

3

Tvorba zvuku elektronickou cestou

Přístroje a přístrojové aparatury, které se používají pro vytváření elektronických zvuků, jsou dvojího druhu – analogové a digitální. V praxi se můžeme setkat také s kombinací analogových a digitálních bloků (modulů) v rámci jednoho funkčního celku. Předchozí vývoj v této oblasti směřoval od analogových k digitálním přístrojům a dnes jsme svědky směřování od mnohdy jednoúčelových hardwarových aparatur k softwarovým převážně variabilním počítačovým systémům. Velkou roli zde hraje relativně jednoduché (intuitivní) ovládání moderních programů i cenová dostupnost nutného přístrojového vybavení. Počítač tak může být pomocníkem při realizaci tvůrčích nápadů v samotné oblasti vytváření elektronického zvukového materiálu i při jeho uměleckém zpracování do zvukového nebo i hudebního tvaru.

Jako výchozí *elektronický zvukový materiál* je možné využít jakýkoliv zvuk vytvořený elektronickou cestou. Podle účelu, k jakému elektronická tvorba směřuje, volíme nebo vytváříme zvukové materiály potřebného charakteru. Jedno z nejjednodušších dělení elektronického zvukového materiálu je na tónové a netónové zvuky (je to dělení velmi hrubé a do jisté míry nepřesné – přechod mezi tónovými a netónovými zvuky není ostrý). Nabízí se také řada dalších možných kritérií, podle nichž by bylo možno elektronický zvukový materiál rozčlenit – charakter dynamického či výškového průběhu, barevnost, struktura atd.

U tradičních akustických hudebních nástrojů jsou odlišnosti jejich zvukového tónu dány rozdílnými fyzikálně-akustickými vlastnostmi. Typ kmitající hmoty a způsob jejího rozkmitávání má převažující vliv na základní barvu a typický dynamický průběh zvuku nástroje. Pro určení akustického nástroje je tedy podstatný jeho tón (základní barva) a často i typický dynamický průběh zvuku daný způsobem rozeznívání kmitající hmoty zvukového zdroje – např. struny či vzduchového sloupce. Akustické hudební nástroje můžeme dělit např. na

strunové, vzduchové, blánové a celozvukné, nebo také na *smýčcové, drnkací* či *ret-né, jazýčkové* apod. Základní barvu akustického instrumentu i dynamický průběh lze u řady nástrojů obměňovat pomocí různých způsobů hry a také pomocí přídatných zařízení (dusítek). Daleko méně charakteristickými zvukovými parametry jsou v tomto směru výška a síla.

Základní barevný charakter elektronického zvukového materiálu je často dán typem použité syntézy, tvarem kmitu u jednoduchých periodických signálů, spektrálním charakterem šumu atd.

Prostředky pro tvůrčí práci s elektronickým zvukem

Pro tvůrčí práci s elektronickým zvukem existuje v současnosti poměrně široká (a neustále se zvětšující) základna přístrojů, bez níž by tato oblast zvukové tvorby nebyla myslitelná. Kromě vlastních zdrojů zvuku – generátory, syntezátory – jsou dnes běžné také MIDI ovladače a převodníky. Součástí základní výbavy jsou zpravidla i sekvencery, editory, efekty a nakonec pak záznamové a reprodukční zařízení. Výhodou a podmínkou široké dostupnosti je možnost integrace velkého množství funkčních celků aparatury do podoby počítačového softwaru. V hardwarové podobě tak mohou zůstat kromě počítače jen vstupní ovládací zařízení (interface) – jako např. klávesové a další kontroléry a pak reprodukční zvuková zařízení. Záznam a reprodukce hotového díla se v oblasti elektronického zvuku nijak neliší od záznamu jiných audio signálů. (Převažujícími médii jsou dnes DVD, CD, Hard Disk, Flashdisk, SD karta...) Pro uchování díla či jeho částí v počítači je možné využít sekvencí. Nabídka výrobců zahrnuje dnes velké množství záznamových i reprodukčních zařízení v různých kvalitativních stupních. Cenově dostupnými se stala v posledních letech i zařízení umožňující záznam a reprodukci vícekanálového (surround) zvuku. Soustava zařízení, která slouží k tvorbě, zpracování a záznamu zvuku, se většinou nazývá zvuková pracovní stanice (*Audio Workstation*). Zpravidla umožňuje i synchronní spolupráci s videem.

Ve studiové praxi se neobejdeme bez řady dalších přístrojů (např. kvalitní mikrofony, mixážní stoly, zařízení pro záznam zvuku, synchronizaci apod.), avšak pro tvorbu elektronického zvuku je možné vystačit i s výše popsanou minimální výbavou.

Pro hudbu představuje oblast elektronického zvuku rozšíření tradičního instrumentáře a snad i vznik nového proudu hudební tvorby. Podobně jako se na

přelomu renesance a baroka oddělila instrumentální hudba od hudby vokální. Významným důvodem bylo postupné zdokonalení hudebních nástrojů (smyčcové nástroje) a později i vznik nových (klavír, klarinet). To pak ovlivnilo vznik a rozvoj nových hudebních (instrumentálních) forem.

S rozšiřujícími se možnostmi vytváření a tvůrčího transformování zvuku vzrůstají nároky na uživatele (respektive kreativního uživatele). Zlepšuje se přehlednost a uživatelský komfort – v současnosti např. zvyšování výkonu a rychlosti počítačů, zvětšování počtu obrazovek a jejich velikosti, „přátelskost“ programů pro tvorbu a zpracování zvuku (hudby), současné zapojení více počítačů, prostorovost – více kanálů apod.

Vše nasvědčuje tomu, že budoucí vývoj se v této oblasti bude ubírat cestou zdokonalování (i zjednodušování) komunikace a interaktivní spolupráce mezi člověkem (tvůrcem) a přístrojovým instrumentářem. V oblasti svébytné elektroakustické tvorby se začíná čím dál více prosazovat akusmatická (interpretovaná, respektive živě dotvářená) realizace hudebních kompozic.

3.1 Základní periodické kmity a šum

Zvuk a tón

Zvuk – vzniká kmitáním hmoty ve slyšitelném spektru. Vnímání těchto kmitů je omezeno fyziologickými vlastnostmi sluchu.

Tón – předpokládá existenci pravidelného (periodického) kmitání.

Hranice mezi tónem a netónovým zvukem není ostrá. Je celá řada zvuků, u nichž v hrubých stupních určíme výšku podle toho, jakou oblast ve výškovém spektru zasahují. Hukot je hlubokým zvukem, sykot naopak vysokým zvukem.

Mezi extrémními polohami – bílý šum jako zvuk bez identifikovatelné výšky a tón bez příměsi netónových zvuků – se nalézají valná většina zvuků, které nás obklopují.

Zvuk flétny je tónem přesto, že obsahuje netónové zvukové příměsi (vydechovaný vzduch hráče). Zvuk motoru nenazýváme tónem, i když může obsahovat i periodické kmity (tóny).

Dá se říci, že z množiny zvuků se vyčleňuje podmnožina tónů, tj. takových zvuků, u jejichž vjemu převládá tónová výška (fundamentální tón). Můžeme tedy tón definovat jako zvuk s určitelnou základní výškou.

I při tvorbě *elektronických zvuků* si musíme uvědomit, že tóny tvoříme jako periodické kmity. Rozličným zpracováním a přidáváním dalších tónových i netónových zvuků ovlivňujeme jejich barvu a v řadě případů i výškový a dynamický parametr.

Základní periodické kmity

Sinusový kmit – pro představu může sloužit (rovnoměrný) pohyb po kružnici.

Obdélníkový kmit – pulz si lze představit jako přepínání mezi dvěma stavy (zapnuto, vypnuto).

Trojúhelníkový kmit – jako lineární nárůst a pokles fyzikální veličiny.

Základní periodické kmity jsou středově symetrické. Narušením symetrie (což je jedna z mnoha metod zvukové syntézy) a jinými tvarovými deformacemi kmitu se mění počet a velikost alikvotních složek a tím barva zvuku.

Šum – nahodilý signál (bílý šum obsahuje rovnoměrně všechny frekvence akustického spektra).

Syntéza elektronického zvuku – vybrané příklady metod syntézy elektronického zvuku

Součtová a rozdílová syntéza (Additive and Subtractive Synthesis)

Princip součtové syntézy je dobře patrný na zvukových rejstřících akustických varhan, kde se k základnímu tónu (fundamentálu) přidávají vybrané tóny z alikvotní řady (harmonické). Výsledný zvukový komplex je součtem jednotlivých složek (komponent).

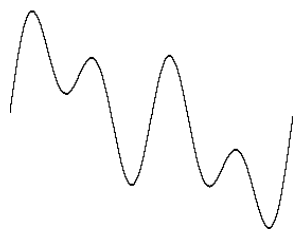
Příklad aditivní syntézy tří harmonických tónů:

Obr. 3.1.1

Fundamentál (1. harmonická) o oktávu vyšší (2. harm.) o dvě oktávy (4. harm.)



Výsledný tvar (1. + 2. + 4. harm.)



Aditivní metoda je využívána např. v elektrofonických varhanách firmy Hammond. Hlasitost (amplitudu) jednotlivých složek je možno změnit a vytvářet tak velké množství zvukových variant.

Substraktivní metoda syntézy je opakem aditivní a využívá řízené filtrace zvuku (zvukového signálu) bohatého na harmonické (aliquotní) složky.

Součtovou i rozdílovou syntézu řadíme mezi **lineární metody** – v průběhu syntézy nevznikají nové frekvenční složky. V praxi se kromě *statické* syntézy aditivní (Hammondovy varhany) i substraktivní můžeme často setkat s *dynamickými* typy těchto syntéz. V případě součtové syntézy tvořením dynamických obálek jednotlivých složek.

Modulační syntéza frekvenční (FM Synthesis)

Základ pro FM syntézu elektronického zvuku tvoří modulování (zpravidla periodická změna) kmitočtu jednoho oscilátoru (*nosič, nosná frekvence, operátor*) kmity druhého oscilátoru (*modulátor, modulační frekvence, druhý operátor*). Pro pochopení si připomeňme, že princip frekvenční i amplitudové modulace je využíván u řady akustických hudebních nástrojů. **Vibrato** smyčcového nástroje je příkladem frekvenční modulace, hlasitostní vibrato (respektive tremolo) je běžně realizovatelné u vibrafonu či varhan. Na principu **modulace nosné vlny** je také založeno rozhlasové vysílání FM (i starší AM). V obou jmenovaných případech

se ale nosný a modulační kmitočet řádově liší. U houslového vibrata je frekvence základního tónu struny např. 880 Hz a kmitání prstu hráče v rozmezí 6–10 Hz. Podobně v případě rozhlasového FM vysílání je nosný kmitočet např. 100 MHz a modulační frekvence jsou v akustickém spektru (do 20 kHz).

Pro tvorbu elektronického zvuku pomocí FM syntézy se propojují oscilátory (respektive operátory), jejichž kmitočty leží ve slyšitelném spektru. Počet operátorů se pohybuje v rozmezí od 2 do 6 (i více), kombinace jejich vzájemného propojení (nazývaného *algoritmus*) jsou volitelné.

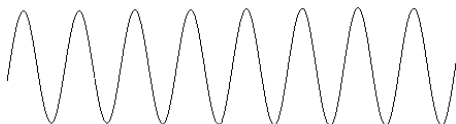
FM syntéza je dnes běžně používaným typem zvukové syntézy. Velmi oblíbený syntezátor DX-7 YAMAHA našel své pokračovatele i v softwarové oblasti (*Native Instruments – FM 8*). FM syntézu využívá i řada hudebních programů a stavebnicových softwarových instrumentů.

Modulační syntéza není realizovatelná na akustických instrumentech (mechanickým kmitáním).

Příklad FM syntézy:

Obr. 3.1.2

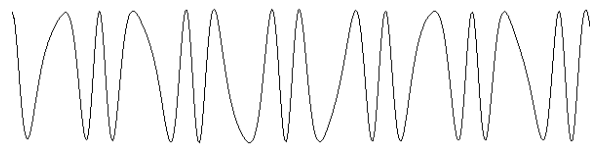
1. oscilátor (operátor)



2. oscilátor (operátor)



Výsledný tvar – FM syntéza



Mezi další typy modulačních syntéz patří např. kruhová (křížová) modulace (*ring modulation*).