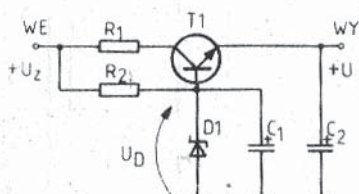


ELEKTRONICZNA
„KSIĄŻKA KUCHARSKA” – II

Tym razem podamy kilka przepisów na zasilacze stabilizowane – czyli tę część urządzeń elektronicznych, od których w zasadzie należy zaczynać ich budowę. Pierwszy z nich (rys. 1), to klasyczny układ zasilacza wtórnikowego. Należy on niewątpliwie do najprostszych (prostszy jest tylko układ: dioda Zenera + rezystor, bardzo wygodny w przypadku małego poboru prądu – jest on przy tym na tyle prosty i łatwy w obliczeniu, że nie będziemy się nim zajmować), lecz okupione jest to niezbyt dużą wartością współczynnika stabilizacji i dość dużą rezystancją wyjściową. Dodatkową wadą jest brak skutecznego zabezpieczenia przed zwarciami. Wzory podane na rys. 1 umożliwiają dobranie napięcia diody Zenera oraz wartości rezystorów R_1 i R_2 . Rezystor R_2 polaryzuje diodę Zenera D1, a jego wartość wynika z kompromisu między mocą strat diody i zapewnieniem odpowiedniegoysterowania tranzystora T1. Występujący we wzorach współczynnik h_{21E} , to wzmacnienie prądowe tranzystora T1 przy prądzie kolektora I_{max} (można przyjąć typowo 30–50), a P_d , to maksymalna dopuszczalna moc strat diody D1 (dla diod miniaturowych zaleca się przyjąć 0,1W). Jeżeli nierówność określająca przedział wartości rezystora R_2 nie jest sprzeczna, to wybieramy wartość R_2 mniej więcej ze środka tego przedziału;



$$3 \leq U \leq 30V$$

$$I_{max} < \begin{cases} 200mA & \text{dla } U < 20V \\ 150mA & \text{dla } U > 20V \end{cases}$$

$$U_D = U + 0,7V$$

T1 – 80135, 137, 139 lub podobny o wzmacnieniu h_{21E}

D1 – dioda Zenera na napięciu U_D , dowolny typ moc strat P_d

$$C_1 = 220\mu F \quad \text{na napięciu} \geq 1,5 \cdot U_D$$

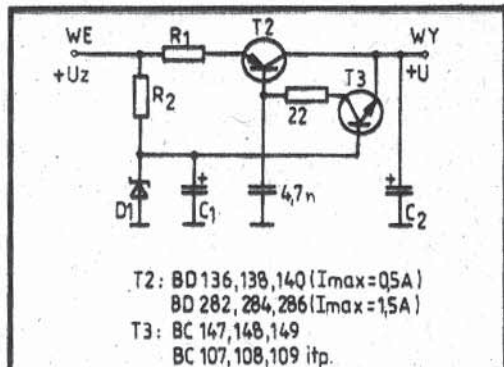
$$C_2 = 47\mu F \quad \text{na napięciu} \geq 1,5 \cdot U_D$$

$$R_1 = \frac{0,15 \cdot U + 1}{I_{max}} [VA, \Omega]$$

$$\frac{(U_Z - U) \cdot U}{P_d} \leq R_2 \leq \frac{(U_Z - U) \cdot h_{21E}}{2 \cdot I_{max}} [VA, \Omega]$$

$$U_Z \approx \begin{cases} U + 5V & \text{dla } U \leq 12V \\ 14 \cdot U & \text{dla } U > 12V \end{cases}$$

Rys.1

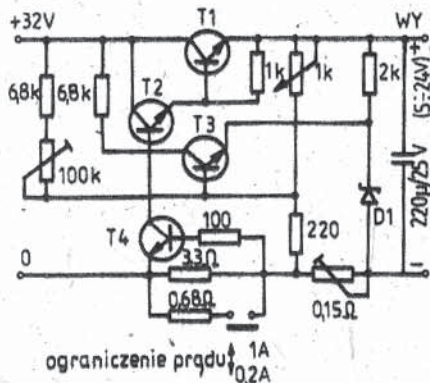


$$h_{21E} = h_{21E2} \cdot h_{21E3}$$

h_{21E2} - wzmacnienie prądowe tranzystora T2

h_{21E3} - " " " " " " " " T3

Rys. 2



T1 - BDP 620, 2N3055, BD 283, BD 285, BD 281

T2 - BC 211, BD 135

T3, T4 - BC 147, 148, 149, BC 107, 108, 109

D1 - 8ZP 683 C 4 V 3 lub podobna na napięcie
4,3V \pm 5%

Rys. 3

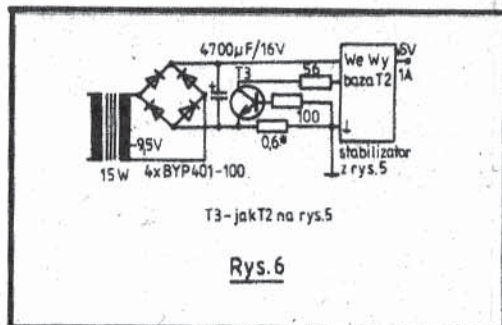
gdy jest sprzeczna, to należy zastosować diodę Zenera o większej dopuszczalnej mocy strat lub (lepiej) układ stabilizatora z rys. 2.

Rezystor R_1 zabezpiecza tranzystor T1 przed przeciążeniem w chwili załączenia układu (prąd ładowania kondensatorów na wyjściu zasilacza), jak również spełnia rolę „bezpiecznika” przy zwarciu - następuje wtedy jego spalenie. Jego wartość oraz moc określone są przez maksymalny prąd wyjściowy stabilizatora (wzór na rys. 1), przy

czym jego moc wynosi oczywiście $I_{max} \cdot R_1$. Kondensator C_1 zmniejsza przydźwięk sieci i impedancję wyjściową stabilizatora (razem z C_2), a także ogranicza impuls prądu w chwili załączenia zasilania. Typ diody Zenera jest dowolny, tranzystora także (oczywiście npn) z uwzględnieniem dopuszczalnej mocy strat (może być konieczny radiator!), napięcia U_{CEmax} i prądu I_{Cmax} (dla mniejszych prądów można zastosować tranzystory serii BC147 itd. lub BC211). Dla stabilizacji napięcia ujemnego należałoby zastosować tranzystor typu pnp i odwrócić polaryzację diody Zenera i kondensatorów elektrolitycznych.

Układ z rys. 2 jest ulepszoną wersją poprzedniego stabilizatora - zawiera on układ Darlingtona złożony z dwóch tranzystorów npn i pnp. Wartość R_1 i R_2 obliczamy według wzorów z rys. 1 z uwzględnieniem odpowiednio większej wartości h_{21E} (można przyjąć typowo 1000). Tym razem tranzystor mocy T2 jest typu pnp (może być także konieczne zamocowanie go na radiatorze). Typ tranzystora T2 należy dobrać w zależności od maksymalnego prądu wyjściowego i napięcia zasilania. Tranzystor T3 - dowolny, npn, małej mocy. Należy zwrócić uwagę, aby maksymalne dopuszczalne napięcie U_{CEO} tranzystorów było co najmniej 1,5 raza większe od napięcia zasilania U_z , a maksymalna moc strat tranzystora mocy co najmniej 3 razy większa od iloczynu $(U_z - U) \cdot I_{max}$ (czyli od mocy wydzielającej się w czasie normalnej pracy) - uchroni nas to od przykrych niespodzianek związanych z przebiegiem lub zwarciem złącza w tranzystorze. Układ z rys. 3, to już dość dobry stabilizator z możliwością regulacji napięcia od 5 do 24 V i dwóch zakresach prądowych 0.2 i 1 A. Układ ten ma dwa dość ciekawe rozwiązania. Pierwsze to rezystor zmienny 0.15 oma - zmniejsza on rezystancję wyjściową stabilizatora poprzez wprowadzenie niewielkiego dodatniego prądowego sprzężenia zwrotnego. Dobierając jego wartość możemy rezystancję tę sprowadzić praktycznie do zera. Rezystor ten wykonuje się z kawałka drutu oporowego, do którego dolutowujemy odpowiedni „mostek” z drutu miedzianego (regulacja odbywa się przez zmianę punktu przyłutowania mostka). W przypadku trudności z wykonaniem takiego rezystora należy w jego miejsce wlutować zworę, co tylko nieznacznie pogorszy parametry stabilizatora. Drugie z tych rozwiązań, to potencjometr 100 k i rezystor 6.8 k łączące „+” zasilania z bazą T3 - jest to ujemne napięciowe sprzężenie zwrotne, które zmniejsza znacznie przydźwięk sieci na wyjściu - czyli poprawia napięciowy współczynnik stabilizacji (dla większych napięć - zależnie od położenia potencjometru 1 k, regulującego napięcie wyjściowe). Regulacja wymaga użycia oscyloskopu lub miliwoltomierza napięcia zmiennego - regulujemy potencjometrem 100 k na minimum przydźwięku sieci przy napięciu wyjściowym 24 V i prądzie obciąże-

nia około 0.5 A. Mniej zaawansowanym radioamatorom proponujemy zrezygnowanie z tego układu (z poprzedniego również) przez niewzlutowywanie potencjometru 100 k i rezystora 6.8 k. Tranzystor mocy T1 należy obowiązkowo umieścić na radiatorze (kilkaset cm²), aby uniknąć jego przegrzania. Rezystory 3.3 oma i 0.68 oma ustalające wartość prądu należy wykonać z drutu oporowego (można zmienić ich wartość w celu ustalenia inne-



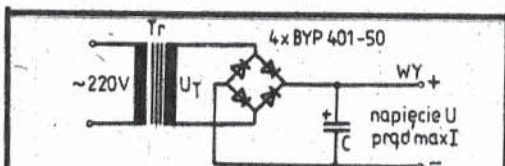
Rys. 6

go prądu wyjściowego, jednak nie większego od 1 A). W przypadku wzbudzenia się układu należy między bazę i kolektor T3 wlutować kondensator ceramiczny 180 pF. Należy zwrócić uwagę na fakt, że „-” zasilania i wyjście „-” zasilacza, to nie ten sam punkt – w związku z tym nie wolno uziemiać minusa zasilania (prostownika).

Rys. 4 przedstawia klasyczny schemat zasilacza z transformatorem i prostownikiem w układzie mostkowym (służący np. do zasilania przedstawionych wcześniej układów stabilizatorów). Załączona tabela umożliwi dobranie odpowiednich elementów w zależności od wymaganego napięcia i prądu obciążenia. Dla wartości pośrednich należy przeprowadzić odpowiednią interpolację.

Schemat ciekawego zasilacza do układów cyfrowych TTL przedstawiony jest na rys. 5. Wykorzystuje on w charakterze wzmacniacza błędów i źródła napięcia odniesienia trzy inwertery TTL (czyli część układu 7404 lub dowolne bramki NAND ze zwartymi wejściami). Potencjometr 1 k służy do regulacji napięcia wyjściowego. Rezystancja wyjściowa stabilizatora jest mniejsza od 0.02 oma, a współczynnik stabilizacji większy od 200. Jedyną wadą jest dość duża zależność napięcia wyjściowego od temperatury – rzędu 0.1 V na 30°C przyrostu temperatury. W typowych warunkach nie ma to jednak negatywnego wpływu na pracę układów TTL, gdyż tolerancja wartości napięcia zasilania dla serii 74 wynosi $\pm 0,25$ V. Podłączenie stabilizatora wraz z dodatkowym zabezpieczeniem przed zwarcieniem przedstawione jest na rys. 6. W przypadku konieczności zwiększenia obciążalności stabilizatora należy tranzystor T1 zastąpić układem Darlingtona (najlepiej pnp+npn) i skorygować odpowiednio wartość rezystora oznaczonego gwiazdką na rys. 6. Dodatkowo należy zwiększyć powierzchnię radiatora i sprawdzić, czy tranzystor końcowy (może być typu 2N3055 w połączeniu z BD136) nie będzie nadmiernie obciążony.

Uwaga! Na wszystkich rysunkach, rezystory bez oznaczenia miana mają wartość wyrażoną w omach. (g.z.)



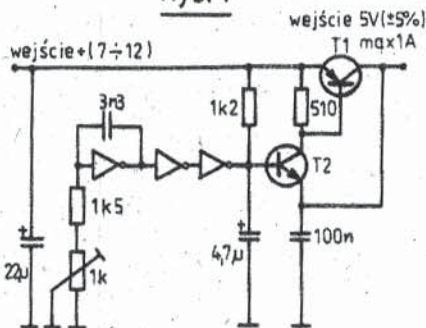
U	T	U _T	C	P
10V	0,2 A	9,2 V	1000µF	4 W
	0,5 A	9,5 V	4700µF	10 W
	1 A	10,5 V	10000µF	16 W
16V	0,2 A	14,5 V	1000µF	6 W
	0,5 A	15 V	3300µF	15 W
	1 A	16 V	4700µF	25 W
32V	0,2 A	26 V	470µF	10 W
	0,5 A	28 V	1500µF	30 W
	1 A	28 V	2200µF	50 W

U_T - napięcie (ziemne) uzwojenia wtórnego Tr

P - moc transformatora Tr

Kondensator C na napięcia odpowiednio 16, 25 i 40 V

Rys. 4



T1 - BD 355, BD 282, BD 284, BD 286, BD 136, BD 138, BD 140 (I_{max} = 0,5 A) - radiatorze 200 cm²

T2 - BC 147, BC 148, BC 107, BC 108, BC 237, BC 238

Rys. 5