

ZASILACZ STABILIZOWANY DO CYFROWYCH UKŁADÓW SCALONYCH

Przed przystąpieniem do prac związanych z budową urządzeń zawierających układy scalone cyfrowe typu TTL, każdy amator elektroniki powinien zapewnić sobie odpowiednie źródło zasilania dla tych układów (zazwyczaj w postaci oddzielnego bloku lub podzespołu). Przypomnijmy, że układy cyfrowe TTL muszą być zasilane stałym napięciem 5 V, a odchylenia od tej wartości nie mogą przekraczać $\pm 5\%$, czyli $\pm 0,25$ V. Widać więc, że układy cyfrowe wymagają specjalnego, stabilizowanego zasilacza spełniającego ten warunek.

Praktycznie nie istnieje możliwość bezpośrednio zasilania układów cyfrowych z akumulatora lub baterii, bez zastosowania układu regulacyjno-stabilizującego. Do tego celu można natomiast wykorzystać dowolny zasilacz stabilizowany z regulowanym napięciem wyjściowym, np. opisany w „M.T.” nr 8/1970 r. Wygodniej jednak jest korzystać ze specjalnego zasilacza o ustalonym już napięciu wyjściowym 5 V, niezależnym od pobieranego prądu obciążenia. Prąd, jaki będzie czerpany z zasilacza, zależy oczywiście od wielkości obciążenia, czyli od ilości i typu układów scalonych. Np. prosty generator impulsów prostokątnych pobiera prąd 10–20 mA, natomiast układ elektronicznego zegara skonstruowanego z bramek TTL – około 1 A.

W praktyce amatorskiej dla eksperymentowania z układami TTL wystarcza zazwyczaj możliwość pobierania prądu do 0,3 A.

Schemat ideowy zasilacza, który umożliwia czerpanie prądu o natężeniu nawet 1 A, przedstawiony

jest na rys. 1. Schemat ten jest bardzo prosty, pomimo że zawiera aż 4 tranzystory krzemowe typu n-p-n. Nie stanowi to jednak wady, a raczej zaletę, gdyż dwa tranzystory (T1, T2) zastępują funkcjonalnie drogą zazwyczaj diodę Zenera. Atrakcyjność tego układu polega jeszcze na tym, że tranzystory użyte do budowy mogą być niepełnowartościowe, np. wybrane z zestawu radioamatorskiego nr 3 (do nabycia w Centralnej Składnicy Harcerskiej).

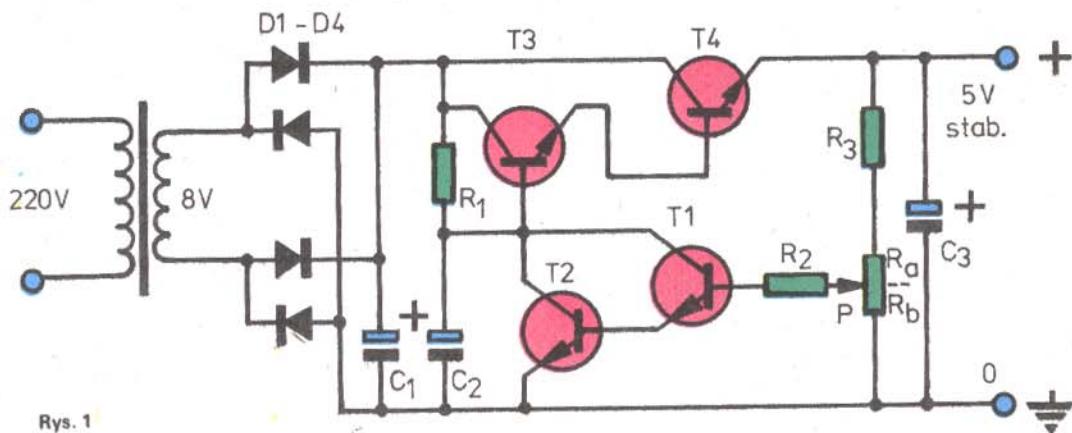
Tranzystory T1, T2, T3 i T4 zespolone są w dwie pary super-alfa: T1 i T2 oraz T3 i T4. Pierwsza para odpowiedzialna jest za wykrywanie wahań napięcia wyjściowego U_0 . Druga para natomiast stanowi regulator tego napięcia i przeciwdziała wzrostowi lub obniżeniu się nastawionego napięcia wyjściowego. Wielkość napięcia stabilizowanego U_0 wynika z wzoru:

$$U_0 = \frac{2 \cdot U_{BE}}{k}, \text{ gdzie}$$

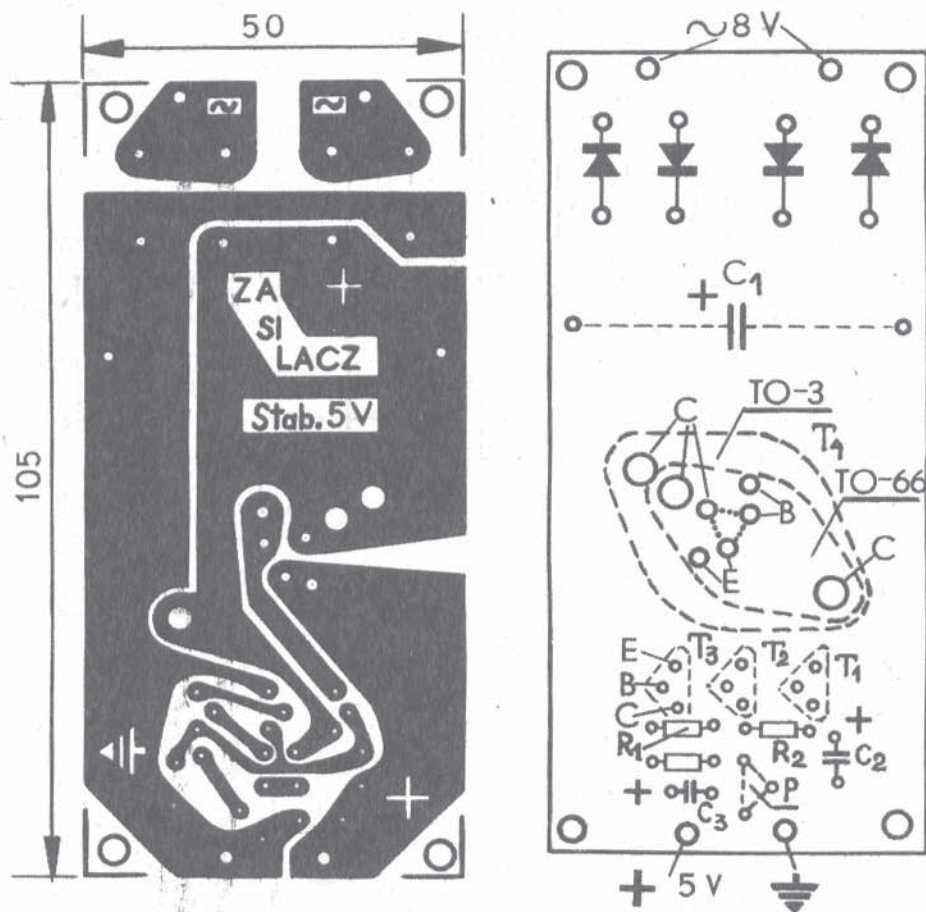
U_{BE} – napięcie przewodzenia złącza emiter-baza tranzystorów T1 i T2,

k – stosunek podziału dzielnika utworzonego z potencjometru P i rezystora R_3 , tzn. $R_b : (R_3 + R_a)$. Jeśli parametry dzielnika będą następujące: $R_b = 0,45$ k Ω , $R_a = 0,55$ k Ω , $R_3 = 1$ k Ω i wiedząc, że $U_{BE} = 0,7$ V, otrzymamy $U_0 = 5$ V.

Zasada działania stabilizatora polega na porównywaniu napięcia wyjściowego zmniejszonego stosunkiem podziału dzielnika z napięciem odniesienia, jakim jest podwójne napięcie przewodzenia emiter-baza tranzystorów T1 i T2. Tak więc jeśli U_0 zostanie zwiększone, spowoduje to wzrost prądu płynącego przez rezystor R_1 i spadek napięcia bazy tranzystora T3. To z kolei powoduje zwiększenie rezystancji szeregowej (od wejścia do wyjścia stabilizatora) tranzystora T4, a w efekcie końcowym



Rys. 1



Rys. 2

obniżenie napięcia wyjściowego U_0 do wielkości nastawionej potencjometrem P. Zmniejszenie U_0 powoduje działanie odwrotne i dzięki zmniejszeniu rezystancji szeregowy tranzystora regulacyjnego T4, następuje wyrównanie ubytku napięcia wyjściowego.

Przez tranzystor T4 przepływa cały prąd obciążenia zasilacza i w związku z tym musi on dysponować odpowiednią mocą. Dla polepszenia warunków chłodzenia może być on umieszczony na aluminiowym radiatorze o wymiarach uzależnionych od typu obudowy tranzystora T4 oraz wydzielanej mocy. Napięcie wyjściowe regulujemy potencjometrem P po obciążeniu zasilacza średnim prądem, jaki będziemy czerpać z zasilacza. Znaczący to, że zwiększenie lub zmniejszenie prądu obciążenia I_0 , może spowodować zmniejszenie lub zwiększenie ustawionego napięcia, ale zmiana ta nie przekroczy 0,25 V. Rys. 2 przedstawia widok połączeń drukowanych na płycie laminowanej miedzią od strony druku,

natomiast obok – rozmieszczenie poszczególnych elementów na górnej stronie płytki. Jak widać, nie ma miejsca na przymocowanie transformatora sieciowego, ponieważ cały zasilacz może pracować w dowolnym układzie konstrukcyjnym, a sam transformator może być dowolnego typu (w zależności od przeznaczenia zasilacza).

Konstrukcja płytki opracowana została pod kątem uniwersalnego zastosowania, tzn. istnieje możliwość użycia diod prostowniczych różnych typów oraz tranzystora T4 w trzech różnych obudowach np. TO-3, TO-66 i TO-39. Na schemacie montażowym zaznaczone zostały (linią przerywaną) kontury dwóch typów obudów tranzystorowych (TO-3 i TO-66). Tranzystor w obudowie TO-39, jak łatwo się domyślić, można umieścić w środku (jego końcówki należy wlotować w najbliższej sobie położone otwory, rozstawione w kształcie trójkąta). Litera E, B, C oznaczają odpowiednio: emiter, baza i kolektor.

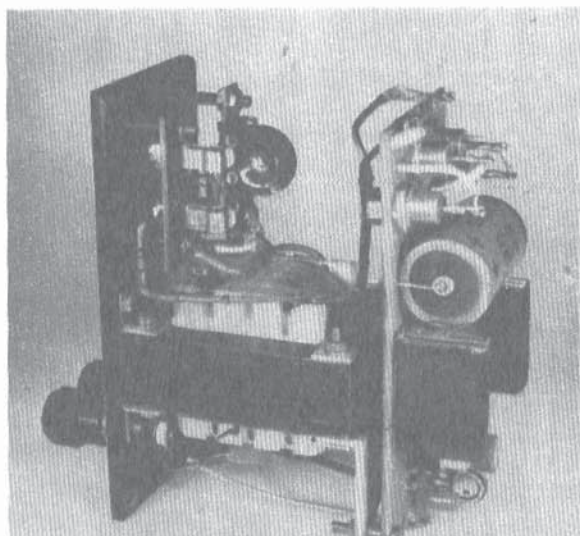
Tabela 1

	Prąd I_0 [A]												Typ
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	
U_{Tr} [V]	10,7	10,5	10,1	10,0	9,6	9,4	9,4	9,2	9,1	9,0	8,9	8,8	TS 12/2/676
U_0 [V]	5,2	5,1	5,1	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,97	4,95	4,9	4,9	Stereo Hit
U_{Tr} [V]	8,8	8,7	8,6	8,5	8,4	8,2	8,0	8,0	-	-	-	-	TS 8/6/676
U_0 [V]	5,2	5,1	5,1	5,0	5,0	5,0	4,9	4,8	-	-	-	-	Mister Hit
U_{Tr} [V]	10,5	10,5	10,0	10,0	9,7	9,5	9,5	9,3	9,0	8,8	8,6	-	TS 8/6/676
V_0 [V]	5,15	5,15	5,1	5,05	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,95	4,9	-	Uzw. wtórne: 120 zw., \varnothing 0,6 mm
U_{Tr} [V]	14	12	10	8,5	-	-	-	-	-	-	-	-	TS 2/10
LU_0 [V]	5,05	5,05	4,9	4,8	-	-	-	-	-	-	-	-	

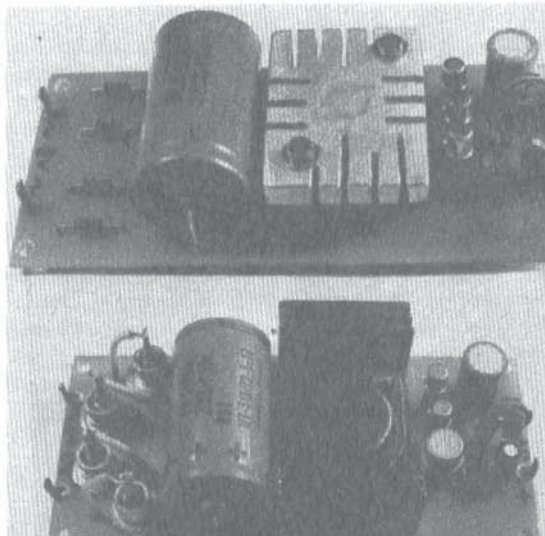
Tabela 2

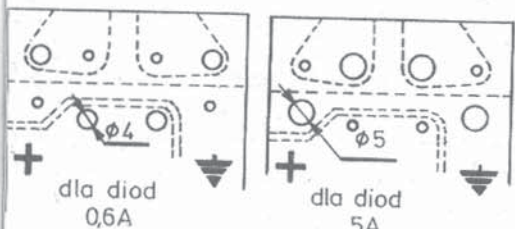
Wariant	Max. prąd I_0 [A]	Tranzystory (n-p-n)				Diody D1-D4	Transformator	Radiator T4
		T1	T2	T3	T4			
I	0,1	Zestaw nr 3 TO-18 lub dowolne BC1...		Zest. nr 3 TO-39 lub BC211	Zestaw nr 1 0,3 A lub DZG 5,6,7	Dzwonkowy 8 V TS 2	-	
II	0,3	..		Zest. nr 5 TO-66 lub BD 354	Zestaw nr 1, 2 0,6 A lub BYP 660-50R	TS2 TS 8/6	-	
III	0,8	Zestaw nr 3 TO-18 lub BC1...	Zest. nr 3 TO-39 lub BC 211	Zest. nr 5 TO-3 krzemowy lub BDY 23 BUY 54	Zestaw nr 1 1 A lub BYP 401-50 Zestaw nr 2 5 A lub BYP 680-50R	TS 8/6 z uzwoj.wtór. 120 zw.; \varnothing 0,6 mm TS 12/2	wg rys. 4 (ok. 50 cm ²)	
IV	1,5	Zestaw nr 2 5 A lub BYP 680-50R	TS 12/2	ok. 120 cm ²	

Fot. 1

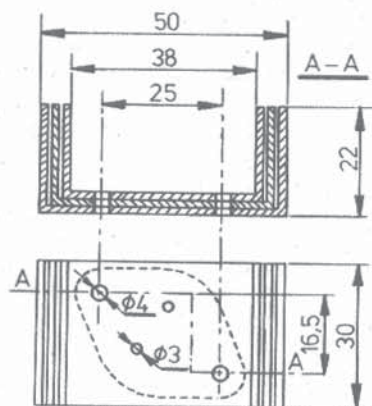


Fot. 2





Rys. 3



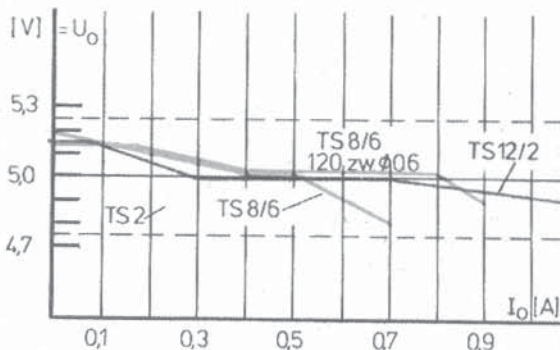
Rys. 4

Otwory przeznaczone dla diod prostowniczych, które widać na rys. 2, służą do wlotowania diod z zestawu nr 1 (0,3 A, 0,6 A i 1 A). Natomiast dla diod przykręcanych nakrętką (z zestawu nr 2: 0,6 A i 5 A) wywiercimy otwory o różnych średnicach zgodnie z rys. 3.

Średnice otworów, które musimy wywiercić w płycie montażowej, są następujące:

- dla rezystorów, tranzystorów T1 – T3, kondensatorów C₂ i C₃ – ϕ 0,8 mm,
- dla diod (mniejsze otwory), potencjometru montażowego P, kondensatora C₁, tranzystora T4 (w obudowie TO-39) – ϕ 1,2 mm,
- otwory wejściowe i wyjściowe, E i B dla tranzystora T4 (w obudowie TO-3 i TO-66) – ϕ 1,5 mm,
- otwory C (kolektora i zarazem radiatora) oraz do zamocowania płytki – ϕ 3 mm.

Do budowy zasilacza modelowego użyte były wyłącznie tranzystory pochodzące z zestawu nr 3



Rys. 5

(T1, T2, T3) oraz T4 z zestawu nr 5 (krzemowy w obudowie TO-3) z radiatorem wykonanym wg rys. 4. Diody prostownicze 5 A pochodziły z zestawu nr 2. Układ zmontowany na takich elementach pozakatalogowych wypróbowywany był z różnego rodzaju transformatorami sieciowymi. Wynikiem tych prób jest tabelka 1 mająca ułatwić wybór typu transformatora. W tabelce podane zostały podstawowe parametry zasilacza, takie jak napięcie zmienne U_T , mierzone na wejściu zasilacza i napięcie stałe wyjściowe mierzone na obciążeniu, przez które przepływał prąd I_0 .

Na podstawie tabeli 1 wykonany został również wykres zależności zmian napięcia wyjściowego U_0 od prądu obciążenia I_0 (rys. 5). Na osi rzędnych odłożone jest napięcie w przedziale dopuszczalnym, tzn. od 4,75 V do 5,25 V. Granice tego przedziału zaznaczone zostały dwoma przerywanymi liniami. Z wykresu tego widać, że stabilność napięcia wyjściowego zależy w zasadniczy sposób od rodzaju użytego transformatora. Jeżeli zamierzamy czerpać prąd dochodzący do 1 A najlepiej zastosować transformator typu TS12. O ile natomiast przewidujemy prądy nie większe niż 250 mA możemy korzystać z małego transformatora typu TS2/10, lub TS2/14-



Rys. 6

Spis elementów:

tranzystory i diody:
 wg tablicy 2,

rezystory:
 $R_1, R_2, R_3 - 1 \text{ k}\Omega$; 0,25 lub 0,5 W,

kondensatory:
 $C_1 - 1500-2200 \mu\text{F}/16 \text{ V}$,
 $C_2 - 220 \mu\text{F}/10 \text{ V}$,
 $C_3 - 10 \mu\text{F}/10-16 \text{ V}$,

potencjometr montażowy: 1 k Ω

16 od miniaturowych zasilaczy kalkulatorowych.

Dla zwolenników gotowych rozwiązań podane są w tabeli 2 cztery przykładowe warianty konstrukcyjne zasilacza.

Na fot. 1 widać zasilacz wykonany przez autora, a stanowiący jedną z wielu możliwych wersji konstrukcyjnych kompletnego urządzenia. Zasilacz ten o wymiarach zewnętrznych 50×110 mm (płyta czołowa) i głębokości 100 mm, przeznaczony jest do wmontowania w panel zawierający jeszcze inne zespoły lub do osobnej obudowy. Schemat ideowy całego urządzenia podany jest na rys. 6. Poza podstawową płytką zasilacza (wykonaną wg wariantu III) i transformatorem, znajduje się tu jeszcze wyłącznik sieciowy W (jednobiegunowy błyskawiczny), bezpiecznik rurkowy B(1 A) i wskaźnik napięcia wyjściowego z potencjometrem regulacyjnym P (potencjometr montażowy 22 k Ω). Rolę wskaźnika spełnia w tym przypadku miniaturowy mikroamperomierz służący w magnetofonie MK 122 do kontroli poziomu zapisu. Za pomocą potencjometru P ustawiamy strzałkę wskaźnika w środkowym położeniu skali, jeśli na zaciskach wyjściowych panuje napięcie 5 V. Kondensator C (10 nF, ceramiczny) zwierający wyjście zasilacza tłumi ewentualne zakłócenia w.cz.

Jak widać na fotografii, konstrukcja całego urządzenia jest bardzo prosta i nie wymaga szczególnych wyjaśnień. Można tylko wspomnieć, że płyta czołowa wykonana została z tekstolitu grubości 4 mm, w którą wpuśczone zostały stożkowe łby wkrętów M3. Do wkrętów tych mocowane są następnie po drugiej stronie płyty wszystkie elementy mechaniczne: kątowniki do mocowania transformatora, płytka z bezpiecznikiem i listewka montażowa z potencjometrem P. Na płytę czołową naklejona została epidianem płytka z aluminiowej blachy grubości 0,5 mm zakrywająca otwory po wkrętach. Na fot. 2 przedstawione zostały różne warianty płytek zasilacza.

Mgr Jacek Sawicki