

**TRA**

# **PROJEKT - EFEKT REVERB**

**ERYK MROCZKO**

**Spis treści:**

- 1. Etap I - Dokumentacja wstępna**
- 2. Etap II - Dokumentacja algorytmiczna**

2020

# 1. Etap I - Dokumentacja wstępna

Pogłos jest jednym z najważniejszych efektów modulacyjnych w całej muzyce. Jest używany do symulowania akustyki różnych przestrzeni oraz pomieszczeń.

Samo zjawisko można podzielić na trzy fazy:

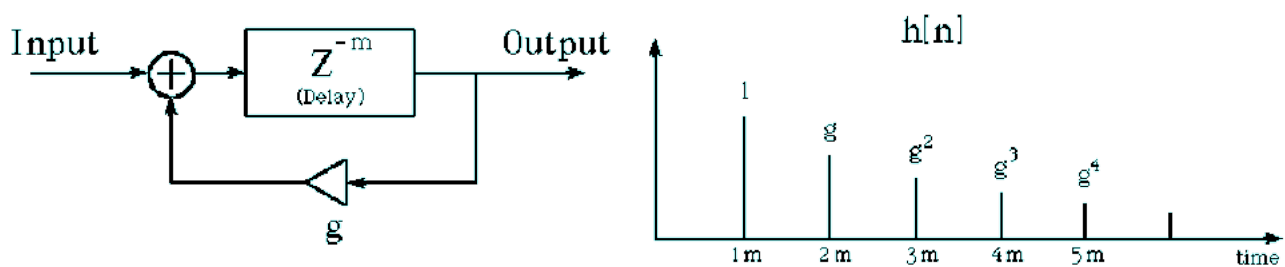
do słuchacza dociera dźwięk bezpośredni (Direct sound);

do słuchacza docierają czoła fal po pierwszym odbiciu (Early reflections);

wtórne odbicia nie rozróżnialne dla ucha-pogłos właściwy (Multiple reflections).

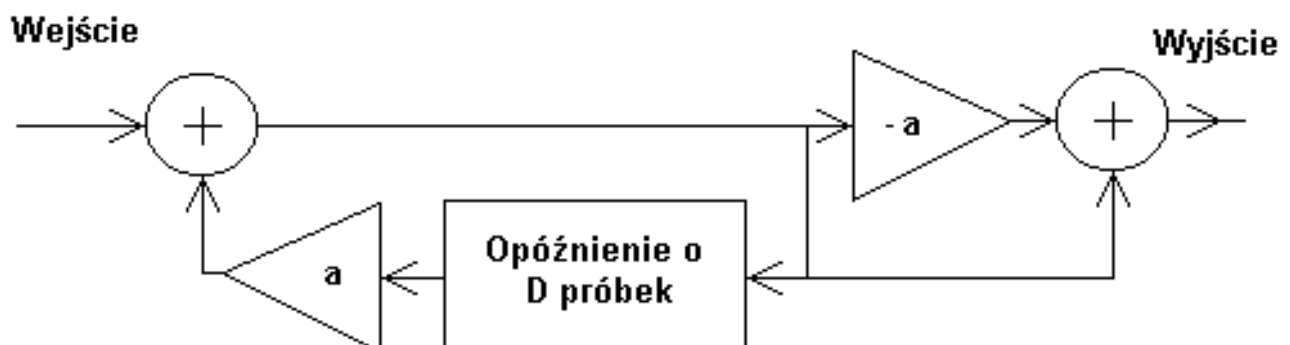
Realizacja algorytmu realizująca pogłos składa się z kilku do kilkunastu filtrów używanych do wykonania echa, z tym że czasy opóźnienia są krótsze.

Wczesna implementacja efektu pogłosu za pomocą filtru cyfrowego IIR (filtr grzebieniowy), powoduje zniekształcenia barwy dźwięku i charakteryzuje się stałymi odstępami między odbiciami. (U mnie będzie ich kilka z różnymi opóźnieniami grupowymi)



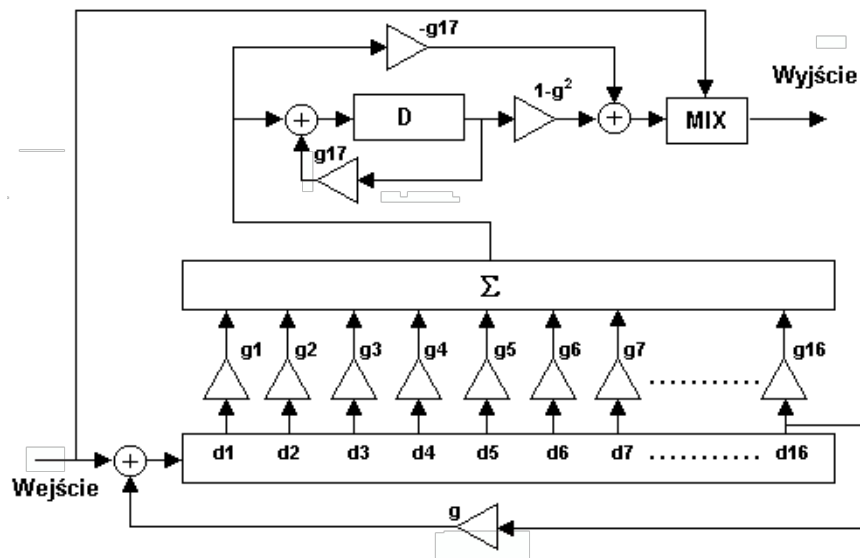
Wprowadza się też nowy rodzaj filtru - filtr wszechprzepustowy. Ten filtr działa tak jak zwykłe echo z tą różnicą, że moduł widma amplitudowego jest funkcją stałą - unikamy w ten sposób zmiany barwy dźwięku.

## Filtr wszechprzepustowy

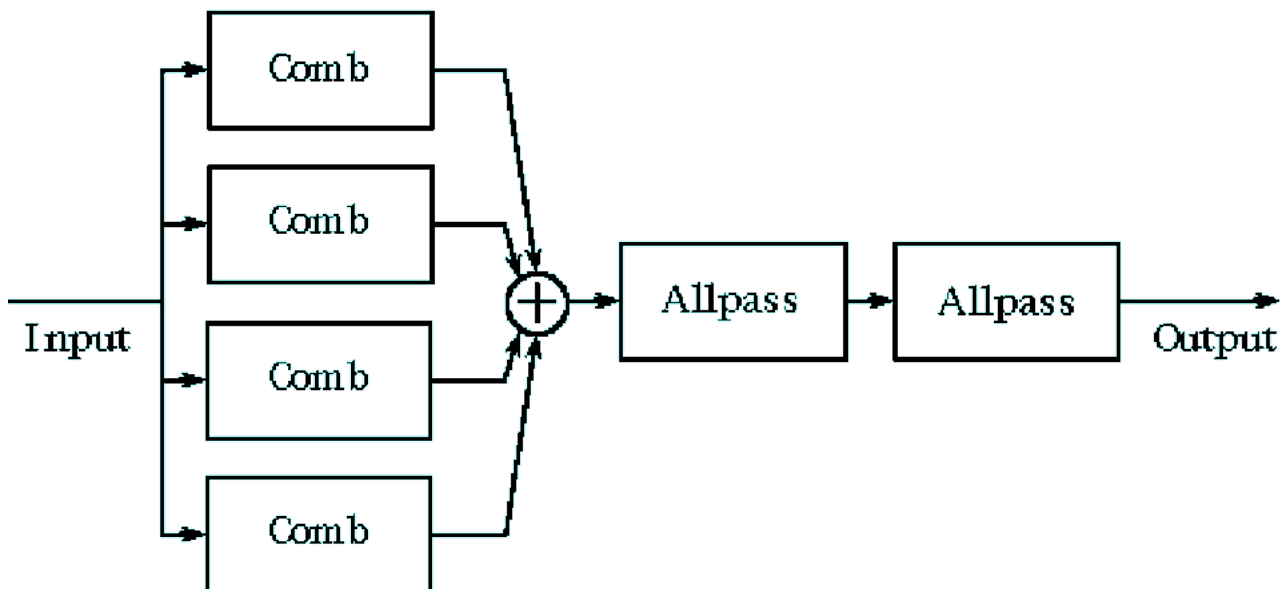


Pogłos jest algorytmem złożonym zatem istnieje wiele wariantów rozwiązań. Przytoczony wariant jest algorytmem Schroeder'a.

### Schemat algorytmu pogłosu Schroeder'a



Inny wariant algorytmu Schroeder'a zakłada równoległe połączenie filtrów grzebieniowych, kaskadowe połączenie filtrów wszechprzepustowych oraz zmienne odstępy między odbiciami i prawdopodobnie coś takiego postaram się wykonać:

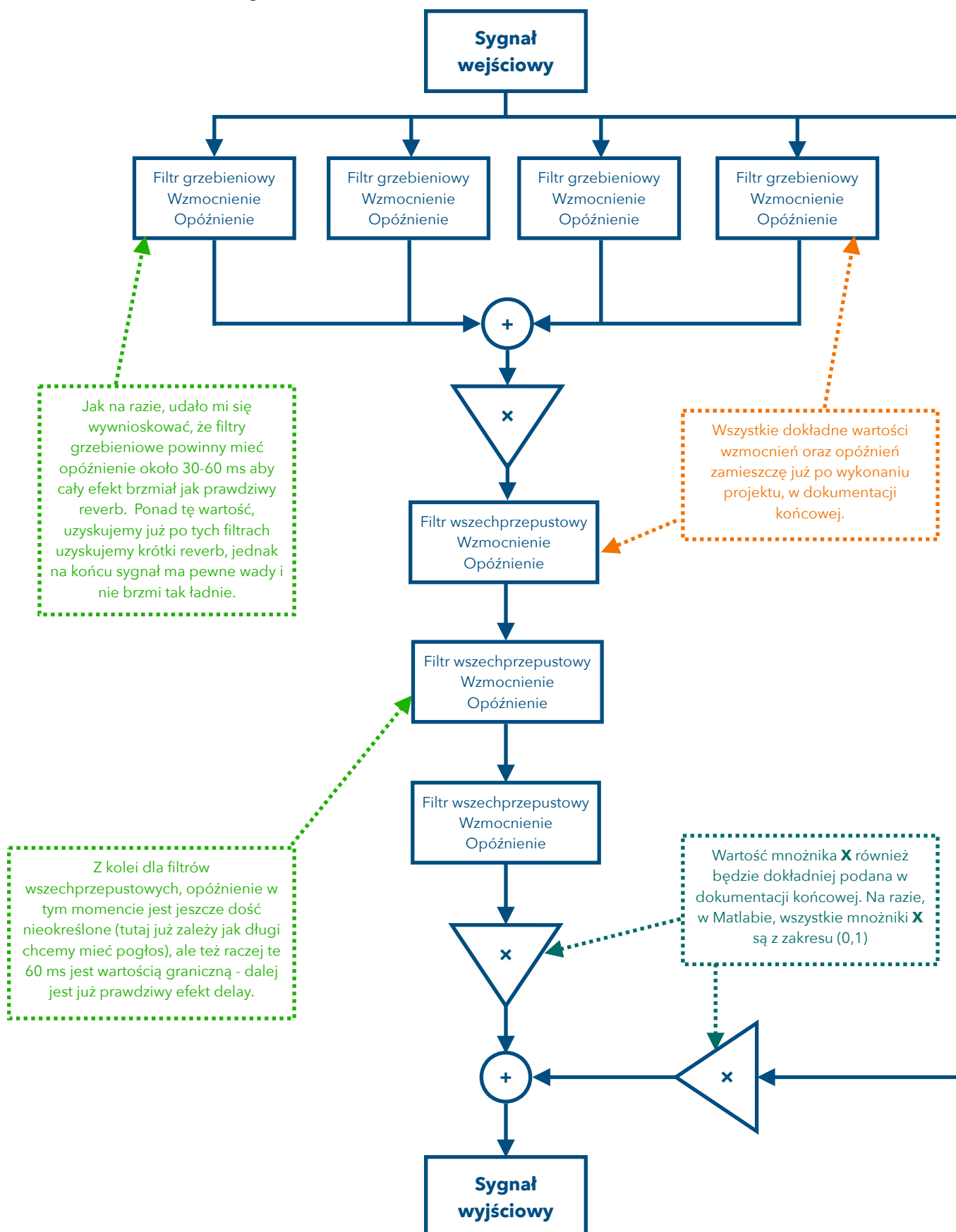


Najpierw postaram się wykonać projekt w Matlabie, kiedy to się uda przeniosę projekt na realizację sprzętową na STM32.

## 2. Etap II - Dokumentacja algorytmiczna

Do wykonania projektu wykorzystam **algorytm Schroedera**.

### Schemat blokowy:



## Opis algorytmu:

Pierwszy etap algorytmu składa się z czterech, równolegle połączonych, filtrów grzebieniowych. Każdy z nich, ma inne opóźnienie oraz wzmocnienie. Następnie, sumowane są sygnały wyjściowe z tych filtrów i przemnożone przez pewien współczynnik z zakresu  $(0,1)$  aby zredukować amplitudę tego zsumowanego sygnału wyjściowego z wszystkich 4 filtrów. Kolejnymi etapami są 3 szeregowo podłączone filtry wszechprzepustowe. Każdy z nich, również ma swoje wzmocnienie oraz opóźnienie. Sygnał, po przejściu przez każdy z nich ponownie jest mnożony przez pewien współczynnik z zakresu  $(0,1)$ , w tym samym celu co poprzednio. Następnie, sygnał jest sumowany z oryginalnym sygnałem, również przemnożonym w celu zmniejszenia amplitudy. Zsumowany sygnał Wet i Dry jest naszym reverbem.

## Dlaczego taki algorytm?

Wybrałem algorytm Schroedera, dlatego że jest bardzo znanym algorytmem, oraz najbardziej podstawowym, a jednocześnie pozwala uzyskać zadowalające brzmienie pogłosu. Jest to jednak jednak dość prymitywna metoda w porównaniu do nowoczesnych metod kreacji pogłosu np. przez używanie odpowiedzi impulsowej pomieszczenia (wystarczy kłaśnięcie, stuknięcie czegoś w pokoju) i jej splotu z sygnałem wejściowym.

## Jak działa ten układ?

Ogółem, pogłos jest złożeniem wielu odbitych składowych dźwięku, od różnych np. ścian, i w różnym tempie, o różnym kącie uderzenia itd. Generalnie, najpierw dolatuje do nas dźwięk pierwszych odbić, a później dołączają do tego dźwięki odbijające się już po raz któryś.

## Filtry grzebieniowe

W moim układzie, za te pierwsze odbicia odpowiada równoległe połączenie 4 filtrów rekursywnych grzebieniowych. Filtr grzebieniowy w najprostszym ujęciu jest to sieć symulująca opóźnienie, sygnału wejściowego o daną jednostkę czasu. Imitują one nam te ściany, wybieramy zatem jak mocny dźwięk ma do nas „powrócić” oraz z jakim opóźnieniem (czyli, jak daleko mają być te ściany od siebie).

Połączone równoległe, dają bardzo krótki reverb, nazwałbym go „room”, albo „chamber”, dlatego spełnia swoje zadanie - pierwsze odbicia od obiektów.

## Filtry wszechprzepustowe

Za kolejne odbicia oraz wrażenie wielkości pomieszczenia odpowiada szeregowo połączenie filtrów wszechprzepustowych, które są dość nietypowymi filtrami, ponieważ ich charakterystyka amplitudowa jest równa jedności w całym zakresie częstotliwości. Zadaniem tego filtru jest natomiast modyfikacja fazy sygnału, bez wpływu na jego amplitudę. Ogółem, połączenie tych filtrów dodaje do sygnału dużo przestrzeni i „trwania” reverbu.

## Matlab:

Algorytm, który opisuje, udało mi się już wykonać w programie Matlab. Do dokumentacji załączam kod Matlabowski oraz 3 próbki na których można sprawdzić działanie algorytmu.

## Podsumowanie:

Następnym krokiem w tworzeniu projektu, będzie już końcowa implementacja tego algorytmu na płytce STM32F429. Ale już mogę powiedzieć, że projekt bardzo rozszerza moje horyzonty, zwłaszcza, że korzystam z reverbów niemal na codzień - dobrze (dla mnie) wiedzieć jak one działają.