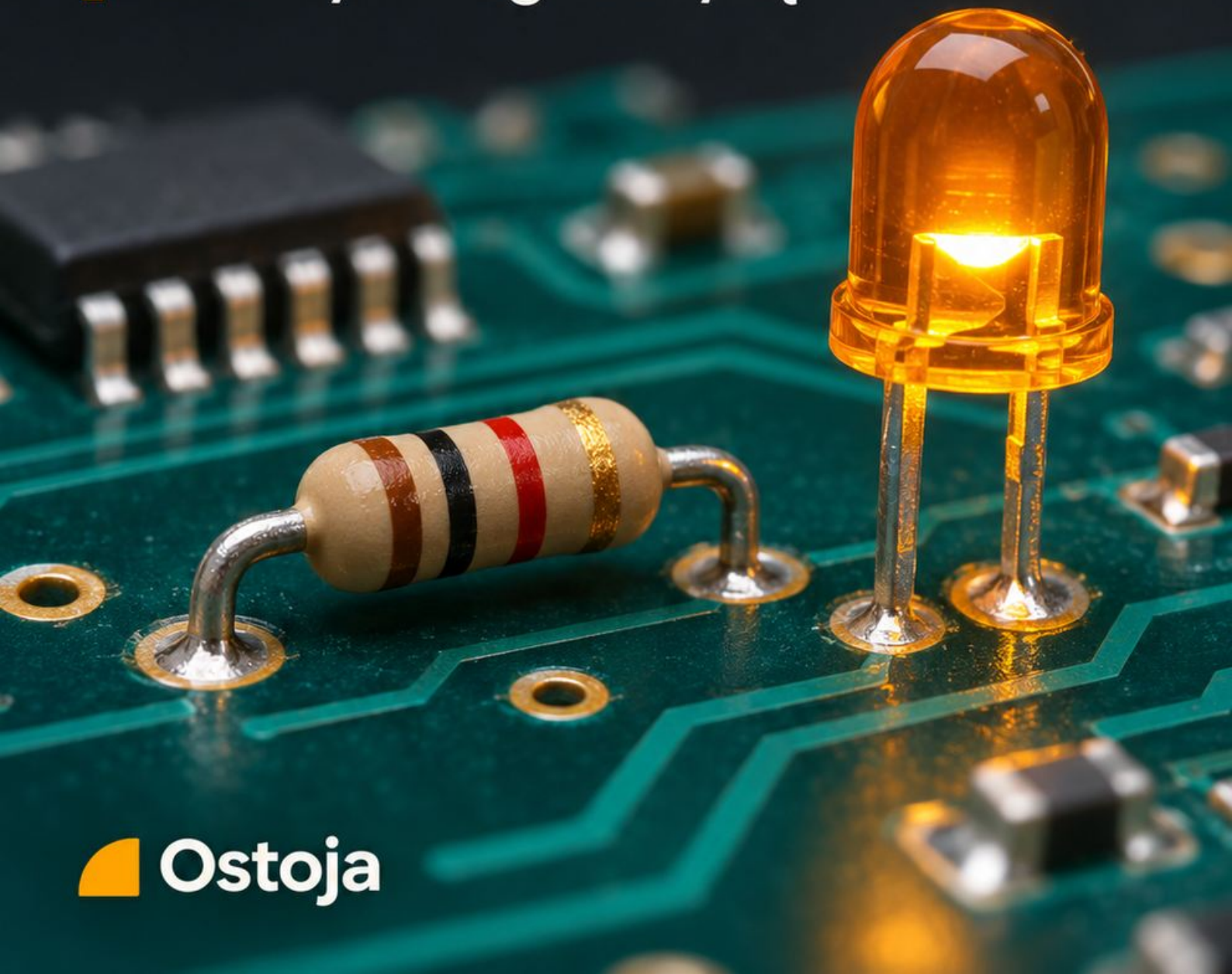
Mega Pakiet Nauczyciela Elektroniki

Od podstaw po pomiary, układy i diagnostykę

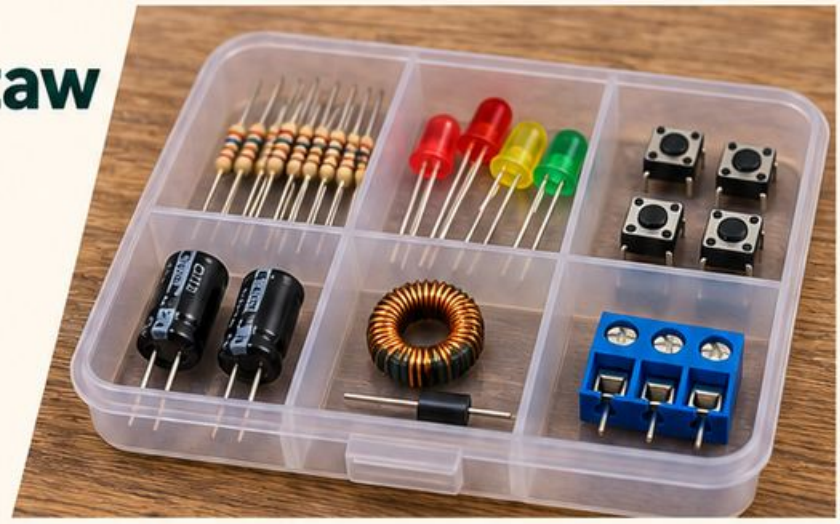


Ostoja

Jak korzystać z pakietu

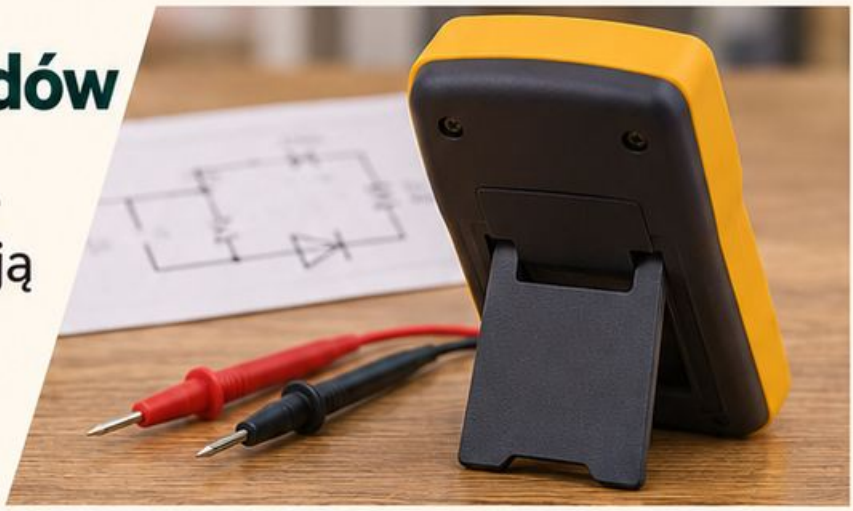
1 Zacznij od podstaw

W tomach 1 i 2 uczniowie rozpoznają elementy, przewidują wynik i uczą się go mierzyć.



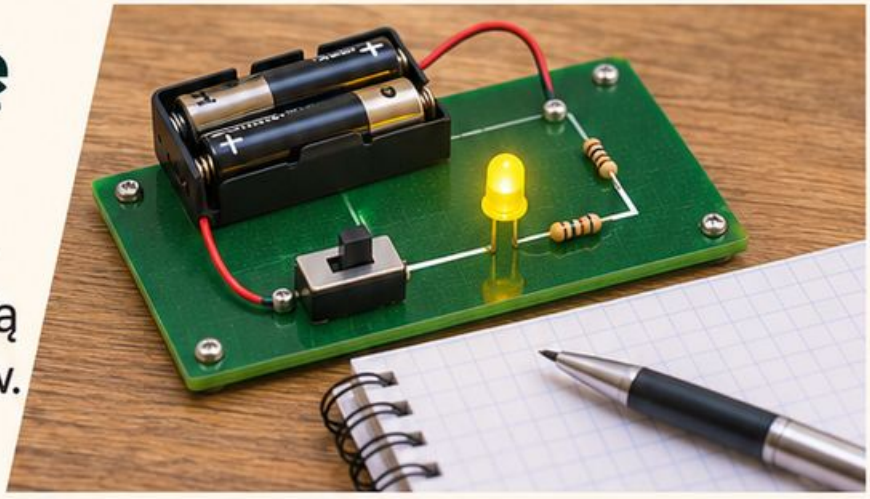
2 Przejdź do układów

W tomach 3 i 4 uczniowie śledzą tor zasilania, czytają schemat i sprawdzają kolejne bloki.



3 Zaplanuj pracę w pracowni

W tomach 5 i 6 uczniowie szukają usterek i sprawdzają działanie gotowych układów.

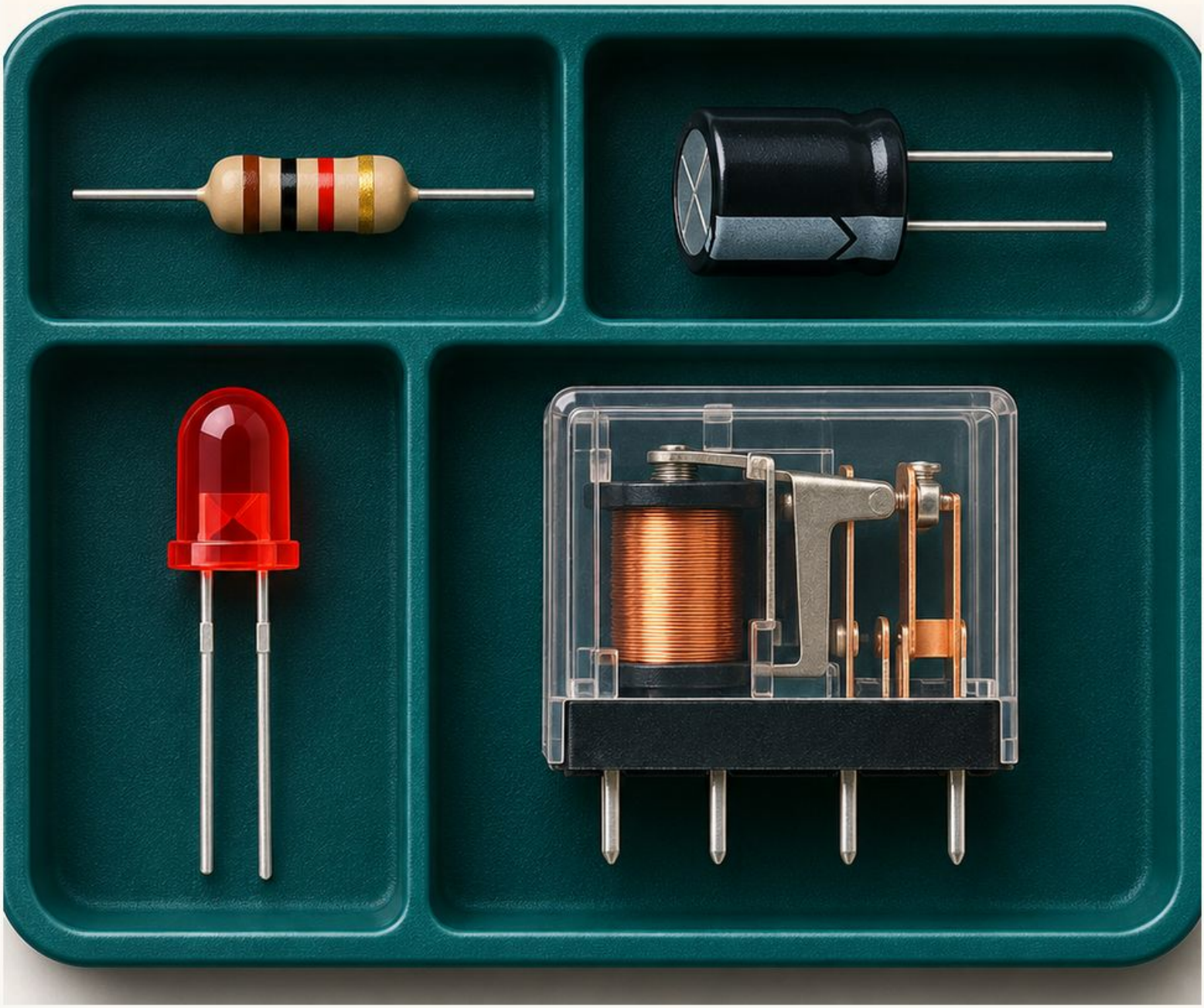


Na każdą lekcję wybierz jeden cel, jedno zadanie i jeden sposób sprawdzenia wyniku.

Tom 1

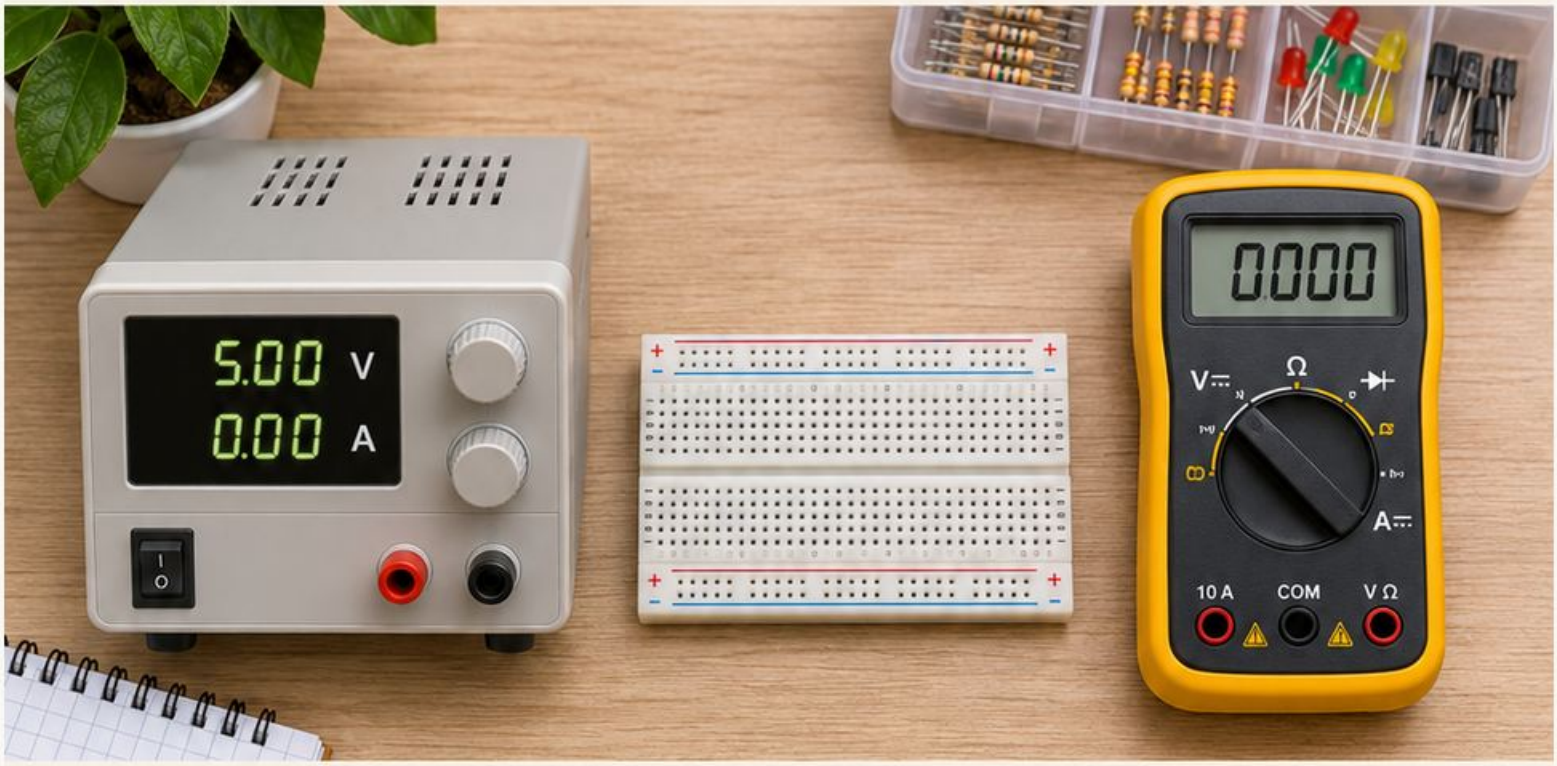
Podstawy i elementy elektroniczne

Rozpoznaj elementy, odczytaj schemat i oblicz prąd w prostym obwodzie.



Od symbolu do pomiaru

Po lekcji uczeń rozpozna rezystor, wskaże dwa punkty pomiaru i obliczy prąd z prawa Ohma.



Przebieg lekcji

1. Rozpoznaj element i odczytaj jego wartość.
2. Znajdź jego symbol i wyprowadzenia na schemacie.
3. Oblicz spodziewany prąd i porównaj wynik z pomiarem.

Przed włączeniem zasilania

Sprawdź przewody, polaryzację i nastawy źródła. Na pierwszą lekcję przygotuj izolowane źródło 5 V z ograniczeniem prądu.

Pytanie na koniec

Dlaczego sprawdzamy połączenia przed włączeniem zasilania?

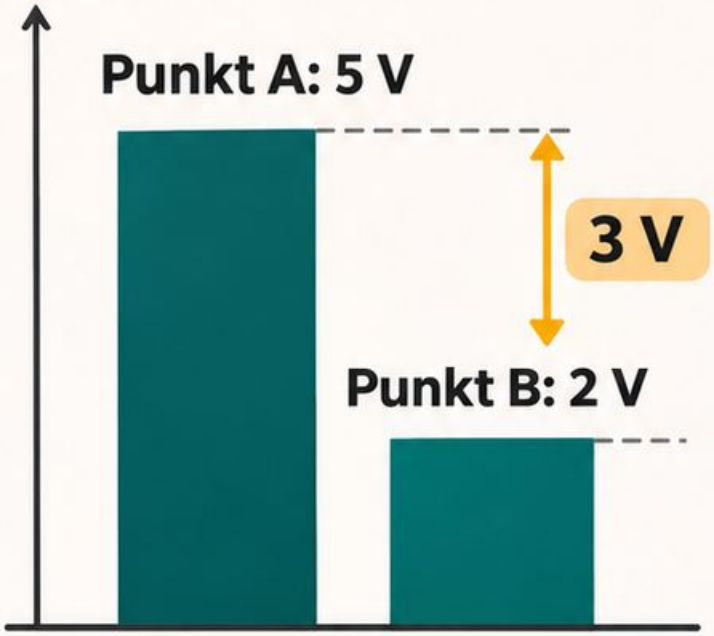
Napięcie między punktami

Napięcie to różnica potencjałów między dwoma punktami. Podajemy je w woltach.



Punkt odniesienia

W ćwiczeniu oba potencjały mierz względem tego samego punktu 0 V.



Napięcie A względem B

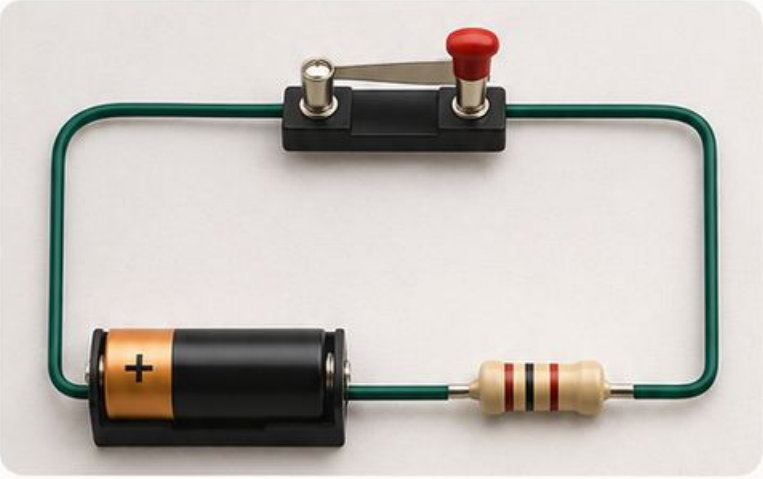
5 V − 2 V = 3 V

Sprawdź | Jakie jest napięcie B względem A?

Odpowiedź | **−3 V**

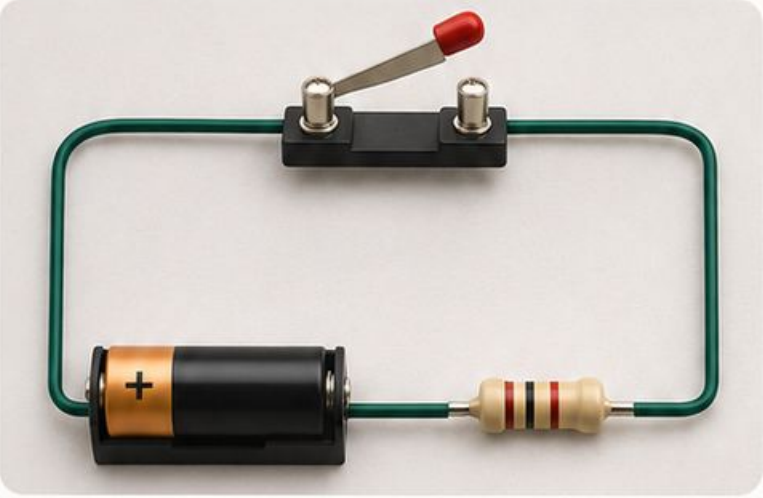
Kiedy płynie prąd?

Natężenie mówi, ile ładunku przepływa w jednostce czasu. Jednostką natężenia jest amper.



Obwód zamknięty

Źródło, rezystor i zamknięty wyłącznik tworzą pełną drogę przepływu.



Obwód otwarty

Po otwarciu wyłącznika droga zostaje przerwana. W prostym obwodzie prąd przestaje płynąć.

Pytanie do klasy

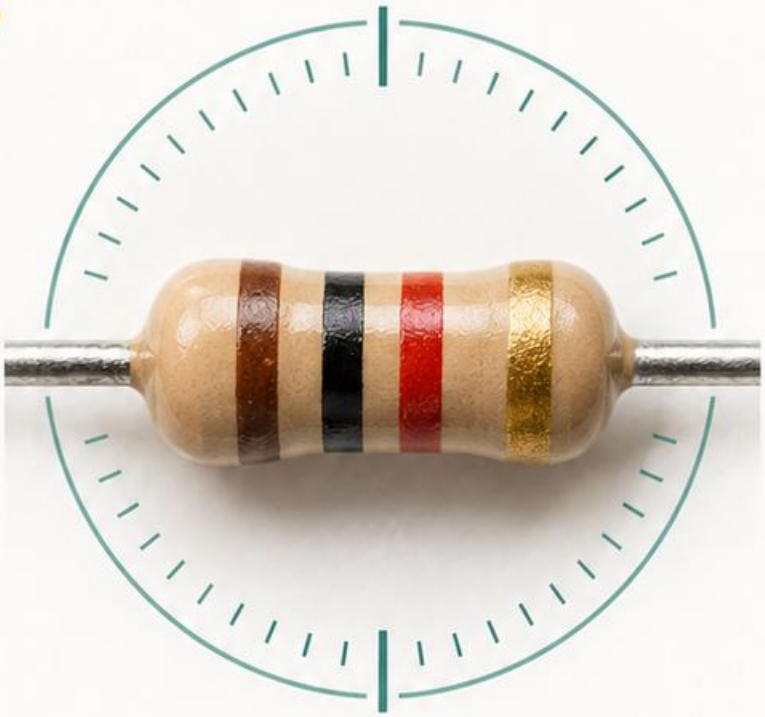
Co się stanie, jeśli odłączysz przewód przy rezystorze?

Odpowiedź

Powstanie przerwa. Prąd przestanie płynąć.

Prawo Ohma

$$I = \frac{U}{R}$$



Przykład

Jeśli na rezystorze 1 kΩ występuje napięcie 5 V, płynie przez niego prąd 5 mA.

5 V / 1000 Ω = 0,005 A

Pytanie do klasy

Co stanie się z prądem po podwojeniu rezystancji przy tym samym napięciu?

Odpowiedź: prąd zmaleje o połowę.

Jaka moc wydziela się w rezystorze?

Rezystor zamienia energię elektryczną w ciepło. Oblicz moc ze wzoru P = U × I.



$$P = U \times I$$

Przykład

Na rezystorze 1 kΩ występuje 5 V. Prąd wynosi 5 mA.

P = 5 V × 0,005 A = 0,025 W

Dobierz rezystor

Do tego ćwiczenia wystarczy rezystor 0,25 W. Przy większym obciążeniu sprawdź dopuszczalną moc dla warunków pracy.

Pytanie do klasy

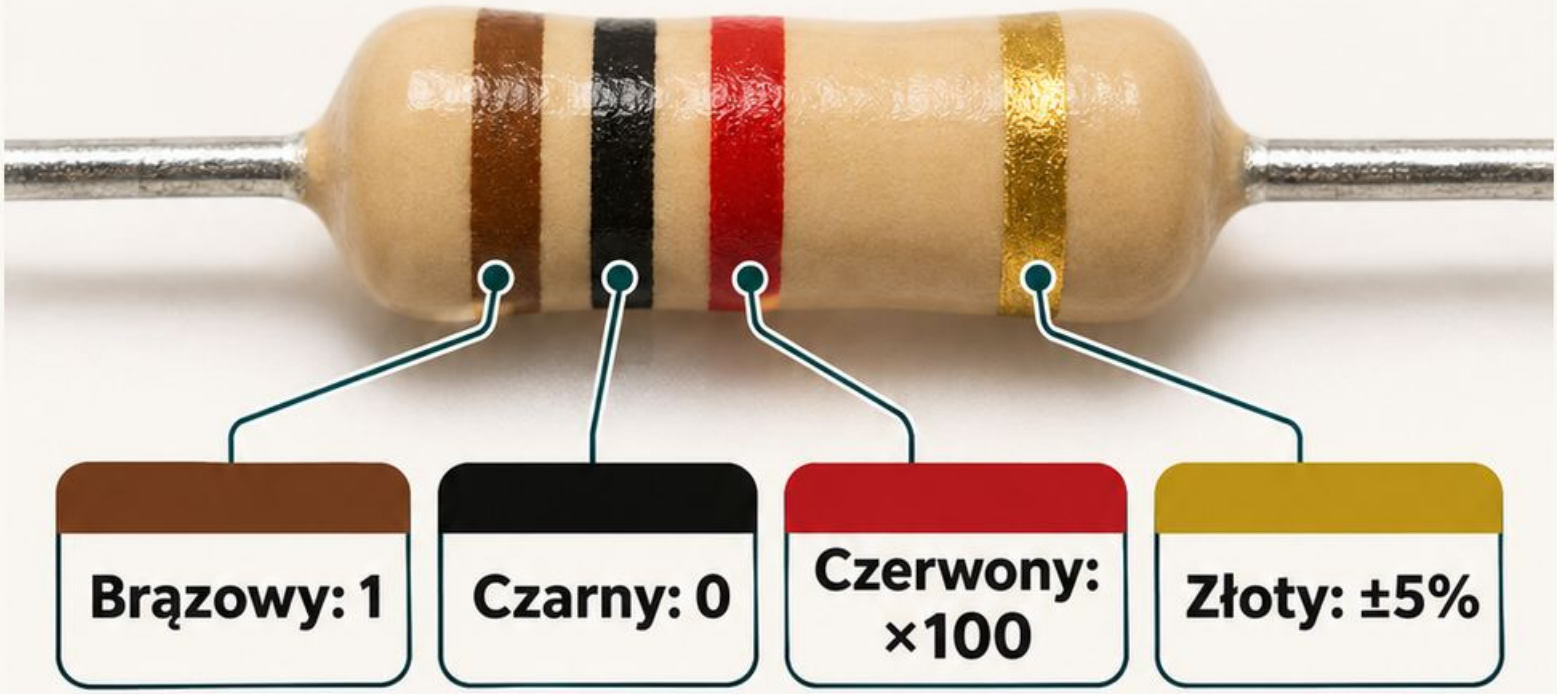
Jaka moc wydzieli się przy 4 V i 10 mA?

Odpowiedź

0,04 W

Jak odczytać cztery paski?

Dwa pierwsze paski to cyfry. Trzeci wskazuje mnożnik, a czwarty tolerancję.



10 × 100 Ω = 1 kΩ

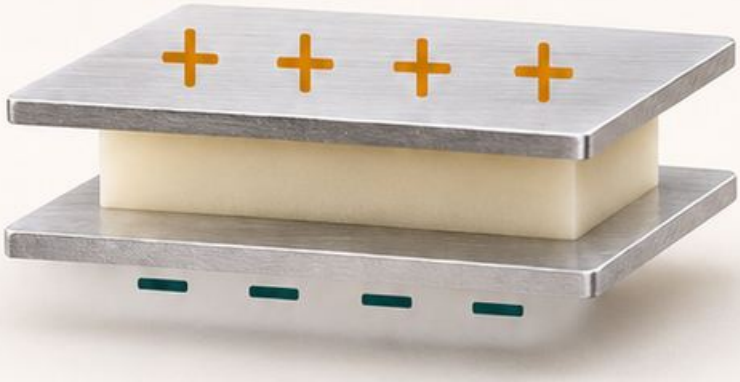
Tolerancja Dopuszczalny zakres wynosi 950–1050 Ω.

Sprawdź Czy wynik 980 Ω mieści się w zakresie?

Odpowiedź **Tak.**

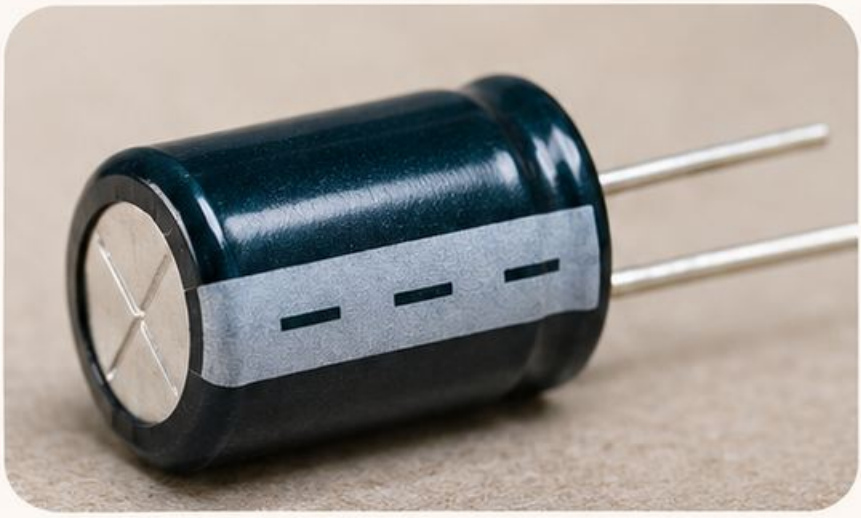
Kondensator przechowuje energię

Po przyłożeniu napięcia na okładkach gromadzą się ładunki. Pojemność określa, ile ładunku przypada na każdy wolt.



Polaryzacja

W typowym aluminiowym kondensatorze elektrolitycznym pasek oznacza biegun ujemny.



Przed pracą

Odłącz zasilanie. Rozładuj kondensator przez odpowiednio dobrany rezystor i sprawdź napięcie miernikiem.

Pytanie do klasy

Dlaczego trzeba zmierzyć napięcie nawet po wyłączeniu źródła?

Odpowiedź

Kondensator może pozostać naładowany.

Dioda i dioda LED

Dioda prostownicza przewodzi w kierunku od anody do katody po odpowiednim spolaryzowaniu. Pasek na typowej obudowie oznacza katodę.





LED w prostym obwodzie

Rezystor szeregowy ogranicza prąd diody LED.

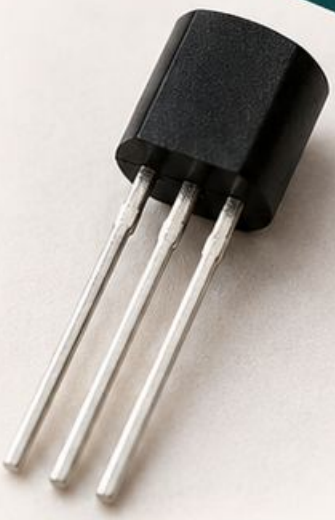
Przykład

Zasilanie 5 V, spadek napięcia na LED około 2 V. Dla prądu około 6 mA oblicz rezystancję.

$$R = \frac{5\,\text{V} - 2\,\text{V}}{0{,}006\,\text{A}} = 500\,\Omega$$

Wybierz 510 Ω i sprawdź prąd po montażu.

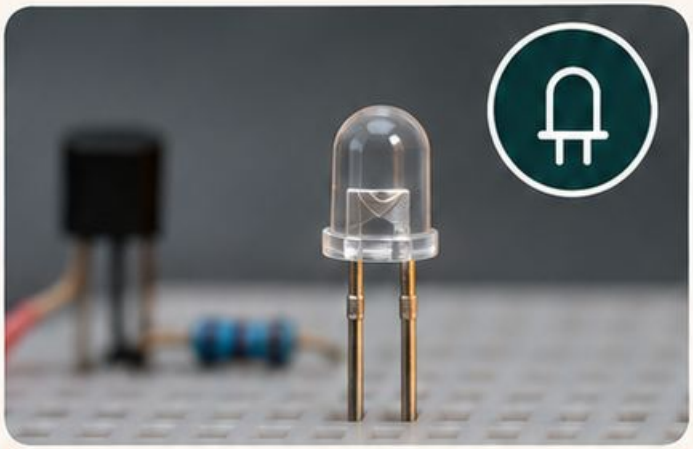
Tranzystor NPN jako klucz



W prostym układzie emiter łączysz z masą, obciążenie umieszczasz w obwodzie kolektora, a bazę sterujesz przez rezystor.

Bez prądu bazy

Tranzystor jest odcięty, a LED nie świeci.



Z odpowiednim prądem bazy

Tranzystor przewodzi, a LED świeci. Rezystor szeregowy LED ogranicza prąd obciążenia.



Przed montażem

Sprawdź wyprowadzenia i warunki nasycenia w karcie katalogowej użytego elementu.

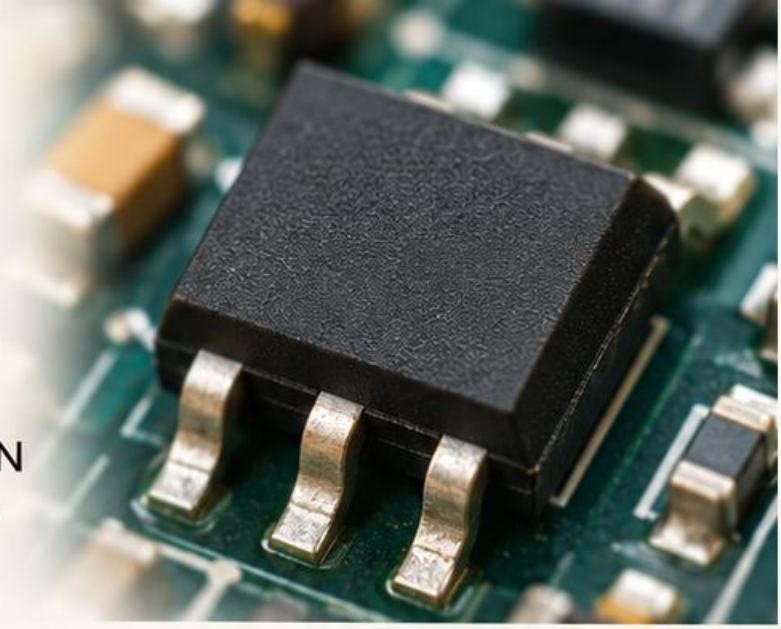
Pytanie do klasy

Który rezystor pomaga ograniczyć prąd bazy?

Odpowiedź

Rezystor włączony szeregowo z bazą.

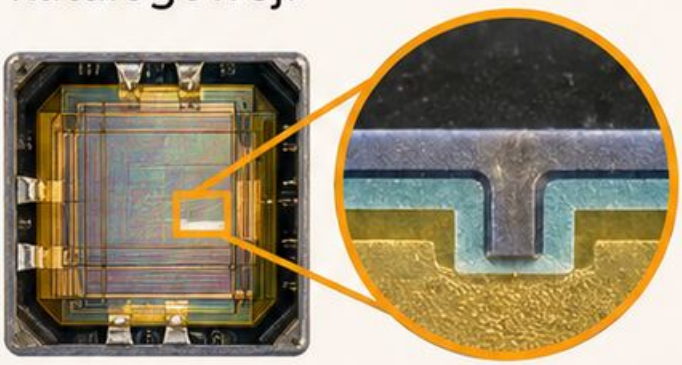
Jak dobrać MOSFET do sterowania?



W tranzystorze MOSFET z kanałem N liczy się napięcie bramki względem źródła, oznaczane jako **V_{GS}**.

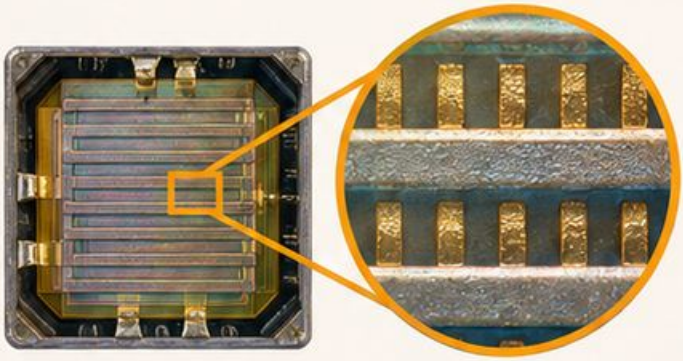
Napięcie progowe

$V_{GS(th)}$ dotyczy początku przewodzenia w warunkach podanych w karcie katalogowej.



Rezystancja w stanie przewodzenia

Szukaj **$R_{DS(on)}$** podanego dla napięcia **V_{GS}** dostępnego w twoim układzie.



Przykład

Jeśli sterujesz bramką napięciem 3,3 V względem źródła, sprawdź dane dla 3,3 V lub niższego napięcia bramki.

Sprawdź

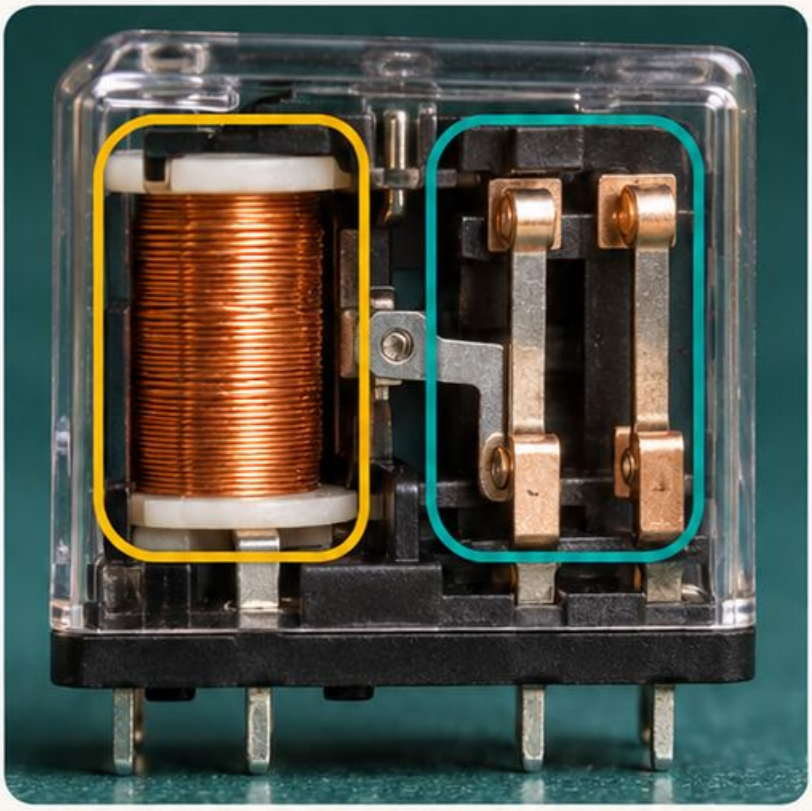
Czy sam parametr **$V_{GS(th)}$** wystarcza, by dobrać klucz?

Odpowiedź

Nie. Sprawdź także **$R_{DS(on)}$** oraz warunki pracy.

Przekaźnik i ochrona klucza

Cewka porusza styki. Styki przełączają obciążenie w osobnym obwodzie.



Dioda gasząca

Przy cewce prądu stałego włącz ją równolegle do cewki. W typowym układzie katodę połącz z dodatnim biegunem zasilania.

Po wyłączeniu

Dioda daje drogę zanikającemu prądowi cewki i ogranicza skok napięcia na kluczu.



Dwie różne funkcje

Dioda tłumi przepięcie od cewki. Ograniczenie prądu zasilacza chroni stanowisko przy zwarciu.

Sprawdź

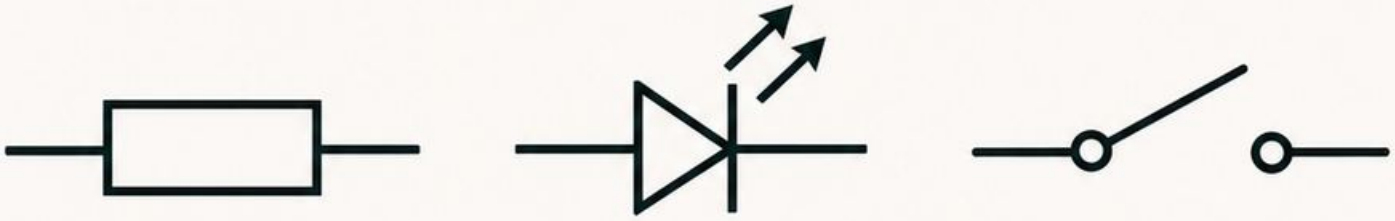
Gdzie w typowym układzie podłączysz koniec diody oznaczony paskiem?

Odpowiedź

Do dodatniego bieguna zasilania cewki.

Czytanie symboli na schemacie

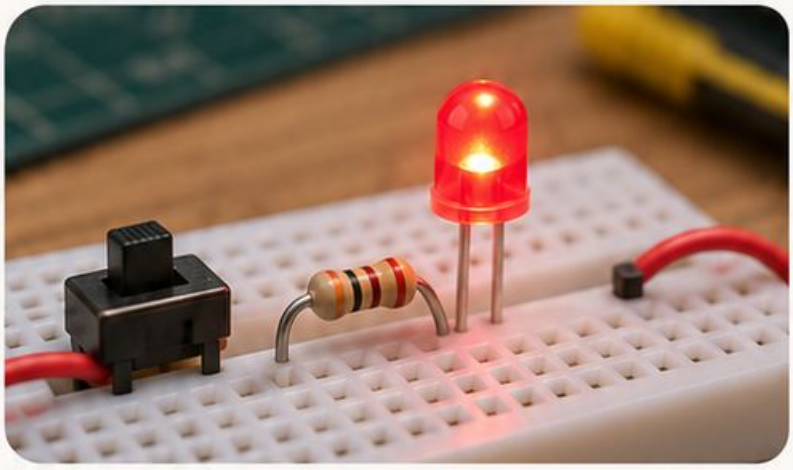
Symbol pokazuje funkcję elementu i jego połączenia. Sposób rozmieszczenia elementów na płytce może być inny.



Rezystor **Dioda LED** **Wyłącznik**

Zadanie

Masz źródło 5 V, wyłącznik, rezystor i diodę LED. Narysuj jeden zamknięty obwód, w którym wyłącznik steruje świeceniem.



Sprawdź rozwiązanie

Wszystkie elementy są połączone szeregowo. Anoda LED jest od strony dodatniego bieguna źródła.

Omówienie

Czy po zamianie miejsc rezystora i wyłącznika zmieni się działanie obwodu?

Odpowiedź

Nie, jeśli nadal tworzą tę samą gałąź szeregową.

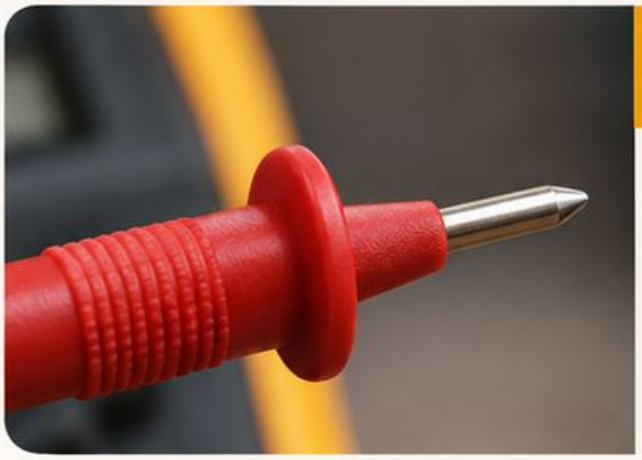
Tom 2

Multimetr i pomiary elektroniczne

Dobierz ustawienia, wykonaj pomiar i zinterpretuj wynik.



Przygotuj multimetr



1. Sprawdź przewody

Jeśli izolacja jest pęknięta lub wtyk jest luźny, wymień przewód przed pomiarem.



2. Wybierz wielkość

Napięcie stałe: V⎓. Natężenie prądu stałego: A⎓. Rezystancja: Ω. Przy ręcznym doborze zacznij od wyższego zakresu i zmniejsz go w razie potrzeby.



3. Sprawdź gniazda

Czarny przewód włóż do COM. Czerwony podłącz zgodnie z instrukcją miernika: do V/Ω lub do odpowiedniego gniazda prądowego.

Przed włączeniem obwodu sprawdź ustawienie i położenie obu wtyków.

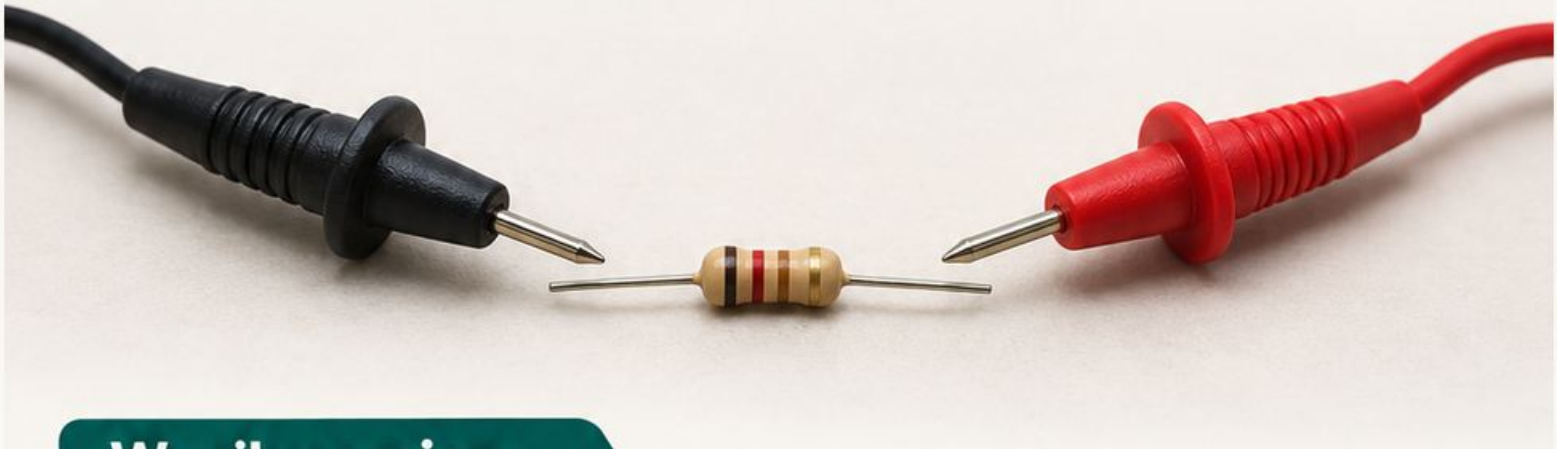
Pomiar napięcia stałego

Cel: zmierzyć napięcie na rezystorze.

1. Włóż czarny przewód do gniazda COM, a czerwony do gniazda oznaczonego V. Wybierz pomiar napięcia stałego.

2. Przy wyłączonym zasilaniu podłącz sondy równolegle do rezystora.

3. Włącz zasilanie. Zapisz wynik ze znakiem i jednostką.



Wynik pomiaru

_____

_____

Co oznacza znak minus?

_____

_____

Pomiar prądu stałego

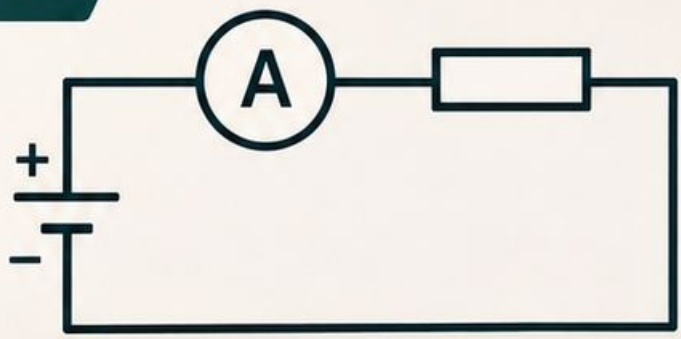
1. Wyłącz zasilanie

Oszacuj prąd. Włóż czarny przewód do COM, a czerwony do zabezpieczonego gniazda prądowego. Ustaw odpowiedni zakres A⎓.



2. Włącz miernik szeregowo

Rozłącz badaną gałąź i podłącz sondy do końców przerwy. Dopiero wtedy włącz zasilanie.

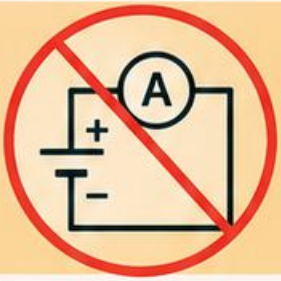


3. Zakończ pomiar

Zapisz wynik w A lub mA. Wyłącz zasilanie, odłącz miernik i przełóż czerwony przewód z powrotem do gniazda V.



Nigdy nie podłączaj amperomierza wprost do zacisków źródła.



Pomiar rezystancji

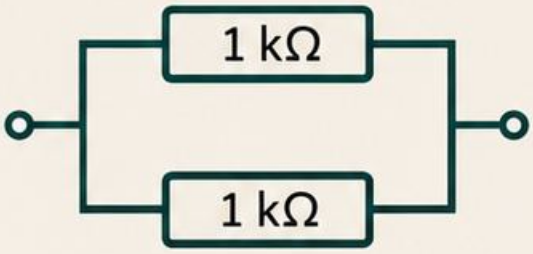


Odłącz zasilanie i sprawdź brak napięcia. Rozładuj kondensatory zgodnie z instrukcją układu.

Włóż czarny przewód do COM, a czerwony do gniazda Ω. Wybierz funkcję Ω i przyłóż sondy do końców rezystora.

Jeśli inne elementy tworzą drogę równoległą, odłącz jeden koniec badanego rezystora i zmierz go ponownie.

Przykład



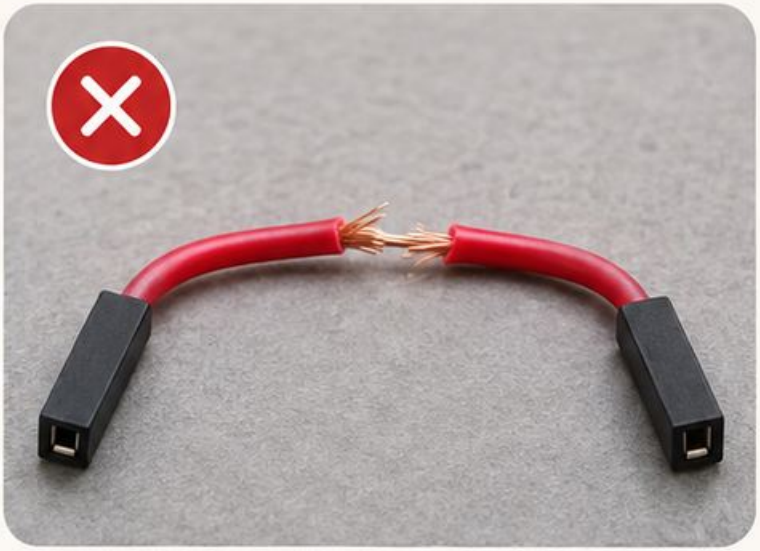
Dwa rezystory po 1 kΩ połączone równolegle dają 500 Ω. Po odłączeniu jednego końca badanego rezystora miernik wskaże około 1 kΩ.

Sprawdzanie ciągłości

Wyłącz zasilanie badanego obwodu. Wybierz funkcję ciągłości i zewrzyj końcówki sond, aby sprawdzić brzęczyk.

Przyłóż sondy do obu końców odłączonego przewodu. Delikatnie porusz przewodem przy wtykach.





Dźwięk ciągły

Rezystancja jest niższa niż próg ustawiony przez producenta miernika.

Dźwięk zanika przy poruszaniu

Sprawdź, czy połączenie przy wtyku nie przerywa.

Brak dźwięku

Sprawdź kontakt sond i odczyt w Ω. Próg sygnalizacji zależy od modelu miernika.

Test diody i diody LED





Odłącz zasilanie. Wyjmij diodę z obwodu lub odłącz jedno jej wyprowadzenie. Wybierz funkcję testu diody.

Kierunek przewodzenia

Czerwona sonda na anodzie, czarna na katodzie.
Typowa dioda krzemowa może wskazać około 0,6–0,7 V.

Kierunek zaporowy

Po zamianie sond sprawna dioda zazwyczaj daje odczyt OL.

Test diody LED

LED może lekko zaświecić. Niektóre mierniki mają za niskie napięcie testowe, aby sprawdzić daną LED.

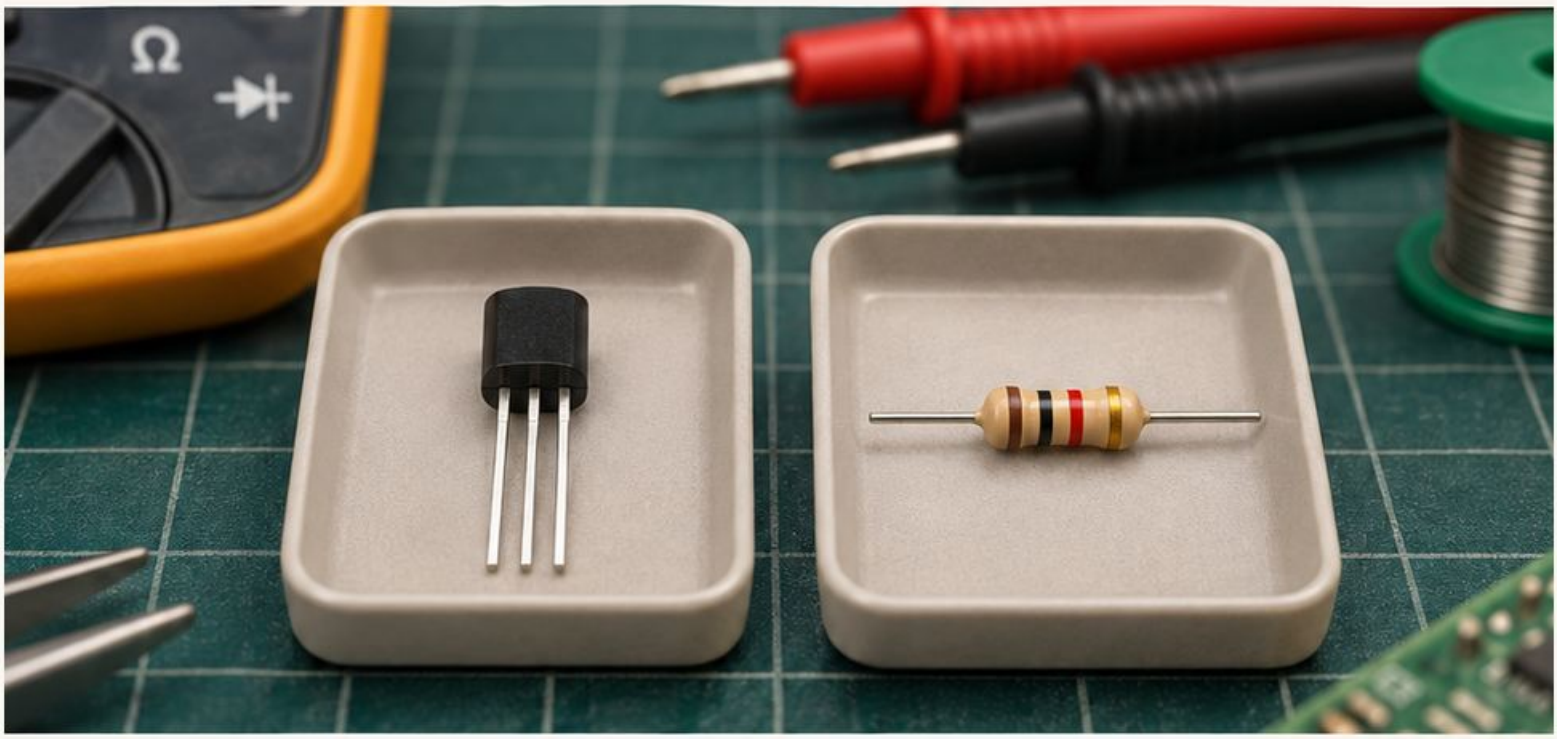
Pomiar elementów poza układem

Tranzystor bipolarny

Sprawdź w nocie katalogowej, gdzie są baza, kolektor i emiter. Wyjmij tranzystor z odłączonego układu.

W trybie testu diody sprawdź złącza baza–emiter i baza–kolektor w obu kierunkach. W NPN czerwona sonda na bazie umożliwia pomiar w kierunku przewodzenia.

W PNP w kierunku przewodzenia na bazie umieść czarną sondę. Taki test może ujawnić zwarcie lub przerwę w złączu.



Rezystor

Zmierz go w trybie Ω i porównaj wynik z wartością nominalną oraz tolerancją.

1 kΩ ±5%: od 950 Ω do 1050 Ω.

Jak odczytać wynik?



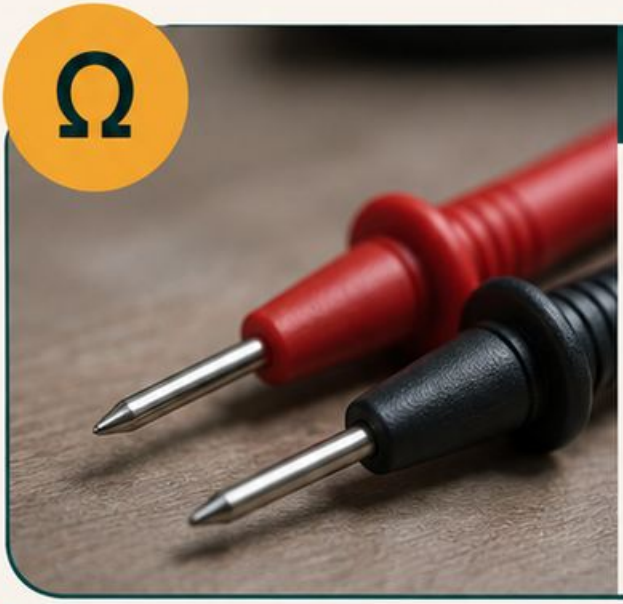
OL

Przy pomiarze rezystancji może oznaczać przerwę w obwodzie albo przekroczenie zakresu. Sprawdź kontakt sond i wybierz wyższy zakres, jeśli miernik pozwala.



Znak minus

Przy pomiarze napięcia stałego oznacza, że punkt pod czerwoną sondą ma niższy potencjał niż punkt pod czarną.



Jednostka

0,005 A = 5 mA

1 kΩ = 1000 Ω

Sprawdź symbol jednostki na wyświetlaczu, zanim zapiszesz liczbę.

Lekcja: od obliczeń do pomiaru

Materiały Zasilacz 5 V z ograniczeniem prądu, rezystor 1 kΩ ±5%, przewody, multimetr.

1. Zmierz rezystancję



Zmierz rezystor odłączony od zasilania. Zapisz wynik w Ω.

2. Zmierz napięcie



Przy wyłączonym zasilaniu zmontuj obwód i podłącz multimetr równolegle do rezystora. Włącz zasilanie i zapisz napięcie.

3. Oblicz i sprawdź



Oblicz prąd z odczytów *U* i *R*. Wyłącz zasilanie i przełącz miernik na pomiar prądu. Podłącz go szeregowo i sprawdź obliczenie.

Zapis wyników Rezystancja, napięcie, prąd obliczony, prąd zmierzony

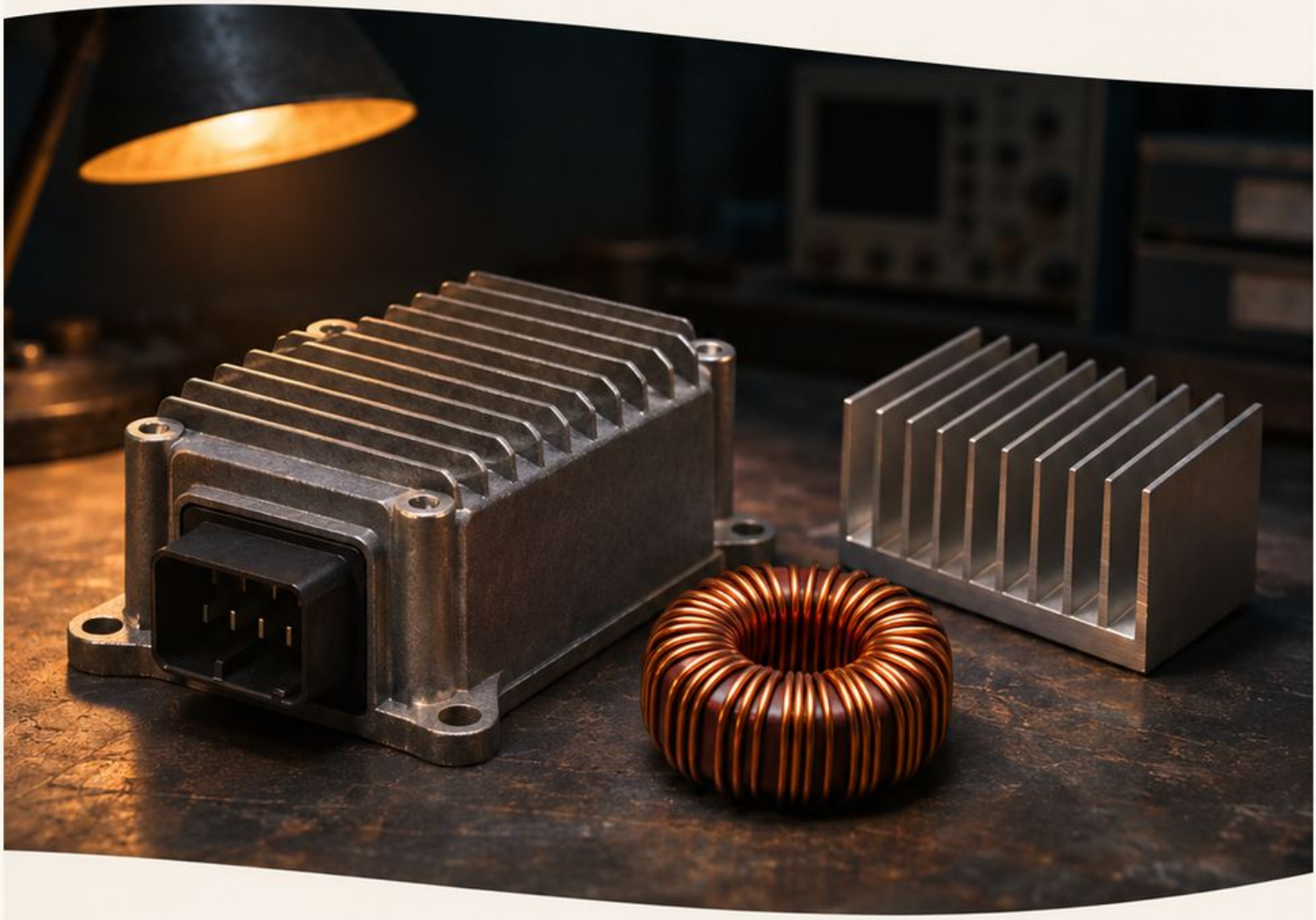


Klucz

Około 1 kΩ, 5 V i 5 mA. Przy odwrotnym przyłożeniu sond napięcie będzie ujemne.

Tom 3

Zasilacze i energoelektronika

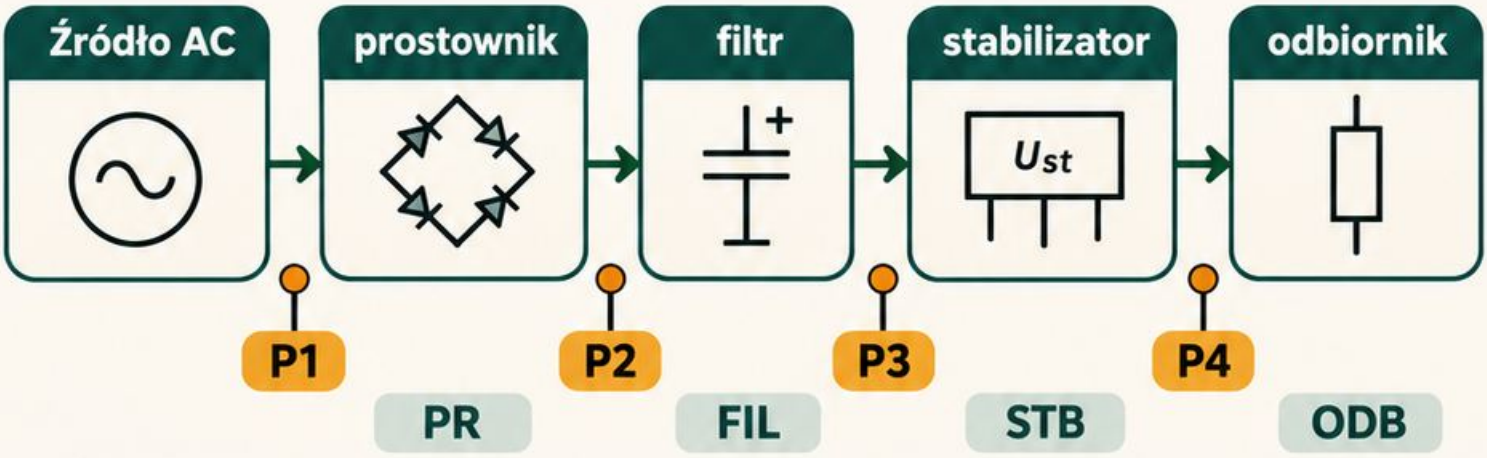


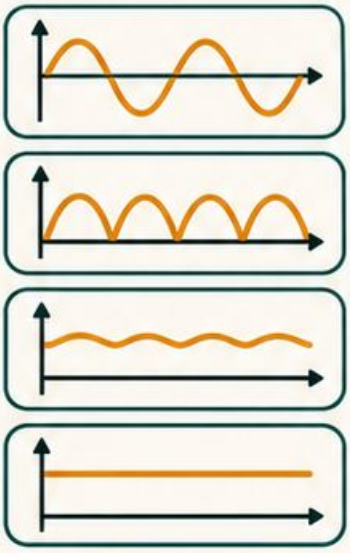
Prześledź tor zasilania, porównaj sposoby stabilizacji i znajdź stopień odpowiedzialny za usterkę.

Od źródła do odbiornika

Typowy tor zasilacza liniowego

Źródło AC → prostownik → filtr → stabilizator → odbiornik





P1 • napięcie przemienne na wejściu

P2 • napięcie pulsujące za prostownikiem

P3 • napięcie wygładzone za filtrem

P4 • napięcie ustabilizowane na wyjściu

Zadanie

Wskaż, gdzie zaczniesz pomiar, gdy odbiornik przestanie działać.



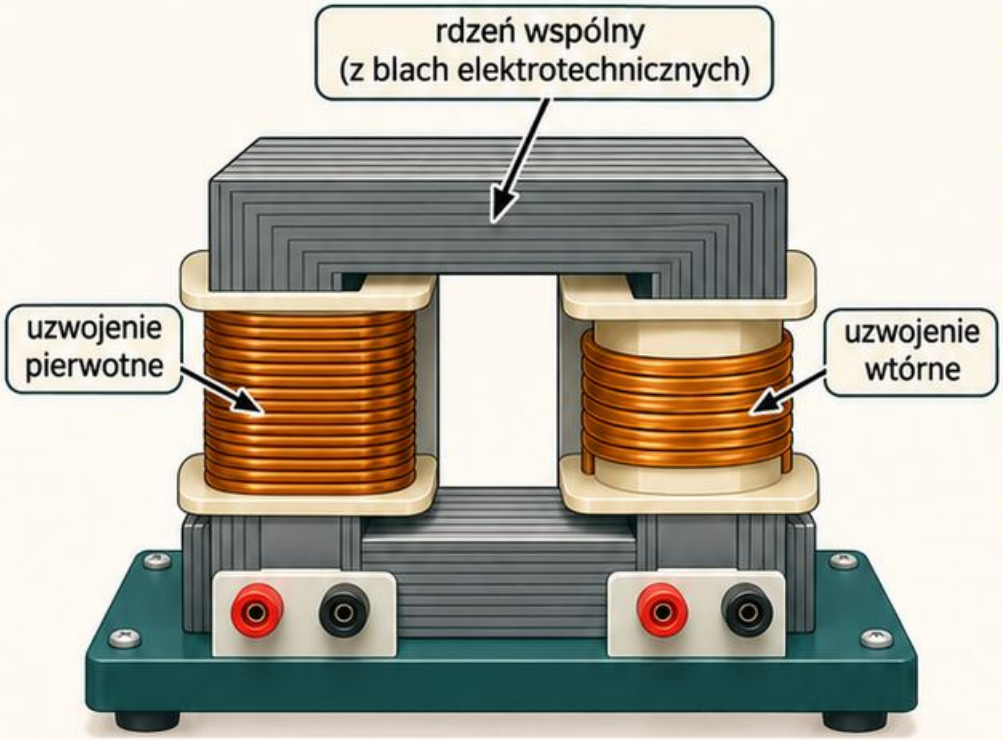
Sprawdź odpowiedź

Zmierz napięcie na wyjściu pod obciążeniem. Jeśli jest za niskie, sprawdź wcześniejsze stopnie.

Transformator i przekładnia

Dwa uzwojenia, wspólny rdzeń

Napięcie przemienne w uzwojeniu pierwotnym wytwarza zmienny strumień magnetyczny. Zmiana strumienia indukuje napięcie w uzwojeniu wtórnym.



Przykład

Przy dwukrotnie mniejszej liczbie zwojów napięcie wtórne bez obciążenia jest w przybliżeniu dwa razy niższe.



Próba w pracowni

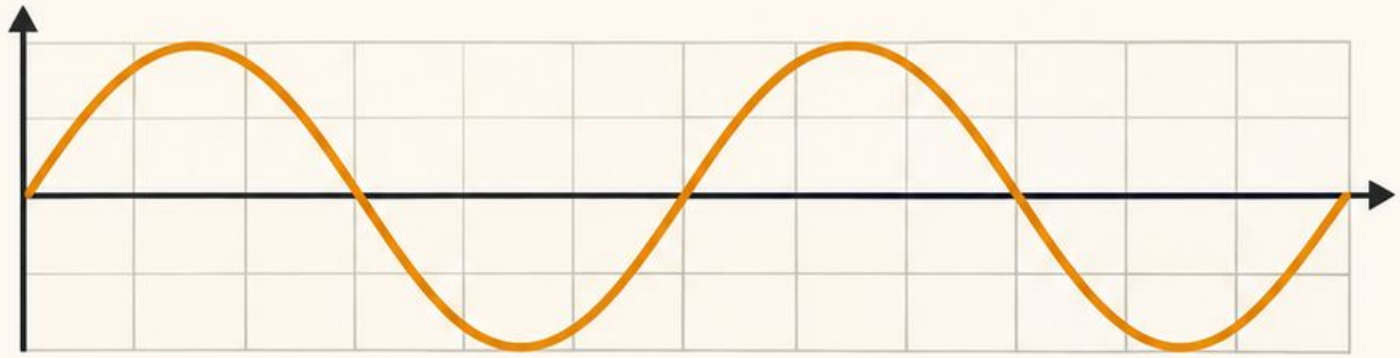
Użyj trenażera z izolowanym zasilaniem 6 V AC. Zmierz napięcie po obu stronach transformatora dydaktycznego, ustawiając multimetr na pomiar AC.

Kontrola

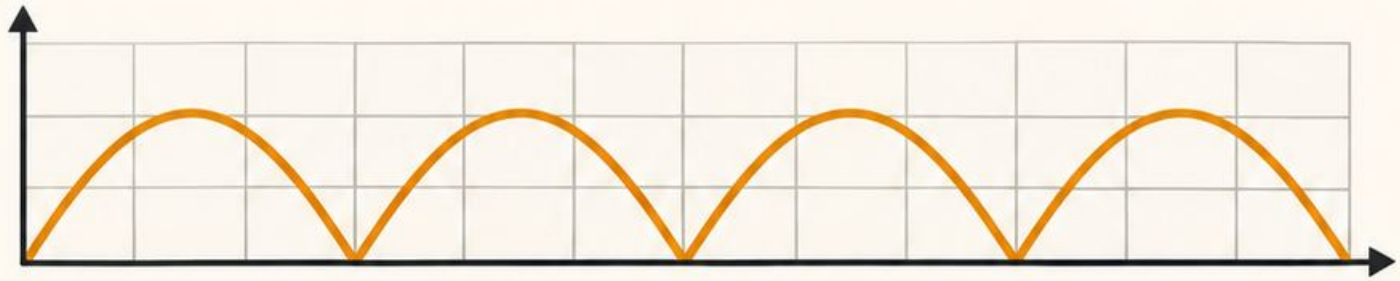
Przy przekładni 2:1 spodziewaj się około 3 V AC po stronie wtórnej.

Mostek Graetza

Wejście · napięcie przemienne



Wyjście · napięcie pulsujące



W każdej połówce okresu przewodzą dwie z czterech diod. Prąd przez odbiornik płynie w tym samym kierunku.

Jak odczytać wynik?

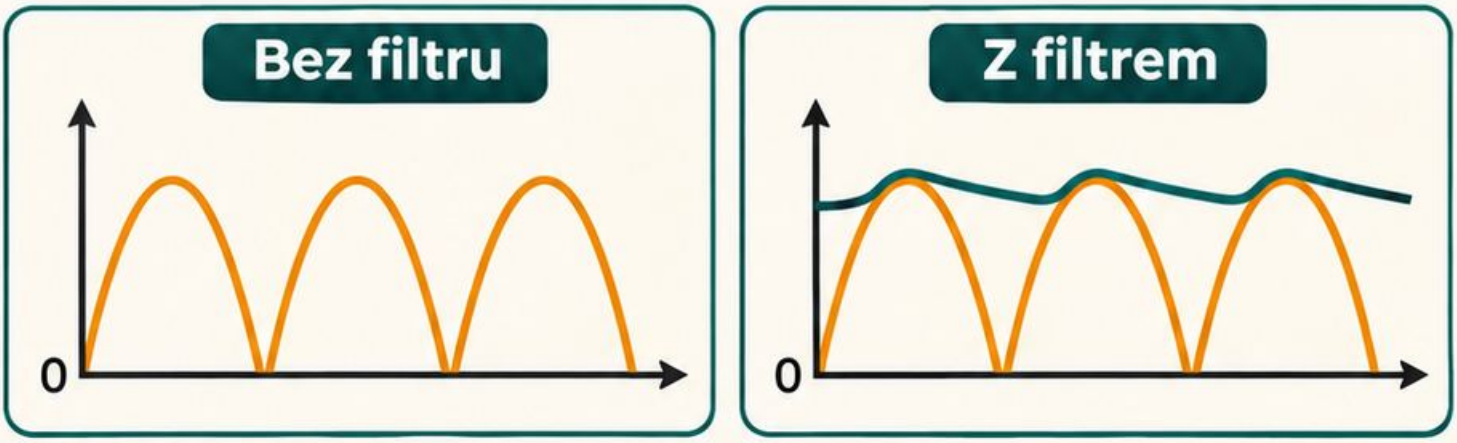
Wartość szczytowa za mostkiem jest mniejsza od wartości szczytowej na wejściu o spadki napięcia na dwóch przewodzących diodach.

Zadanie

Ile impulsów pojawi się w jednym okresie napięcia wejściowego?

Odpowiedź: dwa impulsy.

Filtr pojemnościowy





Kondensator ładuje się w pobliżu szczytu impulsu. Między impulsami oddaje energię do obciążenia, a napięcie na nim maleje.

Od czego zależą tętnienia?

Dla małych tętnień i prawie stałego prądu:

$$\Delta U \approx I / (f \cdot C).$$

Symbol *f* oznacza częstotliwość impulsów za prostownikiem.

Przykład

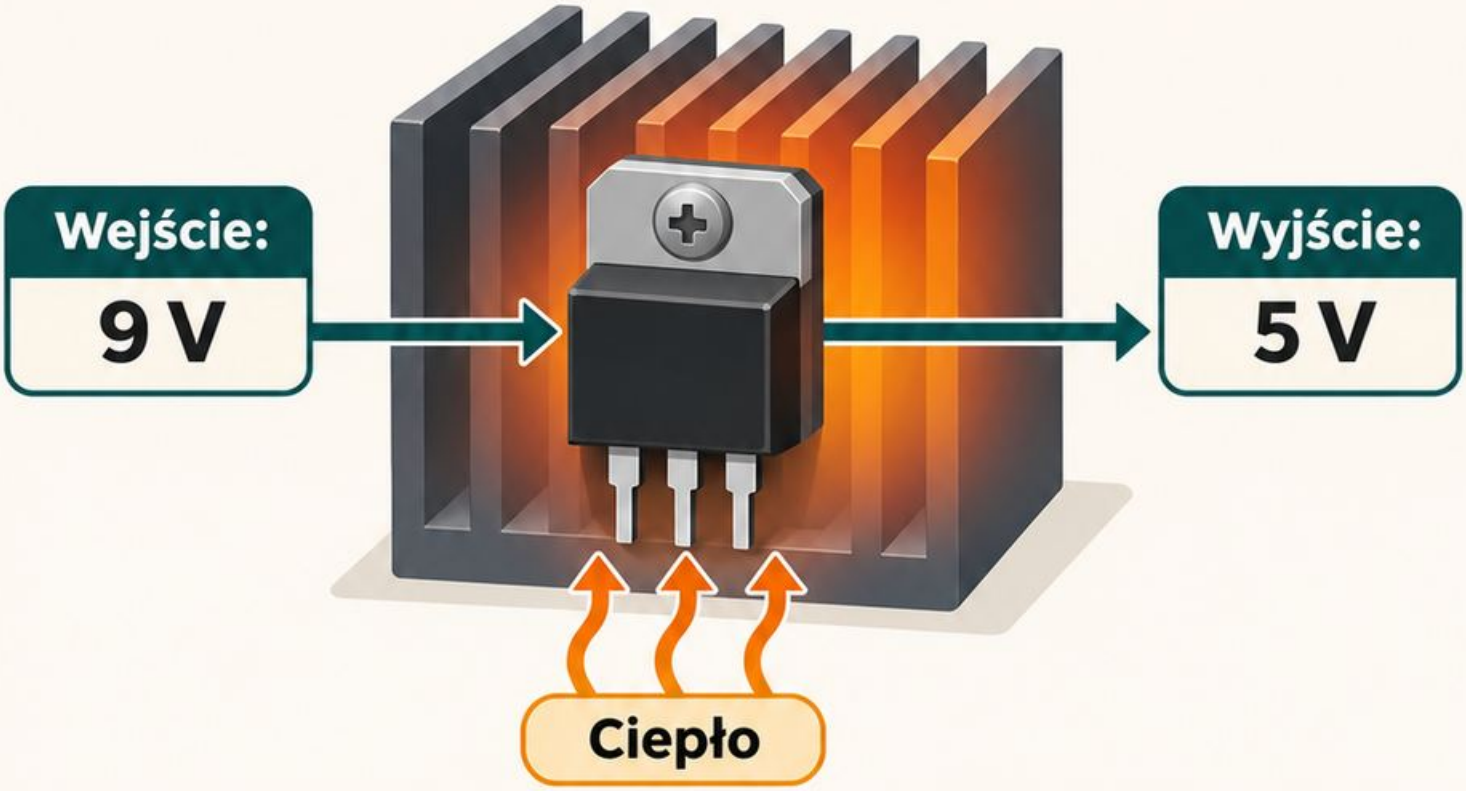
Dla 20 mA, 100 Hz i 1000 µF otrzymasz około 0,2 V tętnień międzyszczytowych.

Wniosek

Przy tym samym obciążeniu większa pojemność zmniejsza tętnienia.

Stabilizator liniowy

Układ utrzymuje napięcie wyjściowe w określonych warunkach. Wejście musi zapewnić zapas napięcia podany w karcie katalogowej.



Straty mocy

$$P \approx (U_{we} - U_{wy}) \cdot I_{wy}$$

Przykład

Wejście:	**9 V**
Wyjście:	**5 V**
Prąd obciążenia:	**0,10 A**
Straty:	**0,40 W**

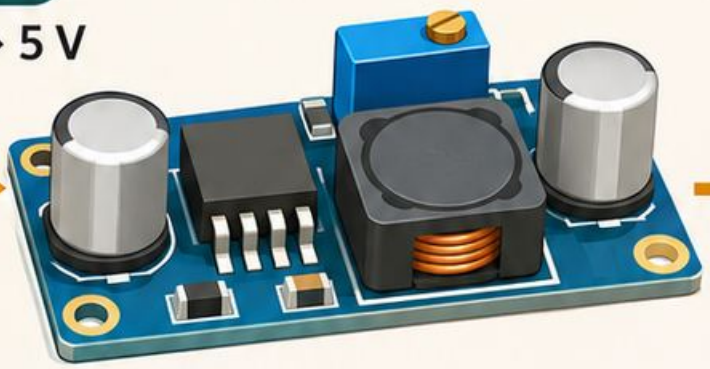
Sprawdź przed montażem

Porównaj przewidywane straty z warunkami chłodzenia i dopuszczalną temperaturą układu. Pomiar jałowy nie zastępuje próby pod obciążeniem.

Przetwornice DC/DC

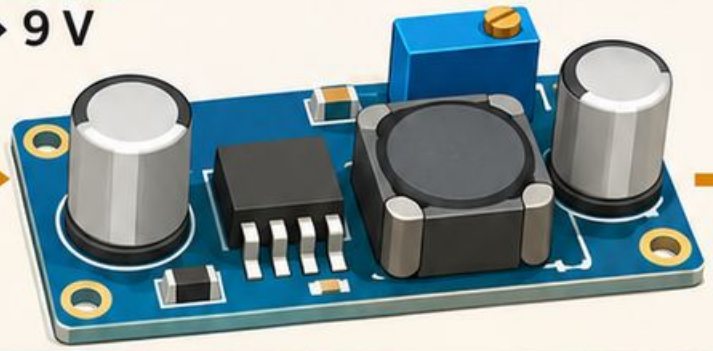
Obniżająca

Przykład: 9 V → 5 V

9 V →  → 5 V

Podwyższająca

Przykład: 5 V → 9 V

5 V →  → 9 V



Klucz przełącza prąd. W typowych układach dławik i kondensator magazynują energię, a sprzężenie zwrotne pomaga utrzymać zadane napięcie.

Dobór modułu



Sprawdź zakres napięcia wejściowego, dopuszczalny prąd wyjściowy i warunki chłodzenia. LM2596 to przykład układu obniżającego.

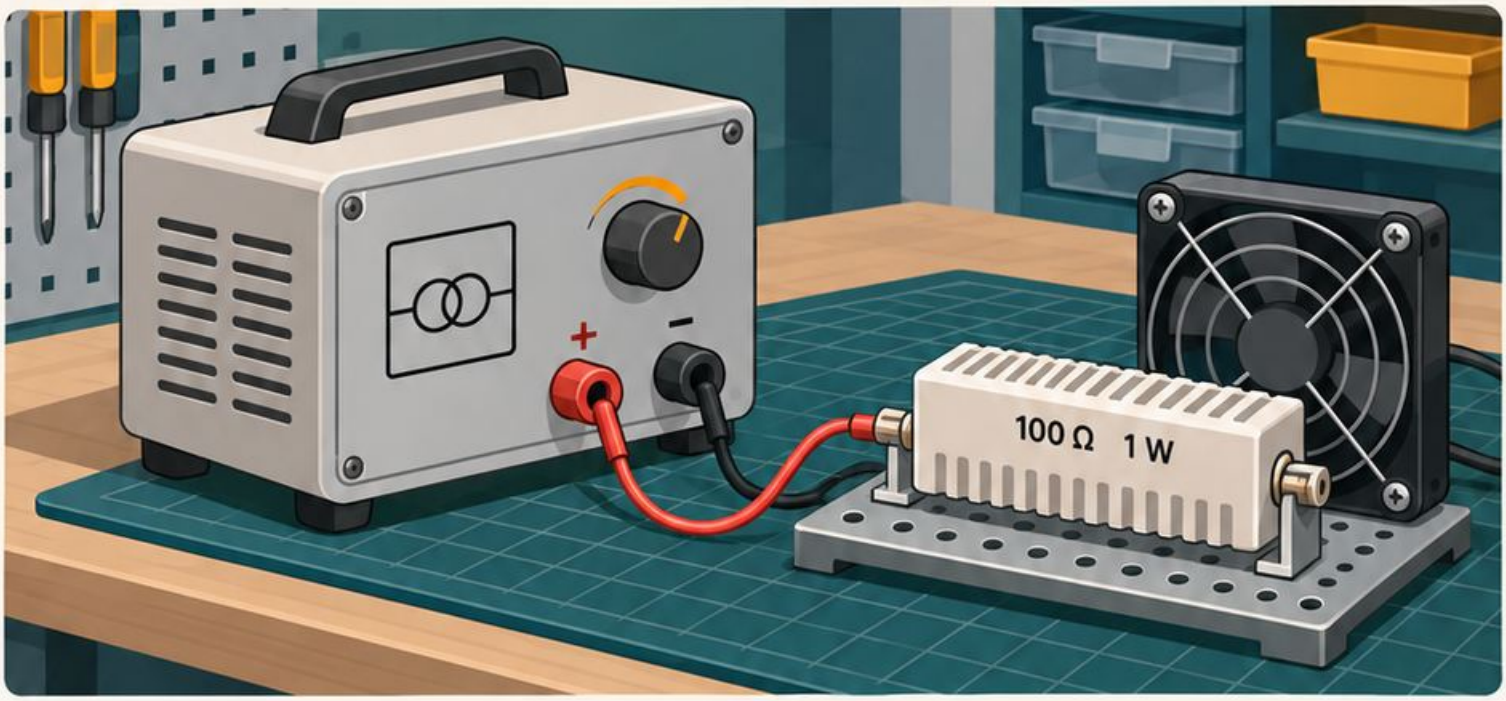
Pytanie

Która topologia podniesie napięcie z 5 V do 9 V?

Odpowiedź: podwyższająca.

Zabezpieczenia i obciążenie testowe

Ograniczenie prądu zmniejsza skutki przeciążenia. Zabezpieczenie termiczne ogranicza ryzyko przegrzania. Bezpiecznik dobierz zgodnie z dokumentacją urządzenia.



Obciążenie 5 V



Rezystor 100 Ω pobiera około 50 mA i wydziela około 0,25 W. Do próby wybierz rezystor o mocy znamionowej 1 W.

Próba pod obciążeniem

1. Wyłącz zasilanie i podłącz rezystor.



2. Ustaw limit prądu zgodnie z instrukcją trenażera.

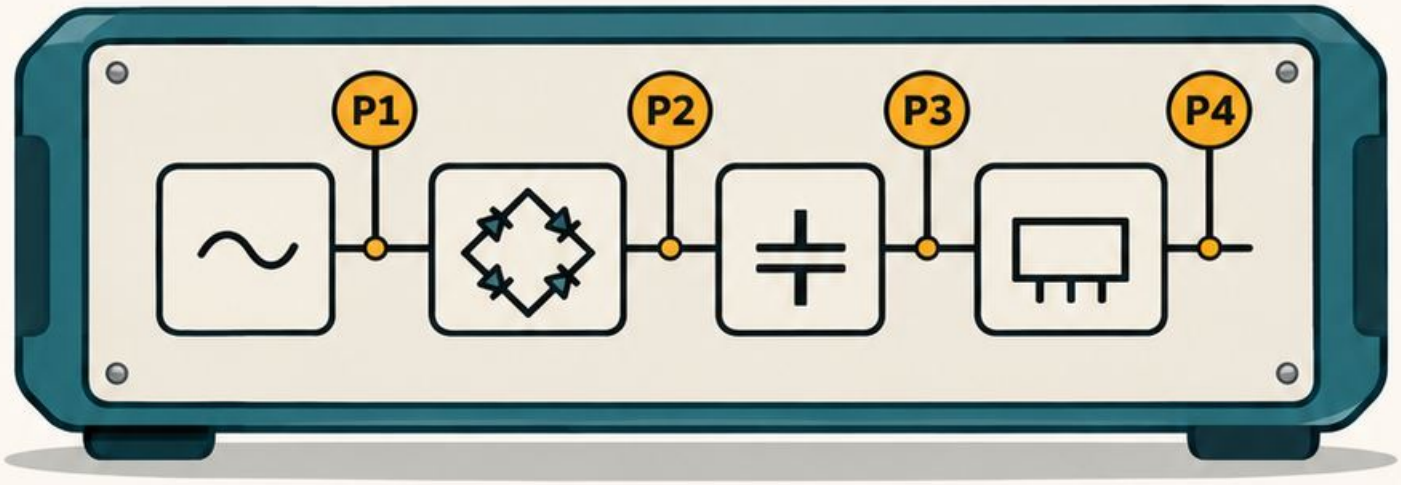


3. Włącz zasilanie i porównaj napięcie z wynikiem bez obciążenia.



Nie zwieraj wyjścia w celu sprawdzenia ograniczenia prądu.

Pomiary stopni zasilacza



Zmierz napięcia na izolowanym trenażerze z obciążeniem. Na wejściu wybierz pomiar AC. Za prostownikiem mierz składową stałą względem punktu odniesienia wskazanego na schemacie.

Zapis pomiarów

P1 • wejście AC	
P2 • wyjście mostka	
P3 • napięcie za filtrem	
P4 • wyjście stabilizatora	

Dla P2 i P3 osobno sprawdź kształt przebiegu na oscyloskopie zgodnie z instrukcją trenażera.

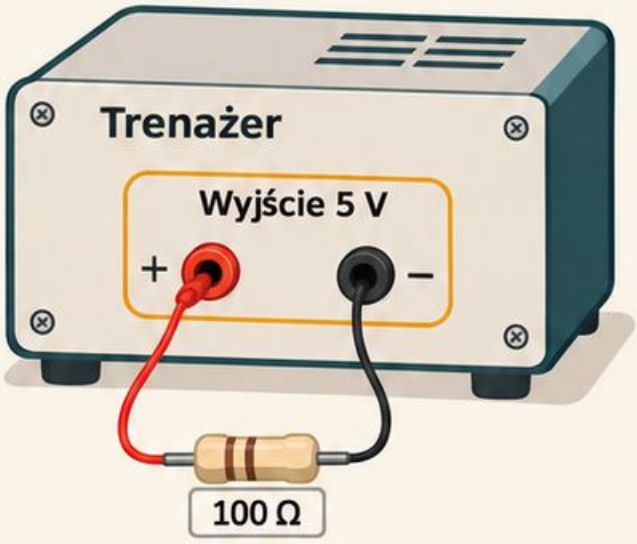
Kontrola

Porównaj wyniki z wartościami dla sprawnego układu przy tym samym obciążeniu. Zaznacz pierwszy stopień z odchyleniem.

Gdzie znika napięcie?

Przypadek

Na trenażerze wyjście 5 V bez obciążenia działa prawidłowo. Po podłączeniu rezystora 100 Ω napięcie spada.



Wyniki pod obciążeniem

P1	P3	P4
~ wejście: **6,0 V AC**	⎓ za filtrem: **5,3 V DC**	⎓ wyjście: **4,1 V DC**

Stabilizator wymaga co najmniej 6,0 V na wejściu w warunkach tej próby.

Wskaż następny krok

Czy wymienisz stabilizator, czy najpierw sprawdzisz przebieg za mostkiem i filtrem?

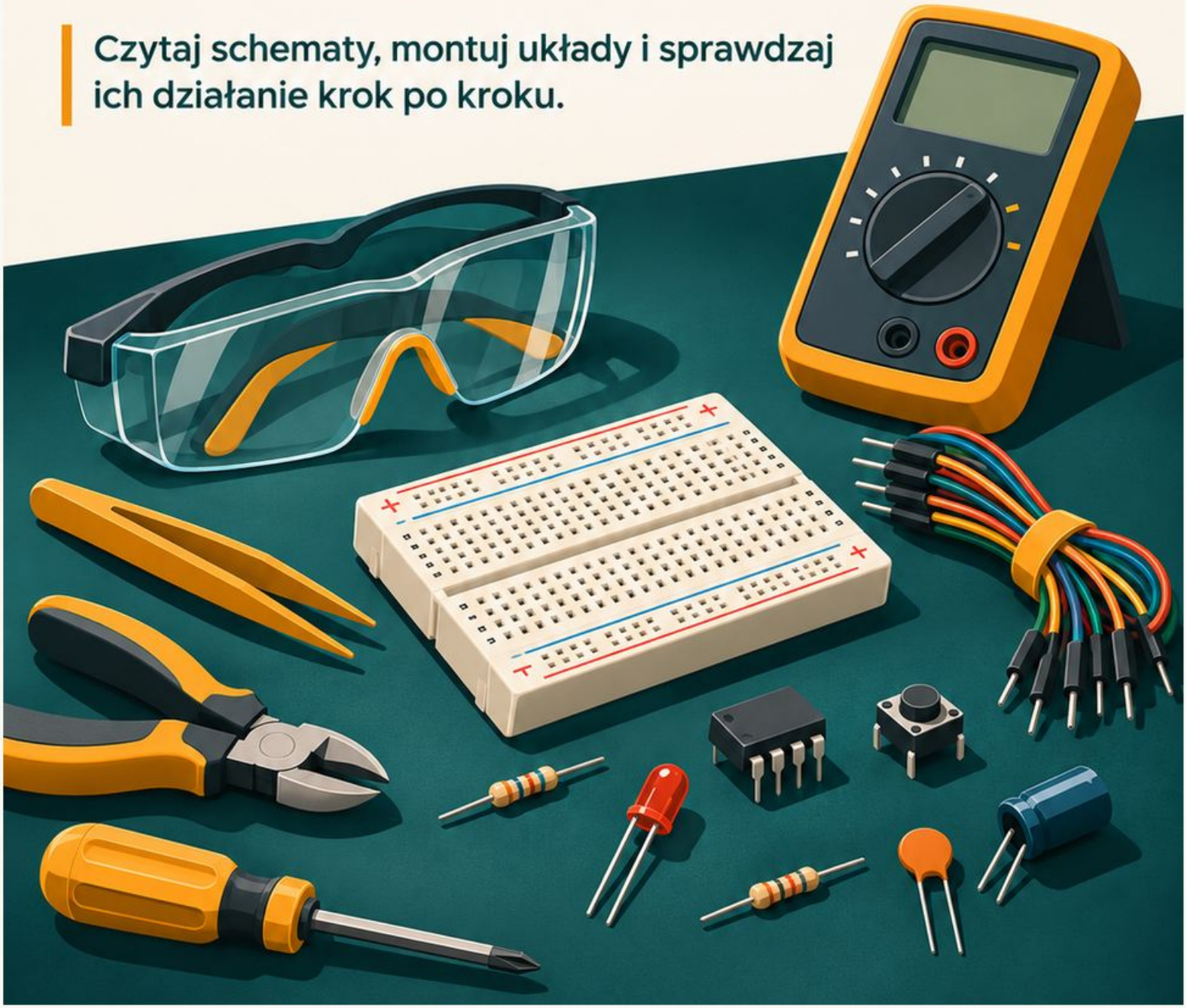
Klucz

Najpierw sprawdź mostek i filtr. Wynik w P3 wskazuje zbyt mały zapas napięcia. Sam pomiar nie wskazuje jeszcze uszkodzonego elementu.

Tom 4

Układy elektroniczne od zera

Czytaj schematy, montuj układy i sprawdzaj ich działanie krok po kroku.



Od węzła do płytki stykowej



Węzeł to miejsce, w którym elektrycznie łączą się co najmniej dwa wyprowadzenia. Na schemacie punkt przy skrzyżowaniu oznacza połączenie.

Płytka stykowa

Otwory w jednym zespole zacisków są połączone pod powierzchnią. Środkowa szczelina rozdziela obie strony płytki.



Przed montażem



Przy odłączonym zasilaniu użyj testu ciągłości. Sprawdź grupy otworów i wszelkie przerwy w szynach zasilania.

Sprawdź



Gdzie umieścisz końce rezystora?

Odpowiedź



W dwóch różnych węzłach.

Jedna droga dla prądu

Przez rezystory połączone szeregowo płynie prąd o takim samym natężeniu. Rezystancje się sumują.



Przykład

Połącz 1 kΩ i 2 kΩ szeregowo. Podłącz izolowane źródło 6 V z ograniczeniem prądu.

$$R = 1\,\text{k}\Omega + 2\,\text{k}\Omega = 3\,\text{k}\Omega$$

$$I = 6\,\text{V} / 3\,\text{k}\Omega = 2\,\text{mA}$$

Sprawdź miernikiem

Zmierz napięcie na każdym rezystorze. Oczekuj około 2 V na 1 kΩ i 4 V na 2 kΩ.

Pytanie do klasy

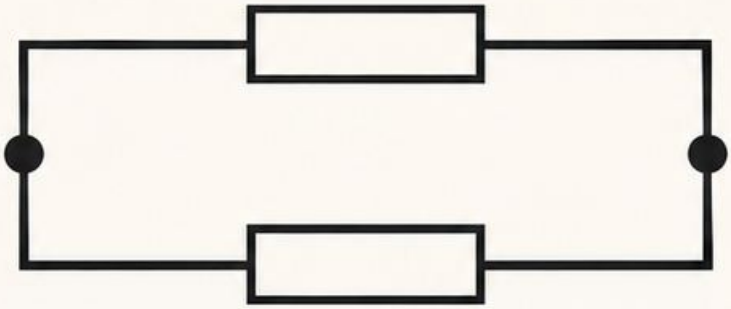
Co stanie się z prądem po przerwaniu jednego połączenia?

Odpowiedź

Przestanie płynąć w całej gałęzi.

Dwie gałęzie, to samo napięcie

Każdy rezystor połączony równolegle ma końce w tych samych dwóch węzłach. Napięcie na obu rezystorach jest takie samo.



Przykład

Podłącz rezystory 1 kΩ i 2 kΩ równolegle do izolowanego źródła 6 V z ograniczeniem prądu.

- **Gałąź 1 kΩ: 6 mA**
- **Gałąź 2 kΩ: 3 mA**
- **Prąd źródła: 9 mA**

Sprawdź

? Co pokaże woltomierz podłączony do jednej z gałęzi?

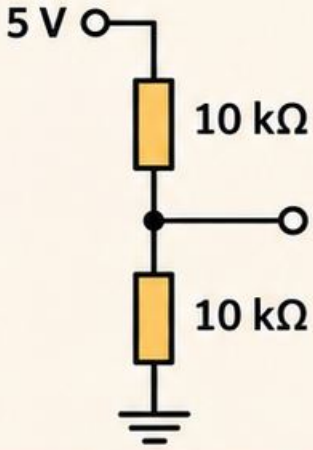
Odpowiedź

✓ **Około 6 V.**

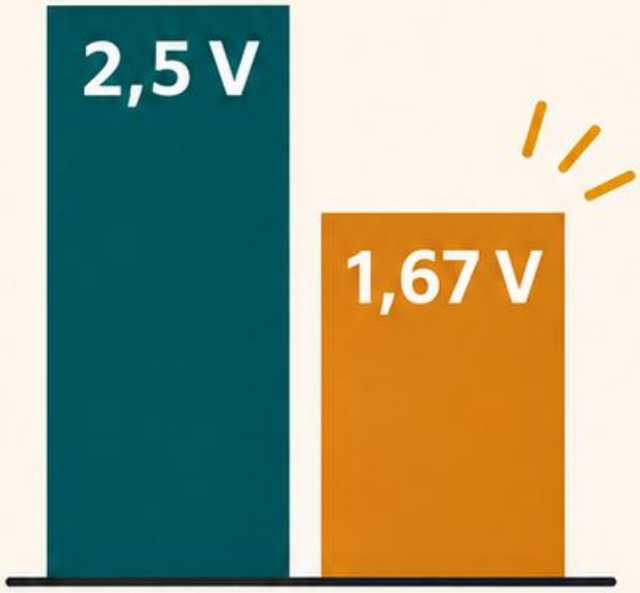
Dzielnik napięcia pod obciążeniem

Połącz między 5 V a masą dwa rezystory po 10 kΩ. Wyjście znajduje się na ich wspólnym węźle.

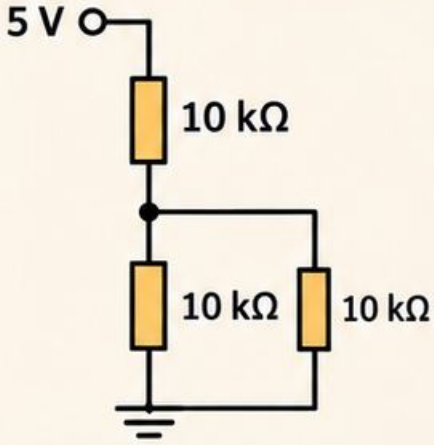
Bez obciążenia



Wyjście ma około 2,5 V względem masy.



Z obciążeniem



Dołącz trzeci rezystor 10 kΩ od wyjścia do masy. Dolna część dzielnika ma teraz 5 kΩ.

Napięcie po dołączeniu obciążenia

$$5\,\text{V} \times \frac{5\,\text{k}\Omega}{15\,\text{k}\Omega} \approx 1{,}67\,\text{V}$$

Sprawdź

Dlaczego napięcie spadło?

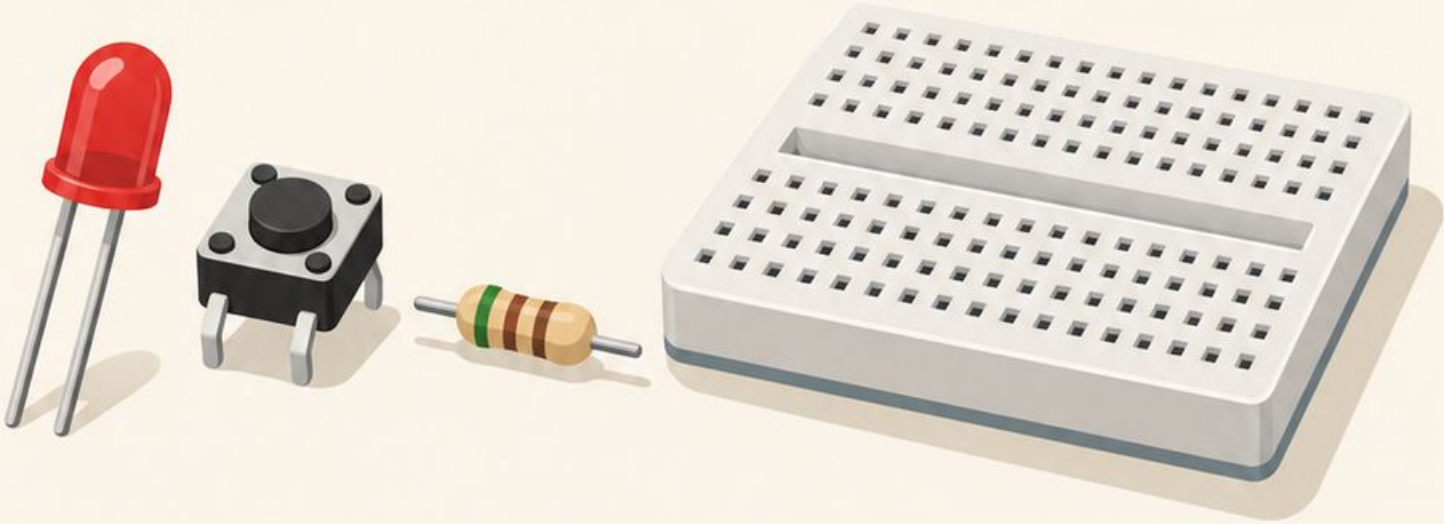
Odpowiedź



Rezystor obciążenia zmniejszył rezystancję dolnej części dzielnika.

LED sterowana przyciskiem

Przygotuj izolowane źródło 5 V, czerwoną LED, rezystor 510 Ω, przycisk normalnie otwarty i płytkę stykową.



Montaż bez zasilania

Połącz szeregowo dodatni biegun źródła, przycisk, rezystor i LED. Katodę LED połącz z ujemnym biegunem źródła.

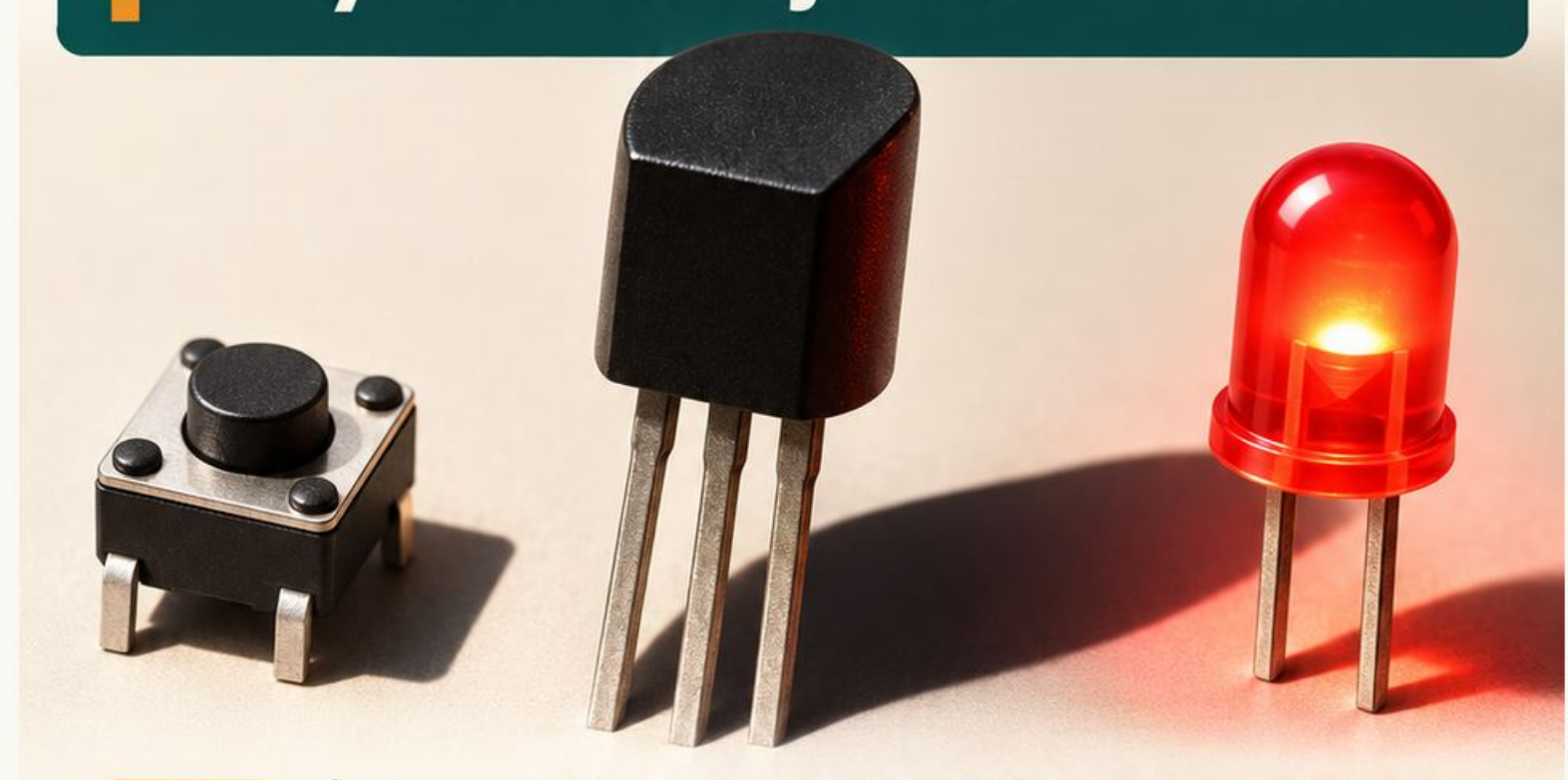
Próba

Włącz zasilanie. LED powinna świecić tylko wtedy, gdy trzymasz wciśnięty przycisk.

Jeśli LED nie świeci

Wyłącz zasilanie. Sprawdź polaryzację LED i ciągłość styku po wciśnięciu przycisku.

Przycisk steruje kluczem NPN



Przygotuj izolowane źródło 5 V, tranzystor BC547, czerwoną LED, rezystory 510 Ω, 4,7 kΩ i 100 kΩ oraz przycisk.

Połącz obciążenie

Od dodatniego bieguna poprowadź szeregowo rezystor 510 Ω i LED do kolektora. Anoda LED ma być od strony rezystora.

Połącz sterowanie

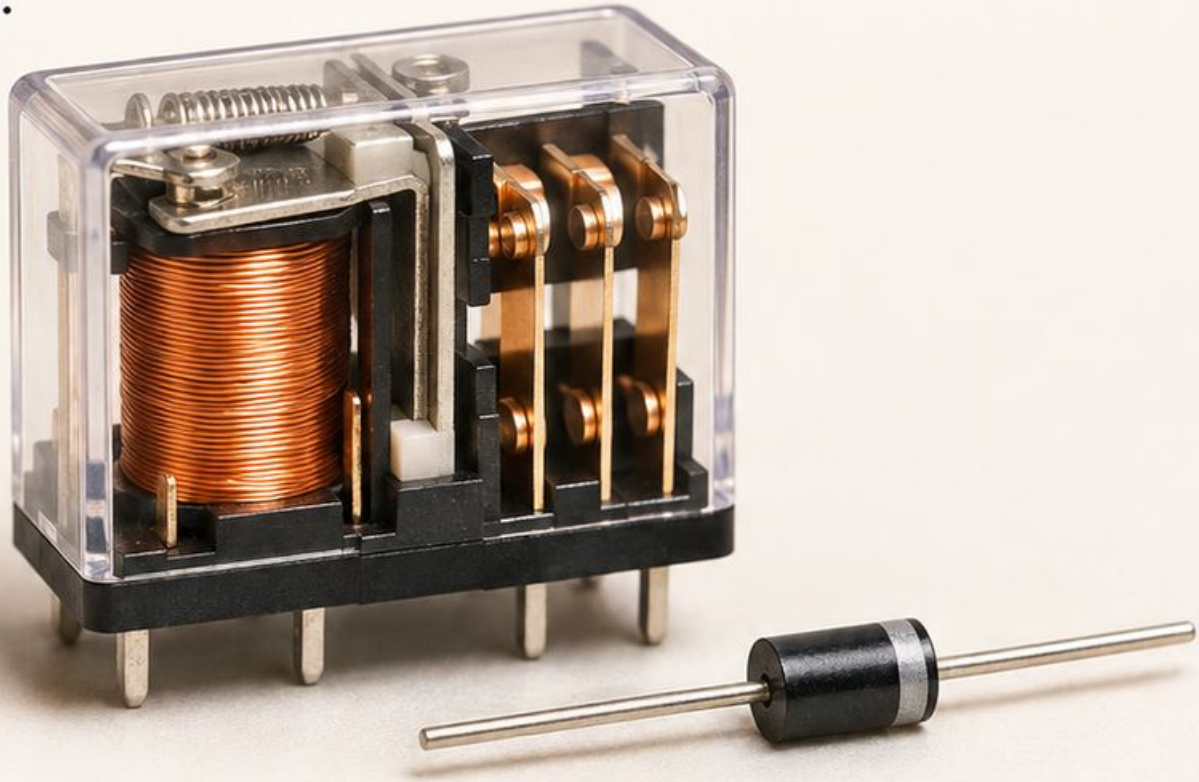
Emiter połącz z masą, Bazę połącz przez 4,7 kΩ i przycisk z 5 V. Dodaj 100 kΩ między bazę a masę.

Próba

Montaż wykonaj bez zasilania. Sprawdź wyprowadzenia w karcie katalogowej. LED powinna świecić tylko przy wciśniętym przycisku.

Przekaźnik steruje osobną gałęzią

Cewkę przekaźnika włącz w miejsce obciążenia klucza. Dobierz klucz do prądu cewki oraz źródło do napięcia znamionowego cewki.



Chroń klucz

Dodaj diodę gaszącą równolegle do cewki. W układzie z kluczem od strony masy katodę diody podłącz do dodatniego bieguna zasilania.

Sprawdź styki

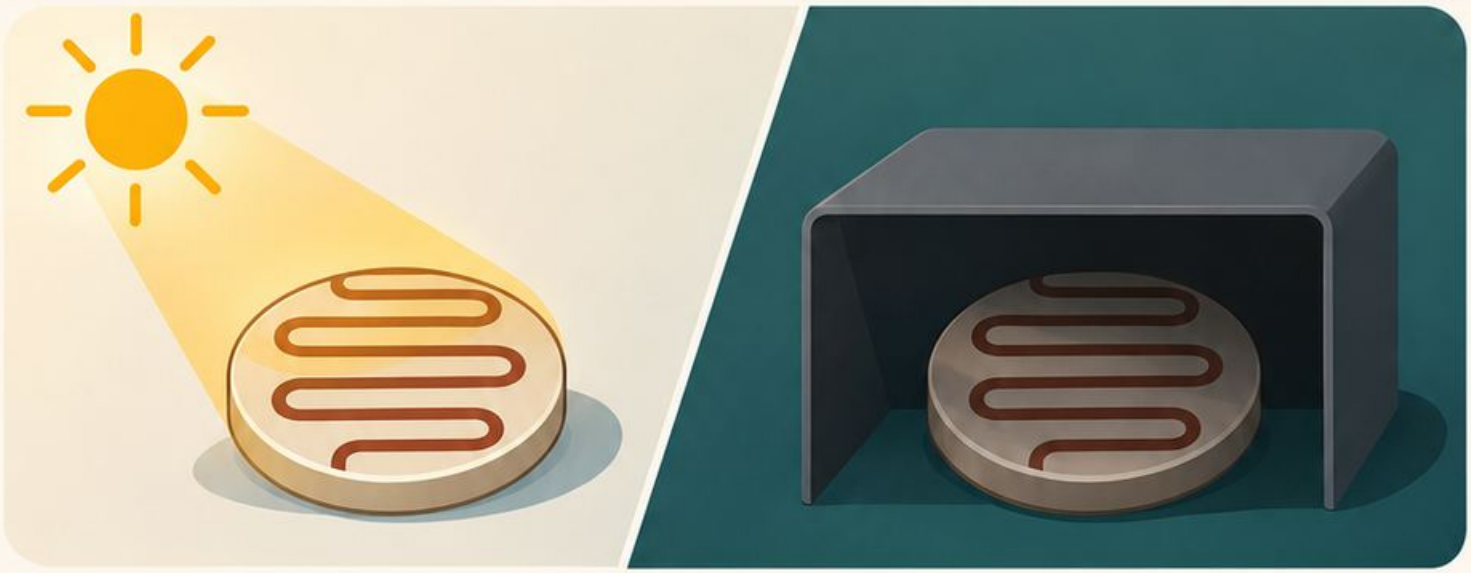
Po odłączeniu zasilania sprawdź ciągłość między COM i NC. Styki COM i NO powinny pozostać otwarte.

Próba pod obciążeniem

Podłącz przez COM i NO testową lampkę niskonapięciową. Powinna włączać się dopiero po zasileniu cewki.

Fotorezystor w dzielniku napięcia

Rezystancja fotorezystora zwykle maleje, gdy pada na niego więcej światła.



Zbuduj dzielnik

Włącz fotorezystor między 5 V a wyjście. Między wyjście a masę włącz rezystor 10 kΩ.

Zmierz napięcie

Zmierz napięcie wyjściowe względem masy. Zapisz wynik przy oświetleniu czujnika i po jego zasłonięciu.

Przewidywanie

W tym układzie napięcie powinno wzrosnąć po oświetleniu czujnika.

Pytanie do klasy

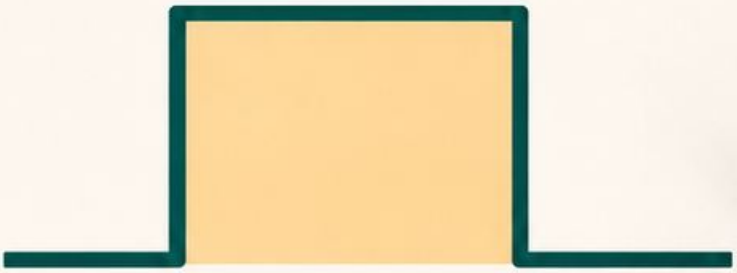
Co się zmieni po zamianie miejsc fotorezystora i rezystora?

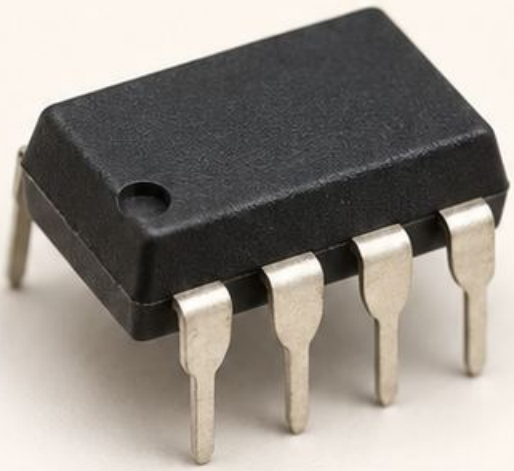
Odpowiedź

Przy oświetleniu napięcie będzie maleć.

NE555: jeden impuls, określony czas

W trybie monostabilnym krótki impuls wyzwalający przełącza wyjście na czas zależny od rezystora i kondensatora.





Czas impulsu $t \approx 1{,}1 \times R \times C$

Przykład

Dla 100 kΩ i 10 µF przewidywany czas wynosi około 1,1 s.

Ćwiczenie

W układzie zmontowanym według karty katalogowej zmierz czas świecenia LED. Podłącz LED do wyjścia przez rezystor.

Pytanie do klasy

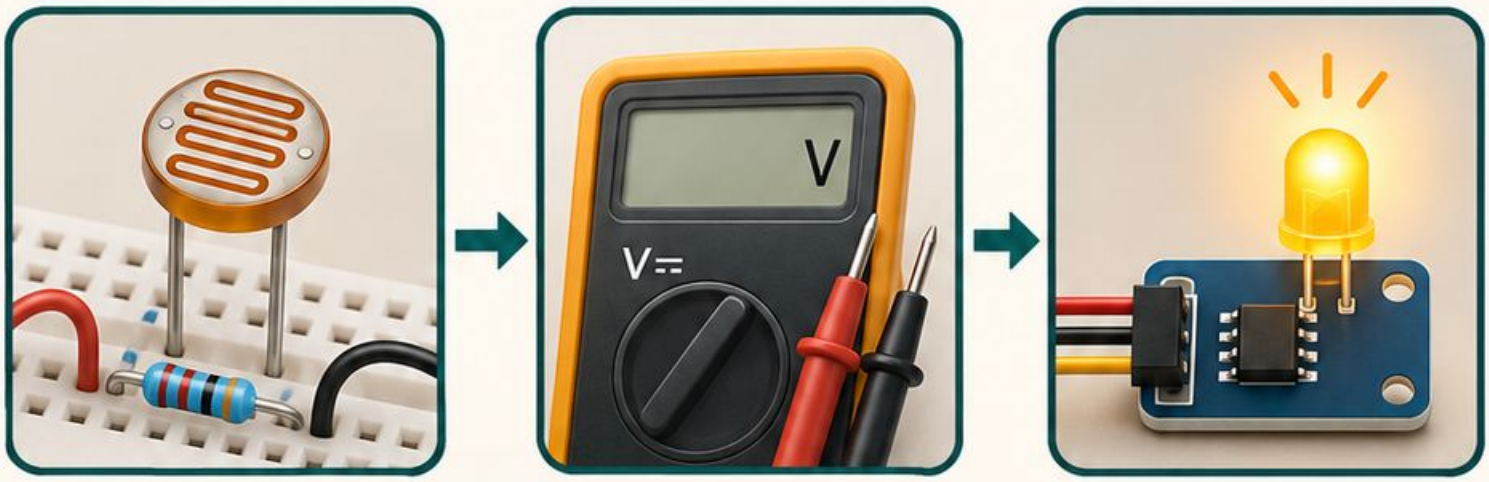
Jak zmieni się czas po zwiększeniu pojemności dwukrotnie?

Odpowiedź

Wzrośnie w przybliżeniu dwukrotnie.

Zadanie: sygnalizator zmiany światła

Zbuduj dzielnik z fotorezystorem. Zmierz napięcie przy jasnym i zasłoniętym czujniku.



Ustal próg

Wybierz próg pomiędzy wynikami. Ustaw go na wejściu odniesienia gotowego modułu komparatora zasilanego z 5 V.

Sprawdź

Za pomocą LED modułu lub woltomierza potwierdź, że wyjście zmienia stan po zasłonięciu czujnika.

Klucz

Jesli uzyskasz 3,8 V i 1,2 V, możesz ustawić próg 2,5 V. W obu warunkach wyjście powinno mieć różne stany.

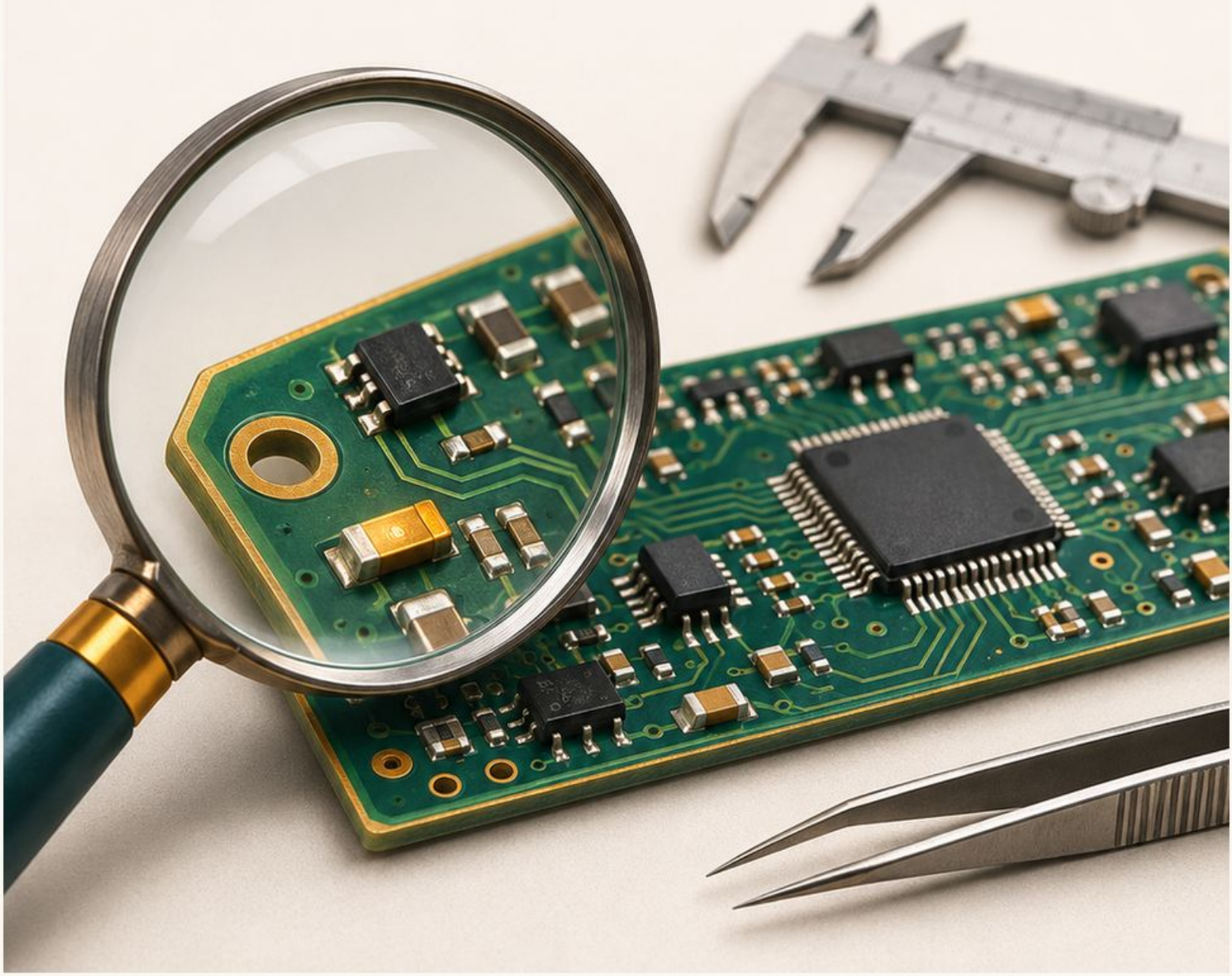
Wyjaśnij

Dlaczego warto ustawić próg z dala od obu odczytów? Małe zmiany oświetlenia mniej wtedy wpływają na wynik.

Tom 5

Diagnostyka, usterki i naprawa

Od pierwszego objawu do sprawdzenia naprawy.



Zacznij od objawu

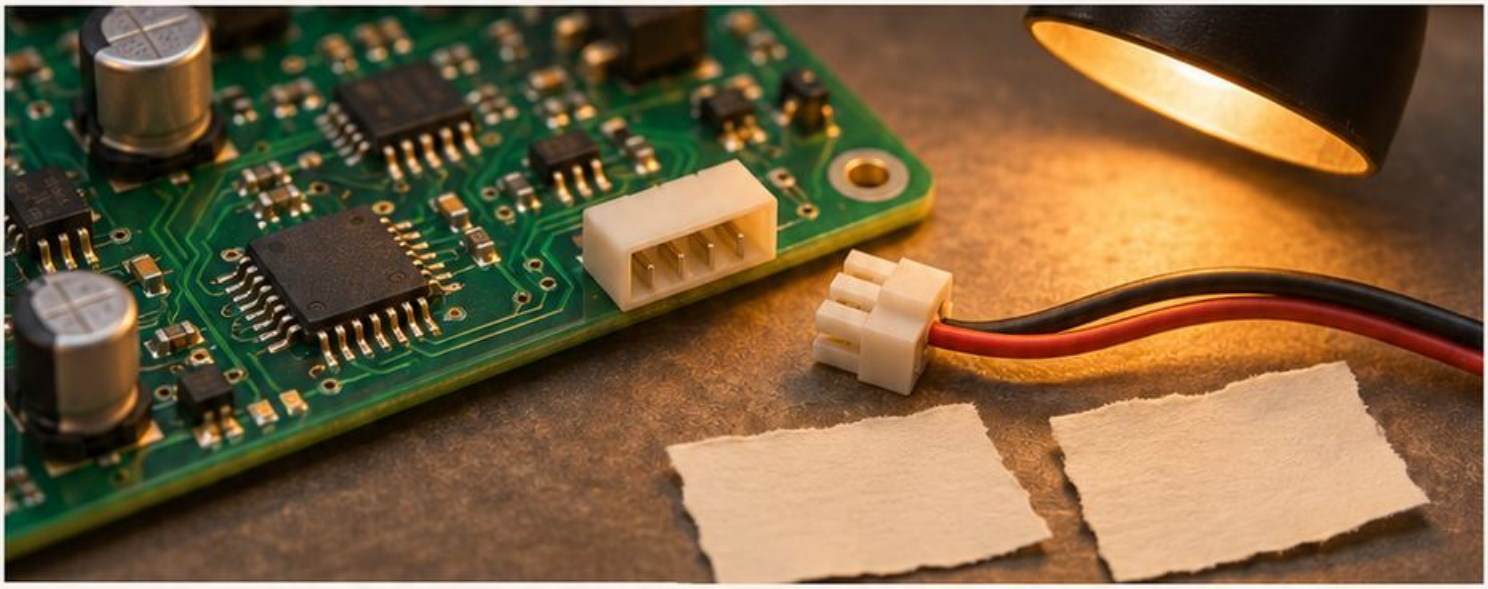
Zapytaj, co przestało działać, kiedy pojawił się problem i co zmieniono tuż przed awarią.

Zapisz warunki

Przykład: kontrolka nie świeci po wymianie przewodów. Zasilacz działa po odłączeniu płytki.

Oględziny bez zasilania

Szukaj luźnych wtyków, odwróconych elementów i uszkodzonych przewodów. Zapisz obserwację przed wymianą części.



Pytanie do klasy

? | Czy luźny wtyk to już potwierdzona przyczyna?

Odpowiedź

✓ | To hipoteza. Sprawdź połączenie i powtórz próbę.

Czy zasilanie dociera do płytki?

Podłącz czarną sondę do punktu odniesienia. W typowym układzie 5 V wybierz zacisk GND płytki.

Sprawdź dwa miejsca

Zmierz napięcie na wyjściu zasilacza i na zaciskach płytki podczas jej pracy.



Przykład

> Źródło ma 5,0 V, a płytka tylko 1,2 V. Sprawdź przewód, złącza i powrót do masy.

Kolejny pomiar

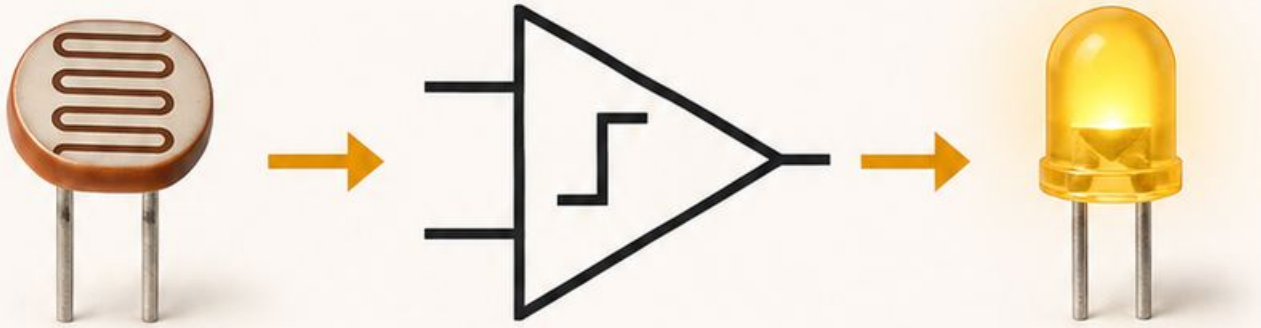
Zmierz spadek napięcia bezpośrednio na podejrzanym połączeniu pod obciążeniem. Na sprawnym przewodzie spadek powinien być mały.

Śledź sygnał etapami

Zapisz, czego oczekujesz na wejściu, za czujnikiem i na wyjściu. W każdym punkcie używaj tego samego odniesienia.

Przykład

Napięcie z czujnika rośnie z 1 V do 4 V po oświetleniu. Próg komparatora to 2,5 V.



Jeśli wyjście nie reaguje

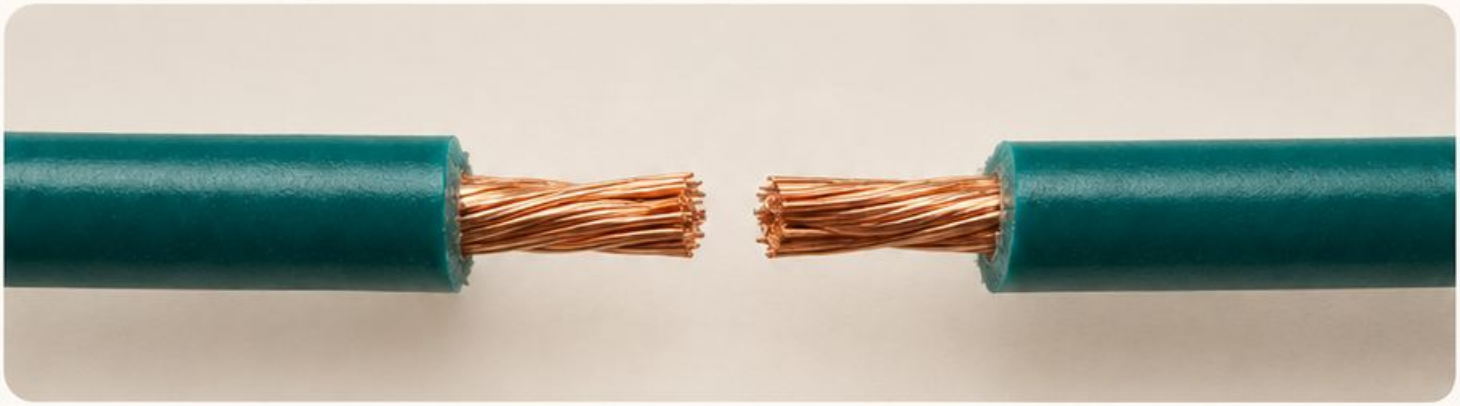
Sprawdź zasilanie komparatora i rzeczywiste napięcie progu. Potem skontroluj połączenie wyjścia z odbiornikiem.

Zasada

Pierwsza rozbieżność pomaga zawęzić obszar poszukiwań. Potwierdź przyczynę dodatkowym pomiarem.

Przerwa w przewodzie

Przy odłączonym zasilaniu odłącz co najmniej jeden koniec przewodu. Inne gałęzie mogłyby utworzyć drogę równoległą.



Sprawdź miernik

Zewrzyj sondy w trybie ciągłości. Zapamiętaj wskazanie i sposób sygnalizacji.

Zmierz przewód

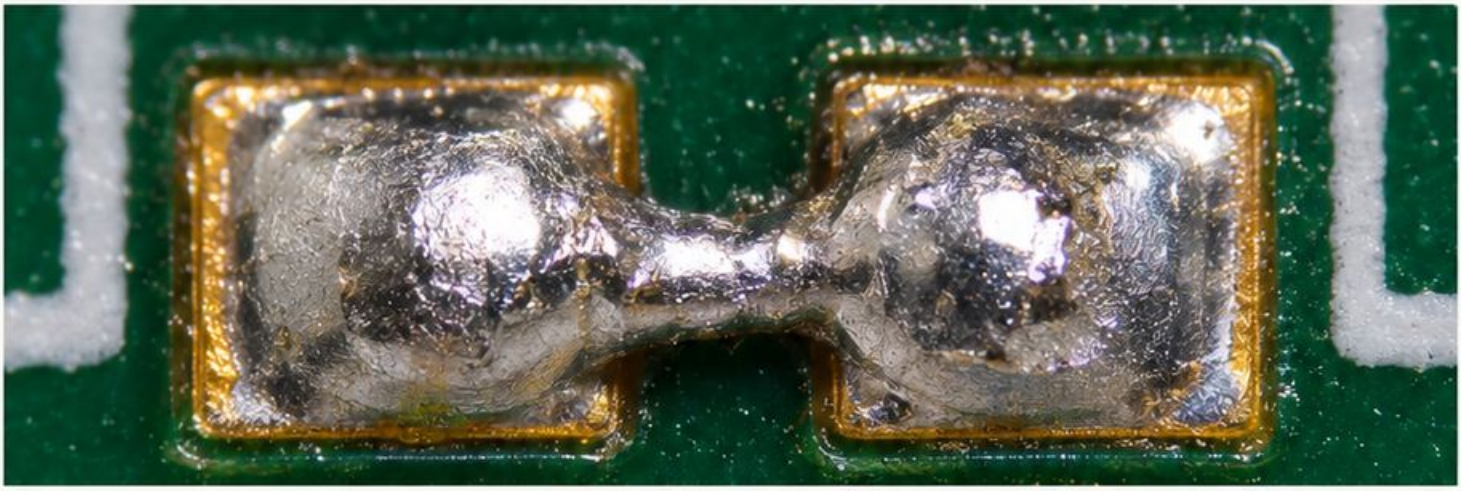
Przyłóż sondy do obu końców. Wynik OL w teście rezystancji wskazuje brak drogi w zakresie pomiaru.

Sprawdź podejrzenie

Potwierdź styk sond z końcówkami. Jeśli odczyt zmienia się przy lekkim poruszaniu przewodem, możliwe jest uszkodzenie żyły lub złącza.

Gdy podejrzewasz zwarcie

Wyłącz i odłącz źródło. Rozładuj kondensatory w kontrolowany sposób i zmierz napięcie przed testem rezystancji.



Sprawdź szyny

Porównaj rezystancję między szynami z wynikiem na sprawnym egzemplarzu. Obserwuj, czy wartość po chwili się zmienia.

Rozdziel gałęzie

Odłączaj gałęzie kolejno przy wyłączonym zasilaniu. Po każdym kroku sprawdzaj rezystancję.

Pytanie do klasy

Czy sam sygnał ciągłości oznacza zwarcie?

Odpowiedź

Nie. Miernik może sygnalizować też prawidłową drogę o małej rezystancji.

Sprawdź podejrzaną diodę

Odłącz zasilanie. Gdy pozostałe elementy wpływają na wynik, odłącz jedno wyprowadzenie diody.

Pomiar w obu kierunkach

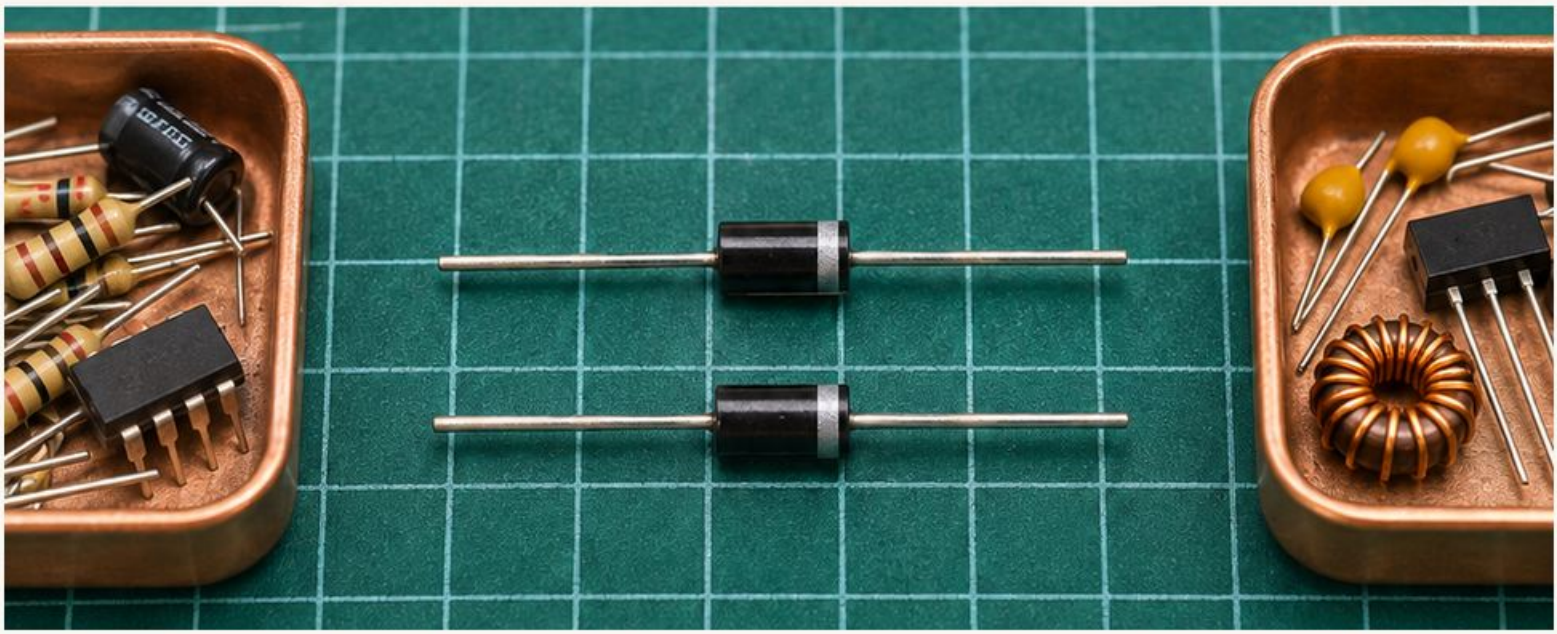
W trybie testu diody zmierz od anody do katody, a potem zamień sondy miejscami.

Przykład

Dla typowej sprawnej diody krzemowej miernik może pokazać około 0,6–0,8 V w kierunku przewodzenia i OL po odwróceniu sond.

Interpretacja

Bardzo mały odczyt w obu kierunkach sugeruje zwarcie. OL w obu kierunkach może wskazywać przerwę lub brak styku sond.



Wymień element i potwierdź naprawę

Ustal typ, parametry i polaryzację zamiennika. Zamontuj go przy odłączonym zasilaniu.



Przed uruchomieniem

Obejrzyj połączenia. Sprawdź, czy nie powstało zwarcie i czy element jest włożony prawidłowo.

Próba

Włącz zasilanie z ograniczeniem prądu. Sprawdź napięcie, pobór prądu i działanie przy typowym obciążeniu.

Zapis naprawy

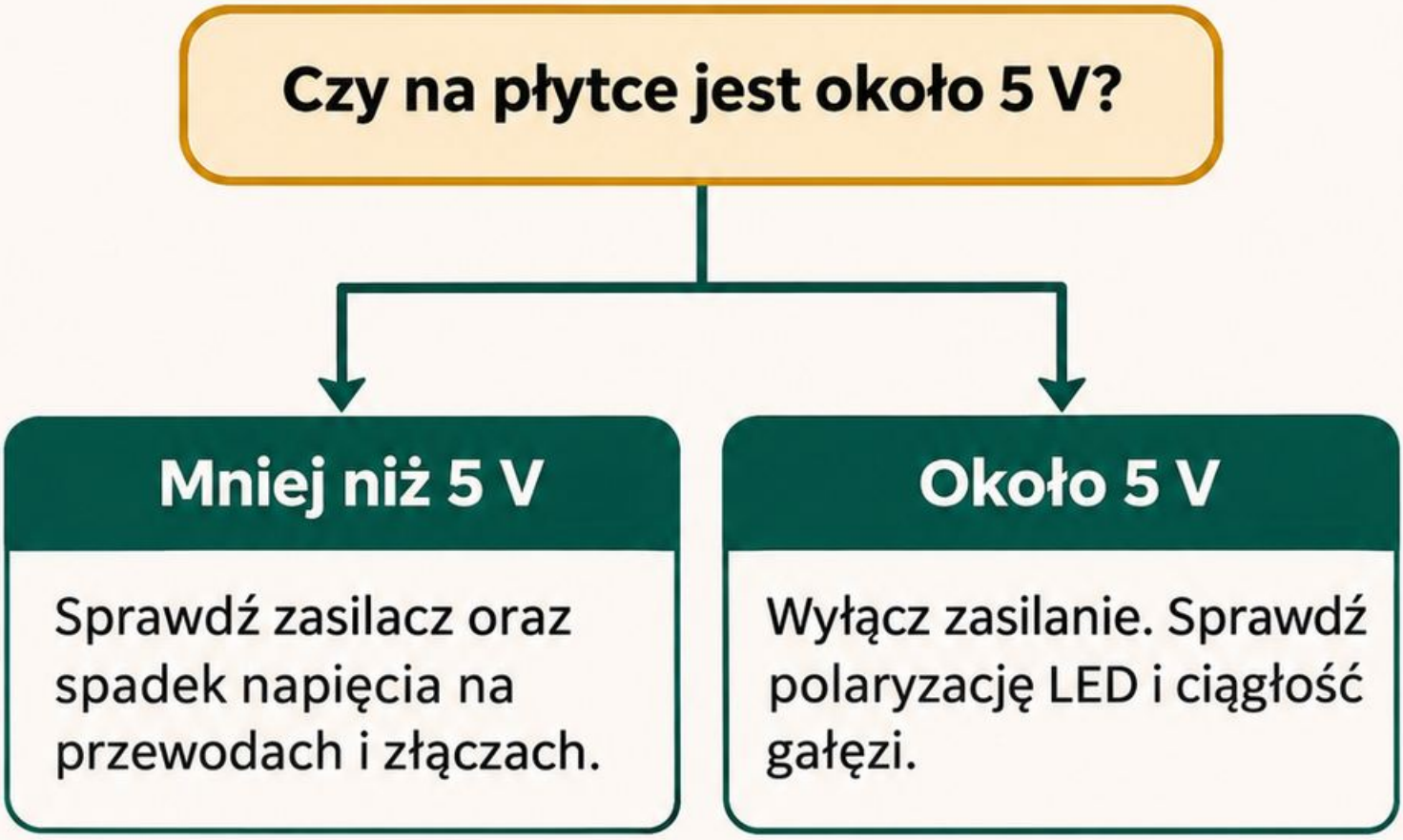
Zanotuj objaw, wynik potwierdzający przyczynę i odczyty po wymianie.

Kryterium odbioru

Układ przechodzi próbę, w której wcześniej występował objaw.

Scenariusz: kontrolka nie świeci

Oczekujesz 5 V na wejściu płytki. Sprawdź napięcie podczas pracy.



Klucz

Zasilacz ma 5,0 V, a płytka 0,4 V. Na dodatnim złączu zmierzono spadek 4,6 V. Najpierw sprawdź to złącze.

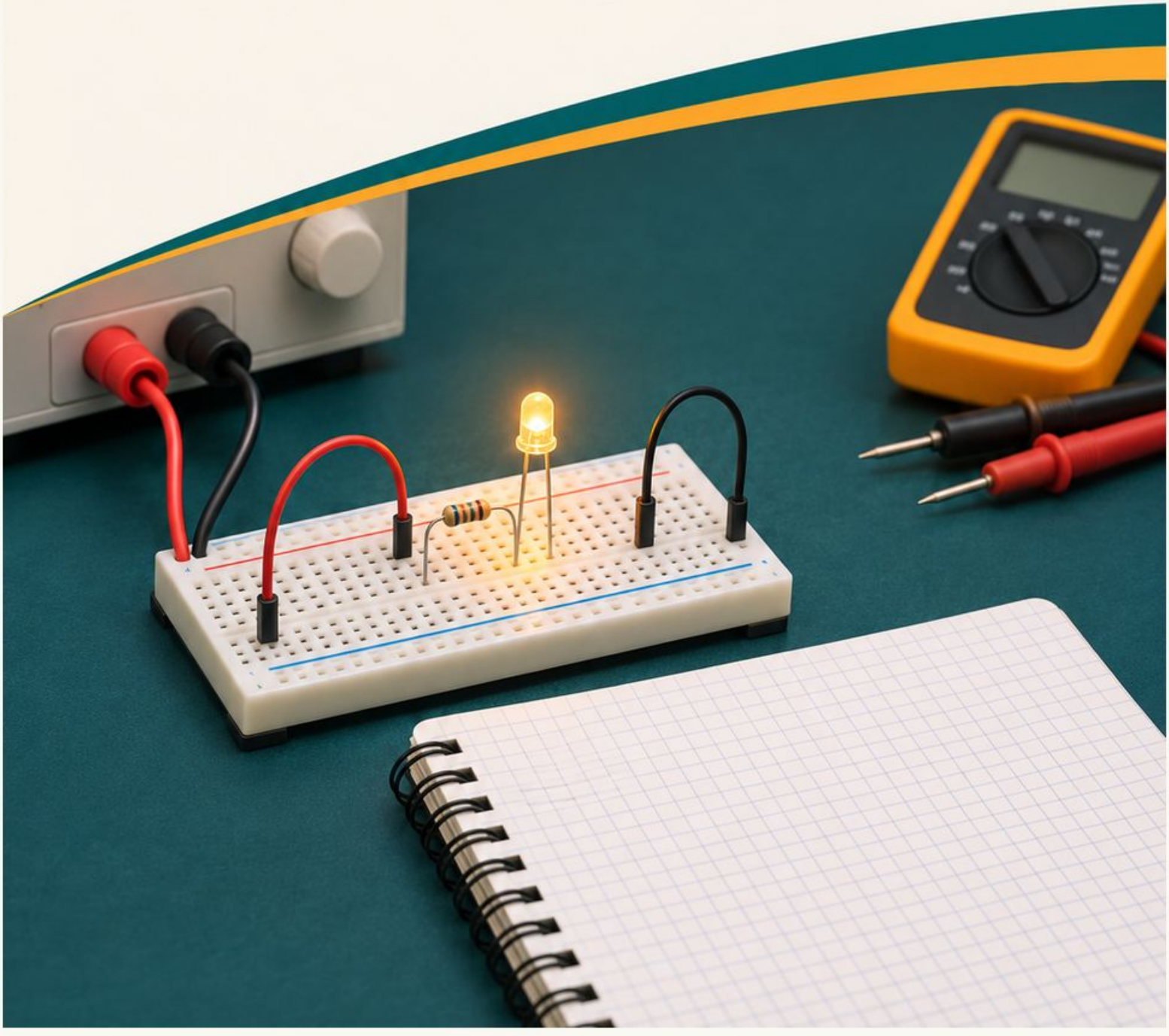
Potwierdzenie

Po poprawieniu połączenia napięcie na płytce wraca w okolice 5 V, a LED świeci.

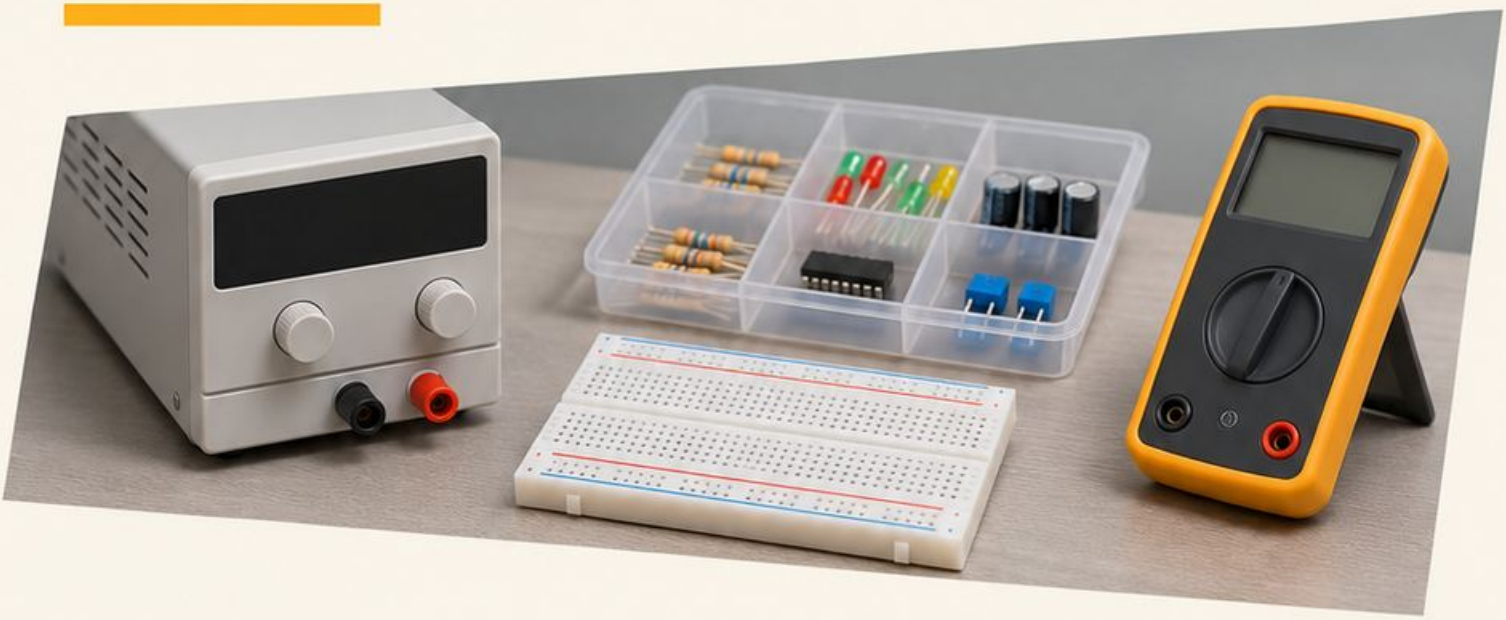
Tom 6

Ćwiczenia w pracowni i projekty dla uczniów

Zaplanuj montaż, wykonaj pomiary i sprawdź, czy układ spełnia wymagania.



Przygotuj stanowisko



Przed montażem

Przygotuj izolowane źródło niskiego napięcia z ograniczeniem prądu, płytkę stykową i multimetr. Wykonuj połączenia przy wyłączonym zasilaniu.

Podział ról w parze

Jedna osoba montuje, druga porównuje połączenia ze schematem i notuje wyniki. Zamieńcie się rolami przy kolejnym zadaniu.

Przed włączeniem

Sprawdź polaryzację elementów, ciągłość szyn i brak zwarcia między szynami zasilania. Ustaw napięcie i limit prądu zgodnie z kartą ćwiczenia.

Po próbie

Wyłącz zasilanie. Zapisz wynik, ewentualną rozbieżność i następny krok.

Ćwiczenie: rozpoznaj elementy

Przygotuj

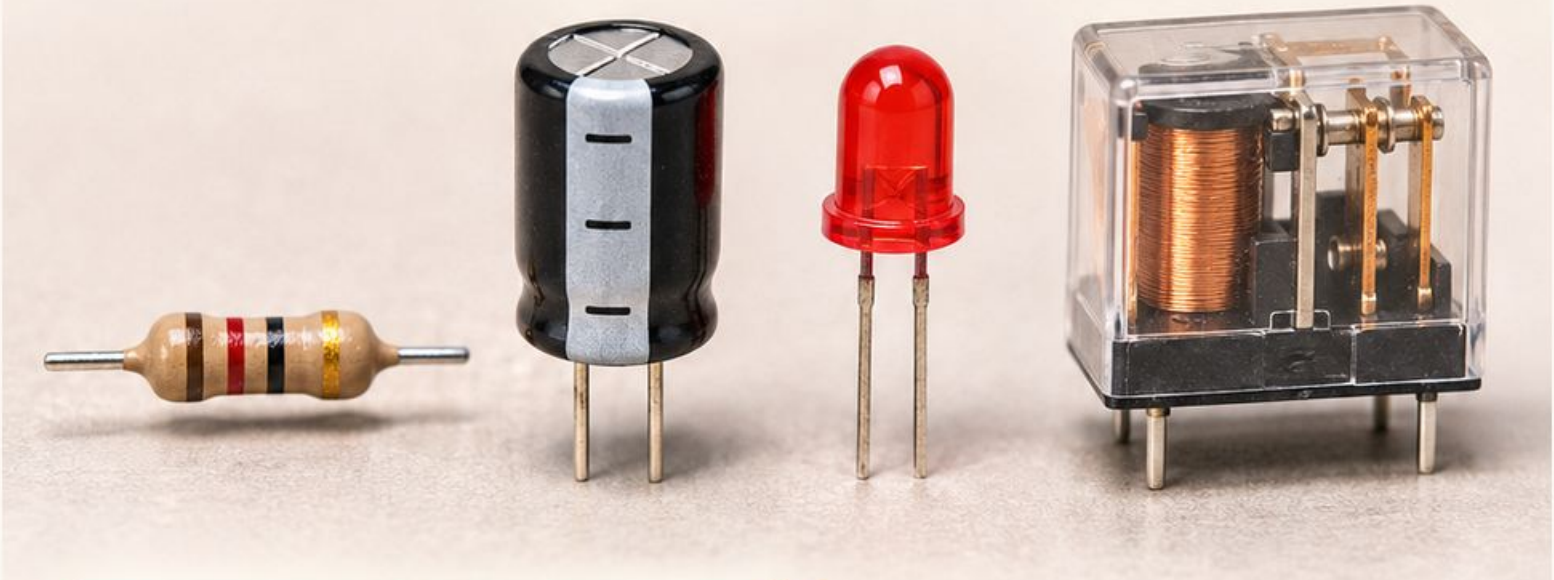
Rezystor z paskami, kondensator elektrolityczny, diodę LED i przekaźnik. Połóż elementy na stole bez podłączania zasilania.

Zadanie

Nazwij każdy element, narysuj jego symbol i podaj jedną cechę, która ułatwia rozpoznanie. Wskaż elementy wymagające sprawdzenia polaryzacji.

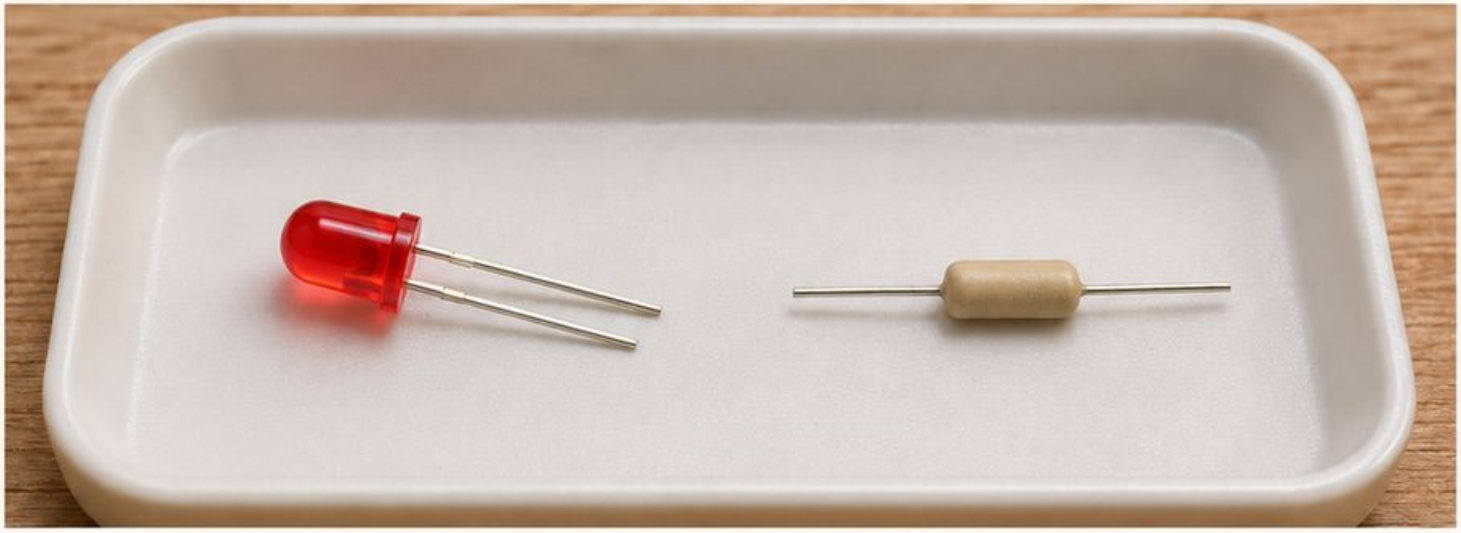
Sprawdzenie

Na typowym kondensatorze aluminiowym pasek wskazuje biegun ujemny. W LED potwierdź położenie anody i katody na podstawie dokumentacji lub testu diody.



Wnioski i symbole

Ćwiczenie: ile prądu płynie przez LED?



Materiały

Zasilanie 5 V, czerwona dioda LED, rezystor 330 Ω, multimetr i płytka stykowa.

Montaż

Przy wyłączonym zasilaniu połącz szeregowo: plus, rezystor, anoda LED, katoda LED, minus.

Pomiar

Zmierz napięcie na rezystorze, podłączając miernik równolegle. Oblicz prąd: I = U / 330 Ω.

Porównanie

Jeśli spadek napięcia na rezystorze wynosi 3,0 V, prąd wynosi około 9,1 mA. Porównaj tę wartość ze swoim wynikiem.

Napięcie na rezystorze i obliczony prąd

Ćwiczenie: zamień zmianę światła na napięcie



Materiały

Zasilanie 5 V, fotorezystor, rezystor 10 kΩ, kartonik i multimetr.

Montaż

Przy wyłączonym zasilaniu połącz fotorezystor między +5 V a punktem pomiarowym. Rezystor 10 kΩ połącz między punktem pomiarowym a masą.

Próba

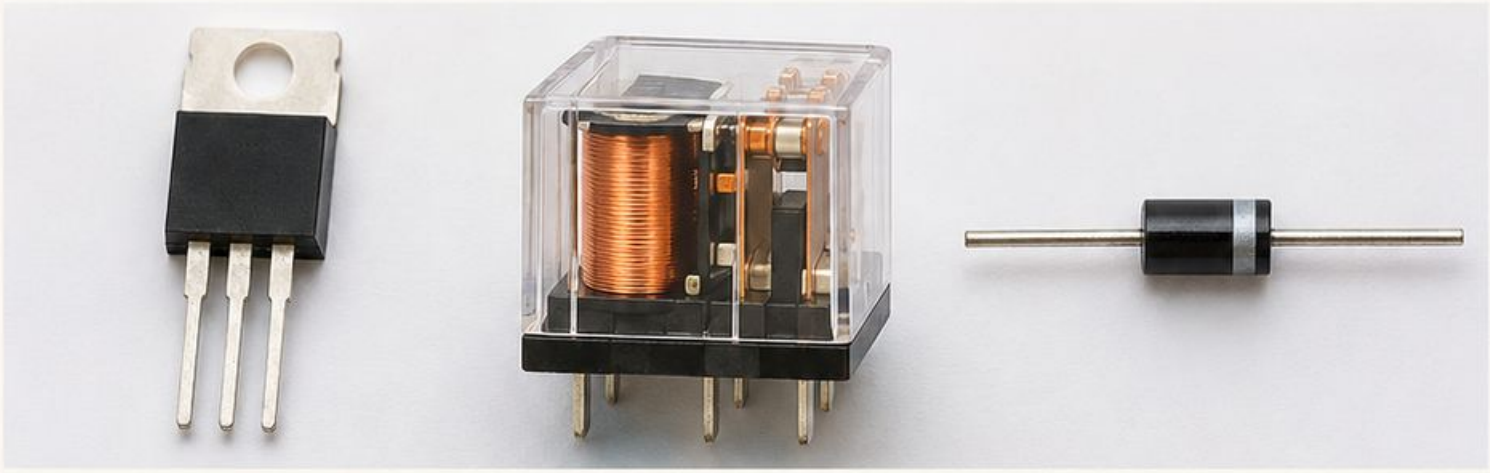
Zmierz napięcie punktu względem masy przy oświetleniu czujnika i po zasłonięciu go kartonikiem.

Sprawdzenie

Przy zasłonięciu rezystancja fotorezystora rośnie, a napięcie w punkcie pomiarowym maleje.

Napięcie w świetle i po zasłonięciu

Ćwiczenie: tranzystor steruje przekaźnikiem



Przygotuj model

Użyj układu z przekaźnikiem o cewce 5 V i tranzystorem MOSFET z kanałem N, przeznaczonym do sterowania napięciem 5 V.

Połączenie cewki

Przy wyłączonym zasilaniu podłącz cewkę między +5 V a drenem tranzystora. Źródło połącz z masą.

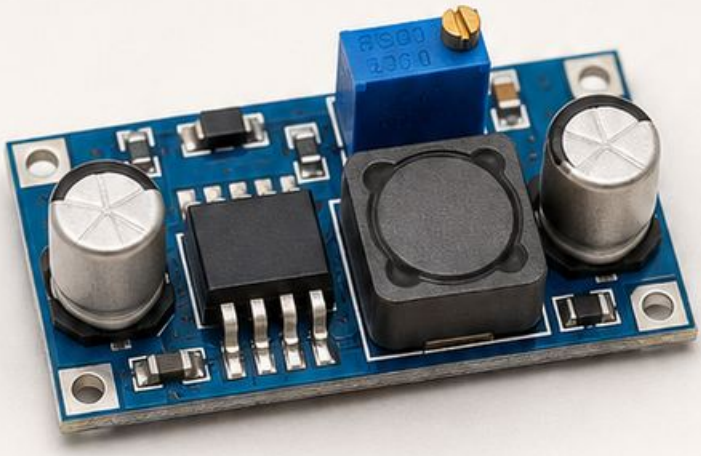
Dioda gasząca

Włącz ją równolegle do cewki. Katodę połącz z +5 V, anodę z drenem.

Sterowanie i próba

Połącz bramkę z masą przez 10 kΩ. Podaj 5 V na bramkę i sprawdź, czy cewka przełącza styki. Przełączenie obserwuj w obwodzie sygnalizacyjnym 5 V.

Ćwiczenie: zasilacz pod obciążeniem





Przygotuj

Izolowane źródło 9 V, moduł obniżający napięcie, multimetr i rezystor obciążenia 100 Ω o mocy co najmniej 0,5 W.

Bez obciążenia

Zgodnie z instrukcją modułu ustaw 5,0 V na wyjściu. Zapisz odczyt.

Pod obciążeniem

Wyłącz zasilanie i podłącz rezystor między zaciski wyjściowe. Włącz zasilanie i zmierz napięcie ponownie.

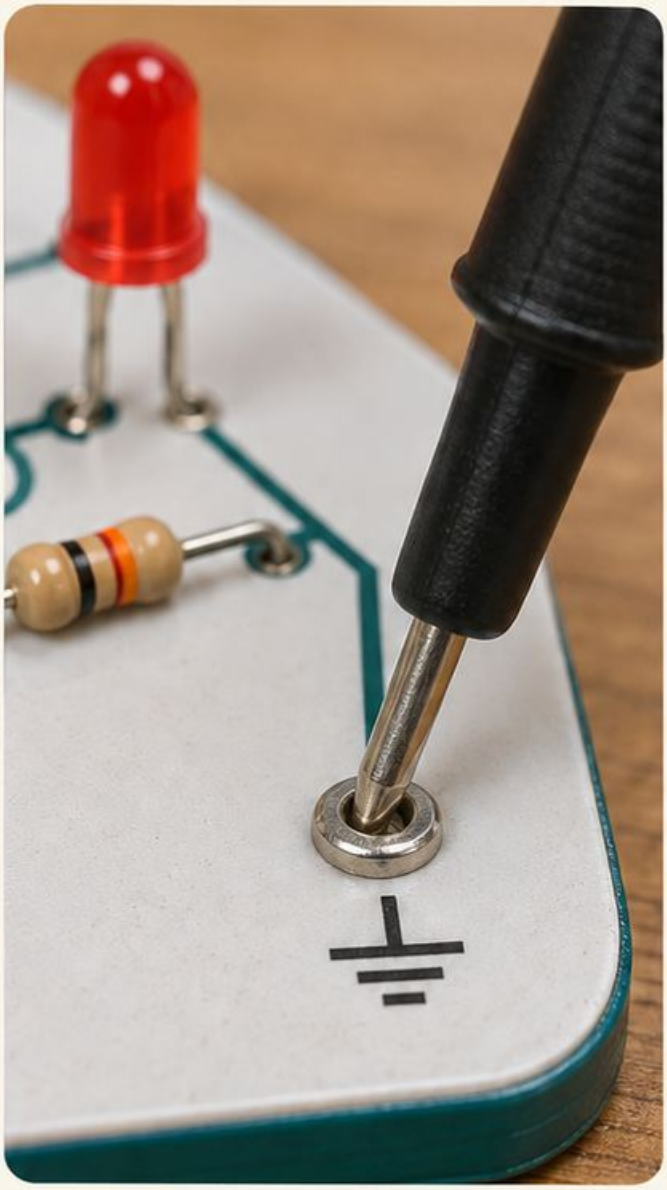
Porównaj wyniki

Przy 5,0 V rezystor pobiera około 50 mA i wydziela 0,25 W. Zapisz napięcie pod obciążeniem i różnicę względem pierwszego pomiaru.

Ćwiczenie: dlaczego LED nie świeci?

Przygotowanie dla prowadzącego

W obwodzie 5 V z LED i rezystorem 330 Ω rozłącz jeden koniec przewodu powrotnego do masy.



1. Sprawdź zasilanie

Zmierz napięcie między szynami. Odczyt około 5 V potwierdza obecność zasilania.

2. Sprawdź drogę powrotną

Wyłącz zasilanie. Zmierz ciągłość między katodą LED a punktem masy, do którego powinna być podłączona.

3. Potwierdź rozpoznanie

Przywróć połączenie przy wyłączonym zasilaniu. Po włączeniu LED ma ponownie świecić.

Klucz: przerwa w drodze powrotnej.

Projekt: wskaźnik stanu przycisku

Wymaganie

Dioda LED ma świecić tylko wtedy, gdy przycisk jest wciśnięty.

Materiały

Zasilanie 5 V, przycisk ze stykiem normalnie otwartym, LED, rezystor 330 Ω, płytka stykowa i przewody.

Montaż

Przy wyłączonym zasilaniu połącz szeregowo: plus, przycisk, rezystor, anoda LED, katoda LED, minus.

Próba odbiorcza



Przycisk zwolniony: LED zgaszona.



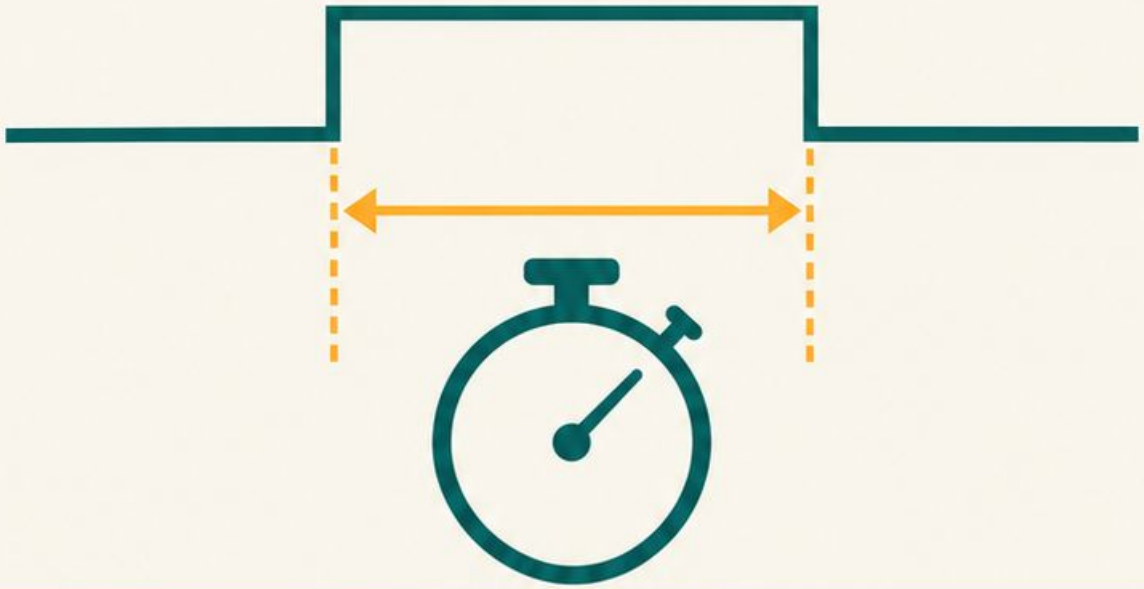
Przycisk wciśnięty: LED świeci.

Wykonaj pięć cykli. Zapisz liczbę poprawnych reakcji i zmierz napięcie na rezystorze przy wciśniętym przycisku.

Projekt: sterownik czasowy z NE555

Wymaganie

Po krótkim naciśnięciu przycisku LED świeci przez około 5 sekund i gaśnie samoczynnie.



Czas trwania impulsu: około 5 sekund.

Materiały

Izolowane zasilanie 5 V, układ ćwiczeniowy NE555 w trybie monostabilnym, przycisk i LED z rezystorem 330 Ω.

Dobór czasu

Użyj R = 100 kΩ i C = 47 µF w torze czasowym. Ze wzoru $t \approx 1{,}1 \times R \times C$ otrzymasz około 5,2 s.

Próba odbiorcza

Wykonaj trzy pomiary. Za wynik ćwiczeniowy przyjmij 4–7 s w każdej próbie. Na rozrzut wpływa między innymi tolerancja kondensatora.

Oceń wykonanie i dopasuj zadanie

Skala 0–2 w każdym kryterium

0 — brak wykonania
1 — wykonanie z pomocą
2 — samodzielne, poprawne wykonanie



Montaż:
układ zgodny z kartą zadania.

☐ 0 ☐ 1 ☐ 2



Pomiar:
właściwa funkcja, sposób podłączenia i jednostka.

☐ 0 ☐ 1 ☐ 2



Próba:
uczeń sprawdza wszystkie wymagane stany.

☐ 0 ☐ 1 ☐ 2



Wniosek:
uczeń łączy wynik z zachowaniem układu.

☐ 0 ☐ 1 ☐ 2

Maksymalnie 8 punktów.

Ułatwienie:
podaj schemat i punkty pomiarowe.

Rozszerzenie:
poproś o przewidzenie wpływu zmiany jednego elementu i sprawdzenie wyniku.

Źródła i dokumentacja

1. **Zintegrowana Platforma Edukacyjna. Elektronik: zadania zawodowe i zakres kwalifikacji.**

   zpe.gov.pl/a/zadania-zawodowe/DdVRFXaYH

2. **Fluke. Instrukcja pomiaru rezystancji multimetrem cyfrowym.**

   fluke.com

3. **Texas Instruments. NE555: karta katalogowa i układ monostabilny.**

   ti.com/product/NE555

4. **Texas Instruments. LM2596: karta katalogowa przetwornicy obniżającej.**

   ti.com/product/LM2596

5. **onsemi. 2N7000: karta katalogowa tranzystora MOSFET.**

   onsemi.com