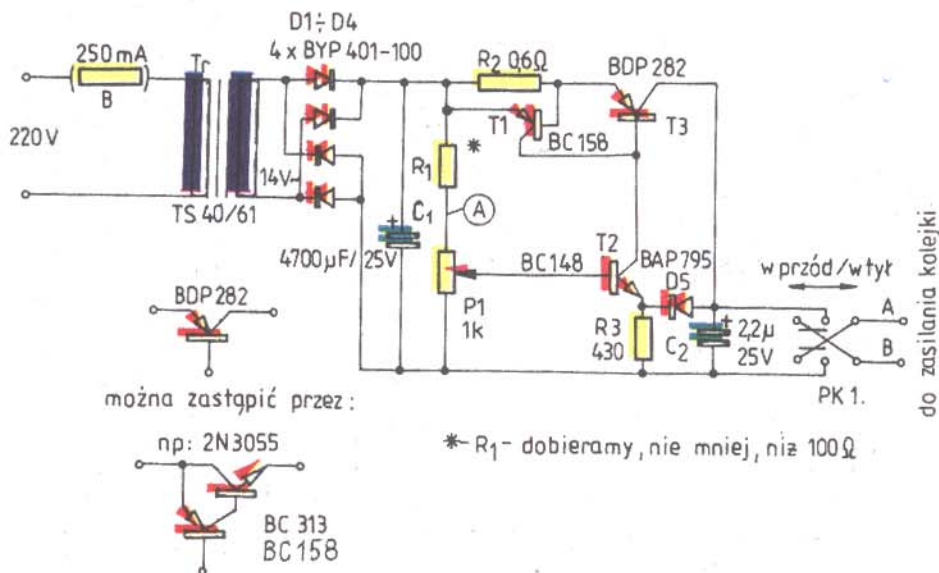


## ZASILACZ DO KOLEJKI

W ciągu kilku ostatnich miesięcy otrzymaliśmy od Czytelników wiele listów z prośbą o opublikowanie schematu zasilacza do kolejki. Spełniając te prośby przedstawiamy poniżej schemat prostego zasilacza nadającego się praktycznie do wszystkich typów modeli elektrowozów, parowozów itp. Zasilacz ten dostarcza regulowanego napięcia od 0 do 16 V z jednoczesnym ograniczeniem prądu zwarcia do 1 A. Ze względu na to, że różne modele kolejek mogą być zasilane różnymi napięciami, na ogół 12 V, np. modele PIKO serii TT i HO (przez krótki okres maksymalnie 16 V), istnieje możliwość ograniczenia napięcia wyjściowego do odpowiedniej wartości – w ten sposób zabezpieczamy miniaturowe silniczki naszych zabawek przed szybkim zużyciem czy uszkodzeniem.

Schemat ideowy zasilacza przedstawiony jest na rys. 1. Transformator Tr wraz z diodami D1 ÷ D4 i kondensatorem C<sub>1</sub> tworzy układ zasilacza niestabilizowanego o napięciu około 20 V (dla zasilania kolejki napięciem do 16 V). Napięcie to podane jest przez rezystor R<sub>1</sub> na potencjometr P<sub>1</sub> spełniający funkcję regulowanego dzielnika napięcia. Ze ślizgacza tego potencjometru pobierane jest napięcie odniesienia dla właściwego stabilizatora wykonanego na elementach T2, T3, R<sub>3</sub> i D5. Ze względu na to, że jest to część niestabilizowanego napięcia występującego na kondensatorze C<sub>1</sub> (zależna od położenia ślizgacza potencjometru P<sub>1</sub>), wartość jego nie będzie stała, zależność będzie od obciążenia zasilacza i napięcia sieci, wystąpią także tętnienia. Niestabilność tego napięcia rzędu 10–15% nie ma jednak wpływu na eksploatację kolejki – można oczywiście zastosować stabilizację na diodzie Zenera, lecz wydaje się to zbędne. Rezystor R<sub>1</sub> służy do ograniczenia napięcia w punkcie „A” (mierzonego względem ujemnej okładki kondensatora C<sub>1</sub>) – dobieramy jego wartość tak, aby napięcie w tym punkcie (bez obciążenia zasilacza) było o około 10–15% większe od maksymalnego napięcia zasilania modeli kolejki (czyli dla 16 V ustalamy około 18 V). Tranzystor T1 oraz rezystor R<sub>2</sub> tworzą układ zabezpieczenia przed zwarciami – maksymalny prąd wyjściowy jest ograniczony do około 1 A, przez



Rys.1 Schemat zasilacza do kolejki 0-16V 1A

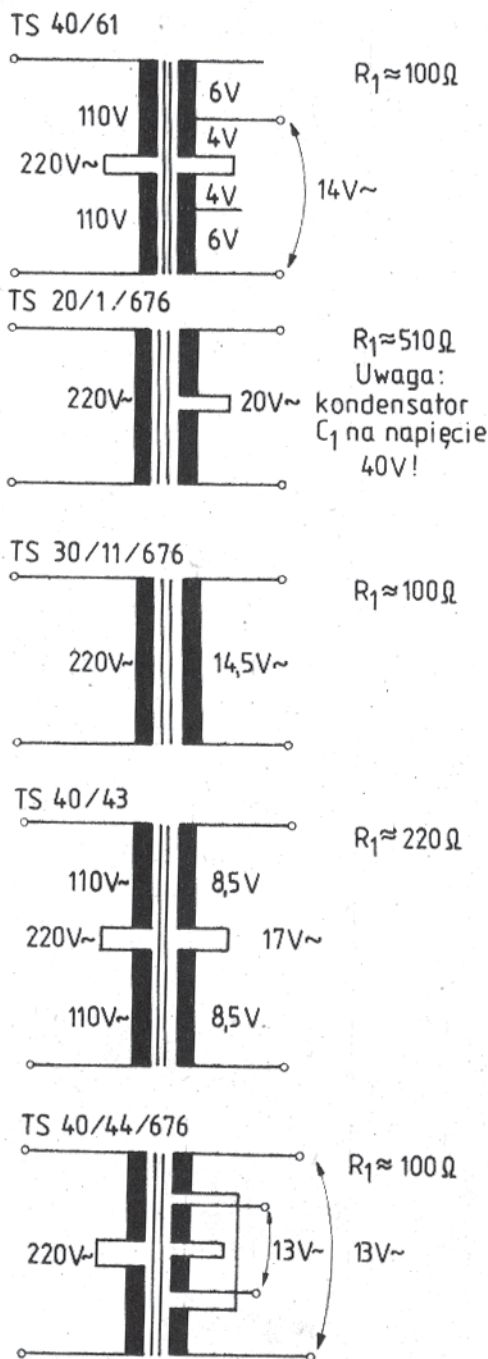
co nie musimy się obawiać uszkodzenia układu przy przypadkowym zwarciu szyn lub tp. Tranzystor regulacyjny T3 powinien być zaopatrzone w odpowiedni radiator, gdyż podczas normalnej pracy wydziela się na nim moc około 5 W wzrastająca przy zwarciu do 15-20 W. Należy to wziąć pod uwagę przy projektowaniu obudowy. Przełącznik PK1 podłączony pomiędzy wyjście zasilacza i gniazda „A” i „B” służy do zmiany kierunku ruchu modelu – należy przy tym pamiętać, że nie jest wskazane przełączanie kierunku podczas jazdy ze względu na znaczne przeciążenie silników, szczególnie tych o mniejszej mocy (a także możliwość wykołowania wagoników). Chcąc zatem zmienić kierunek jazdy najpierw zmniejszamy prędkość do zera, potem przełączamy przełącznik PK1 i następnie stopniowo przesuwając potencjometr P<sub>1</sub> rozpoczynamy jazdę w przeciwnym kierunku.

Kilka uwag dotyczących zastosowanych elementów. Transformator Tr może być dowolnego typu pod warunkiem, że ma moc nie mniejszą, niż 20-25 W (najlepiej 40 W) oraz dostarcza napięcia zmiennego wartości 14-20 V, przy prądzie co najmniej 1,2 A. Na rys. 2 podano kilka typów transformatorów, które można użyć w zasilaczu bez przewijania uzwojenia wtórnego, oraz przybliżoną war-

tość rezystora R<sub>1</sub> dla maksymalnego napięcia wyjściowego 16 V i potencjometru P<sub>1</sub> o rezystancji 1 kilooma. W wykonanym modelu zastosowano transformator TS40/61 dostępny w swoim czasie w sklepach BOMIS po znacznie obniżonej cenie. Tranzystor T3 może być dowolny, pnp o maksymalnym prądzie kolektora powyżej 1,5 A, napięciu U<sub>CEO</sub> powyżej 30 V i mocy strat nie mniej, niż 30-40 W. W przypadku trudności, ze







(Można zastosować prostownik dwupółtłokowy z dwoma diodami ze względu na symetryczne uzwojenia wtórne)

Rys. 2

zdobyciem takiego tranzystora można zastosować układ złożony z pnp-npn (rys. 1) zwiększając jednocześnie wartość rezystancji  $R_3$  do 4,7 kilooma. Tranzystory T1 i T2 również mogą być dowolne, odpowiednio pnp i npn, przy spełnieniu warunku na maksymalny prąd kolektora większy lub równy 100 mA i napięcie  $U_{CE0}$  większe od 25 V. Podobnie sprawa diody D1 – może to być dowolna dioda krzemowa małej mocy (impulsowa). Jako przełącznik PK1 najlepiej zastosować zwykły Isostat niezależny o jednej podwójnej sekcji (najkrótszy) lub inny podobny. W charakterze elementu regulacyjnego ( $P_1$ ) najwygodniej użyć potencjometru suwakowego (o rezystancji od 470 omów do 4,7 kilooma) – zapewnia on wizualną kontrolę nastawionej prędkości, jest poza tym wygodny i trwały w eksploatacji. Rezystor  $R_2$  o wartości 0,6 oma można zrobić łącząc równolegle określoną liczbę rezystorów o większej wartości (np. 5 szt. rezystorów 3 omy) lub odmierzając określony odcinek drutu oporowego (mierzymy jego opór omomierzem lub mostkiem dostępnym w szkolnej pracowni), który następnie zwijamy w spiralę. W przypadku trudności ze zdobyciem odpowiedniego drutu oporowego (jego średnica nie może być mniejsza od 0,3 mm) możemy zastępco zastosować odcinek spirali z grzejnika lub kuchenki elektrycznej (najlepsze są spirale o najmniejszej mocy: 250 lub 400 W) – wtedy znając moc spirali i napięcie pracy obliczamy jej rezystancję i za pomocą linijki odmierzamy odpowiedni odcinek. Lepiej oczywiście jest posłużyć się omomierzem – wtedy możemy wykonać rezystor o większej dokładności. Ze względu na to, że drut oporowy ze spirali grzejnika nie daje się lutować, trzeba użyć w takim przypadku dwóch zacisków śrubowych (najlepiej z dwóch śrub mosiężnych M3 lub M4).

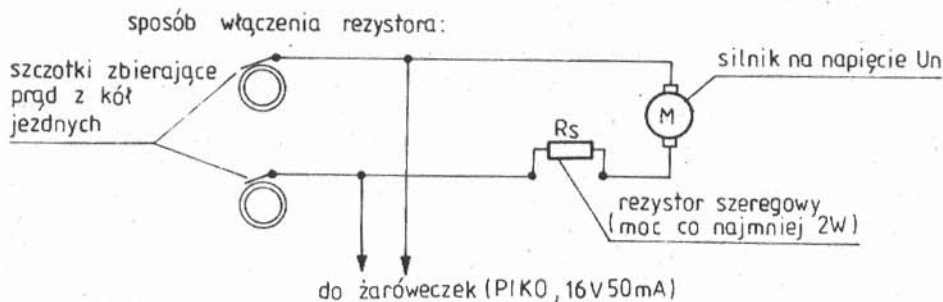
Jeszcze kilka uwag dotyczących budowy zasilacza. Bardzo ważną sprawą jest zapewnienie odpowiedniej izolacji między zasilaniem 220 V i obudową – należy stosować przewody o odpowiedniej izolacji, przestrzegać odpowiedniego odstępów między sieciowymi końcówkami transformatora i obudową, ważne jest też zastosowanie bezpiecznika sieciowego przystosowanego do pracy pod napięciem 220 V. Zamontowanie w zasilaczu wyłącznika sieciowego w zasadzie nie jest konieczne, jeżeli jednak użytkownik



$U_n$  - nominalne napięcie zasilania modelu (np. 4,5V, 6V)

$I_n$  - prąd zmierzony podczas jazdy

$$R_s = \frac{16V - U_n}{I_n} \quad [V, A, \Omega]$$



Rys. 3

zdecyduje się na wyłącznik, to również należy zwrócić odpowiednią uwagę na napięcie pracy i skuteczną izolację (szczególnie przy metalowej obudowie).

Wykonany model zasilacza został umieszczony w obudowie, której zasadniczą część tworzy korytka z blachy aluminiowej będącej jednocześnie radiatorem dla tranzystora T3. Tranzystor ten jest przykręcony bez pośrednictwa podkładek izolacyjnych – w ten sposób obudowa jest pod napięciem (do 16 V). Elementy elektroniczne, ze względu na ich małą liczebność są zamontowane w sposób trochę „partyzancki” – po prostu w powietrzu przy zastosowaniu w charakterze końcówek lutowniczych wyprowadzeń transformatora (po stronie wtórnej), przykręconego od obudowy tranzystora T3 i potencjometru P<sub>1</sub>. Stosując taki montaż zaoszczędzamy dość dużo czasu wymaganego dla wykonania odpowiedniej płytki montażowej czy drukowanej, lecz nie można przy tym zapomnieć o odpowiedniej izolacji poszczególnych elementów (owijanie folią izolacyjną, zakładanie koszulek izolacyjnych itp.) zwłaszcza, gdy obudowa nie jest wykonana w całości z materiału izolacyjnego. W przypadku użycia dostępnych w handlu

pudełek plastikowych (bardzo wygodnych przy budowie takich urządzeń) dla tranzystora T3 należy wykonać radiator o powierzchni co najmniej 100 cm<sup>2</sup>, najlepiej z blachy aluminiowej grubości 2 mm lub miedzianej (1 mm) oraz odpowiednią liczbę otworów w obudowie umożliwiających swobodny przepływ powietrza wokół radiatora. Celowe jest przeprowadzenie próby polegającej na zwarceniu wyjścia zasilacza przy ustawionym maksymalnym napięciu i sprawdzeniu (przy zamkniętej obudowie!), czy radiator nie nagrzewa się nadmiernie – powinno być możliwe swobodne jego dotknięcie (temperatura poniżej 70°C). W przeciwnym razie należy odpowiednio powiększyć powierzchnię chłodzącą.

Na zakończenie jeszcze sprawa napięcia zasilania naszych modeli. Dla najczęściej spotykanych modeli PIKO serii HO i TT wynosi ono 12 V, przy czym producent dopuszcza zasilanie niektórych lokomotyw napięciem maksymalnie 16 V. Stąd też zasilacz został zaprojektowany na napięcie do 16 V (pod obciążeniem), można jednak wartość tę obniżyć zwiększając wartość rezystora R<sub>1</sub> – maksymalne napięcie wyjściowe zasilacza jest w przybliżeniu równe napięciu w punk-



cie „A” (rys. 1). Na rys. 2 podane zostały wartości rezystora  $R_1$  dla różnych użytych transformatorów przy założeniu wartości rezystancji potencjometru  $P_1$  równej 1 kiloom – przy stosowaniu innych potencjometrów (od 470 omów do 4,7 kilooma) należy oczywiście proporcjonalnie zmienić wartość tego rezystora.

Ze względu na fakt, że niektóre lokomotywki (szczególnie z małych zestawów) wymagają zasilania napięciem niższym od 12 V, celowe jest przy jednoczesnej eksploatacji modeli na napięcie 12 V zamontowanie w lokomotywach przystosowanych do napięcia 4,5; 6 czy 9 V odpowiedniego rezystora szeregowego – nie jest to skomplikowana operacja pozwalająca na zabezpieczenie silników przed przeciążeniem. Sposób doboru tego rezystora ilustruje rys. 3 – ważne jest, aby pomiary dokonywane były podczas jazdy z normalnym obciążeniem po poziomym torze. Modyfikacja taka ma co prawda pewną wadę – następuje zmniejszenie momentu obrotowego przy mniejszych prędkościach, lecz na ogół siła pociągowa modelu jest i tak limitowana poślizgiem kół (rozwiązanie takie zostało praktycznie wypróbowane przez autora). W przypadku stwierdzenia zbyt małej lub zbyt dużej prędkości modelu po przebiegu, należy wprowadzić odpowiednią korektę wartości rezystora szeregowego metodą prób i błędów. Pamiętać należy także o tym, że rezystor ten powinien mieć obciążalność rzędu 2 W.

Szczegółowy wykaz elementów potrzebnych do budowy zasilacza zawiera spis – jednocześnie podane są zamienniki elementów półprzewodnikowych oraz tolerancje elementów biernych.

Opisany zasilacz dostarcza regulowanego napięcia stałego o niedużej zawartości składowej zmiennej – można go więc stosować wszędzie tam, gdzie wymagane jest zasilanie takim napięciem (nie jest konieczna dokładna stabilizacja), np. w przypadku niektórych układów elektronicznych. Zasilacz ten może zatem czasami nawet zastąpić znacznie bardziej skomplikowany zasilacz stabilizowany (opisany w n-rze 4/84 „MT”). Dotyczy to oczywiście tylko tych układów, gdzie niewielki przydzźwięk sieci nie ma większego znaczenia. Jeżeli jednak urządzenie nasze będzie stosowane wyłącznie do zasilania kolejki, to można uprościć jego konstrukcję po-

przez wyeliminowanie kondensatora elektrolitycznego  $C_1$ . W ten sposób kolejka będzie zasilana napięciem tętniącym, co oczywiście nie wywołuje żadnego ujemnego skutku. Trzeba jednak wtedy całość zasilać odpowiednio wyższym napięciem zmiennym – dla uzyskania w punkcie „A” (rys. 1) napięcia o wartości skutecznej 16 V napięcie uzwojenia wtórnego transformatora powinno wynosić około 20 V (wartość skuteczna mierzona np. miernikiem uniwersalnym). Można dopuścić pomiar napięcia w punkcie „A” zwykłym miernikiem – wprowadza to niewielki błąd równy około – 10% (wskazania są za małe) nie mający wpływu na pracę miniaturowych silniczków. Jeszcze większym uproszczeniem jest zastosowanie prostownika jednopełnowoltowego – w takim przypadku napięcie uzwojenia wtórnego zwiększamy jeszcze 1,4 raza (czyli do około 28 V). Wprowadzenie tych uproszczeń nie tylko nie ma ujemnego wpływu na pracę kolejki, ale może wręcz poprawić jej zachowanie przy niewielkich prędkościach (płynniejsza regulacja, większa siła pociągowa). Wtedy jednak zasilacz nie nadaje się do zasilania prostych układów elektronicznych.

**Grzegorz Zalot**

#### Spis elementów

Rezystory:  $R_1$  – wg opisu w tekście i na rys. 2, nie mniej, niż 0.1 wartości rezystancji potencjometru  $P_1$ ,  
 $R_2$  – 0.6 oma drutowy lub kombinacja kilku rezystorów połączonych równolegle,  
 $R_3$  – 430 omów  $\pm 20\%$ , 0,25 W.  
Kondensatory:  $C_1$  – 4700  $\mu\text{F}/25\text{V}$  – można zastosować kondensator o większej pojemności względnie na wyższe napięcie,  
 $C_2$  – 2,2  $\mu\text{F}/25\text{V}$  – od 2,2 do 22  $\mu\text{F}$  na co najmniej 25 V.  
Diody:  $D1 + D4$  – 4x BVP401 – 100, lub na napięcie wyższe, lub też 1N4001 – 1N4007 itp. diody o prądzie 1 A,  
 $D5$  – BAP795 lub BAVP19 – 21, BA182, BAY95 itp.  
Tranzystory:  $T1$  – BC158 lub BC157, 159, 177, 178, 179, 308, 308 itp.  
 $T2$  – BC148 lub BC147, 149, 107, 108, 109, 238, 239 itp.  
 $T3$  – BDP282 lub BDP284, 286, BDX18, KD617, itp.  
Potencjometr liniowy (suwakowy) 1 kiloom/A – lub 470 omów, 2,2 kilooma, 4,7 kilooma – lecz wtedy konieczna jest korekcja  $R_1$ .  
Transformator – wg. rys. 2.  
Przełącznik PK1 – typu Isostat niezależny o dowolnej długości,  
Bezpiecznik sieciowy 250 mA/250 V (lub 200 mA–315 mA) wraz z odpowiednim gniazdem,  
Pozostałe elementy: blacha aluminiowa, gniazdko wyjściowe, przewód sieciowy z wtyczką, klawisz do Isostatu i potencjometru, inne materiały na obudowę itp.