

Mikroprocesorowy zasilacz laboratoryjny

AVT-5083

Każdy elektronik dobrze wie, jak bardzo jest potrzebny w pracowni zasilacz z dużym zakresem regulacji napięcia i ograniczeniem prądu.

Rekomendacje: dla wszystkich konstruktorów elektroników posiadających własną pracownię lub laboratorium.



Schemat elektryczny zasilacza przedstawiono na **rys. 1** (sterownik) i **rys. 2** (moduł wykonawczy). W sterowniku zastosowano mikrokontroler PIC16F628 i dwa wzmacniacze operacyjne zintegrowane w układzie LM358. W stopniu wyjściowym zastosowano tranzystory BC338 i BDP391 połączone w układ Darlingtona. Ważne jest, aby beta pierwszego tranzystora była mniejsza od 160, a drugiego mniejsza od 300. Jeżeli ten warunek nie będzie spełniony, to nie będzie można uzyskać napięcia wyjściowego poniżej 6V.

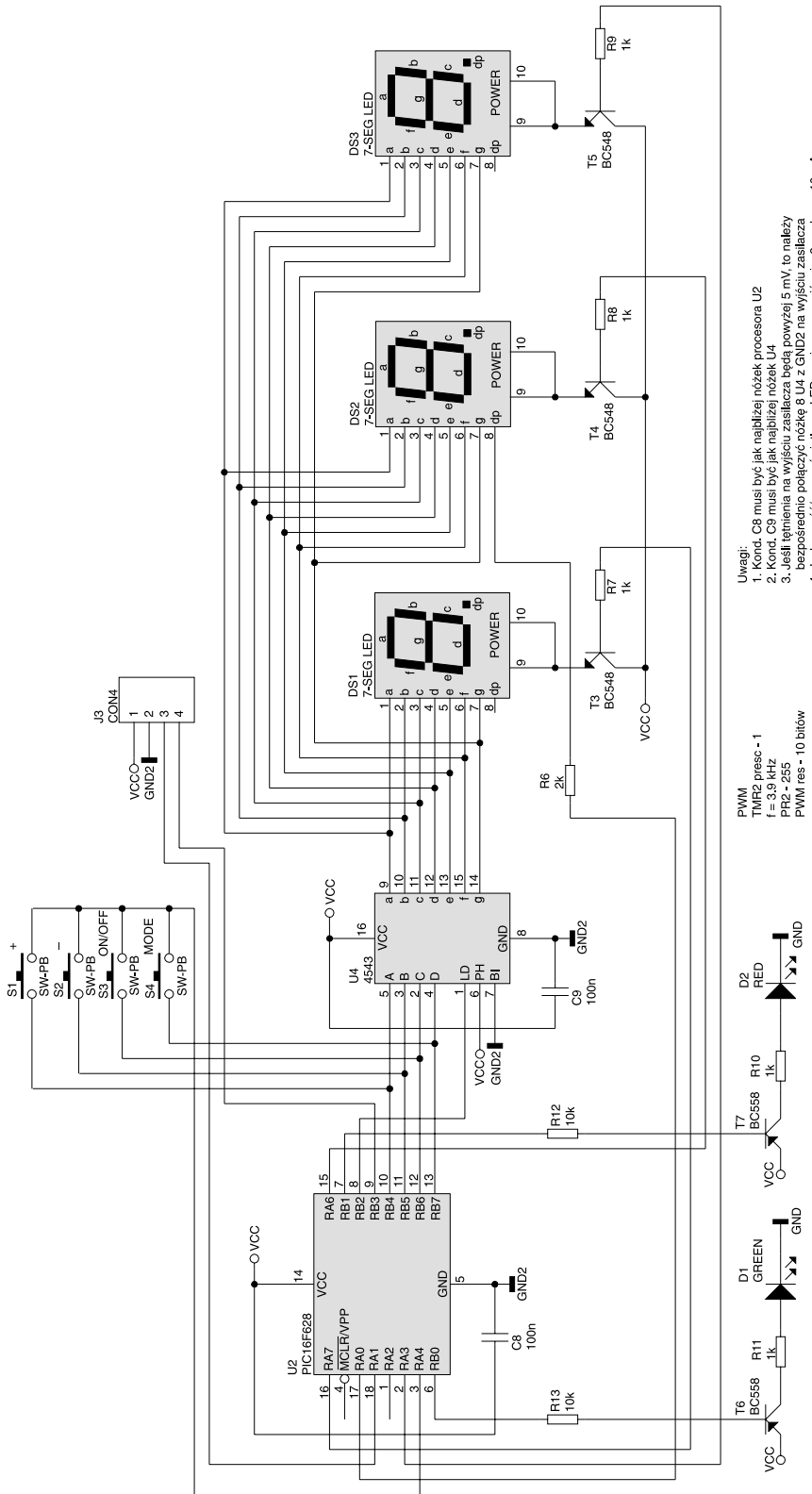
Wartość napięcia wyjściowego można ustawiać w przedziale od 0,0 V do 25 V ze skokiem 0,1 V. Maksymalny prąd obciążenia zależy od warunków chłodzenia tranzystora mocy. W modelowym układzie wynosi on 1 A, z możliwością ograniczenia do 10 mA ze skokiem 70 mA. W momencie wykrycia zwarcia zasilacz wyłącza się, gaśnie wyświetlacz i zaczyna świecić czerwona dioda LED. Stan ten trwa do czasu usunięcia zwarcia. Ustawiona wartość napięcia lub ograniczenia prądowego jest wyświetlana na trzycyfrowym wyświetlaczu siedmio-segmentowym, którego jasność powinna wynosić 3 mcd przy 10 mA.

Dioda zielona informuje o występowaniu ustawionego napięcia na wyjściu zasilacza (ON/OFF), a czerwona o zadziałaniu ograniczenia prądowego. Ustawianie wartości napięcia i prądu dokonuje się za pomocą czterech przycisków o następujących funkcjach:

- zwiększenie napięcia o 0,1V lub ograniczenia prądu o 70 mA - przycisk *plus*,
- zmniejszenie napięcia o 0,1V lub ograniczenia prądu o 70 mA - przycisk *minus*,
- podanie (odłączenie) ustawionego napięcia na wyjście zasilacza - przycisk *On/Off*,
- przełączanie między ustawianiem napięcia lub ograniczenia prądowego - przycisk *mode*.

Po ustawieniu napięcia i naciśnięciu przycisku *On/Off* wartość napięcia zostaje zapamiętana i po ponownym włączeniu zasilacza automatycznie jest ona wyświetlana na wyświetlaczu. Układ zasilacza posiada jeszcze jedną dodatkową cechę spotykaną w profesjonalnych przyrządach - *soft start*. Po naciśnięciu przycisku *On/Off* napięcie na zaciskach wyjściowych nie zmienia się skokowo, lecz rośnie liniowo do ustalonego poziomu.

Do regulacji napięcia wyjściowego zastosowano układ modulacji szerokości impulsów PWM (zintegrowany w mikrokontrolerze)



Uwagi:
 1. Kond. C8 musi być jak najbliższ nóżek procesora U2
 2. Kond. C9 musi być jak najbliższ nóżek U4
 3. Jeśli tętnienia na wyjściu zasilacza będą powyżej 5 mV, to należy bezpośrednio połączyć nóżkę 8 U4 z GND2 na wyjściu zasilacza
 4. Jasność/seg wyświetlaczy LED powinna wynosić min. 3 mcd przy 10 mA

PWM
 TMR2 presc - 1
 f = 3.9 kHz
 PR2 - 255
 PWM res - 10 bits

Rys. 1. Schemat układu sterowania

i filtr dolnoprzepustowy drugiego rzędu (R2, R1, C2, C1 - rys. 2). Napięcie na wyjściu filtru jest proporcjonalne do współczynnika wypełnienia przebiegu prostokątnego. Następnie jest ono wzmacniane w układzie wzmacniacza nieodwracającego U1A i podawa-

ne na stopień wyjściowy (T1 i T2). Pętla sprzężenia zwrotnego obejmuje stopień wyjściowy, co zapewnia stałe napięcie na wyjściu przy zmianie obciążenia.

Pomiar prądu jest dokonywany na rezystorze R5 o rezystancji 0,1 Ω włączonym szeregowo z obciąże-

niem. Tak uzyskane napięcie jest wzmacniane i podawane na wejście komparatora napięcia w mikrokontrolerze. Na drugie wejście komparatora podawane jest napięcie odniesienia ustawiane programowo na jedną z 16 wartości.

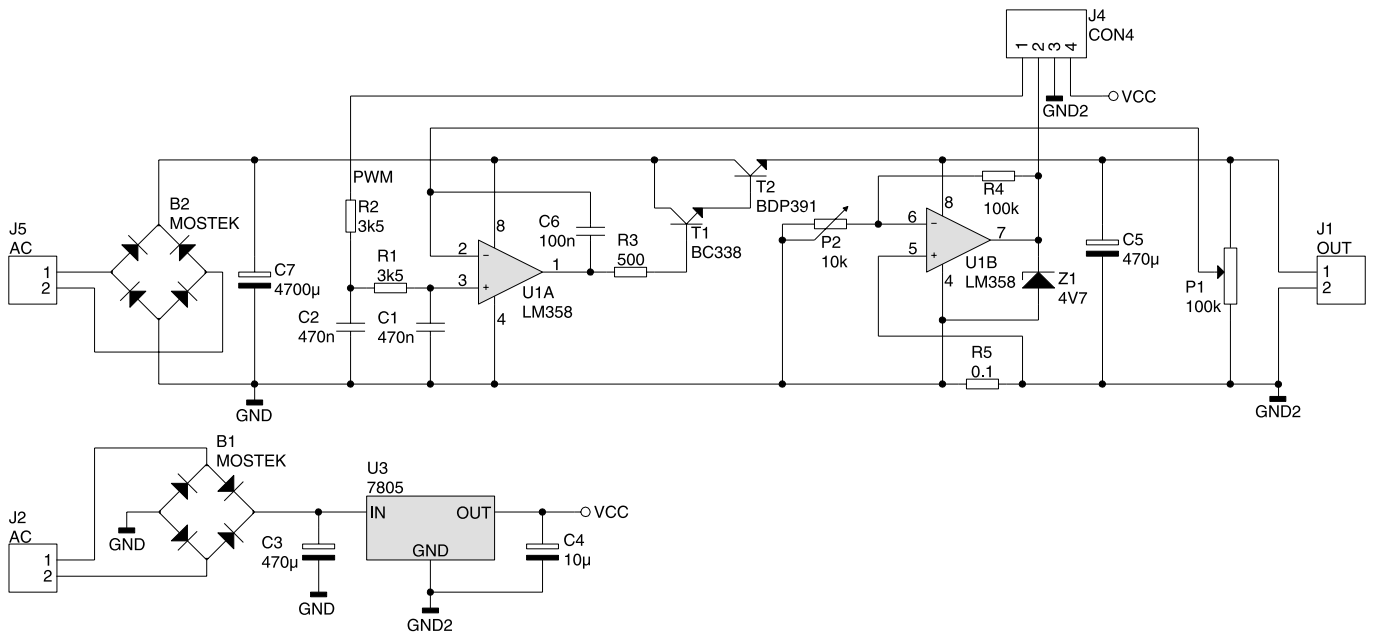
Ze względu na małą liczbę dostępnych linii I/O w mikrokontrolerze w stosunku do liczby obsługiwanych układów niektóre linie są multipleksowane. Klawiatura i dekodery BCD->7 segmentów (sterujący wyświetlaczami) są połączone do tego samego portu. Wyświetlanie jest dynamiczne. Każdy wyświetlacz jest włączany na 4 ms co 8 ms. Powoduje to, iż oko ludzkie nie dostrzeże migotania. Na czas odczytu klawiatury (5 μs) odpowiednie linie portu B są ustawiane jako wejścia, a wpis do dekodera zablokowany. Linia RA4 jest ustawiana na poziomie niskim i następuje odczyt klawiatury. Ponieważ linia RA4 jest typu *open drain*, to ustawienie jej w czasie wyświetlania na poziomie wysokim (nóżka „wisi“ w powietrzu) powoduje, iż naciśnięcie przycisków nie wpływa na wyświetlane informacje. Klawiatura posiada dynamiczną repetycję - im dłużej trzymamy wciśnięty klawisz, tym szybciej jest on odczytywany.

Montaż zasilacza

Zasilacz został zmontowany na dwóch dwustronnych płytach drukowanych, których schematy montażowe przedstawiono na rys. 3 i 4. Montaż zasilacza nie wymaga szczegółowego opisu, ale warto go przeprowadzić w klasyczny sposób, zaczynając od elementów o najmniejszych wymiarach. Tranzystor T2 powinien być zamontowany na radiatorze o powierzchni czynnej co najmniej 40 cm². Połączenie płytek można wykonać za pomocą 4-przewodowej taśmy, której końcówki są lutowane do punktów J3 i J4. Wygodniej jest jednak zastosować 4-stykowe złącza (przynajmniej z jednej strony kabla), które ułatwią serwisowanie zasilacza.

Kalibracja

W celu ustawienie maksymalnego napięcia wyjściowego zasilacza należy wejść w tryb konfiguracji. Aby to zrobić, należy



Rys. 2. Schemat zasilacza

przytrzymać wciśnięte klawisze: *plus*, *minus* i włączyć zasilacz. Potwierdzeniem tego, że jesteśmy w trybie konfiguracji, będzie migotanie na przemiennie diod zielonej i czerwonej. Następnie ustawiamy na wyświetlaczu maksymalną wartość napięcia, które chcemy uzyskać na wyjściu zasilacza (o 2 V niższe niż napięcie z transfor-

matora) i potwierdzamy klawiszem *mode*. Wyłączamy zasilacz.

Teraz musimy skalibrować zasilacz. W tym celu ustawiamy na wyświetlaczu połowę maksymalnego napięcia, podłączamy woltomierz na wyjście i tak regulujemy potencjometrem P1, aby osiągnąć to napięcie. Kalibracja ograniczenia prądowego wymaga obciążenia zasilacza rezystorem dużej mocy i pomiaru prądu obciążenia za pomocą amperomierza. Ustawiamy takie napięcie wyjściowe, aby prąd

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R2: 3,5kΩ
R3: 500Ω
R4: 100kΩ
R5: 0,1Ω
R6...R11: 1kΩ
R12, R13: 10kΩ

Kondensatory

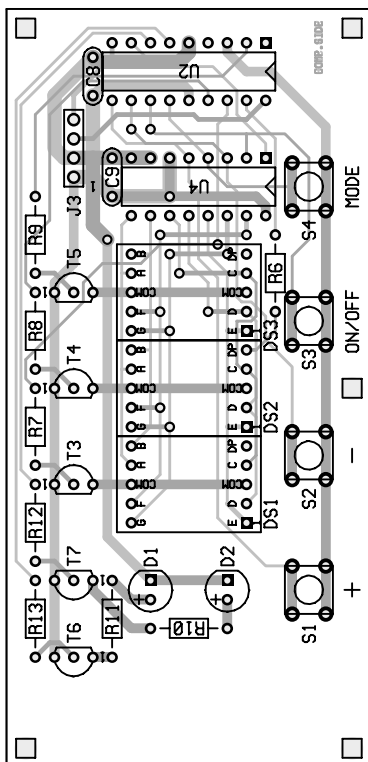
C1, C2: 470nF
C3, C5: 470μF/35V
C4: 10μF/25V
C6: 100nF
C7: 4700μF/35V
C8, C9: 100nF

Półprzewodniki

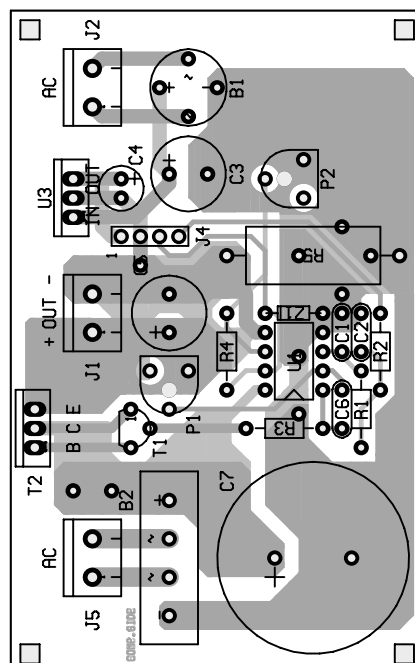
B1: mostek prostowniczy 1,5A (okrągły)
B2: mostek prostowniczy KBU6G
D1: LED 3mm zielona
D2: LED 3mm czerwona
DS1...DS3: wyświetlacz 7-segmentowy, wspólna katoda
T1: BC338
T2: BDP391 (BDP393, BDP395)
T3...T5: BC548
T6, T7: BC558
U1: LM358
U2: PIC16F628 (zaprogramowany)
U3: stabilizator 5V - 7805
U4: 4543
Z1: dioda Zenera 4v7

Różne

S1...S4: mikroprzetłączniki
P1: potencjometr 100kΩ
P2: potencjometr 10kΩ
Radiator dla tranzystora T2



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płytce sterownika



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce wykonawczej

obciążenia wynosił ponad 500 mA. Następnie należy ustawić ograniczenie prądowe na 500 i tak regulować potencjometrem P2, aby zapaliła się czerwona dioda informująca o zadziałaniu ograniczenia, a prąd wskazywany przez amperomierz wynosił 500mA.

Do zasilania układu należy zastosować transformator o napięciu wyjściowym większym o 2 V od maksy-

malnego napięcia jakie chcemy uzyskać na wyjściu zasilacza. Drugi transformator, służący do zasilania części sterującej, powinien mieć napięcie wyjściowe równe 6 V.

Waldemar Borek
waldo@poczta.onet.pl

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.ep.com.pl>

[?pdf/pazdziernik02.htm](#) oraz na płycie CD-EP10/2002B w katalogu PCB.

Oprogramowanie dla mikrokontrolera zastosowanego w zasilaczu jest dostępne na stronie WWW autora projektu pod adresem <http://waldo.republika.pl>, a także na stronie EP (Download>Dokumentacje) i na płycie CD-EP10/2002B.