

## To warto wiedzieć

# Biamping kontra biwiring

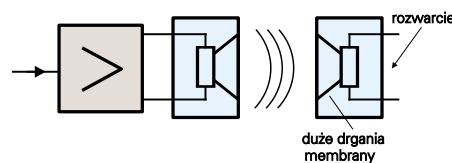
Dywagacje, czy wybrać nagłośnienie aktywne czy pasywne, niezależnie czy profesjonalne, czy do domu, nie jest dyskusją o wyższości świąt Bożego Narodzenia nad Wielkanocnymi. Zaczniemy od parametrów wzmacniacza.

Jednym z tych parametrów, po których poznamy dobry wyrób, jest wysokość współczynnika tłumienia. Jest to liczba określająca, ile razy rezystancja wyjściowa danego wzmacniacza jest mniejsza od nominalnej impedancji obciążenia. Dobre wzmacniacze charakteryzują się wartością tego współczynnika grubo powyżej 100. Aby uzmysłowić wpływ tego parametru, proponuję przeprowadzenie następującego prostego doświadczenia: jeśli macie dwie kolumny, w jednej z nich odłączcie przewody od głośnika basowego. Na drugą kolumnę poprzez wzmacniacz podajcie sygnał o częstotliwości 40-50Hz, kolumny ustawcie blisko, tuż obok siebie. Pokazuje to w uproszczeniu **rysunek 1**. Na pewno zaobserwujecie, że w obu kolumnach membrany będą drgać z prawie taką samą amplitudą. Teraz zewrzyjcie wyprowadzenia niepodłączonego głośnika, po czym powtórzcie doświadczenie, jak pokazuje **rysunek 2**. Zapewne zauważycie, że bierny (zwarty obecnie) głośnik teraz drga z nieporównanie mniejszą amplitudą.

Tak jak zwarte zaciski, tak na głośnik działa wzmacniacz, a właściwie jego rezystancja wyjściowa, minimalizując między innymi wadę głośnika wynikającą z jego częstotliwości rezonansowej. Ilustruje to **rysunek 3**. Wzmacniacz tłumí różne niepotrzebne

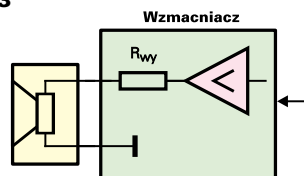
drzania, zapobiegając powstawaniu artefaktów. Czym mniejsza impedancja wyjściowa wzmacniacza, tym lepiej; tym większy ma współczynnik tłumienia (damping factor).

Rys. 1



Rys. 2

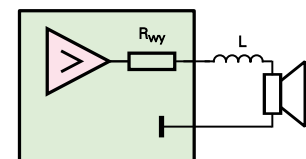
Rys. 3



### Wpływ zwrotnicy

Teraz zajmijmy się zwrotnicami, na początek dolnoprzepustową, która niezależnie, czy zawiera filtry o stromościach 6, 12, czy 18dB/oktawę, wymaga włączenia szeregowo

z głośnikiem indukcyjności o wartości od 5mH do 20mH – patrz **rysunek 4**. W przypadku cewek powietrznych (bez rdzenia), wymaga to od 300 do ok. 900 zwojów drutu, który posiada przecież swoją rezystancję. Taką cewką, w zależności od średnicy użytego drutu, może mieć rezystancję od 0,5Ω do 2Ω, i jest włączona szeregowo do rezystancji wyjściowej wzmacniacza. W takim przypadku na tłumienie głośnika decydujący wpływ ma szkodliwa rezystancja zwrotnicy, a nie znacznie mniejsza oporność wyjściowa wzmacniacza.



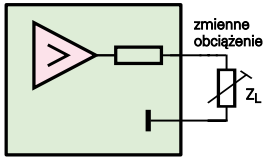
Rys. 4

Jeżeli zwrotnica określa tłumienie głośnika na poziomie od 2 do 16, to nie ma znaczenia, czy wzmacniacz ma współczynnik tłumienia wynoszący tylko 50, czy aż kilka tysięcy!

Tak to wygląda, gdy patrzymy na wzmacniacz od strony głośnika.

Inaczej to wygląda od strony wzmacniacza, gdyż układ zwrotnica + głośnik potrafi zmniejszyć swoją impedancję w zależności od częstotliwości i jakości zwrotnicy. Różnice mogą wynieść od 50% do 200% (lub więcej) impedancji znamionowej. Oporność obciążenia

nie jest stała – zmienia się z częstotliwością – ilustruje to **rysunek 5**. Zmienia się więc także tłumienie głośnika. A w tym przypadku współczynnik tłumienia ma znaczenie, minimalizując zmiany amplitudy sygnału wyjściowego w zależności od parametrów obciążenia.



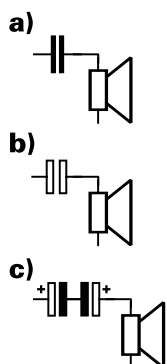
Rys. 5

Należy także pamiętać, że w czasie pracy zmienia się położenie cewki w szczelinie magnesu, co ma wpływ na indukcyjność własną głośnika, a straty mocy podnoszą temperaturę cewki, co nie pozostaje bez wpływu na rezystancję własną głośnika. Te zmieniające się w trakcie pracy głośnika parametry mają stosunkowo niewielki wpływ na pracę ze zwrotnicą 6dB/oct, natomiast przy filtrach 12, i 18dB/oct, gdzie występują pojemności, wpływ tych parametrów wnosi trudne do wyeliminowania dodatkowe czynniki pogarszające emitowany przez ten głośnik dźwięk. Jak więc widać, do wad samego przetwornika, jakim jest głośnik, dodajemy wady zwrotnicy.

Tyle w uproszczeniu o zakresie basów, teraz zajmę się najważniejszym z punktu fizjologii zakresem emitowanego przez zestaw głośnikowy zakresu częstotliwości - środkiem pasma.

Przyjmuje się, że zakres słyszalności ludzkiego ucha zawiera się od ok. 20Hz do około 20000Hz. Jednak nie w całym tym zakresie jednakowo czule słuch ludzki odbiera te dźwięki, preferując zakres od ok. 200Hz do ok. 3500Hz, jest to tzw. zakres najwyższej percepcji, gdzie nasz słuch jest szczególnie wyczulony, wylapując nawet minimalne nieprawidłowości.

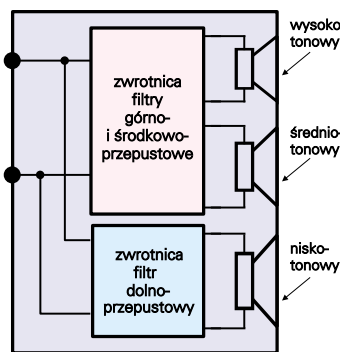
Zwrotnice górno-przepustowe w zakresie 200-400Hz wymagają kondensatorów o dużej pojemności i odpowiednio wysokiej jakości – patrz **rysunek 6a**. Takie podzespoły używane są tylko przez bardzo drogich producentów, spoza zasięgu możliwości finansowych zdecydowanej większości potencjalnych nabywców w naszym kraju. Ta zdecydowana większość Polaków skazana jest na kondensatory tzw. elektrolityczne bipolarne (**rysunek 6b**) lub mniej, albo bardziej rozbudowane układy z użyciem kondensatorów elektrolitycznych spolaryzowanych (**rysunek 6c**).



Rys. 6

Najmniejsze zniekształcenia wprowadzają zwrotnice o nachyleniu 6 dB/oct, lecz przy niskich częstotliwościach podziału grozi to sytuacją, że pewny zakres częstotliwości w pobliżu częstotliwości podziału jest emitowany przez dwa głośniki. Ponieważ zwrotnice wprowadzają przesunięcie fazy, następuje zjawisko dodawania się lub odejmowania pewnych częstotliwości. Ponadto istnieje możliwość uszkodzenia mechanicznego głośnika średniotonowego, gdyż jego konstrukcja mechaniczna (z reguły) nie przewiduje amplitud wychyleń membrany ponad 2mm, oraz to, że ten głośnik przeważnie ma moc RMS na poziomie do 50% głośnika basowego, co z kolei przy pojawieniu się na nim pełnej mocy wzmacniacza grozi jego spalaniem. Część tych niekorzystnych zjawisk da się ograniczyć przy zastosowaniu ostrzejszego filtra, 12 lub 18dB/oct (nie dotyczy ryzyka spalenia zbyt dużą mocą), lecz wpadamy w pułapkę bardzo trudnych do przewidzenia i wyeliminowania zjawisk związanych z wzajemnym oddziaływaniem na siebie zmiennych parametrów głośnika (indukcyjność własna cewki, rezystancja, impedancja w zależności od częstotliwości) i elementów konstrukcyjnych zwrotnicy oraz wzrostu zniekształceń, które te zwrotnice wprowadzają.

Bywa, że głośnik średniotonowy, chyba za karę, obciążony jest wadami aż dwóch zwrotnic, bo dodatkowo górnopasmo, służące do podziału pasma z głośnikiem wysokotonowym – patrz **rysunek 7**. W efekcie, w zestawie pasywnym, „dzięki” zwrotnicom, najważniejszy głośnik w kolumnie jest najbardziej popsuty.



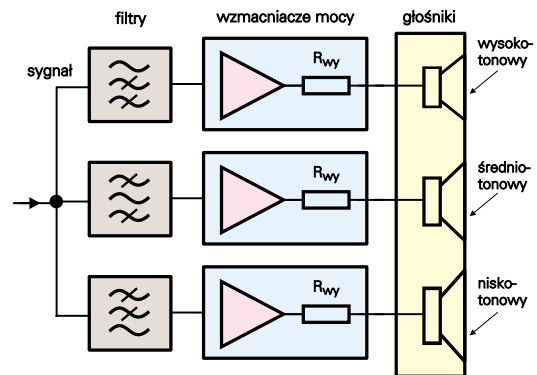
Rys. 7

Ponieważ producenci, ustalając potrzebną moc RMS głośnika wysokotonowego, stosują współczynnik 60 - 30 - 10, gdzie zakłada się pobór mocy w proporcjach 60% - bas, 30% - środek, 10% głośnik wysokotonowy, posiada z reguły moc RMS, na poziomie 10% mocy znamionowej kolumny. Aby zwiększyć bezpieczeństwo, musi być wtedy zastosowana zwrotnica 18dB/oct, lub minimum 12dB/oct, czyli zwrotnice wnoszące

najwięcej niespodzianek.

Należy także pamiętać, że filtry nie są „siekierką” odcinającą określoną częstotliwość, a nawet przy stromości 12dB/oct nachylenie zboczy jest stosunkowo łagodne. Tymczasem **przesterowany** sygnał wychodzący ze wzmacniacza nawet na częstotliwości 1000Hz może mieć nachylenie zbocza (sygnał prostokątny) odpowiadające częstotliwości kilku kiloherców. W takim przypadku na głośniku wysokotonowym pojawią się impulsy o bardzo dużej amplitudzie (szpilki) z częstotliwością 1000Hz, niszcząc mechanicznie membrankę lub zrywając cewkę.

Aby wyeliminować opisane wyżej sytuacje, należy **przenieść filtry**, określające zakres emitowanych przez głośniki częstotliwości, **przed wzmacniacze mocy**, poddając tym samym zbawienemu oddziaływaniu na głośniki małej oporności wyjściowej wzmacniacza, co pozwoli uzyskać dużą wartość współczynnika tłumienia. Ilustruje to **rysunek 8**.

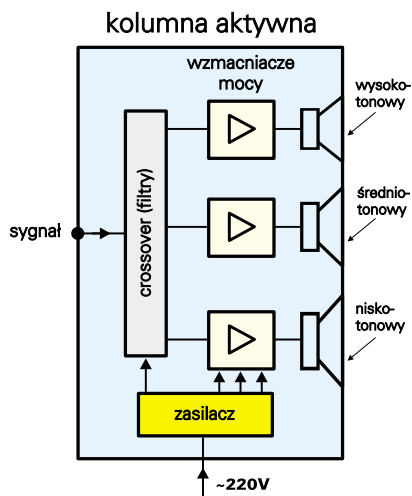


Rys. 8

Filtry elektroniczne bez problemu pozwalają na uzyskiwanie nachyleń zbocza na poziomie 24 i więcej dB/oct, przy nierównościach charakterystyki w pobliżu punktu odcinania na poziomie nie większym niż 0,5dB, pozwalając równocześnie na niewielkie korekcje poprawiające liniowość emitowanego zakresu częstotliwości.

Wadą tego rozwiązania jest konieczność stosowania kilku wzmacniaczy mocy, lecz jest to zmartwienie konstruktorów i producentów. Są już oferowane urządzenia, gdzie w jednej obudowie jest elektronika i głośniki według **rysunku 9**. Wbrew pozorom kolumny aktywne nie muszą być droższe od tych pasywnych w tej samej klasie jakościowej i mocy, można nawet uzyskać dużo lepsze efekty za mniejsze pieniądze, gdyż do konstrukcji kolumny aktywnej można użyć nieco gorszych głośników i mniej wyrafinowanych wzmacniaczy mocy. Zyskujemy też w takiej konstrukcji dużo większe bezpieczeństwo pracy głośników, ponieważ nie ma najmniejszych problemów konstrukcyjnych, aby wzmacniacze wyposażać w kompresory dynamiki zabezpieczające poszczególne głośniki przed zbyt dużą mocą, wprowadzając

kilka razy mniejsze zniekształcenia niż najlepiej skonstruowana zwrotnica pasywna. Ponadto konstruktor może zastosować głośniki bez względu na ich impedancję lub sprawność, stosując dodatkowo elektroakustyczne sprzężenie zwrotne.



Rys. 9

Jest jeszcze jeden plus takiego rozwiązania. W układzie pasywnym bez zniekształceń można wykorzystać do 25% mocy znamionowej najlepszemu nawet wzmacniacza. Układ aktywny o tej samej mocy sumacyjnej (suma mocy wszystkich kanałów) jest w stanie wydobyć z tych samych głośników maksymalną moc akustyczną o 50 do 100% większą, z dużo większym bezpieczeństwem. Dzieje się to dzięki możliwości lepszemu, w zależności od przetwarzanego pasma, wykorzystania poszczególnych wzmacniaczy,

gdyż nie ma konieczności „rezerwowania” mocy dla odtworzenia dynamiki.

Wspomniałem poprzednio, że przy konstrukcji układu aktywnego nie ma konieczności stosowania wyrafinowanych wzmacniaczy. Powodem tego jest niewystępowanie impedancji obciążenia niższej od znamionowej, co ma niestety miejsce w kolumnach pasywnych. Dlaczego? Wyjaśnienie poniżej.

Wspomniałem poprzednio, że może się zdarzyć zmniejszenie impedancji wejściowej układu głośnik-zwrotnica nawet do połowy impedancji znamionowej (rysunek 5), a mamy przecież w tym zakresie częstotliwości z reguły dwie zwrotnice, górno- i dolnozaporową, połączone równolegle z punktu widzenia wzmacniacza (rysunek 7).

Ponadto laboratoryjny pomiar impedancji w funkcji częstotliwości jest pomiarem nijak mającym się do rzeczywistej impedancji, gdyż jest pomiarem syntetycznym, gdzie w danej chwili przez głośniki odtwarzana jest jedna częstotliwość podawana z generatora. Sygnał elektryczny zasilający kolumnę w czasie eksploatacji przypomina bardziej szum różowy, a śmiałym twierdzić, że nawet biały.

Wyobraźmy sobie taką sytuację.

Lubimy słuchać naszej ulubionej muzyki nieco głośniej. Potężny bas zmusił do pracy głośnik basowy, wokalistka obdarzona niesamowitym sopranem dała popis swoich możliwości, uruchamiając głośnik średniotonowy, natomiast perkusista próbował połamać w tym momencie pałki na talerzach, co zmusiło do ciężkiej pracy głośnik wysokotonowy. W dużym uproszczeniu, z punktu widzenia wzmacniacza podłączone zostały trzy głośniki, każdy o impedancji 8Ω, co daje wypadkową ok. 3Ω.

Jeżeli do tego dołożymy wymagania wywołane wadami zwrotnic, to wzmacniacz musi być w stanie obsłużyć kolumnę pasywną chwilowo mocą wielokrotnie większą od deklarowanej w katalogu. Zdecydowana większość wzmacniaczy oferowanych na naszym rynku nie jest w stanie podołać takim wymaganiom, bo albo zadziała automatyka przeciwwprzeciążeniowa, albo kondensatory posiadają zbyt małą pojemność, albo uniemożliwia to zbyt oszczędna konstrukcja, lub wszystkie te czynniki występują razem.

Te, które mają podany w opisie swoich parametrów maksymalny chwilowy prąd lub moc, lub minimalną impedancję odbiornika, jaką jest w stanie zasilic dany wyrób, są poza zasięgiem możliwości finansowych. Natomiast tańsze, polskie wyroby nie są w stanie wybić się w chaosie reklamowym pseudoocen na łamach pism pseudoaudiofilijskich, gdyż większość z nich jest w gruncie rzeczy jedną wielką tubą reklamową.

Mam nadzieję, że zaprezentowany tekst zwrócił uwagę na istotny problem i wykazał różnice, jednoznacznie wskazujące przewagę rozwiązania kolumny aktywnej nad klasyczną kolumną pasywną.

**Krzysztof Jasiński**

*Od Redakcji. O ile Czytelnicy będą zainteresowani tematem, Autor artykułu może zaprezentować projekt aktywnej zwrotnicy i całego systemu nagłośnieniowego, uwzględniającego opisane czynniki. Prosimy o opinie w tej sprawie w ramach miniankiety lub w listach zwykłych i elektronicznych.*