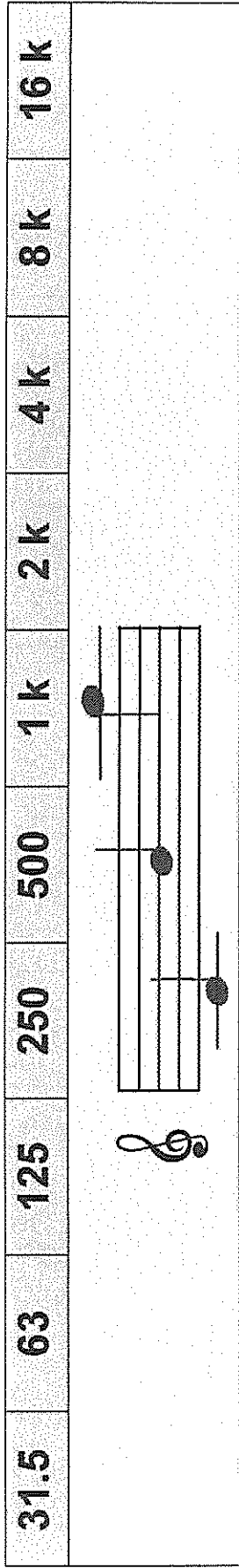
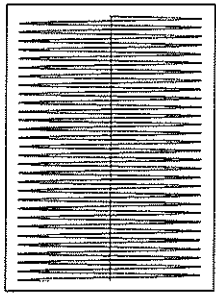
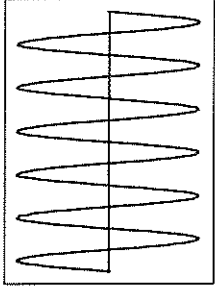
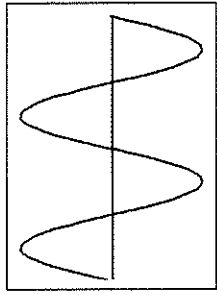
CD made in Switzerland by OMD, Diessenhofen
Total playing time 73'50"

© Suva 1997, No. 86905.i

Istituto nazionale svizzero di assicurazione contro gli infortuni Suva
Sezione acustica, Caselle postale, 6002 Lucerna
Telefono: 041 - 419 54 22, Telefax: 041 - 419 62 13

Lucidi e originali per fotocopiare

FREQUENZE unità: Hertz [Hz]



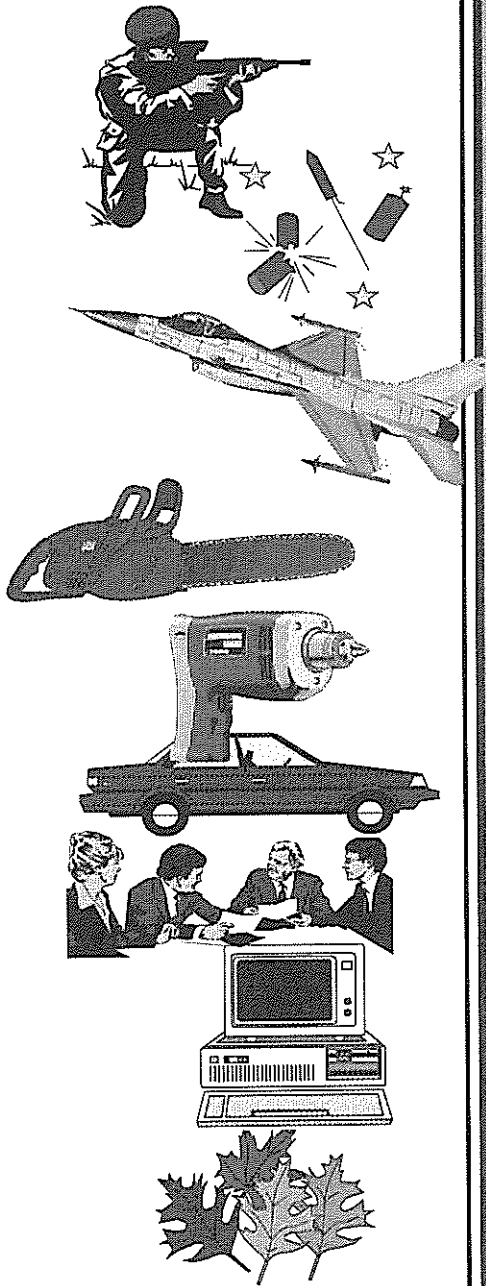
Infrasuono

campo di frequenze udibili

Ultrasuono

suva

Livello sonoro



160

140

120

100

80

60

40

20

0

**Danno acuto
all'udito**

Soglia del

**Pericolo per
l'udito**

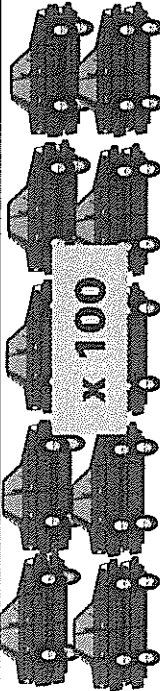
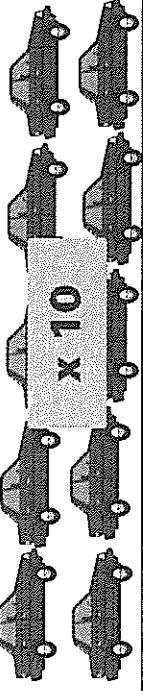




**Comuni-
cazione
pregiudicata**

**Soglia
uditiva**

dB (A)

Differenze di livello

SUVA

Sensazione	Livello sonoro	Potenza sonora o numero di sorgenti identiche	Pressione sonora
4 x più forte	+ 20 dB	 x 100	x 10
2 x più forte	+ 10 dB	 x 10	x 3,0
udibile chiaramente	+ 6 dB	 x 4	x 2,0
udibile	+ 3 dB	 x 2	x 1,4
appena udibile	+ 1 dB	 x 1,25	x 1,1
-	0 dB	 x 1	x 1,0

Test dell'udito [34]

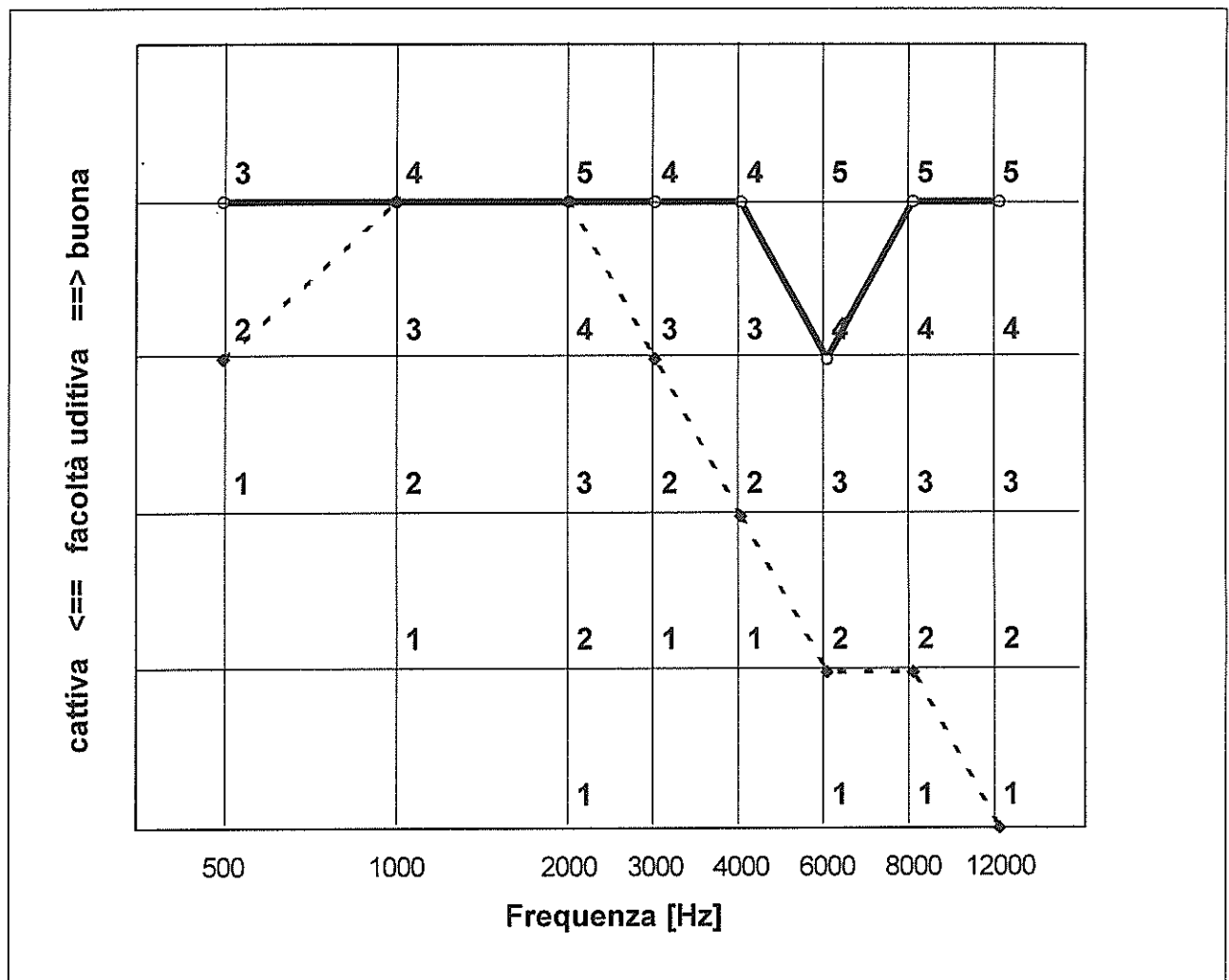
Per ogni frequenza notate il numero dei suoni test uditi (dopo il suono demo):

Frequenza [Hz]	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	12000
Orecchio sinistro								
Orecchio destra								

Notate solo per ogni frequenza il punto di incrocio in corrispondenza del rispettivo numero:
orecchio sinistro = X, orecchio destro = O.

La linea continua mostra il tipico decorso registrato presso bambini e giovani.

La linea tratteggiata è tipica per uomini di 55 anni circa; le donne sentono spesso meglio.



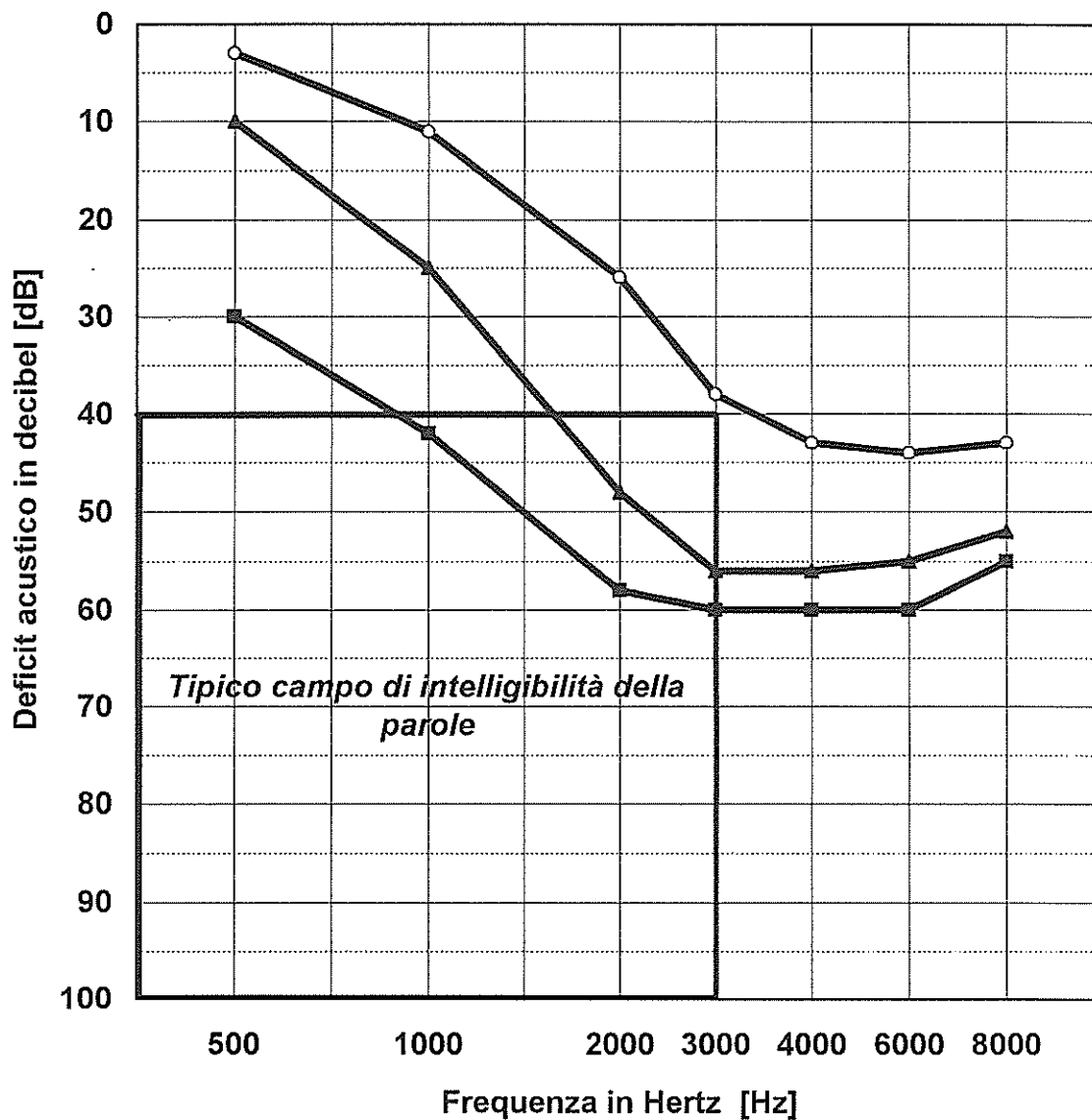
Test dell'udito per suoni alti [35]

Dal numero dei suoni test uditi ottenete la frequenza limite superiore del vostro udito:

Numero dei suoni uditi	0	1 - 2	3 - 4	5 - 6	7 - 8	9 - 10
Frequenza limite superiore	<10 kHz	10 kHz	11 kHz	12 kHz	13 kHz	14 kHz
Numero dei suoni uditi	11 - 12	13 - 14	15 - 16	17 - 18	19 - 20	21 - 22
Frequenza limite superiore	15 kHz	16 kHz	17 kHz	18 kHz	19 kHz	20 kHz

Audiogramma delle simulazioni di danni uditivi

Soglia uditiva normale



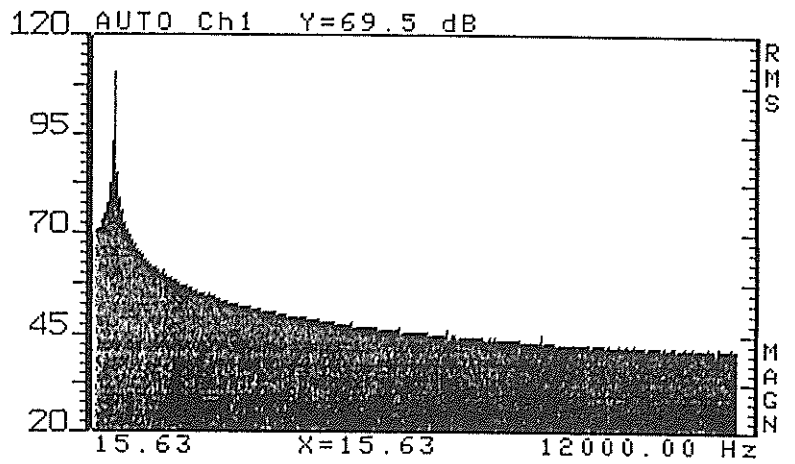
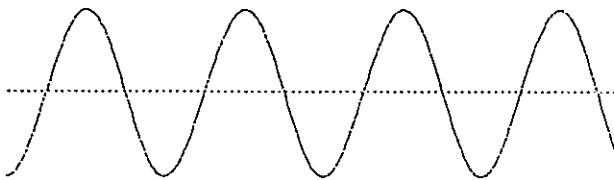
- Deficit acustico leggero (deficit acustico CPT = ca. 12 %)
- ▲ Deficit acustico medio (deficit acustico CPT = ca. 35 %)
- Deficit acustico forte (deficit acustico CPT = ca. 50 %)

"Da sinusoidale a rettangolare" [23]

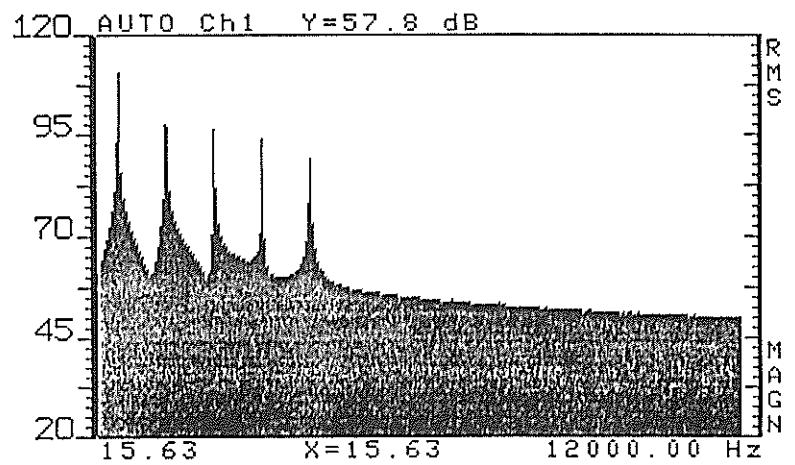
Oscillogramma

Spettro FFT

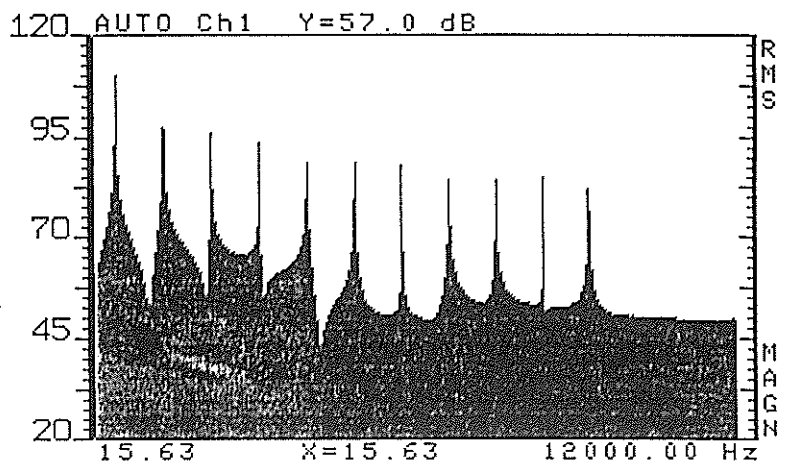
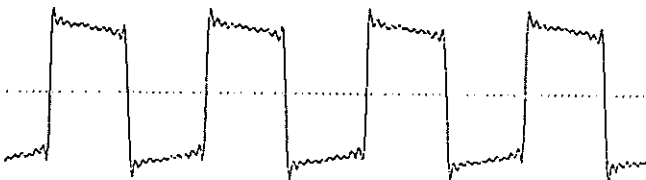
1 suono parziale



5 suoni parziali



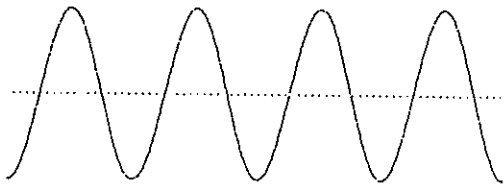
11 suoni parziali



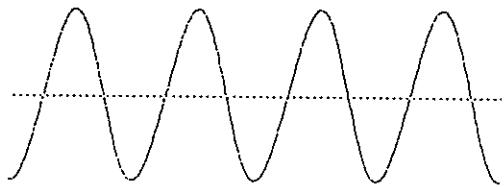
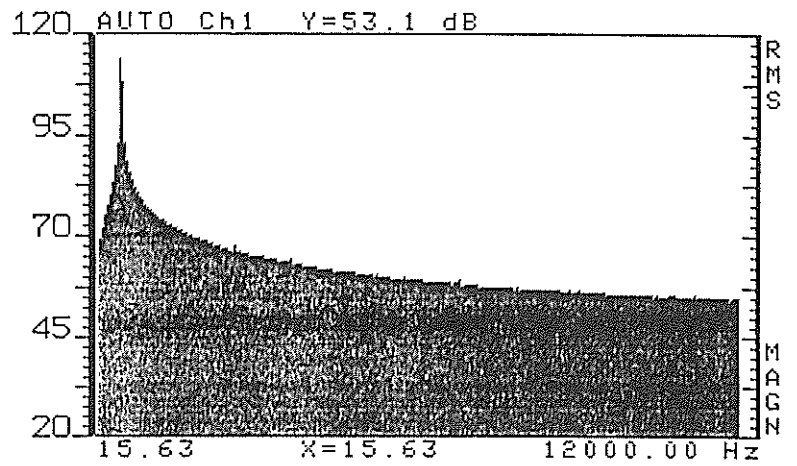
"Da sinusoidale a timbro ricco di suoni armonici" [24]

Spettro FFT

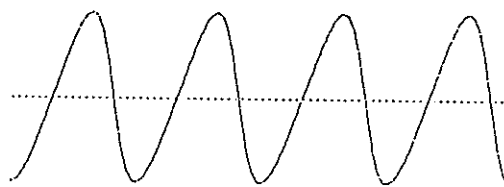
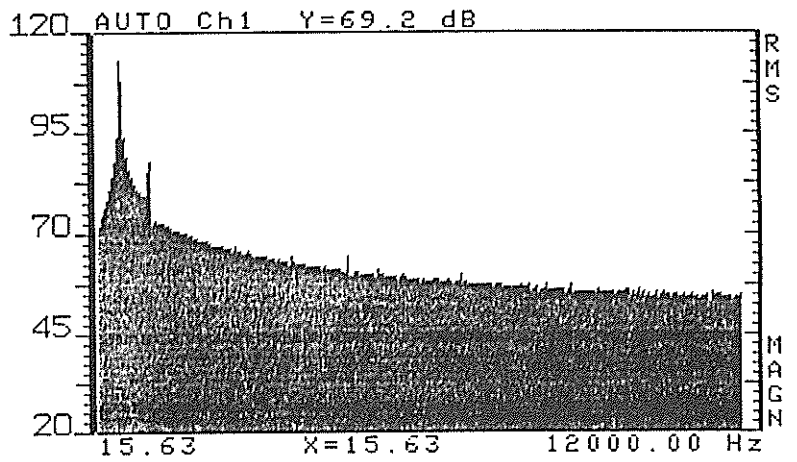
Oscillogramma



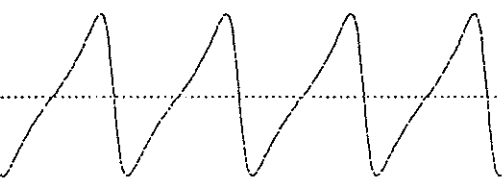
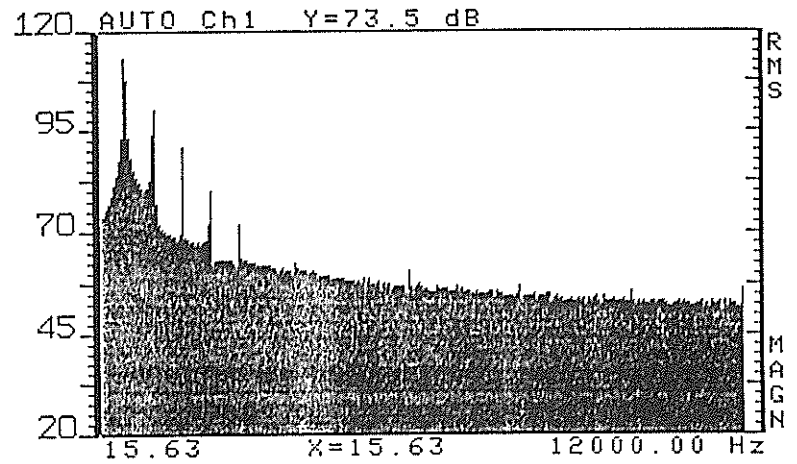
1. suono: sinus



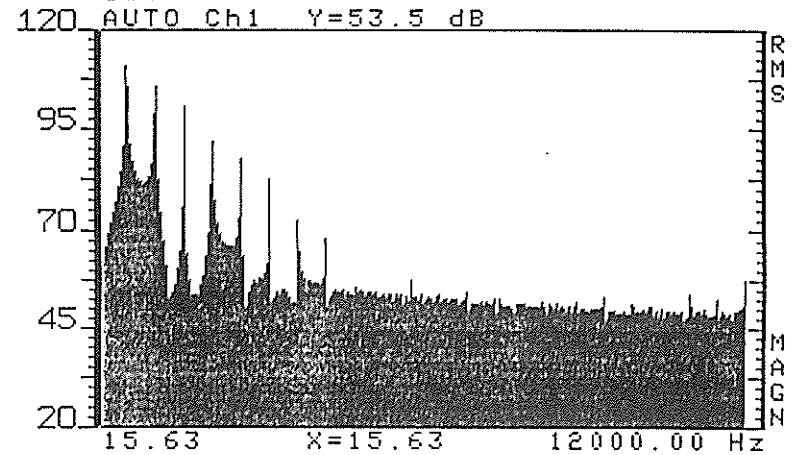
2. suono: sinus leggermente sagomato

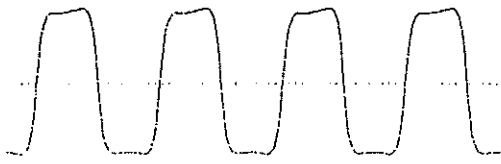


3. suono: sinus sagomato

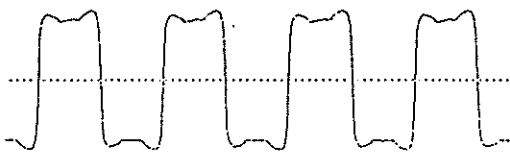
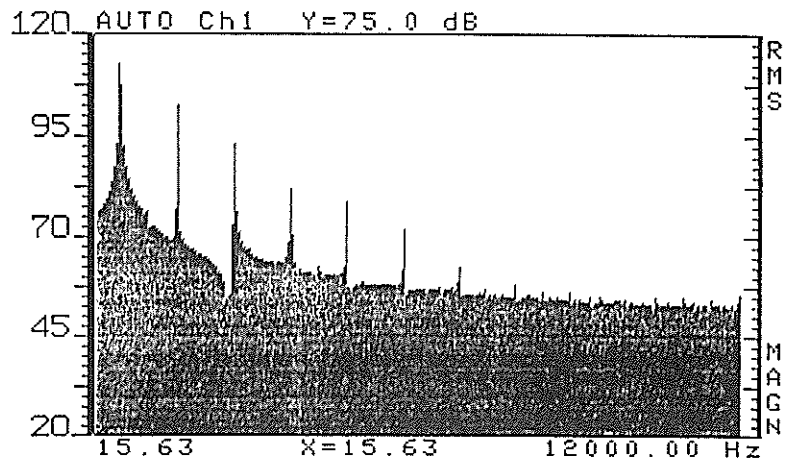


4. suono: denti di sega

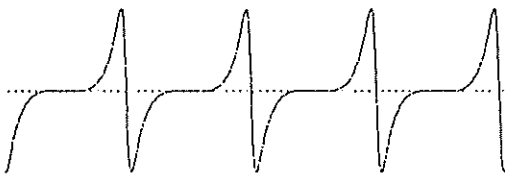
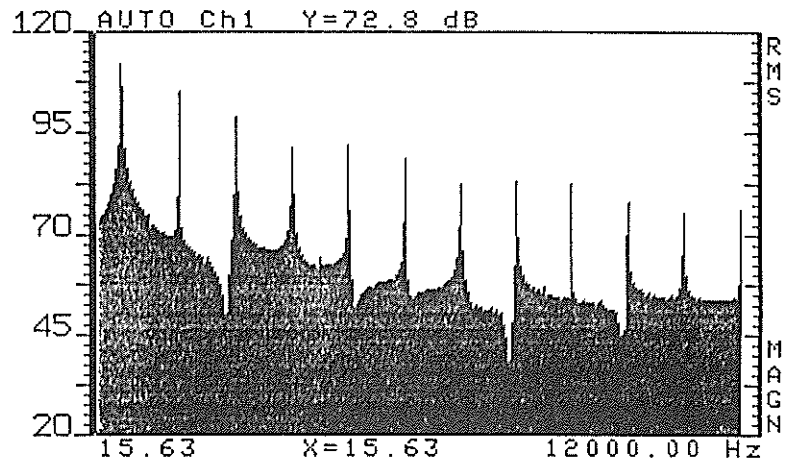




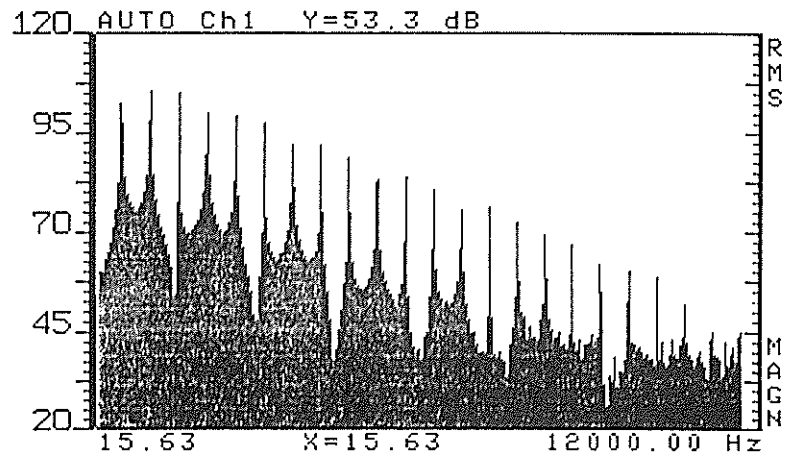
5. suono: rettangolo arrotondato



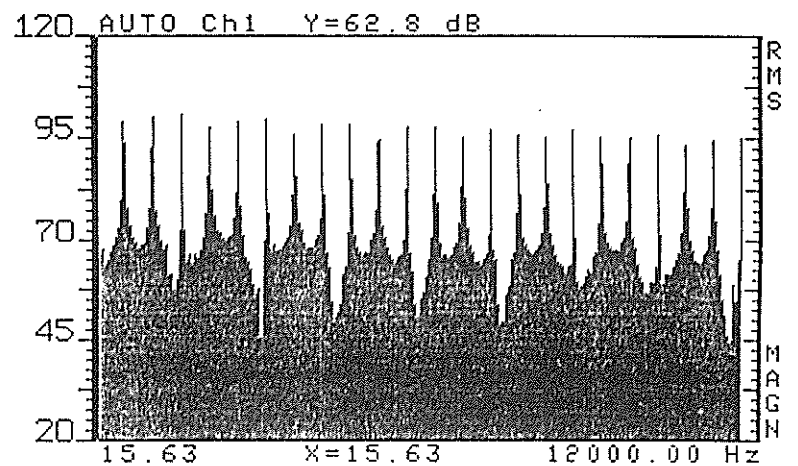
8. suono: rettangolare



9. suono: impulsi a banda stretta

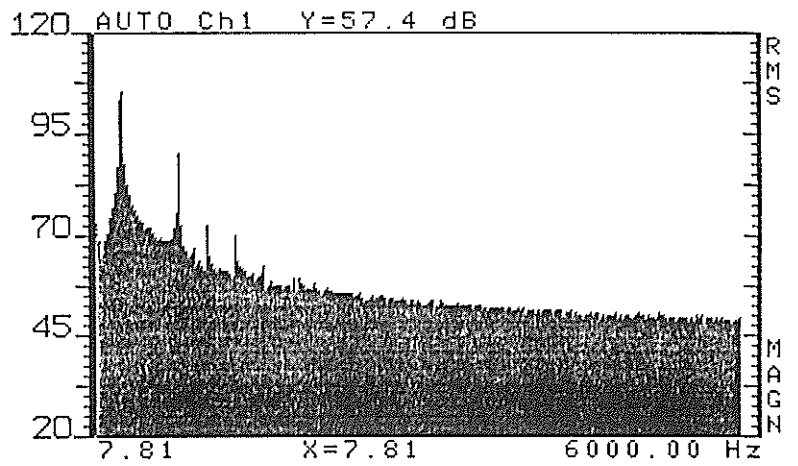


13. suono ad impulsi a punte



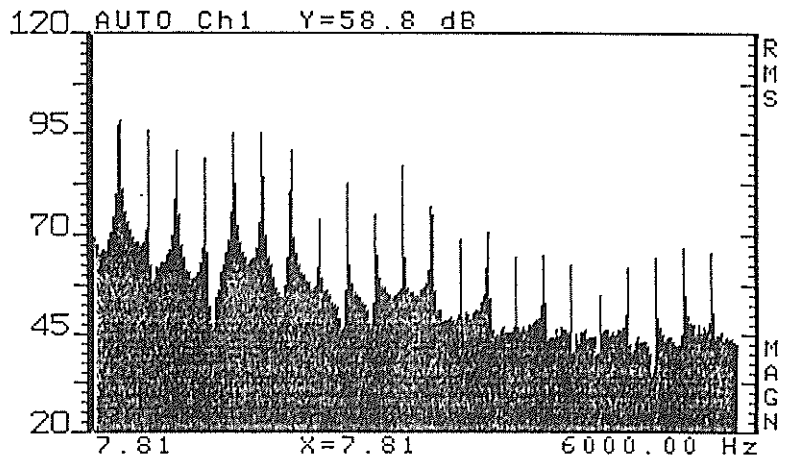
"Suono dolce d'organo" [25]

Spettro FFT



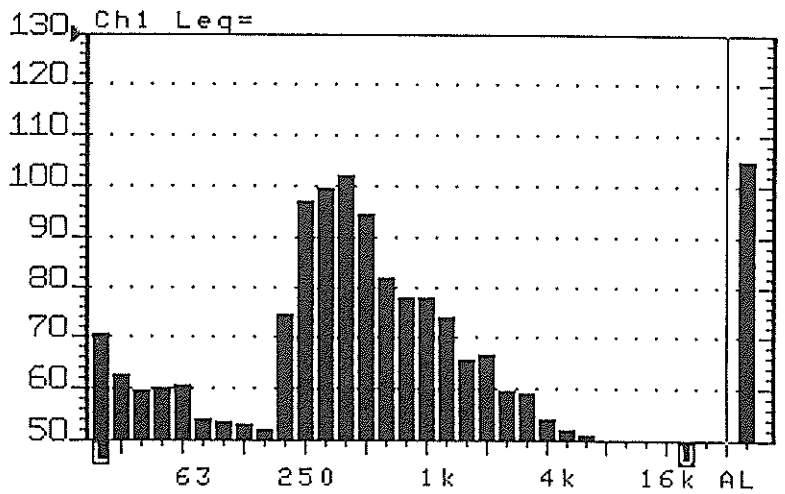
"Suono stridulo d'organo" [26]

Spettro FFT

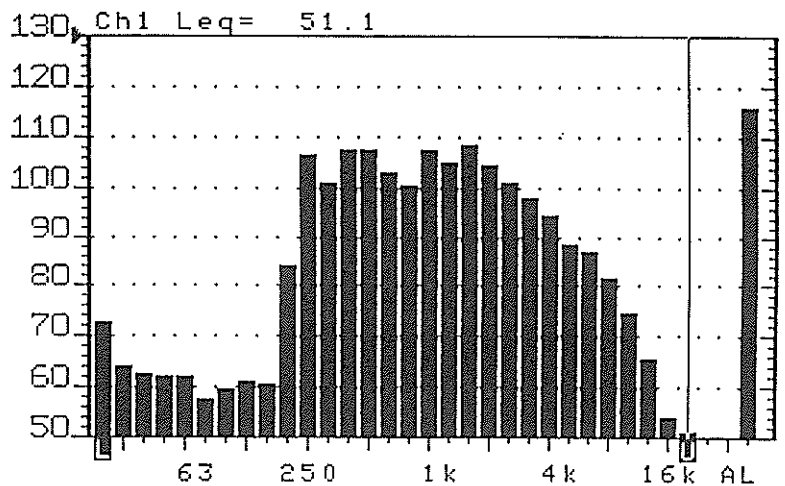


"Triade sull'organo con sempre più registri" [29]

Analisi a banda di terzi di ottava

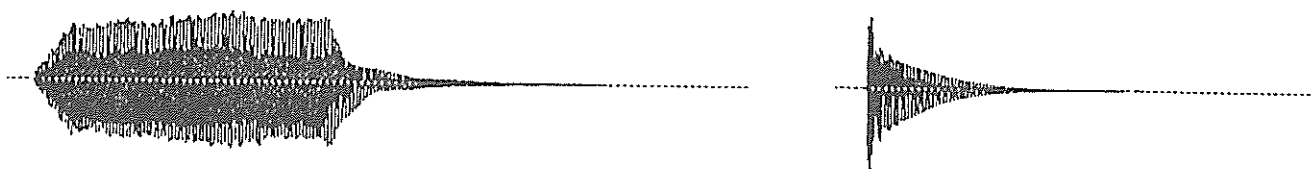


Analisi a banda di terzi di ottava

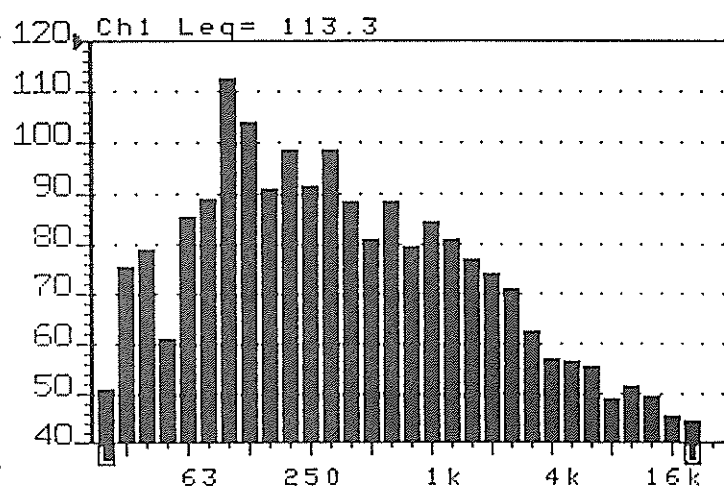
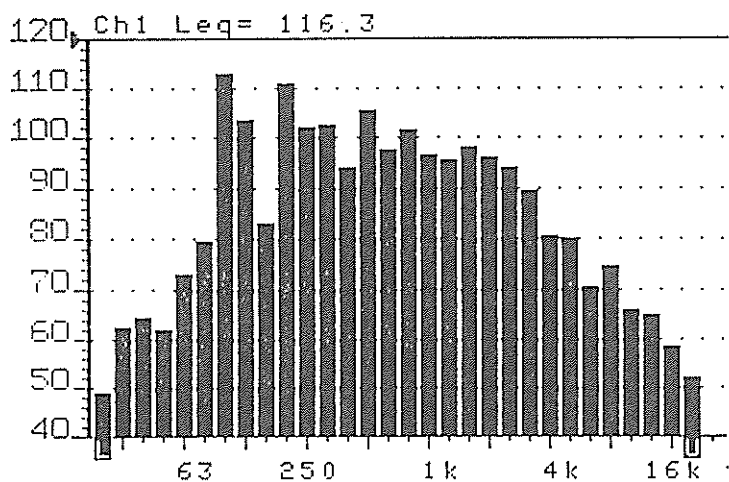


"Cello: corde sfregate e pizzicate" [30]

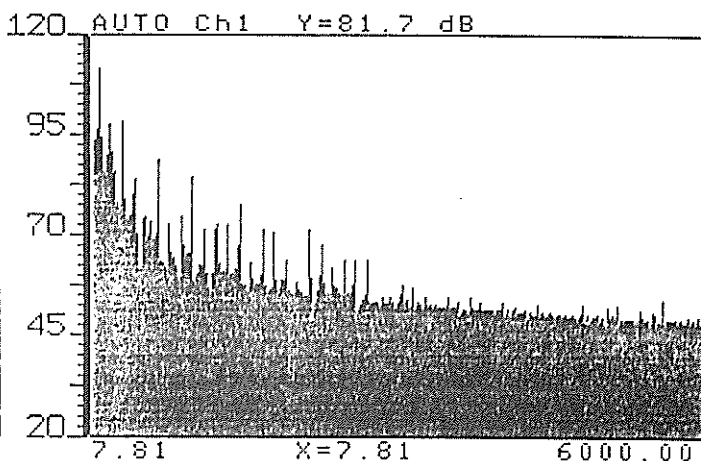
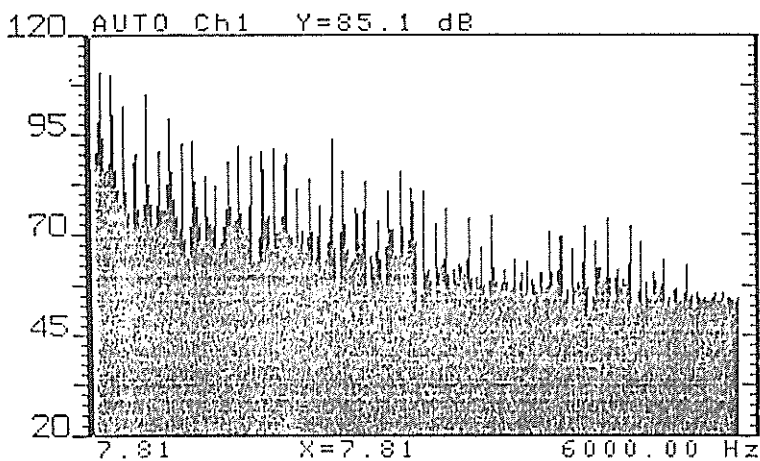
Oscillogramma



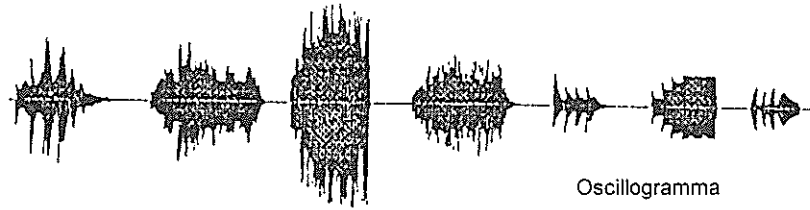
Analisi a banda di terzi di ottava



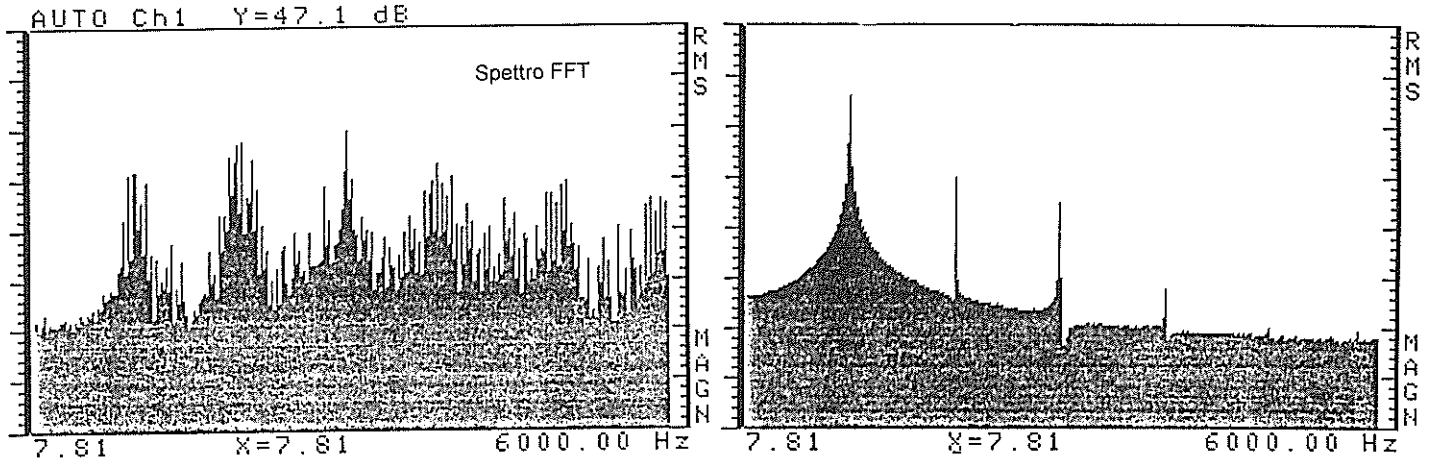
Spettro FFT



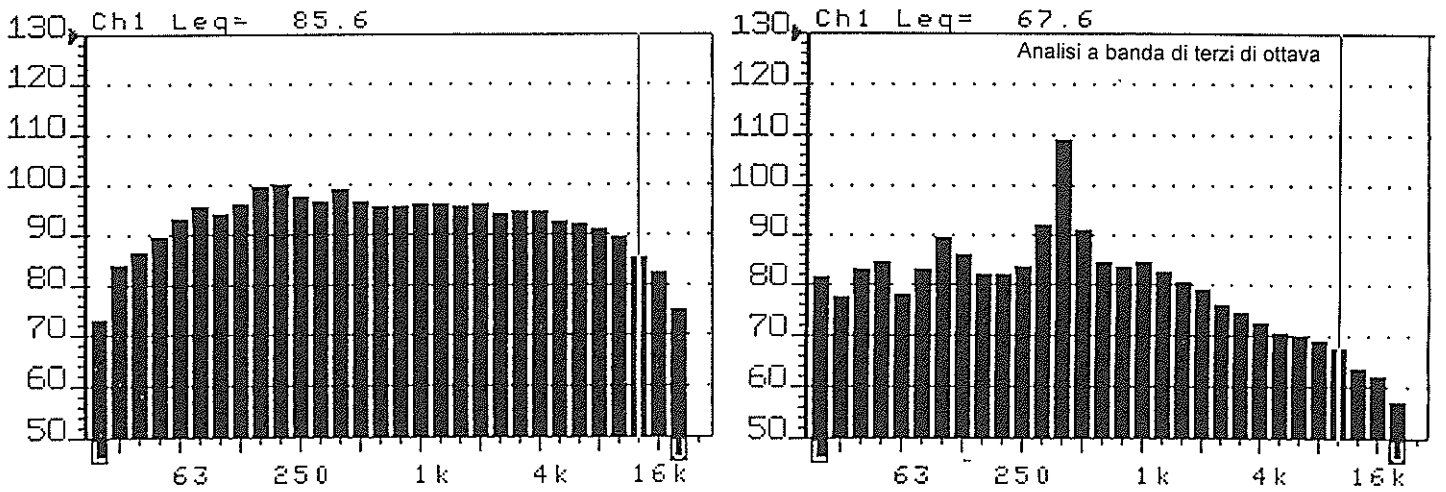
"Sintetizzatore: triade con diversi strumenti [31]"



"Rumore stridulo / suono armonico" [38]



"Rumore a banda larga / a banda stretta" [39]



"Rumore a frequenze basse / frequenze medie" [40]

