

Rozdział 11

Budowa układów elektronicznych

S tarannie urządziłeś warsztat, rozłożyłeś swoje lśniące zabawki — tzn. **narzędzia** — we właściwych miejscach, kupiłeś okazynie trochę rezystorów i innych elementów i jesteś gotowy, aby przejść do konkretów i skonstruować parę grających i tańczących układów elektronicznych. Jak zamienić niczego niepodważający dwuwymiarowy schemat układu w prawdziwy i **działający** (kto wie, może nawet poruszający się) układ elektroniczny?

W tym rozdziale nauczymy Cię różnych sposobów łączenia elementów elektronicznych, tak aby elektrony w nich tańczyły, jak im zagrasz. Najpierw dowiesz się, jak konstruować łatwe w modyfikacji tymczasowe układy przy użyciu płytek stykowych, które są doskonałą platformą do testowania i modyfikowania projektów. Później wyjaśnimy, jak bezpiecznie łączyć elementy przy wykorzystaniu toksycznej substancji zwanej lutownią (co za frajda!). Na zakończenie omówimy techniki łączenia elementów na stałe za pomocą lutowania i połączeń owijanych oraz przy zastosowaniu najpopularniejszych obecnie rodzajów płytek układów.

Uzbrój się zatem w śrubokręty, цапки i lutownicę oraz załóż zbroję, czyli okulary ochronne i opaskę antyelektrostatyczną — zapuszczasz się do strefy konstrukcji układów elektronicznych!

Płytki stykowe

Płytki stykowe, nazywane też **płytkami prototypowymi**, umożliwiają bardzo szybkie złożenie i rozłożenie układu elektronicznego. Te prostokątne plastikowe pudełka mają po kilkaset wejść, czyli **otworów wtykowych**, w które wkłada się wyprowadzenia elementów elektronicznych (np. rezystorów, kondensatorów, diod, tranzystorów i układów scalonych). Pod powierzchnią płytki biegną elastyczne, metalowe przewody, które łączą otwory stykowe w grupy. Kiedy wkładasz styk elementu do otworu, dotyka on znajdującego się pod spodem metalowego przewodu. Dołączając w ten sposób różne elementy i doprowadzając zasilanie, można zbudować sprawny układ elektroniczny bez konieczności łączenia jego części na stałe.

Gorąco polecamy wypróbowanie każdego nowego układu najpierw na płytce prototypowej. Dzięki temu można się upewnić, że układ działa zgodnie z oczekiwaniami, i wprowadzić w razie potrzeby poprawki. Czasami naprawa wymaga jedynie zastosowania jednego czy dwóch elementów o innej wartości. Aby wprowadzić taką zmianę, wystarczy wyjąć jeden element i zastąpić go innym – nie trzeba niczego lutować ani rozlutowywać (techniki lutowania szczegółowo opisaliśmy dalej, w podrozdziale „Podstawy lutowania”). Kiedy zdobędziesz pewność, że układ działa prawidłowo, możesz go połączyć na stałe na płytce innego rodzaju (zob. podrozdział „Pełne zaangażowanie – łączenie elementów na stałe”).



Płytki stykowe służą do konstruowania obwodów prądu stałego o niskim napięciu. Nigdy nie podłączaj do nich zasilania zmiennego 230 V z gniazdka ściennego. Duże natężenie prądu i wysokie napięcie mogą spowodować stopienie się plastiku i powstanie połączeń łukowych między stykami, co stanowi potencjalne niebezpieczeństwo nie tylko dla płytki, lecz również dla Ciebie.

Szczegóły budowy płytki stykowej

Na rysunku 11.1 widać typową płytkę stykową z połączeniami otworów stykowych oznaczonymi białą linią. W środkowych blokach otwory są połączone w grupy po pięć (np. połączone są otwory A, B, C, D i E oraz F, G, H, I i J w kolumnie 30.). Między rzędami E i F nie ma połączenia. Można zamontować układ scalony nad środkową bruzdą, aby uzyskać możliwość połączenia z czymś innym każdego z jego styków.

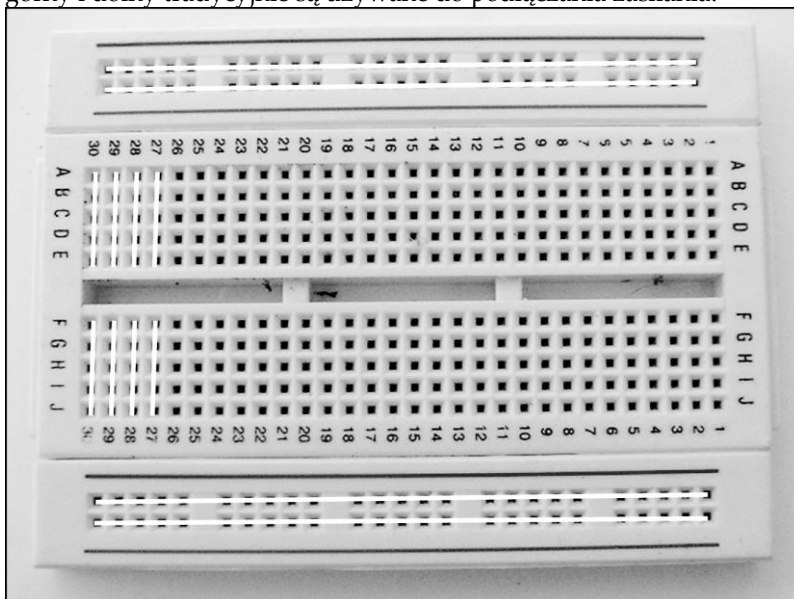
Otwory znajdujące się na górze i na dole są połączone poziomo, ale patrząc na płytkę, nie da się powiedzieć, ile otworów jest elektrycznie połączonych. Na płytce z 400 stykami widocznej na rysunku 11.1 połączonych jest wszystkich 25 styków znajdujących się w każdym z czterech rzędów na górze i na dole. W większych płytkach, takich jak pokazana na rysunku płytka z 840 stykami, połączenia są przerwane w połowie każdego rzędu. Kawałki drutu, które widać na rysunku, tworzą grupy po 50 połączonych styków. W niektórych płytkach rzędy na górze i na dole są ze sobą połączone.



Do sprawdzenia, czy między dwoma otworami w rzędzie lub w różnych rzędach jest połączenie, można użyć multimetru. Do każdego z badanych styków włóż kawałek drutu, a następnie przytknij je do styków multimetru. Jeśli otrzymasz niski wynik pomiaru rezystancji, to znaczy, że otwory są połączone. Natomiast nieskończenie duża wartość oznacza, że połączenia nie ma (więcej na temat badania różnych parametrów przy wykorzystaniu multimetru piszemy w rozdziale 12.).

Odległość między otworami wynosi 2,5 mm, a więc tyle, ile potrzeba, aby móc podłączać układy scalone, większość tranzystorów oraz elementy dyskretne, takie

jak kondensatory i rezystory. Aby zbudować układ elektroniczny, wystarczy włożyć w odpowiednie otwory wyprowadzenia układów scalonych, rezystorów, kondensatorów, tranzystorów i druciki o średnicy 0,8 lub 0,6 mm. Do łączenia elementów zazwyczaj wykorzystuje się dwa środkowe bloki, natomiast bloki górny i dolny tradycyjnie są używane do podłączania zasilania.



Rysunek

11.1.

Płytki stykowa ma kilka bloków otworów stykowych, które są połączone w niewielkie grupy



Złącza płytek stykowych są wykonane ze sprężystego metalu pokrytego powłoką galwaniczną. Sprężystość umożliwia podłączanie drutów o różnej średnicy bez ryzyka odkształcenia styku, natomiast powłoka galwaniczna zapobiega utlenianiu metalu. Należy jednak wiedzieć, że druty o rozmiarze większym niż 0,8 mm i bardzo grube wyprowadzenia elementów mogą uszkodzić styki płytki. Jeśli drut nie mieści się w otworze, nie wciskaj go na siłę, gdyż możesz rozluźnić styk i spowodować, że nie będzie później dobrze łączył.



Nieużywaną płytkę stykową przechowuj w zamkniętej torebce foliowej. Dlaczego? Aby nie osiadał na niej kurz. Brudne styki mogą źle przewodzić prąd. Oczywiście wszelkie zabrudzenia można usunąć za pomocą specjalnego środka do czyszczenia urządzeń elektrycznych, ale lepiej jest zapobiegać problemom, utrzymując płytkę w czystości.

Rozmiary płytek stykowych

Płytki stykowe występują w wielu rozmiarach. Mniejsze (z 400 i 550 otworami) wystarczą do budowy układów zawierających trzy lub cztery układy scalone i kilka elementów dyskretnych. Na większych płytkach, takich jak pokazana na rysunku 11.2, mająca 840 styków, zmieści się więcej układów scalonych. Do budowy bardzo skomplikowanych układów można kupić bardzo duże płytki z

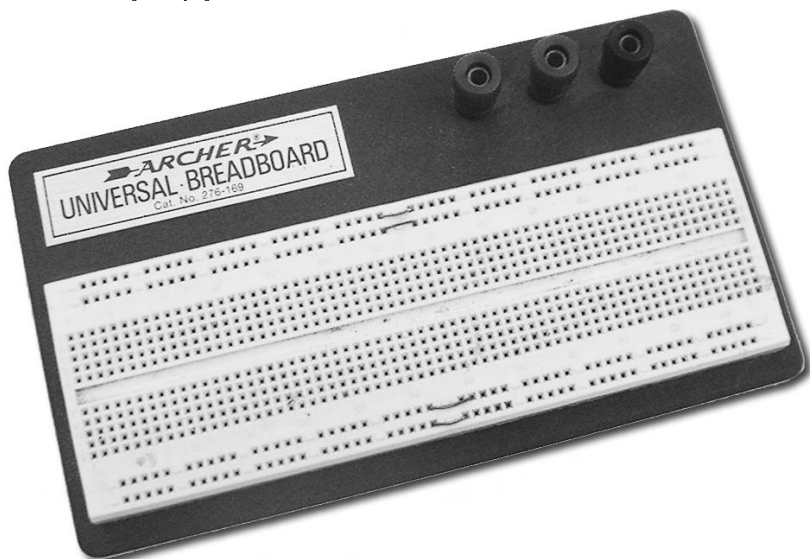
liczbą otworów od 1660 do 3200. Na nich zmieści się do około 30 układów scalonych i sporo elementów dyskretnych.



Nie przesadzaj z rozmiarem płytki stykowej. Jeśli masz zamiar budować tylko średnie i małe projekty (takie jak opisane w rozdziale 15.), to nie potrzebujesz płyty wielkości województwa mazowieckiego. Poza tym, jeśli w trakcie pracy zabraknie Ci miejsca na płycie, to zawsze możesz przyłączyć do niej drugą płytkę. Niektóre płytki stykowe mają nawet specjalne złącza, pozwalające na ich łączenie z innymi płytkami.

Rysunek

11.2. Do konstrukcji skomplikowanych układów elektronicznych można używać dużych płytek stykowych, takich jak widoczna na rysunku, która ma 840 otworów



Konstruowanie układów elektronicznych z wykorzystaniem płytek stykowych

Budowanie układu elektronicznego z wykorzystaniem płytki stykowej zasadniczo sprowadza się do włożenia wyprowadzeń elementów w otwory, wykonania połączeń za pomocą drutów i podłączenia źródła zasilania. Ale można to zrealizować we właściwy albo niewłaściwy sposób. Z tego podrozdziału dowiesz się, jakiej grubości drutów używać, jak efektywnie korzystać z płytki stykowej oraz jak logicznie i elegancko zorganizować na niej układ elementów.

Przygotowywanie części i narzędzi

Zanim zaczniesz wtykać na chybił trafił różne rzeczy do otworów w płytce stykowej, sprawdź, czy masz wszystko, czego potrzebujesz. Przeczytaj listę części – wykaz składników elektronicznych, z których ma się składać obwód – i przygotuj sobie niezbędne rzeczy. Wyjmij też narzędzia, takie jak szczypce, cążki do drutu i przyrząd do ściągania izolacji. Sprawdź, czy wszystkie wyprowadzenia elementów nadają się do wetknięcia w otwory płytki. W miarę możliwości skróć zbyt długie nóżki, tak aby elementy leżały płasko na powierzchni płytki (nie przejmuj się tym, jeśli nie będą się nadawać do użytku w innych projektach, ponieważ są bardzo tanie). Niektóre elementy, np. potencjometry, nie mają wyprowadzeń, więc trzeba przylutować do ich styków kawałki drutu (lutowania nauczysz się, czytając podrozdział „Podstawy lutowania”). Sprawdź polaryzację części, dowiedz się, czemu odpowiadają poszczególne wyprowadzenia tranzystorów, potencjometrów i układów scalonych. Przygotuj też przewody połączeniowe, o czym piszemy w następnym podrozdziale.

Przygotowywanie łączówek na zapas

Wiele połączeń elementów na płytce zawdzięczamy biegnącym pod jej powierzchnią przewodom, ale czasami nie da się połączyć dwóch elementów w ten sposób i trzeba użyć łączówki. Do tego celu wykorzystuje się druty o średnicy 0,8 lub 0,6 mm. Grubsze i cieńsze druciki nie nadają się, ponieważ pierwsze nie mieszczą się w otwory, a drugie nie zapewniają wystarczającego kontaktu ze stykami.



Do łączenia elementów na płytkach stykowych nie używaj plecionek, ponieważ odrywają się od nich pojedyncze druciki, które mogą zaklinować się między stykami.



Tak jak radziliśmy w rozdziale 9., przy zakupie płytki stykowej weź też zestaw gotowych łączówek (nie oszczędzaj na tym, opłaci się wydać tych dodatkowych kilka złotych). Łączówki mają różne długości i odpowiednio zarobione końcówki, dzięki czemu są od razu gotowe do użycia. Na przykład popularny zestaw zawiera po 10 sztuk 14 różnych długości łączówek – od 2,5 mm do 12,5 cm. Pudełko 140 – 350 łączówek kosztuje od 15 do 30 złotych, a więc nie jest to wygórowana cena w porównaniu z tym, ile czasu można dzięki nim zaoszczędzić. Równie dobrze można kupić zwój drutu, pociąć go na kawałki odpowiedniej długości, a następnie żmudnie pozdejmować kilka milimetrów izolacji z końców każdego z nich.

Czasami nawet mimo posiadania dużego zestawu kupnych łączówek konieczne jest zrobienie własnego przewodu połączeniowego. Wówczas bierzesz zwój drutu o średnicy 0,8 lub 0,6 mm (albo długą gotową łączówkę, którą chcesz pociąć na krótsze kawałki) i odcinasz z niego kawałki żądanej długości. Jeśli masz specjalne szczypce do zdejmowania izolacji z możliwością nastawiania średnicy drutu, to będą Ci w tym przypadku bardzo pomocne. Niektóre ściągacze izolacji mają specjalne oznaczone rowki. Gdy używasz specjalnego narzędzia, masz pewność, że przy ściąganiu izolacji nie natniesz przypadkowo drutu. Nacięcie osłabia drut, który może się później złamać wewnątrz płytki stykowej i popsuć Ci cały dzień.

Aby wykonać własne łączówki, postępuj według poniższych wskazówek.

- ✓ **Utnij kawałek przewodu o odpowiedniej długości przy użyciu np. cążków.**
- ✓ **Zdejmij kilka milimetrów izolacji z obu końców przewodu.**

Jeśli korzystasz ze specjalnego narzędzia do ściągania izolacji, włóż do niego jeden koniec przewodu, a drugi chwyć szczypcami i pociągnij. W przeciwnym razie musisz sam kontrolować siłę nacisku — zbyt silny nacisk spowoduje uszkodzenie drutu, a zbyt słaby — że izolacja nie zostanie całkowicie przecięta.

- ✓ **Zegnij odsłonięte końcówki pod kątem 90 stopni.** Możesz do tego celu użyć szczypców szpiczastych.

Topografia układu

Masz już przygotowane części i narzędzia, schemat układu leży pod ręką i możesz zaczynać montaż na płytce stykowej. Ale od czego zacząć? Jak to wszystko połączyć?

Witaj w świecie topografii układów elektronicznych. Jest to sztuka rozmieszczenia elementów układu w taki sposób, aby na płytce był porządek i wszystko działało, jak należy. Nie próbuj rozmieścić elementów dokładnie tak, jak na schemacie, ponieważ nie tylko byłoby to trudne, lecz również kompletnie niepraktyczne. Warto jednak skrupulatnie zaplanować umiejscowienie najważniejszych części, aby łatwiej dało się zrozumieć działanie układu i ewentualnie go poprawiać.



Budując układ elektroniczny na płytce stykowej, jako priorytet traktuj **połączenia między elementami**, a nie ich umiejscowienie na schemacie.

Oto kilka porad dotyczących konstrukcji układów na płytkach stykowych:

- ✓ **Dodatni biegun źródła zasilania podłącz do otworu w jednym z górnych rzędów, a do dolnego rzędu podłącz masę (i ewentualnie ujemny biegun źródła zasilania).** W tych rzędach znajduje się mnóstwo połączonych



gniazd, dzięki czemu bez problemu podłączysz swoje elementy do masy i zasilania.

- ✓ **Wszystkie wejścia skieruj w stronę lewej krawędzi płytki, a wyjścia — prawej.** Staraj się rozmieścić elementy tak, aby było konieczne użycie jak najmniejszej liczby łączówek. Im więcej płaczących się przewodów, tym trudniej połączyć się w działaniu układu.
- ✓ **Najpierw montuj układy scalone, mocując je „okrakiem” nad środkową bruzdą.** Każdy układ scalony powinien być oddzielony od następnego przynajmniej trzema (a najlepiej dziesięcioma) kolumnami otworów. Aby zmniejszyć ryzyko uszkodzenia, do montowania i wyjmowania układów scalonych można użyć specjalnego narzędzia.

W przypadku pracy z układami CMOS narzędzia muszą być podłączone do masy, aby pozbyć się ładunku elektrostatycznego.

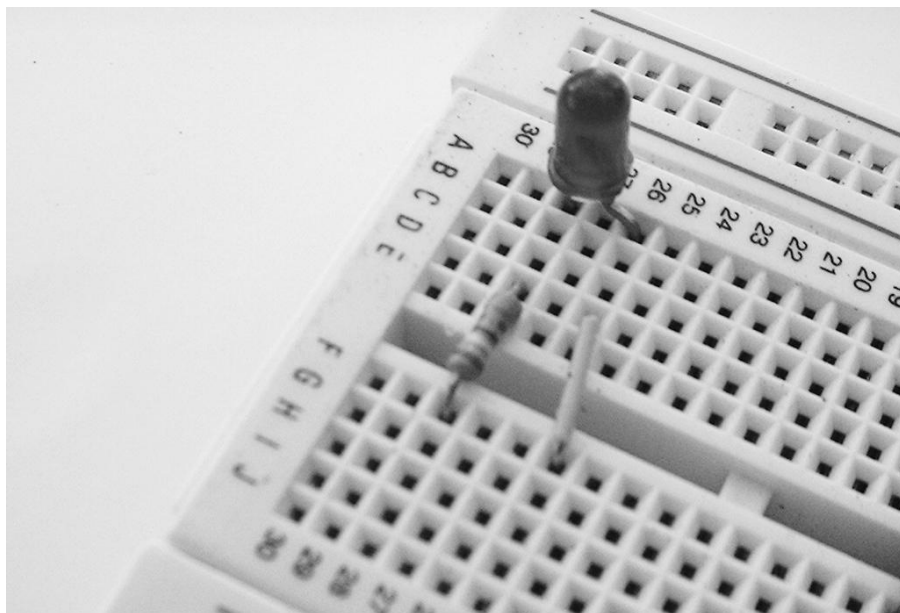
- ✓ **Najpierw podłącz elementy bezpośrednio łączące się z układem scalonym (zaczynając od styku nr 1), a dopiero potem dodaj pozostałe elementy.** Przed włożeniem do otworów wszystkie druty i wyprowadzenia zegnij za pomocą szczypców szpiczastych pod kątem 90 stopni. Staraj się, aby wszystkie przewody i elementy znajdowały się jak najbliżej powierzchni płytki, żeby uniknąć ryzyka ich przypadkowego poruszenia i obłuzowania.
- ✓ **Jeśli w układzie potrzebne są jakieś wspólne punkty połączeniowe (obok zasilania), a w jednej kolumnie jest za mało otworów, to możesz za pomocą długiego drutu przenieść połączenie do innej części płytki, gdzie jest więcej miejsca.** Na wspólny punkt połączeniowy możesz np. przeznaczyć jedną lub dwie kolumny oddzielające dwa układy scalone.

Na rysunku 11.3 widać płytkę stykową z rezystorem, łączówką i diodą LED.

Nie oszczędzaj miejsca na płytce. Lepiej jest nieco porzucić elementy po jej powierzchni, niż je wszystkie upchać jeden przy drugim. Dzięki zachowaniu większych odległości między częściami łatwiej jest modyfikować obwód, ponieważ nie ma problemu z dodawaniem nowych elementów bez przenoszenia już zamontowanych.

Rysunek**11.3.**

Zdejmij izolację z końców łączówek, a następnie je zegnij oraz skróć wyprowadzenia elementów elektronicznych, aby nie wystawały wysoko nad powierzchnię płytki



W gmatwaniu przewodów trudno jest cokolwiek poprawić, a poza tym znacznie łatwiej popełnić jakiś błąd. Przewody lubią wypadać, kiedy nikt ich o to nie prosi, i cały układ wówczas zaczyna działać wadliwie. Aby uniknąć takiego chaosu, starannie zaplanuj topografię swojego układu. Tych kilka chwil dodatkowego wysiłku pozwoli Ci później zaoszczędzić sporo nerwów.

Zapobieganie uszkodzeniom

Aby utrzymać płytkę i budowane na niej układy w dobrym stanie, należy pamiętać jeszcze o kilku zasadach postępowania.

- ✓ **Jeśli używasz układów CMOS, zamontuj je na samym końcu.** W razie potrzeby możesz użyć jako atrap układów TTL, które są znacznie mniej wrażliwe na ładunki elektrostatyczne. Nie zapomnij podłączyć dodatniego i ujemnego źródła zasilania oraz podłączyć wszystkich wejść (nieużywane wejścia podłącz do szyny dodatniego lub ujemnego źródła zasilania). Kiedy wszystko będzie gotowe, wyjmij atrapę i włóż właściwy układ scalony.
- ✓ **Nigdy nie narażaj płytki stykowej na działanie wysokich temperatur, ponieważ możesz trwale uszkodzić plastikową obudowę.** Niektóre elementy mogą zrobić się bardzo gorące (np. z powodu zwarcia albo zbyt dużego prądu) i stopić znajdujący się pod nimi plastik. Dlatego po włączeniu układu do prądu dotknij każdego z elementów, aby sprawdzić, czy się nadmiernie nie nagrzewa.

Mój obwód na płytce stykowej źle działa!

Podczas pracy z płytką stykowa możesz napotkać częsty problem związany z występowaniem **pojemności pasożytniczej**, czyli niechcianej pojemności (zgromadzonej energii elektrycznej) pojawiającej się w obwodzie. Pojemność tego typu występuje w każdym obwodzie elektronicznym i nie da się jej wyeliminować, ale kiedy jest bardzo duża płatanina przewodów, jej wartość może niespodziewanie wzrosnąć. Po przekroczeniu pewnego progu (który w każdym układzie jest inny) może zacząć powodować problemy z działaniem układu.

Jako że płytki stykowe zawierają paski metalu i wymagają używania elementów o nieco dłuższych wyprowadzeniach, zdarza się, że powstają w nich dość duże pojemności pasożytnicze. Efektem jest zniekształcenie parametrów niektórych elementów

– w szczególności kondensatorów i cewek indukcyjnych. To może wpłynąć na działanie całego układu. Pamiętaj o tym, kiedy będziesz pracować nad układami wykorzystującymi częstotliwości radiowe, np. odbiornikami i nadajnikami radiowymi, układami cyfrowymi odbierającymi sygnały o wysokiej częstotliwości (rzędu kilku milionów herców) oraz układami czasowymi, których działanie zależy od precyzyjnych wartości.

Konstruując odbiornik radiowy lub inny rodzaj układu wrażliwego na pojemność pasożytnicza, możesz pominąć fazę prototypowania na płytce stykowej i od razu zbudować układ na płytce uniwersalnej albo perforowanej (są one opisane dalej, w podrzdziale „Pełne zaangażowanie – łączenie elementów na stałe”).



- ✓ **Nigdy nie podłączaj do płytki stykowej zmiennego zasilania sieciowego 230 V.** Przy tak dużym prądzie między stykami może nastąpić niebezpieczne wyładowanie łukowe mogące także uszkodzić płytkę.
- ✓ **Jeśli do otworu wpadnie kawałek drutu, wyjmij go ostrożnie za pomocą szpicpalców szpiczastych po uprzednim odłączeniu zasilania.**
- ✓ **Nie każdy układ uda Ci się skończyć za jednym podejściem. Jeśli musisz przerwać pracę, schowaj płytkę z niedokończonym układem w miejscu niedostępnym dla dzieci, zwierząt i ciekawskich osób.**