

Zabezpieczenie głośnika wysokotonowego

Do czego to służy?

Urządzenie, zgodnie ze swą nazwą służy do zabezpieczenia głośnika wysokotonowego w zestawie głośnikowym zwanym też kolumną.

Dlaczego jest to potrzebne?

Nie wszyscy wiedzą, że głośniki wysokotonowe, mające w oznaczeniu podaną moc, na przykład 80W, wcale nie są przystosowane do obciążenia ciągłą mocą równą 80W. Owe 80W to moc zestawu głośnikowego, do którego taki głośnik może być zastosowany. Całkowita moc dostarczona do zestawu (80W) zostaje rozdzielona pomiędzy głośniki zamontowane w tym zestawie. Niezależnie od tego, czy zestaw jest dwu- czy trzydrożny, głośnik wysokotonowy przetwarza tylko składowe o częstotliwościach rzędu kilku kiloherców i wyższych.

Od dawna wiadomo, że największa część energii sygnałów muzycznych zawarta jest w najniższym zakresie częstotliwości, poniżej 1000Hz. Składowe wysokotonowe mają moc jedynie kilku procent ogólnej mocy.

Biorąc to pod uwagę, producenci głośników budowali głośniki wysokotonowe o stosunkowo niewielkiej mocy, i oznaczali je mocą znacznie większą – podawali moc całego zestawu.

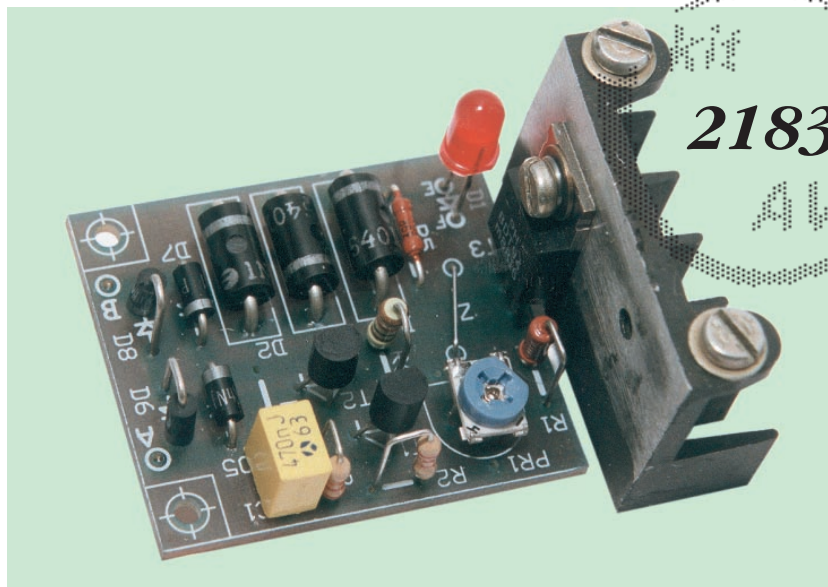
Nieświadomy tego amator, który skończył właśnie budowę wzmacniacza o mocy wyjściowej powiedzmy 50W, podłączał takie 80-watowe kolumny do tego wzmacniacza i testował całość podając na wejście wzmacniacza silny sygnał sinusoidalny o częstotliwości 20Hz...20kHz z przestrajanego generatora. Taka procedura nazywana jest „przegwizdaniem wzmacniacza”.

Najczęściej ubocznym efektem takiego przegwizdania były uszkodzone głośniki wysokotonowe, a nierzadko zdarzało się, że także głośniki średniotonowe wręcz wypluły swe membrany.

Oczywiście przyczyną było podanie na głośniki średnio- i wysokotonowe sygnału wzmacniacza pracującego z pełną mocą.

Nie zawsze przyczyną uszkodzenia głośników wysokotonowych jest tak wielka bezmyślność właściciela.

Uszkodzenia dość często zdarzają się także w sytuacjach, gdy wzmacniacz lub przedwzmacniacz wzbudzi się na wysokich, akustycznych lub ponadakustycznych częstotliwościach.



Jeszcze inną możliwą przyczyną uszkodzeń jest „elektronizacja muzyki”. Podane wcześniej proporcje rozdziału mocy na poszczególne pasma częstotliwości są właściwe dla naturalnych źródeł dźwięku. Inaczej jest z muzyką eksperymentalną i elektroniczną. W tym wypadku sztucznie wytworzone przebiegi mogą mieć niespodziewanie dużą energię także w zakresie wysokich częstotliwości. Dla głośników wysokotonowych może to być wyzwanie ponad siły.

Wszystkie podane przyczyny uzasadniają celowość stosowania zabezpieczenia głośnika wysokotonowego w zestawie głośnikowym lub estradowym.

Najprostszym stosowanym w praktyce sposobem zabezpieczenia jest włączenie w szereg z głośnikiem wysokotonowym odpowiednio dobranej... żarówki. Zwykle jest to żarówka samochodowa 12V...24 o mocy zależnej od mocy głośnika. Taki sposób opiera się na wzroście rezystancji żarówki wraz ze wzrostem temperatury włókna. Jak wiadomo, rezystancja włókna w stanie zimnym jest kilkakrotnie mniejsza niż w stanie gorącym przy nominalnym napięciu.

Sposób z żarówką jest prosty, ale oprócz niekorzystnego wpływu na odtwarzanie wysokich częstotliwości nie zapewnia skutecznej ochrony. Autorzy artykułu mieli okazję niejednokrotnie się o tym przekonać.

Skuteczniejszą ochronę zapewniają układy elektroniczne. Jeden z nich jest opisany w tym artykule.

Jak to działa?

Schemat ideowy układu zabezpieczającego pokazano na rysunku 1. Punkty A i B dołączone są wprost do zacisków głośnika wysokotonowego. Mostek diodowy D5...D8 prostuje sygnał, gwarantując, że zabezpieczenie będzie skuteczne zarówno w przypadku przebiegów dodatnich, jak i ujemnych.

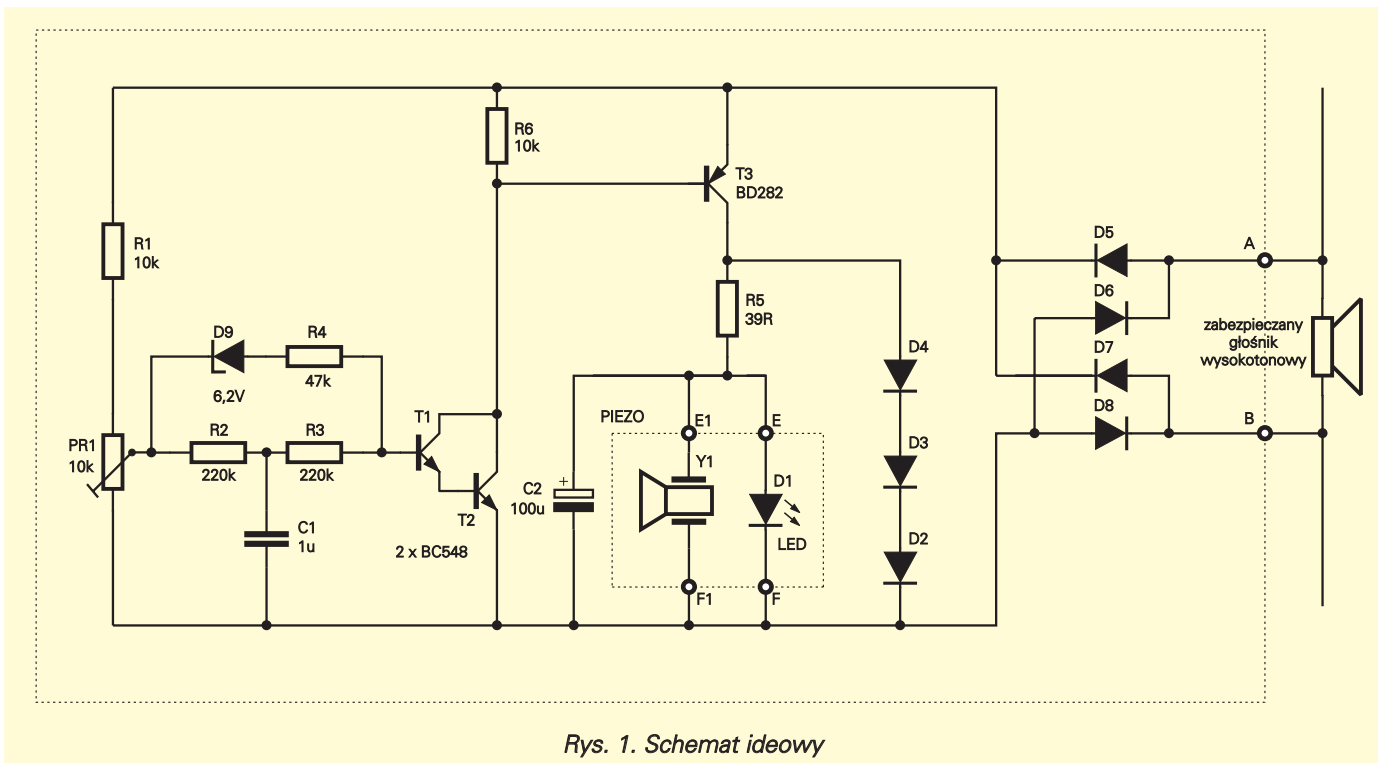
Należy zauważyć, że za mostkiem prostowniczym nie ma kondensatora filtrującego, a więc dalsza część układu jest zasilana napięciem tętniącym.

Głównym elementem zabezpieczającym jest tranzystor mocy T3. Jeśli przebieg na głośniku ma zbyt dużą, grożącą uszkodzeniem wartość, wtedy otwiera się tranzystor T3 i przejmuje część prądu, nie dopuszczając do nadmiernego wzrostu napięcia na głośniku. W sumie cały układ zabezpieczenia zachowuje się jak dioda Zenera dużej mocy. Diodę Zenera mocy można zrealizować przy użyciu jakiegokolwiek diody Zenera i tranzystora mocy. Prezentowany układ ma dodatkowe cechy poprawiające jego walory.

Przed wszystkim dzięki zastosowaniu potencjometru montażowego PR1 możliwe jest dobranie potrzebnych napięć zadziałania ograniczenia.

Właśnie napięć, a nie napięcia – układ ma bowiem dwa obwody ograniczania.

Pierwszy obwód zawiera obwód uśredniający R2, C1, R3. Chodzi o to, by układ monitorował średnie napięcie, a tym samym średnią moc głośnika. Jeśli w sygnale pojawią się na chwilę mocniejsze składowe, to układ nie zareaguje i przepuści je do głośnika.



Rys. 1. Schemat ideowy

Jeśli jednak miałyby się pojawić bardzo duże sygnały, to wtedy zareaguje drugi obwód z diodą D9 i rezystorem R4. Tu nie ma żadnego opóźnienia i uśredniania i układ natychmiast obcina bardzo duże sygnały.

W praktyce zazwyczaj wystarczy zastosować obwód uśredniający, a z uwagi na małą stałą czasową uśredniania (rzędu 200 milisekund) obwód z diodą D9 nie jest konieczny.

W układzie celowo zastosowano stały, a nie elektrolityczny kondensator C1. Zastosowanie aluminiowego kondensatora elektrolitycznego jest ryzykowne, bowiem układ będzie działał sporadycznie i kondensator taki będzie rozformowany. Potem, gdy układ powinien zadziałać, duży prąd upływu takiego roz-

formowanego kondensatora uniemożliwi prawidłową pracę.

Kondensator C1 powinien być kondensatorem stałym, ceramicznym lub foliowym. Wartość 1µF przyjęto ze względów praktycznych – kondensatory stałe o większej pojemności są zdecydowanie mniej popularne.

Jeśli ktoś chce zmienić wartość stałej czasowej, może śmiało zmieniać wartość rezystorów R2 i R3 w zakresie 22kΩ...2,2MΩ.

W układzie dodatkowo przewidziano sygnalizację świetlną za pomocą czerwonej diody D1 oraz akustyczną za pomocą brzęczyka piezo Y1. Właśnie ze względu na sygnalizację wprowadzono diody prostownicze D2...D4. Nie są one potrzebne do pracy głównego układu ogranicznika, a jedynie wykorzystuje się spadek napięcia na nich (około 2,1V) do zasilania sygnalizatora piezo i diody LED. Ze względu na małe napięcie na diodach konieczne jest zastosowanie sygnalizatora piezo na napięcie 1,5V, a nie typowego sygnalizatora na 12V typu PCA-06. Sygnalizatory na tak małe napięcie są bez trudu dostępne w handlu.

Sens stosowania sygnalizacji dźwiękowej w zestawie głośnikowym jest dyskusyjny, ale próby przeprowadzone przez Autorów wykazały, że przy zastosowaniu kondensatora C2 o pojemności co najmniej 100µF, sygnał brzęczyka jest zauważalny.

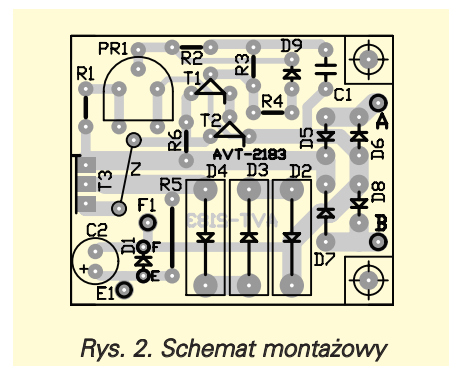
Niewątpliwie bardziej sensowna jest sygnalizacja świetlna, choć i tu można dyskutować, jak wyprowadzić na zewnątrz kolumny przewody do tej diody.

Oczywiście dziurawienie obudowy to ostateczność, która może zmienić właściwości akustyczne kolumny.

Jeśli ktoś nie będzie stosował elementów sygnalizacyjnych, może też spokojnie zamiast diod D2 – D4 wlutować zwory.

Montaż i uruchomienie

Układ można zmontować na małej płytce drukowanej, pokazanej na rysunku 2. Montaż układu nie sprawi nikomu trudności – nie zawiera on żadnych szczególnie wrażliwych elementów. Najpierw należy wlutować jedyną zworę, potem wszystkie elementy. Kolejność montażu nie ma znaczenia.



Rys. 2. Schemat montażowy

Po zmontowaniu układu, należy ustawić próg zadziałania.

W zasadzie należałoby zrobić to w warunkach naturalnych, ale w praktyce wystarczy dużo prostszy sposób z wykorzystaniem zasilacza prądu stałego o regulowanym napięciu wyjściowym.

ciąg dalszy na str. 59

Wykaz elementów

Rezystory

- R1, R6: 10kΩ
- R2, R3: 220kΩ
- R4: 47kΩ
- R5: 39Ω
- PR1: 10kΩ miniaturowy

Kondensatory

- C1: 1µF stały
- C2: 100µF/16V elektrolityczny

Półprzewodniki

- D1: LED 5mm czerw.
- D2-D4: dioda 2A np. 1N5401
- D5-D8: dioda 1A np. 1N4001
- D9: dioda Zenera 6,2V
- T1, T2: tranzystor NPN, np. BC548B
- T3: tranzystor NPN mocy, np. BD282
- Y1: PIEZO 1,5V

Uwaga!

Elementy D9, R4, Y1, C2 i żarówka nie wchodzi w skład zestawu AVT-2183B.

Zabezpieczenie głośnika wysokotonowego

c.d. ze str. 56

Przykładowo, jeśli rzeczywista moc głośnika wysokotonowego o oporności 8Ω wynosi powiedzmy 8W (oczywiście moc kolumny jest większa, i wynosi 50 czy 60W), to łatwo obliczyć dopuszczalne skuteczne napięcie ciągłe na tym głośniku:

$$U = \sqrt{P \times R}$$

Dla podanego przypadku:

$$U = 8V_{sk}$$

Wartość szczytowa przebiegu sinusoidalnego o takiej wartości skutecznej była-

by 1,41 razy większa. Z kolei wartość średnia takiego przebiegu jest 0,63 razy mniejsza od wartości szczytowej. Pomijając drobne różnice i wprowadzając pewien zapas można w uproszczeniu przyjąć do regulacji napięcie stałe równe 100...120% obliczonego napięcia skutecznego.

Niech dla podanego przypadku będzie to 9V.

Takie napięcie stałe należy ustalić na wyjściu zasilacza. Suwak potencjometru PR1 zewrzeć do dolnej linii zasilającej (na rysunku 1 w dół). Do wyjścia zasilacza dołączyć połączony szeregowo układ zabezpieczający (dowolna biegunowość) i amperomierz. Pobór prądu punktu powinien wynosić poniżej 1mA. Pokręcając powoli potencjometrem PR1 ustawić próg zadziałania układu – suwak należy powoli przesunąć (na rysunku 1 w górę), aż pobór prądu z zasilacza wzrośnie do 50...100mA.

Taka regulacja całkowicie wystarczy.

Jak widać, regulacja jest prosta. Jedynym problemem

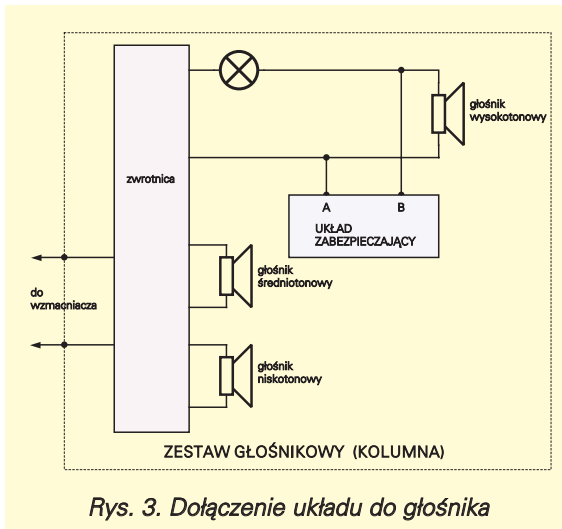
może być określenie rzeczywistej mocy głośnika wysokotonowego. W najprostszym przypadku można przyjąć, że głośnik ma rzeczywistą moc równą 10% jego mocy nominalnej podanej w oznaczeniu.

Po dołączeniu do głośnika, przy muzyce pochodzącej ze źródeł naturalnych, nawet przy dużym wysterowaniu dioda D1 nie powinna się zapalać.

Ponieważ układ zabezpieczający działa jak dioda Zenera, dołączenie go wprost do zacisków głośnika wysokotonowego w kolumnie może spowodować niepożądane obciążenie wzmacniacza w szczytach wysterowania (wysokich tonów). Dlatego obok opisanego układu zabezpieczającego, należy stosować wspomnianą wcześniej żarówkę w układzie według **rysunku 3**. Może to na przykład być popularna żarówka samochodowa 12V/21W.

Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny” AVT-2183.



Rys. 3. Dołączenie układu do głośnika