

MULTIMEDIÁLNÍ A HYPERMEDIÁLNÍ SYSTEMY

4)

Úprava nahraného zvuku

MIXÁŽ

- míchání signálů jednoho nástroje
- regulace úrovně
- frekvenční úpravy
- řízení dynamiky
- odstranění šumu
- časové korekce
- přeladování
- řízení stereoobrazu
- efektování, tvorba prostředí/dozvuku
- mix, zvýrazňování detailů
- cílem je dosáhnout srozumitelného zvuku
 - umísťování zvuků do času a prostoru

MIXÁŽ

PROCESORY

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

EFEKTY

- výstup je kombinací
 - pozměněného zvuku (wet)
 - čistého vstupu (dry)
- zpoždovací linka, chorus, flanger, phaser, měnič ladění, dozvuk

MIXÁŽNÍ PULT

jednotlivé vstupy

parametry

master



Malý mixážní pult DMXR100

MIXÁŽNÍ PULT

- vstupem mnoho stop – mikrofony, nástroje, nahrávky, zvuky zpracované externími zvukovými procesory, ...
- hlavním výstupem několikastopý zvuk
- pomocným výstupem odposlechy

- sběrníková konstrukce – jednotlivé vstupy se míchají v několika sběrnících a odesílají do různých částí pultu
 - master sběrnice – stereofonní výstup
 - sběrnice 1, 2, ... – jednotlivé stopy výstupu
 - sběrnice aux 1, 2, ... – pro odposlechy
 - sběrnice send 1, 2, ... – pro zpracování externími zvukovými procesory

MIXÁŽNÍ PULT

VSTUPNÍ ČÁST

- konektor pro vstup z mikrofonu (in) / nástroje (line) / digitální (midi) / zvukových procesorů (send)
- vstupní zesilovač + indikátor překročení max. úrovně
- volitelné otočení fáze
- volitelné směřování na odposlech
- volitelně insert – in/out konektor pro připojení externího zvukového procesoru

MIXÁŽNÍ PULT

KOREKČNÍ ČÁST

- interní ekvalizér (výšky/středny/basy)
 - tlačítko bypass
 - tlačítko pro ořez zvuků mimo slyšitelné frekvence

POMOCNÉ VÝSTUPY

- in/out konektor insert (inject) pro externí procesor
- aux výstup s volitelnou hlasitostí
 - všechny aux výstupy pultem smíchány do master aux (vhodné pro odposlech pro hudebníky)
 - někdy několik master aux výstupů pro různé odposlechy

MIXÁŽNÍ PULT

VÝSTUPNÍ SEKCE

- fader – hlasitost stopy
 - pro mixáž hotové nahrávky výhodný automation (záznam a zopakování posouvání faderu)
- určení stereofonní báze stopy – left, right, panorama
- routing (assign) – určení, do které stopy se bude signál odesílat
- tlačítka mute, solo
- odposlech před faderem i po něm

MIXÁŽNÍ PULT

MASTER SEKCE

- ovlivnění signálů smíchaných z jednotlivých výstupních sekcí
- změna celkové hlasitosti, insert pro zařazení zvukových procesorů
- každá sběrnice má svou master sekci

INDIKÁTORY HLASITOSTI

- VU indikátor – průměrná vnímaná hlasitost
- peak (ppm) indikátor – indikace maximální úrovně

INDIKÁTORY HLASITOSTI

DIGITÁLNÍ IMPLEMENTACE

- navzorkovaný signál $s[i]$
- VU indikátor – korektně viz norma IEC 268-17
jednoduché implementace ignorující psychoakustiku:
 - blokový: $e = \text{průměr } s[i]^2 \text{ v krátkém bloku}$
 - filtrovaný: $e[i] = \beta \cdot e[i] + (1 - \beta) \cdot s[i]^2$ $\beta \approx 0,9$
 - převod e na hodnotu v dB: $vu = 10 \log(e)$
- PPM (peak power meter) indikátor
 - nalezení maxima $s[i]^2$ v krátkém bloku $\rightarrow m$
 - převod m na hodnotu v dB

FREKVENČNÍ ÚPRAVY

- umístění současně znějících nástrojů do různých dominantních pásem
- základem dobré aranžmá

EKVALIZACE

- omezení frekvenčního rozsahu
- projasnění zvuku nástroje
- potlačení frekvencí, kde soupeří více nástrojů
- méně nástrojů ⇒ mohou mít hutnější zvuk

FREKVENČNÍ ÚPRAVY

EKVALIZÉR

- selektivní nastavení citlivosti
 - Q faktor – míra selektivnosti
- důležitá je fázová charakteristika
- shelving – ovlivňuje horní nebo spodní část spektra
 - velká strmost – frekvenční filtr (24 dB/okt)
- baxandall
- bell – ovlivňuje omezenou část spektra (max. ± 15 dB)



FREKVENČNÍ ÚPRAVY

TYPY EKVALIZÉRŮ

- základní v mixážním pultu – výšky/středny/basy
- grafický – 10 až 30 jezdců
- sweep – volitelná střední frekvence
- parametrický – volitelná frekvence i Q faktor

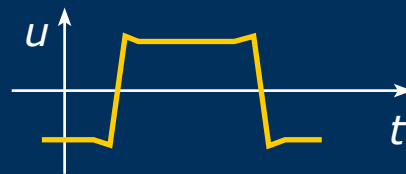
FREKVENČNÍ ÚPRAVY

DIGITÁLNÍ IMPLEMENTACE

- prakticky libovolná změna frekvenční charakteristiky
- konvoluční filtry (FIR)
 - lineární fázová charakteristika
 - poměrně výpočetně náročné, implementačně snadné
- filtry s nekonečnou odezvou
 - nelineární fázová charakteristika
 - náročný návrh, výpočetně efektivní



vstupní signál



lineární fáze



nelineární fáze

FREKVENČNÍ ÚPRAVY

ENHANCERY

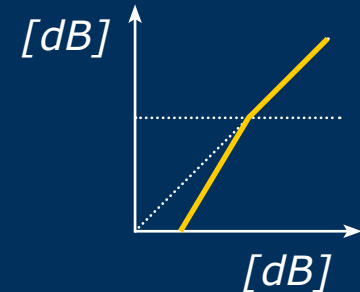
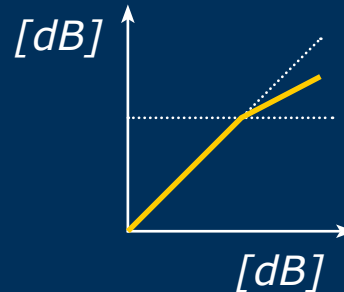
- též excitery
- změna úrovně harmonických frekvencí, přidávání nových harmonických frekvencí
- projasnění zvuku i z méně kvalitních nástrojů
- zesílení zvuku

- nastavení frekvence, od které se mají nové frekvence generovat
- úroveň smíchání s původním signálem (wet/dry sound)

DYNAMICKÉ PROCESORY

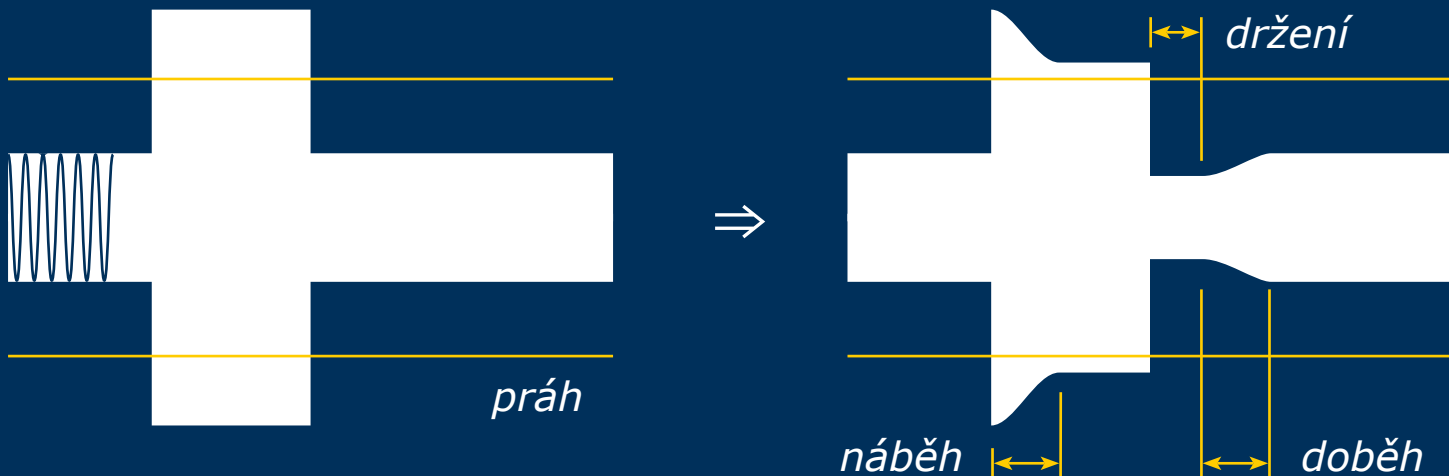
- dynamický rozsah – rozdíl mezi průměrem a špičkami
- typicky 10–15 dB
 - klasická hudba až 20 dB a více
 - ⇒ poslech vyžaduje tiché prostředí
 - současné nahrávky 3 dB
 - ⇒ unavuje sluch
 - ⇒ při tichém poslechu ztráta dynamiky

- kompresor/limiter
- expander/gate
- upward/downward



KOMPRESORY

- zvýšení hlasitosti bez zkreslení, poslech v hlučném prostředí, srovnání hlasitosti hlasu
- uložení, přenos, mixáž
- práh (threshold), poměr (ratio),
náběh (attack), doběh (release), čas držení (hold)

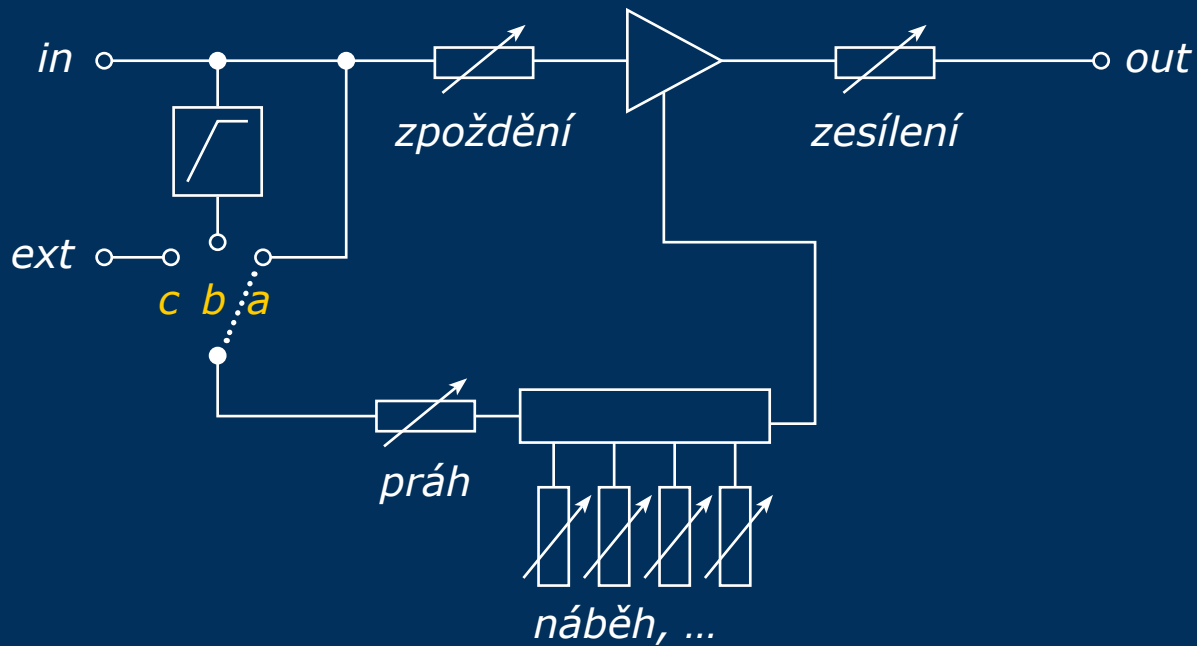


KOMPRESORY

- napětově řízený zesilovač
- řízení
 - a) čistým zpracovávaným zvukem (klasický kompresor)
 - b) filtrovaným zpracovávaným zvukem (de-esser)
 - c) side chain
- kompresor s nulovou reakcí
 - zařazení zpožďovací linky před kompresor řízený nezpožděným zvukem
- poměr vyšší než 10 : 1 = limiter
 - typicky pro ochranu výstupních obvodů
- vícepásmové kompresory

KOMPRESORY

- blokové schéma



KOMPRESORY

DIGITÁLNÍ IMPLEMENTACE

- zjištění „hlasitosti“ zvuku $e[i]$ (viz indikace hlasitosti)
- $s'[i] = f(e[i]) \cdot s[i]$
 - f : charakteristická křivka kompresoru
 - filtrací $e[i]$ měníme náběh, doběh atd.

EXPANDERY

- zvýšení dynamického rozsahu
- jednoduché odstranění šumu
- odstranění přeslechů
- při mixáži často vhodnější expander než vypnutí stopy

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

DALŠÍ EFEKTY/PROCESORY

ŠUMOVÉ FILTRY

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

ZKRESLENÍ

- typicky pro elektrickou kytaru
- napodobení přebuzeného zvuku
- digitální implementace: $s'[i] = f(s[i])$
 - nelineární funkce f mění sinový průběh na zkreslený

TVORBA STEREOOBRAZU

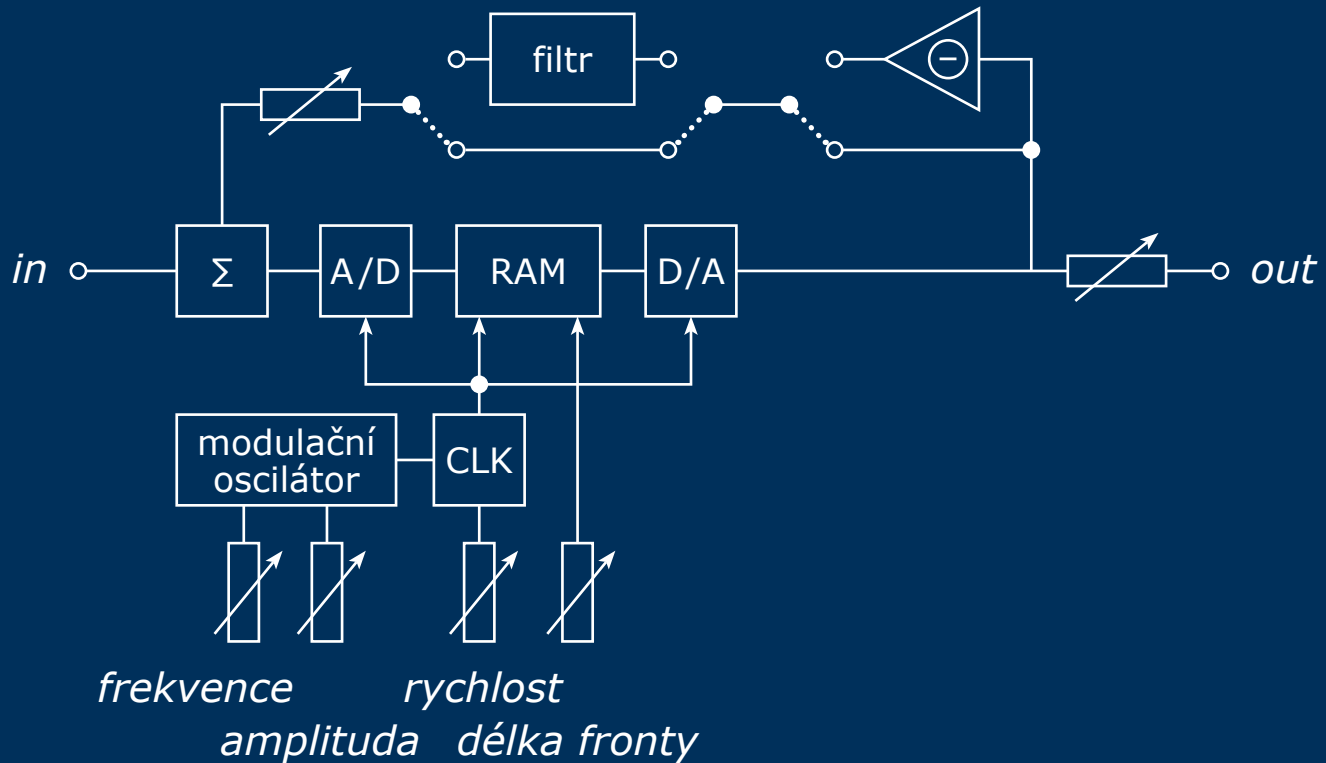
- umístění nástrojů do prostoru – zpřehlednění nahrávky
- typicky nastavením
 - hlasitosti L/R (zaniká v mono)
 - časového posuvu L/R (v mono hřebenový filtr)
- efektování L/R
- panner
 - plynulé umístění zvuku ve stereofonním obrazu
 - ovlivňuje relativní hlasitost a časový posuv
 - samostatně se už téměř nepoužívá

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

DDL

- blokové schéma



DDL

VYUŽITÍ

- kompresor s nulovou reakcí
- záporná zpětná vazba – echo
- původní zvuk + mírná modulace zpoždění – chorus
- modulace zpoždění – vibrato
- 2× DDL s modulovaným zpožděním – phasing
- phasing + silná zpětná vazba – flanging

PITCH SHIFT

- měnič ladění
- základem DDL, 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
 - napojení v průchodu nulou

- časová korekce
- přidání dalšího hlasu, chorus
- oprava intonace

TVORBA PROSTŘEDÍ

- nahrávka často jen čistý zvuk nástroje
 - lepší práce s ekvalizací, dynamikou, ...
 - ⇒ „reálný zvuk“ vytvořen uměle
- použití DDL + zpětné vazby ⇒ odrazy pravidelné
 - ⇒ nepřírozený rezonující zvuk

REVERB

- umělé dotvoření prostředí
- zesílení zvuku
- další volnost – ekvalizace/efektování dozvuku

RE-AMPING

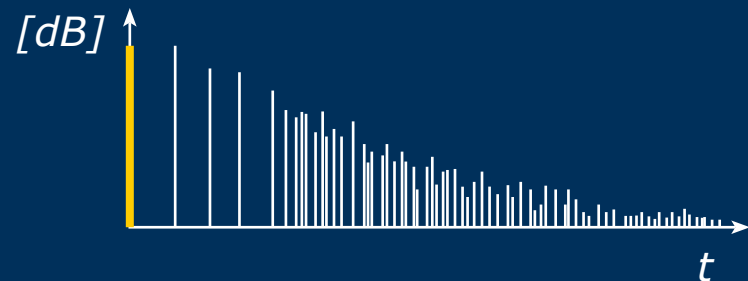
- nahrávka připraveného mixu ve správném prostředí

REVERB

- elektronická 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, early reflections
- poměr přímého zvuku a dozvuku
- algoritmus: hall, room, ambience, plate, ...



REVERB

DIGITÁLNÍ IMPLEMENTACE

- počáteční odrazy (early reflections):
$$s'[i] = s[i] + a_0 s[i - k_0] + a_1 s[i - k_1] + a_2 s[i - k_2] + \dots$$
 - koeficienty a_i , k_i : útlumy a zpoždění jednotlivých odrazů
 - nalezení parametrů přirozeného dozvuku komplikované
- dozvuk (tail)
 - filtr s netriviální all-pass frekvenční charakteristikou
 - každá frekvence by měla mít jiný časový útlum