

Hybridní elektronické nástroje

Hybridní systémy kombinují v obvodech generování a zpracování zvukového signálu analogové a digitální bloky. Vznikaly v 70. a 80. letech, v době, kdy nebylo možné sestrojít cenově dostupná digitální zařízení s výkonem dostatečným pro celý proces generování a zpracování zvuku.

K digitalizaci došlo nejdříve u oscilátorů. Digitální generátory jsou poměrně jednoduché, pro jejich numerickou realizaci postačuje provést v každém kroku několik jednoduchých matematických operací. Vzhledem k omezenému počtu generátorů jsou nástroje označované jako polyfonní většinou jen multifonní – počet současně znějících hlasů je omezen. Frekvence produkovaných signálů je odvozena od frekvence referenčního oscilátoru, jehož frekvence je pevná a pro její udržování slouží obvykle krystalový rezonátor. Nástroje s digitálními generátory proto velice snadno dosahují potřebné stability ladění. Digitálně lze snadno generovat prakticky libovolné vlnové průběhy. U většiny generátorů jsou tvary vln uloženy v paměti, ze které jsou cyklicky čteny a odesílány k dalšímu zpracování. Změny frekvence generovaných tónů lze dosáhnout změnou frekvence čtení vzorků, nebo, u systémů s konstantní vzorkovací frekvencí, změnou velikosti konstanty přičítané v každém kroku k akumulátoru, jehož nejvýznamnější bity slouží k adresování paměti. Pokud má přičítaná konstanta takovou hodnotu, že je v každém kroku čtena právě následující hodnota v paměti, frekvence generovaného signálu je rovna frekvenci originálu. Při větších hodnotách konstanty jsou některá paměťová místa vynechána, rychlost čtení vzorku je větší než originální rychlost a generovaná frekvence je vyšší. Při hodnotách menších se některá paměťová místa čtou vícekrát po sobě, rychlost čtení vzorku je menší než originální rychlost a generovaná frekvence je nižší. Generování signálu čtením krátkých vzorků z paměti bývá často označováno jako syntéza wavetable.

V číslicové formě lze signály snadno směřovat, postačuje pouze sčítat okamžité amplitudy vzorků. Snadné je i řízení amplitudy pomocí jednoduchého násobení.

Na rozdíl od generování a směšování je numerická filtrace výpočetně náročná. Číslicové filtry s potřebnými vlastnostmi, pracující v reálném čase,

jsou realizovatelné až na výkonných signálových procesorech. Výstup z digitálního generátoru bývá proto u hybridních nástrojů převeden D/A převodníkem na analogový signál, který se dále zpracovává ve filtrech analogových. Jejich výhodou je snadná realizace a při vhodné konstrukci rovněž příznivá reakce na přebuzení, projevující se ceněným „analogovým“ zvukem.

Hybridní strukturu měly také mnohé z prvních cenově dostupných samplerů. V roce 1981 byl uveden na trh sampler *Emulator* firmy E-mu s cenou pod 10 000 \$, v roce 1984 *Mirage* firmy Ensoniq za necelých 1 400 \$ a brzy po něm zvukový modul *Akai S612* s cenou kolem 1 000 \$. Generátory samplerů pracují obdobně jako digitální oscilátory. Zvuky jsou v číslicové formě uloženy v paměti, ze které se jejich úseky lineárně nebo cyklicky čtou. Délka zaznamenaných úseků však bývá delší než u nástrojů se syntézou wavetable. Samplery přinesly do té doby nedosažitelnou věrnost při napodobování reálných zvuků, zaznamenané zvukové vzorky se brzy začaly objevovat ve většině vyráběných nástrojů.

V druhé polovině 80. let byly hybridní nástroje téměř vytlačeny z trhu levnějšími a výkonnějšími plně digitálními nástroji. Znovu se objevily v 90. letech, v období obnoveného zájmu o „analogový zvuk“. Nové hybridní nástroje obvykle obsahují digitální zvukové generátory umožňující získat mnoho zvukových barev a analogové filtry dodávající zvuku „analogový“ charakter.

RMI Harmonic Synthesizer, Keyboard Computer (1974)

Na počátku 70. let využila firma RMI zkušenosti své mateřské společnosti Allen s digitálními obvody v hudebních nástrojích a v roce 1974 uvedla na trh první hybridní, digitálně-analogové syntetizéry určené pro běžný trh.

Harmonic Synthesizer, jediný monofonní syntetizér firmy RMI, má standardní skříň, obvyklou u většiny elektronických pian a dalších nástrojů RMI, elektronika však je zcela odlišná. Klaviatura má 48 kláves, zdrojem



Harmonic Synthesizer

zvuku jsou dva nezávislé digitální generátory s aditivní syntézou. U každého lze pomocí 16 tahových potenciometrů nastavit poměr 16 harmonických složek. K dispozici je navíc pět přednastavených zvuků – Clarinet, Flute, Pulse, Horn a Reed. Signál dále prochází přes VCF pracující současně jako LPF, BPF a HPF, jejichž tři výstupní signály lze mixovat. Pro řízení filtrů slouží jednoduché generátory obálky s možností nastavení času a typu segmentu (Sweep Up, Sweep Down). Signálová cesta každého z generátorů má samostatný

linkový výstup. Amplitudovou a frekvenční modulaci zabezpečuje LFO s výstupem sinus, pila nebo obdélník. Nástroj je vybaven arpeggiátorem. *Harmonic Synthesizer* stál 2995 \$ a vyráběl se do roku 1976.

Keyboard Computer je přenosný polyfonní programovatelný hybridní syntetizér s digitálními zvukovými generátory a analogovým zpracováním zvuku. První model *KC-I* má překližkovou skříň potaženou černým plastem, podobnou skříni *Electra-piana 300B*. Některé nástroje měly prosvětlené ovládací prvky. Klaviatura má 61 kláves, transposer ovládaný pedálem umožňuje posuv ladění až o kvintu nahoru nebo o septimu dolů. Generátorová jednotka má tři zvukové kanály, dva vytvářejí přednastavené zvukové barvy, třetí generuje šum. Nástroj je multifonní, maximálně může znít 12 tónů. Základních zvukových barev je 29, další čtyři lze vložit do nástroje pomocí děrných štítků. Hlasitost každého kanálu ovládá samostatný pedál, další pedály a ovládací prvky řídí vibráto, pitch-bend, modulační obálku, chorus a ostatní funkce. Cena byla 4 495 \$.

V letech 1975 až 1977 byl model *KC-I* vystřídán modelem *KC-II*. Má plastovou skříň, podobnou skříni *Electra-piana 368X*, tlačítka pro volbu zvukových barev byla nahrazena kolébkovými přepínači. Přibýly další přednastavené zvukové barvy, pro zjednodušení ovládání byl však vypuštěn třetí zvukový kanál. Cena modelu *KC-II* byla 4 750 \$, výroba byla ukončena v roce 1982.

Ač nástroje nabízely ve své době u syntetizérů výjimečnou dvanáctihlasou polyfonii, zřejmě vinou nevhodné marketingové strategie firmy RMI nedosáhly komerčního úspěchu. *Keyboard Computer* používali např. Jean-Michel Jarre nebo Robert John Godfrey.



Keyboard Computer KC-I



Keyboard Computer KC-II

Wasp, Gnat (1978)

V roce 1977 se setkal studiový technik a vývojář firem Ferrograph a 3M Chris Huggett s hráčem na syntetizéry Adrianem Wagnerem a společně zkonstruovali levný syntetizér s dobrým zvukem. Prototyp předvedli vedení

obchodního domu s klávesovými nástroji Rod Argent's Keyboards a za poskytnutí výhradního obchodního zastupování získali 10 000 £, s nimiž založili firmu Electronic Dream Plant (EDP) a zahájili výrobu. První nástroje, nazvané podle žluto-černé barvy *Wasp* (*Vosa*), se dostaly do prodeje na podzim roku 1978.

Wasp má dva oscilátory s několika průběhy, generátor šumu, filtr VCF přepínatelný mezi LPF, BPF a HPF a dva EG se třemi segmenty. Všechny



Wasp

obvody kromě filtru jsou číslicové, integrované obvody jsou typu TTL. Nástroj je vybaven digitálním rozhraním, které umožňuje jeho ovládání dalším syntetizérem *Wasp* nebo jiným přístrojem. V plastové skříni nástroje je vestavěný malý reproduktor se zesilovačem. Pro dosažení co nejnižší ceny byla použita namísto běžné klaviatury levná dvojoktávová klaviatura (c-c) bezkontaktní. Model *Wasp Deluxe* z roku 1979 má již tradiční tříoktávovou klaviaturu (c-c). Syntetizéry *Wasp* je možné řídit digitálním

sekvencerem *Spider*, několik nástrojů současně lze ovládat klaviaturou *Caterpillar*. Cena syntetizéru *Wasp* byla v Británii pouze 199 £, ve Spojených státech se nástroj prodával za 695 \$. *Wasp* byl úspěšný, prodávalo se několik desítek exemplářů týdně. Laciný nástroj však byl nespolehlivý, mnoho poškozených kusů zákazníci vraceli. Výroba byla tak levná, že se nástroje obvykle neopravovaly, ale byly měněny za nové. *Wasp* používali Jean-Michel Jarre, Rick Wakeman, Patrick Moraz, Pink Floyd, Eurythmics, Stranglers, Duran Duran a další.

V roce 1979 zahájil Huggett vývoj menšího modelu *Gnat* s jedním oscilátorem, který je pro dosažení plnějšího zvuku vybaven PWM. Firma EDP se v té době dostala do finančních potíží, Wagner založil novou firmu Electronic Dream Plant (Oxford), která pokračovala ve výrobě a která uvedla *Gnat* na trh. Pro neshody s vedením společnosti EDP založil Wagner v roce 1981 firmu *Wasp Synthesizers*, která krátký čas vyráběla upravené nástroje *Wasp Special* a *Gnat Special* s dřevěnými skříněmi bez ozvučení. Firma EDP ukončila činnost v roce 1982, Huggett založil v následujícím roce společnost Oxford Synthesizer Company a pokračoval ve vývoji nového nástroje, který byl na trh uveden pod názvem *OSCar*.

RMI Digital Keyboard DK-20 (1979)

V červnu 1979 se na trhu objevil poslední nástroj firmy RMI – *Digital Keyboard DK-20*, který měl nahradit elektronická piana *Electra-piano*. Má obvyklou RMI skříň, klaviaturu s rozsahem 68 tónů a pedály pro hlasitost, sustain a sostenuto. Generátory jsou digitální, ovládat lze náběh i doznění

tónů a zvuk lze upravovat pomocí analogových filtrů, označených jako Modifiers. Nástroj má vestavěný phaser. Cena byla 2 295 \$.

Na konci 70. let ovládly trh programovatelné digitálně řízené polyfonní syntetizéry, a o elektronické piano nebyl zájem. V červenci 1982 byla výroba zastavena a během několika měsíců ukončila firma Rocky Mount Instruments činnost.

Touché (~1979)

Kolem roku 1979 představil Donald Buchla kompaktní polyfonní programovatelný syntetizér *Touché* se standardní klaviaturou, který byl určený pro koncertní použití. Pro tento účel byl vybaven i několika méně obvyklými funkcemi. Zvukové barvy mohou mezi sebou při přepínání plynule přecházet, rychlost změny je nastavitelná. K dispozici je několik polyfonních a multitimbrálních režimů, klaviaturu lze rozdělit na oblasti s odlišnými zvukovými barvami, přičemž poloha dělicího bodu se může automaticky měnit podle pohybu hlasů. Nástroj umožňuje záznam a reprodukci hry v reálném čase.



Touché

Touché má pětioktávovou klaviaturu (c-c). Pro řízení modulace slouží tlakově citlivý ovladač, generující tři řídicí napětí. Nástroj je osmihlasý, každému hlasu přísluší tři digitální oscilátory, VCF a VCA. Nástroj ovládá šestnáctibitový mikropočítač, pro jehož programování byl vytvořen jazyk FOIL (Far Out Instrument Language). Při hře lze všechny funkce ovládat z panelu, k programování je třeba připojit externí monitor. Druhý počítač vytváří s rozlišením 1 ms řídicí signály pro 64 zvukových parametrů. Generování zvuku zabezpečuje specializovaný digitální generátor. Paměť nástroje má kapacitu pro uložení parametrů 32 zvukových barev, k archivaci dat lze použít připojený kazetový magnetofon. Cena syntetizéru *Touché* byla 8 500 \$, vyrobilo se jen několik exemplářů.

Casiotone (1980)

V dubnu 1946 založil japonský technik Tadao Kashio firmu Kashio Seisaku, která vyráběla mechanické díly. V 50. letech začal Kashio se svými bratry Toshiem, Kazuem a Yukiem pracovat na vývoji elektrického kalkulátoru. V roce 1954 dokončili první prototyp a v roce 1957 uvedli kalkulátory na

trh. V témže roce byla také založena firma Casio Computer, Ltd. V 60. letech již vyráběla plně elektronické kalkulačky, v 70. letech zahájila výrobu elektronických hodin a hodinek. V roce 1980 vstoupila firma Casio na trh elektronických hudebních nástrojů a začala vyrábět levné syntetizéry *Casiotone* určené především jako dětské nástroje. Tomu odpovídají u většiny typů kromě zvukové kvality také malé klávesy nestandardních rozměrů i vybavení jednoduchými automatickými generátory rytmů a doprovodů. Jednoduché a levné nástroje s automatickými doprovody si rychle získaly oblibu a „samohrajky“ brzy začaly vyrábět i další firmy. Jejich vybavení i zvukové vlastnosti se rychle zlepšovaly a po několika letech se objevily i profesionální kombinované nástroje s mnoha funkcemi, nazývané aranžer, workstation apod.

Pro generování zvuku je u prvních nástrojů firmy Casio použita syntéza nazvaná Vowel-Consonant Synthesis. Digitálně generované signály procházejí statickým analogovým filtrem, jehož parametry se nastavují podle požadovaného zvuku. Frekvenční charakteristika filtru může připomínat charakteristiku lidského vokálního traktu s typickými formantovými oblastmi. Nástroje vyráběné na počátku 80. let používají k obsluze klaviatury, generování číslicových signálů a řízení filtrů jednocelové integrované obvody μ PD7xx firmy NEC. Jejich sumární výstupní číslicový signál je čtrnáctibitový, po zpracování v jednoduchém D/A převodníku tvořeném odporovou sítí je veden do analogové dolní propusti s nastavitelnou mezní frekvencí. Jednoduché modely používají jeden integrovaný obvod, složitější mají dva synchronně pracující obvody. Novější nástroje jsou osazeny programovatelným zvukovým generátorem μ PD931 se sedmáctibitovým výstupem, který je řízený obvodem μ PD930. Nástroje jsou osmihlasé.

Prvním vyráběným syntetizérem se syntézou Vowel-Consonant byl *Casiotone 201*, který se objevil v březnu 1980. Má čtyřoktávovou klaviaturu, dřevěnou skříň o rozměrech $85 \times 24 \times 8$ cm se zabudovaným reproduktorem a váží 7 kg. Nabízí 29 zvukových barev: Elec. Piano/Cello, Elec. Guitar, Koto, Banjo, Elec. Clavichord, Harp 1, Ukulele, Harp 2, Glockenspiel, Lyre, Bell Lyre, Celesta, Harpsichord 1, Harpsichord 2, Organ 1, Organ 2, Fluegelhorn, Trumpet, Pipe Organ 1, Pipe Organ 2, Viola/Trombone, Cello, Brass, Wood 1, Wood 2, Flute,

Clarinet, Violin a Wa Wa. Pro jejich volbu slouží tlačítko Mode ve spojení s jednou z bílých kláves. Přepínač Tone vybírá u každého zvuku jednu ze dvou variant lišících se modulační obálkou. Zvukový generátor je osazen obvody μ PD771 a μ PD772.

Z druhé poloviny roku 1980 jsou modely *M-10* a *MT-30* s klaviaturou s malými klávesami a rozsahem 2,5 a 3 oktávy. Pro generování zvuku používají



Casiotone 201