

Elektroniczne instrumenty muzyczne

HISTORIA SYNTEZY DŹWIĘKU

Przegląd metod syntezy dźwięku
i elektronicznych instrumentów muzycznych

Synteza dźwięku

Elektroniczne instrumenty muzyczne wytwarzają dźwięk w sposób sztuczny – dokonują syntezy dźwięku.

Synteza dźwięku – proces prowadzący do powstania dźwięku w sposób sztuczny, za pomocą odpowiedniego algorytmu (gr. *syntithenai* – złożyć z części)

Synteza dźwięku może być:

- analogowa
- hybrydowa (analogowo-cyfrowa)
- cyfrowa
 - sprzętowa (urządzenia)
 - programowa

Implementacja i zastosowania

Implementacja metod syntezy dźwięku:

- elektroniczne instrumenty muzyczne
- moduły dźwiękowe, urządzenia
- komputerowe karty dźwiękowe
- programy komputerowe (synteza programowa)

Zastosowania syntezy dźwięku:

- muzyka filmowa i efekty dźwiękowe w filmach
- muzyka elektroniczna i eksperymentalna
- muzyka popularna
- badania naukowe

Podejścia do syntezy dźwięku

Podejście 1:

Poszukiwanie nowych, interesujących brzmień, nie stosowanych do tej pory w muzyce.

Kryterium: efekt brzmieniowy

Przykład: synteza subtraktywna

Podejście 2:

Naśladowanie brzmień rzeczywistych instrumentów muzycznych, "wiele instrumentów w jednym".

Kryterium: wierność brzmienia

Przykład: synteza addytywna, modelowanie fizyczne

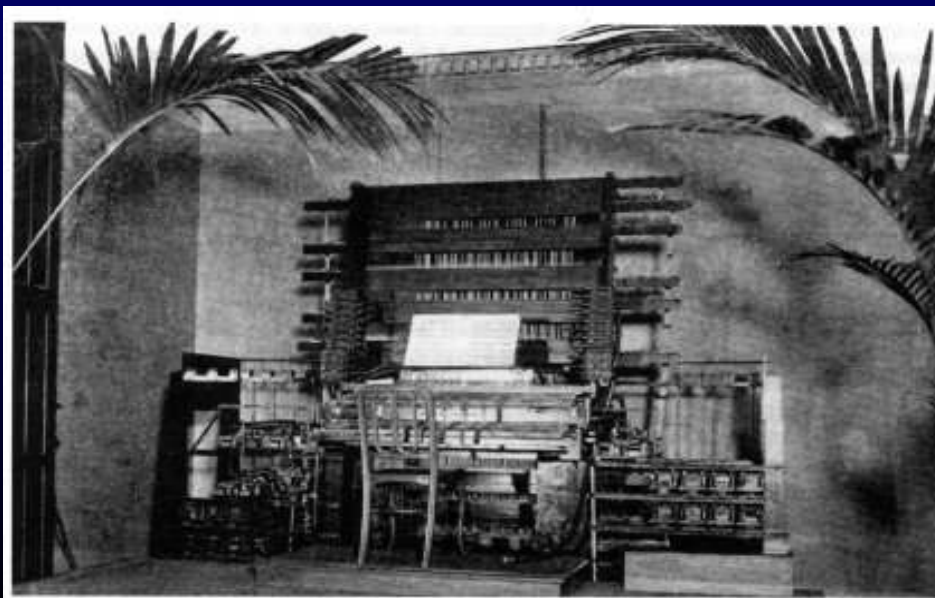
Pierwsze instrumenty elektroniczne

Za pierwszy czysto elektroniczny instrument muzyczny uznaje się **Telharmonium** (1897).

Instrument generował dźwięki muzyczne w postaci sygnałów elektrycznych, za pomocą układów elektromagnetycznych (wirujące koła tonowe).

Dźwięki złożone generowano metodą addytywną.

Na podobnej zasadzie działały późniejsze **organy Hammonda** (1935).



Pierwsze instrumenty elektroniczne

Za jeden z pierwszych instrumentów zbudowanych z elementów elektronicznych uznaje się **Theremin** (1919, Lew Termen alias Leon Theremin).

Instrument oparty był na generatorze heterodynowym. Miał postać skrzynki z dwoma antenami.

Granie na takim instrumencie było bardzo trudne. Polegało ono na przybliżaniu i oddalaniu dłoni od anten. Jedna antena sterowała częstotliwością dźwięku, druga - głośnością.

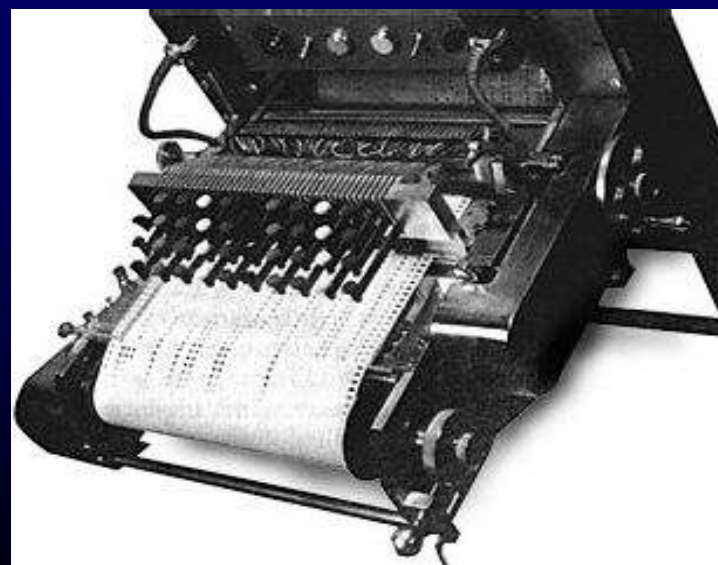


RCA Mark - pierwszy syntezator

Za pierwsze syntezatory dźwięku uznaje się **RCA Mark I** (1952) i **RCA Mark II** (1957).

Dźwięki generowane były za pomocą generatorów lampowych (12 w MI, 24 w MII).

Instrument zawierał pierwszy „sekwencer” – sterowanie częstotliwością i amplitudą generatora odbywało się za pomocą perforowanej taśmy papierowej.



Moog Modular

W roku 1964 ukazał się pierwszy syntezator opracowany przez Roberta Mooga.

Syntezaator Moog Modular był pierwszym instrumentem elektronicznym umożliwiającym grę przy pomocy klawiatury typu fortepianowego.

Był to również pierwszy syntezator, który odniósł sukces komercyjny, po wydaniu albumu „*Switched On Bach*”, zawierającego muzykę klasyczną wykonaną przy pomocy syntezatora Moog (Wendy Carlos, 1968).



Moog Modular - instrument modularny

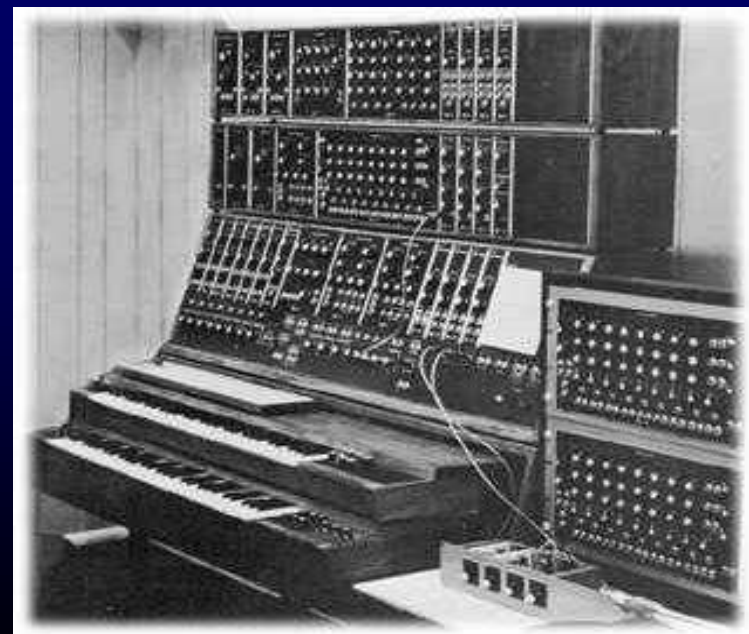
Moog Modular był syntezatorem modularnym.

Instrument składał się z modułów – układów elektronicznych sterowanych napięciowo: generatorów, filtrów, wzmacniaczy. Parametry modułów były sterowane za pomocą pokręteł i przełączników.

Poszczególne moduły były łączone przez grającego za pomocą kabli (*patch*).

Instrument realizował subtraktywną metodę syntezy.

Synteзаторы Moog były duże, ciężkie, drogie i trudne w obsłudze.



Moog Modular w akcji



Minimoog

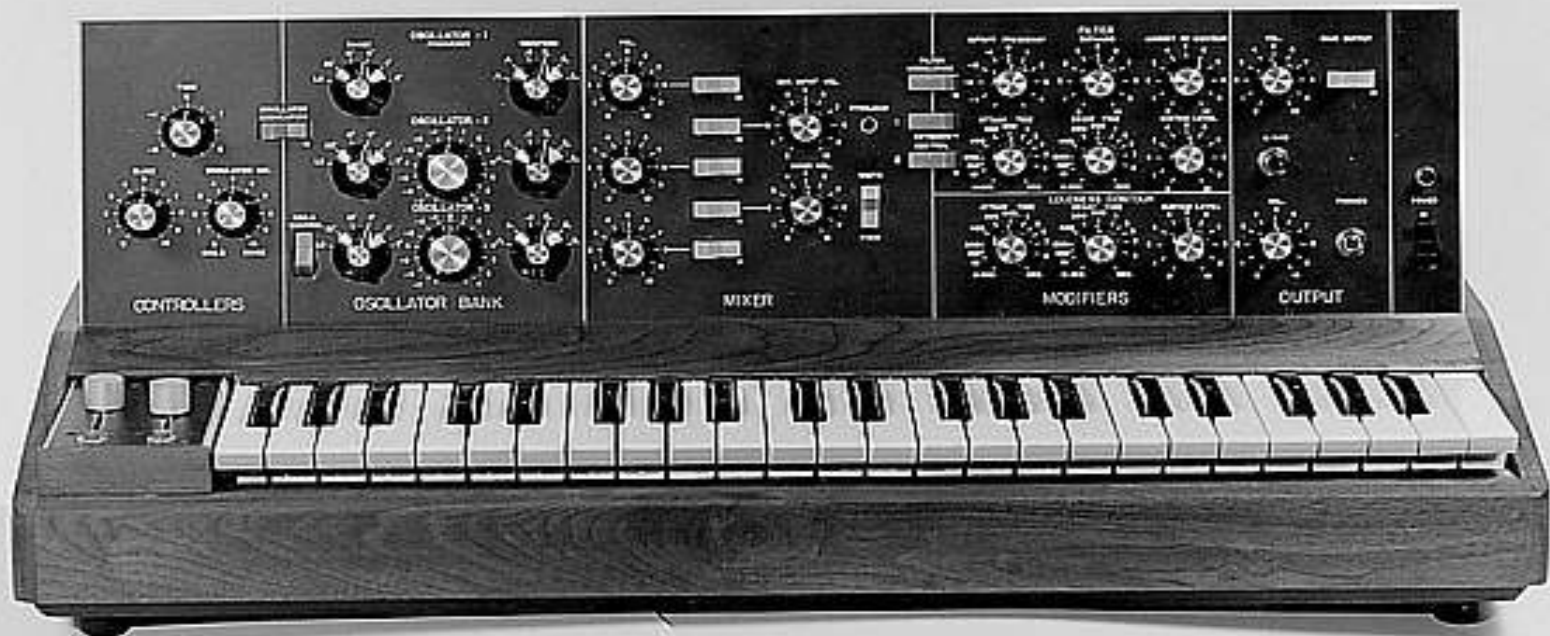
Ponieważ syntezatory *Moog Modular* były za ciężkie i zbyt trudne w obsłudze, nie nadawały się do wykorzystania na scenie.

Minimoog (1971) był uproszczoną, przenośną wersją *Moog Modular*, o mniejszej liczbie modułów i mniejszych możliwościach brzmieniowych.

Ponieważ był dużo mniejszy i lżejszy, mógł być wykorzystywany podczas koncertów.

Był również tańszy, a więc bardziej dostępny.

Minimoog



Polymoog

Jeden z ostatnich syntezatorów Mooga (1975),
był instrumentem polifonicznym (wielogłosowym).



Synteza cyfrowe

Synteza analogowa była droga i trudna w konstrukcji. Niestabilność elementów elektronicznych powodowała rozstrajanie się instrumentów. Możliwości brzmieniowe tych instrumentów były ograniczone.

Technika cyfrowa pozwoliła na konstruowanie mniejszych, tańszych i stabilniejszych instrumentów. Możliwe stało się wykorzystanie nowych metod syntezy, a także samplingu.

W technice cyfrowej możliwe stało się zapisywanie i odtwarzanie ustawień syntezy.

Pierwsze syntezatory cyfrowe: Synclavier, Fairlight

Synclavier

Firma *New England Digital* opracowała serię syntezatorów o nazwie **Synclavier** (1975-92).

Były to instrumenty cyfrowe, wykorzystujące początkowo metody modulacji częstotliwości (FM) i **addytywną**. Sukces konkurencyjnego instrumentu Fairlight spowodował dodanie możliwości **samplingu**.

Wadą instrumentu był bardzo wysoki koszt.

Na zdjęciu:
Synclavier II (1980)



Synclavier

Synclavier 9600 Tower - stacja robocza (ok. 1985)



Fairlight CMI

Fairlight CMI (ok. 1979) był jednym z pierwszych syntezytorów cyfrowych i pierwszym cyfrowym **samplerem**.

Założeniem było kształtowanie fali w czasie rzeczywistym (np. rysowanie kształtu fali pisakiem świetlnym na ekranie).

Ponieważ moc obliczeniowa była zbyt mała, podjęto próbę sterowania procesem syntezy za pomocą sygnałów wprowadzanych z zewnątrz.

Podejście to dało nadszpiewanie dobre rezultaty. W ten sposób narodził się sampling.

Fairlight II CMI



The Fairlight II's second
lightning bolt, June 1978.

Synteza firmy Yamaha

Używane do tej pory syntezatory były zbyt drogie i skomplikowane. Firma Yamaha postanowiła opracować tani syntezator cyfrowy o dużych możliwościach, dostępny dla szerokiego kręgu odbiorców.

Wykorzystano metodę modulacji częstotliwości (FM), opracowaną przez Johna Chowninga.

Seria syntezatorów firmy Yamaha odniosła duży sukces. Syntezator **Yamaha DX7** stał się najbardziej popularnym instrumentem w pierwszej połowie lat 80.

Inne firmy – Casio, Korg, Roland – produkowały własne syntezatory w oparciu o zmodyfikowane metody syntezy (np. modulację fazy - PM, zniekształcanie fazy).

Yamaha DX7 (1983)



Automat perkusyjny (*Drum machine*)

Automaty perkusyjne – syntezatory wytwarzające brzmienia perkusyjne, wyposażone w sekwencer z pamięcią. Opracowane w celu „wyeliminowania perkusistów”, jednak gra automatu perkusyjnego jest łatwo odróżnialna od żywych perkusistów.

Najbardziej znane automaty perkusyjne lat 80.:

Roland TR-808

LinnDrum



Perkusja elektroniczna

Perkusja elektroniczna powstała w celu uzupełnienia instrumentarium syntezatorowego, aby zastąpić brzmienie tradycyjnej perkusji.

Perkusja elektroniczna była bardzo popularna w muzyce pop wczesnych lat 80. (charakterystyczne brzmienie).

Najbardziej popularny instrument: **Simmons SDSV** (1982), o charakterystycznym sześciokątnym kształcie.



Perkusja elektroniczna

Współczesne perkusje elektroniczne:

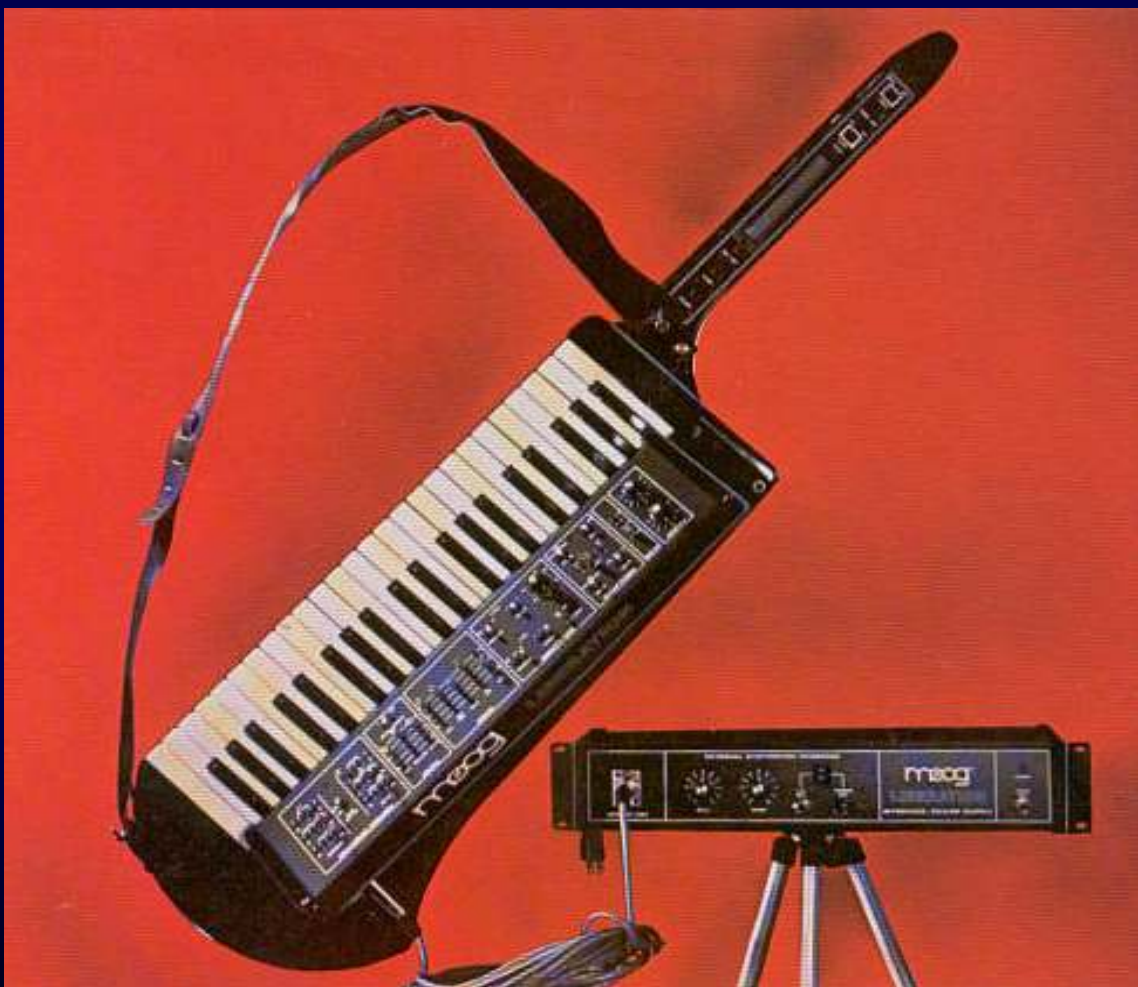
- udoskonalone zestawy elektroniczne (np. Roland TD-20)



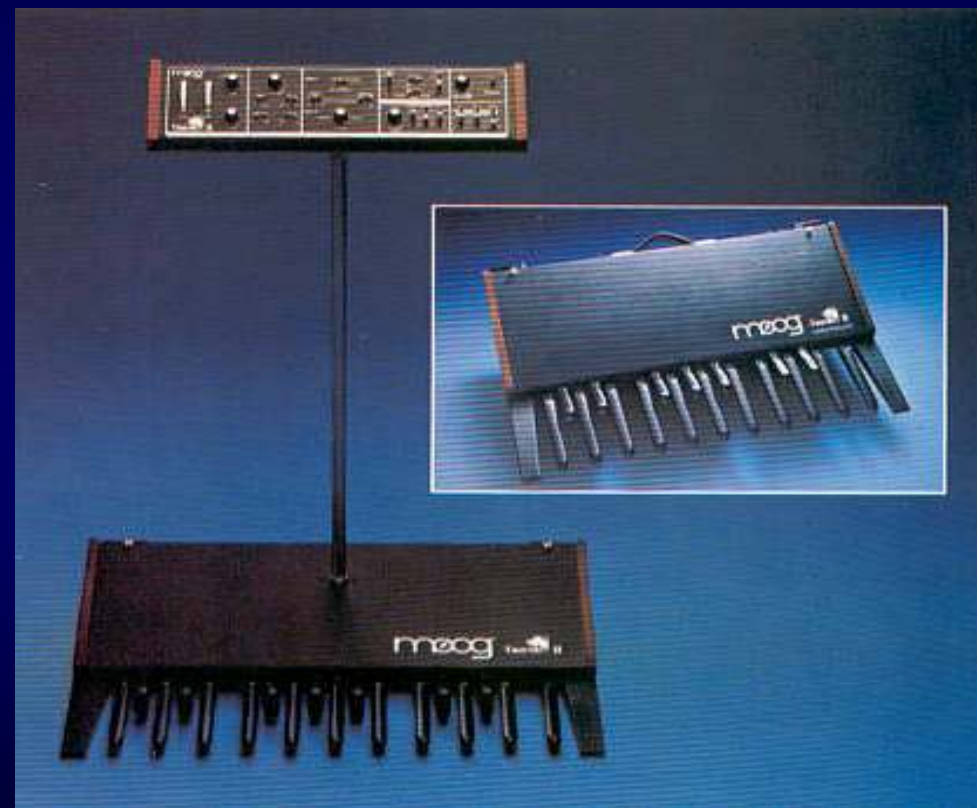
- czujniki wyzwalające („triggery”) montowane na zwykłym zestawie perkusyjnym.

Nietypowe sterowniki

Instrument sceniczny (*keytar*)



Sterowanie nożne
(bas elektroniczny)



MIDI

MIDI - *Musical Instrument Digital Interface*

Standard umożliwiający współpracę cyfrowych urządzeń muzycznych. Zatwierdzony w 1983.

MIDI umożliwia m.in.:

- sterowanie syntezatorem za pomocą innego urządzenia
- automatyczną grę na instrumencie za pomocą **sekwencera** sprzętowego lub programowego (komputer)
- sterowanie syntezatorem za pomocą oddzielnego sterownika, np. klawiatury, ale nie tylko.

Synteza gitarowa

Synteza gitarowa pozwala grać na instrumencie za pomocą sterownika przypominającego gitarę elektryczną, a więc poprzez szarpanie strun i przyciskanie strun do progów gryfu.

Sterowanie przez MIDI

Przykład: Roland G-707 (1984)



Samplery

Rozwój techniki cyfrowej spowodował, że opracowano samplery znacznie tańsze i prostsze od wcześniejszych konstrukcji (Fairlight, Synclavier).

Nie były to „pełne instrumenty”, ale najczęściej moduły przeznaczone do sterowania przy pomocy MIDI. Samplery zdobyły olbrzymią popularność w drugiej połowie lat 80.

Pierwszy „popularny” sampler: Akai S900 (1986).

Inni popularni producenci samplerów: E-mu Systems, Roland, Kurzweil, Ensoniq, Korg.

Samplery nie dokonują syntezy, przetwarzają dźwięki wprowadzone z zewnątrz.

Synteza samplingowa

Syntezaory samplingowe (*sample-based synthesizers*) określane są często (nieprawidłowo) mianem syntezaorów tablicowych (*wavetable*).

Są to „samplery z ograniczoną funkcjonalnością”, w których nie ma możliwości wprowadzania własnych brzmień, jest natomiast pamięć stała ROM, zawierająca próbki dźwięku, najczęściej rzeczywistych instrumentów (zgodnie ze standardem MIDI).

Instrumenty tego typu dominują obecnie na rynku popularnych instrumentów elektronicznych. Mają bardzo ograniczone możliwości kształtowania brzmienia.

Przykłady instrumentów samplingowych

Profesjonalny instrument - Roland V Synth



Prosty instrument - Yamaha S 03 SL



Modelowanie fizyczne

Główną wadą metody tablicowej jest to, że brzmienia instrumentów brzmią zawsze identycznie (brak artykulacji).

Nowa metoda syntezy dźwięku – **synteza falowodowa** (*waveguide synthesis*) opracowana została na Uniwersytecie Stanford na początku lat 90.

Metoda ta polega na modelowaniu nie dźwięku, ale instrumentu. Modelowane są procesy fizyczne, które powodują wytwarzanie dźwięku w instrumencie.

Główną zaletą tej metody to możliwość stosowania artykulacji podczas gry.

Modelowanie fizyczne

Pierwszy instrument komercyjny wykorzystujący modelowanie fizyczne - Yamaha VL-1 (1994).



Z metodą falowodową wiązano duże oczekiwania, jednak ograniczenia tej metody spowodowały, że nie zdobyła ona większej popularności.

Metoda falowodowa jest nadal rozwijana w ośrodkach naukowych oraz w formie programowej.

Emulacja instrumentów analogowych

Znudzenie możliwościami współczesnych syntezatorów oraz tęsknota za dawnymi brzmieniami spowodowała powstanie instrumentów realizujących cyfrowe odpowiedniki analogowych metod syntezy dźwięku, gł. metody subtraktywnej.

Przykład instrumentu: Clavia Nord Lead 2X



Komputerowe karty dźwiękowe

Wprowadzenie syntezy do kart dźwiękowych komputerów PC wymuszone zostało przez producentów gier. Zastosowano najprostsze i najtańsze rozwiązanie – syntezę FM.

Pierwsze karty dźwiękowe z syntezą FM - AdLib (1987).

Najpopularniejsze karty dźwiękowe wykorzystujące FM

– karty *Sound Blaster* firmy *Creative Labs*:

- karty *Sound Blaster* (1989) i *Sound Blaster Pro* (1991) – syntezytor **OPL2** (Yamaha)
- karty *Sound Blaster Pro 2.0* (1991) i *Sound Blaster 16* (1992) + wszystkie „klony” SB16 – syntezytor **OPL3** (Yamaha)

Późniejsze modele kart *Sound Blaster* posiadają emulację syntezy FM w celu zachowania kompatybilności.

Komputerowe karty dźwiękowe

Spadek cen pamięci komputerowych spowodował, że zaczęły powstawać karty dźwiękowe oparte o syntezę „wavetable” - zapisane próbki dźwięku.

Pierwsza popularna karta *wavetable* – *Gravis Ultrasound*.

Karty *Sound Blaster* z syntezą tablicową:

- *Wave Blaster* – dodatek do *SB 16*,
- *SB AWE 32* (1994) i późniejsze modele (różna ilość głosów polifonicznych) – możliwość wprowadzania własnych brzmień (*Sound Font*).

Karta *Sound Blaster AWE64* (1996) wykorzystywała częściowo metodę falowodową.

Obecnie synteza na kartach dźwiękowych praktycznie nie są wykorzystywane.

Wykorzystanie komputerów w syntezie

Komputery domowe (na początku głównie McIntosh, później również PC) znalazły swoje zastosowanie w syntezie dźwięku i elektronicznych instrumentach muzycznych:

- początkowo w roli sekwencera – sterowanie syntezatorami (gra zamiast muzyka)
- jako samplery programowe – zastąpiły samplery sprzętowe (łatwiejsza obsługa)
- jako wirtualne instrumenty muzyczne (samodzielne oraz wtyczki VSTi)
- jako studio muzyczne – połączenie ścieżek audio i ścieżek MIDI sterujących instrumentami wirtualnymi

Synteza programowa

Wzrost mocy obliczeniowej komputerów PC spowodował powstanie nowej grupy instrumentów elektronicznych: **syntezatorów programowych** (*software synthesizers*).

Są to programy komputerowe emulujące działanie sprzętowych syntezatorów, przede wszystkim historycznych.

Syntezatory tego typu są wykonywane w postaci:

- samodzielnych programów
- wtyczek (*plug-in*) do programów obsługujących standardy **VSTi**, **DXi** i innych (np. *Cubase*).

Arturia Moog Modular

Arturia Moog Modular
– emulator syntezatora
Moog Modular

działa jako samodzielny
instrument oraz jako
wtyczka VSTi



NI FM7

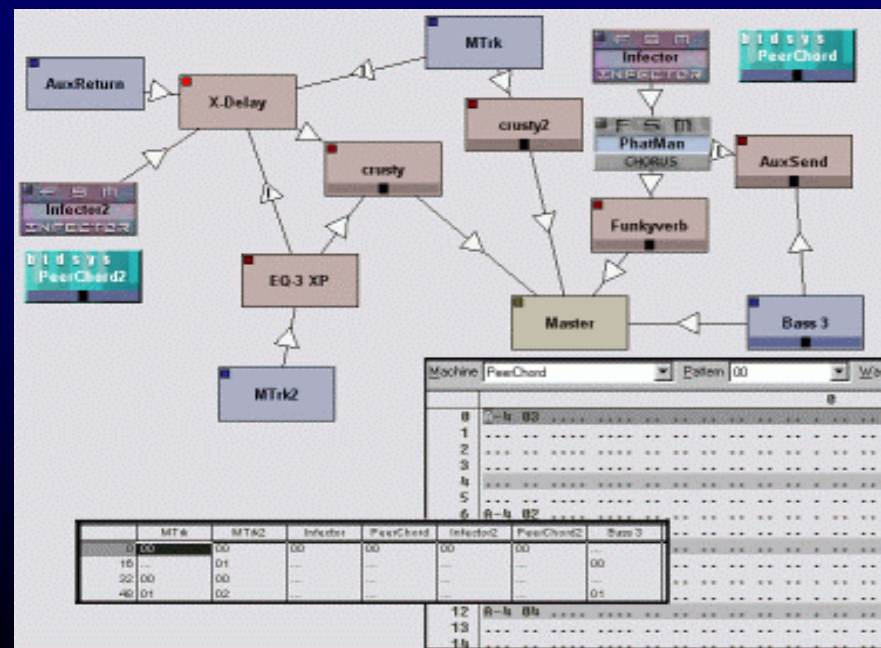
Native Instruments FM7 – emulator synteżatora Yamaha DX7



Synteza programowa

Inny rodzaj syntezy programowej: samodzielne budowanie algorytmów syntezy:

- komputerowe języki programowania (tekstowe), np. *CSound*
- środowiska graficzne – łączenie bloków funkcjonalnych w algorytmy syntezy, np. *MAX/MSP*, *pd (PureData)*
- komputerowa synteza modułarna – budowa układów syntezy poprzez łączenie gotowych modułów – np. *NI Reaktor*, *StudioFactory*



Podsumowanie

Stan obecny syntezy dźwięku:

- synteza sprzętowa
 - samplingowe („tablicowe”)
 - samplery
 - cyfrowa emulacja metody analogowej
- synteza programowa
 - instrumenty wirtualne – emulacja

Przyszłość:

- nowe metody syntezy ???

Strony WWW dot. EIM

- **Wikipedia**
http://en.wikipedia.org/wiki/Category:Electronic_music_instruments
- **Synthmuseum**
<http://www.synthmuseum.com/>
- **Vintage Synth Explorer**
<http://www.vintagesynth.org/>
- **Electronic Musical Instruments 1870 - 1990**
http://www.obsolete.com/120_years/
- **Synth Zone**
<http://www.synthzone.com/>
- **The Audio Playground Synthesizer Museum**
<http://www.keyboardmuseum.com/play.html>