

# Flanger gitarowy

Przedstawiamy Czytelnikom kolejną przystawkę gitarową, tym razem opracowaną przez konstruktorów brytyjskich.

Jest to urządzenie o klasycznej konstrukcji, łatwe w montażu i uruchomieniu.

Chyba najbardziej charakterystycznym efektem dźwiękowym nowoczesnej gitary elektrycznej jest flanger. Od chwili rozpowszechnienia się tanich analogowych linii opóźniających układ do flangu ma wymiary pedału. Zaakceptowali go gitarzyści wszelkich stylów - od pop do klasycznego. Jest także używany do wzbogacania dźwięku wielu innych instrumentów.

Nie każdy wie, na czym ten efekt polega, ale każdy z pewnością słyszał efekty jego zastosowania w niezliczonych nagraniach. Sięga on od pewnego rodzaju poślizgu tonalnego, jak fazowanie, do szybko bulgoczącego vibrato. Klasycznego brzmienia gitary flanging używał Andy Summers w swoich nagraniach „Police“ w latach 1980. Wtedy był to wspinały efekt podstawowy, który podobnie jak chorus, służył do uwydatniania gitary i instrumentów klawiszowych.

Efekt flangu powstał po raz pierwszy - według legendy - przypadkowo w jakimś studio nagrań, gdy technik niechcący dotknął palcem na chwilę szpuli magnetofonu w czasie przegrywania dźwięku. Przyhamowało to nieco przez ten czas taśmę. Gdy wadliwe nagranie zostało odtworzone synchronicznie z oryginalnym, przyhamowany fragment został oczywiście odtworzony szybciej. Wywołało to ciekawy efekt intermodulacyjny, nazwany flanging (flange = kołnierz, również szpuli).

Flanger elektroniczny działa na zasadzie spowalniania i przyspieszania sygnałów przechodzących przez linię opóźniającą. Wywołuje to potrzebne odstrojenie sygnału,

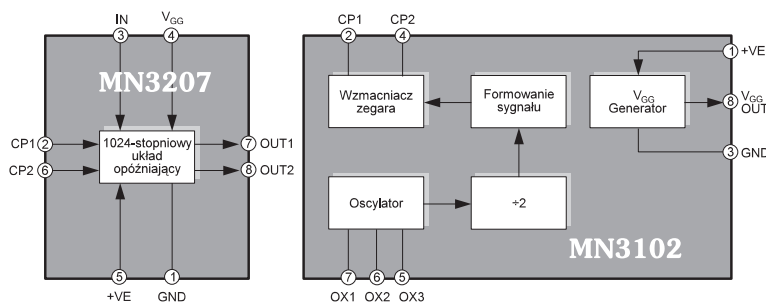
Opóźnienie wymagane do flangu jest bardzo małe, nie większe niż 15ms, można więc do jego uzyskania używać stosunkowo prostych analogowych linii opóźniających. Linie analogowe o czasie opóźnienia powyżej 50ms nie są zbyt często używane w technice audio z powodu szumów i zniekształceń, które mogą wprowadzać. Ale do wymaganych przez flanging małych opóźnień nadają się zupełnie dobrze. Trzeba jednak dodać, że obecnie w większości flangerów i pedałów chorus stosuje się cyfrowe linie opóźniające, które mają znacznie lepsze parametry szumowe.

## Analogowa linia opóźniająca

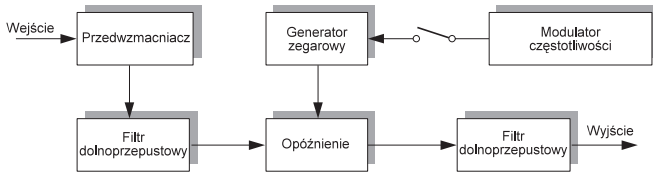
Analogowe linie opóźniające działają w sposób przypominający działanie rejestru przesuwowego sterowanego układem czasowym lub sygnałem zegarowym. Wewnątrz rejestru przesuwającego znajdują się maleńkie kondensatorki, przechowujące zależne od poziomu sygnału wejściowego próbki ładunku. Sygnał ten ładuje pierwszy kondensator, a ładunek jest następnie synchronicznie z sygnałem zegarowym przesuwany z jednego kondensatora do następnego.

Ten sposób działania jest czasem nazywany opóźnieniem brygady kubańskiej (ang. bucket brigade delay, BBD) ze względu na sposób w jaki informacja przechodzi przez układ. Typowy układ BBD może mieć około 500 lub 1000 stopni. W zastosowanym układzie MN3207 jest ich 1024. Niektóre analogowe układy opóźniające zawierają także generator zegarowy, ale MN3207 korzysta ze wspomaganego układu MN3102, dostarczającego mu sygnału zegarowego. Jak widać ze schematów blokowych tych układów na rys. 1, MN3102 generuje w rzeczywistości dwa sygnały zegarowe - CP1 i CP2. Ich częstotliwość jest równa połowie częstotliwości oscylatora głównego i są one przesunięte w fazie względem siebie o 90°.

Od częstotliwości oscylatora



Rys. 1. Budowa układów MN3102 i MN3207.



Rys. 2. Schemat blokowy układu.

zegarowego zależy czas opóźnienia i do pewnego stopnia jakość sygnału wyjściowego, ponieważ od niej zależy częstotliwość z jaką sygnał wejściowy jest próbkowany i z jaką jest przesuwany przez rejestr. Układ MN3102 może działać z częstotliwością od 10kHz do 100kHz, co pozwala uzyskać w MN3207 opóźnienie sygnału od 2,56ms do 25,6ms. Pozwala także zmieniać częstotliwość zegarową zgodnie z zewnętrznym sygnałem modulującym.

**Opis układu**

Jak widać ze schematu blokowego na rys. 2, układ opóźnienia analogowego/flangera składa się z sześciu części: przedwzmacniacza, filtra wejściowego, opóźnienia, oscylatora zegarowego, oscylatora modulującego niskiej częstotliwości i filtra wyjściowego. Kompletny schemat elektryczny układu jest zamieszczony na rys. 3.

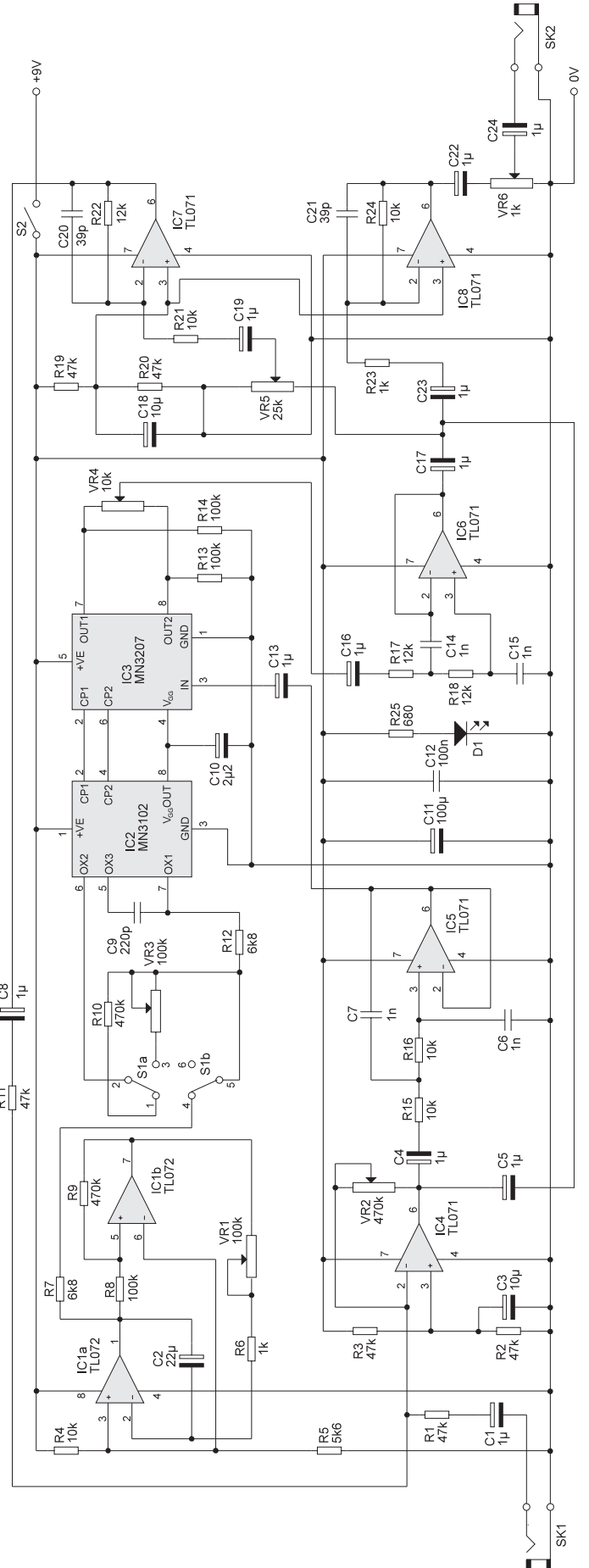
Sygnał wejściowy jest doprowadzony do niskoszumowego wzmacniacza odwracającego IC4. Wzmocnienie tego stopnia jest ustawiane potencjometrem VR2. Regulator ten pozwala dopasować układ do różnych poziomów sygnału z różnych źródeł, jak gitary, keyboardy, czy mikrofony. Układ może także zostać włączony do systemu public address (PA), albo w pętłę efektów gitarowych wzmacniacza.

Z wyjścia 6 IC4 sygnał przechodzi do dwubiegunowego aktywnego filtra dolnoprzepustowego 15kHz, zawierającego wzmacniacz IC5. Zadaniem filtra jest eliminacja składowych z sygnału o wyższych częstotliwościach, przed jego doprowadzeniem do linii opóźniającej. Linia ta nie jest zdolna do ich prawidłowego opóźnienia i spowodowałoby to zakłócenia i zniekształcenia. Po filtracji sygnał jest kierowany z IC5 do linii opóźniającej IC3 układu BBD typu MN3207. Generator sygnałowy MN3102 mieści się w IC2. Oba sygnały zegarowe z wyjść 2 i 4 IC2

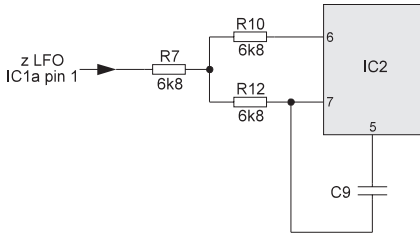
są doprowadzane wprost do wejść 2 i 6 IC3. Napięcie zasilające bramkę V<sub>gg</sub>, z wyjścia 8 IC2 doprowadzone do wejścia 4 IC3, jest odblokowane kondensatorem C10.

Podstawową częstotliwość zegarową IC2 wyznacza kondensator C9 łączący końcówki 5 i 7 oraz oporność pomiędzy końcówkami 6 i 7. W opisywanym układzie użyto kondensatora 220pF, ale w innych zastosowaniach jego pojemność może zawierać się w granicach od 39pF do 240pF.

Wzmacniacze operacyjne IC1a i IC1b tworzą oscylator modulacyjny niskiej częstotliwości (ONC), generujący falę trójkątną o częstotliwości zależnej od kondensatora C2 i potencjometru VR1. Przy zastosowanych wartościach elementów, za pomocą VR1 można regulować częstotliwość mniej więcej w granicach od 0,3Hz



Rys. 3. Schemat elektryczny układu.



Rys. 4. Alternatywne podłączenie wejścia modulacji czasu opóźnienia.

do 4Hz, czyli w zakresie użytecznym do wolnego i szybkiego flangingu.

Sygnal wyjściowy ONC jest przez rezystor R7 kierowany do przełącznika S1. Przełącznik ten pozwala użyć ONC do modulowania generowanego przez MN3102 częstotliwości zegarowej (do automatycznego tworzenia efektu

flangingu), lub do ręcznego zmieniania opóźnienia za pomocą VR3, co powoduje tworzenie w ten sposób efektu echa. Gdy przełącznik jest w pozycji modulacji, VR3 zostaje odłączony, a napięcie modulujące jest doprowadzane przez dzielnik napięcia złożony z R10 i R12.

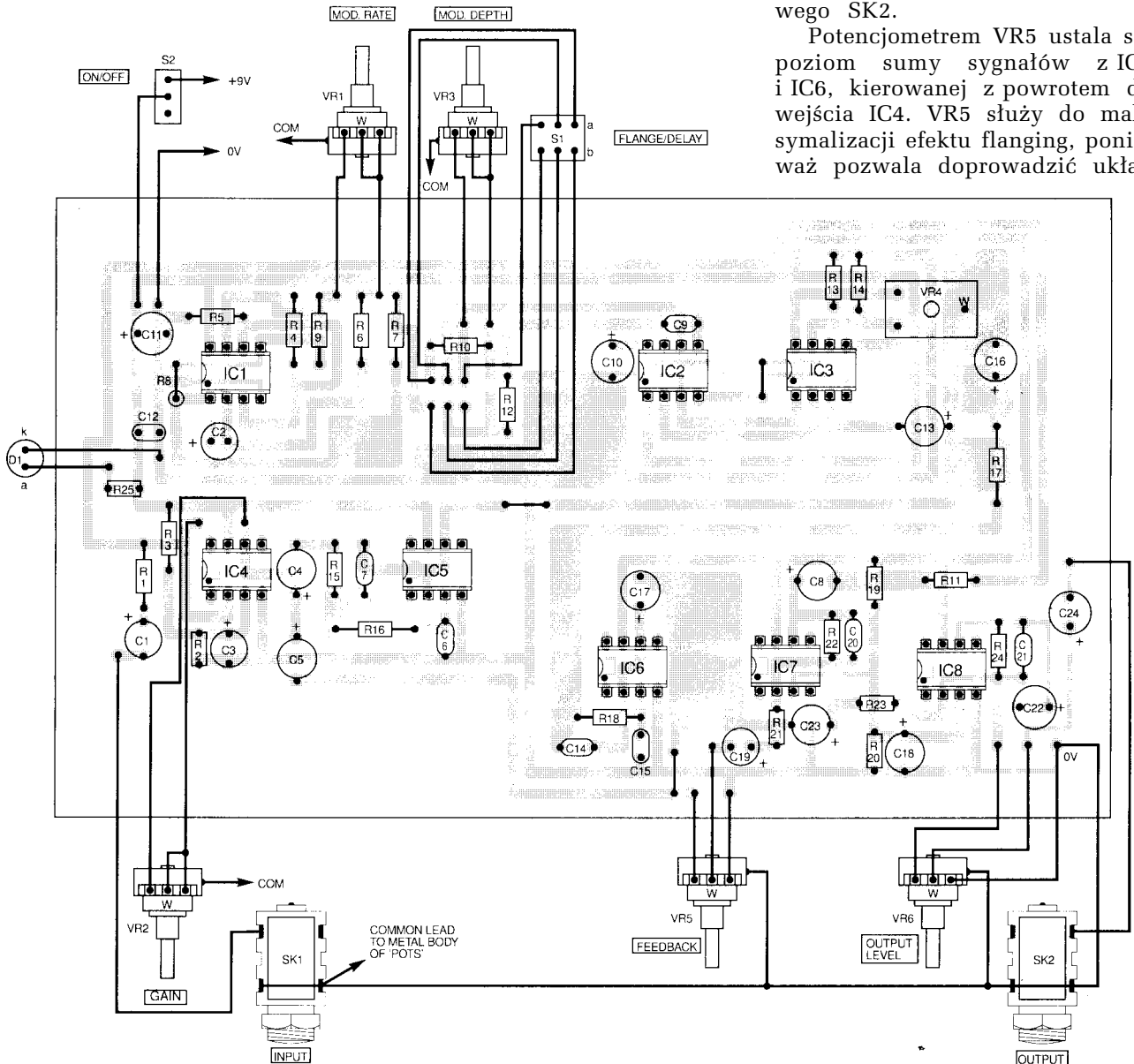
Jeżeli efekt echa nie jest potrzebny i zamierza się używać układu tylko jako flangera, to ONC można połączyć w sposób przedstawiony na rys. 4. Odpadają wtedy przełącznik S1 i potencjometr VR3.

Sygnal jest wyprowadzany z linii opóźniającej IC3 wyjściami 7 i 8, pomiędzy które jest włączony potencjometr VR4, którym ustala się optimum efektu. Poprawne

zrównoważenie przez VR4 dwóch sumowanych sygnałów może okazać się trudne dopiero przy bardzo niskich częstotliwościach zegarowych. Sygnal z suwaka potencjometru VR4 jest kierowany do IC6 tworzącego drugi filtr dolno-przepustowy. Usuwa on nałożony w układzie opóźniającym na sygnał audio sygnał o częstotliwości zegarowej.

Przetworzony sygnał jest przesyłany z IC6 do IC8, działającego jako bufor o niskim (około 10-krotnym) wzmacnieniu. Z przedwzmacniacza IC4 przez kondensator C5 jest doprowadzony do IC8 również nie zmodyfikowany sygnał audio. Sygnal sumacyjny z IC8 jest następnie kierowany przez potencjometr regulacyjny VR6 do gniazdka wyjściowego SK2.

Potencjometrem VR5 ustala się poziom sumy sygnałów z IC4 i IC6, kierowanej z powrotem do wejścia IC4. VR5 służy do maksymalizacji efektu flanging, ponieważ pozwala doprowadzić układ



Rys. 5. Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej.

do działania przy poziomie sprzężenia zwrotnego bliskim maksymalnemu. Tworzenie powtarzalnych ech jest możliwe za pomocą VR5 w trybie opóźniania.

Układ powinien być zasilany napięciem 9V. Napięcie to nie jest krytyczne i układ powinien działać przy napięciach z zakresu od 6V do 15V. Źródło zasilania jest blokowane kondensatorami C11 i C12, a jego włączenie sygnalizuje LED D1, której prąd ogranicza rezystor R25. Połowę napięcia zasilania dla nieodwracającego wejścia IC4 dostarcza dzielnik R3, R2. Dla IC7 i IC8 podobną rolę pełni dzielnik R19, R20.

### Montaż układu

Rozkład ścieżek na płytce drukowanej znajduje się na wkładce, a rozmieszczenie elementów przedstawiono na rys. 5. Montaż płytki powinien być łatwy, ponieważ zagęszczenie elementów jest niewielkie. Lutowanie należy rozpocząć od rezystorów i zworek z drutu, starając się nie doprowadzić do przegrzania płytki. Trzeba oczywiście pamiętać o właściwym ukierunkowaniu spolaryzowanych elementów, a do układów scalonych użyć podstawek. Przed zakończeniem wszystkich czynności montażowych nie należy wstawiać układów w podstawki.

Doprowadzenia potencjometrów można wykonać przewodami wielożyłowymi. Powinny to być linki, ponieważ druty mają tendencję do łamania się w punktach lutowania podczas manewrowania przy montażu. Wszystkie połączenia z płytką drukowaną powinny być możliwie krótkie dla ograniczenia indukowania się w nich zakłóceń. Jeżeli jednak stosuje się metalową obudowę, to zakłócenia nie są groźne.

Regulacja układu jest bardzo łatwa. Należy połączyć wejście z gitarą, wyjście ze zwykłym wzmacniaczem gitarowym, a regulator głośności wzmacniacza oraz regulatory poziomu sygnału wyjściowego i sprzężenia zwrotnego flangera

ustawić w położeniu minimum. Po połączeniu układu z baterią 9V i włączeniu wyłącznika S2 powinna zaświecić się LED D1. W wyniku niewielkiego zwiększenia głośności wzmacniacza i poziomu wyjściowego flangera w głośniku powinien dać się słyszeć cichy szum, oznaczający że urządzenie działa.

Jeżeli nie słycać niczego niezwykłego (jak np. odgłosy palenia się układów scalonych) należy włączyć sygnał wejściowy i sprawdzić, czy pojawia się on na wyjściu. Przy S1 w położeniu opóźniania powinny być słyszalne krótkie efekty echa, których długość reguluje się VR3. W tym trybie położenie VR1 nie jest istotne. Przy S1 w położeniu flanging, szybkość flangingu reguluje się za pomocą VR1, a położenie VR3 jest bez znaczenia.

Wzmocnieniem wejściowym, poziomem wyjściowym i regulatorem sprzężenia zwrotnego dobiera się optymalny efekt. Jeżeli w tle daje się słyszeć jęk sygnału zegarowego, trzeba spróbować wyeliminować go przy pomocy VR4. Jednak gdy wzmacniacz jest bardzo czuły, dźwięk ten może pozostać słyszalny.

Typowym rozwiązaniem jest przełącznik zwierający, użyty w sposób zilustrowany na rys. 6. Zastosowano w nim także gniazdko stereo, służące równocześnie jako wyłącznik zasilania. Jest to rozwiązanie powszechnie stosowane w efektach pedałowycy i pozwala pominąć osobny wyłącznik zasilania. Gdy do gniazdka wejściowego wsunie się zwykłą wtyczkę mono gitary, lub innego instrumentu, ujemny biegun baterii zostaje przez wtyczkę zwarty do masy. Wadą takiego wyłącznika jest konieczność pamiętania o wyjęciu wtyczki po zakończeniu gry, w przeciwnym bowiem razie bateria zostanie rozładowana.

**John Chatwin, EwPE**

*Artykuł publikujemy na podstawie umowy z redakcją "Everyday with Practical Electronics".*

### WYKAZ ELEMENTÓW

#### Rezystory

0,25W, 5% węglowe warstwowe lub lepsze

R1..R3, R11, R19, R20: 47kΩ

R4, R15, R16, R21, R24: 10kΩ

R5: 5,6kΩ

R6, R23: 1kΩ

R7, R10, R12: 6,8kΩ

R8, R13, R14: 100kΩ

R9: 470kΩ

R17, R18, R22: 12kΩ

R25: 680Ω

VR1, VR3: 100kΩ liniowy potencjometr obrotowy, węglowy

VR2: 470kΩ liniowy potencjometr obrotowy, węglowy

VR4: 10kΩ poziomy, potencjometr montażowy

VR5: 25kΩ logarytmiczny potencjometr obrotowy, węglowy

VR6: 1kΩ logarytmiczny potencjometr obrotowy, węglowy

#### Kondensatory

C1, C4, C5, C8, C13, C16, C17, C19, C22..C24: 1μF/16V

C2: 22μF/16V

C3, C18: 10μF/16V

C6, C7, C14, C15: 1nF

C9: 220pF

C10: 2,2μF/16V

C11: 100μF/16V

C12: 100nF

C20, C21: 39pF

#### Półprzewodniki

D1: czerwona LED z zatraskiem

IC1: TL072

IC2: MN3102

IC3: MN3207

IC4..IC8: TL071

#### Różne

S1: dwupozycyjny, miniaturowy przełącznik dwuobwodowy (zob. tekst)

S2: miniaturowy wyłącznik jednoobwodowy

SK1, SK2: gniazdko mono 6,25mm