



Fakulta elektrotechnická

# Semestrální práce

Marek Vavřínek

Předmět:  
Syntéza audio signálů

Praha, 2022

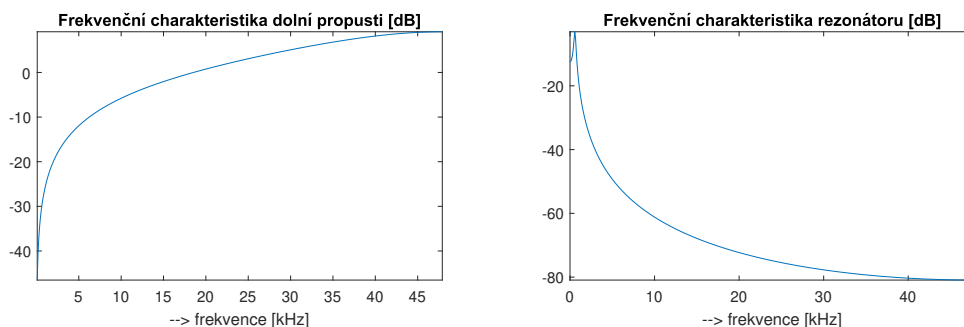
# 1 Syntéza zvuku auta

Při realizování syntézy zvuku auta jsem navrhl program, který generuje syntetický zvuk ovládaný řídicími signály v zadané tabulce. Tabulka obsahuje vzorky signálů s časovým rozestupem 4 ms. Pro generování zvuků je vhodná vzorkovací frekvence například 48 kHz. Aby vzorkování řídicích signálů odpovídalo vzorkování zvuku, použité řídicí signály jsem musel interpolovat.

Syntézu zvuku auta jsem realizoval pomocí frekvenční modulace. Základní tón sinové složky jsem nastavil tak, aby se pomalu měnil v čase dle řídicího signálu rychlosti auta. Signál rychlosti jsem vyhladil, aby nedocházelo k nechtěným modulačním efektům. Takto je tón auta závislý na rychlosti.

Základní sinovou složku jsem moduloval konstantní frekvencí. Modulační index jsem zvolil jako sinový průběh, jehož amplituda i frekvence je ovlivňována otáčkami vozu. Tím jsem docílil dunivého bublavého zvuku motoru auta.

Barvu výsledného zvuku jsem doladil pomocí dvou filtrů. Nejprve jsem aplikoval horní propust, čímž jsem potlačil příliš nízké kmitočty. Před touto filtrací syntéza zněla spíše jako syntéza traktoru než-li auta. Druhý filtr jsem nastavil jako rezonátor, který zvýrazňuje barvu zvuku.



**Obrázek 1:** Použité filtry na zvuk motoru

Dále jsem doplnil zvuk motoru auta zvukem svištění větru. Vítr jsem realizoval pomocí filtrační syntézy. Generovaný bílý šum jsem filtroval rezonátorem, který měl nastavenou rezonanční frekvenci závislou na rychlosti auta. S větší rychlostí vozu, tak vítr piští na vyšší frekvenci. Pro vytvoření náhodného charakteru zvuku je rezonanční frekvence závislá navíc ještě na pomalých sinových průbězích.

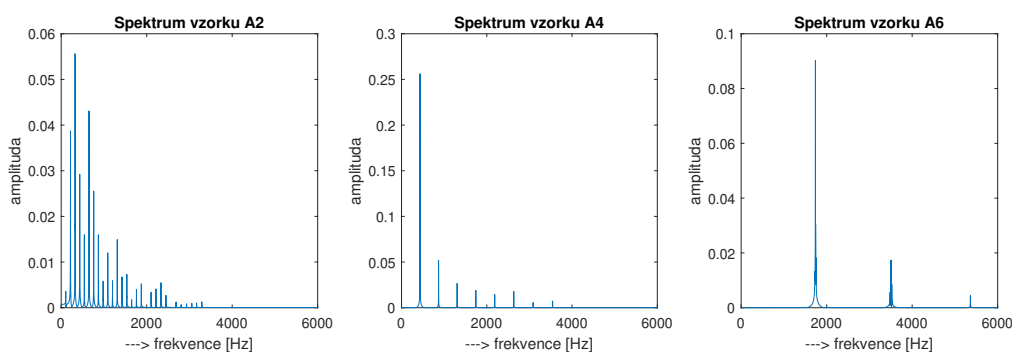
Zvuk větru jsem doplnil podmínkou. Při nižších rychlostech má vítr nulovou amplitudu a není tak slyšet. Od určité rychlosti vozu pak vítr začne pískat. Následně je výsledný vítr přimíchán s malou amplitudou do mixu celkového zvuku.

## 2 Syntéza hudebních nástrojů

Při realizování semestrální práce - syntéza hudebních nástrojů jsem se rozhodl pro syntetizování hudební skladby *Barcarolle*. V zadaném MIDI souboru se vyskytují noty pro dva hudební nástroje a to pro klavír a housle.

Hudební syntézu klavíru jsem se rozhodl realizovat pomocí aditivní syntézy, neboli pomocí sčítání sinových harmonických složek. Vlastní aditivní syntézu jsem navrhl pomocí analýzy nahraného vzorku tónu klavíru. Ve spektrální oblasti jsem odečetl amplitudy a frekvence významných harmonických složek. V navrženém programu jsou při syntéze daného tónu odebrané frekvence přepočítávány dle výšky požadovaného tónu a spolu s amplitudami použity pro aditivní syntézu.

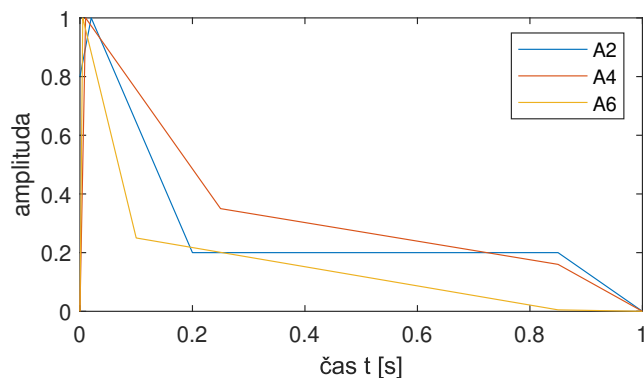
Pro dosažení větší věrohodnosti syntézy jsem program rozdělil na tři části, přičemž každá část zodpovídá za syntézu jiné části klaviatury. Nižší tóny jsou tak syntetizovány pomocí analýzy vzorku tónu *A2*, střední tóny pomocí analýzy vzorku tónu *A4* a vyšší tóny pomocí analýzy vzorku tónu *A6*.



Obrázek 2: Porovnání amplitudových spekter vzorků

Výsledný tón je následně vynásoben *ADSR* obálkou, která mu dodává charakteristický průběh. Opět pro každý vzorek jsem navrhl jinou obálku.

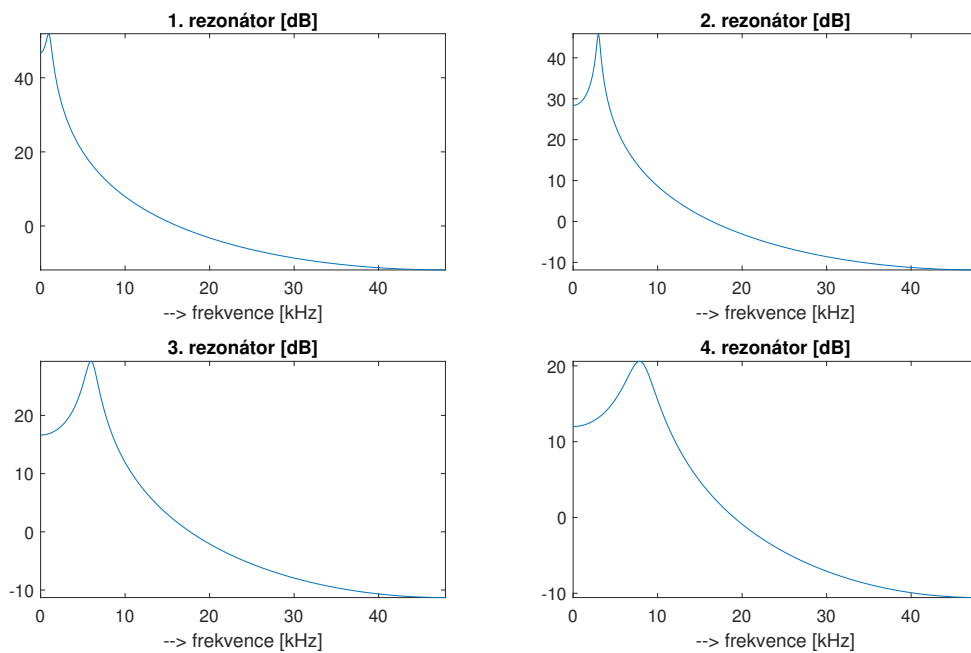
Dále jsem za syntézu zvuku zařadil aplikování hudebního efektu dozvuku. Ten dodává pocit, že se klavír nachází v nějaké místnosti. Výsledný zvuk tak působí více reálně. Po aplikování obálky a dozvuku je zvuk normován na amplitudu rovnou jedné a vynásoben zadanou amplitudou.



Obrázek 3: Porovnání obálek

Hudební syntézu houslí jsem se rozhodl realizovat pomocí formantové syntézy. Budící pilový signál, který jsem složil z 50 sinusovek, jsem nechal procházet modelem houslí, který představují čtyři rezonátory za sebou. Takto pomocí filtrace je postupně změněno spektrum pilového průběhu na barvou odpovídající tón houslím. Následně jsem na zvuk aplikoval vhodnou obálku, která chudému tónu dodá charakteristický průběh.

Věrohodnost syntézy houslí jsem vylepšil pomocí vibráta. Vibráto jsem realizoval pomocí frekvenční modulace. Rozladováním základní frekvence budícího signálu houslí jsem docílil požadovanému zvuku odpovídajícímu opravdovému houslím.



**Obrázek 4:** Amplitudové frekvenční charakteristiky použitých rezonátorů

Po syntéze tónů houslí jsem navrhl hudební efekt chorus, který má za úkol upravit zvuk tak, aby se zdálo, že je zdrojů více, než jich reálně je. V mém případě se jedná o jeden syntetický zdroj. Efekt pomocí proměnlivého zpoždění přičítá různě zpožděné vzorky téhož signálu s nižší amplitudou k původním vzorkům. Výsledný zvuk pak normuji k jedné a násobím požadovanou amplitudou.

### 3 Závěr

Podařilo se mi napsat programy v prostředí MATLAB, které syntetizují dle zadání zvuk auta k zadanému videu a hudební nástroje pro syntézu zadané skladby. K realizování řešení jsem využil znalostí nabytých v předmětu SYN. Především jsem využil znalosti aditivní a formantové syntézy a frekvenční modulace. Výsledek, jakožto barvu zvuku, je třeba hodnotit subjektivně. Musím říct, že jsem se svým výsledkem spokojen.