

UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ

Fakulta multimediálních komunikací

Ústav animace a audiovize

**Stereofonní nahrávání hudby – výhody a nevýhody jednotlivých
metod.**

Bakalářská práce

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací
Ústav animace a audiovize
akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Pavel HRUDA**
Studijní program: **B 8206 Výtvarná umění**
Studijní obor: **Multimedia a design – Audiovize**

Téma práce: **1. Teoretická práce:**
Stereofonní nahrávání hudby – výhody a nevýhody jednotlivých metod

2. Praktická práce:
Hraný film do 30minut – zvuk Pavel Hruza

Zásady pro vypracování:

1. Teoretická část práce:

Rozsah práce: 15 – 20 normostran textu bez započítání obsahu, rejstříku a obrazových příloh. Formální podoba 1 ks v pevné vazbě s popisem na hřbetu i horní desce spolu s CD-ROM. Dále 2 ks práce, které mohou být v kroužkové vazbě. Práci je třeba rovněž odeslat do knihovny UTB Zlín v elektronické podobě ve formátu pdf.

Pokyny k vypracování: prostudujte a analyzujte dostupné materiály z profesního hlediska a formulujte závěry a získané vědomosti.

2. Praktická část práce:

Výstupní dílo předložte na 3 ks DVD a 1 ks MiniDV (nosiče řádně popište).

Součástí celé práce budou vyplněné formuláře pro OSA, NFA a Licenční smlouva k audiovizuálnímu dílu.

Rozsah práce: viz Zásady pro vypracování
Rozsah příloh: viz Zásady pro vypracování
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/umělecké dílo

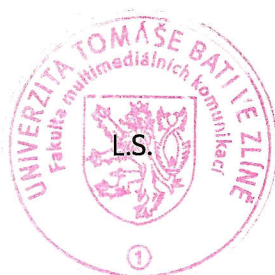
Seznam odborné literatury:

Václav Vlachý Praxe zvukové techniky (Muzikus, 2000) Ján Grečnár Filmová hudba od
nápadu po soundtrack (ÚHV, SAV, 2005) www.recording-microphones.co.uk
www.schoeps.de www.shure.com www.dpamicrophones.com www.akeg.com
www.neumann.com

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Ján Grečnár, ArtD.
Ústav animace a audiovize
Datum zadání bakalářské práce: 21. ledna 2009
Termín odevzdání bakalářské práce: 11. května 2009

Ve Zlíně dne 12. března 2009


doc. MgA. Jana Janíková, ArtD.
pověřená děkanka




doc. MgA. Jana Janíková, ArtD.
ředitel ústavu

Chtěl bych poděkovat především Svému vedoucímu pedagogovi za věcné připomínky a zapůjčení některých mikrofonů.

Prohlašuji, že jsem na celé bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval.

Ve Zlíně dne

*.....
podpis bakaláře*

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá základními stereofonními metodami snímání hudby. Teoretická část se pokusí nastínit základní principy těchto metod a poukázat na jejich výhody a nevýhody. Praktická část se snaží některé tyto metody a tvrzení ověřit v praxi.

Abstract

The bachelor thesis deals with the basic stereophonic methods of music pick-up. The aim of the theoretic part is to present the basic principles of these methods and it tries to show their advantages and disadvantages. The aim of the analytic part is to verify some of these methods and statements.

Obsah:

- 1. Úvod** (str. 7)
 - 2. Cíl a princip stereofonního snímání** (str. 9)
 - 3. Techniky stereofonního nahrávání hudby** (str.11)
 - 3.1. Technika panoramovaného sterea („*falešné stereo*“) (str. 11)
 - 3.2. Technika snímání AB (*rozložený mikrofonní pár*) (str. 13)
 - 3.3. Techniky koincidenční (*shodný mikrofonní pár*) (str. 15)
 - 3.3.1. X/Y (str. 15)
 - 3.3.2. M/S (str. 16)
 - 3.4. Techniky Near-Koincidenční (*blízký shodný pár*) (str.20)
 - 3.4.1. ORTF (str. 20)
 - 3.4.2. DIN (str. 21)
 - 3.4.3. NOS (str. 21)
 - 3.5. Technika separovaného sterea (*baffled–Omni pair*)(str. 22)
 - 3.5.2. JECKLIN DISK (str. 22)
 - 3.5.3. PZM (str. 24)
 - 3.6. Technika Blumlein sterea (str. 25)
 - 3.7. Technika Binaurální (str. 27)
 - 4. Specifické prvky snímání při subjektivním porovnávání v praxi** (str. 29)
 - 4.1. Technický prvek (Technická jednotka nahrávacího řetězce) (str. 29)
 - 4.2. Umělecký vliv zvukového mistra (str. 31)
 - 5. Subjektivní porovnání vybraných stereofonních systémů v praxi** (str. 33)
 - 5.1. Klášterní chrám (str. 33)
 - 5.2. Křesťanský kostel (str.34)
 - 5.3. Filharmonie Zlín (str. 35)
 - 6. Závěr** (str. 37)
- Použitá literatura (str. 38)
- Přílohy (str. 39)

1. Úvod

Technologie umožňující reprodukci zvuku zachovávající původní prostorové rozložení v akustickém poli se nazývá stereofonie (z latinského stereo – pevný či prostorový a z latinského fono – zvuk). Hlavním cílem stereofonie je vyvolat v posluchačově podvědomí představu o rozmístění zvukových zdrojů (hudební nástroje) v akustickém poli (koncertní podium).

Prvotní systémy záznamu byly ovšem monofonní – obsahovaly tedy jen monofonní informaci (jednokanálovou – bez prostorové informace). První zdokumentované zmínky o vícekanálovém systému reprodukce se datují k roku 1881, kdy francouzský návrhář Klementa Ader demonstroval na výstavě Electrical Exhibition v Paříži své vylepšení klasického telefonního systému. Bohužel si však v této době nikdo neuvědomoval význam jeho objevu, a proto jsou jako počátky vývoje stereo technik brány až počátky 30. let, kdy americká společnost Bell Laboratories (pod vedením Dr. Harvey Fletche) pracovala na systému rozloženého mikrofonního páru (AB stereo) a v Británii společnost EMI (pod vedením Alana Blumleina) vyvíjela systém shodného mikrofonního páru - XY, MS a Blumlein Stereo.

Pokroky v oboru elektroakustiky (záznamu, přenosu a reprodukci) měly za následek také postupné zavádění stereofonie do komerčního využití - rádio (první přenos v prosinci roku 1925 - rádio BBC), kinoprůmysl (první dvoukanálový komerční stereofonní film v roce 1940 – Walt Disney, Fantasia) a spotřební elektronika (gramofonový záznam – použití PVC a zdokonalení mikrodrážky LP v 50 letech, magnetofonový záznam). Mezi první nahrávky provedené touto metodou u nás byly v 50. – 60. letech opery Prodaná nevěsta, Rusalka a Čertova stěna (šlo o záznam na gramofonové desky).

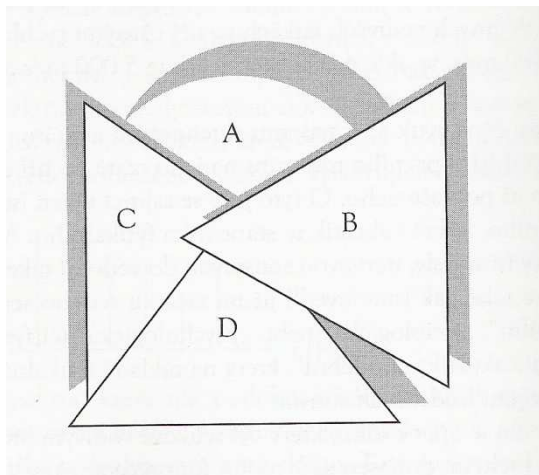
Přechody z mono systémů do stereo systémů však nebyly plynulé a v některých domácnostech i v dnešní době najdeme monofonní rádio přijímače, TV přijímače, gramofony atd. Při vývoji těchto technik bylo tedy velmi důležité, aby stereo nahrávky či přenosová cesta vícekanálových systémů v el. akustickém řetězci (TV, rádio) byly kompatibilní s těmito staršími systémy (pracující jen s Mono informací).

V této práci bych se chtěl proto věnovat snímání základními dvoukanálovými stereofonními metodami v praxi a současně se pokusit o jejich porovnání (jednotlivé výhody a nevýhody) podle mých subjektivních pocitů při nahrávání v praxi.

Součástí této práce je přiložené audio CD, na kterém jsou mé hudební ukázky ze subjektivního porovnávání jednotlivých metod.

2. Cíl a princip stereofonního snímání

Princip stereofonního snímání je založen především na akusticko-fyziologických souvislostech.

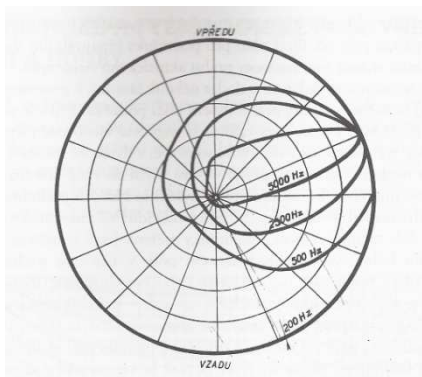


Dle PhDr. Bohumila Geista: Akusticko-fyziologická oblast hudby (A) představuje pole, které je dáno průniky, přesahy a navrstvením tří oblastí vědních disciplín – akustiky (B), anatomie a fyziologie (C) a fyziologické psychologie (D).

Obr. 01 : Průniky akusticko-fyziologických souvislostí.

Spodní hranice sluchového pole člověka začíná někde kolem 16 Hz (práh slyšení) a končí v horní hranici kolem 20 000Hz. *(Dle PhDr. Geista se může v některých případech přibližovat k hranici 12Hz či 25000Hz).*

Podstatou lokalizace zdroje v akustickém poli je Binaurální slyšení. Je založené na faktu, že člověk má dvě uši, které mu umožňují vnímat směr přicházejících zvuků na základě rozdílů v úrovni, fázi a spektrálním složení. Jsou-li tedy například dva zvuky přicházející z různých směrů od sebe navzájem o více než 15ms časově opožděné, náš mozek vyhodnotí, který zvuk přichází jako primární, a který jako sekundární pro levé i pravé ucho zvlášť (mozek lokalizuje zdroj zvuku). Výsledný obraz akustického pole je poté vyhodnocen v našem mozku na základě vzájemných časových zpoždění.



Obr. 02: Směrové charakteristiky pravého ucha pro různé frekvence.

V minulosti postupnými měřeními v praxi bylo zjištěno, že velmi citlivě je vyhodnocován vzájemný poměr hlasitosti v oblasti vyšších kmitočtů a lokalizace zvuku je nejpřesnější na vodorovné rovině před posluchačem. V ostatních směrech je lokalizace podstatně horší.

Dle zjištění V. O. Kudsena je schopnost rozlišit vnímání výšky dvou tónů dána rozdílem jejich frekvencí. Tento poměr se nazývá prahová hodnota rozlišovací schopnosti nebo někdy také práh rozlišení. Z následující tabulky vyplývá, že při větších vzájemných vzdálenostech je rozlišení snazší, a čím je vzdálenost menší, tím je rozlišení obtížnější – dokud nedosáhneme hranice, kdy se výšky tónů již nedají odlišit (tedy splynou).

kmitočet (Hz)	64	128	256	512	1024	2480	4096	8192	16384
Prahová hodnota	0,9	0,6	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,35	0,9

Z měření bylo zjištěno, že lidský orgán, který právě rozlišuje dva tóny, je nejcitlivější v pásmu středních frekvencí tj. kolem 500 – 5000 Hz. Například při frekvenci 800Hz lze rozlišit 2 tony s rozdílem +/- 2,4Hz, zatímco při frekvenci 12000Hz potřebuje náš orgán rozdíl větší než +/- 84Hz, aby nebyly vnímány jako stejný zvuk.

Lidský sluch je však k rozdílům mezi reprodukčními podmínkami v akustickém prostředí a přímým poslechem v místnosti dost tolerantní. Proto dnes existuje řada osvědčených systémů stereofonního snímání (stereofonní systémy, vícekanálové systémy a jejich vzájemné kombinace), které nám v reprodukčních podmínkách vytvoří přesvědčivý obraz akustického pole.

Hlavním cílem zvukového mistra při stereofonním snímání je tedy vytvořit v divákově mysli co nejvěrnější obraz či představu (vjem) o akustickém poli – například nahrávka symfonického orchestru, při které divák dokáže v představě lokalizovat jednotlivé nástroje, získá představu o prostoru apod. Zjednodušeně by se tedy dalo říct, že snahou zvukového mistra je přenést diváka do koncertního sálu za pomoci elektroakustického řetězce a svého uměleckého počínu. Velmi důležité je také, aby zvukový mistr měl při nahrávání podobné podmínky jako posluchač a nedocházelo tak ke zkreslení informace o umístění nástrojů v akustickém poli.

3. Techniky stereofonního nahrávání hudby

3.1. Technika panoramovaného sterea („falešné stereo“)

U tohoto systému dosahujeme stereofonního obrazu akustického pole rozpanoramováním na mixážním stole, na kterém se ho zvukový mistr snaží uměle vytvořit (obr. 03 a 04). S tímto systémem se nejvíce setkáváme při studiovém nahrávání (populární hudby, klasické hudby), kdy se snažíme, aby byly jednotlivé nástroje od sebe možná co nejvíce oddělené. Dále se s ním můžeme setkat

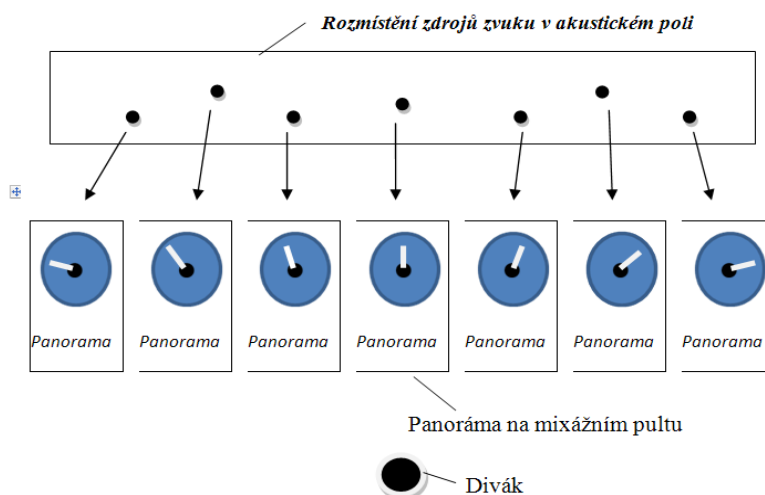


Obr. 03: Mixážní pult TLA M4.

v akusticky nevyhovujícím prostoru, kde by klasické metody stereofonního snímání nevyhovovaly kvalitativnímu či uměleckému záměru, popřípadě při pořizování „Live“ nahrávek z koncertů populární hudby.

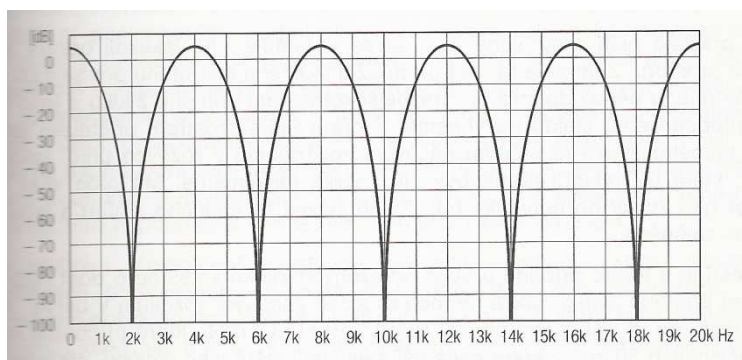
Tento systém nabízí zvukovému mistrovi velké možnosti úprav signálů při samotném nahrávání i u případných postprodukčních prací - vychází ze vzájemné izolace jednotlivých nástrojů. Zvukový mistr tak může ovlivňovat jednotlivé poměry nástrojů, může vytvářet dodatečné korekční úpravy či vytvářet různé umělé prostory, popřípadě používat jiné efektové procesory či zařízení.

Největší klad a současně i zápor vidím v nekonečných možnostech opravování špatně nahraných pasáží. To vede k postupně vzrůstající nepřipravenosti muzikantů, kteří se spoléhají právě na tuto možnost.



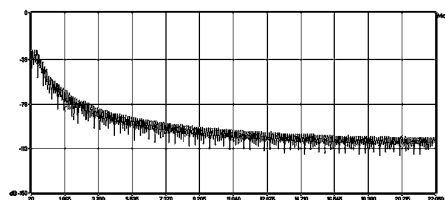
Obr. 04: Ukázka obrazu akustického pole rozpanoramovaném na mixážním pultu

Při velkém počtu mikrofonů v akustickém poli může docházet při kombinaci přímého a zpožděného signálu (oba přichází ze stejného směru) ke vzniku tzv. Hřebenové filtru (odvozeno od grafického vyjádření frekvenčního průběhu). Ten vzniká tak, že při srovnatelných úrovních se zvuk na některých frekvencích kombinuje ve fázi (dochází k součtu) či jiných frekvencích v protifázi (dochází k částečnému či úplnému odečtu).



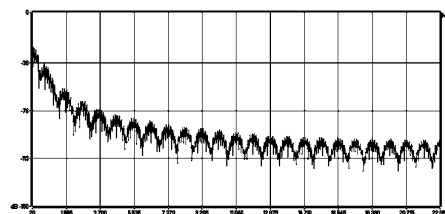
Obr. 05: Křivka frekvenčního průběhu signálu o úrovni 0dB, který je smíchán s časovým zpožděním téhož signálu ve stejné úrovni (0,25ms). Mikrofony jsou umístěny v prostoru zhruba ve vzdálenosti 8,5cm v ose směru přicházejícího signálu.

Z výše a níže uvedených grafů vyplývá, že efekt hřebenové filtru nám v některých případech částečně a v některých případech velmi drasticky může ovlivnit výslednou barvu signálu. Nejvýraznější vliv na tento efekt mají tzv. počáteční odrazy (Early Reflection), které přicházejí na mikrofon v prvních 50ms (jejich úroveň je o něco málo nižší než přímý zvuk). Člověk je tedy nevnímá ještě jako ozvěnu, ale jako součást daného zvuku.



Obr. 06: Frekvenční průběh bez hřebenového filtru.

O přítomnosti hřebenového filtru se můžeme přesvědčit přepnutím nahrávky do režimu mono (ve stereu přichází zvuk ze dvou směrů a teoreticky tento efekt nevnímáme, u zvuku v režimu mono bude přicházet z jednoho směru a rozdíly budou tedy patrnější). Jeho odstranění lze poté dosáhnout vhodným rozmístěním (tak, aby vzdálenost od zdroje zvuku byla pro mikrofony přibližně stejná), popřípadě jemnou korekční úpravou. V některých případech se tohoto efektu záměrně využívá.

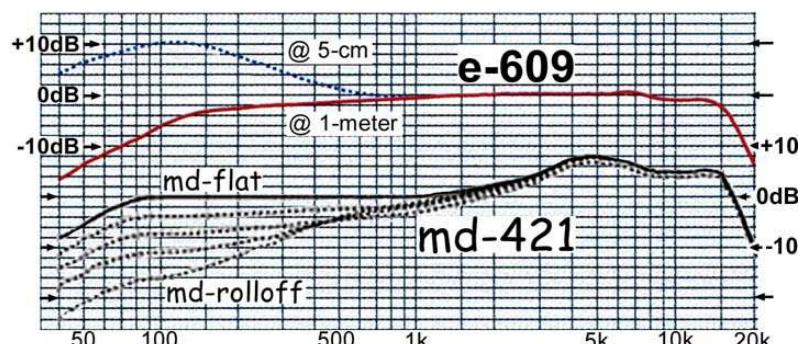


Obr. 07: Frekvenční průběh s hřebenovým filtrem.

3.2. Technika snímání AB (rozložený mikrofonní pár)

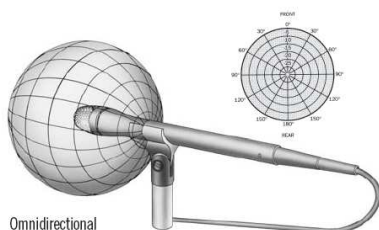
Při této metodě snímání používáme dva mikrofony s kulovou charakteristikou (obr. 08). Mikrofon s touto charakteristikou je všesměrový při nízkých a středních frekvencích (zhruba od 40Hz do 8000Hz). Jeho směrovost poté stoupá se zvyšující se frekvencí snímaného zvuku (obr 09). Oproti ostatním typům mikrofonů mají také celou řadu výhod:

- Neuplatňuje se efekt narůstání basů se snižující se vzdáleností ke zdroji (Proximity efekt - obr. 10 - v blízkosti zdroje se zvýší úroveň nízkých frekvencí, zmenší se rozptyl a zvuk začne být dunivý) jako u mikrofonů s ledvinovou (kardioida) či osmičkovou charakteristikou.

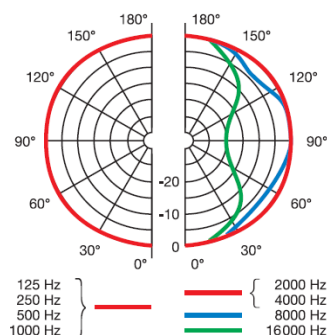


Obr. 10: Nárůst na spodních kmitočtech v závislosti na vzdálenosti od zdroje u mikrofonu Sennheiser e-609.

- Oproti ostatním mikrofonům mají přirozenější zvuk než ostatní systémy, protože zvuky přicházející ze směrů mimo osu mikrofonu jsou přenášeny relativně věrněji.
- Jsou více odolné vůči hlukům při manipulaci (Handling noise)
- Oproti většině systémů jsou schopné přenášet bez zkreslení na výstupu i vyšší akustický tlak (zpravidla u 1'' či 2'' membrán).

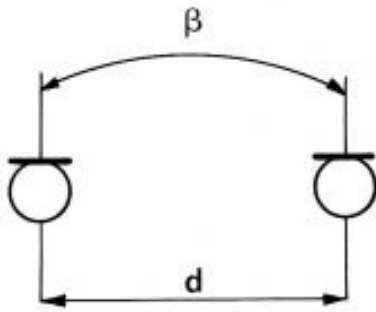


Obr. 08: Mikrofon s kulovou charakteristikou.

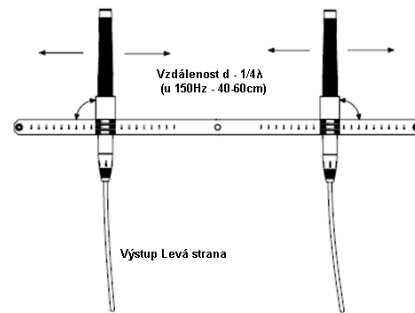


Obr. 09: Všeměrová charakteristika mikrofonu AKG C414.

Vzdálenost mezi dvěma mikrofony u tohoto systému je doporučovaná $\frac{1}{4}$ vlnové délky nejnižšího snímaného tónu, a protože má lidské ucho sníženou schopnost lokalizovat frekvence pod 150Hz, bude pro nás optimální vzdáleností tedy něco mezi 40-60cm. Na obrázku 11 a 12 vidíme optimální polohu mikrofonu, která udává vzdálenost d – mezi 40-80cm a úhel Beta je 0° .



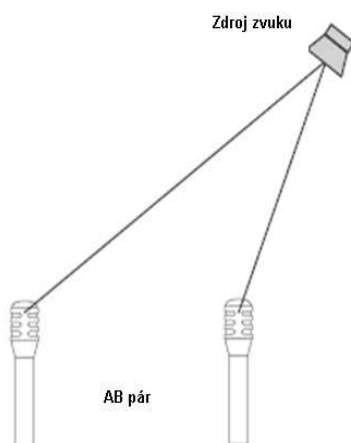
Obr. 11: Znárodnění metody AB.



Obr. 11: Orientace výstupu u metody AB.

Tento systém je založen na snímání dvěma všesměrovými mikrofony (Obr. 08 a 09) v akustickém poli a vychází z fyziologických vlastností lidského sluchu, který dokáže při lokalizaci zdroje zvuků (tedy určení relativního směru zdroje zvuku v akustickém poli) vnímat určité časové a fázové zpoždění (někdy také nazýváno „stereo s časovým rozdílem“). Na jejich základě dokáže lidský mozek vytvořit v podvědomí představu o akustickém prostoru - tedy o počtu nástrojů, jejich rozmístění či velikosti sálu (obr. 12).

Klady tohoto systému vidím převážně v jeho schopnosti reálného sejmutí obrazu akustického pole (to je dáno schopnosti mikrofonu zpracovat přímé signály dopadající v úhlu 360° kolem osy mikrofonu viz. Obr. 08 a 09).



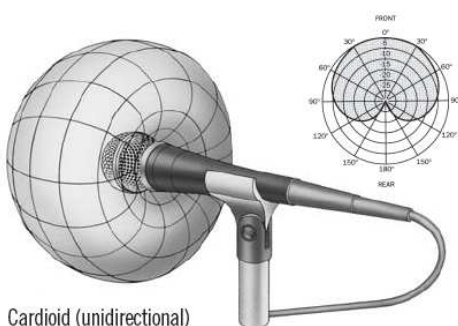
- Největším záporem je pak dle mého názoru kompatibilita se systémem Mono. Pokud je zvolená vzdálenost mezi mikrofony příliš velká, může docházet ke ztrátě informace o akustickém poli mezi mikrofony (střed snímání).

Obr. 12: Časové zpoždění mezi dvěma mikrofony.

3.3. Techniky koincidenční („shodný mikrofonní pár“)

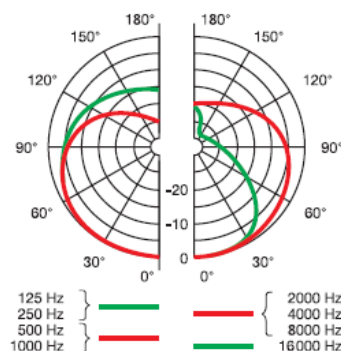
3.3.1. XY

Tato technika používá pro stereofonní snímání zvuku koincidenčního páru (pár s časovou shodou) označovaného XY. Tento pár je tvořen dvěma kardioidními (ledvinová charakteristika) mikrofony. Směrová charakteristika tohoto mikrofonu připomíná tvar srdce – z toho odvozený název kardioida (viz obr 13 a 14). Využívá se především v situacích, kdy potřebujeme potlačit na minimum zvuky, které přichází na mikrofon mimo jeho osu (například nahrávání bicích nástrojů, při živých vystoupeních). Z níže uvedených obrázků 13 a 14 vyplývá, že jeho využití je především na zvukové vlny přicházející zepředu na jeho osu. U tohoto druhu mikrofonu se projevuje Proximity efekt.



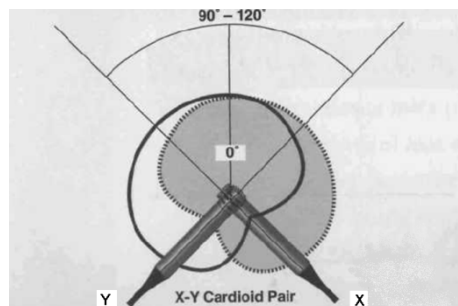
Cardioid (unidirectional)

Obr. 13: Mikrofon s ledvinovou charakteristikou.

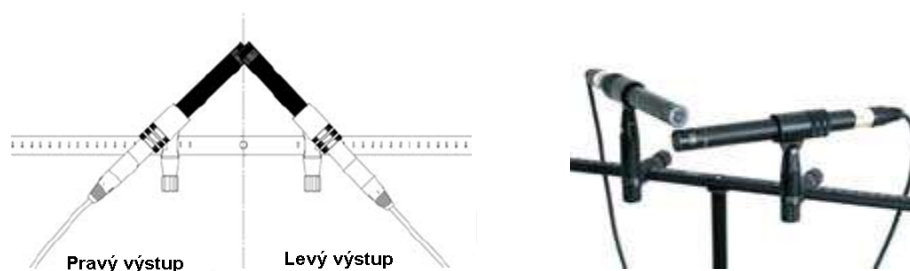


Obr. 14: Směrová charakteristika kardioidového systému u mikrofonu AKG C414.

Systém XY je tedy sestaven ze dvou kardioidních směrových mikrofonů stejného typu, které mezi sebou svírají nejčastěji úhel 90° (obr. 15) – změnou úhlu dosáhneme rozšíření či zúžení stereobrazu nahrávky (při velkém úhlu můžou nastat problémy s monokompatibilitou). Výstupy jsou opačně orientovány než stranové umístění mikrofonů (obr. 16). Obě kapsle musí být co nejblíže k sobě (ve vertikálním směru jsou osově zarovnané), aby nedocházelo při přepnutí nahrávky na mona k fázovým problémům se vznikem Hřebenového filtru.



Obr. 15: Orientace kardioidních mikrofonů u XY.



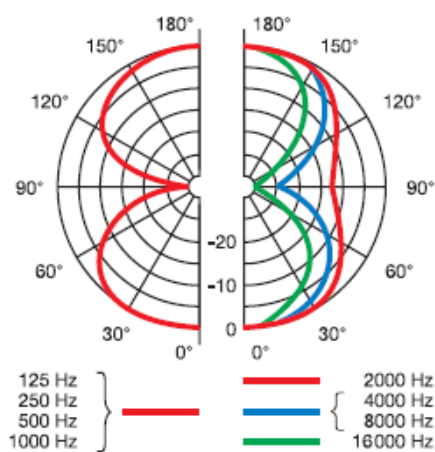
Obr. 16: Výstupy při metodě XY jsou opačně orientované než jejich umístění.

Stereobraz akustického pole vzniká snížením citlivosti směrových mikrofonů (tedy u XY kardioid) ve směrech mimo osu snímání. XY stereo není tedy tvořeno jako u techniky AB časovým rozdílem, ale rozdílem v úrovních obou signálů. Tzn. pokud jeden mikrofon naměří v daný moment v ose snímání určitou úroveň signálu, druhý mikrofon vzhledem ke své směrové charakteristice naměří tuto úroveň s určitým rozdílem v úrovni signálu (dle směrové charakteristiky v polárním diagramu) – tak získáme informaci o umístění v akustickém poli.

Tento systém zaručuje velmi dobrou kompatibilitu v monu, protože vzhledem k malé vzdálenosti mikrofonů od sebe nevzniká problém s fázemi a tím případné problémy s Hřebenovým filtrem. Šířka úhlu snímání je dána uhlím sevření mikrofonů – v některých případech lze tento úhel měnit. Uvádí se rozmezí zhruba od 90° do 120°. Zde musíme ovšem počítat se ztrátou kvality zvuku ve středu stereofonního obrazu.

3.3.2 M/S (*Middle & Side*)

Technika snímání MS je jedním z nejstarších konceptů vytváření stereobrazu akustického pole. Teoretické základy si nechal patentovat Alan Blumlein již v roce 1934. Praktického použití se však dočkala až po pokusech Holgera Lauridsena v roce 1950. Tato metoda patří stejně jako metoda XY ke stereofonním koincidenčním technikám. K vytváření stereobrazu používá 2 mikrofony – jeden s kardioidní charakteristikou (Obr. 13 a 14) a druhý s osmičkovou charakteristikou (figure-eight) na Obr. 17.



Obr. 17: Osmičková charakteristika mikrofonu AKG C414.

Zvuk u osmičkového mikrofonu je rovnoměrně snímán ze předu i ze zadu (v ose snímání). Z bočních stran je tento systém relativně necitlivý – z obrázku 17 vyplývá jeho směrovost v závislosti na frekvenci. Mezi jeho nevýhody patří hlavně projevování Proximity efektu, který je zde někdy využíván – hlas dosáhne přidáním basových frekvencí lepší „sytosti“.

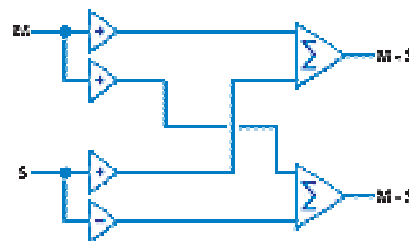
Mikrofon s kardioidní charakteristikou má u tohoto systému za úkol pokrýt především střed snímaného prostoru. Druhý mikrofon s osmičkovou charakteristikou je pootočen o 90° a snímá zvuky přicházející z levé a pravé strany - získává tak prostorovou informaci (obr. 18, 19, 20).



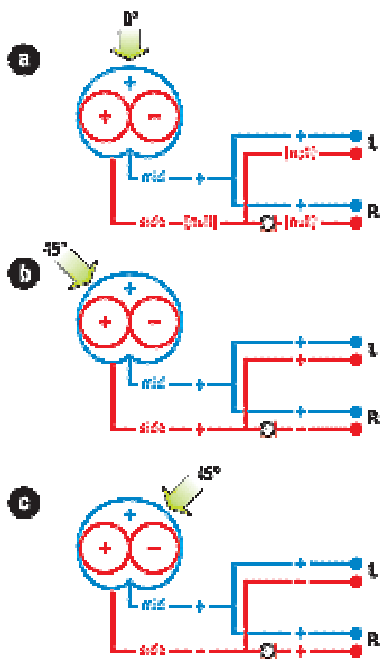
Obr. 18,19,20: Ukázka Systému MS s mikrofony AKG C414X1 (osmička) a Audiotechnica 4051 (kardioida).

Pro vytvoření stereobrazu se používají tyto 2 způsoby:

- Použití součtové a rozdílové matice (obr. 21), kde se přidá jeden postranní signál k střednímu tak, aby dostal sumu a odečte druhou stranu ze středního tak, aby dostal rozdíl. Kde $M + S =$ Levý kanál a $M + (-S)$ je fázově obrácen) = Pravý kanál (viz obr. 21)



Obr. 21: Ukázka součtové matice MS systému.



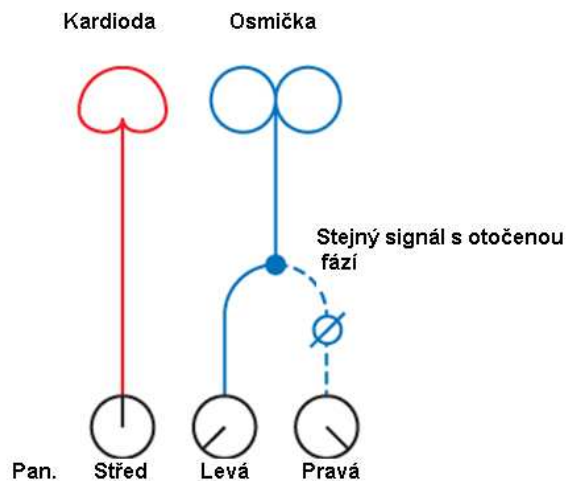
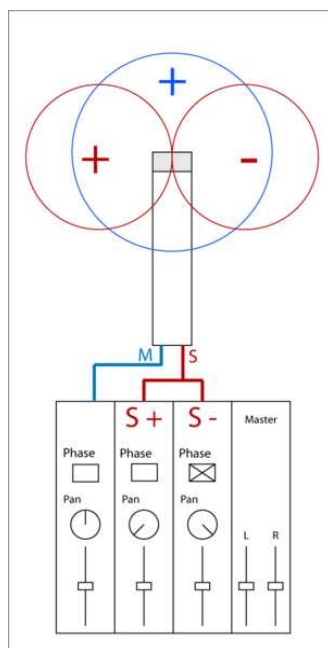
Na obrázku a dopadá signál pod úhlem 0° na osu kardiodního mikrofonu. Zvuková informace je tedy vyrovnaná pro levou i pravou stranu.

Na obrázku b dopadá signál pod úhlem 45° vlevo. Kulový mikrofon má na levé straně pozitivní polaritu - z obrázku plyne, že na výstupu L bude signál v maximální úrovni a nese tedy informaci o zdroji v akust. poli na levé straně.

Na obrázku c dopadá signál pod úhlem 45° vpravo. Kulový mikrofon má na pravé straně zápornou polaritu, která se v matici fázově přeorientuje na kladnou - z obrázku plyne, že na výstupu R bude signál v maximální úrovni a nese tedy informaci o zdroji v akust. poli na pravé straně.

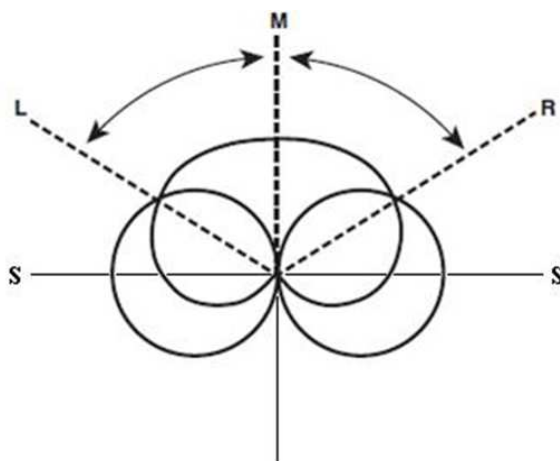
Obr. 22: Ukázka vyhodnocování součtové matice v závislosti na přicházejícím signálu.

- Použitím 3vstupů na mixážním pultu, kde jeden poslouží jako středový (kardioda) a zbytek jako stranový LR (osmičkový), přičemž po otočení fáze na jednom z těchto kanálů (jako u MS matice) získáváme součtový a rozdílový signál – viz obr 23, 24 a 25.



Obr. 23 a 24: Znázornění zapojení systému MS do mixážního pultu vybaveného funkcí otáčení fáze.

U systému MS se dá měnit šířka stereofonního obrazu poměrem monofonního středového signálu a signálů stranových. Potlačováním stranových signálů se signál stává postupně monofonním a naopak zvyšováním vzniká uměle rozšířený stereofonní obraz. Největším kladem tohoto systému je dle mého názoru obrovská mono komptabilita a také možnost dodatečných změn šířky stereo obrazu (vzhledem k záznamu do více stop). Vzhledem k malé vzdálenosti (téměř nulová) zde nedochází k fázovému zkreslení a tedy vzniku Hřebenového filtru.



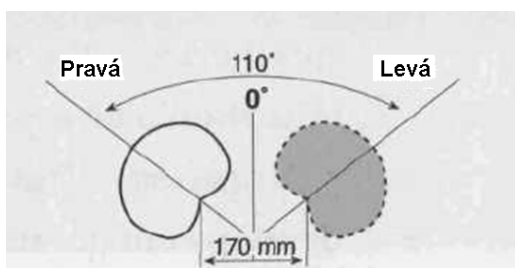
Obr. 25: Charakteristické znázornění metody MS.

Václav Vlachý: „Velice důležitým předpokladem pro správnou funkci celého systému je stejná úroveň obou stranových signálů!! – rychlou kontrolu lze provést nastavením obou kanálů na střed, kdy by se oba signály měly vzájemně vyrušit.“

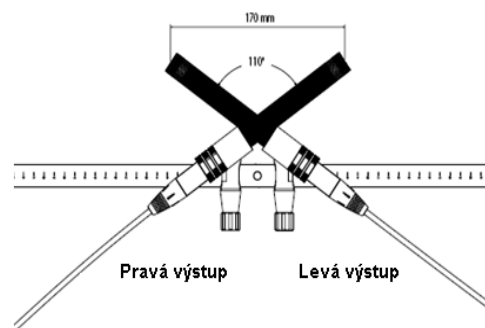
3.4 Techniky Near-koincidenční („blízky shodný pár“)

3.4.1 ORTF (*Office de Radiodiffusion Télévision Française = Radio France*)

Základy teorie této techniky položilo francouzské rádio Organization - principy byly postupem času modifikovány až do dnešní podoby. Tato technika tedy využívá dvou kardioidních mikrofonů (viz. Obr 13, 14) umístěných v rovině tak, aby vzdálenost membrán byla 17cm a svírající úhel mezi mikrofony byl 110° (obr. 26 a 27).



Obr. 26: Charakteristické znázornění metody ORTF.



Obr. 27: Rozložení a orientace výstupu u ORTF.

Tato technika je velice vhodná pro nahrávání akustických podmětů (algoritmů), které jsou podobné těm, které používá lidské ucho k povšimnutí řídicích informací (směrových) ve vodorovných rovinách. Přičemž:

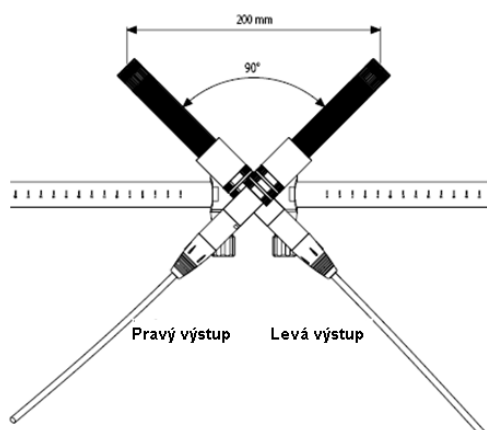
- vzdálenost mezi mikrofony (17cm) – simuluje vzdálenost lidských uší
- úhel mezi dvěma kardioidními mikrofony (110°) – simuluje stínový jev (efekt) lidské hlavy



Tato technika při nahrávání poskytuje širší stereo obraz než technika XY - při ještě dostačujícím množství mono informace. Při nahrávání si musíme být vědomi vlastností kardioidních mikrofonů a s nimi spojeného vzniku Proximity efektu popřípadě (s velkou vzdáleností) udávaného úbytku energie ve zvukové barvě (především na nízkých frekvencích), který je kompenzován vhodným výběrem mikrofonu (jeho charakteristikou) či korekčními úpravami.

3.4.2 DIN stereo (někdy také DIA stereo)

Technika DIN používá pro vytvoření stereo obrazu dva kardioidní mikrofony (viz. Obr 13, 14), které jsou od sebe ve vzdálenosti 20cm a mezi sebou svírají úhel 90° ve vodorovné rovině (viz. obr. 28). Stereo obraz je tvořen smíšením stereo intenzity signálu a stereo časové prodlevy signálu (kombinace XY a AB).



Obr. 28: Schéma, rozložení a orientace systému DIN stereo.

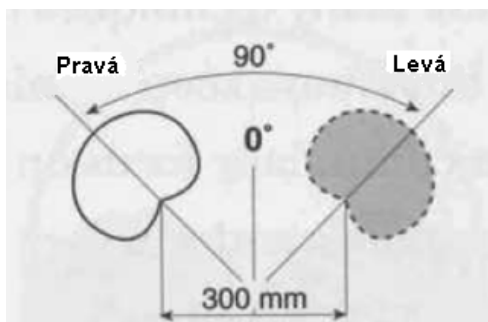
Tato technika nachází uplatnění především při natáčení v kratších vzdálenostech (klavír, malé sekce, sbory). Při rostoucích vzdálenostech se u kardioidních mikrofonů projevuje efekt ztráty na nízkých frekvencích, což má za následek nedostatku energie a bohatosti v barvě. U této techniky se také projevuje Proximity efekt.

Jako největší klad tohoto systému je udávána perfektní rovnováha mezi přímým a difuzním zvukovým polem například u nahrávání pěveckých sborů. Optimální vzdálenost je udávána přibližně při zaznamenávajícím úhlu 100° . Reprodukovaný obraz sboru by měl být poté rovnoměrně distribuovaný mezi levým a pravým reproduktorem.

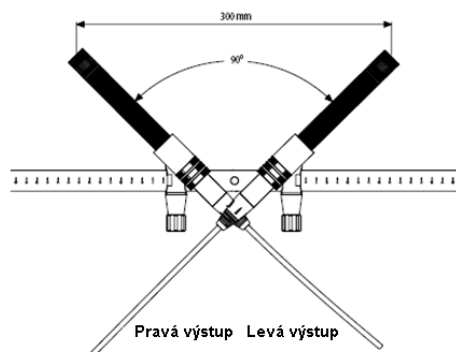
3.4.3 NOS stereo (Nederlandse Omroep Stichting)

Technika NOS sterea - někdy také nazývána jako Smíšené stereo nebo Rovnocenné stereo vznikla po řadě praktických pokusů v holandských rádiích. Tato technika využívá dvou kardioidních mikrofonů (viz. Obr 13 a 14), které jsou od sebe ve vzdálenosti 20cm a mezi sebou svírají úhel 90° (obr. 29 a 30). Stereo obraz je tvořen kombinací rozdílů mezi stereo intenzitou signálů a stereočasovou prodlevou signálů. Jako u techniky DIN stereo platí i zde projev Proximity efektu a pokles na nižších frekvencích s rostoucí vzdáleností.

Tato technika je nejvíce doporučována pro nahrávání perkusních nástrojů – zejména pak činelů u bicích nástrojů. Doporučená vzdálenost je přibližně 50cm nad činely.



Obr. 29: Schéma systému NOS stereo.

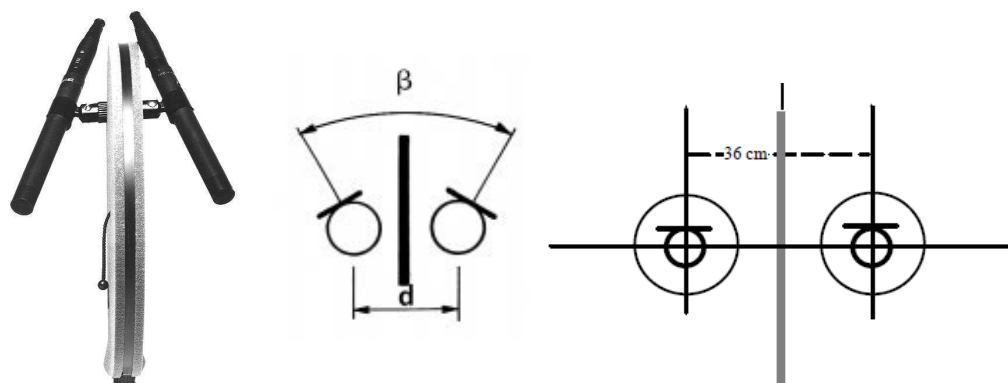


Obr. 30: Schéma, rozložení a orientace systému NOS stereo.

3.5. Technika separovaného sterea (baffled – Omni pair)

3.5.1 Jecklin Disc

Tato technika byla vyvinuta švýcarským zvukovým technikem Jurgem Jecklinem. Jde v podstatě o centrální talíř, který je po obou stranách zatlučen materiálem pohlcujícím akustické vlny (pěnou, ovčí vlnou) s dvěma všesměrovými mikrofony (obr. 08 a 09) umístěnými po stranách. Původní systém v této technice (součástí technik OSS - Optimal Stereo Signal) používal disk o průměru 30,5cm a tloušťky kolem 2 cm (na každé straně použit 8mm akusticky pohlcující materiál). Přičemž kapsle mikrofonů jsou umístěny ve stejné rovině (na střed desky) od sebe vzdáleny 16,5 cm (simulující vzdálenost lidských uší) a každá proti desce svírá úhel 20° (obr. 31 a 32). Postupnými modifikacemi se dospělo k tomu, že množství odražených vln vysokého kmitočtu je příliš velké. Proto se nejprve modifikovala šířka akusticky absorpčního materiálu (PVC pěna) na 25mm a poté vzhledem k nespokojenosti s šířkou stereo obrazu se rozšířil průměr disku na 35 centimetrů a vzdálenost mezi mikrofony rozšířil na 36cm - přičemž mikrofonní kapsle jsou opět umístěny ve stejné rovině na střed desky, při svírajícím úhlu 0° (obr. 33).



Obr.31 a 32: Jacklin disk MB Electronics kolem r.1980.

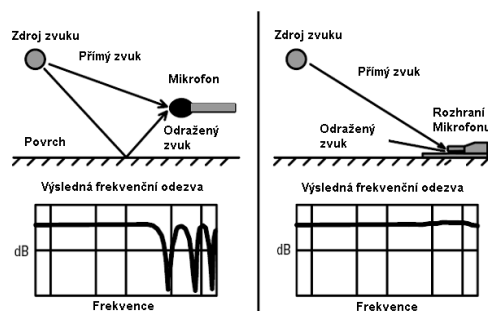
Obr. 33: Modifikovaná Jacklin disk kolem r. 1995.

Princip OSS rozmístění Jacklin Disk: Vzdálenost mezi mikrofonními kapslemi (165mm) má za následek správný rozdíl mezi dvěma kanály, přičemž disk plní úkol separace levé a pravé strany akustického pole - se zvyšující se frekvencí jsou mikrofony více směrové. Pod přibližně hodnotu 200Hz oba mikrofony (vzhledem k velikosti snímané vlny přicházející ve stejný čas) zaznamenávají stejně. Akustický obraz se poté vytvoří tedy frekvenční odezvou rozdílů těchto dvou kanálů v závislosti na úhlu dopadu zvuku. U této techniky je velice důležité:

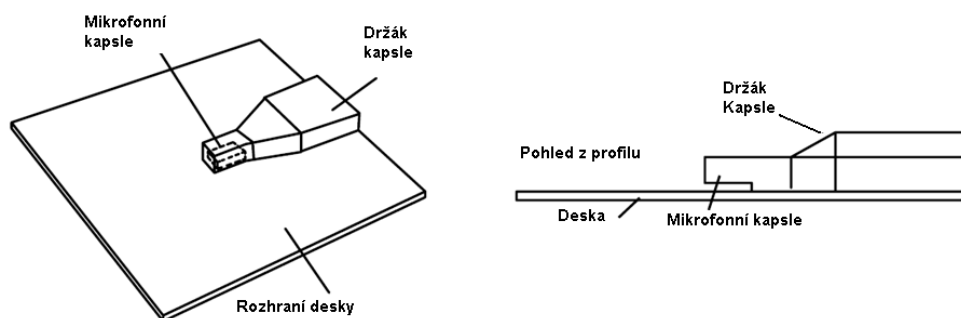
- aby byly dodrženy stejné podmínky pro záznam i reprodukci – při nedodržení podmínek u reprodukce může docházet ke zkreslení akustického pole (rozmístění nástrojů).
- poměr mezi přímým a odraženým signálem
- vyrovnanost nástrojů levé a pravé strany v akustickém poli – popřípadě je nutné přeuspořádat zdroje signálu

3.5.2 PZM (*Pressure Zone Microphone*)

Tato myšlenka zaznamenávajících procesů a zařízení byla patentována v roce 1978 Ronem Wickershamem a Edem Longem. V roce 1980 byl tento patent odkoupen firmou Crown International a modifikován do dnešních podob. Tento systém měl řešit problémy vznikající při umístění mikrofonů blízko tvrdých zrcadlicích se povrchů, problémů při jevištní podlaze, nahrávání klavíru s mikrofonem blízko víka či nástroje obklopeného zrcadlicí se ozvučnicí – tedy jde o odstranění efektu hřebenového filtru. Na obrázku 34. vidíme, že odražený zvuk přichází na klasický mikrofon delší dobu než signál přímý. Když se signál přímý a odražený spojí, na membráně mikrofonu dojde k odčítání a sčítání fází různé velikosti (fázové interference), což má za následek změnu přirozené barvy zvuku či jeho útlum. Východiskem je tedy metoda PZM, kdy se konstrukcí mikrofonu zkrátí zpoždění odraženého signálu tak, že přijde na mikrofon ve stejné době (fázi) jako přímý zvuk (obr. 34 – hladká frekvenční odezva). Kondensátorové mini kapsle mají všesměrovou charakteristiku a jejich membrána („tlaková zóna“) je namontovaná těsně nad deskou (obr 35, 36).



Obr. 34: Rozdíl ve snímání zvuku u PZM mikrofonů.

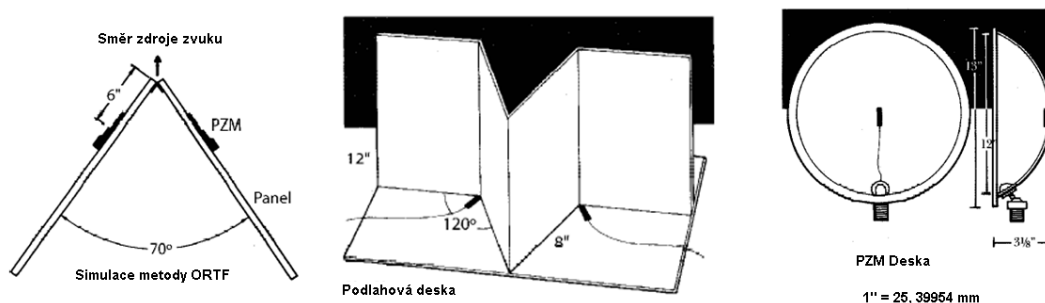


Obr. 35 a 36: Kapsel mikrofonu PZM.

Při stereofonním snímání se používají nejčastěji metody X/Y, AB, ORTF, modifikace systému Jecklin disk, popřípadě jiné metody vytvořené speciálně pro tento systém (obr. 37 – 39).

Největšími výhodami této metody tedy jsou:

- Odstranění vzniku hřebenového filtru
- O 6dB vyšší citlivost a o 6dB lepší odstup signál/šum (u modelů Crown)
- Stálá barva zvuku při pohybu zdroje v poli
- Velikost

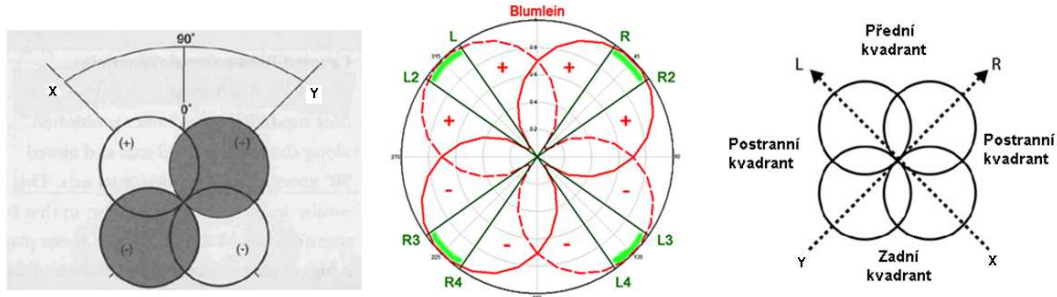


Obr. 37 – 39: Ukázky stereofonního snímání s mikrofony PZM.

3.6. Technika Blumlein stereo

Základy této techniky položil již v roce 1931 Alan Dower Blumlein. Jedná se patrně o nejstarší a nejrozšířenější techniku stereozáznamu do dnešních dob. Je založena na stejném principu jako metoda XY – rozdíl v úrovni signálu (kapitola 3.3.1) s tím rozdílem, že Blumlein Pair využívá dvou shodných těsně nad sebou umístěných mikrofónů (např. páskového – ve vodorovné rovině) osmičkové charakteristiky (obr. 17), kde každý je umístěn 45° mimo osu zdroje zvuku a mezi sebou svírají v ose úhel 90°. Rozdíl mezi XY a Blumlein stereem je také v tom, že tato technika dokáže zaznamenat větší množství informací a prostoru, a tím dosahuje větší autentičnosti reprodukce akustického pole než technika XY. Podobného výsledku lze dosáhnout i u techniky MS (kap. 3.3.2.) jen zde nedochází k žádnému obrácení fází či potřeby kódovací matice.

Technika Blumlein vytváří čtyři lalokovité polární vzory, kde levý kanál je vytvořen z přední strany (levé a zadní) pravého signálu a pravý kanál je vytvořen z přední strany (pravé a zadní) levého signálu (obr. 40 - 42).



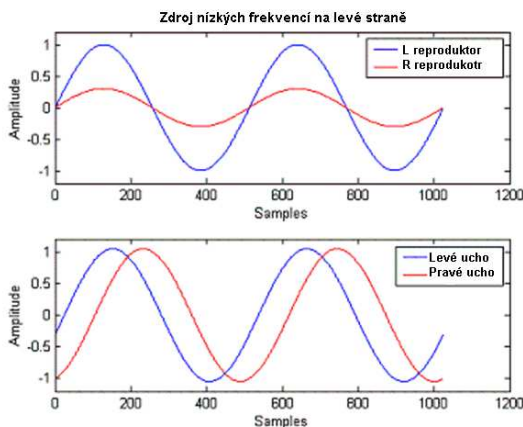
Obr. 40 – 42: Charakteristika Blumlein sterea.

Princip: Jestliže zvuk, který zaznamenává pár mikrofonů, je umístěn vlevo od centra, pak levý kanálový signál bude větší v signálové úrovni než pravý. Současně tak budou přeneseny při reprodukci do uší 4 rozdílné informační signály:

1. Levý reproduktor – do levého ucha posluchače
2. Levý reproduktor – do pravého ucha posluchače
3. Pravý reproduktor – do pravého ucha posluchače
4. Pravý reproduktor – do levého ucha posluchače



Na obr. 43 vidíme schopnost lokalizace zdroje v závislosti na výšce snímané frekvence. Při vyšších frekvencích je tento systém velice směrový (snadno lze lokalizovat umístění zdroje v akustickém poli. Směrem k nižším frekvencím dochází k postupnému mizení lokalizace v poli – vzhledem k velikosti přicházející vlny. Protože jsou mikrofony umístěny v těsné blízkosti nad sebou, nedochází

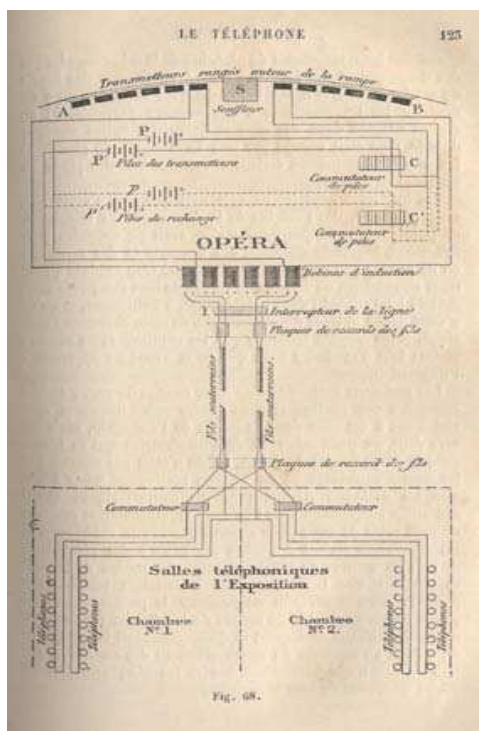


k problémům s projevem hřebenového filtru. Při umísťování je velmi důležité zvolit optimální poměr přímého signálu oproti odraženým signálům.

Obr. 43: Schopnost lokalizace zdroje v závislosti na výšce snímané frekvence.

3.7 Technika Binaurální

Historie tohoto systému se datuje k roku 1881, kdy francouzský vynálezce Klement Ader instaloval podél čelní hrany v opeře Garnier páry uhlíkových mikrofonů a poté posílal signály skrze telefonní systém k předplatitelům, kteří měli speciální sluchátka s přijímačem pro každé ucho zvlášť (systém zvaný Theatrophone viz obr. 44 a 45). Systém se však nikdy neujal podobně jako další pokusy prováděné ve 40. letech rádiem Connecticut (posluchači potřebovali při speciálních relacích 2 rádia – pro levé a pravé ucho). Významnější rozmach této techniky nastal až počátkem moderní doby, kdy se tato technika stala cenově dostupnou široké veřejnosti. Zapříčinil se o to zejména rozmach osobních přehrávačů (Walkman, CD, MP3 – například nahrávka Pearl Jam), rozvoj internetu a aplikací s virtuální realitou (například PIXAR – Příšerky s.r.o. na DVD edici).

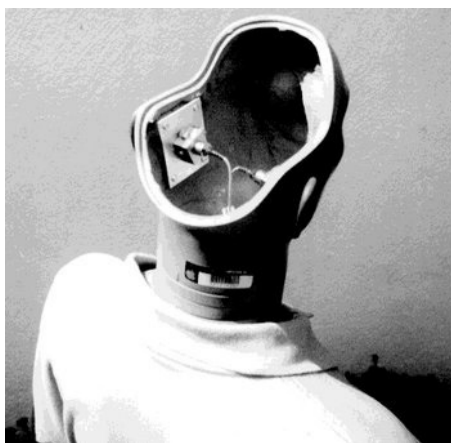


Obr. 44 a 45: Ukázka systému Theatrophone.

Tato metoda nahrávání používá dva malé všesměrové mikrofony umístěné ve vstupu do zvukovodů (simulace vnějšího ucha) na umělé hlavě lidských rozměrů (vzdálenost uší kolem 17cm) – viz. Obr. 46 a 47. To poskytuje rovnováhu zvuků ze směrů, z kterých přichází (tedy informace o vzdálenosti a směru zdroje) v úhlu přibližně 360° - vychází z tzv. HRTF, Head Related Transfer Functions. Tyto dva

signály jsou tedy od sebe navzájem oddělené při záznamu i reprodukci. Proto je tento systém převážně určen pro posluchače se sluchátky, který tak bude schopný vnímat správné rozmístění v prostoru. U reprodukce z reproduktorů může totiž docházet k desinformaci o rozmístění nástrojů v akustickém poli – zejména v lokalizaci zvuků v přímé linii skrze střed hlavy – stejně vzdálené od každého ucha (nedochází k míchání kanálu jako u stereofonních technik).

HRTF - (s hlavou související přenosové funkce, někdy také nazývaná Anatomická přenosová funkce ATF) – vychází z psychoakustických výzkumů chování lidského mozku. Ten dokáže na základě časových posunů ve frekvenční odezvě, fázi a hladině zvuku lokalizovat zdroj zvuku. Dále se zabývá vlastnostmi hlavy a lidského těla (ramen), které při každém zvuku tvoří vícenásobné pásmové propusti laděné do různých úhlů



Obr. 46 a 47: Ukázka hlavy u Binaurální techniky

Využití:

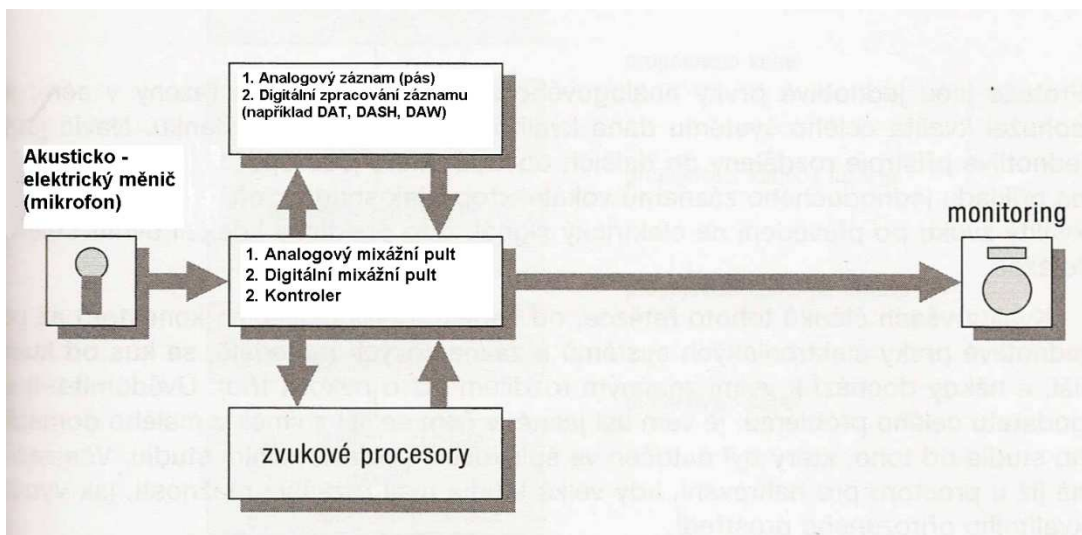
- Převážně u průmyslových aplikací, kde se měří vliv okolního hluku na lidský organismus.
- V aplikacích virtuální reality, kdy se snaží pomocí brýlí (obrazu) navodit u člověka dojem jeho součásti.
- Různé relaxační programy jako například psychowalkmany.
- Snímání reálného prostoru či nahrávky při zachování přirozeného ambientu.

4. Specifické prvky snímání při subjektivním porovnávání v praxi

4.1. Technický prvek (Technická jednotka nahrávacího řetězce).

Jedná se prakticky o nejdůležitější část procesu pořízení nahrávky. Zvukový mistr musí brát v potaz, že jednotlivé prvky v nahrávacím řetězci, jsou řazeny sériově za sebou, z čehož nám vyplývá, že kvalita celého řetězce bude určena jeho nejslabším článkem. Zejména bych chtěl upozornit na problém s kabeláží, která bývá často podceňovaná, a to zejména v kvalitě konektorů, symetrickém/nesymetrickém vedení signálů a jeho případnému přizpůsobení, kapacitě kabelů a jejich stínění proti vnějším elektromagnetickým vlivům.

V praxi se můžeme nejčastěji setkat s několika modely zpracování audio signálu, které se mezi sebou mohou navzájem kombinovat (obr. 48)



Obr. 48: Principy zpracování audiosignálů v praxi

Při svém subjektivním porovnávání jsem, vzhledem k omezeným technickým možnostem a mým málo zkušenostem v praxi, zvolil následné modelové situace zpracování audio signálů:

1. Použití analogového pultu a více stopého záznamu (s ohledem na použití více metod najednou).
 - Tento systém se ukázal být velice snadným a efektivním způsobem zpracování audiosignálů – vzhledem k naprosto jednoduchému, pohotovému a intuitivnímu ovládní analogového pultu.

- Vzhledem k nevyhovujícím podmínkám pro poslech, jsem byl nucen provádět kontrolní monitoring pomocí sluchátek s příslušným předzesilovačem – to mělo za následek vyrovnanost prostoru (optimální úroveň přímého a odraženého signálu) u techniky Jecklin stereo a naopak velké problémy mi nastaly u techniky AB stereo.
 - Dále bych chtěl upozornit na problémy se zvolením vhodného datového toku a smplovací frekvence. Pokud jsme si vědomi podprůměrného postprodukčního zařízení (pro konečnou úpravu a export), je vhodné pokud bude výsledkem klasické Audio CD, zvolit pro záznam 16bit (Sample Size) a 44100Hz (Sample per sec.) – max. kvalita CD. Pokud zvolíme větší, může při případných převodech (při zařízeních horší třídy často převádí software a né hardware) do těchto parametrů docházet k charakteristickým a často nevratným změnám záznamu – především v „barvě“ nahrávky.
2. Použití digitálního pultu s optickým rozhraním ADAT a vícestopého HDD záznamu (viz. Příloha) s výsledným zpracováním a exportem na DAW (Digital Audio Workstation) zařízení:
- Nejvýznamnějším přínosem tohoto systému je dle mého názoru efektivita a rychlost následného zpracování zaznamenaných dat. Dále také vidím velký přínos ve využití automatizace a možnosti vnitřního směrování v pultu (signál pre, post - takřka kamkoliv a z čehokoliv) či zhuštění mnoha zařízení potřebných při použití analogové mixážního pultu v jedno digitální. Tento systém však vyžaduje absolutně perfektní znalost vnitřní architektury pultu, pro případně vzniklé problémy, směrování, využití efektů atd.
 - Maximálního využití lze dosáhnout u techniky Panoramované stereo. U klasických metod stereofonního záznamu je toto zařízení zbytečné, protože cílem není použití procesorů (efektových, dynamických, ekvalizačních), ale nalezení v hodného úhlu snímání se snahou o dosažení stejného výsledku.

- U digitálních zařízení je nutné si uvědomit, max. vybuzení vstupního převodníku AD/DA – má své hranice. Analogový pult i přes svítící kontrolku Clippingu dokáže zpravidla zpracovat ještě i úroveň nad ní (v žádném případě však nelze na tohle pravidlo spoléhat).
- Vzhledem k ideálním podmínkám pro záznam, jsem použil jako monitoring aktivní reprobedny i sluchátka. Rozdílnost při určení optimálního poměru, byla na obou systémech velice patrná a slyšitelná – je tedy nutno si uvědomit, pro koho je nahrávka určená a zvolit popřípadě cestu kompromisu.

Při určování kvality použitých zařízení v nahrávacím řetězci (mikrofony, procesory, mixážní pulty, záznam) nelze klást největší důraz na stránku specifických údajů od výrobce jako odstup signál/šum, zkreslení, frekvenční a fázové průběhy apod. Řada těchto zařízení má vlastnosti, které z těchto údajů nevyčteme – i když nám mohou hodně napovědět o základních vlastnostech zařízení. Zejména u mikrofonů se potlačuje vliv údajů uvedených výrobcem a dává se přednost subjektivním poslechovým testům odpovídajícím následnému využití.

4.2. Umělecký vliv zvukového mistra (po technické stránce součást kap. 4.1)

Jde především o technické znalosti, zkušenosti a umělecké cítění, které zvukový mistr má či získává letitou praxí. Musí mít tedy představu o výsledném zvukovém záznamu a jeho případné realizaci. To zahrnuje správnou volbu mikrofonů a jejich rozmístění v akustickém poli (znalost prostorové akustika), zpracování signálů, dynamické úpravy apod. (znalost elektroakustiky), postprodukční práce či v neposlední řadě technické podmínky pro následné profesionální či komerční účely. Je velmi důležité, aby byla dodržena podobná kritéria při záznamu (nahrávací prostor) a následné reprodukci (domácí využití, kino, rádio, TV atd.) – založeno především na zkušenostech zvukového mistra a jeho elektroakustických znalostech. Musíme si uvědomit, že každý prostor reprodukce nese jistá specifika, kterými se musíme řídit při samotném záznamu, popřípadě při jeho následné postprodukci.

Velmi důležité je také zvolení správného rozmístění mikrofonů v akustickém poli. Jde především o zvolení optimálního poměru přímého a odraženého signálu:

- Například při záznamu klasické hudby se stává tento prvek (zvolení vzdálenosti poměru přímého a odraženého signálu - optimálním úhlem snímání) jakýmsi kritériem pro výrobu kvalitního záznamu. Zvukový mistr se snaží o realistické zachycení vlastností koncertního sálu. Volí se tedy větší vzdálenosti od zdroje zvuku s ohledem na jeho čitelnost v prostoru.
- Při špatných akustických vlastnostech sálu, či snahy izolovat nástroje pro následné postprodukční zpracování (populární hudba, klasická hudba – pro filmové účely, umělecký záměr) se volí naopak vzdálenost co nejmenší. Následné poměry a efektový procesing se provádí při zpracování na mixážním stole při samotném záznamu (popřípadě v postprodukci) – u techniky Panoramované stereo.
- Nejčastěji používaným modelem při pořizování nahrávek velkých orchestrů je použití hlavního stereofonního páru s dalšími pomocnými mikrofony (tzv. Spot Microphones). Hlavní zvukový obraz je tedy tvořen stereofonním párem (například AB) a bodové mikrofony (umístěné blízko zdroje zvuku) se v požadovaném poměru (úroveň a rozmístění na stereofonní bázi) přimíchávají při mixáži k hlavnímu stereofonnímu páru.

U této metody může nastat v jistých případech problém s narušením přirozené hloubky prostoru, stereofonního obrazu či k fázovým problémům. U výsledné mixáže se totiž může v některých případech (velikost sálu) zvuk ze spotových mikrofonů objevit o několik milisekund dříve než zvuk, který byl sejmuto z hlavního stereofonního páru. Tento problém se v praxi řeší použitím kvalitních zpožďovacích linek (zvuk se posune o několik ms. a dojde tak k časovému srovnání).

5. Subjektivní porovnání vybraných stereofonních systémů v praxi

Pro své porovnávání jsem záměrně zvolil rozdílné prostory (akusticky) s různou hudební interpretací, abych dosáhl co možná nejrozdílnějších podmínek, které mohou nastat.

5.1 Klášterní chrám

Záměrně jsem zvolil větší prostor vzhledem k žánru natáčení – středověké gotické, a židovské písni. Jako metodu záznamu jsem zvolil č. 1 (viz. kapitola 4.1).

- **X/Y** – jako mikrofony jsem použil kompaktního páru RODE NT4 (viz. příloha 1). Tento mikrofon se mi zdál velice frekvenčně vyrovnaný i při různých změnách vzdáleností (byla jasně zřetelná barva nástroje v různých úhlech) – při vzdálenosti kolem 4m již docházelo ke ztrátě informace o rozmístění v akustickém poli. Velké problémy nastaly s vlastním mechanickým hlukem mikrofonu (jeho reakce na otřesy a manipulaci). Po řadě zkoušek jsem nakonec použil tyto dvě vzdálenosti:

(**Audio 1**) – Vzdálenost od zdroje kolem 2m. Při tomto druhu hudby působí tato technika velice vyrovnaně. Hlasy jsou velice snadno prostorově rozeznatelné. Frekvenční charakteristika je v celém spektru velice vyrovnaná.

(**Audio 2**) – Vzdálenost od zdroje kolem 3,5m. U této nahrávky se mi nepodařilo vyrovnané rozmístění v akustickém poli. Kytaru a tamburínu s bubínkem bych při podobném případě využití této techniky rozmístil vyrovnaně na Levou a Pravou stranu.

- **AB** – jako mikrofony jsem použil stereofonního páru AKG C414 B-XLS (viz. příloha 3). Pro ukázkou jsem zvolil tyto dvě vzdálenosti:

(**Audio 3**) – Vzdálenost od zdroje kolem 2m. Tato technika se u této nahrávky ukázala jako nejlepší řešení. Vhodnou volbou umístění (u tohoto druhu techniky jsem se snažil zvolit optimální poměr přímého a odraženého kanálu – vzhledem k druhu charakteru písni).

(**Audio 4**) – Vzdálenost od zdroje kolem 3,5m. U této techniky už není tak patrná nerovnováha jako u techniky XY (vlivem zachycení okolního prostoru) – nicméně bych obsazení opět přeuspořádal.

- **Jecklin** – jako mikrofony jsem použil stereofonního páru AKG 451E s mikrofonní všesměrovou vložkou CK22 (viz. příloha 5). Tato metoda se ukázala být nejlepší volbou pro nahrávky určené k poslechu na sluchátkách.

(**Audio 5**) – vzdálenost asi 2m. Naprosto vynikající výsledky při poslechu na sluchátkách. Při reprodukci z reproduktorů se mi jemně vytrácela informace v ose směrování desky.

(**Audio 6**) – vzdálenost asi 3,5m. Vytrácení v ose směrování jsem částečně odstranil posunutím vzdálenosti. Patrně nejlepší rovnováha u této písničky i při špatném uspořádání interpretů – informace o prostoru není však tak zřetelná jako u metody AB.

5.2. Křesťanský kostel menších rozměrů (než předešlý klášter).

Jako metodu záznamu jsem také zvolil č. 1 (viz. kapitola 4.1) Vzhledem k velkému obsazení (cca 60členého orchestru) jsem použil techniku AB přibližně ve střední části orchestru (před pěveckým sborem). Techniku XY a Jecklin jsem použil přibližně 2-3m od zdroje – byl jsem však omezen taneční produkcí, a proto mikrofony nebyly umístěny přesně ve středu osy procházející orchestrem, ale přibližně asi 1m mimo ní na levou a pravou stranu. Při tomto řešení (nejednota směru a úhlu snímání) začaly vznikat velké problémy se signálem, který přicházel na mikrofony s různým časovým zpožděním a docházelo tak v některých případech k fázovým problémům. Ty měly za následek potlačování některých frek. pásem a tím mi způsobily nekonkrétnost či maskování některých nástrojů. A také energetickou nevyrovnanost mezi levým a pravým kanálem (Jecklin na Levo, XY na Pravo). Vzhledem k naprosto omezené možnosti experimentovat s polohami mikrofonů (dáno tipem produkce) jsem byl nucen postavit mikrofony dle mého uvážení. To se neukázalo být nejlepší volbou, protože vzhledem k časté změně obsazování v orchestru a posunu interpretů docházelo k velké dynamické a prostorové nevyrovnanosti.

- **XY** – tato technika se mi zdála v tomto prostoru velice vyrovnaná. Z odzkoušených metod je jedině zde konkrétní každý nástroj (jeho barva a umístění) – zejména u akustické kytary. Velice dobré jsou i informace o prostoru. (**Audio 7**) a (**Audio 8**)
- **XY (Užší – přibližně kolem 60°)** – mikrofony NT5, byly umístěny na kůru kostela ve výšce kolem 4m a od zdroje zvuku vzdáleny přibližně asi kolem 10m. Vzdálenost od zdroje má za následek dobrou informaci o velikosti prostoru. Klesá však schopnost lokalizace zdrojů zvuku v akustickém poli (Levá a Pravá strana nám splývá). (**Audio 9**) a (**Audio 10**)
- **AB** – Přibližně asi 1,5m od sboru a 0,5m za orchestrem - Z touto technikou jsem dosáhl u tohoto druhu produkce dle mého názoru nejlepšího výsledku. Orientace v prostoru je velmi dobrá, barva, dynamika a rozestavění nástrojů a sborů je vyrovnané. Velice výborná je informace nesoucí představu o velikosti prostoru (kostela). (**Audio 11**) a (**Audio12**).
- **JECKLIN** – U této techniky docházelo k největším problémům s fázemi, charakterem nahrávky (myšleno barvou nástrojů), dynamickou a prostorovou vyrovnaností. Vytratila se zvuková informace v ose snímání - dáno izolací kanálů deskou a špatnému zvolení úhlu a místu snímání. (**Audio 13**)
 (**Audio 14**) – u této nahrávky dochází k problémům s fázemi. Ty jsou nejvíce patrné u maskování zvuku kytary a basy (v nižších frekvencích).

5.3 Filharmonie Zlín

Tento sál má velice utlumenou akustiku prostoru – až studiovou. Tedy velice optimální podmínky pro použití nahrávky například pro filmové účely. Jako metodu záznamu jsem zvolil č. 2 (viz. kapitola 4.1).

- **Stereo mikrofón SCHOEPS KFM6 (viz příloha)** - tento mikrofón na mě působil velmi zajímavým dojmem. Dle mého subjektivního názoru mi nejvíce připomíná kombinaci technik AB (velice věrně přenáší zvukové informace o

akustice prostoru) a XY (velice dobrá lokalizace nástrojů, přirozená barva). Velký problém ovšem nastal při zvolení optimálního úhlu snímání. Vzhledem k omezeným možnostem, které jsem měl (dáno bezpečnostními podmínkami v sále při koncertu), jsem po testech provedených na generální zkoušce umístil mikrofon asi 1m za dirigentem ve výšce kolem 3,5m. Toto umístění se později ukázalo být neadekvátní vůči dynamické vyrovnanosti celého orchestru (s rostoucí vzdáleností od mikrofonu velmi rychle klesala). (**Audio 15**) a (**Audio 16**)

- **Technika Panorámovaného stera (užití spotových mikrofonů AKG 480) v kombinaci stereo páru AB AKG414 B-XLS (viz příloha 3 a 4)** – Jako hlavního stereo páru jsem použil techniku AB, kterou jsem umístil zhruba do poloviny orchestru (před sekci „dřevíček“). Zbytek stereo obrazu jsem dotvořil rozpanoramováním mikrofonů (spotových) a přimícháním k hlavnímu stereo páru AB na mixážním stole. (**Audio 17**)
- **Kombinace předešlých dvou metod** – tato kombinace se ukázala být výborným řešením. Prostorový mikrofon Schoeps mi vytvořil neocenitelné zachycení atmosféry v prostoru a téměř do detailu vykreslil obsazení přední části orchestru. Přimícháním druhé techniky jsem poté vytvořil kompletní obraz celého akustického pole. (**Audio 18**) a (**Audio 19**)

Závěr:

Ve své práci jsem se pokusil nastínit základní problematiku snímání stereofonními metodami. Z uvedených technik jsem dosahoval nejlepšího výsledku při použití stereofonní metody AB stereo. Ta se mi jevila v poměru technického provedení ku instalaci v prostoru, jako nejefektivnější. Na největší problémy jsem naopak narazil při testech u modifikace metody XY (změny úhlu), kdy mi docházelo k nerovnováze mezi bázemi stereo signálu.

Vzhledem k nedostatku literatury v tomto oboru na trhu, jsem byl nucen odkázat se především na trpělivost muzikantů, která se ukázala být vzhledem k mé krátkodobé praxi jako stěžejní a bohužel ve většině případů, ze strany interpretů, neakceptovaná.

Na závěr bych chtěl tedy podotknout, že představa mnoha lidí o příchodu do sálu, postavení mikrofonu někam do prostoru v časovém horizontu do deseti minut, s očekávaným výsledkem naprosto brilantního zvuku - je velice zkreslená. Dle mého názoru jsou tedy tyto metody stereofonního snímání založeny na elektroakustických zkušenostech zvukového mistra a především na jeho subjektivních zkušenostech, kdy může nově vzniklou situaci přirovnat ke staré (mu známá) a popřípadě jí částečně nebo úplně modifikovat.

Použitá Literatura:

VLACHÝ, Václav: *Praxe zvukové techniky*. Praha: Muzikus, 2008
GREČNÁR, Ján: *Filmová hudba od nápadu až po soundtrack*. Bratislava: Veda, 2005
GEIST, Bohumil: *Akustika – jevy a souvislosti v hudební praxi*. Praha: Muzikus, 2005
SHURE BROTHERS INCORPORATED: *Microphone techniques for music*. Shure
GIBSON, Bill: *Microphone Techniques*. ProAudio press, 2002
SHEA, Mike: *Studio recording procedures*. MacGraw-Hill Companies, 2005
WUTTKE, Jorg: *Mikrofonaufsatze*. Schoeps, 2000
DPA MICROPHONES: *Stereo recording with DPA microphones*. DPA Microphones A/S, 2006

Internet:

<http://www.josephson.com/tn5.html>
http://en.wikipedia.org/wiki/Head-related_transfer_function
<http://www.barryrudolph.com/mix/akgc451b.html>
http://www.pslx.co.uk/akg_ck22.htm
http://www.soundonsound.com/sos/1997_articles/feb97/stereomiking.html
http://en.wikipedia.org/wiki/Stereophonic_sound
http://en.wikipedia.org/wiki/Stereophonic_sound
<http://www.recording-microphones.co.uk/Binaural-stereo.shtml>
http://en.wikipedia.org/wiki/Binaural_recording
<http://www.binaural.com/binfaq.html>
<http://www.schoeps.de/E-2004/kfm6.html>
<http://www.uneeda-audio.com/pzm/>
<http://www.crownaudio.com/pdf/mics/136367.pdf>
<http://www.crownaudio.com/pdf/mics/127089.pdf>
http://en.wikipedia.org/wiki/Jecklin_Disk
<http://www.recording-microphones.co.uk/Jecklin-Disk.shtml>
http://emusician.com/mag/emusic_front_center/
http://www.sounddevices.com/tech/ms_stereo.htm
<http://www.paia.com/ProdArticles/msmicwrk.htm>
<http://www.wesdooley.com/pdf/technique.pdf>
http://en.wikipedia.org/wiki/NOS_stereo_technique
<http://www.dpamicrophones.com/en/Microphone-University/Stereo-Techniques/NOS%20Stereo.aspx>
http://en.wikipedia.org/wiki/ORTF_stereo_technique
<http://en.wikipedia.org/wiki/ORTF>

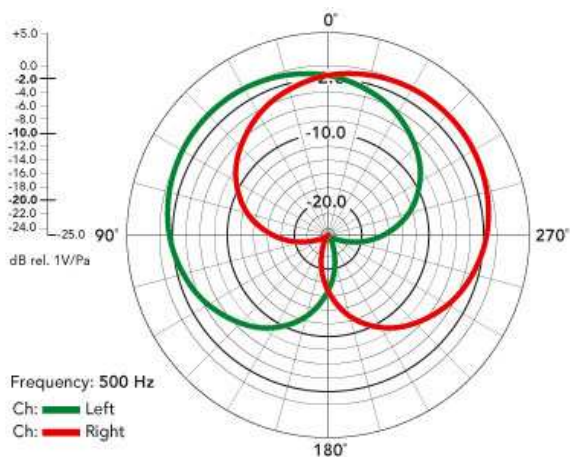
Dále čerpáno z:

www.shure.com
www.recording-microphones.co.uk
www.dpamicrophones.com
www.akg.com
www.alesis.com
www.google.cz
<http://images.google.cz/imghp?hl=cs&tab=wi>

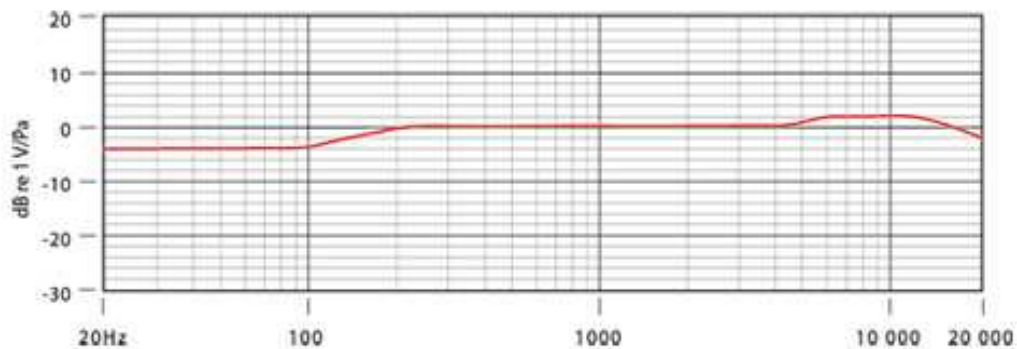
Příloha 1: RODE NT4



Rode NT4



Polární charakteristika



Frekvenční charakteristika

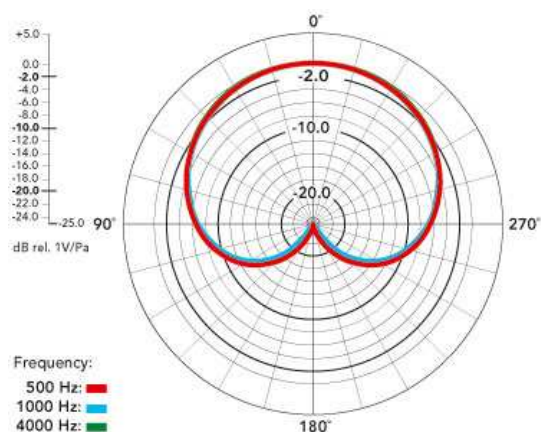
Technické parametry:

- Stereo XY kondenzátorový mikrofon s pozlacenou membránou
- Kapsle: 2 x 0.5` (13mm) kondenzátor mikrofon v stereo XY umístění
- Charakteristika: Kardioda - každá vložka
- Frekvenční rozsah: 20 Hz-20 kHz
- Výstupní impedance: 200 ohm
- Citlivost: -38 dB 1v/Pa (12mV @ 94dB SPL) +/- 2dB
- Ekvivalent šum: <16 dB SPL (IEC268-15)
- Max. výstup: +13.9 dBu (@ 1% THD 1K ohm)
- Dynamický rozsah: > 128 dB (ICE651, IEC268-15)
- Max. SPL: 143 dB (@1%THD do 1K ohm)
- Odstup signál/šum: 78 dB (1kHz 1 Pa; ICE651, IEC268-15)
- Napájení: Fantom +12/24/48 V nebo 9V baterie
- Váha: 480g

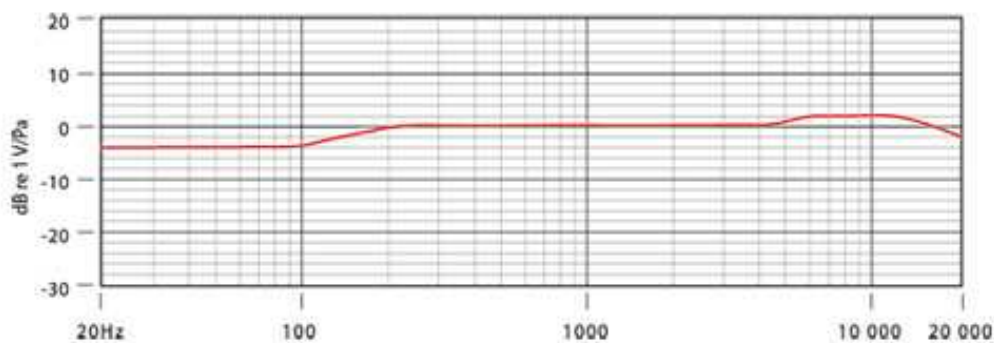
Příloha 2: RODE NT5



Rode NT5



Polární charakteristika



Frekvenční charakteristika

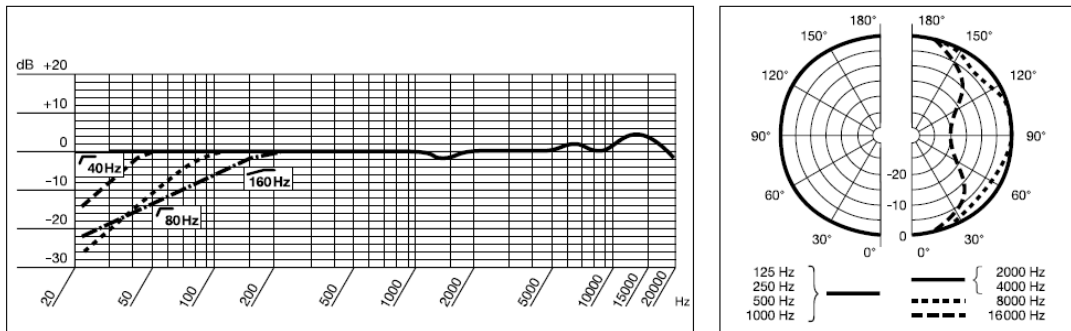
Technické parametry:

- Kondenzátový mikrofon s pozlacenou membránou
- Kapsle: 0.5" (13mm) kondenzátor mikrofon
- Charakteristika: Kardioida
- Frekvenční rozsah: 20 Hz-20 kHz
- Výstupní impedance: 200 ohm
- Citlivost: -38 dB 1v/Pa (12mV @ 94dB SPL) +/- 2dB
- Ekvivalent šum: <16 dB SPL (IEC268-15)
- Max. výstup: +13.9 dBu (@ 1% THD 1K ohm)
- Dynamický rozsah: > 128 dB (ICE651, IEC268-15)
- Max. SPL: 143 dB (@1%THD do 1K ohm)
- Odstup signál/šum: 78 dB (1kHz 1 Pa; ICE651, IEC268-15)
- Napájení: Fantom +12/24/48 V nebo 9V baterie
- Váha: 480g

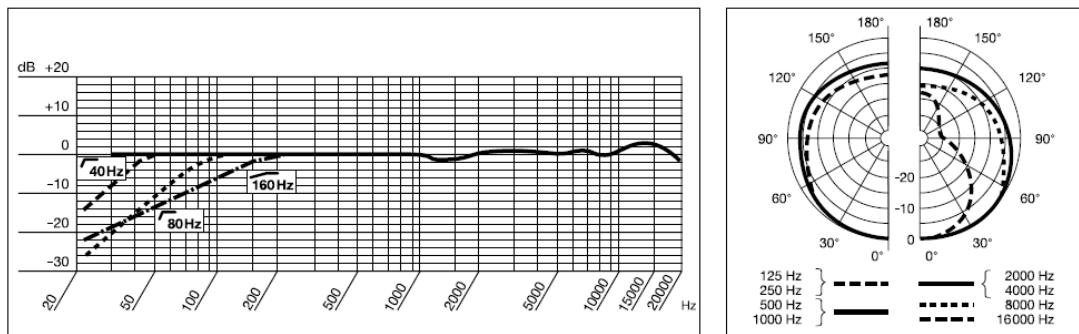
Příloha 3: AKG C414 B-XLS



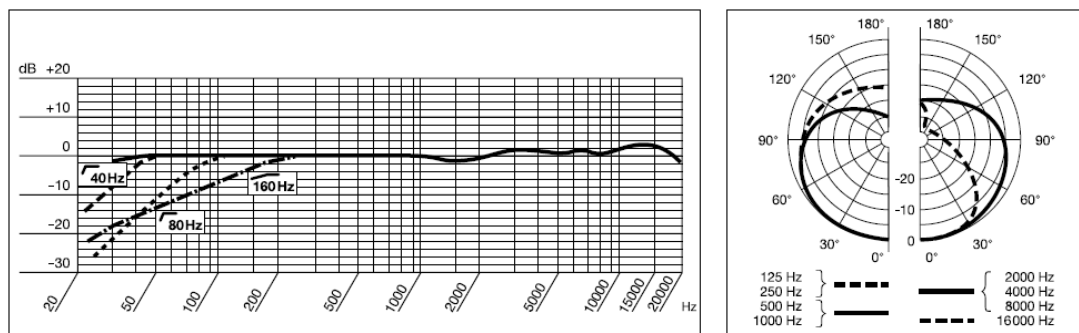
Všesměrová charakteristika



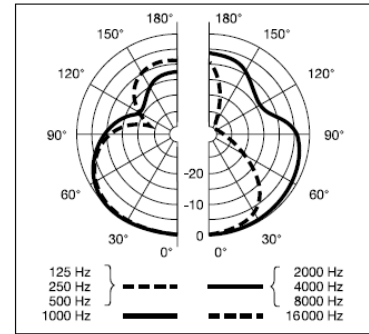
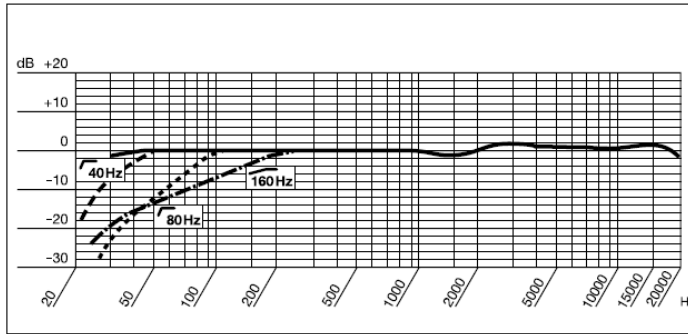
Širší kardioidní charakteristika



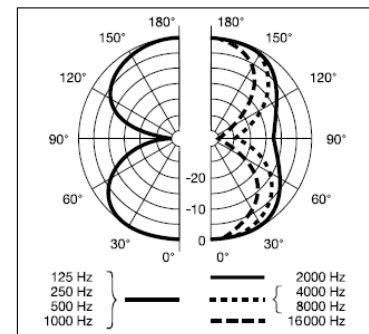
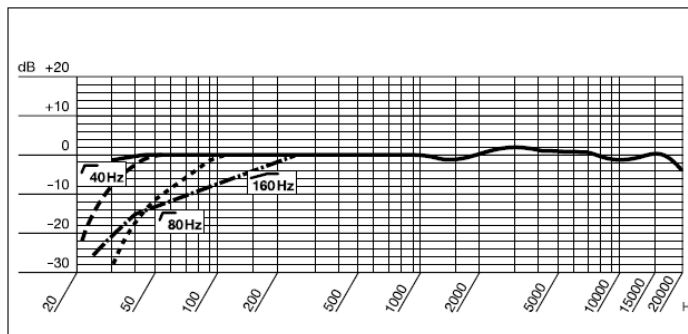
Kardioidní charakteristika



Úzce směrová charakteristika



Osmičková charakteristika



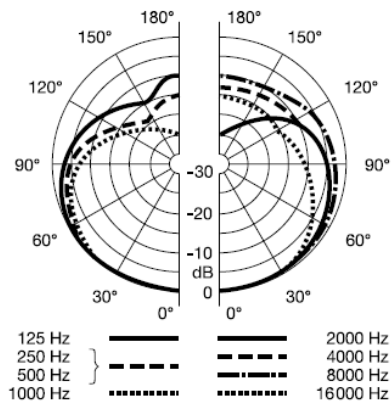
Technické parametry:

- Charakteristika: koule, široká/úzká kardioida, hyperkardioida, osmička
- Membrána: pozlacená 1''
- Frekvenční rozsah: 65Hz – 20kHz
- Citlivost: 23 mV/Pa (-33 dBV) ± 0.5 dB
- Max. SPL: 200/400/800/1600 Pa = 140/146/152/158 dB (0/-6/-12/-18 dB) při 0.5% THD
- Ekvivalent šumu: level 6 dB-A (IEC 60268-4)
- Poměr signál/šum: 88 dB
- Přepínatelný útlum: -6 dB, -12 dB, -18 dB
- Filtr spodních frekvencí: 12dB/oktávu pro 40 Hz, 80 Hz; 6 dB/oktávu pro 160 Hz
- Výstupní Impedance: <=200 ohms
- Doporučená zatěžovací impedance: >= 2,200 ohms
- Napájení: phantom 48V DIN/IEC
- Prodivný odběr: 4.5 mA
- Dynamický rozsah: >134dB (minimum)
- Váha: 300g

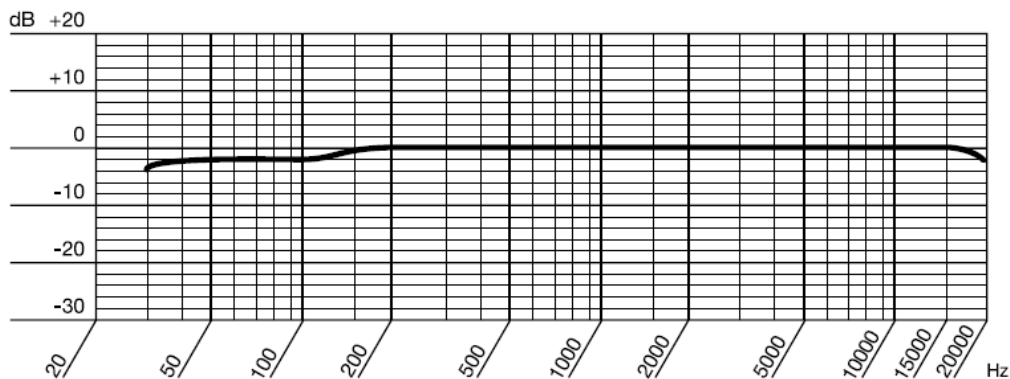
Příloha 4: AKG 480 B –ULS s kardioidní vložkou CK61 ULS



AKG480B s CK61



Polární charakteristika



Frekvenční charakteristika

Technické parametry:

- Charakteristika: kardioida
- Frekvenční rozsah: 20Hz – 20kHz
- Citlivost: 40/20/6,3 mV/Pa (-28/-34/-44 dBV)
- Max. SPL: 134/140/144 dB
- Ekvivalent šumu (CCIR 468-3): 23/21/28 dB
- Ekvivalent šumu: 13/11/17 dB-A
- Poměr signál/šum: 81/83/77 dB
- Volitelný útlum: +6/0/-10 dB
- Filtr spodních frekvencí: 12dB/oktávu pro 70 nebo 150 Hz
- Výstupní impedance: 150 ohms
- Doporučená zátěžová impedance: >2000 ohms/1000 pF
- Napájení: phantom 48 V
- Proudový odběr: <2 mA
- Váha: 150g

Příloha 5: AKG C 451E s všesměrovou vložkou CK-22



Mikrofon AKG C451 E



Vložka CK-22 a CK22Black

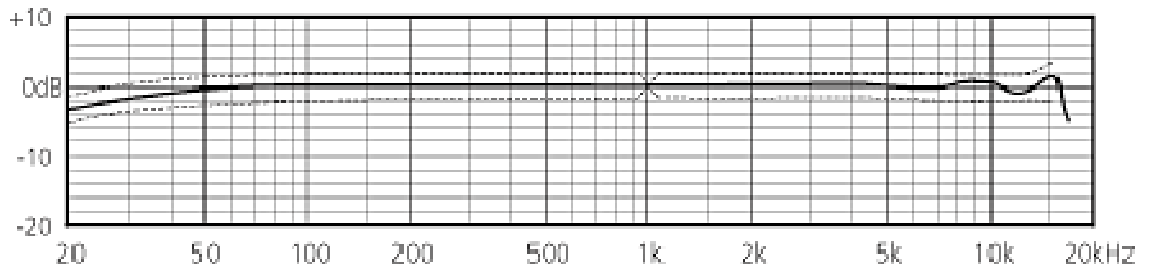
Technické parametry:

- Charakteristika: Všesměrová
- Citlivost @ 1kHz: 0,8mv/mikrobar=8mV/Pa (-62dBV)
- Posuzovaná úroveň hluku: 2,2 μ veff
- Ekvivalentní úroveň hluku: 22dB
- Kmitočtová charakteristika: 20 – 20kHz
- Směrová charakteristika: všesměrová
- Výstupní impedance: 200ohms
- Kapacita kapsle: 22pF
- Napájení: 7,5 - 52V DC
- Váha vložky: 40g

Příloha 6: Schoeps KFM 6



Systém KFM 6



Frekvenční odezva při stereo snímání stereo v přímé ose mikrofonu

Technické specifikace:

- Snímač: Speciální tlakový
- Zaznamenávací úhel: cca. 90°
- Kmitočtový rozsah: 18Hz – 16kHz
- Ekvivalentní hladina hluku CCIR: 25dB
- Maximální akustický tlak pro 0,5THD: 123dB SPL
- Vnitřní impedance: 60ohms
- Minimální doporučený zatěžovací odpor: 600ohms
- Napájení 12-48V phantom
- Spotřeba: 4,4mA – úměra k úrovni akustického tlaku
- Váha: 1,1kg

Příloha 7: Záznam Alesis HD24



Technické parametry:

- HDD záznam (2 rozhraní), IDE/EIDE/ATA – 5400 i 7200
- 24 IN/OUT – při 24bitech, 44,1 nebo 48 kHz
- 12IN/OUT - 88,2 nebo 96kHz
- Rozhraní – Analog (1/4" TRS, při +4dBu), ADAT, Word Clock, LRC remote, Ethernet
- Frekvenční rozsah: 20 – 20000Hz
- Zkreslení < 0,003% THD, při vstupní úrovni +4dBu, max. +19dBu
- Váha: 9Kg