

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**

Hybrydowy wzmacniacz lampowy

Na rynku dostępne są wzmacniacze hybrydowe, które mają scalone półprzewodnikowe stopnie mocy oraz lampowe bloki sterujące. Parametrami i brzmieniem mogą dorównywać wzmacniaczom stricte lampowym, a są znacznie tańsze ze względu na brak kosztownych transformatorów głośnikowych.

W moim wzmacniaczu hybrydowym zamierzałem zastosować gotowe wzmacniacze klasy D, lecz ostatecznie zrezygnowałem z takiego rozwiązania ze względu na ich niską jakość. Finalnie zdecydowałem się na stopień mocy z układem LM3886 charakteryzujący się niskimi zniekształceniami nieliniowymi, a w obwodach wejściowych zastosowałem lampy 6SN7 o bardzo miękkim brzmieniu.



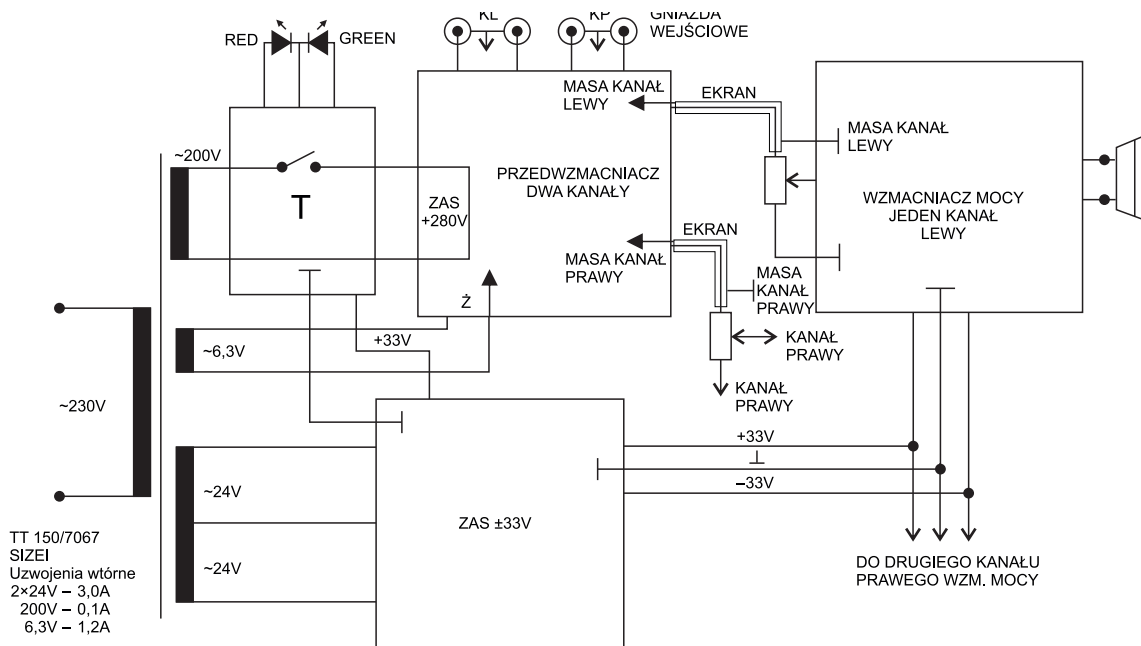
Budowa i działanie

Schemat blokowy wzmacniacza został pokazany na **rysunku 1**. Podstawowe elementy to: zasilacz dostarczający napięcia ± 33 V do zasilenia stopnia mocy, wzmacniacz mocy oraz płytka z przedwzmacniaczem na lampach 6SN7. Przedwzmacniacz został wyposażony we własny zasilacz $+280$ V, który współpracuje z uzwojeniem transformatora sieciowego o napięciu wtórnym 200 V, którego dane podano na schemacie blokowym.

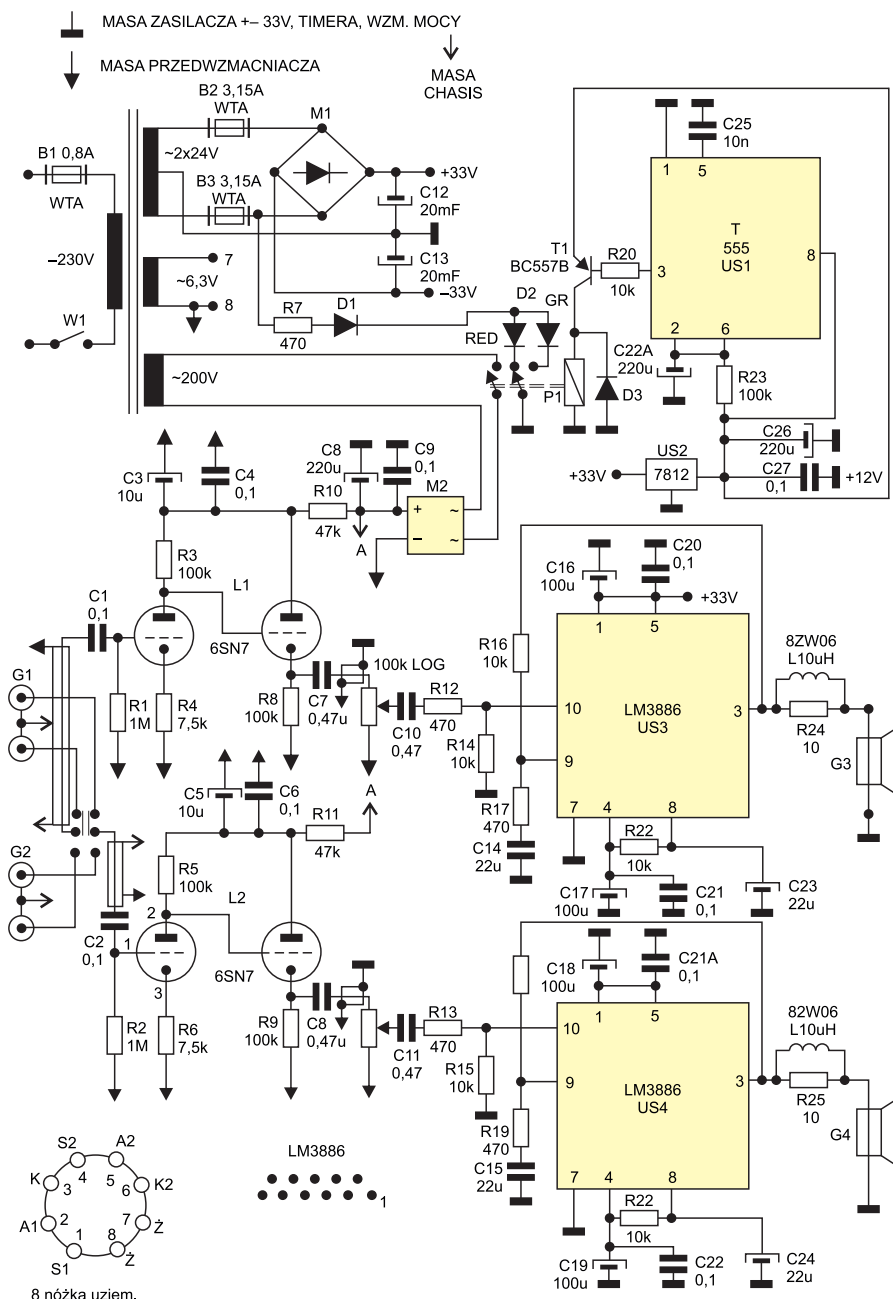
Niezbędny jest również włącznik czasowy zwłoczny T, który włącza

napięcie 200 V dopiero po wstępnym podgrzaniu lamp. Podanie napięcia zmiennego bez wstępnego żarzenia lamp powoduje

potężny stuk w głośnikach, mimo układu wyciszania we wzmacniaczach mocy. Przekaznik załącza się po około 30 sekundach.



Rysunek 1. Schemat blokowy wzmacniacza



- Wykaz elementów:**
- Rezystory:** (metalizowane)
 R1, R2: 1 MΩ
 R3, R5, R8, R9, R23: 100 kΩ
 R4, R6: 7,5 kΩ
 R7, R12, R13, R17, R19: 470 Ω
 R10, R11: 47 kΩ
 R14, R15, R16, R18, R20, R21: 10 kΩ
 R24, R25: 10 Ω
- Kondensatory:**
 C1, C2, C20, C21, C21A, C22, C27: 0,1 μF/100 V
 C4, C6, C9: 0,1 μF/400 V
 C7, C8: 0,47 μF/400 V
 C10, C11: 0,47 μF/100V
 C3, C5: 10 μF/400 V
 C8A: 220 μF/400 V
 C12, C13: 20 mF/50 V
 C22A, C26: 220 μF/16 V
 C16, C17, C18, C19: 100 μF/50 V
- Półprzewodniki:**
 US1: NE555
 US2: LM7812
 US3, US4: LM3886
 M1: KBUE6D 10 A
 M2: DB104 1000 V
 D1, D3: 1N4005
 D2: dioda LED dwukolorowa 5 mm
 T1: BC 557B
- Pozostałe:**
 L1, L2: 6SN7 + podstawki typu noval gold
 POT: 2×100 kΩ log. drabinka
 B1: bezpiecznik 0,8 A WTA
 B2, B3: bezpiecznik 3,15 A WTA
 G1, G2: gniazda chinch
 G3, G4: gniazda głośnikowe
 P1: przekaźnik RSM 822M

Stan pracy sygnalizuje dioda LED, świecąca na czerwono w czasie wstępnego żarzenia, oraz na zielono w stanie normalnej pracy. Prąd lamp 6SN7 wynosi 4 mA.

Schemat ideowy wzmacniacza został pokazany na rysunku 2. Zasada działania jest bardzo prosta. Sygnał z gniazda wejściowego podawany jest za pośrednictwem pierwszej triody na wtórnik katodowy. Ma on małą impedancję wyjściową, więc może sterować wejściem wzmacniacza mocy, który ma impedancję rzędu kilku kiloomów. Blok ten ma wzmocnienie 10 dB, więc czułość całego wzmacniacza wynosi 300 mV.

W roli stopni mocy można zastosować gotowe moduły w postaci płytek AVT1922. Należy je zamocować do odpowiednio dużych radiatorów zamontowanych na ścianie tylnej

Rysunek 2. Schemat ideowy wzmacniacza



Fotografia 1. Konstrukcja tylnej ścianki obudowy wzmacniacza

wzmacniacza. Aplikacja układu LM 3886 jest dobrze udokumentowana i nie wymaga szczegółowego omówienia.

Regulację głośności realizuje stereofoniczny potencjometr drabinkowy 2×100 kΩ. Jest on włączony między przedwzmacniacz a wzmacniacz mocy i zamocowany blisko płytek stopnia mocy. Z płytą czołową połączony jest długą osią sześciokątną.

Masy dla prawego i lewego kanału poprowadzono osobno i łączy się dopiero przy gniazdach wejściowych. Połączenia masowe między przedwzmacniaczem a potencjometrem zostały zrealizowane za pomocą ekranu łączącego te dwa bloki. Unika się w ten sposób tzw. pętli masy powodującej zwiększenie przydźwięku.

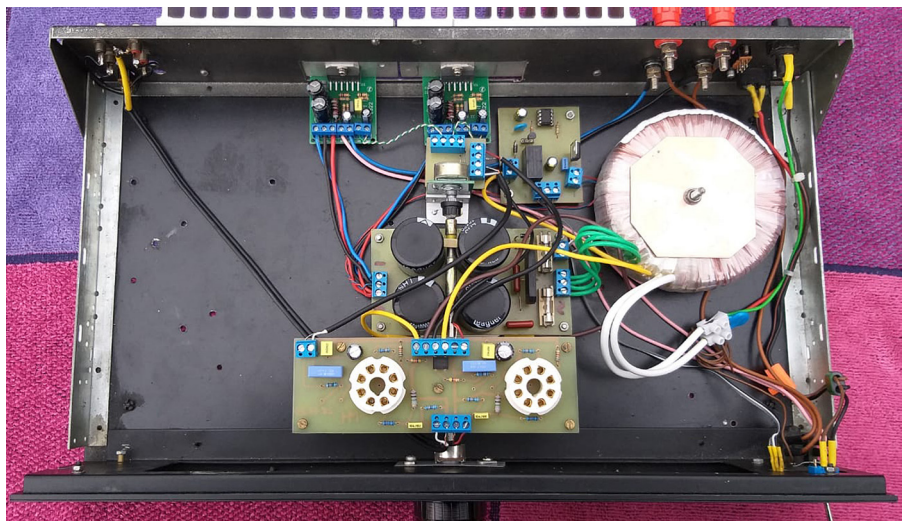
Podsumowanie

Wzmacniacz zamknięto w obudowie typu M firmy CYFRONIKA. Konstrukcję ścianki tylnej pokazuje **fotografia 1**. Wzmacniacz powstał także w innej wersji, w mniejszej obudowie, a co za tym idzie o mniejszej mocy (**fotografia 2**). Został wyposażony w adapter Bluetooth, który umożliwia doprowadzenie muzyki z laptopa czy smartfona. Do drugiego wejścia można podłączyć odtwarzacz CD lub gramofon analogowy. Na obciążeniu w postaci rezystora 8 Ω i mocy 100 W przy pełnym wysterowaniu występuje napięcie 54 Vpp, co pozwala oszacować moc czynną na poziomie 65 W. Jest to spora wartość, a dodatkowo wzmacniacz odznacza się dużą dynamiką i naprawdę wspaniałym brzmieniem.

Henryk Michałowski
michalowskihenio@gmail.com



Fotografia 2. Wzmacniacz wykonany w innej, mniejszej wersji



Fotografia 3. Widok wnętrza wzmacniacza

KAP

Dzięki uprzejmości firmy Soyter Components mamy dla Czytelników EP moduły ESP32-WROVER oraz płytki rozwojowe ESP32-DEVKITC-V4 z modułem ESP-WROOM-32.

ESP32-WROVER

Sercem obu komponentów jest chip ESP32, ale moduł ESP32-WROVER rozbudowano o dodatkową, 32-megabitową pamięć RAM (PSRAM). Zatem w module mamy 4 MB pamięci SPI flash oraz 4 Mb pamięci PSRAM. Dostępne są dwa sposoby wykorzystania toru antenowego – antena na PCB w postaci ścieżki oraz złącze IPEX, za pomocą którego mamy możliwość podłączenia anteny zewnętrznej. Wykorzystany w module dwurdzeniowy układ ESP32 ma możliwość elastycznego ustawienia częstotliwości taktowania zegara pomiędzy 80 a 240 MHz. Użytkownik ma także możliwość odłączenia zasilania dla głównego procesora i pozostawienie w trybie pracy jedynie rdzenia low-power, który będzie monitorował peryferia pod kątem zmian lub przekroczeń wartości ustalonych parametrów. ESP-WROVER może być wykorzystany do rozwiązań zasilanych bateryjnie oraz wearable. Na module można uruchomić system FreeRTOS z LWIP, dodatkowo ma wbudowaną sprężetową jednostkę szyfrującą oraz umożliwia bezpieczną (zaszyfrowaną) zdalną aktualizację oprogramowania (OTA).



<https://bit.ly/30l40RE>



Informacje na temat klubu na stronie <http://ep.com.pl/nawosci/kap>