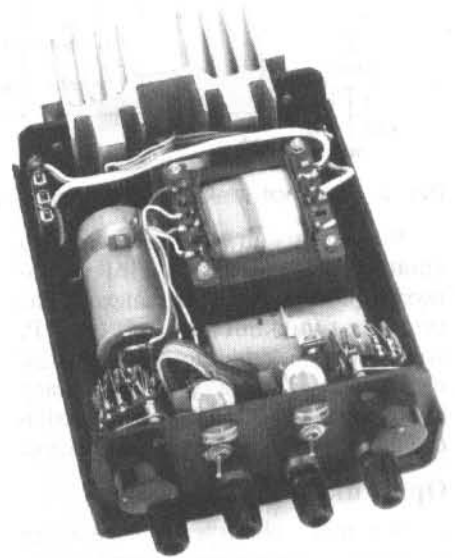
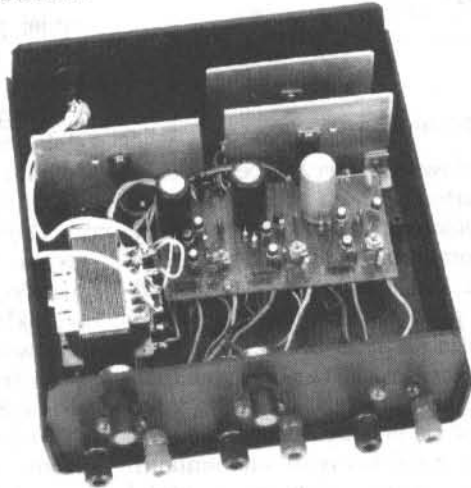


Zasilacz na miarę każdej, najchudszej nawet kieszeni, a jednocześnie o dobrych parametrach roboczych, zawsze jest łakomym kąskiem dla elektronika. Szczegółowe wskazówki umożliwiają nie tylko budowę prostej i taniej wersji podstawowej zasilacza, ale również szeroko zakrojonej jego rozbudowę.

Zasilacz uniwersalny

kit AVT-142



W pracowni hobbisty przyzwoity zasilacz nadal pozostaje jednym z najpotrzebniejszych przyrządów. Jednocześnie życie pokazuje, że w dobie powszechnej miniaturyzacji do większości prac wystarczy zasilacz o stosunkowo niewielkiej mocy. W większości przypadków pobór prądu nie przekracza 200mA, często natomiast potrzebujemy kilku niezależnych źródeł, nie połączonych ze sobą galwanicznie.

Proponujemy wykonanie trzech niezależnych zasilaczy w jednej obudowie. Układy są oparte na popularnej kostce LM 317. Końcowe parametry zbudowanego zasilacza zależą przede wszystkim od zastosowanego transformatora i radiatora. W praktyce, w podanym układzie można osiągnąć prąd do 1A, napięcie od ok. 1,4V do ok. 30V.

Wersja najprostsza umożliwia:

- płynną regulację napięcia wyjściowego,
- ograniczenie prądu wyjściowego (dobierane przez wykonawcę),
- optyczną sygnalizację ograniczania prądu,
- zabezpieczenie termiczne układu scalonego.

Dodatkowymi cechami, oferowanymi przez wersję rozbudowaną, są:

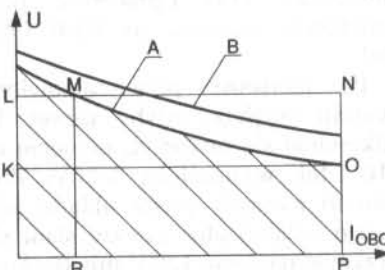
- regulacja napięcia wyjściowego skokowa (przełącznikiem) i płynna

(potencjometrem) w podzakresie,

- skokowa regulacja maksymalnego prądu wyjściowego - przełącznikiem,
- pomiar prądu/napięcia wbudowanym miernikiem analogowym,
- akustyczna sygnalizacja przeciążenia transformatora.

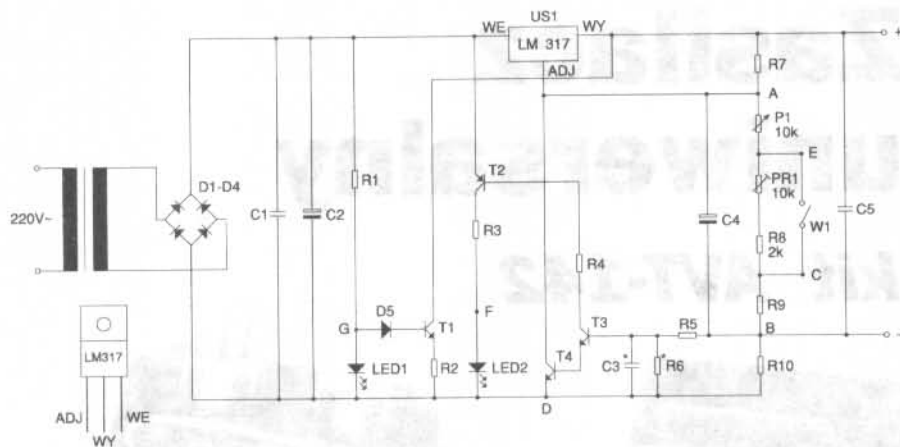
Praktycy wiedzą, że w zasilaczu bardzo potrzebne jest (najlepiej regulowane) ograniczanie prądu wyjściowego do wartości bezpiecznej dla dołączonego układu i zasilacza, bardzo pożyteczny jest też wskaźnik prądu wyjściowego. Mniejsze znaczenie ma natomiast wskaźnik napięcia, bo zwykle na początku pracy ustawiane jest ono na stałe.

W konstrukcji większości amatorskich zasilaczy regulowanych nie ma sygnalizacji wyjścia poza obszar poprawnej pracy stabilizatora. Spójrzmy na poglądowy **rysunek 1**. Krzywa A pokazuje zależność napię-



Rys. 1. Charakterystyka wyjściowa zasilacza

cia stałego na kondensatorze filtra za prostownikiem od prądu obciążenia (nie uwzględniamy tu napięcia tętnień). Pole pod krzywą B przedstawia obszar prawidłowej pracy zasilacza po uwzględnieniu spadku napięcia na stabilizatorze. Jeśli z zasilacza o takiej charakterystyce chcemy uzyskiwać możliwie wysokie napięcia i możliwie duże prądy, to musimy być świadomi, że wyższe napięcia uzyskamy przy małych prądach (obszar L, M, R), a większe prądy przy niższych napięciach (obszar K, O, P). W zasilaczach ze stabilizatorem i ograniczeniem prądowym charakterystyka jest zbliżona do takiego właśnie prostokąta. W amatorskich zasilaczach jednoczesne ustawienie dużych wartości napięcia i prądu (czyli próba pracy w obszarze MNO) oznacza spadek napięcia wg krzywej A między punktami M, O. W praktyce, na tak obniżonym napięciu występują dodatkowo tętnienia z filtra. Przypomnijmy, że nie uwzględnialiśmy ewentualnego spadku napięcia sieci 220V, co dodatkowo obniży krzywą B. Tymczasem wielu młodych elektroników dziwi się, dlaczego fabryczne zasilacze o umiarkowanych parametrach mają tak zadziwiająco duże transformatory i radiatory.



Rys. 2. Schemat elektryczny zasilacza w wersji podstawowej

W solidnych konstrukcjach amatorskich należy w pełni wykończyć obszar pracy ograniczony na rys. 1 punktami L, M, O, P, wprowadzając jednocześnie sygnalizację przeciążenia przy próbie pracy w obszarze M,N,O. W naszym zasilaczu będzie to sygnalizacja akustyczna.

Opis układu

Schemat elektryczny zasilacza w wersji podstawowej przedstawia rysunek 2. Napięcie wyjściowe jest określone przez stosunek rezystancji między punktami A, B do rezystancji R7. W przybliżeniu

$$U_{wy} = 1,25V \cdot \frac{R_{AB}}{R7}$$

Zastosowanie przełącznika W1 umożliwia nastawianie napięcia w dwóch zakresach, np. 1,5V...12V oraz 11,5V...22V. Potencjometr należy wówczas zaopatrzyć w podziałkę 1,5 - 12, pozycje przełącznika oznaczyć 0, +10V, zaś PR1 ustawić tak, aby przy otwarceniu W1 napięcie wzrastało rzeczywiście o 10V.

Zauważmy, iż na rezystorze R10 (o niewielkiej wartości) napięcie będzie proporcjonalne do prądu obciążenia. Przy wzrastającym prądzie obciążenia (gdy napięcie z R10 zacznie otwierać tranzystory T3 i T4) otworzy się T2 i zaświeci czerwona LED2, a jednocześnie prąd płynący przez T4 obniży napięcie w punkcie A i w konsekwencji także napięcie wyjściowe. Maksymalny prąd wyjściowy zostanie więc ograniczony do wartości zależnej od R10. W większości przypadków rezystora R6 nie stosujemy, a R5 będzie mieć wartość kilkudziesięciu kiloomów. Gdy zastosujemy kondensator C3, to stosownie do stałej czasowej R5-C3 napięcie z rezystora R10 zostanie uśrednione i wartość ogranicze-

nia prądowego dotyczyć będzie średniej wartości prądu obciążenia; bez C3 ograniczana będzie wartość szczytowa prądu. Duża stała czasowa obwodu R5-C3 oznaczać będzie możliwość pobierania impulsów prądu o wartości szczytowej 1,5...2,3A (tyle dopuszcza wewnętrzne ograniczenie układu scalonego), a to z kolei może stać się przyczyną uszkodzeń przy próbach z delikatnymi elementami. Podobna zasada dotyczy wartości pojemności kondensatora wyjściowego C5.

Z kolei brak C3 i minimalna wartość C5 równa 100nF (jak w zestawie AVT-142) może zaowocować sytuacją, gdy świecić będzie dioda LED2 sygnalizująca działanie ograniczenia, podczas gdy średni prąd pobierany będzie dużo mniejszy od maksymalnego. Takie zjawisko zwykle świadczyć będzie o nieprawidłowym odblokowaniu zasilania w dołączonym układzie. Wartości obu wymienionych kondensatorów można zmienić po okresie próbnej eksploatacji zasilacza.

Zauważmy, iż na R10 może wystąpić napięcie do 1,3V, wydzielając się więc będzie na nim znacząca moc (ponad 1W przy 1A), dlatego trzeba zastosować rezystor o odpowiedniej obciążalności. Czy nie lepiej byłoby zatem użyć jednego tranzystora (T4) i pracować przy mniejszym napięciu na R10? Otóż nie!

Po pierwsze, przy całkowitym zwarceniu wyjścia, gdyby nawet T4 całkowicie się otworzył, napięcie na R10 i tak wynosiłoby 1,25V. Wynika to z zasady pracy układu scalonego - stabilizator zawsze stara się utrzymać napięcie 1,25V między końcówkami WY i ADJ. Praktycznie okazałoby się, że ograniczenie pra-

dowe byłoby nastawione na określoną wartość, ale przy zwarceniu wyjścia płynąłby prąd około dwa razy większy.

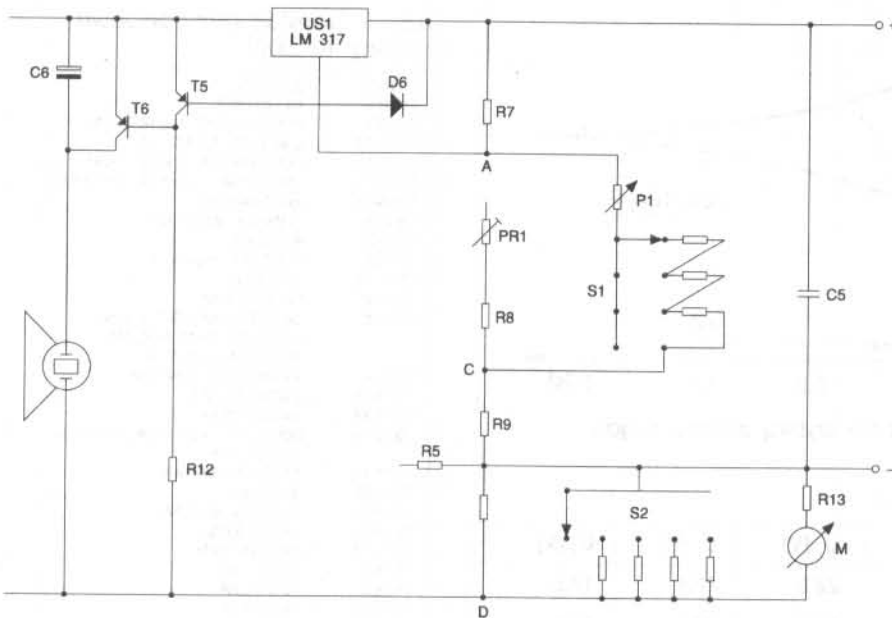
Po drugie, w układzie jak na rysunku 2 uzyskujemy przy okazji sygnalizację zadziałania ograniczenia. Ponieważ tranzystory otwierają się stopniowo, jasność świecenia kontrolki LED2 wskazuje na stopień redukcji napięcia wyjściowego, co oczywiście jest pewną zaletą, niemniej przebieg rzeczywistej charakterystyki naszego zasilacza odbiega przez to od prostokąta.

Rezystor R1 i zielona dioda LED1 stale świecąca podczas pracy umożliwiają kontrolę napięcia na wejściu stabilizatora.

Część Czytelników może być zaskoczona marnowaniem prądu w obwodzie T1, R2. Autor przyznaje, że wynikało to tylko z lenistwa (podobno wszystkie wynalazki biorą się z lenistwa tych, którym nie chce się ciężko pracować). Katalogi mianowicie podają minimalną wartość prądu obciążenia układu LM 317 (typ. 3,5mA, dla niektórych kostek jednak aż 10mA), zaś przy mniejszym prądzie obciążenia napięcie wyjściowe będzie wzrastać powyżej wartości wyliczonej z podanego wcześniej wzoru. Przez R7, P1 itd. powinien więc płynąć prąd ... no właściwie jaki? 3,5 czy 10mA? Ażeby (już nieco poważniej mówiąc) zaoszczędzić Czytelnikom istotnych kłopotów przy doborze zakresów regulacji, wprowadzono stałe obciążenie wstępne w postaci źródła prądowego z zastosowaniem tranzystora T1. W przeciwnym razie należałoby dobierać zarówno R7, P1 a potem PR1, R8, aby uzyskać potrzebny zakres regulacji, wymagany prąd minimalny, a przy okazji nie przeciążyć delikatnych potencjometrów P1 i PR1 (obciążalność 0,1W lub mniej). Wykorzystując źródło prądowe używamy potencjometrów o typowej wartości 10k i o nic się nie martwimy. Nie należy tylko stosować wartości potencjometru P1 większej niż 10k, ponieważ w obliczeniach nie uwzględnialiśmy wpływu prądu wypływającego z końcówki ADJ (typowo 50µA) i jego zmian na napięcie wyjściowe.

Zakres regulacji napięcia wyjściowego ustalimy doбором R7.

Zastosowanie diody D5 jest niezbędne, ponieważ na zielonej diodzie LED1 wystąpi napięcie ok. 2,2V,



Rys. 3. Schemat elektryczny zasilacza w wersji rozbudowanej

a przy nastawieniu napięcia na minimum i braku obciążenia napięcie na kolektorze nasyconego tranzystora T1 nie powinno przekraczać +1,25V w stosunku do punktu D.

Wyjaśnienia wymaga jeszcze użycie rezystora R9 o wartości kilkudziesięciu omów. Nie jest on potrzebny do obwodu regulacji napięcia, a ma znaczenie tylko wtedy, gdy napięcie ma wartość minimalną (W1 zamknięty, P1 skrócony na 0) i występuje ograniczenie prądu. Jak już mówiliśmy, napięcie na R10 wynosi wtedy ponad 1V, przewodzi T4 i pojawi się prąd płynący przez R9 od punktu B do A. Bez R9 dla najniższych napięć i całkowitego zwarcia ograniczenie prądowe nie mogłoby działać, ponieważ duży prąd płynąłby od punktu B przez punkt A i T4. Jednakowe napięcia w punktach A i B wynosiłyby ponad +1V względem punktu D, niemożliwe więc byłoby ściągnięcie za pomocą T4 potencjału na końcówce ADJ do potencjału w punkcie D, a na tym przecież opiera się działanie naszego ograniczenia prądowego. Wprowadzenie R9 podwyższa nieco minimalne napięcie wyjściowe (o 0,1...0,2V), co wprawdzie nie ma praktycznego znaczenia, umożliwia za to działanie ograniczenia prądowego dla napięcia minimalnego (prąd wyjściowy jest wtedy zwiększony o prąd płynący przez R9 o około $1,2V/R9$).

Kondensator C4 poprawia parametry przy gwałtownych zmianach obciążenia, nadmierne zwiększanie

tej pojemności spowoduje jednak długi, kilkusekundowy czas ustalania napięcia podczas regulacji potencjometrem P1. Wartość 22μF wydaje się być największą sensowną pojemnością C4.

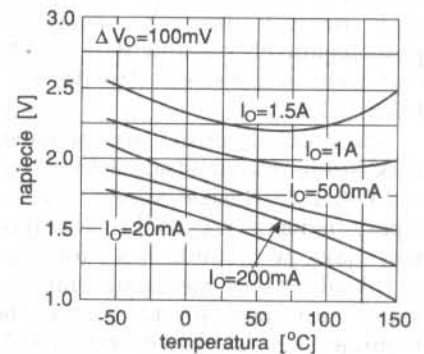
Schemat rozbudowanej wersji zasilacza pokazuje pogładowo rys. 3. Jest to ten sam układ podstawowy co poprzednio, dodano tylko dwa przełączniki (S1 i S2) do skokowej regulacji napięcia i prądu oraz układ sygnalizacyjny i miernik wychyłowy. Miernik można wyskalować w procentach (0...100%) a opisać wartości prądu dla poszczególnych pozycji przełącznika S2. Wartość R13 będzie zależała od użytego miernika. W najprostszym przypadku można użyć wskaźnikówysterowania od magnetofonu; miniaturowe wskaźniki zastosowane w zasilaczu pokazanym na fotografii dają jedynie przybliżoną informację o zmianach prądu. Większe mierniki, najlepiej ze skalą 0...100, lepiej spełnią swą rolę, byle tylko użyte rezystory (R10 i sąsiednie) były w miarę stabilne. Posiadacze dobrych mikroamperomierzy tablicowych (np. krajowe MK2A, MK3A) będą musieli zastosować większą obudowę. Nie ma jednak sensu stosowanie mierników cyfrowych, gdyż te wymagałyby dodatkowego źródła zasilania.

Przy jednakowych wartościach rezystorów dołączonych do przełącznika S1 potencjometr będzie mieć jedną skalę, a przełącznik S1 będzie po prostu opisany, np. 0, +5, +10, +15 itd.

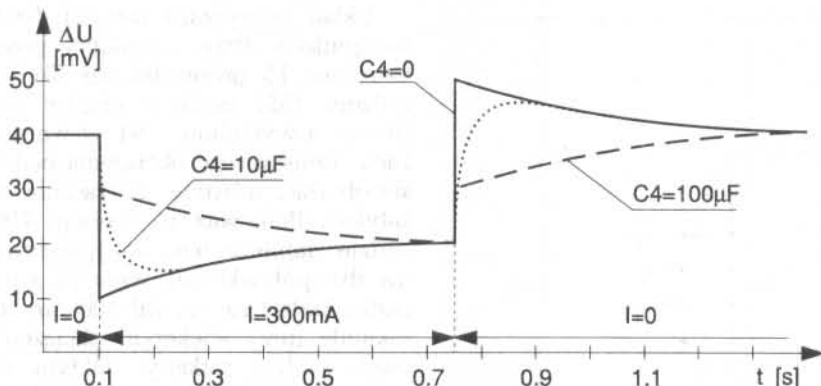
Układ sygnalizacji (rys. 3) działa następująco. Przy normalnej pracy tranzystor T5 przewodzi, zaś T6 jest zatkany. Gdy napięcie między wejściem a wyjściem US1 w warunkach wzrastającego obciążenia będzie się obniżać, wówczas T5 zacznie się zatykać. Ponieważ na wejściu US1 będzie napięcie tętniące (prostowanie dwupołówkowe), więc T5 z początku będzie się zatykał 100 razy na sekundę (przy większym obciążeniu ciągle będzie zatkany). W tym samym rytmie T6 będzie się otwierał, C5 pełnić będzie rolę filtra podając stałe napięcie na sygnalizator piezoelektryczny.

W zależności od maksymalnego prądu obciążenia trzeba dobrać diodę D6. Pomocą będzie rysunek 4 przedstawiający zależność minimalnego spadku napięcia potrzebnego do prawidłowej pracy US1 dla różnych prądów i temperatur. Jako D6 zastosujemy więc czerwoną lub (lepiej) zieloną diodę LED albo kilka diod krzemowych połączonych szeregowo. Poprawność doboru D6 sprawdzimy następująco: do wyjścia dołączamy oscyloskop i przy nastawionym maksymalnym napięciu wyjściowym płynnie zwiększamy pobierany prąd (potencjometrem dużej mocy lub układem z tranzystorem mocy). Przy wzroście prądu najpierw powinien „odezwać się” sygnalizator piezo, a dopiero przy nieco większym prądzie powinny pojawić się spadek napięcia wyjściowego i jego tętnienia.

Sygnalizator piezo może być dowolnego typu (ale z wbudowanym generatorem), np. miniaturowy krajowy PCA - 06. Stosując takie zabezpieczenie trzeba pamiętać, iż prąd płynący przez R11 dodaje się do minimalnego prądu pracy US1 i może to wymagać zmniejszenia wartości R2.



Rys. 4. Minimalne napięcie wyjściowe stabilizatora w funkcji temperatury i prądu obciążenia



Rys. 5. Odpowiedź dynamiczna zasilacza na szybką zmianę prądu obciążenia

Tab. 1. Napięcia na wejściu stabilizatorów

Warunki	Komentarz	U ₁ [V]	U ₂ [V]	U ₃ [V]
I ₁ =I ₂ =I ₃ =0	bez obciążenia	22,3	22,4	16,5
I ₁ =500mA (zwarcie wyjścia) I ₂ =I ₃ =0	jeden kanał przeciążony	14,3	20,7	13,6
I ₁ =I ₂ =500mA I ₃ =0	dwa kanały przeciążone	13,1	13,0	12,6
I ₁ =I ₂ =I ₃ ok. 300mA	zaczynają świecić wszystkie czerwone diody	14,0	14,0	10,0

W modelach pokazanych na fotografiach nie ma, jak widać, przełącznika ani mierników wychyłowych. Zastosowano niewielki transformator TS15/6 i radiatory z blachy aluminiowej. Napięcie jednego z kanałów jest ustawione na stałe i wynosi 5V. Jest to więc, rzecz można, wersja minimalna. Parametry tego zasilacza pokazuje rysunek 5 i tabela 1. Na rys. 5 widzimy odpowiedź dynamiczną zasilacza na szybką zmianę prądu obciążenia od zera do 300mA przy różnych wartościach pojemności C4 i pojemności C5 równej 100nF. W tabeli 1 podano napięcia na kondensatorach filtrujących (C1, C2), czyli na wejściach stabilizatorów poszczególnych kanałów zasilacza (U1 - U3) przy różnych prądach obciążenia poszczególnych kanałów (I1 - I3). Do tego testu zmniejszono R10 do wartości 2,7.

Jak zaznaczyliśmy na wstępie, z układu można uzyskać większe moce. Potrzebny będzie wtedy pewnie lepszy radiator z kształtki aluminiowej jak w modelu na fotografii (układ w tym zasilaczu zmontowany jest bez płytki a napięcie reguluje się skokowo co 1,5V). W tabeli 2 Czytelnicy znajdą zestawienie najpopularniejszych transformatorów o mocach 10...50W, z któ-

rych wiele nadaje się do naszego zasilacza (zobacz też ofertę podzespołów AVT wewnątrz numeru).

Nie ma obawy uszkodzenia przy zbyt małym radiatorze. Układ scalony ma przecież wbudowane zabezpieczenie termiczne - zadziałanie tego zabezpieczenia i zmniejszenie napięcia wyjściowego nie będzie jednak niczym sygnalizowane.

Montaż i uruchomienie

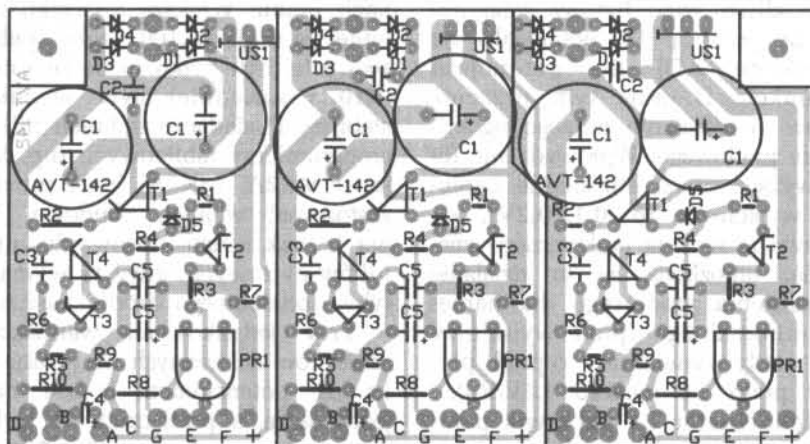
Schemat montażowy uniwersalnej płytki dla trzech jednakowych układów (wg rys. 2) przedstawia rysunek 6. Montaż płytki jest prosty i nie powinien sprawić żad-

Tab. 2. Transformatory sieciowe o mocy 10...50W

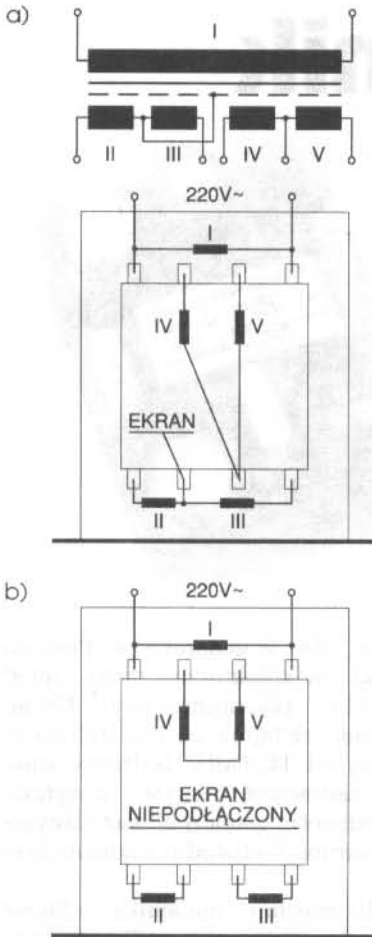
TS10/2	20V/0,3A
TS10/4	13,7V/0,65A
TS10/7	2x(5,5V/0,35A); 2x(5V/0,35A)
TS10/13	8,8V/0,7A; 8,2V/0,08A
TS10/15	2x(5,5V/0,35A); 2x(5V/0,35A)
TS10/21	45V/0,015A; 18V/0,2A; 8V/0,65A
TS10/22	2x(21,5V/0,2A)
TS10/30	14V/0,3A; 8,5V/0,6A
TS12/2	9,1V/1,2A
TS12/6	9,4V/0,1A; 8,8V/1,1A
TS12/12	9,1V/1,2A
TS15/4	2x(15,7V/0,5A)
TS15/6	2x(15,7V/0,3A); 3,7V/0,25A; 6,3V/0,4A; 2x(15,7V/0,3A); 10V/0,25A; 6,3V/0,4A
TS15/9	28,4V/0,35A; 9,5V/0,5A
TS15/13	2x(28,5V/0,25A)
TS15/16	2x(13,5V/0,5A)
TS15/17	30V/0,17A; 15V/0,15A; 6,5V/0,6A; 10,8V/0,14A
TS15/18	11,7V/1A; 6V/0,4A
TS15/29	9,4V/1,9A
TS15/31	11,7V/1A; 6V/0,4A
TS15/39	2x(16V/0,4A)
TS15/41	2x(11V/0,55A)
TS18/4	10,5V/1,6A
TS18/8	13,3V/1,3A
TS18/10	10,5V/1,3A
TS18/12	2x(6V/1,3A)
TS18/14	22,5V/0,8A
TS18/15	14,8; 0,7A
TS20/1	2x(9V/1A)
TS20/9	25V/0,7A
TS20/10	2x(9V/1A)
TS20/20	8,7V/2,3A
TS20/23	2x(13V/0,7A)
TS20/24	9V/2A; 3V/1,7A
TS20/25	6V/3,3A
TS25/9	(10+2+2+3)V/1,2A
TS25/11	15V/1,1A; 9V/1,3A
TS25/17	2x(11,7V/1A); 5,2V/0,5A; 35V/0,05A
TS25/25	13V/3A
TS30/33	5,3V/6A
TS40/38	20,5V/1,5A; 6V/1,1A
TS40/39	210V/0,04A; 25V/0,8A; 8V/0,05A; 6,3V/1,9A
TS40/43	2x(5,3V/2A); 2x(3V/2A)
TS40/49	4x(10V/1A)
TS40/52	4x(10V/1A)
TS40/54	2x(10V/1,8A); 2x(3V/1,1A)
TS40/74	2x(5V/2A); 2x(3,5V/2A)
TS40/84	2x(6V/2,6A)
TS40/95	2x(6,8V/2A)
TS50/13	2x(7V/2,6A) VELA
TS50/17	2x(18,5V/1A); 2x(18V/0,12A)
TS50/21	2x(7V/2,6A) VELA

nych kłopotów.

Przewody zewnętrzne łatwiej będzie przylutować od strony elementów niż korzystać z przygotowanych otworów. Elementy dodatkowo występujące w wersji rozbudowanej



Rys. 6. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej zasilacza



Rys. 7. Transformator TS15/6

nie są na płytce przewidziane i należy je zamontować według własnego uznania. Należy pamiętać, że do trzech niezależnych zasilaczy potrzebne są trzy jednakowe układy, każdy z oddzielnym „piszczykiem” piezo. Można zastosować trzy transoptory i jeden sygnalizator - koszt będzie jednakowy.

Na płytce przewidziano miejsce na dwa kondensatory filtrujące w każdym torze. Przy mniejszych prądach wystarczy jeden, a przy większych trzeba będzie dolutować równolegle kolejny.

Zastosowany w modelu transformator TS15/6 ma cztery uzwojenia połączone fabrycznie jak na **rysunku 7a**. Co ciekawe, różne katalogi podają odmienne napięcia wyjściowe (patrz tab. 2). Autor posłużył się transformatorem z niższymi napięciami, a połączonych szeregowo uzwojeń IV i V użył w torze stabilizatora 5V. Niezbędna jest więc przeróbka aby uzyskać trzy niezależne uzwojenia. Układ wyprowadzeń po przeróbce pokazuje **rys. 7b**. Wyprowadzenie wewnętrzny ekranu transformatora można dołączyć do masy

wyściowej jednego z kanałów lub pozostawić niepodłączone.

Płytkę jest mocowana do podstawy dwoma wkrętami M3 - otwory o średnicy 2,4mm w płytce nagwintowano. Szerokość płytki równa 60mm umożliwi umieszczenie jej pionowo w typowej (jak na fotografiach) obudowie.

Radiatory są mocowane przy pomocy niewielkich kątowniczek i wkrętów M3, a w transformatorze nagwintowano istniejące otwory w jego „nogach”.

Trzy stabilizatory mogą być umieszczone na wspólnym radiatorze, ale wtedy konieczne należy zastosować przekładki izolacyjne, co nie jest korzystne ze względu na wzrost rezystancji cieplnej. W każdym przypadku trzeba użyć smaru silikonowego i dobrze dokręcić śruby.

Należy stosować możliwie duże przekroje i jak najkrótsze odcinki przewodów w obwodach prądowych, a szczególną uwagę zwrócić na połączenie wyjścia stabilizatora z płytką i z dodatkim zaciskiem wyjściowym. Korzystne byłoby pogrubienie tej ścieżki przez dolutowanie do niej kawałka grubego drutu (>1mm²). Należy też mocno dokręcić połączenia śrubowe w zaciskach wyjściowych. Autor skracał nieco pilnikiem występy ustalające w potencjometrach, przy montażu podgrzane lutownicą wtapiały się one ok. 0,5mm w wewnętrzną stronę płyty czołowej.

Płytę czołową należy zaprojektować samodzielnie, stosownie do użytych podzespołów, a zwłaszcza wskaźników wychyłowych.

Szczególnie starannego wykonania i zabezpieczenia wymagają obwody sieci 220V. W modelu nie ma wyłącznika sieciowego, ponieważ w warsztacie zasilacz wraz z wieloma innymi przyrządami zwykle dołączony jest do listwy z gniazdami sieciowymi; po skończonej pracy zawsze wyłącza się zasilanie całej listwy.

Przy uruchamianiu zasilacza przede wszystkim trzeba sprawdzić napięcia na kondensatorach filtrujących, następnie sprawdzić i ewentualnie skorygować doborem R7 zakresy regulacji. Używając amperomierza należy sprawdzić działanie ograniczenia prądowego - prąd maksymalny (przy zwarciu amperomierzem) nie powinien przekroczyć 500mA; ewentualnie można go skorygować zmieniając R10, a po okresie próbnej

WYKAZ ELEMENTÓW (dla trzech torów zasilacza)

Rezystory

- R1, R3: 2kΩ (podwójnie)
- R1, R3, R8: 1,2kΩ (zas. 5V)
- R2: 150...180Ω (potrójnie)
- R4, R5: 22...47kΩ (podwójnie)
- R7: 1kΩ (potrójnie)
- R9: 47...68 Ω (potrójnie)
- R10: 3Ω/0,5W (potrójnie)
- P1: 10kΩ (podwójnie)
- PR2: 10kΩ

Kondensatory

- C1, C5: 100nF ceram. (potrójnie)
- C2: 2200μF/25V lub 2x1000μF/25V (potrójnie)
- C4: 10μF/25V/μF/25V (potrójnie)

Półprzewodniki

- D1...D5: 1N4001 lub inne 1A (potrójnie)
- LED1: zielona 5mm (potrójnie)
- LED2: czerwona 5mm (potrójnie)
- T1, T3, T4: dowolny NPN np. BC238 (potrójnie)
- T2: dowolny PNP np. BC308 (potrójnie)
- U1: LM317 (potrójnie)

Różne

- transformator TS15/6
- pokrętko do potencjometru (2 szt.)
- zacisk laboratoryjny (6 szt.)
- radiator Al 60x80x2mm (3 szt.)
- kątownik mocujący (3 szt.)
- gniazdo bezpiecznikowe + bezpiecznik
- sznur sieciowy
- obudowa 200x190x70 kompletna (nóżki + śruby)
- płyta czołowa
- przewody połączeniowe
- wkręty M3: komplet

eksploatacji według uznania dodać C3 i zwiększyć C5.

Celowo nie zastosowaliśmy sitodrukowego opisu płyty czołowej. Proponujemy zastosowanie płyty czołowej z przezroczystego tworzywa (np. barwione plexi) i wykonanie opisu na kartonie, który zostanie umieszczony na wewnętrznej stronie takiej płyty czołowej. Można uzyskać w ten sposób całkiem elegancki i indywidualny wystrój konstruowanej aparatury. Komplet elementów z płytką drukowaną i obudową jest oferowany w zestawie AVT-142.

Piotr Górecki, AVT