

Przewody i bezpieczniki

W tym miesiącu postanowiłem trochę pomęczyć cię obliczeniami. Zdaję sobie sprawę, że mamy wakacje, ale nasze rachunki będą tak proste, że można je zrobić niemal w pamięci. Będą one służyły sprawdzeniu przekroju zastosowanego przewodu głośnikowego i wartości nominalnej bezpiecznika głośnikowego we wzmacniaczu.

Zapewne wiesz, że przewód łączący wzmacniacz mocy z kolumnami musi spełniać pewne wymagania. To, że powinien być wytrzymały mechanicznie, nie ulega wątpliwości, ale jak to wygląda z elektrycznego punktu widzenia? Miedziana linka znajdująca się wewnątrz izolacji kabla musi mieć dostatecznie duży przekrój, by nie powodowała strat mocy. Czym cieńszy przekrój tym większa rezystancja właściwa, czyli więcej mocy odłoży się na przewodzie a mniej na zaciskach głośników. Przystąpmy zatem do obliczenia minimalnego przekroju przewodu łączącego nasz wzmacniacz z zestawem głośnikowym. Na wstępie trzeba zaznaczyć, że stosowany przez nas przewód może mieć przekrój większy od wyliczonego, ale nie powinien mieć mniejszego.

Ważnym czynnikiem, który ma wpływ na wyniki obliczeń, jest tzw. współczynnik tłumienia. Znajdziesz go wśród parametrów zawartych w instrukcji obsługi twojego wzmacniacza (jego angielska nazwa to damping factor). Do obliczeń minimalnego przekroju pojedynczej żyły przewodu głośnikowego musisz przyjąć określoną wartość współczynnika tłumienia dla całego systemu wzmacniacz-przewód-głośnik, jednak nie większą niż podawana przez producenta wzmacniacza. Zazwyczaj jest to 200 (przy częstotliwości 1kHz na obciążeniu 8Ω), choć wartość ta często wzrasta dla niższych częstotliwości i potrafi osiągnąć nawet 1400. Przyjęcie większych wartości damping factor narzuca systemowi większe wymagania dotyczące jego sprawności i, jak łatwo się domyślić, większy przekrój przewodów.

Nie ma potrzeby kupować grubych, ciężkich kabli, jeśli bez specjalnych strat można zastosować cieńsze. Do obliczeń przyjmijmy zatem średni współczynnik tłumienia 200. Na wstępie oblicz impedancję źródła (czyli obwodów wyjściowych wzmacniacza). Dokonasz tego dzieląc całkowitą impedancję głośników przez przyjęty współczynnik tłumienia:

$$Z_{zr} = \frac{Z_{gf}}{D_f}$$

gdzie:

- Z_{zr} - impedancja wyjściowa wzmacniacza [Ω]
- Z_{gf} - impedancja zestawu głośnikowego [Ω]
- D_f - współczynnik tłumienia (damping factor)

Przyjmij odpowiednią dla twoich celów długość przewodu głośnikowego pamiętając, że czym krótszy, tym lepszy. Oblicz maksymalną dopuszczalną rezystancję 1 metra przewodu dzieląc impedancję źródła przez przyjętą długość przewodu:

$$R = \frac{Z_{zr} \times 1000}{L \times 2}$$

gdzie:

- R - rezystancja 1 metra przewodu głośnikowego [mΩ/m]
- L - przyjęta długość przewodu głośnikowego [m]

Przyjętą długość przewodu w powyższym wzorze pomnożono razy 2, ponieważ kabel głośnikowy jest dwużyłowy. Wprowadzona do wzoru liczba 1000 ma na celu uzyskanie wyniku w miliomach [mΩ] - tysięcznych częściach oma.

W celu znalezienia właściwego przekroju pojedynczej żyły przewodu głośnikowego skorzystaj z tabeli 1, w której podano zarówno przekrój pojedynczego przewodu w kablu, jak i jego średnicę (zwróć na to uwagę podczas zakupu, te wartości się nie pokrywają!)

Przykład: Chcesz podłączyć zestaw głośnikowy o impedancji 8Ω, przyjmując współczynnik tłumienia 200. Wylicz pożądaną impedancję źródła:

$$8\Omega : 200 = 0,04\Omega$$

Chcesz, by przewód głośnikowy miał 10m długości; wylicz zatem maksymalną rezystancję 1 metra przewodu:

$$(0,04\Omega \cdot 1000) : (10m \cdot 2) = 2m\Omega/m$$

Następnie wyszukaj w tabeli średnicę kabla odpowiadającą tej rezystancji na jednostkę długości. Najbliższa wartość to 3,5mm.

Tabela 1.

Wyliczona wartość [mW/m]	Przekrój [mm ²]	Średnica przewodu [mm]
0,9	19,5	5,0
1,1	15,6	4,5
1,4	12,5	4,0
1,8	9,5	3,5
2,5	7,0	3,0
3,6	5,0	2,5
5,6	3,14	2,0
6,9	2,54	1,8
8,7	2,01	1,6
11,4	1,54	1,4
15,5	1,13	1,2
22,3	0,78	1,0
35,0	0,50	0,8
62,1	0,28	0,6
139,0	0,12	0,4

Tabela 2.

Wyliczona wartość [mΩ/m]	AWG No.	Wyliczona wartość [mΩ/m]	AWG No.	Wyliczona wartość [mΩ/m]	AWG No.
1,79	0000	7,7	4	39,16	11
1,95	000	9,72	5	49,37	12
2,47	00	12,29	6	62,28	13
3,11	0	15,49	7	78,53	14
3,84	1	18,45	8	99,03	15
4,84	2	24,64	9	124,87	16
6,1	3	31,05	10	157,47	17

Jeżeli nie dysponujesz przewodem o odpowiedniej średnicy, możesz w ostrożności użyć kilku przewodów połączonych równolegle (w tym wypadku mogą to być np. dwa przewody 1,75mm).

Jeżeli masz możliwość zakupu kabla oznaczonego za pomocą jednostek AWG (American Wire Gauge) możesz skorzystać z tabeli bezpośrednich przeliczników wartości [mΩ/m] na symbol AWG (tabela 2).

Inne problemy z przewodami głośnikowymi

Czasami na wyjściu pojawiają się oscylacje o wyraźnie pasożytniczym charakterze. Wprawdzie mają one częstotliwość ponadakustyczną i można je wyraźnie zaobserwować tylko na oscyloskopie, lecz ich objawem jest zazwyczaj niczym nieuzasadnione nagrzewanie się radiatorów wzmacniacza nawet przy znikomym sygnale wejściowym, a nawet przy jego braku. Osoby o wyczulonym słuchu są także w stanie usłyszeć jedną z podharmonicznych oraz towarzyszący takiej oscylacji bardzo charakterystyczny, „wymuszony” przydźwięk sieciowy. Oscylacje mogą być przyczyną nadmiernej aktywności obwodów zabezpieczających i w rezultacie niepoprawnej pracy wzmacniacza (odłączające się przekaźniki głośnikowe, zbyt wczesne sygnalizowanie przesterowania, itp.). Aby zabezpieczyć się przed tymi problemami należy przestrzegać kilku ważnych zasad. Przede wszystkim włącz filtry dolnoprzepustowe we wzmacniaczu, jeśli tylko posiada takowe. Zwiąż ze sobą przewody głośnikowe wychodzące z danego wzmacniacza mocy, co spowoduje zminimalizowanie szansy pracy ich jako anten wysyłają-

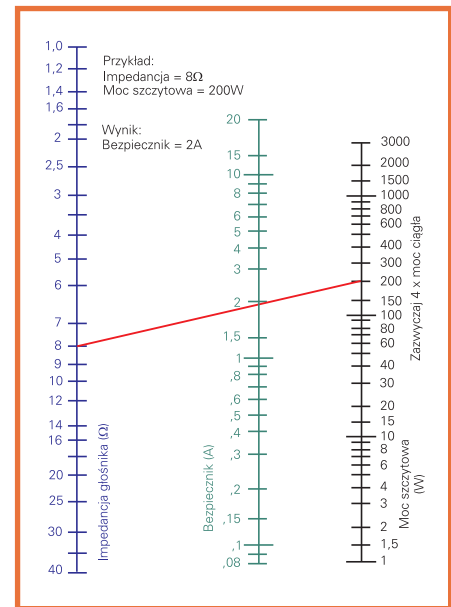
cych i odbierających wysokie częstotliwości mogące być przyczyną szkodliwych oscylacji. Zachowaj największą z możliwych odległość między przewodami głośnikowymi a przewodami wejściowymi (niskoprądowymi). Nigdy nie łącz ze sobą masy wejściowej i wyjściowej wzmacniacza, to nie jest to samo!

Kolejnym problemem często zdarzającym się we wzmacniaczach mocy są podakustyczne prądy niskiej częstotliwości występujące najczęściej przy podłączeniu do wzmacniacza obciążenia o charakterze indukcyjnym. Obciążenie takie stanowią np. transformatory podwyższające napięcie w stacjonarnych instalacjach rozgłoszeniowych czy nawet głośniki elektrostatyczne. Obciążenie o charakterze indukcyjnym „widziane” jest od strony wzmacniacza jako zwarcie dla niskich częstotliwości, co powoduje wydzielanie większej mocy przy niskich tonach i zazwyczaj niepotrzebną aktywność układów zabezpieczających. W takim wypadku zaleca się stosowanie filtrów górno-przepustowych eliminujących najniższe składowe sygnału. Wzmacniacze najwyższej klasy wyposażone są w aktywne obwody zabezpieczające, kontrolujące jednocześnie sygnał wejściowy i obwód wyjściowy, analizujące wzajemne zależności między nimi i na bieżąco korygujące charakterystykę pracy wzmacniacza. Układy prostsze ograniczają się zazwyczaj do filtra górno-przepustowego na wejściu i członu zabezpieczającego przed nadmiernym wzrostem prądu wyjściowego, które to układy nie mają ze sobą wspólnej płaszczyzny działania i pracują niezależnie od siebie. Wprawdzie są one w pewnych granicach skuteczne, gdyż zabezpieczają przed zwarcieniem na wyjściu

i oscylacjami od strony wejścia, lecz w przypadku obciążeń o charakterze indukcyjnym ich jedyną bronią jest zmniejszenie ogólnej mocy wzmacniacza bez rozróżniania charakterystyki widmowej sygnału przychodzącego.

Bezpieczniki

Ponieważ współczesne wzmacniacze są źródłem dużej mocy, istnieje konieczność zabezpieczenia głośników przed przeciążeniem, zazwyczaj fatalnym w skutkach (poświęcę temu tematowi kolejny artykuł). Podstawową metodą dodatkowego zabezpieczenia jest podłączenie obciążenia szeregowo z bezpiecznikiem topikowym. Można przy pomocy jednego bezpiecznika dołączyć wszystkie głośniki pracujące w zestawie (taką rolę pełni bezpiecznik głośnikowy we wzmacniaczu) i/lub za pomocą oddzielnych bezpieczników dołączyć poszczególne głośniki.



Ta druga metoda jest szczególnie zalecana w systemach wielogłośnikowych połączonych równolegle. W ten sposób unika się wyłączenia całego systemu w przypadku przepalenia głównego bezpiecznika. Bezpieczniki najwygodniej jest umieścić wewnątrz kolumn, jednak w takim miejscu, by można było stosunkowo szybko dostać się do nich. Znajdujący się na sąsiedniej stronie nomogram pozwala na szybkie wyliczenie wartości nominalnej bezpiecznika, znając szczytową moc muzyczną wzmacniacza (można ją otrzymać mnożąc średnią moc nominalną razy 4) i impedancję głośnika. Najlepszym rozwiązaniem jest zastosowanie tzw. bezpieczników szybkich. Można je rozpoznać po wewnętrznej sprężynie pozwalającej na wymuszone rozłączenie drutu topikowego w przypadku nadmiernej mocy przeciążenia.

Tomasz Wróblewski

