

# Lekcja 4

## Temat: *Głośniki i kolumny głośnikowe*

**Głośnik** - przetwornik elektroakustyczny (odbiornik energii elektrycznej) przekształcający prąd elektryczny w falę akustyczną. Idealny głośnik przekształca zmienny prąd elektryczny o odpowiedniej częstotliwości na falę akustyczną proporcjonalnie i liniowo. Rzeczywisty zakres częstotliwości, w którym głośnik wytwarza falę ciśnienia proporcjonalnie do napięcia (z dopuszczalnym odchyleniem) nazywa się pasmem przenoszenia głośnika.

**Historia głośnika** – sięga roku 1898 – membrana poruszana sprężonym powietrzem.

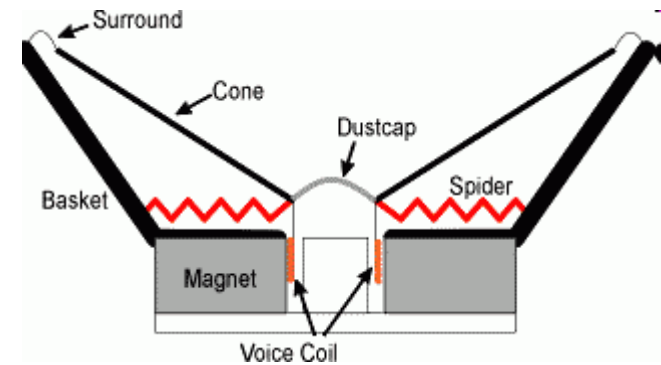
Pierwszy głośnik elektryczny - dictograph, prototyp większości dzisiejszych systemów, został skonstruowany w 1906 roku, przez Millera Reese'a Hutchinsona i Kelly'ego Turnera z Hutchinson Acoustic Co. z Nowego Jorku. Pierwszy raz publicznie użyto elektrycznych głośników we wrześniu 1912 roku,

W roku 1924 dwaj inżynierowie C.W. Rice i E.W. Kellog z firmy General Electric, opracowali konstrukcję (głośnik magnetoelektryczny), która przypomina dzisiejsze modele. Przełom polegał na wykorzystaniu magnezu, ruchomej cewki i membrany.

Pierwsze kolumny, czyli głośniki zamknięte w obudowie opatentowano dopiero w 1958 roku.

## **Podział głośników ze względu na zasadę działania.**

**Magnetoelektryczne (dynamiczne)** - w polu magnetycznym magnesu (rys. magnet) umieszcza się przewodnik (cewkę magnetyczną) (rys. Voice coil), w którym płynie prąd elektryczny. Oddziaływanie magnesu i przewodnika z prądem wywołuje ruch przewodnika, do którego przymocowana jest membrana (rys. cone). Cewka jest połączona sztywno z membraną a całość jest odpowiednio zawieszona (rys. spider i surround), tak aby zapewnić osiowy ruch cewki w szczelinie magnesu bez ocierania się o magnes.



**Elektromagnetyczne** - przepływ prądu o częstotliwości akustycznej powoduje powstanie zmiennego pola magnetycznego. Pole to magnesuje rdzeń ferromagnetyczny połączony z membraną. Przyciąganie i odpychanie rdzenia powoduje drgania membrany.

**Elektrostatyczne** - na naelektryzowaną membranę z cienkiej folii (mającą napyloną warstwę metaliczną z jednej lub dwu stron, bądź będącą elektretem) oddziałują dwie perforowane elektrody, umieszczone z obu stron folii (jedna elektroda ma odwróconą fazę sygnału o 180 stopni w stosunku do drugiej), w ten sposób wywołując drgania folii w takt sygnału.

**Magnetostrykcyjne** - pole magnetyczne wywołuje zmianę wymiarów materiału ferromagnetycznego (zjawisko magnetostrykcyjne). Ze względu na duże częstotliwości drgań własnych elementów ferromagnetycznych, tego typu głośniki stosowane są do otrzymywania ultradźwięków.

**Piezoelektryczne** - pole elektryczne wywołuje zmianę wymiarów materiału piezoelektrycznego, stosowane w głośnikach wysokotonowych i ultradźwiękowych,

**Jonowe (bezmembranowe).**

### **Parametry Thiele'a-Smalla (parametry T-S)**

Są to parametry opisujące zachowanie się głośnika w niskich częstotliwościach. Parametry te służą do obliczania objętości obudowy głośnika.

Podstawowe parametry:

**Fs [Hz]** - częstotliwość rezonansowa (pasmo przenoszenia)

**VAS [l]** - objętość ekwiwalentna

**Qts** - dobroć całkowita (wypadkowa)

Dodatkowe parametry:

**Qms** - dobroć mechaniczna

**Qes** - dobroć elektryczna

### **Parametry elektro-mechaniczne głośnika**

**Mms [kg]** - masa układu drgającego głośnika

**Cms [m/N]** - podatność mechaniczna zawieszonych membrany (górnego i dolnego)

**Rms [kg/s]** - rezystancja mechaniczna (zwana także współczynnikiem strat mechanicznych) jest wielkością określającą straty (spowodowane tarciem wewnętrznym) w zawieszeniach membrany głośnika

**Re [Ohm]** - rezystancję cewki głośnika

**B\*L [T\*m]** - współczynnik siły będący iloczynem indukcji w szczelinie i długości uzwojenia pozostającej w szczelinie

**Le [mH]** - indukcyjność cewki głośnika

**Sd [m<sup>2</sup>]** - czynna powierzchnia membrany

### **Parametry służące analizie zachowania głośnika przy sygnałach o dużej mocy**

**Xmax [mm]** - maksymalne liniowe wychylenie membrany w jedną stronę

**Vd [l]** - wychylenie objętościowe

**Xlim (czasem podawane jako Xmech lub Xdam) [mm]** - wychylenie graniczne membrany w jedną stronę

**Pe [W]** - moc znamionowa głośnika

### **Dodatkowe parametry (przydatne przy konstruowaniu zestawów głośnikowych)**

**Z [Ohm]** - impedancja znamionowa głośnika

**SPL [dB/W/m]** - efektywność głośnika

## **Oznaczanie głośników**

Głośniki oznacza się kodem literowo cyfrowym określającym powyższe parametry:  
Przykładowo Tonsil oznacza głośniki w następujący sposób:

gdn - głośnik dynamiczny niskotonowy

gdm - głośnik dynamiczny średniotonowy

gdmk - głośnik dynamiczny średniotonowy kopułkowy

gdw - głośnik dynamiczny wysokotonowy

gdwk - głośnik dynamiczny wysokotonowy kopułkowy

gdwt - głośnik dynamiczny wysokotonowy tubowy

gds - głośnik dynamiczny szerokopasmowy

gd - głośnik dynamiczny

## **Polaryzacja głośnika**

Polaryzacja głośnika jest umowną formą określenia kierunku przepływu prądu, który spowoduje wzrost ciśnienia powietrza w kierunku roboczym, związane jest to z kierunkiem nawinięcia uzwojenia cewki. Początek cewki jest oznaczany na koszu głośnika (kropka, plus). Dla przetwornika magnetoelektrycznego odpowiada to wypchnięciu cewki z pola magnesu i ruchowi membrany w kierunku pierścienia mocującego głośnik do obudowy.

Polaryzacja głośnika jest istotna przy budowaniu kolumn głośnikowych oraz zestawów nagłaśniających w tym i układów stereofonicznych.

**Zestaw głośnikowy** (kolumna głośnikowa) – zespół głośników umieszczonych w specjalnej obudowie (skrzynce), która pełni funkcję pudła rezonansowego. Zestawy głośnikowe wyposażone są w zwrotnice głośnikowe, dokonujące rozdziału pasma akustycznego na pasma częstotliwości dla poszczególnych głośników.

Zestawy głośnikowe umieszcza się w obudowach **zamkniętych**, bądź **otwartych** z otworem bass-reflex, bądź też w innych rodzajach obudów otwartych jak band pass lub labiryntowych. Zespoły głośnikowe w obudowach zamkniętych charakteryzują się lepszą odpowiedzią impulsową dla małych częstotliwości. Kolumny głośnikowe w obudowach otwartych mają zwykle gorsze charakterystyki impulsowe w zakresie niskich tonów, ale znacznie większą efektywność (która jest bardzo ważnym parametrem charakteryzującym kolumnę, ważniejszym niż ich moc) od obudów zamkniętych.

Istnieją trzy sposoby strojenia obudów bass reflex. Najczęściej spotykana w większości konstrukcji to QB3, gdzie osiąga się dobry kompromis między efektywnością a odpowiedzią impulsową. Strojenie typu SBB4 ma za zadanie zachowanie jak najlepszego impulsu kosztem efektywności 'pracy' otworu. Kolejny rodzaj strojenia polega na uzyskaniu jak największej efektywności, osiągania niższych częstotliwości, kosztem szybkości odpowiedzi, a co za tym idzie kontroli basu – takie rozwiązanie stosuje się zwłaszcza w tanich subwooferach.

Sama konstrukcja obudowy ma bardzo istotny wpływ na jakość brzmienia kolumny. Przy budowie dąży się do wyeliminowania drgań ścianek obudowy, które przez swoje wibracje wytwarzają dodatkowe dźwięki, zakłócające podstawowy sygnał. Wewnątrz stosuje się zwykle wytłumienie, wzmacniające pierścienie, skośne, nierównoległe ścianki itp. Często w obudowach zamkniętych wytłumienie jest dość silne, w obudowach bass refleks materiał tłumiący stosuje się oszczędniej.

Tańsze konstrukcje wykonane są z płyty wiórowej lub MDF, droższe z drewna, bywają też z innych materiałów np. aluminium czy tworzyw sztucznych.

## **Podstawowe parametry**

**Pasma przenoszenia zestawu [Hz]** (w typowych zestawach klasy hi-fi: 50-20 000 Hz ( $\pm 3$  dB), idealne: 20–20 000 Hz tj. pasmo akustyczne). Przy podawaniu częstotliwości granicznych pasma przenoszenia, zwykle umieszcza się informację przy jakim spadku poziomu głośności w dB w stosunku to średniej, następuje pomiar. Ma to istotne znaczenie. Najczęściej stosuje się oznaczenie spadku przy -3dB. Przy założeniu, że przy spadku -3dB dolna częstotliwość graniczna wynosi 60Hz, a przy -6dB może wynosić np. 40Hz.

**Moc znamionowa (sinusoidalna, RMS) [W]** – wartość mocy elektrycznej, którą zestaw może być obciążony w sposób ciągły bez jego uszkodzenia (przegrzania). Różni producenci, różnie traktują tę kwestię (inny czas trwania testu, niewłaściwy dobór częstotliwości do rodzaju głośnika, interpretacja wyników), co prowadzi do tego, że deklarowana moc znamionowa jest przeważnie nieosiągalna, bo dużo wcześniej głośnik zaczyna zniekształcać dźwięk (tzw. przesterowanie, czyli wychylenie membrany poza dopuszczalny zakres). Zamiast sygnałów sinusoidalnych, do badań używa się też różnego rodzaju szumów, co w efekcie może dać większą liczbę (można napisać, że głośnik "ma większą moc"), ale tym bardziej nieosiągalną (bo muzyka nie jest szumem).

**Moc muzyczna (maksymalna, itd.) [W]** – sztuczny parametr nie mający wiele wspólnego z rzeczywistością. Jest to maksymalna moc jaką zestaw może być obciążony przez krótki czas, bez nieodwracalnego zniszczenia. Taka definicja prowadzi do absurdu skracania czasu impulsu podawanego na głośnik(lub kolumnę), co w wyniku daje wielkie liczby (setki i tysiące watów, oznaczane "PMPO").

**Impedancja** [ $\Omega$ ] – Najmniejsza wartość impedancji dla częstotliwości powyżej częstotliwości rezonansu mechanicznego. Impedancja zmienia się więc wraz ze zmianą częstotliwości sygnału. Większość impedancji stanowi rezystancja drutu cewki głośnika. Stąd straty na ciepło i niska sprawność głośników.

**Efektywność** [dB/W] – parametr dużo ważniejszy od mocy. Mówi o natężeniu dźwięku przy danej mocy elektrycznej wydzielanej w głośniku. Głośnik o większej efektywności, przy tej samej mocy zagra głośniej niż inny, mniej efektywny model. Mniej efektywny model głośnika (wynika to z gorszej jakości materiałów i złej konstrukcji) wymaga dostarczenia większej mocy dla uzyskania tego samego efektu.

**Sprawność** [%] – mówi o stosunku dostarczonej mocy elektrycznej do wytworzonej mocy mechanicznej ( $P_e/P_m$ ) i zawiera się w przedziale od 0 do 1. Dla sprawności równej 1 nie ma strat energii. Sprawności wszystkich głośników wynoszą od 0,5 do 2%. Większość mocy jest tracona w postaci ciepła.

**Pojemność obudowy** [l] – wynika z obliczeń i jest dobierana pod konkretne modele głośników oraz założony efekt (kształtowanie pasma przenoszenia, odpowiedź impulsowa).