

W chwili, gdy piszę te słowa, wakacje powoli chylą się ku końcowi. Jedni zaczynają już rozglądać się za szkolnymi przyborami, książkami i plecakami, inni starają się jeszcze złapać ostatnie ciepłe promienie letniego słońca. Pozostała część społeczeństwa z zapalem tropi pumy, które dziwnym trafem rozpieczętowały się od gór po doliny naszego jakże bogatego we florę i faunę kraju. Cóż, któż by przypuszczał!

Żarty żartami, ale uwagi i ostrożności nigdy za wiele, bo puma to jednak dzięki zwierzę, a zawsze lepiej zapobiegać niż uciekać – czy jakoś tak. Zresztą przed dzikim kotem pokazanych rozmiarów uciec raczej i tak nie mielibyśmy większych szans.

My jednak zajmiemy się czymś zupełnie innym. Na zakończenie wakacji sprawimy porządnego psikusa komuś, kogo być może poznaliśmy na wakacyjnym obozie, kolonii albo podczas jednej z letnich wypraw. I oczywiście wykorzystamy do tego elektronikę!

Zanim jednak chwycimy za lutownicę, ustalmy jedną bardzo ważną zasadę. Dobry psikus powinien być życzliwy i serdeczny. Ma wywołać uśmiech po obu stronach i stać się pretekstem do wspólnej zabawy. Kończy się dokładnie w tym momencie, w którym dla drugiej osoby przestaje być zabawną. Nie robimy niczego na przekór czyjejś narastającej frustracji ani kosztem czyjegóż dobrego samopoczucia.

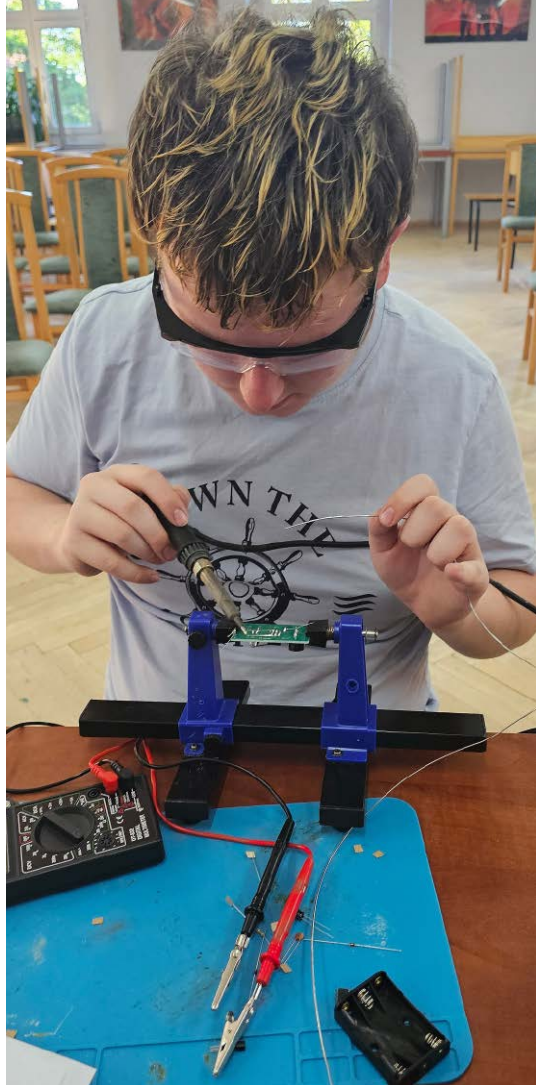
W końcu my, elektronicy, jesteśmy przede wszystkim od budowania, a nie niszczenia. Budujemy urządzenia, układy i konstrukcje, ale możemy też budować coś znacznie ważniejszego – dobre relacje z innymi ludźmi. A skoro już mamy wybór, bądźmy inżynierami właśnie tych najlepszych i najpiękniejszych relacji.

I dopiero teraz możemy zabrać się za budowę urządzenia, które – użyte z głową i poczuciem humoru – pozwoli nam sprawić komuś naprawdę niezłego psikus, a przy tym zapewni masę frajdy. Koniecznie wzajemnej!

A przechodząc do sedna sprawy... czy zdarzyło Ci się kiedyś usłyszeć w pokoju jakiś dziwny dźwięk i nie móc ustalić, skąd właściwie dochodzi? Krótkie „piip”, potem cisza. Rozglądasz się – nic. Po chwili znowu „piip”. Zaczynasz szukać, ale gdy zapalasz światło, tajemniczy dźwięk znika. Wyłączasz je i po pewnym czasie... znowu to samo.

Jeżeli brzmi to jak dobry materiał na wspomnianego, niewinnego psikus, to trafiłeś idealnie, bo podczas naszych zajęć zbudujemy urządzenie, którego konstruktorzy nawet nie próbują udawać, że ma jakieś poważne zastosowanie. Jego zadanie jest jedno: robić znajomym dowcipy. Tak przynajmniej przedstawia je oryginalna instrukcja zestawu.

Cały pomysł jest bardzo prosty. Pipek co pewien czas wydaje krótki, piskliwy dźwięk. Jest jednak pewien haczyk – robi to tylko w ciemności. Gdy zrobi się jasno, urządzenie milknie. Dzięki temu osoba próbująca odnaleźć źródło tajemniczego pisku może mieć z tym niemały problem.

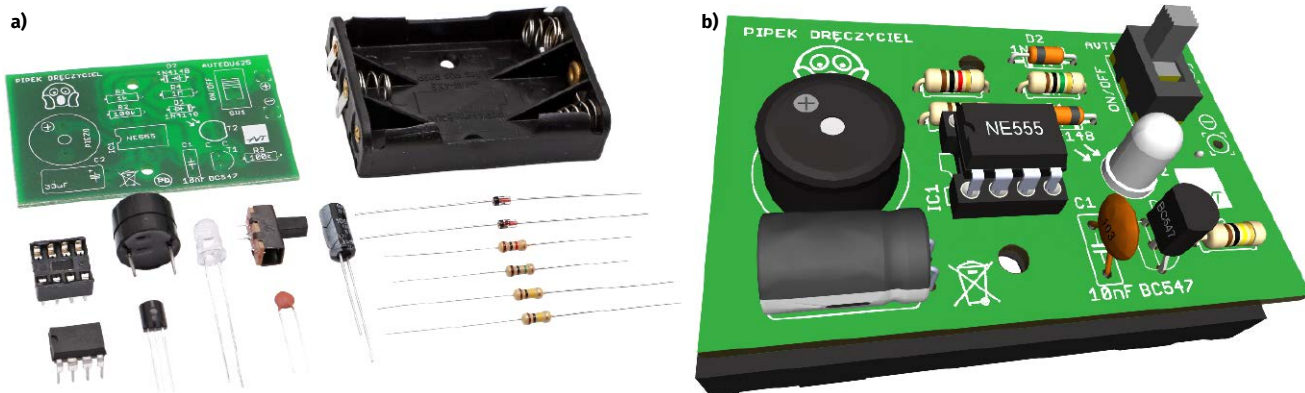


Fotografia 1. Dawid to bez wątpienia największy entuzjasta naszych zajęć – właśnie montuje układ, dzięki któremu już wkrótce sprawi znajomym niejednego psikus. Młodzi Entuzjaści Elektroniki, Szkoła Podstawowa nr 86, Wrocław

Wystarczy bowiem zapalić światło, aby Pipek zupełnie zamilkł.

Co zbudujemy tym razem?

Bohaterem tego odcinka będzie zestaw AVTEDU625: Pipek dręczyciel – reaktywacja. To niewielki układ elektroniczny zasilany trzema bateriami AAA, wyposażony w fototranzystor wykrywający poziom



Rysunek 1. Pipek dręczyciel – reaktywacja (kod AVTEDU625), a) zestaw do samodzielnego złożenia; b) zmontowany układ

Wykaz elementów:

Rezystory:

R1: 1 kΩ (brązowy-czarny-czerwony-żółty)
R2, R3: 100 kΩ (brązowy-czarny-żółty-żółty)
R4: 1 MΩ (brązowy-czarny-zielony-żółty)

Kondensatory:

C1: 10 nF (może być opisany jako 103 lub 0.01)
C2: 33 μF (elektrolityczny na napięcie 6,3 V lub wyższe)

Półprzewodniki:

D1, D2: 1N4148
T1: BC547 (lub podobny tranzystor NPN)
T2: fototranzystor
IC1: układ NE555 + podstawka DIL8

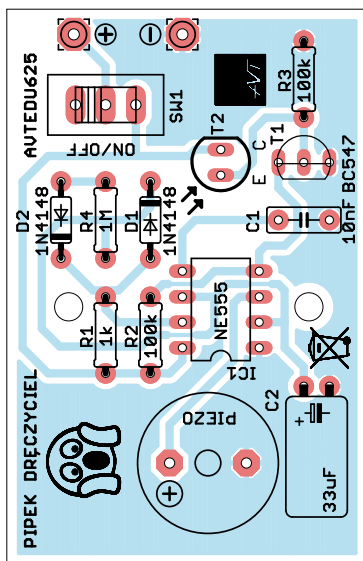
Pozostałe:

PIEZO: sygnalizator akustyczny piezoelektryczny (buzzer aktywny)
SW1: przełącznik suwakowy typu SS02-12F20
Koszyk baterii: 3 × AAA

oświetlenia oraz sygnalizator piezoelektryczny, który jest źródłem charakterystycznego dźwięku.

Sercem urządzenia jest popularny układ scalony NE555. Towarzyszy mu zaledwie kilka rezystorów, dwa kondensatory, tranzystor BC547, dwie diody 1N4148 i fototranzystor. Mimo tak niewielkiej liczby elementów powstaje urządzenie reagujące na otoczenie – zachowuje się inaczej w świetle, a inaczej w ciemności.

Wszystko to sprawia, że Pipek jest ciekawym – wręcz idealnym – projektem na nasze zajęcia. Oprócz regularnego treningu lutowania stanie się czymś, co ma szansę konstruktywnie zaabsorbować nie tylko żadną nową wiedzę intelekt, lecz także również żadnego przygód wewnętrznego dziecka, którego – jak ufam – nosi w sobie każda i każdy z nas. I tego, żebyśmy nigdy z tego wewnętrznego dziecka nie wyrosli, szczerze nam wszystkim, a także sobie, na wszystkie przyszłe lata życząc.



Rysunek 2. Schemat montażowy układu

A teraz, już bez przeciągania, zabieramy się do działania, a przy okazji możemy snuć rozważania, komu też sprawimy pierwszego psikusa. Zestaw do samodzielnego złożenia pokazano na **rysunku 1a**, natomiast na **rysunku 1b** zaprezentowano układ gotowy do użycia.

Schemat montażowy

Schemat montażowy to rysunek, który pokazuje, gdzie dokładnie na płytce drukowanej należy umieścić każdy z elementów zestawu. Dzięki niemu łatwo odnaleźć właściwe miejsce dla rezystorów, kondensatorów, diod, układów scalonych i innych podzespołów, ponieważ wszystkie komponenty są oznaczone takimi samymi desygntorami na schemacie montażowym, liście elementów oraz schemacie ideowym. Ułatwia to bezbłędne i szybkie składanie układu, nawet osobom początkującym. Schemat montażowy pomaga również uniknąć pomyłek, takich jak wlutowanie elementu w niewłaściwe miejsce lub ustawienie go w niewłaściwej orientacji. Schemat montażowy, który dodatkowo pokazuje układ ścieżek i padów, bardzo pomaga w kontroli poprawności wykonanych połączeń lutowanych. Dzięki temu łatwo ustalić, czy połączenia pomiędzy sąsiednimi polami są przewidziane w projekcie, czy też powstały przez pomyłkę, na przykład na skutek przypadkowego zwarcia ich cyną podczas nieostrożnego lutowania. Taki podgląd znacząco ułatwia wykrywanie błędów i zwiększa pewność, że układ został zmontowany prawidłowo. Schemat montażowy pokazano na **rysunku 2**.

Montaż rezystorów

Zgodnie z informacjami z listy elementów przylutuj do płytki rezystory o określonych wartościach rezystancji na odpowiednich pozycjach na płytce drukowanej. Przed przystąpieniem do tej czynności zapoznaj się ze wskazówkami poniżej.

- Rezystor jest elementem, który ogranicza przepływ prądu w obwodzie elektrycznym. Dzieje się tak dlatego, że ma on określoną rezystancję – właściwość powodującą spadek napięcia podczas przepływu prądu. Energia elektryczna zamienia się w nim w ciepło, co jest naturalnym skutkiem przepływu prądu przez rezystancję.
- Rezystor nie ma biegunowości – działa tak samo niezależnie od kierunku przepływu prądu. Dlatego podczas jego montażu na płytce nie trzeba zwracać uwagi na orientację. Ważne jest jedynie, aby w danym miejscu umieścić

Zanim przystąpisz do montażu, zapoznaj się z instrukcjami dostępnymi online:



Lutowanie komponentów przewlekanych do płytki drukowanej

<https://elportal.pl/files/2026/02/15/3678-lutowanie-komponentow-przewlekanych-do-plytki-drukowanej.pdf>



Montaż przyjazny naprawom + Przycinanie nadmiaru wyprowadzeń

<https://elportal.pl/files/2026/02/15/3679-montaz-przyjazny-naprawom-przycinanie-nadmiaru-wyprowadzen.pdf>



Zagadnienia BHP związane z lutowaniem

<https://elportal.pl/files/2026/02/15/3680-zagadnienia-bhp-zwiazane-z-lutowaniem.pdf>



Zagadnienia BHP związane z przycinaniem nadmiaru wyprowadzeń

<https://elportal.pl/files/2026/02/15/3681-zagadnienia-bhp-zwiazane-z-przycinaniem-nadmiaru-wyprowadzen.pdf>

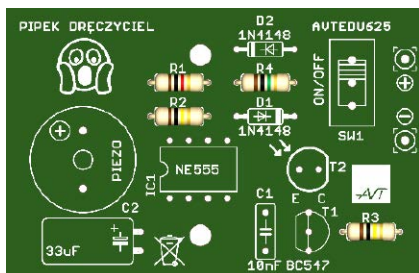


Zagadnienia BHP związane z uruchamianiem zmontowanego układu

<https://elportal.pl/files/2026/02/15/3682-zagadnienia-bhp-zwiazane-z-uruchamianiem-zmontowanego-ukladu.pdf>

rezystor o właściwej wartości. Kierunek jego montażu pozostaje dowolny.

- Rezystory są zazwyczaj jednymi z najniższych elementów montowanych na płytce drukowanej. Ich przylutowanie nie utrudnia późniejszego montażu wyższych komponentów, dlatego lutuje się je zazwyczaj w pierwszej kolejności.
- Spośród wszystkich komponentów znajdujących się w zestawie wyodrębnij rezystory i odłóż je na osobną stertę.
- Pozostałe elementy odłóż na bok, a podczas montażu sięgaj wyłącznie po kolejne rezystory z wcześniej przygotowanej sterty.
- Za każdym razem, gdy weźmiesz do ręki kolejny rezystor, zmierz jego wartość za pomocą multimetru ustawionego w tryb omomierza. Odczytaną rezystancję zapamiętaj.
- Jeśli pomiar rezystorów sprawia Ci trudność, poproś o pomoc kolegę lub osobę prowadzącą zajęcia. Gdy masz dostęp do internetu, możesz też skorzystać z instrukcji dostępnej na stronie <https://elportal.pl/do-pobrania> – znajdziesz tam dokument „Pomiar wartości rezystorów za pomocą multimetru”, przygotowany jako materiał uzupełniający do EdW 11/2024.
- Na dołączonej do zestawu liście elementów odszukaj zmierzoną wcześniej wartość rezystancji (w Ω , k Ω lub M Ω), a następnie odczytaj desygnator lub desygnatory przypisane do tej wartości.
- Zegnij wyprowadzenia rezystora i umieść go w płytce (**rysunek 3**) w miejscu oznaczonym właściwym desygmatorem.
- Zadbaj o to, aby każdy rezystor był włożony do płytki do końca i dobrze do niej przylegał. Estetyczny montaż nie tylko poprawia wygląd gotowego urządzenia, lecz także stabilizuje element w płytce, chroniąc go przed uszkodzeniami mechanicznymi, oraz ułatwia późniejszą diagnostykę i ewentualne naprawy.



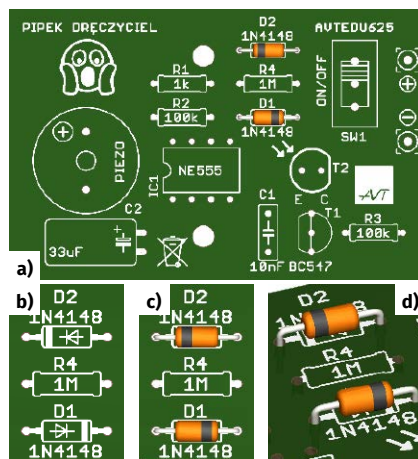
Rysunek 3. Rezystory o odpowiednich wartościach, oznaczone za pomocą kodu kolorowych pasków, zamontowane na właściwych pozycjach zgodnie z listą elementów

- Przylutuj element do płytki. Jeśli nie wiesz, jak to zrobić, lub chcesz upewnić się, że wykonujesz tę czynność prawidłowo, przeczytaj sekcję *Zanim przystąpisz do montażu...* oraz zapoznaj się z dostępnymi poradnikami, w szczególności z instrukcjami BHP.
- Usuń nadmiar wyprowadzeń za pomocą obcinaczek. Jeśli nie wiesz, jak to zrobić, lub chcesz upewnić się, że wykonujesz tę czynność prawidłowo, przeczytaj sekcję *Zanim przystąpisz do montażu...* oraz zapoznaj się z dostępnymi poradnikami, w szczególności z instrukcjami BHP.

Montaż diod sygnałowych

Zgodnie z informacjami z listy elementów przylutuj diody sygnałowe D2...D6 we wskazanych lokalizacjach. Przed przystąpieniem do tej czynności zapoznaj się ze wskazówkami poniżej.

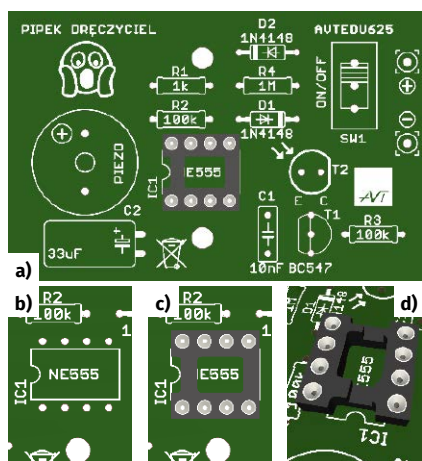
- Dioda sygnałowa jest elementem, który przewodzi prąd głównie w jednym kierunku, a blokuje jego przepływ w kierunku przeciwnym. Wynika to z właściwości złącza półprzewodnikowego, które przy odpowiedniej polaryzacji przewodzi, a przy odwrotnej – pozostaje zamknięte. Dzięki temu diody sygnałowe umożliwiają sterowanie kierunkiem przepływu prądu, ochronę układów oraz przetwarzanie sygnałów elektrycznych.
- Dioda ma biegunowość – przewodzi prąd tylko w jednym kierunku. Dlatego jej montaż na płytce wymaga zachowania właściwej orientacji. Na obudowie diody znajduje się pasek oznaczający katodę, który musi być ustawiony zgodnie z oznaczeniem na płytce drukowanej. Umieszczenie diody w niewłaściwym kierunku spowoduje, że nie będzie ona prawidłowo działała w układzie.
- Diody sygnałowe są elementami o niewielkiej wysokości, dlatego również montuje się je we wczesnym etapie lutowania – zwykle tuż po rezystorach lub podstawkach. Dzięki temu płytka pozostaje stabilna, a diody nie utrudniają późniejszego montażu wyższych komponentów.
- Za każdym razem, gdy weźmiesz do ręki kolejną diodę, odczytaj jej oznaczenie na obudowie i porównaj je z informacją w liście elementów. Diody różnią się między sobą typami i parametrami, dlatego ważne jest, aby upewnić się, że właściwa dioda zostanie



Rysunek 4. a) lokalizacja elementów na płytce; b) obrisy komponentów na płytce PCB z uwzględnieniem kierunku polaryzacji; c), d) poprawny montaż tych elementów z uwzględnieniem kierunku

zamontowana we właściwym miejscu na płytce.

- Warto zadbać o to, aby każda dioda była włożona do płytki do końca i dobrze do niej przylegała. Estetyczny montaż nie tylko poprawia wygląd gotowego urządzenia, lecz także stabilizuje element w płytce, chroniąc go przed uszkodzeniami mechanicznymi, oraz ułatwia późniejszą diagnostykę i ewentualne naprawy.
- Jeśli rozpoznawanie typów diod sprawia Ci trudność, poproś o pomoc kolegę lub osobę prowadzącą zajęcia. Możesz też spróbować poszukać informacji na ten temat w Internecie, w książkach lub u agentów AI – pod warunkiem, że masz taką możliwość i potrafisz zweryfikować wiarygodność informacji z tych źródeł.
- Zegnij wyprowadzenia diody i umieść ją w płytce (**rysunek 4**) w miejscu oznaczonym właściwym desygmatorem, pamiętając o zachowaniu jej orientacji (patrz wyżej).
- Przylutuj element do płytki. Jeśli nie wiesz, jak to zrobić, albo chcesz upewnić się, że wykonujesz tę czynność prawidłowo, przeczytaj sekcję *Lutowanie komponentów przewlekanych do płytki drukowanej*. Nieco poniżej znajdziesz również informacje, jak wykonać tę czynność w sposób bezpieczny dla siebie i pozostałych uczestników zajęć.
- Usuń nadmiar wyprowadzeń za pomocą obcinaczek. Jeśli nie wiesz, jak to zrobić, albo chcesz upewnić się, że wykonujesz tę czynność prawidłowo, przeczytaj sekcję *Przycinanie nadmiaru wyprowadzeń*. Nieco poniżej znajdziesz również informacje, jak wykonać



Rysunek 5. a) lokalizacja podstawki na płytce; b), c), d) poprawny montaż tego elementu z uwzględnieniem kierunku

tę czynność w sposób bezpieczny dla siebie i pozostałych uczestników zajęć.

Montaż podstawki pod układ scalony

Przylutuj do płytki podstawkę pod układ IC1. Przed przystąpieniem do tej czynności zapoznaj się ze wskazówkami poniżej.

- Podstawka pod układ scalony przewodzi prąd pomiędzy wyprowadzeniami układu a ścieżkami na płytce, ale sama w sobie nie pełni żadnej aktywnej funkcji elektrycznej – nie zmienia sygnałów, nie wzmacnia ich ani nie ogranicza. Jej głównym zadaniem jest zapewnienie wygodnego, bezpiecznego i wielokrotnego montażu układu scalonego bez ryzyka uszkodzenia jego wyprowadzeń lub pól lutowniczych na płytce. Podstawka umożliwia między innymi łatwą wymianę układu scalonego w razie jego uszkodzenia lub pomyłki podczas montażu.
- Podstawka pod układ scalony nie ma biegunowości w sensie elektrycznym, ale ma określoną orientację montażową. W jej obudowie znajduje się znacznik (najczęściej wycięcie lub kropka), który musi być ustawiony zgodnie ze znakiem na płytce drukowanej (rysunek 5). Prawidłowa orientacja podstawki jest konieczna, aby później poprawnie włożyć do niej układ scalony.
- Podstawki pod układy scalone należą do elementów o średniej wysokości, dlatego zazwyczaj montuje się je po przylutowaniu najniższych komponentów, takich jak rezystory. Dzięki temu płytka pozostaje stabilna, a podstawka nie zasłania dostępu do miejsc montażowych

przeznaczonych dla pozostałych elementów.

- Przylutuj element do płytki. Jeśli nie wiesz, jak to zrobić, lub chcesz upewnić się, że wykonujesz tę czynność prawidłowo, przeczytaj sekcję *Zanim przystąpisz do montażu...* oraz zapoznaj się z dostępnymi poradnikami, w szczególności z instrukcjami BHP.
- Podczas lutowania pinów do płytki staraj się, by pomiędzy lutowanymi wyprowadzeniami nie powstały niechciane połączenia, czyli zwarcia, zwane również mostkami lutowniczymi. Jeśli podczas lutowania pojawiają się zwarcia, najłatwiej będzie, trzymając płytkę jedną ręką, ustawić ją pod kątem prostym względem blatu. Następnie należy ponownie podgrzać połączone pola lutownicze oraz przy pomocy grotu lutownicy i siły grawitacji pozwolić nadmiarowi cyny spłynąć na blat. Dzięki temu uwolnisz pady podstawki od zwarć.
- W przypadku podstawek nie ma potrzeby przycinania wyprowadzeń. Po przylutowaniu pozostaw je w oryginalnej długości.

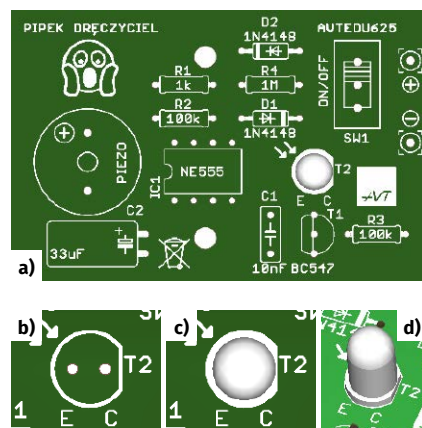
Montaż fototranzystora

Zgodnie z informacjami z listy elementów na odpowiedniej pozycji i pamiętając o właściwej polaryzacji przylutuj fototranzystor T2. Przed przylutowaniem fototranzystora do płytki zapoznaj się ze wskazówkami poniżej.

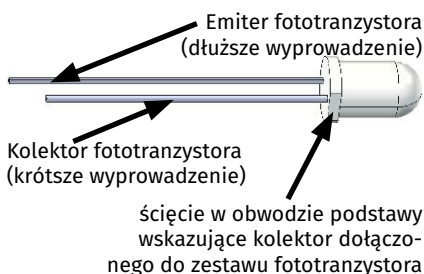
- Fototranzystor to element światłoczuły, którego działanie można porównać do zwykłego tranzystora, ale takiego sterowanego światłem. Padające na niego światło powoduje przepływ prądu między kolektorem a emitorem. Im silniejsze jest oświetlenie, tym większy może być ten prąd. Dzięki temu fototranzystory stosuje się między innymi do wykrywania światła, cienia lub zmian natężenia oświetlenia.
- Fototranzystor może wyglądać niemal identycznie jak zwykła dioda LED. Szczególnie łatwo pomylić go z diodą LED w przezroczystej, bezbarwnej obudowie o średnicy 5 mm. Podobny wygląd nie oznacza jednak podobnego działania – dioda LED emituje światło, natomiast fototranzystor je wykrywa. Dlatego przed montażem warto upewnić się, że wybrany został właściwy element.
- Fototranzystory różnią się między sobą parametrami, między innymi czułością,

zakresem wykrywanych długości fal oraz prądem kolektora uzyskiwanym przy określonym oświetleniu. Z tego powodu nie każdy typ fototranzystora będzie prawidłowo pracował w każdym układzie. Zastosowanie elementu o zbyt małej czułości może sprawić, że układ będzie reagował dopiero na bardzo silne światło albo nie zadziała wcale. Dlatego podczas montażu należy stosować typ podany w liście elementów lub jego sprawdzony zamiennik o odpowiednich parametrach.

- Chociaż fototranzystor jest szczególnym przypadkiem tranzystora, często ma tylko dwie nóżki – kolektor i emiter. W zwykłym tranzystorze trzecim wyprowadzeniem jest baza, do której doprowadza się prąd sterujący. W fototranzystorze jej rolę pełni padające światło, dlatego w wielu popularnych fototranzystorach baza nie jest wyprowadzona na zewnątrz. Nie oznacza to więc, że „brakuje” jednej nóżki – taka konstrukcja jest całkowicie prawidłowa.
- Fototranzystor należy zamontować we właściwym kierunku, ponieważ jego wyprowadzenia nie są zamienne. W typowej obudowie przypominającej diodę LED jedna nóżka jest dłuższa od drugiej, jednak nie należy bez sprawdzenia przyjmować zasad obowiązujących dla diod LED. Przyporządkowanie dłuższej i krótszej nóżki do kolektora i emitera może zależeć od konkretnego typu fototranzystora. Przed montażem należy więc sprawdzić jego dokumentację oraz oznaczenia na płytce drukowanej.



Rysunek 6. a) lokalizacja fototranzystora na płytce; b), c), d) poprawny montaż tego elementu z uwzględnieniem jego obrotu (zwróć uwagę na fragment prostej linii w obrysie fototranzystora dołączonego do zestawu, wskazujący kolektor)



Rysunek 7. Opis wyprowadzeń fototranzystora dołączonego do zestawu (dłuższe wyprowadzenie jest emiterym, natomiast krótsze – kolektorem)

Do zestawu dołączono element, którego dłuższa nóżka jest emiterym, a krótsza – kolektorem (rysunek 7).

- Podczas montażu trzeba również zwrócić uwagę na ustawienie fototranzystora. Jego światłoczuła część powinna być skierowana w stronę, z której ma docierać światło. Jeśli element ma reagować na oświetlenie otoczenia lub zasłonięcie dłonią, nie powinien być przesłonięty przez inne elementy płytki ani zamontowany w sposób ograniczający dostęp światła.
- Ze względu na podobieństwo do diod LED fototranzystor najlepiej od razu odłożyć osobno i nie mieszać go z pozostałymi elementami w przezroczystych obudowach. Pozwoli to uniknąć pomyłki, która może być trudna do zauważenia po przyłutowaniu elementów do płytki.
- Jeśli upewniłeś się co do właściwej polaryzacji, przylutuj element do płytki. Jeśli nie wiesz, jak to zrobić, lub chcesz upewnić się, że wykonujesz tę czynność prawidłowo, przeczytaj sekcję *Zanim przystąpisz do montażu...* oraz zapoznaj się z dostępnymi poradnikami, w szczególności z instrukcjami BHP.
- Usuń nadmiar wyprowadzeń za pomocą obcinaczek. Jeśli nie wiesz, jak to zrobić, lub chcesz upewnić się, że wykonujesz tę czynność prawidłowo, przeczytaj sekcję *Zanim przystąpisz do montażu...* oraz zapoznaj się z dostępnymi poradnikami, w szczególności z instrukcjami BHP.

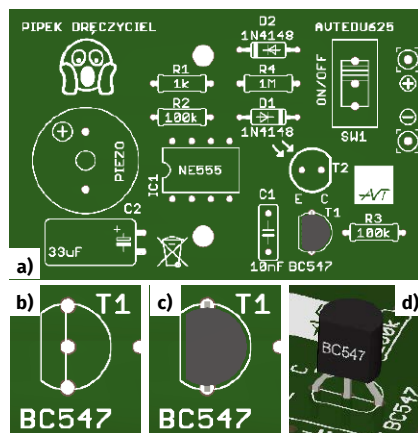
Montaż tranzystora

Zgodnie z informacjami z listy elementów przylutuj tranzystor NPN (T1) we wskazanej lokalizacji. Przed przystąpieniem do tej czynności zapoznaj się ze wskazówkami poniżej.

- Tranzystor bipolarny (BJT) to element elektroniczny, który umożliwia sterowanie przepływem prądu.

Może wzmacniać sygnały, włączać lub wyłączać obwody, a także pełnić rolę klucza sterującego innymi elementami, takimi jak diody LED, przekaźniki czy brzęczyki.

- Istnieją dwa podstawowe typy tranzystorów: NPN i PNP. Choć na pierwszy rzut oka mogą wyglądać identycznie, nie są zamienne. Każdy z nich pracuje w inny sposób i wymaga innego sposobu podłączenia. Montaż tranzystora PNP w miejscu przewidzianym dla NPN (lub odwrotnie) spowoduje, że układ nie zadziała, a w najgorszym wypadku element ulegnie uszkodzeniu. Zawsze sprawdź w liście elementów, jaki typ tranzystora ma znaleźć się w danej lokalizacji.
- Tranzystor ma trzy wyprowadzenia: bazę, kolektor i emiter. Ich rozmieszczenie zależy od typu i producenta, dlatego przed montażem koniecznie porównaj układ nóżek z oznaczeniem na płytce oraz z dokumentacją elementu. Włożenie tranzystora w niewłaściwej orientacji uniemożliwi jego poprawne działanie. Jeśli chcesz zastosować zamiennik, zachowaj szczególną ostrożność.
- Ponieważ tranzystory mają określony kształt obudowy (najczęściej półokrągły z jednej strony), ważne jest ich prawidłowe ustawienie. Należy włożyć je do płytki tak, aby płaska i zaokrąglona część obudowy dokładnie odpowiadały oznaczeniu na PCB. Niesymetryczny kształt obudowy wraz z odpowiednim obrysem komponentu na płytce pozwala uniknąć pomyłek oraz ułatwia montaż i późniejsze serwisowanie układu.
- Tranzystory należy montować po elementach najniższych, takich jak rezystory i diody, ale przed komponentami wysokimi (np. elektrolitami czy złączami). Dzięki temu ich nóżki będą łatwo dostępne do lutowania, a obudowa będzie stabilna podczas ustawiania w odpowiedniej pozycji.
- Zadbaj o estetyczny montaż tranzystora. Jego obudowa powinna być ustawiona pionowo, a wyprowadzenia równomiernie dociśnięte do płytki. Przechylony tranzystor nie tylko wygląda nieestetycznie, ale jest też bardziej narażony na uszkodzenia mechaniczne.
- Po umieszczeniu tranzystora w płytce delikatnie odegnij jego dwie skrajne nóżki, aby nie wypadł podczas



Rysunek 8. a) lokalizacja elementu na płytce; b), c), d) poprawny montaż tego elementu z uwzględnieniem jego obrotu

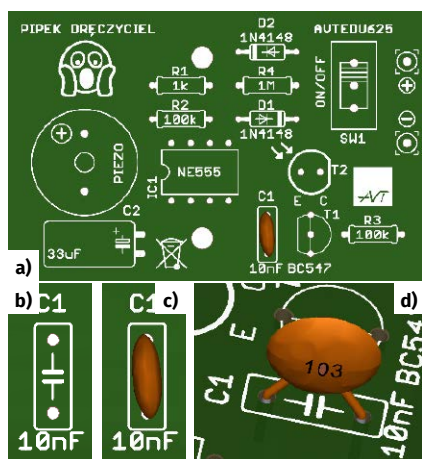
lutowania. Następnie przylutuj środkową nóżkę, ustaw do pionu dwie skrajne i je również przylutuj. Lutując, pamiętaj, aby nie przegrzewać wyprowadzeń – nadmierna temperatura może skrócić żywotność elementu.

- Jeśli chcesz upewnić się, że czynność lutowania wykonujesz prawidłowo, przeczytaj sekcję *Lutowanie komponentów przewlekanych do płytki drukowanej*. Nieco poniżej znajdziesz również informacje, jak wykonać tę czynność w sposób bezpieczny dla siebie i pozostałych uczestników zajęć.
- Usuń nadmiar wyprowadzeń za pomocą obcinaczek. Jeśli nie wiesz, jak to zrobić, albo chcesz upewnić się, że wykonujesz to prawidłowo, przeczytaj sekcję *Przycinanie nadmiaru wyprowadzeń*. Nieco poniżej znajdziesz również informacje, jak wykonać tę czynność w sposób bezpieczny dla siebie i pozostałych uczestników zajęć.

Montaż kondensatora ceramicznego

Zgodnie z informacjami z listy elementów przylutuj dostępny w zestawie kondensator stały we wskazanej lokalizacji. Przed przystąpieniem do tej czynności zapoznaj się ze wskazówkami poniżej.

- Kondensator stały (na przykład foliowy lub ceramiczny) to element elektroniczny służący do magazynowania ładunku elektrycznego. W układach może pełnić wiele funkcji: filtrować zakłócenia, stabilizować pracę obwodów, blokować składową stałą lub współpracować z rezystorami w układach czasowych.
- Kondensatory stałe w większości przypadków nie mają biegunowości,



Rysunek 9. Lokalizacja elementu na płytce oraz jego poprawny montaż. Element dostarczony w zestawie może różnić się typem, obudową oraz kolorem od tego pokazanego na rysunku

co oznacza, że można je montować w dowolną stronę. Wyjątkiem są rzadko spotykane konstrukcje oznaczone dodatkowym paskiem lub symbolem elektrody zewnętrznej – jeśli takie oznaczenie występuje, należy postępować zgodnie z opisem w dokumentacji. W typowych projektach edukacyjnych kondensatory foliowe można traktować jako elementy niepolaryzowane.

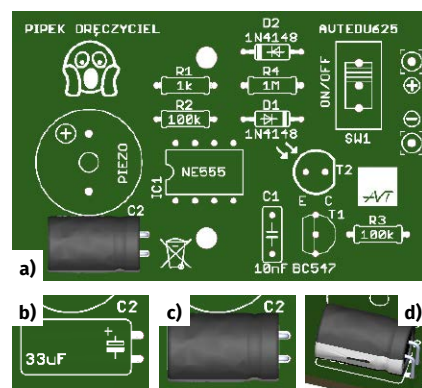
- Przed montażem sprawdź zgodność pojemności kondensatora z miejscem, w którym ma zostać zamontowany. Odczytaj oznaczenie z jego obudowy i porównaj je z informacją w liście elementów. Zapoznaj się także z komentarzem dotyczącym sposobów oznaczania pojemności kondensatorów, zamieszczonym w liście – ułatwi to prawidłową identyfikację każdego elementu.
- Kondensatory foliowe mają zwykle dość sztywną obudowę i proste wyprowadzenia, dlatego łatwo je ustawić w odpowiedniej pozycji. Warto dopilnować, aby były ustawione prostopadle do płytki i dobrze do niej przylegały. Estetyczny montaż nie tylko poprawia wygląd gotowego urządzenia, ale również ułatwia późniejszą diagnostykę i ewentualne naprawy.
- Kondensatory stałe zalicza się do elementów średniej wysokości, dlatego montuje się je po elementach najniższych (rezystorach, diodach) i tranzystorach, a przed wysokimi kondensatorami elektrolitycznymi, przekaźnikami czy złączami. Taka kolejność zapewnia stabilne ułożenie płytki oraz dobry dostęp podczas wkładania komponentów do płytki i ich lutowania.

- Po włożeniu kondensatora do odpowiednich otworów delikatnie odchyl jego wyprowadzenia, aby nie wypadł przy odwracaniu płytki. Jeśli wyprowadzenia są odpowiednio sztywne, wystarczy niewielkie zagięcie pod kątem kilku stopni.
- Przylutuj element do płytki. Jeśli nie wiesz, jak to zrobić, albo chcesz upewnić się, że wykonujesz to prawidłowo, przeczytaj sekcję *Lutowanie komponentów przewlekanych do płytki drukowanej*. Nieco poniżej znajdziesz również informacje, jak wykonać tę czynność w sposób bezpieczny dla siebie i pozostałych uczestników zajęć.
- Usuń nadmiar wyprowadzeń za pomocą obcinaczek. Jeśli nie wiesz, jak to zrobić, albo chcesz upewnić się, że wykonujesz to prawidłowo, przeczytaj sekcję *Przycinanie nadmiaru wyprowadzeń*. Nieco poniżej znajdziesz również informacje, jak wykonać tę czynność w sposób bezpieczny dla siebie i pozostałych uczestników zajęć.

Montaż kondensatora elektrolitycznego

Zgodnie z informacjami z listy elementów przylutuj kondensator elektrolityczny w odpowiedniej pojemności we wskazanej lokalizacji. Przed przystąpieniem do tej czynności zapoznaj się ze wskazówkami poniżej.

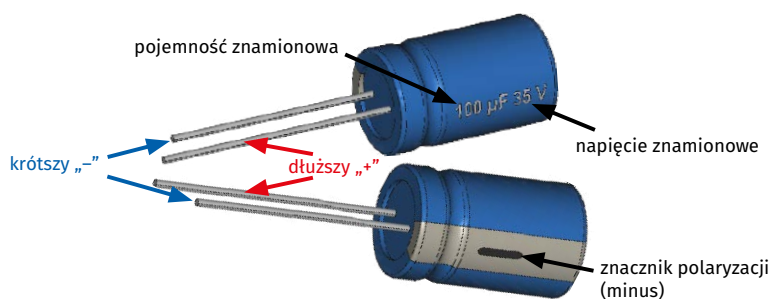
- Kondensator elektrolityczny to element spolaryzowany, który może magazynować stosunkowo duży ładunek elektryczny i pełnić w układzie różne funkcje: stabilizować napięcie, wygładzać tętnienia, filtrować zakłócenia lub dostarczać krótkotrwałych impulsów prądowych. Dzięki dużej pojemności w niewielkiej obudowie jest często stosowany w zasilaczach i układach energoelektronicznych.
- Kondensatory elektrolityczne mają zawsze określoną biegunowość. Na obudowie znajduje się wyraźne oznaczenie minusa (zwykle biała pasek), a dłuższa noga oznacza plus zasilania. Montaż odwrotny grozi uszkodzeniem kondensatora, a w skrajnych przypadkach nawet jego rozerwaniem (rozszczerzeniem i dezintegracją). Zawsze upewnij się, że plus i minus znajdują się we właściwych otworach na płytce.
- Przed montażem sprawdź zgodność pojemności i napięcia kondensatora z miejscem, w którym ma zostać umieszczony. Odczytaj nadruk



Rysunek 10. a) lokalizacja kondensatora elektrolitycznego na płytce; b), c), d) poprawny montaż tego elementu z uwzględnieniem poprawnej polaryzacji

z obudowy (na przykład „100 μ F/35 V”) i porównaj go z informacją w liście elementów.

- Kondensatory elektrolityczne są wysokimi elementami, dlatego montuje się je dopiero po wlutowaniu wszystkich niższych komponentów, takich jak rezystory, diody, tranzystory czy kondensatory foliowe. Taka kolejność ułatwia pracę oraz zapewnia stabilne oparcie płytki podczas lutowania.
- Po umieszczeniu kondensatora w otworach sprawdź jeszcze raz jego orientację. W przypadku elementów polaryzowanych warto wyrobić sobie nawyk podwójnego sprawdzania przed przylutowaniem – to pozwala uniknąć potencjalnie niebezpiecznych błędów.
- Aby kondensator nie wypadł podczas obracania płytki, delikatnie odchyl jego wyprowadzenia na zewnątrz. Wystarczy niewielkie odgięcie pod kątem kilku stopni. Zbyt silne zaginanie może utrudnić przycinanie nadmiaru wyprowadzeń, a także przyszyby ewentualny demontaż kondensatora.
- Przylutuj element do płytki. Jeśli nie wiesz, jak to zrobić, lub chcesz upewnić się, że wykonujesz tę czynność prawidłowo, przeczytaj sekcję *Zanim przystąpisz do montażu...* oraz zapoznaj się z dostępnymi poradnikami, w szczególności z instrukcjami BHP.
- **Pamiętaj o bezpieczeństwie. Kondensator elektrolityczny**



Rysunek 11. Na korpusie kondensatora elektrolitycznego odnajdziesz – między innymi – informacje o nominalnej pojemności oraz dopuszczalnym napięciu pracy a także znacznik polaryzacji

zamontowany odwrotnie lub podłączony do wyższego niż znamionowe napięcie może ulec uszkodzeniu, a nawet gwałtownie wybuchnąć. Dlatego przed pierwszym podłączeniem zasilania zawsze upewnij się, że został zamontowany poprawnie i ma właściwe parametry.

- Przed pierwszym podłączeniem napięcia do układu zawierającego kondensatory elektrolityczne obowiązkowo zakładaj okulary ochronne.

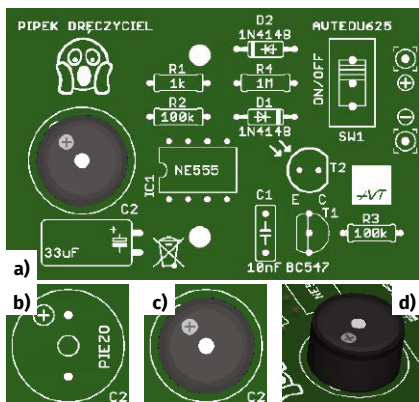
Montaż buzzera aktywnego piezo

Zgodnie z informacjami z listy elementów przylutuj buzzer aktywny, PIEZO we wskazanej lokalizacji. Przed przystąpieniem do tej czynności zapoznaj się ze wskazówkami poniżej.

- Aktywny buzzer piezoelektryczny jest elementem elektroakustycznym wyposażonym we własny układ generatora. W przeciwieństwie do buzzera pasywnego nie wymaga zewnętrznego sygnału zmiennego o określonej częstotliwości. Po podaniu właściwego napięcia stałego sam zaczyna generować dźwięk.
- Aktywny buzzer piezo ma biegunowość, dlatego podczas montażu należy

zwrócić uwagę na oznaczenia wyprowadzeń. Zazwyczaj na obudowie znajduje się znak „+”, który wskazuje wyprowadzenie dodatnie. Biegunowość powinna być zgodna z oznaczeniami na płytce drukowanej.

- Buzzery aktywne i pasywne mogą wyglądać bardzo podobnie, dlatego nie należy rozpoznawać ich wyłącznie po wyglądzie. Przed montażem sprawdź oznaczenia elementu oraz listę elementów zestawu. Najważniejsza różnica polega na tym, że prawidłowo zasilony buzzer aktywny wydaje dźwięk po podaniu napięcia stałego, natomiast buzzer pasywny wymaga odpowiedniego sygnału zmiennego.
- Aktywne buzzery różnią się między sobą między innymi dopuszczalnym napięciem zasilania, poborem prądu, częstotliwością generowanego dźwięku oraz jego głośnością. Nie każdy buzzer aktywny można więc bezpośrednio zastąpić innym. Należy zastosować typ przewidziany w projekcie lub sprawdzony zamiennik o odpowiednich parametrach.
- Buzzery aktywne są elementami dość wysokimi, dlatego montuje się je po elementach niskich, takich jak rezystory i diody, a przed elementami jeszcze wyższymi.
- Na dołączonej do zestawu liście elementów odszukaj buzzer aktywny, a następnie sprawdź jego desygnotor (np. BZ1, LS1, PIEZO) przypisany do konkretnego miejsca na płytce drukowanej.
- Umieść buzzer w płytce, zwracając uwagę na zgodność biegunowości z oznaczeniami na laminacie. Wyprowadzenia powinny przebiegać przez otwory swobodnie, bez użycia siły.
- Dociśnij buzzer do płytki, tak aby jego obudowa przylegała równo do laminatu. Zapewni to stabilność mechaniczną oraz estetyczny wygląd montażu.



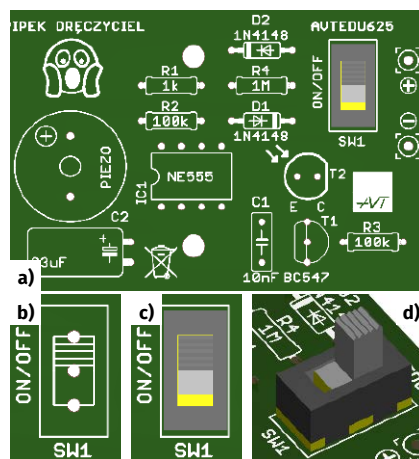
Rysunek 12. a) lokalizacja buzzera aktywnego piezo na płytce; b), c) i d) poprawny montaż tego elementu z uwzględnieniem polaryzacji

- Przylutuj element do płytki. Jeśli nie wiesz, jak to zrobić lub chcesz upewnić się, że wykonujesz tę czynność prawidłowo, przeczytaj sekcję *Zanim przystąpisz do montażu...* oraz zapoznaj się z dostępnymi poradnikami, w szczególności z instrukcjami BHP.
- Usuń nadmiar wyprowadzeń za pomocą obcinaczek. Jeśli nie wiesz, jak to zrobić lub chcesz upewnić się, że wykonujesz tę czynność prawidłowo, przeczytaj sekcję *Zanim przystąpisz do montażu...* oraz zapoznaj się z dostępnymi poradnikami, w szczególności z instrukcjami BHP.

Montaż przełącznika zasilania

Zgodnie z informacjami z listy elementów zamontuj przełącznik SW1 na wskazanej lokalizacji. Przed przystąpieniem do tej czynności zapoznaj się ze wskazówkami poniżej.

- Przełącznik zasilania SW1 to element, który przełącza połączenie pomiędzy pinem środkowym a jednym ze skrajnych, zależnie od położenia suwaka. W tego typu konstrukcji kierunek montażu nie ma żadnego znaczenia – niezależnie od tego, jak zostanie obrócony, będzie działał prawidłowo.
- Obrys na płytce PCB może zawierać dodatkowe linie symbolizujące położenie suwaka, ale służą one wyłącznie temu, by łatwo rozpoznać miejsce montażu. Nie są to oznaczenia biegunowości ani wymaganej orientacji.
- Włóż przełącznik do płytki tak, aby wszystkie trzy jego wyprowadzenia swobodnie przeszły na drugą stronę PCB. Piny przełącznika są sztywne i nie nadają się do wyginania, dlatego nie należy ich odchyłać w celu stabilizacji elementu.



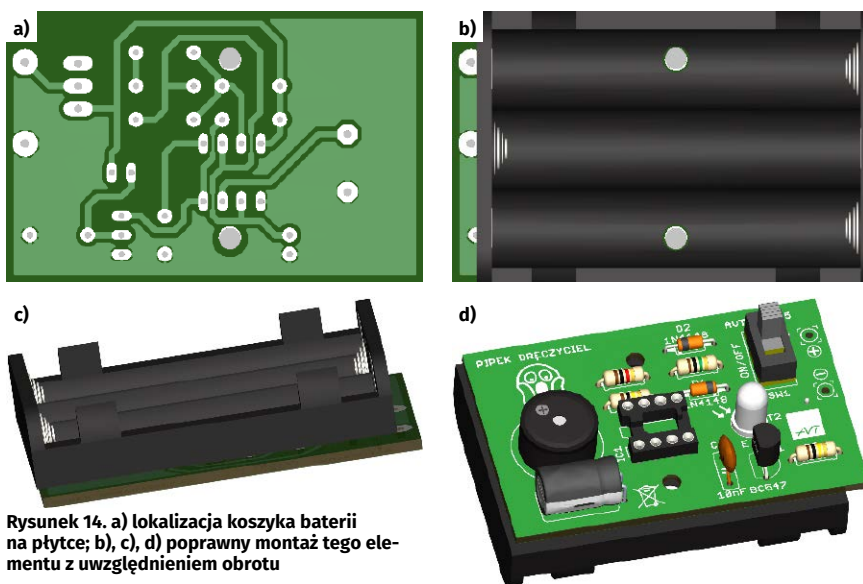
Rysunek 13. a) lokalizacja przełącznika na płytce; b), c) d) poprawny montaż tego elementu

- Ponieważ wyprowadzenia są sztywne, przełącznik trzeba przytrzymać podczas lutowania – można to zrobić ręką albo poprosić o pomoc kolegę lub opiekuna.
- Najpierw przylutuj środkowy pin przełącznika. Ten pojedynczy punkt lutowniczy pozwala ustabilizować komponent i kontrolować jego położenie względem płytki. Jeśli nie wiesz, jak to zrobić, lub chcesz upewnić się, że wykonujesz tę czynność prawidłowo, przeczytaj sekcję *Zanim przystąpisz do montażu...* oraz zapoznaj się z dostępnymi poradnikami, w szczególności z instrukcjami BHP.
- Po upewnieniu się, że przełącznik dobrze przylega do PCB, przylutuj pozostałe dwa wyprowadzenia. Dzięki temu unikniesz sytuacji, w której element zostanie przylutowany pod kątem lub z przerwą pomiędzy obudową a powierzchnią płytki.
- Prawidłowe luty powinny być gładkie, błyszczące i mieć kształt niewielkiego stożka. W przypadku wątpliwości przeczytaj sekcję *Zanim przystąpisz do montażu...* oraz zapoznaj się z dostępnymi poradnikami, w szczególności z instrukcjami BHP.
- Po zakończeniu montażu sprawdź mechaniczne działanie suwaka. Przełącznik powinien poruszać się lekko i wyraźnie wskazywać w dwie pozycje pracy.
- W przypadku tego typu przełącznika nie ma potrzeby przycinania jego wyprowadzeń. Po przylutowaniu pozostaw je w oryginalnej długości.

Montaż koszyka baterii

Zgodnie z informacjami z listy elementów zamontuj koszyk baterii na wskazanej lokalizacji. Przed przystąpieniem do tej czynności zapoznaj się ze wskazówkami poniżej.

- Koszyk na trzy baterie AAA służy do mechanicznego zamocowania baterii oraz doprowadzenia zasilania do układu. Dzięki niemu baterie można łatwo wymieniać bez konieczności lutowania, co jest szczególnie ważne w urządzeniach zasilanych bateryjnie.
- Przed zamocowaniem koszyka zwróć uwagę na jego orientację względem płytki PCB. Przewody zasilające lub blaszki stykowe powinny bez problemu sięgać do odpowiednich pól lutowniczych, a sam koszyk nie powinien zasłaniać innych elementów ani



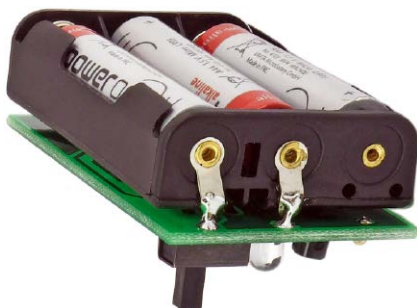
Rysunek 14. a) lokalizacja koszyka baterii na płytce; b), c), d) poprawny montaż tego elementu z uwzględnieniem obrotu

utrudniać dostępu do przełącznika, diod LED lub innych części urządzenia.

- Zanim trwale przytwierdzisz koszyk do płytki, np. za pomocą kleju, przeprowadź wszystkie testy działania układu. W przeciwnym razie ewentualna naprawa lub poprawienie błędów montażowych może być znacznie utrudnione. Koszyk przytwierdź na stałe dopiero po upewnieniu się, że układ działa prawidłowo, jako jeden z ostatnich etapów montażu.
 - Koszyk można zamocować do płytki PCB na kilka sposobów. Najtrwalszym rozwiązaniem jest przykręcenie go odpowiednimi wkrętami i nakrętkami. Jeśli nie ma takiej możliwości, można zastosować piankową taśmę dwustronną lub przykleić koszyk do płytki za pomocą kleju na gorąco. Stosując klej na gorąco zachowaj szczególną ostrożność (rysunek 16).
 - Przed przyklejeniem koszyka upewnij się, że powierzchnia płytki PCB jest czysta, sucha i odtłuszczona. Zapewni to dobrą przyczepność taśmy dwustronnej lub kleju.
 - Jeśli mocujesz koszyk za pomocą taśmy dwustronnej, po docięnięciu przytrzymaj go przez kilkanaście sekund. W przypadku kleju na gorąco odczekaj, aż całkowicie ostygnie i stwardnieje, zanim przejdziesz do dalszego montażu.
 - Przewody lub blaszki koszyka przylutuj do odpowiednich pól oznaczonych na płytce jako „+” i „-”.
- Do zamocowania koszyka najlepiej wykorzystać odcięte wyprowadzenia wcześniej przylutowanych elementów.

Po przełożeniu ich przez otwory w płycie i przylutowaniu ich do płytki, od strony elementów należy je również przylutować do wyprowadzeń koszyka. Takie rozwiązanie zapewnia solidne mocowanie elektryczne, a jednocześnie pozwala ponownie wykorzystać materiał, który zazwyczaj trafia do kosza.

- Baterie włóż do koszyka dopiero po zakończeniu montażu i sprawdzeniu poprawności wszystkich połączeń. Zmniejszy to ryzyko przypadkowego zwarcia lub uszkodzenia układu podczas lutowania.
- Z uwagi na swoje stosunkowo duże rozmiary mechaniczne koszyk baterii najlepiej lutować dopiero po zamontowaniu niższych elementów, takich jak rezystory czy podstawki pod układy scalone. Pozwala to zachować wygodny dostęp do pól lutowniczych i zmniejsza ryzyko przypadkowego zahaczenia grotem lutownicy o wyższy element.
- Jeśli koszyk jest przytwierdzany po stronie lutowania, weź pod uwagę, że nie będzie przylegał płasko do płytki, ponieważ w szczelinie między nim a płytką znajdują się końcówki wyprowadzeń przylutowanych elementów przewlekanych. Upewnij się, że wyprowadzenia te są całkowicie odizolowane od przewodów oraz innych metalowych elementów koszyka (
- Po umieszczeniu koszyka baterii zgodnie z informacjami powyżej, przylutuj element do płytki (fotografia 2). Jeśli nie wiesz, jak to zrobić lub chcesz upewnić się, że wykonujesz tę czynność

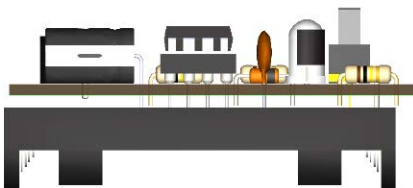


Fotografia 2. Poprawny montaż elektryczny koszyka baterii do płytki

prawidłowo, przeczytaj sekcję *Zanim przystąpisz do montażu...* oraz zapoznaj się z dostępnymi poradnikami, w szczególności z instrukcjami BHP.

- Usuń nadmiar wyprowadzeń za pomocą obcinaczek. Jeśli nie wiesz, jak to zrobić, lub chcesz upewnić się, że wykonujesz tę czynność prawidłowo, przeczytaj sekcję *Zanim przystąpisz do montażu...* oraz zapoznaj się z dostępnymi poradnikami, w szczególności z instrukcjami BHP.

Uwaga! Gorący klej również może powodować poważne oparzenia. W zależności od rodzaju wkładów temperatura kleju wypływającego z pistoletu wynosi



Rysunek 15. Szczelina między płytką a koszykiem musi pomieścić przylutowane do płytki fragmenty wyprowadzeń elementów przewlekanych, z tego powodu koszyk baterii nie będzie idealnie płasko przylegał do powierzchni płytki

zwykle około 120°C...200°C. Dla porównania, cyna lutownicza topi się w temperaturze około 183°C (stopy SnPb) lub 217°C...227°C (stopy bezołowiowe), a grot lutownicy podczas pracy ma najczęściej temperaturę 300°C...350°C. **Mimo że gorący klej jest zwykle chłodniejszy od grotu lutownicy i ciekłej cyny, może być bardziej niebezpieczny dla skóry, ponieważ – w przeciwieństwie do cyny – przykleja się do niej i przez pewien czas oddaje zgromadzone ciepło.** Jeśli dojdzie do poparzenia, nie należy odrywać gorącego kleju na siłę. Oparzone miejsce trzeba jak najszybciej chłodzić pod chłodną, bieżącą wodą przez co najmniej 20 minut. Woda schłodzi zarówno skórę, jak i sam klej, który po ostygnięciu zwykle łatwo odchodzi.

W przypadku kontaktu gorącego kleju ze skórą, należy niezwłocznie zwrócić się o pomoc do osoby dorosłej i w razie potrzeby skorzystać z pomocy medycznej.

Pierwsze podłączenie zasilania do płytki

Zanim włożymy układ scalony do podstawki, warto na chwilę podłączyć zasilanie do jeszcze „nieukończonych” płytki i sprawdzić, czy napięcie na koszyku z bateriami po ustawieniu włącznika SW1 w pozycji ON nie spada niemal do zera – taki spadek oznaczałby błąd montażowy lub zwarcie w obwodzie zasilania.

Przed przystąpieniem do opisanych poniżej czynności koniecznie zapoznaj się z dokumentem *Zagadnienia BHP związane z uruchamianiem zmontowanego układu*

<https://elportal.pl/files/2026/02/15/3682-zagadnienia-bhp-zwiazane-zuruchamianiem-zmontowanego-ukladu.pdf>

Na początku ustawiamy włącznik w pozycji OFF, wkładamy baterie do koszyka i mierzymy napięcie bezpośrednio na jego wyprowadzeniach (fotografia 3). W przypadku zestawu trzech nowych baterii AAA napięcie to powinno być bliskie wartości 4,8 V. Następnie ustawiamy

UWAGA!
Gorący klej również może powodować poważne oparzenia.

TEMPERATURA (orientacyjnie)

GORĄCY KLEJ (z pistoletu) 120°C...200°C	Cyna lutownicza (topnienie) 183°C (stopy SnPb) 217°C...227°C (stopy bezołowiowe)	Grot lutownicy (podczas pracy) 300°C...350°C
--	--	---

Gorący klej przykleja się do skóry i przez pewien czas oddaje ciepło.

Nie odrywaj gorącego kleju na siłę!

- W przypadku rozległego oparzenia, silnego bólu lub pojawienia się pęcherzy **niezwłocznie zwróć się o pomoc do osoby dorosłej i w razie potrzeby skorzystaj z pomocy medycznej.**

CO ZROBIĆ W PRZYPADKU POPARZENIA GORĄCYM KLEJEM?

1 Jak najszybciej chłódź oparzone miejsce pod chłodną, bieżącą wodą.

2 Chłódź przez co najmniej 20 minut.

3 Woda schłodzi zarówno skórę, jak i sam klej.

4 Po ostygnięciu klej zwykle można łatwo usunąć.

PAMIĘTAJ!

- Używaj pistoletu do kleju tylko pod opieką osoby dorosłej.
- Nie dotykaj grotu pistoletu i gorącego kleju.
- Pracuj ostrożnie i uważnie.

Rysunek 16. Wskazówki BHP dotyczące użytkowania kleju na gorąco



Fotografia 3. Pomiar napięcia na koszyku baterii

na chwilę przełącznik SW1 w pozycji ON i obserwujemy, czy mierzone napięcie nie zaczyna gwałtownie spadać. Jeśli napięcie jest stabilne i bliskie 4,5...4,8 V, możemy przejść do jego pomiaru na odpowiednich wyprowadzeniach podstawki pod układ scalony. Jeśli nie – czeka nas sprawdzenie samych baterii a także poprawności oraz estetyki montażu.

Jeszcze trochę o rezystancji wewnętrznej baterii...

Skoro w poprzednim odcinku rozmawialiśmy o rezystancji wewnętrznej baterii, wykorzystajmy ją teraz do wyjaśnienia czegoś, co na pierwszy rzut oka wydaje się zupełnie nielogiczne. Załóżmy, że po ustawieniu przełącznika SW1 w pozycji ON napięcie rzeczywiście spadło z 4,8 V do wartości bliskiej zeru. Przyczyną okazało się zwarcie w obwodzie zasilania, powstałe wskutek błędu podczas montażu.

I tutaj pojawia się ciekawa zagadka. Skoro napięcie na zaciskach baterii spadło niemal do 0 V, można byłoby pomyśleć, że prąd również powinien być niemal zerowy. Tymczasem jest dokładnie odwrotnie: przez zwarcie płynie bardzo duży prąd, a bateria może zacząć się nagrzewać. Jak to możliwe?

Zacznijmy od samego zwarcia. Oznacza ono połączenie obu biegunów źródła obwodem o bardzo małej rezystancji. A z prawa Ohma wiemy, że im mniejsza rezystancja przy danym napięciu, tym większy prąd. Zwarcie powoduje więc gwałtowny wzrost prądu.

Ale zaraz... przy jakim napięciu? Przecież przed chwilą zmierzaliśmy na zaciskach baterii niemal 0 V!



I właśnie tutaj do gry wchodzi rezystancja wewnętrzna baterii, o której rozmawialiśmy w poprzednim odcinku.

Prawdziwa bateria nie jest idealnym źródłem napięcia. W uproszczeniu możemy ją sobie wyobrazić jako idealne źródło połączone szeregowo z niewielką rezystancją wewnętrzną. Przy niewielkim poborze prądu spadek napięcia na tej rezystancji jest mały, dlatego na zaciskach baterii mierzymy napięcie zbliżone do jej napięcia bez obciążenia.

Podczas zwarcia sytuacja zmienia się diametralnie. Bardzo mała rezystancja obwodu zewnętrznego powoduje przepływ dużego prądu. Ten sam duży prąd przepływa jednak również przez rezystancję wewnętrzną baterii. Zgodnie z prawem Ohma powstaje więc na niej duży spadek napięcia. Im większa część napięcia przypada na rezystancję wewnętrzną, tym mniej pozostaje go na zaciskach baterii.

I zagadka rozwiązana. Napięcie na zaciskach może spaść niemal do zera właśnie wtedy, gdy z baterii płynie bardzo duży prąd. Nie ma tu żadnej sprzeczności z prawem Ohma. Na bardzo małej rezystancji zwarcia nawet duży prąd powoduje niewielki spadek napięcia, natomiast znacznie większy spadek napięcia występuje na rezystancji wewnętrznej baterii.

Ma to jeszcze jeden skutek. Przepływ dużego prądu przez rezystancję wewnętrzną powoduje wydzielanie ciepła. Dlatego podczas zwarcia bateria może szybko się nagrzewać. To jeden z powodów, dla których po zauważeniu gwałtownego spadku napięcia należy natychmiast ustawić SW1 z powrotem w pozycji OFF oraz/lub wyciągnąć z koszyka baterie.

Po przerwaniu obwodu prąd przestaje płynąć, znika więc również powodowany przez niego spadek napięcia na rezystancji wewnętrznej. Napięcie na zaciskach baterii ponownie wzrasta. Bateria nie „straciła” więc nagle swojego napięcia – jego spadek na zaciskach był skutkiem przepływu dużego prądu przez rzeczywiste źródło o niezerowej rezystancji wewnętrznej.

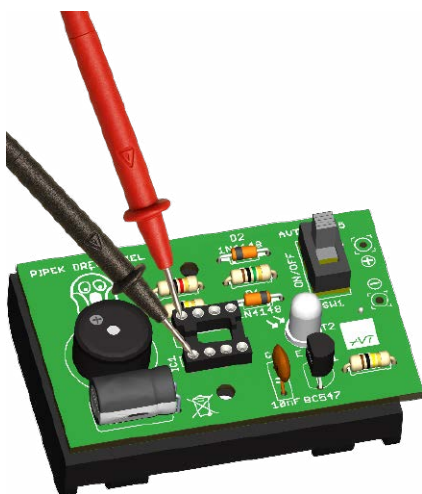
A o co chodzi z tymi pomiarami napięcia na podstawie?

Dzięki pomiarowi napięcia bezpośrednio na wyprowadzeniach podstawki, jeszcze przed osadzeniem w niej układu scalonego, możemy bez ryzyka jego uszkodzenia sprawdzić zasilanie dokładnie w miejscu, do którego za chwilę zostanie on podłączony. Kontrolujemy zarówno wartość napięcia, jak i jego polaryzację. O ile ryzyko pojawienia się zbyt wysokiego napięcia w układach zasilanych z baterii jest niewielkie, o tyle nabiera ono znaczenia w konstrukcjach zasilanych z sieci, zawierających układ regulacji napięcia. Jego nieprawidłowy montaż lub uszkodzenie mogą sprawić, że na podstawie pojawi się napięcie znacznie wyższe od oczekiwanego. Podobnie błąd montażowy może doprowadzić do odwrócenia polaryzacji. W obu przypadkach włożony wcześniej układ scalony mógłby zostać uszkodzony, zanim zdążylibyśmy zorientować się, że coś jest nie tak.

Pozostawienie podstawki pustej pozwala więc spokojnie wykonać pomiary i w razie potrzeby poprawić montaż bez narażania układu scalonego – często jednego z najdroższych, a zarazem najbardziej podatnych na uszkodzenie elementów urządzenia.

Przy okazji możemy wykryć również sytuację odwrotną – napięcie zbyt niskie. Jego wyraźny spadek po włączeniu zasilania może świadczyć o zwarcie lub innym błędzie montażowym powodującym nadmierny pobór prądu. Za jednym podejściem sprawdzamy więc, czy napięcie ma prawidłową wartość i polaryzację oraz czy po włączeniu zasilania nie pojawiają się objawy zwarcia. A wszystko to, zanim układ scalony znajdzie się w podstawie, nie będzie więc narażony na destruktywne skutki ewentualnych błędów montażowych.

Spoglądając na schemat ideowy (rysunek 19) można stwierdzić, że „plus” zasilania dostępny powinien być na wyprowadzeniu numer 8 podstawki, a „minus” na jej wyprowadzeniu numer 1, w związku z czym sondy multimetru ustawionego w tryb woltomierza napięć stałych w zakresie do 20 V (fotografia 3b) należy przyłożyć



Rysunek 17. Pomiar napięcia zasilania na wyprowadzeniach podstawki pod układ scalony IC1. Pamiętaj, aby przed pomiarem zamontować do koszyka baterie oraz ustawić przetątnik SW1 w pozycję ON

do podstawki w sposób pokazany na **rysunku 17**. Zmierzona wartość powinna być bliska wartości z zakresu 4,5 V...4,8 V.

Jeśli wartość napięcia jest zgodna z oczekiwaniami, oznacza to, że w układzie nie ma poważnych zwarc, a baterie działają poprawnie.

Montaż układu scalonego w podstawce

Włożenie układu scalonego do podstawki wydaje się łatwe, jednak podczas tej czynności należy zachować uwagę i ostrożność. Ważne jest, aby układ był skierowany we właściwą stronę oraz aby wszystkie jego wyprowadzenia trafiły dokładnie w otwory podstawki. Wyprowadzenia nie mogą się wygiąć ani tym bardziej złamać. Gdyby jednak któreś z nich uległo uszkodzeniu, czasem można je zastąpić kawałkiem odciętego wyprowadzenia innego elementu przylutowanego wcześniej do płytki.

Drugą, obok ostrożności podczas montażu sprawą, o jaką należy zadbać, to właściwy kierunek montażu układu scalonego w podstawce. W tym celu należy przypilnować, by kropka lub wycięcie na układzie scalonym, wskazujące kierunek montażu, pokrywało się z pozostałymi znacznikami w podstawce oraz na warstwie opisowej PCB (**rysunek 18**). Gdy lokalizacja znacznika na układzie scalonym zgadza się z pozostałymi, można przystąpić do wciśnięcia układu w podstawkę.

Podsumowanie montażu

Po ukończeniu montażu sprawdź, proszę, czy wszystkie połączenia lutowane są błyszczące i nie ma zimnych lutów oraz

czy żadne sąsiednie pola lutownicze nie są ze sobą błędnie połączone.

W przypadku wątpliwości dotyczących poprawności wykonanych połączeń lutowanych skorzystaj z poradnika Lutowanie komponentów przewlekanych do płytki drukowanej <https://elportal.pl/files/2026/02/15/3678-lutowanie-komponentow-przewlekanych-do-plytki-drukowanej.pdf>

Ale właściwie... dlaczego to działa?

Schemat ideowy układu przedstawiono na rysunku 19.

Uważny Czytelnik zapewne zauważy, że nie jest to nasze pierwsze spotkanie z układem NE555. W ramach naszego cyklu opowiadaliśmy o nim w EdW 5/2025 (AVTEDU643 – *Dwukolorowy kwiatek LED*), EdW 9/2025 (AVTEDU635 – *Minipianino*), EdW 11/2025 (AVTEDU631 – *Wskaźnik kierunku*). Teraz użyjemy jej po raz kolejny i trudno się dziwić, bo ta niezwykle popularna kostka należy do najbardziej znanych układów scalonych w historii elektroniki i od wielu lat znajduje zastosowanie w prostych generatorach, układach czasowych oraz rozmaitych urządzeniach sygnalizacyjnych.

W prezentowanym układzie NE555 pełni funkcję generatora krótkich impulsów złączających aktywny buzzer piezo, pojawiających się w długich odstępach czasu. Sam NE555 nie wytwarza więc słyszalnego tonu – jego częstotliwość jest ustalana przez generator wbudowany w buzzer. Zadaniem układu z NE555 jest natomiast określenie, jak długo trwa pojedynczy pisk oraz jak długa jest przerwa pomiędzy kolejnymi piskami.

Za czasy trwania obu części cyklu odpowiadają kondensator C2 (33 µF), rezystory R1 i R4 oraz diody D1 i D2. Diody rozdzielają drogi ładowania i rozładowywania kondensatora C2. Ładowanie odbywa się

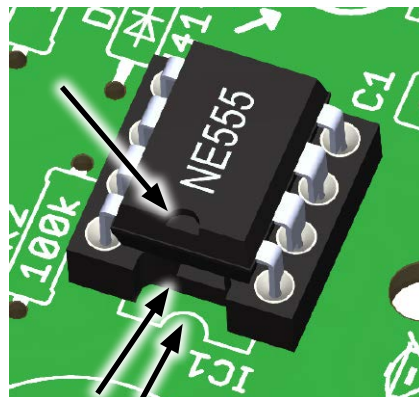
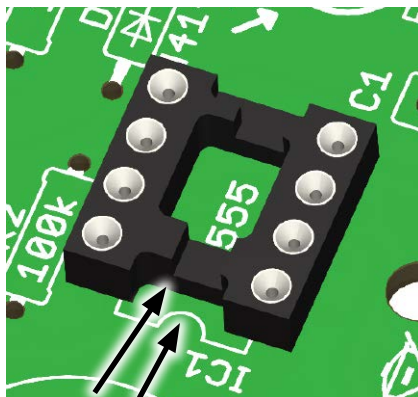
szybko przez rezystor R1 (1 kΩ) i diodę D1, natomiast rozładowanie następuje znacznie wolniej przez diodę D2 i rezystor R4 o dużej wartości (1 MΩ) do wewnętrznego klucza rozładowującego (wyprowadzenie 7). W rezultacie na wyjściu Q (wyprowadzenie 3) pojawiają się krótkie impulsy stanu wysokiego rozdzielone długimi przerwami, co powoduje, że buzzer wydaje krótki pisk co pewien dłuższy czas.

Kondensator C1 o pojemności 10 nF jest dołączony do wejścia CV (wyprowadzenie 5) układu NE555. Jego zadaniem jest ograniczenie wpływu zakłóceń na napięcie odniesienia wewnętrznych komparatorów, a tym samym zapewnienie stabilniejszej pracy układu czasowego.

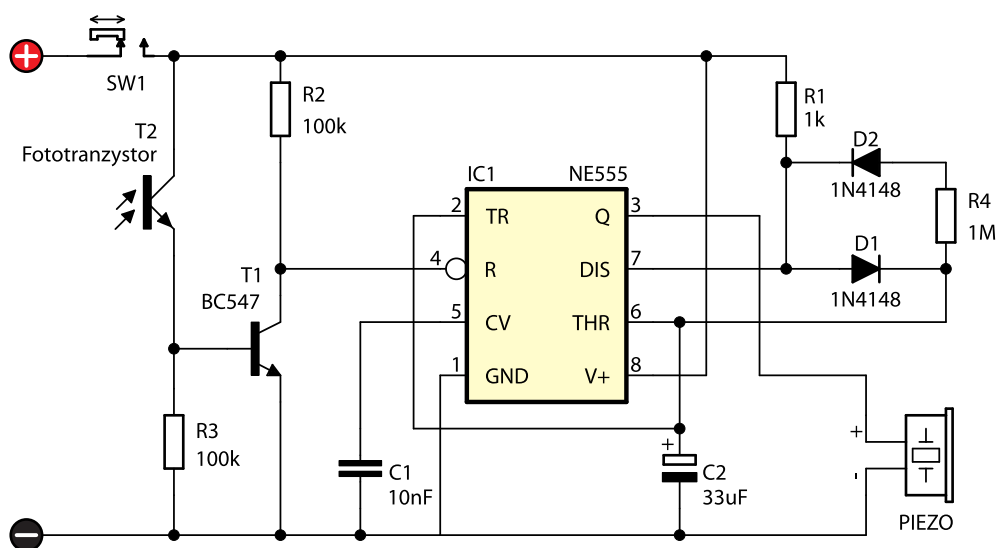
Szczególnie ciekawa jest lewa część schematu, zawierająca fototranzystor T2 oraz tranzystor T1 typu BC547. To właśnie te elementy tworzą włącznik zmierzchowy, dzięki któremu Pipek odzywa się tylko w ciemności. Taki sposób działania jest jedną z podstawowych cech zestawu.

Fototranzystor T2 reaguje na padające na niego światło i steruje tranzystorem T1. Tranzystor T1 jest z kolei połączony z wejściem RESET (wyprowadzenie 4) układu NE555. Gdy jest jasno, T1 przewodzi i wymusza niski poziom na wejściu RESET, blokując pracę NE555. Pipek pozostaje wtedy cichy. Po zapadnięciu ciemności fototranzystor przestaje przewodzić, rezystor R3 ściąga bazę tranzystora T1 do masy, na skutek czego tranzystor T1 zostaje wyłączony, a rezystor R2 podciąga wejście RESET do dodatkowej szyny zasilania. NE555 może wówczas rozpocząć pracę i okresowo włączać buzzer.

Cały układ jest więc ciekawym przykładem połączenia dwóch prostych funkcji. Fototranzystor wraz z tranzystorem T1 decyduje, kiedy urządzenie może działać, natomiast NE555 określa, kiedy i na jak długo zostanie włączony buzzer. Sam buzzer



Rysunek 18. Przed zamontowaniem układu scalonego w podstawce należy upewnić się, że znaczniki kierunku montażu – na płytce, w podstawce i obudowie układu – znajdują się w tej samej pozycji



Rysunek 19. Schemat ideowy układu

odpowiada natomiast za wytworzenie słyszalnego tonu. W efekcie, dopóki jest jasno, Pipek milczy, a po zapadnięciu ciemności zaczyna od czasu do czasu wydawać krótkie, przenikliwe piski.

Podsumowanie

No i gotowe! Pipek może już trafić do swojej pierwszej kryjówki i rozpocząć działalność. Gdzie? Tego oczywiście podpowiadać nie będziemy – w końcu znalezienie odpowiedniego miejsca jest częścią zabawy. Możemy tylko przypomnieć, że najlepszy psikus to taki, po którym jego adresat również się śmieje.

Choć tym razem budowaliśmy urządzenie stworzone właściwie wyłącznie dla

zartu, przy okazji po raz kolejny przekonaliśmy się, że elektronika nie zawsze musi służyć poważnym celom – i na całe szczęście! Czasem kilka elementów, lutownica i odrobina pomysłowości wystarczą, żeby powstało coś, co zapewni więcej zabawy niż niejedna wymyślna komercyjna zabawka ze sklepowej półki.

A kiedy już sprawdzicie Pipka w praktyce, warto pomyśleć, jak można zmienić jego zachowanie. Może powinien odzywać się rzadziej? A może przeciwnie – urządzić w pokoju całą orkiestrę kilku Pipków ukrytych w różnych miejscach, aby kolega, w pierwszych dniach szarego września, mógł znów poczuć lato pełną piersią, oczami wyobraźni zobaczyć leśną polanę

skąpaną w gorącym słońcu i usłyszeć koncert dziesiątek grających świerszczy?

Własne pomysły i eksperymenty są jak najbardziej wskazane, pod warunkiem że nie ucierpi przy tym niczyje poczucie humoru.

Na tym kończymy nasze wakacyjne posoty. A jeśli podczas poszukiwania ukrytego Pipka usłyszycie za plecami szelest dobiegający zza krzaków... cóż, tym razem radzimy najpierw upewnić się, czy to na pewno elektronika.

W końcu z tymi rozpierzchłymi po całym kraju pumami, nigdy nic nie wiadomo.

Do zobaczenia w następnym numerze! ■

Mariusz Ciszewski

REKLAMA



Zaprenumeruj
swojemu Juniorowi
EdW JUNIORA



<http://ulubionykiosk.pl/wydawnictwo/elektronika-dla-wszystkich>