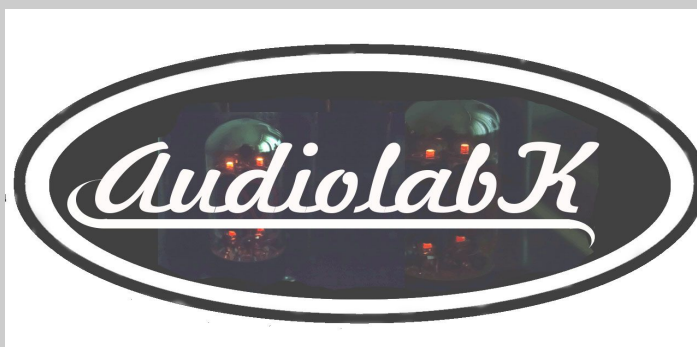




Zdroje akustického signálu

Co dnes poslouchat?

Obsah

1 Úvod.....	3
2 Gramofon.....	3
3 Magnetofon.....	5
4 CD přehrávače a další audio diskové přehrávače.....	6
5 Hudební soubory na PC.....	7



Zdroje akustického signálu

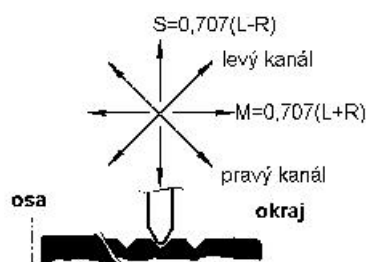
1 Úvod

Prvním článkem akustického řetězce pro domácí poslech je zdroj akustického signálu. V dnešní době je velmi mnoho možností, jak signál získávat. Předmětem tohoto článku je přehled několika dostupných možností a jednoduché zhodnocení jejich základních vlastností.

2 Gramofon

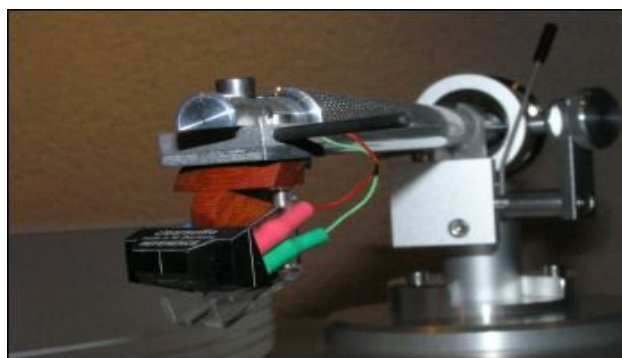


Jako první se komerčně ujal záznam na gramofonové desky. Ty vydržely mnoho desítek let, dokud se nezačaly objevovat první magnetofony. Signál, zaznamenaný na gramofonové desce je analogový signál, který se zaznamenává tak, že analogový signál se po patřičném zesílení převádí přes speciální elektromagnetický obvod na mechanický pohyb ostré jehly, která svým pohybem zaznamenává analogový signál do gramofonové desky. Aby docházelo k co nejmenšímu zkreslení při hloubení analogového záznamu do desky, musí být síla působící na jehlu co možná nejvyšší a odpor pro hloubení záznamu co možná nejnižší. Proto se záznam provádí do měkkého materiálu (nejdříve vosku, pak speciálního laku) a z něho se pak dělá chemickou cestou (pokovováním) kopie kovová. Ta pak slouží jako matrice pro lisování gramodesek z plastu (vinilu). Protože by se ale takto jednalo pouze o monofonní záznam, i když velmi kvalitní (pouze jeden kanál), posluchač by sice slyšel kvalitní analogový signál, ale nedostával by však žádnou informaci o prostoru, ve kterém byla nahrávka provedena a posluchač by takto přicházel o mnoho emocí. Protože člověk pro posouzení prostoru používá uši dvě, bylo tedy nutné zaznamenávat kanály dva (stereo). Aby se dalo vše nahrát na jednu gramofonovou desku bylo nutné najít způsob záznamu dvou kanálů. Po mnoha různých způsobech se nakonec ujala metoda použití dvou na sobě kolmých elektromagnetických obvodů, které ovládají jednu jehlu. Jeden kanál je zaznamenáván pod úhlem 45° doleva od osy jehly a druhý kanál 45° doprava od osy jehly. Zaznamenány jsou pak kanály oba a gramofonová deska se pak stává stereofonní. Podobným způsobem se musí provést i gramofonová přenoska, která daný záznam vyhodnocuje a stává se pro posluchače zdrojem akustického signálu, který si pak dále ve svém akustickém řetězci zpracovává (viz. Obrázek dole).



Hlavním fyzikálním problémem gramofonového záznamu je jeho úroveň. Protože hloubka záznamu v gramofonové desce je velmi malá, jedná se o velmi malé zlomky milimetru, je pohyb snímací jehly také malý a napětí, které generují snímací cívky gramofonové přenosky také. Takto malý signál je velmi citlivý na okolní rušení a jeho zpracování tedy není jednoduché. Pro vaši představu, napětí jednoho monočlánku standardní baterie, kterou snad každý zná je 1,5 V. Nejvyšší výstupní úroveň kvalitních gramofonových přenosek je ale tisíckrát nižší! To se ale bavíme o záznamu signálu s nejvyšší úrovní! Pokud si představíte, že symfonický orchestr zvládá běžně dynamiku svého přednesu 90 nebo 100 dB, a chtěli byste takovou dynamiku nahrát na gramofonovou desku, museli byste pracovat se signály ještě sto tisíckrát nižšími! To už se ale pohybujete v úrovních desítek nanovoltů a to už je standardní úroveň šumu i těch nejlepších akumulátorových baterií! Dalším velkým problémem je přenosová charakteristika gramofonových přenosek, protože úroveň nízkých kmitočtů má cca desetkrát nižší než úroveň středních a vysokých kmitočtů, takže přijatý signál se musí vždy nejdříve zpracovat korekčním předzesilovačem pro vyrovnání kmitočtové charakteristiky a pak zásadně zesílit na úroveň zpracovatelnou koncových zesilovačem. Přenosky jsou buď krystalové (piezoelektrický princip, vyžadují vyšší síly na hrot – více opotřebovávají gramodesky) nebo s pohyblivými magnety ne pohyblivými cívkami (ty mají až desetkrát nižší přitlačné síly a etablovaly se pro svou kvalitu). Každý zesilovací stupeň však signál vždy trochu zkresluje a přidává k němu určitou úroveň šumu a brumu. Tomu se nevyhne žádné řešení. Zpracování gramofonového signálu je tedy velmi složitý proces s velmi vysokými nároky na kvalitu. Jedná se však vždy o 100% analogový signál, (i když kvůli fyzikálním zákonům trochu korigovaný na dynamiku) takže výsledný zvuk je velmi kvalitní. Náklady na pořízení vysoce kvalitního zdroje analogového signálu jako je gramofon jsou velmi vysoké. Vždy jdou do několika desítek tisíc korun a není problém najít i systémy za mnoho set tisíc korun. I když šel svět dál a začal používat magnetofonové pásky, kompaktní disky CD, pak i DVD, SACD a i blue-ray disky, gramofonové desky stále žijí a stále se vyrábí.

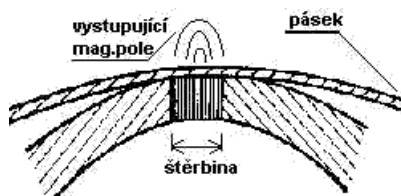
Lidé s technokratickými základy však mají argumenty, protože odstup signál šum se jen zřítakdy dostane přes 70 dB a gramofonové desky nemají nekonečnou životnost a i při používání se opotřebovávají. Separace kanálů je dokonce až stokrát horší než výše uvedený odstup signál šum. Ale hraje to a velmi dobře. Gramofonové desky se stále vyrábí a prodávají.



3 Magnetofon



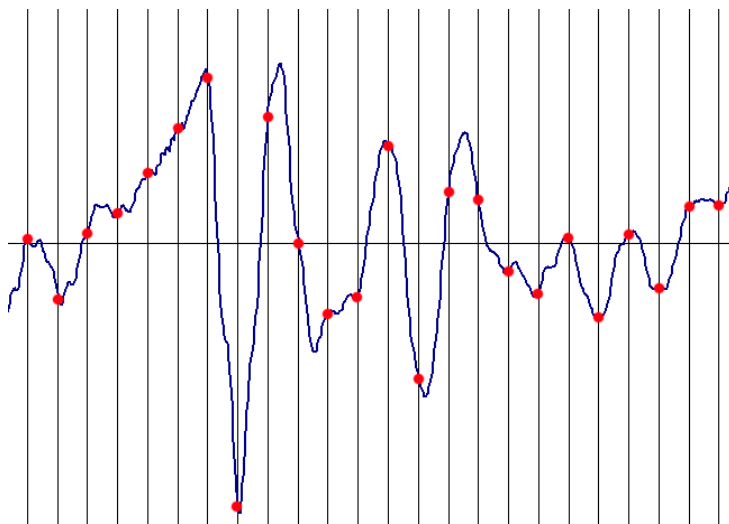
V dalším kroku, ale hlavně příchodem polovodičů se komerční trh začal obracet více na magnetofony. Magnetofon měl jednu základní výhodu oproti gramofonům a to tu, že uživatel si mohl nahrávat sám co chtěl. Magnetofonový pásek je plastová páska, na kterou je nanesen materiál, který je možné zmagnetovávat dle potřeby. Jeho přetahováním přes snímací hlavu se snímá akustický signál, který byl převeden na elektrický a na pásku nahrán (páska byla dle signálu zmagnetována – viz obrázek dole).



Magnetofonová nahrávka vyžaduje taktéž korekci výstupního snímaného signálu, protože horní pásmo přenášených kmitočtů je omezeno hlavně rychlostí pásku. Takže nároky na vnitřní elektroniku jsou také vysoké. Na trhu se tedy objevili tzv. kotoučové magnetofony a ty kvalitnější umožňovali využití rychlostí kolem 19 m/min a tím i jejich kvalita byla na svou dobu velmi vysoká. Pro komerční účely se ale začaly vyrábět magnetofony s poloviční rychlostí a tedy s horšími parametry a nakonec přišly na trh i tzv. kazetové magnetofony, které nejen, že snížily rychlost až na 4,5 m/min a zúžily i magnetický pásek cca na polovinu a jejich kvalita začala velmi narážet na fyzikální možnosti používaných materiálů. Začaly se objevovat různé podpůrné obvody jako Dolby-B, C atd. , ale všechna zlepšení byla vždy na úkor něčeho. Jedinou jejich výhodou byly rozměry, takže pro mládež byly velice úspěšné. Audiofilové si buď sehnali studiové kotoučové magnetofony s vyššími rychlostmi nebo zůstali u gramofonů. I když byl v případě páskových magnetofonů tento akustický zdroj kvalitní, postupně umírá. Největším problémem je, že z trhu úplně zmizely magnetofonové pásky, takže kdo nemá dostatečné zásoby, je pro něj tento akustický zdroj pro domácí poslech prakticky mrtvý.

4 CD přehrávače a další audio diskové přehrávače

Vývoj však šel dál a i tuto oblast audia zasáhla digitalizace. Jako první se objevily CD přehrávače a audio signál se začal vzorkovat dle domluvených standardů v tzv. Red Book. Bylo dohodnuto, že vzorkovací kmitočet bude 44,1 kHz a každý vzorek bude mít 16 bitů. Na obrázku níže je znázorněno vzorkování signálu.

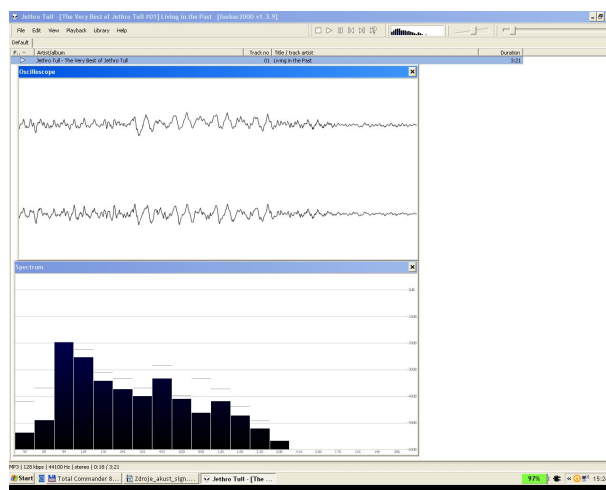


Modrá křivka znázorňuje akustický signál a červené tečky místa, odkud se bere vzorek signálu. Z tohoto obrázku je zřejmý rozdíl mezi analogovým signálem, což je modrá křivka a digitálním signálem, což jsou číselné informace o poloze červené tečky jak vertikálně (určitým počtem bitů) tak horizontálně (zvoleným vzorkovacím kmitočtem). Například výše popisovaný gramofon zaznamená přesně celý tvar modré křivky, protože jej vytlačí do měkké matrice. CD přehrávač obdrží pouze informace o polohách jednotlivých červených teček a musí si je mezi sebou pospojovat, aby znovu vytvořil zaznamenaný analogový signál. Je tu tedy jasně vidět, že čím větší je počet vzorků, tím kvalitnější výsledek dostanete.

Protože při vzorkovacím kmitočtu 44,1 kHz používaném pro CD přehrávače je maximální nejvyšší možný přenášený kmitočet 22,05 kHz a přenášený audio signál by měl být až do 20 kHz zbývá na odfiltrování vrchní části frekvenčního spektra jen 2 KHz. Vrchní část spektra tj. 22,6 až 44,1 kHz je vlastně zrcadlově překlopená věrná kopie požadovaného spektra od 0 do 22,05 kHz, musí se tedy co nejdokonaleji odfiltrovat. To je ovšem pro klasický analogový filtr úkol nespílitelný. Začaly se tedy používat filtry digitální. Ty dle dostupných teorií měly očekávané parametry plnit. Jenže audiofilovům se zvuk CD přehrávačů nelíbil. Vývoj šel dál a začaly se vyrábět disky s vyšším rozlišením než měly CD disky a objevily se disky Audio DVD, HDCD a SACD. Začalo se využívat vzorkování 96 khz a jednotlivé vzorky měly větší počet bitů v tomto případě 24. Tyto akustické zdroje dosahovaly mnohem lepších parametrů než standardní CD, ale audiofilové stále slyšeli, že to není ono. Jak šel vývoj dál, jednak se začaly objevovat Blue Ray disky s ještě jemnějším vzorkováním ale mnoho energie se věnovalo i průzkumu důvodů, proč to stále není ono. Protože možnosti současné elektroniky jsou v porovnání s možnostmi před několika lety úžasné a současná měřicí technika umí nevídané, došlo se i na důvod, proč digitální přehrávače měly stále problémy. V případě CD přehrávače se zjistilo, že 16 bitové vertikální rozlišení není ani tak omezující, jako zvolená vzorkovací frekvence 44,1 kHz. Jak jsme již uvedli výše, tento formát vyžaduje velmi

náročnou filtraci, aby se propustil kmitočet 20 kHz a maximálně potlačily kmitočty nad 22 KHz. Pečlivým měřením se zjistilo, že potřebný digitální filtr by to teoreticky zvládal, ale musel by mít k dispozici zdroj vzorkovací frekvence s fyzikálně nedosažitelným jitterem. Jitter je hodnota změny šířky pulsů vzorkovací frekvence. Teoreticky by měla být nula, ale žádný zdroj frekvence není tak dokonale stabilní. Je nutné si uvědomit, že pokud má krystal trochu jinou frekvenci, ale je stabilní, je výsledek perfektní. Pokud ale jeho frekvence kolísá (má vysoký jitter) pak je výsledek špatný. Na internetu si dnes můžete najít spoustu informací o jitteru. Já jsem se s tím poprvé setkal u článku od Ryohei Kusunokiho. Velmi jednoduše tam vysvětluje, jaký maximální jitter může být pro CD formát akceptovatelný, aby nedocházelo k chybám při převodu z digitálního do analogového signálu. Pro standardní CD přehrávač s digitálním filtrem s osmi násobným převzorkováním pak minimální jitter vychází 21,6 ps. Jenže standardní zdroje vzorkovacího signálu s krystalovým oscilátorem mají jitter v úrovni několika set ps!! To je největší problém komerčně vyráběných přehrávačů. Protože není problém si postavit nebo koupit zdroj vzorkovacího signálu v úrovni jednotek ps, je celkem jednoduché si zlepšit kvalitu svého CD nebo DVD přehrávače úpravou jeho kmitočtové základny. Vyzkoušeno na mnoha standardních CD a DVD přehrávačích a přínos je za pár korun velmi dobrý. Velkou výhodou oproti gramofonové přenosce je základní výstupní napětí za vlastním převodníkem. Standardní výstupní napětí v CD přehrávači je 2V. To je 1000x více než u gramofonové přenosky. To znamená, že vliv základního fyzikálního šumu na akustický signál je 1000x menší, tedy o 60 dB menší než u gramofonové přenosky!!

5 Hudební soubory na PC



S příchodem počítačů se objevila možnost využívat jejich výpočetní možnosti a začaly se objevovat hudební záznamy ve formě souborů, zpracovatelných personálními počítači. Následně začal velký rozmach MP3 přehrávačů, protože jsou přenosné, vejde se na ně velké množství MP3 souborů a hlavně z hlediska jejich ceny jsou dostupné velmi široké skupině spotřebitelů. Z pohledu milovníka kvalitní hudby je nejhorší, že kvůli své zatím nepřekonatelné dostupnosti jsou velmi oblíbené už od dětského věku a způsobují to, že děti si zvyknou na jejich používání a pokud nehrají na nějaký hudební nástroj nebo nejsou z hudební rodiny, aby měly zkušenosti se zvukem akustických hudebních nástrojů, nevidí důvod, proč poslouchat někdy něco jiného. Příchodem mobilních telefonů, které dnes všechny MP3 přehrávače mají se jejich pozice ještě zásadně posílila. Má je dnes již od dětského věku každý.

Jenže MP3 kódování je tzv. ztrátové kódování. Základním předpokladem pro jeho použití je úvaha, že člověk se soustředí na přicházející zvuk v příslušné maximální hladině akustického tlaku

(hlasitosti) a nesleduje, co se děje v úrovních o několik desítek decibel nižších (mnohem tižších zvuků). Je tedy možné tyto informace vymazat a zmenšit tak velikost akustických souborů. Čím větší je komprimace (potlačení signálů s nižší hlasitostí), tím menší jsou vlastní soubory a více se jich na daný MP3 přehrávač vejde. Rychleji se posílají z mobilních telefonů, či jiných přenosných zařízení kamarádům a pokud se jedná o jejich jiné využití, jako je například jejich využití jako vyzváněcího nebo upozorňovacího tónu, tak tam jsou nepřekonatelné.

Postupem času vznikalo mnoho dalších způsobů kódování zvukových nahrávek, ale protože dnes je prakticky každý na internetu, má většinou možnost si dekodovací aplikace prakticky na cokoli z internetu stáhnout.

Z pohledu milovníka kvalitního poslechu je to ale cesta lichá. Ztrátou informací se prakticky úplně ztrácí prostorové informace v místě nahrávky a samozřejmě se mění i barva tónů, hudební nástroje zní jinak atd. Naštěstí i pro tyto posluchače jsou dnes možnosti skvělé. Existuje již mnoho bezztrátových komprimací na zmenšení souborů s akustickou nahrávkou a jejich kvalita je v poslední době většinou perfektní. Navíc profesionální DA převodníky dnes běžně již pracují s výstupním napětím až 9V, takže problémy s přirozenou úrovní fyzikálních šumů jsou ještě 3,5 menší než byly i DA převodníků pro CD přehrávače. Pokud se jedná o vlastní vzorkování signálů, je dnes na internetu běžně dostupná úroveň nahrávek 192kHz/24 bitů (studiové rozlišení) v bezztrátových souborech jako např:

Audio Interchange File Format (AIFF)

Apple Lossless Audio Codec (ALAC)

Free Lossless Audio Codec) apod.

Už jsou však někde dostupné i soubory s rozlišením 385kHz/24 i 32bitů. Dnešní audiofil má tedy možnosti úžasné. Stačí mu počítač s přístupem na internet, kvalitní DA převodník (ne standardní interní nebo i externí zvuková karta), kvalitní koncový zesilovač, kvalitní reprobedny, kvalitní kabeláž a vhodně upravená poslechová místnost a výsledek je neuvěřitelně skvělý. Je dnes běžné si pořídit stejnou nahrávku v několika rozlišeních a poslechnout si rozdíly. Od svých dětí i od svých známých mám vyzkoušené, že ani nepotřebujete být odborníkem na poslech a rozdíly určitě poznáte. Lidský mozek totiž stále pozná, co jsou zvuky přírodní a přirozené a co umělé.

Vřele doporučuji si to poslechnout. Slovy se to nedá nikdy správně vyjádřit. Zastavte se u nás a můžete to slyšet.