



# Ekonomiczny zasilacz warsztatowy

**AVT-736**

- Odporny na zwarcie zasilacz warsztatowy**
- o płynnie regulowanej wartości napięcia wyjściowego.**
- Bardzo prosta konstrukcja i niski koszt.**
- Możliwość rozbudowy.**
- Posiada obwód ogranicznika prądowego**
- z możliwością zmiany wartości prądu maksymalnego.**
- Znakomite parametry**
- dzięki wykorzystaniu układu scalonego TL431.**
- Tranzystor mocy PNP zapewnia**
- niski spadek napięcia na zasilaczu, pozwalający**
- na pełne wykorzystanie energii transformatora.**
- Zaskakująco prosta sygnalizacja**
- różnokolorowymi diodami LED:**
  - obecności napięcia sieci
  - przeciążenia
  - orientacyjnej wartości napięcia wyjściowego
  - orientacyjnej wartości prądu.
- Może współpracować z transformatorem sieciowym**
- albo z zasilaczem niestabilizowanym.**
- Zakres napięć wejściowych 9...25V.**
- Zakres napięć wyjściowych:**
- płynna regulacja od 2,5V do 13V (opcjonalnie do 24V).**

Zaskakująco prosty zasilacz warsztatowy z nietypową sygnalizacją stanu i parametrów wyjściowych za pomocą diod LED. Zawiązuje wysokie parametry układowi scalonemu TL431 oraz regulacyjnemu tranzystorowi mocy PNP. Schemat układu i wygląd płytki drukowanej pokazane są na **rysunkach 1 i 2**. Podzespoły należy wlotować w płytkę drukowaną, najlepiej według kolejności podanej w wykazie elementów. Na początek należy wlotować dwie zwory z kawałków drutu koło tranzystorów T2, T3. Podczas montażu należy zwracać szczególną uwagę na sposób wlotowania elementów biegunowych: kondensatorów elektrolitycznych, tranzystorów, diod i układu scalonego. Szczegółowe wskazówki dotyczące szczegółów montażu podane są w artykułach i na plakatach, które zamieszczone były w numerach 5/2004...7/2004 (numery te dostępne są w Dziale Prenumeraty AVT).

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. Po skontrolowaniu poprawności montażu można dołączyć napięcie zasilające moduł. Może to być **napięcie zmienne (AC) o wartości 9V...18V** z zasilacza napięcia zmiennego lub transformatora – należy je dołączyć do punktów A, B. Moduł może też być znakomitym uzupełnieniem zasilacza niestabilizowanego o **napięciu stałym (DC) 12V...25V** – napięcie stałe należy dołączyć

do punktów C, D, zwracając baczną uwagę na biegunowość („plus” zasilacza do punktu C).

**Uwaga! Z uwagi na napięcie nominalne zastosowanego kondensatora C1 układ nie może być zasilany napięciem stałym wyższym niż 25V (zmiennym wyższym niż 18V)!**

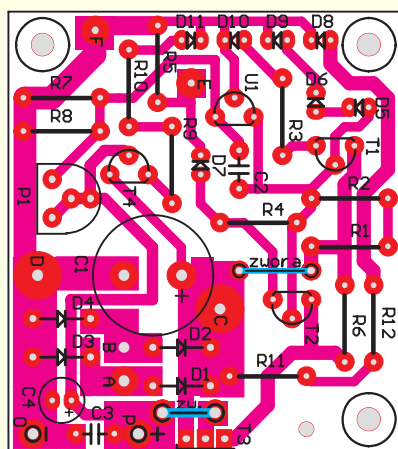
Zasilacz bezbłędnie zmontowany ze sprawnych elementów od razu będzie poprawnie pracował. Przy pokręcaniu potencjometrem P1 powinna zmieniać się jasność zielonej diody LED D11. Jasność świecenia żółtej diody D10 odzwierciedla wartość prądu pobieranego z zasilacza. Przy zwarciu wyjścia układ nie ulegnie natychmiastowemu uszkodzeniu, tylko dodatkowo zaświeci się czerwona dioda sygnalizacji przeciążenia D9 (długotrwałego zwarcia należy jednak unikać z uwagi na możliwość przegrzania tranzystora T3).

## Tylko dla dociekliwych – działanie układu

Napięcie wyprostowane w mostku D1...D4 jest filtrowane przez kondensator C1, a następnie podawane na wyjście przez tranzystor mocy T3. Niebieska dioda D8 jest wskaźnikiem obecności napięcia wyjściowego.

W tym prostym zasilaczu, mającym liczne dodatkowe funkcje, kluczową rolę odgrywa układ scalony U1 – TL431. Pełni on jednocześnie rolę źródła napięcia odniesienia, jak też wzmacniacza błędów – sprawdza napięcie między końcówką REF i anodą, porównując je z wewnętrznym, bardzo stabilnym napięciem odniesienia wynoszącym 2,5V (nominalnie 2,495V). Gdy napięcie między końcówką REF i anodą (A) wzrasta powyżej tej wartości, pojawia się prąd w obwodzie katody (K). Oznacza to, że układ scalony TL431 działa jak... tranzystor NPN o napięciu emiter-baza równym 2,5V. Uproszczony schemat zasilacza pokazany jest na rysunku 3, przy czym układ U1 został narysowany właśnie jako tranzystor. W czasie normalnej pracy

2

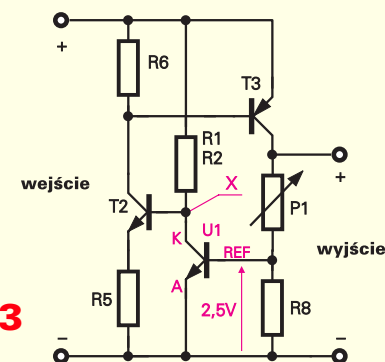


przez wszystkie tranzystory płyną niewielkie prądy, powodujące utrzymywanie się na rezystorze R8 napięcia równego 2,5V (a napięcie wyjściowe zależy od nastawionej wartości potencjometru P1).

Gdy napięcie na wyjściu z jakichś powodów wzrasta, wzrasta też napięcie na „bazie U1”, czyli na końcówce REF. Gdy nawet minimalnie przekroczy te 2,5V, pojawia się prąd „kolektora”, płynący przez R1, R2. Napięcie na bazie tranzystora T2 zmniejsza się, czyli tranzystor ten zatyka się, a tym samym zmniejsza się prąd bazy głównego regulacyjnego tranzystora mocy T3. Zmniejsza się też prąd kolektora tranzystora T3, co hamuje wzrost napięcia wyjściowego.

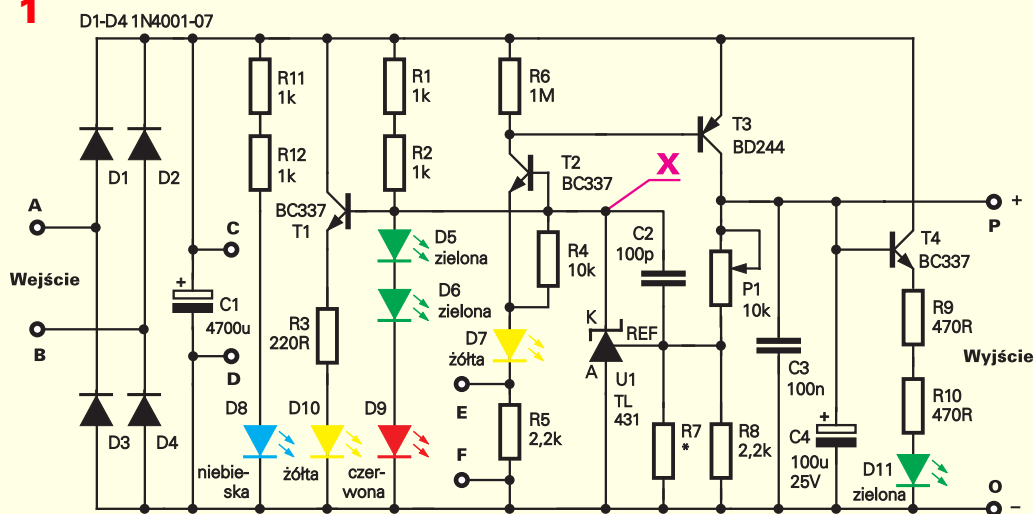
Jeśli z kolei napięcie wyjściowe zmniejsza się, zmniejsza się też prąd płynący przez U1, tranzystor T2 bardziej się otwiera, a tym samym przez T3 płynie większy prąd, co zapobiega spadkowi napięcia wyjściowego.

Dzięki zastosowaniu tranzystora regulacyjnego PNP (T3) układ jest stabilizatorem LDO (Low Drop Out), czyli może pracować przy małej różnicy napięć między emiterem



a kolektorem T3. Moduł ma dodatkowe elementy, które polepszają warunki pracy układu oraz wzbogacają go o dodatkowe funkcje. Ważną rolę pełni obwód oznaczony literą X. W tym punkcie układu napięcie zmienia się zależnie od poboru prądu z zasilacza. Czym większy prąd wyjściowy, pobierany z zasilacza, tym większy musi być prąd bazy tranzystora T3, a prąd ten płynie przez tranzystor T2, diodę LED D7 i rezystor R5. O zakresie zmian napięcia w punkcie X decyduje wartość rezystora R5. Wartość R5 decyduje też, jaki prąd maksymalny można pobrać z wyjścia zasilacza. Otóż przy wzroście poboru prądu z zasilacza rośnie napięcie w punkcie X, ale tylko do wartości wyznaczonej przez diody LED D5, D6, D9. Diody te w sumie pełnią rolę diody Zenera (D5, D6 można byloby zastąpić diodą Zenera 3,9...4,3V), a D9 dodatkowo jest... wskaźnikiem przeciążenia. Obwód ten realizuje też

1



funkcję ogranicznika prądowego. Ścisłej bio-  
rąc, ostrzegawcza, czerwona dioda D9 wska-  
zuje na brak stabilizacji – zaświeca się zawsze  
wtedy, gdy napięcie wyjściowe ma wartość  
mniejszą od wyznaczonej przez wartość  
potencjometru P1, ale w praktyce najczęściej  
zdarza się to, gdy obciążenie „chce” pobrać  
z zasilacza zbyt duży prąd. Dioda D9 zaświe-  
ca się także wtedy, gdy nadmiernie zmniejsza  
się napięcie wejściowe i układ nie może już  
zapewnić stabilizacji.

Zmieniając wartość R5, można zmieniać  
wartość maksymalnego prądu wyjściowego.  
W tym celu przewidziane są dodatkowe punk-  
ty E, F, pozwalające dołączyć np. wieloobro-  
towy przełącznik z dobranymi rezystorami.

Dla ścisłości należy dodać, że nie sposób  
podać dokładnej recepty, jak maksymalny  
prąd wyjściowy zależy od wartości R5, ponie-  
waż w grę wchodzi też wartość wzmocnienia  
prądowego T3. W modelu pokazanym na  
fotografiach rezystor R5 o wartości 2,2kΩ  
wyznaczył maksymalny prąd wyjściowy

(podczas zwarcia wyjścia) równy 0,27A.

Dioda D7 mogłaby być optycznym wskaź-  
nikiem wartości prądu wyjściowego, ale przy  
małych prądach jej jasność byłaby znikoma.  
Dlatego w układzie pojawił się tranzystor T1  
i rezystor R3 o niewielkiej wartości, a także  
dioda LED D10, która świeci jaśniej i jest  
optycznym wskaźnikiem poboru prądu. Dioda  
D7 mogłaby pełnić rolę wskaźnika bez-  
względnej wartości prądu wyjściowego,  
a D10 służy jako „wskaźnik procentowy” –  
zawsze pokazuje orientacyjną wartość prądu  
w zakresie od zera do wartości maksymalnej,  
wyznaczonej przez R5.

Natomiast dioda D11 z rezystorami R9,  
R10 jest orientacyjnym wskaźnikiem napięcia  
wyjściowego. Mogłaby być dołączona wprost  
do napięcia wyjściowego, ale wtedy przy  
wyższych napięciach wyjściowych płynąłby  
przez nią na tyle istotny prąd, że wykazywane  
to byłoby przez diodę D10 jako prąd wyjścio-  
wy. Dodanie tranzystora T4 praktycznie unie-  
zależnia od siebie wskazania diod D10, D11.

## Możliwości zmian

W wersji podstawowej rezystor R7 nie jest  
montowany i układ jest stabilizatorem o za-  
kresie regulacji napięcia wyjściowego od 2,5V  
do około 13V, przy czym bardzo łatwo zwięk-  
szyć napięcie maksymalne. Można to zrobić  
zwiększając wartość potencjometru P1 do  
22kΩ, ale prościej jest zmniejszyć wypadko-  
wą rezystancję R7, R8. Wystarczy wlutować  
R7 o wartości dobranej odpowiednio do po-  
trzebnego zakresu regulacji (2,2kΩ... 47kΩ)

Proponowana w wersji podstawowej war-  
tość rezystora R5 ogranicza prąd maksymalny  
zasilacza do jednej, niezbyt dużej wartości,  
około 0,25A. Związane jest to także z wyko-  
rzystaniem w wersji podstawowej niewielkie-  
go radiatora. Można nie montować R5, tylko  
do punktów E, F dołączać przełącznikiem re-  
zystory o różnej wartości – da to zasilacz o sko-  
kowo regulowanym prądzie maksymalnym.

Istnieje także możliwość znacznego zwięk-  
szenia możliwości zasilacza. Aby pracować  
przy wyższych napięciach wejściowych, na-  
wet do 45V, należy zastosować C1 i C4  
o wyższym napięciu nominalnym oraz zwięk-  
szyć wartość R1, R2, R9, R10 oraz R11, R12.

Aby pracować przy większych prądach  
wyjściowych do 2A (na tyle pozwala mostek  
D1...D4), przede wszystkim trzeba dołączyć  
transformator zasilający o odpowiedniej  
mocy oraz zastosować skuteczniejszy radia-  
tor. Zalecane jest wykorzystanie radiatora  
z wentylatorem (od procesora komputerowe-  
go). Wentylator połączony w szereg z dobra-  
nym rezystorem należy dołączyć do obwodu  
napięcia wejściowego (napięcie na kondensa-  
torze C1) i ewentualnie dołączyć kondensator  
elektrolityczny 100uF/25V równolegle z wen-  
tylatorem.

Przy większych prądach warto też zwięk-  
szyć wartość pojemności filtrującej C1 przez  
dołączenie do punktów C, D dodatkowych,  
zewnętrznych kondensatorów filtrujących.

Piotr Górecki

## Wykaz elementów

(w kolejności lutowania)

- |    |                                     |   |    |                          |   |
|----|-------------------------------------|---|----|--------------------------|---|
| 1  | <input checked="" type="checkbox"/> | zwora z drutu obok tranzystora T2           | 21 | <input type="checkbox"/> | T2 – BC337  |
| 2  | <input type="checkbox"/>            | zwora z drutu obok tranzystora T3           | 22 | <input type="checkbox"/> | T4 – BC337  |
| 3  | <input type="checkbox"/>            | R1 – 1kΩ (brąz-czar.-czerw.-złoty)          | 23 | <input type="checkbox"/> | U1 – TL431  |
| 4  | <input type="checkbox"/>            | R2 – 1kΩ (brąz-czar.-czerw.-złoty)          | 24 | <input type="checkbox"/> | P1 – miniaturowy 10kΩ<br>(może być oznaczony 103)       |
| 5  | <input type="checkbox"/>            | R11 – 1kΩ<br>(brąz-czar.-czerw.-złoty)      | 25 | <input type="checkbox"/> | C4 – 100uF/25V<br>(lub na napięcie wyższe)              |
| 6  | <input type="checkbox"/>            | R12 – 1kΩ<br>(brąz-czar.-czerw.-złoty)      | 26 | <input type="checkbox"/> | D5 – LED 3mm zielona                                    |
| 7  | <input type="checkbox"/>            | R3 – 220Ω<br>(czerw.-czerw.-brąz.-złoty)    | 27 | <input type="checkbox"/> | D6 – LED 3mm zielona                                    |
| 8  | <input type="checkbox"/>            | R4 – 10kΩ<br>(brąz-czar.-pom.-złoty)        | 28 | <input type="checkbox"/> | D11 – LED 3mm zielona                                   |
| 9  | <input type="checkbox"/>            | R5 – 2,2kΩ<br>(czerw.-czerw.- czerw.-złoty) | 29 | <input type="checkbox"/> | D7 – LED 3mm żółta                                      |
| 10 | <input type="checkbox"/>            | R8 – 2,2kΩ<br>(czerw.-czerw.- czerw.-złoty) | 30 | <input type="checkbox"/> | D10 – LED 3mm żółta                                     |
| 11 | <input type="checkbox"/>            | R6 – 1MΩ<br>(brąz-czar.-ziel.-złoty)        | 31 | <input type="checkbox"/> | D8 – LED 3mm niebieska                                  |
| 12 | <input type="checkbox"/>            | R9 – 470Ω<br>(żółty-fiolet.-brąz.-złoty)    | 32 | <input type="checkbox"/> | D9 – LED 3mm czerwona                                   |
| 13 | <input type="checkbox"/>            | R10 – 470Ω<br>(żółty-fiolet.-brąz.-złoty)   | 33 | <input type="checkbox"/> | C1 – 4700uF/25V<br>(lub na napięcie wyższe)             |
| 14 | <input type="checkbox"/>            | D1 – 1N4007 (dowolna 1A)                    | 34 | <input type="checkbox"/> | przykręcić T3 (BD244)<br>do radiatora                   |
| 15 | <input type="checkbox"/>            | D2 – 1N4007 (dowolna 1A)                    | 35 | <input type="checkbox"/> | T3 – BD244 wlutować w płytkę                            |
| 16 | <input type="checkbox"/>            | D3 – 1N4007 (dowolna 1A)                    | 36 | <input type="checkbox"/> | dołączyć źródło napięcia<br>wejściowego do punktów A, B |
| 17 | <input type="checkbox"/>            | D4 – 1N4007 (dowolna 1A)                    |    |                          |   |
| 18 | <input type="checkbox"/>            | C2 – 100pF<br>(może być oznaczony 101)      |    |                          |   |
| 19 | <input type="checkbox"/>            | C3 – 100nF<br>(może być oznaczony 104)      |    |                          |   |
| 20 | <input type="checkbox"/>            | T1 – BC337                                  |    |                          |   |

**Uwaga! Transformator sieciowy (zasilacz  
napięcia zmiennego) nie wchodzi w skład  
zestawu AVT-736. W skład zestawu wcho-  
dzi miniaturowy potencjometr montažo-  
wy P1 oraz niewielki radiator. Osoby  
zainteresowane rozbudową mogą oddziel-  
nie zakupić suwakowy lub obrotowy  
potencjometr oraz „komputerowy” ra-  
diator z wentylatorem.**

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-736.