

Lampowy zasilacz stabilizowany

**AVT
1631**

W codziennej praktyce elektronika, zarówno początkującego, jak i zaawansowanego, zachodzi niekiedy potrzeba użycia napięcia o wartości przekraczającej zakresy fabrycznych zasilaczy. Jeszcze lepiej, kiedy źródło tego napięcia można swobodnie regulować w szerokim zakresie.

Dokładając do powyższego stabilizację i technikę lampową, uzyskamy przyrząd warsztatowy o niecodziennym wyglądzie i dużej wytrzymałości na przeciążenie.

Panuje powszechne przekonanie, iż lampa nie nadaje się do niczego innego, jak tylko do audio. Jest to myślenie absolutnie błędne i krzywdzące dla lamp. Zalety proponowanego rozwiązania wysokonapięciowego zasilacza warsztatowego są następujące:

- odporność na zwarcia, ograniczona w czasie wytrzymałością termiczną uzwojeń transformatora.
- żywotność lampy na poziomie kilku tysięcy godzin umożliwiająca bezawaryjne działanie układu przez lata,



AVT-16xx w ofercie AVT:

AVT-16xxA – płytka drukowana

Dodatkowe materiały na CD/FTP:

ftp://ep.com.pl, user: 12040, pass: 15735862

- wzory płytek PCB
- karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

Wykaz elementów:

Rezystory:

- R1: 47 Ω/1 W
- R2: 510 kΩ/2 W
- R3: 200 kΩ/1 W
- R4: 220 Ω/1 W
- R5: 82k Ω/2 W
- R6: 680 kΩ/2 W
- R7: 10 kΩ/0,25 W
- R8: 47 kΩ/0,25 W
- R9: 110 kΩ/1 W
- R10: 51 kΩ/1 W
- P1: 470 kΩ/A

Kondensatory:

- C1: 47 nF/100 V foliowy
- C2, C5: 10 nF/400 V foliowy
- C3, C4: 150...220 μF/400 V elektrolityczny
- C6: 100 nF/400 V foliowy
- C7: 4,7 μF/400 V elektrolityczny

Półprzewodniki:

- D1...D4, D6: 1N4007
- D5: dioda Zenera 39 V/0,5 W

Inne:

- CON1...6: ARK2
- CON3: ARK3
- F1: 400 mA zwłoczny
- F2: 160 mA zwłoczny
- S1: wyłącznik sieciowy
- TR1: transformator wg opisu w tekście
- L1: PL504 lub PL500
- L2: EF80
- Zaciski śrubowe – 2 szt.
- Woltmierz (opis w tekście)
- Podstawki Nowal i magnawal do druku
- Kapturek na L1 (opis w tekście)
- Gniazdo zasilające (230 V_{AC})

Na CD: karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w wykazie elementów kolorem czerwonym



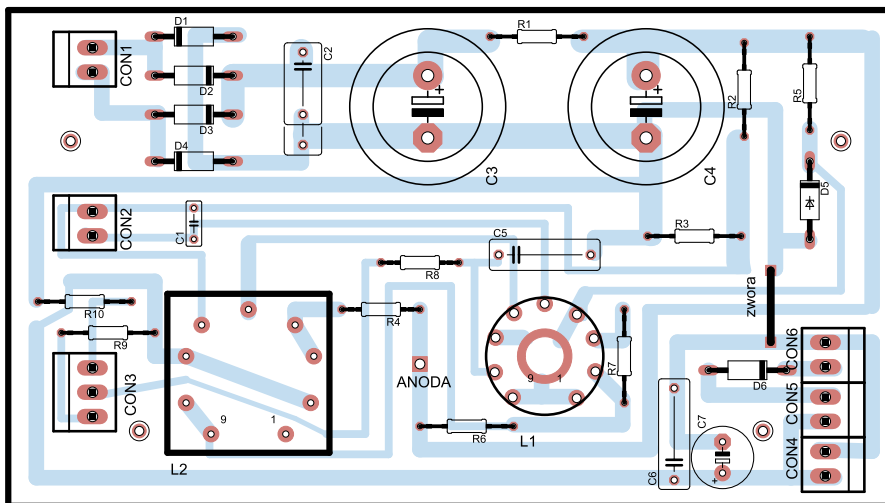
– Polaryzuje zaporowo diodę tworzącą się między żarnikiem a rurką katody, przez co zmniejsza przenikanie przydźwięku 50 Hz z obwodu żarzenia na wyjście.

Dioda D5 i rezystor R5 tworzą układ obwód wytwarzający napięcie odniesienia dla lampy wzmacniacza błędu (L2). Ten obwód również rozładowuje kondensatory filtra, ale tylko do napięcia diody Zenera D5 (39 V). Rezystor R4 zasilą siatkę ekranującą lampy L1, zaś R7 – lampy L2. Rezystor R8 i kondensator C5 tworzą pasywny filtr dolnoprzepustowy, zapobiegający przypadkowemu wzbudzeniu się układu. Rezystory R9, R10 i potencjometr P1 to dzielnik napięcia wyjściowego umożliwiający jego płynną regulację oraz stabilizację. Odpowiedni dobór rezystorów R9 i R10 ustala zakres regulacji. Kondensatory C6 i C7 zmniejszają opór wewnętrzny zasilacza dla wielkich częstotliwości, co jest przydatne przy testowaniu konstruowanych lub naprawianiu lampowych odbiorników radiowych.

Do złącza CON4 jest przyłączony woltmierz prądu stałego o odpowiednim zakresie (o tym dalej), zaś do CON5 bezpiecznik zwłoczny zabezpieczający transformator sieciowy przed spalaniem w razie długotrwałego przeciążenia. Dioda krzemowa D6 chroni układ, a w szczególności woltmierz i kondensator C7 przed przepięciami i napięciem o odwrotnej polaryzacji. Rezystor R6 można (nie bez przesady) nazwać „mózgiem” tego

Tabela 1. Pomiary napięcia na wyjściu oraz lampie L2 (mierzone woltmierzem o R=10 MΩ względem masy układu).

Napięcie wyjściowe [V]	Napięcie na anodzie L2 [V]	Napięcie na siatce sterującej L2 [V]
350	340	33
300	280	35
250	220	37
200	155	39
150	90	41
115	45	43



Rysunek 2. Schemat montażowy lampowego zasilacza stabilizowanego

obwodu. W zrozumieniu powagi jego zadania pomoże tabela 1.

Punktem odniesienia dla lampy L2 jest jej katoda, która znajduje się na potencjale ok. 39 V względem masy, o co dba dioda Zenera D5. Natomiast z zasady działania lampy elektronowej wynika, że im niższy potencjał siatki sterującej, tym mniej elektronów dociera do anody i tym mniejszy prąd przez nią płynie. Weźmy dla przykładu przypadek z $U_{wyj} = 300$ V. Napięcie na jej siatce sterującej wynosi wtedy 35 V względem masy, czyli -4V względem katody. Spadek napięcia na R6 wynosi wówczas ok. 120 V. Z prawa Ohma mamy, że:

$$I_A = \frac{U_{zas} - U_{A-masa}}{R_6} \cdot U_{zas} = 390 \dots 400 \mu A$$

gdzie: U_{zas} – napięcie na kondensatorach filtra [V], U_{A-masa} – napięcie między anodą L2 a masą układu [V], R_6 – rezystancja R6, w tym wypadku 680 kΩ

W tym wypadku jej prąd anodowy wynosi około 176 μA. Przeprowadzenie obliczeń dla wariantu z $U_{wyj} = 200$ V wykaże, iż wówczas wyniesie on około 360 μA. Napięcie na jej siatce sterującej jest niemal zerowe, przez co prąd rośnie. Obserwując stosunek zmian napięcia siatkowego do napięcia anodowego otrzymujemy kolejny ciekawy parametr, jakim jest wzmacnienie napięciowe lampy L2 w tym układzie:

$$k_U = \frac{\Delta U_A}{\Delta U_{S1}}$$

gdzie: ΔU_A – zmiana napięcia anodowego (mierzonego między anodą a katodą) [V],

ΔU_{S1} – zmiana napięcia siatki sterującej (mierzonego między siatką a katodą) [V]

W tym wypadku $k_U \approx 30$ i rośnie wraz z wkraczaniem w obszar dodatnich napięć siatki pierwszej. Reasumując: R6 to przetwornik zmian prądu anodowego lampy L2 na napięcie sterujące lampą L1, która pracuje jako wtórnik katodowy. Bez niego wykonanie w tym układzie jakiegokolwiek stabilizacji byłoby niemożliwe. Wzmocnienie prądowe jest duże, lecz nie będziemy się nim zajmować, gdyż ten parametr do niczego się nie przyda.

Prostota układu okupiona jest minimalnym napięciem wyjściowym wynoszącym 115 V. Dzieje się tak za sprawą niemożności dalszego obniżenia potencjału siatki sterującej lampy L1 przez anodę L2.

Montaż i uruchomienie

Schemat montażowy zasilacza pokazano na rysunku 2. Zmontowano go na jednostronnej płytce drukowanej o wymiarach 144 mm×80 mm. Montaż zacząć należy od wlutowania zworki i podstawek. Podstawki są lutowane od strony ścieżek, co umożliwi wystawienie lamp i ich skuteczne chłodzenie. Kolejne podzespoły są montowane tradycyjnie – od najwyższych do najniższych.

Lampa L1, czyli PL504, jest przewidziana do pracy w stopniach końcowych odchylania poziomego telewizorów. W czasie pracy na anodzie powstawały znaczne przepięcia, liczone w kilowoltach, co zmusiło jej konstruktorów do odsunięcia wyprowadzenia anody od pozostałych nóżek. W handlu

są dostępne ceramiczne kapturki o średnicy wewnętrznej 6 mm przeznaczone do takich lamp. W tym układzie anoda znajduje się na potencjale ok. 400 V względem masy, więc ich użycie jest wręcz niezbędne dla bezpieczeństwa użytkownika. Do jego podłączenia przewidziano na płycie punkt lutowniczy opisany jako *ANODA*.

W handlu jest trudno zdobyć tablicowy woltomierz elektromagnetyczny o zakresie wymaganym przez urządzenie. Można tę kwestię rozwiązać poprzez zastosowanie woltomierza o zakresie 0...35 V lub 0...40 V i włączenie szeregowo z jego cewką rezystora (lub zespołu rezystorów) o oporności dzie-

więciokrotnie wyższej od oporności tej cewki. Zastosowany w urządzeniu modelowym woltomierz ma zakres 0...35 V napięcia stałego i pobiera 1 mA przy napięciu 35 V. Z tego wynika, że opór jego cewki wynosi 35 k Ω , zaś dodatkowy rezystor musi mieć wartość 315 k Ω (300 k Ω + 15 k Ω). Przy najwyższym napięciu wydzieli się na nim 315 mW w postaci ciepła.

Zmontowany układ nie wymaga żadnych dodatkowych regulacji. Lampy wkładane są w podstawki na samym końcu, tuż przed uruchomieniem. Zmierzony prąd żarzenia po minucie pracy powinien zawierać się w przedziale 285...315 mA. Jeśli okaże się

zbyt duży, należy w szereg z żarnikami lamp włączyć rezystor o odpowiedniej wartości. Za duża temperatura katody spowodowałby przedwczesne zużycie się lamp, natomiast zbyt niska – niemożność osiągnięcia pełnej wydajności prądowej.

Uruchamiając i użytkując ów zasilacz należy pamiętać o wysokich napięciach w nim panujących, w tym również na wyjściu. Z tego względu należy pamiętać o regule pracy „z jedną ręką w kieszeni”, używać zasilacza z respektem i wyobraźnią.

**Michał Kurzela
futrzaczek@o2.pl**