

Modelowanie mechanizmów wytwarzania dźwięków mowy

TON KRTANIOWY (POBUDZENIE DLA GŁOSEK DŹWIĘCZNYCH)

Jest często nazywany formantem F_0 – jego częstotliwość w konsekwencji to parametr F_0 , powstaje jako wynik modulacji strumienia powietrza wypływającego z płuc przez wiązadła głosowe

- wyniki modelowania prowadzą do przybliżenia wartości nachylenia obwiedni widma tonu krtaniowego jako $-6...-12$ dB/oktawę,

- jako przybliżenie przebiegu tonu krtaniowego często stosuje się przebieg piłokształtny, którego obwiednia widma (wszystkie składowe harmoniczne) ma nachylenie -6 dB/oktawę/

Przyjmuje się, że ton krtaniowy to sygnał o częstotliwości podstawowej wynikającej z charakteru głosu mówcy (np. tenor - 120-480 Hz) i o widmie składającym się z wszystkich składowych harmonicznych z obwiednią o nachyleniu od -6 do -12 dB/oktawę

W praktyce widmo tonu krtaniowego nie jest idealnie monotoniczne

POBUDZENIE SZUMOWE

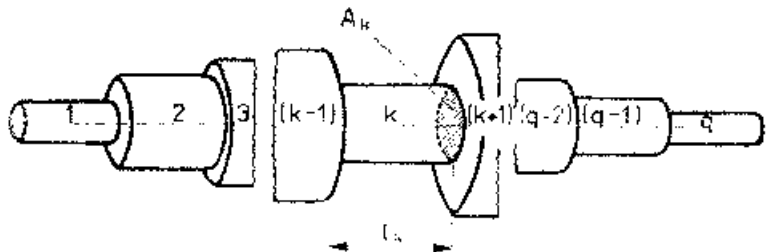
Szумы turbulencyjne - wtórny efekt działania strumienia powietrza fala udarowa (przy nagłym otwarciu drogi przepływu) sama staje się źródłem fal (spółgłoski zwarte)

obwiednia widma - 6 dB/oktawę

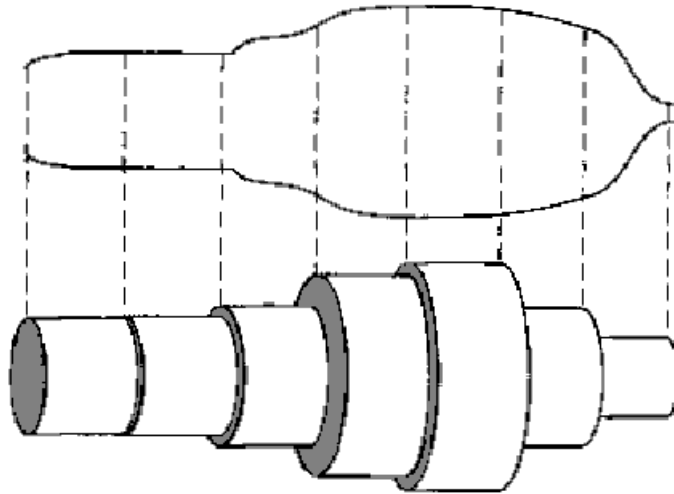
TRAKT GŁOSOWY

Jest modelowany jako układ fragmentów ściętych stożków lub układ walców. W tym pierwszym przypadku powstaje model tubowy, zachowujący ciągłość przekroju, w drugim model cylindryczny. Fakt, że ten drugi model jest łatwiejszy do analizy powoduje jego rozpowszechnienie do różnych symulacji:

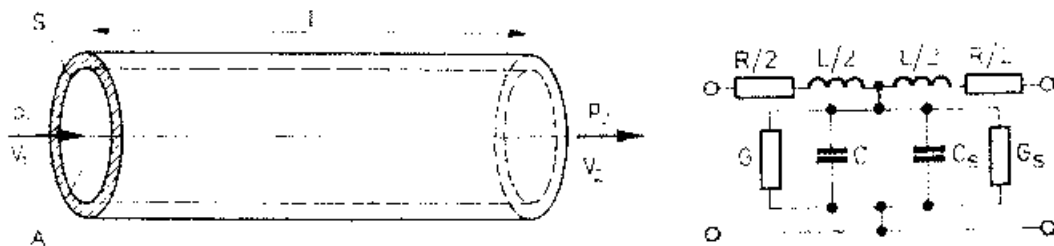
- rezonator Helmholtza (umożliwia modelowanie pojedynczego formantu)
- podwójny rezonator Helmholtza (umożliwia modelowanie dwóch formantów)
- modele złożone z kilku rur zakończonych płaską tarczą kołową (odgroda) imitującą charakterystykę promieniowania ust jako nadajnika dźwięku
- trójparametrowy model Fanta, uwzględniający rozkład biegunów i zer na płaszczyźnie zespolonej i podstawowe trzy parametry: miejsce artykulacji (miejsce największego przewężenia kanału), stopień tego przewężenia (powierzchnia przekroju) oraz kształt otworu wylotowego ust
- model Markela-Graya



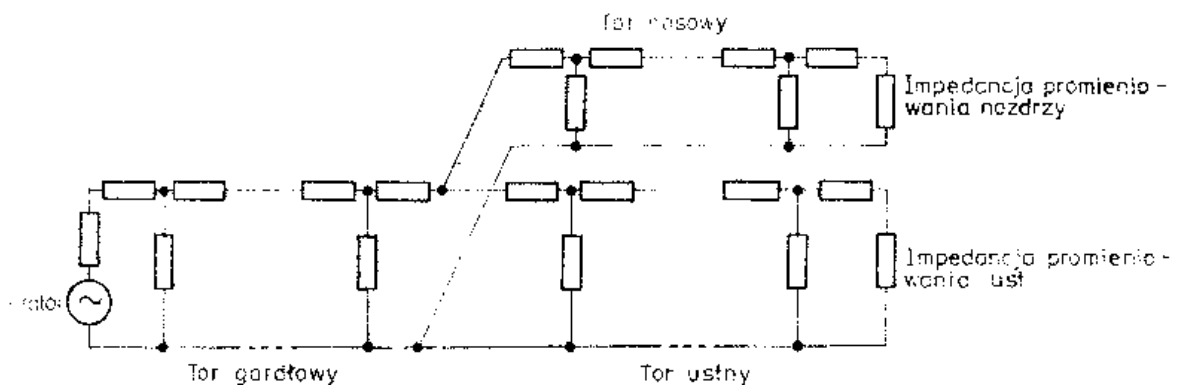
Uproszczony model traktu głosowego (w ogólnym przypadku poszczególne elementy nie są równe)



Model traktu głosowego – fizyczny i cylindryczny



Elementarny fragment modelu traktu głosowego (z lewej strony) i czwórnik elektryczny stosowany jako analogia elementarnego odcinka (z prawej)



Ogólna struktura modelu elektrycznego

Uproszczenia fizycznego modelu cylindrycznego:

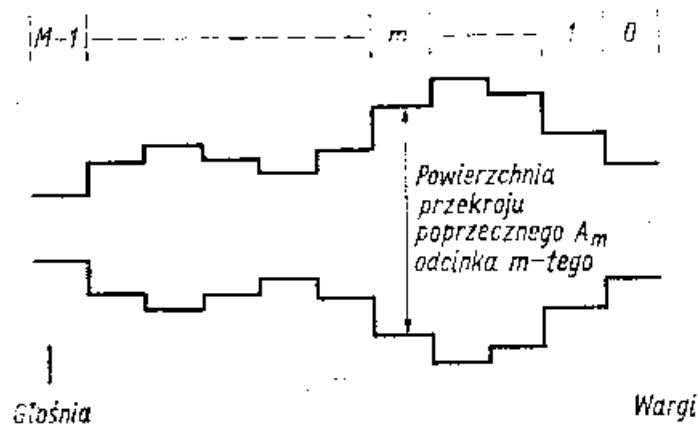
1. niezgodność kształtu przekroju poprzecznego
 2. brak płynności zmian przekroju
 3. nieuwzględnienie elastyczności – sztywności ścianek
- płuca, oskrzela mają niewielki wpływ na sygnał mowy (różnica 2 rzędów wielkości)

główny podział głosek polskich: dźwięczne i bezdźwięczne

częstotliwości własne wnek są bliskie częstotliwościom formantowym

Model Markela-Graya:

- kanał głosowy jest zamodelowany jako kaskadowe połączenie cylindrycznych rur o jednakowej długości
- dźwięk rozchodzi się jako fala płaska, brak strat wewnętrznych i brak sprzężenia pomiędzy kanałem głosowym i głośnią

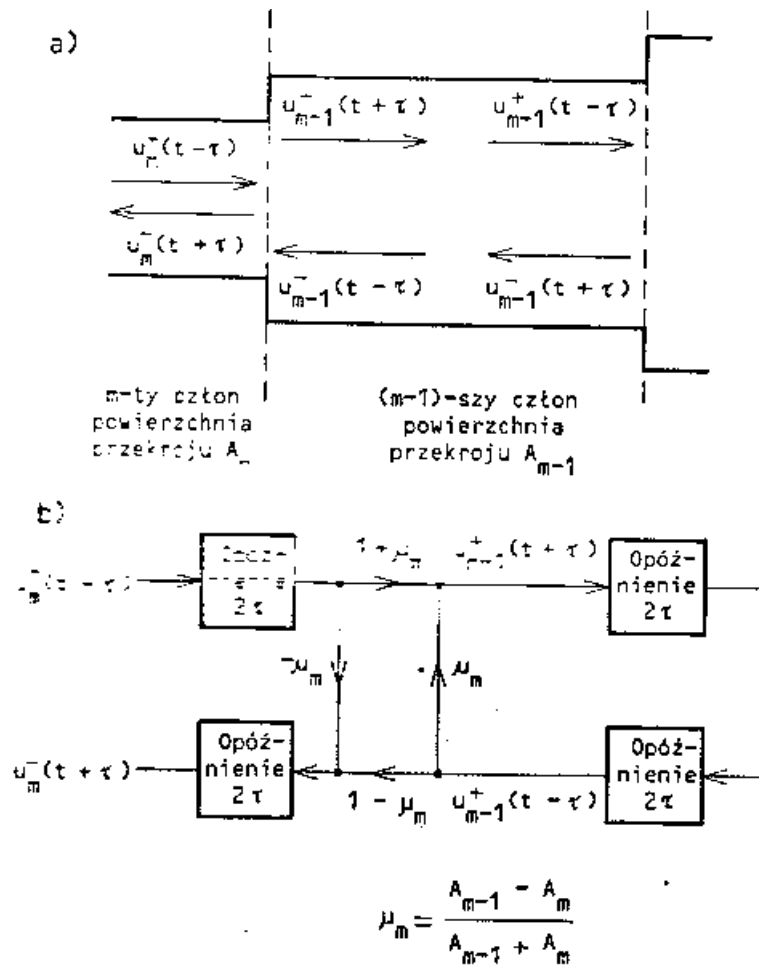


Model konfiguracyjny kanału głosowego jako zbiór kaskadowo połączonych odcinków cylindrycznych o jednakowych długościach i zmieniającym się przekroju

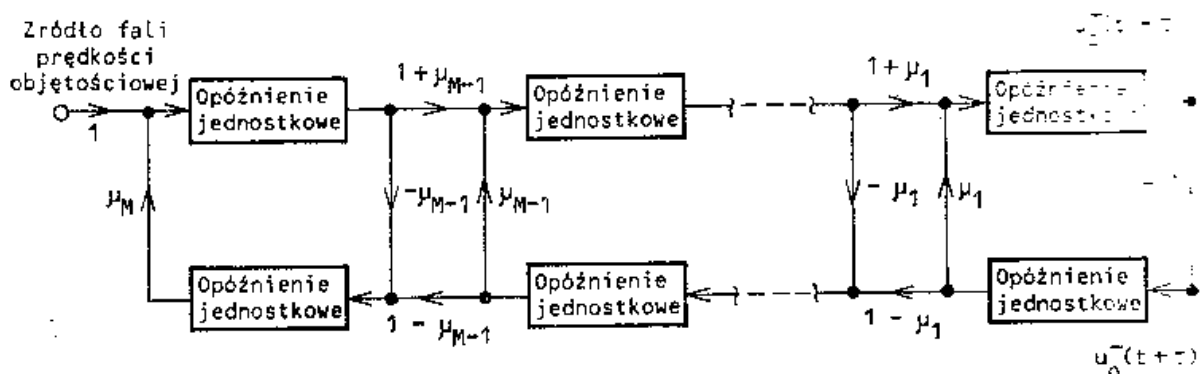
ciśnienie lub prędkość objętościową przedstawia się jako funkcję czasu i położenia wzdłuż osi rury

zachowana jest ciągłość na granicy dwóch członów, co prowadzi do odbicia fal w tym miejscu

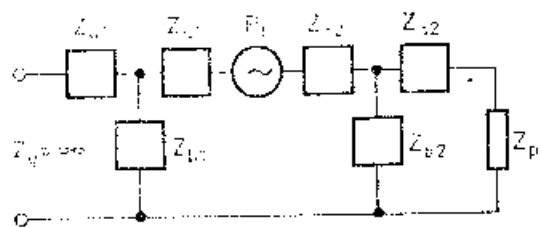
związki pomiędzy tymi falami można przedstawić w postaci grafu przepływowego



Dwa człony rury akustycznej z zaznaczeniem fal prędkości bieżącej i powrotnej (a) i graf przepływu sygnału dla prędkości objętościowej (b)



Liniowy graf przepływu sygnału opisujący zależności pomiędzy falami prędkości bieżącej i powrotnej w całym modelu Markela-Graya



Uproszczony model procesu artykulacji głosek szumowych