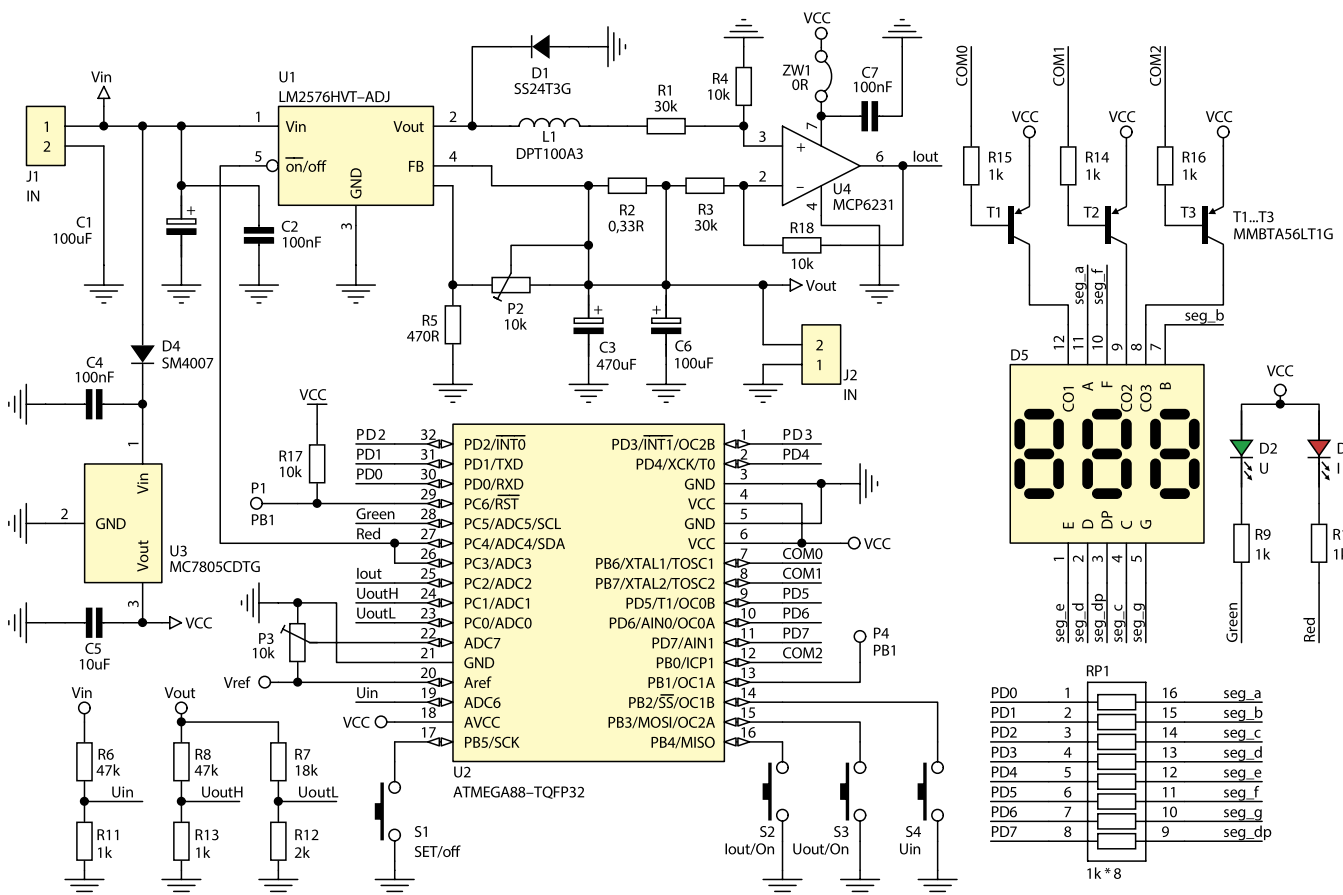


# Stabilizator impulsowy 40 V/3 A

## z ograniczeniem prądu oraz miernikiem parametrów

W handlu są dostępne moduły stabilizatorów impulsowych opartych o układ LM2576 z miernikiem napięcia wejściowego. Niestety, nie ma w nich funkcji pomiaru natężenia prądu pobieranego przez obciążenie. Przydatna byłaby też możliwość ograniczenia prądu o natężeniu poniżej 3 A, dzięki czemu taki moduł z transformatorem i prostownikiem mógłby stanowić namiastkę zasilacza laboratoryjnego.

**Rekomendacje:** zasilacz przyda się przy uruchamianiu urządzeń prototypowych.



Rysunek 1. Schemat ideowy modułu zasilacza z LM2576

Wykonany przeze mnie moduł spełnia wszystkie założenia wymienione we wstępie oraz ma możliwość włączania i wyłączania za pomocą mikrokontrolera. Wymiary urządzenia może nie są imponujące (9,5 cm×5,0 cm) ze względu na duży, czytelny wyświetlacz LED (3 cyfry o wysokości 25 mm) oraz sporą powierzchnię miedzi pełniącą funkcję radiatora dla stabilizatorów głównego (LM2576) i pomocniczego (78M05).

## Budowa

Schemat ideowy proponowanego modułu zasilacza pokazano na **rysunku 1**. Stabilizator pracuje w typowym układzie aplikacyjnym z dodatkowym rezystorem pomiarowym R3, na którym występuje spadek proporcjonalny do natężenia prądu płynącego przez obciążenie. Napięcie podawane na wejście FB stabilizatora jest dzielone za pomocą dzielnika złożonego z rezystora R5 i potencjometru wieloobrotowego P2. Suwak potencjometru włączono za rezystorem pomiarowym R3, dzięki czemu stabilizator kompensuje występujący na nim spadek napięcia. Takie włączenie rezystora pogarsza warunki pracy stabilizatora, ale upraszcza jego aplikację.

Mikrokontroler jest zasilany za pomocą stabilizatora typu 7805. Dokonuje pomiaru, steruje multiplekowno wyświetlaczem LED oraz stabilizatorem (wyprowadzenie 5 układu U1). Dzięki temu jest możliwe wyłączenie stabilizatora, co zastosowano w ograniczeniu prądowym. Parametry zasilacza mierzone są przetwornikiem A/C mikrokontrolera. Napięcie odniesienia ustawiono na 1,1 V. Wartość napięcia wyjściowe jest brana z jednego z dwóch dzielników, zależnie od jego wartości. Dzięki temu zwiększono dokładność pomiaru w zakresie do 10 V. Spadek napięcia na R3 jest mierzony za pomocą wzmacniacza operacyjnego typu rail-to-rail. Ze względu na to, że napięcie na wzmacniaczu nie może przekraczać napięcia zasilania, jego wzmocnienie zmniejszono czterokrotnie. Niestety, powodowało to spadek rozdzielczości pomiarowej. Wyjściem z tej sytuacji było zastosowanie wzmacniacza rail-to-rail zasilanego napięciem Vin lub zwiększenie wartości R3, co spowodowałoby większe straty mocy.

Schemat montażowy zasilacza pokazano na **rysunku 2**. Przy montażu należy zwrócić uwagę na dobre przylutowanie padu termicznego układów U1 i U3 do powierzchni miedzi. Najłatwiej zrobić to stopem lutowniczym w żel. Wyświetlacz, przyciski, złącza napięci wejściowe i wyjściowe oraz potencjometr umieszczono po przeciwnej stronie, niż pozostałe elementy, dzięki czemu łatwiej zamocować płytkę do panelu czołowego. Sposób zaprogramowania bitów konfiguracyjnych mikrokontrolera pokazano

na **rysunku 3**. Jeśli mikrokontroler jest programowany jest plikiem ELF dostępnym w materiałach dodatkowych, to jednocześnie z zawartością pamięci programu Flash zostaną ustawione bity konfiguracyjne.

## Montaż

Zasilacz zmontowany ze sprawdzonych komponentów działa od razu po dołączeniu napięcia zasilającego i nie wymaga kalibracji lub uruchamiania. W wypadku dużej mocy wydzielanej na U1 konieczne może być zastosowanie dodatkowego radiatora. Podobnie należy postąpić ze stabilizatorem U3. Moc traconą na U3 można ograniczyć zasilając go z niższego napięcia niż wejściowe. W tym celu należy wymontować D4, a na doprowadzenie anody podać napięcie z zakresu 7...12 V.

Po włączeniu zasilania jest przeprowadzana jest automatyczna kalibracja. W tym czasie na wyświetlaczu jest pokazywany komunikat przypominający logo „AVT”. Kalibracja jest przeprowadzana raz, po włączeniu zasilania. Późniejsze restarty nie wywołują kalibracji. Po kalibracji napięcie wyjściowe zostaje załączone, a na wyświetlaczu zostaje pokazana wartość napięcia wyjściowego oraz świeci się zielona dioda LED D2. Po naciśnięciu przycisku S2 jest wyświetlana wartość prądu pobieranego przez obciążenie. W tej sytuacji również świeci się czerwona dioda LED D3. Przycisk S4 włącza wyświetlanie napięcia wejściowego. W takim wypadku nie świeci się żadna dioda. Przycisk S1 wyłącza napięcie wyjściowe. Wyświetlacz zaczyna migotać i zostaje wyświetlona wartość ograniczenia prądowego ustawianego potencjometrem P3. Napięcie wyjściowe jest załączane po naciśnięciu S2 lub S3. Przekroczenie dopuszczalnego prądu jest sygnalizowane migotaniem wyświetlacza oraz równoczesnym świeceniem (bardzo szybkim miganie) diod LED. Należy mieć na uwadze, że w wypadku przekroczenia ustawionego prądu układ nie przechodzi w tryb stabilizacji prądu, tylko jest on cyklicznie wyłączany i włączany próbując prąd obciążenia. Ze względu na przyjęty sposób ograniczenia prądu, podczas testowania zasilacza nie należy stosować żarówki, ponieważ jej zimne włókno ma bardzo małą rezystancję. Spowoduje to dużą histerezę ograniczenia prądowego i moduł będzie działał jak stabilizator z ograniczeniem prądowym z tak zwanym podcięciem.

## Oprogramowanie

Źródła programu dostępne są w materiałach dodatkowych. Najistotniejsze są początkowe deklaracje:

- `//#define AUTO_OFF`

Wyłącza przelączenie zakresów przy pomiarze napięcia wyjściowego.

## DODATKOWE MATERIAŁY NA FTP:

<ftp://ep.com.pl>

USER: 95777, PASS: 53wtjyf6

W ofercie AVT\*

AVT-5608

Podstawowe informacje:

- Wymiary płytki drukowanej 95 mm×50 mm.
- Możliwość elektronicznego włączania/wyłączania.
- Pomiar prądu obciążenia.
- Ograniczenie prądowe ustawiane potencjometrem w zakresie 0..3 A.
- Dwa zakresy pomiarowe 0...9,99 V (rozdzielczość 10 mV), 10...50 V (rozdzielczość 100 mV).
- Wyświetlacz, złącza i elementy regulacyjne umieszczone po przeciwnej stronie niż pozostałe elementy, co ułatwia montaż w obudowie.

Projekty pokrewne na FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na FTP)

AVT-1946	Zasilacz napięcia symetrycznego z LM27762 (EP 2/2017)
AVT-1895	Uniwersalny moduł zasilający (EP 10/2016)
AVT-1913	Moduł miniaturowego zasilacza (EP 8/2016)
AVT-5546	Stabilizator z kompensacją spadku napięcia na przewodach połączeniowych (EP 7/2016)
AVT-3140	Modułowy zasilacz symetryczny (EdW 9/2015)
AVT-1882	Regulowany zasilacz napięcia symetrycznego (EP 9/2015)
AVT-1865	Dołączany do USB zasilacz napięcia symetrycznego z układem ADP5071 (EP 8/2015)
AVT-1857	Zasilacz modułowy (EP 7/2015)
AVT-1667	Stabilizator impulsowy 3 A z układem LM2576 (EP 3/2012)
AVT-1731	Regulowany zasilacz uniwersalny 1,5... 32 V/3 A (EP 8/2011)
AVT-1601	Regulowany moduł przetwornicy impulsowej 5,1...40 V (EP 12/2010)
AVT-1572	Symetryczny zasilacz warsztatowy ±1,25 V...±25 V 1,5/5 A (EP 6/2010)
AVT-1522	Regulowany stabilizator impulsowy 0...25 V, 0...5 A (EP 5/2009)
AVT-1505	Symetryczny zasilacz do wzmacniaczy audio i nie tylko (EP 12/2008)
AVT-1461	Uniwersalny zasilacz laboratoryjny 5 i 12 VDC/1 A (EP 1/2008)
AVT-727	Uniwersalny moduł zasilający (EdW 8/2004)
AVT-1253	Zasilacz symetryczny (EP 11/1999)

\* Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu.

Wymagana umiejętność lutownicza!  
Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie KiTem (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wylutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu.

Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:

- wersja [C] zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [B] (elementy wylutowane w płytkę PCB)
- wersja [A] płytką drukowaną bez elementów i dokumentacja

Kity w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, posiadają następujące dodatkowe wersje:

- wersja [A\*] płytką drukowaną [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja
- wersja [UK] zaprogramowany układ

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz: <http://shlep.avt.pl>



**Wykaz elementów:**

**Rezystory:** (SMD 1206, 1%)

- R5: 470 Ω
- R7: 18 kΩ
- R1, R3: 30 kΩ
- R6, R8: 47 kΩ
- R2: 0,33 Ω/1 W (przewlekany)
- R11, R13: 1 kΩ
- RP1: 8×1 kΩ (drabinka rezystorowa)
- R9, R10, R14...R16: 1 kΩ
- R12: 2 kΩ
- R4, R17, R18: 10 kΩ
- P2: 10 kΩ (1801)SMD-10K, pot. montażowy)
- P3: 10 kΩ

**Kondensatory:**

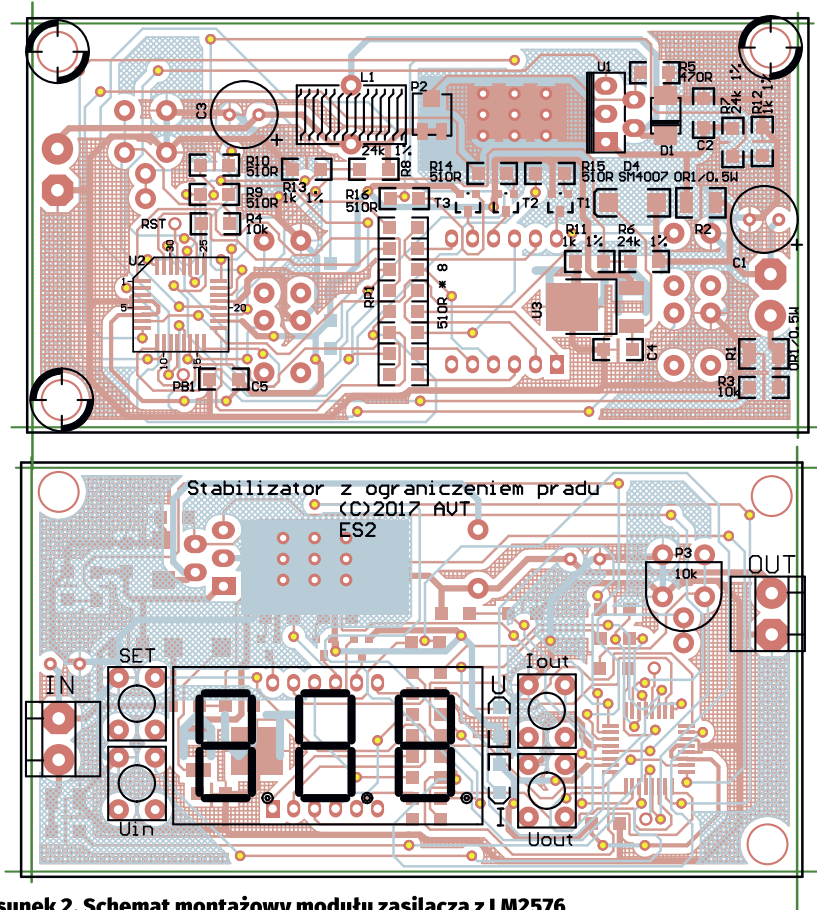
- C1, C6: 100 μF/40 V (elektrolit. CE6.3/2.5)
- C2, C4: 100 nF (SMD 1206)
- C3: 470 μF/40 V (elektrolit. CE8/35)
- C5: 10 μF (SMD 1206)

**Półprzewodniki:**

- D1: SS24T3G (SMB)
- D2: dioda LED zielona, SMD 1206
- D3: dioda LED czerwona, SMD 1206
- D4: SM4007 (DO21)
- D5: 3XLED 5-SEG (3 wyświetlacze 7-segmentowe)
- T1...T3: MMBTA56LT1G (SOT23)
- U1: LM2576HVT-ADJ (TO-220)
- U2: ATmega88 (TQFP32)
- U3: MC7805CDTG (DPAK)
- U4: MCP6231 (SO-8)

**Inne:**

- L1: DPT100A3
- J1, J2: złącze ARK
- S1...S4: przycisk miniaturowy 5×7



Rysunek 2. Schemat montażowy modułu zasilacza z LM2576

Gdy wartości dzielników napięcia wyjściowego nie będą precyzyjne nastąpi „przeskakiwanie” wartości napięcia przy zmianie zakresu. Usunięcie komentarza deklaracji wyłączy tę niedogodność kosztem pogorszenia precyzji pomiaru napięcia do 10 V.

- `##define POWER_OFF`  
Usunięcie komentarza deklaracji spowoduje, że po restarcie nie pojawi się napięcie wyjściowe do czasu naciśnięcia S2 lub S3.

Pozostałe deklaracje mogą być przydatne przy przeniesieniu kodu na inny mikrokontroler:

- `#define VREF 1.1` // Wartość napięcia odniesienia
- `#define RPOMI 0.33` // Wartość rezystora mierzącego prąd w omach
- `#define STOSUNEK_i 4.7` // Stosunek rezystorów we wzmacniaczu różnicowym: 4 dla 30/10k; 5.7 dla 47/10k
- `#define UoampL 5` // Prąd w 10ms poniżej którego wyświetlamy zera (minimalne napięcie wyjściowe wzmacniacza operacyjnego)
- `#define STOSUNEK_H 48` // Stosunek rezystancji R6/R11 i R6/R13: 48 dla 47k/1k
- `#define STOSUNEK_L 9.80` // Stosunek rezystancji R7/R12: 10 dla 18k/2k; 9.8 dla 9,1/1k

**Uwagi**

Jak wspomniano, przyjęty sposób pomiaru prądu nie jest doskonały. Powoduje to niestabilne wskazania na wyświetlaczu. Pomiar prądu ma bezpośredni wpływ na działanie ograniczenia prądowego. Problem nasila się w dwóch wypadkach: wysokie napięcie wyjściowe stabilizatora i pomiar prądu o małym natężeniu. Pomiar prądu o natężeniu do 500 mA, jeśli napięcie wyjściowe przekracza 15 V jest niedokładny. Znaczna zmiana napięcia wejściowego wymaga autokalibracji. Należy to mieć na uwadze, jeśli to napięcie mogłoby ulegać znacznym zmianom. Te niedogodności można zlikwidować zmieniając budowę urządzenia, ale to będzie miało wpływ na jego cenę i wymiary. Dokładność pomiaru można zwiększyć zmieniając wzmacniacz operacyjny na inny z wyjściem rail-to-rail, zasilany napięciem Vin, zmieniając wzmacnienie wzmacniacza oraz „`#define STOSUNEK_i`” w kodzie źródłowym.

**Przyszłość**

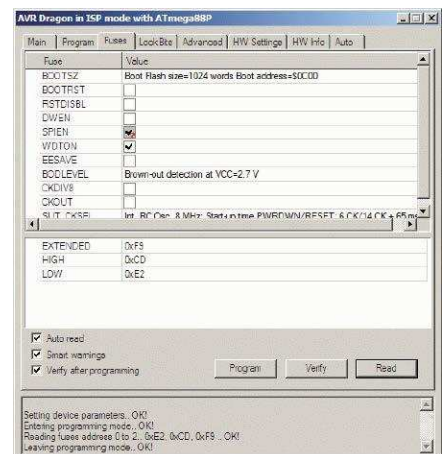
Mam w planach opracowanie i budowę zasilacza o następujących parametrach:

- precyzyjniejszy pomiar prądu,
- dwukolorowy wyświetlacz LED zmieniający kolor zależnie od mierzonej wielkości,
- buzzer sygnalizujący przekroczenie prądu lub brak stabilizacji napięcia,

- wyjście na interfejs USB izolowany galwanicznie co da dodatkowe możliwości takie jak:
- konfiguracja funkcji on/off po włączeniu zasilania,
- ustawienie progu sygnalizacji zbyt dużego lub małego nap wyjściowego,
- ustawienie progu sygnalizacji napięcia wejściowego,
- wyniki pomiaru na USB (wirtualny wyświetlacz, wykres parametrów)

W sprawie projektu nowszej wersji urządzenia proszę o e-maile.

ES2, EP



Rysunek 3. Ustawienie bitów konfiguracyjnych mikrokontrolera