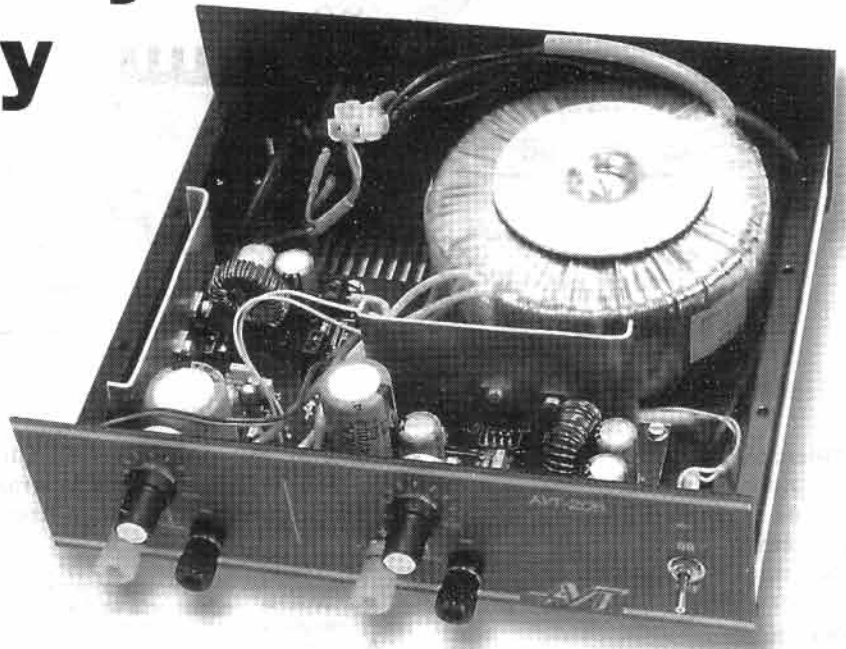


Warsztatowy zasilacz impulsowy

kit AVT-205

Zasilacz jest podstawowym elementem wyposażenia każdego warsztatu elektronicznego. Najłatwiejsze w wykonaniu i stosunkowo tanie są standardowe stabilizatory liniowe. Ich wadą jest bardzo mała sprawność i konieczność stosowania radiatorów o dużych powierzchniach. Wady tej nie posiadają zasilacze impulsowe, w których energia z wejścia stabilizatora przekazywana jest do obciążenia w postaci impulsów o dużej częstotliwości. Dotychczas były one bardzo trudne w wykonaniu - samodzielne wykonanie transformatora impulsowego przekracza możliwości niejednego profesjonalisty, a nie zawsze możliwe jest kupienie odpowiedniego elementu z katalogu. Prezentowany przez nas projekt nie ma tych wad...

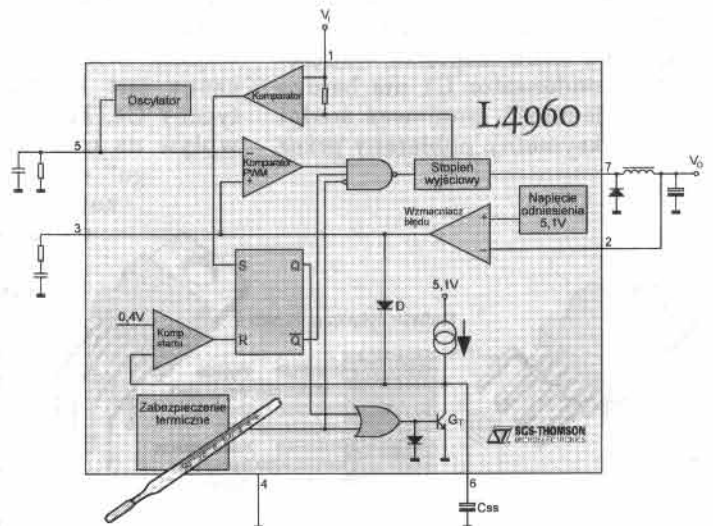


Technika impulsowa zwłaszcza, gdy w grę wchodzi przełączanie dużych mocy, kojarzy się większości z nas z "czarną magią", co wydatnie ogranicza grono konstruktorów chętnych do zgłębiania jej tajników. Podobnie było z autorem, ale tylko do momentu, gdy okazało się, że eksploatacja silnie obciążanego zasilacza z regulacją liniową jest mocno kłopotliwa. Ulegał on częstym przegrzaniom, okazało się wreszcie konieczne zastosowanie wentylatora wspomagającego chłodzenie radiatora tranzystora mocy (nie pomagało nawet zdejmowanie obudowy). Powiększenie powierzchni radiatora okazało się trudne ze względu na ograniczoną ilość miejsca przeznaczoną na zasilacz. Radykalnym rozwiązaniem większości problemów z zasilaniem okazał się zasilacz impulsowy. Po analizie dostępnego na rynku

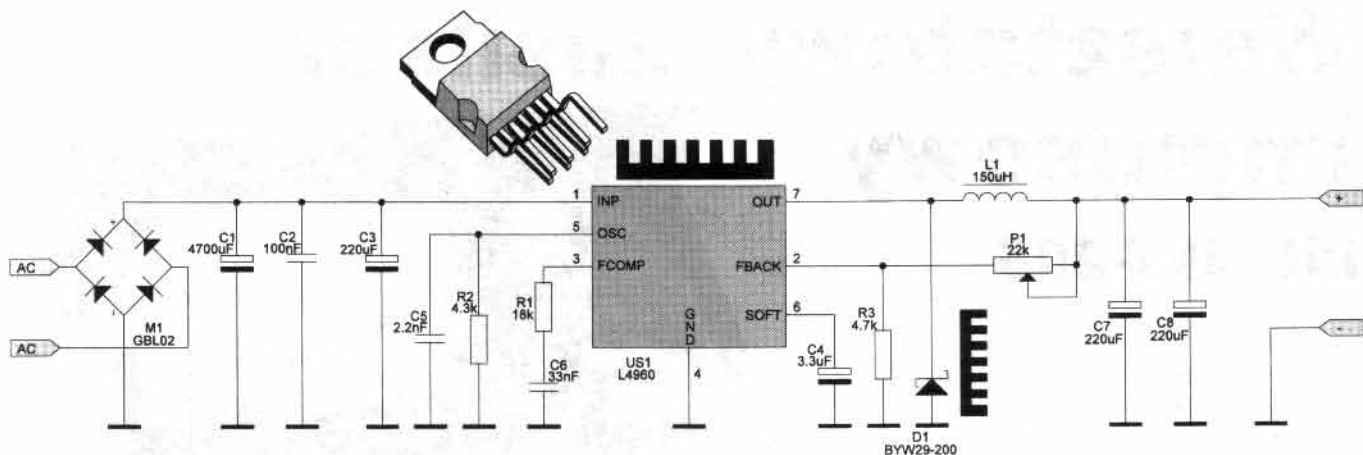
układów - sterowników impulsowych wybór padł na mało znany na naszym rynku stabilizator firmy SGS-Thomson, oznaczony L4960. Układ ten, oprócz niezwykle korzystnej ceny, ma następujące zalety:

- integruje w jednej strukturze wszystkie elementy stabilizatora impulsowego z wyjątkiem diody zwrotnej i dławika. Dzięki temu ilość elementów zewnętrznych, które są wymagane do poprawnej jego pracy jest bardzo mała. Na rys.1 przedstawiono budowę wnętrza układu L4960, - ma wbudowane „inteligentne“

- Parametry i właściwości stabilizatora impulsowego AVT-205:**
- ✓ napięcie wejściowe: 9.46VDC,
 - ✓ napięcie wyjściowe: 5.1.40V,
 - ✓ maksymalny prąd obciążenia: min. 2.5A,
 - ✓ częstotliwość kluczkowania: 100kHz,
 - ✓ stabilność temperaturowa napięcia wyjściowego: 400µV/°C,
 - ✓ minimalna różnica napięć Uwe-Uwy: 1.4V,
 - ✓ prąd pobierany z wejścia ze zwartym wyjściem: 60mA,
 - ✓ wbudowane w układ sterujący zabezpieczenie termiczne i przeciwzwarciowe,
 - ✓ zapewniony miękki start przetwornicy,
 - ✓ mała ilość elementów zewnętrznych.



Rys. 1. Schemat blokowy układu L4960.



Rys. 2. Schemat elektryczny zasilacza.

bezpieczniki elektroniczne, które zabezpieczają układ przed zwarciem na wyjściu i przeciążeniem termicznym,

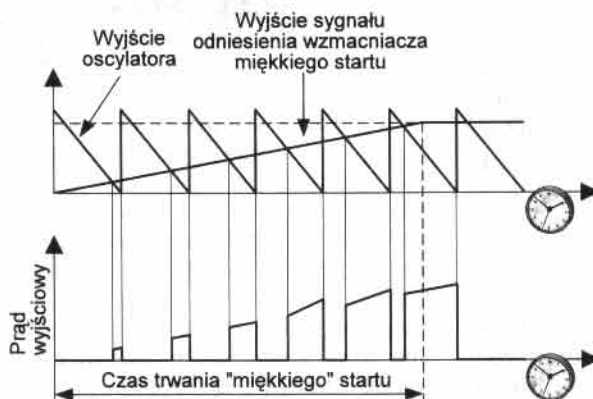
- układ miękkiego startu zapobiega powstawaniu „uderzeń” prądowych,
- układ wyjściowy stabilizatora pracuje z wysoką częstotliwością kluczowania, dzięki czemu dławik ma stosunkowo małą indukcyjność, także kondensatory filtrujące napięcie wyjściowe nie muszą mieć dużej pojemności,
- dzięki wbudowaniu w strukturę wysokoprądowego tranzystora impulsowego uzyskano duży maksymalny prąd wyjściowy,

Opis układu

Schemat elektryczny stabilizatora przedstawiono na rys.2. Mostek prostowniczy w układzie Graetz'a M1 odpowiada za zapewnienie odpowiedniej polaryzacji na wejściu układu stabilizacyjnego US1. Kondensatory C1..3 spełniają rolę filtra napięcia wejściowego. Kondensator C1 ma bardzo dużą pojemność, ponieważ średni prąd maksymalny pobierany przez

stabilizator ma dużą wartość (do kilku Amper). Rezystor R2 wraz z kondensatorem C5 ustalają czę-

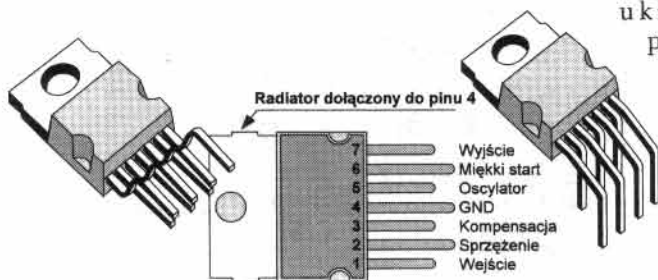
stabilizator ma dużą wartość (do kilku Amper). Rezystor R2 wraz z kondensatorem C5 ustalają częstotliwość generacji impulsów sterujących stopień kluczujący. Elementy R1 i C6 kompensują stopień wyjściowy wzmacniacza błędów. Wartości elementów R1, R2, C5 i C6 dobrano zgodnie z zaleceniami producenta układu. Do wejścia SOFT układu US1 dołączony jest kondensator elektrolityczny C4, którego pojemność ma wpływ na czas trwania „miękkiego” startu. Przebiegi obrazujące ideę działania układu SoftStart przedstawiono na rys.3.



Rys. 3. Przebiegi ilustrujące „miękki” start przetwornicy.

stabilizator ma dużą wartość (do kilku Amper). Rezystor R2 wraz z kondensatorem C5 ustalają częstotliwość generacji impulsów sterujących stopień kluczujący. Elementy R1 i C6 kompensują stopień wyjściowy wzmacniacza błędów. Wartości elementów R1, R2, C5 i C6 dobrano zgodnie z zaleceniami producenta układu. Do wejścia SOFT układu US1 dołączony jest kondensator elektrolityczny C4, którego pojemność ma wpływ na czas trwania „miękkiego” startu. Przebiegi obrazujące ideę działania

spadku napięcia w kierunku przewodzenia. Doskonale nadają się do tego celu diody stosowane w układach odchylenia poziomego w odbiornikach telewizyjnych. Ponieważ zarówno w strukturze układu scalonego, jak i w diodzie D1 wydziela się pewna ilość ciepła, należy zamocować je na niewielkim radiatorze, pamiętając o konieczności odizolowania radiatorów elementów od siebie. Jako przekładki izolacyjne można zastosować mięką folię silikonową. W celu zmniejszenia rezystancji cieplnej pomiędzy obudową i radiatorem można posmarować izolator pastą silikonową. SGS-Thomson oferuje układ L4960 w dwóch wersjach obudów. Na rys.4 znajduje się widok dostępnych obudów i oznaczenia wyprowadzeń układu L4960. W zależności od zastosowanej w urządzeniu wersji układu L4960 może



Rys. 4. Oznaczenie wyprowadzeń układu L4960 i typy dostępnych obudów.

okazać się konieczne dopasowanie odpowiedniego radiatora. Zalecane jest stosowanie układu w obudowie V (pionowej), której widok znajduje się w lewej części rys.4.

Wykonanie dławika

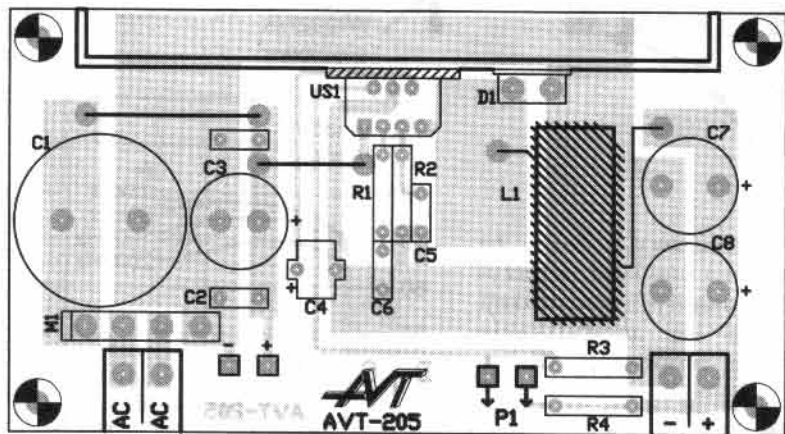
Dławik zastosowany w zasilaczu można bez specjalnego problemu wykonać samodzielnie. Niezbędny będzie do tego toroidalny rdzeń ferrytowy typu RP25x16x3.5, wykonany z materiału F-82. Na rdzeniu należy nawinąć 40 zwojów drutem nawojowym w emalii o średnicy 1.2mm. Zwoje układamy jeden obok drugiego, ściśle okęczając rdzeń.

Montaż i uruchomienie

Układ montujemy na płytce drukowanej, której widok przedstawiono na wkładce wewnątrz numeru, a rozmieszczenie elementów znajduje się na rys.5.

wadzenia tego rezystora zwarły się ze sobą za pomocą ścieżki na powierzchni płytki drukowanej. W przypadku konieczności zastosowanie tego rezystora ścieżkę należy przeciąć przy pomocy ostrego narzędzia.

Modelowe urządzenie składało się z dwóch niezależnych zasilaczy o regulowanym napięciu wyjściowym. Zasilane są one z jednego transformatora toroidalnego o mocy 200VA, z dwoma uzwojeniami wtórnymi o napięciach 30VAC. Możliwe jest zastosowanie transformatora o napięciach na uzwojeniach wtórnych ok. 36V, co zwiększy zakres napięć wyjściowych. Do takiej wersji zasilacza dostosowana została folia samoprzylepna, którą należy nakleić na przód obudowy zasilacza.

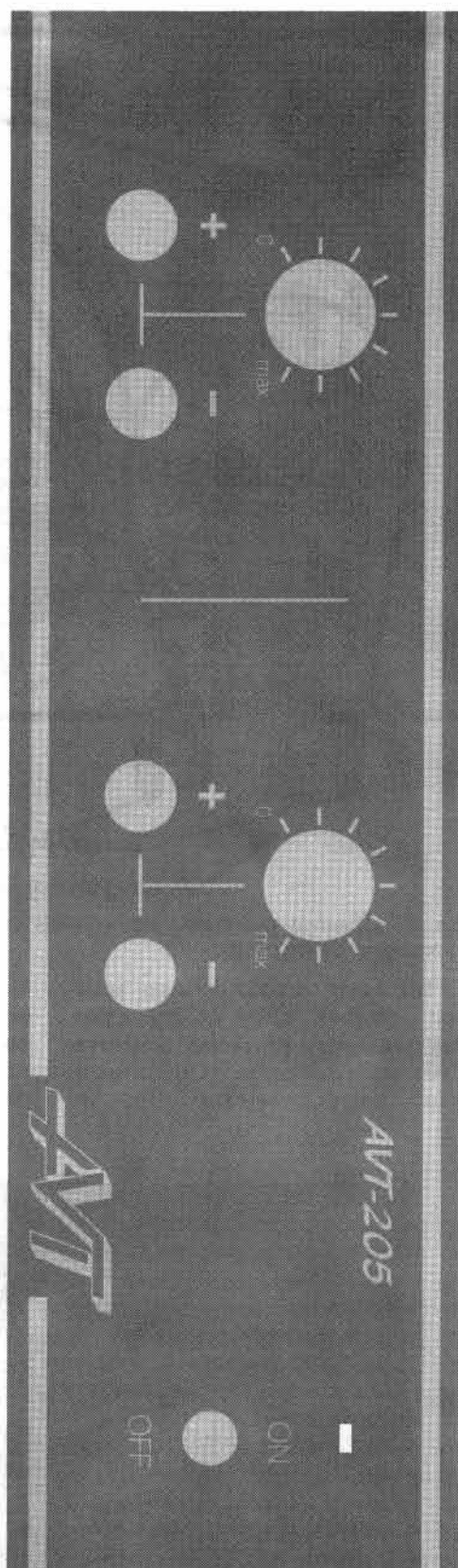


Rys. 5. Rozmieszczenie elementów na płytce zasilacza.

Montaż układu nie jest zbyt skomplikowany, jedynym dodatkowym elementem jest kawałek aluminiowej blachy o rozmiarze ok. 60mmx30mm, która spełnia rolę radiatora. Potencjometr P1 oraz zaciski wyjściowe montowane są na przedniej ścianie obudowy (w przypadku zasilacza modelowego na ścianie przedniej zamontowano dwa potencjometry i cztery zaciski).

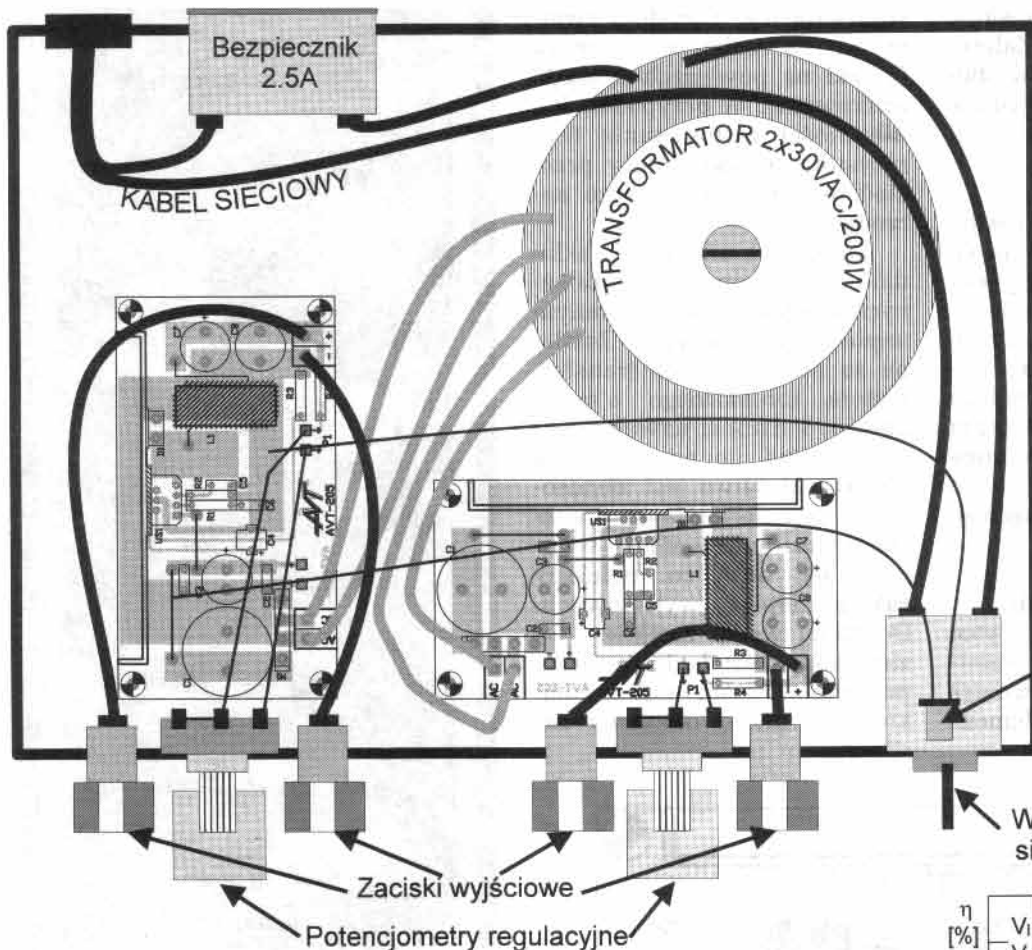
Na płytce drukowanej przewidziano miejsce na zamontowanie dodatkowego rezystora R4, włączonego szeregowo z potencjometrem P1, który pozwoli na ograniczenie zakresu zmiany napięcia na wyjściu stabilizatora. Wypro-

rozmieszczenie otworów na płycie czołowej obudowy przedstawia wzór folii samoprzylepnej, której widok znajduje się na rys.6. Dzięki zastosowaniu typowej obudowy metalowej, dostępnej w ofercie handlowej AVT, prace mechaniczne ograniczą się do wykonania kilku niewielkich otworów przy pomocy wiertarki i wiertła. Pomocą w ich wykonaniu będzie rysunek z rozmieszczeniem otworów na płycie czołowej, który przedstawiono na wkładce. Rysunek ten należy wyciąć, nakleić przy pomocy kleju wodnego na przód obudowy i



Rys. 6. Wzór folii samoprzylepnej na przód obudowy.

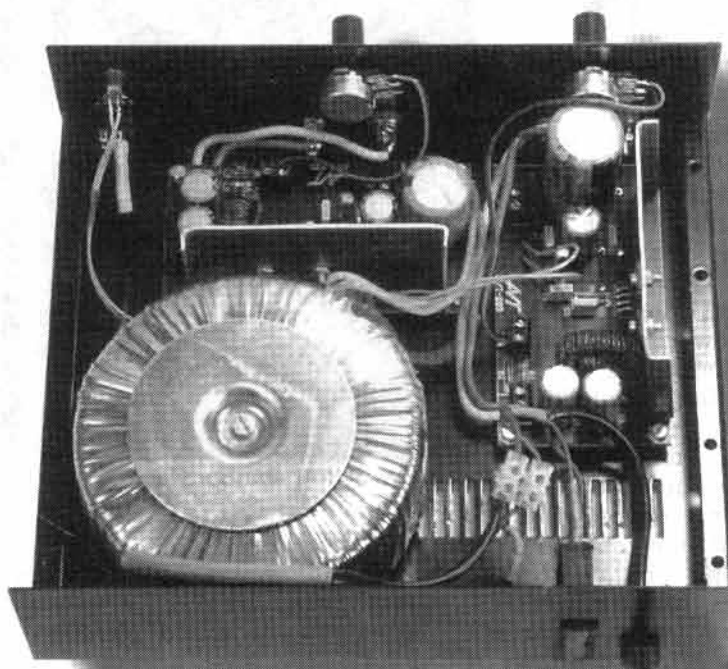
wykonać potrzebne otwory. Następnie papier zrywamy, myjemy wodą przód obudowy i przyklejamy folię z rys.6.



Rys. 7. Schemat połączeń we wnętrzu obudowy (podwójny stabilizator).

Na rys.7 przedstawiono schemat połączeń, które należy wykonać pomiędzy płytkami drukowanymi stabilizatorów, transformatorem, potencjometrami itp. we

wnętrzu obudowy. Jest to oczywiście tylko przykład, w przypadku indywidualnych konstrukcji dopuszczalne są modyfikacje przedstawionej propozycji. Ważne



jest, aby przekrój przewodów prowadzących prądy o dużych natężeniach był możliwie duży (min. 3mm²).

Uwagi końcowe

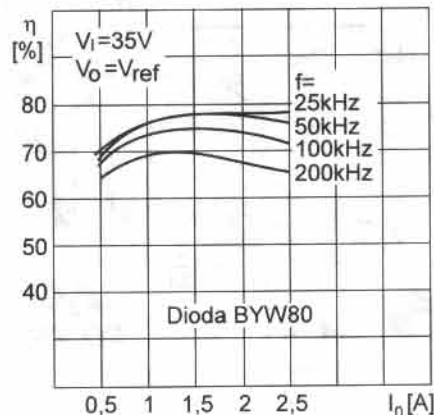
Jak wspomniano na początku artykułu, jedną z najważniejszych cech zasilacza impulsowego jest jego duża sprawność energetyczna. Chcąc przybliżyć nieco Czytelnikom

Dioda LED z wbudowanym rezystorem (36V)

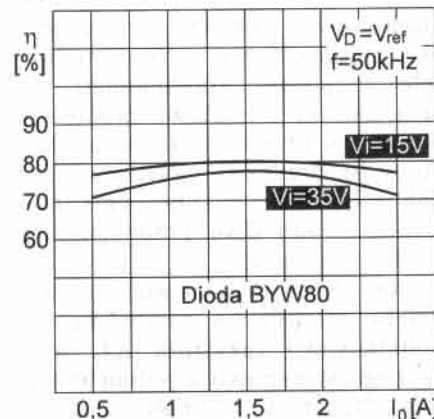
realnie osiągane wartości liczbowe przedstawimy kilka wykresów ob-

Włącznik sieciowy

Zaciski wyjściowe
Potencjometry regulacyjne



Rys. 8. Zależność sprawności zasilacza od prądu obciążenia (przy zmiennej częstotliwości kluczowania).



Rys. 9. Zależność sprawności zasilacza od prądu obciążenia (dla różnych Uwe).

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

P1: 22k Ω /A
 R1: 18k Ω
 R2: 4.3k Ω
 R3: 4.7k Ω

Kondensatory

C1: 4700 μ F/50V
 C2: 100nF
 C3, C7, C8: 220 μ F/50V
 C4: 3.3 μ F/25V
 C5: 2.2nF
 C6: 33nF

Półprzewodniki

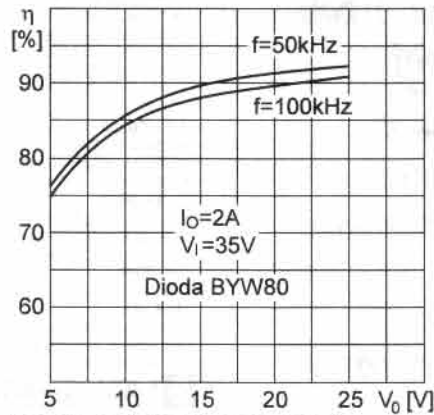
D1: BYW29-200 lub BYW-80
 US1: L4960 - SGS-Thomson
 M1: GBL02 lub podobny min. 4A/50V

Różne

L1: 150 μ H - 40 zw. DNE 1.2mm
 na rdzeniu RP 25x16x3.5
 obudowa metalowa T-86 (nie
 wchodzi w skład kitu AVT-205)

razujących zależność sprawności od różnych parametrów.

Na rys.8 przedstawiona jest zależność sprawności stabilizatora od prądu wyjściowego, przy różnych częstotliwościach kluczenia. Jak widać przyjęta częstotliwość kluczenia 100kHz jest optymalna ze względu na łatwość wyfiltrowania pulsacji z napięcia



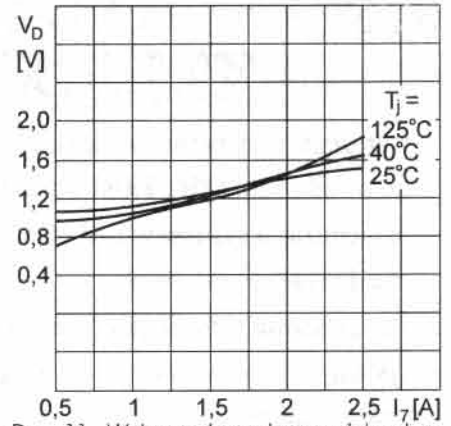
Rys. 10. Zależność sprawności zasilacza od (dla różnych) napięcia wejściowego częstotliwości.

wyjściowego i sprawność stabilizatora.

Rysunek 9 przedstawia zależność sprawności stabilizatora od prądu wyjściowego, przy dwóch różnych napięciach wejściowych. Wraz ze wzrostem napięcia wejściowego sprawność nieco maleje, co jest uzasadnione m.in. wzrostem poboru prądu statycznego przez strukturę układu.

Rys. 10 przedstawia zależność sprawności stabilizatora od wartości napięcia wyjściowego.

Jak łatwo zauważyć z przedstawionych tutaj wykresów, sprawność zasilacza impulsowego nie jest mniejsza niż ok. 65% (naj-



Rys. 11. Wykres obrazujący minimalny spadek napięcia na stabilizatorze w zależności od prądu obciążenia.

bardziej niekorzystny przypadek), a z reguły przekracza 70%.

Układ modelowy, ze względu na uniwersalne zastosowania, zasilany był napięciem o dość dużej wartości (ok. 30VDC na wejściu stabilizatora). Konstrukcja układu L4960 pozwala jednak na pracę z napięciami o znacznie niższych wartościach, ważne jest tylko spełnienie warunku, aby napięcie wejściowe było minimalnie większe od oczekiwanego wyjściowego. Na rys.11 przedstawiono zależność przedstawiającą wartość różnicy $U_{we}-U_{wy}$ od prądu obciążenia.

Piotr Zbysiński, AVT