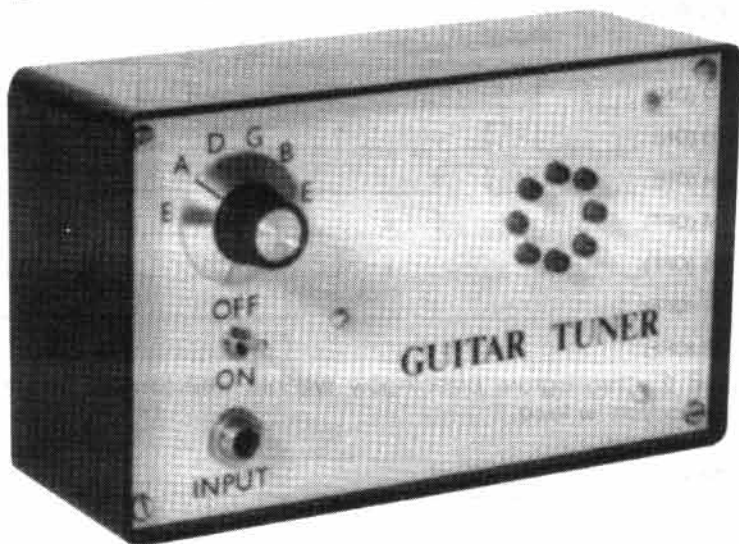


Audiowizualny stroik gitary

kit AVT-610

Konstrukcja prezentowanego w artykule elektronicznego stroika do gitar elektrycznych, opiera się na opublikowanym przed laty układzie „Visual Guitar Tuner” (EwPE, czerwiec 1987). Przez szereg lat był on bardzo popularny, ale stał się już przestarzały, ponieważ zastosowanego w nim układu scalonego generatora górnej oktawy nie można już dostać.

W opisywanym stroiku do generacji sześciu częstotliwości wzorcowych zastosowano układ czasowy 555 o małym poborze mocy i wieloobrotowe potencjometry montażowe. Konieczność dokładnego dostrojenia potencjometrami sześciu częstotliwości zanim układ stanie się gotowy do użytku sprawia trochę kłopotu. Nie jest to jednak zbyt trudne, za to części użyte w układzie są łatwe do dostania.



Wyświetlacz

Istnieją dwa podstawowe typy elektronicznego stroika do gitary. Jeden jest wyposażony w miernik wskazówkowy z zerem pośrodku, który wychyla się w lewo gdy ton jest za niski, a w prawo, gdy jest za wysoki. Gdy ton jest poprawny, miernik wskazuje zero. Stroiki tego rodzaju są bardzo łatwe w użyciu, ale ich budowa jest stosunkowo skomplikowana, a dokładność nie zawsze wysoka.

Drugi rodzaj stroika zawiera LED, która błyska z częstotliwością różnicy częstotliwości gitary i częstotliwości wzorcowej. Gitarę dostroja się do możliwie najmniejszej częstotliwości błyskania LED.

Urządzenia tego rodzaju są zwykle bardzo proste i umożliwiają uzyskanie bardzo dokładnego dostrojenia. Różnica częstotliwości

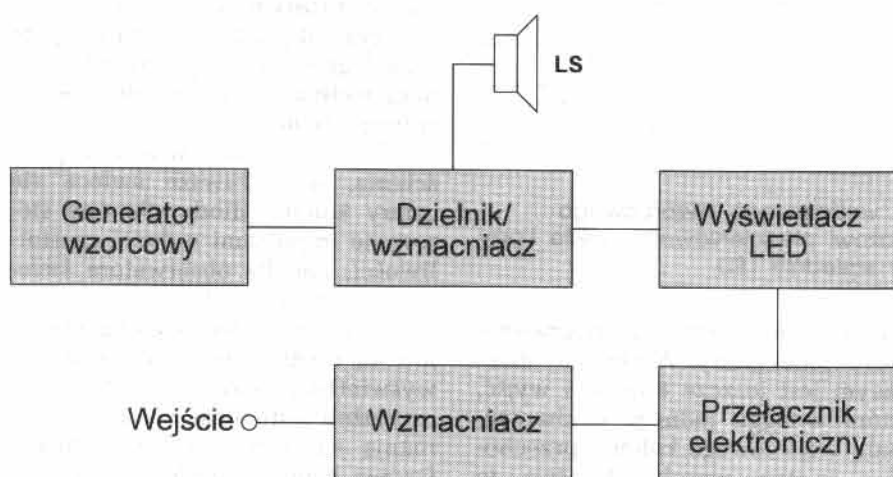
sporo mniejsza od 1Hz daje się wyraźnie zaobserwować. Stroiki tego typu są jednak nieco kłopotliwe w użyciu, nie wskazują bowiem kierunku odstrojenia (czy ton jest za wysoki czy za niski).

Proponowany przez nas stroik sygnalizuje zarówno wielkość, jak i kierunek odstrojenia tonu gitary za pomocą wyświetlacza z ośmiu pierścieniowo rozmieszczonych, błyskających diod LED. Gdy gitara jest dostrojona, świecą cztery LED-y pod rząd, a cztery następne są wygaszone i ten rozkład świecenia jest stabilny. Świecenie czterech LED przesuwają się wzdłuż koła ułożonego z diod w kierunku zgodnym z kierunkiem ruchu wskazówek zegara, gdy ton gitary jest nieco za wysoki, a w kierunku odwrotnym, gdy ton jest za niski. Nastrojenie gitary z dokładnością do 0,1Hz jest bardzo łatwe i proste, nawet dla osoby „muzycznie głuchej”.

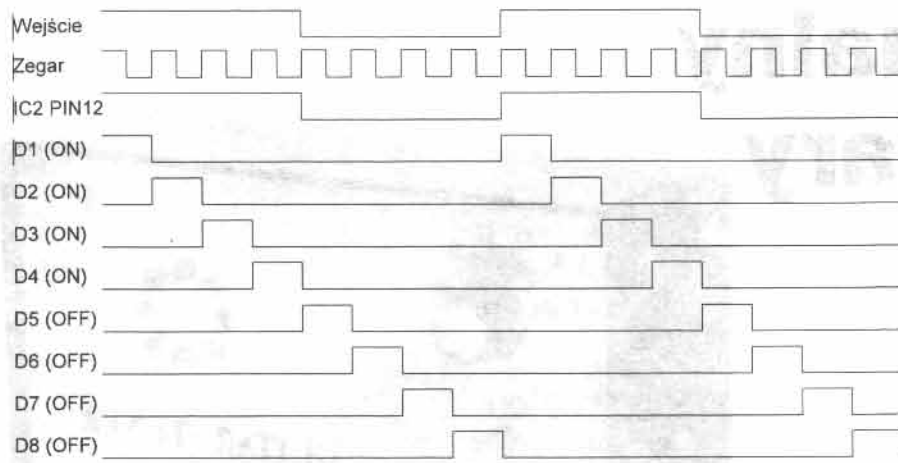
W wyniku naciśnięcia przycisku z rezonatora ceramicznego daje się słyszeć wybrany przełącznikiem ton. Umożliwia to, jeżeli ktoś woli, strojenie na ucho i jest także użyteczne przy wstępnym strojeniu nowo założonej struny. Potem można użyć wyświetlacza z LED do dostrojenia precyzyjnego.

Działanie układu

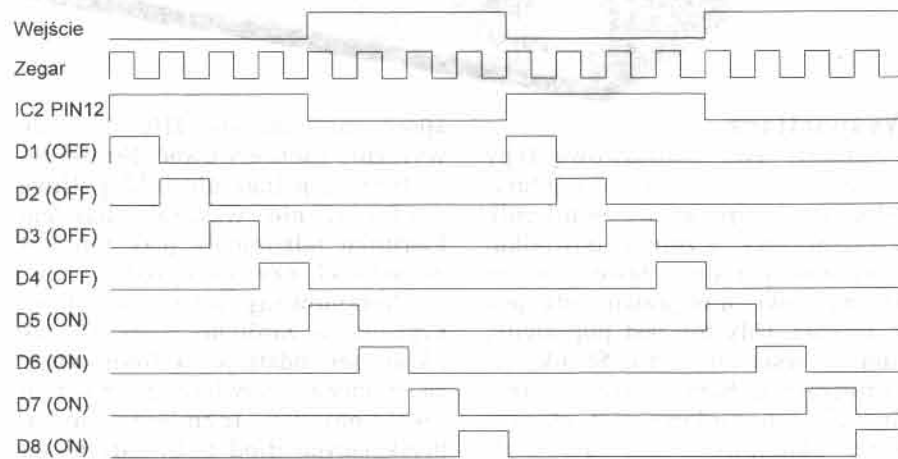
Sposób działania układu wyjaśnia schemat blokowy na rys. 1. Oscylator wzorcowy zostaje nastrojony na jedną z sześciu częstotliwości. Częstotliwości wzorcowe są



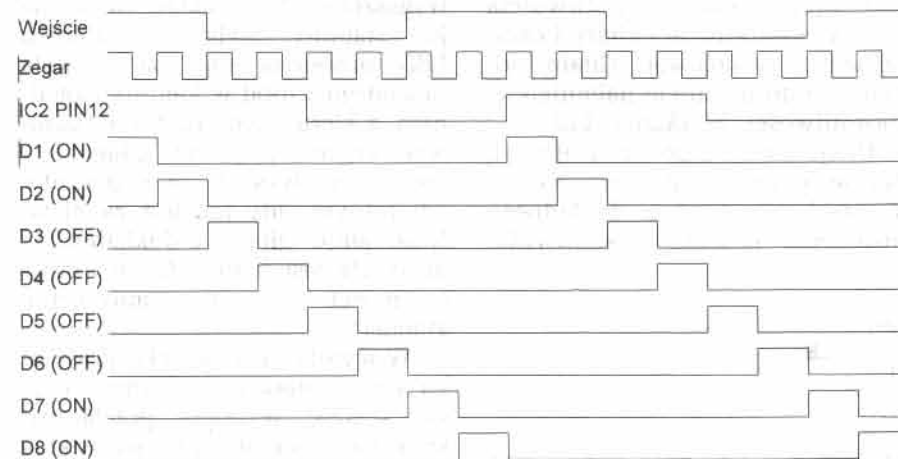
Rys. 1. Schemat blokowy stroika do gitary.



Rys. 2. Chronogram przebiegów sygnału wejściowego i wzorcowego będących w fazie.



Rys. 3. Chronogram przebiegów sygnału wejściowego i wzorcowego będących w odwrotnej fazie.



Rys. 4. Chronogram przebiegów sygnału wejściowego i wzorcowego przesuniętych w fazie o 90° . Dzięki montażowi pierścieniowemu także i przy tym przesunięciu fazowym świecą cztery sąsiednie LED.

ośmiokrotnie wyższe od częstotliwości strun gitary. Sygnał oscylatora zostaje obniżony w układzie dzielącym przez 8 i skierowany do ceramicznego przetwornika akustycznego. Gdy zostanie on włączony, emituje tony o częstotliwości

identycznej z tonami poprawnie nastrojonej gitary. W układzie dzielącym jest jeszcze 8 innych wyjść, które w ciągu jednego cyklu sygnału wejściowego kolejno przechodzą w stan wysoki. Wyjścia te wysterowują osiem ułożonych

w pierścieni LED.

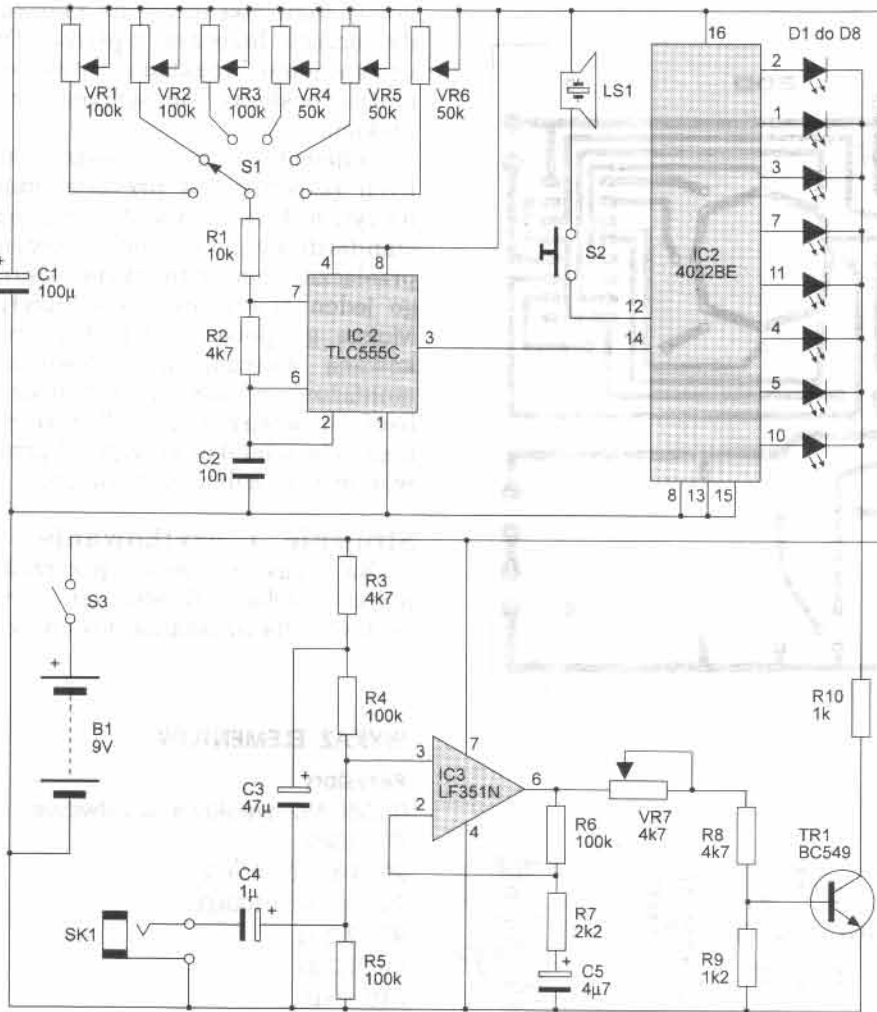
Dzięki temu LED są włączane i wyłączane kolejno jedna po drugiej, a ich świecenie obiega wokół wyświetlacza z dużą szybkością. Jest ona tak duża, że oko nie rejestruje tego ruchu i patrzącemu wydaje się, że wszystkie osiem LED świecą równocześnie w sposób ciągły.

LED wyświetlacza są również kontrolowane przez przełącznik elektroniczny, i żadna z nich nie może świecić, jeżeli przełącznik nie jest włączony. Przełącznik ten jest sterowany sygnałem wejściowym za pośrednictwem stopnia wzmacniającego, i jest włączany na czas dodatnich półokresów sygnału wejściowego. Jeżeli częstotliwości tego sygnału i podzielonej częstotliwości wzorcowej są identyczne i są w fazie, to przełącznik będzie włączony przez czas, gdy są aktywne LED 1 do 4, a wyłączony, gdy są aktywne LED 5 do 8. W rezultacie będą świeciły tylko LED 1 do 4. Chronogram poszczególnych przebiegów na rys. 2 wyjaśnia ten proces.

Trzeba pamiętać, że LED wyświetlacza będą świecić tylko wtedy, gdy sygnał wejściowy jest w stanie wysokim. Zatem polaryzacja sygnału wejściowego i sygnału sterownika LED ma bardzo duże znaczenie. Jeżeli sygnały te są między sobą przesunięte w fazie o 180° , to przełącznik elektroniczny pozwoli świecić LED 5 do 8, ale wygasi LED 1 do 4. Odpowiednie przebiegi przedstawia chronogram na rys. 3. Pośrednie przesunięcia fazy wywołują pośrednie konfiguracje świecenia wyświetlacza, który staje się w ten sposób prostym wskaźnikiem fazy. Na rys. 4 pokazano chronogram przebiegów przy opóźnieniu sygnału wejściowego względem wzorcowego o 90° .

LED są ułożone w formie pierścienia, więc zawsze świecą się cztery kolejne diody. Są one sterowane impulsami o dużej częstotliwości, ale dla obserwatora świecą w sposób ciągły.

Jeżeli częstotliwości obu sygnałów są identyczne, a fazy stałe, to wyświetlany obraz jest stacjonarny. Jeżeli natomiast częstotliwości różnią się nieco, to przesunięcia fazowe będą się zmieniały, w wyniku czego obraz świecenia będzie



Rys. 5. Schemat elektryczny stroika do gitary.

się obracał zgodnie ze zmianami względnego przesunięcia fazowego sygnałów. Kierunek obracania się obrazu zależy od tego, która z częstotliwości jest większa.

Działanie układu

Schemat audiowizualnego stroika gitary jest przedstawiony na rys. 5. Jako oscylatora wzorcowego użyto układu czasowego typu 555 (IC1). Częstotliwość, którą generuje, jest niemal zupełnie niezależna od napięcia zasilania, nie ma więc potrzeby stosowania stabilizatora napięcia zasilającego.

Sześć częstotliwości wzorcowych jest wyznaczone przez sześć wieloobrotowych potencjometrów montażowych. Generator musi zostać bardzo precyzyjnie dostrojony do poprawnych częstotliwości za pomocą VR1...VR6. Potencjometry wieloobrotowe pozwalają na precyzyjne dostrojenie i zapewniają dobrą stabilność.

Dzielnik, dekodery i sterownik

wyświetlacza (IC2), CMOS 4022BE, jest bardzo podobny do bardziej znanego wielu czytelnikom 4017BE. Ten ostatni zawiera dzielnik przez 10 i dekodery „jeden z dziesięciu”, natomiast 4022BE dzieli przez 8, a jego dekodery jest typu „jeden z ośmiu”.

Naciśnięciem przycisku S2 sygnał o częstotliwości podzielonej przez osiem doprowadza się z wyprowadzenia 12 do rezonatora ceramicznego. Prąd ośmiu wyjść sterujących LED jest ograniczany wspólnym rezystorem R10. Jest to możliwe, ponieważ IC2 w danym momencie kieruje prąd wyjściowy tylko do jednej LED.

Wzmacniacz

W stopniu wzmacniającym użyto wzmacniacza operacyjnego w standardowej konfiguracji nieodwracającej. Rezystory R4 i R5 stanowią impedancję wejściową wzmacniacza, około 50k Ω , która nadaje się dobrze do większości

wkładek gitarowych. Przy takiej impedancji uzyskuje się także dobre wyniki z instrumentami akustycznymi za pośrednictwem mikrofonu o dużej impedancji.

Rezystory R6 i R7 tworzą dzielnik ujemnego sprzężenia zwrotnego, wyznaczającego napięciowe wzmocnienie stopnia, które wynosi prawie 34dB (50-krotne). Wystarcza ono do większości wkładek gitarowych, ale w przypadku bardzo niskich sygnałów (oraz z mikrofonami) warto nieco podwyższyć wzmocnienie obniżając oporność R7 do około 1k Ω .

Tranzystor TR1 jest przełącznikiem kontrolującym wyświetlacz z LED. Jest sterowany sygnałem wyjściowym wzmacniacza, a potencjometr montażowy VR7 należy tak ustawić, aby w stanie spoczynkowym TR1 przewodził, ale w stopniu dalekim od całkowitego włączenia.

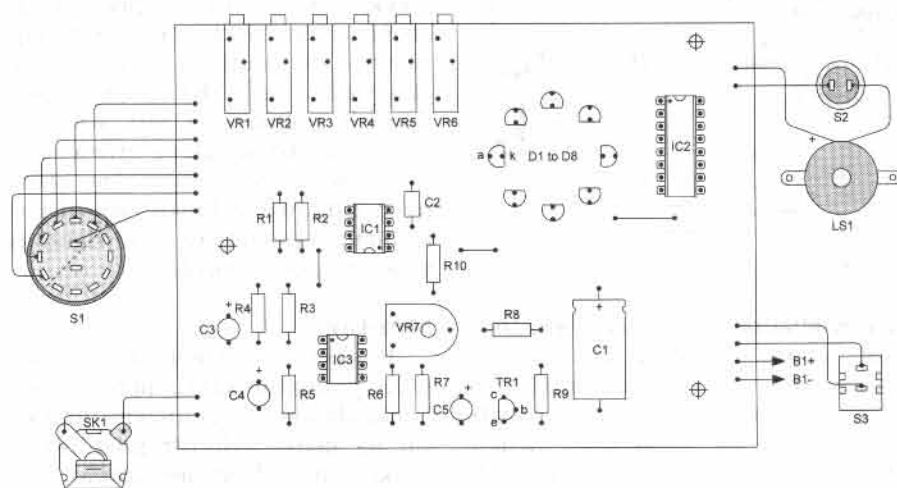
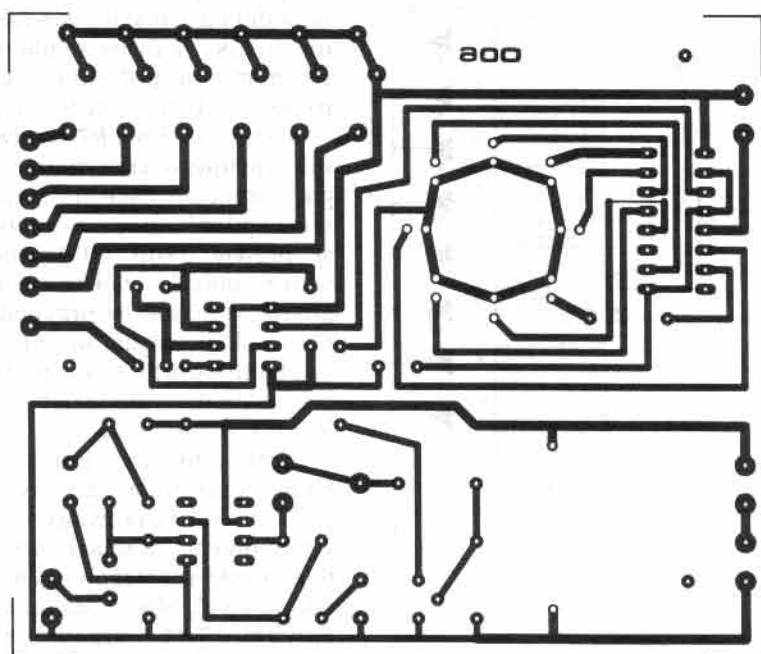
Sygnał wyjściowy IC3 jest zwykle dość duży, i przy większości gitar obcinanie występuje prawie do zaniku każdej nuty. W wyniku tego TR1 w czasie dodatnich półokresów jest wprowadzany daleko w zakres przewodzenia, a w czasie półokresów ujemnych całkowicie blokowany. Dzięki temu wyświetlacz jest włączany w wymagany sposób.

Montaż

Większość elementów stroika, poza przełącznikami, brzęczykiem i gniazdkiem wejściowym, mieści się na małej jednostronnej płytce drukowanej. Rozmieszczenie elementów na płycie i mozaika jej ścieżek są pokazane na rys. 6.

Dzielnik-sterownik IC2 jest układem CMOS, wymaga więc zachowania standardowych środków ostrożności, zabezpieczających przed elektrycznością statyczną. Potrzebna jest więc dla niego podstawka, do której nie powinien być wstawiony przed zakończeniem montażu. Chociaż IC1, będący także układem CMOS, ma wbudowane obwody zabezpieczające, to jego ochrona antystatyczna jest jednak potrzebna. Trzeba także zwrócić uwagę na odwrotne ukierunkowanie IC1 w stosunku do pozostałych układów scalonych.

Potencjometry VR1...VR6 muszą być 18-obrotowe typu „cermet”. Zwyczajne potencjometry montażo-



Rys. 6. Mozaika ścieżek płytki drukowanej stroika do gitar i rozmieszczenie na niej elementów.

we nie będą pasowały do druku, i nie zapewnią ani wymaganej stabilności ani precyzji regulacji częstotliwości wzorcowych.

Płytkę przymocowuje się do płyty czołowej śrubami M3 na tulejkach dystansowych. Podzespoły na płytce muszą być skierowane na przód, tak aby LED przechodziły przez otwory wywiercone w płycie czołowej i wystawały około 15mm ponad jej powierzchnię.

Taka metoda montażu opiera się na precyzyjnie wywierconych otworach w płycie czołowej. Zadanie to będzie najłatwiej wykonać przy pomocy papierowego szablonu,

wykonanego przez skopiowanie rysunku płytki drukowanej. Płytkę należy przymocować z prawej strony płyty czołowej, pozostawiając z lewej jej strony miejsce na S1, S3 i SK1.

Brzęczyk piezoelektryczny LS1 i przycisk S2 montuje się w prawej ścianie obudowy. W większości ścianek plastikowych obudów od środka są ukształtowane prowadnice, uniemożliwiające montaż brzęczyka wewnątrz. Trzeba więc umocować LS1 śrubami M2 na zewnątrz obudowy. Nie są one zwykle dostarczane z brzęczykiem. Trzeba jeszcze wywiercić w obu-

dowie niewielki otwór na przewody łączące brzęczyk z płytką. Do wyznaczenie rozkładu otworów można posłużyć się samym brzęczykiem.

Schemat połączeń poszczególnych zespołów jest przedstawiony na rys. 6. Przełącznik strojenia jest standardowym dwuobwodowym przełącznikiem obrotowym, którego jeden obwód nie został użyty. Można go połączyć z płytką drukowaną zwykłym przewodem montażowym, ale montaż będzie bardziej przejrzysty, jeżeli użyć do tego celu wielokolorowego, 7-przewodowego, kabla taśmowego.

Strojenie i użytkowanie

Na czas strojenia przyrządu płytkę trzeba odkręcić od płyty czołowej dla uzyskania dostępu do

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

0,25W 5%, węglowe warstwowe

R1: 10k Ω

R2, R3, R8: 4,7k Ω

R4, R5, R6: 100k Ω

R7: 2,2k Ω

R9: 1,2k Ω

R10: 1k Ω

VR1...VR3: 100k Ω , helitrim

VR4...VR6: 50k Ω , helitrim

VR7: 4,7k Ω , miniaturowy poziomy potencjometr montażowy

Kondensatory

C1: 100 μ F/10V

C2: 10nF

C3: 47 μ F/16V

C4: 1 μ F/50V

C5: 4,7 μ F/50V

Półprzewodniki

D1...D8: czerwona LED 5mm

TR1: BC549 lub podobny

IC1: TLC555C lub podobny niskiej mocy

IC2: 4022BE licznik ósemkowy CMOS

IC3: LF351N 2-FETowy wzmacniacz operacyjny

Różne

S1: 6-pozycyjny, 2-obwodowy, przełącznik obrotowy (wykorzystany jeden obwód)

S2: przycisk zwierny

S3: wylłącznik 1-obwodowy pokrętło przełącznika zatrask do baterii przewód montażowy

potencjometru VR7. Początkowe ustawienie potencjometrów nie jest istotne, VR7 najlepiej jednak ustawić w środkowym położeniu. Jego dokładna pozycja nie jest krytyczna i ustawienie, przy którym świecenie LED w stanie spoczynkowym jest blade, powinno być dobre. Po ustawieniu VR7 można płytkę przykręcić do płyty czołowej z powrotem.

Poprawne częstotliwości wzorcowe muszą zostać dostrojone za pomocą wieloobrotowych potencjometrów montażowych. Jednym ze sposobów wykonania tego zadania jest dostrojenie ich na ucho do kamertonu, lub do innego poprawnie nastrojonego instrumentu. Po naciśnięciu S2 daje się słyszeć wybrany ton, a jego wysokość można regulować odpowiednim potencjometrem. Strojenie zaczyna się od VR1, który służy do strojenia dolnego „E”, kończąc na VR6, dla górnego „E”.

Układ może także zostać nastrojony przy pomocy gitary elektrycznej, elektronicznego instrumentu klawiszowego itp., które są dokładnie nastrojone. Wystarczy instrument połączyć przewodem z gniazdkiem SK1, wybrać ton przełącznikiem S1, zagrać odpowiednią nutę i dostroić potencjometr do uzyskania stacjonarnego wyświetlania.

Gdy oscylator wzorcowy jest bardzo odstrojony, wszystkie LED będą stale świeciły albo będą wykazywały słabe i przypadkowe rozbłyski. Mając dobre ucho najlepiej wtedy dostroić oscylator wstępnie na słuch, a potem precyzyjnie przy pomocy wyświetlacza.

Sygnal wejściowy nie jest przebiegiem doskonale symetrycznym. W rzeczywistości w czasie trwania każdej nuty gitary wytwarzają bardzo dziwne przebiegi. W skutek tego wyświetlany obraz nie zawsze

będzie doskonały, z czterema świecącymi i czterema wygaszonymi LED. Jednakże stroiki do gitar z diodowymi wyświetlaczami LED są bardzo odporne na zniekształcenia kształtu sygnałów i jeżeli tylko sygnał jest dostatecznie silny, wskazania wyświetlacza powinny być doskonałe.

Jeżeli wskazania niezmiennie są niewłaściwe, na przykład gdy świecą po dwie sąsiednie LED zamiast po cztery, to prawdopodobnie oscylator wzorcowy jest odstrojony o oktawę. Stroik da się w takim stanie używać, ale wyświetlanie będzie wyraźniejsze, jeżeli oscylator zostanie przestrojony do właściwej oktawy.

Robert Penfold, EwPE

Artykuł publikujemy na podstawie umowy z redakcją miesięcznika „Everyday with Practical Electronics”.