

MULTIMEDIÁLNÍ A HYPERMEDIÁLNÍ SYSTEMY

3)

Zvuk, epizoda 1

Petr Lobaz, 9. 3. 2005

ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI

ZVUK

- příčné kmitání molekul vzduchu
- rychlost $340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($1000 \text{ ft}\cdot\text{s}^{-1}$, $1 \text{ ft}\cdot\text{ms}^{-1}$)
- minimální slyšitelná změna tlaku
 $p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$
(cca $10^{-12} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$)
- reakce logaritmická, frekvenčně závislá
(Fletcher-Munsonova křivka)

HLASITOST

- Sound Pressure Level (Sound Power Level)
- $\text{dB SPL} = 20 \log_{10} (p/p_0)$

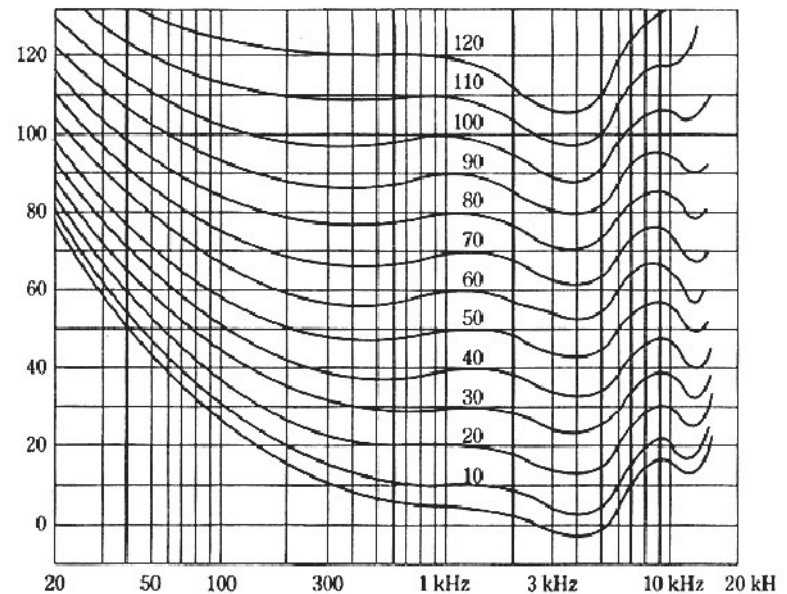
	dB SPL	Δp
práh slyšitelnosti (3 kHz)	0	$2,0 \cdot 10^{-5}$
tíkot hodin	30	$6,3 \cdot 10^{-4}$
běžná řeč	50	$6,3 \cdot 10^{-3}$
hluk na ulici	80	$2,0 \cdot 10^{-1}$
hlasitý zpěv	100	2,0
práh bolesti	130	63,0
start tryskáče	190	20000,0

HLASITOST

- rozlišení 1 dB
- rozsah cca 120 dB
- hlasitost klesá se vzdáleností,
dvojnásobná vzdálenost = pokles o 6 dB
- člověk vnímá průměrnou úroveň (měření VU-metrem)
- další jednotky
 - dBFS 0 dB = maximální věrná hlasitost
 - dBm 0 dB = 1 mW při 600 Ohm
 - dBu 0 dB = 0,775 V (1 mW při 600 Ohm)
 - db VU 0 dB = +4 dBu nebo -10 dBu

FREKVENCE

- frekvenční rozsah 20 Hz–20 kHz (s věkem klesá)
- dvojnásobek frekvence – 1 oktáva
- logaritmické rozpoznávání
- citlivost – Fletcher-Munsonova křivka
- nejcitlivější v oblasti 1–4 kHz
- frekvenční rozlišení frekvenčně závislé (0,3% při 3 kHz 3% při 100 Hz)



FREKVENCE

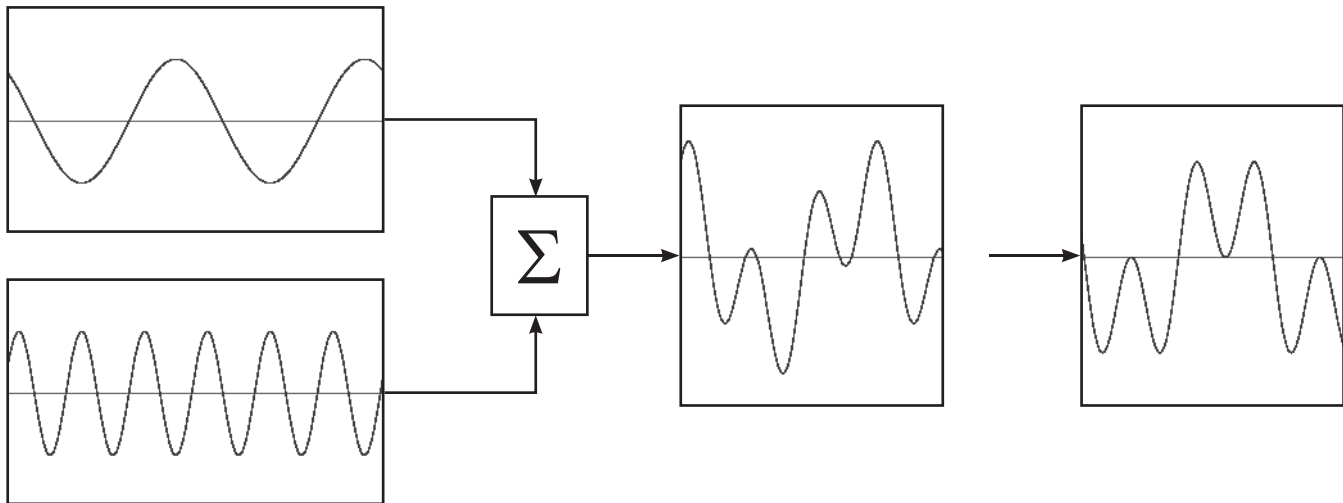
komorní A	440 Hz
<i>hlas</i>	
bas	82 – 329 Hz
baryton	110 – 370 Hz
tenor	131 – 523 Hz
alt	175 – 698 Hz
mezzosoprán	247 – 880 Hz
soprán	262 – 1397 Hz
housle	196 – 1975 Hz
flétna	262 – 2349 Hz
piano	27 – 4186 Hz
varhany	16 – 8372 Hz

IDENTIFIKACE ZDROJE

- dobře úhel
 - stínění hlavy
 - fázový posuv ($< 1\text{kHz}$)
 - časový posuv
- špatně vzdálenost
 - útlum vysokých frekvencí
 - ozvěna

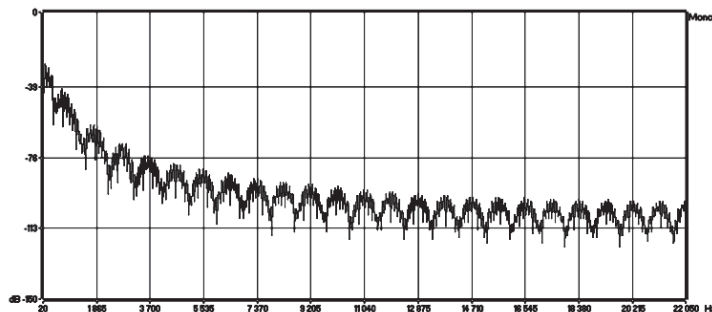
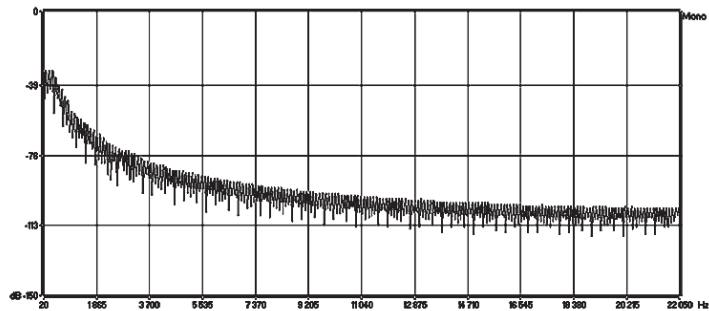
BARVA ZVUKU

- základní tón + harmonické frekvence
- vnímaný zvuk nezávisí na fázovém posuvu
- barva zvuku – frekvenční charakteristika



HŘEBENOVÝ FILTR

- součet fázově posunutých zvuků – změna frekvenční charakteristiky



REPRODUKTORY

- poslechové reproboxy – zvuk, akustický výkon
- monitory – dynamika, věrný frekvenční přenos

- optimum 30–20000 Hz
- kvalitní monitor 60–20000 Hz při ± 3 dB toleranci, 35 dB –6 dB
- zkreslení $< 1\%$ nad 200 Hz (při 1 W)
- pro kvalitní kontrolu subwoofer (20–120 Hz)
- basreflex
- zesilovače 100–400 W, velká studia > 1 kW/kanál
- směrová charakteristika frekvenčně závislá
- impedance 4–8 Ω

REPRODUKCE

MONOFONNÍ

- jeden zdroj zvuku
- vícepásmové reproboxy – reproduktory nad sebou
 - 2pásmové – woofer, tweeter (1,5 kHz)
 - 3pásmové – navíc středy
 - 4pásmové – pro studia, subwoofer
- pasivní systémy – výhybka v reproboxu
- aktivní systémy – výhybka před výkonovými zesilovači

REPRODUKCE

STEREOFONNÍ

- dva zdroje zvuku (L, R)
- posluchač + zdroje = rovnostranný trojúhelník

2.1

- L, R, subwoofer
- subwoofer typicky uprostřed

5.1

- L, R, C (center), LS, RS (left/right surround)
- rozmístění 0° , 60° , 120°

REPRODUKCE

6.1

- L, R, C, LS, RS, B (back)
- rozmístění 0° , 60° , 90° , 180°

7.1

- L, R, C, LS, RS, LB, RB
- rozmístění 0° , 60° , 90° , 150°

ZPRACOVÁNÍ ZVUKU

NAHRÁVÁNÍ

- snímání, předzpracování, záznam

MIXÁŽ

- čtení, mixážní pult, zvukové procesory, záznam

MASTERING

- čtení, premastering, mastering, výroba nosiče

REPRODUKCE

- čtení, výkonový zesilovač, reproduktory

MIKROFONY

PARAMETRY

- maximální akustický tlak
- citlivost – odstup signál–šum (SNR) pro 1 kHz
- elektrický šum
- impedance 5–10 k Ω nebo 150–600 Ω
- tišší zvuk \Rightarrow horší SNR

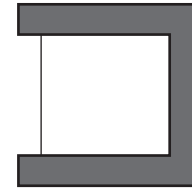
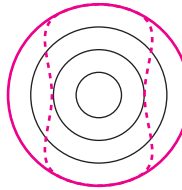
příklad:

- max. SPL 140 dB (1 kHz),
134 dB pro 20–20000 Hz (0,5 % zkreslení)
 - šum 25 dB, 14 dB podle kompenzace A
- \Rightarrow dynamický rozsah min. 126 dB

SMĚROVÁ CHARAKTERISTIKA

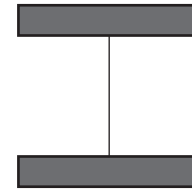
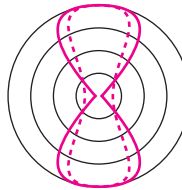
VŠESMĚROVÝ

- nemají proximity effect
- přirozenější zvuk
- přeslechy



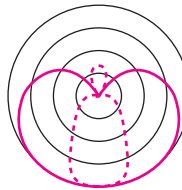
OSMIČKOVÝ

- proximity efekt
- speciální aplikace



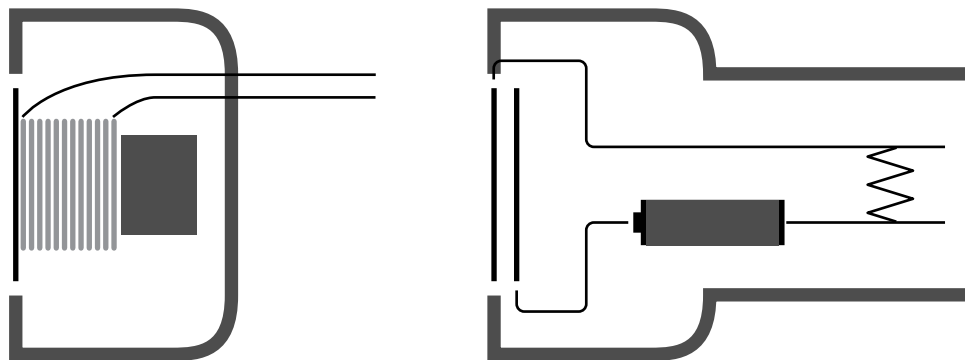
KARDIOIDNÍ

- proximity efekt
- minimální přeslechy



KONSTRUKCE MIKROFONŮ

- dynamické
- páskové
- kapacitní, RF kapacitní
- elektretové
- kontaktní
- mikrofony s tlakovou zónou (PZM)



STEREO NAHRÁVKA

- dozvuk z různých směrů, sejmutí mikrofonom, reprodukce z jednoho směru ⇒ hřebenový filtr
- nástroje ve stopách, stereobáze v mixáži
- skutečné stereofonní nahrávání
- XY – kardioidní mikrofony v úhlu 90°
- MS – kulový + osmičkový mikrofón u sebe
- AB – dva kulové mikrofony vedle sebe
- + bodové mikrofony pro mixáž

SNÍMÁNÍ HLASU

- na živo dynamický mikrofon
- ve studiu kapacitní mikrofon

- explozivní hlásky – b, p, d, t
- sykavky – c, s, z

- malá vzdálenost mikrofonu od úst – proximity efekt, nežádoucí ruchy
- velká vzdálenost mikrofonu od úst – musí být citlivý mikrofon, přeslechy, odrazy
- typicky 15–60 cm

MIXÁŽNÍ PULT

- vstupní část
- korekční část
- pomocné výstupy
- výstupy

VSTUPNÍ ČÁST

- nastavení citlivosti
- kontrola ořezávání špiček
- kontrola optimální hlasitosti (–20 dB)

KOREKČNÍ OBVODY

- v mixážním pultu nebo v racku

KOREKČNÍ OBVODY

EKVALIZÉR

- selektivní nastavení citlivosti
- shelving
 - ovlivňuje horní nebo spodní část spektra
 - velká strmost – frekvenční filtr (24 dB/oct)
- baxandall
- bell
 - ovlivňuje omezenou část spektra
 - většinou max. ± 15 dB
- grafický, sweep, parametrický ekvalizér
- dynamický ekvalizér

MIXÁŽ

- míchání signálů
 - regulace úrovně
 - ekvalizace
 - řízení dynamiky
 - odstranění šumu
 - časové korekce
 - přeladování
 - řízení stereoobrazu
 - efektování
-
- cílem je dosáhnout srozumitelného zvuku
– umístování zvuků do času a prostoru

MIXÁŽ

PROCESORY

- výstupem pouze zpracovaný zvuk
- ekvalizér, úprava dynamiky, enhancer, směrové efekty, zkreslení

EFEKTY

- výstup je kombinací zpracovaného zvuku a čistého vstupu
- zpoždovací linka, chorus, flanger, phaser, měnič ladění, dozvuk

DYNAMICKÉ PROCESORY

- dynamický rozsah – rozdíl mezi průměrem a špičkami
- typicky 10–15 dB
klasika až 20 dB a více
některé styly 3 dB
- kompresor/limiter
- expander/gate
- upward
- downward

KOMPRESORY

- zvýšení hlasitosti bez zkreslení
- poslech v hlučném prostředí
- uložení, přenos
- práh, poměr, náběh, doběh, hold
- poměr vyšší než 10:1 = limiter

- napěťově řízený zesilovač
- řízení přímo zvukem, přes horní propust (de-esser), side chain
- vícepásmové kompresory

- kompresor s nulovou reakcí

EXPANDERY

- zvýšení dynamického rozsahu
- jednoduché odstranění šumu
- odstranění přeslechů
- práh

- poměr, náběh, doběh, hold
- poměr vyšší než 1:10 – gate

ŠUMOVÉ FILTRY

- řízené dynamikou
- odstraní šum i pod užitečným signálem
- omezení vysokých frekvencí při poklesu úrovně (většina zvuků má vysoké frekvence v náběhu)

ENHANCERY

- též excitery
- změna úrovně harmonických frekvencí, přidávání nových harmonických frekvencí
- projasnění zvuku i z méně kvalitních nástrojů
- zesílení zvuku

- nastavení frekvence, od které se mají nové frekvence generovat
- úroveň smíchání s původním signálem

DALŠÍ PROCESORY

PANNER

- plynulé umístění zvuku ve stereofonním obrazu
- ovlivňuje relativní hlasitost a časový posuv
- samostatně se už téměř nepoužívá

ZKRESLENÍ

- pro elektrickou kytaru
- napodobení přebuzeného zvuku

DDL

- zpoždovací linka (digital delay line)
- A/D → fronta v RAM → D/A
- slouží k tvorbě dalších efektů
- nastavení zpoždění
 - změna vzorkovací frekvence (dá se řídit signálem),
 - změna délky fronty
- míchání zpožděného signálu s původním
- záporná zpětná vazba – echo
- zpětná vazba + modulace zpoždění – chorus
- modulace vzorkovací frekvence – vibrato
- 2× DDL s modulovanou vzorkovací frekvencí – phasing
- phasing + silná zpětná vazba – flanging

PITCH SHIFT

- měnič ladění
- A/D → fronta v RAM → D/A
- fronta se různě rychle čte a zapisuje
- vyrovnání změny rychlosti – zvuk na kousky
 - opakování kousků (zvýšení tónu)
 - ořezávání kousků (snížení tónu)
- napojování kousků – křížový útlum nebo napojení v průchodu nulou

- časová korekce
- přidání dalšího hlasu
- oprava intonace

REVERB

- simulace odrazu zvuku od stěn
- cca 3000 odrazů za vteřinu, odrazy frekvenčně, stereofonně a dynamicky upravené

PARAMETRY

- doba dozvuku – pokles o 60 dB
- počáteční zpoždění
- tvar obálky
- poměr přímého zvuku a dozvuku
- algoritmus: hall, room, ambience, plate

PREMASTERING

- uspořádání skladeb
- určení mezer
- editace přechodů mezi skladbami, doplnění šumu, odstranění šumu
- finální úprava dynamiky
- finální ekvalizace
- nastavení polarity signálu, odstranění DC offsetu, ...

Občas se mi zdá, že slyším špatné střihy
i při živém koncertu vážné hudby.

— *Bob Katz*