Syntéza psychostimulačných signálov a ich aplikácia

Synthesis of psychostimulating signals and real aplications

Bc. Eduard Palkovský

Diplomová práca
2009

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
Ústav aplikované informatiky
akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Bc. Eduard PALKOVSKÝ**
Studijní program:	**N 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor:	**Počítačové a komunikační systémy**
Téma práce:	**Syntéza psychostimulačních signálů a jejich aplikace**

Zásady pro vypracování:

1. **Vypracování literární rešerše na dané téma.**
2. **Analýza hladin vědomí lidského mozku.**
3. **Analýza zvukového signálu, jeho vyjádření ve frekvenční oblasti.**
4. **Návrh systému pro syntézu psychostimulačních signálů.**
5. **Experimentální vyhodnocení stimulačních účinků.**

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. **TOLONEN, T., VÄLIMÄKI, V.,KARJALAINEN, M. Evaluation of Modern Sound Synthesis Methods. Espoo 1998, ISBN 951-22-4012-2.**
2. **RAO, P. Audio Signal Processing. Studies in Computational Intelligence, Springer Berlin Heidelberg, 2007, ISBN 978-3-540-75397-1, pp. 169-189.**
3. **GIBBON, D., LIU, Z. Audio Processing. Introduction to Video Search Engines, Springer Berlin Heidelberg, 2008, ISBN 978-3-540-79336-6, pp. 145-175.**
4. **TEPLAN, M., KRAKOVSKÁ, A., ŠTOLC, S. EEG in the Context of Audiovisual Stimulation. MEASUREMENT SCIENCE REVIEW, Volume 3, Section 2, 2003.**
5. **OOHASHI, T. et al. Inaudible High-Frequency Sounds Affect Brain Activity: Hypersonic Effect. The Journal of Neurophysiology, Vol. 83, No. 6, June 2000, pp. 3548-3558.**

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jiří Giesl**
Ústav aplikované informatiky

Datum zadání diplomové práce: **20. února 2009**

Termín odevzdání diplomové práce: **27. května 2009**

Ve Zlíně dne 13. února 2009

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan

doc. Ing. Ivan Zelinka, Ph.D.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Hlavným cieľom tejto diplomovej práce bolo vytvorenie softwarovej aplikácie pre generovanie psychostimulačných signálov pomocou vývojového prostredia Outsim Synthmaker, vypracovať manuál k tejto aplikácií, aby bolo možné používať ju aj pre verejnosť, prípadne v laboratóriách, na čo je aj určená. Ďalším cieľom bolo v závere experimentálne vyhodnotiť výsledky, ktoré táto aplikácia dosahuje pri ovplyvňovaní ľudského vedomia.

Kľúčové slová: syntéza, oscilátor, frekvencia, amplitúda, osciloskop, EEG, AVS, ľudský mozog, psychostimulácia

ABSTRACT

The main goal of this diploma work was to create a software application for the generation of the psycho-stimulating signals. This application was developed in Outsim Synthmaker program. Because this application is not designed for laboratory purposes only, but also for the public usage, it was necessary to create users-manual. Also, the experimental results of the human-brain stimulation are presented.

Keywords: synthesis, oscillator, frequency, amplitude, scope, EEG, AVS, human brain, psychostimulation

Rád by som poďakoval vedúcemu mojej diplomovej práce, pánovi Ing. Jiřímu Gieslovi, za inšpiráciu, za cenné rady, ochotu pomôcť a za venovaný čas.

Chcel by som velmi poďakovať aj mojej rodine, kvôli ktorej som bol schopný na Univerzite Tomáše Bati ve Zlíně študovať.

Motto:

Ak sme schopní pomocou softwaru alebo iného zariadenia generovať psychostimulačné signály, potom je možné masové nasadenie zariadení do kancelárií a rôznych budov, kde prebieha silný psychický tlak na ľudské vedomie a zlepšovať tak pracovnú morálku.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské 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;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou 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;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou 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);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně, 11.5.2009

…….
Podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD **10**

I TEORETICKÁ ČASŤ **11**

1 LITERÁRNA REŠERŠ **12**

2 NEUROTECHNOLÓGIA **14**

2.1 VYSVETLENIE POJMU NEUROTECHNOLÓGIA 14

2.2 MOZOG A HLADINY VEDOMIA 14

2.3 ZÁKLADNÉ NEUROTECHNOLOGICKÉ POJMY 15

2.3.1 Relaxačná reakcia 15
2.3.2 Mentálne techniky 16
2.3.3 Meditácia 16
2.3.4 Sugescia 16
2.3.5 Afirmácia 16
2.3.6 Hypnóza 16
2.3.7 Vizualizácia 17

2.4 AUDIOVIZUÁLNA STIMULÁCIA (AVS) 17

2.4.1 Popis metódy 17
2.4.2 Najčastejšie používané stimulačné programy 17
2.4.3 Praktické skúsenosti 20

3 ZVUK **25**

3.1 VŠEOBECNÁ CHARAKTERISTIKA 25

3.2 ROZDELENIE ZVUKOV 26

3.3 ĽUDSKÉ VNÍMANIE ZVUKU 26

3.3.1 Frekvenčný rozsah 26
3.3.2 Dynamický rozsah 27
3.3.3 Rozlišovanie frekvencie 27
3.3.4 Frekvenčné maskovanie 27
3.3.5 Časové maskovanie 27

3.4 VYJADRENIE ZVUKU VO FREKVENČNEJ OBLASTI 27

4 ZVUKOVÁ KARTA **30**

4.1 VŠEOBECNÝ POPIS SÚČASNÝCH ZVUKOVÝCH KARIET 30

5 DIGITÁLNY SIGNÁLOVÝ PROCESOR (DSP) **31**

5.1 VŠEOBECNÝ POPIS 31

5.2 ARCHITEKTÚRA DSP 31

5.3 ROZDELENIE DSP 32

5.4 VÝVOJ A VÝROBA 32

5.5 NAJČASTEJŠIE POUŽÍVANÉ ALGORITMY DSP 33

5.6 APLIKÁCIA DSP 33

6 OSCILÁTOR **34**

6.1 VŠEOBECNÝ POPIS 34
6.2 ELEKTRONICKÝ OSCILÁTOR A JEHO REALIZÁCIA 34
7 FREKVENČNE MODULOVANÁ SYNTÉZA ZVUKU 35
7.1 HISTÓRIA 35
7.2 PRINCÍP 35
8 VÝVOJOVÉ PROSTREDIE OUTSIM SYNTHMAKER 37
8.1 VŠEOBECNÝ POPIS 37
8.2 PROGRAMOVANIE BEZ PÍSANIA KÓDU, VÝSLEDOK JE ZREJMÝ OKAMŽITE 37
8.3 ATRAKTÍVNE GRAFICKÉ PROSTREDIE 39
8.4 PRIAME PÍSANIE KÓDU DSP ALGORITMOV 39
II PRAKTICKÁ ČASŤ 41
9 KONCEPT APLIKÁCIE PSYCHOSTIMULATOR 42
9.1 CIEĽ 42
9.2 POŽADOVANÉ VLASTNOSTI 43
10 NÁVRH APLIKÁCIE PSYCHOSTIMULATOR 44
10.1 ZÁKLADNÝ PRINCÍP FUNKCIONALITY 44
10.2 MULTIOSCILÁTOR (OSC TYPE) 45
10.3 OSCILOSKOP (SCOPE) 46
10.4 PREHRÁVAČ WAV (*.WAV PLR) 48
10.5 PRECHOD MEDZI FREKVENCIAMI (TRANSITION) 51
10.6 ZADÁVANIE PRESNEJ FREKVENCIE POMOCOU EDIT BOXU (HZ BOX) 53
10.7 ČASOVÝ DIZAJNÉR (TIME DESIGN) 54
10.7.1 Funkčný popis 54
10.7.2 Princíp činnosti zadávania frekvencií 54
10.7.3 Princíp činnosti zadávania časových úsekov 56
10.7.4 Princíp činnosti časovača 56
10.7.5 Ovládacie tlačidlá START, STOP, RESET 57
10.7.6 Prepínač LOOPING 57
10.8 SPRÁVCA PROGRAMOV (PRESET MANAGER) 58
10.9 UKAZOVATEĽ HLASITOSTI A FREKVENCIE (OSC HZ, GAIN, VOLUME) 58
10.10 BEZPEČNOSTNÉ TLAČIDLÁ (PRESET START/STOP) 59
10.11 REALIZÁCIA GRAFICKÉHO PROSTREDIA 60
10.12 APLIKÁCIA PSYCHOSTIMULATOR AKO CELOK V OUTSIM SYNTHMAKER 61
10.13 UŽÍVATEĽSKÉ ROZHRANIE APLIKÁCIE (APPLICATION GUI) 62
10.14 KOMPILÁCIA ZDROJOVÉHO SÚBORU *.OSM DO *.EXE SÚBORU 63
10.15 MINIMÁLNA KONFIGURÁCIA PC PRE CHOD APLIKÁCIE 64
11 EXPERIMENTÁLNE VYHODNOTENIE STIMULAČNÝCH ÚČINKOV 65

11.1 MIESTO MERANIA 65
11.2 POUŽITÉ PRÍSTROJE 65
11.3 NAMERANÉ VÝSLEDKY EXPERIMENTU 66
11.4 VYHODNOTENIE EXPERIMENTU 67
ZÁVER 68
CONCLUSION 69
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY 70
ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK 71
ZOZNAM OBRÁZKOV 72
ZOZNAM TABULIEK 74
ZOZNAM PRÍLOH 75

ÚVOD

Podnetom k spracovaniu tejto témy bolo hlavne to, že mojím koníčkom a čiastočne aj prácou popri štúdiu na vysokej škole bol vždy zvuk. Komponovanie rôznych tanečných skladieb, experimentálne formy syntézy zvukov atď. V zadaní úlohy teda bolo nutné navrhnúť také riešenie, či už softwarové alebo hardwarové, ktoré by bolo schopné generovať psychostimulačné signály. Zhruba polovica práce je venovaná teoretickej rozprave o jednotlivých hladinách ľudského vedomia, metóde AVS, charakteristike zvuku aj vo frekvenčnej oblasti, aké frekvencie je vhodné použiť pre stimulovanie ľudského mozgu, princíp DSP procesora a virtuálnej FM syntézy zvuku a nakoniec možnosti realizácie zariadenia, ktoré by bolo schopné plne pokryť požiadavky zadanej úlohy. Rozhodol som sa pre softwarovú syntézu a to pomocou vývojového prostredia Outsim Synthmaker. Po koncepčnom spracovaní zadania som vytvoril standalone aplikáciu s názvom Psychostimulator, ktorá dokáže takéto signály generovať. Jedná sa o veľmi komplexný nástroj u ktorého je hlavným prínosom jeho mobilita a možnosť použiť ho na systémoch Windows, čiže testovanie je možné kdekoľvek a za akýchkoľvek podmienok (podmienené iba hardwarovým repro vybavením daného systému). V záverečnej časti som vyhodnotil na základe pocitov jednotlivých zúčastnených osôb experimentu, aký vplyv majú generované psychostimulačné signály z aplikácie Psychostimulator na ľudské vedomie. Súčasťou práce je aj literárna rešerš na spomínanú problematiku a samozrejmosťou bolo aj vypracovanie užívateľských manuálov pre aplikáciu Psychostimulator v slovenčine a angličtine.

I. TEORETICKÁ ČASŤ

1 LITERÁRNA REŠERŠ

V súčasnej dobe neexistuje príliš veľa odborných publikácií, ktoré by sa zaoberali psychostimulačnou problematikou komplexne, ale je možné na Internete a webových stránkach, prístupných verejnosti, nájsť celú radu článkov a vedeckých príspevkov, ktoré prezentujú výsledky rôznych metód psychostimulácie pomocou audiovizuálnych alebo vizuálnych signálov.

Známou publikáciou je *Spontaneous alpha peak frequency predicts working memory performance across the age span* od autrov C. Richard Clark, Melinda D. Veltmeyer, Rebecca J. Hamilton, Elena Simms, Robert Paul, Daniel Hermens, Evian Gordon, ktorá pojednáva o problematike straty schopnosti pracovania s pamäťou ľudského mozgu s postupným starnutím jedinca. Riešenie sa nachádza v stimulácii alfa hladiny príslušnými frekvenciami a následným zmeraním EEG.

Ďalšou z radu je nemenej významná publikácia *Short-term effects of audio-visual stimulation on EEG* od autorov M. Teplan, A. Krakovská, S. Štolc, ktorá rozoberá jednotlivé metódy AVS stimulácie ľudského mozgu, potvrdené merania jednotlivých programov a spracovanie výsledkov. Použité AVS programy mali frekvenčný rozsah od 2 Hz do 18 Hz, aplikované na 6 zdravých osobách, opakované 25 krát s programami v dĺžke 20 minút v meranom období 2 mesiacov. Meranie potvrdilo pozitívne účinky stimulácie mozgovej kôry.

Veľmi dôležitou je publikácia *Neurotechnological methods of relaxation training in pain treatment* od autorov Vladimíra Masopusta a Jiřího Kozáka, ktorí tu rozoberajú jednotlivé metodiky relaxačnej stimulácie pri liečbe bolesti, resp. jej útlmu. Publikácia sa zameriava hlavne na AVS a biofeedback metódu, kde dokazujú, že pri dlhodobejšom tréningu je možné následky dlhodobého stresu alebo bolesti spoľahlivo odstrániť ak je osoba hypnabilná.

Vedecký článok *Inaudible High-Frequency Sounds Affect Brain Activity: Hypersonic Effect* od autorov Tsutomu Oohashi, Emi Nishina, Manabu Honda, pojednáva o problematike vplyvu hypersonických, teda nadzvukových frekvencií (nad 20 kHz), na ľudský mozog a následnú aktiváciu niektorých mozgových centier, ktoré môžu vyvolať u jedincov príjemný pocit. Článok sa v závere zameriava hlavne na oblasť využiteľnosti v prehrávačoch audio nosičov, kedy vyššie vzorkovacie frekvencie umožňujú lepšiu

reprodukciu a zachytené harmonické frekvencie s hudobných nástrojov tak pri kvalitnom odposluchu môžu byť mozgom vnímané (zafarbenie zvuku), tým pádom v ľuďoch vyvoláva príjemnejší pocit ako u štandardného CD formátu (44 100 Hz, 16 bit) a teda pri vzorkovacích frekvenciách 96 000 Hz.

Publikácia *EEG coherence effects of audio-visual stimulation (AVS) at dominant and twice dominant alpha frequency* od autorov Jon A. Frederick, DeAnna L. Timmermann, Harold L. Russell, Joel F. Lubar, je nemenej významná, pretože pojednáva o potvrdení faktu, že Alpha AVS metóda je účinnejšia ako Twice-Alpha AVS metóda pri produkovaní interhemisferálnej synchronizácie a teda v celkovom merítku je táto metóda účinnejšia.

V poslednom rade je dôležitou knižná publikácia *Evaluation of modern sound synthesis methods* od autorov Tero Tolonen, Vesa Valimaki a Matti Karjalainen, ktorá umožňuje túto problematiku riešiť na technickej úrovni. Publikácia obsahuje popis najmodernejších techník syntézy zvuku (FM synthesis, Waveshaping synthesis, Sampling synthesis, Wavetable synthesis, Granular synthesis, Additive synthesis, Spectral modeling synthesis atď.).

2 NEUROTECHNOLÓGIA

2.1 Vysvetlenie pojmu neurotechnológia

V posledných desaťročiach minulého storočia prešlo prudkým rozvojom veľa nových technológií, medzi ktoré patrí napríklad genetické inžinierstvo, nanotechnológia alebo biotechnológia. Súbežne s nimi sa však začala rozvíjať aj nová technológia mysli alebo vedomia. Táto technológia je výnimočná tým, že nás dokáže relaxovať a obnoviť našu vnútornú rovnováhu. Bola nazvaná teda neurotechnológiou.

Neurotechnológia prevzala pojmy z iných vedných oborov, napríklad psychoterapie, psychofyziológie a vo svojej praxi používa jednak širokú škálu elektronických zariadení, ale aj napríklad vitamínové nootropiká a mozgové nutrienty formou potravinových doplnkov. Z týchto dôvodov sa jej ponímanie a interpretácia ako holistického oboru môže z pohľadu rôznych autorov líšiť. Neurotechnológia je interdisciplinárny vedný obor, ktorého predmetom je systémové štúdium a praktické využívanie všetkých poznatkov k zdokonaleniu činnosti a výkonnosti mozgu a vyššie nervové činnosti ako komplexného systému kontroly a samoregulácie všetkých životných funkcií. Predmetom jeho realizačnej fázy je individuálny nácvik kontroly vedomia a vitálnych procesov za použitia prístrojového diagnostického a stimulačného vybavenia vyvinutého priamo na tento účel.

Obor a aj jeho slovné označenie vznikli v USA a ich štatút bol všeobecne prijatý od začiatku 80. rokov. Niekedy bývajú pre ten istý obor súbežne používané výrazy psychotechnológia, technológia mysli alebo technológia vedomia (psychotechnology, mind technology, consciousness technology). [6]

2.2 Mozog a hladiny vedomia

Ľudský mozog je komplexné riadiace centrum všetkých životných funkcií celého organizmu. Je uspôsobený ako generátor bioelektrického prúdu, ktorý je jednosmerný a ktorého homeostatickým režimom povolený rozkmit hodnôt je v mozgu a mieche dospelého človeka približne 5 ÷ 210 μV a 0,5 ÷ 40 Hz. Primárne dôležitá je schopnosť mozgu integrovať vnútorné psychosomatické procesy a reflektovať ich dynamiku v mysli (duši). S rozvojom neurofyziológie sa v priebehu posledných 40 rokov ustálila klasifikácia stavov vedomia ako výrazu funkčného naladenia mozgu a CNS.

Elektrické charakteristiky mozgových vĺn rozdeľujú stavy vedomia do piatich základných hladín (frekvenčných pásiem).

Tab. 1: Základné hladiny vedomia ľudského mozgu

BEZVEDOMIE		VEDOMIE		
delta	theta	alfa	beta	gama
0,5 - 3 Hz	4 - 7 Hz	8 - 13 Hz	13 - 30 Hz	30 - 42 Hz
inštinkt	emócie	vedomie	myslenie	vôľa
prežitie hlboký spánok kóma	pocity trans sny	vedomie tela integrácia pocitov	vnímanie koncentrácia mentálna aktivita	extrémne sústredenie energia extázia

Vyššie hodnoty (nad 14 Hz) sa označujú ako stav nabudenia alebo vzrušenia (excitácia), nižšie hodnoty (pod 8 Hz) ako stav útlmu (inhibícia). [6]

2.3 Základné neurotechnologické pojmy

2.3.1 Relaxačná reakcia

Na základe výsledkov meraní fyziologických parametrov získaných počas jogovej meditácie, hypnózy a sedení s AVS stimulačnými prístrojmi bolo opakovane dokázané, že u sledovaných osôb sa štatisticky významne znižovala elektrická aktivita mozgu, poklesol krvný tlak a srdečná frekvencia, spotreba kyslíku a vydychovaného oxidu uhličitého a taktiež sa znížil a zefektívnil metabolizmus. Naopak sa zvýšil stupeň okysličenia arteriálnej krvi a vzrástla produkcia neurohormónov. Psychologický nález zaznamenal u Wechslerovho IQ testu mierne zvýšenie počtu bodov a ich nápadnejší vzostup u Testu psychických rezerv (CRI). Naopak sa výrazne znížil počet bodov u Speilbergovho testu stavu úzkosti (STAI). Výsledným stavom bola príjemná svalová a psychická relaxácia s harmonizáciou psychosomatických funkcií. Tento prirodzený regeneračný jav bol neskôr nazvaný „relaxačná reakcia“.

Zmenené stavy vedomia (altered states of consciousness) je odborný názov označujúci buď spontánny, alebo omnoho častejšie skôr cielene navodenú zmenu mysli a psychosomatického stavu bez pomoci psychoaktívnych látok alebo alkoholu, a to iba pôsobením neurotechnologických metód, čo je po určitej dobe tréningu u väčšiny osôb možné. K spomínaným stavom patrí hlboká relaxačná reakcia, ktorá je vstupnou bránou

k ostatným, splynutie (flow), ako vrcholová fáza meditácie a prebudené vedomie (awakened mind), ktoré môže precvičovaním prejsť do trvalého stavu.

Ďalej je to stav disociácie vedomia (dissociative state), vznikajúci v priebehu hlbších štádií hypnózy a autohypnózy s prejavmi psychickej a fyzickej depersonalizácie, čo spôsobuje duchovné uvoľnenie (out of body experience – OOBE). Tento krátkodobý zážitok opustenia fyzického tela býva často spojovaný s mimozmyslovým vnímaním a niektorými javmi z transpersonálnej oblasti, ako je napríklad vízia Jungových archetypov. [6]

2.3.2 Mentálne techniky

Môžu slúžiť jednak k posilňovaniu účinkov neurotechnologických metód a taktiež k ich zameraniu na konkrétny terapeutický cieľ.

2.3.3 Meditácia

Je vedomé úsilie sústrediť myseľ intuitívnym spôsobom a vyhnúť sa tak analytickému mysleniu.

2.3.4 Sugescia

Je to proces nekritického prijatia myšlienky s pomocou logických alebo implikovaných slovných významov, poprípade iných (neverbálnych) prejavov chovania (mimiky, gest a indukovaných predstáv).

2.3.5 Afirmácia

Je to metóda autosugescie s použitím krátkych rytmizovaných emotívne podfarbených viet, ktoré vkladáme do mysli. Majú byť formulované vždy iba v kladnom význame, teda bez záporov a zákazov, napríklad: „Cítim sa skvelo, plný zdravia a vitality.“

2.3.6 Hypnóza

Je stav zmeneného vedomia z časti podobný spánku, so zvýšenou sugestibilitou, umožňujúci navodenie hypnotických javov, a s úzkym vzťahom k osobe hypnológa.

2.3.7 Vizualizácia

Je to využívanie predstavivosti k vytvoreniu mentálneho obrazu alebo deja, živo zobrazujúceho to, čoho chceme dosiahnuť. Napríklad si sami seba môžeme predstavovať plného zdravia, vnútornej pohody a vitality. [6]

2.4 Audiovizuálna stimulácia (AVS)

2.4.1 Popis metódy

Audiovizuálna stimulácia (AVS) je metódou nácviku relaxácie a dosahovania jednotlivých hladín vedomia pomocou relaxačného prístroja k stimulácií mysli, známeho u nás pod názvom psychowalkman.

Psychowalkmanov je v súčasnej dobe na náš trh dodávaných niekoľko typov v cenovom rozpätí od 150 € až po 700 €. Jednotlivé modely sa vzájomne od seba líšia najmä počtom a kvalitou vstavaných programov. Drahšie prístroje sú vybavené až 50 a viac programami, možnosťou pripojenia k PC a tiež kvalitnejšou stimuláciou.

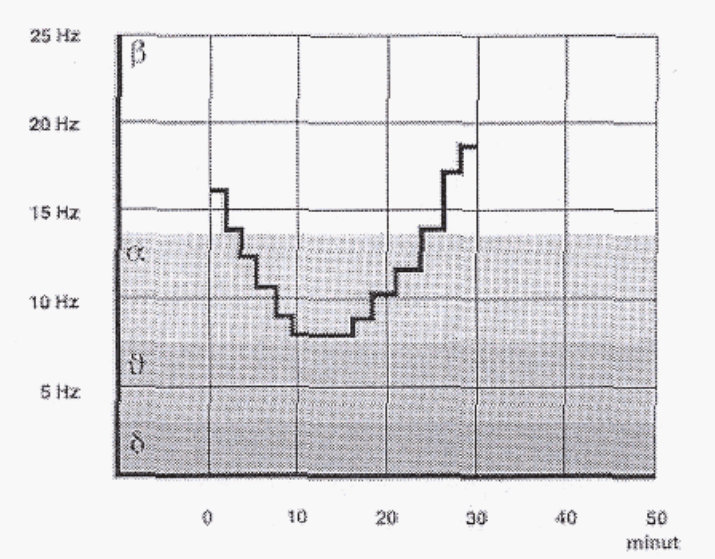
K stimulácii sú použité svetelné okuliare, osadené LED diódami a slúchadlami. Prebieha formou zábleskov a zvukových rytmov s premenlivou frekvenciou, ktorých impulzy sú z generátora prístroja vysielané do zrakových a sluchových mozgových centier.

Aplikovaná frekvencia vysielaných impulzov je mozgovými vlnami kopírovaná a šíri sa z týchto centier za priaznivých podmienok do ostatných mozgových centier. Tým je vyvolaná zmena vedomia s jeho psychofyziologickými prejavmi.

AVS teda na daný subjekt aktívne pôsobí a môže navodiť cielené zmeny relatívne rýchlo, a to aj s pomerne nízkou úrovňou zapojenia jeho voľného úsilia. Vhodne zameraný aktívny prístup cvičiacej osoby (použitím niektorých mentálnych techník) je však na druhej strane žiaducim motivačným impulzom k posilneniu účinku a obohatenie sedenia. [6]

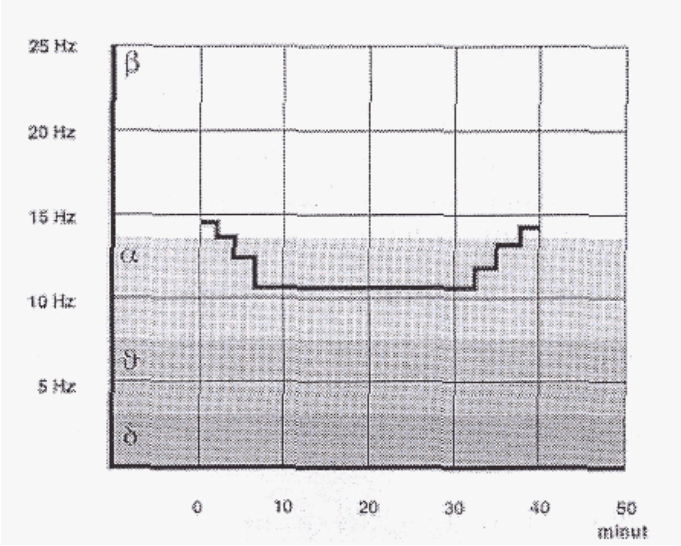
2.4.2 Najčastejšie používané stimulačné programy

Najrozšírenejšie programy pre AVS si vysvetlíme v tejto kapitole. Prvým programom, ktorý sa najčastejšie používa pri stimulovaní ľudského mozgu je program dobitia energie.



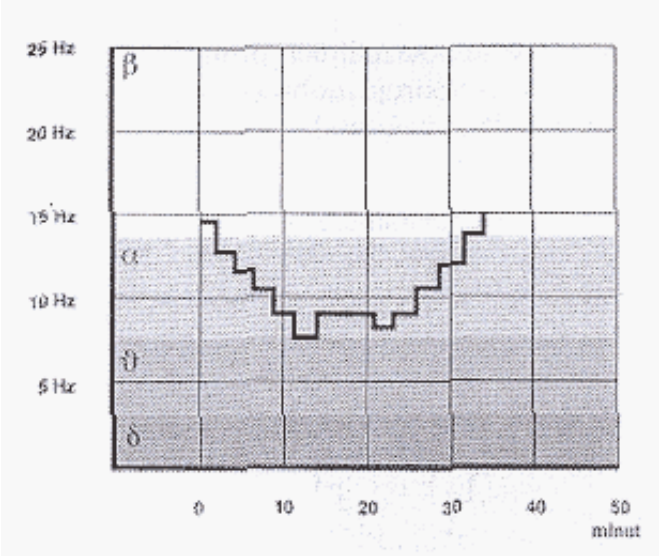
Obr. 1: Program pre dobitie energie

Tento program predstavuje možnosť ako dobiť telesnú aj duševnú energiu pri únave, alebo depresiách. Ďalším z programov je program pre superlearning, čo je metóda silnej vnútornej energie schopnej využiť ju na vstrebávanie nových informácií, teda učenia.



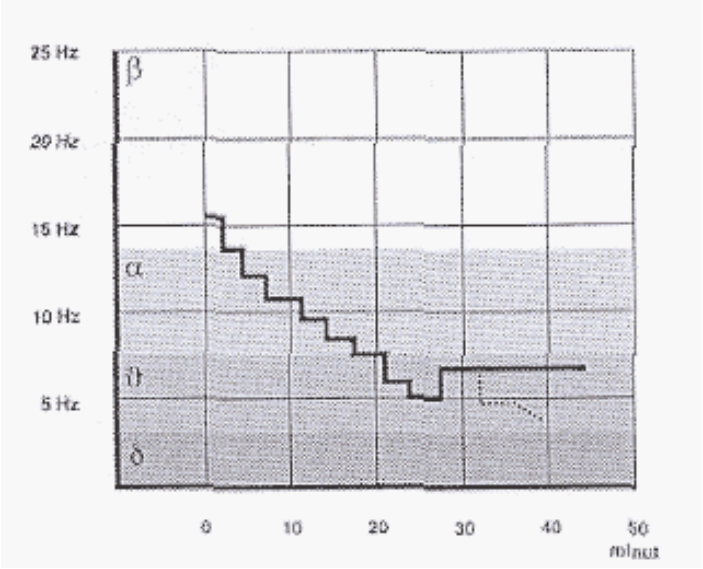
Obr. 2: Program pre superlearning

Ďalším nemenej dôležitým programom je rýchla relaxácia s návratom k plnému vedomiu. Tento program človeka uvoľní a dodá mu duševnú vitalitu.



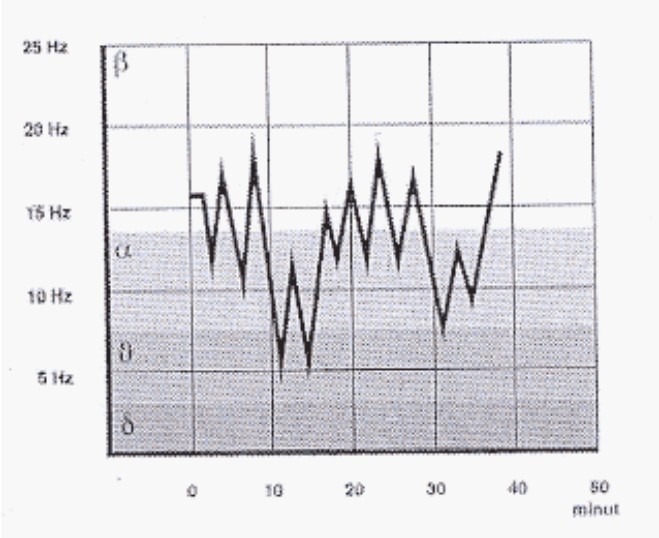
Obr. 3: Program pre rýchlu relaxáciu a návrat k plnému vedomiu

Ďalším z radu programov pre relaxáciu je uvedenie ľudského mozgu do stavu hlbokej relaxácie, ktorá umožňuje až stimulovanie spánku, neodporúča sa však pri „klasickej" stimulácii práve z tohto dôvodu upadnutia do spánku. Pri hlbokej relaxácii je však žiadaný. Používa sa hlavne pri poruchách spánku.



Obr. 4: Program hlbokej relaxácie s uvedením do spánku

Posledný z najčastejšie používaných programov pre stimuláciu ľudského mozgu je program pre zábavu a navodenie pocitu šťastia. Tento program je špeciálne určený pre stimuláciu pocitu šťastia a duševnej pohody. Väčšinou sa tento program nazýva aj hudobný.



Obr. 5: Program pre navodenie zábavy a rozptýlenia

Celkovo je možné ale povedať, že programy majú spoločné nasledovné aspekty:

- Celkové zníženie stresu
- Obnova mozgových buniek
- Imunita
- Spokojnosť

Je treba spomenúť, že nové výskumy sa zaoberajú na stimuláciu zvýšenia IQ, predĺženie dĺžky života ale aj možnosti zneužitia AVS. Nebezpečenstvo nastáva hlavne u ľudí, ktorí nedobre znášajú blikajúce svetlo, s poruchami mozgu, mentálne postihnutí, alebo pri požití omamných látok. Tieto programy sú vytvorené všeobecne pre širokú skupinu ľudí, takže nie každému jedincovi na mieru, ale čo je najdôležitejšie, príliš častým používaním AVS prístrojov dochádza k zmenšeniu účinnosti programu a preto je odporúčané tieto prístroje používať maximálne tri krát do týždňa. Nevýhodou je tiež časová náročnosť jednotlivých programov.

2.4.3 Praktické skúsenosti

Metóda audiovizuálnej stimulácie pomocou prístroja Voyager XL sa používa na pracoviskách od roku 1997. Tento typ psychowalkmana je vybavený 50 kvalitnými programami a dobre spracovaným užívateľským manuálom.

Obr. 6: AVS prístroj Voyager XL

V podmienkach pracovísk je stimulácia prevádzaná dvakrát až päť krát týždenne. Relaxačné sedenie prebieha pri zatvorených očiach pacienta ležiaceho v pohodlnej polohe na ambulantnom lôžku. Vhodnosť použitia tejto metódy je nutné u každého pacienta vždy posudzovať individuálne so zreteľom k možnej kontrakindikácii (zavedený pacemaker, hraničný typ osobnosti v období dekompenzácie) a rizikovým faktorom, ktorými sú záchvatovité stavy so stratou vedomia (epilepsia, narkolepsia, mrakotné stavy). Takisto osoby výrazne foto- a fono-senzitívnu metódu AVS spravidla netolerujú, a je preto nutné im odporučiť inú metódu nácviku relaxácie, napríklad biofeedback. K orientačnému zisteniu spôsobilosti pre prístrojovú stimuláciu sa pri prvom sedení robí test skúšobným programom, doplneným z niektorých z testov hypnability. Podľa skúseností AVS funguje najlepšie u jedincov vhodných k hypnoterapii, ale je ju možné relatívne dobre použiť aj u menej hypnabilných jedincov, ktorí tvoria väčšiu časť populácie. Tu je ale nutné použiť dlhodobejší časový program.

Intenzitu svetelnej a zvukovej stimulácie je vhodné zvyšovať postupne a jej dobrá tolerancia klientom je priaznivou známkou postupujúcej desenzitizácie, čo je prvým predpokladom úspešného nácviku kontroly bolesti. Tomuto účelu vyhovujú najlepšie hladiny alfa a beta. Zatiaľ čo prítomnosť vĺn alfa regeneruje všetky vitálne funkcie, pri hodnotách 7,9 – 9,6 Hz (teda v super-alfe) sa v organizme zrejme mobilizujú autoasanačné procesy, ktoré podľa niektorých názorov vytvárajú stav nezlučiteľný s ďalším priebehom a rozvojom akéhokoľvek ochorenia. Hladina théta predstavuje fázu paradoxného REM-spánku sprevádzaného snami. Tento stav hlbokého uvoľnenia, v ktorom bolesť prekročí prah vedomia, podporuje kreatívnu predstavivosť a je jedinou prístupovou cestou do oblasti bezvedomia. Prejavuje sa evokovaním a následnou abreakciou potlačených predstáv a spomienok, často s negatívnym emočným nábojom. Po odznení sprievodných afektov môžu byť pôvodné pamäťové záznamy integrované

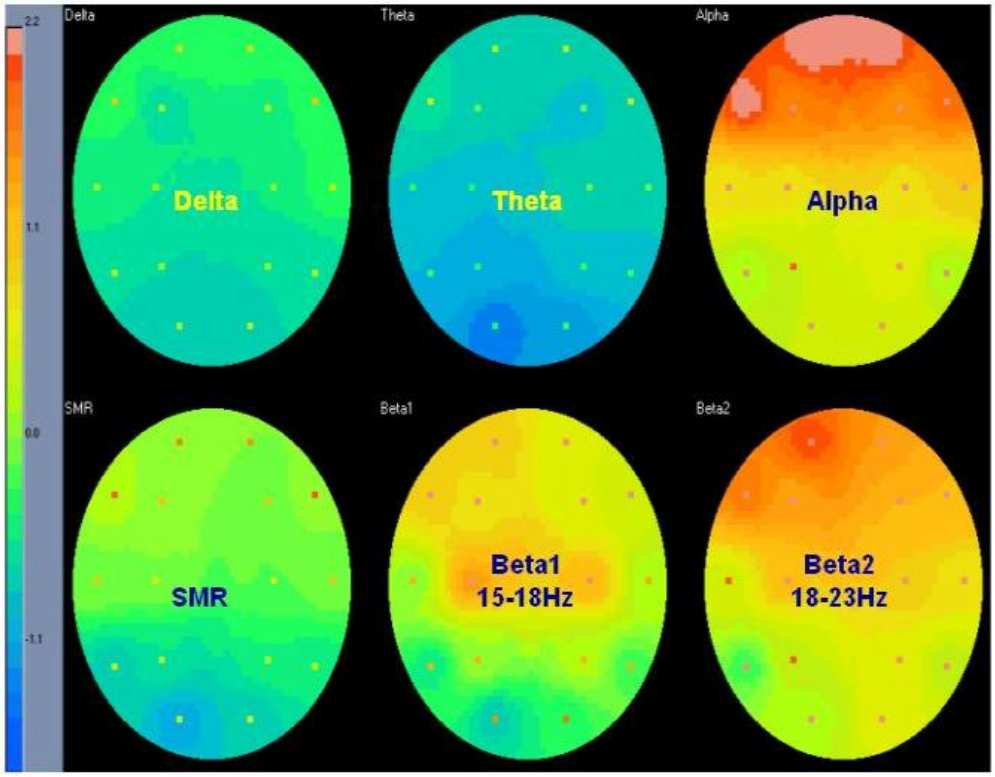
naspäť do vedomia. Obojsmerné prepojenie súčasne umožňuje uložiť do bezvedomej mysli nové pozitívne programy, napríklad pre zlepšenie psychosomatického stavu, docielením lepšieho emočného naladenia a vnútornej harmónie.

V priebehu každého sedenia a bezprostredne po ňom by mal terapeut zhodnotiť jeho priebeh na základe vonkajších prejavov subjektu (motorický nepokoj, svalová relaxácia, spánkový útlm), ďalej prípadných vegetatívnych reakcií a subjektívnych vnemov a zážitkov (eidetické vízie, zmeny telovej schémy), ktoré úzko korelujú s dosiahnutou relaxačnou úrovňou.

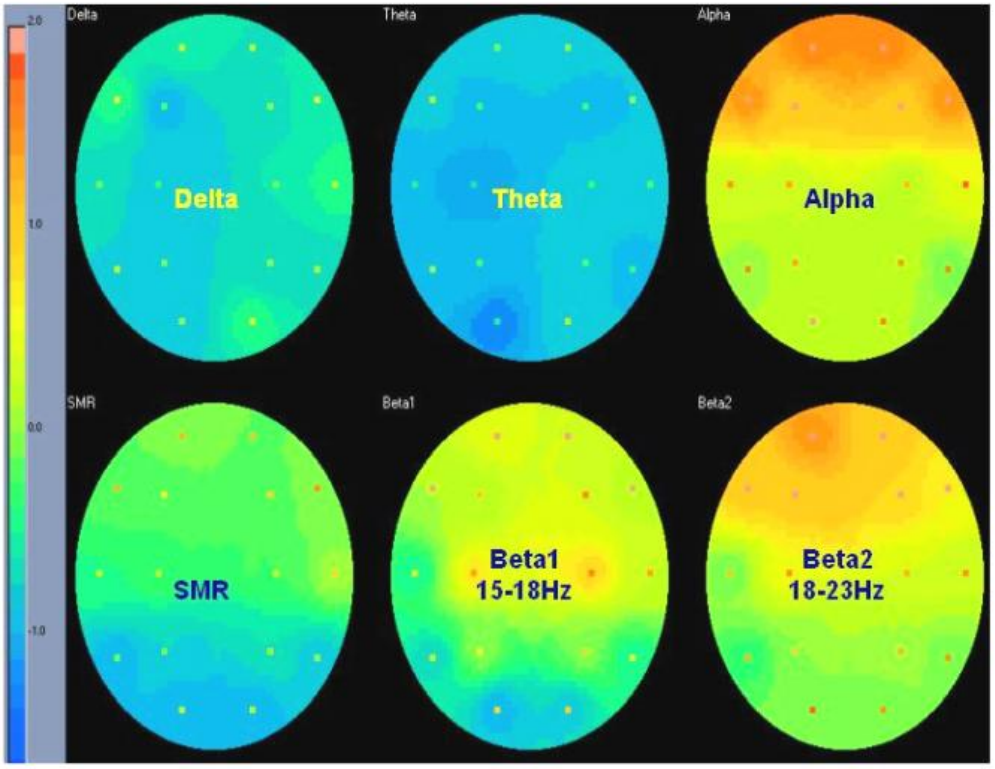
Účinok sedenia je možné ďalej posilniť použitím verbálnej sugescie, vhodnej afirmácie, vizualizácie alebo synchronizovaným počúvaním relaxačnej, prípadne etnickej hudby z pripojeného prehrávača v kombinácii s rytmicky prehĺbeným dýchaním. Niektoré, obzvlášť psychické, psychosomatické zdravotné ťažkosti a bolestivé stavy je možné prístrojom priaznivo ovplyvňovať už počas 10 ÷ 15 návštev klienta. Pokiaľ sa do 5 sedení neprejavia účinky, potom tento spôsob nemá u daného subjektu význam rozvíjať.

Hĺbku dosiahnutej relaxácie zisťujeme meraním zmien periférnej kožnej teploty z prstu nedominantnej hornej končatiny digitálnym teplomerom s termistorovým snímačom. Priaznivý účinok by sa mal prejavovať priebežným zvýšením vzhľadom k počiatočnej teplote o viac než 2 ºC. Podľa získaných empirických poznatkov zodpovedá stavu hlbokej relaxácie v hladine alfa nameraná výsledná periférna teplota 35,5 ÷ 36 ºC. Dostatočne exaktné je taktiež určenie výslednej relaxačnej hladiny získanej kontaktným meraním kožne-galvanickej reakcie z dlane ruky.

Predpoklad, že cielené zmeny bioelektrickej aktivity mozgových vĺn pôsobením relaxačného prístroja skutočne vznikajú, nám potvrdzuje kontrolné vyšetrenie pomocou záznamu EEG u pokusnej osoby, vykonané pred a po aplikácii metódy AVS, kedy namerané charakteristiky frekvencií a amplitúdy týchto vĺn korelovali s ich popisom podľa časového priebehu použitého skúšobného programu prístroja. [6]



Obr. 7: Mapa mozgu pred aplikáciou AVS (depresívny stav)



Obr. 8: Mapa mozgu po aplikácii AVS (uvoľnený stav)

Okrem relaxačných a sebapoznávacích programov sa najviac využíva transformačný program určený na kontrolu bolesti, postavený na princípoch:

a, oddelenia bolesti od vlastného Ja,

b, transformácie symbolov spojených s napätím a nepohodlím,

c, vytvorenia a ukotvenia nových symbolov pre stav bez napätia.

Tento program sa spája s niektorou z foriem vizualizácie.

Môžeme teda povedať, že audiovizuálna stimulácia mozgu je prielomovou metódou prístrojovej aplikácie na činnosť mozgu s cieľom zlepšiť všetky jeho funkcie, zvýšiť intelektuálnu s zmyslovú výkonnosť a liečiť jeho zlyhanie alebo poškodenie funkčnej alebo organickej povahy. V roku 2003 boli AVS prístroje používané v Českej republike na zhruba 900 odborných pracoviskách (vrátane psychológov a špeciálnych pedagógov). AVS je najčastejšie využívaná v neurológii, psychiatrii, psychológii, pedagogike, logopédii, pediatrii, endokrinológii, psychoterapii, fyzioterapii alebo dokonca aj v centrách odvykania závislostí. [6]

3 ZVUK

3.1 Všeobecná charakteristika

Zvuk je každé pozdĺžne (v pevných látkach prípadne priečne) mechanické vlnenie v látkovom prostredí, ktoré je schopné vyvolať v ľudskom uchu sluchový vnem. Frekvencia tohto vlnenia leží v rozsahu približne 20 Hz až 20 kHz. Za jeho hranicami človek zvuk sluchom nevníma. V širšom zmysle je za zvuk možné označiť aj ako vlnenie s frekvenciami mimo tento rozsah. V elektroakustike sa ako zvukový signál označujú aj elektrické kmity zodpovedajúce kmitom mechanickým.

Zvuk s frekvenciou nižšou ako 20 Hz (ktorý počujú napríklad slony) nazývame infrazvuk. Zvuk s frekvenciou vyššou ako 20 kHz (ktorý počujú napríklad delfíny alebo netopiere, ktoré vnímajú zvuk až do 150 kHz) nazývame ultrazvuk.

Zdroj zvukového vlnenia jednoducho nazývame zdroj zvuku a hmotné prostredie, v ktorom sa toto vlnenie šíri je jeho vodič. Vodič zvuku je obyčajne vzduch, ktorý sprostredkováva spojenie medzi zdrojom a prijímačom (detektorom), ktorým býva v praxi ucho, mikrofón alebo snímač. Zvuk sa môže taktiež šíriť aj kvapalinami alebo pevnými látkami.

Zdrojom zvuku môže byť každé chvejúce sa teleso. O vlnení v okolí zdroja zvuku však nerozhoduje len jeho chvenie, ale aj okolnosť, či je tento predmet dobrým alebo zlým žiaričom zvuku. Táto jeho vlastnosť závisí hlavne na jeho geometrickom tvare. Struna, ktorá je napnutá medzi dvoma pevnými bodmi telesa, nie je dobrým žiaričom zvuku, pretože pri chvení struny vzniká pretlak v smere jej pohybu a súčasne na opačnej strane podtlak. Tým sa najbližšie okolie struny stáva druhoradým zdrojom dvoch vlnení, ktoré sa šíria na všetky strany prakticky s opačnou fázou, pretože priečne rozmery struny sú vzhľadom na vlnovú dĺžku zvukového vlnenia vždy veľmi malé. Tieto dve vlnenia sa interferenciou rušia.

Zdrojom zvuku môžu byť okrem telies, kmitajúcimi vlastnými kmitmi, aj telesá kmitajúce vynútenými kmitmi. Tu patria hlavne ozvučnice hudobných nástrojov, reproduktory, slúchadlá a ďalšie zariadenia pre generovanie alebo reprodukciu zvuku.

3.2 Rozdelenie zvukov

Zvuky môžeme rozdeliť na hudobné (tóny) a nehudobné (hluky). Tóny vznikajú pri pravidelnom, v čase približne periodicky prebiehajúcim pohybom kmitania. Pri ich počúvaní vzniká v uchu vnem zvuku určitej výšky, preto sa tóny využívajú v hudbe. Zdrojom hudobných zvukov môžu byť napríklad hlasivky alebo hudobné nástroje. Ako hluky označujeme nepravidelné vlnenie, vznikajúce ako zložité nepravidelné kmitanie telies, alebo krátke nepravidelné rozruchy (zrážka dvoch telies, výstrel, preskočenie elektrickej iskry atď.). Aj hluky môžeme využívať v hudbe, ako napríklad bicie nástroje.

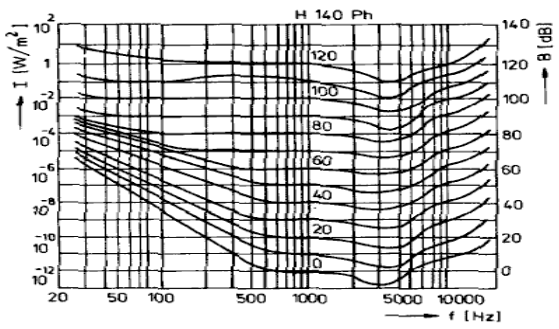
Každý zvuk, hudobný aj nehudobný, sa vyznačuje svojou fyzikálnou intenzitou, s ktorou je rovnocenná veličina nazývaná hladina intenzity zvuku meraná v dB (decibel), a fyziologickou hladinou svojej hlasitosti. Okrem toho sa hudobné zvuky vyznačujú ešte frekvenciou, ktorá určuje ich výšku. Treťou základnou vlastnosťou zvuku je priebeh kmitania, ovplyvňujúci jeho zafarbenie. Trvanie zvuku v čase určuje jeho dĺžku.

3.3 Ľudské vnímanie zvuku

Ľudské vnímanie zvuku je veľmi zložitý proces, závislý na mnohých faktoroch, pre ktorý zatiaľ nebola vytvorená uspokojivá teória.

3.3.1 Frekvenčný rozsah

Frekvenčný rozsah zvuku, ktorý väčšina ľudí vníma, začína okolo 20 Hz a dosahuje k 20 kHz. S rastúcim vekom horná hranica výrazne klesá. Najvýznamnejší rozsah je 2 ÷ 4 kHz, ktorý je najdôležitejší pre zrozumiteľnosť reči, a na ktorý je ľudské ucho najcitlivejšie. Najvyššia informačná hodnota reči je prenášaná v pásme 0,5 ÷ 2 kHz.



Obr. 9: Fletcher-Mansonove krivky rovnakej počuteľnosti

3.3.2 Dynamický rozsah

Dynamický rozsah ľudského ucha (rozdiel medzi najhlasnejším a najtichším vnímateľným zvukom) je uprostred počuteľného frekvenčného pásma zhruba 120 dB. Na okrajoch pásma je omnoho menší (viď Obr. 9).

3.3.3 Rozlišovanie frekvencie

Schopnosť rozlíšiť frekvencie tónu sa u každého človeka líši a je frekvenčne závislá. Uprostred počuteľného frekvenčného pásma za ideálnych podmienok je možné rozlíšiť zmenu frekvencie o niekoľko centov. Na okrajoch pásma je rozlišovacia schopnosť výrazne nižšia.

3.3.4 Frekvenčné maskovanie

Schopnosť odlíšiť dva frekvenčne blízke tóny je ovplyvnená frekvenčným maskovaním. Pokiaľ znejú dva tóny súčasne, môže jeden z nich potlačiť počuteľnosť druhého. Táto neschopnosť počuť obidva tóny súčasne sa nazýva frekvenčné maskovanie. Maximálna úroveň maskovaného signálu je závislá na frekvenčnej vzdialenosti a úrovni maskujúceho signálu. Maskovacia schopnosť je tiež závislá na frekvencii maskujúceho tónu. Vnímanie tónov s blízkymi frekvenciami je ovplyvnené šírkou kritického pásma. To má na najnižších frekvenciách veľkosť okolo 100 Hz, zatiaľ čo na najvyšších kmitočtoch dosahuje až 4 kHz. Maskovanie sa využíva u niektorých algoritmov pre kompresiu zvukových dát (MP3, Ogg Vorbis alebo ATRAC).

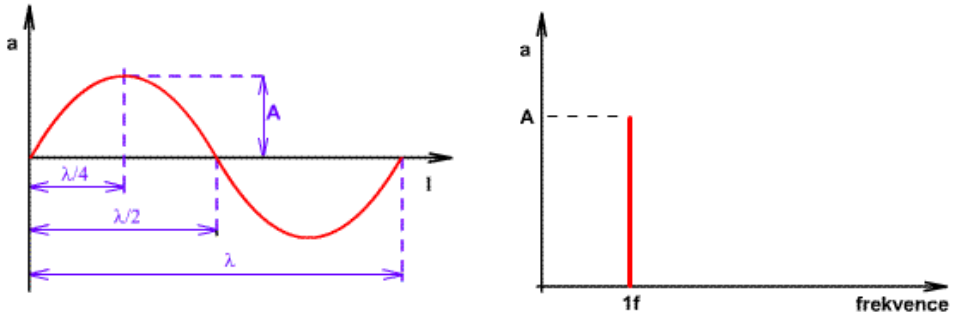
3.3.5 Časové maskovanie

Pokiaľ po hlasnom tóne nasleduje rovnaký tón s menšou hlasitosťou, je jeho vnímanie potlačené. Potlačený môže byť aj tichý tón predchádzajúci maskovaciemu tónu.

3.4 Vyjadrenie zvuku vo frekvenčnej oblasti

Základom akustiky sú harmonické priebehy, ktoré sú charakterizované harmonickým (sínusovým) priebehom veličín. Skrátene je možné povedať, že zvuk je možné rozdeliť do niekoľkých vĺn, ktoré keď sa superponujú, tak tvoria presne to, čo počujeme. (Na rozdelenie signálu/vĺn do týchto vĺn slúži napr. Fourierova transformácia, ktorá rozdeľuje

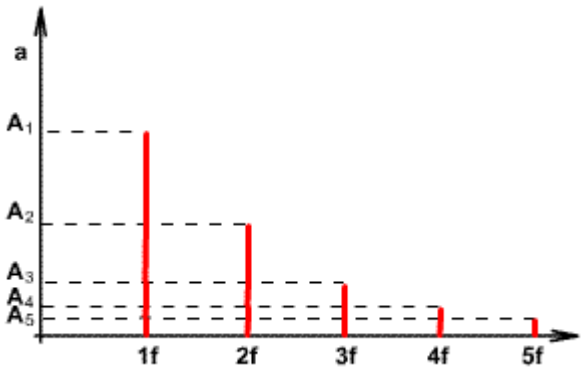
signál/zvuk do sínusových a cosínusových vĺn). Každá táto vlna má určitú amplitúdu a je periodická a táto perióda sa opakuje s určitou frekvenciou.



Obr. 10: Sínusový priebeh a jeho frekvenčné spektrum

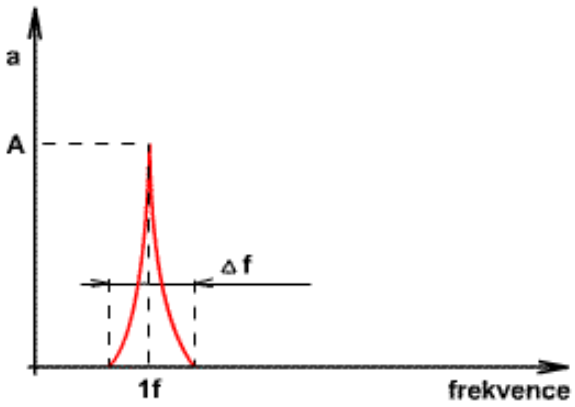
Ak vyznačíme tento priebeh do grafu, kde na vodorovnej osi bude frekvencia (frekvenčné spektrum), dostaneme jednu čiaru o dĺžke maximálnej amplitúdy v bode 1f, ktorá zodpovedá frekvencii sínusovej vlny. Frekvenčné spektrum je teda vykreslenie závislosti amplitúdy týchto vĺn na frekvencii. Pokiaľ teda máme jednu vlnu s veľkou amplitúdou, ale jej perióda sa neopakuje tak často (je menej frekventovaná), do frekvenčného spektra ju vykreslíme ako čiaru, ktorá bude v nízkej frekvencii (tzn. blízko začiatku osi X) a bude dosahovať danej amplitúdy na osi Y.

Súčtom dvoch alebo viacerých harmonických vĺn teda získame periodický priebeh všeobecného tvaru, ktorý je oproti sínusovej vlne viac-menej skreslený. Frekvencia vlny s najvyššou amplitúdou tzv. dominantná – základná harmonická, frekvencie násobne vyššie sú jej harmonické (pôvodne nazývané vyššie harmonické), frekvencie násobne nižšie sú subharmonické (zlomkové harmonické), pričom násobok frekvencie označuje poradie harmonickej aj príslušnej čiary v spektre (druhá zodpovedá dvojnásobnej frekvencii, piata piatej atď.). Ak sú prítomné párne harmonické, výsledný tvar sa blíži trojuholníku alebo píle (sawtooth). Naopak, ak sú prítomné nepárne harmonické, signál sa blíži k obdĺžniku (square). Platí to ale v prípade nulového fázového posunu, inak by bola deformácia zložitejšia.



Obr. 11: Frekvenčná analýza zložitejšieho harmonického signálu

Z obrázku je zrejmé, že amplitúda s narastajúcou frekvenciou klesá. Doteraz sme teda uvažovali len prípady, u ktorých sú frekvencie prvé (základné) harmonické a ich harmonických v čase konštantné. U skutočných zdrojov zvuku sa často prejavuje kolísanie frekvencie, ktorá v čase pravidelne či nepravidelne klesá alebo stúpa voči dominantnej (základnej) úrovni. Toto kolísanie sa v spektre prejaví vznikom pásma okolo každej takto kolísajúcej frekvencie. Jeho šírka zodpovedá veľkosti kolísania a tvar reprezentuje zastúpenie frekvencií odlišných od dominantnej. Namiesto osamostatnených čiar má spektrum tvar kriviek.



Obr. 12: Pásmo okolo kolísajúcej frekvencie

4 ZVUKOVÁ KARTA

4.1 Všeobecný popis súčasných zvukových kariet

Zvuková karta je rozširujúca karta do počítača pre vstup a výstup zvukového signálu, ovládaná softwarovo. Typická zvuková karta obsahuje zvukový DSP čip, ktorý vykonáva digitálno-analógový prevod nahratého alebo vygenerovaného zvukového záznamu. Tento signál je privedený na výstup zvukovej karty (väčšinou 3,5 mm jack).

Zvuková karta má taktiež „line in“ konektor, do ktorého je možné pripojiť externý CD prehrávač alebo kazetový prehrávač alebo akýkoľvek podobný zdroj zvukového signálu. Zvuková karta tento signál digitalizuje (pomocou príslušného počítačového softwaru) na uložisko dát. Digitalizácia sa vykonáva pomocou vzorkovania a kvantovania. V každom časovom úseku sa zaznamená aktuálny stav signálu teda vzorku. Čím kratší je interval medzi vzorkovaním, tým vyššia je frekvencia vzorkovania a tým bude záznam kvalitnejší. Toto isté platí aj pri reprodukcii zvuku, kedy D/A prevodník prevedie záznam do analógového signálu. Čím vyššia je kvalita záznamu a zároveň aj nastavenia vzorkovacej frekvencie, tým bude reprodukcia kvalitnejšia a bude sa blížiť k skutočnému analógu. Základné vzorkovacie frekvencie pre zvukové karty sú:

Tab. 2: Najčastejšie používané vzorkovacie frekvencie a bitové hĺbky

Vzorkovacia frekvencia [Hz]	Kvantovacia hĺbka [bit]	Kvalita
11025	8	telefón
22050	16	rádio
44100	16	CD
48000	24	štúdio
96000	24	DVD audio
192000	24	DVD audio

Tretí konektor, ktorý má väčšina zvukových kariet, slúži na pripojenie mikrofónu, ktorý ja možné použiť na nejaké uložisko dát alebo na VoIP telefonovanie.

5 DIGITÁLNY SIGNÁLOVÝ PROCESOR (DSP)

5.1 Všeobecný popis

Digitálny signálový procesor DSP je mikroprocesor, ktorého návrh je optimalizovaný pre algoritmy používané pri spracovaní digitálne reprezentovaných signálov. Hlavným nárokom na systém býva priebežné spracovanie veľkého množstva dát „pretekajúcich" procesorom.

5.2 Architektúra DSP

Typický digitálny procesor je postavený na harvardskej architektúre. Táto architektúra má oproti von Neumannovému modelu počítača oddelenú pamäť pre program od pamäti pre dáta. V praxi to znamená, že dáta a kód programu používajú vlastné zbernice, čo zvyšuje priepustnosť systému.

Ďalšieho zrýchlenia sa dosahuje pomocou špecializovaných výpočtových jednotiek procesoru, ktoré dokážu pracovať paralelne. Typický DSP má okrem aritmeticko-logickej jednotky (ALU) navyše rýchly násobič, ktorý dokáže operácie násobenia s pričítaním $A \leftarrow A + B.k$. Táto operácia je základnou operáciou väčšiny algoritmov digitálneho spracovania signálu. DSP spravidla obsahuje dve alebo viac nezávislých adresných jednotiek, tzv. DAG (Data Address Generator), adresujúce dáta v lineárnych alebo kruhových bufferoch. Typický DSP tak umožňuje behom jedného taktu vykonať jeden krok skalárneho násobenia dvoch vektorov (vynásobenie hodnôt z dvoch bufferov, pričítanie do akumulátoru, posun a ďalší index v bufferoch). Procesor s klasickou architektúrou by na rovnakú operáciu potreboval niekoľko taktov (napr. 1. načítanie hodnoty z prvého bufferu, 2. vynásobenie hodnotou z druhého bufferu, 3. pričítanie výsledku do akumulátoru, 4. posun adresy prvého bufferu, 5. posun adresy druhého bufferu).

Oproti univerzálnym procesorom môžu (ale nemusia) byť zjednodušené v DSP niektoré funkcie, napríklad nemusí byť možné adresovať pamäť po bajtoch. Také zjednodušenia môžu viesť k problémom s prenášateľnosťou kódu písaného vo vyšších programovacích jazykoch, alebo k väčšej spotrebe pamäti a strojového času pri iných úlohách, než spracovanie signálu.

5.3 Rozdelenie DSP

Základným rozdelením digitálnych signálnych procesorov je delenie podľa použitej aritmetiky. Existujú DSP pracujúce:

- v celočíselnej aritmetike
- v aritmetike s pevnou desatinnou čiarkou
- v aritmetike s pohyblivou desatinnou čiarkou

Procesory s celočíselnou aritmetikou sú síce lacné, ale algoritmy výpočtov stále narážajú na nutnosť prevádzať reálne čísla na celé a medzivýsledky výpočtu sa musia neustále upravovať tzv. normalizáciami. Preto je vývoj algoritmu v týchto typoch procesorov výrazne náročnejší. Hodí sa preto najmä pre masovú produkciou výrobkov, kde nevadí vyššia cena vývoja, ale dôležitá je najmä cena samotnej súčiastky.

Procesory s pohyblivou desatinnou čiarkou sú síce zložitejšie a drahšie, ale vývoj softwaru je pre ne výrazne jednoduchší. Nevýhodou tu môže byť ale vyššia spotreba energie.

Procesory s pevnou desatinnou čiarkou sú určitým kompromisom, ale prakticky ich nie je možné jednoznačne odlíšiť od procesorov pracujúcich v celočíselnej aritmetike.

Ďalším kritériom pre delenie digitálnych signálnych procesorov je šírka ich dátovej zbernice, ktorá býva 16 bitov a vyššie. Ďalšie delenie môže byt na jednojadrové alebo viacjadrové DSP.

5.4 Vývoj a výroba

Algoritmy spracovania digitálnych signálov sú často veľmi zložité a často sa celé alebo aspoň ich časť v rôznych aplikáciách opakujú. Preto je často výhodné vyvíjať špecializované procesory obsahujúce už potrebné algoritmy. Firmy zabývajúce sa vývojom DSP sa preto delia na firmy vyvíjajúce hardware procesoru a firmy vyvíjajúce algoritmy. Hardwarový návrh DSP je potom často predávaný ako DSP core (jadro). Toto jadro je použité k výrobe špecializovaných integrovaných obvodov, ktoré ho dopĺňajú o ďalšie potrebné súčiastky. Napríklad A/D a D/A prevodníky a pamäť ROM obsahujúce patričné algoritmy. Napríklad typický DSP pre mobilné telefóny obsahuje 2 – 4 samostatné DSP jadrá a všetky algoritmy potrebné pre spracovanie hovorového signálu

na GSM a naopak. Často sa môžeme stretnúť s tým, že niektoré väčšie hradlové polia obsahujú funkčné bloky určené k vytváraniu DSP (rýchle násobičky, blokové pamäte atď.), alebo aj celé DSP jadrá. Vývoj DSP tak môže v dnešnej dobe pozostávať napr. iba z jeho napísania v jazyku VHDL alebo v inom jazyku pre definíciu hardware a implementáciou v hradlovom poli.

5.5 Najčastejšie používané algoritmy DSP

Najčastejšími algoritmami spracovania digitálnych signálov sú algoritmy filtrov. Rozdeľujeme ich do dvoch kategórií na filtre:

- FIR – Finite Impulse Response
- IIR – Infinite Impulse Response

Ďalším veľmi častým algoritmom sú transformácie signálu ako Fourierova transformácia alebo z-transformácia používaná v kompresných algoritmoch.

5.6 Aplikácia DSP

Často sa stretávame práve s aplikáciou vo zvukových kartách k PC, kde zaobstarávajú prevody A/D a D/A signálov. Takisto existuje mnoho implementácií, kde je možné tieto DSP procesory využívať priamo pre generovanie zvukov, ktoré požadujeme a bez zbytočného zaťaženia CPU v PC. Takisto sa DSP procesory používajú k urýchleniu resp. k zmenšeniu latencie (oneskorenia) pri pracovaní v aplikáciách DAW (Digital Audio Workstation), kde potrebujeme pre rýchlu prácu a prehľad alebo syntézu zvuku a jeho zmeny, rýchlu odozvu, čiže minimálny čas (rádovo do 20 ms), k tomu, aby sme pracovali v pseudoreálnom čase. Týmito procesormi sú osadené najmä profesionálne zvukové karty, alebo karty určené pre zvláštne efekty v reálnom čase, napríklad pri sledovaní filmu alebo hraní hier. Aplikácia je skutočne veľmi široká a čo sa týka zvuku v PC, je tento typ procesora neodmysliteľnou súčasťou celého systému.

6 OSCILÁTOR

6.1 Všeobecný popis

Oscilátor je systém, v ktorom sa vzájomne premieňa jedna forma energie na inú a naspäť. Jeho prejavom je opakovaná výchylka do krajných hodnôt, minimálnych a maximálnych. Fyzikálnych kmitajúcich systémov, oscilátorov, je možné zostaviť veľa.

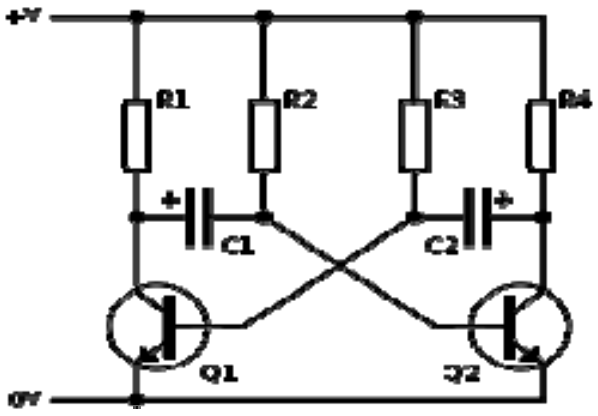
6.2 Elektronický oscilátor a jeho realizácia

K vzniku je potrebná akumulácia energie, a preto musí byť v obvodoch generátora reaktancia. Po pripojení zdroja sa oscilačný obvod rozkmitá tlmenými kmitmi. Aby sme udržali kmity, je treba nahradiť tepelné straty vzniknuté na odporoch v obvode energií z napájacieho zdroja. Zjednodušene to môžeme formulovať tak, že si predstavíme spínač, ktorý v správnych intervaloch opakovane pripája zdroj tak, aby zostala amplitúda nemenná. Túto funkciu v obvode plní zosilňovač s nelineárnou spätnou väzbou.

Najznámejším typom oscilátoru je LC oscilátor, ktorý obsahuje rezonančný obvod zostavený z cievky a kondenzátora a ich kmitočet je určený Thomsonovým vzťahom:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \tag{1}$$

Tento vzťah predurčuje použitie týchto generátorov (oscilátorov), pretože je vo vzťahu odmocnina, vyvolá desaťnásobná zmena kapacity, prípadne indukčnosti iba malú zmenu kmitočtu.



Obr. 13: Tranzistorový astabilný multivibrátor

7 FREKVENČNE MODULOVANÁ SYNTÉZA ZVUKU

7.1 História

Prvé experimenty predchodcov počítačovej hudby alebo lepšie povedané zvuku sa datujú do roku 1920, kedy skladatelia ako Milhaud, Hindemith, alebo Toch experimentovali s variabilnými rýchlosťami fonografu na koncertoch. V roku 1950 Pierre Schaeffer založil *Studio de Musique Concrete in Paris*, kde skladatelia pracovali s prvkami zvuku, ktoré boli zaobstarané z nahrávok skutočných zvukov v prírode. [1]

7.2 Princíp

Vzorkovanie sa výborne hodí pre záznam zvukov. Ak chcú autori programov pre PC vytvoriť úplne nové zvuky, musia mať po ruke spôsob, ako prikázať zvukovej karte, aby zahrala danú notu tak, aby znela ako na určitom hudobnom nástroji. Jednou z metód, ktorá to umožňuje, je FM syntéza. Obyčajne je realizovaná obvodom MIDI (Digitálne rozhranie pre hudobné nástroje). Základom FM syntézy je myšlienka, že hudobné zvuky majú podobu cyklu, ktorý sa skladá zo 4 častí:

- **Nástup (Attack)**
- **Pokles (Decay)**
- **Trvanie (Sustain)**
- **Doznievanie (Release)**

Podstatou FM syntézy je určiť vlnový priebeh daného hudobného nástroja zadaním hodnôt príslušných štyroch častí cyklu. FM syntéza napodobňuje hudobné nástroje použitím generátora sínusového priebehu prevádzaného na tóny, ktorý je ďalej modifikovaný operátormi. Zvuková kvalita záleží, okrem iného, na množstve použitých operátorov. Populárny čip OPL3, ktorý sa nachádza na väčšine súčasných zvukových kariet, používa štyri operátory.

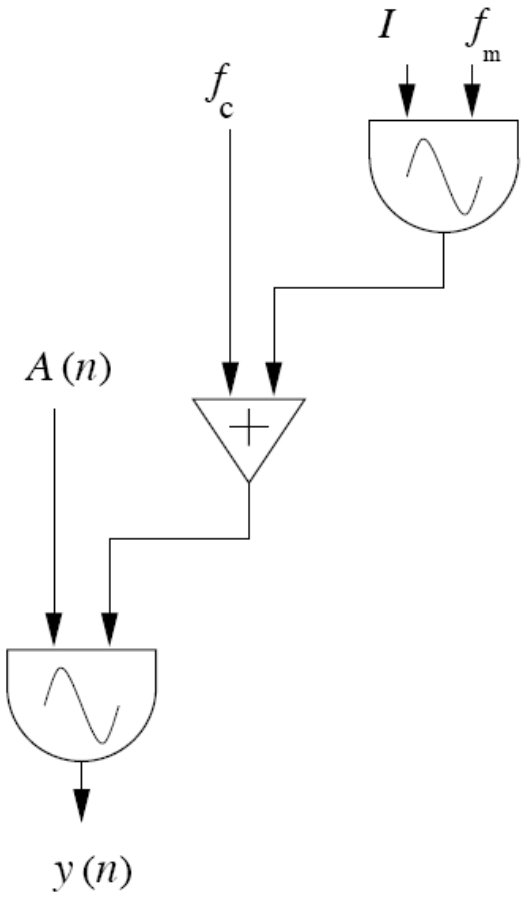
V podstate sa jedná o základný typ zvukovej syntézy, ktorá využíva nelineárne oscilačné funkcie. Teória syntézy zvuku pomocou frekvenčnej modulácie bola objasnená v polovici 20. storočia pre rádiové vysielanie. Na samotnú syntézu však bola skúmaná až v 60-tych rokoch Johnom Chowningom na Standfordskej Univerzite. Premenlivá časová štruktúra

prirodzených zvukov je ťažko definovateľná štandardnou lineárnou technikou. Preto sa Chowing toto komplexné audio spektrum snažil popísať, respektíve uchovať pomocou dvoch sínusových oscilátorov.

Vo väčšine základných foriem FM syntézy sa nachádzajú práve dva oscilátory. Jeden je nazývaný nosný (carrier) a druhý modulátor (modulator). Sú prepojené tak, že frekvencia nosiča je modulovaná tvarom danej zvukovej vlny z modulátora. Výstupný signál nástroja je teda popísaný nasledovne:

$$y(n) = A(n)\sin\left[2\pi f_c n + I\sin(2\pi f_m n)\right], \tag{2}$$

Kde $A(n)$ je amplitúda, f_c je nosná frekvencia, I je modulačný index a f_m je modulačná frekvencia. Modulačný index reprezentuje pomer odchýlky vrcholov (peaks) k frekvencii modulátora. Je to zrejmé najmä ak I = 0, potom bude výstupom sínusoida $y(n) = A(n)\sin(2\pi f_c n)$ korešpondujúca na nulovú moduláciu. [1]



Obr. 14: Jednoduchý príklad FM syntézy

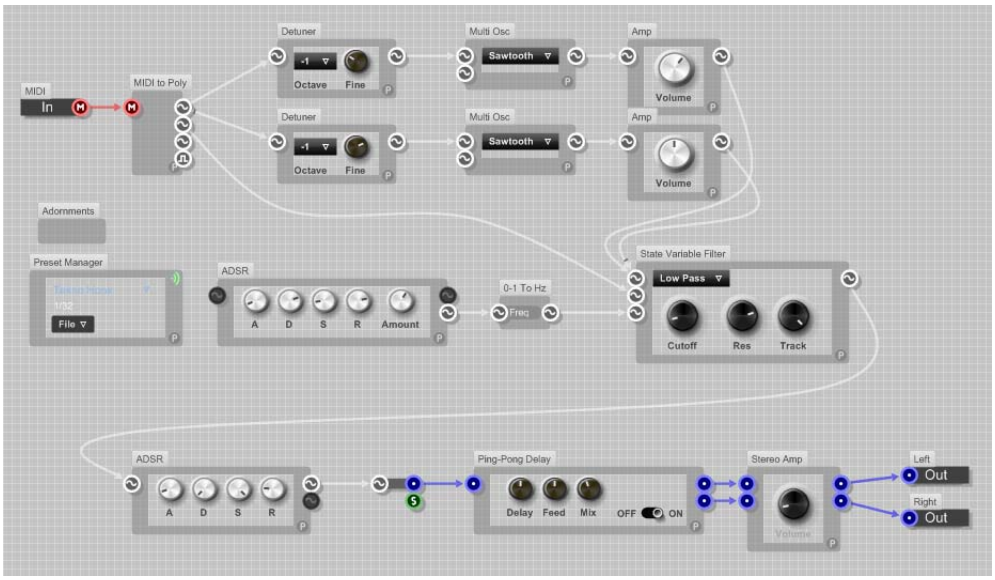
8 VÝVOJOVÉ PROSTREDIE OUTSIM SYNTHMAKER

8.1 Všeobecný popis

Vývojové prostredie programu Outsim Synthmaker je vyvinuté ako programovací nástroj, ktorý umožňuje pohodlné vytváranie aplikácií, ktoré dokážu generovať presne ten typ zvuku, aký vývojár požaduje. K tomu nie je treba prakticky žiadne písanie zložitých zdrojových kódov, ale stačí znalosť modulárneho prepájania jednotlivých súčastí tak, aby sme dostali požadovaný zvuk. Podporuje tvorbu VSTi aplikácií alebo VST efektov pre DAW aplikácie. Čiže zjednodušene povedané, podporuje tvorbu virtuálnych syntetizátorov a efektov, ktoré je možno využiť pri tvorbe skladieb alebo rôznych hudobných doprovodov.

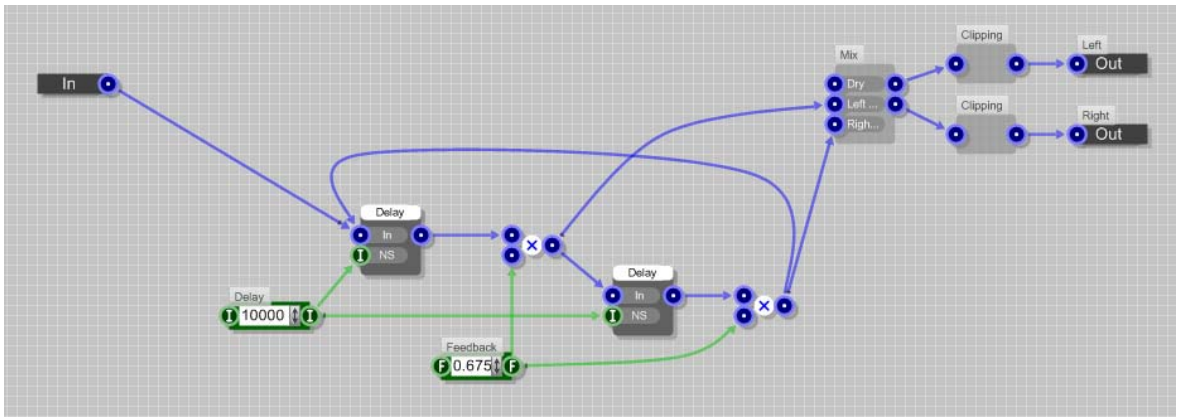
8.2 Programovanie bez písania kódu, výsledok je zrejmý okamžite

Synthmaker umožňuje programovať bez písania kódu. Stačí pospájať dané moduly a výsledok je zrejmý hneď bez zdĺhavého build time.



Obr. 15: Schematické znázornenie zapojenia modulov Outsim Synthmaker

V praxi to znamená, že programátor jednotlivé moduly spája tak, aby v celku dávali funkčný model nami požadovaného nástroja alebo generátora. Synthmaker obsahuje vysoko optimalizovaný zvukový engine, ktorý podporuje spracovať jednu vzorku za čas bez vplyvu na výkon. To znamená, že nie je problém vytvoriť spätnoväzbové prepojenia, čo je dôležitý prvok k vytvoreniu vlastných filtrov.

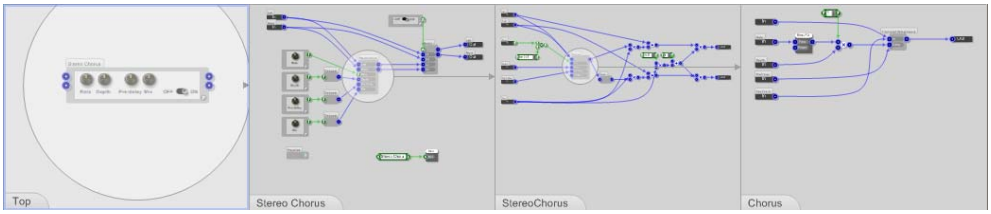


Obr. 16: Názorné vytvorenie spätnej väzby v Outsim Synthmaker

Tak isto exportovanie už hotového EXE súboru, alebo VSTi, či VST nebolo nikdy tak jednoduché. Stačí iba kliknúť na požadovaný vytvorený modul, a ak obsahuje výstup na zvukovú kartu, tak nástroj je vytvorený po určitom build čase.

Obr. 17: Jednoduché vytvorenie aplikácie pomocou Outsim Synthmaker

Ďalšou nemalou výhodou tohto vývojového prostredia je vrstvenie. Týmto spôsobom je možné jednotlivé hi-level moduly editovať až do elementárnych súčastí každého modulu a tým meniť chovanie daného hi-level modulu. Zvyšuje to prehľadnosť celého zdrojového súboru a odpadá tým zložité a neprehľadné prepájanie jednotlivých komponentov v jednom okne.



Obr. 18: Úrovňové programovanie v Outsim Synthmaker

Zjednodušene je možné povedať, že táto výhoda veľmi sprehľadňuje prácu v zložitých aplikáciách, kde vývojár vytvára a upravuje celkovú povahu danej aplikácie.

8.3 Atraktívne grafické prostredie

Outsim Synthmaker obsahuje všetko, čo vývojár potrebuje pre tvorbu atraktívneho, plne škálovateľného užívateľského prostredia. Každý modul totiž môže obsahovať osobitný vzhľad, ktorý môže byť umiestnený do interaktívnych častí daného modulu. Toto prostredie umožňuje približovanie alebo vzďaľovanie (zoom), takže tým je práca opäť uľahčená a predstavuje tak analógiou s prácou na pracovnom stole.

Obr. 19: Jednoduché vytváranie graficky atraktívnych modulov, aplikácií

8.4 Priame písanie kódu DSP algoritmov

DSP algoritmy sú bežne zapisované v matematickej forme a aby boli implementované do nami požadovanej aplikácie, alebo ak chceme vytvoriť vlastný algoritmus DSP, Outsim Synthmaker túto prácu podporuje. Modul sa nazýva „Code Component“, cez ktorý je možné algoritmus zadať. V danom príklade je možné vidieť zdrojový kód pre algoritmus Moog filtru, ktorého kód môžeme nájsť na webových stránkach musicdsp.org, ktoré sú zdrojom mnohých zdrojových kódov pre rôzne DSP algoritmy voľne dostupné verejnosti.

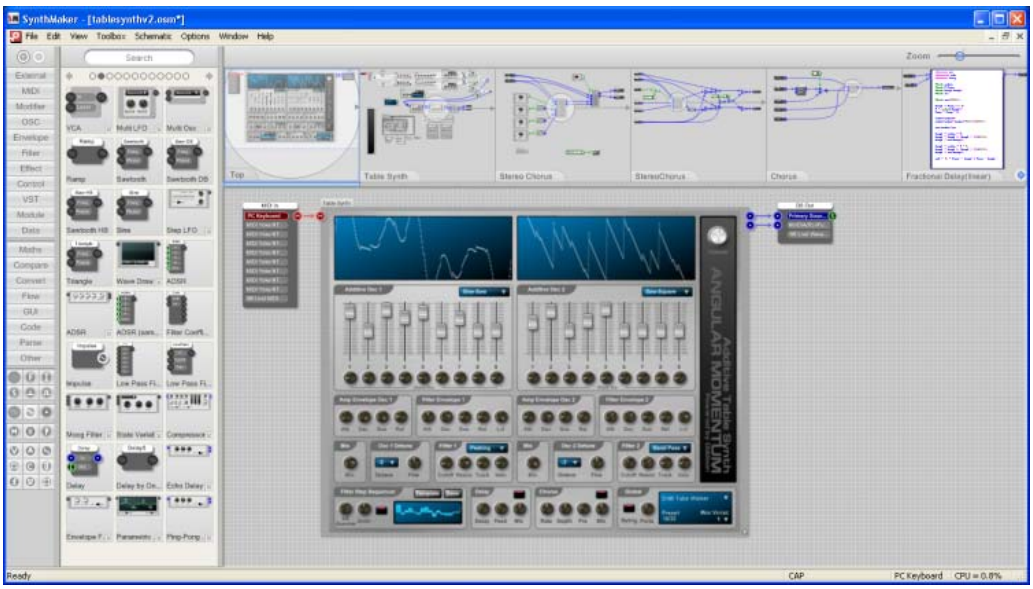
Tento príklad demonštruje, ako vyzerá algoritmus pre spomínaný Moog filter, ktorý filtruje zvuk postupne od nízkych frekvencií až po vysoké so zadanou rezonanciou a vytvára tak „gumový“ efekt na filtrovanom zvuku:

Moog Filter

```
streamin in;
streamin cutoff;
streamin res;
streamout out;
float out1,out2,out3,out4;
float in1,in2,in3,in4;
float f,fb,f2,input;
input=in;
f=cutoff*1.16;
f2=f*f;
fb=res*(1.0-0.15*f2);
input=input-out4*fb;
input=input*0.35013*f2*f2;
out1 = input+0.3*in1+(1-f)*out1;
in1=input;
out2=out1+0.3*in2+(1-f)*out2;
in2=out1;
out3=out2+0.3*in3+(1-f)*out3;
in3=out2;
out4=out3+0.3*in4+(1-f)*out4;
in4=out3;
out=out4;
```

Obr. 20: Zdrojový kód DSP algoritmu moog filtra

Na ukážku je dobré uviesť príklad VSTi nástroj Angular Momentum, ktorý bol vytvorený výhradne z hi-level modulov, teda modulov obsiahnutých už priamo v knižnici modulov pre užívateľov „laikov“, ktorí potrebujú rýchlo zostaviť nástroj pre svoje DAW aplikácie.



Obr. 21: VSTi Angular Momentum vo vývojom prostredí Outsim Synthmaker

II. PRAKTICKÁ ČASŤ

9 KONCEPT APLIKÁCIE PSYCHOSTIMULATOR

9.1 Cieľ

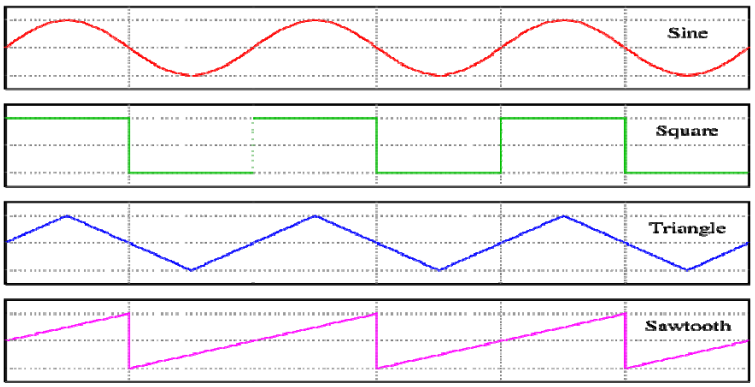
Cieľom bolo vytvoriť takú aplikáciu, ktorá by bez problémov bola schopná generovať také signály, ktoré by stimulovali ľudský mozog a teda ovplyvňovali tak náladu človeka. Pri hlbšom skúmaní danej problematiky bolo nutné si uvedomiť, že softwarové riešenie bude najuniverzálnejším riešením pre daný problém, či už z hľadiska finančného, tak aj z hľadiska kompatibility. Softwarové riešenie skrýva veľa výhod, pretože v dnešnej dobe informačných technológií je treba myslieť na to, že takmer každá domácnosť alebo firma, alebo nemocnica a iné inštitúcie, majú vo svojej štandardnej výbave počítač, ktorý funguje pod systémom Windows. Z tohto dôvodu bolo najrozumnejším riešením práve software.

Pri hľadaní vhodného vývojového prostredia som narazil na Outsim Synthmaker, ktorý ponúka presne tieto možnosti bez zložitého a zdĺhavého programovania zdrojového kódu a teda ponúka riešenie v podobe grafického rozhrania pomocou prepájania modulov, ktoré si už užívateľ môže upravovať alebo vytvárať sám. Týmto spôsobom je možné docieliť zadanú úlohu veľmi efektívne, veľmi graficky atraktívne a funkčne veľmi intuitívne užívateľské rozhranie aplikácie. Voľba teda bola jasná a tým pádom bolo treba podrobne rozpracovať koncept tejto aplikácie, čo by mala presne obsahovať a čo by sa pri daných situáciách malo diať. Inak povedané, načrtnúť funkcionalitu aplikácie a jej účel. Je potrebné zohľadňovať fakt, že nie každý počítač obsahuje rovnaké periférne zariadenia, takže univerzálnosť musí byť zachovaná. To sa vzťahuje najmä na fakt, že v PC sa nachádzajú rôzne zvukové karty, s rôznymi vzorkovacími frekvenciami (profesionálne zvukové karty) a teda zabezpečiť chod na každom z týchto zariadení. Túto požiadavku spĺňa vývojové prostredie Outsim Synthmaker skvelo, pretože pri vytváraní standalone aplikácie implementuje túto vlastnosť priamo do skompilovaného súboru. V ďalších kapitolách a podkapitolách si ukážeme, ako bolo možné vytvoriť tak zložitú aplikáciu akou je Psychostimulator krok za krokom.

9.2 Požadované vlastnosti

Vlastnosti, ktoré má táto aplikácia mať vychádzajú z problematiky neurotechnológie, čo v praxi znamená, že by mala byť schopná generovať zvuk o frekvenciách subsonických a supersonických (infrazvuk a ultrazvuk) vrátane sonických, čiže počúvateľných frekvencií v celkovom rozsahu 5 Hz ÷ 30 000 Hz. Štandardné zvukové karty by mali tento rozsah spĺňať, ak je možné vzorkovaciu frekvenciu D/A prevodníka zvýšiť minimálne na 96 000 Hz. To nám zabezpečí istotu, že frekvencia cez výstup bude skutočne prenášaná, už len podľa Shanon-Kotelnikovho teorému, kedy vzorkovacia frekvencia musí byť minimálne dvakrát vyššia ako frekvencia reprodukovaná alebo zaznamenávaná.

Nemenej dôležitým rysom bolo zabezpečiť generovanie štyroch základných oscilačných priebehov Sine, Sawtooth, Square, Triangle a Noise, čo je šum.



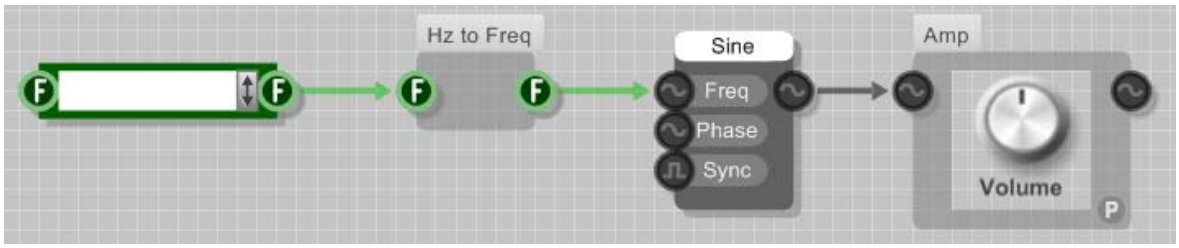
Obr. 22: Štyri základné oscilačné priebehy generátora

Ďalším kritériom bolo zabezpečiť frekvenčnú variabilitu v závislosti na čase. Inak povedané, schopnosť meniť frekvenciu v čase. Aplikácia teda musí obsahovať ovládanie na variabilitu frekvencie, časového úseku a intenzity frekvencie, čiže amplitúdy.

Podstatnou vlastnosťou bolo aj vytvorenie prehrávača zvukových súborov WAV, ktoré by podfarbovali frekvenciu stimulujúcu ľudský mozog. Táto požiadavka bola taktiež veľmi dôležitá a aby spĺňala užívateľské potreby, bolo treba vytvoriť viacero programov s hudobným doprovodom, vrátane možnosti vloženia vlastného podfarbenia a ovládaním amplitúdy tohto zdroja. Poslednou požiadavkou bolo vysielaný signál zobrazovať na virtuálnom osciloskope, ktorý by nám dával predstavu o momentálne vysielanom signále, jeho frekvenciu, tvar a amplitúdu.

10 NÁVRH APLIKÁCIE PSYCHOSTIMULATOR

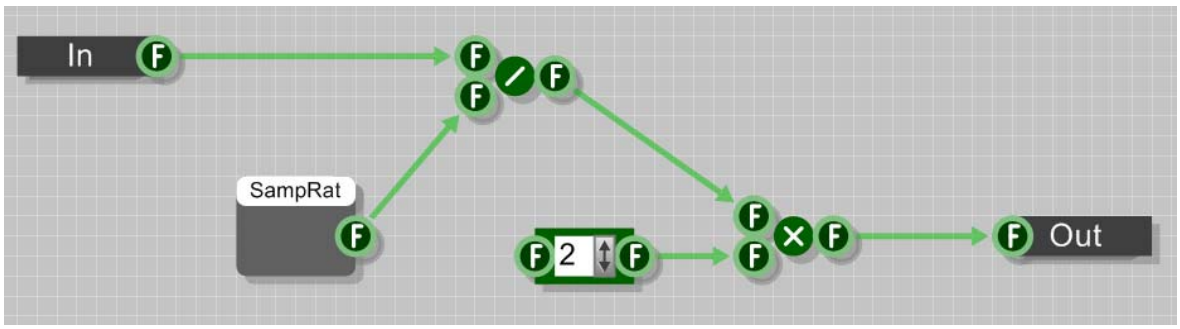
10.1 Základný princíp funkcionality



Obr. 23: Základný princíp funkcionality Psychostimulator

Aby sme porozumeli danému zapojeniu, je treba si uvedomiť, že funkcionalita je daná dvoma elementárnymi modulmi „Float“ a „Sine“, jedným mid-level modulom „Hz to Freq“ a jedným hi-level modulom „Amp“.

„Float“ je modul, ktorý posiela nami zadanú hodnotu frekvencie v Hz do modulu „Hz to Freq“, kde prebieha jeden z najdôležitejších procesov, takzvaného prekonvertovania frekvencie do hodnôt od 0 ÷ 1.



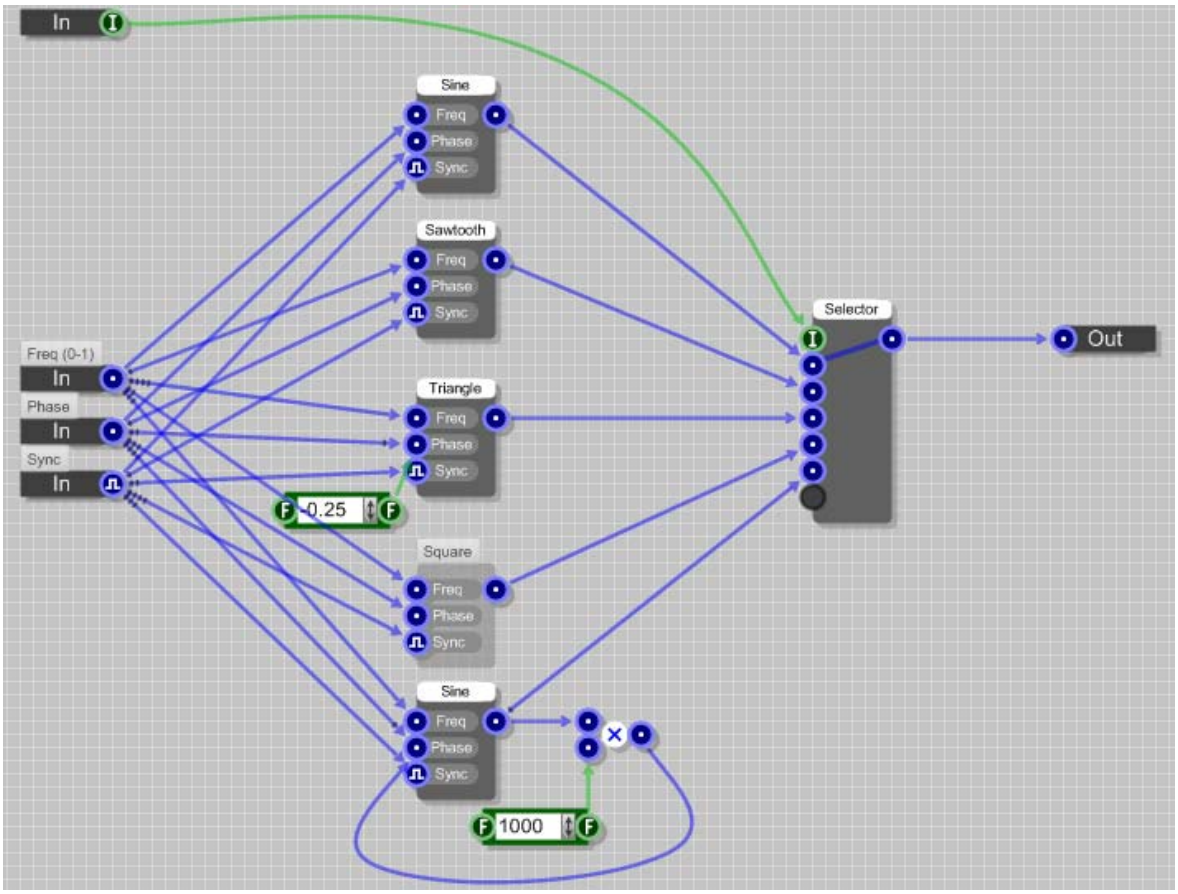
Obr. 24: Modul „Hz to Freq“

To sa deje práve v tomto module, kde vstupná hodnota „Float“ je privedená na delič dvoch čísel dátového typu float a po vydelení tejto hodnoty z načítanej vzorkovacej frekvencie zvukovej karty (načítanie zo systému zaobstaráva elementárny modul „SampRat“), je táto výsledná hodnota privedená na násobič dvoch čísel typu float a po vynásobení číslom 2 (podľa Shanon-Kotelnikovho teorému) je výsledná hodnota posielaná na výstup modulu „Hz to Freq“.

Po tomto procese je výsledná hodnota posielaná na modul „Sine“, čo je virtuálny oscilátor, a ten v maximálnej amplitúde posiela zvukový signál na modul „Amp“, ktorý je schopný ovládať hlasitosť, teda zmenšovať alebo zvyšovať amplitúdu daného signálu.

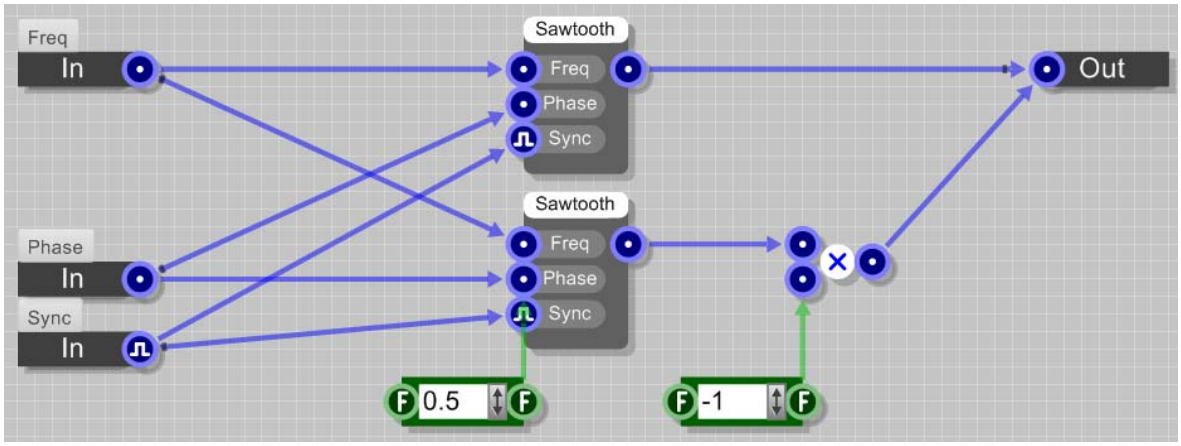
10.2 Multioscilátor (OSC TYPE)

Aby sme mali možnosť vytvárať základné priebehy oscilátora (Sine, Sawtooth, Triangle, Square, Noise), potrebujeme vytvoriť jeden multioscilátor, ktorý bude schopný prepínať medzi týmito priebehmi. Na nasledujúcom obrázku je zrejmé, ako je tento prepínač pomocou indexovania vytvorený.



Obr. 25: Koncept multioscilátora

Z obrázku je zrejmé, že tento modul sa skladá zo vstupov modulu, kde určujeme frekvenciu „Freq“, fázu „Phase“ a synchronizáciu „Sync“. Moduly „Sine“, „Sawtooth“, „Triangle“ tvoria elementárne oscilátory zadaných tvarov signálu. Šum, teda „Noise“ dostaneme generovaním sínusového priebehu so spätnou väzbou a to tak, že výsledný priebeh vynásobíme napríklad číslom 1000, a výsledok posielame na vstup oscilátora k ovládaniu fázy a tento signál je potom posielaný na výstup multioscilátora. Problémom je modul „Square“, ktorý musí byť mid-level modulom a teda obsahuje ďalšie komponenty integrované v ňom. Aby sme dostali štvorcový priebeh signálu, je treba urobiť nasledovné:

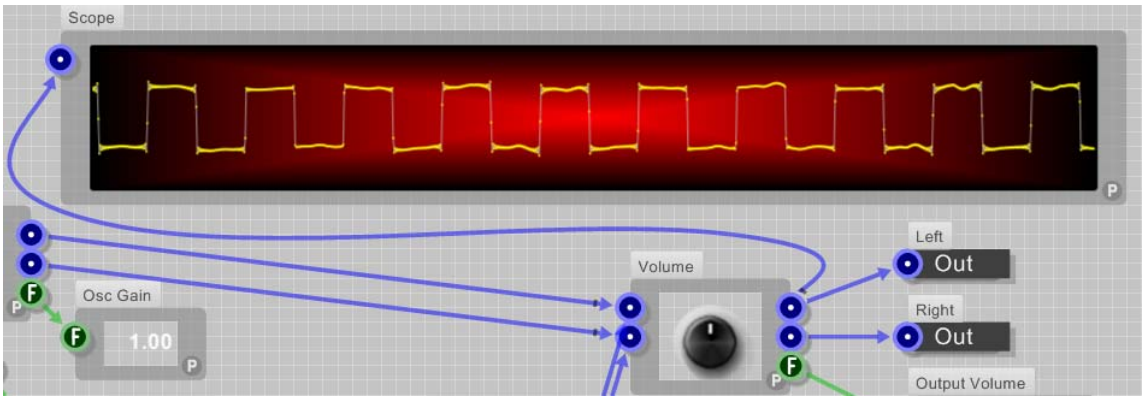


Obr. 26: Oscilátor štvorcového priebehu „Square“

Frekvencia zo vstupu je privádzaná na dva generátory pílkovitého priebehu „Sawtooth“, kde na druhom z nich je treba fázu otáčať o 0.5 a jeho výslednú hodnotu násobiť -1 a to privádzať spoločne s prvým generátorom na výstup tohto modulu. Vznikne tak zlúčenie výstupov týchto oscilátorov a to vytvorí štvorcový priebeh signálu „Square“. Synchronizáciu „Sync“ spravidla nie je potrebné využívať. Selektorom potom určujeme, na základe indexu zo vstupu, ktorý oscilátor je aktívny (Obr. 25).

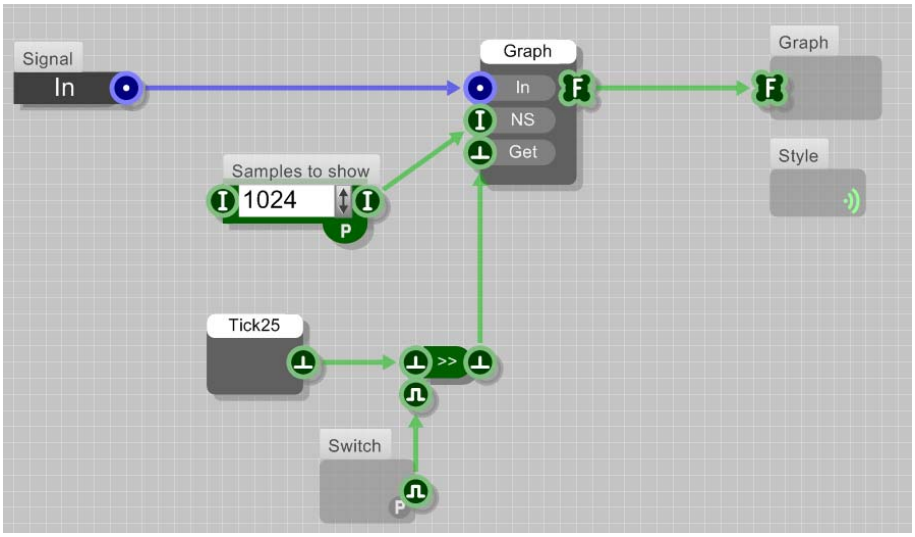
10.3 Osciloskop (SCOPE)

Pre zobrazovanie priebehu vysielaného signálu je ideálnym nástrojom osciloskop. Ten nám umožňuje zobrazovať amplitúdu a tvar signálu. Zobrazuje signál až na konci celého reťazca prvkov aplikácie Psychostimulator.



Obr. 27: Zapojenie osciloskopu do obvodu a jeho vzhľad

Zapojenie je samozrejme logické, aby sme zobrazovali výstup a nie len priebeh oscilátora, ale zmiešaného aj s prehrávačom WAV.



Obr. 28: Mid-level štruktúra osciloskopu

Z obrázka je zrejmé, že signál prichádzajúci zo vstupu je vedený na vstup elementárneho modulu „Graph“, ktorý pozostáva zo vstupov signálu, počtu vzoriek na zaznamenanie a triggera pre poslanie nazbieraných dát do poľa dátového typu float, ktoré je výstupom tohto modulu. Najideálnejším kompromisom je vziať 25 krát za každú sekundu 1024 vzoriek a zobrazovať ich. To zabezpečuje modul „Tick25“, ktorý odosiela impulz 25-krát za sekundu (pre plynulé zobrazovanie ideálne, aby ľudské oko nepoznalo trhanie obrazu). Mid-level modul „Switch“ zabezpečuje funkciu pri kliknutí na osciloskop, kedy sa meranie zastaví a pokračuje až pri ďalšom kliknutí. V kombinácií s elementárnym modulom „Trigger Switch“, ktorý prepúšťa triggre len ak je boolean hodnota „Switch“ na 1, čiže zapnutý, zabezpečuje perfektne túto funkciu. Modul „Style“ zabezpečuje farebné nastavenie zobrazovania osciloskopu a modul „Graph“ vykresľovanie do okna, ktorý bol dostupný v knižnici.

10.4 Prehrávač WAV (*.WAV PLR)

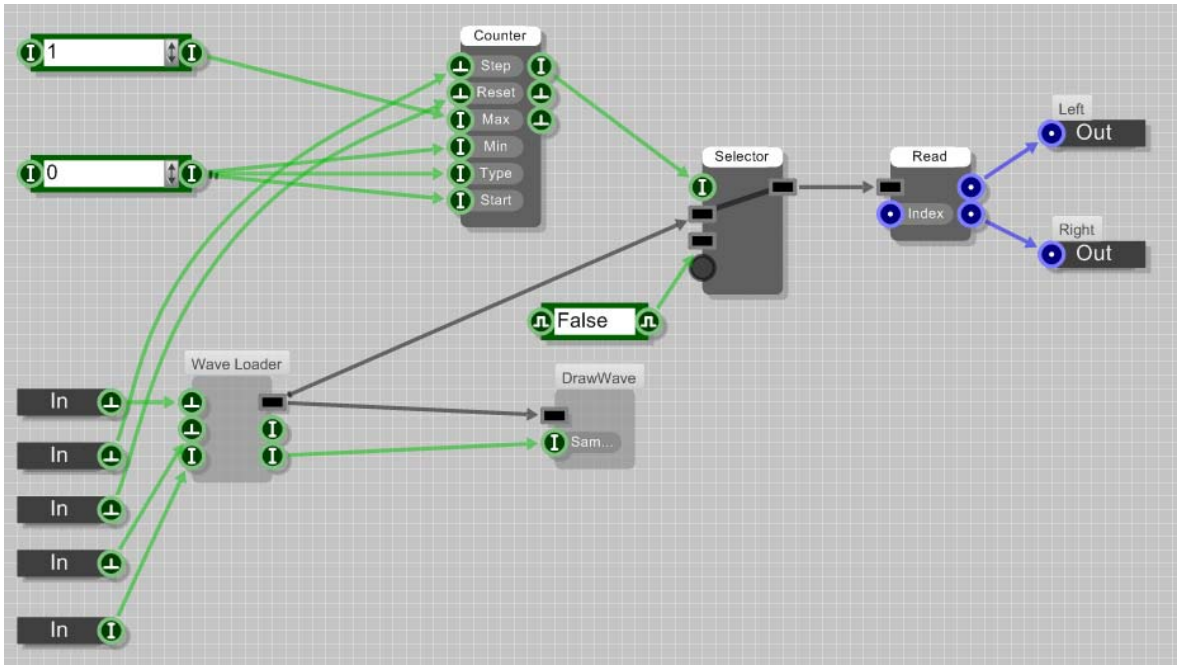
Obr. 29: Prehrávač WAV

Ako bolo už spomínané, tak prehrávač WAV je uspôsobený na prehrávanie zvukových súborov, ktoré podfarbujú stimuláciu ľudského mozgu navodením atmosféry podľa výberu daného podfarbenia hudbou alebo zvukom. Prehrávač obsahuje funkčné tlačidlá Play, Stop, Open, Clear. Play spúšťa prehrávanie, Stop prehrávanie zastavuje.

Tlačidlo Open umožňuje vkladanie Custom súboru wav pre slobodné vytváranie vlastných stimulačných programov. Tlačidlo Clear vymaže tento vložený súbor z pamäti. Posledným kľúčovým potenciometrom je ovládanie hlasitosti Gain, ktoré nadobúda hodnôt 0 ÷ 1 a ovláda teda veľkosť amplitúdy prehrávaného zvuku. Roleta s výberom zvuku obsahuje 6 položiek. Chill Out, Aggressive, Deluxe, Lounge, Custom a None. Chill Out (skladba: „Ortiga – Ilumbarada“) predstavuje hudobný doprovod pre oddych v podobe euforickej hudby. Aggressive (skladba: „Eddie Sender - Drumazoze“) predstavuje tvrdý hudobný doprovod, ktorý v kombinácií s vysokými frekvenciami vytvára pocit nevoľnosti, nespútanosti a agresie. Program Deluxe (skladba: „Bach - Brandenburg Concerto No.3 in G Major“) je podfarbenie hudbou z vysokých kruhov, kedy má človek príjemný pocit ako na spoločenskej udalosti a tak je toto podfarbenie založené na klasickej orchestrálnej hudbe. Program Lounge (skladba: „Marcus Valle - Guanabara“) predstavuje klubovú hudbu, kde sa ide človek odreagovať, čiže takisto predstavuje možnosť relaxácie takýmto spôsobom. Program Custom umožňuje nahratie vlastného podfarbenia a None znamená nepodfarbené stimulovanie „holými“ frekvenciami. V podstate pri návrhu jednotlivých typov podfarbenia som myslel na to, aby si každý človek zvolil vlastný typ relaxácie, ktorá jemu samému vyhovuje, resp. kde

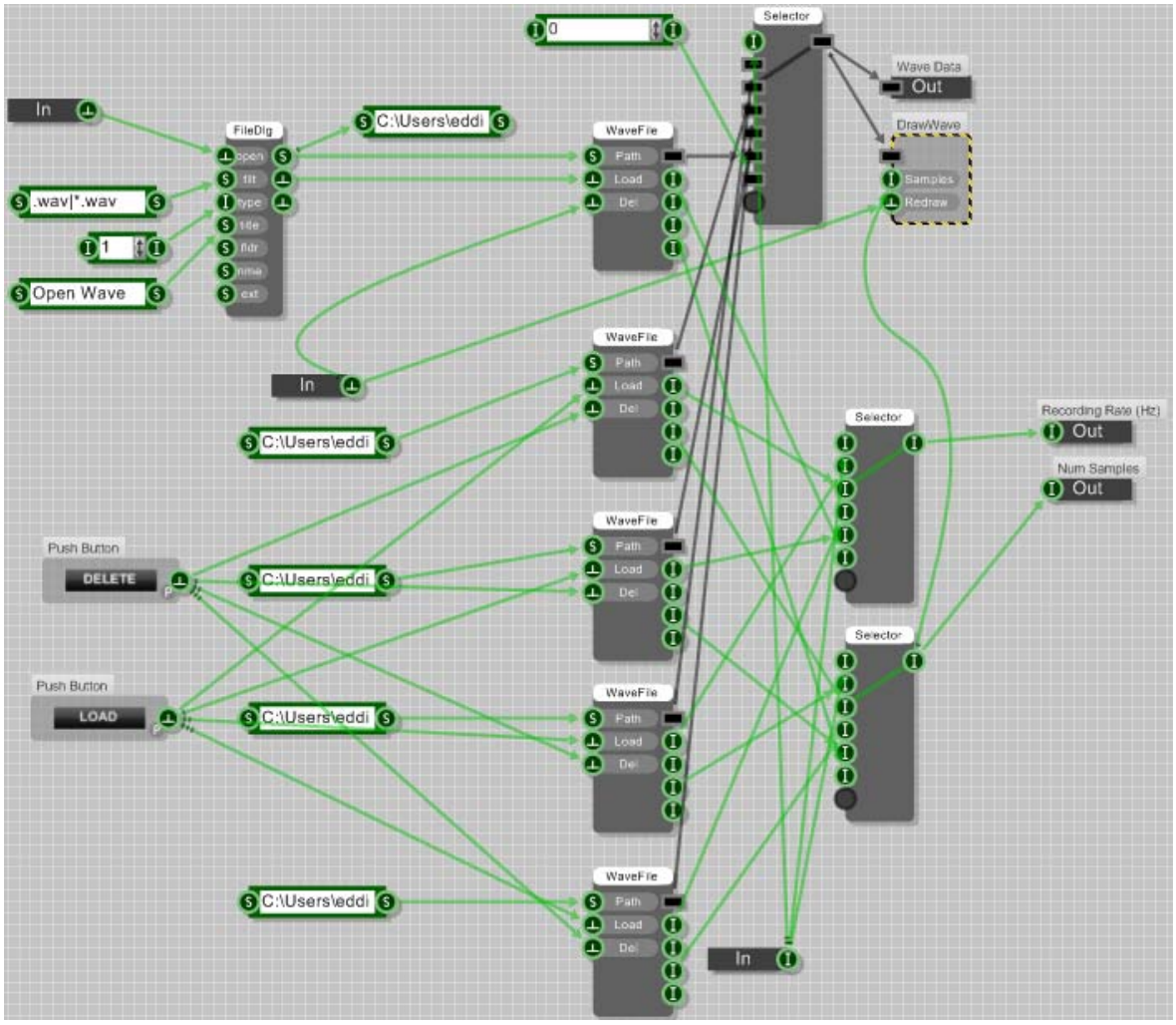
sa cíti najlepšie. Ak by mu to ani jeden program neumožňoval, v tom prípade si môže nahrať vlastný doprovod alebo zvoliť None, kde sa žiadne podfarbenie vykonávať nebude.

Koncepčne sa jedná o veľmi zložitý nástroj, ktorého princíp si ukážeme v nasledujúcich riadkoch.



Obr. 30: Mid-level koncept prehrávača WAV

V mid-level module „Wave Loader“ sa prevádza načítanie wav súboru, načítaný sa posiela do „Selector“, kde sa vyhodnotí, či sa bude prehrávať vybraný wav súbor, alebo bude zapnutý mód None. Toto nám zabezpečí modul „Counter“. Zo „Selector“ sa dátový tok smeruje do čítača wav „Read“, kde sa posielané dáta z „Wave Loader“ načítajú a posielajú sa vo forme audiosignálu do výstupu z WAV prehrávača. Modul „DrawWave“ nám umožní načítaný súbor zobrazovať graficky a spestriť tak pozadie prehrávača.



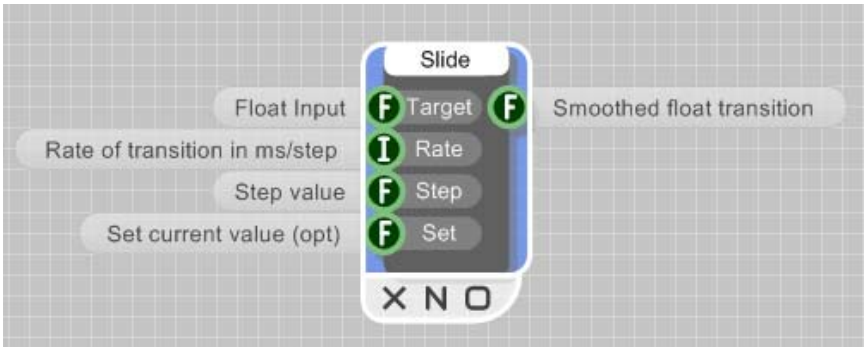
Obr. 31: Koncept modulu „Wave Loader“

Zo spomínaných modulov z Obr. 30 je štruktúra modulu „Wave Loader“ zrejmá z Obr. 31. Nachádza sa tu 5 modulov „WaveFile“, ktoré zabezpečujú načítanie súborov wav do pamäti. Prvý je Custom, ktorý nám umožňuje nahratie vlastného wav súboru pomocou otvorenia browser okna Windows. Pomocou indexovaných „Selectors“ sme potom schopní smerovať požadovaný tok dát daného wav súboru. Ďalej čítame vzorkovaciu frekvenciu súboru a určujeme počet vzoriek na audio-kanál. Je treba zdôrazniť, že v prípade nahratia iného súboru ako o vzorkovacej frekvencie 44 100 Hz, bitovej hĺbke 16 bit, nebude možné súbor prehrať! Je to z dôvodu zachovania štandardu CD kvality, aby sa zbytočne nezaťažoval systém prehrávaním vyšších vzorkovacích frekvencií a bitových hĺbok. Čítač wav súboru je na to uspôsobený. V prípade, že wav súbor bude jednokanálový, čiže mono, potom bude signál transformovaný do stereo signálu tak, že sa mono signál bude reprodukovať v pravom aj ľavom kanále. Odporúčam však používať dvojkanálový wav súbor z dôvodu lepšieho vnímania priestoru v podkrese atmosféry.

Ovládacie tlačítka Play, Stop, Open, Clear sú realizované pomocou trigger buttonov, ktoré vhodným zapojením do obvodu plnia tieto funkcie.

10.5 Prechod medzi frekvenciami (TRANSITION)

Táto funkcia umožňuje plynulý prechod medzi jednotlivými frekvenciami, zadaním rýchlosti prechodu v Hz/s (Hertz za sekundu). Na túto funkciu slúži špeciálny modul na elementárnej úrovni s názvom „Slide“.

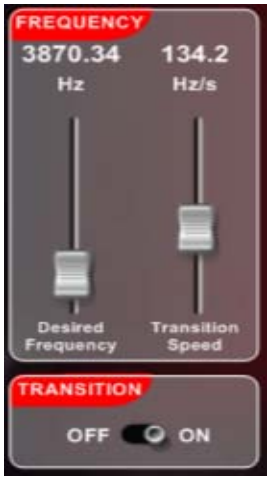


Obr. 32: Elementárny modul „Slide“

Tento modul pozostáva zo štyroch vstupov a to:

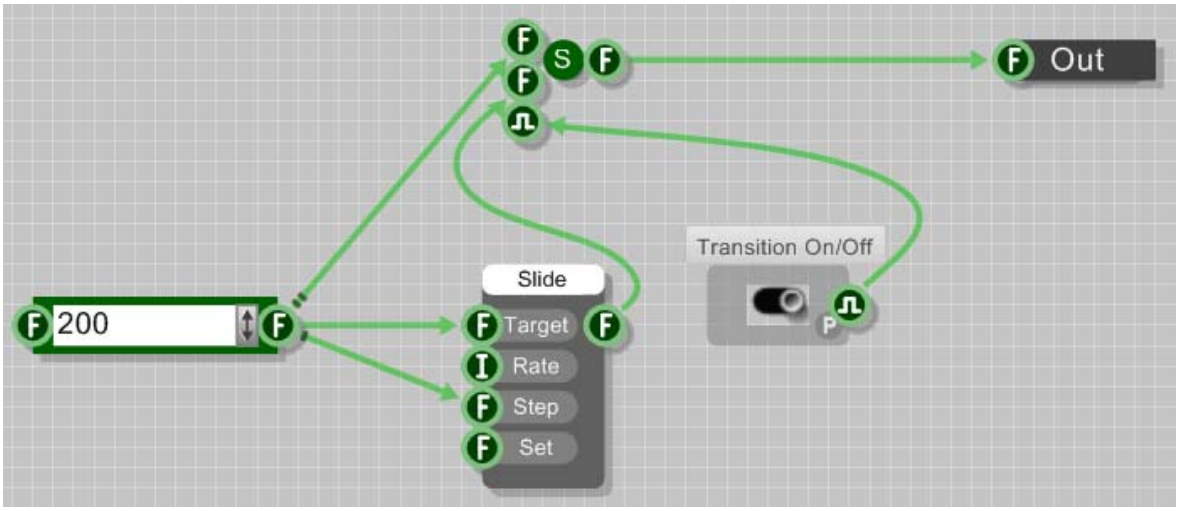
- Float Input – vstupná hodnota dátového typu float
- Rate of transition in ms/step – rýchlosť prechodu v milisekundách na krok (integer)
- Step value – hodnota, o ktorú sa má frekvencia posunúť za krok (float)
- Set current value (opt) – zadanie okamžitej hodnoty na výstup (nepovinné)

Z popisu je zrejmé, že vstup „Set current value“ používať nebudeme, pretože potrebujeme funkčnosť prechodovania tohto modulu. Do vstupu „Float Input“ je načítavaná hodnota buď z Hz BOX, FREQUENCY alebo TIME DESIGN. Pri určení ďalšej hodnoty ovládacími prvkami nepríde pri zapnutej funkcii TRANSITION k prechodu na nasledovnú frekvenciu plynule, ale bude prechádzať postupne tak, ako zadáme hodnotu ovládačom „Transition Speed“. Čítaním tejto hodnoty môžeme potom vidieť, akú hodnotu, máme nastavenú v Hz/s.



Obr. 33: Ovládač „Transition Speed“

Tlačidlom On/Off funkciu zapíname alebo vypíname. Obchádzanie tejto funkcie je realizované pomocou logického obvodu „Float Select“, ktorého funkcia závisí na tom, či do ovládacieho prvku ide hodnota true alebo false, podľa toho sa púšťa hodnota do obvodu buď cez „Slide“ alebo priamo, a to umožňuje modul vypínať a zapínať. Funkcionalita je zrejmá z Obr. 34.

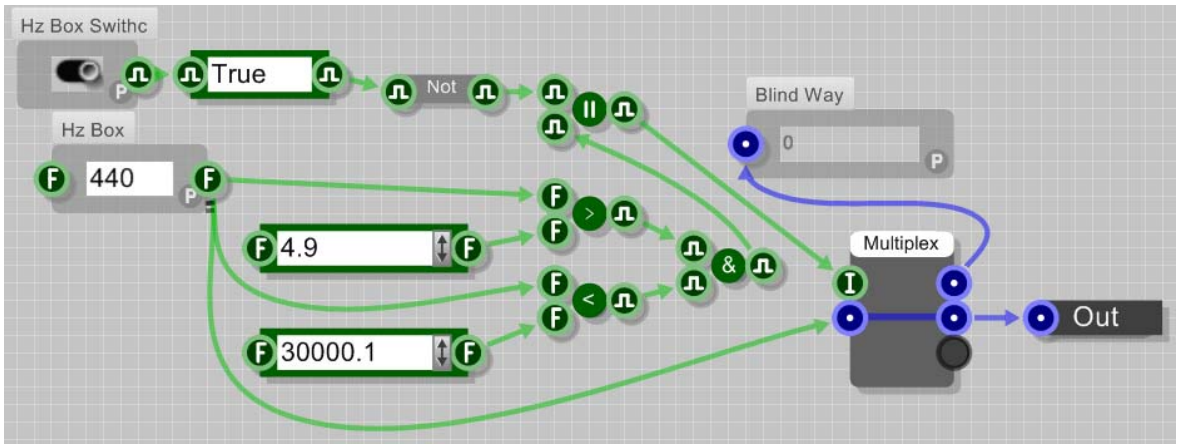


Obr. 34: Vypínanie a zapínanie modulu TRANSITION

10.6 Zadávanie presnej frekvencie pomocou edit boxu (Hz BOX)

Obr. 35: Hz Box

Tento modul predstavuje funkciu, ktorá sa v aplikácii Psychostimulator využíva na presné zadávanie frekvencie, ktorú má oscilátor generovať pomocou edit boxu. Tento box predstavuje vpisovacie okno, kde môžeme zadávať hodnoty od 5 do 30 000 Hz, čo je rozsah, ktorý požadujeme pre túto aplikáciu. V prípade zlého zadania mimo rozsah týchto hodnôt alebo písmena, sa modul deaktivuje a generovaná frekvencia nebude žiadna, oscilátor bude vypnutý. V prípade vypnutia tohto modulu sa automaticky hierarchicky prepne priorita na modul FREQUENCY, kde frekvenciu zadávame ovládacím faderom. Táto ochrana je realizovaná nasledovne:



Obr. 36: Ochrana proti zadaniu zlých hodnôt mimo rozsah a písmen

Z obrázku je zrejmé logické usporiadanie pomocou logických funkcií tak, že ak zadáme hodnotu správne a je súčasne zapnutý prepínač On/Off „Hz Box“, potom „Multiplex“ na základe indexu prepne na funkčný výstup „Out“. Ak je jedna z týchto podmienok nesplnená, potom „Multiplex“ prepne výstup do „Blind Way“, čo je slepá ulička, signál tu končí. Táto ochrana je ďalej použitá u všetkých edit box okien, kde zadávame vlastnú hodnotu (modul TIME DESIGN).

10.7 Časový dizajnér (TIME DESIGN)

Obr. 37: Časový dizajnér (TIME DESIGN)

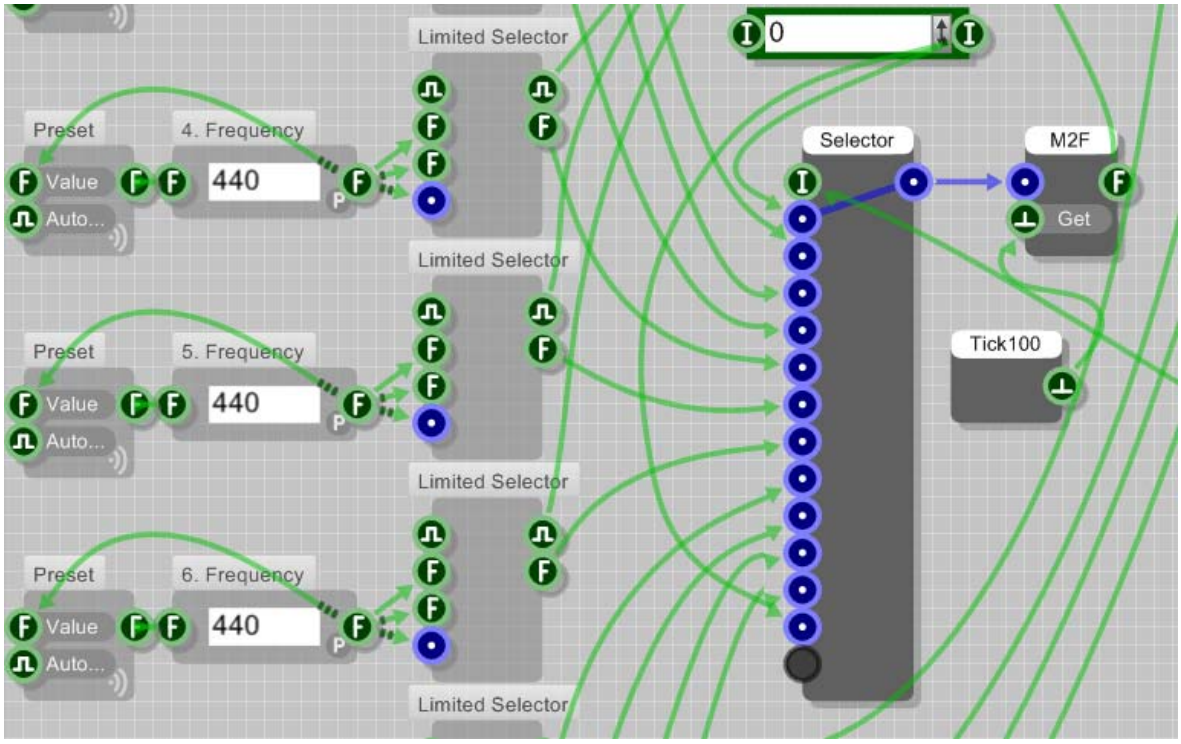
10.7.1 Funkčný popis

Časový dizajnér je modul aplikácie Psychostimulator, ktorý umožňuje automatizáciu variability frekvencií v čase. Tento modul pozostáva z viacerých ovládacích prvkov:

- TIME DESIGN ON/OFF – zapínanie/vypínanie modulu
- START – štart modulu
- STOP – stop modulu
- RESET – vynulovanie časovačov a počítadiel
- LOOPING ON/OFF – zapínanie/vypínanie cyklovania časovačov
- FREQUENCY BOX – zadávanie hodnôt frekvencie daného časového úseku
- DURATION – doba trvania frekvencie daného úseku

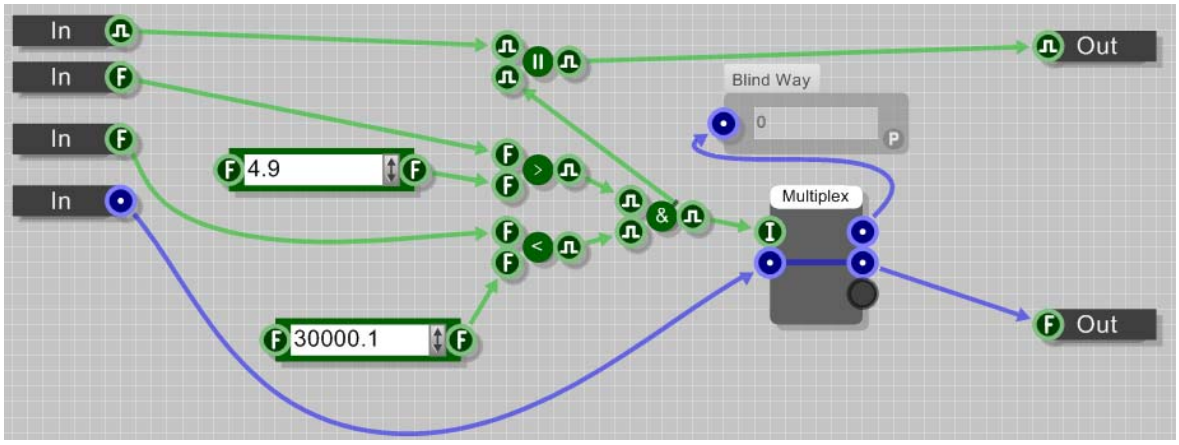
10.7.2 Princíp činnosti zadávania frekvencií

Aby bol časový dizajnér funkčný, bolo treba zabezpečiť vkladanie údajov do edit boxov podobne ako v Hz BOX. Ako už bolo spomínané v kapitole 10.6, je treba zabezpečiť okná proti vkladaniu frekvencií a časov mimo rozsah alebo písmen. To je realizované ako pri zabezpečení Hz BOX na Obr. 36 s tým rozdielom, že nie je prítomný prvok „Switch“. Tým pádom je do obvodu zapojený mid-level prvok s názvom „Limited Selector“, ktorý plní úlohu zabezpečenia proti vkladaniu zlých hodnôt alebo písmen.



Obr. 38: Frekvenčný selektor v TIME DESING

Z obrázku je teda zrejmé že mid-level modul „Limited Selector“ slúži ako zabezpečenie. Modul „Preset“ umožňuje ukladať hodnotu do presetov a hodnota, ktorá je zadaná putuje do vstupu „Selector“, ktorý rozhoduje, ktorá frekvencia má byť momentálne generovaná na základe indexu z počítadla. Pomocou modulu „M2F“, ktorý konvertuje mono signál vysielaný zo „Selector“ každú sekundu 100-krát, kde pomocou „Tick100“, posielame hodnotu float do „Slide“ a z neho do „Hz to Fq“ a z neho do oscilátora. „Limited Selector“ je na elementárnej úrovni riešený nasledovne:

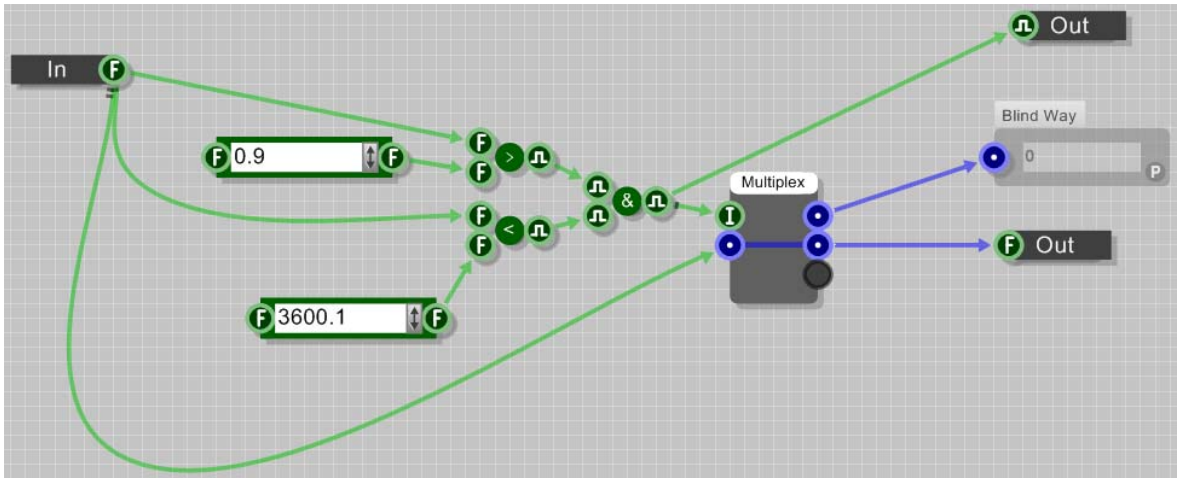


Obr. 39: Modul „Limited Selector“

Funkčnosť je prakticky totožná ako pri Hz BOX až na absenciu prvku „Switch“, ktorý nemusí spĺňať podmienku „zapnutý“.

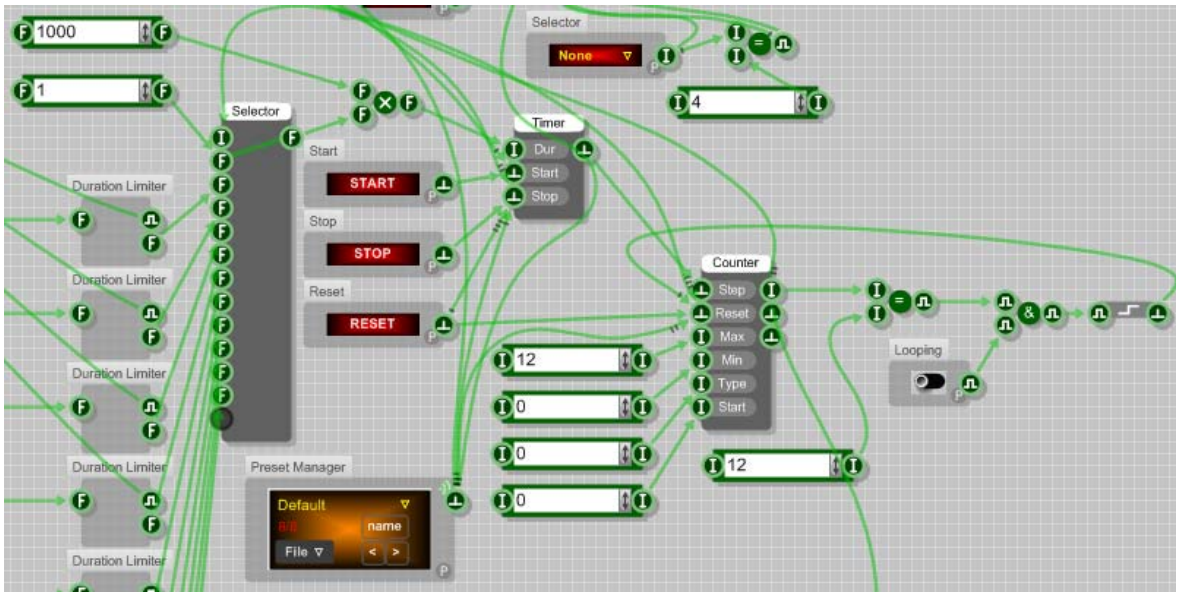
10.7.3 Princíp činnosti zadávania časových úsekov

Pri zadávaní hodnoty časového úseku „Duration“ je princíp ochrany totožný ako je spomínané vyššie, kde sú hranice stanovené na 1 ÷ 3600 sekúnd.



Obr. 40: Modul „Duration Limiter“

10.7.4 Princíp činnosti časovača



Obr. 41: Princíp činnosti časovača a počítadla

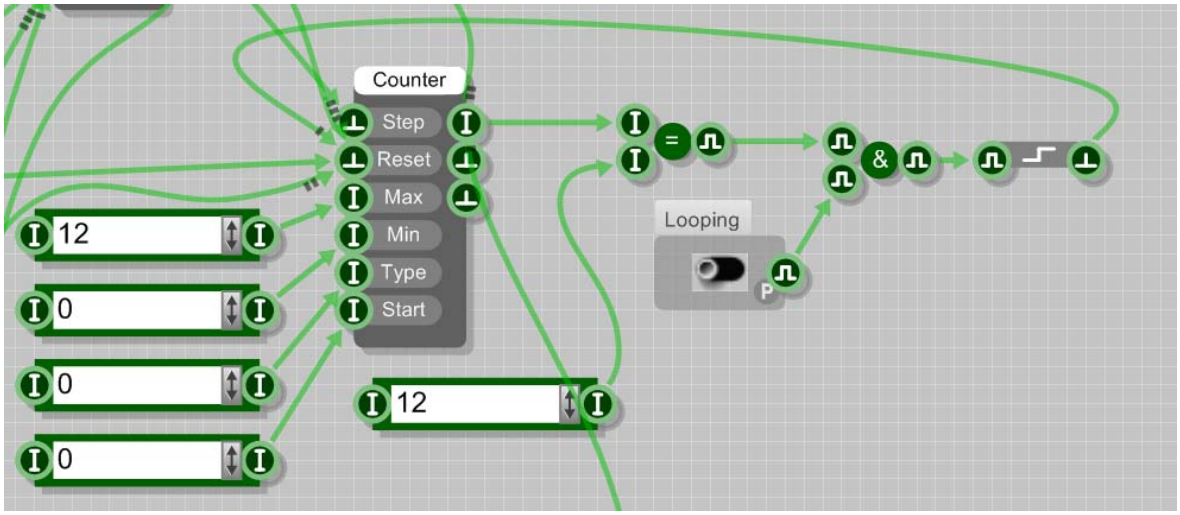
Z obrázku je zrejmé, že je treba prepínať daný časový úsek s prislúchajúcou frekvenciou po jeho uplynutí. Pre zjednodušené chápanie problému je možné povedať, že počítadlo

po uplynutí prepne výstupnú hodnotu (index podľa ktorého sa riadi „Selector“ a podľa toho prepne aktívny výstup) na „Selector“ pre dĺžku časových úsekov a aj „Selector“ pre momentálne generovanú frekvenciu. Funkčnosť je zabezpečená logickými funkciami a zadaním príslušných defaultných hodnôt počítadla. Časovač teda vždy dostane momentálne požadovanú hodnotu v sekundách, kde sa po vykonaní tohto časového úseku odošle trigger signál do počítadla a ten sa iteruje o hodnotu 1, čo má dopad na spomínané indexovanie oboch „Selectors“.

10.7.5 Ovládacie tlačidlá START, STOP, RESET

Tieto tlačidlá sú pripojené na vstup „Timer“ a „Counter“, čo je zrejmé z Obr. 41. Takto zapojené tlačidlá nám zabezpečujú spomínané funkcie, čiže štart, stop, reset. V tomto prípade sú tlačidlá využívané hlavne pri modifikovaní užívateľských programov alebo pri tvorbe vlastných programov.

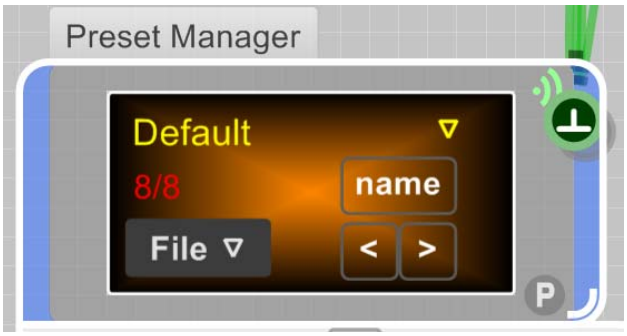
10.7.6 Prepínač LOOPING



Obr. 42: Funkcia LOOPING

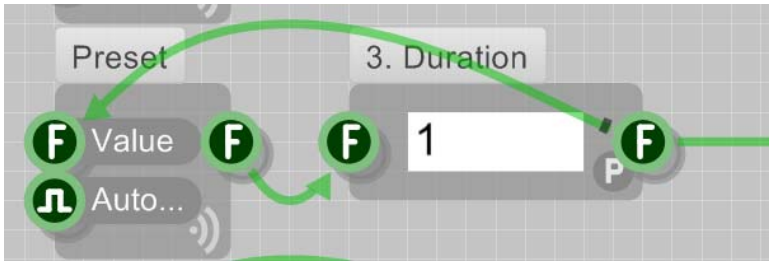
Tento prepínač je realizovaný pomocou logických funkcií „Boolean And“ a „Int Equal“, kde je zabezpečená činnosť prepínačom „Switch“ Looping a ak je splnená podmienka, že indexovaná hodnota, ktorá je posielaná do selektorov, bude rovná 12, potom sa „Counter“ resetuje. V prípade vypnutia tejto funkcie, „Counter“ nadobudne hodnotu 12 a zostane na nej až kým nestlačíme tlačidlo RESET. Takto je zabezpečené to, že program po uplynutí zadaných frekvencií a ich úsekov buď skončí a zostane ticho, alebo sa budú opakovať frekvencie aj úseky dokola.

10.8 Správca programov (PRESET MANAGER)



Obr. 43: Modul „Preset Manager“

Tento manažér je obsiahnutý už v knižnici modulov, ktorý umožňuje ukladať nastavenia do textového súboru alebo priamo do aplikácie, otváranie programov alebo ich premenovávanie. Aby „Preset Manager“ fungoval správne a všetky hodnoty v aplikácií, ktoré potrebujeme meniť (ktoré je možné interaktívne meniť) sa správne ukladali, je treba vytvoriť modul s názvom „Preset“, ktorý zabezpečí uloženie hodnôt do programu, čiže nastavenia aplikácie pre nejaký účel.



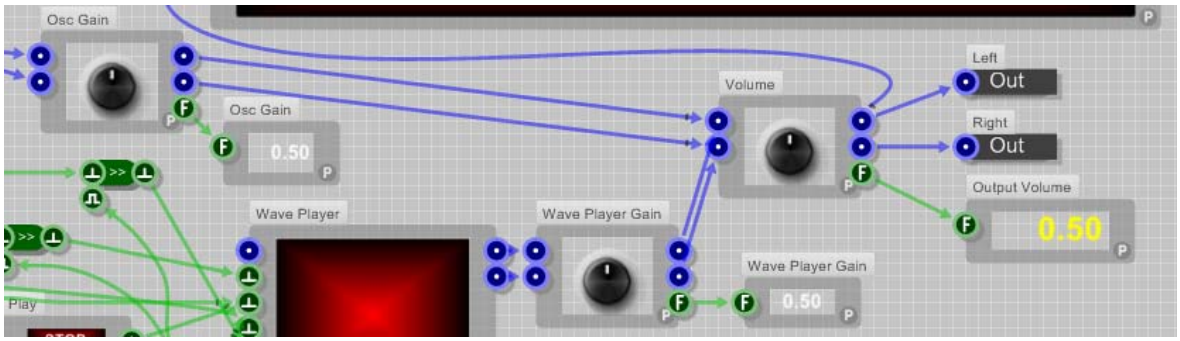
Obr. 44: Modul „Preset“

V skratke je možné povedať, že tento modul zaobstaráva funkciou „Wireless“ prenášanie hodnôt do modulu „Preset Manager“ ktorý zadaný názov hodnoty ukladá do textového súboru alebo do aplikácie priamo. Tak isto umožňuje tento správca aj exportovanie už hotových programov alebo nastavení do celého súboru programov. Je to veľmi sofistikovaný systém ukladania nastavení resp. programov.

10.9 Ukazovateľ hlasitosti a frekvencie (OSC Hz, Gain, Volume)

Táto funkcia je realizovaná pomocou „Read Out“ modulu, ktorý načítava a zobrazuje hodnotu, ktorá je pripojená na jeho vstup. Umožňuje to prehľadné monitorovanie súčasného stavu danej veličiny (OSC Hz, Gain, Volume). OSC Hz monitoring je pripojený pred oscilátor, takže číta hodnoty float, ktoré momentálne putujú do oscilátora

ešte pred jeho vstupom do neho. U ukazovateľov Gain je to riešené podobne s tým rozdielom, že hodnota float, ktorú má na výstupe člen „Knob“, čo je potenciometer hlasitosti buď oscilátora alebo prehrávača WAV, je načítavaná a zobrazovaná modulom „Read Out“. Vlastnosti ako farba, veľkosť písma alebo jednotky sa už nastavujú priamo v tomto module. Refreshing hodnôt sa prevádza každú sekundu 25-krát. U výstupu Volume je riešená funkcionalita týmto istým spôsobom.



Obr. 45: Realizácia modulov „Read Out“ u Gain a Volume

10.10 Bezpečnostné tlačidlá (PRESET START/STOP)

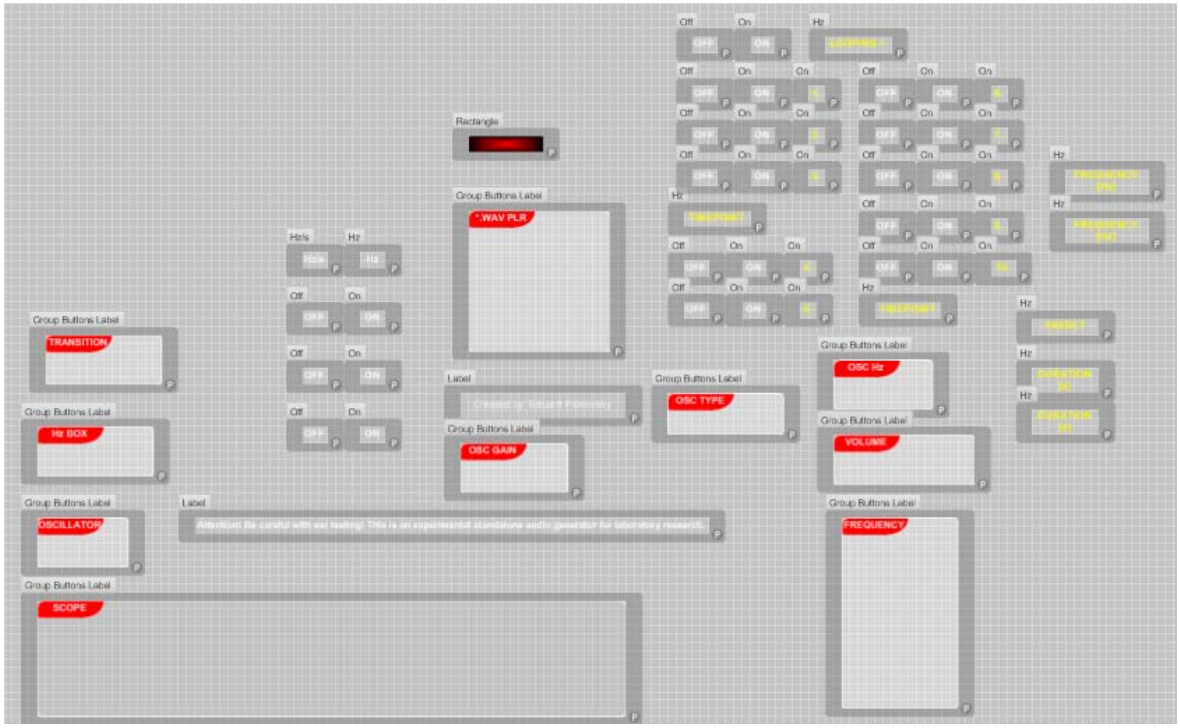
Obr. 46: Bezpečnostné tlačidlá (PRESET START/STOP)

Tieto tlačidlá sú dôležitou súčasťou celej aplikácie. Keďže sa jedná o program, ktorý dokáže generovať uchu veľmi nepríjemné signály alebo v horšom prípade pri veľkých hlasitostiach môže sluch aj poškodiť, je nutné implementovať do aplikácie bezpečnostný prvok. Týmto spôsobom je možné zamedziť nechcenému spusteniu oscilátora na vysokých frekvenciách alebo v prípade chaosu v nastaveniach, ktoré by užívateľ mohol spôsobiť neodborným zaobchádzaním. Stačí stlačiť tlačidlo STOP a všetka činnosť sa zastaví a zostane ticho. Naopak, ak zvolíme niektorý z predvolených programov, odštartujeme ho tlačidlom START. Týmto spôsobom je funkcionalita a prevádzkovanie aplikácie bezpečné a užívateľ spustí program vtedy, až si je istý že všetky nastavenia sú

správne a nemôžu poškodiť sluch. Funkcionalita je realizovaná pomocou logickej funkcie „AND“.

10.11 Realizácia grafického prostredia

Atraktívny vzhľad celej aplikácie Psychostimulator je realizovaný pomocou modulu „Graphics“, ktorý v sebe ukrýva všetky potrebné elementy pre správne zobrazenie jednotlivých grafických prvkov v aplikácii. Na nasledujúcom obrázku je z časti ukázané, ako sa tento modul realizoval.



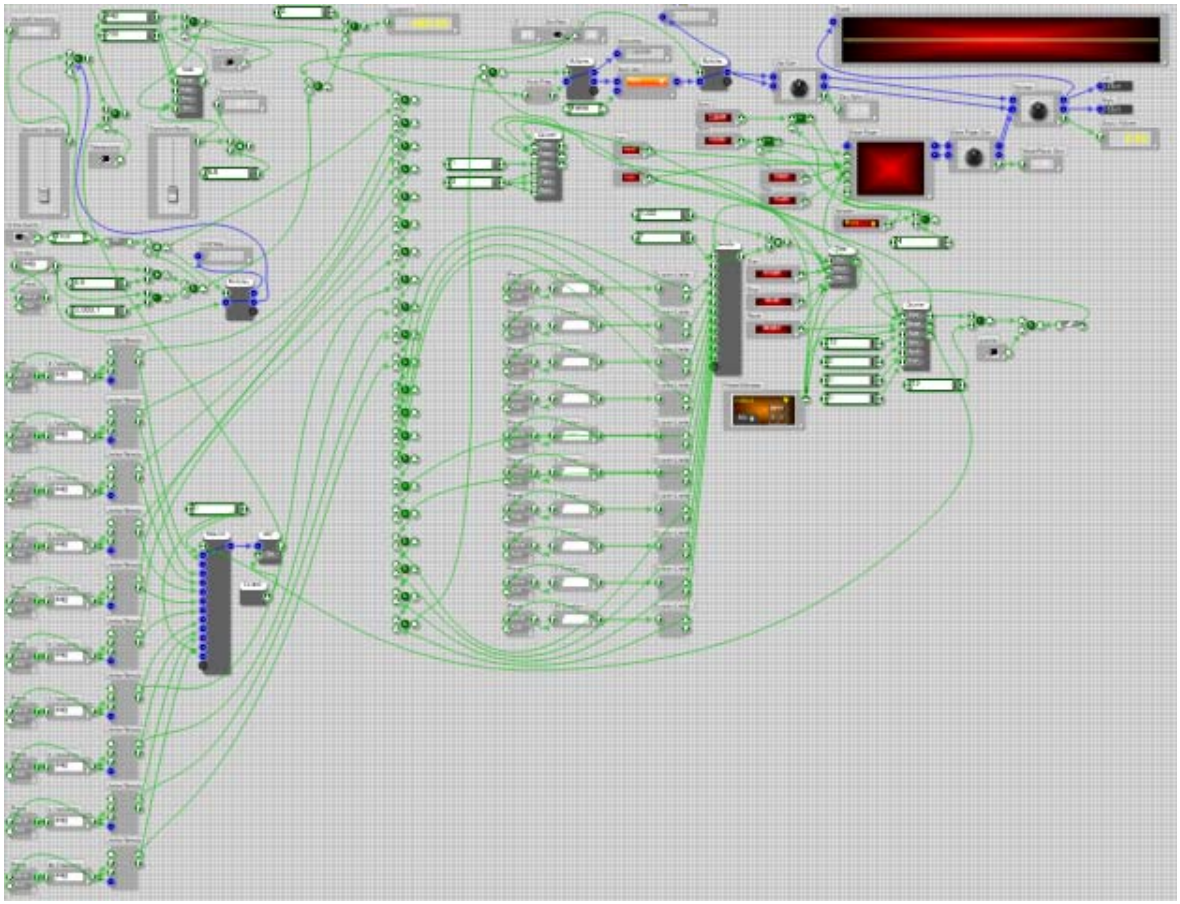
Obr. 47: Modul „Graphics“

V skratke je možné povedať, že pomocou preťahovania jednotlivých modulov vo výslednom vzhľade aplikácie je možné docieliť veľmi graficky atraktívne GUI, či už texty alebo group okná. Tak isto je realizované aj vkladanie obrázkov do pozadia aplikácie, ktoré boli vytvorené v programe Adobe Photoshop.

Obr. 48: Pozadie aplikácie Psychostimulator

10.12 Aplikácia Psychostimulator ako celok v Outsim Synthmaker

Po realizácii všetkých spomínaných prvkov z tejto kapitoly bolo možné zostaviť finálny produkt, ktorý spĺňa všetky požadované vlastnosti z navrhovaného konceptu. Funkčnosť modulov je bezchybná a logické usporiadanie prvkov v aplikácii a ich jednotlivá hierarchická postupnosť je zachovaná logickými funkciami AND a OR. Tak isto aj ochrany v prípade zadania nesprávnych hodnôt do edit boxov, kedy sa daný modul automaticky deaktivuje a prepne sa na hierarchicky podradený modul napr. ak zadáme zlú hodnotu do TIME DESIGN, vypne sa a bude sa prevádzať modul Hz BOX, ak aj tu zadáme zlú hodnotu, funkčný bude modul FREQUENCY, ktorý je úplne základný a nie je možné do neho zadať zlé hodnoty, pretože frekvencie sa určujú len faderom, ktorý ma vopred daný rozsah. Inak sa moduly prepínajú tlačidlami On/Off, ktoré hierarchicky spĺňajú funkciu ako je spomenuté vyššie. Prehrávač WAV je od týchto modulov plne nezávislý, a je pripojený až tesne pred výstup tejto aplikácie, kde sa zmiešava signál z oscilátora a prehrávača.



Obr. 49: Aplikácia Psychostimulator ako celok v Outsim Synthmaker

10.13 Užívateľské rozhranie aplikácie (APPLICATION GUI)

Ako bolo spomenuté vyššie, GUI aplikácie má atraktívny grafický vzhľad, ktorý pôsobí na užívateľa intuitívne a príjemne.

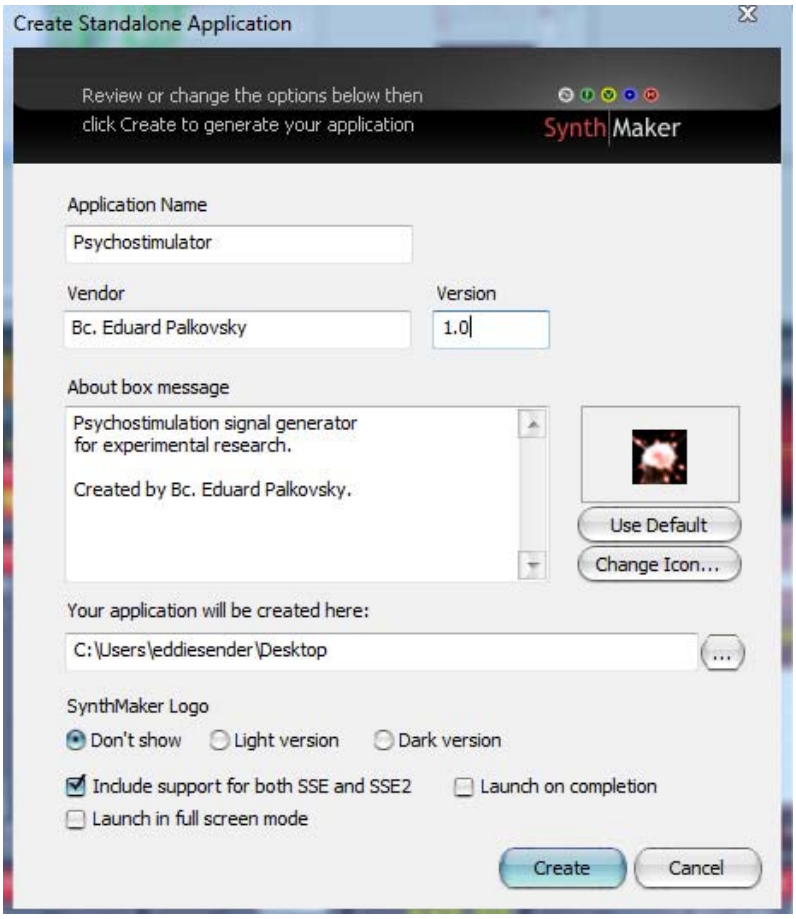
Obr. 50: GUI aplikácie Psychostimulator

Na obrázku vidíme už realizované a plne funkčné prvky, ktoré sú spomínané v tejto kapitole. Čo je dôležité poznamenať, nedielnou súčasťou celého projektu je výstupný modul „DS Out“, ktorý nám umožňuje cez rozhranie Direct X zvukový výstup do zvukovej karty a teda možnosť zvuk prehrávať z výstupu PC.

10.14 Kompilácia zdrojového súboru *.osm do *.exe súboru

Dostali sme sa až po finálnu časť celého projektu, kde je treba zdrojový súbor s príponou .osm skompilovať do standalone aplikácie Psychstimulator.exe. Tento proces je veľmi dôležitý a zahŕňa niekoľko nastavení.

- Application name – názov aplikácie (Psychostimulator)
- Vendor – tvorca/programátor (Bc. Eduard Palkovský)
- Version – verzia (1.0)
- About box message – stručný popis aplikácie (Psychostimulation signal generator for experimental research)
- Your application will be created here – cesta na disku, kam sa súbor uloží
- Synthmaker Logo – možnosť zobrazovania loga Synthmaker v aplikácii
- Include support for both SSE and SSE2 – podpora procesorových inštrukcií SSE, SSE2
- Launch in full screen mode – spúšťanie aplikácie vždy na celú obrazovku
- Launch on completion – štart aplikácie po dokončení kompilácie
- Icon loader – možnosť nahrať vlastnú ikonu aplikácie



Obr. 51: Kompilačné okno Outsim Synthmaker

Z obrázka je teda zrejmé, aké parametre treba zadať pre správne skompilovanie zdrojového súboru vrátane podpory procesorových inštrukcií SSE a SSE2, ktoré na novších procesoroch umožňujú rýchlejší „beh“ aplikácie, čiže s menšou záťažou na CPU. Vo finále je treba ešte spomenúť, že program pridáva do skompilovaného súboru možnosť škálovať užívateľské prostredie, pretože je vektorové a teda funkcia zoom je veľmi vítaná hlavne pri „full screen“ móde. Tak isto je implementovaná možnosť voľby zvukovej karty, kde sa bude zvuk reprodukovať a mnoho ďalšieho.

10.15 Minimálna konfigurácia PC pre chod aplikácie

Windows XP, Vista:

- **CPU:** Intel Pentium 4 2,0 GHz; AMD Athlon 3000+ 1,8 GHz
- **RAM:** 1,5 GB (XP), 2 GB (Vista)
- **HDD:** 400 MB

11 EXPERIMENTÁLNE VYHODNOTENIE STIMULAČNÝCH ÚČINKOV

11.1 Miesto merania

Experimentálne meranie som prevádzal vo firme Kuzzi interiér s.r.o. (Benešovo nábřeží - Areál Svitu, budova 8/3, 760 01, Zlín), s desiatimi zamestnancami, ktorí v experimente vystupujú anonymne so základnými údajmi o ich veku a pohlaviu. Meranie bolo uskutočnené v tichom prostredí bez výraznejších okolitých ruchov, pretože firma sa zaoberá navrhovaním interiérov a predajom posteľných matrací, tým pádom meranie mohlo byť uskutočnené skoro v ideálnom prostredí. Meranie u osôb prebiehalo v ležiacej polohe so zatvorenými očami.

11.2 Použité prístroje

Notebook:

BARBONE Wizard 15,4

- CPU: Intel Core 2 Duo T7500 2,2 GHz
- RAM: 2GB DDR2
- HDD: 120 GB
- GPU: Nvidia GeForce 8600M GS
- CHIPSET: Intel 965PM
- SOUNDCHIP: Intel HDA Realtek
- OS: Windows Vista Basic

Obr. 52: Notebook BARBONE Wizard 15,4

Podľa špecifikácií tento notebook zodpovedá nadštandardne minimálnej konfigurácii pre aplikáciu Psychostimulator a teda plne postačuje ako generátor psychostimulačných frekvencií, čiže k obsluhe aplikácie. Výhodou je vysoká mobilita, keďže sa jedná o notebook.

Slúchadlá:

AKG K-701

- konštrukcia: otvorené, circumaurálne
- typ meniča: dynamický
- frekvenčný rozsah: 10 ÷ 39 800 Hz
- citlivosť: 105 dB SPL/V
- výkonová zaťažiteľnosť: 200 mW
- impedancia: 62 Ω
- hmotnosť: 235 g
- prívodný kábel: 3m; 99,99 % OFC (bezkyslíkovitá meď)
- konektor: jack 6,3 mm

Obr. 53: Slúchadlá AKG K-701

Jedná sa o slúchadlá hi-end triedy, ktorých cena sa pohybuje okolo 400 €. Týmto zariadením bol zabezpečený maximálny komfort a kvalita pri meraní testovaných osôb.

11.3 Namerané výsledky experimentu

Na základe tabuľky sú viditeľné výsledky merania použitých psychostimulačných programov v aplikácii Psychostimulator:

Tab. 3: Výsledky merania bežne používaných psychostimulačných programov

Osoba			Meraný bežne používaný psychostimulačný program				
			Energy Recharger	*Superlearning*	*Fast Relaxation*	*Deep Relaxation*	*Distraction*
Číslo	Pohlavie	Vek	Hodnotenie pocitov [1 - príjemné ÷ 5 - nepríjemné]				
1	Ž	26	2	1	2	3	1
2	M	36	3	3	2	2	2
3	M	32	2	2	3	1	1
4	M	58	2	2	2	2	3
5	Ž	38	3	3	3	2	2
6	Ž	30	1	2	2	1	1
7	M	29	2	2	2	3	2
8	Ž	28	3	3	3	2	2
9	M	24	2	3	1	1	3
10	M	45	2	2	2	1	1

Tab. 4: Výsledky merania experimentálnych psychostimulačných programov

Osoba			Meraný experimentálny psychostimulačný program	
			Aggressivity	*Ear Defender*
Číslo	Pohlavie	Vek	Hodnotenie pocitov [1 - príjemné ÷ 5 - nepríjemné]	
1	Ž	26	4	5
2	M	36	4	5
3	M	32	5	5
4	M	58	5	5
5	Ž	38	5	5
6	Ž	30	5	5
7	M	29	4	5
8	Ž	28	5	5
9	M	24	5	5
10	M	45	4	4

Výsledky experimentu som spracoval vo forme tabuľky, kde som ohodnotil pocity danej osoby v stupnici 1 ÷ 5 pri bežných a experimentálnych psychostimulačných programoch aplikácie Psychostimulator od príjemných (1) cez neutrálne (3) až po nepríjemné (5).

11.4 Vyhodnotenie experimentu

Na základe výsledkov merania je jednoduché skonštatovať, že prvých 5 programov pôsobí na ľudí príjemne, no na niektorých neutrálne. Najväčší pozitívny dojem zanechávali programy „Deep Relaxation“ – stav hlbokej relaxácie a „Distraction“ – uvoľnenie, zábava. Naopak veľmi nepríjemnými až neznesiteľnými boli špeciálne programy „Aggressivity“ – agresia, nevoľnosť a „Ear Defender“ – nevoľnosť, odpor, zlosť. Programy „Aggressivity“ a „Ear Defender“ sú nebezpečné! Slúžia len pre demonštrujúci negatívny charakter potenciálu psychostimulačných signálov. Z toho vyplýva, že aplikácia Psychostimulator prakticky potvrdzuje svoju funkčnosť a pri dlhodobejšom tréningu je pravdepodobné, že by sa účinky prejavovali vo väčšej miere, ako tvrdí výskum. Treba ale hlavne zohľadniť fakt, že tieto merania boli prevádzané iba na základe subjektívneho vnemu skúmaných osôb a s hudobným pozadím, preto výsledky môžu byť značne skreslené a nie matematicky podložené na základe merania EEG alebo teploty pokožky.

ZÁVER

Hlavným cieľom tejto diplomovej práce bolo vytvorenie softwarovej aplikácie, ktorá by bola schopná generovať psychostimulačné signály. Aplikácia Psychostimulator, vytvorená vo vývojovom prostredí Outsim Synthmaker, je plne funkčná vo verzii 1.0 s atraktívnym plne škálovateľným užívateľským prostredím a širokým záberom možností funkcionality. K aplikácii je dodaný užívateľský manuál v slovenčine a angličtine. Ďalším z požadovaných cieľov bolo napísať literárnu rešerš o danej téme, popísať problematiku neurotechnológie, AVS metódy a analýzy zvuku vo frekvenčnej oblasti. V poslednom rade bolo treba experimentálne vyhodnotiť účinky vytvorenej aplikácie Psychostimulator na ľudský mozog a potvrdiť tak jej funkčnosť.

Zadané body tejto diplomovej práce som splnil v plnom rozsahu.

CONCLUSION

The main goal of this diploma work was to create software application, which can generate psycho-stimulating signals. Application Psychostimulator, developed by program Outsim Synthmaker, is fully functional in version 1.0 with the attractive full scalable user interface and with the wide range of functions. Application contains user manual in the english and the slovak language. The other goal of this work was to describe problems of neurotechnology, AVS method and sound analysis in the frequency area. The last goal of this work was to make an experimental measurement of Psychostimulator influence to the human-brain and to prove its main function.

All goals of this diploma work was successfully completed.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

[1] TOLONEN, T., VÄLIMÄKI, V.,KARJALAINEN, M. Evaluation of Modern Sound Synthesis Methods. Espoo 1998, ISBN 951-22-4012-2.

[2] RAO, P. Audio Signal Processing. Studies in Computational Intelligence, Springer Berlin Heidelberg, 2007, ISBN 978-3-540-75397-1, pp. 169-189.

[3] GIBBON, D., LIU, Z. Audio Processing. Introduction to Video Search Engines, Springer Berlin Heidelberg, 2008, ISBN 978-3-540-79336-6, pp. 145-175.

[4] TEPLAN, M., KRAKOVSKÁ, A., ŠTOLC, S. EEG in the Context of Audiovisual Stimulation. MEASUREMENT SCIENCE REVIEW, Volume 3, Section 2, 2003.

[5] OOHASHI, T. et al. Inaudible High-Frequency Sounds Affect Brain Activity: Hypersonic Effect. The Journal of Neurophysiology, Vol. 83, No. 6, June 2000, pp. 3548-3558.

[6] MASOPUST, V., KOZÁK, J., Neurotechnologické metody nácviku relaxace v léčbě bolesti. BOLEST, 2/2007, s.83-87, ISSN 1212-6861.

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

CNS Centrálny nervový systém

AVS Audiovizuálna stimulácia

EEG Elektroencefalografia

DSP Digitálny signálový procesor

DAW Digital audio workstation

VST Virtual studio technology

VSTi Virtual studio technology instrument

GUI Graphical user interface

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. 1: Program pre dobitie energie 18
Obr. 2: Program pre superlearning 18
Obr. 3: Program pre rýchlu relaxáciu a návrat k plnému vedomiu..... 19
Obr. 4: Program hlbokej relaxácie s uvedením do spánku 19
Obr. 5: Program pre navodenie zábavy a rozptýlenia..... 20
Obr. 6: AVS prístroj Voyager XL 21
Obr. 7: Mapa mozgu pred aplikáciou AVS (depresívny stav)..... 23
Obr. 8: Mapa mozgu po aplikácii AVS (uvoľnený stav)..... 23
Obr. 9: Fletcher-Mansonove krivky rovnakej počuteľnosti 26
Obr. 10: Sínusový priebeh a jeho frekvenčné spektrum..... 28
Obr. 11: Frekvenčná analýza zložitejšieho harmonického signálu 29
Obr. 12: Pásmo okolo kolísajúcej frekvencie 29
Obr. 13: Tranzistorový astabilný multivibrátor 34
Obr. 14: Jednoduchý príklad FM syntézy..... 36
Obr. 15: Schematické znázornenie zapojenia modulov Outsim Synthmaker..... 37
Obr. 16: Názorné vytvorenie spätnej väzby v Outsim Synthmaker 38
Obr. 17: Jednoduché vytvorenie aplikácie pomocou Outsim Synthmaker..... 38
Obr. 18: Úrovňové programovanie v Outsim Synthmaker..... 39
Obr. 19: Jednoduché vytváranie graficky atraktívnych modulov, aplikácií..... 39
Obr. 20: Zdrojový kód DSP algoritmu moog filtra 40
Obr. 21: VSTi Angular Momentum vo vývojom prostredí Outsim Synthmaker 40
Obr. 22: Štyri základné oscilačné priebehy generátora 43
Obr. 23: Základný princíp funkcionality Psychostimulator 44
Obr. 24: Modul „Hz to Freq“..... 44
Obr. 25: Koncept multioscilátora 45
Obr. 26: Oscilátor štvorcového priebehu „Square“ 46
Obr. 27: Zapojenie osciloskopu do obvodu a jeho vzhľad 46
Obr. 28: Mid-level štruktúra osciloskopu..... 47
Obr. 29: Prehrávač WAV..... 48
Obr. 30: Mid-level koncept prehrávača WAV..... 49
Obr. 31: Koncept modulu „Wave Loader“ 50

Obr. 32: Elementárny modul „Slide“ 51
Obr. 33: Ovládač „Transition Speed“ 52
Obr. 34: Vypínanie a zapínanie modulu TRANSITION 52
Obr. 35: Hz Box 53
Obr. 36: Ochrana proti zadaniu zlých hodnôt mimo rozsah a písmen 53
Obr. 37: Časový dizajnér (TIME DESIGN) 54
Obr. 38: Frekvenčný selektor v TIME DESING 55
Obr. 39: Modul „Limited Selector“ 55
Obr. 40: Modul „Duration Limiter“ 56
Obr. 41: Princíp činnosti časovača a počítadla 56
Obr. 42: Funkcia LOOPING 57
Obr. 43: Modul „Preset Manager“ 58
Obr. 44: Modul „Preset“ 58
Obr. 45: Realizácia modulov „Read Out“ u Gain a Volume 59
Obr. 46: Bezpečnostné tlačidlá (PRESET START/STOP) 59
Obr. 47: Modul „Graphics“ 60
Obr. 48: Pozadie aplikácie Psychostimulator 61
Obr. 49: Aplikácia Psychostimulator ako celok v Outsim Synthmaker 62
Obr. 50: GUI aplikácie Psychostimulator 62
Obr. 51: Kompilačné okno Outsim Synthmaker 64
Obr. 52: Notebook BARBONE Wizard 15,4 65
Obr. 53: Slúchadlá AKG K-701 66

ZOZNAM TABULIEK

Tab. 1: Základné hladiny vedomia ľudského mozgu 15
Tab. 2: Najčastejšie používané vzorkovacie frekvencie a bitové hĺbky 30
Tab. 3: Výsledky merania bežne používaných psychostimulačných programov 66
Tab. 4: Výsledky merania experimentálnych psychostimulačných programov 67

ZOZNAM PRÍLOH

P I Psychostimulator manuál (SK)

P II Psychostimulator manual (ENG)

PRÍLOHA P I: PSYCHOSTIMULATOR MANUÁL (SK)

Moduly:

- PRESET MANAGER – správca užívateľských programov
- PRESET START/STOP – zabezpečovacie tlačidlá aplikácie
- OSC TYPE – volič priebehov oscilátora (multioscilátor)
- FREQUENCY – analógový volič frekvencií a prechodov medzi nimi
- TRANSITION – prepínač prechodov medzi frekvenciami
- Hz BOX – digitálny volič frekvencie
- TIME DESIGN – časový dizajnér
- OSC Hz – momentálne generovaná frekvencia oscilátora
- OSCILLATOR – zapnutie/vypnutie oscilátora
- OSC GAIN – hlasitosť oscilátora
- *.WAV PLR – prehrávač wav súborov
- SCOPE - osciloskop
- VOLUME – výstupná hlasitosť

PRESET MANAGER

Správca užívateľských programov umožňuje ukladanie, nahrávanie a listovanie užívateľských programov pomocou textových súborov. Skladá sa z niekoľkých ovládacích prvkov:

- Preset browser – prehliadač užívateľských programov roletovým menu
- File manager – import/export užívateľských programov
- Name – priame premenovávanie daného užívateľského programu
- Listing arrows – listovanie medzi programami pomocou šípok
- Preset number – číselné poradie z celkového počtu užívateľských programov

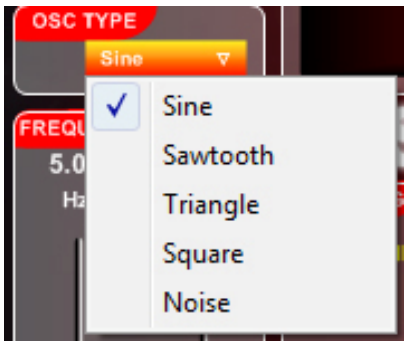
PRESET START/STOP

Bezpečnostné tlačidlá v prípade chaosu v nastaveniach alebo pri spúšťaní užívateľských programov.

- START – spustenie užívateľského programu
- STOP – zastavenie užívateľského programu

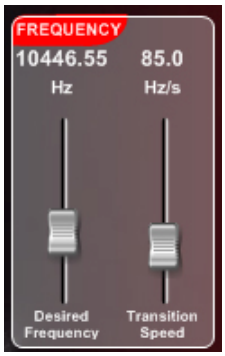
OSC TYPE

Tento modul ponúka možnosť výberu z 5 typov oscilačných priebehov pomocou roletového menu.



- SINE – sínusový priebeh
- SAWTOOTH – pílkovitý priebeh
- TRIANGLE – trojuholníkový priebeh
- SQUARE – obdĺžnikový priebeh
- NOISE – šum

FREQUENCY



Tento modul umožňuje pomocou faderov určovať generovanú frekvenciu oscilátora v rozsahu od 5 Hz ÷ 30 000 Hz. Druhým faderom určuje rýchlosť prechodov medzi nimi v rozsahu 0.1 Hz/s až 330 Hz/s. Zobrazuje aj momentálne nastavené hodnoty jednotlivých komponentov. Tento modul má najnižšiu prioritu tzn. že ak je aktívny modul Hz BOX alebo TIME DESIGN, je tento modul neaktívny.

TRANSITION

Prepínač stavu zapnutý/vypnutý pre prechody medzi frekvenciami. Dôležité je pre tento modul, že má vplyv na všetky ostatné moduly, čiže ak je zapnutý, potom medzi všetkými zmenami frekvencie, či už v module FREQUENCY, Hz BOX alebo TIME DESIGN, budú prechody. Ak bude prepínač nastavený na vypnutý, potom sa prechody medzi frekvenciami nebudú vykonávať v celej aplikácii.

Hz BOX

Modul Hz BOX umožňuje zadávanie frekvencie priamo do edit boxu v rozsahu od 5 Hz – 30 000 Hz. V prípade zadania frekvencie mimo rozsah alebo písmen, bude modul automatický deaktivovaný a ovládanie oscilátora prejde na modul FREQUENCY. Ďalej tento modul umožňuje zapínanie alebo vypínanie modulu a tým pádom aktiváciu FREQUENCY modulu alebo jeho deaktiváciu. Priorita tohto modulu je stredne vysoká, to znamená, že pokiaľ bude aktívny modul TIME DESIGN, tento modul bude nefunkčný. Ak bude deaktivovaný modul TIME DESIGN, modul Hz BOX bude funkčný.

TIME DESIGN

Modul TIME DESIGN (časový dizajnér) umožňuje meniť frekvenciu v závislosti na čase pomocou 10 časových bodov (timepoint). Do edit boxov pre zadávanie frekvencie je možné vpisovať hodnoty od 5 Hz ÷ 30 000 Hz. Do edit boxov pre zadávanie dĺžky časových úsekov je možné vpisovať hodnoty v rozsahu od 1 s ÷ 3600 s.

POZOR: V prípade zlého zadania hodnôt mimo rozsah alebo písmen do spomínaných edit boxov, bude celý modul deaktivovaný, to znamená aj pri zadaní jednej chybnej hodnoty v celom module. Priorita potom prechádza najprv na Hz BOX, a ak je ten vypnutý alebo sú hodnoty zle zadané, priorita klesne až na modul FREQUENCY.

Ovládacie prvky modulu:

- TIME DESIGN ON/OFF – zapnutie/vypnutie modulu
- START – štart časovačov (modulu)
- STOP – zastavenie časovačov (modulu)
- RESET – vynulovanie časovačov a počítadiel (nie zadaných hodnôt v edit boxoch)
- LOOPING ON/OFF – zapnutie/vypnutie módu opakovania do nekonečna

OSC Hz

Modul OSC Hz plní informačnú úlohu v zobrazovaní momentálne generovanej frekvencie oscilátora.

OSCILLATOR

Modul OSCILLATOR umožňuje zapínať/vypínať oscilátor pre prípad, že užívateľ chcel využívať len prehrávač wav súborov.

OSC GAIN

Modul OSC GAIN plní funkciu ovládania hlasitosti oscilátora. Modul obsahuje aj ukazateľ nastavenej hlasitosti v rozsahu od 0 ÷ 1.

*.WAV PLR

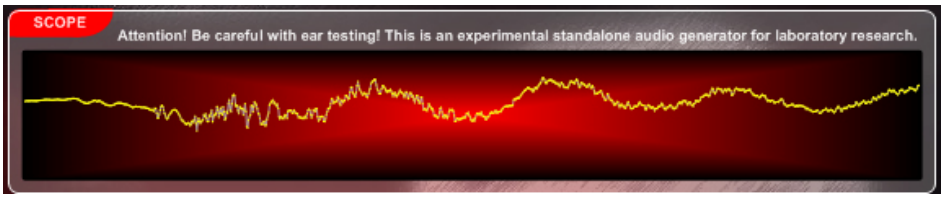
Prehrávač .wav súborov, ktorý umožňuje prehrávanie vstavaných hudobných doprovodov alebo vkladanie vlastných hudobných doprovodov. Z roletového menu je možné vybrať zo štyroch typov vstavaných doprovodov: **Chill Out, Aggressive, Deluxe, Lounge.** Ďalšou možnosťou je výber **None**, čo je možnosť bez doprovodu, modul je nefunkčný a poslednou možnosťou je **Custom**, čo je vloženie vlastného doprovodu vo formáte .wav súboru o parametroch 44 100 Hz, 16 bit, stereo/mono.

POZOR: Iné formáty nie sú podporované a nebudú aplikáciou prehrané.

Ovládacie prvky modulu:

- PLAY – spustenie prehrávania nastaveného doprovodu
- STOP – zastavenie prehrávania nastaveného doprovodu
- OPEN – otvorenie dialógového okna pre výber vlastného wav súboru (funguje len v prípade nastavenia v roletovom menu na Custom)
- CLEAR – vymazanie vlastného vloženého súboru wav z pamäti (bufferu)
- GAIN CONTROL – ovládanie hlasitosti reprodukovaného doprovodu

SCOPE

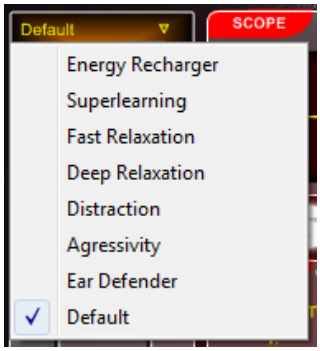


Osciloskop plní funkciu monitorovania momentálne vysielaného signálu. Kliknutím na display osciloskopu sa meranie zastaví. Pri opätovnom kliknutí sa meranie opäť spustí.

VOLUME

Modul VOLUME plní funkciu ovládania celkovej hlasitosti aplikácie. Modul obsahuje aj ukazateľ nastavenej hlasitosti v rozsahu od 0 ÷ 1.

POPIS JEDNOTLIVÝCH UŽÍVATEĽSKÝCH PROGRAMOV



Integrované užívateľské programy aplikácie Psychostimulator obsahujú všetky bežne používané psychostimulačné programy, ktoré sa používajú v praxi a navyše dva experimentálne. Ich prepínanie je možné realizovať buď roletovým menu alebo šípkami. Funkcionalita modulu Preset manager je popísaná vyššie.

Prehľad integrovaných programov:

Bežné:

- **Energy Recharger** – program pre dobíjanie duševnej energie
- **Superlearning** – program pre schopnosť rýchlo vstrebávať nové informácie
- **Fast Relaxation** – program pre rýchlo zrelaxovanie tela aj vedomia
- **Deep Relaxation** – program pre hlbokú relaxáciu s prechodom k spánku
- **Distraction** – program pre navodenie stavu zábavy a rozptýlenia

Experimentálne:

- **Aggressivity** – program vyvolávajúci pocit nevoľnosti a agresivity u jedinca
- **Ear Defender** – pri použití tohto programu dochádza k nekontrolovanej nevoľnosti

Manuál spracoval: Bc. Eduard Palkovský

PRÍLOHA P II: PSYCHOSTIMULATOR MANUAL (ENG)

Modules:

- PRESET MANAGER – manager of users presets
- PRESET START/STOP – emergency buttons for preset starting/stoping
- OSC TYPE – oscillation type selector
- FREQUENCY – analog faders for selecting frequency and transition speed
- TRANSITION – switch for transition function
- Hz BOX – digital selector for frequency
- TIME DESIGN – designer for making time progression of frequency
- OSC Hz – actually generated frequency of oscillator
- OSCILLATOR – on/off of oscillator
- OSC GAIN – gain of the oscillator module
- *.WAV PLR – wave file player
- SCOPE – view of generated signal
- VOLUME – main volume

PRESET MANAGER

Preset manager allows saving, loading and renaming of the users presets. It is builded from the next elements:

- Preset browser – browser of users presets with window menu
- File manager – import/export of users presets
- Name – direct renaming of user preset
- Listing arrows – listing between presets with arrows
- Preset number – shows number of actually active user preset

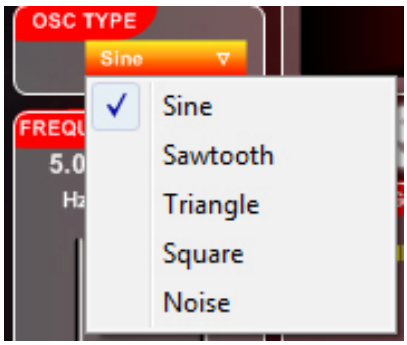
PRESET START/STOP

Emergency buttons for safety using application.

- START – starts user preset
- STOP – stops user preset

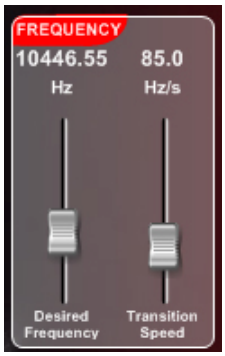
OSC TYPE

This module allows to choice from 5 oscillation type via window menu.



- SINE
- SAWTOOTH
- TRIANGLE
- SQUARE
- NOISE

FREQUENCY



This module allows to choice in the frequency range 5 Hz ÷ 30 000 Hz with analog fader. With the second fader you can choose the transition speed in the range from 0.1 Hz/s to 330 Hz/s. It shows actually generated frequency (desired frequency) and transition speed level. This module has lowest priority, so if it is activated Hz BOX or TIME DESIGN module, then this module is deactivated.

TRANSITION

Switch for choosing between activated or deactivated transition function. Important for this module is the ability to affect all modules in this application. If this module will be activated, then all transitions between frequencies will be slided (incl. TIME DESIGN, Hz BOX, FREQUENCY modules). If this module will be deactivated, then all transitions will be terminated for whole application.

Hz BOX

This module allows to write frequency range from 5 Hz ÷ 30 000 Hz directly to edit box. If the witten frequency will be out of the range or it will be putted there some type, then will be this module deactivated and priority will go to the FREQUENCY module. This module allows to switch between On/Off of this Hz BOX. Priority of this module is in the middle, so if will be activated TIME DESIGN module, then this modul will be deactivated, and if this module will be deactivated, then will be activated FREQUENCY module.

TIME DESIGN

This module allows to change frequency in the time with 10 timepoints. In the frequency edit boxes can be typed frequency from 5 Hz to 30 000 Hz. In the time duration edit boxes can be typed the time duration from 1 s to 3600 s.

NOTE: If the witten frequency or time duration will be out of the range or it will be putted there some type, then will be this module deactivated and priority will go to the Hz BOX module and then to FREQUENCY module.

Control elements:

- TIME DESIGN ON/OFF – on/off time designer module
- START – start of timers (module)
- STOP – stop of timers (module)
- RESET – reseting timers and counters (not written values in the edit boxes)
- LOOPING ON/OFF – on/off of looping mode

OSC Hz

This module shows actually generated frequency of oscillator.

OSCILLATOR

This module allows to switch on/off the oscillator in the application.

OSC GAIN

This module controls actually volume of the oscillator.

*.WAV PLR

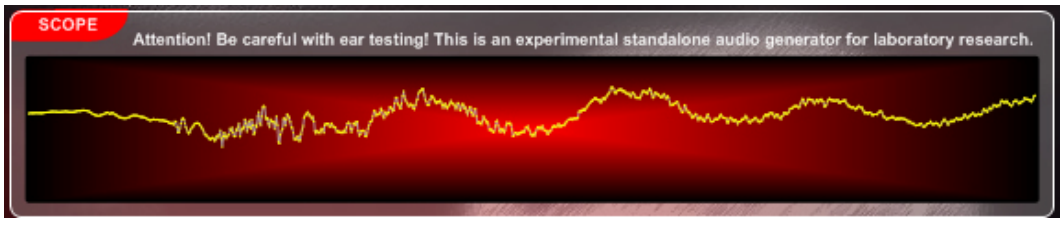
Wave file player, which offers 4 types of music background builded in the application from the window menu.: **Chill Out, Aggressive, Deluxe, Lounge.** The other option is choosing **None**, which terminates all music backgrounds and the last option is to choose item **Custom**, which allows to import your own wave file in the desired format 44 100 Hz, 16 bit, stereo/mono.

NOTE: Other formats of audio file is not supported.

Control elements:

- PLAY – play the wave file
- STOP – stop the wave file
- OPEN – opening window for import your own audio file (it can be activated if you are choosed the Custom item only)
- CLEAR – deleting your own wave file from the memory (buffer)
- GAIN CONTROL – volume control of this module

SCOPE

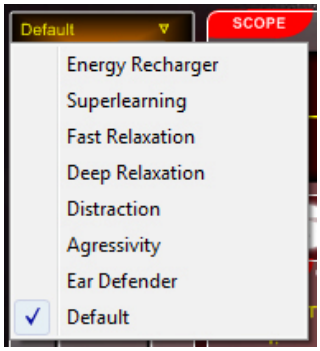


It monitorings actually generated signal on the output. After click on the display, you will stop the measurement, after second click will continue the measurement.

VOLUME

This module controls actually main volume of the application Psychostimulator.

INTEGRATED USER PRESETS



Integrated user presets in the application Psychostimulator are usually used in the commercial psychostimulation devices, which is normally used in AVS devices, but with two experimental presets. Switching between these presets is realized via window menu or via arrows. Funcionality is described above in the section Preset manager.

List of integrated presets:

Usually used:

- **Energy Recharger** – preset for mind energy rechargement
- **Superlearning** – preset for super fast learning
- **Fast Relaxation** – preset for fast relaxation
- **Deep Relaxation** – preset for deep relexation with asleeping
- **Distraction** – preset for entertainment, happyness and distraction feelings

Experimental:

- **Aggressivity** – preset for stimulating aggression
- **Ear Defender** – preset for uncontroled aggression and insanity

Created by: Bc. Eduard Palkovsky