



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. Honorarium za publikację w tym dziale wynosi 250,- zł (brutto) za 1 stronę w EP. Przesyłanych tekstów nie zwracamy. Redakcja zastrzega sobie prawo do dokonywania skrótów.

# Impulsowy stabilizator regulowany o wysokiej wydajności prądowej

*Na rynku jest bardzo duży wybór zasilaczy o różnych parametrach, wymiarach i cenach. Jednakże koszt zakupu zasilacza impulsowego o wysokiej sprawności i dużej mocy jest znaczący. Warto więc wykonać taki zasilacz samodzielnie.*



## Projekt 172

Proponuję konstrukcję impulsowego stabilizatora o regulowanym napięciu wyjściowym i następujących parametrach:

- zakres regulacji napięcia wyjściowego (Uwy): 1,3...15 V,
- maksymalne natężenie prądu obciążenia: 10 A,
- chwilowe (kilka minut) natężenie prądu obciążenia: 12...15 A,
- sprawność: 70%,
- dryft napięcia wyjściowego w funkcji czasu: mniejszy od 10 mV/ 3 godz.),
- wahania napięcia wyjściowego w funkcji zmiany napięcia zasilania: 25 mV przy zmianie 190...240 V (wsp. stabilizacji 0,5%),
- zmiana napięcia wyjściowego w funkcji natężenia prądu obciążenia: 30 mV przy zmianie 0,5...10 A,
- wymuszony obieg powietrza chłodzącego.

Jako układ sterujący wybrałem dobrze znany LM2575. Jest to niedrogi stabilizator impulsowy, o maksymalnym prądzie obciążenia 1 A. Istnieje cały szereg odmian na różne, stałe napięcia wyjściowe (3,3; 5,0; 12; 15 V), a także LM2575T-ADJ (*adjustable* – regulowany). Jest to stabilizator o możliwości regulacji napięcia wyjściowego w granicach 1,2...37 V. Wszystkie wymienione układy różnią się rezystancją jednego z rezystorów (R2) dzielnika napięcia (rys. 1a), który jest wbudowany w strukturę układu, jeśli ten wykonany jest jako wariant ze stałym napięciem wyjściowym. W wersji ADJ dzielnik jest wyniesiony na zewnątrz, co daje możliwość regulacji napięcia wyjściowego.

Układ zmienia napięcie wyjściowe w taki sposób, aby utrzymać wyjściu dzielnika R1-R2 stałe napięcie równe 1,23 V. Dzielnik zasilany jest napięciem wyjściowym i zmiana rezystancji R2 prowadzi do zmiany napięcia wyjściowego w takim stopniu, aby napięcie dzielnika nadal było równe 1,23 V. Nasuwa się prosty wniosek: zmieniając R2, zmienia się napięcie wyjściowe.

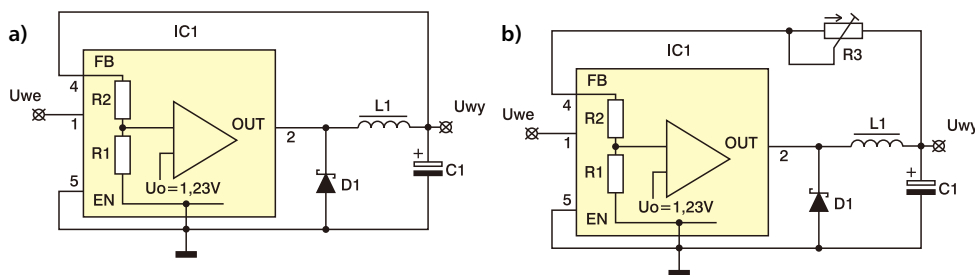
Jeśli spojrzeć uważniej na struktury układów o stałym napięciu wyjściowym, to można zauważyć, że mamy dostęp do dzielnika w punkcie FB (*Feed Back* – sprzężenie zwrotne), nóżka 4.

Przyjrzyjmy się LM2575-3,3. Jeśli szeregowo z R2 włączymy potencjometr tak, jak pokazano na rys. 1b, to możemy regulować Uwy od  $U_{wy_{min}} = 3,3 \text{ V}$  ( $R3=0$ ) do  $U_{wy_{max}} = 37 \text{ V}$  ( $R3=27,4 \Omega$ ).

Może pojawić się pytanie, po co te rozważania, skoro istnieje cały wachlarz układów na różne napięcia? Po pierwsze możemy nie mieć pod ręką potrzebnego układu stabilizatora, a po drugie przy niewielkiej inwestycji (zakup potencjometru) otrzymujemy regulowany stabilizator. A jak należy postąpić, gdy chcemy zmniejszyć Uwy poniżej wartości nominalnej? Po prostu należy zwiększyć (wzmocnić) Uwy w obwodzie sprzężenia zwrotnego (rys. 2).

Już wspominałem, maksymalny prąd wyjściowy układu nie przekracza 1 A, co nie zawsze jest wystarczające. Ograniczenie nakłada wewnętrzny tranzystor kluczujący. Można je ominąć podłączając zewnętrzny tranzystor kluczujący o znacznie większym prądzie obciążenia.

W przedstawianym układzie wykorzystano LM2575 jako sterownik, a elementem kluczującym jest tranzystor IRF1404, którego rezystancja  $R_{DS_{ON}}$  jest równa 4 m $\Omega$ , a maksymalne natężenie prądu  $I_{DS}$  to aż 162 A! Jeśli zapewnimy pełne otwarcie i zatkanie tranzystora kluczującego, to moc tracona statycznie na drenie, przy prą-



Rys. 1. Dzielnik napięcia w strukturze LM2575 (a) i podłączenie zewnętrznego potencjometru (b)

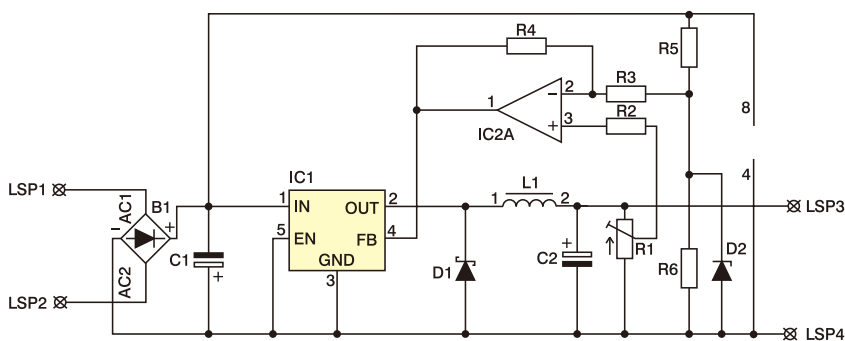
dzie o natężeniu 10 A, jest równa 0,4 W. Jest to w pełni zadowalające, ponieważ tranzystor nie wymaga radiatora. Niestety, obciążenie tranzystora jest włączone w obwód źródła, czyli jest to wtórnik źródłowy, a wszystkie wtórniki (katodowy, emiterowy, źródłowy) pracują źle

jako klucze, ponieważ mają ujemne napięcie zwrotne. Aby zabezpieczyć pełne otwieranie tranzystora, należy przyłożyć między źródłem i bramką napięcie 10...20 V. Dlatego na wejście sterownika (nóżka 1) podawane jest napięcie o 12 V wyższe, niż napięcie wejściowe.

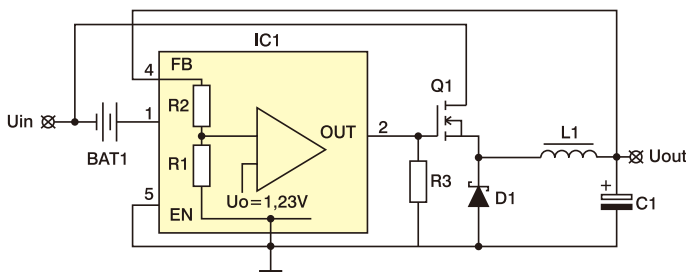
Z wyjścia sterownika napięcie to podawane jest na bramkę tranzystora i w ten sposób w stanie otwartym, na bramce zawsze jest napięcie o 12 V wyższe, od napięcia na źródle (rys. 3). Tak dzieje się, gdy tranzystor połowy jest otwarty. Gdy tranzystor jest zatknięty, to napięcia względem masy na jego źródle i bramce są bliskie zeru.

Tranzystor został zabezpieczony statycznie, czas pomyśleć o pracy dynamicznej. Częstotliwość pracy przetwornicy to około 52 kHz, a w tym wypadku ważny jest czas przełączania tranzystora, tzn. czas, kiedy tranzystor jest w obszarze pracy aktywnej i tracona jest moc na jego nagrzewanie. Czas przełączania tranzystora kluczującego zależy od właściwości samego elementu, na które nie mamy wpływu i od schematu, który w znacznej mierze zależy od nas.

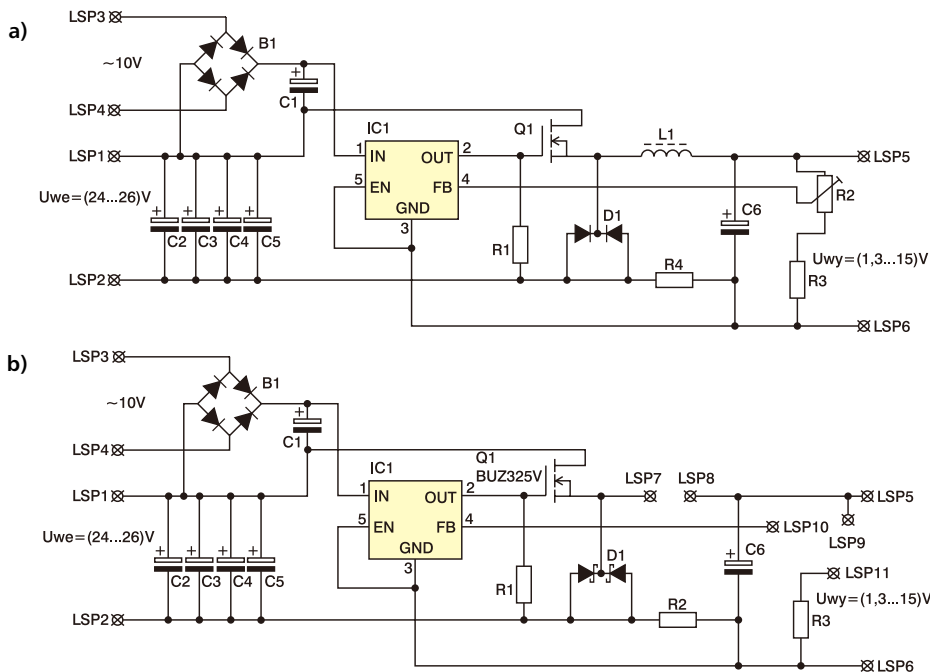
Własny czas przełączania tranzystora (suma czasu załączenia i wyłączenia) wynosi około 0,25 μs, co daje nieco ponad 1% czasu jednego cyklu. Drugą przyczyną zwiększenia czasu przełączania jest obecność pojemności wejściowej tranzystora, którą należy naładować i rozładować możliwie jak najszybciej. Pojemność ta jest dość znaczna i jest równa około 7500 pF.



Rys. 2. Dołączenie wzmacniacza w obwodzie pętli sprzężenia zwrotnego stabilizatora



Rys. 3. Sposób podłączenia zewnętrznego tranzystora kluczującego



Rys. 4. Schemat przetwornicy

**WYKAZ ELEMENTÓW**

**Rezystory**

- R1: 270 Ω/2 W
- R2: potencjometr panelowy 10 kΩ
- R3: 820 Ω/0,125 W
- R4: 0,05 Ω/15 W (równoległe 3×0,15 Ω/5 W)

**Kondensatory**

- C1: 470 μF/25 V
- C2...C5: 4700 μF/35 V
- C6: 220 μF/25 V

**Półprzewodniki**

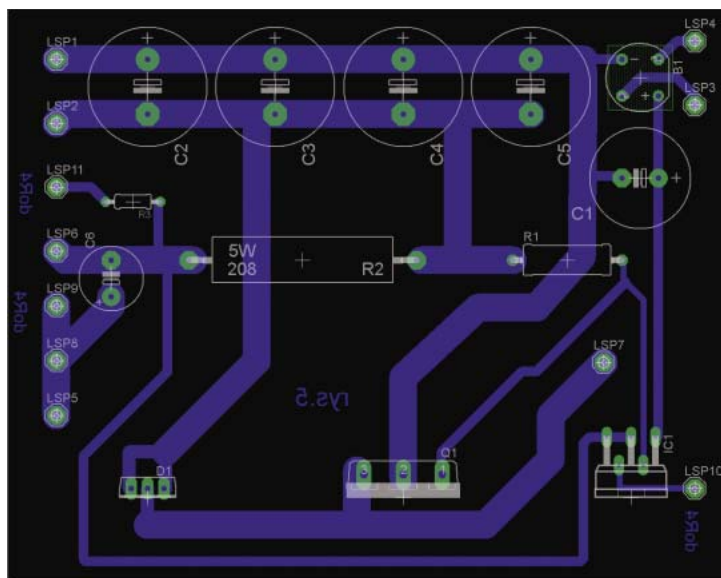
- IC1: LM2575
- T1: IRF1404
- D1: B20100
- B1: mostek 1 A, 100 V

**Inne**

- L1: cewka nawinięta na pręcie ferrytowe o długości 100 mm, średnicy 10 mm
- Dwie warstwy drutem d=1,5 mm do zapełnienia

Na CD karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych na Wykazie Elementów kolorem czerwonym





Rys. 5. Schemat montażowy

Ładowanie pojemności wejściowej tranzystora kluczującego zapewnia stopień wyjściowy sterownika, rozładowanie następuje przez rezystor R3 (rys. 3). Wartość rezystancji R3 jest równa 270 Ω, co jest kompromisem między mocą traconą na sterowniku i R3, a czasem rozładowania pojemności wejściowej (około 1,5 μs).

Schemat proponowanej przetwornicy przedstawiono na rys. 4, a jej schemat montażowy na rys. 5. Dodatkowe napięcie podawane na zaciski LSP3-4 otrzymujemy nawijając na transformatorze

kilkadziesiąt zwojów drutu o średnicy około 0,35... 0,5 mm. Wydajność prądowa tego uzwojenia pomocniczego nie powinna być mniejsza niż 0,2 A.

Jedynym elementem, który należy wykonać we własnym zakresie, jest cewka L1 nawinięta na pręcie ferrytowym o długości 100 mm i średnicy 10 mm. Wykorzystano pręt od anteny ferrytowej, na który nawinięto dwie warstwy emalowanego drutu o średnicy 1,5 mm. Zwoje zabezpieczono koszulką termokurczliwą. Indukcyjność cewki to około 500 μH.

Dioda D1 to dwie połączone ze sobą diody Schottky. Każda z nich może (pod warunkiem odpowiedniego chłodzenia) przewodzić prąd 10 A. Rezystor R4 jest bocznikiem o rezystancji 0,05 Ω. (3 równolegle połączone rezystory 0,15 Ω/5 W). Służy do pomiaru prądu i może być wykorzystany w obwodzie ograniczenia prądowego. Aby wyłączyć stabilizator wystarczy podać na nóżkę 5 (EN) sterownika logiczną „1”. Potencjometr R2 to faktycznie dwa precyzyjne, połączone ze sobą potencjometry, pozwalające na regulację płynną i zgrubną. Produkowano go pod marką SP5-35 (CP15-35). Dzisiaj można go znaleźć na aukcjach internetowych. Można go zastąpić dwoma potencjometrami połączonymi szeregowo o rezystancjach 5...10 kΩ i 200...400 Ω.

Rezystor R3 służy do ograniczenia maksymalnego napięcia wyjściowego i dla  $U_{wy}=16 V$  i  $R2=10 k\Omega$  ma wartość 820 Ω.

Elementy półprzewodnikowe, które grzeją się podczas pracy (tranzystor polowy, dioda D1 i sterownik) zamocowano na jednym radiatorze (120×50×17 mm) z użyciem podkładek silikonowych i tulei izolujących. Obieg powietrza chłodzącego wymuszony jest przez wentylator. Na tym samym radiatorze zamocowany jest również mostek 35 A, który nagrzewa się najwięcej. W znacznym stopniu, obecność wentylatora wymuszona jest potrzebą chłodzenia mostka.

Jerzy Grnaderjan  
jurek14@gazeta.pl

R E K L A M M A

# Kurs programowania mikrokontrolerów AVR w języku C

Zestaw ewaluacyjny z procesorem ATMEGA162  
Płyta CD z kompletem materiałów do kursu

**AVT 3505**

Wrz z zestawem AVT3505 otrzymasz płytę CD zawierającą:

**18** lekcji kursu AVR-GCC prowadzonego na łamach Elektroniki dla Wszystkich oraz niezliczone listingi, programy, narzędzia i materiały dodatkowe

- Mikrokontroler ATmega162 posiadający 16KB pamięci programu, 1KB pamięci danych oraz 512B pamięci EEPROM
- Dodatkowa pamięć danych o pojemności 32KB
- Wyprowadzone złącze zgodne RS232
- Dwa złącza programowania – zgodne z używanym dotychczas w kursie BASCOM oraz zgodne z rozkładem proponowanym przez firmę ATMEL
- Sygnały magistrali wyprowadzone na złącze rozszerzeń
- Współpraca z ciekłokrystalicznym wyświetlaczem alfanumerycznym lub z czterema siedmiosegmentowymi wyświetlaczami LED.
- Konwerter poziomów napięcia dla wyświetlaczy graficznych stosowanych w komórkach.

**www.sklep.avt.pl**

AVT-Korporacja Sp. z o.o., 03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11, tel. 022 257 84 50, fax 022 257 84 55, e-mail: handlowy@avt.pl