

Moje pierwsze SMD



W numerze 12/98 oraz 1/99 EdW zamieszczone były dwie części artykułu na temat technologii i elementów do montażu powierzchniowego (SMD). W EdW 2/99 ogłoszony był konkurs związany z wprowadzeniem do oferty AVT zestawów startowych SMD. Duże zainteresowanie tą tematyką i wielka liczba listów, które napłynęły do Redakcji zaowocowały nie tylko pojawieniem się nowych zestawów startowych z elementami SMD, ale też powstaniem serii projektów z użyciem tych elementów.

W tym numerze EdW prezentujemy trzy proste projekty, które znakomicie nadają się dla wszystkich, którzy chcą bez ryzyka porażki zapoznać się z montażem powierzchniowym. Wprawdzie ze strony elektronicznej wszystkie zaprezentowane układy są bardzo proste, niemniej jednak okażą się przydatne nie tylko do zabawy i pochwalenia się znajomym, ale także można je wykorzystać praktycznie.

Płytki i elementy do wszystkich trzech projektów wchodziły w skład jednego zestawu AVT-2377.

Warto zacząć od pierwszego projektu - "Uniwersalnego generatora". Zestaw AVT-2377 zawiera identyczne płytki i co najmniej dwa komplety elementów. Te płytki i zapas elementów przewidziano z dwóch powodów:

- w przypadku fatalnego błędu czy uszkodzenia płytki lub elementów, nawet niewprawny elektronik z pewnością zmontuje przynajmniej jeden działający układ,
- moduły można łatwo łączyć w "kanapkę", uzyskując nowe możliwości i funkcje.

Drugi projekt pt. "Przełącznik sensory" ma nie tylko walory dydaktyczne, ale z powodzeniem może być wykorzystany jako moduł w większym urządzeniu.

Kolejny projekt pt. "Trójkolorowa mrygałka" będzie znakomitą ozdobą. Nasi młodzi Czytelnicy dobrze wiedzą, jak go wykorzystać.

Wszystkie układy zaprezentowane w tym numerze są zasilane pojedynczą

baterią litową o napięciu nominalnym 3V. Baterie nie wchodziły w skład kitów. Modele pokazane na fotografiach były podczas testów zasilane bateriami o oznaczeniu CR2032. Baterie takie są obecnie powszechnie dostępne, nie będzie kłopotów z ich zdobyciem, nie będzie nich można wykorzystać jakiegokolwiek baterie o napięciu 3V, dowolne litowe o średnicy 20mm, czyli oznaczone CR20XX. Czym większe dwie ostatnie cyfry wyrażające wysokość baterii w dziesiątych częściach milimetra, tym lepiej - większa bateria przy niemal jednakowej cenie ma większą pojemność, mniejszą rezystancję wewnętrzną i lepszy stosunek ceny do pojemności.

Zamiast baterii litowej można wykorzystać dwie dowolne baterie o napięciu 1,5V.

Wskazówki montażowe

Początkujący z pewnością będą się obawiać, czy posiadany przez nich sprzęt pozwoli zmontować tak małe elementy. Nie trzeba się bać! Wszystkie modele pokazane na fotografiach zostały zmontowane przy pomocy niewielkiej pincety lekarskiej oraz klasycznej, dużej lutownicy Weller TCP-50.

Płytki podczas montażu były mocowane w uchwycie "trzeciej ręki", doskonale znanej Czytelnikom EdW. Taka "trzecia ręka" (nawet bez szkła powiększającego) jest w tym przypadku wręcz niezbędna, bo płytkę trzeba koniecznie zamocować, by mieć wolne obie ręce: jedną dla lutownicy, drugą dla pincety.

Przy montażu elementów SMD dobra pinceta to połowa sukcesu. Warto wypróbować różne posiadane pincety i ewentualnie zakupić specjalną (jest w ofercie AVT).

Jeśli chodzi o lutownicę, to na pewno nie jest zalecana transformatorówka (choć niektórzy zapewne zechcą takiej używać). Warto rozważyć, czy nie kupić tańszej lutownicy o mocy 15..20W tylko dla po-

trzeb
S M D .

W sklepach i na bazarach można kupić proste lutownice dosłownie za kilka złotych. Grot takiej lutownicy należy spiliować, uzyskując delikatne narzędzie specjalnie dla miniaturowych elementów.

Ponieważ nie da się wykluczyć uszkodzenia elementów przy pierwszych próbach, we wszystkich prezentowanych zestawach przewidziano podwójną ilość elementów SMD, tak na wszelki wypadek. Dodano też kawałek cienkiej "cyny" o średnicy 0,5mm, bo prawdopodobnie nie wszyscy takową mają w swej pracowni.

Warto wypróbować różne sposoby montażu, a przede wszystkim przyzwyczaić się do operowania pincetą.

Montaż wbrew pozorom nie jest wcale trudny. Trzeba tylko dobrze przygotować stanowisko pracy i umocować płytkę. Przed właściwym lutowaniem warto nanieść troszkę cyny na jedno z pól lutowniczych danego elementu. Następnie przylutować tylko to wyprowadzenie, a dopiero potem, gdy element będzie równo ułożony - resztę wyprowadzeń.

Nie należy nadmiernie bać się uszkodzeń elementów. Owszem, należy zachować ostrożność, lutować szybko i nie przegrzewać części. Ale bez przesady! W środku, w tranzystorach czy układach scalonych tkwią takie same struktury, jak w klasycznych, dużych obudowach. Ryzyko ich uszkodzenia jest tylko trochę większe ze względu na mniejsze rozmiary obudów.

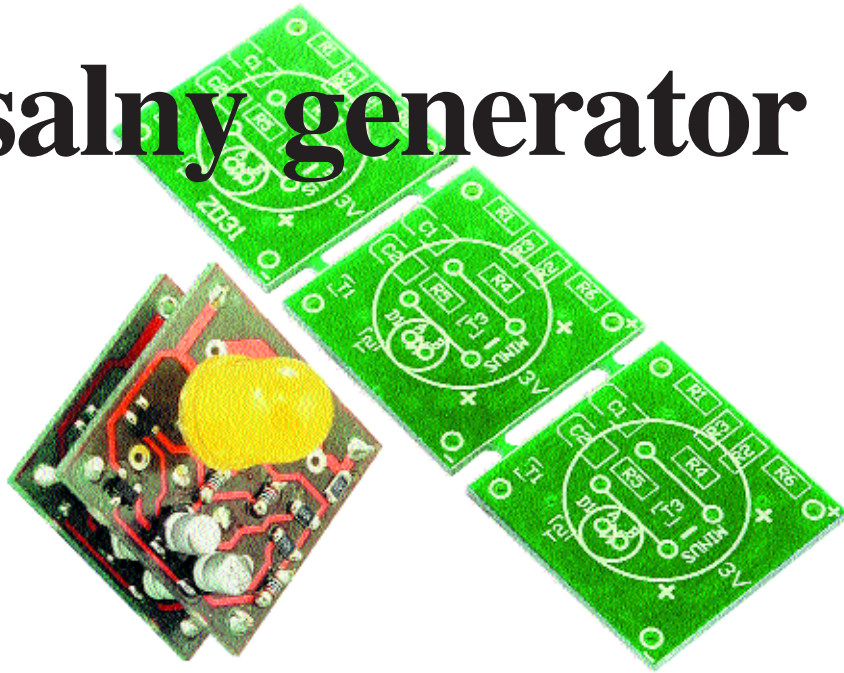
W przypadku, gdy trzeba wylutować element SMD można posłużyć się dobrym odsysaczem i odessać cynę z końcówek.

Dobrym sposobem odessania cyny jest wykorzystanie plecienki (oplotu) kabla ekranowanego.

Ciąg dalszy na stronie 20

Uniwersalny generator

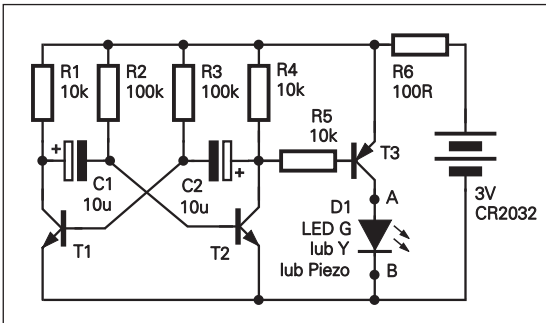
Prezentowany układ zalecany jest dla tych wszystkich, którzy jeszcze nie mieli kontaktu z elementami SMD. Trzy jednakowe płytki i stosowany zapas elementów pozwolą zmontować trzy atrakcyjne i pożyteczne układy. W przypadku uszkodzenia elementów lub płytki z pewnością uda się zmontować przynajmniej jeden z nich. Elementy zawarte w zestawie AVT-2377 pozwalają zmontować generator akustyczny, migacz LED, sygnalizator dźwiękowy z brzęczykiem piezo i wiele innych.



Opis układu

Schemat modułu pokazany jest na **rysunku 1**. Jak widać jest to najprostszy dwutranzystorowy generator, nazywany często w literaturze przerzutnikiem astabilnym.

Zasada działania jest następująca. Pod-



Rys. 1. Schemat ideowy

czas pracy zawsze jeden z tranzystorów przewodzi, drugi jest zatkany. Przebiegi w układzie pokazane są na **rysunku 2** (przy założeniu, że generator jest zasilany napięciem 3V, czyli bez rezystora R6). Analizę można zacząć od sytuacji, gdy tranzystor T1 jest zatkany, a T2 przewodzi, a więc napięcie na bazie T2 (na **rysunku 2** jest to U_{B2}) wynosi około 0,6V. Jeśli tranzystor T1 nie przewodzi, przez rezystor R1 nie płynie prąd i napięcie na kolektorze T1 (U_{C1}) jest równe dodatniemu napięciu zasilania. Kondensator C1 jest więc naładowany; w układzie z **rysunku 1** występowałoby na nim napięcie $3V - 0,6V = 2,4V$.

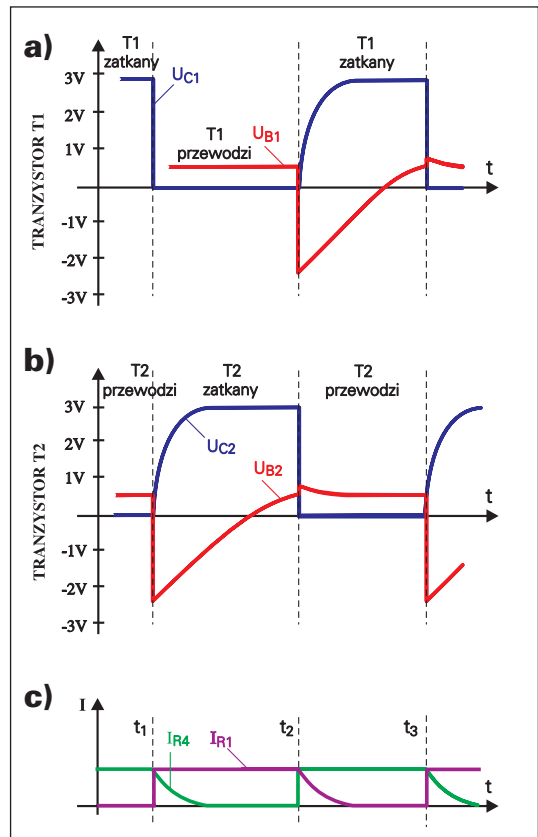
Po pewnym czasie, w chwili t_1 , zatkany dotychczas tranzystor T1 zaczyna przewodzić (na razie nie jest ważne, dlaczego tak się dzieje). Jeśli zaczyna przewodzić, to napięcie na jego kolektorze spada. Tranzystor T1 się nasycza i napięcie na jego kolektorze spada praktycznie do zera (dokładniej jest to napięcie nasyczenia, wynoszące kilkanaście czy kilkadziesiąt miliwoltów). Kondensator C1 został wcześniej naładowany do napięcia około 2,4V. Napięcie to nie może się gwałtownie zmienić, a więc gdy napięcie kolektora T1 i "górną", dodatnią elektrodę kondensatora C1

spada do zera, napięcie "dolnej", ujemnej elektrody C1 obniża się... poniżej napięcia masy! Tak jest, napięcie na bazie tranzystora T2 staje się ujemne względem masy. Przewodzący do tej pory tranzystor T2 nie ulegnie oczywiście uszkodzeniu, tylko z całą pewnością zostanie zatkany. Napięcie na jego kolektorze (które wcześniej było bliskie zeru) wzrośnie, ale nie natychmiast. Gwałtowne zatkanie tranzystora T2 umożliwi przepływ prądu w obwodzie R4, C2, złącze B-E tranzystora T1. Znaczny prąd bazy T1, płynący przez rezystor R4 i kondensator C2 na pewno w pełni

otworzy tranzystor T1. Ten znaczny prąd będzie płynął krótko, jednak później tranzystor T1 nadal będzie otwarty, bo jego prąd bazy będzie płynął przez rezystor R3. Tranzystor T1 pozostanie w stanie otwartym, a tranzystor T2 będzie nadal zatkany. Sytuacja taka będzie trwać aż do chwili, gdy napięcie na bazie T2 wzrośnie do około 0,6V i zacznie przewodzić tranzystor T2. Nastąpi to w czasie zależnym od wartości R2, C1. Jak wspomniano wcześniej, gdy napięcie na kolektorze T1 spadło do masy, naładowany kondensator C1 "ściągnął" napięcie na bazie poniżej zera. Ale taki stan zatkania nie będzie trwał długo. Kondensator C1 będzie pełnił teraz rolę źródła prądu. W obwodzie bazy T2 prąd nie płynie, więc sytuacja wygląda w uproszczeniu jak na **rysunku 3**.

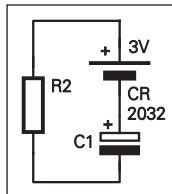
Przez rezystor R2 będzie płynął prąd, rozładowujący stopniowo kondensator C1. Napięcie na "dolnej", ujemnej elektrodzie C1 będzie coraz wyższe, w pewnej

chwili stanie się równe zeru i będzie nadal rosnąć. Warto zauważyć, że w pewnym okresie czasu napięcie na kondensatorze elektrolitycznym zmieni swą biegunowość - kondensator będzie spolaryzowany odwrotnie, a napięcie na końcówce ujemnej będzie dodatnie względem drugiej końcówki. Na szczęście to "odwrotne" napięcie nie będzie duże, nie przekroczy 0,6V (tak małe napięcie wsteczne nie grozi uszkodzeniem kondensatora elektrolitycznego). Gdy wzrośnie ono do około 0,6V, zacznie (trochę) przewodzić tranzystor T2. Gdy choć trochę obniży się napięcie na ko-



Rys. 2. Przebiegi w układzie

lektorze T2, naładowany wcześniej kondensator C2 "ściągnie" napięcie na bazie T1 w dół i zatka tranzystor T1 - nastąpi to w chwili t_2 . Napięcie na kolektorze T1 wzrośnie, umożliwiając przepływ znacznego prądu w obwodzie R1, C1, baza-emiter T2 - ten znaczny prąd gwałtownie przyspieszy otwieranie tranzystora T2. Mówiąc ściślej, w układzie występuje bardzo silne dodatnie sprzężenie zwrotne, przyspieszające przełączanie tranzystorów.



Rys. 3. Obwód rozładowania kondensatora C1

Po (gwałtownym, przyspieszonym przez R1, C1) otwarciu tranzystora T2 naładowany wcześniej kondensator C2 "ściągnie" napięcie bazy T1 poniżej masy i skutecznie zatka tranzystor T1. Kondensator C1 szybko naładuje się przez R1, natomiast C2 będzie się wolniej rozładowywał przez R3 i napięcie na bazie T1 będzie stopniowo rosło od wartości ujemnych, przez zero do 0,6V, i wtedy zacznie przewodzić T1. Nawet niewielkie otwarcie T1 (w chwili t_2) dzięki dodatniemu sprzężeniu zwrotnemu, zapoczątkuje kolejny gwałtowny przerzut i zmianę stanów tranzystorów. Jak wynika z podanego opisu, dla prawidłowego działania generatora, wartości rezystorów R2, R3 powinny być znacznie większe od R1, R4.

Zasada działania dwutranzystorowego przerzutnika astabilnego jest objaśniana w licznych podręcznikach. Nie we wszystkich jednak zwraca się uwagę na fakt, że przez rezystory kolektorowe (R1, R4) prąd płynie nie tylko w czasie otwarcia tych tranzystorów, lecz również tuż po zatknięciu tranzystora (ładowanie C1, C2). Wskutek tego napięcie na rezystorach R1, R4 nie ma kształtu prostokątnego - narastające zbczoce jest zniekształcone tym więcej, im większe są pojemności C1 i C2. Widać to wyraźnie na rysunku 2c. Oprócz tego przebiegi prądu w rezystorach R1, R4 niejako zachodzą na siebie - różnią się więc od przebiegów prądów kolektorów T1 i T2. Zazwyczaj nie ma to znaczenia, jednak w niektórych przypadkach pominięcie tego faktu może być przyczyną kłopotów. Nigdy nie ma natomiast praktycznego znaczenia fakt, że na kondensatorach elektrolitycznych C1, C2 w pewnej fazie cyklu występuje "odwrotne" napięcie (do 0,6V) - napięcie takie na pewno nie uszkodzi tych kondensatorów.

W niektórych książkach pisanych przez teoretyków można znaleźć informację, że przy jednakowych wartościach elementów układ może nie zacząć pracy. Teoretycznie taka sytuacja rzeczywiście jest możliwa, ale coś takiego nie zdarzyło się ani razu przez kilkadziesiąt lat od wynalezienia lampy i tranzystora (układy działające na tej samej zasadzie budowane były wcześniej na lampach). Prawdopodobieństwo, że elementy będą parami identyczne, jest tak znikome, że nie warto sobie tym zaprzątać głowy.

Układ z rysunku 1 oprócz klasycznego generatora zawiera jeszcze dodatki

tranzystor T2, rezystor R6 oraz element wykonawczy w postaci diody LED lub brzęczyka piezo z generatorem. Nie zawiera natomiast kondensatora filtrującego zasilanie - w tak prostym układzie nie jest on niezbędny, jego rolę pełni bateria.

Ważną rolę pełni natomiast rezystor ograniczający R6. Napięcie świeżego ogniva litowego może wynosić ponad 3V. Napięcie przewodzenia czerwonych diod jest niższe niż 2V, z zielonych i żółtych - około 2,2V. Przy dużej wydajności prądowej baterii (np. zastosowanie dwóch paluszków R6) mogłoby się okazać, że prąd płynący przez diodę LED jest za duży i wynosi ponad 20mA. Rezystor R6 ogranicza prąd do bezpiecznej wartości. Oczywiście w przypadku baterii o mniejszej wydajności, rezystor ten nie jest potrzebny, ponieważ rezystancja wewnętrzna baterii ograniczy prąd. Jak z tego widać, rezystor R6 dodany jest na wszelki wypadek i ostatecznie trzeba sprawdzić eksperymentalnie czy jest potrzebny, czy też można go zewrzeć. W przypadku zalecanej baterii CR2032 zwarcie R6 niczym złym nie grozi, a nawet poprawi sytuację.

Jak wspomniano, generator nadaje się do sterowania diod świecących (najlepiej zielonych i żółtych), brzęczyka piezo o napięciu pracy 1,5...6V, ale także innych elementów. Napięcie zasilające układ może być wyższe i wynosić 6V a nawet więcej, i wtedy zamiast diody LED czy brzęczyka można zastosować mały przekaźnik czy inny element.

Co bardzo istotne, do wyjścia, czyli punktów A, B można dołączyć obwód zasilania drugiego takiego samego układu. W ten sposób jeden generator o małej częstotliwości będzie okresowo włączał drugi generator o większej częstotliwości. Przy takim połączeniu trzeba zewrzeć R6 przynajmniej w pierwszym generatorze (a może w obu). Dioda LED w drugim generatorze będzie wytwarzać paczki impulsów świetlnych. Ilustruje to rysunek 4.

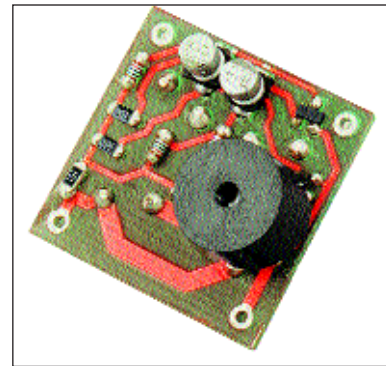
Montaż i uruchomienie

Układy można zmontować na płytce drukowanej pokazanej na rysunku 5. W przeciwieństwie do klasycznych układów, elementy będą tu montowane od strony druku. Jedyną baterią na pewno będzie umieszczona na stronie... no właśnie, na stronie opisu. W związku z tym od strony opisu trzeba wlotować poziomo dwa równoległe kawałki drutu - zwory, które będą kontaktem ujemnego bieguna baterii. Natomiast cztery pionowe (później będą zagięte) kawałki drutu będą kontaktami dodatniego bieguna baterii.

Od strony opisu można też wlotować diodę (brzęczyk).

Aby sobie ułatwić montaż bądź co bądź małych elementów, warto umocować płytkę wysoko, a usiąść nisko, by płytka była niemal na wysokości oczu. Pozycja ciała powinna być jak u zegarmistrza.

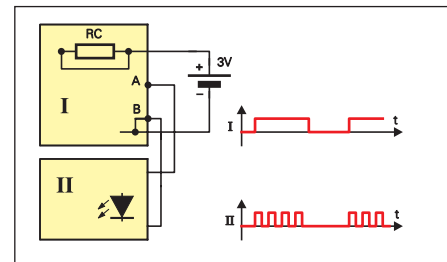
Płytkę koniecznie trzeba umocować, na przykład z pomocą "trzeciej ręki". Dopiero wtedy montować elementy SMD. Kolejność montażu jest dowolna.



Po sprawdzeniu (z użyciem lupy) i usunięciu ewentualnych zwarcí układ powinien poprawnie pracować. W przypadku stosowania dwóch płytek według rysunku 4, warto z nich zrobić "kanapkę", łącząc je kawałkami drutu.

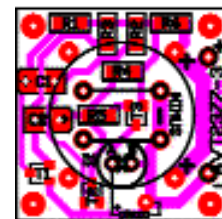
Przykład jest pokazany na fotografii.

Choć wcześniej podano, że układ ma



Rys. 4. Łączenie kaskadowe

być zasilany z baterii litowej CR2032, można zastosować jakiekolwiek źródło napięcia stałego: zasilacz lub baterie o napięciu 2,4...6V. W zależności od napięcia i wydajności źródła, potrzebny lub niepotrzebny będzie rezystor R6. Modele pokazane na fotografiach testowano przy napięciach zasilania 2...6V. Przy 3V układ z diodą LED pobierał w spoczynku 0,35mA, podczas świecenia diody 3,5mA.

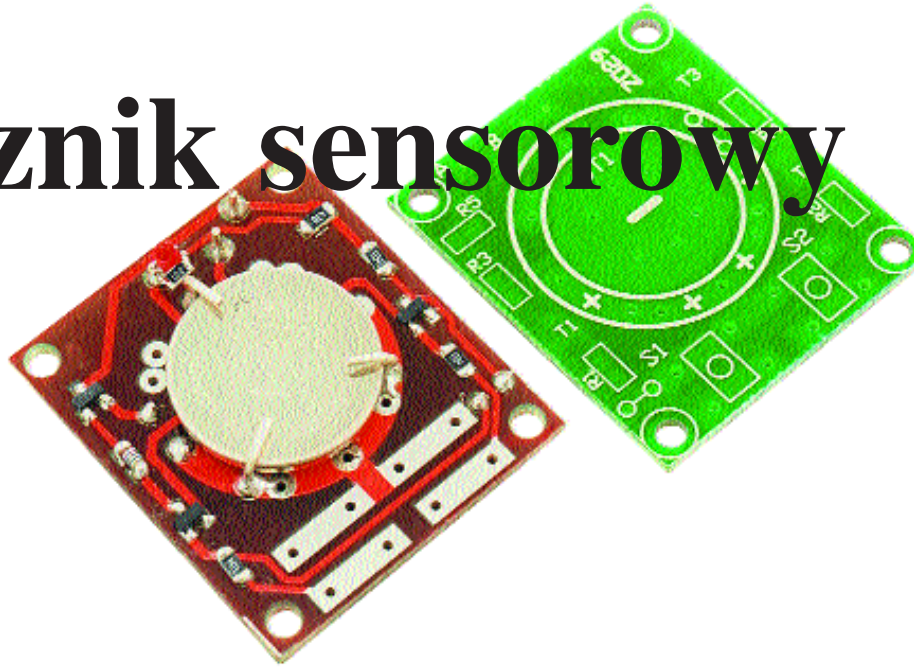


Rys. 5. Schemat montażowy

Wykaz elementów przykładowego generatora:

R1, R4, R5	.....	10kΩ SMD
R2, R3	.....	100kΩ SMD
R6	.....	100Ω SMD
C1, C2	.....	10µF/9V SMD
D1	.....	LED G lub Y
T1, T2	.....	tranzystor NPN SMD
T3	.....	tranzystor PNP SMD
Buzzer do druku 1,5V lub 6V		
Bateria litowa (3V) CR2032		

Przełącznik sensorowy



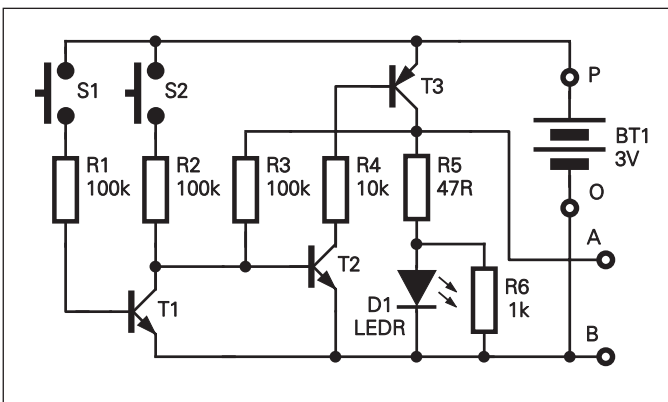
Opisany układ jest przełącznikiem dwustanowym (przerzutnikiem bistabilnym). Zasadniczo do sterowania służą dwa przyciski ZAŁĄCZ/WYŁĄCZ. Ze względu na bardzo dużą czułość wejść przełączających, nie jest konieczne stosowanie przycisków - wystarczy dotknąć odpowiednie pole kontaktowe. Dlatego układ w pełni zasługuje na miano przełącznika sensorowego.

Układ może pełnić rolę prościutkiej zabawki, ale może też być wbudowany do jakiegoś większego urządzenia i pełnić rolę bloku sterującego.

Model pokazany na fotografii zasilany jest napięciem 3V, jednak nic nie stoi na przeszkodzie, by zwiększyć napięcie zasilania nawet do 15...20V.

Opis układu

Schemat ideowy układu znajduje się na rysunku 6. Główny obwód tworzą tran-



Rys. 6. Schemat ideowy przełącznika

zystory T2, T3. Tworzą one właściwy przerzutnik bistabilny, czyli mający dwa stany stabilne.

Uruchomienie przycisku S2 (wystarczy dotknąć palcem pola kontaktowe) spowoduje przepływ niewielkiego prądu przez rezystor R2 i obwód bazy T2. Transzystor T2 zostanie otwarty, popłynie też prąd przez rezystor R4 i bazę tranzystora T3, który również się otworzy i spowoduje przepływ prądu przez rezystor R3. Prąd ten spowoduje ciągłe przewodzenie tranzystorów T2, T3 i zaświecenie diody LED.

Stan taki będzie trwał aż do uruchomienia przycisku S1 (dotknięcia palcem pól kontaktowych). Niewielki prąd płynący

przez rezystor R1 spowoduje otwarcie, a nawet nasycenie tranzystora T1. Transzystor T1 zewrze do masy bazę tranzystora T2. Transzystor T2 na pewno przestanie przewodzić, co spowoduje zanik prądu kolektora i wyłączenie także tranzystora T3. Dioda LED zgaśnie, a w punkcie A napięcie spadnie do zera. Potencjał masy zostanie podany na bazę T2 przez rezystor R3 i tranzystory T2, T3 pozostaną zatkane aż do naciśnięcia przycisku S2.

Rezystor R5 ogranicza prąd diody LED. Przy wyższych napięciach zasilania należy zwiększyć, by nie przeciążyć diody LED. Rezystor R6 jest niezbędny do prawidłowej pracy układu - bez niego napięcie w punkcie A nie mogłoby spaść do zera przy wyłączeniu tranzystorów. Trzeba pamiętać, że przez zatkane tranzystory płyną jakieś maleńkie prądy zerowe (rzędu nanoamperów), a wypadkowe wzmocnienie obu tranzystorów może przekroczyć 100000. Ponadto należy liczyć się z prądami upływu, zwłaszcza po pewnym czasie. Z tych względów rezystor R6 o wartości 1...10kΩ jest niezbędny.

W wersji podstawowej, jedynym zadaniem układu jest zapalenie i gaszenie diody LED. W praktycznych układach można wykorzystać dodatkowe wyjście, czyli punkty A, B. Wydajność tego wyjścia jest znaczna; wynosi na pewno kilka miliamperów. Gdyby okazała się za mała, można zmniejszyć wartość R4 do 1...4,7kΩ.

Montaż i uruchomienie

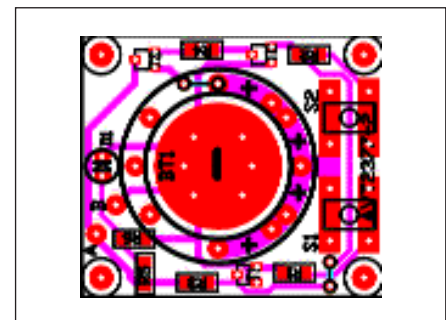
Układ można zmontować na płytce pokazanej na rysunku 7. W pierwszej kolejności trzeba się zdecydować, po której stronie płytki będzie umieszczona bateria. W tym przy-

padku może być umieszczona albo od strony druku, albo od strony opisu. Duże okrągłe pole na środku płytki to kontakt minusa zasilania.

Z wybranej strony trzeba wlutować druty - zwory do minusa i plusa zasilania.

Podczas montażu elementów SMD płytka powinna być sztywno zamocowana niemal na wysokości oczu. Kolejność montażu jest dowolna. Układ zmontowany bezbłędnie ze sprawnych elementów nie wymaga uruchomienia i od razu będzie pracował poprawnie.

Jak podano, przyciski microswitch nie są niezbędne. Układ ma tak dużą czułość, że całkowicie wystarcza dotknięcie palcem pól kontaktowych na płytce.

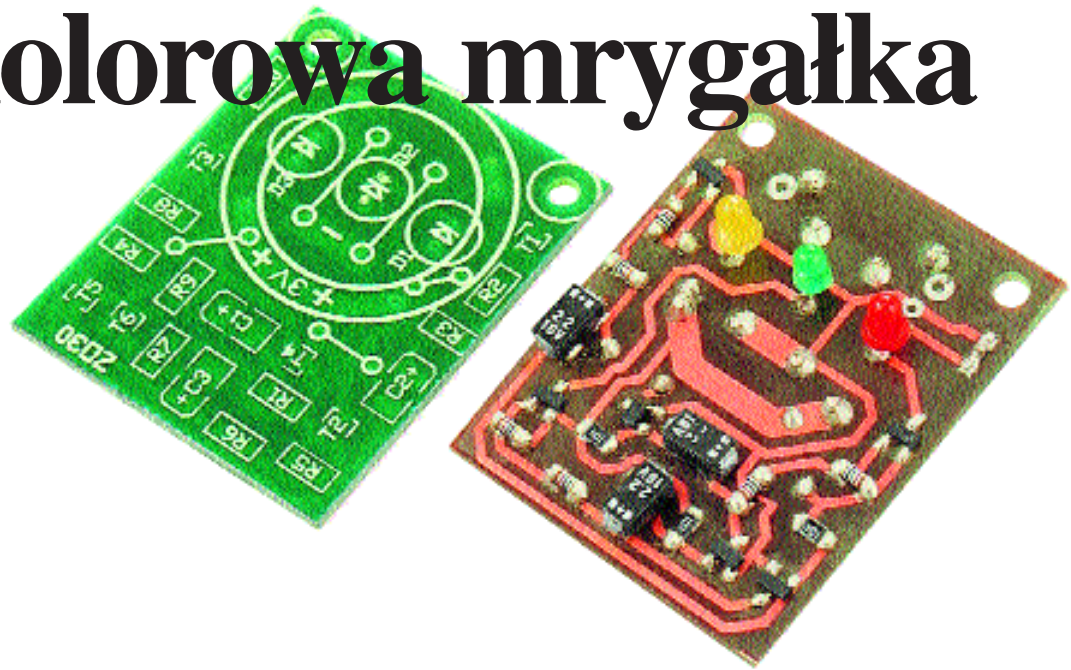


Rys. 7. Schemat montażowy

Wykaz elementów przełącznika sensorowego

- D1 LED czerwona 3mm
 - R1-R3 100kΩ SMD (6szt)
 - R4 10kΩ SMD (2szt)
 - R5 47Ω (51Ω) SMD (2szt)
 - R6 1kΩ SMD (2szt)
 - T1,T2 tranzystor NPN SMD (4szt)
 - T3 tranzystor PNP SMD (2szt)
 - S1,S2 microswitch
- płytką drukowaną
stop lutowniczy (cyna) o średnicy 0,5mm
BT1 bateria CR2032
Uwaga! Bateria nie wchodzi w skład kitu AVT-2377.

Trójkolorowa mrygałka



Trzeci z prezentowanych układów przeznaczony jest jedynie do zabawy. Prościutki kilkutranzystorowy układ jest sterownikiem trzech różnokolorowych diod LED, które zapalają się kolejno, tworząc interesujący efekt świetlny. Układ zasilany jedną małą baterią litową będzie stanowić atrakcyjny wisiorzek czy broszkę.

Opis układu

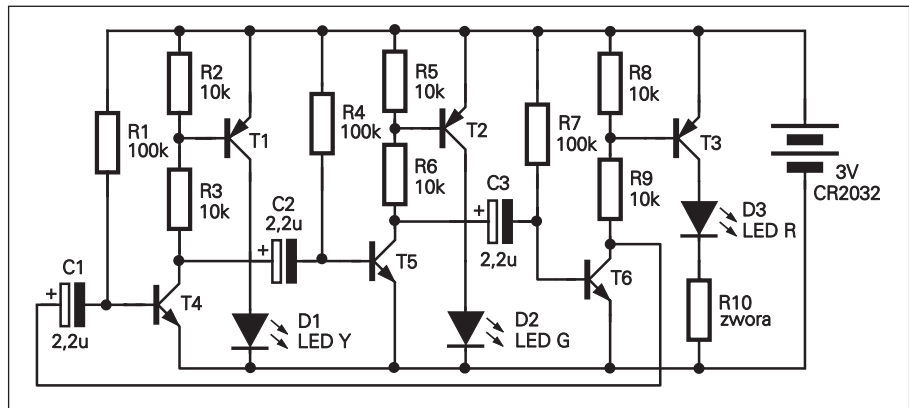
Schemat ideowy układu pokazany jest na **rysunku 8**. Zasada działania jest podobna, jak w opisanym wcześniej układzie "Uniwersalnego generatora", jednak tym razem łańcuch jest utworzony z trzech jednakowych stopni.

Otwieranie się tranzystora w którymś stopniu powoduje zablokowanie tranzystora w stopniu następnym. Podczas pracy w każdej chwili świecą dwie diody, a trzecia jest wygaszona. Aby dobrze zrozumieć zasadę działania układu należy zapoznać się z opisem dotyczącym uniwersalnego generatora we wcześniejszej części tego artykułu. Przebiegi w trzystopniowym układzie pokazane są na **rysunku 9**.

Należy wziąć pod uwagę, że okresy świecenia poszczególnych diod niejako zachodzą na siebie, co zwiększa atrakcyjność uzyskiwanego efektu. Mniejsze znaczenie ma fakt, iż przez rezystory R3, R6, R9 prąd płynie przez pewien krótki czas także po zatkaniu tranzystorów T4, T5, T6.

Osoby, które zakupią zestaw startowy SMD (AVT-713, AVT-714) mogą przeprowadzić eksperymenty, zmieniając wartości kondensatorów C1...C3 i rezystorów R1, R4, R7. Ani wspomniane kondensatory ani rezystory nie muszą być jednakowe we wszystkich gałęziach - zróżnicowanie czasu świecenia poszczególnych diod może dać interesujące efekty. Oczywiście ze względu na trudności montażowe, lepiej najpierw przeprowadzić takie eksperymenty z użyciem klasycznych elementów, lutowanych czasowo do pól kontaktowych.

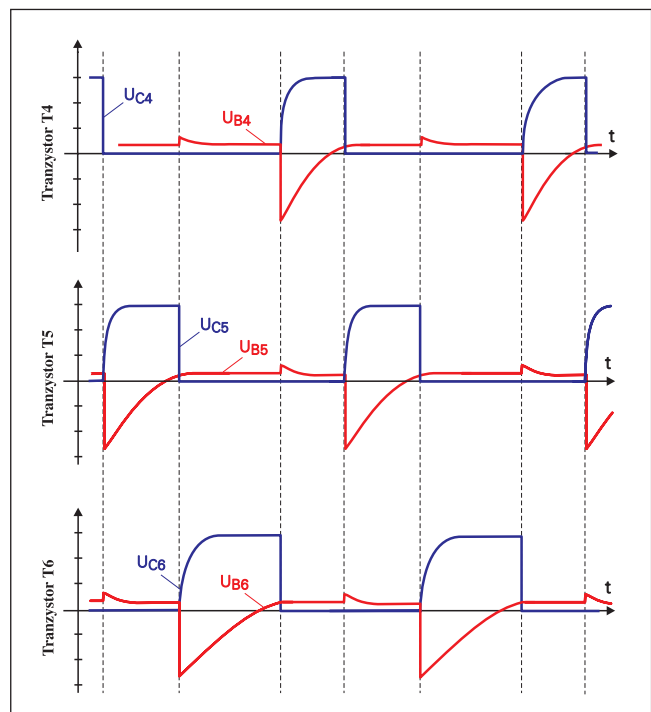
W układzie z rysunku 8 nie ma rezystorów ograniczających prąd diod LED. W przeciwieństwie do przedstawionego wcześniej "Uniwersalnego generatora", w tym przypadku nie przewidziano zasilania z innych



Rys. 8. Schemat ideowy mrygałki

źródeł albo wyższym napięciem. Wypróbowano działanie układu przy zasilaniu z baterii CR2032 i wyniki okazały się znakomite, a jasność świecenia diod - bardzo dobra. Gdyby ktoś jednak chciał zastosować inne źródło zasilania (na przykład dwa świeże paluszki R6), powinien najpierw wypróbować działanie układu zasilając go przez szeregowy rezystor 22...100Ω.

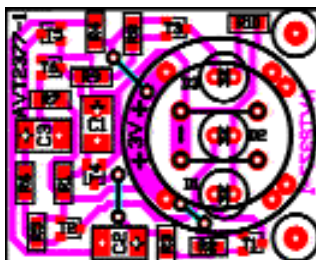
W pierwotnym układzie przewidziano miejsce na dodatkowy rezystor R10, ograniczający prąd czerwonej diody LED, która ma niższe napięcie przewodzenia. próby wykazały, iż taki rezystor nie jest konieczny i można go zastąpić zworą.



Rys. 9. Przebiegi czasowe

Montaż i uruchomienie

Układ można zmontować na płytce pokazanej na **rysunku 10**. Fotografia pokazuje umieszczenie baterii i zespołu diod LED - muszą być umieszczone po przeciwnych stronach płytki. Przed zmontowaniem elementów SMD na podstawie rysunku 10 oraz fotografii należy wykonać trzy zwory. Montaż należy przeprowadzić według wskazówek podanych wcześniej.



Rys. 10. Schemat montażowy

Układ zmontowany bezbłędnie ze sprawnych elementów nie wymaga uruchomienia i od razu będzie pracował poprawnie. Pobór prądu przy zasilaniu napięciem 3V może wynosić nawet 30mA. Przy zasilaniu z baterii napięcie zasilające i prąd będą niższe.

W razie kłopotów należy przede wszystkim dokładnie obejrzeć płytkę przez szkło powiększające i skontrolować poprawność montażu. Czy nie zostały pomyłone tranzystory PNP i NPN? Gdy wszystko wygląda dobrze, należy sprawdzić, czy wszystkie diody świecą. Jeśli nie, trzeba skontrolować odpowiednią gałąź. W każdym przypadku warto kontrolnie zwierzać do masy kolejno bazy tranzystorów T4...T6. Diody powinny gasnąć, a po rozwarciu bazy układ powinien zacząć pracę. Gdy cykl pracy zatrzymuje się zawsze w tej samej gałęzi, właśnie tam trzeba szukać błędów.

Trzeba też dodać, że taki trzystopniowy układ trudniej rozpoczyna pracę, niż układ

dwustopniowy. Gdyby przypadkiem układ nie chciał "ruszyć", należy po prostu dotknąć palcem płytki - tak wprowadzone zakłócenie pobudzi układ do pracy.

Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski

Wykaz elementów trój kolorowej mrygałki

C1-C3	1...2,2μF SMD (6szt)
D1	LED żółta 3mm
D2	LED zielona 3mm
D3	LED czerwona 3mm
R1, R4, R7	100kΩ SMD (6szt)
R2, R3, R5, R6, R8, R9	10kΩ SMD (12szt)
R10	zwora
T1-T3	tranzystor PNP SMD (6szt)
T4-T6	tranzystor NPN SMD (6szt)
Płytką drukowaną stop lutowniczy (cyna) o średnicy 0,5mm	

Uwaga! Bateria CR2032 nie wchodzi w skład kitu AVT-2377

Komplet zawierający podwójną ilość podzespołów i płytek do wszystkich trzech projektów wchodzi w skład jednego zestawu, dostępnego w sieci handlowej AVT jako kit AVT-2377.

Ciąg dalszy ze strony 15

Miedzianą plecionkę zdjętą z kabla ekranowanego należy nasycić kalafonią. Potem dotknąć do rozlutowanego połączenia i rozgrzać lutownicą - plecionka wciągnie cynę.

Praktycy mają jeszcze inne, ciekawe sposoby wylutowania elementów SMD, zwłaszcza układów scalonych. Na przykład używają jednego cienkiego drutu przeciągniętego pod układem scalonym. Rozgrzewanie kolejnych wyprowadzeń układu scalonego z jednoczesnym ciągnięciem drutu powoduje uwalnianie kolejnych nóżek.

Trochę trudności może być związanych z identyfikacją elementów. Rezystory SMD oznaczane są kodem, w którym dwie pierwsze cyfry są znaczące, trzecia określa ilość zer. Przykładowo oznaczenie

223 to rezystancja 22000Ω czyli 22kΩ

102 to 1000Ω czyli 1kΩ

474 to 470000Ω czyli 470kΩ

Podobnie jest z kondensatorami stałymi. O ile są oznaczone, pojemność wyrażana jest w pikofaradach, np.:

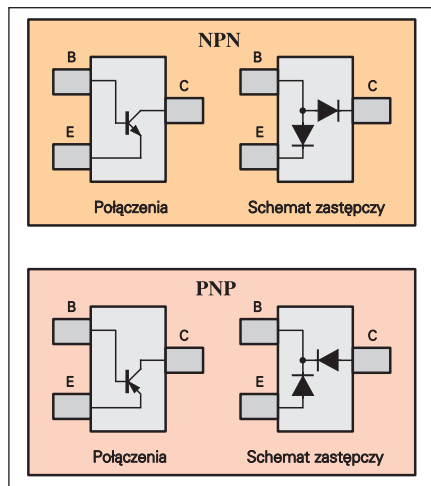
101 to 100pF

224 to 220000pF czyli 220nF

Wyjątkiem jest ostatnia cyfra 9, która oznacza nie dziewięć zer, tylko mnożnik x0,1, na przykład:

569 to 56 x 0,1 czyli 5,6pF

W razie wątpliwości, czy to jest rezystor, kondensator, a może diodzik, dany element można zmierzyć - wystarczy omomierz.



Rys. A. Tranzystory SMD

Tak samo w przypadku wątpliwości, czy jest to tranzystor NPN czy PNP, można go zmierzyć omomierzem, jak każdy inny tranzystor. Na **rysunku A** pokazano szkielet obudowy tranzystora w widoku z góry, zaznaczono wyprowadzenia i złącza.

W prezentowanych układach zastosowano zwykłe diody LED o średnicy 3mm, a nie diody LED w wersji SMD. Jest to związane z większym ryzykiem przegrzania miniaturowych "pchełek".

Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski

AVT wprowadza do oferty dwa zestawy startowe SMD

Zestaw startowy AVT-713 zawiera rezystory SMD:

Po 20 sztuk - 10-22-47-k10-k22-k47-1k5-2k2-3k3-4k7-6k8-15k-22k-33k-47k-68k-220k-470k-1M

Po 50 sztuk - 1k-10k-100k

Cena 11 zł netto.

Zestaw startowy AVT-714 zawiera kondensatory SMD:

Po 10 sztuk - 100p-220p-470p-1n-2n-2n-4n-7-10n-22n-47n-100n-220n

Po 5 sztuk - 1u/16V-10u/16V

Cena 16 zł netto.

Zestawy te można zamawiać w Dziale Handlowym AVT.

KONKURS SMD

Na drugą część konkursu SMD, ogłoszonym w EdW 2/99 napłynęło wiele listów z propozycjami dotyczącymi zestawów startowych SMD i układów zrealizowanych z elementami SMD.

Najciekawsze listy i propozycje nadesłał: **Bartłomiej Gross** z Malborka, **Maciej Ciechowski** z Gdyni, **Wiesław Kusek** z Mielca, **Hubert Patyna** z Kielca i **Marcin Korytowski** z Mławy.

Wymienieni koledzy otrzymują nagrody w postaci elementów SMD.