

NA WARSZTACIE

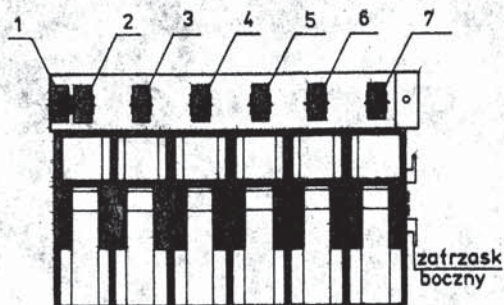
ZABAWKOWY INSTRUMENT MUZYCZNY „MULTITON”

Marzeniem każdego młodego człowieka mającego coś wspólnego z wykonywaniem muzyki, jest posiadanie własnego instrumentu. Niestety instrumenty produkowane przez zakłady wytwórcze mają jedną podstawową wadę, są bardzo drogie. Dlatego też chcielibyśmy zaproponować wykonanie, stosunkowo niedużym nakładem kosztów, mini-syntezatora muzycznego we własnym zakresie. Odbiega on wprawdzie parametrami od profesjonalnych instrumentów tego typu, jednak poprawne jego wykonanie i uruchomienie, umożliwi uzyskanie ciekawych efektów muzycznych. Jest to instrument monofoniczny (można grać pojedynczymi dźwiękami) z możliwością podziału każdego zagranego dźwięku przez 2, 4, 8, 16, co wraz z tonem podstawowym, daje możliwość zagrania tego samego dźwięku w pięciu różnych oktavach. Można również sumować wszystkie te częstotliwości lub ich dowolną liczbę, uzyskując przez to bardzo ciekawe efekty brzmieniowe np. barwę organów kościelnych. Brzmienie to korygowane jest przez układ regulacji barwy oraz wzbogacone efektami tremolo i vibrato. Dodatkowo za pomocą pewnej grupy układów, będących przedmiotem rozważań w dalszej części opisu, można imitować: wycie syren, szum morza, podmuch wiatru i inne, trudne do opisanie dźwięki, przydatne w różnych nagraaniach czy zabawie. W całości instrument stanowi ciekawą zabawkę, a nawet może nieźle służyć, oczywiście po dokładnym zestrojeniu, amatorskiemu zespołowi muzycznemu.

Przed rozpoczęciem budowy instrumentu powinniśmy zastanowić się z czego wykona-

my najważniejszą część całego urządzenia, a mianowicie klawiaturę. Wprawdzie można obejść się bez niej, lub zastąpić ją kilkoma przełącznikami zakładając, że instrument będzie używany tylko do efektów pozamuzycznych, ale takie rozwiązanie znacznie zużyłoby całość konstrukcji, dlatego też lepiej zająć się poszukiwaniem klawiatury, lub czegoś co ją przypomina. I tu pierwsza rada. Spróbujcie zdobyć, a są to rzeczy, które stosunkowo często pojawiają się w składnicach harcerskich, klawiaturę do sterowania kolejki elektrycznej. Jak widać z rys. 1 nie jest to szczyt marzeń, bez półtonów i trochę za krótka (tylko sześć małych klawiszy), ale przez połączenie kilku zestawów (łączy się za pomocą zatrzasków usytuowanych z boku), można uzyskać dowolną długość, o dowolnej liczbie przycisków. Takie rozwiązanie (stosunkowo tanie) umożliwia granie jedynie w tonacjach nie posiadających półtonów (czarnych klawiszy), jednak możliwości w zakresie wykonywania popularnych utworów muzycznych, są tu naprawdę olbrzymie. Metalowy spód klawiatury stanowi jednocześnie wspólną szynę wszystkich zestyków znajdujących się wewnątrz i połączony jest z zaciskiem 1. Pozostałe zaciski (2-7) przyporządkowane są, każdy do klawisza, nad którym jest usytuowany.

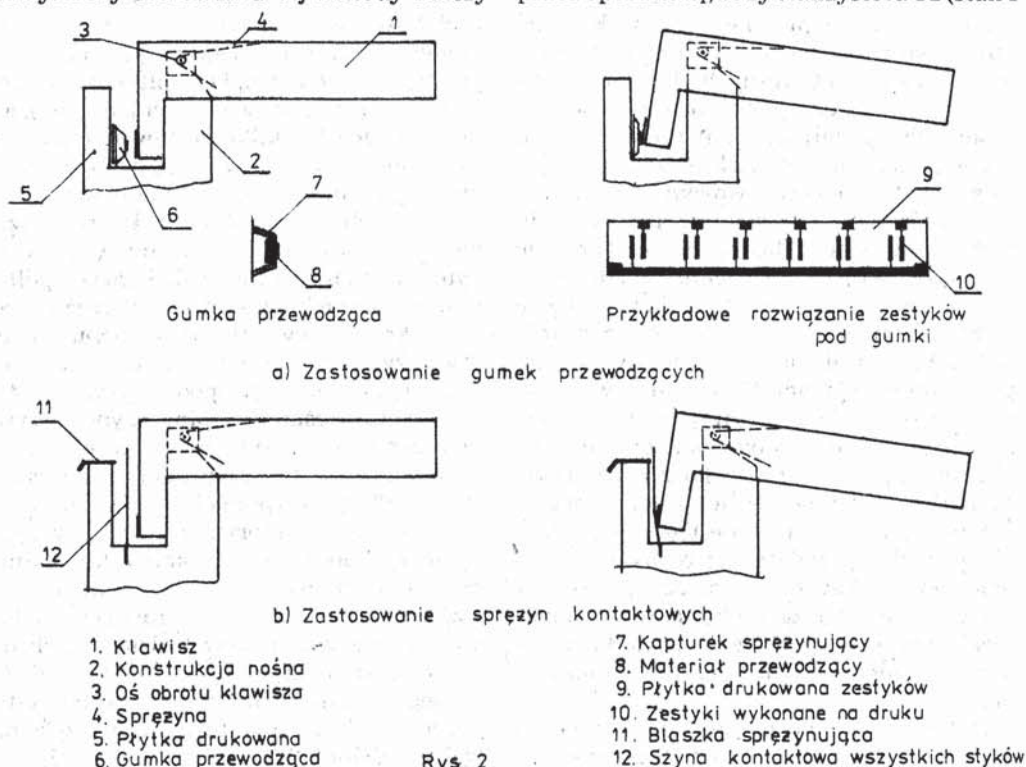
Innym sposobem uzyskania klawiatury może być przystosowanie do naszych potrzeb starych klawiatur akordeonowych lub klawiatur z uszkodzonych dziecinnych instrumentów muzycznych. Np. do budowy swojego instrumentu autor wykorzystał właśnie taką klawiaturę, z uszkodzonej trąbki „Melodia”.



Rys. 1

Na rys. 2 przedstawione są dwa rozwiązania zestyków. Pierwsze z nich polega na wykorzystaniu gumek przewodzących z uszkodzonego kalkulatora. Gumki te, przyklejone do płytki z wydrukowanymi dwoma stykami (rys. 2a), zostają do nich przyciśnięte (zwierają je) przez naciśnięty klawisz. Długość płytek oraz liczba styków, uzależniona jest od możliwości rozmieszczenia ich w obudowie, a rozstaw pomiędzy poszczególnymi stykami, od szerokości klawiszy. Przy stosowaniu tej metody należy

pamiętać o starannej izolacji obrzeży gumki, w przypadku gdy kapturek sprężynujący (rys. 2a) wykonany jest w całości z materiału przewodzącego oraz o tym, że oporność tego materiału wynosi kilkaset omów i w zależności od dokładności przylegania (siły docisku klawisza), będzie ulegała pewnym niedużym zmianom. Jest to zjawisko negatywne, gdyż w naszym przypadku wymagane są dwa stany: zwarcie i przerwa, dlatego konieczne jest zastosowanie układu formującego w postaci dwóch tranzystorów lub tranzystora i inwertera (rys. 3). W obu przypadkach zasada działania jest taka sama. W momencie przyciśnięcia klawisza, gumka zwiera zestyk, polaryzując dodatnim napięciem bazę pierwszego tranzystora, co powoduje jego nasycenie i zwarcie do masy bazy tranzystora drugiego (ustalenie się na wejściu inwertera stanu 0). Powoduje to zatkanie tranzystora T2 i pojawienie się na jego kolektorze napięcia dodatniego (pojawienie się stanu 1 na wyjściu inwertera). Po rozwarciu zestyku (puszczenie klawisza), baza tranzystora T1 zostaje odcięta i tranzystor ten przestaje przewodzić umożliwia spolaryzowanie, przez opornik R_1 , bazy tranzystora T2 (stan 1



Gumka przewodząca

Przykładowe rozwiązanie zestyków pod gumki

a) Zastosowanie gumek przewodzących

b) Zastosowanie sprężyn kontaktowych

1. Klawisz
2. Konstrukcja nośna
3. Oś obrotu klawisza
4. Sprężyna
5. Płytki drukowane
6. Gumka przewodząca

7. Kapturek sprężynujący
8. Materiał przewodzący
9. Płytki drukowane zestyków
10. Zestyki wykonane na druku
11. Blaszki sprężynujące
12. Szyna kontaktowa wszystkich styków

Rys. 2

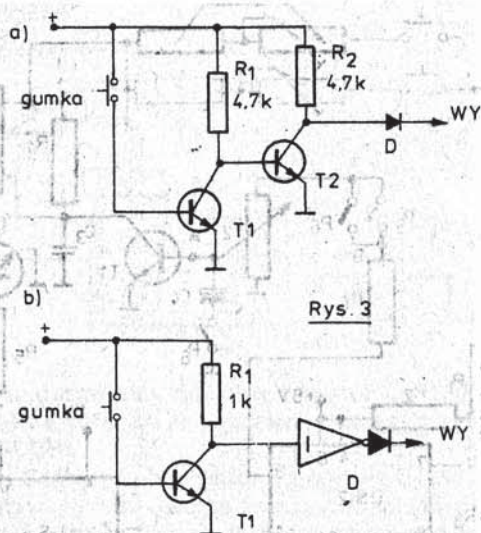
na wejściu inwertera). Tranzystor T2 wchodząc w stan przewodzenia ustala na swym kolektorze napięcie bliskie 0 (pojawienie się stanu 0 na wyjściu inwertera).

Wykonanie zestyków według rys. 2b eliminuje dodatkowy układ elektroniczny, jednak w tym przypadku należy pamiętać o idealnej czystości zastosowanych blaszek kontaktowych (najlepiej ze styków przekaźnika).

Do wykonania instrumentu można również użyć klawiatury profesjonalnej z pełnosprawnym układem zestyków, lecz jej wysoka cena, odsuwa to rozwiązanie na dalszy plan.

Przyjmując, że klawiatura jest gotowa zabieramy się do budowy elektronicznej części instrumentu. Jak widać ze schematu (rys. 4), podstawowym generatorem przestrajającym za pomocą klawiatury jest układ US1. Pracuje on jako przerzutnik astabilny, którego częstotliwość wyjściową ustalają elementy R_x i C_3 . Ponieważ wygodniej dobrać oporność niż pojemność, wartość kondensatora C_3 została ustalona jednorazowo na 4,7 nF (oczywiście nie jest to wartość graniczna), a zmianę częstotliwości wyjściowej generatora uzyskuje się przez dobieranie oporności rezystorów R_x . Rezystancję R_x stanowią dwa oporniki, jeden z nich jest potencjometrem montażowym, a drugi ma wartość stałą. Układ ten jest konieczny, aby móc osiągnąć dużą precyzję regulacji częstotliwości. W praktyce wygląda to tak, iż w miejsce R_x wstawiamy potencjometr strojąc nim generator na daną częstotliwość (niestety do tego celu potrzebny nam będzie częstościomierz). Po tej czynności sprawdzamy wartość oporności ustawionej na potencjometrze i staramy się dopasować rezystor stały o zbliżonej wartości, która nie może być nigdy większa od wzorcowej, gdyż musimy pamiętać o potencjometrze montażowym zajmującym miejsce brakującej oporności. Nim to właśnie będziemy ustawiać (na gotowo) żadaną częstotliwość układu. Rys. 5 pokazuje przykład dobierania takiego dzielnika. Należy dodać, że wartość R_x może przekraczać wartość oporności wzorcowej dla danej częstotliwości, lecz różnica między nimi nie może być większa od oporności potencjometru montażowego.

Dodatkową regulację częstotliwości wyjściowej można uzyskać za pomocą potencjo-

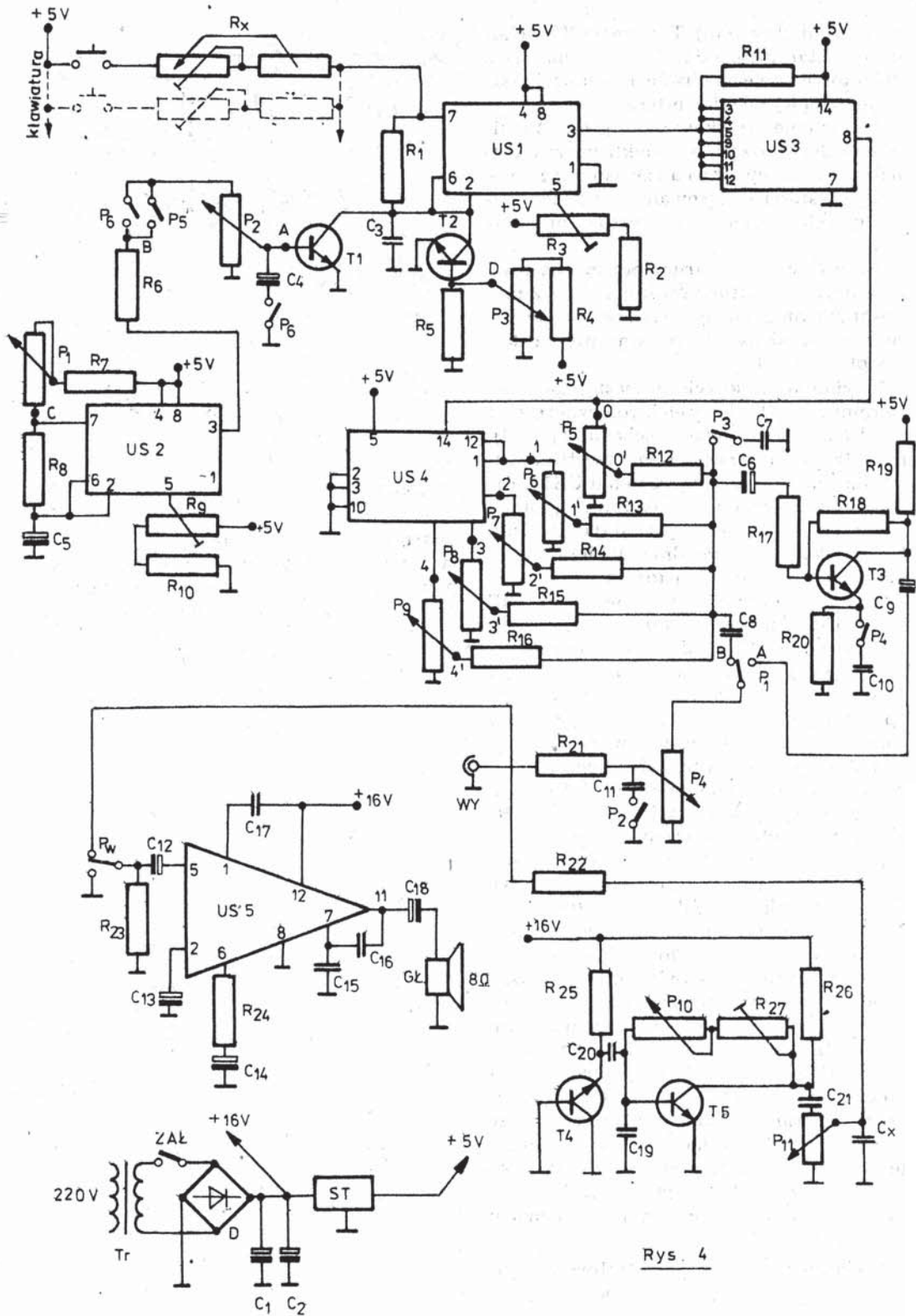


Rys. 3

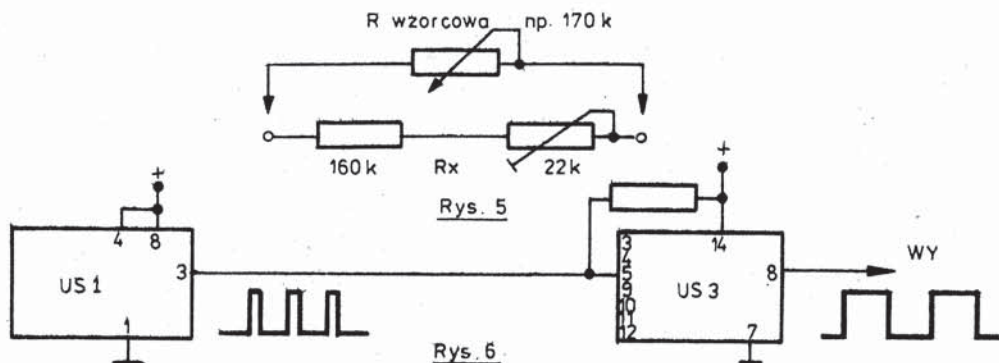
metru R_3 . Jednak jej korekcja nie może następować po ostatecznym zestrojeniu, które powinno być wykonane po całkowitym uruchomieniu urządzenia. Do tej pory w miejsce

Tabela 1

Dźwięk	Częstotliwość w Hz
h ₂	987,8
c ₃	1046,6
cis ₃	1108,8
d ₃	1174,6
dis ₃	1244,4
e ₃	1318,6
f ₃	1397
fis ₃	1480
g ₃	1568
gis ₃	1661,2
a ₃	1760
ais ₃	1864,6
h ₃	1975,6
c ₄	2093
cis ₄	2217,14
d ₄	2349,4
dis ₄	2489
e ₄	2637
f ₄	2793,8
fis ₄	2960
g ₄	3136
gis ₄	3322,4
a ₄	3520
ais ₄	3729,4
h ₄	3951,2
c ₅	4186



Rys. 4



Rys. 6

R_x wstawiamy dowolny rezystor np. 150 k, aby spowodować poprawną pracę generatora US1.

Główny kondensator generatora C_3 zablokowany jest dwoma tranzystorami. Pierwszy z nich (T1) służy do uzyskania efektu vibrato (zwarły przełącznik P_9) oraz tremo-

Spis części

Rezystory:

$R_1 - 4k7,$	$R_{10} - 1k,$	$R_{19} - 10k,$
$R_2 - 2k2,$	$R_{11} - 1k,$	$R_{20} - 1k,$
$R_3 - 4k7,$	$R_{12} - 10k,$	$R_{21} - 1k,$
$R_4 - 68k,$	$R_{13} - 10k,$	$R_{22} - 4k7,$
$R_5 - 18k,$	$R_{14} - 10k,$	$R_{23} - 10k,$
$R_6 - 10k,$	$R_{15} - 10k,$	$R_{24} - 330,$
$R_7 - 3k9,$	$R_{16} - 10k,$	$R_{25} - 10k,$
$R_8 - 4k7,$	$R_{17} - 1k,$	$R_{26} - 10k,$
$R_9 - 2k2, \text{ pot. mont.},$	$R_{18} - 4k7,$	$R_{27} - 1M \text{ pot. mont.}$

R_x - rezystory dobierane

Potencjometry:

$P_1 - 100k/A,$	$P_5 - 1k/A,$	$P_9 - 1k/A,$
$P_2 - 4k7/A,$	$P_6 - 1k/A,$	$P_{10} - 1M/C,$
$P_3 - 10k/A,$	$P_7 - 1k/A,$	$P_{11} - 47k/B,$
$P_4 - 47k/B,$	$P_8 - 1k/A,$	

Kondensatory:

$C_1 - 2200\mu$	$C_8 - 680n,$	$C_{15} - 4n7,$
$C_2 - 2200\mu,$	$C_9 - 47\mu$	$C_{16} - 560,$
$C_3 - 4n7,$	$C_{10} - 150n,$	$C_{17} - 1n5,$
$C_4 - 47\mu,$	$C_{11} - 330n,$	$C_{18} - 470n,$
$C_5 - 8\mu,$	$C_{12} - 10\mu,$	$C_{19} - 1n,$
$C_6 - 47\mu,$	$C_{13} - 100\mu,$	$C_{20} - 33n,$
$C_7 - 220n,$	$C_{14} - 22\mu,$	$C_{21} - 33n,$

C_x - dobierany od kilkunastu nF do kilkuset nF.

Diody:

D - mostek B250C1000 (lub cztery diody BYP 401)

Układy scalone:

US1-ULY 8755, US3 - UCY 7472, US5 - UL 1402
US2-ULY 8755, US4 - UCY 7493,

Stabilizator: ST - UL 7505

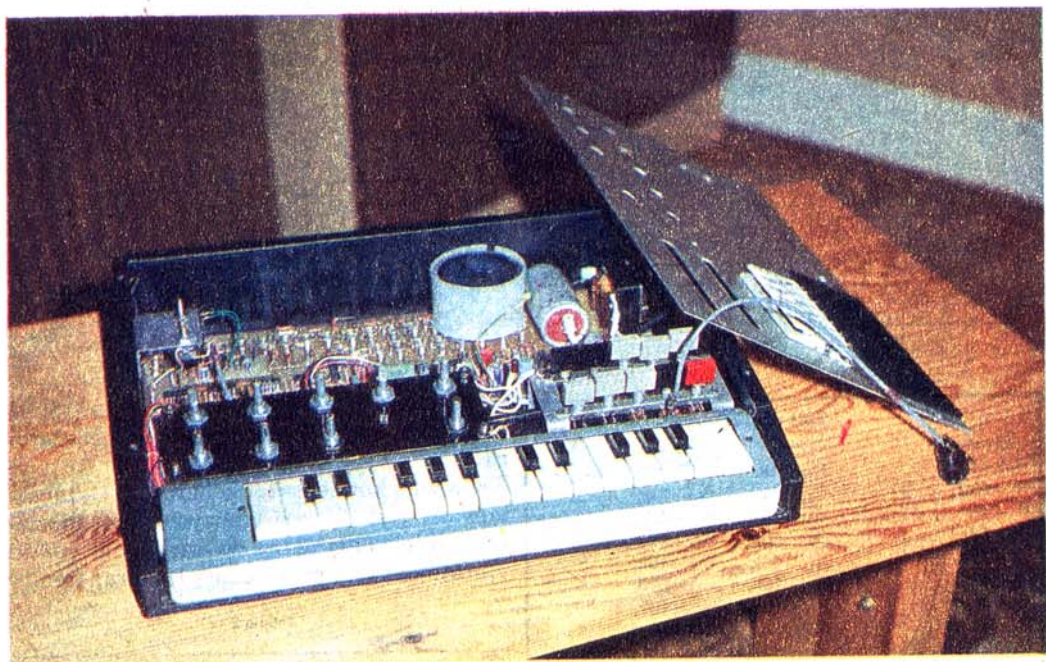
Transformator: dzwonek (napięcie wtórne z odczepów skrajnych) lub innych o napięciu wyjściowym 11 - 15 V i prądzie około 0,5 A.

Tranzystory:

T1 + T5 BC 107, BC 108, BC 109, BC 147, BC 148, BC 149, lub inne npn.

Tabela 2

Potencjometry	Funkcja
P_1	Regulacja częstotliwości generatora, vibrato i tremolo
P_2	Intensywność efektu vibrato i tremolo
P_3	Efekt opadania dźwięku
P_4	Wzmocnienie
P_5	Pierwszy kanał miksera (częstotliwość podstawowa)
P_6	Drugi kanał miksera (częstotliwość dwa razy mniejsza od podstawowej)
P_7	Trzeci kanał miksera (częstotliwość cztery razy mniejsza od podstawowej)
P_8	Czwarty kanał miksera (częstotliwość osiem razy mniejsza od podstawowej)
P_9	Piąty kanał miksera (częstotliwość szesnaście razy mniejsza od podstawowej)
P_{10}	Szumofon - intensywność
P_{11}	Szumofon - wzmocnienie
Przełączniki	
Zaf.	Załączenie napięcia zasilania
Wz (Pw)	Załączenie wzmacniacza wewnętrznego
P_1	Załączenie korektora barwy
P_2	Wygładzenie dźwięku
P_3	Podbicie tonów niskich
P_4	Podbicie tonów wysokich
P_5	Załączenie efektu tremolo
P_6	Załączenie efektów vibrato



Zabawkowy syntezator „Multiton” ze zdjętą pokrywą

lo (zamknięty przełącznik P_5). Przełączniki te są od siebie zależne (wraz ze stanowiącym wyłącznik tych efektów przyciskiem oznaczonym symbolem CAS, którego użycie powoduje zwolnienie pozostałych przycisków), tzn. wciskając jeden z nich pozostałe wyłączamy. Układem sterującym bazą tranzystora T1 jest US2. Jest to, identyczny jak US1, generator astabilny. Jego częstotliwość jest jednak znacznie mniejsza (kilka Hz), można ją regulować w pewnym przedziale (ustawianym zgrubnie R_0), za pomocą potencjometru P_1 . Wartość kondensatora C_5 podobnie jak C_3 nie jest wartością graniczną, lecz w przypadku jej doboru należy pamiętać, że wraz ze wzrostem pojemności maleje częstotliwość generatora i odwrotnie. Zależność ta odnosi się również do oporności R_x i P_1 . Tranzystor T2, jak już wspominaliśmy, blokuje kondensator C_3 , powodując w momencie wysterowania napięciem dodatnim bazy, płynne opadanie dźwięku (częstotliwości wyjściowej US1). Regulację tego efektu uzyskujemy za pomocą potencjometru P_3 . Należy jednak wiedzieć, że przesunięta w ten sposób skala dźwięków nie zachowuje ustalonych różnic częstotliwości pomiędzy poszczególnymi tonami. Poprzez odpowiednie ustawienie (metodą prób) po-

tencjometrów P_1 , P_2 , P_3 można uzyskać ciekawe kombinacje brzmieniowe.

Uwaga: podczas uruchamiania instrumentu ślizgacze potencjometrów P_2 i P_3 (punkty A i D) powinny być zwarte z masą. Inne ich położenie nie spowoduje wprawdzie uszkodzenia układu, ale zbyt duże wysterowanie tranzystorów T1 i T2 przerwie pracę generatora US1 (zwarcie kondensatora C_3) mogąc zapędzić nas w przysłowiowy kozł róg.

Ponieważ wraz ze zmianą częstotliwości generatora US1 zmienia się również szerokość impulsów wyjściowych (zjawisko niekorzystne brzmieniowo, szczególnie przy mieszaniu podzielonych uprzednio częstotliwości), zastosowano przerzutnik JK, po którym uzyskujemy przebieg o dwa razy mniejszej częstotliwości lecz wypełnieniu 1:1 (rys. 6). Z sygnału tego, po przejściu przez dzielnik US4, uzyskujemy pięć różnych częstotliwości, które zmieszane w odpowiednich proporcjach w mikserze P_5 , P_6 , P_7 , P_8 , P_9 umożliwiają uzyskanie ciekawego brzmienia. Dodatkowo zastosowano prosty układ z tranzystorem T3, powodującym, poprzez odpowiednie przyłączenie kondensatorów C_7 , C_{10} , C_{11} , zmianę barwy dźwięku.

Na tym układzie kończy się zasadniczy tor



Kompletny syntezator w obudowie

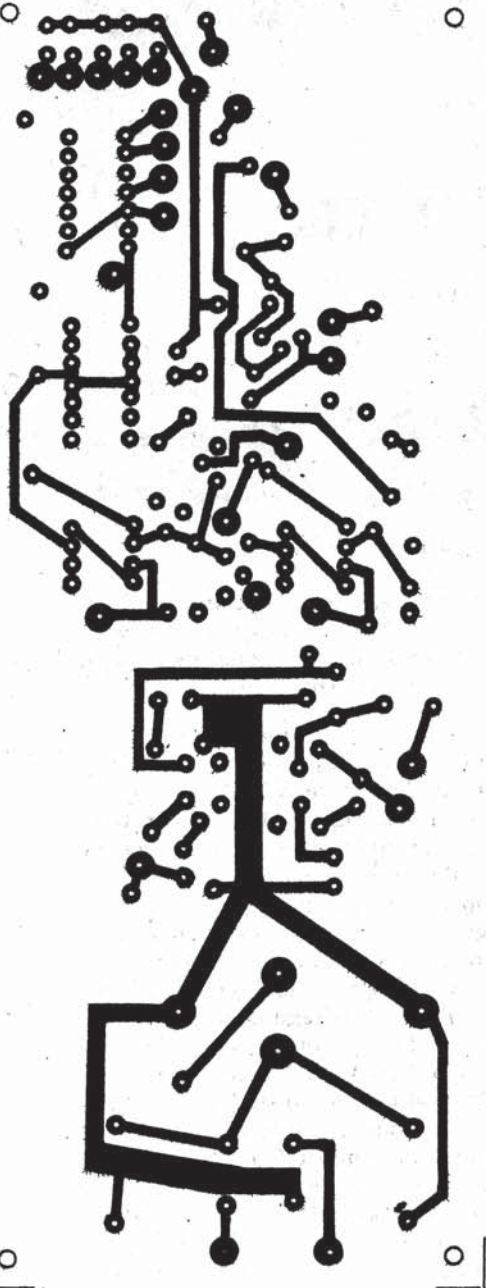
formowania przebiegu akustycznego. Możliwości instrumentu poszerza jeszcze szumofon. Został on jednak zbudowany na oddzielnej płytce (rys. 9). Elementem szumiącym jest tu tranzystor T4. W modelowym rozwiązaniu zastosowano tranzystor BC107, jednak metodą prób, można wybrać inny, lepiej szumiący. Również wartość kondensatora C_x zwiększającego głębokość szumu, należy dobrać doświadczalnie. Jego wartość kształtuje się w przedziale od kilkunastu do kilkuset nF. Sygnał szumofonu zmieszany jest z sygnałem głównym instrumentu za pomocą R_{21} , R_{22} i doprowadzony do gniazda wyjściowego, poprzez które istnieje możliwość przyłączenia układu do zewnętrznego wzmacniacza akustycznego.

Do bezpośredniego odsłuchu granych dźwięków służy wzmacniacz US5, załączany wyłącznikiem P_w . Jego wyjście obciąża mały głośniczek o rezystancji około 8 omów.

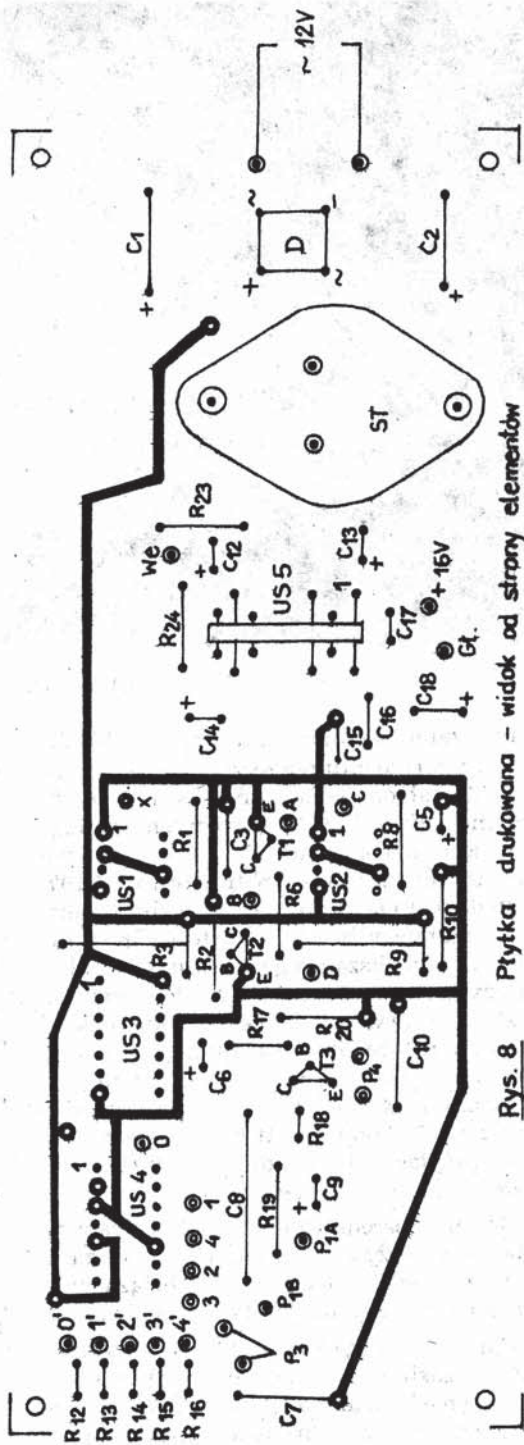
Całość, z wyjątkiem szumofonu i wzmacniacza, zasilana jest napięciem 5 V, stabilizowanym przez układ UL7505. Transformator sieciowy powinien dawać napięcie w granicach od 11 do 15 V o natężeniu około 0,5 A. Nadaje się do tego celu transformator dzwonek, który jednak, z powodu zazwy-

czaj głośnej pracy, należy zalać np. lakierem. Widok ścieżek płytki drukowanej pokazuje rys. 7, natomiast usytuowanie elementów oraz ścieżki druku górnego rys. 8.

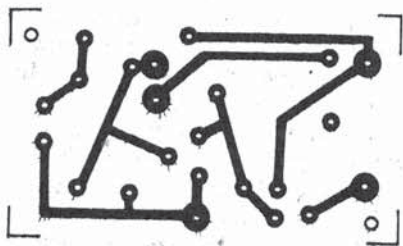
Uruchomienie układu można prowadzić modułowo rozpoczynając od uruchomienia generatora podstawowego US1. Następnie US3 i US4 sprawdzając, według opisu w tekście, przebiegi na wejściach i wyjściach układów. Po uruchomieniu tych bloków można poprzez przełączniki i potencjometry znajdujące się poza płytką, sprząc urządzenie z pozostałą częścią układu, tj. generatorem tremolo, vibrato i efektem opadania dźwięku (US2, T1, T2), regulacją barwy (T3), szumofonem (T4, T5) oraz wzmacniaczem wewnętrznym (US5). Po dokonaniu tej operacji można zabrać się do strojenia. W tym celu przyrząd pomiarowy (częstościomierz) przyłączamy do punktu 0 (wyjście US3), gdyż jedynie tam istnieje czysty przebieg TTL o częstotliwości podstawowej. Należy jednak pamiętać, że częstotliwość mierzona w punkcie 0 musi być największa (z powodu późniejszego jej podziału przez 2, 4, 8, 16). Najlepsze efekty daje nastrojenie instrumentu według częstotliwości podanej w tabeli 1.



Rys. 7 Płytki drukowane - widok od strony połączeń

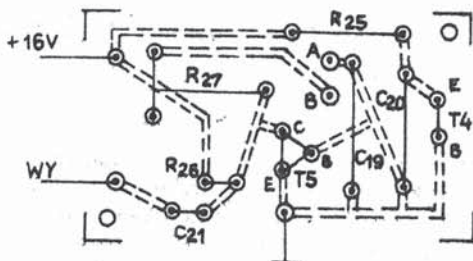


Rys. 8 Płytki drukowane - widok od strony elementów



Rys. 9a

Widok płytki szumofonu 1:1

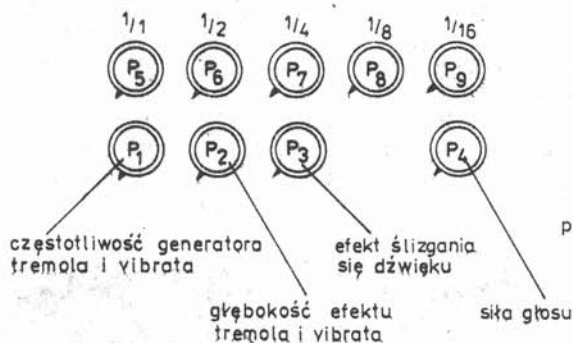


Rys. 9b

Rozmieszczenie elementów na płycie szumofonu

P₁₀ ● głębokość efektu szumu

P₁₁ ● siła szumu



przełączniki stabilne niezależne przełączniki zależne (sprzężone)



przełączniki zależne (sprzężone) przełączniki stabilne niezależne

Potencjometry P₅ ÷ P₉ stanowią mikser pięciu różnych częstotliwości uzyskanych z układu US 4.

Rys. 10 Przykładowe usytuowanie manipulatorów na płycie czołowej urządzenia.

Usytuowanie elementów manipulacyjnych (potencjometry i przełączniki) zależy od osobistej interpretacji, jednak na rys. 10 zostało pokazane przykładowe rozwiązanie ich rozmieszczenia.

Wszystkie połączenia wewnętrzne można wykonać bez użycia przewodów ekranowanych, jednak konieczne jest połączenie masy z obudowami wszystkich potencjometrów, a w przypadku dużej odległości przełączników od płytki drukowanej, zastosowanie

przewodów ekranowanych od wyjścia regulatora barwy i szumofonu do gniazda wyjściowego (Wy) i wzmacniacza wewnętrznego (US5). Tabela 2 podaje funkcje, które spełniają poszczególne potencjometry i przełączniki. Przy prawidłowym wykonaniu płytki drukowanej i zastosowaniu sprawnych elementów, urządzenie nie powinno sprawić kłopotów przy uruchamianiu. Życzę przyjemnej zabawy!

Wacław Bacik