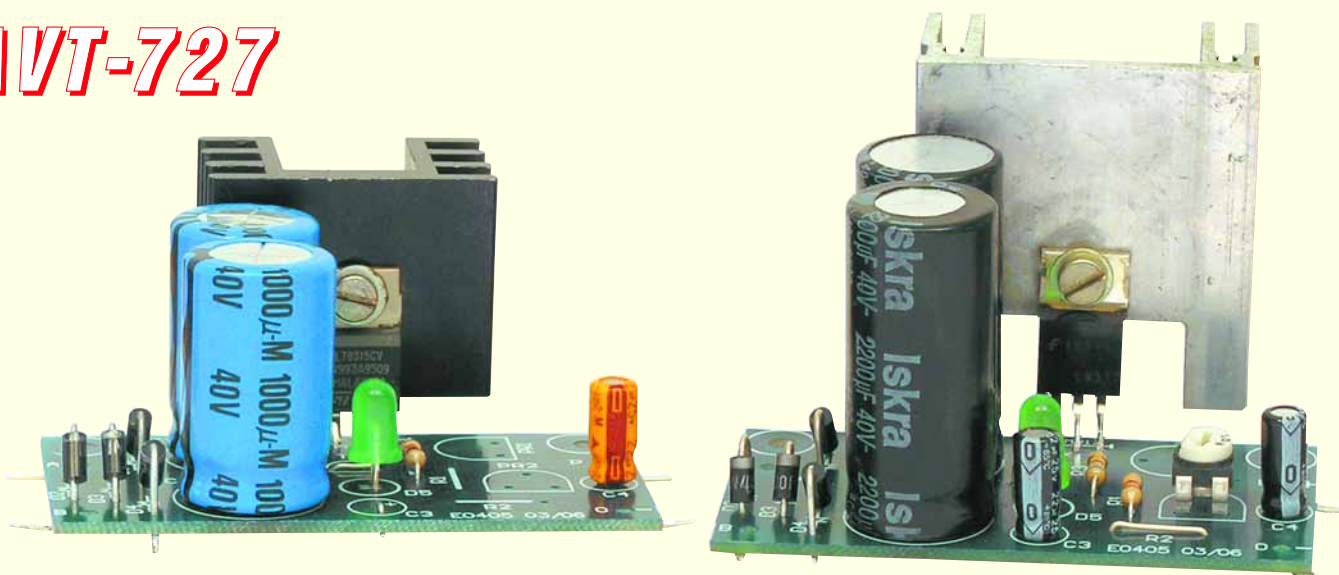




AVT-727



Uniwersalny moduł zasilający

Kompletny moduł zasilacza stabilizowanego o znakomitych parametrach.

Wersja 1 - ze stabilizatorem LM317 z możliwością precyzyjnej, płynnej regulacji napięcia.

Wersja 2 - o ustalonym napięciu ze stabilizatorem rodziny 78xx.

Zakres napięć zasilania do 35V, zakres napięć wyjściowych do 30V. Prąd maksymalny do 1,5A.

Zasilacze i stabilizatory to jeden z popularnych tematów, cieszących się zainteresowaniem nie tylko początkujących. Prezentowany uniwersalny moduł zawiera prostownik, filtr i stabilizator, a przez to umożliwia zrealizowanie rozmaitych, prostszych i rozbudowanych wersji zasilaczy z różnymi stabilizatorami.

Początkujący bez trudu i bez jakichkolwiek wątpliwości zmontują wersję podstawową – zasilacz o napięciu wyjściowym regulowanym płynnie w zakresie od 1,25V do około 13V. Pomimo prostoty, parametry stabilizacji są znakomite dzięki wykorzystaniu doskonałego układu scalonego LM317. Zestaw AVT-727 zawiera komplet elementów takiego zasilacza. Ponieważ często potrzebny jest moduł zasilacza o napięciu ustalonym, a nie regulowanym, przewidziano też jeszcze prostszą wersję ze stabilizatorem z popularnej rodziny 78xx.

Opisywany moduł może być wbudowany w większe urządzenie jako pełnowartościowy zasilacz dla innych urządzeń. Umieszczony w obudowie wraz z transformatorem zasilają-

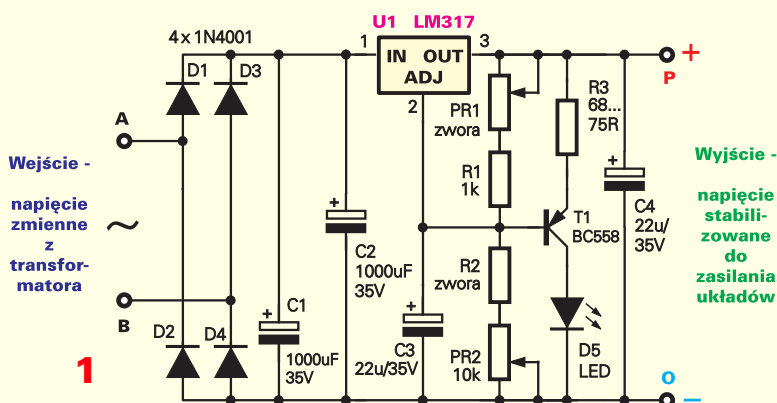
cym może też posłużyć do zbudowania prostego warsztatowego zasilacza o wszechstronnym zastosowaniu.

Proponowana wersja podstawowa to nieco uproszczona wersja zasilacza o płynnie regulowanym napięciu wyjściowym z popularnym układem LM317 według rysunku 1. Uproszczenie polega na pominięciu elementów PR1 i R2, zamiast których trzeba włutować zwory.

I właśnie wlotowanie zwrów jest pierwszą czynnością przy montażu tej wersji. Zalecana kolejność montażu podana jest w wykazie elementów. Podczas montażu należy zwracać szczególną uwagę na sposób wlotowania elementów biegunowych: diod prostowniczych, kondensatorów elektrolitycznych, tranzystora, diody LED oraz scalonego stabilizatora. Pomocą w montażu będą fotografie modelu oraz plakaty i artykuły zamieszczone w EdW 5/2004...7/2004 (numery archiwalne można zamówić w Dziale Prenumeraty).

W miejscu układu scalonego przewidziano cztery otwory. *Stabilizator LM317 należy włutować bliżej miejsca na PR1, pozostawiając pusty otwór sąsiadujący z C2.* Pokazuje to fotografia 3.

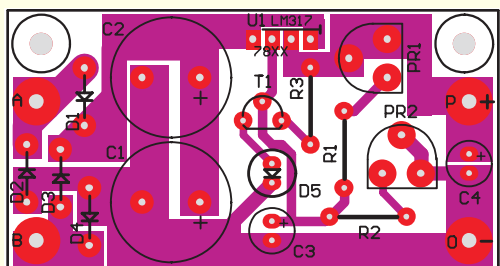
Po zmontowaniu układu trzeba bardzo starannie skontrolować, czy elementy nie zostały wlotowane w niewłaściwym kierunku lub w niewłaściwe miejsca oraz czy podczas lutowania nie powstały zwarcia punktów lutowniczych.



Układ bezbłędnie zmontowany ze sprawnych elementów od razu będzie poprawnie pracował. W końcowym zastosowaniu do punktów A, B dołączone będzie źródło napięcia zmiennego – transformator. Do wstępnego sprawdzenia można jednak wykorzystać... zasilacz napięcia stałego 9...15V lub nawet baterię, które należy dołączyć dowolnie do punktów A, B. Przy pokręcaniu potencjometru PR2 napięcie na wyjściu, w punktach, P, O będzie zmieniać się od 1,25V do kilku...kilkunastu woltów, zależnie od napięcia wejściowego. Po takim wstępnym skontrolowaniu działania można dołączyć do punktów A, B źródło napięcia zmiennego 9...24VAC (AC – alternate current = prąd zmienny). Powinien to być **opatrzony znakiem bezpieczeństwa** fabryczny zasilacz napięcia zmiennego, który w rzeczywistości jest transformatorem w obudowie wykluczającej ryzyko porażenia podczas użytkowania. Zalecany do współpracy z modułem niewielki zasilacz wtyczkowy typu AC 12V, 300mA pokazany jest na **fotografii 4**, ale oczywiście można wykorzystać jakikolwiek inny fabryczny zasilacz napięcia zmiennego o napięciu 9...24V i prądzie do 1,5A.



2



Uwaga! Osoby niepełnoletnie i niedoświadczone NIE POWINNY wykorzystywać do współpracy z opisanym modułem zwykłych „golych” transformatorów bez obudowy, z uwagi na niebezpieczeństwo porażenia prądem z sieci energetycznej.

Tylko dla dociekliwych – działanie układu

Moduł to klasyczny zasilacz z prostownikiem mostkowym (pełnokresowym) z diodami D1...D4. Maksymalny prąd takiego mostka z diodami 1N4001...1N4007 wynosi 2A. Wyprostowane napięcie jest filtrowane przez dwa duże kondensatory C1 i C2 i podawane dalej na stabilizator U1. W wersji podstawowej z układem LM317 elementy PR1 i R2 zastąpione są zworami. Potencjometr PR2 służy do płynnej regulacji napięcia, a zakres regulacji zależy od stosunku rezystancji PR2 do R1. Zmiana wartości R1 pozwoli zmienić zakres regulacji. Na przykład gdy R1=2,2kΩ (przy PR2=10kΩ), zakres regulacji wyniesie tylko 1,25V...6,9V, natomiast gdy R1=560Ω (PR2=10kΩ), zakres regulacji wynosi około 1,25V...23,5V.

Tranzystor T1 i dioda LED pełnią podwójną rolę. Po pierwsze, D5 jest lampką kontrolną świadcząca o obecności napięcia wyjściowego (większego niż 2,5V). Po drugie, prąd płynący przez D5 jest też wstępnym obciążeniem stabilizatora U1. Specyficzna budowa stabilizatora LM317 wymaga do poprawnej pracy przepływu prądu obciążenia co najmniej 3,5mA (w niektórych egzemplarzach nawet 10mA). Przez R1 i PR2 płynie mniejszy prąd, więc bez obwodu R3, T1, D5 i przy braku zewnętrznego obciążenia stabilizator mógłby pracować błędnie – spoczynkowe napięcie wyjściowe byłoby zbyt wysokie.

Z zasady działania stabilizatora LM317 wynika, że podczas normalnej pracy napięcie między końcówkami

OUT-ADJ wynosi około 1,25V. Na rezystorze R3 występuje więc napięcie około 0,65V, a tym samym podczas normalnej pracy przez R3, T1 i diodę D5 płynie prąd około 10mA.

Przewidziane w układzie opcjonalne elementy PR1 i R2, niewykorzystywane w wersji podstawowej, pozwalają precyzyjnie dobrać zakres regulacji napięcia wyjściowego. Mianowicie obecność potencjometru montażowego PR1 o wartości 100Ω...1kΩ umożliwi dokładne ustawienie maksymalnego napięcia wyjściowego (przy maksymalnej rezystancji potencjometru PR2). Z kolei obecność R2 pozwoli podwyższyć napięcie minimalne (przy zerowej wartości PR2), które ze zwrą w miejscu rezystora R2 wynosi zawsze około 1,25V. Na przykład, gdy PR2=2,2kΩ, R1=820Ω lub 910Ω, R2=5,6kΩ, przy odpowiednim ustawieniu PR1=220Ω, zakres regulacji napięcia wyniesie od 9V do 12V. Dobór wartości PR1 i R2 to zadanie dla dociekliwych i bardziej zaawansowanych. Na początek wystarczy wersja podstawowa ze zworami zamiast PR1 i R2.

Właściwości zasilacza będą zależą od kilku czynników. Przede wszystkim tego rodzaju zasilacze nie mogą podwyższyć napięcia, więc maksymalne napięcie na wyjściu zawsze będzie o 1...3 woltów mniejsze od napięcia na kondensatorach C1, C2. Przy podanych wartościach elementów napięcie wyjściowe można płynnie regulować przez zmianę wartości PR2 w zakresie około 1,25...13V, ale pod warunkiem, że napięcie na C1, C2 pod obciążeniem nie będzie spadać poniżej 15V. Generalnie nie należy dążyć do uzyskania jak najwyższego napięcia na C1, C2. Najlepiej byłoby, gdyby przy pełnym obciążeniu napięcie na C1, C2 było o około 2...3V większe od maksymalnego potrzebnego napięcia wyjściowego.

Wprawdzie napięcie na C1, C2 może sięgnąć 35V, co uzyskuje się przy zastosowaniu transformatora 24V. Tu warto przypomnieć, że napięcie **stałe** na kondensatorach C1, C2 będzie około 1,4 raza większe niż zmierzone woltomierzem napięcie **zmienne** w punktach A, B – wykorzystujemy bowiem napięcie **szczytowe** przebiegu zmiennego.

Prąd maksymalny stabilizatora LM317 według katalogu sięga 1,5A. W praktyce najprawdopodobniej nie uda się uzyskać tak dużej ciągłej wartości prądu. Po pierwsze, zależy to od napięcia między punktami IN, OUT stabilizatora i wymagałoby zastosowania „sztywnego” transformatora o napięciu dobranym ściśle według potrzeb, o odpowiednio dużej mocy (sztywny transformator to taki, którego napięcie wyjściowe nie zmniejsza się znacząco pod wpływem obciążenia). Po drugie, ważniejsze, głównym ograniczeniem we wszelkich stabilizatorach jest temperatura. Mianowicie prąd przepływający przez stabilizator U1, nagrzewa go – jest to tzw. moc strat wynikająca z przemnożenia prądu



4

plynącego przez stabilizator przez napięcie między końcówkami IN, OUT tego stabilizatora. Czym większy prąd i czym większe jest to napięcie na stabilizatorze, tym większe straty mocy i bardziej stabilizator się grzeje. **Jeśli temperatura scalonej struktury wzrośnie powyżej 150°C, wewnętrzne obwody zabezpieczające ograniczą prąd przez zmniejszenie napięcia wyjściowego. Stabilizator nie ulegnie uszkodzeniu, ale przestanie pełnić swą rolę – stabilizować napięcie.** Bez radiatora stabilizator U1 może wydzielić tylko do ok. 2W mocy, co oznacza, że będzie poprawnie pracował przy niewielkich prądach wyjściowych do 0,1...0,15A. Z dostarczonym radiatorem zakres użytecznych prądów wyjściowych zwiększy się do 0,3...0,5A. Warto przy tym pamiętać, że w czasie jak najbardziej normalnej, prawidłowej pracy radiator może mieć temperaturę powyżej +100°C.

O maksymalnych osiągnięciach zasilacza zdecydują więc różne czynniki, głównie parametry transformatora oraz radiatora. Kto chciałby „wydusić” z zasilacza maksymalne parametry, musi zastosować znacznie większy radiator oraz transformator o większej mocy (do 30W).

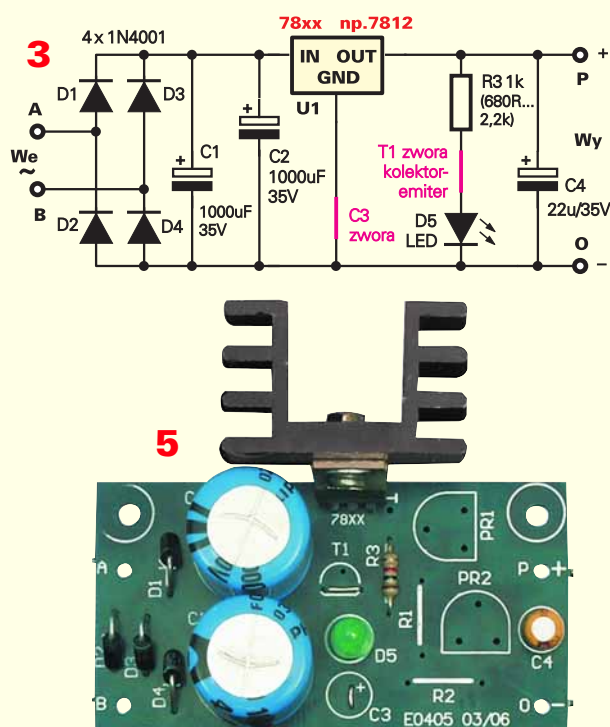
Możliwości zmian

W wersji podstawowej przy najniższych napięciach wyjściowych nie będzie świecić kontrolka D5 – zaświeci przy napięciach wyjściowych powyżej 2,4V. Zależnie od właściwości danego egzemplarza układu scalonego, brak wstępnego prądu obciążenia, może unie-

możliwić w spoczynku uzyskanie napięć poniżej 2,4V, ale napięcia takie (1,25V...2,4V) uzyskuje się po dołączeniu zewnętrznego obciążenia. Jeśli komuś zależy na tym, żeby w spoczynku napięcie wyjściowe przyjmowało wartości w pełnym zakresie, już od 1,25V, powinien usunąć kontrolkę LED i zamiast D5 zastosować zworę. Jeśli z kolei napięcia z zakresu 1,25V...2,5V nie będą potrzebne, należy zastosować R2 o wartości 1kΩ, co podwyższy napięcie minimalne do 2,5V i zagwarantuje świecenie D5 w pełnym zakresie regulacji napięcia wyjściowego (2,5V...14,5V).

W miejsce potencjometru montażowego PR2 można śmiało wlotować za pomocą (krótkich) przewodów klasyczny potencjometr albo też zastosować przełącznik z dobranymi rezystorami. Dioda LED D5 pełni rolę kontrolki i też warto ją wlotować na przewodach.

Opisany moduł może z powodzeniem współpracować z wtyczkowym zasilaczem niestabilizowanym. Taki prymitywny zasilacz



zawiera już diody prostownicze, dlatego w module należy pominąć D1...D4 i pamiętać o biegunowości, dołączyć taki zasilacz do punktów lutowniczych C1 lub C2. Nie należy przy tym rezygnować z kondensatorów C1, C2 w module, ponieważ popularne wtyczkowe zasilacze niestabilizowane zawierają kondensator filtrujący o niewielkiej wartości.

Wykaz elementów wersji regulowanej z LM317

(w kolejności lutowania)

- 1 zwora z drutu zamiast PR1
- 2 zwora z drutu zamiast R2
- 3 R1 - 1kΩ (brąz-czar.-czerw.-złoty)
- 4 R3 - 68Ω (nieb.-szary-czarny-złoty)
- 5 D1 - dioda 1N4001...4007
- 6 D2 - dioda 1N4001...4007
- 7 D3 - dioda 1N4001...4007
- 8 D4 - dioda 1N4001...4007
- 9 PR2 - 10kΩ miniaturowy (może być oznaczony 103 lub 14)
- 10 T1 - BC558
- 11 C3 - 22µF/35V (lub na wyższe napięcie)
- 12 C4 - 22µF/35V (lub na wyższe napięcie)
- 13 D5 - dioda LED zielona 5mm lub 3mm
- 14 C3 - 1000µF/35V (lub 2200µF/35V...40V)
- 15 C3 - 1000µF/35V (lub 2200µF/35V...40V)
- 16 przykręcić wkrętem radiator dla U1 (dostarczony w zestawie)
- 17 wlotować U1 - LM317 (bliżej PR1, pusty otwór przy C2 - patrz fot. 3)

Proponowane wartości R1, PR2 przy zastosowaniu zwór zamiast PR1 i R2 umożliwiają regulację napięcia wyjściowego w zakresie około 1,25V...13V. Zastosowanie R2=1kΩ da zakres regulacji 2,5V...14,5V.

Uwaga! Zestaw AVT-727 zawiera elementy dla wersji regulowanej według powyższego wykazu

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-727.

Wykaz elementów wersji z układem 78xx

(w kolejności lutowania)

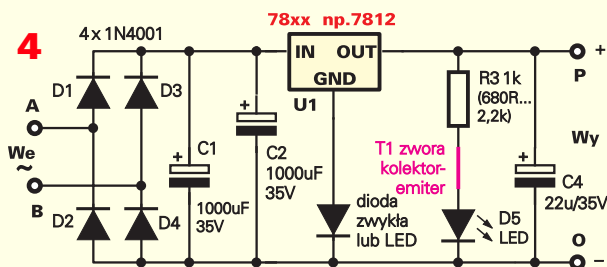
- 1 zwora z drutu zamiast C3
- 2 zwora z drutu kolektor-emiter T1
- 3 R3 - 1kΩ (brąz-czar.-czerw.-złoty)
- 4 D1 - dioda 1N4001...4007
- 5 D2 - dioda 1N4001...4007
- 6 D3 - dioda 1N4001...4007
- 7 D4 - dioda 1N4001...4007
- 8 C4 - 22µF/35V (lub 10µF/35V...40V)
- 9 D5 - dioda LED zielona 5mm lub 3mm
- 10 C1 - 1000µF/35V (lub 2200µF/35V...40V)
- 11 C2 - 1000µF/35V (lub 2200µF/35V...40V)
- 12 przykręcić wkrętem radiator dla U1
- 13 wlotować U1 - 78xx (bliżej C2, pusty otwór przy PR1 - patrz tekst)

Wersja z układem 78xx

Jeśli nie jest potrzebny zasilacz o regulowanym napięciu wyjściowym, układ można znacznie uprościć przez wykorzystanie scalonego stabilizatora popularnej rodziny 78xx. Układ wygląda wtedy jak na **rysunku 3** i na **fotografii 5**.

W rodzinie 78xx dostępne są m.in. stabilizatory o napięciach 5V (7805), 6V (7806), 9V (7809), 12V (7812), 15V (7815) czy 24V (7824).

Stabilizator 78xx należy wlotować bliżej C2, jak pokazuje **fotografia 6**. Można też zmodyfikować napięcie stabilizatora rodziny



78xx przez włączenie w miejsce C3 diody według **rysunku 4**. Włączenie zwykłej diody, np. 1N4148, podwyższy napięcie wyjściowe o około 0,6V. Włączenie diody Schottky'ego, np. BAT43, podwyższy napięcie o około 0,3..0,4V, a diody LED o 1,6...3V, zależnie od koloru diody. Można też włączyć diodę Zene-



ra, ale nie ma to większego sensu, bo korzystniej jest od razu zastosować stabilizator o potrzebnym wyższym napięciu.

Piotr Górecki