

INSTRUKCJA OBSŁUGI



# Zestaw do nauki - elektronika Basic Conrad 3964

## Podstawowy pakiet do nauki elektroniki.

Nr produktu 192296

## Zrozumienie i wykorzystanie elektroniki.

1. Krok: Wprowadzenie.....	3
Laboratoryjna płytka obwodu drukowanego.....	4
Bateria.....	5
Diody emitujące światło.....	6
Rezystory (oporniki).....	6
Tranzystory NPN.....	7
Tranzystory PNP.....	8
MOSFET.....	8
Kondensatory.....	9
Kondensatory elektrolityczne.....	9
2. Krok: wzmacnienie prądowe.....	10
3. Krok: Krok: Odwrócona polaryzacja.....	11
4. Krok: Dalsza kontrola.....	12
5. Krok: Czujnik dotykowy.....	13
6. Krok: detektor ruchu.....	14
7. Krok: Dioda LED jako czujnik światła.....	15
8. Krok: Utrzymywanie stałej jasności.....	16
9. Krok: Czujnik Temperatury.....	17
10. Krok: Włączony albo wyłączony.....	18
11. Krok: Zapalanie i wygaszanie.....	19
12. Krok: Migacz naprzemienny.....	20
13. Krok: Zwykły pojedynczy migacz.....	21
14. Krok: Migająca dioda LED.....	22
15. Krok: Sensor Dotyku MOFSET .....	23
16. Krok: Czujnik ściemniania.....	24
17. Krok: Elektrometr.....	25
18. Krok: Diody LED jako ogniwa fotowoltaiczne.....	26
19. Krok: Kondensator jako czujnik temperatury.....	27
20. Krok: Minutowe światło.....	28
21. Krok: Płynnie przechodzące światło.....	29

## 1. Krok: Wprowadzenie

Od czasów kiedy został wynaleziony tranzystor, wszelkie sprawy związane z elektroniką bardzo się rozwinęły. Dzisiaj jesteśmy już otoczeni przez urządzenia, których zintegrowane układy zawierają wiele milionów tranzystorów. Ale równocześnie wiemy coraz mniej na temat tego jak taki pojedynczy tranzystor rzeczywiście działa. Różnica między stopniem użycia sprzętów elektronicznych i zrozumieniem działania elektroniki stale rośnie. A może to być całkiem proste: weź kilka tranzystorów i zrób z nimi kilka prostych eksperymentów – tak naprawdę otwiera się nieskończona liczba możliwości! Wiele problemów z codziennego życia można rozwiązać za pomocą prostych układów tranzystorowych. Więc bądź kreatywny i sam spróbuj poeksperymentować!

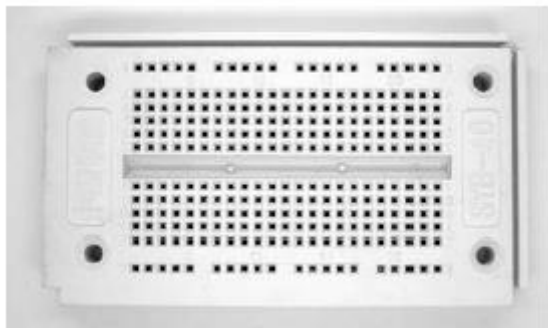
Tranzystor jest elementem z trzema połączeniami i jest przeznaczony do sterowania prądem elektrycznym. Na ilość prądu, który płynie wpływa łącznie sterujące (brama). Istnieją w zasadzie dwa typy tranzystora. Tranzystory bipolarne wykonane są z warstw z N i P materiału półprzewodnikowego. W zależności od kolejności warstw istnieją tranzystory NPN (np. BC547) i tranzystory PNP (np. BC557). Natomiast tranzystory jednobiegunowe składają się tylko z jednego kanału półprzewodnikowy, którego przewodność zmienia się w polu elektrycznym. Z tego powodu są one nazywane Tranzystorem Polowym lub Tranzystorem Unipolarnym (FET - Field Effect Transistor). Typowym tego typu przedstawicielem jest N-kanałowy MOSFET BS170.

Niniejszy zestaw edukacyjny sprawi, że Twoje pierwsze kroki stawiane w elektronice będą znacznie łatwiejsze. Na początek przedstawimy i opiszemy wszystkie komponenty.

Poszczególne eksperymenty wykonywane są na laboratoryjnej płytce obwodu drukowanego. Do każdego doświadczenia jest dołączony diagram i zdjęcia. Zdjęcia są tutaj przedstawione tylko jako propozycja. Eksperymenty można zorganizować na swój własny sposób, używając innych komponentów. Przewody przyłączeniowe poszczególnych komponentów, w niektórych przypadkach były specjalnie skrócone na potrzeby zdjęć, aby dać pełniejszy obraz. Warto jednak zastosować przewody połączeniowe w pełnej ich długości tak, aby mogły być również wykorzystywane do innych eksperymentów.

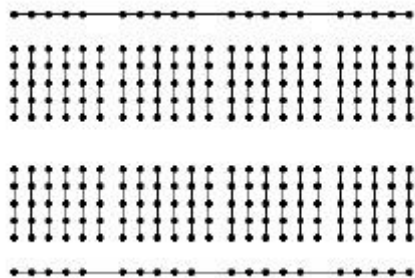
## Laboratoryjna płytki obwodu drukowanego

Wszystkie doświadczenia są ustawiane na laboratoryjnej płytce doświadczalnej. Taka tablica programowalna z łącznie 270 stykami w siatce 2,54 mm zapewnia bezpieczne połączenie poszczególnych komponentów.



Rys. 1: Laboratoryjna płytki obwodu drukowanego

Tablica programowalna ma 230 styków w obszarze środkowym, które są połączone elektrycznie za pomocą pionowych pasków z pięciu styków. Ponadto, istnieje 40 kontaktów na brzegach dla źródła zasilania, składające się z dwóch poziomych listew stykowych mających 20 styków. Tablica programowalna ma zatem dwa niezależne paski dostawy energii. Rys. 2 pokazuje wszystkie wewnętrzne połączenia. Możesz tam zobaczyć krótkie linie kontaktowe w obszarze środkowym i długie linie od zasilania na krawędzi.



Rys. 2: Wewnętrzne rzędy kontaktowe

Wkładanie elementów do płytki obwodu drukowanego wymaga odpowiedniej ilości siły. Przewody połączeniowe łatwo jest zatrzasnąć. Ważne jest, aby przewody były wkładane dokładnie, pionowo z góry. Może pomóc w tym pęseta lub mała suwmiarka. Druć powinien być chwycony najkrócej nad panelem i pchnięty w dół pionowo. Wrażliwe przewody połączeniowe, takie jak ocynowane końce klipsa baterii mogą być również użyte.

Do eksperymentów potrzebne będą krótkie i długie kawałki drutu, które trzeba wyciąć i dopasować ze zwoju drutu, który jest załączony w zestawie. Do rozbierania końcówek drutu dobrze jest naciąć na końcówkach wcześniej dookoła jego izolację ostrym nożem.

## Bateria

Poniższy rysunek poglądowy pokazuje komponenty, tak jak naprawdę wyglądają oraz schematyczne symbole, które są one stosowane w diagramach obwodów. Na przykład zasilacz plug-in, może też być wykorzystany zamiast baterii.



Nie należy używać baterii alkalicznych lub akumulatorów, ale tylko proste klasyczne baterie cynkowo-węglowe. Bateria alkaliczna ma co prawda dłuższą żywotność, ale jeśli występuje w niej jakaś wada fabryczna, na przykład zwarcie, to wtedy generuje ona (tak jak również akumulator) bardzo duże prądy do ponad 5 A. Mogą one poważnie ogrzewać cienkie druty lub nawet sam akumulator. Natomiast prądy przy zwarciu baterii cynkowo-węglowej są zazwyczaj mniejsze niż 1 A. Tak więc wrażliwe komponenty mimo wszystko mogą zostać zniszczone, ale nie ma tutaj zagrożenia niebezpieczeństwem pożaru.

Załączony klips baterii posiada kabel z przewodem. Końcówki kablowe są zdarte i ocynkowane. Są one wystarczająco sztywne tak, że możesz je wkładać bezpośrednio do tablicy programowalnej. Ale mogą one z czasem tracić swój kształt przez częste wtykanie w otwory w płytce. Dlatego też jest zalecane aby te połączenia były raczej zawsze (lub tak często jak to możliwe) połączone i aby tylko klips był usuwany z baterii.

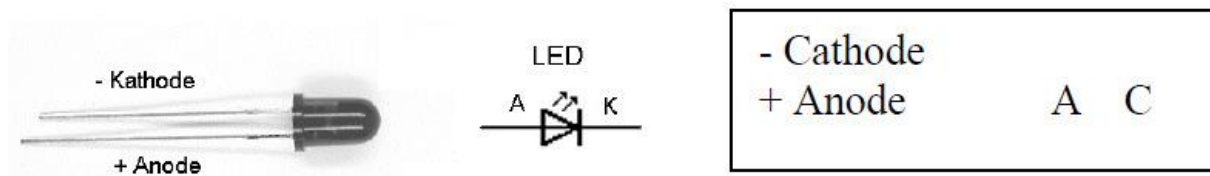
Pojedyncza bateria cynkowo-węglowa lub baterie alkaliczne mają napięcie 1,5 V. W baterii elektrycznej kilka ogniw jest połączone szeregowo. W związku z tym schematy pokazują liczbę ogniw w baterii. Przy wyższych napięciach, zwyczajowo wskazuje się ogniwa w środku linią przerywaną.



Rys. 4: Symbole graficzne różnych typów baterii

### Diody elektroluminescencyjne

Zestaw edukacyjny zawiera dwie czerwone diody LED oraz jedną zieloną i jedną żółtą diodę. We wszystkich diodach LED, polaryzacja musi być zawsze adekwatna. Dioda LED posiada dwa przewody połączeniowe o różnych długościach. Dłuższy jest biegunem dodatnim. Nazywa się anoda. Biegun ujemny czyli katoda, ma krótszy przewód. Biegunowość można rozpoznać także we wnętrzu diody LED - biegun ujemny (katoda) ma kształt przypominający trójkąt i jest zauważalnie większy od drugiej części w środku diody. Z anodą jest połączona bardzo cienkim drutem o małym styku w górnej części kryształu diody. W przeciwieństwie do żarówek, diody LED nie mogą być podłączane bezpośrednio do akumulatora / baterii. Opornik szeregowy jest przy nich zawsze konieczny.



Rys. 5: Dioda LED

### Oporniki (rezystory)

Rezystory w zestawie edukacyjnym są to oporniki węglowe z tolerancją  $\pm 5\%$ . Materiał oporowy jest przymocowany do materiału ceramicznego i pokryty warstwą ochronną. Oznaczenia na nich są wykonywane w postaci kolorowych pierścieni. Obok wartości oporu, wskazana jest również klasa dokładności.



Rys.6: Opornik (rezystor)

Występują różne serie standardowe (E6, E12, E24, E48, E96) do których zaklasyfikowano wartości oporu. Jeśli chcesz wybrać opornik z serii E24, musisz zastosować poniższe wartości.

Wartości oporników są podane z tolerancją  $\pm 5\%$  w wartości serii E24. Seria standardowa E24 posiada stopniowanie 24 wartości. Wskazane wartości należy pomnożyć przez dziesięć.

Tabela 1: Wartości oporów zgodnie z serią standardową E24

1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6
1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0
3.3	3.6	3.9	4.3	4.7	5.1
5.6	6.2	6.8	7.5	8.2	9.1

Najczęściej spotykanym sposobem oznaczania oporników jest stosowanie kodu barwnego. Jest to najprostszy sposób umieszczenia niezbędnych parametrów na małej powierzchni. Poszczególne kolory oznaczają cyfry zgodnie z przedstawioną tabelką. Na oporniku spotykamy zwykle 4 paski. W tym systemie znakowania dwa pierwsze oznaczają wartość rezystancji, a trzeci mnożnik przez który należy pomnożyć te dwie pierwsze liczby. Czwarty pasek to dopuszczalna tolerancja. Wartość impedancji jest wyrażona w omach ( $\Omega$ ).

Tabela 2: Oznaczenia kolorystyczne impedancji rezystorów:

Kolor	Pierścień 1 1. cyfra	Pierścień 2 2. cyfra	Pierścień 3 3. cyfra	Pierścień 4 Tolerancja
Czarny		0	1	
Brązowy	1	1	10	1%
Czerwony	2	2	100	2%
Pomarańczowy	3	3	1.000	
Żółty	4	4	10.000	
Zielony	5	5	100.000	0,5%
Niebieski	6	6	1.000.000	
Fioletowy	7	7	10.000.000	
Szary	8	8		
Biały	9	9		
Złoty			0,1	5%
Srebrny			0,01	10%

Rezystor z pierścieniem żółtym, fioletowym, brązowym oraz w kolorze złota ma wartość 470  $\Omega$  z tolerancją 5%.

W zestawie ćwiczeniowym znajdują się oporniki następujących wartości:

470 omów żółty, fioletowy, brązowy

1 k $\Omega$  brązowy, czarny, czerwony

22 k $\Omega$  czerwony, czerwony, pomarańczowy

470 k $\Omega$  żółty, fioletowy, żółty

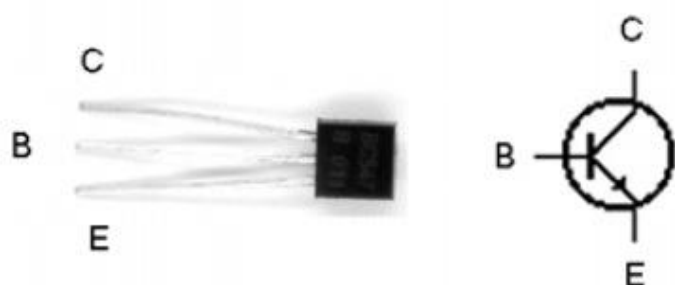
### Tranzystory NPN

Tranzystory są komponenty do wzmacniania małych prądów. Zestaw edukacyjny zawiera dwa krzemowe tranzystory NPN BC547B.

Poszczególne warstwy tranzystora noszą nazwy:

- emiter (oznaczony przez E) warstwa silnie domieszkowana
- baza (oznaczona przez B) warstwa cienka i słabo domieszkowana
- kolektor (oznaczony przez C)

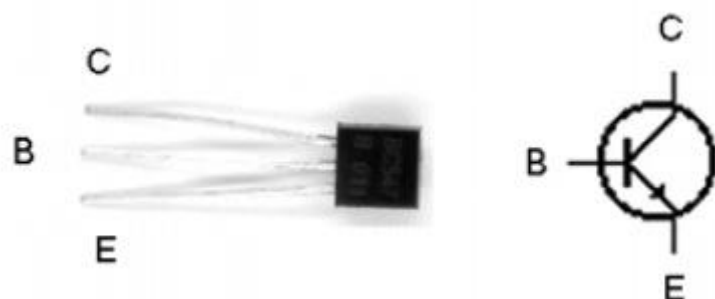
Cylindryczna obudowa jest z jednej strony spłaszczona. W tym miejscu nadrukowane jest oznaczenie jego typu. Jeśli patrzysz na tranzystor, którego przyłącza wskazują dół i możliwe jest odczytanie napisu, wtedy emiter znajduje się po prawej stronie. Baza jest pośrodku.



Rys. 7: NPN Tranzystor BC547

### Tranzystory PNP

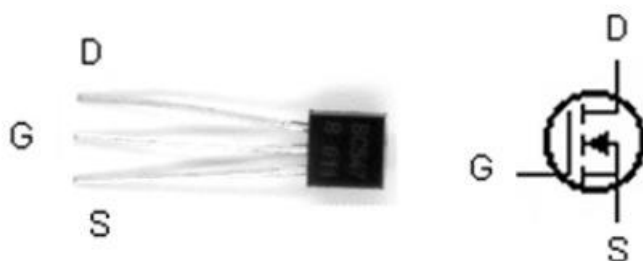
Tranzystor PNP **BC557B** posiada taką samą sekwencję końcową i różni się od tranzystora NPN tylko w polaryzacji. W schemacie emiter wskazuje symbol strzałki do wewnątrz.



Rys. 8: PNP Tranzystor BC557

### MOSFET

Nawet tranzystor polowy (MOSFET) BS170 z zewnątrz nie różni się właściwie od tranzystora bipolarnego. Można tylko go zidentyfikować po nadruku nadrukiem. Zaciski tranzystora są nazywane źródłem (S), bramą (G) i dren (D). Źródło leży na prawo, gdy spojrzymy na etykiety kiedy zaciski są skierowane w dół.



Rys. 9: MOSFET Tranzystor BS170



## Kondensatory

Kondensatory są ważnym elementem w elektronice. Kondensator to element konstrukcyjny urządzeń elektrycznych i elektronicznych, służący do gromadzenia ładunku elektrycznego oraz energii elektrycznej. Kondensator płaski złożony jest z dwóch równoległych płytek metalowych nazywanych okładkami. Okładki kondensatora znajdują się w niewielkiej odległości od siebie i są oddzielone warstwą izolatora. Izolatorem może być np. powietrze, próżnia, szkło, mika, papier, plastik. Pojemność kondensatora jest mierzona w faradach (f).

Materiał izolacyjny (dielektryk) zwiększa pojemność w porównaniu do izolacji powietrznej. Kondensatory z płytką ceramiczną używają specjalnego materiału ceramicznego o dużej pojemności, które stosuje się w takich niewielkich konstrukcjach.

Zestaw edukacyjny zawiera kondensator z ceramiczną płytką z 10 nF (etykietowania: 103, 10000 pF) i dwa z 100 nF (etykietowania: 104, 100,000 pF).

Jest odporny na przebiegunowanie. Pojemność jest wyrażona w faradach (F). Kondensator ceramiczny jest oznaczony kodem numerycznym.



Rys. 10: Kondensator ceramiczny

## Kondensatory Elektrolityczne

Kondensatory elektrolityczne pozwalają na pozyskanie większej pojemności w stosunku do wielkości niż inne rodzaje kondensatorów. Izolacja składa się z bardzo cienkiej warstwy tlenku glinu.

Kondensator elektrolityczny zawiera płynny elektrolit i owiniętą folię aluminiową o dużej powierzchni. Prawie wszystkie kondensatory elektrolityczne mają ustaloną polaryzację, zatem mogą pracować tylko przy określonym znaku napięcia. W przypadku odwrócenia polaryzacji może nastąpić reakcja elektrochemiczna prowadząca do zniszczenia kondensatora. Wydzielający się w jej wyniku gaz może doprowadzić do eksplozji jego obudowy. Biegun ujemny jest oznaczony białym paskiem i ma krótszy przewód połączenia.

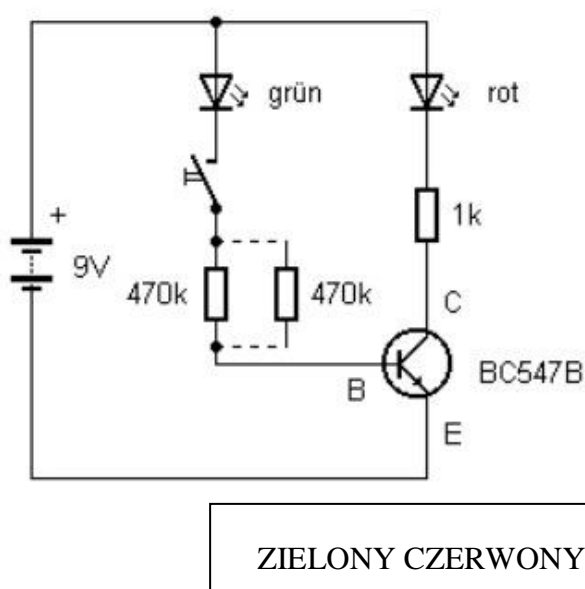


Rys. 11: Kondensator elektrolityczny

## 2. Krok: Prąd

Układ na rysunku nr. 12 przedstawia podstawowe działanie tranzystora NPN. Istnieją dwa obwody. Mały prąd bazowy płynie w obwodzie sterowania; większy prąd kolektora płynie w obwodzie obciążenia.

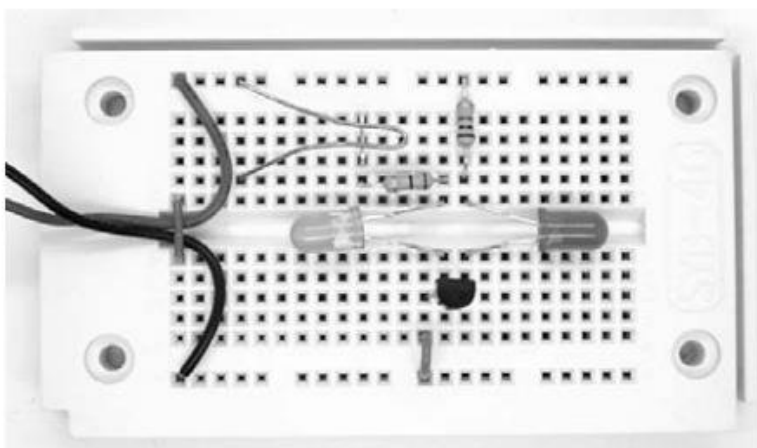
Oba prądy wspólnie przepływają przez emiter. Ponieważ emiter jest wspólnym punktem odniesienia obwodu, obwód ten jest nazywany również obwodem emitera. Gdy obwód bazowy jest otwarty, nie więcej prądu obciążenia płynie. Obecna podstawa jest znacznie mniejsza niż prąd kolektora. Niewielki prąd bazowy jest wzmacniony w ten sposób do większego prądu kolektora. Rezystor bazowy jest 470 razy większy, niż rezystor w obwodzie obciążenia. Mały prąd bazy może być zidentyfikowany przez niskiej jasności zielony LED. BC548B tranzystor wzmacnia prąd bazowy około 300-krotnie, tak aby czerwona dioda LED była znacznie jaśniejszy niż zielona dioda LED.



Rys. 12: Tranzystor NPN w obwodzie emitera.

*[W ramkach obok diagramów znajdują się informacje o kolorach diod, które są użyte w doświadczeniach]*

Podłącz drugi rezystor 470 k $\Omega$  równolegle do istniejącego rezystora bazowego. Prąd bazowy zwiększy się w ten sposób, a prąd kolektora również staje się większy. Tranzystor jest teraz w pełni połączony, czyli jeszcze większy prąd bazowy nie może już zwiększyć prądu kolektora. Jeśli podłączysz rezystor 22 k $\Omega$  równolegle, czerwona dioda LED nie stanie się już jaśniejsza. Tranzystor teraz działa jak przełącznik. Pomiędzy kolektorem i emiterem występuje teraz tylko bardzo nieduży spadek napięcia - około 0,1 V. Prąd kolektora jest już ograniczona przez konsumenta i nie może wzrosnąć bardziej. Między bazą, a emiterem jest napięcie około 0,6 V, które zmienia się tylko nieznacznie ze zmianami napięcia.

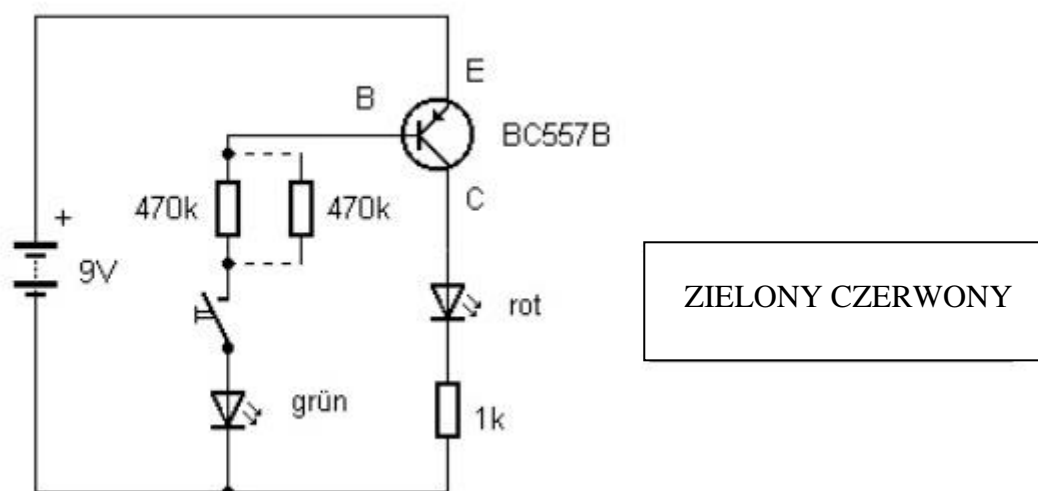


Rys 13: Przyrost prądu

Diody LED służą do wskazywania prądów. Czerwona dioda świeci jasno, zielona ledwo świeci. Tylko w całkowicie zaciemnionym pomieszczeniu prąd bazowy może być postrzegane jako słabe świecenie zielonej diody LED. Różnica wynika z dużego przyrostu prądu.

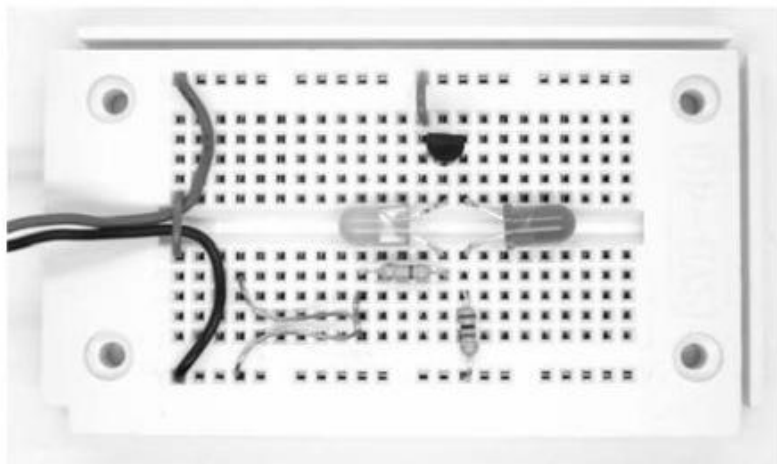
### 3. Krok: Odwrócona polaryzacja

Tranzystor PNP ma dokładnie taką samą funkcję jak tranzystor NPN, ale z odwróconą polaryzacją. Nadajnik jest więc teraz przy dodatnim biegunem baterii.



Rys 14: Tranzystor PNP w obwodzie emitera

Ustaw układ z tranzystorem BC557 PNP i zbadaj bieżący przyrost i tutaj, także z różnych rezystorów bazowych. BC557B podobnie posiada około 300-krotny przyrost prądu.



Rys. 15: Badanie przyrostu prądu z BC557

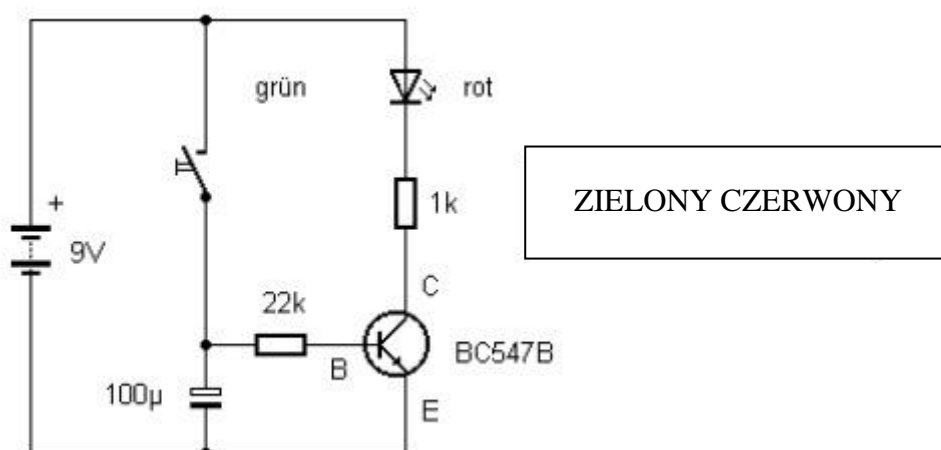
#### 4. Krok: Dalsza kontrola

Celem tego układu jest zrobienie oświetlenia LED z efektem automatycznej poświaty. Oświetlenie wnętrza samochodów często działa według tej zasady: po wyjściu z samochodu, światło nadal świeci przez pewien czas, a następnie powoli gaśnie.

Jeśli trzymasz kondensator elektrolityczny przy właściwej polaryzacji podłączony do akumulatora, to wtedy zabiera ładunek elektryczny. Po oddzieleniu od baterii ten ładunek pozostaje przez długi czas. Kondensator elektrolityczny może być połączony z diodą LED.

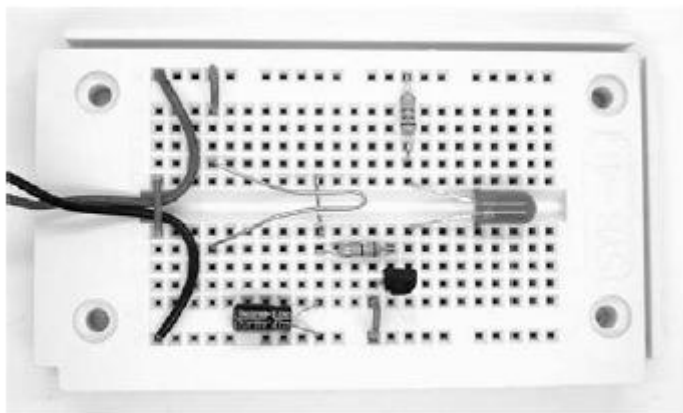
Powstanie krótki błysk światła. Kondensator elektrolityczny rozładowuje się w krótką chwilę.

Przyrost prądu tranzystora może być stosowany w celu przedłużenia czasu rozładowania kondensatora. Układ pokazany na rys. 16 wykorzystuje kondensator elektrolityczny z 100 uF jako kondensator ładowania. Po krótkim wciśnięciu włącznika jest on naładowany, a teraz dostarcza prąd bazowy do obwodu emitera na dłuższy okres.



Rys. 16: Wyłącznik z opóźnieniem

Czas rozładowania jest istotnie przedłużony przez duży rezystor bazowy. Po około dwóch sekundach kondensator elektrolityczny jest już w większości rozładowany. Ale po tym czasie, prąd bazowy jeszcze wystarcza na niewielką modulację tranzystora. Prąd kolektora zmniejsza tylko stopniowo.



Rys. 17: Efekt poświaty

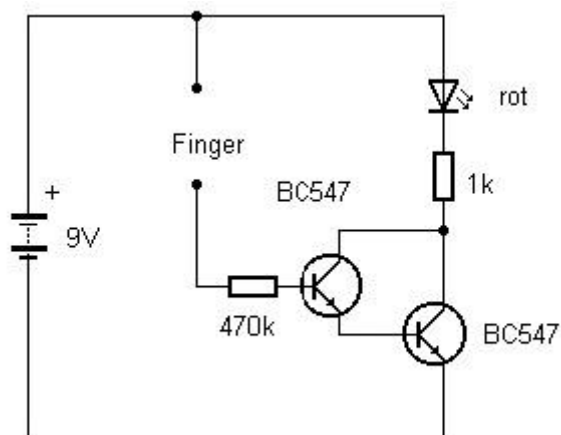
Dioda świeci z pełną jasnością, jak długo, jak wciśnięty klawisz wyłącznika. Ale krótkie naciśnięcie włącznika wystarcza aby włączyć diodę LED. Potem ona pozostaje w pełni włączony przez około dwie sekundy, a potem świeci coraz to słabiej. Po około minucie słaby blask jest nadal widoczny. W rzeczywistości, nawet po dłuższym okresie dioda nie zgaśnie całkowicie. Ale prąd spadnie do wartości tak małych, że nie ma już żadnego widocznego efektu świecenia.

### 5. Krok: Czujnik dotykowy

Można po prostu podłączyć lampę z prostym włącznikiem. Jednak czujnik kontaktu może również być wykonany z odpowiedniego obwodu tranzystora. Dwa przewody lub metalowe styki nie stykające się bezpośrednio, lecz tylko zamiast tego trzeba dotknąć je tylko palcem.

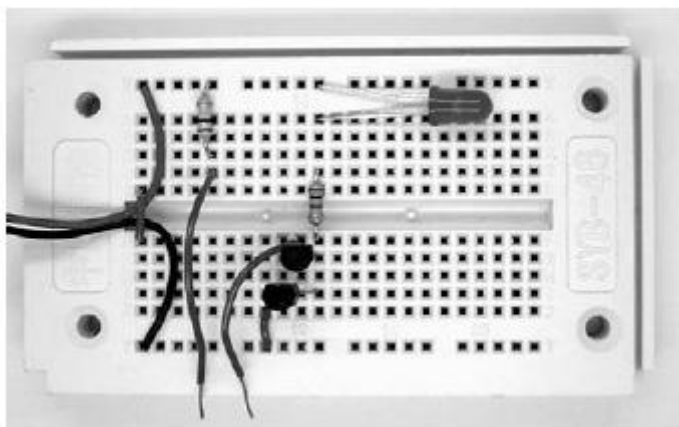
Jeśli chcesz obliczyć współczynnik wzmocnienia jako układu dwóch tranzystorów to musisz pomnożyć współczynniki obydwu wtedy pierwotnym prądem dla drugiego tranzystora, jest wzmocniony prąd wtórny z pierwszego tranzystora.

Układ pokazany na rys. 18 nazywany jest również Układem Darlingtona



Rys. 18: Układ Darlingtona

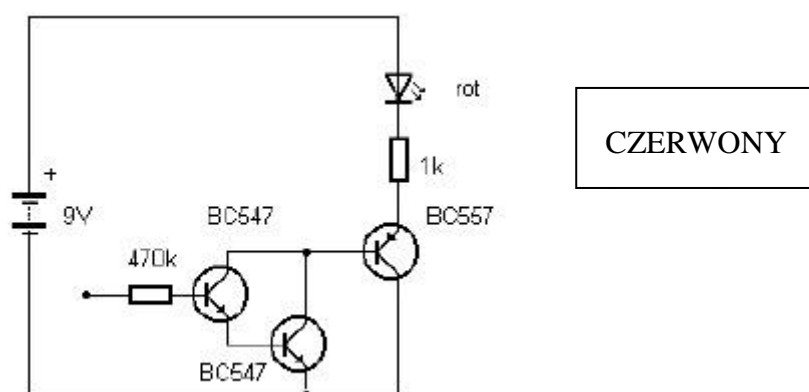
Jeśli założysz współczynnik wzmocnienia 300 dla każdego z tranzystorów, Układ Darlingtona ma wzmocnienie 90000. Teraz rezystor bazowy 10 MΩ już prowadzi w wystarczającym stopniu, aby włączyć diodę LED. W realnym eksperymencie, możesz skorzystać z kontaktu fizycznego zamiast bardzo wysokoomowego rezystora. Ze względu na duże wzmocnienie lekki dotyk suchym palcem powinien być wystarczający. Dodatkowy rezystor ochronny na początku chroni tranzystory w przypadku kontaktów fizycznych / przypadkowych połączeń bezpośrednich.



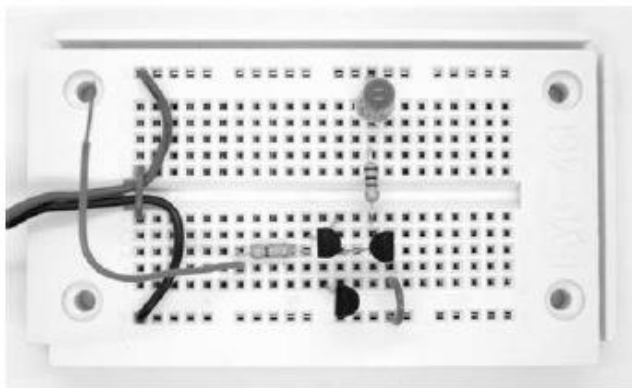
Rys. 19: Czujnik dotyku

### 6. Krok: Czujnik ruchu

Układ ten posiada przewód czujnika na wejściu pierwszego tranzystora. Jeśli ktoś porusza się w pobliżu drutu – dioda zapala się na czerwono. Poprzez ruch, na tle izolacyjnej, każda osoba pobiera niezauważalnie elektrycznie. Jeśli będziesz się poruszać w pobliżu obiektów przewodzących, siły elektrostatyczne będą prowadzić do przesunięcia ładunków elektrycznych, a więc do małego prądu, który tutaj będzie odpowiednio wzmacniany. Obwód Darlingtona aktywuje tranzystor PNP tak, że obecny wzmocnienie, ponownie staje się 300 razy większa. Teraz kilka pikoamperów jest już wystarczające, żeby spowodować, aby czerwona dioda LED wyraźnie świeciła.



Rys. 20: Wzmocnienie prądu z trzema tranzystorami

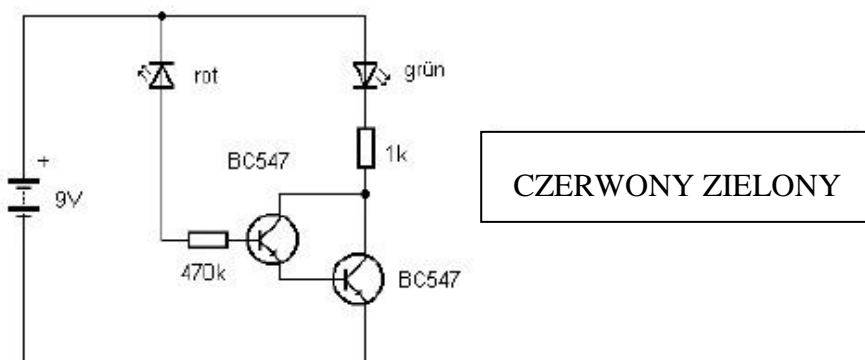


Rys 21: Wzmacniacz czujnika pola elektrycznego

Do pierwszego testu obwodu, długi na około 10 centymetrów przewód czujnika będzie odpowiedni. Po jakimś ruchu na izolowanej podłożu zazwyczaj zbierasz ze sobą pewien ładunek elektryczny. Następnie przesun ręką w pobliżu przewodu czujnika. Jasność diody LED się zmieni. Aby zwiększyć czułość obwodu możesz podłączyć dłuższy drucik. To może być pozbawiony izolacji drut albo kabelek z izolacją. Czujnik staje się jeszcze bardziej skuteczny, jeśli dodatkowo uziemisz biegun ujemny baterii. W tym celu wystarczy, jeśli druga osoba dotyka obwodu. Teraz już powinno być wykrywane, jeżeli ktoś przechodzi w odległości około pół metra od czujnika. Miganie diody pokazuje poszczególne kroki. Jeśli jest bezpośredni kontakt z końcem gołego drutu, widać ciągłe świecenie diody. Możesz śledzić ten pola 50 Hz, które na pewno znajdują się w pokoju. Dioda LED nie świeci wtedy jednostajnie, tylko miga z częstotliwością 50 Hz.

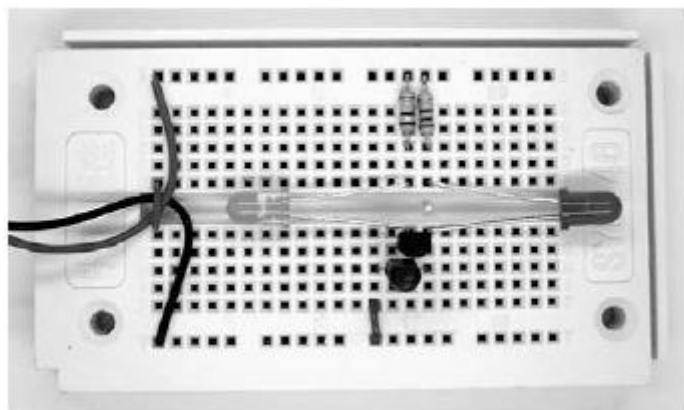
### 7. Krok: Dioda LED jako czujnik światła

Ten czujnik światła reguluje jasność diody LED. Gdy światło pada na czujnik, dioda zaczyna działać. W ciemności, pozostaje to wyłączony. W rzeczywistości, praktycznie żaden prąd nie płynie przez diodę, gdy jest on kierowany do napięcia w odwrotnym kierunku. Jednakże, jest to w rzeczywistości bardzo mały prąd wsteczny. Na przykład, w zakresie od kilku nanoamperów które normalnie mogą być pomijane. Duże wzmocnienie Układu Darlingtona, jednak umożliwia eksperymenty z bardzo małymi prądami. Tak więc, na przykład, prąd wsteczny diody LED sama zależy od oświetlenia. Dioda jest więc jednocześnie fotodiodą. Bardzo małe prąd fotoelektryczny pochodzący z czerwonej diody LED jest wzmacniany dwoma tranzystorami do takiego stopnia, że zielona dioda LED świeci.



Rys. 22: Wzmocnienie odwrotnego prądu LED

W praktycznym eksperymencie, prawa dioda jest już wyraźnie włączona w normalnym świetle otoczenia. Rzucanie cienia na czujnik LED staje się widoczna w jasności wskazań diody LED.



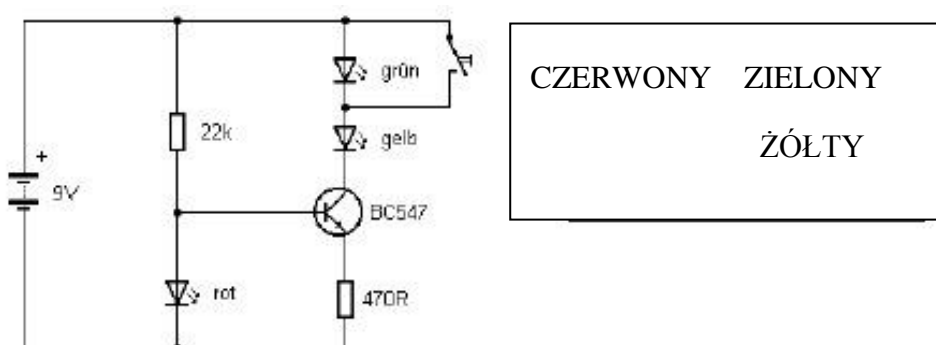
Rys. 23: Czujnik światła LED

## 8. Krok: Stała jasność

Czasami potrzebny jest prąd stały, który jest zupełnie niezależny od jakichkolwiek wahań napięcia, na tyle na ile to możliwe. Dioda LED będzie tutaj świecić w ten sposób z tą samą jasnością, nawet jeśli bateria straciła część swojej napięcia. Układ przedstawiony na rysunku nr. 24 przedstawia prosty stabilny obwód.

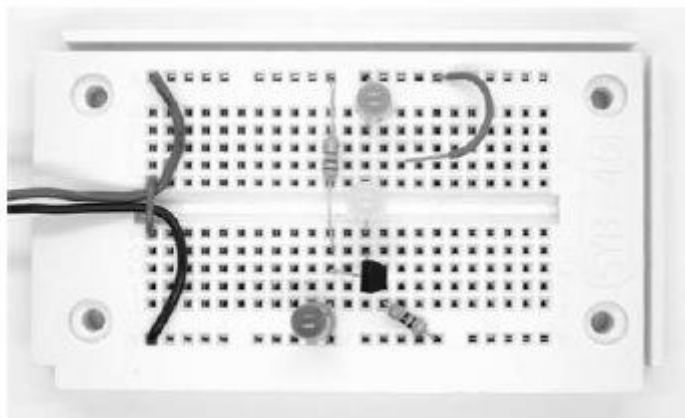
Czerwona dioda LED na wejściu stabilizuje napięcie bazowe do około 1,8 V. Od podstawowego emitera napięcie wynosi zawsze około 0,6 V, istnieje napięcie około 1,2 V w rezystorze emitera. Dlatego rezystor determinuje prąd emitera, a tym samym prąd kolektora ok 2,5 mA. Diody LED w obwodzie kolektora nie potrzebują rezystora szeregowego, ponieważ prąd diody jest regulowany przez tranzystor.

Źródło prądu stałego współpracuje również z różnymi obciążeniami. Niezależnie od tego, czy używasz obydwu diod w obwodzie kolektora lub krótkiego obwodu jednej z nich - obwód kolektora pozostaje ten sam.



Rys. 24: Stabilizowane źródło prądu





Rys. 25: Stabilizowanie jasności diody LED

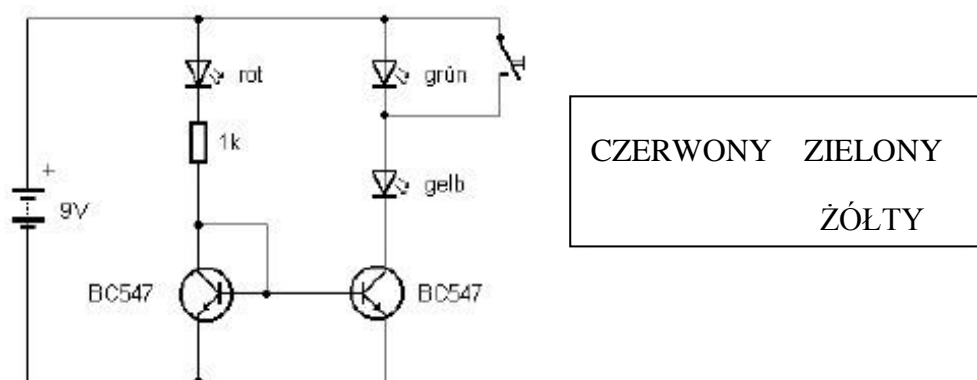
Możesz sprawdzić i porównać rezultaty z nową baterią oraz z baterią mocno używaną. Dopóki pewne napięcie szczytkowe jest obecne, dioda pozostaje prawie tak samo jasna.

Z tylko jedną diodą LED, napięcie baterii może być niższe niż z dwoma diodami LED. W tym ostatnim przypadku co najmniej 6 V musi być ciągle obecne w układzie.

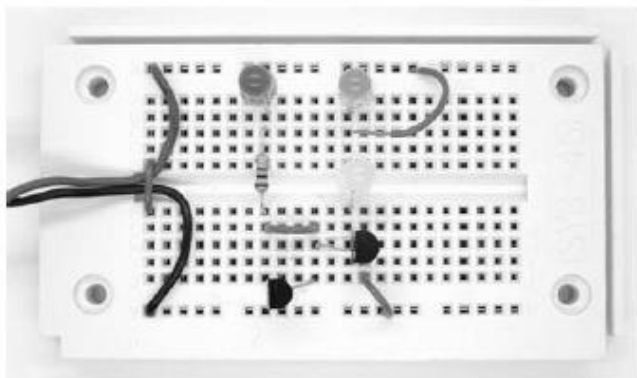
### 9. Krok: Czujnik temperatury

Układ ten pokazuje różnice temperatur poprzez jasności diody LED. Teraz wystarczy dotknąć czujnik temperatury palcem. Układ przedstawiony na rys. 26 przedstawia tzw. lustro prądowe. Prąd płynący przez rezystor 1 kΩ znajduje odzwierciedlenie w dwóch tranzystorach i pojawia się na prawie tej samej wielkości jak prąd kolektora prawego tranzystora. Ponieważ w przypadku lewego tranzystora bazowego i emitera tranzystora jest połączenie, napięcie baza-emiter około 0,6 V pojawia się automatycznie, co prowadzi do określonego prądu kolektora. Teoretycznie, drugi tranzystor powinien teraz pokazać taki sam prąd kolektora z dokładnie tymi samymi danymi z tego samego napięcia baza-emiter. W praktyce jednak pojawiają się zwykle niewielkie różnice w wynikach. Lustro prądowe jest jednocześnie stałym źródłem prądu.

W ten sposób jasność żółtej diody LED nie zmienia się jeśli pominąć zieloną diodę.



Rys. 26: Lustro prądowe



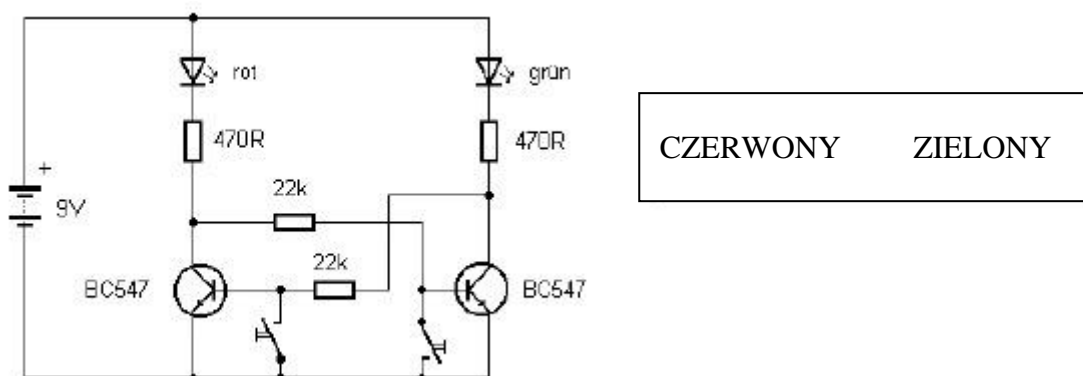
Rys. 27: Tranzystor jako czujnik temperatury

Układ ten nadaje się do użytku jako czujnik wrażliwy na temperaturę. Dotknij jednego z tranzystorów palcem. Ogrzewanie, które pojawia się zmienia prąd wyjściowy i staje się widoczne jako zmiana jasności diody. W zależności od tego, który z tych dwóch tranzystorów będzie dotykany, można nieco zwiększać lub zmniejszać jasność odpowiednich diod. W zależności od temperatury otoczenia, można podgrzać tranzystory nawet o 10 ° C palcem i wtedy staje się to już bardziej widoczne. Różnica w jasności staje się jeszcze wyraźniejsza, jeśli ostrożnie podgrzać jeden z tranzystorów za pomocą pręta lutowniczego.

### 10. Krok: Włączony albo wyłączony

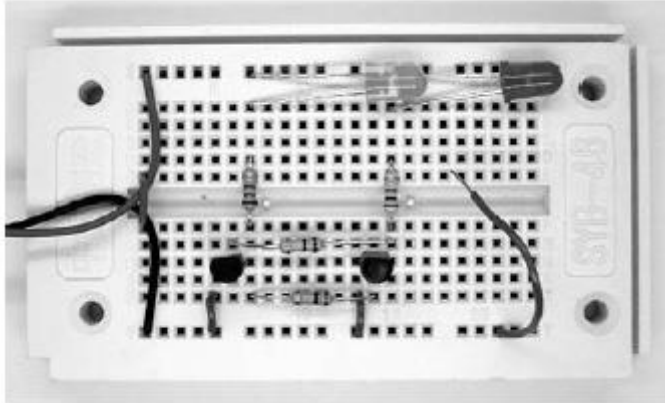
Teraz czas na zagadnienie cyfrowe: podczas gdy mniej więcej prąd płynie w obwodzie analogowym, układ cyfrowy jest albo całkowicie włączony lub całkowicie wyłączony. Stany "włączenia" i "wyłączenia" są oznaczane również jako „Jeden” i „Zero”.

Układ przedstawiony tutaj może być postrzegany jako podstawowy moduł techniki komputerowej. Układ z dwoma stabilnymi stanami nazywa układ wyzwalań lub też układ flip-flop. Dioda LED jest włączona lub wyłączona, ale nigdy nie jest w stanie "połowicznym", pomiędzy. Rysunek numer 28 pokazuje typowy układ „flip-flop”. Zasadniczo obwód składa się z dwóch połączonych stanów wzmacnienia w zamkniętego sprzężenia zwrotnego.



Rys. 28: Bistabilny układ Flip-Flop

Obwód przerzuca się do jednego z dwóch możliwych stanów. Jeśli prawy tranzystor przewodzi, lewy jest zablokowany i na odwrót. Przewodzący tranzystor ma niskie napięcie kolektora, a zatem wyłącza prąd bazowy drugiego tranzystora. Z tego powodu, gdy raz wprowadzony stan przełączania pozostaje stabilny aż zostanie zmieniony przez jeden z przełączników.

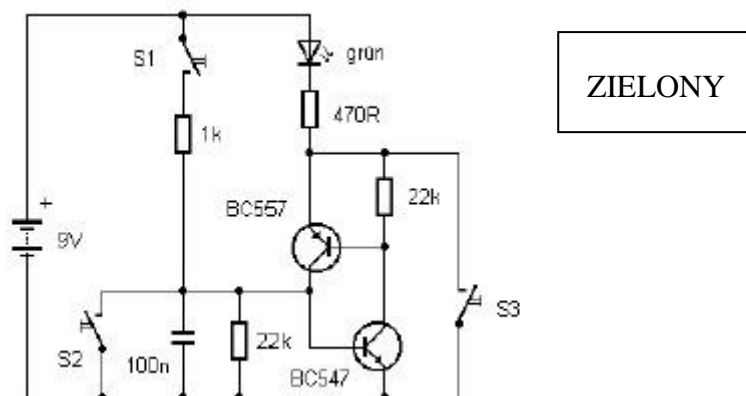


Rys. 29: Flip-Flop

Włącz napięcie robocze. Odkryjesz, że jedna z dwóch diod LED świeci. Ale nie można było przewidzieć, która strona zostanie włączona. Zazwyczaj nierówny wzrost prądu tranzystorów decyduje, po której stronie obwodu do tego dojdzie. Teraz użyj zworki do zablokowania jednego z dwóch tranzystorów. Uzyskany stan pozostaje po usunięciu zworki. Oba stany są również jako SET(S) i RESET (R), więc nazwa się go czasem RS Flip-Flop.

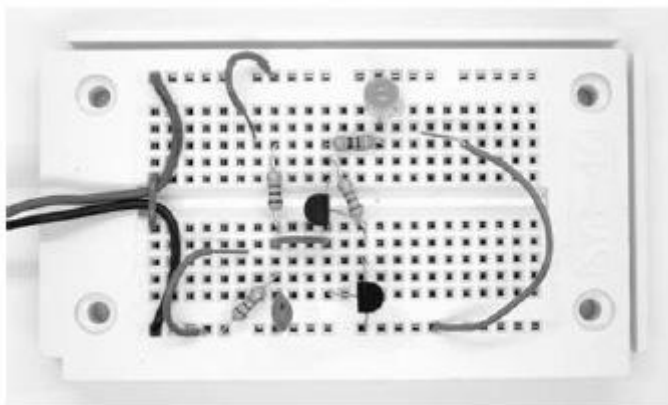
### 11. Krok: Zapalanie i wygaszanie

Obwód bistabilny może być również wykonana z tranzystora NPN i tranzystora PNP. Prąd kolektora jednego tranzystora w tym samym czasie staje się prądem bazowym drugiego tranzystora. Tak więc albo oba tranzystory są zablokowane lub oba są przewodzące. Po włączeniu zasilania, układ jest początkowo w stanie zablokowania. Krótki uruchomienie wyłącznika S1 przełącza go w stan przewodzenia. Ten stan jest obecnie przechowywane i pozostaje tak długo, jak długo napięcie jest obecne. Tylko poprzez wyłączenie napięcia zasilającego da się przywrócić tranzystory do stanu zablokowanego.



Rys. 30: Prowadzenie i blokowanie

Poprzez krótkie połączenie S1, uruchamiasz obwód tak, że dioda LED świeci. Za pomocą S2 przeciwnie - stan przewodzący może być usunięty. S3 włącza diodę LED, ale jednocześnie usuwa przewodzący stan tranzystorów. Po otwarciu S3 LED jest zatem wyłączony.



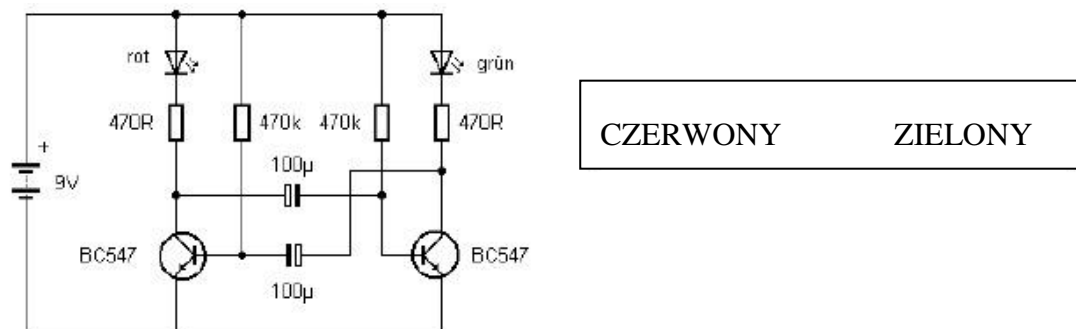
Rys. 31: Włączony lub wyłączony

## 12. Krok: Migacz naprzemienny

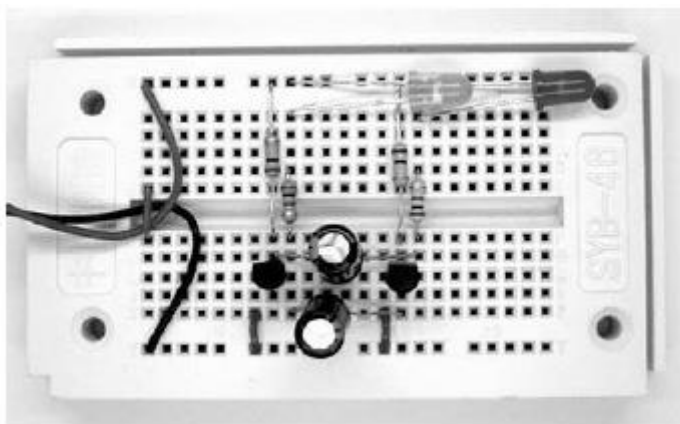
Ten elektroniczny migacz działa w systemie "push-pull": dwie diody są przełączane automatycznie tak, że tylko jeden z nich jest włączony w tym samym czasie.

Symetryczny obwód migacza pokazano na rysunku 32 - jest on także nazywany multiwibratorem. Informacja zwrotna pojawia się poprzez dwa kondensatory. Jeśli chodzi o kondensatory elektrolityczne trzeba zwrócić uwagę na polaryzację, ponieważ napięcie na danym kolektorze jest wyższe niż przeciętne w przeciwnej bazie. Stan obwodu pozostaje tylko stabilny tak długo, jak tylko ładowania kondensatorów ma miejsce. Potem obwód zmienia się do odwrotnego stanu.

Z dwoma 100 uF kondensatorami elektrolitycznymi osiągnąć można bardzo niewielkie wyniki częstotliwości migania, z mniej niż pięciu kompletnych przebiegów na minutę.



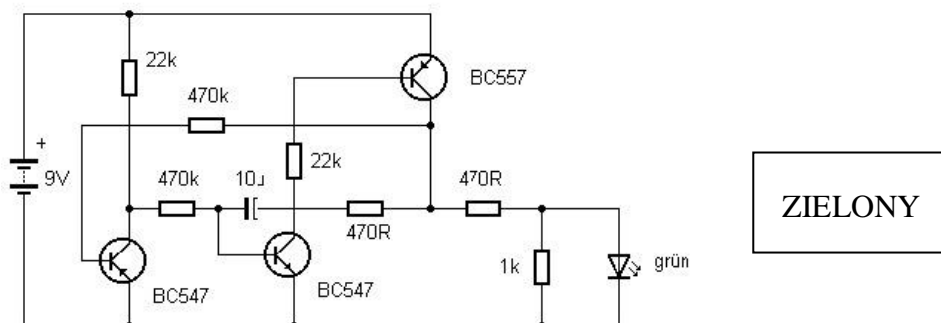
Rys. 32: Multiwibrator



Rys. 33: Powolny naprzemienny migacz

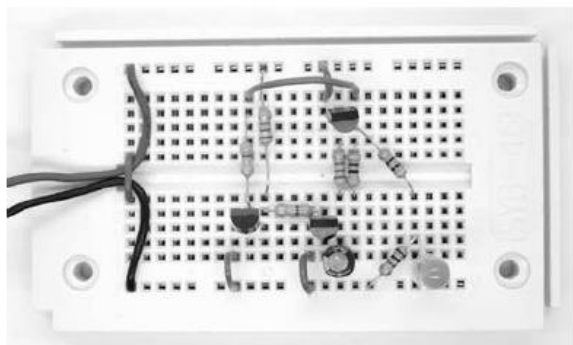
### 13. Krok : Prosty migacz LED

Migacz w pojeździe silnikowym zwykle aktywuje tylko jedno światło. Inny przerywacz jest ustawiony tutaj automatycznie by przełączać tam i z powrotem. Układ wymaga tylko jednego kondensatora. Dwa tranzystory w obwodzie tworzą wzmacniacz. Sprężenie zwrotne od wyjścia do wejścia przechodzi przez kondensator, który ładuje się i rozładowuje wielokrotnie. Układ ten tworzy regularne krótkie błyski światła. Tak długo, jak kondensator jest naładowany, wszystkie trzy tranzystory pozostają zablokowane. Napięcie na bazie tranzystora środkowego zwiększa się powoli. Przy około 0,6 V tranzystor środkowy zaczyna przewodzić i dostarczać prądu dla tranzystora PNP. Napięcie kolektora zwiększa i przełącza LED. W tym samym czasie, kondensator elektrolityczny dostarcza potężny i krótki ładunek pulsacyjny. Lewy tranzystor w obwodzie jest dla zapewnienia właściwej pracy obwodu. Jeden błysk światła na sekundę jest wygenerowany.



Rys. 36: Obwód migających świateł

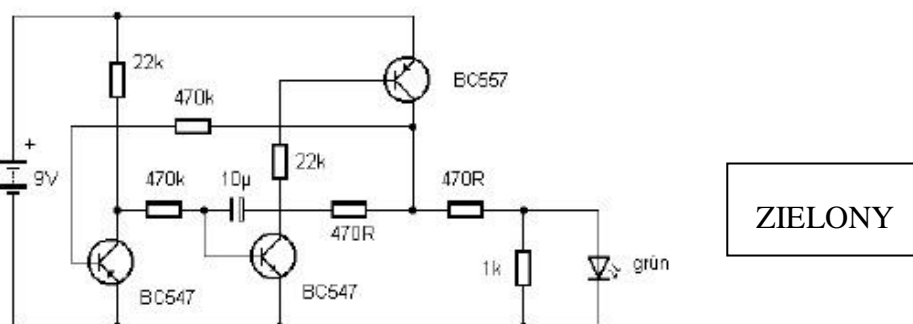
Usunięcie z obwodu rezystora o rezystencji 1kΩ (1 Kiloohm), który jest równoległy do diody LED spowoduje, że przerwy pomiędzy błyskami światła będą znacząco wydłużone. Lewy tranzystor zablokowany jest tylko wtedy, gdy kondensator elektrolityczny jest całkowicie rozładowany. Tylko wtedy kolektor powoli zwiększa napięcie, tak aby umożliwić nowy impuls.



Rys. 37: LED migające światło

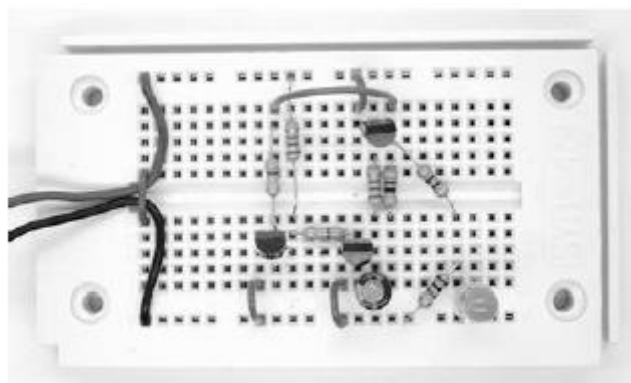
#### 14. Krok: migające światło LED

Układ ten powoduje regularne krótkie błyski światła. Tak długo, jak kondensator wciąż naładowany, wszystkie trzy tranzystory pozostają zablokowane. Napięcie na bazie tranzystora środkowego powoli zwiększa się. Przy około 0,6 V, tranzystor zaczyna przewodzić i dostarczać prąd bazowy dla tranzystora PNP. Wzrasta napięcie kolektora i włącza się dioda LED. W tym samym czasie, kondensator elektrolityczny zapewnia mocny i krótki bazowy prąd impulsowy. Lewy tranzystor w obwodzie jest dla zapewnienia właściwego punktu pracy obwodu. Jest tutaj generowany mniej więcej jeden błysk światła na sekundę.



Rys. 36: Obwód światła migającego

Usunięcie z obwodu 1 kΩ rezystora, który jest równoległy do LED: spowoduje to, że przerwa między błyskami światła zostanie znacznie wydłużona. Lewy tranzystor blokuje się tylko wtedy, gdy kondensator elektrolityczny jest całkowicie rozładowany. Dopiero wtedy napięcie kolektora powoli się zwiększa, tak aby wygenerować nowy impuls.

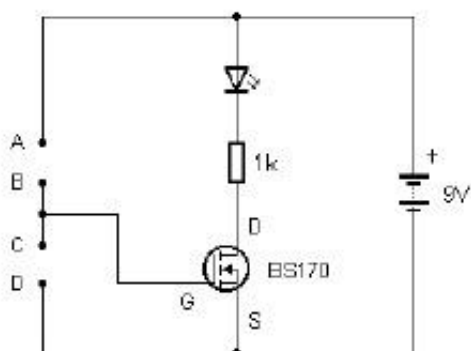


Rys. 36: Obwód z migającą diodą LED

### 15. Krok : czujnik dotykowy MOSFET

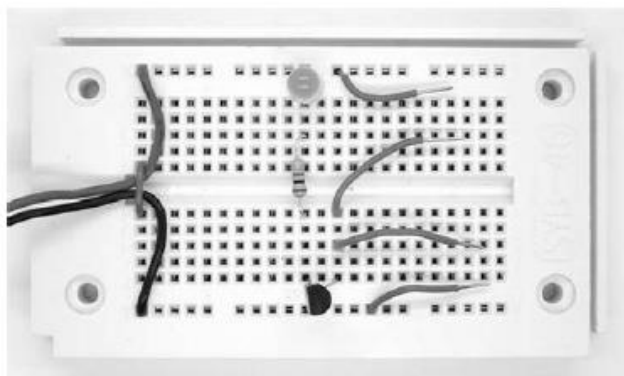
Układ ten z MOSFET BS170 (Metal-Oxide Semiconductor Field-Effect Transistor) sterowany jest za pomocą diody LED przez dwie pary styków, które można bezpośrednio łączyć lub dotykać za pomocą palców. Po krótkim połączeniu styków odpowiedni stan jest przechowywany przez dłuższy okres czasu.

Tranzystor NPN został przedstawiony w pierwszym doświadczeniu w prostym obwodzie podstawowym. Prąd źródłowy musi płynąć aby przepływ prądu w kolektorze był możliwy. Podobny eksperyment z MOSFET BS170 ukazuje kompletnie inne zachowania. MOSFET posiada trzy terminale : brama ( G ), źródło ( S ) i dren ( D ). Ten czas kontrolujący prąd nie jest zależny od prądu wejściowego, lecz od napięcia między ( G ) i ( S ). Jeżeli napięcie dodatnie jest równe 2 V lub większe na bramie ( G ), tranzystor przewodzi prąd. Terminal bramy jest całkowicie izolowana i tworzy mały kondensator z około 20 pF . Raz naładowana brama powoduje, że napięcie bramki utrzymuje się przez długi czas.



Rys. 38: Podstawowy układ MOSFET

Połącz na krótko zaciski A i B by naładować bramę. Dioda LED świeci i pozostaje w tym stanie. Podłącz styki C i D by rozładować bramę i wyłączyć diodę LED. Każdy z tych dwóch możliwych stanów trwa przez względnie długi okres czasu. Doświadczenie wykazuje podstawowe działania dynamicznego zespołu składowania, które przechowuje również ładunek elektryczny, tak zilustrowany jest system zero-jedynkowy. Jednocześnie obwód ten jest prostym przełącznikiem dotykowym, ponieważ podczas kontaktu między A i B lub C i D dotknięcie ma taki sam efekt jak w bezpośredni kontakt. Uwaga! Napięcie bramek większe niż 20 V nie jest dozwolone i może prowadzić do zniszczenia tranzystora . Dlatego też należy być ostrożnym w kontakcie z ładunkiem elektrostatycznym. Zawsze najpierw należy dotknąć zacisk źródła zasilania, tak aby ładunki zostały przeniesione. Istnieje szczególne niebezpieczeństwo dla tranzystora jeśli dwie osoby dotkną tego samego obwodu. Mogą one być inaczej elektrycznie naładowane, a rozładowanie przez tranzystor może spowodować zniszczenie go.

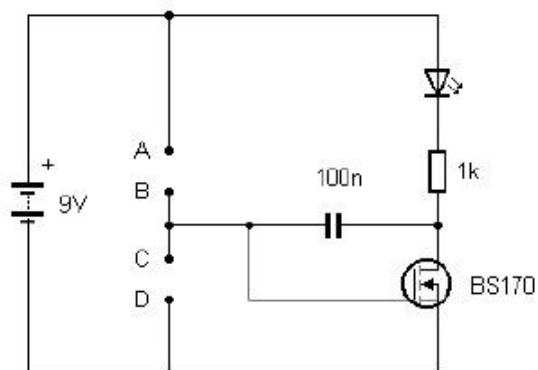


Rys. 39: Ładowanie i rozładowywanie bramki

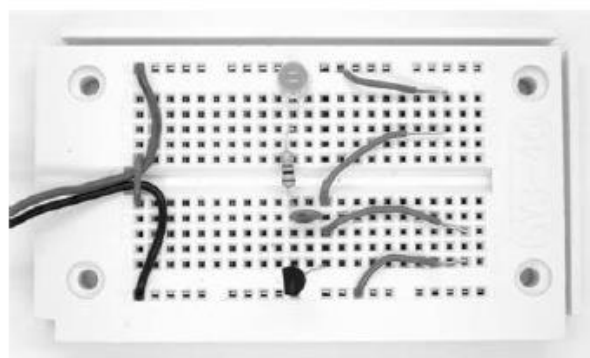
### 16. Krok: Czujnik ściemniania

Z dodatkowym kondensatorem między bramą a drenem, stany pośrednie między "całkowicie włączonym" i "całkowicie wyłączonym" są również zachowane. Jeśli napięcie na bramce spadnie to prąd na odpływie będzie mniejszy, a napięcie spadnie też na diodach LED i rezystorem. Dlatego napięcie odpływu wzrasta. Jest to możliwe tylko wtedy, gdy kondensator jest naładowany.

Każda zmiana napięcia odpływu przeciwdziała zmianie napięcia bramki. W ten sposób, niewielkim prądem wejściowym jasność diody zmienia się bardzo powoli. Jeśli zostaną dotknięte styki A i B, LED staje się jaśniejszy. Natomiast, aby go przyciemnić C i D muszą zostać dotknięte. Czas potrzebny na reakcję na dotknięcie różni się w obu przypadkach. Rozjaśnianie zachodzi szybciej niż przyciemnienie na skutek wyższego napięcia ładowania.



Rys. 40: Regulator jasności (ściemniacz) dotykowy



Rys. 41: Regulowanie jasności

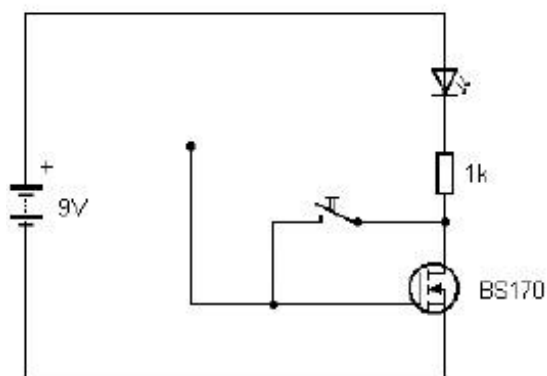


### 17. Krok: Elektrometr

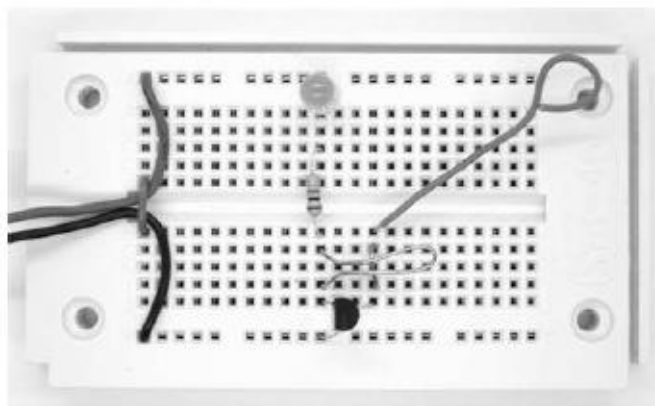
Elektrometr jest to urządzenie pomiarowe do wykrywania małych ładunków elektrycznych. Elektrycznie naładowane objekty lub osoby mają wokół siebie pole elektryczne, które może naładować izolowane objekty w okolicy dzięki indukcji elektrostatycznej. Odnosi się to także do izolowanej bramy BS170. Izolowany przewód jest połączony na wejściu obwodu. Ładunki elektryczne w okolicy wpływają na jasność diody LED.

Można, na przykład, pocierać plastikową linijkę za pomocą szmatki i przytrzymać ją w pobliżu obwodu. Robiąc to w ten sposób utrzymuj bezpieczną odległość 10 cm, tak aby nie uszkodzić tranzystora MOSFET.

Stan początkowy po włączeniu jest nieokreślony; tranzystor może być wtedy całkowicie zablokowany lub całkowicie przewodzący. W obu przypadkach małe różnice napięciu bramki nie mają żadnego wpływu. Istnieje więc przełącznik startu, którym można krótko podłączyć bramkę i dren. Napięcie bramki dopasowuje się do środkowej części zakresu w około 2 V.



Rys. 42: Elektrometr

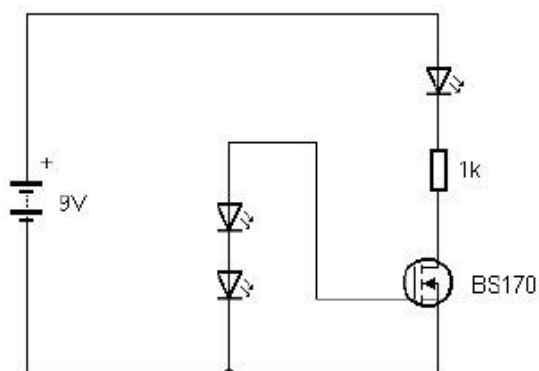


Rys. 43: Wykrywanie ładunków elektrycznych

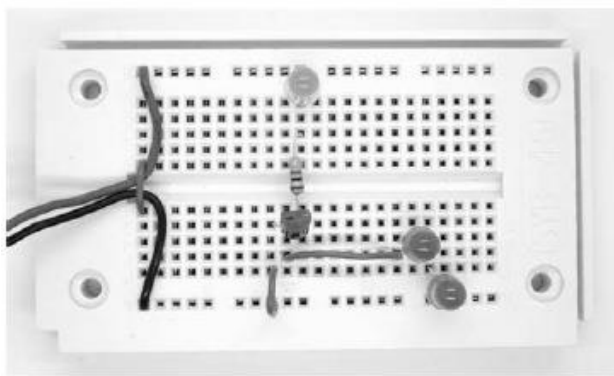
### 18. Krok: Diody LED jako ogniwa fotowoltaiczne

Eksperyment ten pokazuje inny sposób, aby stworzyć prosty czujnik światła. Tym razem należy użyć BS170. Dwie diody LED będą tu służyć jako czujniki światła. W rozdziale 16 diodę LED zastosowano jako czujnik światła z dwoma tranzystorami NPN w Układzie Darlingtona.

Dzięki niemal nieskończonej dużej rezystancji wejściowej, sam pojedynczy MOSFET wykonuje to zadanie samodzielnie. Ale teraz potrzeba dwóch diod LED jako czujników światła. Diody LED są stosowane jako ogniwa fotowoltaiczne, które mogą dostarczyć napięcie. BS170 przewodzi rozpoczynając od bramki z napięciem 2 V. Przy wystarczającym oświetleniu, dwie diody razem mogą wytwarzać wymagane napięcie. Nawet niewielki wzrost jasności pokazuje efekt. Można eksperymentować także z różnymi kolorami diod LED. Zielona dioda LED dostarcza nieco więcej napięcia niż czerwona.



Rys. 44: Diody LED jako ogniwa fotowoltaiczne



Rys. 45: Czujnik światła

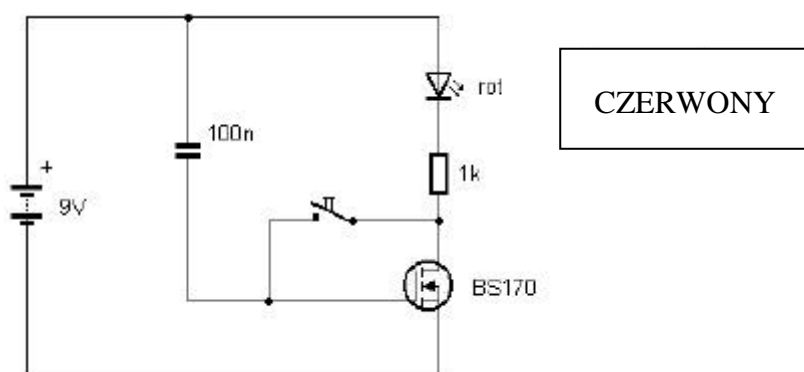
### 19. Kondensator jako czujnik temperatury

Ceramiczny kondensator 100 nF może być używany jako czujnik temperatury. Taki kondensator ma dużą współczynnik temperaturowy. Wydajność zmniejsza się przy ogrzewaniu.

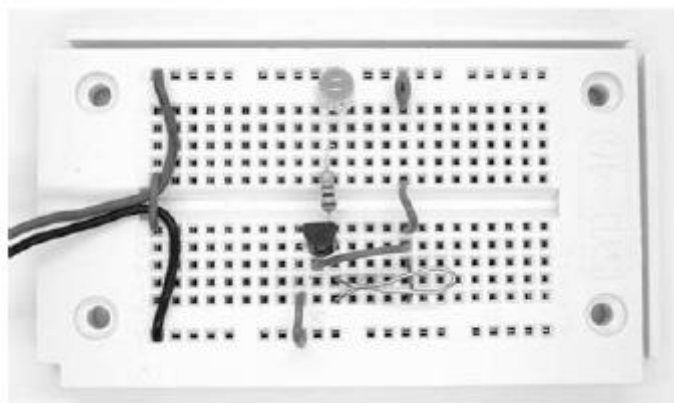
W tym doświadczeniu, przełącznik musi być początkowo zamknięty, a następnie otwarty ponownie. Napięcie bramki automatycznie dostosowuje się do napięcia progowego w przybliżeniu 2 V - Dioda LED świeci. Teraz mamy napięcie około 7 V w kondensatorze 100 nF .

Dotknij teraz bardzo lekko palcem kondensatora, a doprowadzi to do wzrostu temperatury. Ładunek zachowany w kondensatorze pozostaje stały. Ale ponieważ pojemność maleje, zwiększa się napięcie kondensatora. Prowadzić to będzie do mniejszego napięcia bramki i tym samym mniejszego prądu wyjściowego. Nawet lekki dotyk wystarczy, aby spowodowało to, że dioda LED zacznie świecić zauważalnie słabiej. Układ ten reaguje na niewielkie zmiany temperatury w sposób bardziej czuły układzie tranzystorowym w rozdziale 18.

Jak tylko czujnik kondensatora ochłodzi się ponownie do normalnej swojej temperatury - zacznie powracać pierwotna jasność diody LED.



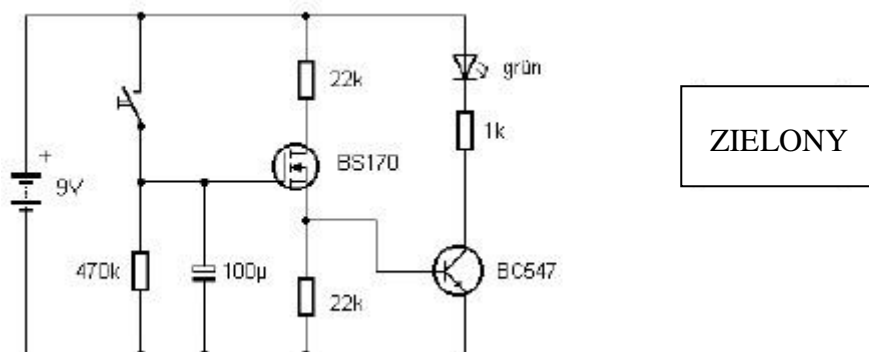
Rys. 46: Analiza napięcia na kondensatorze



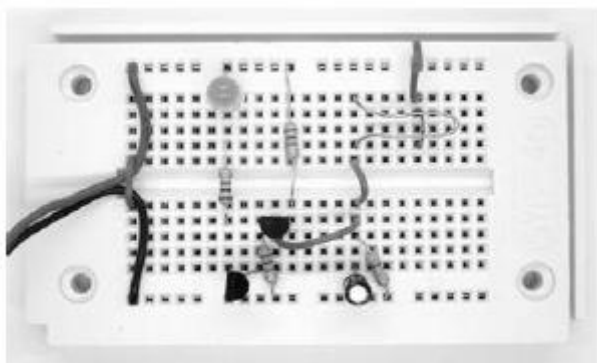
Rys. 47: Sensor temperatury

## 20. Krok: Minutowe światło

Światło załącza się po włączeniu, a następnie pozostaje zapalone na około minutę. Przejście między zapaleniem, a wygaszeniem jest płynne ale stosunkowo szybkie. Kondensator elektrolityczny jest ładowany do 9 V. Następuje rozładowanie przez rezystor 470 k $\Omega$ . Dopóki napięcie bramki jest większe niż ok 2.6 V, FET przewodzi i dostarcza prąd bazowy dla tranzystora NPN i włącza się dioda LED. Jeśli napięcie wejściowe spadnie, FET przewodzi stopniowo coraz słabiej. Gdy napięcie bazowe tranzystora NPN spada poniżej ok 0,6 V, nie ma zauważalnego prądu kolektora i dlatego dioda LED zaczyna gasnąć.



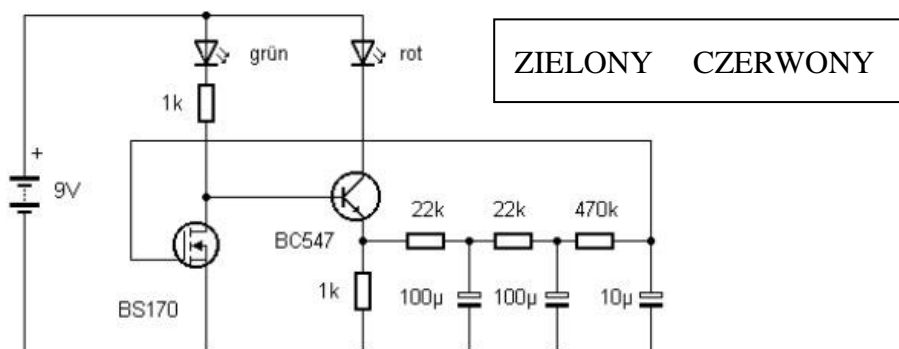
Rys. 48: Powolne rozładowanie kondensatora



Rys. 50: Minutowy efekt zapalenia światła

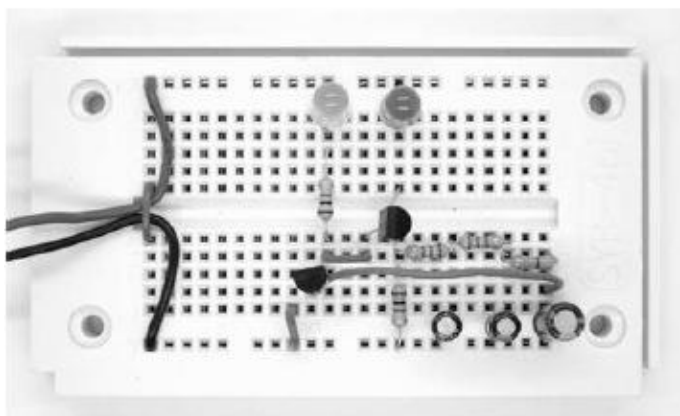
## 21. Krok: Płynnie przechodzące światło

Migacz LED z płynnym efektem przyciemniania i rozjaśniania może, gdy się go zastosuje z odpowiednią częstotliwością, pomóc obserwatorowi się zrelaksować. Jasność nadchodzi z falą sinusową. Układ ten aktywuje dwie diody LED w przeciwnej fazie. Światło zmienia się ciągle w ten sposób płynne przejścia między czerwonym i zielonym.



Rys. 50: Oscylator przesunięcia fazowego

Na początku obwodu, kondensatory elektrolityczne są nadal rozładowane. Dlatego BS170 i tranzystor NPN przewodzą. Początkowo tylko czerwona dioda świeci. Następnie obwód próbuje przejść na średni prąd ale jest ciągle przeregulowywany i wytwarzany jest sygnał sinusoidalny, w którym pierwszy tranzystor przewodzi i wtedy też drugi tranzystor przewodzi.



Rys. 51: Płynnie przechodzące światło

<http://www.conrad.pl>