

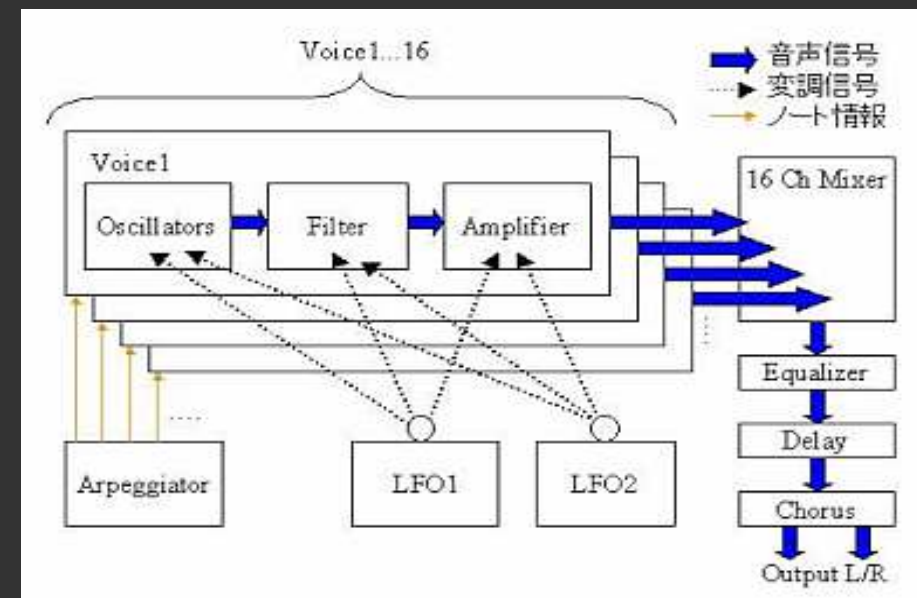
EFEKTY

BRZMIENIOWE

w elektronicznych instrumentach  
muzycznych

# Tryby głosowe syntezatora (*Voice mode*)

- Tryb *poly* – polifoniczny (wielogłosowy).
- Domyślny we współczesnych instrumentach.
- Instrument może jednocześnie generować *N* głosów równocześnie (typowo: 16 głosów).
- Oznacza to, że wciskając naraz 16 różnych klawiszy usłyszymy jednocześnie dźwięki o 16 wysokościach.
- Polifonia pozwala np. grać akordami.
- Dla każdego głosu wymagany jest osobny tor syntezy.



# Tryb *Unison*

---

- Unisono = zgodna gra instrumentów muzycznych.
- W trybie *unison* dla każdego dźwięku (klawisza) generowanych jest 2 lub więcej głosów.
- Głosy te są odstrajane względem siebie. Parametry:
  - *voice number* – liczba głosów na dźwięk,
  - *detune* – odstrojenie dźwięków względem siebie,
  - *phase shift* – przesunięcie fazowe między głosami.
- Tryb unison daje bardziej „tłusty dźwięk”.
- Zmniejsza liczbę dostępnych głosów w polifonii.
- Instrument *Clavia Nord Lead 2* ma domyślnie włączony tryb unison z dwoma głosami na dźwięk.

# Tryby monofoniczne

---

- Tryb **mono** symuluje instrumenty monofoniczne:
  - generowany jest tylko jeden głos,
  - najczęściej dla ostatnio wciśniętego klawisza,
  - włączenie nowego dźwięku powoduje odegranie go w normalnym trybie, tzn. od fazy ataku.
- Tryb **legato** – tak jak *mono*, ale:
  - włączenie nowego dźwięku powoduje tylko zmianę wysokości, nie jest odgrywana faza ataku,
  - czas przejścia wysokości jest regulowany parametrem *portamento time*.

# Arpeggiator

---

- *Arpeggio* – „rozbijanie akordów”: przy wciśnięciu naraz kilku klawiszy, dźwięki odgrywane są pojedynczo, jeden po drugim.
- W EIM *arpeggiator* zapętla sekwencję.
- Ustawienia efektu:
  - *gate* – czas trwania każdego dźwięku,
  - *tempo (beat)* – szybkość powtarzania dźwięków,
  - tryb „przemiatania”: *up, down, up-down, random*
  - zmiana oktawy przy powtórzeniach: brak, +1, itp.
- *Arpeggiator* pozwala w łatwy sposób wywołać efekt że ktoś potrafi bardzo szybko grać.

# Efekty brzmieniowe w EIM

---

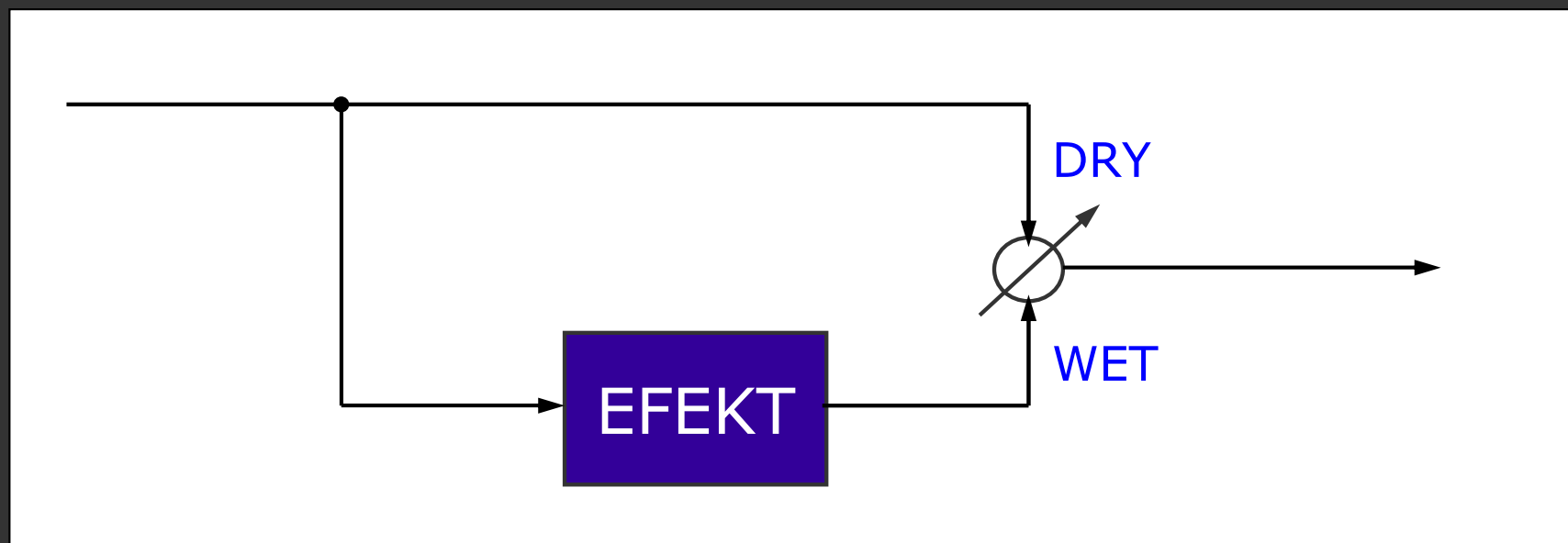
- Efekty brzmieniowe w EIM są dodatkiem, pozwalającym wzbogacić brzmienie dźwięku.
- Procesory efektów są włączane na końcu toru, po wzmacniaczu.
- Efekty brzmieniowe nie są częścią procesu syntezy.
- W syntezatorach stosuje się je niemal zawsze, w celu uzyskania „pełniejszego” brzmienia.
- Należy tak ustawić parametry efektów, aby delikatnie poprawić brzmienie, ale nie zepsuć go.

# Suche i mokre dźwięki

---

Nigdy nie puszcza się na wyjście wyłącznie dźwięku z efektem. Miesza się w ustalonych proporcjach dźwięki:

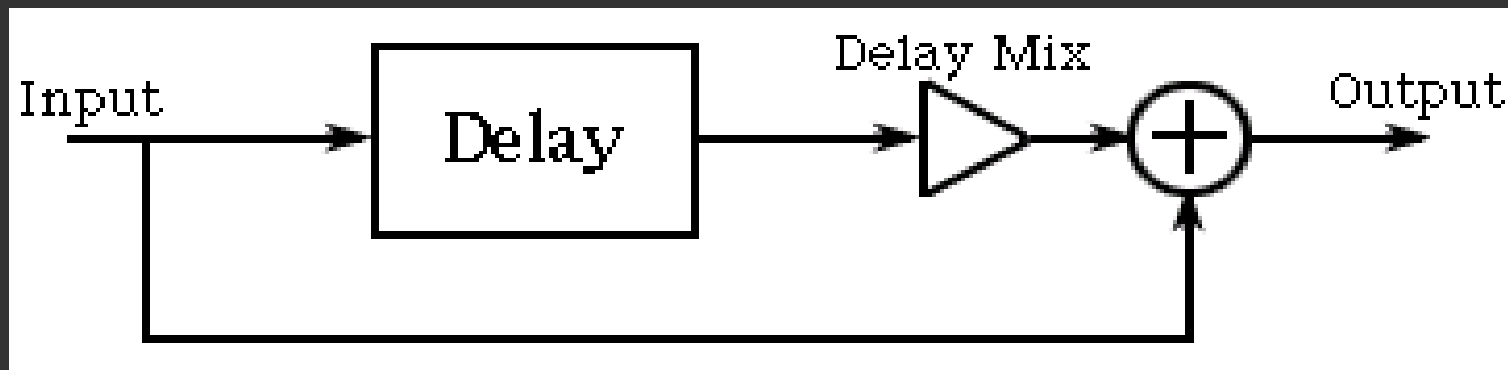
- *wet* – dźwięk z nałożonym efektem („mokry”),
- *dry* – oryginalny dźwięk („suchy”).



# Delay - opóźnienie

---

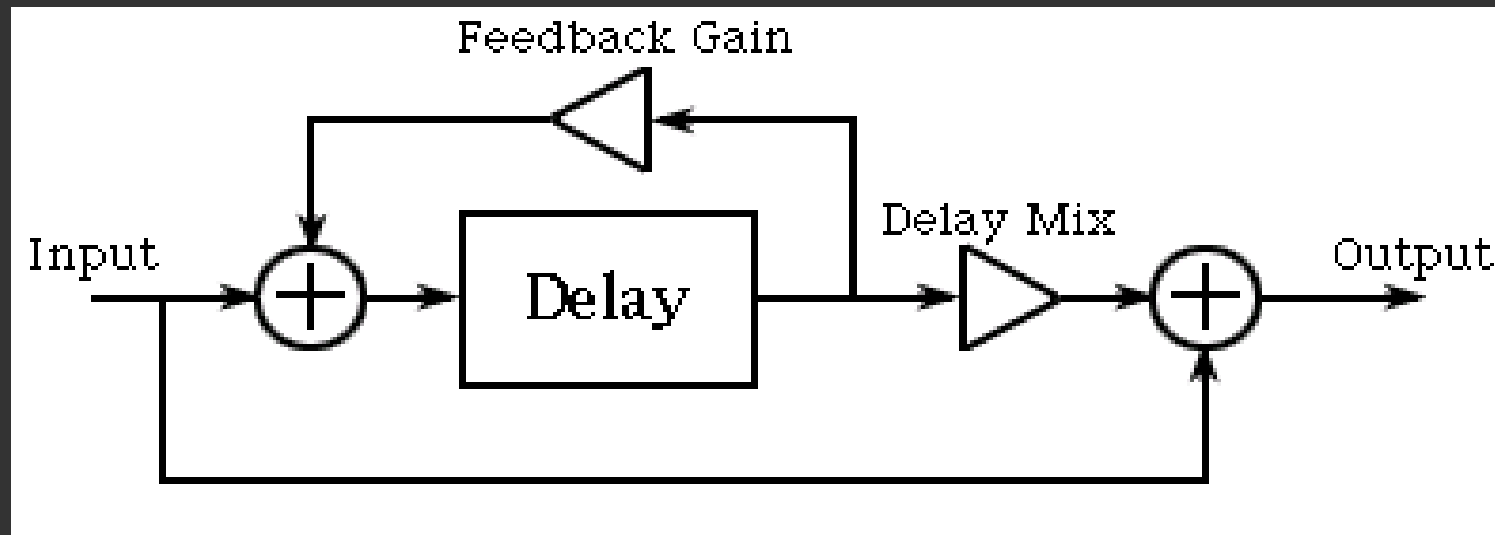
- Efekt *delay* sumuje sygnał z jego opóźnioną kopią.
- Próbki sygnału są opóźniane w buforze.
- Długość bufora wyznacza czas opóźnienia.
- Dla małych opóźnień (np. 10 ms) uzyskuje się dźwięki nałożone na siebie.
- Dla większych opóźnień (> 50 ms) powstaje efekt *echa*.





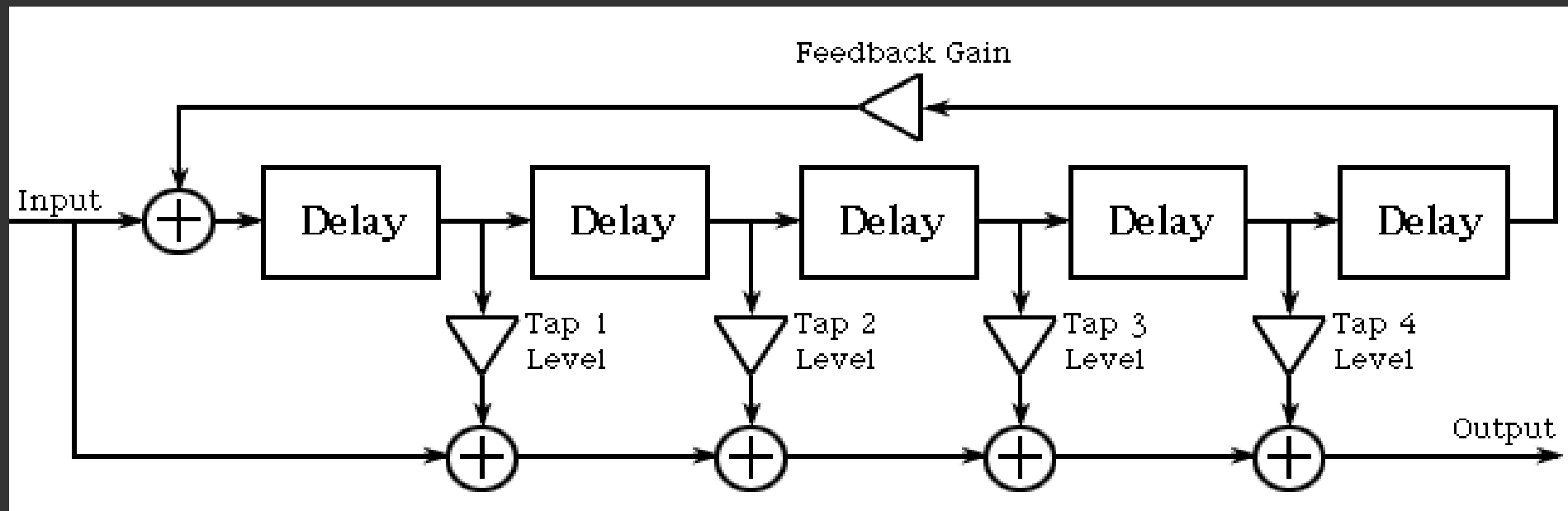
# Delay ze sprzężeniem zwrotnym

- Typowy efekt *delay* posiada sprzężenie zwrotne.
- Dzięki temu można uzyskać wielokrotne odbicia.
- Amplituda kolejnych odbić maleje wykładniczo.
- Odstępy między kolejnymi odbiciami są stałe.



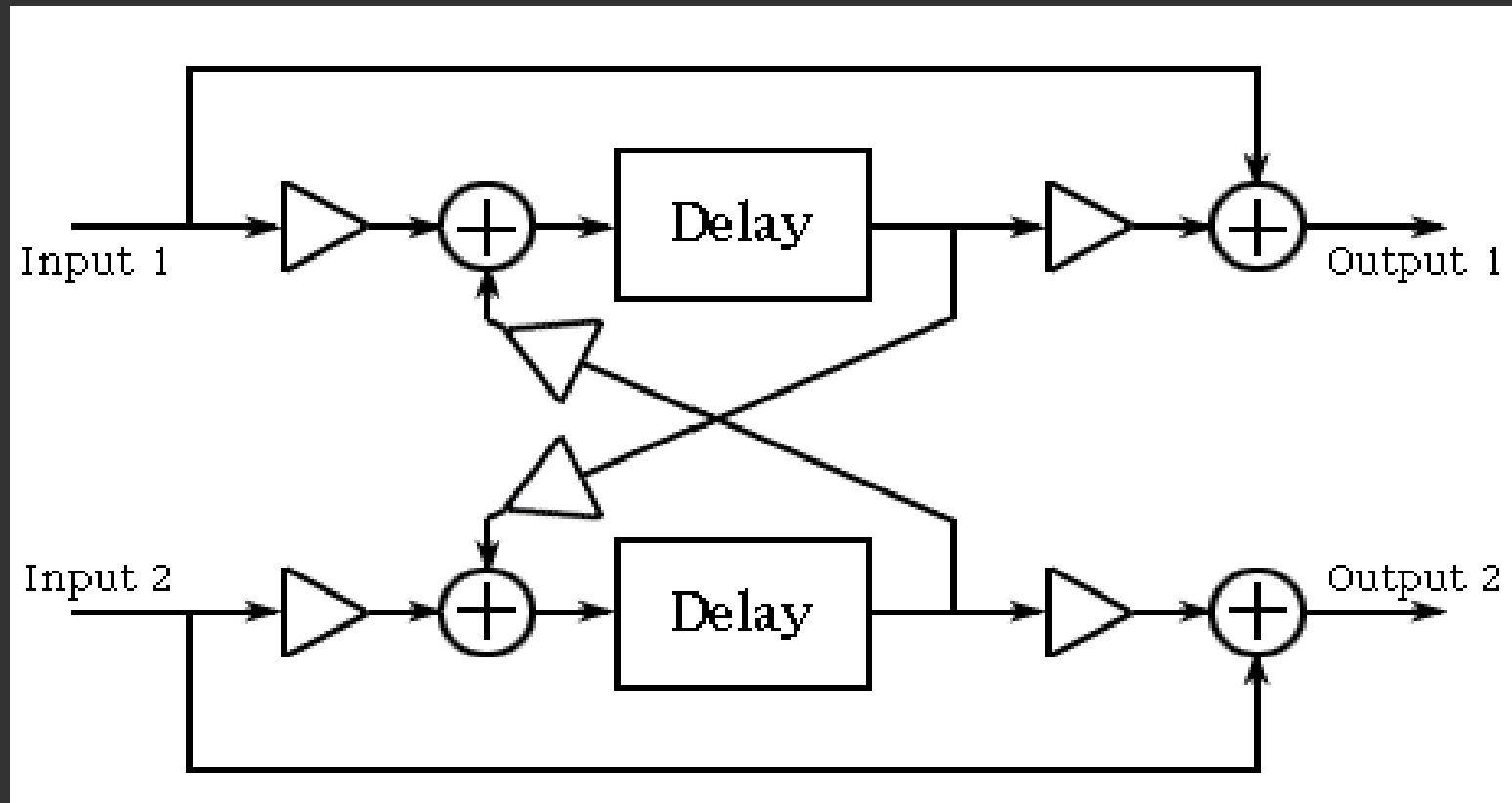
# Multi-tap delay

- Zastosowanie bufora z odczepami (*multi-tap*)
- Uzyskuje się kilka opóźnionych kopii.
- Możliwość elastycznego doboru opóźnień – nie muszą być w równych odstępach.
- Sprzężenie zwrotne dokłada wielokrotne odbicia.



## Ping-pong delay

- Efekt operuje na parze kanałów sygnału stereo.
- Sygnał opóźniony „odbija się” pomiędzy lewym i prawym kanałem.



# Tempo delay

---

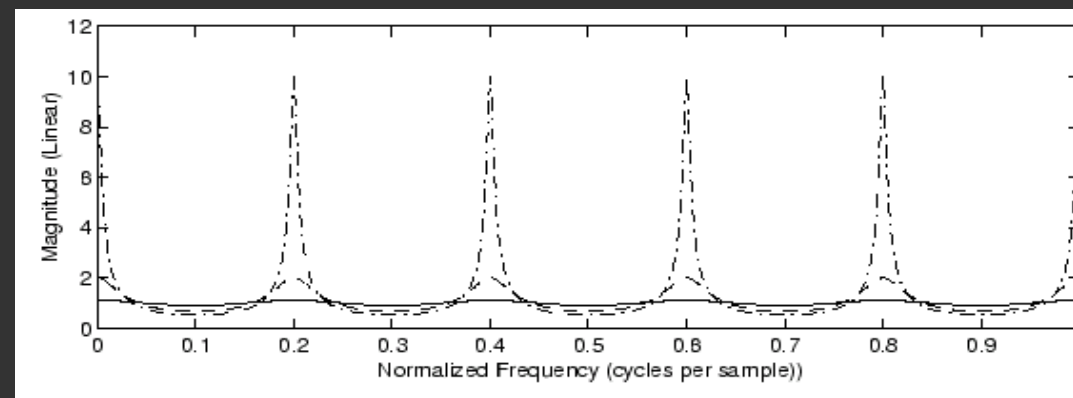
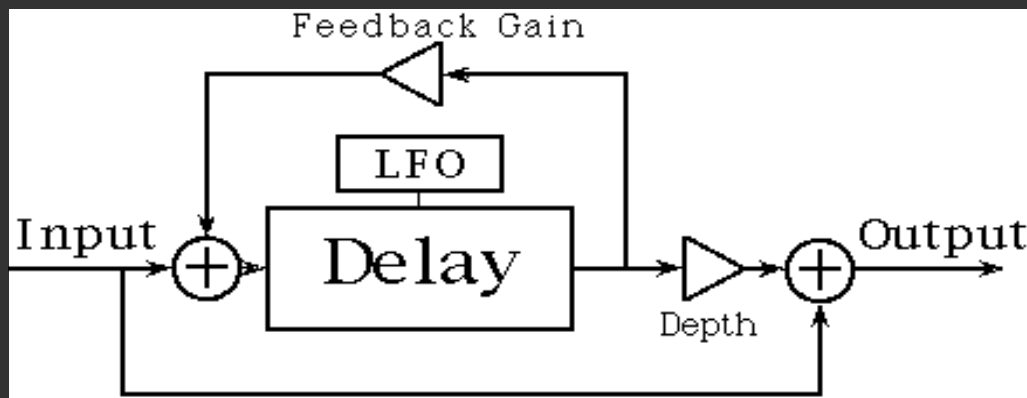
W EIM stosuje się zwykle układ *tempo delay*: czas opóźnienia jest wyrażony wartościami nuty, w odniesieniu do tempa.

Typowe parametry efektu *delay* w EIM:

- *delay time* – czas opóźnienia, przy *tempo delay* ustawienie np. na [4] powoduje, że czas opóźnienia jest równy czasowi trwania ćwierćnuty,
- *feedback* – stopień sprzężenia zwrotnego,
- *tone* – częstotliwość graniczna filtru DP, przez który jest przepuszczany sygnał opóźniony,
- *wet/dry* – proporcje mieszania sygnałów.

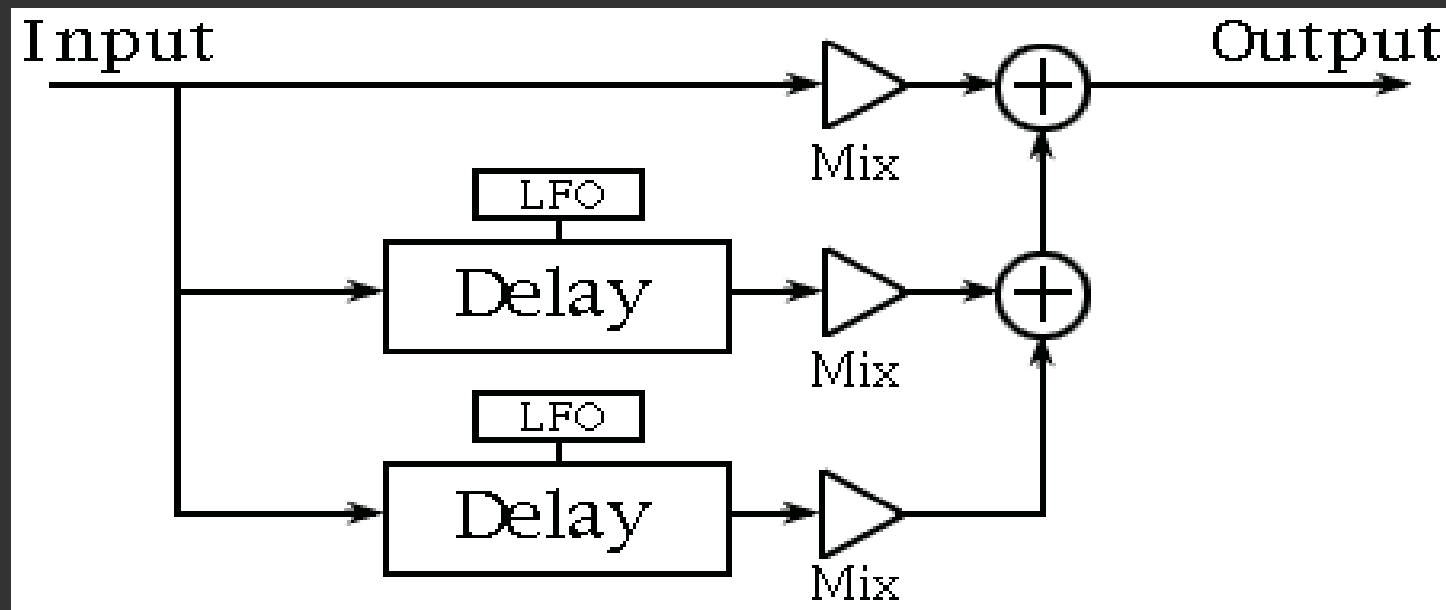
# Chorus / Flanger

- Efekty *chorus* i *flanger* są podobne do *delay*, ale czas opóźnienia jest zmienny – płynnie modulowany przez generator LFO.
- Statyczny układ *delay* jest filtrem grzebieniowym.
- Modulacja powoduje przesuwanie się „pików widma” na osi częstotliwości, co daje specyficzne brzmienie.
- Wymagane jest stosowanie ułamkowych buforów opóźniających.



# Chorus wielogłosowy

Zwiększenie liczby głosów wymaga zwielokrotnienia liczby torów z różnymi czasami opóźnienia i parametrami LFO.



# Chorus / Flanger

---

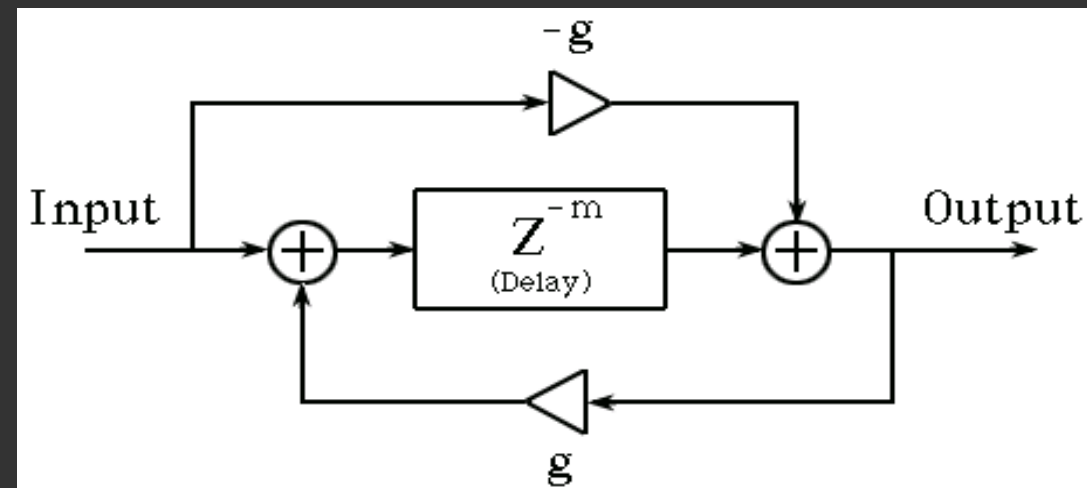
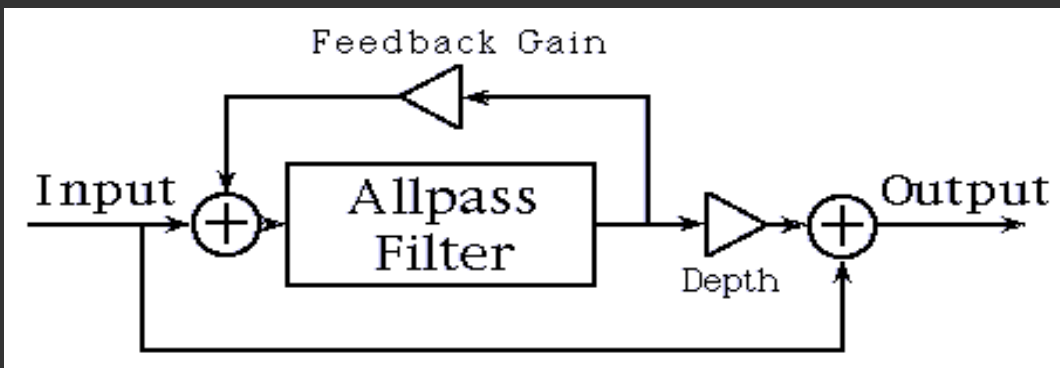
Parametry efektu *chorus / flanger*:

- *delay time* – czas opóźnienia:
  - małe wartości (< 10 ms): efekt *flanger*,
  - większe wartości (> 20 ms): efekt *chorus*,
- *feedback* – wzmocnienie pętli sprzężenia zwrotnego,
- *rate* – częstotliwość LFO, szybkość zmian widma,
- *depth* – amplituda LFO, zakres zmian widma,
- *level* lub *wet/dry* – proporcje sygnałów (moc efektu).

Czasami moduł *chorus/flanger* jest wielostopniowy (*multi-stage*): 1, 2 lub 4 stopnie.

# Phaser

- Efekt *phaser* jest podobny do *flangera*, ale zamiast bufora opóźniającego stosowany jest filtr wszechprzepustowy (*all-pass filter*).
- Modulacji podlega tylko faza sygnału (stąd nazwa).
- Nie jest modyfikowana charakterystyka amplitudowa.
- Zwykle korzysta się z kilku sekcji (od 1 do 6).

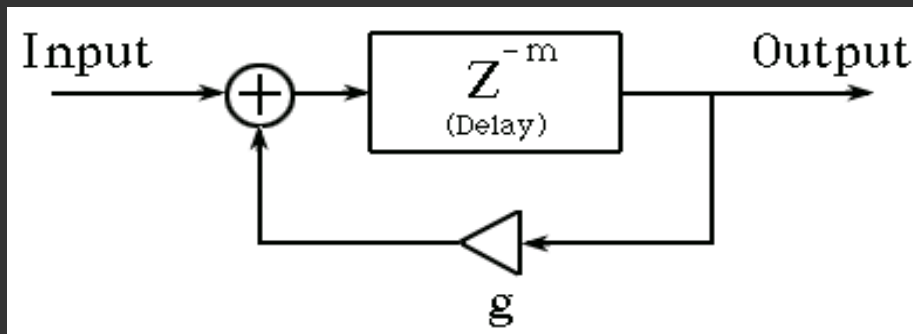
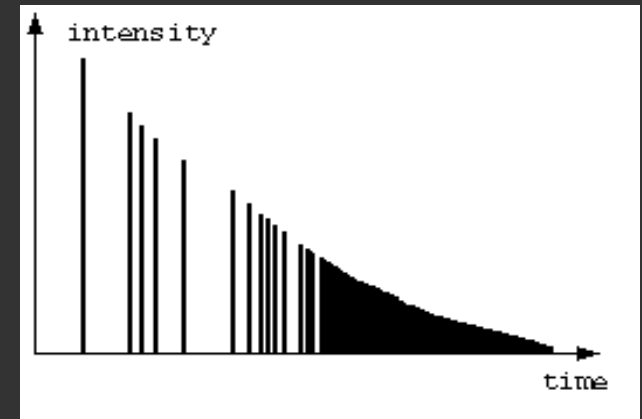


Filtr wszechprzepustowy



# Reverb

- Efekt *Reverb* powinien, teoretycznie, symulować odbicia dźwięku w pomieszczeniu. Ważne jest tu zasymulowanie zagęszczenia odbić dźwięku w czasie.
- W EIM nazwa „*Reverb*” jest często używana nieprecyzyjnie i może oznaczać:
  - zwykły efekt *Delay*,
  - filtr wszechprzepustowy,
  - filtr grzebieniowy ze sprzężeniem zwrotnym:

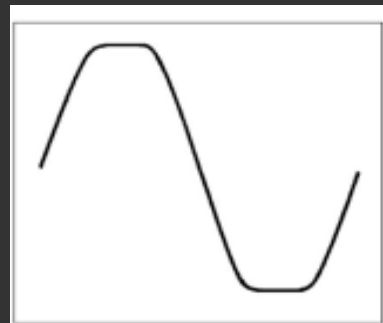
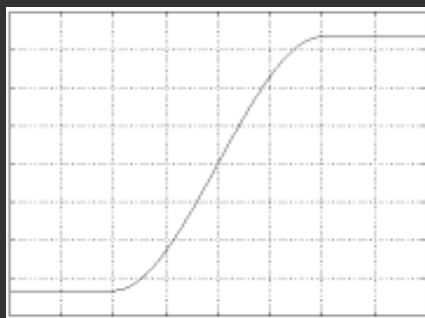


# Distortion

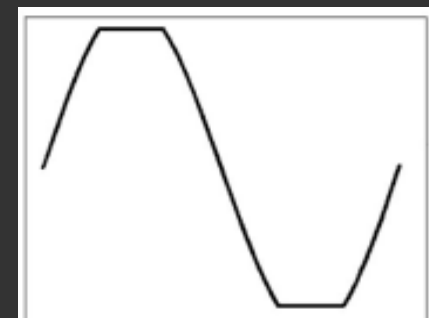
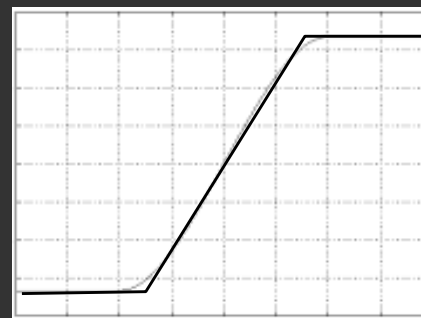
---

- Efekt *distortion* wprowadza przesterowanie do sygnału, przepuszczając go przez funkcję nasycającą.
- Powoduje to wprowadzenie dodatkowych harmonicznnych do sygnału.
- **Analog distortion** wprowadza *soft clipping* – łagodne „przycięcie” sygnału (funkcja wielomianowa lub tanh).
- **Digital distortion** obcina wszystkie wartości powyżej progu (*hard clipping*) – bardzo ostry efekt.

Analog distortion



Digital distortion



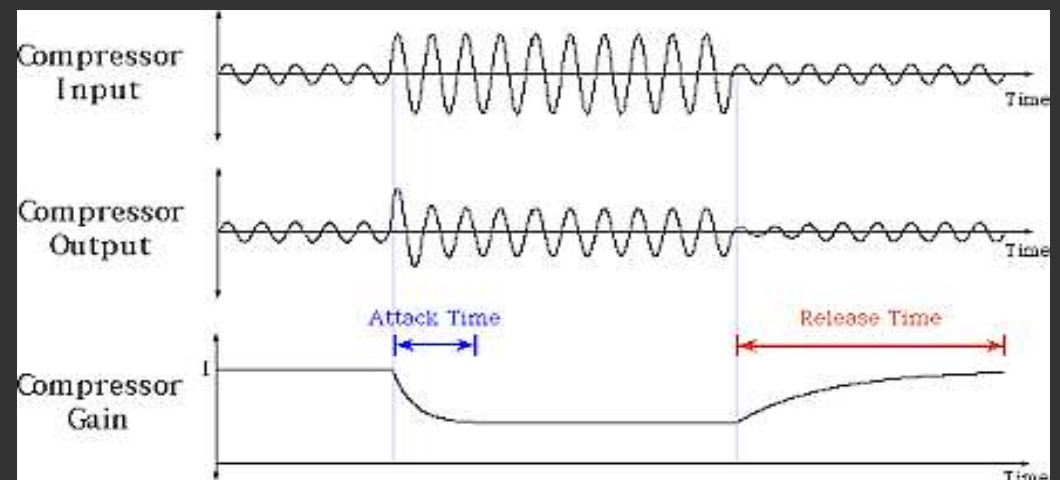
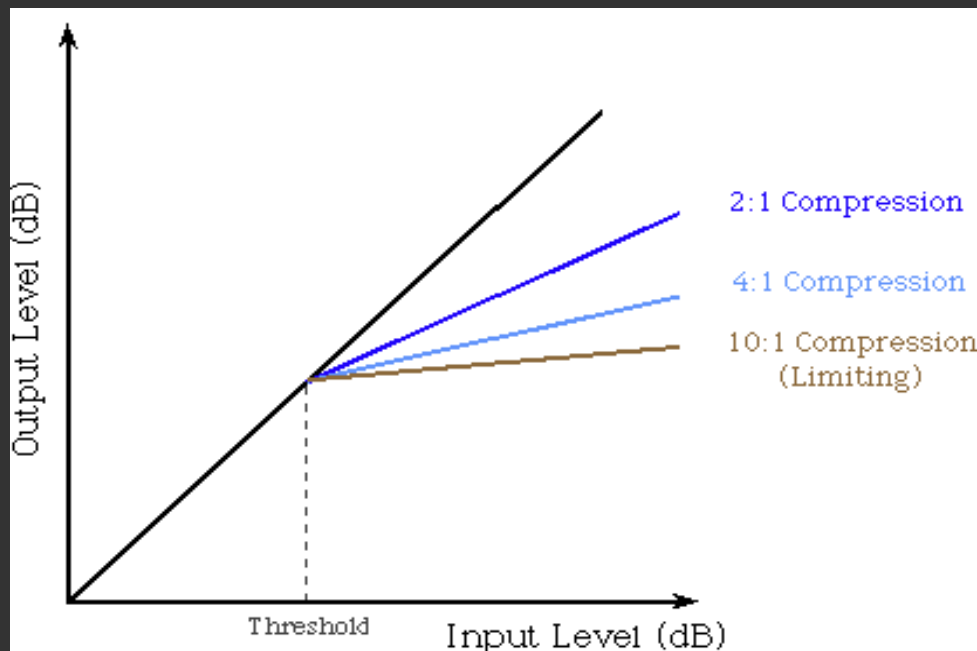
# Inne efekty

---

- Modulator kołowy (*Ring modulator*) wprowadza efekt silnie nieharmonicznego sygnału, poprzez wymnożenie sygnału przez sinus o regulowanej częstotliwości.
- Decymator (*Decimator, Bit Crusher*) „obcina” rozdzielczość bitową (usuwa najmniej znaczące bity), dając zniekształcone cyfrowe brzmienie, symulujące np. ośmiobitowe układy dźwiękowe.
  - Parametr *sample rate* ustawia częstotliwość próbkowania (wprowadza aliasing widma).
  - Parametr *depth* ustawia rozdzielczość bitową.

# Kompresor

- Kompresor (*compressor*) powoduje łagodne stłumienie wyższych poziomów dźwięku.
- Parametr *level* ustawia położenie „kolana”.
- Parametr *depth* ustawia nachylenie odcinka kompresji.
- Parametr *attack time* ustawia czas reakcji kompresora.



# Equalizer i panning

---

*Panning* – ustawia panoramowanie dźwięku w sygnale stereofonicznym.

- L/R – ustawienie proporcji kanałów,
- może być modulowane przez LFO.

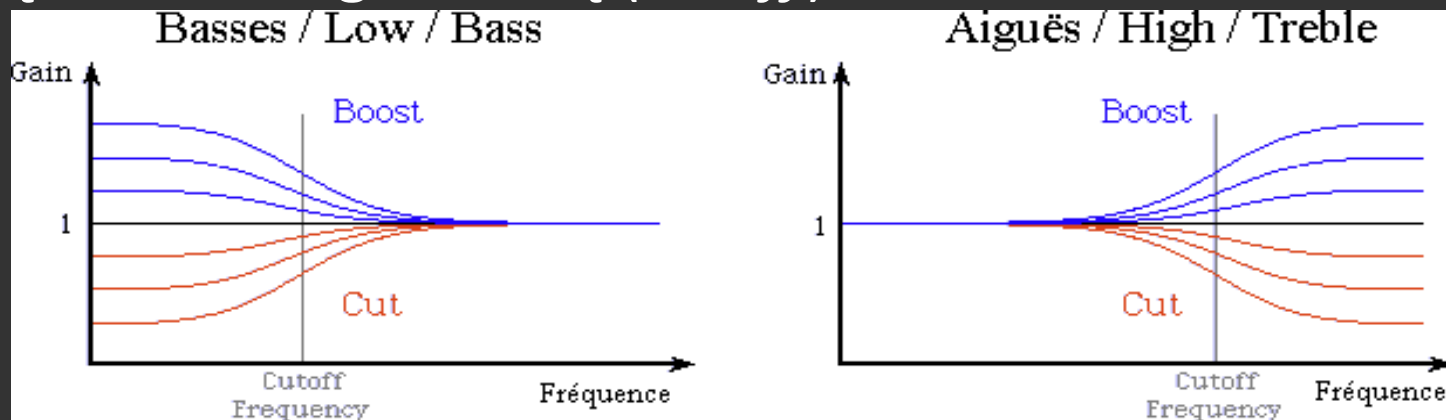
*Equalizer* – filtr pasmowo-przepustowy nakładany na sygnał wyjściowy. Parametry:

- *frequency* – częstotliwość środkowa,
- *Q* – szerokość pasma przepustowego,
- *level* – wielkość podbicia lub stłumienia.

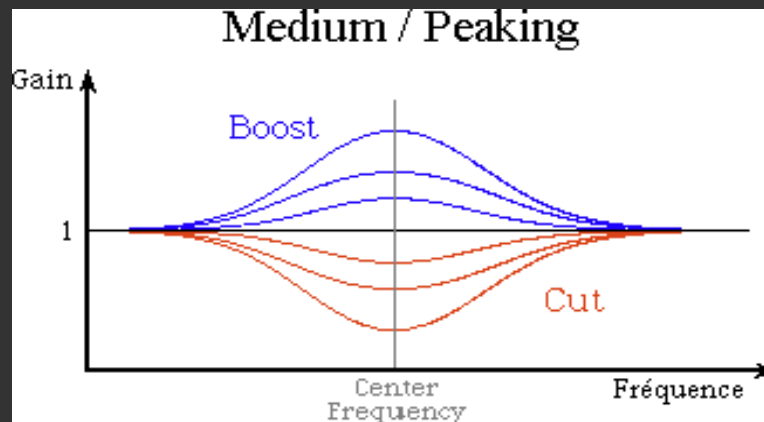
# Equalizer tonalny

Typ equalizera często stosowany w EIM, posiada dwa filtry.

- Pierwszy działa jak filtr DP lub HP. Parametr *tone* ustawia częstotliwość graniczną (*cutoff*).



- Drugi filtr jest BP. Parametr *frequency* ustawia częstotliwość środkową.



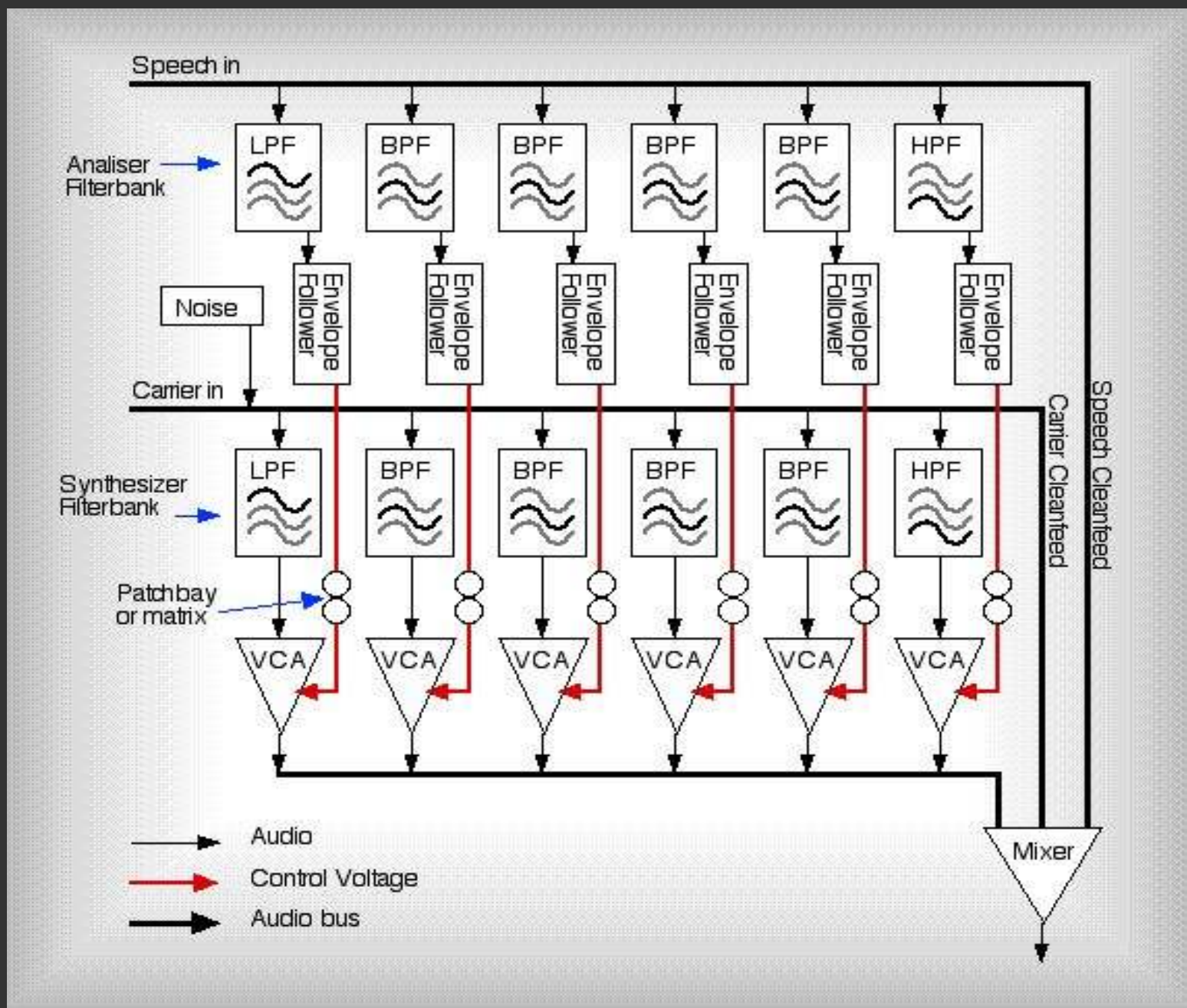
# Wokoder (*Vocoder*)

---

Wokoder – ang. *vocoder* (*voice coder*)

- Sygnał jest analizowany w pasmach częstotliwości.
- W każdym paśmie wyznaczana jest obwiednia amplitudowa (zmiany głośności).
- Parametry te są następnie nakładane na inny sygnał, nazywany sygnałem nośnym (*carrier*).
- Typowe zastosowanie:
  - wydobywanie parametrów ze śpiewu wokalisty,
  - nałożenie parametrów na sygnał z syntezy,
  - powstaje efekt nazywany „głosem robota” albo „śpiewającym syntezatorem”.

# Schemat wokodera





# Literatura

---

- Z. Nikolic: *Synth 1 – Unofficial User Manual*.  
<https://sound.eti.pg.gda.pl/student/eim/doc/Synth1.pdf>
- *Les Effets de la Guitare*. <http://renaud.battle.free.fr/index19.htm>
- J. Reiss: *Flanging and Phasing. Digital Audio Effects Tutorial*.  
<https://www.eecs.qmul.ac.uk/~josh/documents/DAFXTutorial.pdf>
- J.O. Smith: *Physical Audio Signal Processing for Virtual Musical Instruments and Audio Effects*. <https://ccrma.stanford.edu/~jos/pasp/>