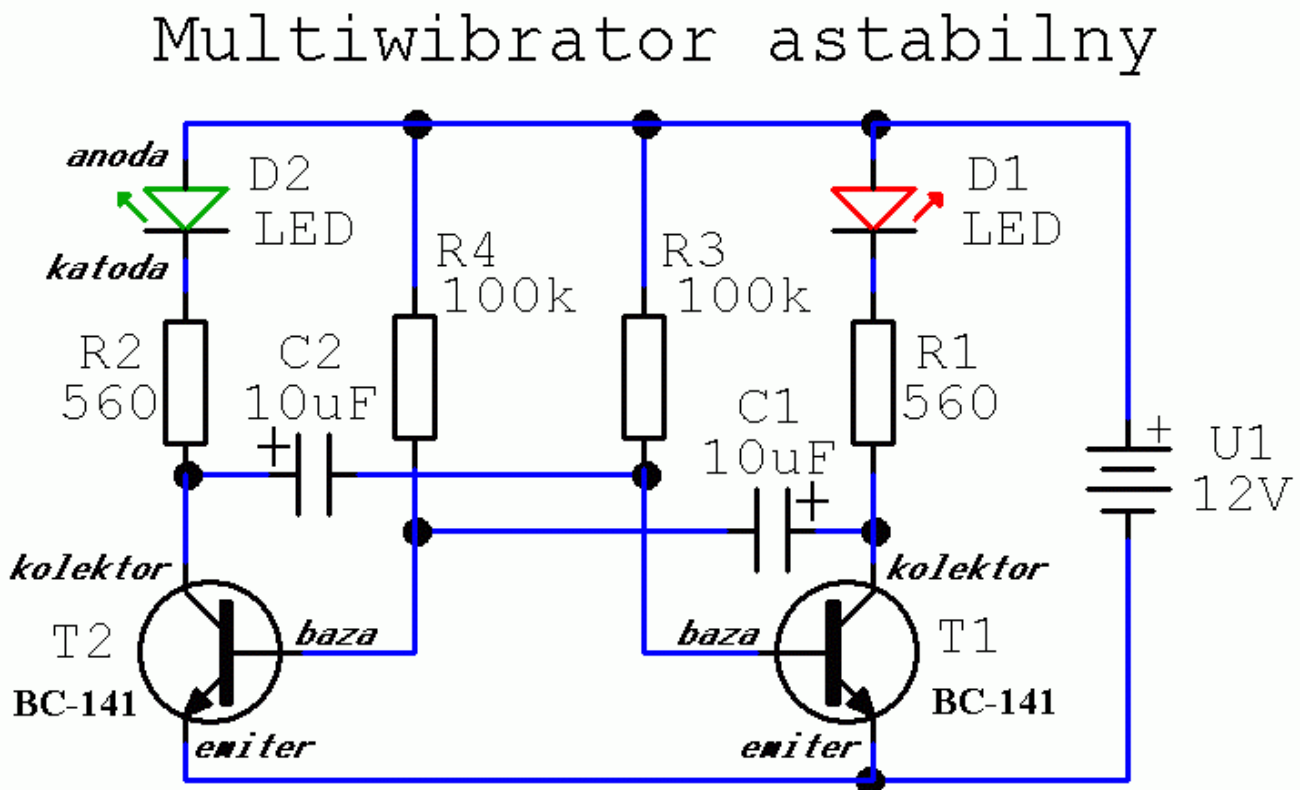


## Multiwibrator astabilny, ależ to bardzo proste

Celem ćwiczenia jest własnoręczne zbudowanie (złutowanie) układu elektronicznego. Z wielkiej liczby układów elektronicznych wybraliśmy jeden z najstarszych, zwany **"Multiwibratorem astabilnym"**. Pierwszy taki układ został opracowany w roku 1918 jeszcze w epoce lamp elektronowych. Oczywiście nie będziemy tak jak pionierzy elektroniki używać do jego budowy lamp, ale o wiele nowocześniejszych i wygodniejszych w użyciu elementów jakimi są tranzystory. Dla ułatwienia zrozumienia zasady działania tego układu zmieniliśmy nieznacznie klasyczny schemat. Dodaliśmy dwie diody świecące D1 i D2 w obwodach kolektorów tranzystorów T1 i T2, dzięki czemu będziemy obserwować, co dzieje się w układzie. Na rysunku a raczej należy powiedzieć schemacie elektronicznym poniżej przedstawiamy jak zbudowany jest nasz multiwibrator.

### Układ pierwszy

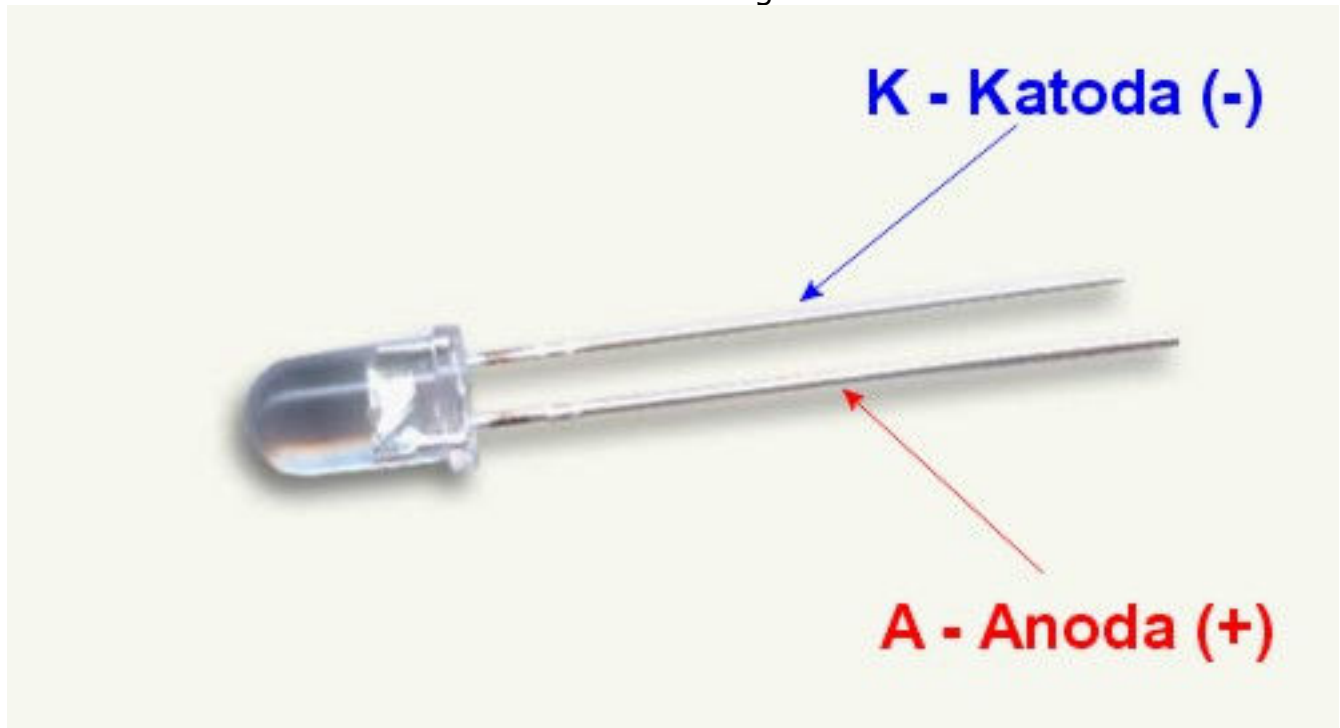


### Wykaz elementów

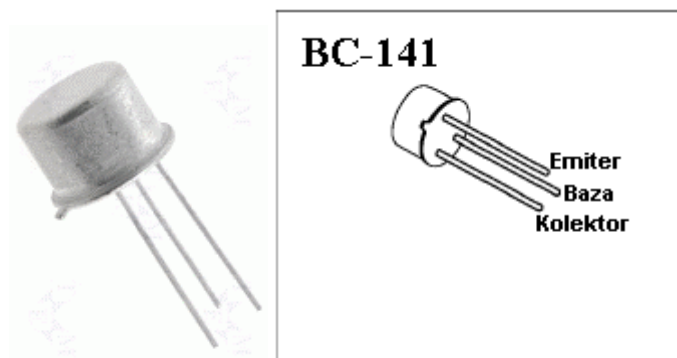
- R1,R2 - rezystory 560 omów
- R3,R4 - rezystory 100 kilo omów
- C1,C2 - kondensatory elektrolityczne 10 mikro faradów
- D1,D2 - diody świecące elektroluminescencyjne (LED)
- T1,T2 - tranzystory bipolarnie n-p-n typ BC 141
- U1 - zasilacz laboratoryjny napięcia stałego

## Identyfikacja elementów

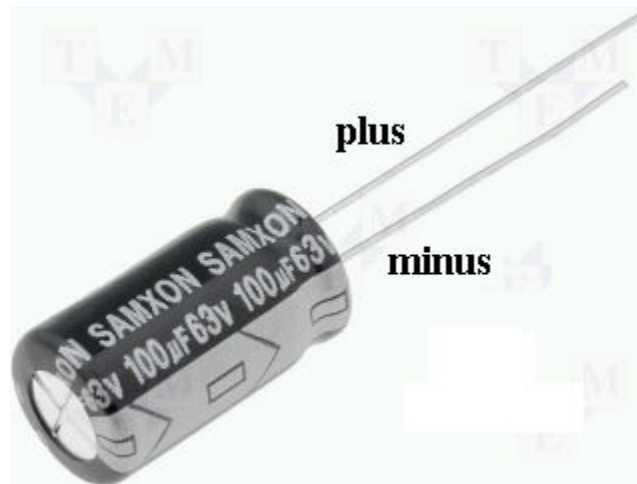
Poniższe fotografie i rysunki pomogą w prawidłowym montażu układu elektronicznego.



Na fotografii diody świecącej (D1,D2) zauważymy, że wewnątrz plastikowej przezroczystej obudowy elektroda o nazwie **Anoda** jest o wiele mniejsza od elektrody zwanej **Katoda**.



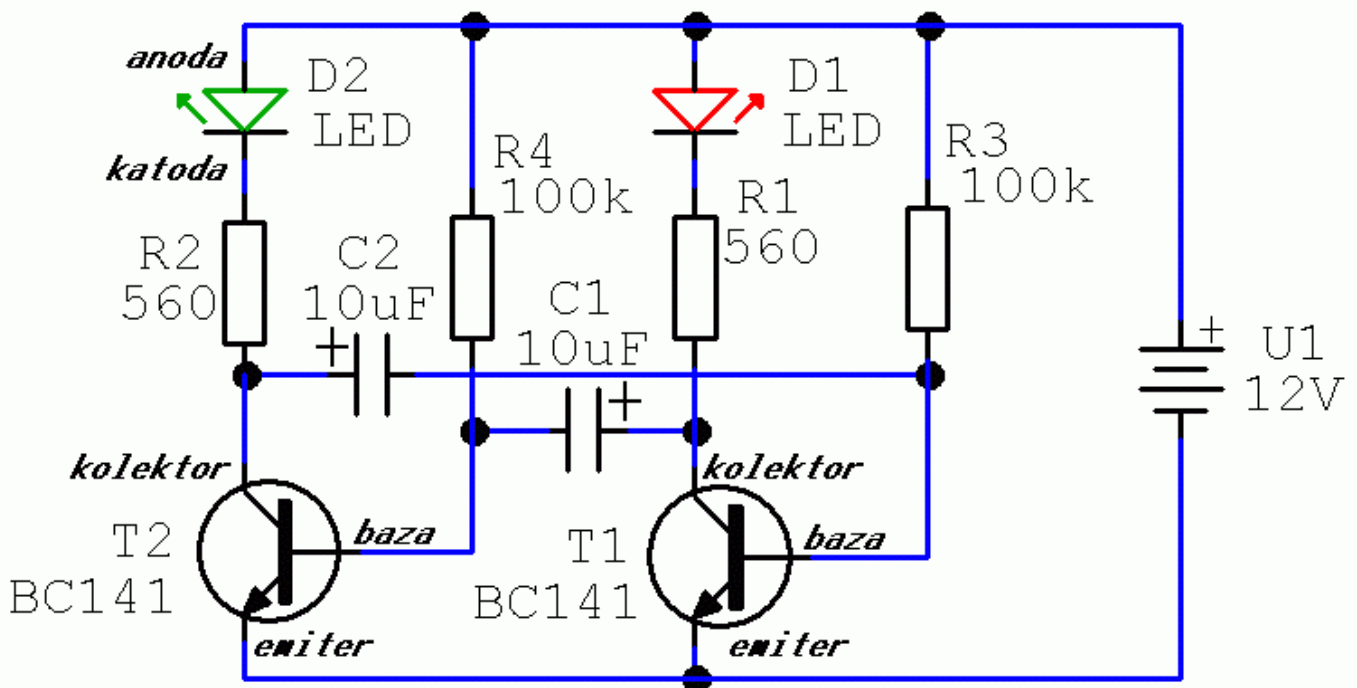
Fotografia tranzystora (T1,T2,T3) wraz z dodatkowym rysunkiem (BC-141) powinny ułatwić rozpoznanie, która nóżka w tranzystorze jest bazą, emiterem, kolektorem. Kluczem do rozszyfrowania tej zagadki jest wypustka zwana „dzióbkiem” na obudowie tranzystora.



Pozostał nam jeszcze kondensator elektrolityczny (C1,C2), który ma swoją polaryzację. Aby wlotować go zgodnie ze schematem musimy wiedzieć gdzie ma swój plus i minus. Na obudowie wprawdzie nie ma zaznaczonego plusa, a tylko ma wyraźnie namalowany symbol minusa co już powinno nam wystarczyć, co nie jest minusem jest plusem.

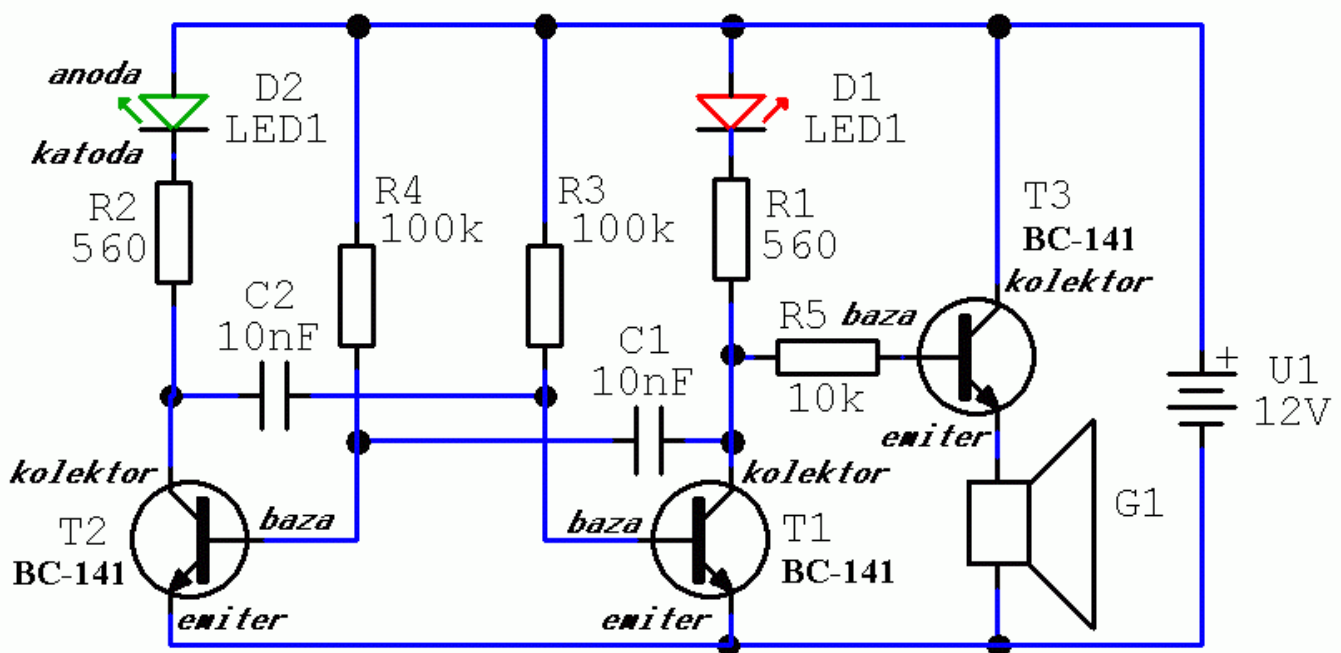
Prawidłowo zmontowany układ naszego multiwibratora powinien naprzemiennie zgodnie z zasadą działania migać diodami. Tak dobraliśmy wartości elementów, aby zmiany były widoczne. Okres przełączania się multiwibratora trwa około 1,4 sekundy. Każda z diod świeci się przez półokres czyli 0,7 sekundy. Podłączając wejście oscyloskopu do kolektora dowolnego z tranzystorów możemy dokładnie zaobserwować i pomierzyć podane powyżej wielkości. Dla ułatwienia montażu poniżej zamieszczamy inaczej narysowany schemat.

## Multiwibrator astabilny



## Układ drugi

### Multiwibrator astabilny



## Wykaz elementów

- R1,R2 - rezystory 560 omów
- R3,R4 - rezystory 100 kilo omów
- R5 - rezystory 10 kilo omów
- C1,C2 - kondensatory 10 nano faradów
- D1,D2 - diody świecące elektroluminescencyjne (LED)
- T1,T2,T3 - tranzystory bipolarne n-p-n typ BC 141
- G1 - głośnik
- U1 - zasilacz laboratoryjny napięcia stałego

Modyfikujemy poprzedni układ, aby zwiększyć częstotliwość drgań multiwibratora zmniejszamy wartości kondensatorów C1 i C2, dokładamy dodatkowy stopień wzmacniający na tranzystorze T3, który zasili nam niskoomowy głośnik. Kondensatory C1 i C2 o wartościach 10 nano faradów nie są już elektrolityczne tylko foliowe nieistotna jest dla nich sprawa polaryzacji. Teraz multiwibrator powinien pracować z częstotliwością około 800 Hz, jest to częstotliwość akustyczna, którą bez problemu usłyszymy podłączając głośnik do układu.

### ***Czy ją widzimy ?***

***Czy nasz zmysł wzroku widzi diody D1 i D2 migające z częstotliwością 800 Hz ?***

### **Zabawa w telegrafiste**

Dotykając końcówką kabla zasilającego układ (przerywanie zasilania) spróbujcie nadać dźwiękowy sygnał „pomocy!” w alfabecie Morse’a „SOS”, czyli trzy krótkie sygnały „S”, trzy długie sygnały „O” i znowu trzy krótkie.

## **Zasada działania**

Sposób działania multiwibratora można analizować na wiele sposobów. Spróbujemy przedstawić go jak najprościej.

### ***Czym jest multiwibrator astabilny ?***

Generatorem drgań prostokątnych. Tranzystory T1 i T2 pracują w charakterze kluczy naprzemiennie „zamkniętych” i „otwartych” albo inaczej „przewodzących” i „nieprzewodzących”. Oporniki bazowe R3 i R4 są tak dobrane aby tranzystory były w stanie przewodzenia. Za przełączanie tranzystorów odpowiedzialne są kondensatory C1 i C2, które ładują się i rozładowują cyklicznie w czasie drgań.

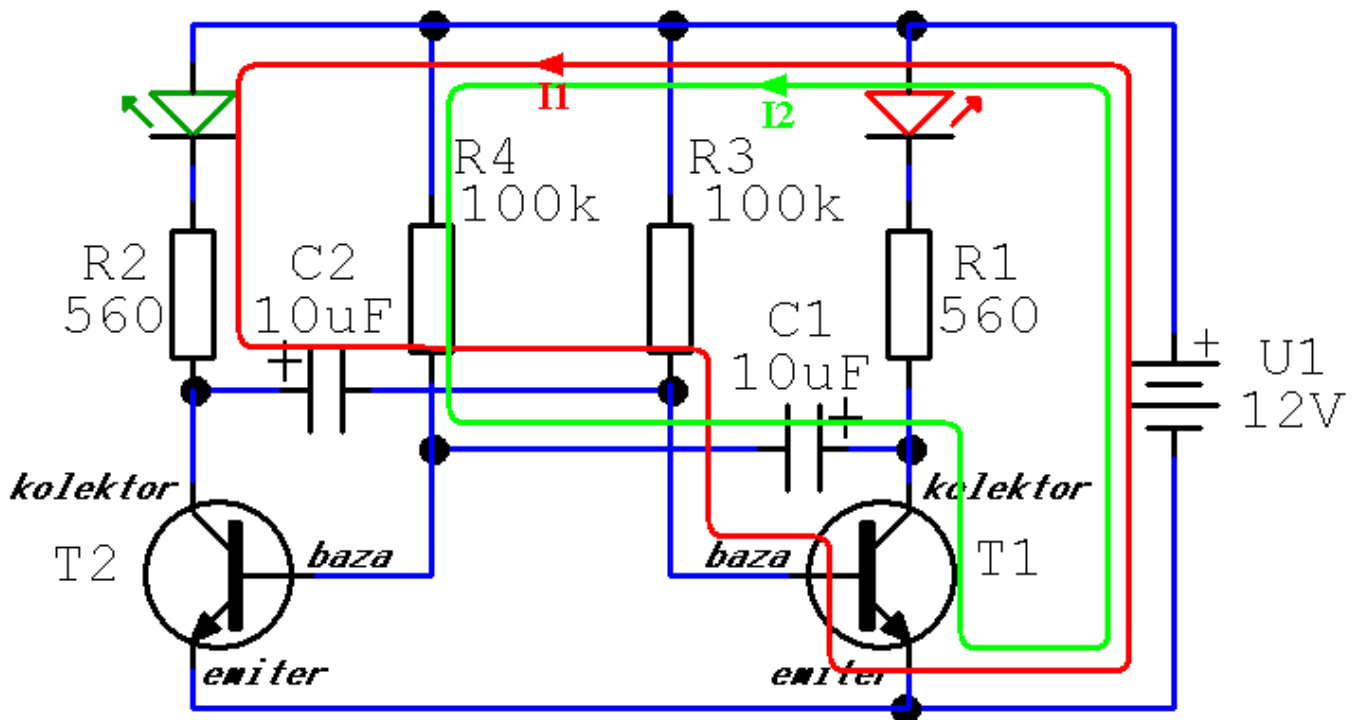
### ***Jak to przebiega ?***

W chwili początkowej zakładamy, że tranzystor T2 jest w stanie nieprzewodzenia zaś tranzystor T1 w stanie przewodzenia. Ponieważ T2 jest nieprzewodzący to tak jakby go nie było dla kondensatora C2. Dzięki temu kondensator C2 szybko naładuje się do napięcia baterii. Prąd ładowania I1 tego kondensatora jest zaznaczony kolorem czerwonym na rysunku 1. Co dzieje się w tym czasie z kondensatorem C1 ? Kondensator ten w poprzednim cyklu był tak jak teraz C2 naładowany do napięcia baterii. Teraz T1 „zwiera” dodatnią okładzinę C1 do masy, a ujemna okładzina podaje na bazę T2 ujemne napięcie. Kondensator C1 i zgromadzony w nim ładunek stanowi ujemne źródło napięcia utrzymujące tranzystor T2 w stanie nieprzewodzenia. To ujemne napięcie zmniejsza się ponieważ kondensator C1 ulega rozładowaniu prądem I2 (zielony na rysunku 1). Gdy napięcie na bazie T2 z ujemnych wartości dojdzie do zera a potem zacznie przyjmować dodatnie wartości, po osiągnięciu wartości przewodzenia złącza baza-emiter czyli około 0,6 volta nastąpi przełączenie T2 ze stanu nieprzewodzenia w stan przewodzenia co spowoduje że naładowany kondensator C2 swoim ujemnym napięciem przełączy T1 w stan nieprzewodzenia i będzie go tak utrzymywał aż do rozładowania tak jak opisaliśmy to w poprzednim cyklu w przypadku kondensatora C1. Cykl powtarza się, multiwibrator generuje fale prostokątną.

### ***Od czego zależy głównie długość okresu drgań ?***

Łatwo zauważyć, że od stałej czasowej rozładowania kondensatora przez rezystor w bazie, prąd rozładowania I2.

# Multiwibrator astabilny



Rysunek 1

Nie zamieszczamy rysunków przebiegów elektrycznych w charakterystycznych punktach układu. Spróbujcie sami obejrzeć przy pomocy oscyloskopu napięcia na bazie i kolektorze tranzystorów.

**Czy na bazie będzie widać krzywą rozładowania kondensatora ?**

Ćwiczenie specjalnie dla uczniów  
przygotował Andrzej Grodzki