

Dział „Projekty Czytelników” zawiera opisy projektów nadesłanych do redakcji EP przez Czytelników. Redakcja nie bierze odpowiedzialności za prawidłowe działanie opisywanych układów, gdyż nie testujemy ich laboratoryjnie, chociaż sprawdzamy poprawność konstrukcji. Prosimy o nadsyłanie własnych projektów z modelami (do zwrotu). Do artykułu należy dołączyć podpisane oświadczenie, że artykuł jest własnym opracowaniem autora i nie był dotychczas nigdzie publikowany. Przesyłanych tekstów nie zwracamy. Redakcja zastrzega sobie prawo do dokonywania skrótów.

PROJEKT
NR 252

Hybryda bis

– wzmacniacz hybrydowy z niekonwencjonalnym zasilaniem

W styczniowym wydaniu „Elektroniki Praktycznej” (EP 1/21) zaprezentowałem hybrydowy wzmacniacz lampowy. Tym razem przygotowałem całkiem odmienną wersję takiego rozwiązania. Różni się przede wszystkim tym, że nie jest zasilany transformatorem sieciowym, lecz przetwornicami impulsowymi o wysokiej sprawności. Dzięki temu wzmacniacz pracuje wydajniej, a grzeją się tylko lampy 6SN7.

Wnętrze wzmacniacza zostało pokazane na fotografii 1. Konstrukcja składa się z ośmiu modułów w postaci oddzielnych płytek PCB. Poszczególne moduły zostały oznaczone tak jak na rysunku 1. Na blok zasilania składają się:

- **Przełącznik zasilania** (moduł nr 1), który załącza za pomocą wyłącznika głównego napięcie zasilania 12 V. Rozwiązanie to jest podyktowane tym, że układ przy pełnymysterowaniu pobiera prąd o wartości nawet 10 A;
- **Przetwornica podwyższająca** (moduł nr 2). Moduł o oznaczeniu STEP-UP DC 12 V AC 230 V w rzeczywistości okazał się urządzeniem, które daje na wyjściu napięcie stałe o wartości około 340 V. Dzięki temu znakomicie nadaje się do zasilania przedwzmacniacza lampowego;
- **Zasilacz napięcia symetrycznego** (moduł nr 3), który może dostarczyć napięć z zakresu $\pm 16... \pm 26$ V. Ze względu na zastosowane w dalszej części układu kondensatory elektrolityczne na napięciu 25 V, napięcie symetryczne zostało ustawione na wartość ± 24 V;
- **Kondensatory filtrujące** (moduł nr 4). Przetwornica napięcia symetrycznego ma na wyjściu zbyt małe pojemności, aby wzmacniacze mocy pracowały wydajnie, więc była konieczność

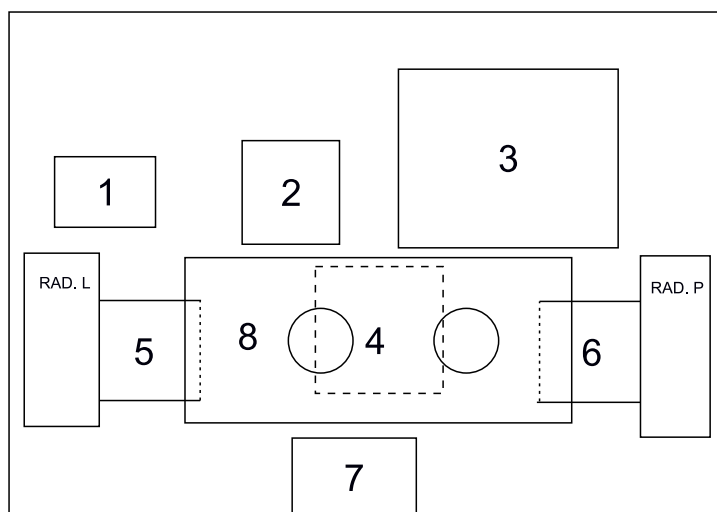


dołączenia dodatkowych kondensatorów elektrolitycznych.

Tor audio to pozostałe moduły:

- **Wzmacniacze mocy** (moduły nr 5 i 6) zostały zbudowane z użyciem scalonych stopni typu LM3886. Mają one

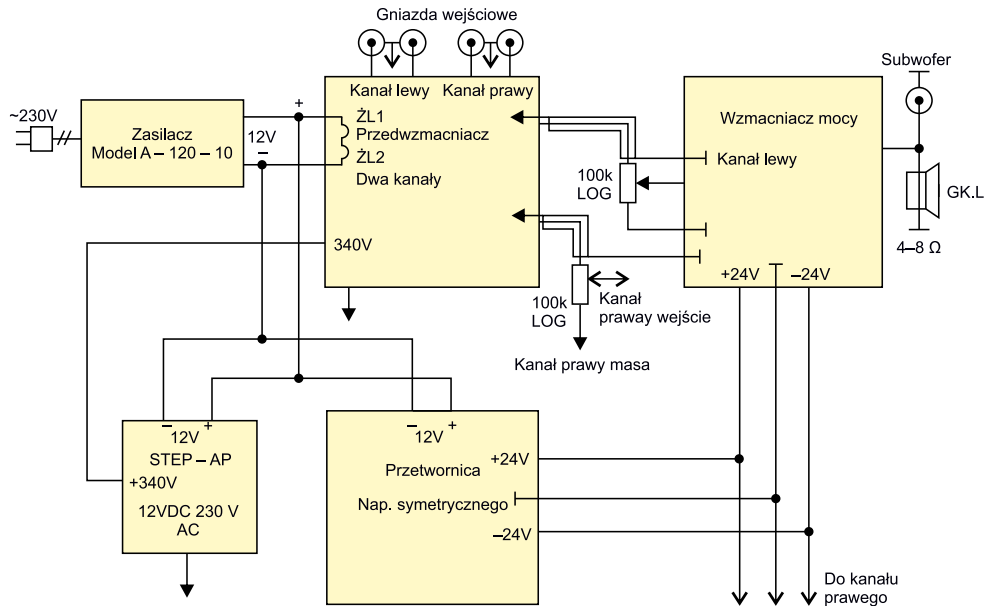
doskonałe parametry audio i mogą pracować w wielu aplikacjach m.in. dzięki szerokiemu wachlarzowi napięcia zasilania (12...40 V). Dodatkowo układ został wyposażony w szereg zabezpieczeń – jest odporny na zwarcie wyjścia



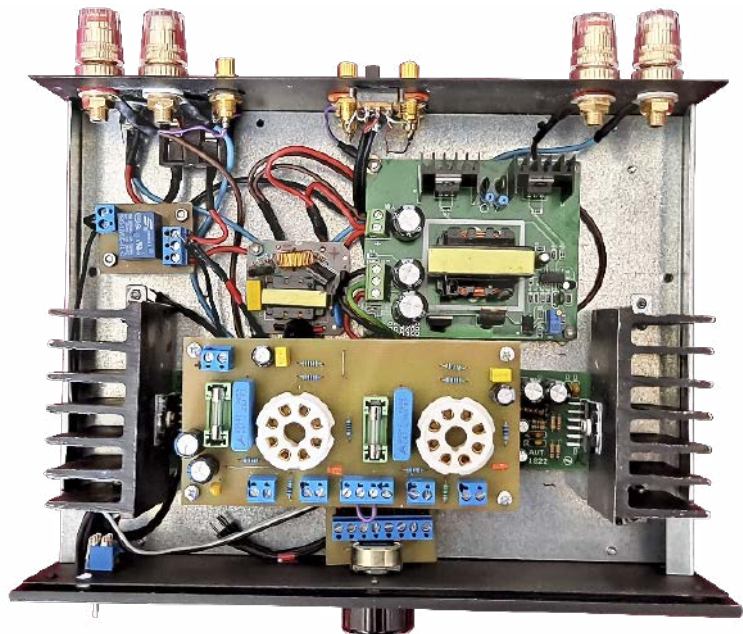
Rysunek 1. Oznaczenie i rozmieszczenie modułów składowych wzmacniacza

głośnikowego czy przegrzanie. Jest to bardzo istotne, ponieważ układ wymaga radiatora, który musi mieć kilkadziesiąt centymetrów kwadratowych. W prezentowanym wzmacniaczu zastosowano typowy radiator o długości 8 cm.

- **Potencjometr** (moduł nr 7). W układzie zastosowano potencjometr drabinkowy 2×100 kΩ. Zaletą tego elementu jest duża współbieżność (1%) w funkcji kąta obrotu, natomiast wadą jest duży skok głośności na ostatnim stopniu, ale nie jest to zbyt uciążliwą. Masy potencjometru poprowadzono osobno dla lewego i prawego kanału. Połączenia mas bloków wzmacniacza mocy i przedwzmacniacza zrealizowano za pomocą ekranów na przewodach połączeniowych. Zwiększa to znacznie tłumienie przesłuchu między kanałami, które wynosi około 40 dB.
- **Przedwzmacniacz lampowy** (moduł nr 8) został zrealizowany w układzie



Rysunek 2. Schemat blokowy wzmacniacza



Fotografia 1. Widok wewnętrznej konstrukcji wzmacniacza



Fotografia 2. Widok tylnej ścianki wzmacniacza

Wykaz elementów:

Rezystory: (metalizowane 0,25 W, chyba że wskazano inaczej)

- R1, R3: 220 Ω
- R1A: 1,5 kΩ
- R2, R4: 1 MΩ
- R5, R8: 68 kΩ
- R6, R9: 1,2 kΩ
- R7, R10: 4,7 kΩ
- R11, R12: 470 Ω
- R13, R14, R15, R17, R19, R20: 10 kΩ
- R16, R18: 470 Ω
- R21, R22: 10 Ω, 1 W
- Pot: potencjometr 100 kΩ drabinka log.

Kondensatory:

- C1, C2, C17, C19, C22, C23: 100 nF/100 V MKT
- C4, C6: 100 nF/250 V MKT
- C8, C9: 470 nF/250 V MKT
- C10, C11: 470 nF/100 V MKT
- C3: 10 μF/400 V elektrolityczny
- C5, C7: 10 μF/250 V elektrolityczny
- C12, C13: 470 μF/16 V elektrolityczny
- C14: 10 μF/25 V tantalowy
- C15, C16: 10000 μF/25 V elektrolityczny
- C10A, C11A, C24, C26: 22 μF/25 V elektrolityczny
- C18, C20, C21, C25: 470 μF/25 V elektrolityczny

Półprzewodniki:

- D1: dioda zielona fi 5 mm
- US1, US2: LM3886

Pozostałe:

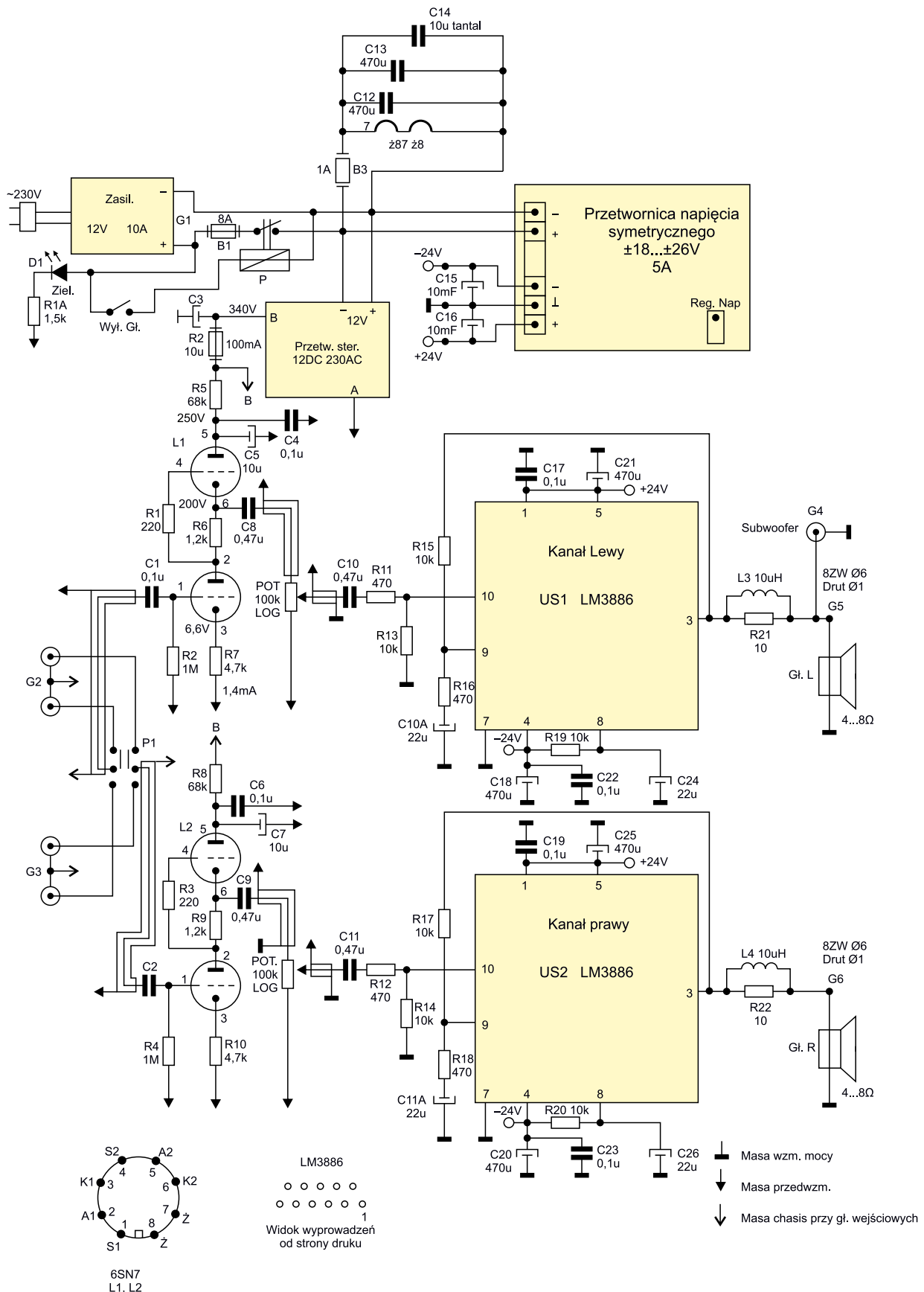
- L1, L2: lampy typu 6SN7 TUNGSOL
- L3, L4: dławik powietrzny 10 μH
- P: przekaźnik 12 V DC 10 A
- P1: przełącznik przesuwany podwójny
- WYŁ. GŁ: wyłącznik przechylny migowy 6 A 250 V
- G1: gniazdo DC do obudowy 2,1×5,5 mm
- G2, G3, G4: gniazdo cinch do obudowy
- G5, G6: gniazdo głośnikowe
- B1: gniazdo bezpiecznikowe w obudowie T261 + bezpiecznik 8 A szybki
- B2: gniazdo bezpiecznikowe do druku 5×20 + bezpiecznik 100 mA szybki
- B3: gniazdo bezpiecznikowe do druku 5×20 + bezpiecznik 1 A szybki
- zasilacz impulsowy model A-120-10 A
- przetwornica napięcia symetrycznego ±16...±26 V
- przetwornica step-up 12 V 230 V AC

dwulampowym dla każdego kanału. Jest party na schemacie zaprezentowanym w wydaniu „Elektroniki Praktycznej” 1/2012 przez pana Jerzego Grnaderjana. Taka konfiguracja jest określana jako TTSA (Two Tubes Series Amplifier)

lub czasami SRPP (Shut Regulated Push Pull). Odsyłam do tego bardzo ciekawego artykułu, ponieważ są tam opisane różne warianty wtródników katodowych nazywanych humorystycznie akrobatyką lampową (lampa na lampie).

Budowa i działanie

Schemat blokowy wzmacniacza został pokazany na rysunku 2. Dokładnie pokazuje on połączenia pomiędzy modułami. Natomiast schemat ideowy został pokazany na rysunku 3. Górna trioda jest dynamicznym



Rysunek 3. Schemat ideowy wzmacniacza

obciążeniem dolnej lampy, przez co układ ma dużą impedancję wejściową i małą impedancję wyjściową, co jest potrzebne do dobrego dopasowania impedancyjnego bloków wzmacniaczy.

Układ charakteryzuje się również tym, że przenosi symetrycznie sygnał. Po podaniu na wejście sygnału 1 kHz o wartości około 4,5 V RMS otrzymuje się nieznkształcony sygnał o wartości około 40 V RMS, co daje amplitudę V_{pp} ok. 114 V. Zwiększenie sygnału powoduje idealnie symetryczne obcinanie sinusoidy. Układ sprawdzono również pod względem pasma przenoszenia i wyniki wykazały pasmo 4 Hz...40 kHz przy spadku wzmocnienia 3 dB.

Jako stopnie mocy można zastosować gotowe wzmacniacze do zmontowania w postaci kitów AVT1922. Uprości to znacznie budowę urządzenia. Pomiar mocy wykazał, że na rezystorze 8 Ω odkłada się moc ok. 24 W RMS. Jest to wystarczająca wartość do nagłośnienia średniej wielkości pomieszczenia. Układ realizuje funkcję tłumienia stanów nieustalonych przy włączaniu zasilania. Odpowiadają za to elementy R19 i C24 w lewym kanale oraz R20 i C26 w prawym. Wzmocnienie układu ustalają elementy R15, R16 i C10A w lewym, a R17, R18 i C11A w prawym. Daje to czułość na poziomie 0,7 V.

Potencjometr włączony jest pomiędzy wzmacniaczem mocy a układem sterującym na lampach 6SN7. Skutkuje to minimalnymi zakłóceniami wnoszonymi przez przedwzmacniacz.

Cały wzmacniacz ma czułość 200 mV. Na wejście, poprzez przełącznik P1, można podać sygnał z odtwarzacza CD, gramofonu analogowego lub adaptera Bluetooth, którym można sterować laptopem lub smartfonem. Jednak należy pamiętać, że dopiero podłączenie dobrych kolumn głośnikowych zapewni właściwe odbieranie dźwięku.

Henryk Michałowski
 michalowskihenio@gmail.com

REKLAMA

Ulubiony Kiosk zmienił się na lepsze!



Nowy, lepszy Ulubiony Kiosk stał się faktem! Nowy layout został zaprojektowany zgodnie z wiodącymi trendami, ale przede wszystkim w taki sposób, by jak najbardziej ułatwić przeglądanie i nawigowanie po serwisie.

Jednak nowy Ulubiony Kiosk to także zastosowaniu nowych technologii. Nasz serwis będzie teraz właściwie skalował się na ekranach o różnej rozdzielczości oraz lepiej wyświetlał na urządzeniach mobilnych.

Nie czekaj i wejdź na www.UlubionyKiosk.pl!