

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

# Głośniki, zestawy głośnikowe i słuchawki

wykład z przedmiotu: Technologia Studyjna

*opracowanie na podstawie materiałów wykładowych  
autorstwa dr inż. Piotra Suchomskiego*

mgr inż. Adam Kurowski,  
Katedra Systemów Multimedialnych

3 października 2016

## Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

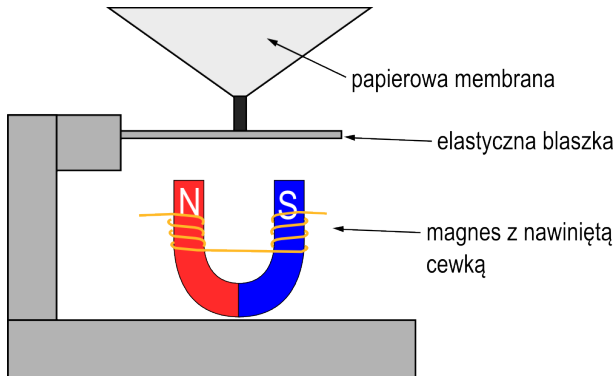
Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

**Głośnik** – przetwornik elektroakustyczny przetwarzający energię **elektryczną na energię fali akustycznej**. Idealny głośnik przekształca zmienne napięcie elektryczne o odpowiedniej częstotliwości na falę akustyczną **proporcjonalnie i liniowo**.

**Elektromagnetyczne** – jedna z pierwszych konstrukcji głośników (w odbiornikach radiowych stosowane do 1940 roku).



Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

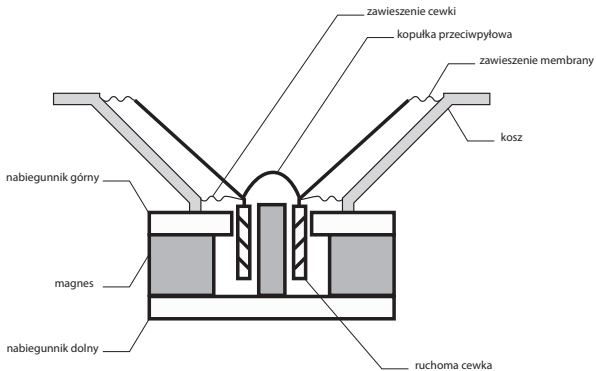
Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

**Magnetoelektryczne (dynamiczne)** – poruszanie membrany za pomocą elektromagnesu – najbardziej popularne rozwiązanie.



Głośnik dynamiczny z membraną stożkową (istnieją także wersje z membraną płaską).

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

Gdy **przez zwoje cewki płynie prąd** o natężeniu  $I$ , to na cewkę i sztywno powiązaną z nią membranę działa siła  $F$ . **Kierunek siły  $F$  jest powiązany z kierunkiem przepływu prądu.** Taki sam ruch jak cewka wykonuje membrana. Ruch membrany do przodu powoduje **zagęszczenie powietrza** przed membraną, a ruch do tyłu powoduje **rozrzedzenie powietrza**. Kolejne zagęszczenia i rozrzedzenia tworzą falę dźwiękową.

$$F = I \cdot (B \cdot l)$$

$B$  – indukcja magnetyczna [T]

$I$  – natężenie prądu w cewce [A]

$l$  – długość przewodu w cewce [m]

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

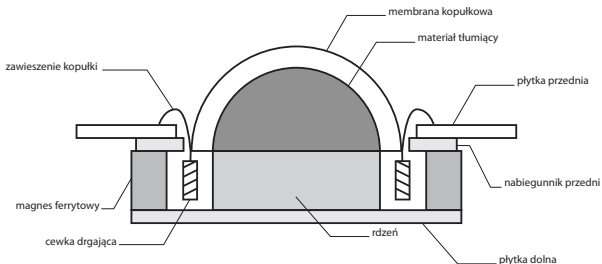
Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

## Magnetoelektryczne (dynamiczne)



Głośnik dynamiczny z membraną kopułkową (najczęściej stosowany jako głośnik wysokotonowy).

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

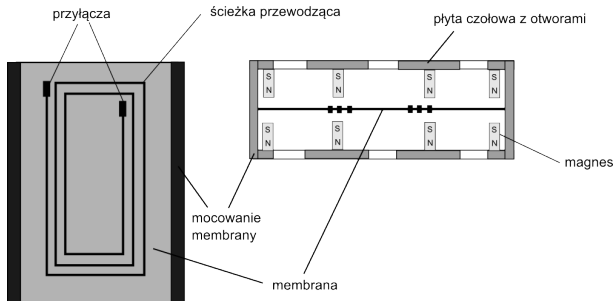
Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

## Izodynamiczny – konstrukcja często spotykana w słuchawkach



źródło: A. Dobrucki, "przetworniki elektroakustyczne", WNT, 2007.

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

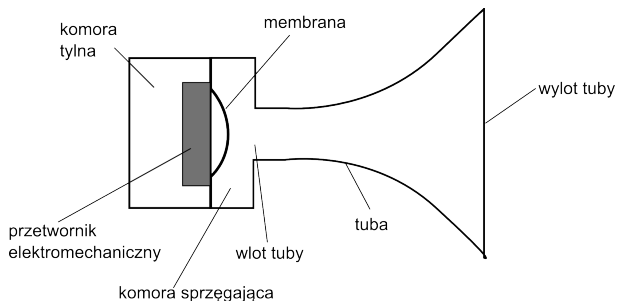
Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

**Tubowy** – zwykle wysokotonowe i średnionowe ze względu na ograniczenie rozmiaru tuby.



źródło: A. Dobrucki, "przetworniki elektroakustyczne", WNT, 2007.



## Tubowy – przykładowy zestaw głośnikowy (JBL PD5200)

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

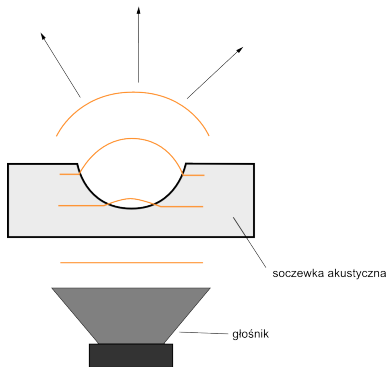
Słuchawki

Symulacja  
komputerowa



źródło: <http://www.jblpro.com/www/products/vintage/vintage-installed-sound/pd5000-series/pd5200>

## Soczewka akustyczna – do poszerzenia wiązki promieniowania.



źródło: J. Krajewski, Głośniki i zestawy głośnikowe, WKŁ, 2008.

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

**Soczewka akustyczna** – przykład, warto zwrócić uwagę na symetryczne ustawienie przetworników średniotonowych po bokach przetworników wysokotonowych (architektura d'Appolito).



źródło: <https://mniec.wordpress.com/2014/12/07/acoustic-lens-wave-lens/>

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

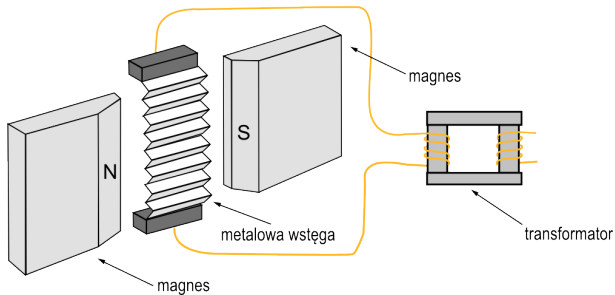
Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

**Wstęgowe** – drganie metalowej wstęgi w polu magnetycznym, możliwość generowania bardzo wysokich częstotliwości (nawet do 50 kHz).



## Wstępowe – przykład aplikacji w monitorze odsłuchowym Adam Audio A7X.

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa



źródło: <http://www.adam-audio.com/en/pro-audio/products/a7x>

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

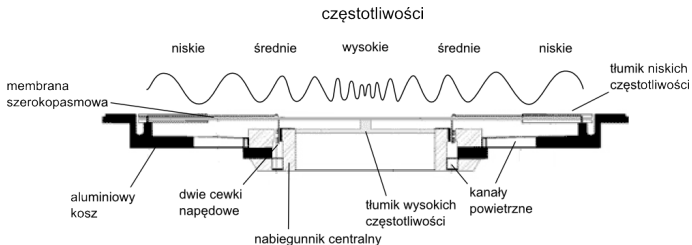
Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

## Mangera – fala bieżąca w miękkiej membranie



źródło: <http://www.manger-audio.co.uk/manger-speakers-tech.htm>

## Mangera – fala bieżąca w miękkiej membranie



źródło: <http://www.tonepublications.com/review/manger-zero-box-109-loudspeaker/>

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

**Koaksjalne** – dwa osadzone koncentrycznie przetworniki (przykład: APS Coax).

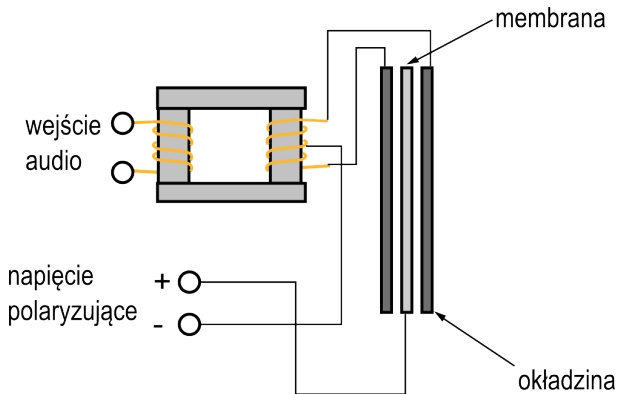
**COAX**



źródło: <http://aps-company.com/pl/produkty/coax>



## Elektrostatyczne – drganie okładek "kondensatora"



Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

## Elektrostatyczne – drganie okładek "kondensatora"

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa



źródło: <http://beststuff.com/audio/martin-logan-electromotion-esl-electrostatic-speaker/>

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

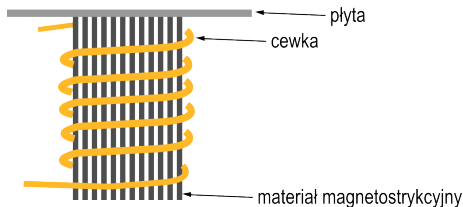
Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

**Magnetostrykcyjne** – zmiana wymiarów ferromagnetyka (zjawisko magnetostrykcyjne) – wytwarzanie ultradźwięków



Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

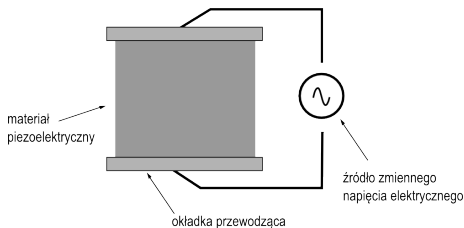
Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

**Piezoelektryczne** – zmiana wymiarów elementu piezoelektrycznego na skutek działania pola elektrycznego (wysokie tony i ultradźwięki)



Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

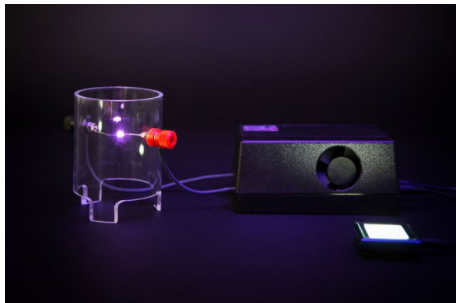
Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

**Jonowe (plazmowe** – zmiana objętości gazu (jonizacja pod wpływem zmian wysokiego napięcia), średnie i wysokie tony, wysokie koszty, wydzielanie ozonu.



źródło: <http://makezine.com/projects/plasma-arc-speaker/>

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

- Superniskotonowe, subwoofery,
- Niskotonowe, woofery,
- Średnionowe,
- Wysokotonowe,
- Szerokopasmowe.

# Klasyfikacja głośników – charakterystyka częstotliwościowa

Definicja

Typy głośników

Obudowy głośnikowe

Obudowy głośnikowe

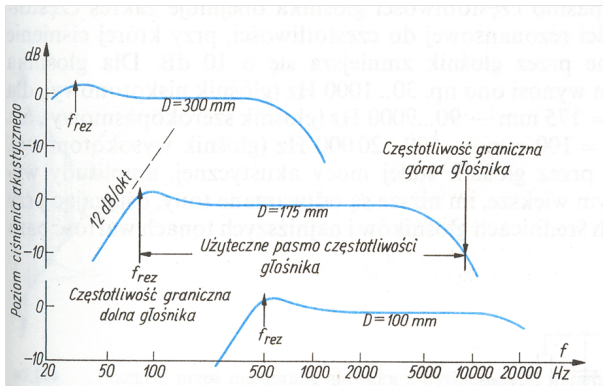
Parametry głośników

Parametry głośników

Typy zestawów głośnikowych

Słuchawki

Symulacja komputerowa



$F_{rez}$  – częstotliwość rezonansowa

$D$  – średnica głośnika

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

Głośnik **bez obudowy promieniuje słabo albo w ogóle** nie promieniuje tonów niskich. Zagęszczanie i rozrzedzanie powietrza jest na tyle wolne, że wzajemnie się znosi. Obudowa powinna zapewnić **zróznicowanie drogi fali dźwiękowej między przednią i tylną ścianą** membrany.

Do budowy obudów wykorzystuje się na ogół **drewno, płyty wiórowe (płyty MDF, HDF)**. Istotną cechą materiału jest duża gęstość oraz masa, ale również musi się charakteryzować dużym tłumieniem wewnętrznym.



Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

Nie mniej istotne znaczenie ma **technika łączenia poszczególnych elementów obudowy** (maksymalna eliminacja niepożądanych rezonansów).

Konstrukcja obudowy powinna **zapobiegać powstawaniu fal stojących** (wprowadzanie nieregularności do budowy bądź materiały tłumiące) (idealny kształt – kula).

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

**Obudowa zamknięta** – **najprostsza** konstrukcja obudowy, **całkowite oddzielenie** strony przedniej od tylnej membrany. Powinna być ciężka i dobrze wytłumiona.



## Yamaha NS10

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa



źródło: <http://www.soundonsound.com/reviews/yamaha-ns10-story>

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

## Auratone 5C



źródło: <http://www.soundonsound.com/reviews/auratone-5c-super-sound-cube>

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

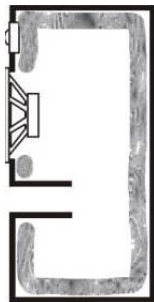
Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

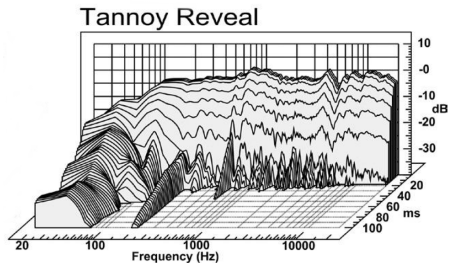
Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

**Obudowa typu bass reflex** – koncepcja wykorzystania fali dźwiękowej powstającej z tyłu membrany (rezonator Helmholtza). Może być otwór **prosty lub tunelowy** otwór rurowy, **umieszczony z tyłu lub z przodu** kolumny. Znacznie korzystniejsze odtwarzanie niskich częstotliwości.



Problemy dotyczą zniekształceń powstających w tunelu (szum powietrza) oraz czasowej odpowiedzi tunelu (tzw. dzwonienia, z j. ang. *ringing*)



źródło: M. Senior, *Mixing secrets for the small studio*, Focal Press, 2011.

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

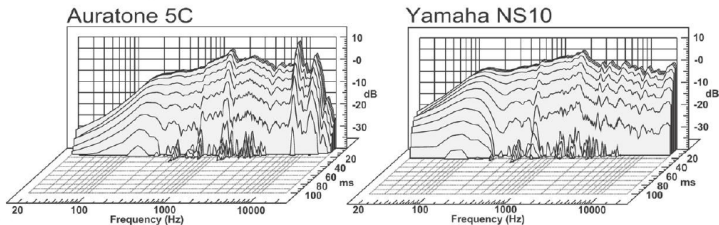
Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

## Porównanie z konstrukcjami zamkniętymi.



źródło: M. Senior, *Mixing secrets for the small studio*, Focal Press, 2011.

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

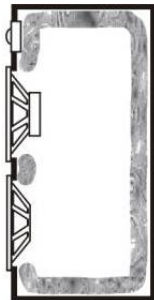
Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

**Obudowa z membraną bierną – eliminuje zabarwienia dźwięku** powstające w otworze/tunelu basrefleks, stosowana gdy głębokość głośnika mniejsza niż wymagana długość tunelu basrefleks.





Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

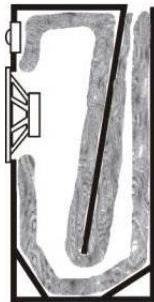
Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

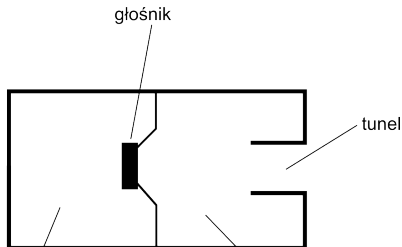
Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

**Obudowa z linią transmisyjną** – obudowa typu **nierezonansowego, dość głośny i głęboki bas**, małe zabarwienia w zakresie średnich tonów. Mimo to porównywalne z basrefleksem przy wyższych kosztach wytworzenia



**Obudowa pasmowoprzepustowa** — stosowana do konstrukcji głośników superniskotonowych (ang. *subwoofers*).



obudowa zamknięta

komora

źródło: A. Dobrucki, "przetworniki elektroakustyczne", WNT, 2007.

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

**Obudowa pasmowoprzepustowa** — przykład, Yamaha HS8S, subwoofer współpracujący z monitorami odsłuchowymi.

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa



źródło: [http://usa.yamaha.com/products/music-production/speakers/hs\\_series/hs8s/](http://usa.yamaha.com/products/music-production/speakers/hs_series/hs8s/)

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

Produkcja głośników **szerokopasmowych jest trudna i droga.**

Aby zapewnić możliwie szerokie pasmo częstotliwości **do jednej obudowy montuje się kilka głośników**, które zróżnicowane są pod względem budowy i rozmiarów, a odpowiadają za odtwarzanie dźwięków w poszczególnych pasmach częstotliwości.

Głośniki **łączone** są za pomocą tzw. **zwrotnic głośnikowych**.

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

**Zwrotnice dzielą szerokie pasmo** sygnału dźwiękowego na podpasma przypisane do poszczególnych głośników.

Zwrotnice mogą być **pasywne (bierna) lub aktywne**.

Zwrotnice aktywne (rzadziej stosowane) dzielą sygnał na podpasma, a następnie za pomocą **oddzielnych wzmacniaczy** mocy wzmacniają dźwięk tuż przed głośnikiem. Zwrotnice **aktywne mogą być cyfrowe lub analogowe**.

Zwrotnice **pasywne** (najczęściej spotykane) dzielą **już wzmacniony** sygnał.

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

**Sprawność głośnika** w obudowie zamkniętej mieści się w zakresie od 0,5% do 2 % (zdecydowana większość energii wypromieniowana jest w postaci ciepła). Konstrukcje estradowe mają sprawność na poziomie ok. 14% a tubowe 20-50%.

**Moc znamionowa** – jest to moc, którą głośnik może być obciążony w sposób ciągły nie powodując uszkodzenia głośnika ani nadmiernych zniekształceń dźwięku.

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

**Moc muzyczna** (należy traktować z dużą rezerwą) – maksymalna moc krótkotrwałego (2s.) tonu o częstotliwości z zakresu od 250 Hz do dolnej częstotliwości granicznej, która nie spowoduje uszkodzenia głośnika ani nie spowoduje zbyt dużych zniekształceń.

**Efektywność** (często jest średni poziom ciśnienia akustycznego) – mierzona w dB określa poziom ciśnienia akustycznego uzyskiwanego w odległości 1 m od głośnika odtwarzającego ton prosty o częstotliwości 1 kHz i mocy 1W. Domowe zestawy głośników mają efektywność na poziomie 90 dB.

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

**Impedancja** – oporność głośnika dla prądu zmiennego. Typowe wartości minimalnych impedancji wynoszą: 4, 6, 8, 16 Ohm.

Należy pamiętać o **dopasowaniu impedancji głośnika do impedancji wyjść wzmacniacza mocy**. Jeśli do wzmacniacza dołączymy głośniki o zbyt małej impedancji można doprowadzić nawet **do przegrzania i/lub spalenia końcówki mocy** wzmacniacza.



Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

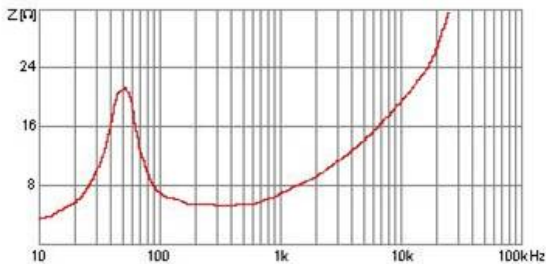
Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

Krzywa impedancji głośnika:



Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

**Monitory sceniczne** — odsłuch dla muzyków na scenie, nagłośnienie małej mocy.



źródło: <http://www.jblpro.com/www/products/portable-market/stx800-series/stx815m>

## Systemy liniowe — nagłośnienie dużej mocy.



źródło: <http://www.qsc.com/systems/products/loudspeakers/concert-line-array-loudspeakers/ila-series/>

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

**Monitory odsłuchowe bliskiego pola** — studia o niedużej powierzchni.



źródło: <http://www.genelec.com/studio-monitors/8000-series-studio-monitors/8040b-studio-monitor>

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

**Monitory odsłuchowe średniego pola** — studia o średniej powierzchni.



źródło: <http://www.adam-audio.com/en/pro-audio/products/a77x>

**Monitory odsłuchowe dalekiego pola** — bardzo duże studia nagraniowe.



źródło: <http://www.adam-audio.com/en/pro-audio/products/s7a-mk2>

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

Do superkierunkowej prezentacji dźwięków słyszalnych można wykorzystać **ultradźwięki**.

Bazując na **zjawisku dudnienia** można generować dźwięki słyszalne, których częstotliwość wynika z **różnicy częstotliwości dwóch ultradźwięków**.

Innym rozwiązaniem jest wykorzystanie **modulacji AM**. W tym przypadku nośną jest sygnał ultradźwiękowy (zwykle o częstotliwości rzędu 40 kHz), natomiast sygnałem modulującym jest słyszalny sygnał dźwiękowy. Na skutek **nie liniowości powietrza** następuje samoczynna demodulacja sygnału.

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

Wykorzystując zjawisko **modulacji i demodulacji oraz fakt silnej kierunkowości ultradźwięków** można transmitować słyszalne dźwięki w ściśle określone miejsce w pomieszczeniu.



# „Superkierunkowe” głośniki

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa



## PRODUCTS



### Audio Spotlight 16" system AS-16

This system is best suited for providing sound to individuals in quiet areas, such as offices, high-end retail, galleries, waiting rooms, or the home.



### Audio Spotlight 24" system AS-24

The larger surface of this version provides an extended listening area, as well as more available power. This makes it better suited to noisier environments, or areas simply needing more coverage, such as museums, trade shows, supermarkets, and many retail environments.

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

# „Superkierunkowe” głośniki

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

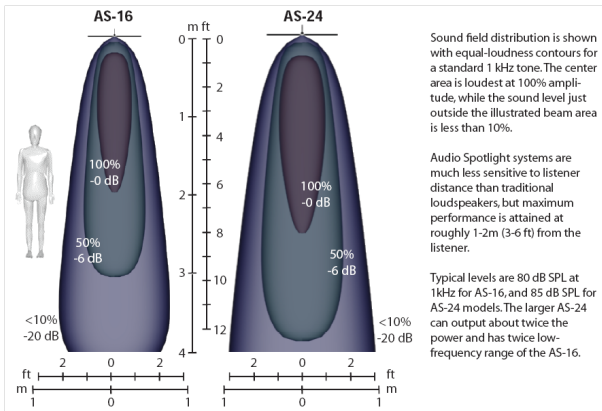
Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa



Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

Zdecydowana **większość** typów słuchawek to **słuchawki dynamiczne**, których działania jest analogiczne do działania głośników dynamicznych.

Ze względu na małą odległość między membraną słuchawki a błoną bębenną **masa elementów drgających jest mała**. Z tego też powodu **na ogół nie ma problemu z uzyskaniem płaskiej charakterystyki przenoszenia** w szerokim zakresie częstotliwości (najlepsze modele mają pasmo 20 Hz do 20 kHz z tolerancją  $\pm 1$  dB).

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

Skuteczność słuchawek podaje się w odniesieniu do 1 mW dostarczonej mocy. Zakres dostępnych skuteczności waha się od 75 dB/mW do 110 dB/mW, a maksymalne dostarczane moce wynoszą 300 mW. Typowa wartość skuteczności to 92 – 100 dB/mW). **Należy zwrócić uwagę, że najmocniejsze słuchawki potrafią wytworzyć poziom powyżej 130 dB, co grozi trwałym uszkodzeniem słuchu.**

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

Ze względu na impedancję:

niskoomowe (8-32 Ohmów) – urządzenia przenośne,

średnioomowe (75-300 Ohmów) – urządzenia o zasilaniu sieciowym (np. domowy sprzęt Hi-Fi),

wysokoomowe (600-2000 Ohmów) – profesjonalny sprzęt studyjny.

W słuchawce o **większej impedancji** przy tym samym napięciu wytwarzana jest **mniejsza moc**.

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

Ze względu na konstrukcję:

**Otwarte** – **nie izolują** dźwięków z zewnątrz, powietrze ma swobodny dostęp do ucha, co poprawia **komfort** słuchania. Nadają się do odsłuchu domowego przy **niskim poziomie hałasu zewnętrznego**.

**Półotwarte** – wprowadzają **niewielkie tłumienie** dźwięków zewnętrznych, mimo wprowadzenie niewielkiego ograniczenia dopływu powietrza do ucha, praca w nich jest **na-dal komfortowa**, nadają się do długotrwałej pracy w studiu i domu przy małym poziomie hałasu zewnętrznego.

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

Ze względu na konstrukcję:

**Zamknięte** – tylna część membrany **całkowicie zamknięta, tłumią dźwięki zewnętrzne nawet o 30 dB**, nadają się do odsłuchu **w czasie nagrań** na żywo (duży poziom dźwięków zewnętrznych), zamknięta konstrukcja powoduje  **dodatkowe rezonanse**, które mogą wprowadzać zafałszowania w charakterystyce przenoszenia.



Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

Bardzo pomocnym narzędziem w projektowaniu zestawów głośnikowych jest **symulacja komputerowa**. Za pomocą **programów komputerowych** bazujących na danych o **geometrii, konstrukcji i materiale** z którego jest zrobiony zestaw głośnikowy możliwe jest przewidzenie sposobu promieniowania fali akustycznej. Do rozwiązania równań modelujących zachowanie głośnika wykorzystywana zwykle jest **metoda elementów brzegowych** (*ang. **Boundary Element Method, BEM***)

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

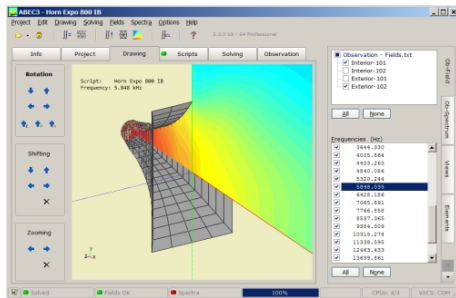
Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

Do przygotowania symulacji konieczne są między innymi takie dane takie jak:

- impedancja akustyczna ośrodka,
- impedancja akustyczna materiału obudowy,
- liczba i częstotliwości podziału zwrotnicy,
- geometria obudowy (np. skan 3D).

## Przykładowy wynik symulacji w programie ABEC3



źródło: <http://www.randteam.de/ABEC3/Index.html>

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

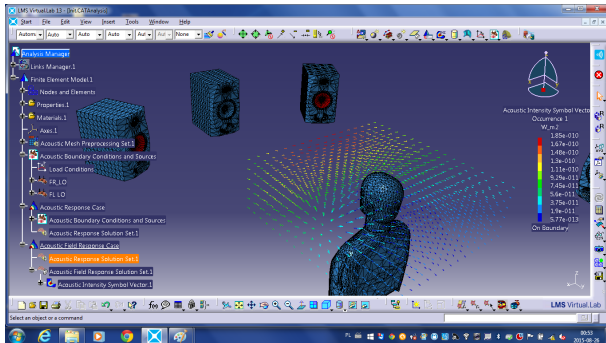
Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

## Przykładowy wynik symulacji w programie LMS Virtual Lab



Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

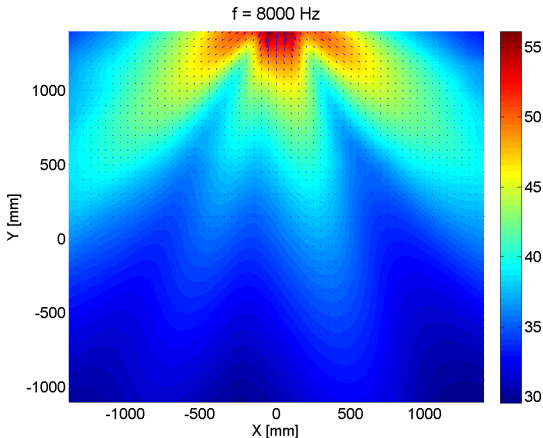
Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

Symulacja rozkładu natężenia dźwięku generowanego przez przetwornik na częstotliwości 8 kHz, przykład 1.



Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

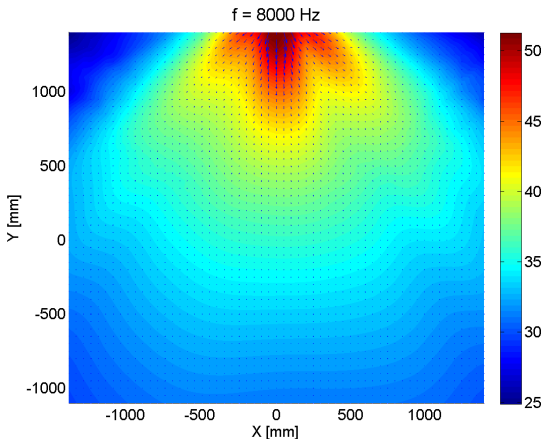
Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

Symulacja rozkładu natężenia dźwięku generowanego przez przetwornik na częstotliwości 8 kHz, przykład 2.



Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

Przykładowe programy i komponenty programistyczne umożliwiające komputerową symulację zestawów głośnikowych:

- Akabak,
- Abec3,
- LMS Virtual Lab,
- skrypty Matlaba takie jak OpenBEM,
- biblioteki jak BEM++ (interfejs w np. C++, czy Pythonie).

Definicja

Typy  
głośników

Obudowy  
głośnikowe

Obudowy  
głośnikowe

Parametry  
głośników

Parametry  
głośników

Typy  
zestawów  
głośnikowych

Słuchawki

Symulacja  
komputerowa

# Dziękuję za uwagę!