

Niezbędnik dla amatorów i profesjonalistów

W głośnikowym żywiolu, część 13

Obudowy bas-refleks, część 5

W kilku poprzednich odcinkach przedstawiliśmy zasadę działania obudowy bas-refleks, a miesiąc temu rozpoczęliśmy opis różnych sposobów wykonania otworów i tuneli. Teraz dokończenie tego tematu i na dokładkę omówienie charakterystyki impedancji właściwej działaniu obudowy bas-refleks.

Położenie otworu

Również z położeniem otworu wiąże się wiele mitów i nieporozumień. Choć nie jest to kwestia zupełnie obojętna dla końcowych rezultatów, to najważniejsze fakty tego dotyczące są najmniej znane.

Zwykle rozważa się podstawowy wybór – czy otwór ma znajdować się na przedniej, czy na tylnej ścianie (rys. 49). Warto zauważyć, że w przybliżeniu po położeniu są stosowane rozwiązania realizujące pierwszą, jak i drugą wersję. To podpowiada, że obydwa rozwiązania są w pełni poprawne, cechy szczególne każdego z nich nie są silnie zaznaczone i nie należy oczekiwać dramatycznych zmian wraz z przeniesieniem otworu z jednej ścianki na drugą. Powszechnie uważa się, że otwory na tylnej ścianie są „niebezpieczniejsze”, gdyż ze względu na mniejszą odległość od znajdującej się za

kolumną ściany pomieszczenia, układowi grozi wzbudzenie. Należy zdać sobie sprawę, że fale promieniowane przez otwór mają długość znacznie większą, niż zazwyczaj wynosi odległość od ścian, więc typowe falowe zjawiska rezonansowe między otworem a tylną ścianą nie powstaną. Ponadto, długie fale niskich częstotliwości są przez otwory o relatywnie bardzo małych wymiarach promieniowane wielokierunkowo, a nie kierowane strumieniem w kierunku tylnej ściany. Zwiększenie ciśnienia niskich częstotliwości poprzez zbliżenie źródła promieniowania i powierzchni odbijających w nieco większym stopniu dotyczyć będzie otworu umieszczonego na tylnej ścianie. Ale uzyskany efekt nie będzie drastyczny ponieważ znajdujący się kilkadziesiąt centymetrów dalej, na przedniej ścianie, otwór bas-refleks promieniujący wielokierunkowo (z tego punktu widzenia) również znajduje się bardzo blisko ściany pomieszczenia za kolumną, gdyż promieniuje fale znacznie dłuższe niż odległość między nim a ścianą. Kompletnym nieporozumieniem jest natomiast podejście, że otwór

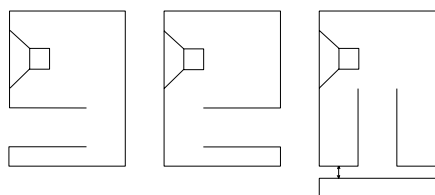
na tylnej ścianie promieniuje w fazie przeciwnej do tej, w jakiej promieniowałby znajdując się na przedniej ścianie. Mówiąc językiem potocznym, układowi bas-refleks jest wszystko jedno, gdzie znajduje się otwór. Faza z jaką promieniuje jest tylko funkcją częstotliwości, przedstawioną w jednym z wcześniejszych odcinków. Owszem, odsunięcie otworu od głośnika zmienia w pewnym stopniu relacje fazowe między nimi, ale w przypadku zespołów głośnikowych o przeciętnych wymiarach zmiana ta nie jest istotna. Ponownie wystarczy porównać odległość między głośnikiem a otworem z długością fali, przy której obydwa źródła efektywnie współpracują (np. ok. 7 m dla 50 Hz) i widać, że dodatkowe przesunięcie fazowe będzie w zasadzie pomijalne.

Zaletą zainstalowania otworu na tylnej ścianie jest natomiast ograniczenie słyszalności rezonansów „piszczalkowych”, generowanych w zakresie średnich częstotliwości. Ale i zalet nie przeceniajmy – sędzi się, że częstotliwości średnie są promieniowane już kierunkowo, jednak sposób promieniowania zależy od relacji między długością fali a średnicą jego źródła. Ponieważ otwory bas-refleks mają zwykle średnicę niewielką (mniejszą od głośników nisko-średnio-

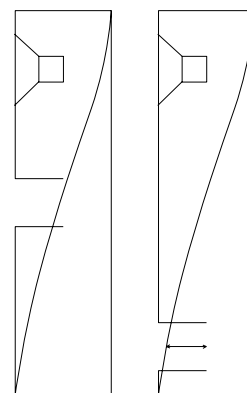
tonowych), więc i rezonanse częstotliwości średnich będą z nich dość szeroko rozpraszane i ostatecznie słyszalne również z drugiej strony zespołu głośnikowego.

Okazuje się, że w większości przypadków wybór między przednią a tylną pozycją otworu nie prowadzi do rozwiązania jakichkolwiek problemów, ale też żadnych nie wywołuje. Stąd też pewnie takie „niezdecydowanie” producentów kolumn, w innym przypadku większość poszłaby jednym tropem.

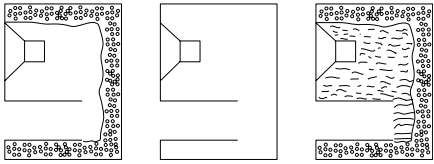
Bardziej kontrowersyjnym i egzotycznym miejscem dla otworu bas-refleks jest dolna ścianka obudowy. Trzeba wówczas przygotować odpowiednio wysokie nóżki dystansujące, aby ciśnienie mogło znaleźć ujście. Jeżeli



Rys. 49. Otwór może być umieszczony wszędzie – w praktyce najczęściej spotykamy go z przodu i z tyłu, czasami na dolnej ścianie – wówczas należy zapewnić duży prześwit między obudową a podłogą (cokołem)



Rys. 50. W samej obudowie powstają fale stojące. Aby były w jak najmniejszym stopniu słyszalne poprzez otwór bas-refleksu, jego koniec powinien znajdować się jak najbliżej najcichszego miejsca obudowy, czyli jej środka. Najbardziej narażone na transmitowanie fal stojących są otwory znajdujące się blisko dolnej lub górnej ścianki



Rys. 52. Typowe wytlumienie obudowy bas-refleks polega na wyłożeniu ścianek 2...3-cm warstwą – gąbki poliuretanowej, wełny mineralnej, itp. Zmniejszanie wytlumienia aż do jego całkowitego braku może poprawić dynamikę basu, ale zagraża wzbudzeniem się silnych fal stojących. Całkowite wytlumienie obudowy (włókniną, watą) zlikwiduje fale stojące, ale i osłabi działanie układu rezonansowego

powierzchnia prześwietu nie jest wyraźnie większa od powierzchni samego otworu, wówczas i powietrze tam się znajdujące może się „przyłączyć” do powietrza w tunelu, co spowoduje zupełnie inne dostrojenie układu rezonansowego. Generalnie, konstrukcje takie należy wykonywać pod kontrolą systemu pomiarowego,

nie żadną wadą. Wydawałoby się, że bliskość podłogi wywołuje te negatywne skutki, jakich obawiamy się przy instalowaniu otworu na tylnej ścianie. Jednak w praktyce tak nie jest, co pośrednio wskazuje, że i otwór na tylnej ścianie nie jest niczym specjalnie groźnym. Jest wszakże jedna różnica – strojąc bas-refleks umiesz-

czony na dolnej ścianie, stroimy go wraz z „podłogą”, warunki akustyczne zostają ustalone. W przypadku otworu z tyłu, pewne zmiany w funkcjonowaniu układu powstają na skutek zbliżenia lub oddalania kolumny od ściany pomieszczenia. Gdybyśmy jednak z góry założyli, że obudowa będzie znajdować się bardzo blisko ściany, wówczas moglibyśmy bezpiecznie założyć z tyłu otwór i dostroić go w takich warunkach.

Tunele są narażone nie tylko na generowanie własnych rezonansów piszczalkowych, ale także na transmitowanie rezonansów wewnętrznych obudowy, czyli fal stojących (rys. 50). Z tego powodu warto starać się, aby wewnętrzny koniec tunelu znajdował się jak najbliżej najcichszego miejsca w obudowie, jakim jest... jej środek (fale stojące mają tam swoje węzły, a najgłośniej

jest w strzałkach). Z tego punktu widzenia najgorszym miejscem są okolice dolnej i górnej ścianki, gdzie jest największe ciśnienie długich fal stojących. Ciekawe jednak, że wielu producentów z upodobaniem właśnie tam lokuje otwory. Za ciekawostkę mogą uchodzić niektóre konstruk-



Fot. 51. Widok jednej z wersji aluminiowej obudowy zestawu głośnikowego firmy Vienna Acoustics

jest w strzałkach). Z tego punktu widzenia najgorszym miejscem są okolice dolnej i górnej ścianki, gdzie jest największe ciśnienie długich fal stojących. Ciekawe jednak, że wielu producentów z upodobaniem właśnie tam lokuje otwory.

Za ciekawostkę mogą uchodzić niektóre konstruk-

ZAKŁAD OBWODÓW Drukowanych

KONO

NOWOCZESNA TECHNOLOGIA

OFERUJEMY

- Produkcję obwodów wielowarstwowych
- Produkcję obwodów dwustronnych z metalizacją otworów
- Produkcję obwodów jednostronnych
- Nakładanie powłoki złota lub niklu metodą chemiczną i galwaniczną
- Nanoszenie pasty grafitowej na pola kontaktowe
- Nakładanie soldermaski metodą kurtynową
- Cynowanie selektywne metodą „Hot Air Leveling”
- Testowanie elektryczne

NOWOŚĆ!
Jako pierwsza firma w Polsce oferujemy automatyczne testowanie maszyną Camtek AOI 2V50. Testowanie AOI wykonujemy bez dodatkowych opłat!

Zakład Obwodów Drukowanych
KONO s.j.
ul. Rolników 185
44-141 Gliwice-Bojków
tel. (0 prefix 32) 2329389
Informacje techniczne wew. 22
Informacje handlowe wew. 21
Marketing wew. 20
fax (0 prefix 32) 2329459
www.kono.com.pl
office@kono.com.pl
marketing@kono.com.pl

www.kono.com.pl

WYSOKIEJ JAKOŚCI OBWODY Drukowane

IGŁY TESTOWE DO KONTROLI PŁYTEK Drukowanych I WIĄZEK KABLOWYCH

SEMICON®

www.qatech.com
www.ptr-messtechnik.de
www.thepeakgroup.com

SEMICON Sp. z o.o.
04-761 Warszawa, ul. Zwolenka 43
tel. (022) 615-64-31, 615-73-71, fax (022) 615-73-75
e-mail: info@semicon.com.pl http://www.semicon.com.pl

cje firmy Vienna Acoustics (np. Schoenberg), w których ze względu na nietypową konstrukcję i kształt obudowy (aluminiowa i bardzo płaska – fot. 8), otwór zlokalizowano z boku.

Wytłumienie

Klasyczne wytłumienie obudowy bas-refleks polega na wyłożeniu samych ścianek ok. 3-cm warstwą wełny mineralnej lub gąbki poliuretanowej. Zabieg ten ma na celu zwalczać fale stojące, nie tłumiąc działania samego układu rezonansowego bas-refleks. W praktyce takie wytłumienie nie jest w pełni skuteczne w przeciwstawianiu się falom stojącym, jeżeli więc ich dokuczliwość jest duża, można zastosować grubszą warstwę materiału absorbującego, a także dodać trochę luźnego materiału bezpośrednio za głośnikiem. Dopóki materiał tłumiący nie znajdzie się w pobliżu otworu, działanie układu rezonansowego będzie efektywne.

Można jednak spotkać rozwiązania ekstremalne. Niektórzy konstruktorzy preferują bardzo skromne wytłumienie obudowy, ponieważ słyszą w takiej sytuacji poprawę dynamiki. Problem fal stojących można próbować rozwiązywać wprowadzając nierównoległość ścianek, co oczywiście jest kłopotliwe i wymaga przygotowania niekonwencjonalnego projektu, a na pewno warto postarać się o „najcichszą” pozycję tunelu, aby tą drogą burza, jaka będzie szalała w środku, nie wydostawała się na zewnątrz.

Na drugim skrajnym są obudowy bardzo silnie wytłumione, gdzie materiał całkowicie wypełniający skrzynkę znajduje się również przy samym wlocie tunelu. Powodem takich działań nie są już tylko fale stojące, ale dążenie do stłumienia samego układu rezonansowego bas-refleks, co jest polecane przy stosowaniu głośników

o bardzo wysokich współczynnikach Q_{ts} (pisaliśmy o tym wcześniej). Natomiast wypełnianie samego tunelu materiałem wytłumiającym jest już rozwiązaniem na tyle drastycznym, że wyłamuje się ono z idei czystego bas-refleksu. Obudowa zaczyna działać jak układ z otworem stratnym, podlegający już odrębnej analizie.

Impedancja

Działanie obudowy bas-refleks powoduje powstanie bardzo szczególnej charakterystyki modułu impedancji. Na charakterystyce impedancji głośnika swobodnie zawieszzonego lub głośnika w obudowie zamkniętej, w zakresie niskich częstotliwości występuje pojedyncze maksimum, lokujące się przy częstotliwości rezonansowej (f_s dla głośnika swobodnie zawieszzonego, f_c dla głośnika w obudowie zamkniętej). W przypadku obudowy z otworem zobaczymy dwa maksima. Minimum między nimi wskazuje z dobrym przybliżeniem na częstotliwość rezonansową obudowy f_b . Pomiar modułu impedancji, który można przeprowadzić przy użyciu nawet dość prostych przyrządów, często służy do sprawdzenia, czy częstotliwość rezonansowa odpowiada założeniom projektowym. Jednak wypada wiedzieć, że najdokładniej na częstotliwość rezonansową wskazuje minimum wychylenia membrany głośnika, o którym to zjawisku pisaliśmy w pierwszym odcinku. Dysponując płynnie przestrajającym generatorem, zjawisko to można uchwycić nawet „na oko”.

Pozycja maksimum względem minimum zależy od wielu czynników. W przypadku, gdy maksima te mają symetryczną pozycję względem minimum i jednakowe wysokości, mamy do czynienia ze strojeniem obudowy dokładnie do częstotliwości rezonansowej głośnika swobodnie zawie-



Razem w świetlaną przyszłość –

RUTRONIK & OSRAM
Opto Semiconductors

OSRAM
Opto Semiconductors

Korzystajcie z partnerstwa RUTRONIK i OSRAM Opto Semiconductors

Interesujące informacje o RUTRONIK:

- Od roku 1999 odnosimy w Europie sukcesy jako dystrybutor firmy OSRAM Opto Semiconductors
- Dostarczamy Państwu szeroką ofertę optoelektroniki

Przetestujcie nas! Oferujemy Państwu:

- Techniczne wsparcie na najwyższym poziomie
- Elastyczne kształtowanie cen
- Najlepsze realizowanie dostaw oraz
- Inteligentne rozwiązania logistyczne, które nie zawiodą w przyszłości



rutronik
consult



rutronik
components



rutronik
logistics



rutronik
support

RUTRONIK Polska Sp. z o.o.
ul. Sądowska 11 · 44244 Żory
Tel. +48 32-475 90 20 · Fax +48 32-475 90 22

ul. Batorego 28-32 · 81-366 Gdynia
Tel. +48 58-783 20 20 · Fax +48 58-783 20 22
rutronik_pl@rutronik.com · www.rutronik.com

committed
to excellence

szonogo ($f_b = f_s$). Teoretycznie, czyli wedle przedstawionych wcześniej modeli, strojenie takie jest charakterystyczne dla modelu SBB4/BB4, który jest rzadko stosowany, ale prawidłowe także dla znacznie popularniejszego modelu QB3 i SC4, gdy Q_{ts} głośnika wynosi ok. 0,4. Gdy dostroimy obudowę poniżej częstotliwości rezonansowej f_s (a wedle modeli QB3/SQB3 i SC4/C4 należy tak czynić z głośnikami o $Q_{ts} > 0,4$), wówczas minimum przesuwa się w stronę niższych częstotliwości, a „dolne” maksimum staje się niższe od „górnego”. I odwrotnie – gdy dostroimy obudowę powyżej f_s (prawidłowe dla $Q_{ts} < 0,4$), wówczas obniża się górne maksimum. Charakterystyka modułu impedancji obudowy bas-refleks może więc zdradzić nie tylko parametry jej strojenia, ale i niektóre parametry samego głośnika.

Poziom w minimum

między wierzchołkami powinien być zbliżony do poziomu w minimum za drugim wierzchołkiem (który służy do określania impedancji znamionowej). Jeżeli minimum między wierzchołkami leży wyraźnie wyżej, mamy do czynienia z silnym wytlumieniem obudowy i jej układu rezonansowego – odbije się to również na charakterystyce głośnika w tym zakresie, odciążenie od wychyleń nie będzie już tak wyraźne. Z kolei obniżenie i zaokrąglenie dolnego maksimum wskazuje na pojawienie się wytlumienia w pobliżu otworu lub w nim samym i jest również efektem niewydolności zbyt małego otworu przy wysokich poziomachysterowania. To naturalne – całkowite zamknięcie otworu spowodowałoby zniknięcie tego dolnego maksimum, jak i automatycznie zniknięcie minimum między maksimumi, górne maksimum lekko

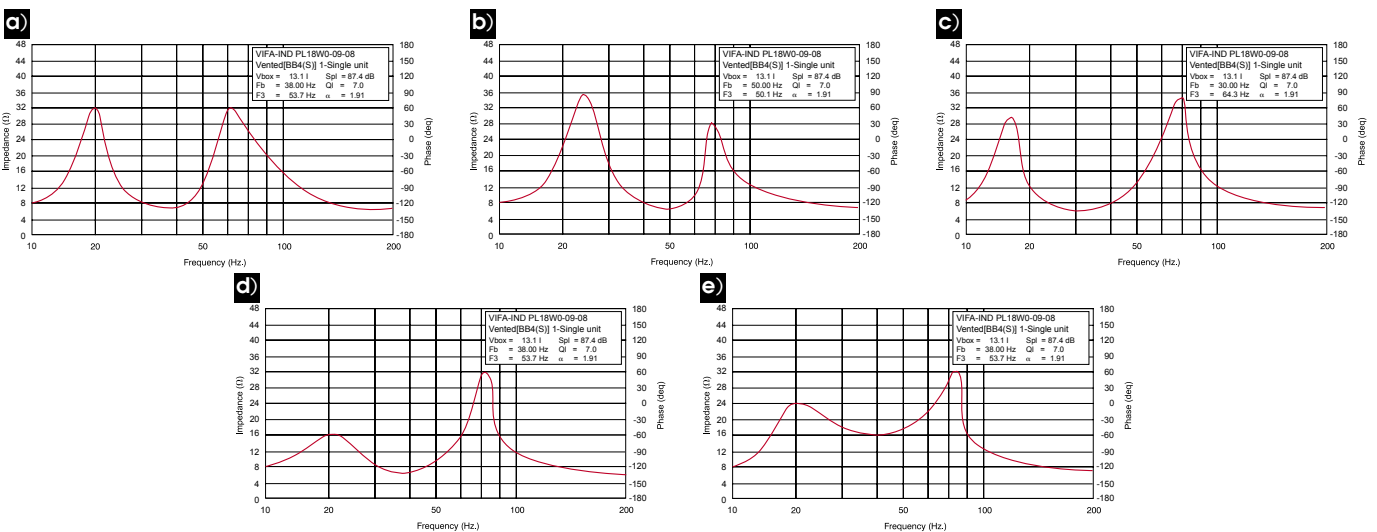
przemieściłoby się w dół skali częstotliwości i reprezentowało rezonans głośnika w obudowie zamkniętej. Również przy bas-refleksie górne maksimum pokazuje częstotliwość rezonansową głośnika w obudowie już po „wylączeniu” się układu rezonansowego i leży niedaleko powyżej częstotliwości f_s , jaka powstałaby po zamknięciu obudowy. Natomiast dolne maksimum powstaje na skutek zadziałania układu rezonansowego składającego się z połączonej masy układu drgającego głośnika wraz z masą powietrza w otworze, i podatności samych zawieszek głośnika, leży więc zawsze poniżej częstotliwości f_s .

Na kształt każdej charakterystyki impedancji (rys. 53) wpływa nie tylko działanie obudowy, ale i filtrów zwrotnicy. Dlatego wszystkie opisane zjawiska dotyczące strojenia i charakterystyczne dla działania bas-refleksu mogą zostać

zmodyfikowane przez działanie filtrów, utrudniając interpretację i wnioskowanie co do działania samego bas-refleksu. Np. czasami spotyka się linearyzację impedancji w zakresie „górnego” wierzchołka, czasami działanie filtru subsonicznego, wywołującego wzrost impedancji w zakresie częstotliwości najniższych, czy działanie takiego filtru dolnoprzepustowego, które powoduje w pewnym zakresie spadek impedancji znacznie poniżej impedancji znamionowej samego głośnika, itd.

Omówiliśmy już wszystkie albo prawie wszystkie zagadnienia teoretyczne, za miesiąc zaczniemy praktyki – z pomocą programów symulacyjnych będziemy przeprowadzać różne strojenia dla różnych głośników i obserwować, jakie otrzymujemy charakterystyki przetwarzania, impulsu, maksymalnej mocy i impedancji.

Andrzej Kisiel



Rys. 53. Cechą charakterystyczną impedancji obudów bas-refleks są dwa wierzchołki w zakresie niskich tonów, minimum między nimi leży w okolicach częstotliwości rezonansowej obudowy:

- a) dwa równej wysokości wierzchołki wskazują na dostrojenie obudowy do częstotliwości rezonansowej głośnika, czyli $f_b = f_s$,
- b) niższy górny wierzchołek wskazuje na dostrojenie obudowy powyżej częstotliwości rezonansowej głośnika, czyli $f_b > f_s$,
- c) niższy dolny wierzchołek wskazuje na dostrojenie obudowy poniżej częstotliwości rezonansowej głośnika, czyli $f_b < f_s$,
- d) niski i spłaszczony dolny wierzchołek wskazuje na wytlumienie w otworze, jego całkowite zamknięcie spowodowałoby zniknięcie tego wierzchołka i powstanie charakterystyki impedancji z jednym wierzchołkiem, charakterystycznym dla obudowy zamkniętej,
- e) poziom w minimum między wierzchołkami wyższy od impedancji znamionowej wskazuje na bardzo silne wytlumienie obudowy.