

GŁOŚNIKI TUBOWE (1)

Dawniej zapotrzebowanie na głośniki tubowe wiązało się z małą mocą wyjściową ówczesnych wzmacniaczy lampowych, które wymagały systemów głośnikowych o dużej efektywności i wysokim współczynniku sprawności, aby powstało zadowalające natężenie dźwięku.

Konstrukcje firmy Avantgarde Acoustic Lautsprechersysteme

Jedną z firm, która od chwili założenia, tj. od 1992 roku specjalizuje się w wytwarzaniu głośników tubowych wysokiej jakości jest Avantgarde Acoustic Lautsprechersysteme GmbH. Tuby głośnikowe są odlewem ciśnieniowym z kolorowego granulatu ABS.

Odlewnicza forma stalowa, np. dla tuby głośnika niskośredniotonowego, waży ponad 8 ton i zapewnia dokładność

Tuba jako urządzenie do wzmacniania i ukierunkowania dźwięku była znana od zamierzchłych czasów. Wykorzystał ją również, ponad sto lat temu, Emil Berliner w gramofonie mechanicznym.

Kondensatory, cewki i rezystory

Firma szczególnie dużo uwagi poświęca zwrotnicy częstotliwościowej. Przyjęto zasadę konstruowania jej z jak najmniejszej liczby elementów, ale za to o określonej, niezbędnej jakości, np. z bezindukcyjnych kondensatorów.

Zastosowana folia polipropylenowa odznacza się małymi stratami, a jako obudowa – wyróżnioną stabilnością. Dzięki temu nie występują prądy zakłócające wywołane zjawiskiem mikrofonowania. Technika wykonania kondensatorów oraz ich właściwości wpływają na poprawę przestrzenności dźwięku i rozróżniania najsubtelniejszych niuansów brzmienia.

Podobne znaczenie mają cewki. Ich niepożądaną rezystancję można zmniejszyć przez zastosowanie drutu o dużym przekroju lub użycie rdzenia ferrytowego do uzyskania większej indukcyjności, przy tej samej rezystancji. Trzeba jednak pamiętać, że duży prąd przepływający przez cewkę z rdzeniem może spowodować nasycenie się rdzenia, co wprowadza silne zniekształcenia. Z tych przyczyn w filtrach Avantgarde stosuje się cewki powietrzne. Są one z emaliowanego drutu, po nawinięciu lakierowane, co eliminuje efekt mikrofonowania, powstający przy cewkach standardowych. Dochodzi do niego wskutek drgań uzwojeń, przez które przepływa prąd. W wyniku dalszego nakładania się powstałych prądów zakłócających na prądy sygnału, tworzą się nowe, fałszywe informacje. Dźwięk traci na przestrzenności i przezroczystości.

Rezystory są również starannie dobrane. Stosowane są rezystory warstwowe z metalu oksydowanego, które w przeciwieństwie do powszechnie stosowanych rezystorów drutowych, nie wykazują żadnej induk-

Wraz z rozwojem elektroniki, dzięki której wzmacniacze mają coraz większą moc, znaczenie głośników tubowych malało. Ostatnio jednak znów coraz częściej pojawiają się konstrukcje z głośnikami tubowymi. Są to konstrukcje sięgające wyżyn światowego *high-endu*.

wymiarów w odlewu +0,05 mm.

Dzięki takiej precyzji wykonania uzyskuje się dużą powtarzalność odlewów, a więc jednakowe rozchodzenie się fal dźwiękowych we wnętrzu wszystkich egzemplarzy serii. Dlatego nie ma deformacji akustycznej między lewym i prawym kanałem, co tworzy bezbłędną bazę stereo i przestrzenność dźwięku.



cyjności. Warunkuje to uzyskanie optymalnej szybkości narastania impulsów. Żeby osiągnąć idealne zestrojenie zwrotnicy, w zespołach głośnikowych dostraja się je empirycznie. Jest to proces kosztowny i czasochłonny, ale uzyskane brzmienie jest tego warte.

W zestawach stosuje się głównie filtry 1. rzędu, gdyż są one najkorzystniejsze przy przebiegach impulsowych. Niestety, filtry te są mało skuteczne w oddzielaniu od siebie poszczególnych zakresów częstotliwości. Wówczas głośnik wysokotonowy musi pracować jeszcze dwie oktawy poniżej, a głośnik średniotonowy dwie oktawy powyżej częstotliwości podziału. Narzuca to dość trudne wymagania techniczne dla obu głośników.

System CDC

Opracowany przez firmę system CDC (*Controlled Dispersion Characteristic*) eliminuje kłopoty z oddzielaniem zakresów częstotliwości i sprawia, że każdy głośnik pracuje w dokładnie zdefiniowanym pasmie akustycznym. Spadek charakterystyki w pasmie zaporowym wymusza się na drodze akustycznej. Wykorzystuje się przy tym zależność dolnej częstotliwości granicznej głośnika tubowego od wielkości wylotu tuby. Poniżej dolnej częstotliwości granicznej zdolność przenoszenia opada ze słabością 18 dB/okt. W filtrze zwrotnicy nie ma więc szeregowo połączonych cewek, dzięki czemu odpowiedź impulsowa i współczynnik tłumienia są wręcz idealne.

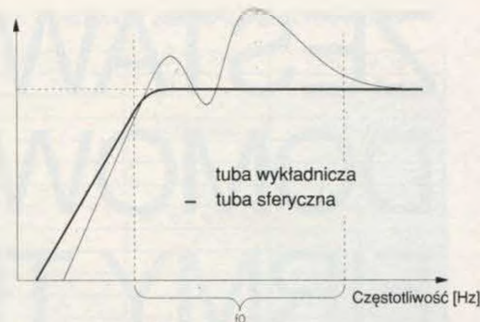
W podobny sposób powstaje górna częstotliwość graniczna. Służy temu komora wyrównawcza umieszczona między membraną a wlotem tuby (rys. 1). Zawarte w komorze powietrze działa jak filtr pasmowo-

ność wypromieniowania wyższych tonów. Wówczas powyżej górnej granicy pasma przenoszenia osiąga się spadek 6 dB/okt. Zatem w pasmie zaporowym wartość z jaką opada charakterystyka jest równa 12 dB/okt. Uzyskuje się to bez elementów pasywnych.

Duży skok cewki zamiast komory ciśnieniowej

Napędy tej firmy odbiegają od rozwiązań spotykanych w tubowej technice profesjonalnego nagłaśniania PA (*Public Adresse*), w której najistotniejsze jest natężenie dźwięku. Dlatego głośniki te są dostrojone na maksymalne ciśnienie akustyczne. Rolę podrzędną gra w nich współczynnik zawartości harmonicznych, który jest najważniejszy w głośnikach klasy *high-end*. Żeby eliminować zniekształcenia nieliniarne zrezygnowano praktycznie ze stosowania w głośnikach średnio- i wysokotonowych sprzęgającej komory. Tylko napęd obsługujący zakres tonów nisko-średnich ma taką komorę, lecz o zmniejszonych rozmiarach. Głośniki uzyskują swoje ciśnienie akustyczne dzięki dużemu liniowemu skokowi cewki.

Najczęściej stosowane są tuby wykładnicze, w których czoło fali transmitowanej jest lekko skrzywione, co powoduje zmiany tonalne podczas odtwarzania. Znaczną poprawę emisji osiąga się stosując tubę sferyczną, która promieniuje falę kulistą i ma bardziej liniowy przebieg charakterystyki częstotliwościowej. W tubach sferycznych zaprojektowanych przez Avantgarda kąt promieniowania jest stały i charakterystyka kierunkowa nie zwęża się wraz ze wzrostem częstotliwości (rys. 2). W pobliżu dolnej częstotli-

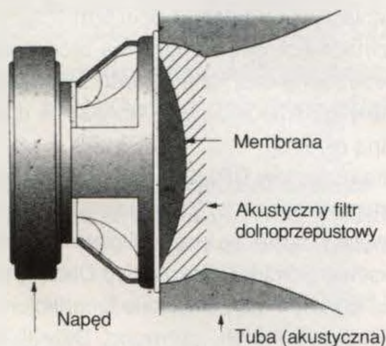


Rys. 3. Charakterystyka częstotliwościowa tuby sferycznej i wykładniczej w obszarze ich dolnej częstotliwości granicznej

W przypadku tuby sferycznej nie ma falistości typowej dla tuby wykładniczej

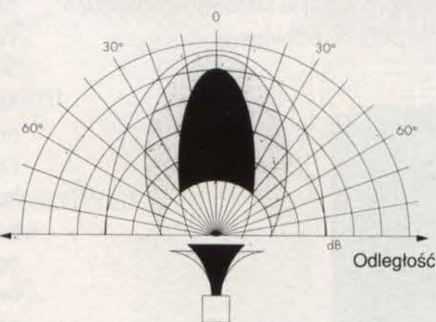
znaczeniu, a mianowicie osiąga zdefiniowaną przestrzenność, identyczną z tą, jaka została zarejestrowana podczas sesji nagraniowej. Innymi słowy reprodukcja w skali 1:1. Słuchając dużej orkiestry lub muzyki rockowej z dominującą perkusją w oryginalnym natężeniu sięgającym 120 dB można mieć wrażenie odbioru na żywo. Konstrukcje firmy Avantgarde budują obraz muzyczny dostarczając 85% dźwięku bezpośredniego i tylko 15% odbitego. Stosunek taki sprawia, że tuby emitujące średnicę i górę brzmia wszędzie jednakowo. Czynniki takie, jak: specyfika budowlana, wielkość i proporcje pomieszczenia, a także ustawienie względem ścian nie burzą jakości dźwięku (rys. 4).

W głośnikach tubowych zakłócenia typu: intermodulacja, współczynnik zawartości harmonicznych i efekt Dopplera są znacznie mniejsze niż w innych typach przetworników, jednak potęguje on zniekształcenia. Na przykład, głośnik dynamiczny o charakterystyce częstotliwościowej z odchyłką $\pm 0,5$ dB to przetwornik o bardzo dobrych pa-



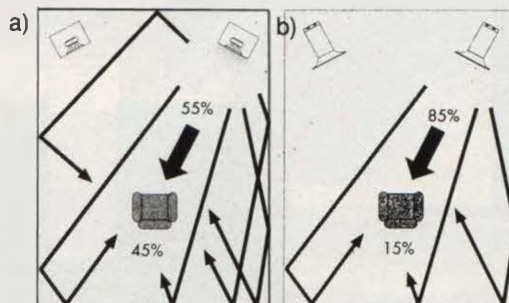
Rys. 1. Przekrój głośnika

Przestrzeń między membraną a wlotem tuby przepuszcza tylko małe częstotliwości i powoduje kontrolowany spadek charakterystyki powyżej zdefiniowanego pasma przenoszenia



Rys. 2. Charakterystyka promieniowania tuby sferycznej i wykładniczej

Tuba wykładnicza promieniuje ze zwiększeniem w kierunku wielkich częstotliwości; kąt promieniowania tuby sferycznej jest stały



Rys. 4. Odbicia fal prowadzące do powstawania fal stojących

a – dla głośników konwencjonalnych; b – dla głośników tubowych

przepustowy i tłumić częstotliwości leżące powyżej rezonansu komory wstępnej z nachyleniem zbocza wynoszącym 6 dB/okt. Ponadto przez odpowiednie ukształtowanie czaszy membrany ogranicza się zdol-

ści granicznej nie występuje w niej zjawisko falistości poziomu, wywołane odbiciami powrotnymi wewnątrz tuby (rys. 3), jak to ma miejsce w tubie sferycznej.

Tuba ma jeszcze jedną zaletę o kapitalnym

rametrach. Po sprzęgnięciu go z tubą staje się jednak bardzo zły. Głośnik tubowy, niby mimoza, nie wybacza żadnego błędu. Fakt ten często umyka wielu z nas.

Andrzej Duszyński

GŁOŚNIKI TUBOWE (2)

Firma Avantgarde Acoustic Lautsprechersysteme ma w swojej ofercie trzy modele zestawów głośnikowych: UNO, DUO i TRIO. Ten ostatni jest wzbogacony o wersję "Classico".

Głośniki średnio- i wysokotonowe są w obudowach z metalowych rur o dość okazałym przekroju. Te z kolei są przykręcone obustronnie śrubami radełkowatymi do pionowych rur mocujących. Ponieważ rury te mają po kilka otworów montażowych, każdy z głośników może być zamontowany na różnych wysokościach. Umożliwia to optymalne wyregulowanie systemu względem słuchacza. Natomiast obudowa subwoofera jest mocowana za pomocą odboi metalowo-gumowych, co zapobiega przenoszeniu się wibracji obudowy basowej poprzez metalową konstrukcję do napędów głośników tubowych. Wydatnie polepsza to odtwarzanie tonów średnich i wysokich, gdyż głośniki je odtwarzające są uwolnione od zewnętrznych drgań pasożytniczych.

Zestaw głośnikowy UNO

Jest to najmniejszy zestaw tubowy (rys. 5) zintegrowany z aktywnym modułem basowym SUB.217BR. Nadaje się do odsłuchu w pomieszczeniach już od 16 m². Wyodrębniona jednostka basowa o obciążeniu bas refleks ma rozmiary 30x55x55 cm. Ścianki obudowy wykonano z płyty MDF grubości 26 mm, co zapewnia dużą sztywność obudowy i minimalne rezonanse. Wewnątrz moduł jest tłumiony poduszkami poliestro-piankowymi. Dwa 8-omowe głośniki niskotonowe średnicy 18 cm połączone równolegle, ze skrzyżowanymi fazami, mogą przenosić dwukrotnie większą moc niż głośnik pojedynczy, przy mniejszych zniekształceniach intermodulacyjnych. Zaletą takiego rozwiązania są kontrolowane przebiegi narastania i gaśnięcia drgań. Głośniki są zamontowane "twarzą w twarz",

pod odpowiednim kątem po obu stronach lejkowatej konstrukcji tunelu bas refleksowego. To nietypowe wyprofilowanie otworu bas refleks umożliwia osiągnięcie większej dynamiki górnego obszaru pasma basowego oraz w sposób płynny zintegrowanie dołu ze średnicą i góry promieniowaną przez tuby. Moduł basowy SUB217BR składa się z aktywnej zwrotnicy i wzmacniacza o mocy 150 W. Do modułu można dołączyć wzmacniacz zintegrowany lub końcówkę mocy. W układzie wejściowego modułu basowego zastosowano profesjonalny transformator audio wielkiej mocy. Dzięki niemu osiąga się galwaniczne oddzielenie subwoofera oraz eliminuje przydźwięk i zakłócenia w sieci. Aktywny subwoofer ma dwa regulatory bezstopniowe do dostrojenia natężenia dźwięku i rozdziału tonów niskich, stosownie do aury akustycznej pomieszczenia odsłuchowego, oraz przełącznik fazy ($\pm 180^\circ$).

Umieszczone nad jednostką basową dwa głośniki tubowe są systemem dwudrożnym. Częstotliwości od 220 do 3500 Hz pokrywa 10-centymetrowy głośnik średniotonowy M1 o średnicy kopułki 6,5 cm, wykonanej z kompozytu kauczuku i żywicy. Specjalne ukształtowanie czaszy membrany umożliwia neutralne fazowo generowanie fal dźwiękowych do tuby SH5702. Bardzo niską dolną częstotliwość graniczną pasma średniego uzyskuje się dzięki dużemu, liniowemu skokowi cewki.

Pasma powyżej 3,5 kHz pokrywa głośnik wysokotonowy H1 z ekstremalnie szerokim pasmem przenoszenia, sięgającym poniżej 1 kHz. Poziom zniekształceń, jakie wnosi ten głośnik, jest niezwykle niski. Superpotężny układ magnetyczny napędu razem z tubą SH1801 ma efektywność przekraczającą 100 dB 1 W/1 m przy bardzo dużej obciążalności.

Zastosowanie systemu CDC stwarza podstawy, aby podział częstotliwości mógł przebiegać skutecznie przy użyciu zwrotnicy pierwszego rzędu. ■



Zestaw głośnikowy UNO

Andrzej Duszyński