

# **ZVUKOVÉ ÚPRAVY V AUDIO A AV DÍLECH**

**ve frekvenční a dynamické oblasti**

**BcA. David Bednařík**

---

**Diplomová práce**  
**2011**



**Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně**  
**Fakulta multimediálních komunikací**

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta multimediálních komunikací  
Kabinet teoretických studií  
akademický rok: 2010/2011

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **BcA. David BEDNAŘÍK**  
Osobní číslo: **K08144**  
Studijní program: **N 8206 Výtvarná umění**  
Studijní obor: **Multimedia a design - Audiovize**

Téma práce: **1. Teoret. č.: Zvukové úpravy v audio a AV dílech**  
**2. Prakt. č.: Příběh - hrané AV dílo (15 - 20 min.) zvuk**

Zásady pro vypracování:

**1. Teoretická část práce: Rozsah práce: minimálně 30 normostran textu bez započ. obsahu, rejstříku a obrazových příloh. Formální podoba 1 ks v pevné vazbě s pop. na hřbetu i horní desce spolu s CD-ROM. Dále 2 ks DP, které mohou být v krouž. vazbě. Práci je třeba rovněž odeslat do knihovny UTB Zlín v elektronické podobě ve formátu pdf. Pokyny k vypracování: prostudujte a analyzujte dostup. materiály z profesního hlediska a formulujte závěry a získané vědomosti.**

**2. Praktická část práce: Audiovizuální výstup předložte na 3 ks DVD ve formátu DVD-video a 1 ks MiniDV (nosiče řádně popište).**

**Součástí celé práce budou vyplněné formuláře pro OSA, NFA, Prohlášení autora DP, podklady pro Katalog UTB.**

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

**SYROVÝ, V. Malý slovník základních pojmů hudební akustiky a hudební elektroniky, Praha: Akademie múzických umění, 2001, ISBN 80-85883-80-5 (brož.)**

**WATKINSON, J. The art of digital audio, ISBN 02-40515-87-0**

**FORRÓ D. Počítače a hudba, Praha: Grada, 1994, ISBN: 80-85623-57-9 (brož.)**

**FORRÓ D. Domácí nahrávací studio, Praha: Grada Publishing, 1996, ISBN: 80-7169-231-X (brož.)**

**Richard Grace Hudba a zvuk na počítači, Praha: Grada, 1999, ISBN: 80-7169-519-X (brož.)**

**SOUND ON SOUND Music Recording Magazines, UK (vybraná čísla)**

Vedoucí diplomové práce:

**doc. Ing. Ján Grečnár, ArtD.**

Ústav animace a audiovize

Datum zadání diplomové práce:

**27. listopadu 2010**

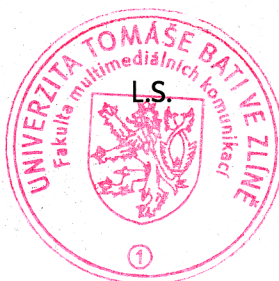
Termín odevzdání diplomové práce:

**20. května 2011**

Ve Zlíně dne 16. února 2011

doc. MgA. Jana Janíková, ArtD.

*děkanka*



*Lukáš Gregor*  
Mgr. Lukáš Gregor  
ředitel ústavu

# PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské/diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 <sup>2)</sup>;
- podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou/diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Ve Zlíně ..... 22/3/2011 .....

BEDVAŘÍK DAVID

Bun

.....  
Jméno, příjmení, podpis

1) zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

2) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

3) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídnou k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

**Abstrakt:**

Tato diplomová práce pojednává o možnostech úpravy audiosignálu v oblasti frekvenční a dynamické. Popisuje parametry, druhy zapojení, výhody, nevýhody a konkrétní případy využití jednotlivých, nejběžněji používaných zařízení, k ovlivnění zvuku ve zmíněné rovině. Smyslem práce je shrnutí a zpřehlednění technologií vedoucích k úpravám, opravám a zlepšení zvukového signálu v audio a audiovizuálních dílech.

Klíčová slova:

přenos audiosignálu, filtr, ekvalizér, deesser, zvuková komprese a expanze, vícepásmový kompresor, redukce šumu, gate, citlivost sluchového vnímání, dynamický rozsah, analogový procesor, digitální procesor

**Abstract:**

This diploma thesis deals with modifications in the audio frequency and dynamic. It describes the characteristics, types of connections, the advantages and disadvantages of each specific use cases, the most commonly used devices, the sound effects in that plane. The thesis is a summary and clarification of technologies leading to the alteration, repair and improve audio signals in audio and audiovisual works.

Keywords:

audio transmission, filter, equalizer, deesser, audio compression and expansion, multiband compressor, noise reduction, gate, sensitivity, auditory perception, dynamic range, analog processor, digital processor

**Poděkování**

Tímto děkuji Ing. Pavlu Křeménkovi, MgA Ing. Janu Mikulčíkovi za cenné rady při tvorbě praktické a teoretické magisterské práci.

Z odborné vedení a přípravě této práce děkuji vedoucímu ateliéru zvukové dramaturgie a režie doc. Ing. Jánovi Grečnárovi.

**OBSAH**

<b>ÚVOD</b>	<b>3</b>
<b>1. PŘENOS ZVUKU - ZKRESLENÍ</b>	<b>3</b>
<b>2. FYZIOLOGICKÁ CITLIVOST SLUCHOVÉHO VNÍMÁNÍ</b>	<b>6</b>
<b>3. HISTORIE ZPRACOVÁNÍ ZVUKOVÉHO SIGNÁLU</b>	<b>8</b>
3.1 Analogové zpracování	10
3.1.1 Výhody a nevýhody	10
3.2 Digitální zpracování	12
3.2.1 Historie nástupu výkonných procesorů	13
3.2.2 Výhody a nevýhody	14
<b>4. ROZDĚLENÍ PROCESORŮ PRO ÚPRAVU ZVUKU</b>	<b>14</b>
4.1 Zapojení do signálové trasy	15
4.1.1 Výhody a nevýhody analogových procesorů	15
4.1.2 Výhody a nevýhody digitálních procesorů	15
<b>5. OVLIVNĚNÍ AUDIOSIGNÁLU</b>	<b>16</b>
5.1 Zpracování zvuku ve frekvenční oblasti	16
5.2 Filtrace - obecně	16
5.3 Typová specifikace filtrů - ideální filtr	17
5.4 Využití analogových obvodů	19
5.4.1 Vlastnosti	19
5.4.2 Nevýhody	19
5.5 Využití digitální technologie	20
5.5.1 Vlastnosti	20
5.5.2 Nevýhody digitálních filtrů	20
<b>6. KOREKČNÍ ZAŘÍZENÍ - EKVALIZÉR</b>	<b>20</b>
6.1 Rozdělení filtrů - aplikace	21
6.1.1 Grafický ekvalizér	21
6.1.1.1 Využití	22
6.1.2 Parametrický ekvalizér - parametry	23
6.1.2.1 Využití jednotlivých filtrů	25
6.2 Enhancer	29

---

6.3	Kvalita EQ	29
6.4	Druhy zapojení v systému	29
6.4.1	In Line Routing	30
6.4.1.1	Použití	30
6.4.1.2	Externí ovlivnění přímé trasy	30
6.4.2	Parallel Routing	30
<b>7.</b>	<b>ÚPRAVA ZVUKU V OBLASTI DYNAMICKÉ</b>	<b>31</b>
7.1	Zvuková komprese	32
7.1.1	Parametry kompresoru	32
7.1.2	Rozšiřující funkce kompresoru	35
7.2	Limitace	35
7.3	Zvuková expanze	36
7.3.1	Parametry expanderu	37
7.4	Gate	38
7.4.1	Využití	38
7.4.2	Externí vstup řídicího obvodu	38
7.5	Deesser	39
7.6	Ducking	39
7.7	Vícepásmový kompresor	39
<b>ZÁVĚR</b>		<b>41</b>

## ÚVOD

Úprava zvuku (Sound design) je proces, při kterém je generován, vytvářen, upravován, dotvářen zvuk do požadované podoby v souladu s tvůrčími záměry audio / audiovizuálního díla. Je součástí mnoha uměleckých oborů, jako je filmový a hudební průmysl, divadlo, rozhlasové a televizní vysílání, reklama. Zvuk je součástí softwarového prostředí (počítačové hry, zvukové signalizace při jednotlivých procesech činnosti softwaru apod.)

Zvukový design nejčastěji zahrnuje zpracování a úpravy již zaznamenaného zvuku, případně může být vytvářen pomocí elektroakustických a digitálních zvukových generátorů, jejich dalším kombinováním, slučováním, filtrováním k vytvoření potřebných atmosfér, nálad, zvukových efektů vhodně dotvářejících audio/vizuální dílo za účelem dosažení potřebných emocí posluchače - diváka.<sup>1</sup>

Zvukový designer - zvukový mistr je specialista pro záznam a úpravy zvuku.

### 1. PŘENOS ZVUKU - Zkreslení zvuku

V ideálním případě by měl být přenos celého frekvenčního spektra v elektroakustickém řetězci stejný jako u zdrojového signálu. Pokud není frekvenční spektrum změněno, pak je barva zvuku nástroje nebo hlasu věrně zachována.

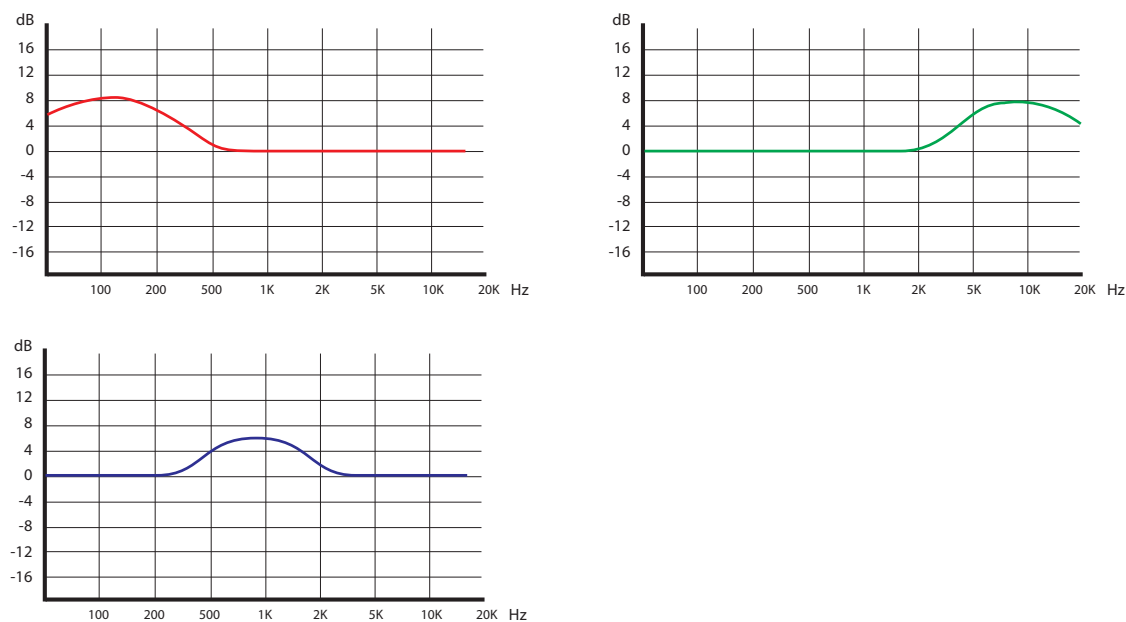
Zvuková technika může způsobovat nedostatečné nebo nadměrné zesílení části spektra frekvenčního rozsahu - chybný přenos určitých frekvencí. U každého zařízení (mikrofony, záznamová zařízení, zesilovače, reproduktory) najdeme tzv. frekvenční charakteristiku. Přenosová charakteristika audiosystému by měla být v ideálním případě lineární. Frekvenční charakteristiku zařízení popisuje graf, kde osu x tvoří měřená frekvence, osu y úroveň výstupního signálu.

Lidské ucho příliš nezaznamená v intenzitě zvuku rozdíl 1 dB - přenášené pásmo by nemělo přesahovat tuto odchylku.<sup>2</sup>

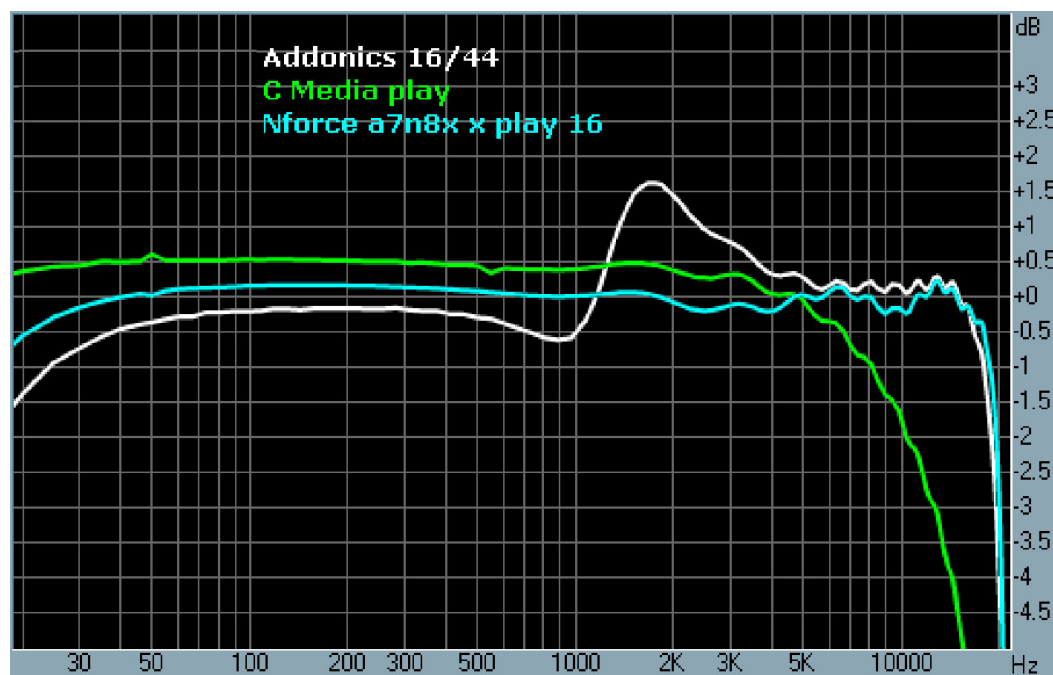
Každé zkreslení znamená vytvoření parazitních frekvenčních složek. Zkreslení rozdělujeme na:

- amplitudové,
- fázové,
- frekvenční





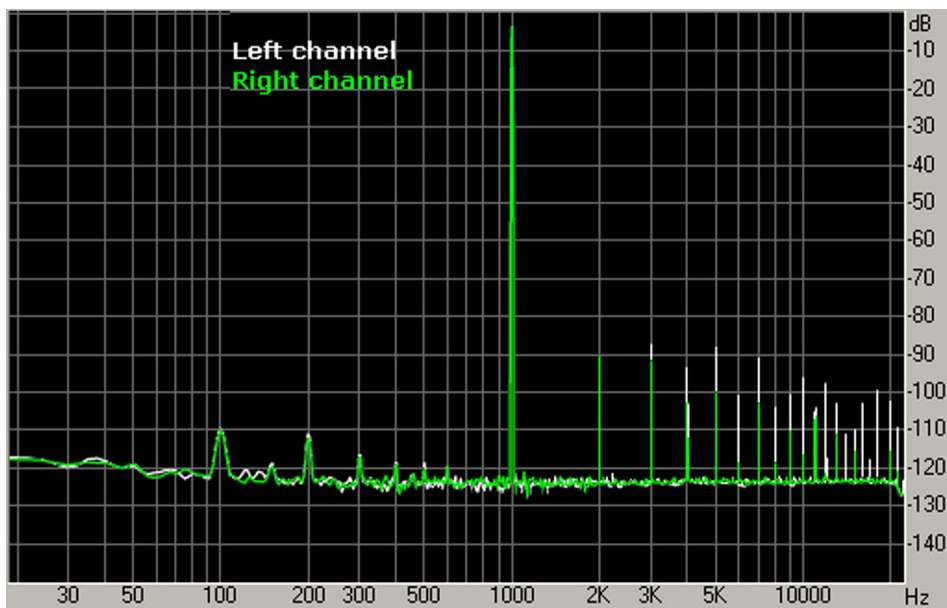
Ukázky průběhu frekvenční charakteristiky lineárního zkreslení: (a) charakteristika zobrazující nárůst na basových frekvencích, (b) zesílení na vysokých frekvencích, (c) zesílení ve středním pásmu.



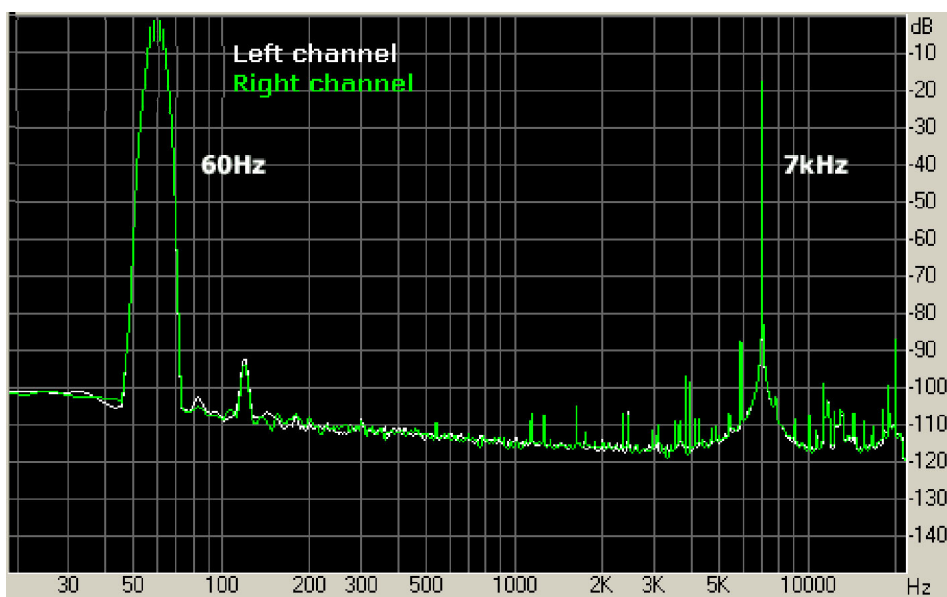
Příklad frekvenční charakteristiky u vybraných A/D převodníků (PC karty).

U převodníku Addonics vydíme zdvih na 1.8 kHz. Ačkoliv opticky vypadá zdvih dramaticky, jedná se o zesílení jen +1,6 dB, což je pro lidské ucho ztíženo slyšitelné. Naproti tomu na horních grafech je zdvih +6 dB, který znamená pro poslech příliš velkou změnu. Údaje na svislé ose bývají ocejchovány s různým rozsahem.

Na průběhu vidíme také prudký útlum na vysokých frekvencích kolem 20 kHz. Jedná se o anti-alias filtr - typu dolní propust s vysokou strmostí, kterým jsou převodníky vybavené, k zamezení vzniku zcizovacího efektu (aliasing) slyšitelného jako harmonické nelineární zkreslení. <sup>10</sup>



*Příklad nelineárního zkreslení, kde frekvence 1000 Hz je měřicí (největší špička) a harmonické frekvence sudé i liché vidíme jako zřetelné jehly (2, 3, 4, k .....kHz)*



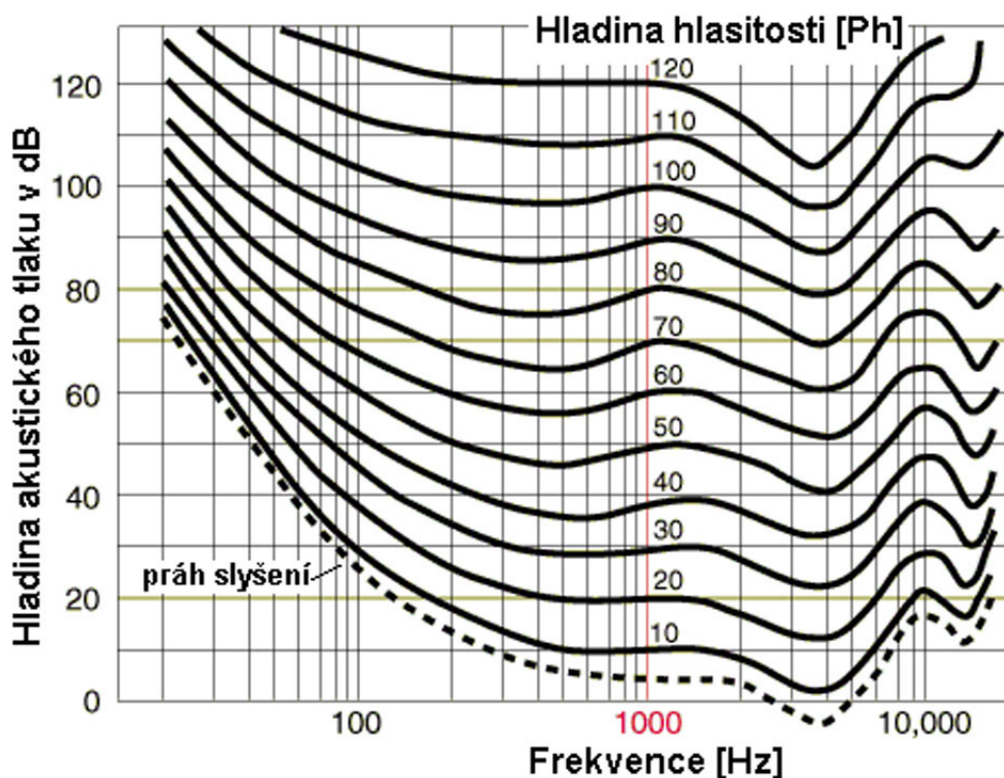
*Příklad průběhu intermodulačního zkreslení frekvence 60 Hz a 7 kHz (měřicí metoda SMPTE).  
Dále na grafu vidíme i první harmonickou nosného signálu na 120 Hz (harmonické zkreslení).*

## 2. FYZIOLOGICKÁ CITLIVOST SLUCHOVÉHO VNÍMÁNÍ

Citlivost ucha se neustále mění a přizpůsobuje okamžité hlučnosti prostředí. Při delším pobytu v hlučném prostředí citlivost ucha dočasně klesá. V noci například zřetelně slyšíme tikot hodin nebo kapající vodu z vodovodu, ve dne, kdy hladina hluku zřetelně stoupne, tyto slabé zvuky neregistrujeme.

Ideální ticho jako takové prakticky v běžném životě neexistuje. Za ticho považujeme nízkou hladinu hluku. Pobyt v úplném tichu může u některých lidí způsobit deprese nebo nepříjemné subjektivní pocity, např. pískání v uších. Naopak dlouhodobý pobyt v silném hluku vede k otupění citlivosti a tyto změny mohou mít trvalý ráz v podobě trvalého nahluchnutí.

Citlivost zdravého odpočínutého ucha je velká. Ucho je nejcitlivější na frekvence okolo 3 - 4 kHz. Směrem k nižším frekvencím citlivost klesá a naopak směrem k nejvyšším frekvencím zaznamenáváme vyšší citlivost. Proto se nám subjektivně zdají být vyšší tóny hlasitější než tóny hluboké. Abychom označili všechny frekvence jako stejně hlasité bylo by potřeba velmi vysoké a nízké frekvence zesílit, kdežto frekvence kolem 3 - 4 kHz vyžadují menší zesílení.<sup>3</sup>



*Z grafu je patrné, že pro nízké a vysoké frekvence je při stejné intenzitě vjem hlasitosti nižší (pro stejnou hlasitost je nutná vyšší intenzita zvuku), pro frekvence do cca 5 kHz naopak vyšší. Pro vyšší intenzity zvuku jsou křivky plošší, frekvenční závislost se zmenšuje.*

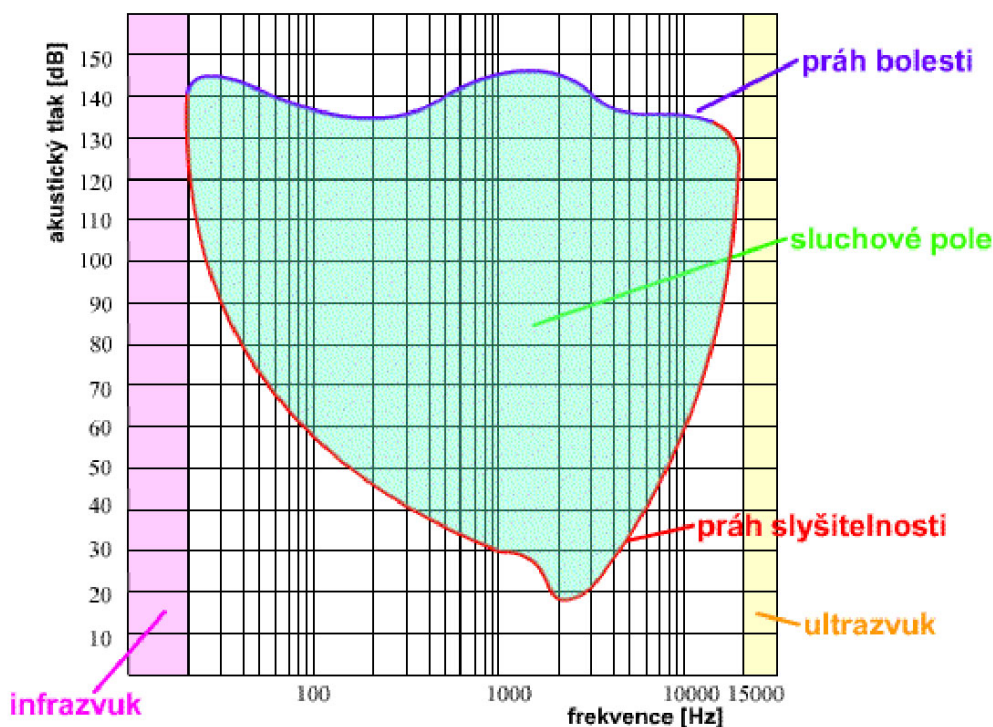
Znalost zákonů fyziologie slyšení není samoučelná a má ve svých důsledcích pro zvukařskou praxi nemalý význam. Pro praxi je důležité, že ucho vnímá jinak frekvence při tichém a hlasitém poslechu. Kontrolujeme-li jakost zvuku porovnaného snímku, musíme uvážit v jakém prostředí a jakou hlasitostí bude reprodukován - stejnou hlasitostí bychom měli poslouchat při zpracování nebo při kontrolním odposlechu.

Zvuk, který mistr zvuku nastavuje v režii při velké intenzitě může být chybně namixován. Při velké hlasitosti hluboké tóny, např. kontrabas, vynikají správně, při tišším - běžném poslechu se jeví kontrabas utopený v porovnání s ostatními nástroji. Citlivost ucha je při nižší hlasitosti na hluboké tóny menší.

Ucho je zdrojem zkreslení - s hlasitostí narůstá. Tento jev je fyziologický a neuvědomujeme si ho. Při středně hlasitém poslechu odhalíme eventuelní zkreslení zvukového záznamu snadněji než při vysoké hlasitosti. Je potřeba míchat souzvuk za stálých hlasitostních podmínek. Výkyvy přinášejí rozporuplné výsledky. Máme pocit, že je potřeba něco přelaďovat do jiného poměru. Pro práci zvukaře je nezbytné pracovat při přiměřené a hlavně stabilní intenzitě zvuku už toho důvodu, že pracuje na projektu několik hodin denně a musí být celou dobu schopen udržet vyrovnaný mix bez přílišných hlasitostních skoků.

Žádoucí je neustálá kontrola zvukového mixu na různě kvalitních zařízeních a porovnávat vyváženost a srozumitelnost snímku. Musíme si uvědomit, že ne vždy posloucháme zvuk z kvalitních reprobeden při větší hlasitosti. Zvuk musí být vyrovnaný i při poslechu z přenosného rádia, dnes často i z telefonu. Tato zařízení nejsou schopna vyzářit nejhlubší tóny. Proto musí výsledný mix např. obsahovat dostatečné množství alikvótních tónů kontrabasu (harmonických složek). Ucho je schopno ze zkušenosti dotvořit jeho základní tón a subjektivně jej slyšet.

Výsledný mix je tvořen mírou kompromisů vhodných úrovní jednotlivých složek.



Tvar sluchového pole je opět individuální pro každého člověka. Zdola je vymezen křivkou, popisující práh slyšitelnosti (zvuky pod tímto prahem neslyšíme), shora pak křivkou prahu bolesti (zvuky nad tímto prahem vyvolávají bolestivý vjem a mohou vést k poškození psychiky i samotného sluchového orgánu).

Maximální citlivost sluchu spadá do oblasti mezi 500 až 4000 Hz, pro nižší a vyšší frekvence prudce klesá.<sup>4</sup>

### 3 HISTORIE ZPRACOVÁNÍ ZVUKOVÉHO SIGNÁLU

Použití zvukového doprovodu pro navození atmosféry, vyvolání a zvýšení emocí při rozličných činnostech a aktech je velmi stará praktika (náboženské rituály, léčebné praktiky a rituály, zábava a hry... starojaponské divadelní akce Kagura, středověké komedie dell'arte, alžbětinské divadlo) již tehdy byly na pódiu používány hudební i nehupební nástroje k vytvoření rozličných zvukových efektů. Správné načasování bylo zapsáno ve skriptu, tedy v něčem, jako je notový zápis.

Italský skladatel Luigi Russolo zkonstruoval v roce 1913 zařízení zvané Intonarumori vyluzující různé zvukové efekty pro futuristická divadelní a hudební představení. Tento přístroj byl určený k simulaci přírodních a civilizačních ruchových efektů, jako jsou vlaky, bomby, přír. živly..

Russolovo pojednání The Art of Noises je jedním z prvních písemných studií o použití abstraktního hluku v divadle. Po jeho smrti byly Intonarumori často používány při konvenčních divadelních představeních k umělému vytvoření realistických zvukových efektů.<sup>5</sup>

S rozvojem záznamu zvuku pomocí mechanických médií postupně docházelo k používání reprodukováného zvuku při divadelních a filmových představeních. Prvním použitým zaznamenaným zvukem na fonografu byl dětský pláč při představení v londýnském divadle v roce 1890.<sup>6</sup>

Postupně bylo použití záznamu při představeních používáno stále častěji.

Většího významu začal zvukový design nabývat od 50. let 20. stol. když hollywoodští režiséři odstartovali tzv. Broadway production. Doposud se nedá přímo hovořit o profesi zvukového designéra. Reprodukční přístroje při představeních ovládali tzv. pódioví technici (stage managers - techniciens). Postupně tyto činnosti přebíral zvukový mistr.

Mezi léty 1980 a 1988 byly Charliem Richmondem v USA vypracovány dokumenty ustanovující postupy a normy pro zvukový design.

Zásadně ovlivňuje zvukový design rozvoj digitálních technologií, které otevírají širokou škálu rychlých úprav zvuku, zaručují přenositelnost (kompaktibilitu formátů) a projektů mezi různými aplikacemi.

Důležitý je posun v oblasti živých vystoupení, kdy digitální technologie umožňují předprogramování celé akce pomocí standardizovaných zařízení s jednotnými komunikačními protokoly. Prvním takovým protokolem, který plně využil digitální technologie je od roku 1980 MIDI (Musical Instruments Digital Interface), který je i přes jeho „stáří“ dodnes používán.

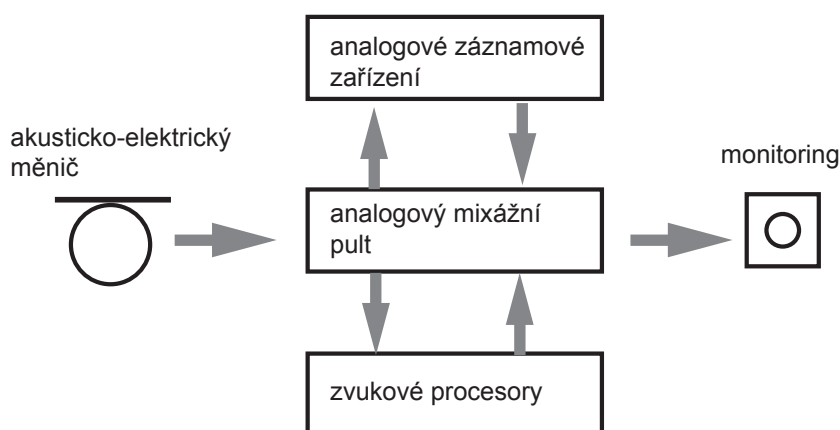
### 3.1 ANALOGOVÉ ZPRACOVÁNÍ

Analogový - znamená spojitý časový průběh a určité kmitočtové spektrum signálu.

Pokud chceme zvuk nějakým způsobem upravovat, musíme jej nejprve přeměnit na elektrický signál (audiosignál) a teprve tehdy je možné provádět potřebné úpravy v analogové, příp. digitální technologii. Akustická energie zvuku se na elektrický střídavý proud převede tzv. měničem, kterým je nejčastěji mikrofón nebo snímač. Jiným zdrojem audiosignálu může být oscilátor analogového syntezátoru. Analogový signál je charakteristický plynule se měnícím elektrickým napětím.

Audiosignál je v případě analogového záznamu zapsán na magnetický pás.

V další fázi, po transformaci zvuku na el. signál, můžeme zvuk zpracovávat a upravovat nejčastěji za pomoci mixážního pultu a přidavných zařízení (Outboard Gears). Zde můžeme jednotlivé zvuky navzájem míchat, měnit barvu, ladění, přidávat prostor, upravovat dynamiku a v neposlední řadě vybraným zvukem řídit parametry zvuku jiného.



#### 3.1.1 VÝHODY A NEVÝHODY

Jednotlivé prvky analogového zpracování zvuku jsou řazeny za sebou v sérii. Řetězec je složen z kabelů, propojovacích konektorů, jednotlivých prvků zvukového systému (mikrofón, zesilovače, procesory pro úpravu dynamiky, obvody mixážního pultu, záznamové zařízení...) různé kvality. Na kvalitě každého komponentu závisí celkový výsledek.

Zásadní změnu ve zpracování analogového signálu přinesly vícestopá záznamová zařízení (již 1940 - Ampex - magnetofon pro profesionální využití). Tato zařízení se postupně zdokonalovala a nástup 16 až 24 stopých 2 palcových multitrackových magnetofonů umožnil např.:

- Dodatečné zpracování jednotlivých zvuků
- Postupné dotáčení záznamu
- Letmý střih (vstup z přehrávacího režimu do záznamu a naopak)
- Záznam časového kódu pro synchronizaci s dalšími zařízeními

Při zpracování analogového signálu je nevýhodou šum pásu a menší odstup zvukového signálu od šumu. Rozvoj zařízení pro redukci šumu (kompandéry) umožnil zvětšit odstup signál / šum až na hodnoty shodné s audio CD záznamem. Nejpoužívanější protišumová zařízení pro profesionální použití je:

- Dolby A
- Dolby SR
- DBX I
- Telcom C4

Na míru šumu má vliv rychlost posuvu pásu. Při zrychleném režimu 72 cm/s (30 inches per second) nemusí být použity zařízení redukce šumu. Spotřeba materiálu se ale zvyšuje a tím i proces prodražuje.<sup>7</sup>

Pro komerční použití to jsou: Dolby B, C, HX, S, DBX 2, Hihgcom

Zpracování záznamu analogovou technologií z magnetických pásů má tzv. destruktivní charakter. To znamená, že omezený počet stop, provedení střihu, submixu (formix - několik stop se smíchalo do jedné příp. stereopáru, aby se uvolnily pro další využití), efektování signálu a pod. zapřičiňuje nemožnost se jednoduše vrátit krokově zpět. Také původní záznam je pozměněn a nezůstává k dispozici v případě nutnosti jej měnit jinak. Pro zvukové mistry z toho vyplývala nutnost pečlivě připraveného a promyšleného projektu (což by mělo ostatně platit i v případě digitální technologie).

Nevýhodou analogové technologie zpracování zvuku je časová stránka a omezenější editační možnosti, Proces úpravu je poměrně složitější, komplikovanější a pomalejší.



V současné době má analogový záznam na pás neustále opodstatnění a je využíván pro specifické zvukové podání záznamu, je to však dražší řešení. Magnetický záznam má charakteristické vlastnosti v oblasti frekvenčního průběhu zvuku, modulačního šumu a zní zajímavě při správně míře saturace a přebuzení (projev specifické komprese dynamiky). Zvukově se popisuje jako plný, průrazný, kurážný, příjemně syrový... Kombinuje se analogový záznam s DAW systémy za účelem dosažení různých výsledků. Pro profesionály je použití této technologie věcí uměleckého výrazu.

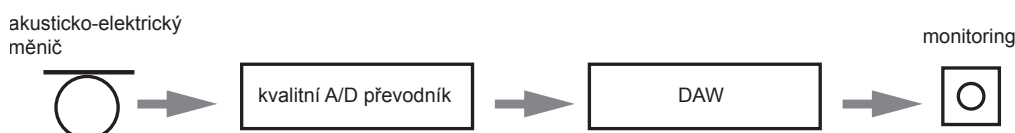
### 3.2 DIGITÁLNÍ ZPRACOVÁNÍ

Digitální – znamená, že určité kmitočtové spektrum zvukového signálu je převedeno do podoby nespojité – do diskretní podoby číselné.

Přeměna analogového signálu v jeho diskretní podobu se provádí vzorkováním neboli výběrem okamžité hodnoty signálu v určitých časových intervalech. Počet vzorků vybraných za sekundu se nazývá vzorkovací frekvence.

Frekvence vzorkování musí být nejméně dvojnásobná, než je nejvyšší zpracovávaná frekvence audiosignálu (Shannon-Kotelnikovův teorem). V praxi je tento násobek 2,5 až 3. Např. pro přenos frekvencí 12 kHz je nutné vzorkovat frekvencí 32 kHz. Standardní vzorkovací frekvence pro profesionální zpracování zvuku jsou 44,7 kHz, 48 kHz, 88,2 kHz, 96 kHz, 192 kHz.

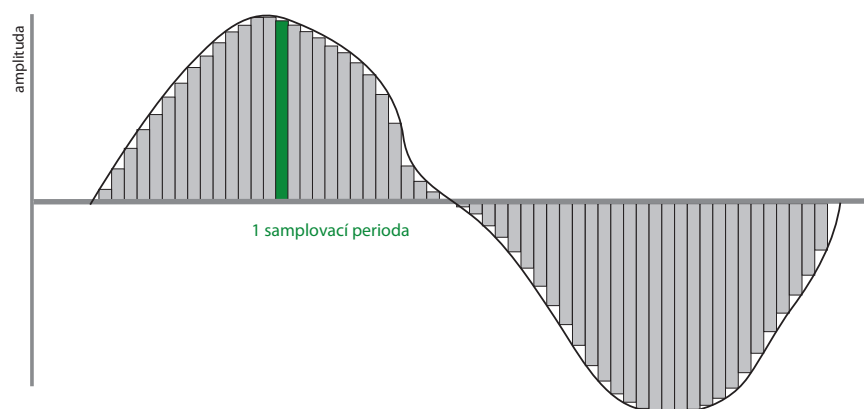
Dalším důležitým parametrem při samplování zvuku je bitová hloubka. Ta rozhoduje o kvalitě zvuku z hlediska odstupu užitečného signálu od šumu, neboli dynamickém rozsahu samplovaného zvuku.



Analogově-digitální převodník s osmi bity odměřuje velikost vzorku 256 kroky ( $2^8$ ), šestnácti bitový A/D převodník popisuje vzorek 65 536 kroky ( $2^{16}$ ), dvaceti

čtyř bitový převodník - což je profesionální standart - popisuje vzorek 16 777 216 hodnot ( $2^{24}$ ).

Každý bit při vzorkování představuje maximálně 6 dB dynamického rozsahu. Osmi bitovému převodu tedy odpovídá max. dynamický rozsah 48 dB, dvaceti čtyř bitovému pak 148 dB. Ve skutečnosti je však dynamický rozsah nižší vlivem konverzních chyb a intermodulačnímu zkreslení (u 24-bitového převodníku to je kolem 120 dB).



*Diskrétní signál sestává z řady vzorků v krátkém čase (nejčastěji 1 / 44.1; 1 / 48.0; 1 / 88.2; 1 / 96.0; příp. 1 / 192.0 sekundy) pro číslkové vyjádření hodnoty velikosti elektrického spojitého signálu.*

### 3.2.1 HISTORIE - NÁSTUP VÝKONNÝCH PORCESORŮ

- 70. léta objevují se první komerční systémy pro digitální úpravu zvuku  
Soundstream - zobrazoval signálovou křivku na paměťovém osciloskopu.
- 80. léta dochází k masovému rozšíření osobních počítačů.
- 1986 Soundedit (Macromedia) - software pro počítače Apple Macintosh, které byly dostatečně výkonné pro digitální zpracování audiosignálu.
- 1987 firma Digidesign představila kompletní hardware a software pod názvem Sound Tools - předchůdce dnešních ProTools. Vyznačoval se vstřícným přístupem k ovládání a řešení signálových tras připomínající tradiční analogové systémy.

K většímu rozšíření během 80. let do komerčních studií nedocházelo. Důvodem byla vysoká cena, malý výkon, nízká kvalita převodníku. Studia kombinovala analog s computerovými MIDI sekvencery (Atari ST) nebo přecházela na digitální záznam do pásu (ADAT, DASH).

90. léta Rychlý nástup výkonných počítačů, vyšší bitové rozlišení, vícenásobné vzorkovací frekvence, nové konstrukce špičkových převodníků, snižující se pořizovací náklady přinesly rozšíření DAW do studií.<sup>8</sup>

### 3.2.2 VÝHODY A NEVÝHODY

Velkou výhodou digitálního zpracování zvuku jsou:

- editační možnosti bez ztráty kvality
- neomezený počet audiostop
- nedestruktivní editace
- využívání MIDI, videa a virtuálních nástrojů přímo v audiosystémech
- kompatibilita plug-in modulů
- možnost zpracování vícekanálového zvuku
- kompatibilita mezi různými výrobci audiosoftwaru z toho vyplývající přenos projektů

## 4. ROZDĚLENÍ PROCESORŮ KE ZPRACOVÁNÍ ZVUKU

V praxi se setkáváme se dvěma způsoby jakými jsou efekťová zařízení realizována.

• **Externí (outboard) zařízení** - realizována jako analogové nebo digitální. Jsou to samostatné jednotky, které se většinou upevňují do speciálních stojanů (rack-mount) a jsou s mixážními pulty speciálně propojeny.

• **Interní, Plug-Ins** - softwarově řešené efekťové zařízení. Svými parametry simulují externí hardwarové efekťové jednotky a jsou integrovány do digitálního mixu nebo DAW systému.

Nejpoužívanější standardizované plug-ins jsou:

- VST (PC/Mac)

- DirectX (PC)
- AudioSuite (Mac)
- Audio Units (Mac)
- MAS (MOTU pro PC/Mac)
- TDM a RTAS (Digidesign pro PC/Mac)

## 4.1 ZAPOJENÍ DO SIGNÁLOVÉ TRASY

### Inline routing

- přístroje upravující kompletní signál - neupravený zvuk prochází procesorem upravujícím zvuk (dynamika, korekce...). Na výstupu odebíráme výsledný upravený signál (zapojení pouze DIRECT SEND/RETURN, INSERT)
- přístroje přidávající k přímému signálu další upravený signál. Můžeme poměr neupraveného zvuku (DRY) a upraveného zvuku (WET) smíchat v libovolném poměru přímo na efektovém procesoru (při zapojení INSERT)  
nebo

### Parallel routing

- upravený signál přimícháváme na kanálech mixážního pultu při zapojení prostřednictvím pomocných výstupů AUX.

#### 4.1.1 VÝHODY A NEVÝHODY ANALOGOVÝCH PROCESORŮ

Poskytují charakteristický neopakovatelný zvuk	Menší odstup signál/šum
Spolehlivost	Absence uložení parametrů algoritmu
	Absence možnosti automatizace

#### 4.1.2 VÝHODY A NEVÝHODY DIGITÁLNÍCH PROCESORŮ

Pohodlná práce - rozhraní jako u analog.	Některé nejsou real time
Přednastavené algoritmy	
Možnost uložení nastavení	
Automatizace	

## 5. OBLAST OVLIVNĚNÍ AUDIOSIGNÁLU

- ve frekvenční oblasti
- v časové oblasti
- v oblasti dynamiky a hlasitosti

### 5.1 ZPRACOVÁNÍ ZVUKU VE FREKVENČNÍ OBLASTI

Filtrace je proces, kdy systém (filtr) mění složení vstupní veličiny (signálu)

### 5.2 FILTR

Obecně filtry dělíme na:

- mechanické (prachový filtr)
- optické (polarizační sklo)
- elektronické (analogové, digitální)

Elektronická filtrace je proces, který mění frekvenční spektrum vstupního signálu.

$$X^f(\theta) \rightarrow Y^f(\theta)$$

Příklady použití elektronických filtrů v praxi:

- Potlačení šumu - radiové signály, videosignály, bioelektrické signály (EEG, EKG, . . . ), zvukové signály
- Zvýraznění frekvenčních pásem – ekvalizéry, zvukové efekty, doostření obrazu
- Omezení přenosového pásma v komunikačních kanálech – datové sítě, rozhlasové a TV vysílání
- Potlačení nebo odstranění specifických frekvencí (blokování DC složky, odstranění rušení ze sítě 50/60Hz)

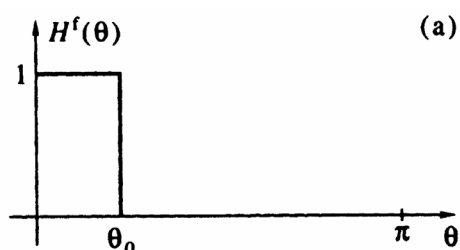
- Speciální matematické operace - diferenciacce, integrace, Hilbertova transformace . . .

### 5.3 TYPOVÁ SPECIFIKACE FILTRŮ - ideální filtr

#### • Dolní propust (LPF - Low Pass Filtr)

Propouští nízké kmitočty bez omezení, vysoké odřezává.

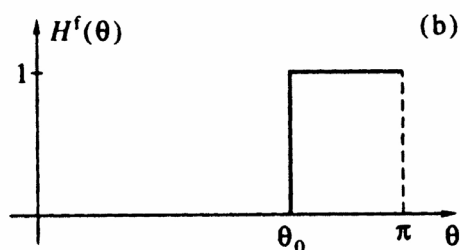
Nastavitelné parametry: odřezávací kmitočet, rezonance



#### • Horní propust (HPF - High Pass Filtr)

Propouští vysoké kmitočty, nízké odřezává.

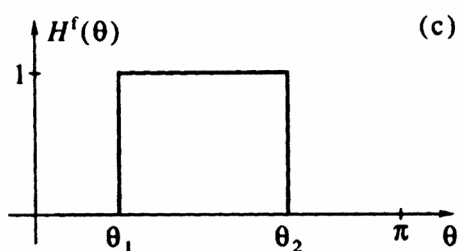
Nastavitelné parametry: odřezávací kmitočet, rezonance.



#### • Pásmová propust (BPF - Band Pass Filtr)

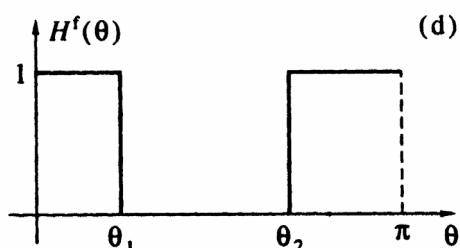
Propouští úzké pásmo spektra. Šířka je buď pevně dána nebo nastavitelná.

Frekvence je přeladitelná. V praxi se setkáváme v uspořádání jednopásmovém nebo několikapásmovém parametrickém ekvalizéru. Frekvenci, zdvih i strmost lze nastavovat kontinuálně v mnoha hodnotách.

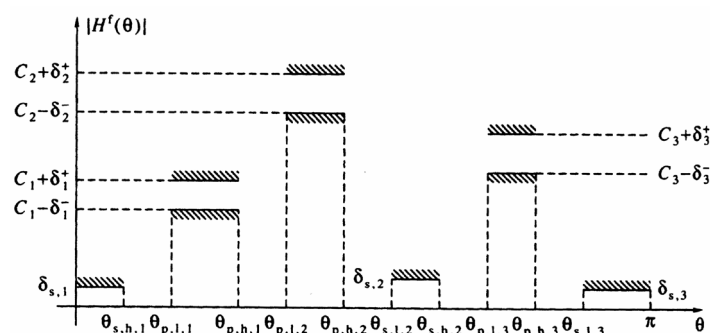


### • Pásmová zádrž (BEF - Band Eliminate Filtr)

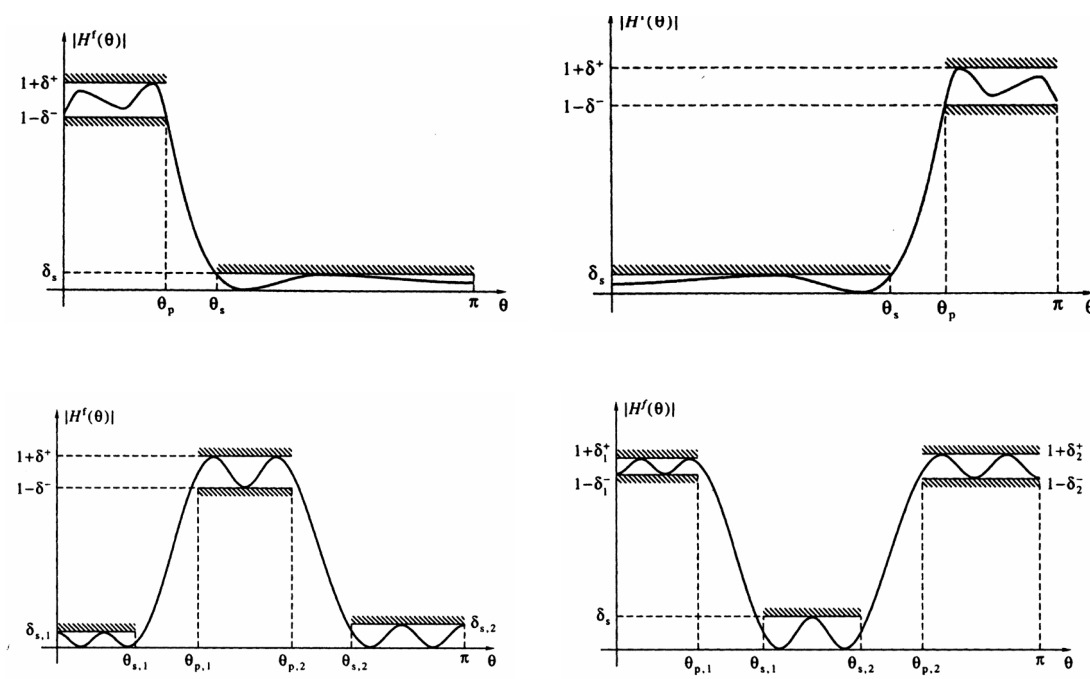
Filtr propouští pásmo až na úzký výsek o nastavitelné šířce. Má-li velkou strmost a úzkou šířku nazývá se Notch Filtr a užívá se např. k potlačení nežádoucí zpětné vazby nebo brumu a k uvolňování frekvenčního spektra u jednotlivých nástrojů při mixu (vytváření prostoru pro jednotlivé nástroje, aby nedocházelo k překrývání frekvencí). Při finálním masteringu umožňuje upravení specifického problému na malém frekvenčním pásmu (potlačení činelů a high hat, úprava nástroje při sólu atd..)



### • Vícepásmové filtry



V ideálním případě filtr propustí všechny frekvence po mezní hodnotu a dále všechny kompletně eliminuje. Oblast přechodu v ideálním případě je svislá (strmá). U reálných filtrů je taková situace není možná. Přechodové pásmo má vždy určitou šířku. To znamená, že hodnoty útlumu frekvencí od mezní frekvence klesají postupně podle kvality strmosti filtru. Hodnota je udávána v dB / oktávu. V propustném pásmu pak dochází ke zvlnění.<sup>9</sup>



Ukázky průběhu křivky u reálného filtru: 1. dolní propust, 2. horní propust, 3. pásmová propust, 4. pásmová zadrž

## 5.4 ŘEŠENÍ ZA POMOCÍ ANALOGOVÝCH OBVODŮ RC LC + oper. zesilovač

### 5.4.1 Vlastnosti:

- aplikace na spojité signály v čase
- konstrukční řešení pomocí operačních zesilovačů, rezistorů, kapacitorů
- teoreticky mají nekonečný frekvenční rozsah (prakticky max. GHz - mikrovlnné součástky)

### 5.4.2 Nevýhody analogových filtrů:

- citlivé na šum, nestálost a nepřesnost jednotlivých součástek, nelinearita
- nízký / omezený dynamický rozsah
- špatná výrobní reprodukovatelnost. Tolerance (nepřesnosti) součástek při výrobě a z toho vyplývající rozptyl parametrů filtru při sériové výrobě.



## 5.5 Využití digitální technologie

Získání frekv. spektra signálu - Fourierova transformace, rozdělení signálu na složky (sinusovky).

### 5.5.1 Vlastnosti

- digitální filtr realizuje proces filtrace disktrétních signálů a hodnot – Sumarize Circuit obvody
- implementace pomocí aritmetických operací (+, \*, mov).
- vysoce lineární (až na kvantizační šum), nelinearitu způsobují operační zesilovače
- flexibilní softwarová implementace => změna parametrů v reálném čase (adaptivní filtry)
- perfektní reprodukovatelnost
- takřka neomezený dynamický rozsah (při použití floating point)

*Pozn. **Floating point** (plovoucí řádová desetinná čárka) popisuje systém zpracování reálných čísel se širokým rozsahem hodnot.*

### 5.5.2 Nevýhody digitálních filtrů

- frekvenční rozsah je omezen vzorkovací frekvencí ( $f_{vz} \Rightarrow 2f_{max}$ )
- vyžadují kvalitní A/D a D/A převodníky
- fázový posuv

## 6. KOREKČNÍ ZAŘÍZENÍ (EKVALIZÉR - EQ)

ovlivňující frekvenční oblasti zvuku - používáme k úpravě vybrané části frekvenčního spektra.

Možná využití:

- korekce nedokonalého signálu v nahrávacím řetězci
- úprava barvy zvuku
- vytvoření nových barev z uměleckého záměru

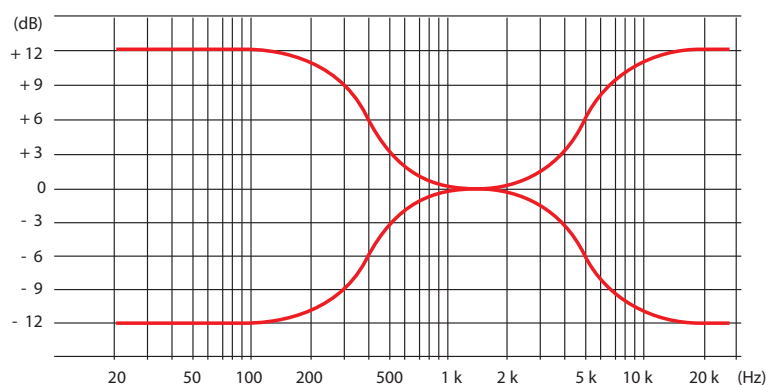
Ekvalizace - jedna z nejčastějších forem úpravy audiosignálu. Jedná se o zařízení umožňující měnit relativní amplitudu vybraných frekvencí. EQ můžeme aplikovat na jednotlivé stopy, skupinu kanálů nebo na výsledný mix - jeden z kroků při masteringovém procesu. Pomocí ekvalizace dochází ke změnám spektra nebo rezonanční charakteristiky. Hovoříme o změně barvy audiosignálu.

## 6.1 ROZDĚLENÍ KOREKČNÍCH FILTRŮ - APLIKACE

- Filtry s pevně nastaveným frekvenčním pásmem
- Filtry s nastavitelným frekvenčním pásmem

Nejznámější a nejjednodušší je provedení korekce hlubokých a vysokých tónů pomocí dvou otočných potenciometrů u výkonných zesilovačů nebo na domácí Hi-Fi věži (Baxandallův ekvalizér). Označeny bývají obvykle „hloubky“ (bass) a „výšky“ (treble). Jejich normální poloha je uprostřed. V této nulové hodnotě neovlivňují frekvenční pásmo. Pokud potenciometr vychýlíme vpravo nebo vlevo, pak dochází k postupnému zdůraznění nebo potlačení nízkých případně vysokých frekvencí. U novějších zařízení jsou korekce s posuvnými regulátory. Umožňují obvykle zdvih nebo pokles 12 dB někdy i 18 dB na 60 Hz a 10 kHz.

*Baxandallův ekvalizér*



### 6.1.1 GRAFICKÝ EKVALIZÉR

Je to běžně užívaný název pro zařízení, kde je několik pásmových propustí za sebou s pevně nastavenými kmitočty. Obvykle je možné měnit jen útlum nebo zesílení o 6 - 18 dB. Může být rozdělen na 6 až 41 pásem.

Přední panel obsahuje řadu táhel, jež každá ovládá (zesiluje nebo zeslabuje) konkrétní frekvenci. Název dostal od skutečnosti, že poloha táhel vytváří (vykresluje) křivku podle nastavení.

Jednotlivá pásma jsou rozdělena podle hudebních intervalů.

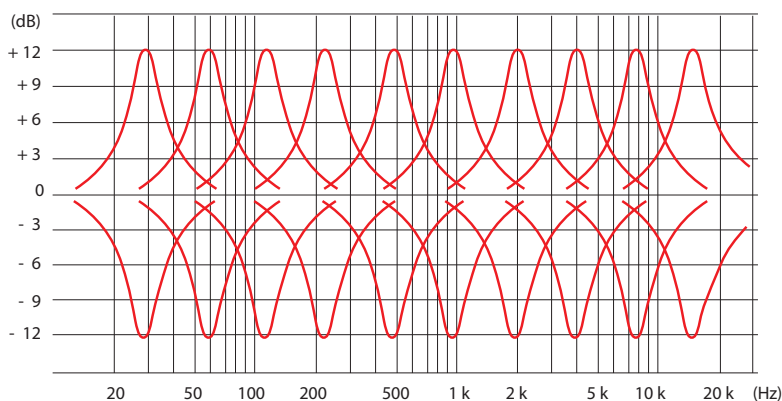
- 1 oktávový (cca 10 pásem)
- 1/2 oktávový
- 1/3 oktávový (cca 30-36 pásem)

**Jednooktávový** grafický ekvalizér může mít např. 12 pásem rozmístěných v intervalech 20, 40, 80, 160, 320, 640 Hz, 1.25, 2.5, 5, 10 , 20 kHz.

**1/3 oktávový** ekvalizér o 36 pásmech má rozdělené frekvence následovně:  
25, 31.5, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800 Hz  
1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 13, 16, 20 kHz

### Provedení:

jednokanálové nebo dvoukanálové s různým počtem pásem  
(oktávový – 1/3 oktávový)



#### 6.1.1.1 Nejčastější využití:

- Potlačení zpětných vazeb (mikrofon – monitor na pódiu)
- Kompenzace nedokonalých reproduktorových soustav
- Kompenzace / eliminace nechtěných nárůstů frekvencí v místnosti (studiu, hudební sály...)
- úprava špatně smíchaných nahrávek v případě, že není k dispozici vícestopý záznam

Řešení kompenzace akustických nedokonalostí místností pomocí grafického ekvalizéru se nedoporučuje. Problémy, které jsou výsledkem časových dozvu-

ků nelze dobře řešit korekcemi frekvencí. Po takové úpravě vnímáme špatnou akustiku místnosti, navíc frekvenčně zkreslenou. Řešením je pouze akustická úprava místnosti.<sup>11</sup>

## 6.1.2 PARAMETRICKÝ EKVALIZÉR

### Parametry filtru

- **Gain**
- **Q faktor**
- **Frekvence**

U profesionálních zařízení se můžeme setkat s jedno, dvou, tři a vícepásmovými filtry realizované analogově nebo digitálně. Udává se u nich obvykle:

- **odřezávací** (hraniční, u BPF a BEF střední) **kmitočet**

(Cutoff, Central, Middle Frequency)

- **Q = Quality** - jakost, zdvih nebo rezonance
- **Gain** (Emphasis, Peak, Resonance)
- **strmost** (Rolloff, Slope).

- **Rezonance** - označuje zdvih - zvýraznění signálu kolem hraniční frekvence filtru typu dolní propust nebo horní propust. Žádný filtr neumí od mezní frekvence ostatní úplně zadržet, ale frekvence nad mezní frekvencí prudce klesá. To udává strmost.

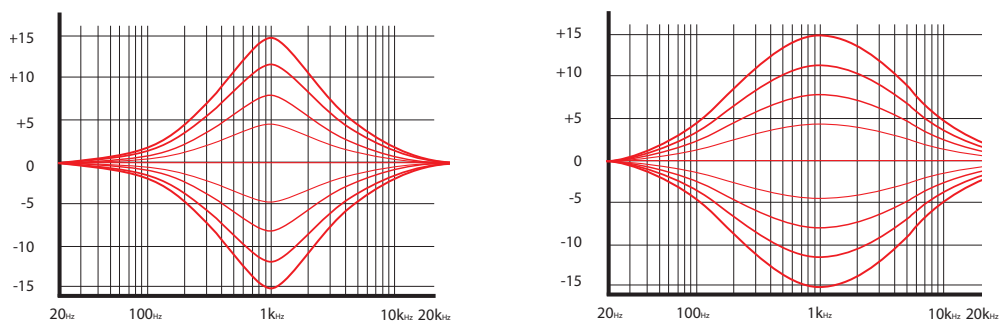
- **Strmost filtru** - udává velikost potlačení nad nebo pod odřezávací frekvencí filtru. Udává se v dB / oktávu. Strmost určuje i řád filtru. Každý stupeň filtru potlačí signál o 6 dB / oktávu (filtr 1. řádu).

Filtr 2. řádu má strmost 12 dB / oktávu atd. To znamená, že pro frekvenci 10kHz je pokles nebo zdvih o 12 dB menší nebo větší než pro oktávovou frekvenci 5 kHz.

Analogové filtry mívají obvykle největší strmost 24 dB / okt. Digitální filtry mohou mít strmost až 96 dB / okt. a větší odstup šum / signál.

- **Q (quality factor)** - nastavení určuje šířku pásma (BANDWIDTH), které je ovlivněno kolem střední frekvence. Nabývá hodnot 1 - 10. Čím je hodnota nižší,

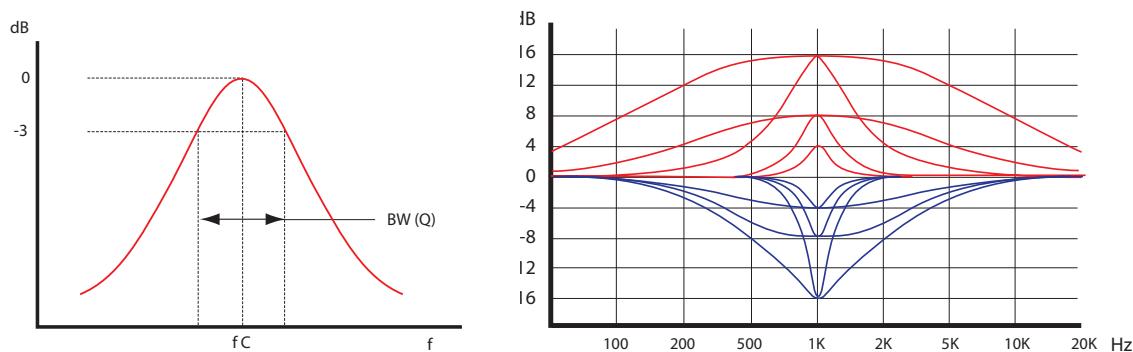
tím je křivka pozvolnější a zesílení či zeslabení ovlivní větší šířku pásma kolem střední hodnoty. Pokud je hodnota 10, je ovlivnění frekvencí po stranách středního pásma minimální. Podle charakteristického průběhu křivky se nazývá tento typ filtrace **BELL** nebo **Peaking filter (Peak-shaped bell)**.



Velmi úzké pásmo, menší než jeden půltón, které umožňuje z nahrávky odfiltrvat různé rezonance nebo brumy, aniž by došlo k výraznějšímu ovlivnění charakteru zvuku nazýváme **NOTCH filtrem**.

Bandwidth je rozsah frekvenčního pásma, které leží nad a pod -3dB hranicí poklesu / nárůstu od střední frekvence. Q faktor je inverzní hodnotou šířky pásma. Pro výpočet Q dělíme střední frekvenci šířkou pásma.

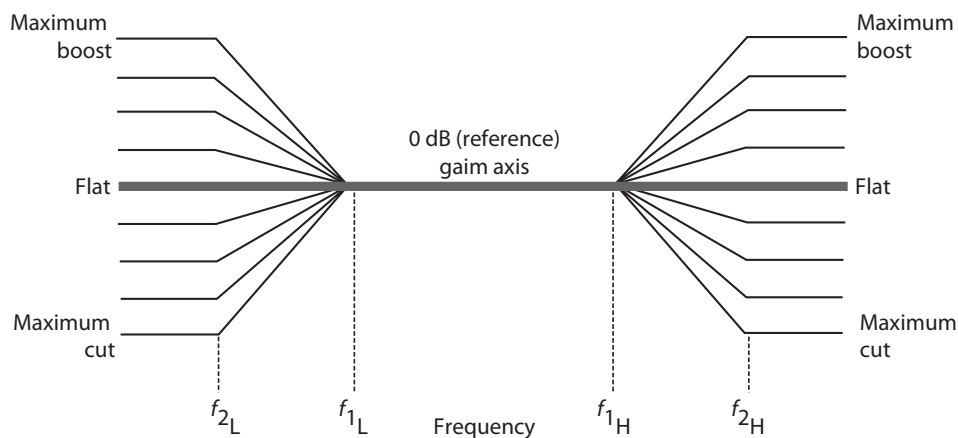
Např.: filtr se střední frekvencí 1 kHz se tří oktávovým útlumem má -3dB hranici na 891 a 1123 Hz, tedy šířku pásma 232 Hz (1123 - 891). Q faktor tohoto EQ je  $1 \text{ kHz} : 232 \text{ Hz} = 4.31$ .<sup>12</sup>



### Shelving filtr

typicky zvyšuje nebo snižuje frekvenční průběh od zvolené frekvence nastave-

ným poměrem do konce audiospektra. Může být zařazen na výšky i basy a většinou je součástí HiFi zesilovačů.



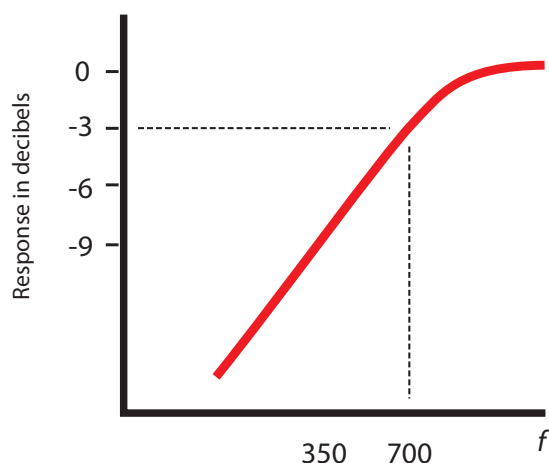
Průběh shelving filtru

### 6.1.2.1 Nejčastější využití:

Obecně se audiospektrum rozděluje na čtyři frekvenční pásma

- nízké (low) 20 - 200 Hz
- nižší střední (low-mid) 200 - 1000 Hz
- vyšší střední (high-mid) 1 000 - 5000 Hz
- vysoké (high) 5000 - 20 000 Hz <sup>13</sup>

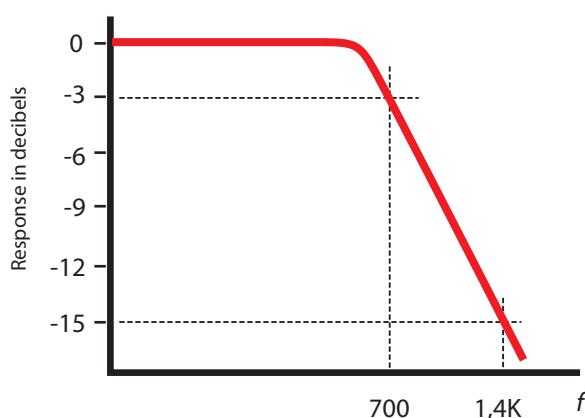
#### • HPF - odstranění nízkých frekvencí (Low Cut)



Filtr typu horní propust odřezávající frekvence pod 700 Hz se strmostí 6 dB / oktávu.

1. Odstranění frekvencí pod 30 Hz (spadající do subbasové oblasti) nám dovo-luje napravovat různé závady zvuku hlubšího zvukového charakteru. Eliminuje hluboké brumy a hučení (nežádoucí pozadí) způsobené např. při mikrofonním záznamu (i nárazy větru), které může signál obsahovat. Tím zajistíme vyšší čistotu signálu od parazitních nízkofrekvenčních ruchů.
2. U mluveného slova můžeme odřezat frekvence pod 160 Hz, aniž by došlo k narušení barvy hlasu. Můžeme tak napravit např. vliv nevhodného akustického prostoru při nahrávce nebo proximity efekt u blízko umístěného mikrofonu při záznamu signálu. Dále můžeme omezit nepříjemné rány způsobené retnicemi.
3. Je vhodné provést útlum i pro nízké frekvence na použitých dozvucích. Předejdeme tak zbytečnému přehlcování nízkých pásem. Dozvuková složka se stane čitelnější. Profesionální dozvuková zařízení mívají v nastavení možnost korekce jednotlivých pásem.
4. Obecně můžeme provést odstranění hlubokých frekvencí u všech signálů, které zvukově nespádají do této oblasti - nemají v nízkých kmitočtech užitečný vlastní rozsah ani harmonické frekvence. Zvuky tak získávají čistotu a brilanci, lépe vyniknou textury a ostrost.

#### • LPF - odstranění vysokých frekvencí (High Cut)



*Filtr typu dolní propust odřezávající frekvence nad 700 Hz se strmostí 12 dB / oktávu.*

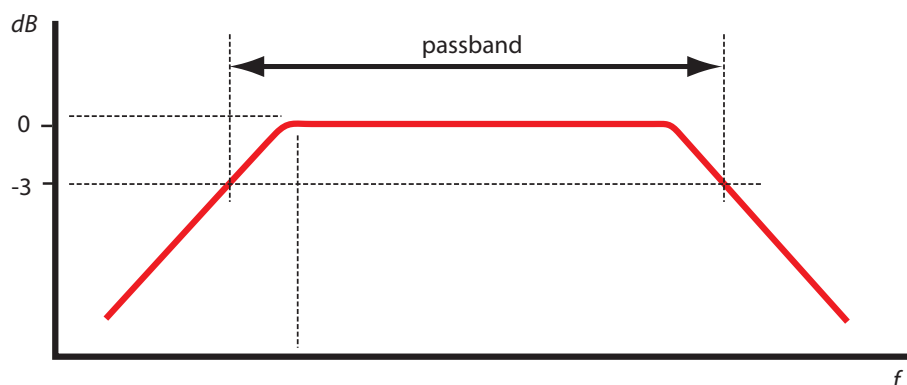
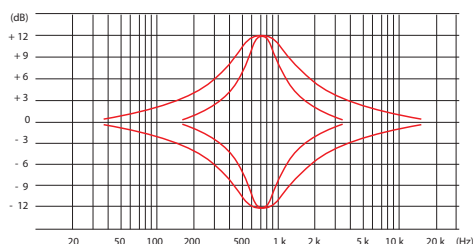
1. Ostrého ořezání vysokých frekvencí se využívá k potlačení šumu. Jsou-li vyšší frekvence odříznuty, je šum znatelně slabší nebo dokonce zcela vymizí. To závisí na volbě mezní frekvence.

Odříznutí vysokých frekvencí však zároveň znamená určitou ztrátu barvy a brilliance. Se snižováním mezní frekvence se sice zmenšuje šum, ale ztrácí se barva a jasnost zvuku. Je potřeb dosáhnout kompromisu mezi potlačením šumu a změnou nebo ztrátou barvy zvuku.

2. Použití je vhodné např. pro eliminaci parazitních zvuků ve vysokých kmitočtech. Takto můžeme odstranit (omezit) bzučení světel a zářivek apod. Sykavky lze útlumem vysokých frekvencí zmírnit. Musíme však pečlivě uchem poslouchat čitelnost a ostrost snímku, která s útlumem výšek prudce klesá.

3. Můžeme použít extrémní low pass pro vytvoření temných tmavých, vzdálených textur u atmosférických zvuků (pads) nebo třeba i u piána.

#### • BPF, BEF - zdůraznění nebo útlum středních pásem a jeho okolí zvolenou frekvencí



*Pásmová propust / zadrž je realizována kombinací filtrů typu horní a dolní propust s laditelnými mezními frekvencemi.*

1. Úpravou přiměřené šířky na zvoleném frekvenčním pásmu získáváme plnost a plasticitu nahrávky.

2. Zvýšení kvality a čitelnosti signálu získáme pomocí zesílení typických harmonických frekvencí např. u hudebních nástrojů. (viz. TAB frekv. rozsah hudeb. nástrojů)



3. Naopak pomocí zeslabení úzkého pásma kolem nechtěné frekvence můžeme omezit nežádoucí zvuky a rezonanční špičky. Je věcí zkušenosti odhadnout frekvenčně problematické místo.

Můžeme to zkusit tak, že na propusti nebo útlumu nastavíme pozvolněji strmost a zvýšíme citlivost na vyšší hodnotu. Potom projíždíme po frekvenčním pásmu postupně zprava doleva a naopak a posloucháme, zda nechtěný zvuk je eliminován. Pokud takovou střední frekvenci najdeme, zúžíme pásmo a zvýšíme strmost. Potom nastavujeme množství propusti nebo útlumu pomocí citlivosti. Při tom musíme dbát na to abychom neúnosně nenarušili celkovou barvu zvuku.

4. Pásmovou zádrž můžeme typicky využít pro vytvoření prostoru jednotlivých složek signálu (zvuků nebo nástrojů), pokud se jejich frekvence překrývají. Dva podobné zvuky se překrývají, pokud mají stejnou základní frekvenci, hlasitost a umístění ve stereu. V takovém případě dochází k tzv. maskování a výsledkem je to, že jedna ze složek není srozumitelná a čitelná nebo naopak dochází k vzájemné frekvenční intermodulaci, jejímž výsledkem je nekonkrétní blátivý zvuk (hlas x kytara, kick drum x basa). Je nejlepší takové případy řešit již v dramaturgii a aranži.

Zesílení okolo 5 kHz působí na zvuk stejně, jako bychom ho zesílili. Např. zesílení 6 dB na 5 kHz zvýrazní zvuk s dojmem dvojnásobného zesílení. Utlum na stejné frekvenci působí jakoby zvuk byl vzdálenější.

Alternativním řešením je frekvenční rozdělení jednotlivých složek na vyšší a nižší, rozdílnou hlasitostí a umístění na různé strany stereobáze.

Témbrové filtry můžeme využívat pro napodobení nebo vytváření různých barev zvuku. Obecně nízké frekvence přidávají na hutnosti a temnotě zvuku, vysoké frekvence přidávají na jasnosti, čitelnosti, konkrétnosti a vzdušnosti. Avšak nadměrně zesílené vysoké tóny způsobují přílišnou ostrost, řezavost a syčení spolu s možným zesílením různých parazitních zvuků. Také přemíra basových frekvencí přispívá k dunění a zahlcování zvuku. Zesílení parazitních zvuků platí i pro nízký konec frekvenčního pásma.

Zvýraznění středních pásem (často okolo 3 kHz - pásmo největší citlivosti lidského sluchu) zvyšuje průbojnost zvuku. Zlepšuje se zejména srozumitelnost

mluveného slova, aniž by se zdůraznili sykavky.

Pomocí vhodného ořezání nízkých a vysokých frekvencí můžeme simulovat hlas z telefonu nebo nekvalitního přenosného radiopřijímače, vysílačky a pod. při mezních frekvencích kolem 300 Hz a 3 kHz.<sup>14,15</sup>

## 6.2 ENHANCER

(doplnění harmonických frekvencí - dobarvení zvuku)

Slouží k subjektivní psychoakustické změně kvality zvuku. Generuje a přidává nové harmonické frekvence ze středů a výšek původního signálu, které se k němu přimíchávají. Výsledkem je projasnění zvuku, zvýšení průzračnosti, důraznosti a tím i subjektivní hlasitosti.

Generuje se zkreslení a fázový posuv, který na zvuk působí kvalitativním zlepšením.

## 6.3 KVALITA EKVALIZÉRU

Důležité parametry pro posouzení kvality ekvalizéru:

- odstup signálu od šumu
- zkreslení - frekvenční průběh
- fázová charakteristika daného přístroje

Ne všechny ekvalizéry, ačkoliv mají od výrobce stejné specifikace, znějí stejně. Ekvalizéry vykazují určitý fázový posuv, mezi jednotlivými harmonickými frekvencemi vzniká malé časové zpoždění, které má vliv na celkový zvuk ekvalizéru, tedy na jeho kvalitu. Obecně se dá říct, že kvalitnější zvuk poskytují ekvalizéry s rovným, postupným fázovým posuvem, než ekvalizéry s náhlým a ostrým posuvem. Tento problém platí hlavně pro levnější plug-in ekvalizéry.

## 6.4 DRUHY ZAPOJENÍ V SYSTÉMU

**Efektové jednotky zapojujeme do signálové cesty dvěma způsoby**

- přímo - in-line routing
- souběžně - parallel routing

### 6.4.1 IN-LINE ROUTING

Při in-line zapojení probíhá signálová cesta ze zdroje přímo přes signálový procesor do dalšího řetězce signálové trasy. Používá se nejčastěji pro úpravu jednotlivého nástroje, hlasu nebo submixovou skupinu zvuků (grouped signals) zařízeními pro frekvenční a dynamickou úpravu zvuku. Nejčastěji ekvalizér, kompresor, limiter.

#### 6.4.1.1 Konkrétní příklady použití in-line zapojení:

- externí zařízení zapojené přes direct send/return
- externí zařízení zapojené za stereo výstup pro ovlivnění celkového mixu nebo submixu
- zařízení je zapojeno mezi mikrofon a vstup do konzoly mixu
- DAW plug-ins zapojený jako insert na jednotlivém kanále mixpultu

#### 6.4.1.2 Externí ovlivnění přímé signálové trasy

Zvláštním případem je zapojení, kdy jeden procesor řídí svým signálem procesor jiný. Takovému zapojení se říká klíčovací vstup (**KEY SIDE-CHAIN INPUT**). Typickým příkladem je:

- Gate - expander řízený hlasitostí vstupního signálu
- Vocoder řízený hlasovou stopou
- Ducking - kompresor řízený z mikrofonního signálu (automatické ztlumení hudby, jakmile začne mluvené slovo)
- Řízení kompresoru basové stopy stopou např. z basového bubnu, aby se zamezilo překrývání (taneční hudba)

### 6.4.2 PARALLEL ROUTING

Někdy označovaný jako side-chain, je používán nejčastěji pro efekty ovlivňující časovou oblast signálu. Původní (dry) signál je poslán přes AUX do efektové jednotky a odtud do vedlejší paralelní stopy. K původnímu signálu je potom přimícháván v požadovaném poměru efektovaný zvuk (wet).<sup>16</sup>

## 7 ÚPRAVA ZVUKU V OBLASTI DYNAMIKY

Dynamiku zvukového signálu chápeme jako rozdíl mezi nejtiššími a nejhlasitějšími zvuky.

- dolní hranice - dána odstupem užitečného signálu od šumu
- horní hranice - omezena signálovou úrovní, příp, bitovou hloubkou

Lidské ucho rozlišuje dynamiku v rozsahu až 140 dB. 20- a 24-bitový signál poskytuje dynamiku v rozsahu vnímání lidského ucha. CD záznam (16 bit) a magnetický záznam (při použití redukci šumu) má dynamický rozdíl 80 - 90 dB.<sup>17</sup>

Většina audiozáznamů se dynamicky upravuje. Výjimkou jsou záznamy klasické a jazzové hudby, kdy se rozsah dynamiky ponechává bez změny, tak jak ji slyšíme v koncertním sále.

### Headroom

V praxi je nezbytné vytvořit na obou koncích dynamic. spektra určitou rezervu, aby měl signál nejen dostatečný odstup od šumu, ale také aby se vytvořil určitý prostor pro signálové špičky. Tento prostor se označuje jako headroom a obvykle se pohybuje někde mezi 10 až 20 dB.

*Velikost oblasti headroom si musíte zvolit sami, podle toho, jakou úroveň modulační jste si určili za „uhlídatelnou“. Chcete-li zachovat dynamiku v rozmezí např. 50 dB, musíte počítat s tím, že s každým dB, který si ponecháte navíc pro headroom, se zhoršuje i kvalita signálu směrem k nižším hodnotám. Máte-li potom k dispozici dynamický rozsah např. 90 dB a ponecháte-li si oněch 20 dB jako rezervu pro špičky, dostáváte se v nejtišších pasážích už jen 20 dB nad hranici šumu, což není pochopitelně žádný zázrak. Abyste se tomuto stavu vyhnuli, je celkem logické, že budete chtít tišší zvuky o něco zesílit (tím se zlepší jejich odstup od šumu) a naopak ty nejhlasitější části či signálové špičky o něco potlačit (potom si můžete dovolit snížit headroom).<sup>18</sup>*

Zmenšení dynamického rozsahu se provádí z důvodu:

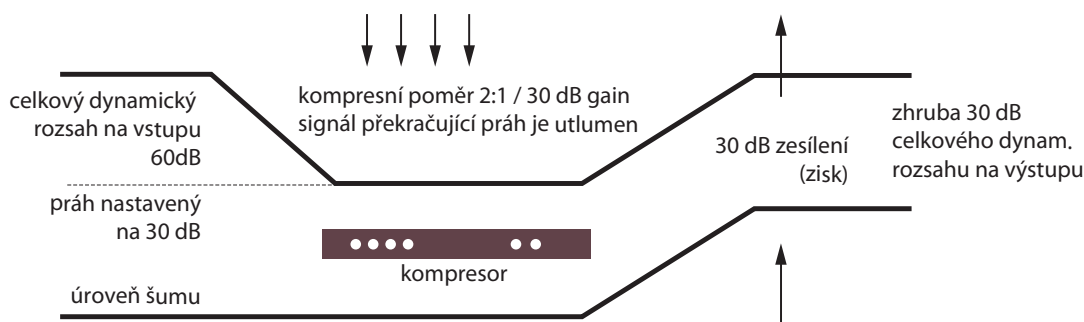
- získání vyšší hlasitosti jednotlivých zvuků (sólový zpěv) / celé nahrávky
- vyrovnání nepřesné dynamiky hry na hudební nástroj
- odstranění nežádoucí dynamiky, vzniklou nekázní hráče nebo zpěváka

- dorovnání dynamiky při poklesu vzniklého odklonem nebo odstoupením od mikrofonu
- zvýšení odstupu tichého signálu od hladiny hluku pro poslech v běžném prostředí (rádio, TV..)
- ochrana nahrávacích, ozvučovacích a vysílacích systémů

## 7.1 ZVUKOVÁ KOMPRESSE

je proces automatické úpravy zvuku, kdy dochází k redukci dynamického rozsahu zvuku dle nastavených parametrů kompresoru. Zatímco je signál jednotlivé stopy, skupiny nebo celkového mixu během nejhlasitějších pasáží ztlumen, celková úroveň nově redukovaného signálu může být zesílena. Jinak řečeno, když dojde ke snížení dynamiky mezi nejtisšími a nejhlasitějšími místy, pak celková úroveň signálu může být zesílena včetně nejtisších míst.

Provádí se kompresorem dynamiky, který může být jak hardwarový (analogový, digitální, nebo kombinace obého) nebo softwarový (plugin v digitálním systému, ve kterém je signál zpracováván).



*Princip procesu dynamické komprese. Kompresor redukuje dynamiku vstupního signálu dle nastavených parametrů tím, že zeslabuje nejhlasitější zvuky. Tím je potom opět možné zesílit celkovou hlasitost na výstupu a včetně nejtisších pasáží.*

### 7.1.1 PARAMETRY KOMPRESORU

Nejčastějšími parametry kompresoru a většiny ostatních zařízení pro úpravu dynamiky jsou:

- **Input Gain** - míra vstupní úrovně signálu
- **Threshold - práh** - nastavení určující úroveň signálu, při kterém začne kompresor proporcionálně redukovat vstupní signál

Např.: pokud je práh nastavený na -20 dB, všechny signál, který je pod touto úrovní, zůstává nedotčen. Pokud hlasitost na vstupu přesáhne tuto hranici, sig-

nál na výstupu je zařízením zpracováván - dochází k útlumu výstupního signálu, a tím ke snížení dynamického rozdílu.

- **Ratio - poměr** - kontrolér určující v jakém poměru k vstupnímu signálu bude výstupní redukován. Rozhoduje o tom, jaké množství signálu na vstupu v dB je potřebné pro zvýšení úrovně o 1 dB na výstupu kompresoru.

Příklad: při nastavení poměru 4:1 dochází při nárůstu úrovně o 4 dB na vstupu k zesílení na výstupu jen o 1 dB. Stejně pak při nárůstu 8 dB na vstupu to znamená, že na výstupu bude nárůst 2 dB při stejné hodnotě poměru komprese. Při kompresním poměru 2:1 je tedy na výstupu nárůst o 1 dB na každé 2 dB na jeho vstupu.

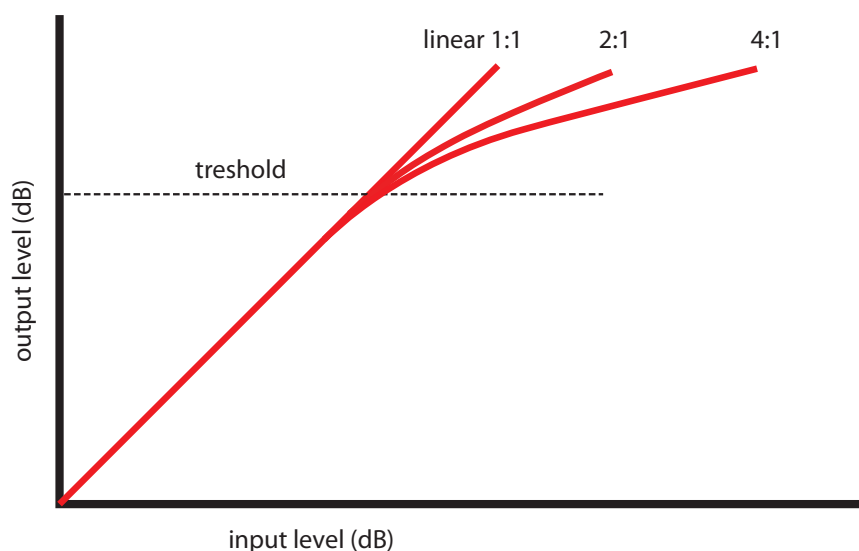
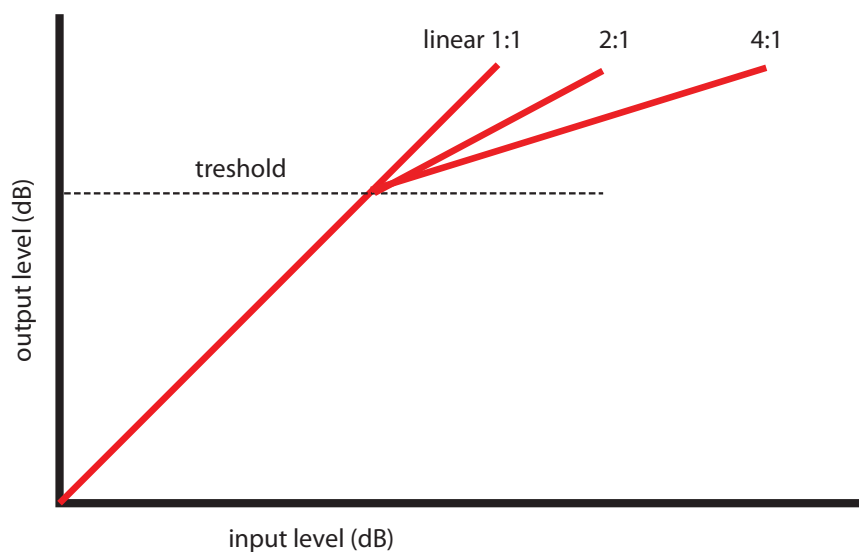
- **Attack - čas náběhu** - nastavení rozhoduje o tom, jak rychle nebo pomalu zeslabí zařízení vstupní signál, který překročí nastavený práh (threshold). Nastavení je v ms. Pro zvuky s delším dozvukem bývá vhodnější nastavit delší čas nástupu komprese (aby nedocházelo k náhlému, rázovitému a tím nepřírodnému ztlumení), u zvuků krátkých a ostrých můžeme čas nastavit na nižší hodnoty. Vhodné nastavení je výsledkem pozorného poslechu tak, aby nedocházelo k slyšitelné změně charakteru zvuku.

- **Release - uvolnění** - podobně jako attack je nastavován v ms, určuje jak pomalu nebo rychle zařízení obnoví hodnotu signálu na jeho původní velikost, pokud je nižší než nastavený práh kompresoru. Příliš malá hodnota může způsobit rychlé dynamické změny projevující se tzv. pumpováním kompresoru. Dlouhý čas může zapříčinit, že komprese probíhá i na tiší části signálu, kdy snížení úrovně není zapotřebí. Opět je potřeba s nastavením experimentovat a poslechem najít nejvhodnější mez.

- **Knee** - koleno, ohyb - přepíná mezi „tvrdým“ (HARD KNEE) a „měkkým“ (SOFT KNEE) průběhem zařízení. Při aktivovaném měkkém průběhu, při dosažení úrovně THRESHOLD, přístroj začíná komprimovat pozvolným náběhem funkce s minimálním poměrem a nastaveného poměru dosáhne až v jisté úrovni nad prahem. Výsledný zvuk působí často přirozenějším dojmem, protože není tak patrný rozdíl mezi komprimovanou a nekomprimovanou částí projevu. Při nastavení HARD KNEE přístroj začíná komprimovat v nastaveném

poměru ostrým skokem.

- **Output gain** - umožňuje nastavení velikosti úrovně signálu na výstupu zařízení. Používá se pro zvýšení hlasitosti dynamicky redukováného signálu na hodnotu nejvhodnější pro odpovídající případ.
- **Meter display** - zobrazuje hodnoty výstupního signálu a míru jeho komprimování.



*Signál na výstupu kompresoru je lineární, pokud nedosáhne prahu citlivosti. Nad ní je hlasitost signálu proporcionálně redukována. Nahoře nastavení hard-knee, dole soft-knee.*

### 7.1.2 ROZŠIŘUJÍCÍ FUNKCE KOMPRESORU

Je výhodné doplnit kompresorovou jednotku expandérem. Dochází tím k podstatnému snížení úrovně rušivých zvuků.

Další užitečná funkce je **odříznutí špiček (CLIPPING PEAK)**. Tento algoritmus odřízne krátkodobé špičky, které jsou velmi rychlé (kolem 1 ms). Může dojít k ostrému odřezání, čímž může docházet ke vzniku nežádoucích harmonických složek. Toto řeší nastavení SOFT CLIPPING, které ostré hrany signálové špičky vyhladí. Takto se lépe zabrání zkreslení.

## 7.2 LIMITACE

je extrémní nastavení algoritmu kompresoru, kdy dochází k tomu, že nad prahem citlivosti dochází k úplnému potlačení dynamiky. Takové nastavení se nazývá limitace a zařízení pracující v tomto režimu se říká limitér.

Limitér je v podstatě kompresor s nastaveným kompresním poměrem na nekonečno : 1. Za limitaci můžeme považovat nastavení poměru na hodnotu 10:1 a vyšší. To znamená, že nárůst vstupní úrovně o 10 dB způsobí na výstupu nárůst o 1 dB.

Většina kompresorů umožňuje nastavení kompresních poměrů plynule v rozsahu 1:1 až nekonečno :1. Takový kompresor má označení **kompresor/limitér**.

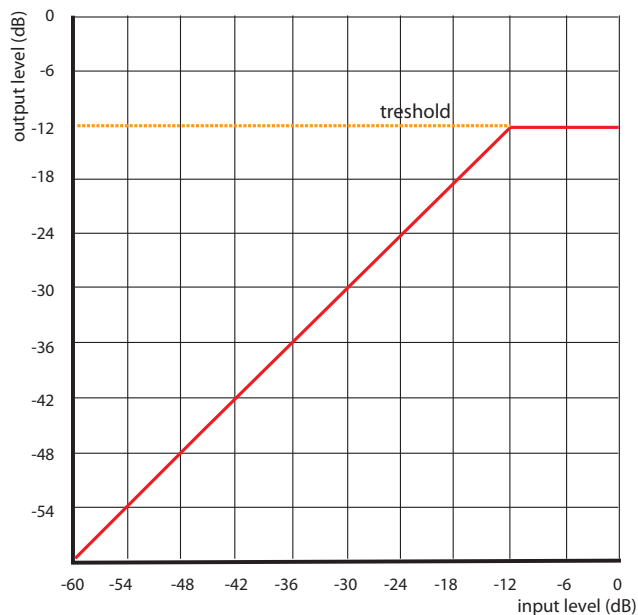
### Rozdíl při použití komprese a limitace

Kompresí zvyšujeme průměrnou hlasitost signálu.

Limitace se používá častěji pro případ, kdy signál nesmí za žádných okolností překročit určitou úroveň.

Pro nastavení limitéru je nutné, aby docházelo k ovlivnění signálu jen u špiček, jinak má vždy slyšitelný dopad na zvuk.



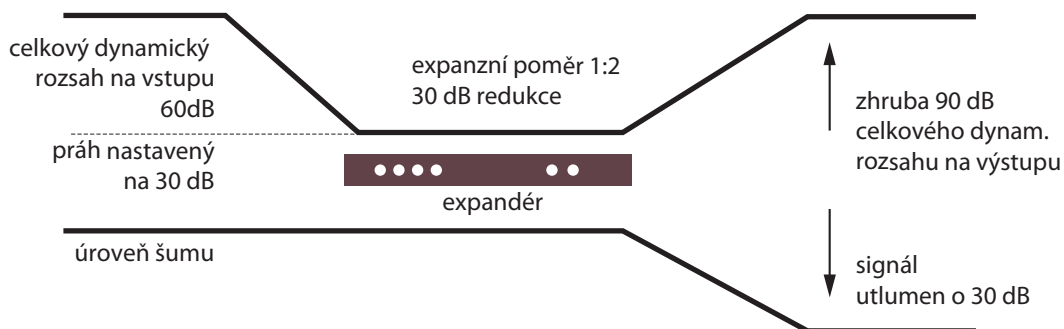


Signál na výstupu kompresoru je lineární, pokud nedosáhne prahu citlivosti. Při dosažení prahu citlivosti je výstupní signál udržován na konstantní hodnotě.

### 7.3 ZVUKOVÁ EXPANZE

Expanze je proces, při kterém je dynamický rozsah signálu proporcionálně zesilován. Zařízení, které umožňuje zeslabení signálu, který dosáhne prahu, se nazývá expandér.

Pomocí expandéru tedy můžeme zvětšovat celkový dynamický rozdíl. Toto zařízení můžeme využívat k redukci šumu. Tiché pasáže, které jsou pod úrovní nastaveného prahu jsou zeslabeny a tím i šumy a brumy projevující se nejvíce právě v tichých pasážích.

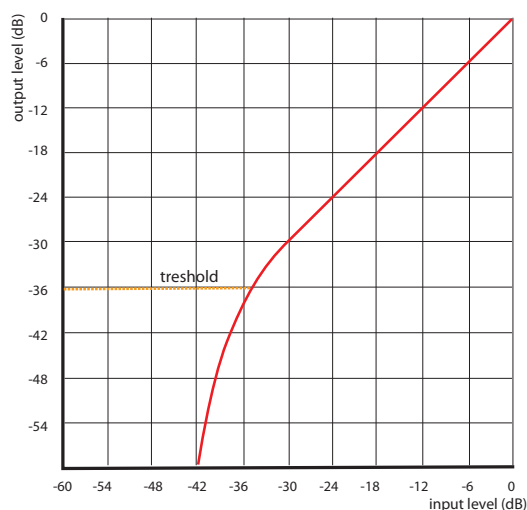
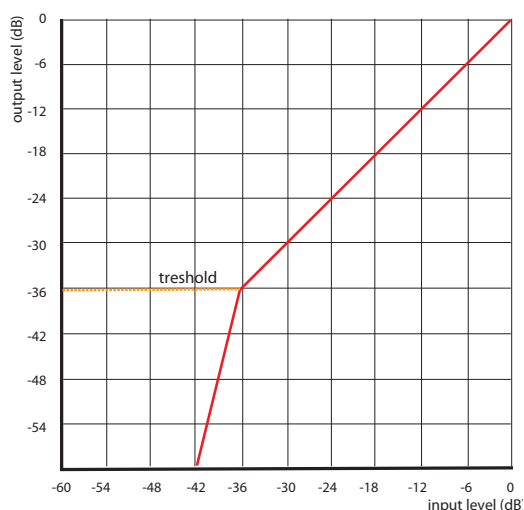


Princip procesu dynamické expanze. Signál na výstupu je lineární a pod úrovní prahu dochází k jeho útlumu dle nastavených parametrů.

### 7.3.1 PARAMETRY EXPANDERU

- **Input Gain** - míra vstupní úrovně signálu
- **Threshold - práh** - nastavení určující úroveň signálu, při kterém začne expander proporcionálně utlumovat vstupní signál
- **Ratio - poměr** - expanzní poměr se udává obráceně než u kompresoru např. 1:5. Tento poměr udává, že každý decibel poklesu signálu pod prahem citlivosti ztlumí výstupní signál o 5 dB.
- **Attack - čas náběhu** - určuje čas potřebný pro úplné zahájení funkce expanderu po překročení prahu citlivosti. Nastavení je v ms.
- **Release - uvolnění** - určuje čas, za jak dlouho se signál začne utlumovat, pokud překročí práh.

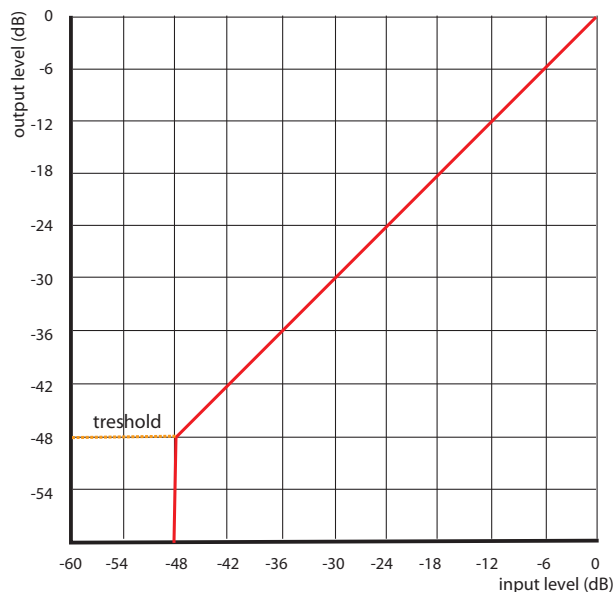
Stejně jako kompresory mají expandery funkce knee (soft / hard), které umožňují postupnější náběh expanze kolem nastaveného prahu citlivosti nebo funkce s automatickým řízením času náběhu a doběhu (attack, release).



*Signál na výstupu limitéru, který je pod prahem citlivosti, je utlumován v nastaveném poměru, při překročení prahu je úroveň signálu na výstupu lineární.*

## 7.4 GATE

Extrémní nastavení expanderu, kdy dojde k úplnému umlčení signálu, který je pod prahem citlivosti. Signál, který je nad prahem citlivosti prochází beze změny.



Signál na výstupu limitéru, který je pod prahem citlivosti, je prakticky vypnut.

### 7.4.1 VYUŽITÍ:

- Eliminace přeslechu mezi nástrojovými mikrofony. Typicky při snímání jednotlivých bubnů u bicí soupravy.
- Eliminace šumu a brumu v tichých pasážích nástrojových nebo vokálních stop.

### 7.4.2 EXTERNÍ VSTUP ŘÍDÍCÍHO OBVODU KOMPRESORU

Součástí každého kompresoru je řídicí obvod (Side Chain), který „odměřuje“ úroveň komprimovaného signálu. Vstup a výstup pro externí řídicí signál bývá umístěn na zadním panelu přístroje. U softwarových plug-in aplikací se tato funkce musí aktivovat.

Máme možnost zapojit do řídicího vstupu kompresoru další procesory. Tím vzniká řada zajímavých alternativních aplikací. Odposlech signálu v řídicím obvodu můžeme provést aktivací režimu **Side Chain Listen / Key Listen** (např. pro odposlech vhodně nastavených frekvenčních pásem připojeného ekvalizéru).<sup>19</sup>

## 7.5 DEESSER

Připojením filtru typu horní propust (často je tato funkce vestavěná přímo do kompresoru) umožňuje kompresor omezit sykavky u mluveného slova. V řídicím obvodu je tedy zapojený filtr HPF, který má zdvih ve frekvenčním pásmu sykavek (4 - 10 kHz). Použijeme-li takto zapojený kompresor na řeč nebo vokál, normální signál projde beze změny, při výskytu ostrých sykavek kompresor reaguje a potlačí tato místa dle nastavených parametrů. Je potřeba komprimaci sykavek poslechově hlídat, protože při nadměrném potlačení dochází k nežádoucím efektům (jakoby si interpret šlapal na jazyk).<sup>20</sup>

Externě připojeným signálem z ekvalizéru můžeme podobně omezit nepříjemně znějící dechové souhlásky P, B a pod. tím, že na ekvalizéru zdůrazníme pásmo okolo 50 Hz.

## 7.6 DUCKING / KEYING

je případ využití řízení kompresoru jiným externím signálem. Typickým příkladem je automatické potlačení hudby při nástupu mluveného slova.

Stereofonní kompresor je zapojen do inzertních subvýstupů, do kterých je přiveden signál, který chceme mluveným slovem / zpěvem potlačit. Do vstupu řídicího obvodu potom zapojíme z přímého výstupu signál z mikrofonu, příp. zvuk z jiné stopy, který chceme přimíchávat. Náběhový čas se nastavuje poměrně rychlý, doběhový čas podle toho, jak rychle se utlumený signál má vrátit na původní hodnotu. Je to více méně záležitostí citu.

Podobným způsobem můžeme ovlivňovat dynamiku jakéhokoliv signálu jiným. V taneční hudbě se často využívá utlumení basové linky kompresorem řízeným signálem z basového bubnu, aby nedocházelo k nežádoucímu součtu hodnot signálu obou stop a tím ztrátě čitelnosti (maskování) jednotlivých nástrojů.

## 7.7 VÍCEPÁSMOVÉ KOMPRESORY

Vícepásmová komprese pracuje na základě rozdělení frekvenčního spektra signálu do několika pásem použitím vícenásobných bandpass filtrů. To umožňuje, aby oddělená pásma byla komprimována různými parametry a zamezilo se tak

problémům, které se objevují u jednopásmových kompresí. Ačkoliv je vícepásmová komprese záležitostí především finálního masteringu, je možné ji použít i pro jednotlivý zvuk nebo skupinu zvuků. Např. basová kytara může být komprimována méně na vyšších frekvencích a vyšší stupeň komprese můžeme použít na nižší registry. Nedochozí tím k otupení zvuku.

Vícepásmové kompresory se používají k úpravě komplexního signálu při masteringu, vysílání a tam, kde je potřeba, aby se docílilo příjemného zvuku s co nejvyšší průměrnou hlasitostí. Oproti klasickým modelům je možné dosáhnout zvýšení hlasitosti o 3 až 6 dB při stejné úrovni signálových špiček, aniž by se projevovaly jakékoli slyšitelné postranní efekty.

## ZÁVĚR

Úprava zvukové složky AV díla obecně slouží k dosažení určitých záměrů zvukové dramaturgie a zvukové režie. Je součástí tvůrčího a technologického postupu, který podléhá individuálnímu přístupu zvukového mistra a s ohledem na požadavky autorských záměrů nabývá autentické podoby.

Úprava zvuku zahrnuje veškeré tvůrčí, technické a technologické úpravy dialogů, ruchů a hudby různými elektroakustickými zařízeními do nové požadované podoby (stříh, úpravy barvy, výšky, výroba spec. ruchů a atmosfér, tvorba prostorů, atd.). Pro tuto práci se používá široká škála nástrojů. technických zařízení jako jsou mixážní pulty, DAW nebo jiné analogové či digitální externí procesorové jednotky. Tyto zvukové úpravy se v dnešní době staly nezbytnou součástí dokončovacích prací.

Kreativní činnost zvukového mistra spočívá ve věrném podání zaznamenané skutečnosti, zvýraznění myšlenky uměleckého díla a řekněme v proměně jakéhokoli zvuku na zvuk výborný, Základními prostředky jsou editační nástroje, úprava barvy zvuků a jejich vzájemných poměrů hlasitostí, vhodného rozmístění zvuků v prostoru a tvůrčí využití efektů.<sup>21</sup>

### Zobecnění důvodů pro úpravy zvukové stránky AV díla

Pro nejlepší zvukový výsledek je potřeba mít zdrojový materiál v co nejlepším stavu. Je nutná pečlivá příprava pro záznam zvuku, výběr vhodných mikrofonů, volba technologie pro další zpracování.

Pro záznam filmového zvuku je nutné dopředu se seznámit s natáčecími lokalitami a učinit rozhodnutí, zda se bude zvuk snímat jako **kontaktní** neboli jako platný základ pro další dotváření, nebo **pomocný**, pokud z nějakých důvodů není možné zvukový záznam plnohodnotně použít.

Nejdůležitějším úkolem zvukového mistra je zaznamenat čistě a věrně všechny funkční zvuky a pokud možno vyloučit ze záznamu parazitní signál. Vždy je prioritní srozumitelnost dialogů, protože jejich informační charakter je pro dílo stěžejní.

Ekvalizér je jeden z nejdůležitějších nástrojů zvukového mistra. Umožňuje úpravy a korekce ve frekvenční oblasti audiosignálu jako je odstranění nízkofrekvenčních brumů a záznějů, vysokofrekvenčních šumů a přílišných sykavek, rezonančních špiček, apod. V těchto případech využíváme filtry typu horní, spodní propust a pásmové zadržky s ovlivněním úzkého frekvenčního pásma (Notch filtry), aby nedošlo k přílišnému ovlivnění původní barvy zvuku.

Úpravy s ovlivněním širšího frekvenčního pásma se nejčastěji používají k změně barvy zvuku a vytvoření nových kvalit.

Zvuk, který zní dobře samostatně, se může v souzvuku jevit problematicky, pokud se překrývá frekvenčně a je umístěn ve stejné panoramě jako jiný podobný zvuk. I tady využijeme ekvalizér k potlačení překrývajících se pásem a vytvoření prostoru pro vzájemný srozumitelný souzvuk.

Další oblastí, kterou jsem se ve své diplomové práci zabýval, jsou dynamické úpravy AV díla. Aplikace těchto úprav ovlivňuje srozumitelnost, hutnost, celkovou hlasitost, celkový dynamický rozdíl a odstup užitečného signálu od šumu. Úpravy v oblasti dynamiky provádíme jak na jednotlivých zvukových stopách, tak na celkovém mixu.

### **Zvuková postprodukce - spolupráce s dalšími zvukovými profesemi a ostatními složkami**

Je běžné, že zvukovou složku obvykle zpracovává tým lidí různých zvukařských profesí. Specialisté na záznam zvuku při natáčení, na postsynchrony, na hudbu, na ruchy, na střih zvuku (opět úzce specializovaní na dialogy, ruchy a hudbu). Jeden tým provádí mixáž dialogů, další mixáž jednotlivých částí ruchů, další finální mixáž celého filmu, jiní specialisté vytvářejí mezinárodní pásy. Koordinační a tvůrčí dohled nad těmito pracemi má supervising editor.

Pro úspěšnou a co nejméně komplikovanou realizaci postprodukčních prací je zapotřebí bezchybná vzájemná komunikace jednotlivých složek (režisér, hudební skladatel). Přesně naplánovaný postup jednotlivých kroků (postsynchrony, výběr ruchů, atmosfér, synchronní ruchy, nahrávání hudby, speciální efekty) a jejich časová koordinace.

Pro samotnou realizaci zvukové postprodukce je nezbytné mít správně naplánovány a rozvrženy a popsány skupiny zvukových stop a jednotlivých regionů v DAW pro rychlou orientaci a přehlednost. Možnost prakticky neomezeného množství virtuálních stop u digitálního systému svádí k chaotickému vytváření stop pro každý jednotlivý zvukový prvek. Toto práci výrazně znehledňuje a zpomaluje.

### **Reálný zvuk, zvuková úprava a stylizace**

Zvuk má schopnost působit na lidské emoce. Jeho emocionální charakter je nejvíce patrný u zvukových archetypů (zvuky živelů, hromobití, křupání sněhu, štěkot a vytí psů, dětský pláč, nárek...). Takové zvuky se silným psychoakustickým efektem mohou navodit celou škálu emotivních stavů.

V kontextu s obrazem může stejný zvuk způsobit rozdílné pocity. Jinak na nás bude působit hučení vody při příjemném pohledu na splav a jinak při povodni.

Reálný (naturální) zvuk zaznamenaný při natáčení není vždy vhodný pro použití do AV díla. Ve filmu a TV takové zvuky nejsou adekvátní, někdy nesplňují očekávání diváka (divák je zvyklý na akční zvuk). Proto je velmi často zvuk nahrazen jiným, vrstven přidáváním dalších nebo pomocí efektů upravován.

Zvuk nebo zvukový detail se tak stává zajímavým, důrazným, také příjemnějším, vystupujícím do popředí, upoutávající pozornost, čili má požadovaný psychoakustický efekt. Zvuky, které jsou upraveny můžeme nazvat charakteristickými a hyperrealistickými.

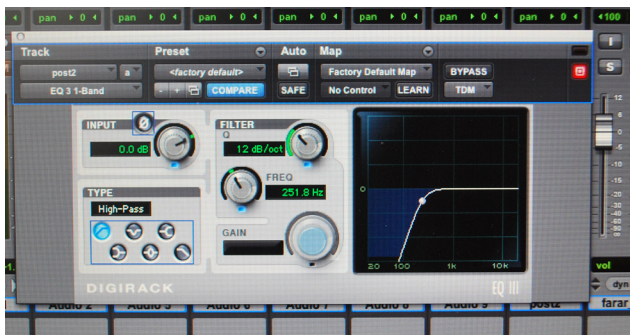
U některých žánrů (pohádka, sci-fi, horor) je potřeba vytvořit nový adekvátní zvuk k obrazové akci vhodně dotvářející atmosféru. V těchto případech se může nejvíc projevit kreativita a funkce sound designéra nabývá dalšího významu jako tvůrčího pracovníka, který vytvoří – navrhne např. jenom jeden jediný zvukový komponent nebo zvukové řešení určité filmové scény.

Neustálé technické a technologické inovace zvukových zařízení přispívají k zajímavějším a úžasnějším výsledkům. I když je potřeba si uvědomit, že nejsou

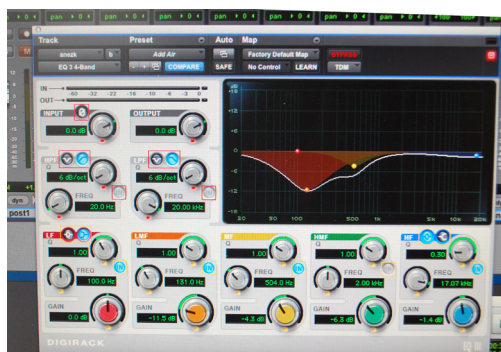


důležité prostředky, jak se k výsledku dostaneme, ale jak je výsledek přesvědčivý. Ještě více kanálový zvuk nemusí zaručit zvukovou vyjímečnost. Vždy bude záležet na osobitém přístupu, citu, zkušenostech zvukového mistra.

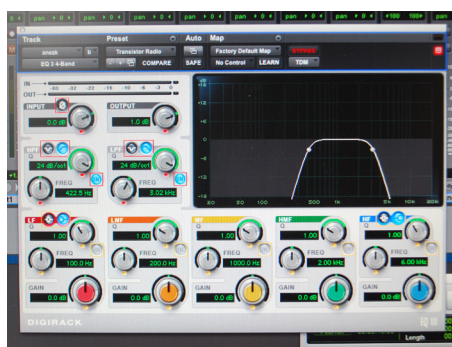
## Fotopříloha



Ukázka softwarově řešeného filtru typu horní propust v Protools s nastavenou odřezávací frekvencí na 251,8 Hz a s útlumem 12 dB / oktávu.



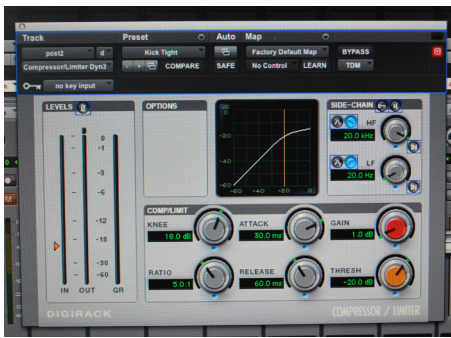
Ukázka softwarově řešeného čtyřpásmového parametrického ekvalizéru v Protools.



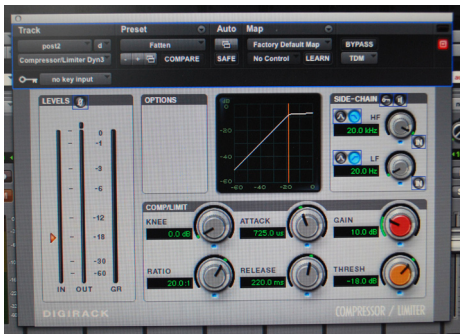
Ukázka softwarově řešeného čtyřpásmového parametrického ekvalizéru v Protools s nastavením simulující telefonní zvuk.



Ukázka softwarově řešeného kompresoru / limitéru v Protools s kompresním poměrem 3:1 a prahem -28 dB s průběhem soft knee.



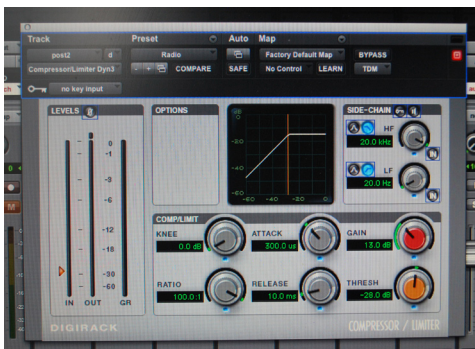
Ukázka softwarově řešeného kompresoru / limiteru v Protools s kompresním poměrem 5:1 a prahem -20 dB s průběhem soft knee



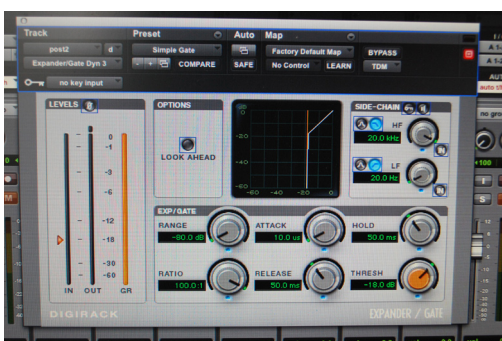
Ukázka softwarově řešeného kompresoru / limiteru v Protools s kompresním poměrem 20:1 a prahem -18 dB. Nyní kompresor pracuje v režimu limitace.



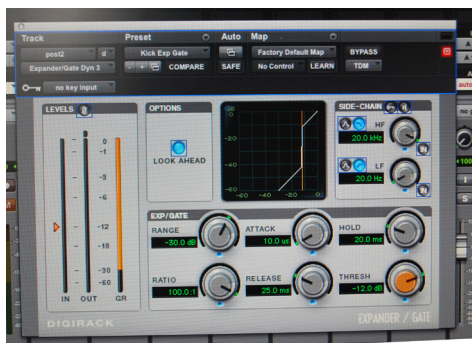
Limitace nastavená na -38 dB - kompresní poměr 100:1 s jemnějším náběhem.



Limitace nastavená na -38 dB - kompresní poměr 100:1 s ostrým náběhem



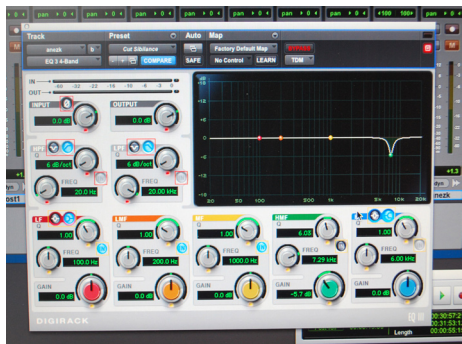
Gate, který propustí zvuky hlasitější než -18 dB



*Zvláštní nastavení gatu, kdy je smížen dynamický rozdíl mezi tichem a plným signálem. Gate zní přirozeněji.*



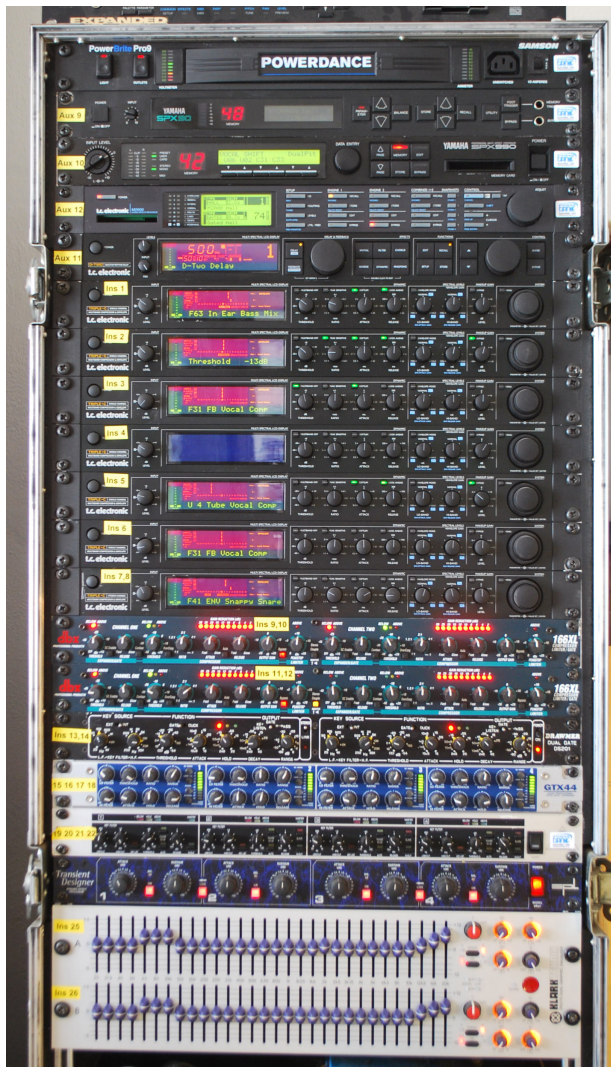
*Typické nastavení expanze, kdy pod prahem je zvuk utlumen na výstupu o hodnotu expanzního poměru. V tomto případě 1,3:1.*



*Nastavení ekvalizéru typu Notch, kdy je úzké frekvenční pásmo ( $Q = 6$ ) utlumen. Takto můžeme provést korekci sykavek, šumu nebo rezonance při vhodně zvolené mezní frekvenci.*



*Ukázky 4 - pásmových parametrických ekvalizérů u analogového mixážního pultu Midas Legend. Vlevo bez možnosti nastavení Q. V pravo s možností nastavení Q u vyšších a nižších středů. Zajímavostí je ocejšování rozsa-hu šířky pásma, které není uvedeno 1 - 10, ale v oktávách. (0,3 - 1 - 2)*



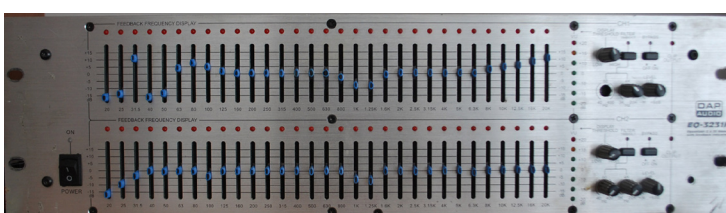
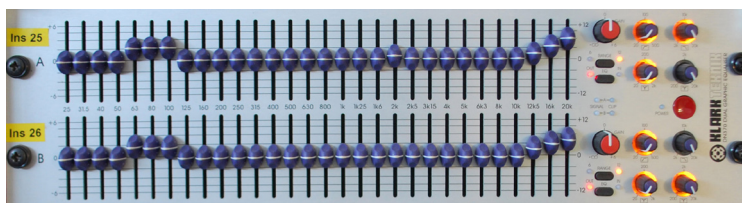
48 stopý analogový mixážní pult  
Midas Legend a ukázka externích  
zařízení pro úpravu zvuku v rackové  
verzi.



Typické ovládací prvky kompresoru / limiteru / gate. Nahoře analogový procesor, dole digitální.



Ukázka externích digitálních kompresorů TC Electronics s možností přepnutí režimu jednopásmový nebo vícepásmový.



Čelní panel dvoukanalového 1/3 oktávového grafického ekvalizéru Klark Technik a DAP Audio.

## Použité citace:

- 1 MOUDRÝ, Jirí; BLÁHA, Ivo . ÚVOD DO OBORU ZVUKOVÁ TVORBA. Microsoft Word [online]. 2006, 2, [cit. 2011-05-18].  
Dostupný z WWW: <[www.famu.cz/docs/03Zvukverze2004.DOC](http://www.famu.cz/docs/03Zvukverze2004.DOC)>
- 2 KUBÁT, Karel. Příručka zvukaře a fonoamatéra. Praha : SNTL, 1990. 453 s. ISBN 80-03-00260-5
- 3 KUBÁT, Karel. Příručka zvukaře a fonoamatéra. Praha : SNTL, 1990. 453 s. ISBN 80-03-00260-5
- 4 BERNAT, Petr, ing . Akustika, vznik a šíření zvuku, frekvenční analýza a syntéza, sluchový vjem zvukového signálu.  
Microsoft Word [online]. 2009, 1, [cit. 2011-03-15].  
Dostupný z WWW: <[http://homen.vsb.cz/~ber30/texty/varhany/anatomie/pistaly\\_akustika.htm](http://homen.vsb.cz/~ber30/texty/varhany/anatomie/pistaly_akustika.htm)>.
- 5 [http://en.wikipedia.org/wiki/Sound\\_design](http://en.wikipedia.org/wiki/Sound_design), [cit. 2011-03-15]
- 6 Booth, Michael R. (1991) Theatre In The Victorian. Cambridge University Press ISBN 0521348374
- 7 VLACHÝ, Václav. Praxe zvukové techniky. Praha : Muzikus, 2006. 296 s. ISBN 978-80-86253-46-5
- 8 RUDOLF, Thomas; LEONARD, Vincent. Recording in the Digital World. Boston, USA : Berklee Press, 2009.  
274 s. ISBN 978\*0-634-01324-9.
- 9 ŽDÁNSKÝ, Jindřich . Úvod do číslicové filtrace. Pdf [online]. 2008, 1, [cit. 2011-02-18].  
Dostupný z WWW: <[itakura.kes.tul.cz/zbynek/dwnld/Introduction\\_to\\_digital\\_filters.pdf](http://itakura.kes.tul.cz/zbynek/dwnld/Introduction_to_digital_filters.pdf)>.
- 10 VYCHODIL, Pavel. Velký test Zvukových karet . CZC [online]. 15. 4. 2005, 1, [cit. 2011-04-2].  
Dostupný z WWW: <[http://www.czechcomputer.cz/art\\_doc-05F19E1751651021C1256FE400453E10.htm](http://www.czechcomputer.cz/art_doc-05F19E1751651021C1256FE400453E10.htm)>
- 11 VLACHÝ, Václav. Praxe zvukové techniky. Praha : Muzikus, 2006. 296 s. ISBN 978-80-86253-46-5
- 12 RUDOLF, Thomas; LEONARD, Vincent. Recording in the Digital World. Boston, USA : Berklee Press, 2009.  
274 s. ISBN 978\*0-634-01324-9.
- 13 HUBER, David; RUNSTEIN, Robert. Modern Recording Techniqued. 2010. Oxford, UK : Focal Press, 2010. 499 s,  
ISBN 978-0-240-81069-0
- 14 HUBER, David; RUNSTEIN, Robert. Modern Recording Techniqued. 2010. Oxford, UK : Focal Press, 2010. 499 s,  
ISBN 978-0-240-81069-0
- 15 KOSTELNÝ, Štefan. Frekvence, panorama a hloubka - Téma měsíce. Muzikus [online]. 21.8.2007, 10, [cit. 2011-035-10].  
Dostupný z WWW: <[www.muzikus.cz/.../Frekvence-panorama-a-hloubka-Tema-mesice~21~srpen~2007/](http://www.muzikus.cz/.../Frekvence-panorama-a-hloubka-Tema-mesice~21~srpen~2007/) - Archiv - Podobné>
- 16 HUBER, David; RUNSTEIN, Robert. Modern Recording Techniqued. 2010. Oxford, UK : Focal Press, 2010. 499 s,  
ISBN 978-0-240-81069-0
- 17 VLACHÝ, Václav. Praxe zvukové techniky. Praha : Muzikus, 2006. 296 s. ISBN 978-80-86253-46-5

- 18 VLACHÝ, Václav. Dynamické procesory. Muzikus [online]. 4.2.2003, 5, [cit. 2011-02-8].  
Dostupný z WWW: <<http://www.muzikus.cz/pro-muzikanty-clanky/Dynamicke-procesory~04~unor~2003/>>
- 19 VLACHÝ, Václav. Praxe zvukové techniky. Praha : Muzikus, 2006. 296 s. ISBN 978-80-86253-46-5
- 20 VLACHÝ, Václav. Praxe zvukové techniky. Praha : Muzikus, 2006. 296 s. ISBN 978-80-86253-46-5
- 21 MOUDRÝ, Jiří; BLÁHA, Ivo . ÚVOD DO OBORU ZVUKOVÁ TVORBA. Microsoft Word [online]. 2006, 2, [cit. 2011-05-18].  
Dostupný z WWW: <[www.famu.cz/docs/03Zvukverze2004.DOC](http://www.famu.cz/docs/03Zvukverze2004.DOC)>

#### **Použitá literatura:**

1. SYROVÝ, V. - Malý slovník základních pojmů hudební akustiky a hudební elektroniky, Praha: Akademie múzických umění, 2001, ISBN 80-85883-80-5 (brož.)
2. WATKINSON, John. The Art of Digital Audio. 2001. Oxford. UK : Focal Press, 2001. 300 s. ISBN 0-240-51587-0.
3. FORRÓ D.- Počítače a hudba, Praha: Grada, 1994, ISBN: 80-85623-57-9 (brož.)
4. FORRÓ D. - Domácí nahrávací studio, Praha: Grada Publishing, 1996, ISBN 80-7169-231-X (brož.)
5. Richard Grace - Hudba a zvuk na počítači, Praha : Grada, 1999, ISBN: 80-7169-519-X (brož.)
6. SOUND ON SOUND - Různé příspěvky. Sound on Sound. 2009-2010, různá čísla, s. 1-180.  
Dostupný také z WWW: <<http://www.soundonsound.com/>>. ISSN 0951-6816.
7. VLACHÝ, Václav. Praxe zvukové techniky. Praha : Muzikus, 2006. 296 s. ISBN 978-80-86253-46-5
8. MOUDRÝ, Jiří; BLÁHA, Ivo . ÚVOD DO OBORU ZVUKOVÁ TVORBA. Microsoft Word [online]. 2006, 2, [cit. 2011-05-18].  
Dostupný z WWW: <[www.famu.cz/docs/03Zvukverze2004.DOC](http://www.famu.cz/docs/03Zvukverze2004.DOC)>
9. KUBÁT, Karel. Příručka zvukaře a fonoamatéra. Praha : SNTL, 1990. 453 s. ISBN 80-03-00260-5
10. RUDOLF, Thomas; LEONARD, Vincent. Recording in the Digital World. Boston, USA : Berklee Press, 2009. 274 s. ISBN 978\*0-634-01324-9
11. HUBER, David; RUNSTEIN, Robert. Modern Recording Techniques. 2010. Oxford, UK : Focal Press, 2010. 499 s, ISBN 978-0-240-81069-0

#### **Seznam příloh:**

- 1 x CD-ROM s elektronickou verzí teoretické části diplomové práce
- 1 x Mini DV kazeta s praktickou částí diplomové práce - hraný film Janek a Anežka (33 min.)