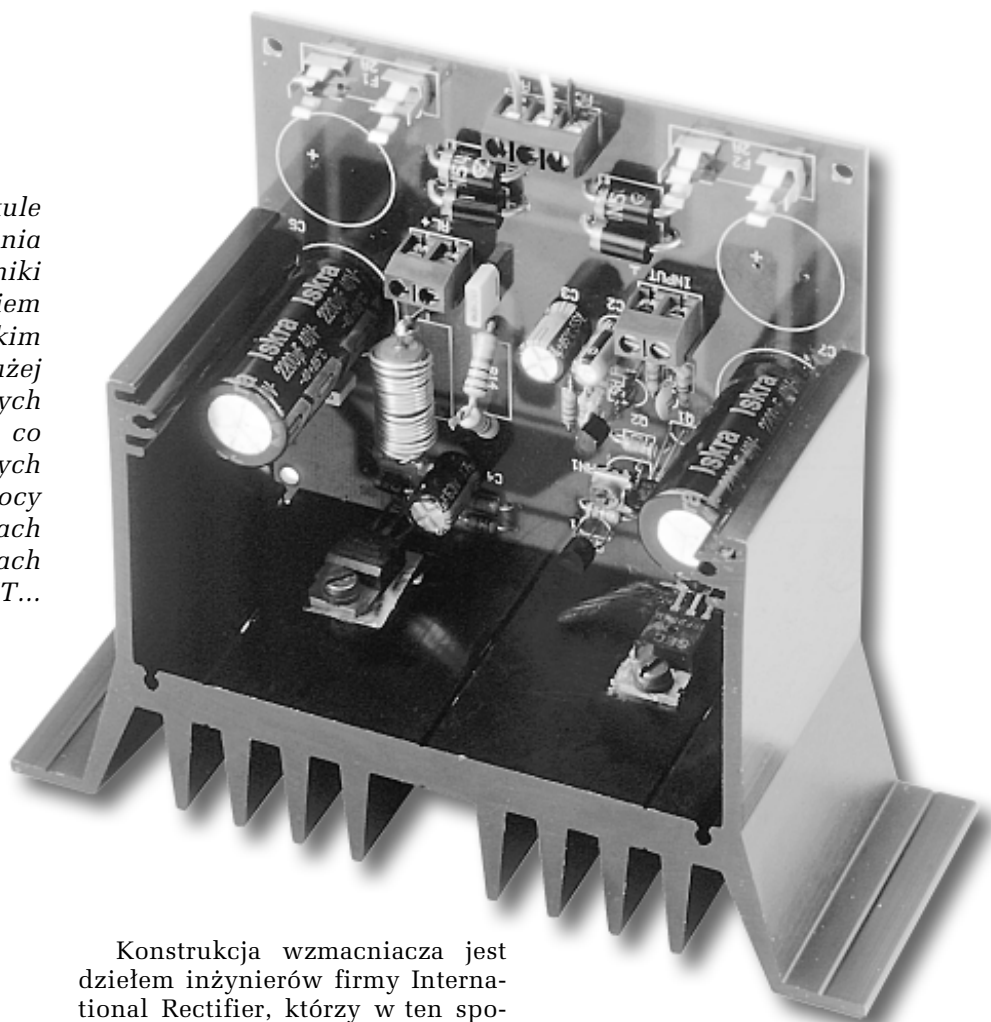


Wzmacniacz audio z tranzystorami HEXFET

AVT-890

Prezentowana w artykule konstrukcja spełni wymagania fanów nowoczesnej techniki audio - jest to bowiem wzmacniacz mocy o szerokim pasmie przenoszenia, dużej mocy wyjściowej, minimalnych zniekształceniach i - co ważne dla odsłuchowych purystów - końcówkę mocy wykonano na tranzystorach HEXFET. Tanich tranzystorach HEXFET...



Konstrukcja wzmacniacza jest dziełem inżynierów firmy International Rectifier, którzy w ten sposób znaleźli kolejne, bardzo atrakcyjne zastosowanie dla unipolarnych tranzystorów mocy produkowanych przez tą firmę. Jego najważniejszą, oprócz przyzwoitych parametrów odsłuchowych, cechą jest klasyczna, nad wyraz prosta konstrukcja ze źródłem prądowym typu bootstrap.

Opis układu

Schemat elektryczny wzmacniacza przedstawiono na rys. 1. Jest to - jak już wcześniej wspomniano - konstrukcja klasyczna. Na wejściu zastosowano różnicowy stopień wzmacnienia z tranzystorami Q1 i Q2. Rezystor R3 spełnia rolę źródła prądowego, które wprowadza sprzężenie

zwrotne niezbędne do poprawnej pracy wzmacniacza różnicowego. Układ całkujący R12, C3 filtruje napięcie zasilające R3, dzięki czemu praca stopnia wejściowego jest stabilniejsza.

W kolektorze Q1 znajduje się rezystor R4, na którym odkłada się wzmacnione napięcie wejściowe. Napięcie to steruje tranzystor Q3. W obwód kolektora tego tranzystora włączony jest układ wstępnej polaryzacji tranzystorów mocy (Q4, RN1, R8, R9) oraz obwód bootstrap (wykonany na elementach R10, R11, C4). Jego zadaniem jest zapewnienie możliwie dużej amplitudy napię-

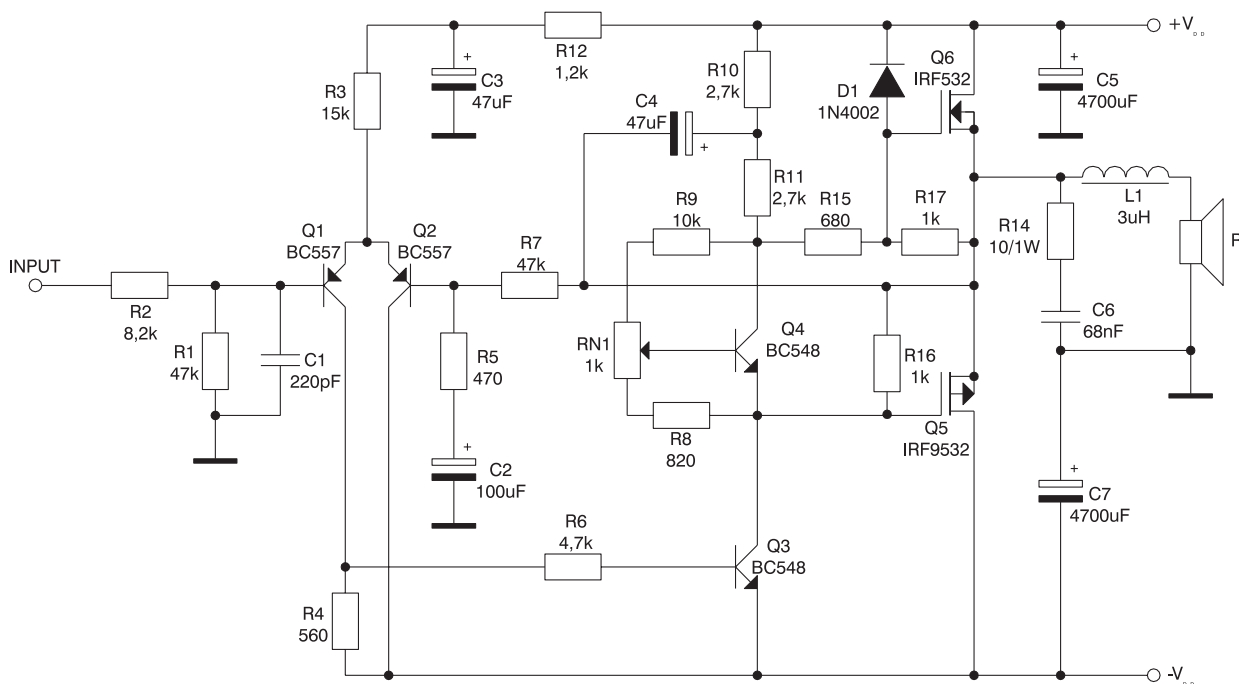
Podstawowe parametry wzmacniacza (z pomiarów):

- ✓ pasmo przenoszenia: 17Hz..92kHz,
- ✓ moc wyjściowa: 29W/THD0,12%,
- ✓ szybkość narastania sygnału na wyjściu: +11/-16V/μs.

Uwaga! Pomiary wykonano z obciążeniem 8Ω, zasilaniu ±28V, i współczynnikiem wzmocnienia 47V/V (R5=1kΩ).

- ✓ pasmo przenoszenia: 15Hz..60kHz,
- ✓ moc wyjściowa: 58W/THD0,17%,
- ✓ szybkość narastania sygnału na wyjściu: +13/-19V/μs.

Uwaga! Pomiary wykonano z obciążeniem 4Ω, zasilaniu ±28V, i współczynnikiem wzmocnienia 47V/V (R5=1kΩ).



Rys. 1. Schemat elektryczny wzmacniacza.

cia sterującego stopień wyjściowy, dzięki czemu do obciążenia przekazywana jest moc bliska maksymalnej przy określonym napięciu zasilania. Dioda D1 zabezpiecza bramkę tranzystora Q6 przed przebicciem, ograniczając maksymalne napięcie U_{GD} do wartości 0,6V. Na wyjściu wzmacniacza znajduje się układ ograniczający amplitudę składowych sygnału wyjściowego o wyższych częstotliwościach, co w pewnym stopniu kompensuje charakterystykę amplitudową wzmacniacza (jest od dociążany dla wyższych częstotliwości, dla których impedancja głośników rośnie). Dławik L1 ogranicza szybkość narastania sygnału na wyjściu wzmacniacza, co poprawia stabilność jego pracy w przypadku sterowania jego wej-

ścia szybko narastającymi przebiegami piłokształtnymi lub prostokątnymi.

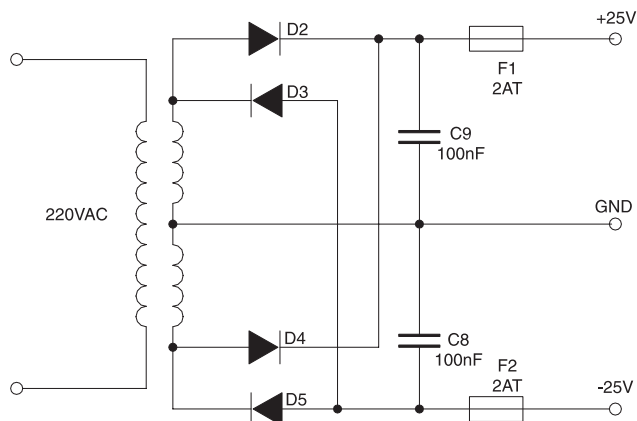
Integralną częścią wzmacniacza jest zasilacz sieciowy, którego schemat przedstawiono na rys. 2. Jak widać jest to zasilacz z symetrycznym wyjściem, o napięciu wyjściowym mieszczącym się w przedziale $\pm 22... \pm 30V$. Bezpieczniki F1 i F2 powinny być typu zwłocznego i są montowane bezpośrednio na płycie drukowanej.

Charakterystyka wzmacniacza

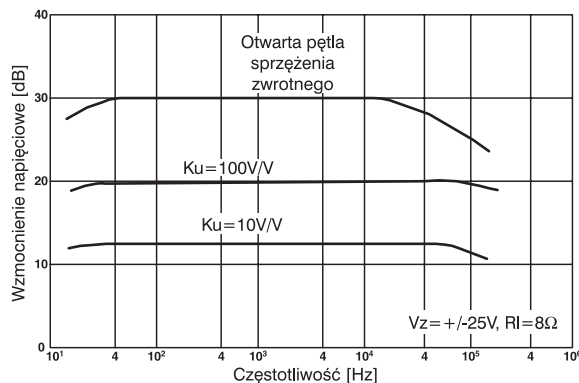
Pomimo ogromnej prostoty wzmacniacz opisany w artykule charakteryzuje się dobrymi parametrami elektroakustycznymi. Na rys. 3 przedstawiono zależność

wzmocnienia od przenoszonej częstotliwości. Krzywe odpowiadają różnym współczynnikom wzmocnienia, ustalonym za pomocą rezystorów R7 i R5. Ustalone wypadkowe wzmocnienie 100V/V jest w pełni wystarczające dla typowych aplikacji audio, a - jak widać - pasmo przenoszenia jest zupełnie satysfakcjonujące.

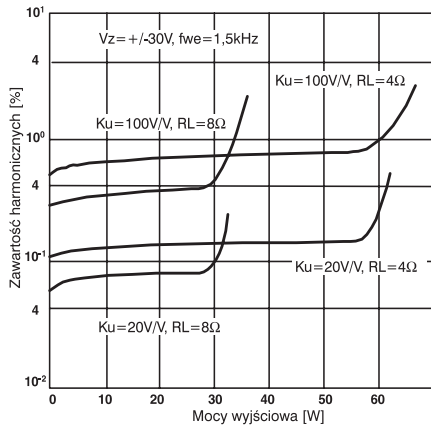
Na rys. 4 przedstawiono charakterystyki zależności pomiędzy maksymalną mocą wyjściową i poziomem zniekształceń sygnału wyjściowego dla różnych impedancji obciążeń. Wygląda ona pozornie niezbyt atrakcyjnie, ponieważ dla wzmocnienia 100V/V przy obciążeniu 4Ω zniekształcenia silnie rosną dla większych mocy. Zmniejszenie wzmocnienia napięciowego całego wzmacnia-



Rys. 2. Schemat elektryczny zasilacza.



Rys. 3. Zależność szerokości pasma przenoszenia od wzmocnienia napięciowego.



Rys. 4. Poziom zniekształceń sygnału wyjściowego w zależności od mocy wyjściowej.

cza powoduje wydatne ograniczenie zniekształceń, co wymaga jednak zastosowania dodatkowego stopnia wzmacnienia napięciowego na wejściu wzmacniacza lub sterowanie go sygnałem ze źródła o odpowiednio dużej amplitudzie (np. CD).

Montaż i uruchomienie

Dla wzmacniacza zaprojektowano jednostronną płytkę drukowaną, której schemat montażowy jest widoczny na rys. 5. Tranzystory mocy Q5 i Q6 powinny być zamontowane na radiatorze (w modelu zastosowano gotową formatkę z oferty firmy Elfa). Należy unikać montażu tych tranzystorów

poza płytką drukowaną, ponieważ wzrasta ryzyko wzbudzenia się wzmacniacza podczas pracy, co może doprowadzić do uszkodzenia tranzystorów mocy. Niebezpieczna dla nich są także ładunki elektrostatyczne, w związku z czym podczas ich montowania należy zwrócić szczególną uwagę na ładunki elektrostatyczne.

Jedynym elementem wymagającym samodzielnego wykonania jest dławik L1. W modelowym egzemplarzu wykonano go nawijając 15 zwojów drutu DNE1,2 na rezystorze 2,2Ω/1W. Na płycie drukowanej przewidziano podwójne miejsca na kondensatory C5 i C7 filtrujące napięcie zasilacza. Jak wiadomo, im większa jest pojemność tych kondensatorów, tym mniejszy przydźwięk sieciowy jest słyszalny w głośnikach. Dlatego zalecamy zamontowanie nawet po dwa kondensatory 4700μF na każdej z linii zasilających.

Pod zmontowaniem, sprawdzeniu wzmacniacza i dołączeniu transformatora zasilającego możemy rozpocząć uruchamianie urządzenia. W miejsce jednego z bezpieczników należy włączyć amperomierz i za pomocą potencjometru RN1 ustalamy wartość prądu spoczynkowego na ok. 60..75mA. Przed dołączeniem do wzmacniacza obciążenia (np. głośnika) na-

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

- R1, R7: 47kΩ
- R2: 8,2kΩ
- R3: 15kΩ
- R4: 560Ω
- R5, R6: 470Ω
- R8: 820Ω
- R9: 10kΩ
- R10, R11: 2,7kΩ
- R12: 1,2kΩ
- R13: nie jest montowany
- R14: 10Ω/1W
- R15: 680Ω
- R16, R17: 1kΩ
- RN1: 1kΩ miniaturowy do druku

Kondensatory

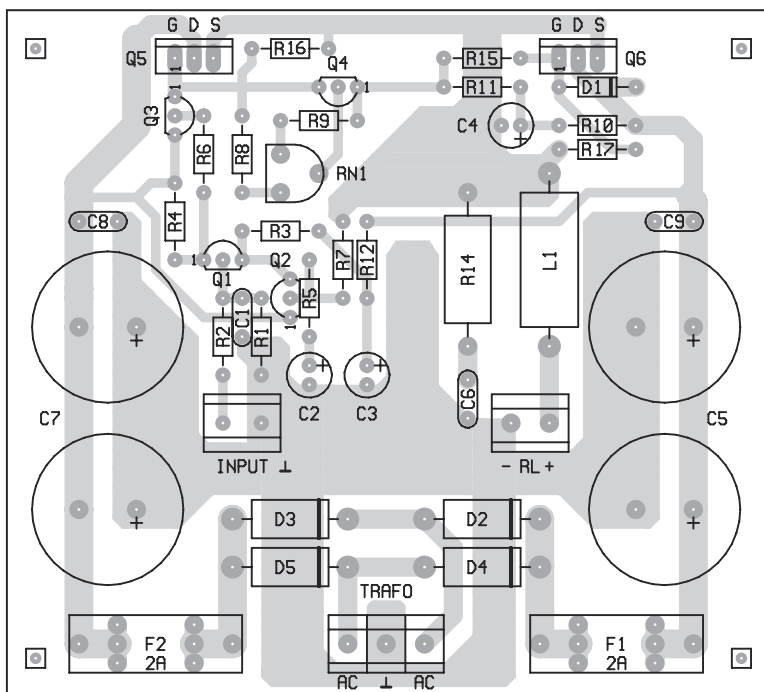
- C1: 220pF
- C2: 100μF/16V
- C3, C4: 47μF/63V
- C5, C7: 4700μF/50V lub 2x2200μF/50V każdy
- C6: 68nF
- C8, C9: 100nF/63V

Półprzewodniki

- D1: 1N4002
- D2, D3, D4, D5: 1N5404
- Q1, Q2: BC557B lub C
- Q3, Q4: BC548B lub C
- Q5: IRF9532
- Q6: IRF532

Różne

- L1: dławik powietrzny (15 zwojów DNE1,2mm)
- F1, F2: bezpieczniki 2AT z oprawkami do druku ARK3 1 szt., ARK2, 2 szt.
- Radiator
- Podkładki izolacyjne pod obudowy TO220



Rys. 5. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

leży jeszcze sprawdzić, czy napięcie stałe na wyjściu nie przekracza wartości -100..+100mV. Jeżeli nie mieści się ono w podanym przedziale należy ponownie dokonać regulacji prądu spoczynkowego potencjometrem RN1, cały czas pilnując, aby jego wartość nie przekroczyła 120mA.

Na tym można zakończyć procedurę uruchamiania i zająć się odsłuchem swojej ulubionej muzyki.

Andrzej Gawryluk, AVT

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl/pcb.html> oraz na płycie CD-EP11/2000 w katalogu PCB.