

Matryca MIDI

Nowoczesne, elektroniczne systemy muzyczne są zazwyczaj oparte na MIDI (Musical Instrument Digital Interface), czyli cyfrowym sprzęgu dla instrumentów muzycznych, służącym do łączenia syntezatorów, urządzeń bębnowych i komputerów. Niestety, choćby najskromniejszy amatorski system muzyczny wymaga jakiegoś okablowania MIDI. Już po niedługim czasie przełączania poszczególnych bloków powstaje chaotyczna plątana kabli i wtyczek. Prezentowany przez nas układ pozwala jej uniknąć.

Przy projektowaniu łącznicy MIDI rozwiązanie problemu kabli oparto na zasadzie łącznicy telefonicznej, w której kilka przełączników umożliwia wzajemne łączenie wielu wejść z wieloma wyjściami w dowolnych konfiguracjach.

Układ jest przeznaczony dla każdego muzyka - elektronika, amatora lub zawodowca, nawet gdy nie potrzebuje on często przełączać kabli MIDI. Po połączeniu swoich urządzeń z łącznicą można zapomnieć o szperaniu pomiędzy modułami w celu zmiany połączeń. Zmiany konfiguracji MIDI dokonuje się błyskawicznie, zwykłym przekręceniem przełącznika.

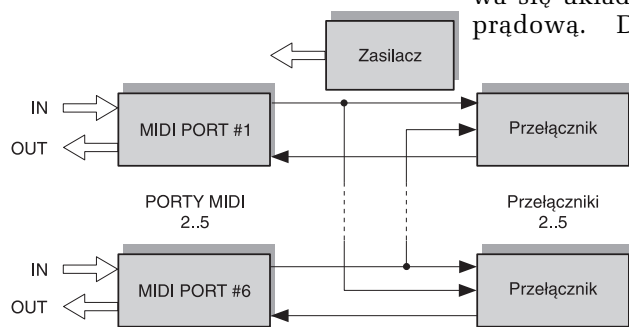
Konfiguracja systemu

Łącznica MIDI składa się z dwóch podstawowych modułów: sprzęgu MIDI i zasilacza. Schemat blokowy łącznicy MIDI jest pokazany na rys. 1.

Moduły sprzęgu MIDI służą do wprowadzania sygnałów MIDI do właściwych kanałów układów elektronicznych. Do tego celu używa się układów z tak zwaną pętlą prądową. Dane są przesyłane w postaci szeregowego strumienia, podobnie jak w komputerowym złączu RS232, w którym prąd o natężeniu 5mA oznacza 0, a brak prądu oznacza 1. Przyczyną tak

jest ta druga właściwość dotycząca zakłóceń. Zakłócenia przedostają się do układów elektronicznych różnymi drogami. Jedną z nich jest pętla połączenia z masą (uziemia). Jak nazwa wskazuje, jest to pętla przewodów, z których jeden jest uziemiony. Przy bliższym sprawdzeniu okazuje się, że kabel ten jest połączony z ziemią w dwóch punktach - na jego obu końcach (spójrz na rys. 2).

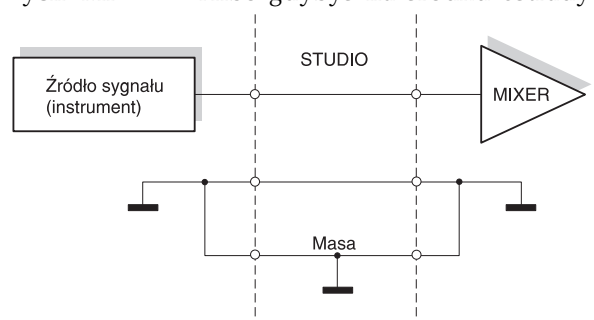
Ta pętla przewodu uziemiającego tworzy indukcyjną pętlę antenową, podatną na wszelkie zakłócenia - przydźwięk sieci, sygnały audio, iskrzenie silników elektrycznych - które przedostają się do obwodów audio i znajdują w końcu drogę do urządzeń rejestrujących. Wprowadzenie bariery elektrycznej na wejściu MIDI przerywa tę pętlę i przeciwdziała przedostawaniu się zakłóceń przez łącznicę MIDI do syntezatora lub miksera. Byłoby na przykład szczególnie przykre, gdyby zakłócenia przedostały się do miksera i zrujnowały starannie wypracowane arcydzieło audio. Jeszcze jedną przyczyną eliminowania zakłóceń, jeżeli są na tyle silne, jest możliwość przedostawania się do danych MIDI, zafałszowania i zmiany informacji przepływających pomiędzy blokami MIDI. Skutki zależałyby od tego, co się działo w momencie wystąpienia zakłóceń. Gdy na przykład do samplera od pięciu minut ładowała się długa próbka, proces ładowania zostałby niespodziewanie przerwany, a samplera podałby komunikat o zniekształceniu danych, zakończony nieimiłą propozycją „Try again (Yes/No/Abort)?”. Albo gdybyś na środku estrady



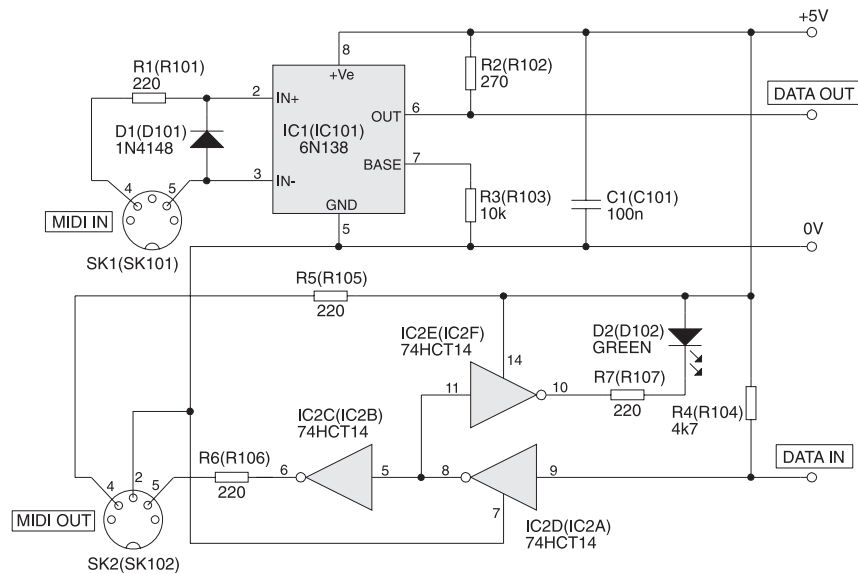
Rys. 1. Schemat blokowy łącznicy MIDI.

systemu (pętla prądowa powstała jeszcze w czasach mechanicznych teleksów) jest stosowanie optoizolatorów w standardowych układach wejściowych MIDI. Ich zadaniem jest elektryczna izolacja nadajników od odbiorników. Natężenie prądu 5mA wystarcza do wysterowania większości typowych optoizolatorów.

Dzięki temu system jest elektrycznie bezpieczny i odporny na zakłócenia. Dla muzyka najważniejsza



Rys. 2. Nieizolowane połączenie dwóch układów może tworzyć niepożądaną pętlę uziemienia.



Rys. 3. Schemat sprzęgu MIDI.

grał swoje główne solo dochodząc właśnie do crescendo, a fałszywy sygnał danych MIDI zatrzyma i przestroi syntezator, wystawiając cię na pośmiewisko w pełnych światłach estrady.

Sprawy bezpieczeństwa nie można przecenić, zwłaszcza w przypadku niektórych muzyków bardzo nonszalancko obchodzących się z elektrycznością. Słyszy się wiele opowieści o śmierci muzyków wskutek byle jak wykonanego uziemienia. Jeden z tych biedaków nie zdawał sobie sprawy, że jego elektryczna gitara jest pod napięciem sieci i zamknął obwód dotykając uziemionego statywu mikrofonu.

Napięcie skuteczne przebiecia użytych w łącznicy MIDI optoizolatorów wynosi 2500V, a więc dużo więcej niż wynosi napięcie sieci. W najgorszym przypadku przedostania się tego napięcia do któregoś przewodu MIDI grozi przepaleniem LED optoizolatora.

Przy pomocy obrotowych przełączników łącznicy kieruje się przepływem danych MIDI. Każdy z przełączników jest połączony z wyjściem swojego sprzęgu MIDI i można nim wybrać dowolny z kanałów wejściowych MIDI.

Zasilacz dostarcza napięcia +5V dla całego układu. Dla uproszczenia konstrukcji i ze względów bezpieczeństwa użyto gotowego zasilacza sieciowego z sygnalizacyjną diodą LED. Wyłącznika sieciowe-

go nie przewidziano w ogóle, również dla prostoty i ze względu na bezpieczeństwo (mniej elementów, w obudowie nie ma przewodów pod napięciem sieci). Łącznica MIDI będzie zawsze potrzebna, jeżeli tylko system MIDI będzie używany. Zasilające gniazdo wejściowe musi oczywiście być wyposażone w odpowiedni bezpiecznik.

Opis układu

Schemat modułu sprzęgu MIDI jest przedstawiony na rys. 3. Prąd dopływa do gniazdka SK1, płynie przez rezystor R1, LED w optoizolatorze IC1 i wraca przez SK1. Dioda D1 zabezpiecza IC1 przed przypadkowym odwróceniem polaryzacji doprowadzenia.

Gdy prąd przepływa przez LED optoizolatora, oświetla ona bazę fototranzystora o dużym wzmocnieniu, który zaczyna przewodzić. Wyjście 6 IC1 jest typu "otwarty kolektor". W stanie zablokowania jest ono podciągane do stanu wysokiego przez rezystor R2. Sygnał

wyjściowy jest wysyłany do przełączników. Rezystor R3 odprowadza prąd upływu fototranzystora, redukując czas przełączania układu.

Sygnały wejściowe są doprowadzane do prostego wzmacniacza złożonego z dwóch (IC2C i IC2D) z sześciu inwerterów układu scalonego IC2. Rezystor R4 przy braku sygnału podciąga wyjście wzmacniacza do stanu wysokiego, a rezystory R5 i R6 zamykają pętlę prądową 5mA.

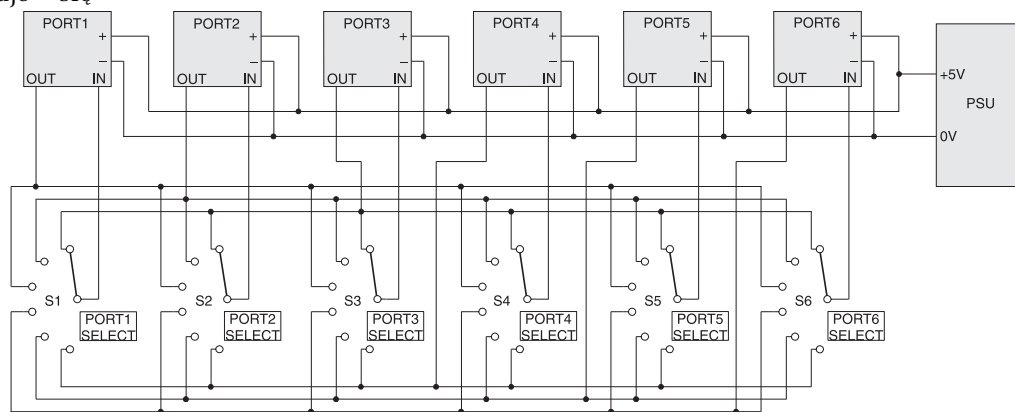
Przy założeniu spadku napięcia 1,7V na odbiorczej LED w IC1, w obwodzie popłynie prąd:

$$I = (5-1,7)/(3*220) = 5mA$$

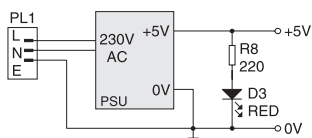
Trzeci inwerter IC2E, wraz z rezystorem R7 i LED D2, umożliwia sygnalizację przepływu danych MIDI do wyjścia. To proste uzupełnienie strzeże przed wielu kłopotami w trakcie używania systemu MIDI (o czym świadczą bolesne doświadczenia autora).

Przełączniki, jak widać na rys. 4, są typu obrotowego, rozłączające się przed połączeniem. Chociaż niniejszy artykuł opisuje łącznicę o sześciu wejściach, to nic nie stoi na przeszkodzie użycia większej liczby modułów sprzęgu MIDI. Jedynym ograniczeniem jest liczba pozycji przełącznika. W handlu spotyka się przełączniki 12-pozycyjne, a więc za maksymalną liczbę kanałów można przyjąć 12.

Na rys. 5 pokazano układ zasilacza. Złącze PL1 jest sieciowym gniazdem wejściowym IEC, typu spotykanego w komputerach i w większości profesjonalnych urządzeń elektrycznych. Wprowadza ono napięcie sieci wprost do modułu zasilacza. Jego włączenie jest sygnalizowane przez LED, przyłączoną poprzez ograniczającą prąd rezystor szeregowy R8.



Rys. 4. Szczegóły układu przełączającego sześć portów.



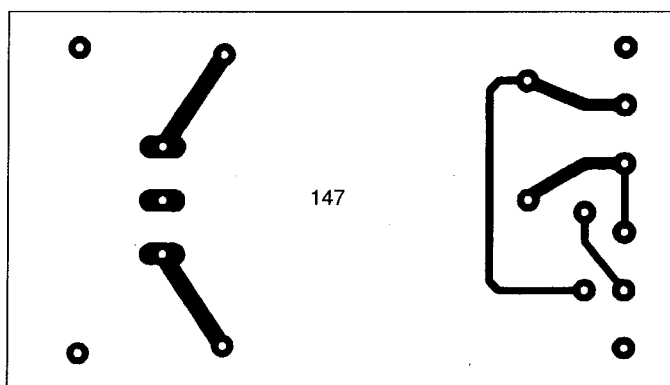
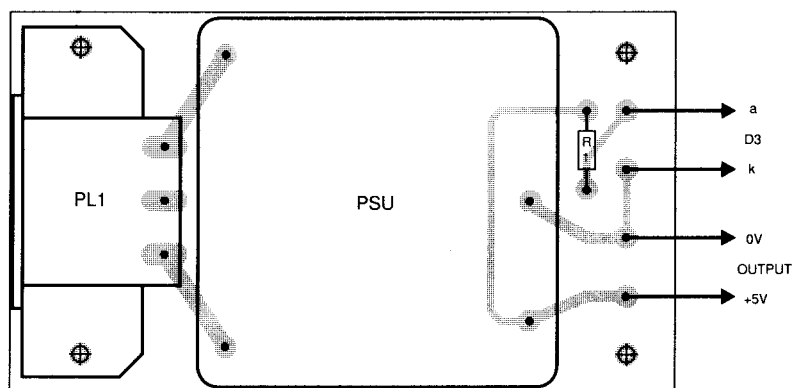
Rys. 5. Detale zasilacza.

Montaż i uruchomienie

Układ projektowano z myślą o łatwym montażu. Wszystkie niemal jego podzespoły mieszczą się na płytkach drukowanych, przy bardzo ograniczonej liczbie połączeń pomiędzy nimi. Na każdej płytce mieszczą się po dwa kompletne kanały sprzęgów MIDI.

Płytkę zasilacza jest najprostszą z możliwych. Montuje się na niej, jak widać na **rys. 6**, jedynie trzy podzespoły, sam zasilacz, gniazdo sieciowe i rezystor. Jeżeli do wyprowadzeń przewodów będą użyte szpilkowe końcówki lutownicze, należy je wmontować po wlutowaniu rezystora R8.

Przed przyklejeniem pokazanej na **rys. 7** osłony zabezpieczającej przewody sieciowe, należy sprawdzić ich połączenia. Osłona powinna być wykonana z dobrego materiału izolacyjnego, jak pleksi, winidur, czy płytka zbrojona włóknem szklanym.



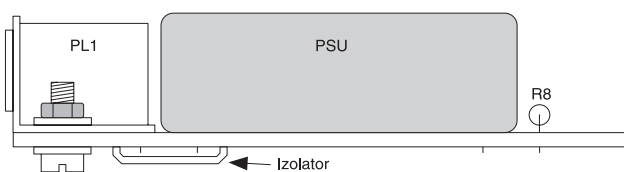
Rys. 6. Płytkę drukowaną zasilacza.

Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej sprzęgu MIDI jest przedstawione na **rys. 8**. Jedną taką płytkę jest potrzebna dla każdej pary

sprzęgów, czyli trzy dla łącznicy sześciokanałowej. Montaż należy zacząć od dwurzędowych podstawek układów scalonych, potem wlutować diody, rezystory i kondensatory. Numery elementów drugiego kanału płytki (za wyjątkiem C1 i IC2, które są wspólne) zaczynają się od 10, czyli zamiast R1 jest R101, a zamiast D1 jest D101 itd. Gniazdka SK1, SK2, SK101 i SK102 powinny być zestawione równo w jeden rząd złączy. Trzeba je wlutować starannie, pamiętając o właściwej pozycji ich rowków prowadzących.

Na koniec trzeba do płytki za pomocą wkrętów i nakrętek M3 przykręcić wsporniki mocujące. Ich wymiary pokazuje **rys. 9**.

Ostatnim etapem jest wiercenie otworów w obudowie, jej montaż oraz połączenie płytek ze sobą. Dla prostoty wybrano płaską, 19-calową obudowę stojakową, w któ-



Rys. 7. Sposób przyklejenia osłony zabezpieczającej połączenia modułu zasilacza.

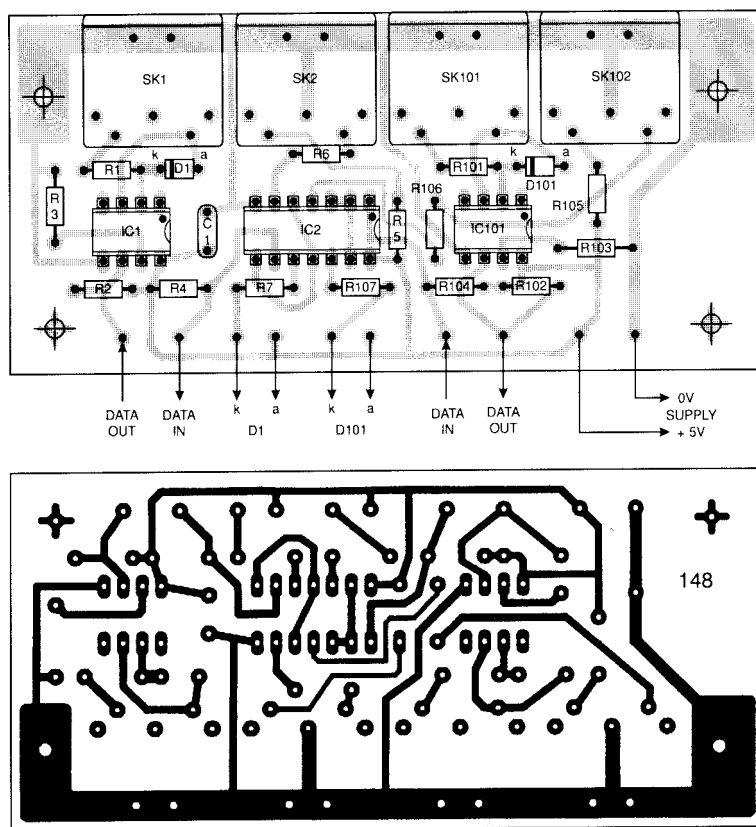
rej tylko przednia i tylna płyta wymagają wiercenia otworów.

Przednia płyta wymaga wywiercenia trzynastu otworów, sześciu na przełączniki, sześciu dla odpowiadających im LED sygnalizacyjnych i jednego dla LED sygnalizacji włączenia. W płycie tylnej trzeba wykonać więcej otworów, dwadzieścia jeden. Otwory dla oprawek LED oraz osi przełączników trzeba wykonać z dostatecznym luzem. Zasilacz i trzy płytki sprzęgów MIDI mocuje się wkrętami M3.

Przy montażu zasilacza wymagana jest szczególna staranność ze względu na niebezpieczne wysokie napięcie. Trzeba zachować szereg środków ostrożności. Należy uziemić każdą część metalową, której można dotknąć. Montaż zacząć od przymocowania zasilacza dwoma wkrętami M3 do tylnej płyty. Następnie trzeba połączyć końcówkę uziemiającą gniazdka sieciowego z końcówką lutowniczą, przykręconą do śruby mocującej jeden z przełączników. Trzeba do tego użyć grubego izolowanego przewodu (linki co najmniej 2,5mm²), ponieważ w razie zwarcia przewód ten musi wytrzymać cały prąd zwarciovowy, aż do zadziałania bezpiecznika. Do połączenia łącznicy MIDI z siecią powinno się używać gotowego przewodu sieciowego z zatopionymi wtyczkami. Za pomocą przykręcanych końcówek lutowniczych i odcinków grubej izolowanej linki montażowej o dostatecznej długości trzeba połączyć z końcówką uziemiającą także płytę czołową oraz pokrywy górną i dolną.

Wszystkie wspólne końcówki przełączników trzeba połączyć razem, najlepiej odcinkami izolowanego drutu montażowego. Jest to dosyć nudne zajęcie, trzeba bowiem wykonać trzydzieści połączeń. Jednak powtarzalny układ jednakowych połączeń ułatwia odszukanie ewentualnych błędów montażu.

Na koniec należy połączyć moduły sprzęgów MIDI z LED



Rys. 8. Wzór ścieżek płytki drukowanej zespołu dwóch portów i rozmieszczenie na niej elementów.

w płycie czołowej i z przełącznikami. Trzeba jednak pamiętać o właściwej polaryzacji LED. Pomyłka nie zaszkodzi diodom, ale potem traci się mnóstwo czasu na odszukanie przyczyny pozornego braku przepływu danych MIDI.

Pierwszą czynnością podczas sprawdzania układu jest kontrola zasilacza. Ale jak już poprzednio ostrzegano, należy to czynić ostrożnie. Gdy zasilacz jest włączony i działa, trzeba sprawdzić woltomierzem czy na żadnym z wejść nie ma jakiegось napięcia. Również na wyjściach nie może być żadnego napięcia. Da się to szybko sprawdzić za pomocą niskoprądowej LED, wsuwanej do gniazdek DIN katodą w otwór 5, a anodą w otwór 4. Gdy wszystko jest w porządku, LED nie powinna świecić.

A teraz trochę zabawy. Połącz keyboard z jednym z wejść MIDI, a syntezator z jednym z wyjść. Włącz wszystko, przełącznikiem wybierz odpowiednie wejście i zagraj kilka nut. LED sygnalizacji danych powinna błyskać, a syntezator powinien skrzeczeć, bzyczeć, lub buczeć.

Po pomyślnym przeprowadzeniu tego testu na wszystkich

wejściach i wyjściach, łącznica MIDI będzie gotowa do pracy. Pozostanie tylko umieszczenie jej w studio i przyłączenie do niej wszystkich urządzeń MIDI, które teraz będzie można przełączać do woli. Żadna regulacja nie jest potrzebna. Można przygotować sobie dobrą herbatę, a jeśli ktoś zapyta co się dzieje, odpowiedzieć coś na temat „dochodzenia układu do równowagi termicznej“ (herbata się parzy) przed przełączeniem (posłodzenie i zamieszanie herbaty) przełączników (wyjęcie herbatników), bardzo orzeźwiająca herbata.

Użytkowanie

Jest to jeden z tych układów, z których przydatności człowiek nie zdaje sobie sprawy, dopóki ich nie uruchomi. Ale potem nie można już bez nich żyć.

Głównym zastosowaniem łącznicy MIDI jest utworzenie centrum małego studia MIDI, przez które przechodzi każdy kanał. Upraszcza to znacznie okablowanie studia i bardzo ułatwia dokonywanie wszelkich zmian i uzupełnień.

Prototyp odpłaci z pewnością wydatkowany na niego wysiłek,

WYKAZ ELEMENTÓW

(liczby elementów w wykazie dotyczą tylko jednego modułu)

Rezystory

węglowe 0,25W, 5% lub lepsze
R1, R5...R7, R101, R105...R107:
220Ω

R2, R102, R8: 270Ω

R3, R103: 10kΩ

R4, R104: 4,7kΩ

Kondensatory

C1, C101: 100nF, poliestrowy

Półprzewodniki

D1, D102: 1N4148, sygnałowa

D2, D102: zielona LED

D3: czerwona LED

IC1, IC101: 6N138 lub 6N139, optoizolator

IC2: 74HCT14 sześć inwerterów Schmitta

Różne

PL1: gniazdko sieciowe IEC, kątowne do druku

S1...S6 1 obwodowy, 6 pozycyjny przełącznik obrotowy

SK1, SK2, SK101, SK102: 5-stykowe gniazdko DIN

stabilizowany zasilacz sieciowy 5V/5W

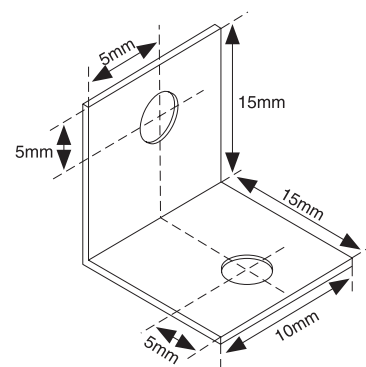
wsporniki metalowe

przewody montażowe

pozwalając na szybkie zmiany w konfiguracji urządzeń MIDI przy wypróbowywaniu nowych rozwiązań. Na przykład w czasie gdy jeden komputer ładuje dane do samplera, można keyboardem sterować inny syntezator, a drugi komputer może analizować strumień danych z keyboardu. Potem, pokręceniem kilku przełączników można dowolnie zmienić cały układ.

Neil Johnson, EwPE

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



Rys. 9. Szkic wspornika płytki drukowanej.