

S T R E D O Š K O L S K Á O D B O R N Á Č I N N O S Ť

Milan Novota
Gymnázium, Bottova ul. 31
917 00 Trnava

Kategória :

Projekt :

P O L A N A S 2 8 8, ¹/₂
performing synthesizer
(low beta verzia)

Moja vďaka patrí:

- mojim rodičom
- mojim priateľom : Igorovi, Marekovi a Braňovi
- p. prof. Veronike Vaníčkovej
- Gregorovi Krajčovičovi

úvod

V dobe totálneho úpadku takej jasnozrivej veci akou je FM syntéza, som sa rozhodol oprášiť jej dobré meno a za pomoci čipu OPL3 (alebo YMF 262 ak chceme) som sa pokúsil vyjadriť jej krásu. O tom, že OPL trojka nie je ničím bezvýznamným som aj napriek čoraz väčšiemu opovrhovaniu presvedčený. Kto má aspoň trochu cit pre krásny a jemný elektronický zvuk, pre toho nech je POLANA potešením. Som si vedomý toho, že OPL 3 v bežných zvukových kartách je iba veľmi jednoduchou náhradou naozaj kvalitnej FM syntézy, avšak v konečnom dôsledku môžete byť zvukom vašej karty značne prekvapení, keď ale vytlačíte z OPL 3 všetko, čo sa dá. A dá sa toho veľmi veľa. Samotná Poľana nie je ničím iným, iba stelesnením krásy vašej FM syntézy, aj to iba veľmi jednoduchým. Musím poznamenať, že Poľanu som robil hlavne pre svoje vlastné potešenie, ale budem rád ak niekoho chytí za srdce a ukáže mu krásnu dimenziu syntetického zvuku. Z istej časovej vyťaženia bohužiaľ, zostávam zatiaľ iba pri tomto hrubom ryse mojej celkovej predstavy. Dúfam však, že je každému jasné, že FM syntéza nezomrela, aspoň nie pokiaľ žije Poľana!

1. čo je to FM syntéza ?

Vlastná skratka FM znamená frekvenčnú moduláciu (frequency modulation). Je to vôbec najstaršia technológia používaná v digitálnych zvukových zariadeniach. Na tento jednoduchý spôsob tvorby digitálneho zvuku prišiel ako prvý profesor Stanfordskej univerzity John Chowning. To bolo v roku 1970. Princíp je veľmi jednoduchý. Ide o skladanie dvoch zložiek zvuku, alebo moduláciu jednej z nich druhou. Každéj zložke priradíme požadované parametre a potom to jednoducho dáme dohromady. Zložky, z ktorých sa skladá takýto zvuk nazývame operátory. Najprv sa používali iba dva, neskôr však i viacej. Projektu sa chytila aj firma Yamaha a vyvinula čip OPL, ktorý je dnes (hlavne ako varianta OPL3, prípadne OPL4) používaný ako čip na FM syntézu vo väčšine multimediálnych zvukových zariadeniach. Čip OPL 3, na báze ktorého je zostavená aj Poľana pracuje so štyrmi operátormi, čo znamená veľmi široké spektrum možností pri tvorbe syntetického zvuku.

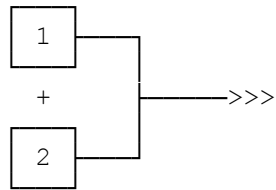
2. o čo mi ide ?

Prízvukujem, Poľana nie je žiadnym hudobným nástrojom, ani trackerom, sekvencérom alebo niečim podobným. Ako som už naznačil je to iba demonštrácia tak zázračne jednoduchšej veci, akou je FM syntéza v OPL3. Je iba vzdaním pocty legende. A nech mi niekto nehovorí, že to sa už dnes nenosí, alebo, že je to umelé a ja neviem ešte aké hlúposti. O čo mi ide ? Veď mne ide práve o tú kryštalicú umelosť, tú syntetickú krásu a presnosť. Keď chcem inú hudbu zoberiem si do rúk gitaru. Nikto mi však nevyhovorí, že čo sa pestrosti týka, všetky ostatné hudobné nástroje sú nič oproti poriadnej syntéze (pretože dokonalá syntéza obsahuje v sebe všetky zvuky). Tu upozorňujem, nič neodsudzujem, vzdajme hold všetkým umelcom a jemným odtieňom ich techniky. A nakoniec aj ja mám rád živú hudbu a zvuk. Iba chcem tieto dve veci postaviť minimálne na rovnakú úroveň, aby neprišlo k tomu, k čomu už vlastne prišlo - síce k väčšinovému odsúdeniu FM syntézy, na základe demagogického "pretože už vyšla z módy". Snažím sa byť nezaujatý a snažím sa aj súdiť veci podľa vlastného citu. A tu mám pocit, že na FM syntézu, hoci aj tú najjednoduchšiu sa zabudlo až príliš rýchlo, pretože neviem prečo platí to, že čím zložitejší tým bohovejší. Ale ja vám hovorím, Boh je to najjednoduchšie, čo existuje.

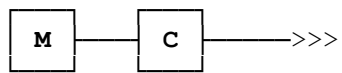
3. v čom je princíp ?

Ten najjednoduchší už som opísal na začiatku. Ide teda o spájanie viacerých vlnových priebehov, v našom prípade konkrétne štyroch, pretože tolko operátorov má rezervovaných čip OPL 3 pre každý zvuk. Najviac však môžeme použiť šesť štvor-operátorových zvukov. Celkovo má tento čip až 32 operátorov, ale iba 24 z nich môžeme použiť pre štvor-operátorové zvuky. Ostatné sú nám však k dispozícii, buď ako dvoj-operátorové alebo perkusné zvuky. Poľana pracuje so štyrmi operátormi. To znamená, že samotný zvuk skladáme zo štyroch zložiek, ktoré môžu mať rôzne parametre. Niektoré z nich sa pokúsim teraz opísať. Asi najzákladnejšou charakteristikou zvuku je, či vlastne je, teda zvuk musí istú chvíľu trvať, aby sme ho vôbec počuli. Túto kvantitatívnu stránku zvuku môžeme ovládať parametrami **Attack** a **Decay**. Attack, ako už sám názov naznačuje udáva nástup zvuku. Decay naopak dôžku jeho ústupu. Pre obidva parametre platí, čím väčší tým rýchlejší (nástup alebo ústup). Dôžku trvania môžeme ešte ovplyvniť dozvukom - **Sustain**, pričom ten má svoje vlastné parametre pre nástup a ústup (**Sustain Level** a **Sustain Release**). Prvý určuje pri akej hlasitosti má ostať zvuk znieť a druhý, ako dlho má doznievať po jeho vypnutí. Frekvenciu operátora môžeme ovplyvniť parametrom **Frequency Multiplier**. Jeho hodnotou sa násobí základná frekvencia, ktorá je rovnaká pre všetky operátory. Frekvenciu môžeme tiež kontrolovať parametrom **Note select**, alebo vypnutím alebo zapnutím parametrov **KSR** (Envelope Scaling) a nastavením parametru **KSL** (Key Scale Level). Zapnutie KSR spôsobí, že vyššie noty sú hrané kratšie. Hodnota KSL určí pri akých frekvenciách sa má zvuk tlmiť, ak napríklad chceme predísť vzniku šumov. Parameter **Attenuation** nám udáva celkovú hlasitosť, resp. utlmenie tej ktorej zložky. Tvar vlnového priebehu si môžeme zvoliť pomocou **Waveformy**. OPL 3 nám ich poskytuje celkovo 8. Ich tvar je zrejmý z vyobrazenia v Poľane. Vlnový priebeh jedného operátora môžeme modulovať dvoma spôsobmi - frekvenčnou (**Tremolo**) a amplitúdovou moduláciou (**Vibrato**), pričom môžeme nastaviť dva stupne ich intenzity, alebo ich nemusíme použiť vôbec. Veľmi zaujímavým parametrom je **Feedback Factor**, teda faktor spätnej väzby. Tá nastáva vtedy, keď periodické časti jedného z operátorov sú posielané na jeho začiatok. Použitím vhodných hodnôt sa dá docieľiť zaujímavých výsledkov. Spätnú väzbu môžu mať dva zo štyroch operátorov. Takisto aj nastavenie **Panningu**, teda nastavenia stereo výstupu. OPL 3 však bohužiaľ dokáže nastaviť iba tri hodnoty (vpravo, v strede, vľavo). (Tento nedostatok môžeme odstrániť použitím vhodného mixážneho pultu, alebo iného externého zariadenia.) Otázkou nám stále zostáva, ako tie štyri operátory spojíme. V princípe existujú dva typy spojenia medzi dvoma operátormi. A síce ich vzájomné sčítanie (**Addition**) alebo frekvenčná modulácia jedného druhým (**Frequency modulation**). Pri modulácii sa zvykne jedna zložka (modulujúca) nazývať **modulator** a druhá, ktorá je vlastným zdrojom zvuku **carrier**, teda nosič. Ako som už povedal FM syntéza OPL trojky používa iba tieto dva typy tvorby zvuku, ak teda chceme spojiť štyri operátory musíme ich spolu kombinovať. Myslím, že najzjavnejšie to bude z obrázkov:

Sčítanie:

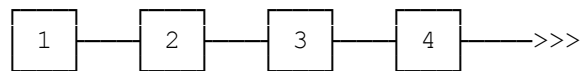


Modulácia:

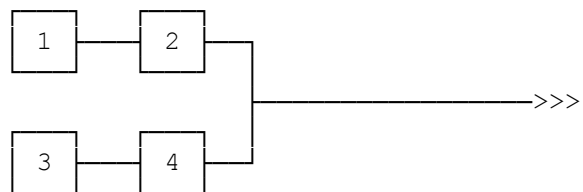


M - modulator
C - carrier

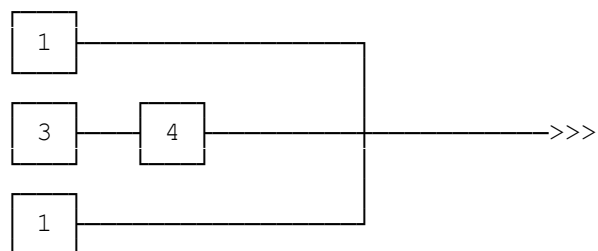
1. FM - FM



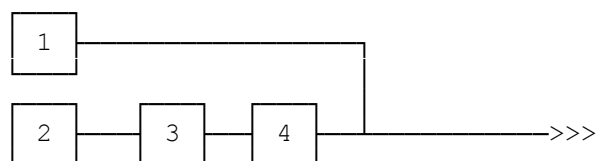
2. FM - AM



3. AM - AM



4. AM - FM



4. zoznáte sa - PIANA

Myslím, že k ovládaniu toho už veľa nenarozprávam. Je to veľmi jednoduché. Spustíte program uchopíte myš a môžete začať experimentovať, podľa vám už známych princípov. Takže iba tak zhruba:

Medzi dvoma pármí operátorov sa prepíname tlačidlom **Swap** v pravom dolnom rohu plochy druhého operátora. K dispozícii máme na editovanie šesť kannálov. Voliť si ich môžeme v okne **Chanells**. Ak sa nám zvuk v kanáli páči, môžeme ho uložiť na disk tlačidlom **Save**, alebo si naopak môžeme nejaký zvuk nahráť a následne editovať (**Load**). Ak chceme vedieť ako vyzerá náš zvuk v číslach klikneme na tlačidlo **Info**. Meno môžeme zmeniť po kliknutí na **Name**. Určite by sme radi náš zvuk aj počuli. K tomu nám slúži tá krásna klaviatúra uprostred. Oktávu môžeme kedykoľvek zmeniť bežcom **TONE**. Ostatné voľby mi príde zbytočné komentovať, snáď iba tolko, že ak by ste sa až príliš rozrušili, skúste nájsť **Exit**. A ozaj všetky funkcie majú svoje odkazy v dialógovom okne, čiže problémy by nastať naozaj nemali.

5. ako funguje ? (pohľad dovnútra)

Najprv hlavne v čom ? V pascali, ale trochu assembleru by sa tiež našlo. A nekonvenčne pod DOSom. AKO ?. Sčasti objektovo, no v podstate klasicky (objekty som použil hlavne pri riešení grafického prostredia).

Celé je to viac - menej dynamické a pripúšťam nejaké možné kolízie pamäte (možné nesprávne alokovanie je dôsledkom silného časového a mozgového vypätia počas práce na tomto projekte).

Podmienky v ktorých som bez problémov pracoval:

- TP7
- DOS
- 486 DX2 50MHz
- 4MB RAM

5.1 ra čom to celé stojí ?

V programe boli samozrejme použité aj klasické jednotky (system, crt, graph, dos).

Základ celého programu tvorí jednotka **OPL3.TPU**. Obsahuje funkcie pre prácu so samotným čipom OPL3 (ale aj OPL2) a je ju možné použiť ako základnú jednotku akéhokoľvek programu na báze OPL3. Jednotka obsahuje funkcie a procedúry na detekciu, inicializovanie a resetovanie registrov. Ďalej obsahuje procedúry na aktiváciu a deaktiváciu jednotlivých kanálov a prácu s nimi (pracuje s 2-operátorovými aj 4-operátorovými zvukmi).

Grafická stránka programu je riešená objektovo v knižniciach **GrVirt**, **GrVirt2**, **Objekty**, **Hotove a Bitmaps**, pričom jednotky GrVirt a GrVirt2 obsahujú samotné grafické objekty ako napr. plochy, tlačidlá, textové okná, potenciometre, prepínače atď. V jednotke Objekty je riešená vlastná tvorba objektov a ich registrácia, frontoch a ich následná konrola a vyhodnocovanie udalostí. Jednotka Hotove obsahuje niekoľko hotových "objektov", ako napr. informačné tabuľky, dotazovacie tabuľky, atď. Jednotka Bitmaps obsahuje konštanty potrebné pre niektoré objekty. Jednotka obsahuje iba rastrové obrázky uložené ako konštanty a procedúru na ich vykresľovanie.

Rozširujúcou jednotkou je jednotka **Special**, ktorá obsahuje niektoré grafické riešenia, špecifické iba pre Poľanu (vykreslenie waveforiem, schém spojenia operátorov a klaviatúra).

Ovládanie je riešené použitím myši. Na jej programovanie som použil jednotku **MOUSE.TPU** (Pascal Mouse od Tanescu A. Horatiu), pričom som si ju doplnil vlastnou jednotkou **SynMouse**, v ktorej sa nachádzajú konštanty pre myšie kurzory.

V jednotke **PII** sa nachádzajú objekty jednotlivých kanálov a procedúry pre prácu s inmi (nahrávanie, ukladanie, spúšťanie,...). Ďalej obsahuje aj dôležitý typ **Polana4Inst**, ktorý tvorí zároveň

štruktúru súboru vo formáte 'pi' (polana instrument). Znázornený je na tejto strane.

Spomenúť by som mal aj moju malú jednotku na konvertovanie čísel v rôznych sústavách **TRANS**, ktorú som tiež musel použiť.

V jednotke **UPolana** je obsiahnutá už hrubá stavba celého programu. Obsahuje procedúry na vykreslenie jednotlivých objektov na ploche a ich prepojenie so zvukovou stránkou.

No a konečne samotný hlavný program **POLANA.PAS**. Ten už iba veľmi jednoducho všetko spája dohromady. (Inicializuje sa zvukové zariadenie, grafika a zvukové kanály, ďalej sa volajú procedúry, ktoré vytvoria grafické prostredie (Operator1, Operator2, Mixer, MainMenu,...) a nakoniec sa iba spúšťa kontrola udalostí a ich vyhodnocovanie.

5.2 ~~detail~~ (pi format)

```
type PiHeader = record
    ID      : string[3];  {'Pi '}
    Res1    : byte;
    Res2    : byte;
    InstNum : word; {pocet instrumentov}
end;

Polana4Inst = record
    Name      : string[16];
    NumOp     : byte; {pocet operatorov == 4}
    NoteSel   : byte; {0 = OFF, 1 = ON}
    TremDepth : byte; {0 = 1, 1 = 4.8}
    VibDepth  : byte; {0 = 7, 1 = 14}
    FeedType  : byte;
    PercMode  : byte; {0 = OFF, 1 = ON}
    PercChan  : byte;
    Ops       : array[1..2] of Pair;
end;

Pair = record
    Opers     : array[1..2] of Operator;
    FeedFact  : byte;
    RL        : byte; {0 = Center, 1 = Right, 2 = Left}
end;

Operator = record
    Tremolo   : byte; {0 = OFF, 1 = ON}
    Vibrato   : byte; {0 = OFF, 1 = ON}
    Sus       : byte; {0 = OFF, 1 = ON}
    KSR       : byte; {0 = OFF, 1 = ON}
    FMul      : byte;
    KSL       : byte;
    Level     : byte;
    Attack    : byte;
    Decay     : byte;
    Sustain   : byte;
    Release   : byte;
    WaveForm  : byte;
end;
```

6. ~~zmrta~~ ~~(smay)~~

Vid' úvod.

If you didn't understand few words above, so read this text till the end. What is Pořana ? It's a demonstration of OPL3 chip's features because I think it's amazing. It's quite simple programm to show you the beauty of simplicity of the FM synthesis. The celebrity of the 80's is just wrong imagination. This simple miracle is still powerful and will forever be. If you don't believe me stop reading and start meeting the synthetic sound now. As I said Pořana is very simple instrument, but sounds.

zoznam použitej literatúry:

Pavel Mikula - Kateřina Juhová - Jiří Soukenka :
TURBO PASCAL 7.0, Grada, 1993

Tero Töttö : The Adlib Music Synthesizer Card programming guide

Vladimír Arnošt : OPL3 Programmer's Guide

obsah:

ÚVOD

1. čo je to FM syntéza ?
2. o čo mi ide ?
3. v čom je princíp ?
4. zoznámte sa - POLANA
5. ako funguje ? (pohľad dovnútra)
 - 5.1 na čom to celé stojí ?
 - 5.2 dodatok (pi format)
6. zhrnutie (summary)

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

Čestne prehlasujem, že POLANA je dielom iba mojim a použil som v
nej iba materiály a jednotky uvedené v nasledujúcom texte.

Milan Novota