



Konstruowanie obwodów elektrycznych

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Film samouczek + film (standardowy)
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela

Konstruowanie obwodów elektrycznych

Czy to nie ciekawe?

Poznałeś już, czym jest opornik, źródło napięcia i kilka innych elementów obwodów elektrycznych. Nauczyłeś się rozwiązywać zadania z rozbudowanymi sieciami oporników. Jak jednak użyć tych elementów i wykorzystać te umiejętności do budowy obwodów mających praktyczne zastosowanie? W tym e-materiale zajmiemy się przykładami takich obwodów.

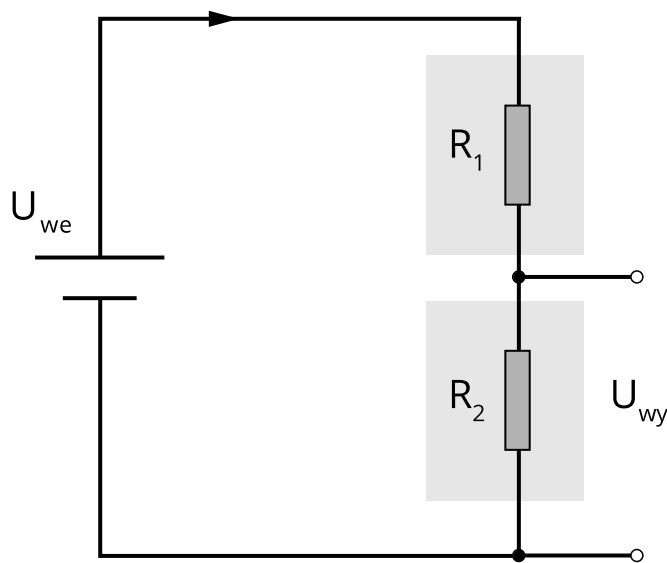
Twoje cele

- wyjaśnisz konstrukcję kilku podstawowych obwodów elektrycznych,
- przeanalizujesz przykładowy problem, dotyczący projektowania obwodów elektrycznych,
- rozwiążesz zadania związane z projektowaniem obwodów elektrycznych.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Jednym z najczęściej używanych obwodów elektrycznych jest dzielnik napięcia. Jest to układ zasilany pewnym źródłem napięcia o wartości U_{we} („we” od „wejściowe”), który na wyjściu daje inne napięcie U_{wy} („wy” od „wyjściowe”). Napięcie wyjściowe zależy od wartości oporników R_1 i R_2 , z których jest zbudowany dzielnik. Jego schemat znajduje się na Rys. 1.



Rys. 1. Dzielnik napięcia

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Po bokach opornika R_2 narysowane są odcinki zakończone małymi kółeczkami. Oznaczają one wyprowadzenia, do których można podłączyć inny element lub układ. To właśnie jest wyjście dzielnika napięcia.

Przeanalizujmy, co dzieje się w tym obwodzie, gdy nic nie jest podłączone do wyjściowych wyprowadzeń. Opór wypadkowy podłączony do źródła napięcia to $R_1 + R_2$, bo oporniki są połączone szeregowo. Stąd w obwodzie płynie prąd o natężeniu:

$$I = \frac{U_{we}}{R_1 + R_2}$$

Napięcie na wyjściu to napięcie na oporniku R_2 . Obliczymy je zatem z prawa Ohma:

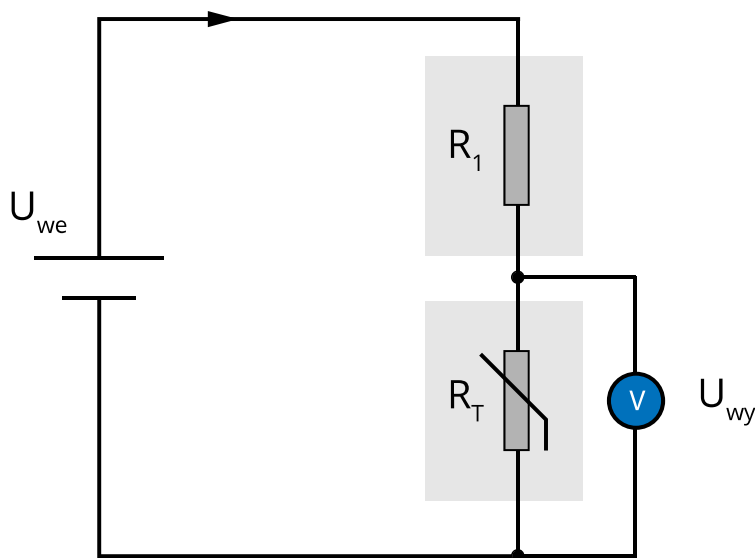
$$U_{wy} = IR_2$$

Łącząc te dwa wzory otrzymujemy:

$$U_{wy} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_{we}$$

Zatem napięcie na wyjściu jest takim ułamkiem napięcia na wejściu, jaką część wartości $R_1 + R_2$ stanowi wartość R_2 . Przykładowo możemy mieć $U_{wy} = 10$ V, a $R_1 = 100 \Omega$ i $R_2 = 900 \Omega$. W tej sytuacji R_2 stanowić będzie 90% oporu wypadkowego. Stąd napięcie na wyjściu będzie stanowić 90% napięcia na wejściu, czyli otrzymamy tam 9 V. Napięcie wejściowe dzieli się na oba oporniki i odkłada proporcjonalnie do ich oporów.

Dzielnik napięcia stosuje się np. w układzie do pomiaru temperatury. Jako czujnik temperatury zastosujemy [termistor](#). Jest to opornik, którego opór silnie zależy od temperatury. Jeśli będziemy w stanie zmierzyć opór [termistora](#), będziemy mogli stwierdzić, w jakiej znajduje się on temperaturze, korzystając z odpowiedniego wykresu lub tabeli dostępnej w dokumentacji technicznej tego [termistora](#). Tylko jak zmierzyć opór? Użycie [omomierza](#) nie jest takie proste. Zamiast tego zastosujemy obwód, którego schemat znajduje się na Rys. 2.



Rys. 2. Dzielnik napięcia stosuje się w układzie do pomiaru temperatury. Zmiany temperatury wpływają na zmiany oporu R_T termistora, a więc i napięcie U_{wy} mierzone przez woltomierz

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Opornik z „poprzeczką”, oznaczony R_T to właśnie [termistor](#). Wraz z drugim opornikiem o znanym oporze R_1 , wchodzi on w skład dzielnika napięcia. Układ zasilany jest znanym napięciem U_{we} . Napięcie wyjściowe U_{wy} mierzy zaś woltomierz. Jeśli pod wpływem zmiany temperatury opór [termistora](#) spadnie, zmniejszy się też napięcie mierzone przez woltomierz. Podobnie, jeśli opór [termistora](#) wzrośnie, napięcie na wyjściu wzrośnie.

Korzystając ze wskazania woltomierza, można obliczyć opór **termistora**. Zastosujmy wzór dzielnika napięcia do naszego obwodu:

$$U_{wy} = \frac{R_T}{R_1 + R_T} U_{we}$$

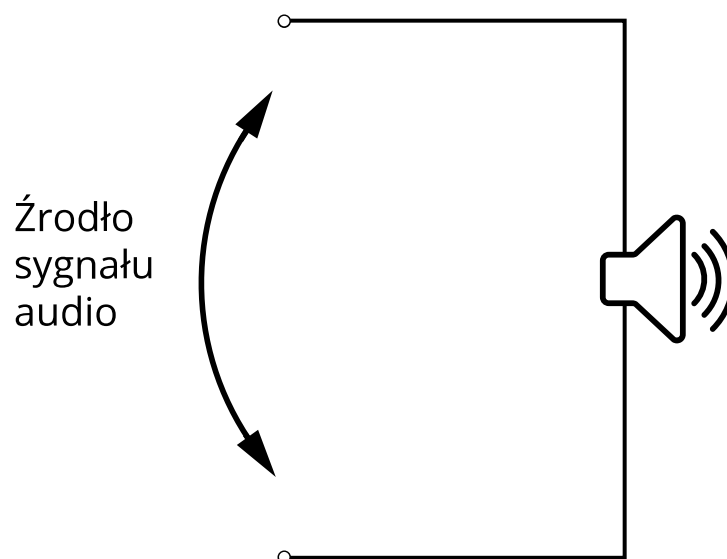
Możesz teraz wnieść sprzeciw, ponieważ powyższy wzór ma zastosowanie, gdy nic nie jest podłączone do wyjścia. Jednak teraz jest tam woltomierz. Wzór można jednak bezpiecznie zastosować, ponieważ woltomierz ma o wiele większy opór niż oporniki dzielnika. W związku z tym, opór **termistora** z równolegle dołączonym woltomierzem będzie w przybliżeniu równy oporowi samego **termistora**.

Jako ćwiczenie, możesz sprawdzić, że po przekształceniu otrzymamy następujący wzór na R_T :

$$R_T = \frac{U_{wy}}{U_{we} - U_{wy}} R_1$$

Posiadamy wszystkie dane po prawej stronie, więc możemy obliczyć opór **termistora** i odczytać odpowiadającą mu temperaturę. Możemy też zbudować specjalny układ z mikroprocesorem, który będzie mierzył napięcie, automatycznie konwertował je na temperaturę i wyświetlał wynik na wyświetlaczu. Fantastycznie!

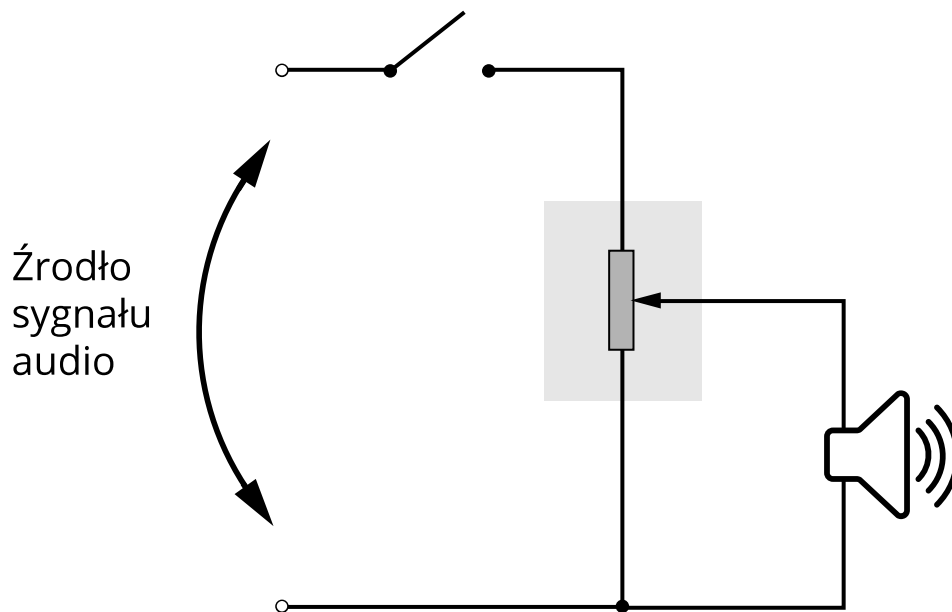
Spójrzmy teraz na inny obwód. Jeśli podłączymy głośnik do źródła sygnału audio, ten zacznie grać. Taki obwód jest przedstawiony na Rys. 3.



Rys. 3. Głośnik podłączony do źródła sygnału audio

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Wygodnie byłoby mieć jednak pod ręką pokrętło głośności, a także wyłącznik. Spójrzmy zatem na układ na Rys. 4.

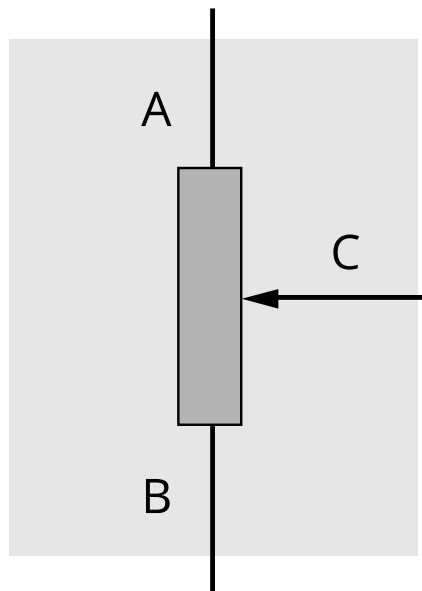


Rys. 4. Głośnik podłączony do źródła sygnału audio przez potencjometr

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Po lewej stronie znajduje się wyłącznik. Jest to zamknięty w obudowie, zwyczajny fragment przewodnika, który jest rozłączany lub złączany, gdy użytkownik naciska przycisk. Jeśli więc wciśniemy nasz wyłącznik, obwód zostanie przerwany, a napięcie na głośniku spadnie do zera i przestanie on grać.

Głośnik jest podłączony do źródła przez **potencjometr**. **Potencjometr** to opornik o regulowanym oporze. Posiada on trzy wyprowadzenia (Rys. 5.), które oznaczono jako A, B i C. Wewnątrz **potencjometru** wyprowadzenia A i B podłączone są do końców przewodnika o znanym, stałym oporze, np. $100\ \Omega$. Wyprowadzenie C połączone jest ze ślizgaczem, który może przesuwać się wzdłuż tego przewodnika, gdy np. poruszamy pokrętkiem. Jeśli ustawimy ślizgacz na jednym końcu przewodnika, będzie on bezpośrednio w kontakcie z wyprowadzeniem A, zatem opór między A i C będzie wynosić zero, a między B i C – $100\ \Omega$. Gdy ustawimy ślizgacz na drugim końcu przewodnika, będzie on bezpośrednio w kontakcie z wyprowadzeniem B, zatem opór między A i C będzie wynosić $100\ \Omega$, a między B i C – zero. Gdy z kolei ustawimy ślizgacz w połowie przewodnika, opór między A i C oraz opór między B i C będą wynosić po $50\ \Omega$.



Rys. 5. Potencjometr

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Można spojrzeć na to więc w ten sposób, że nasz głośnik jest podłączony do wyjścia dzielnika napięcia. W tym dzielniku opornikami są części przewodnika **potencjometru** między wyprowadzeniami A i C oraz B i C. Poruszając pokrętkę, regulujemy stosunek oporu między B i C do całkowitego oporu **potencjometru**. To powoduje, że zwiększamy lub zmniejszamy napięcie na wyjściu i stąd zwiększa się lub zmniejsza głośność dźwięku. Układ więc działa i teraz mamy już wszystko pod ręką!

Słowniczek

termistor

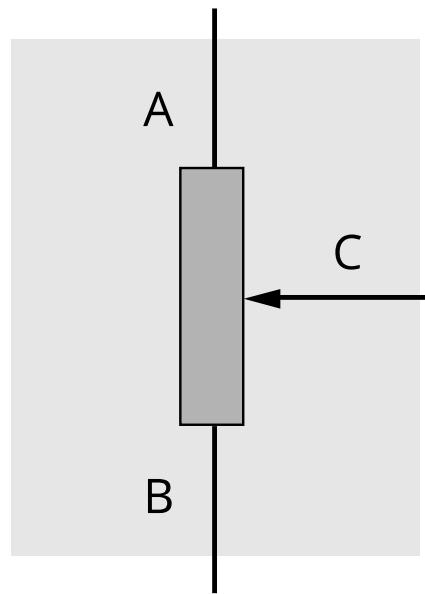
(*ang.: thermistor*) opornik, którego opór silnie zależy od temperatury.

omomierz

(*ang.: ohmmeter*) urządzenie służące do pomiaru oporu elektrycznego.

potencjometr

(*ang.: potentiometer*) opornik posiadający trzy wyprowadzenia oznaczone na poniższym rysunku literami A, B i C. Wyprowadzenia A i B wewnątrz potencjometru są połączone z przeciwległymi końcami przewodnika o stałym oporze, zatem opór między A i B jest stały. Wyprowadzenie C jest połączone ze ślizgaczem mogącym poruszać się po tym przewodniku. Położenie ślizgacza regulowane jest mechanicznie pokrętkę lub suwakiem. Stąd opór między A i C oraz B i C może być regulowany.



Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Film samouczek + film (standardowy)

Konstruowanie obwodów elektrycznych

Część I.

Na filmie pokazano przykłady różnych obwodów elektrycznych. Trzy z nich pokazują, jak zmienia się natężenie prądu płynącego w obwodzie przy różnym połączeniu oporników, zaś dwa pozostałe ilustrują własności diody.

Obejrzyj film, zanotuj wskazania mierników, a następnie wykonaj polecenie.

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D1Eh95Qp9>

Polecenie 1

Uzupełnij tekst wstawiając odpowiednie elementy.

Dołączenie drugiego jednakowego opornika powoduje dwukrotny natężenia prądu płynącego w obwodzie. Jeśli ten opornik dołączymy równolegle, to natężenie prądu dwukrotnie .

Część II.

Obejrzyj samouczek, w którym omówiono przykładowy problem dotyczący projektowania obwodów elektrycznych, a następnie wykonaj polecenia.

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D1Eh95Qp9>

Polecenie 2

Jak można - bez analizy równań opisujących oba obwody - rozstrzygnąć, z którym mamy do czynienia?

Polecenie 3

Czy wyczerpaliśmy wszystkie możliwości połączenia tych elementów w obwód o zadanych własnościach?

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Podaj nazwy elementów obwodu elektrycznego, o których jest mowa.

a) Jego przykładem może być akumulator.

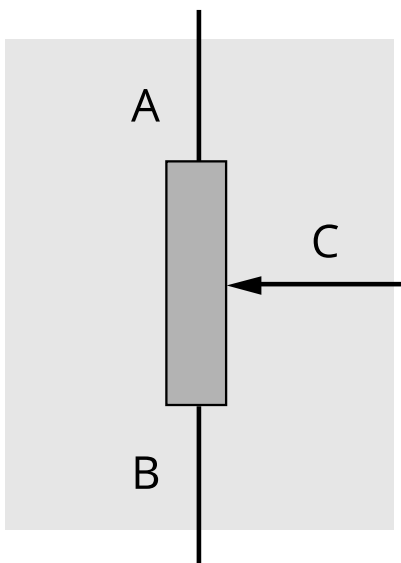
b) Opornik, którego opór silnie zmienia się wraz ze zmianami temperatury.

c) Opór między jego dwoma wyprowadzeniami jest stały, ale opór między którymś z nich a trzecim wyprowadzeniem można regulować np. pokrętelem.

Ćwiczenie 2



Prawda czy fałsz?



Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

W potencjometrze z rysunku powyżej, jeśli przy pomocy pokrętła zmniejszymy opór między wyprowadzeniami A i C, wówczas opór między wyprowadzeniami B i C również spadnie.

Prawda ☐

/ Fałsz ☐

Ćwiczenie 3



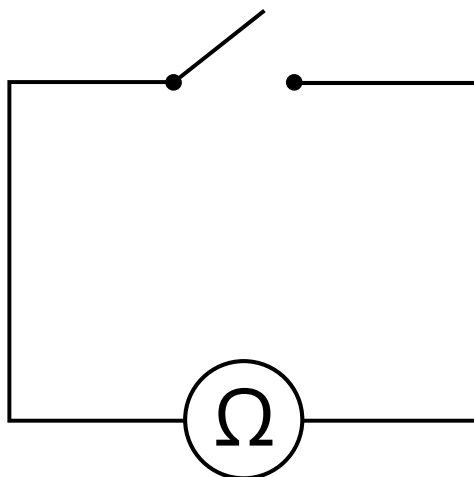
Prawda czy fałsz? Napięcie na wyjściu dzielnika napięcia jest zawsze mniejsze lub równe napięciu na wejściu.

Prawda ☐

/ Fałsz ☐

Ćwiczenie 4

Prawda czy fałsz?



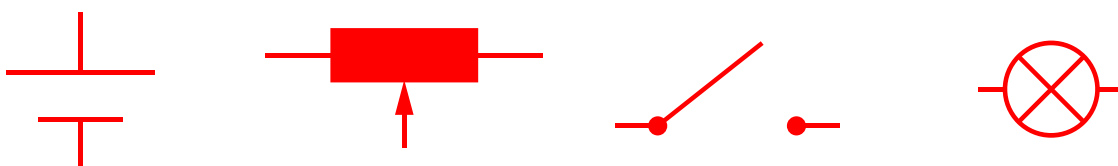
Podłączamy włącznik do omomierza w sposób pokazany na rysunku poniżej. Wskazanie omomierza powinno wynosić zero lub wyjść poza skalę, w zależności od pozycji włącznika. (Opór przewodów omomierza pomijamy).

Prawda ☐

/ Fałsz ☐

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

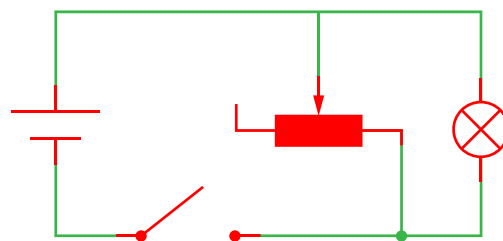
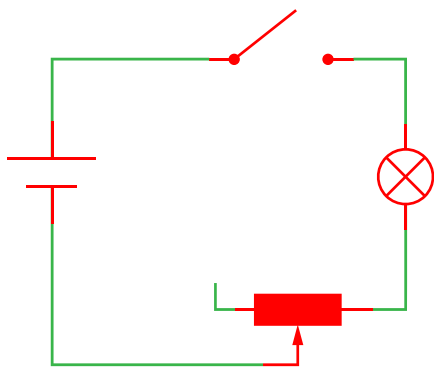
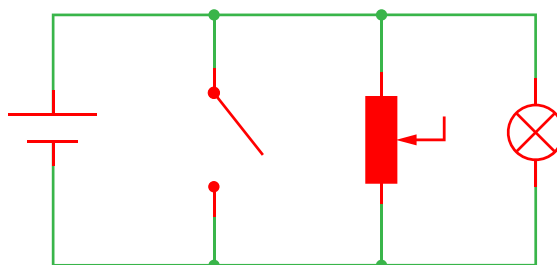
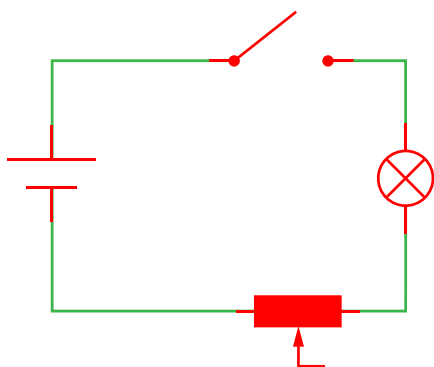
Ćwiczenie 5



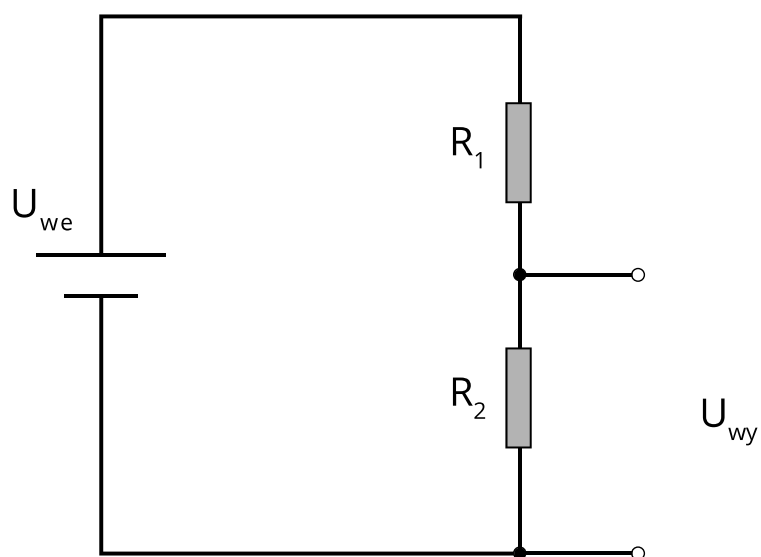
Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Z idealnego źródła napięcia, włącznika, potencjometru i żarówki, narysowanych schematycznie na czerwono powyżej, zestawiono obwód. Działa on tak, że włącznik ma za zadanie włączać lub wyłączać żarówkę, zaś potencjometr ma regulować jej jasność. Wskaż, który z poniższych schematów przedstawia układ spełniający te warunki. Na schematach elementy zaznaczono na czerwono, zaś przewody na zielono.

Uwaga: na każdym z rysunków jedno z wyjść potencjometru jest zakończone krótkim, odgiętym, niepodłączonym nigdzie przewodem. Oznacza to, że dane wyprowadzenie potencjometru nie jest nigdzie podłączone.



Ćwiczenie 6



Dzielnik napięcia z rysunku powyżej, zasilamy akumulatorem o napięciu 12 V . W jakim stosunku muszą być wartości oporników R_2 i R_1 , żeby napięcie wyjściowe wyniosło 5 V .

$R_2 : R_1$ musi być w stosunku .

Ćwiczenie 7



Gdy podłączamy urządzenie o pewnym oporze (mówi się na nie "obciążenie") do wyjścia dzielnika napięcia (poprzednie ćwiczenie), napięcie wyjściowe trochę spada. Dzieje się tak, ponieważ teraz zamiast opornika R_2 mamy R_2 połączony z obciążeniem równolegle. Opór takiego połączenia jest zawsze mniejszy niż wartość R_2 , a zatem napięcie wyjściowe musi się zmniejszyć. Zbudowaliśmy dzielnik napięcia z opornikami o wartościach $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ i $R_2 = 2,2 \text{ k}\Omega$, zasilany 12 - woltowym zasilaczem. Oblicz:

a) Napięcie na wyjściu, gdy nie ma obciążenia.

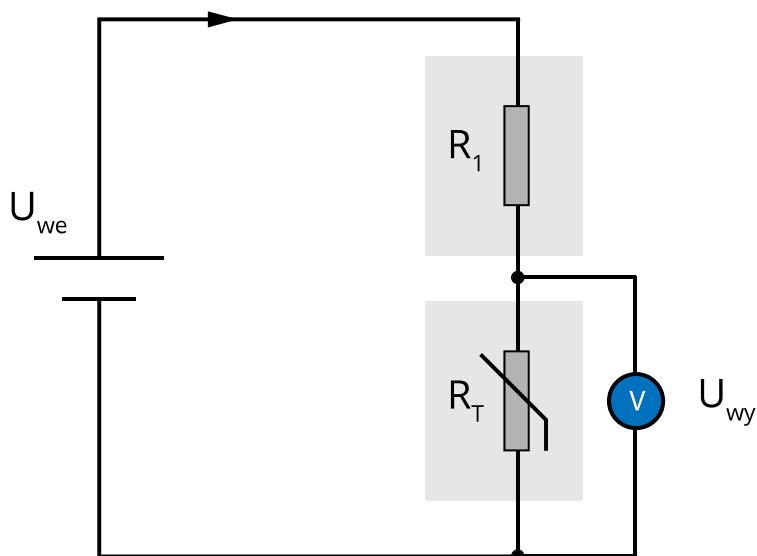
$$U_{wy} = \text{[input box]} \text{ V}$$

b) Jaki warunek powinien spełniać opór obciążenia R_3 , żeby napięcie na wyjściu nie spadło o więcej niż 5%. Podaj wynik w kiloomach z dokładnością do trzech cyfr znaczących.

$$R_3 \geq \text{[input box]} \text{ k}\Omega$$

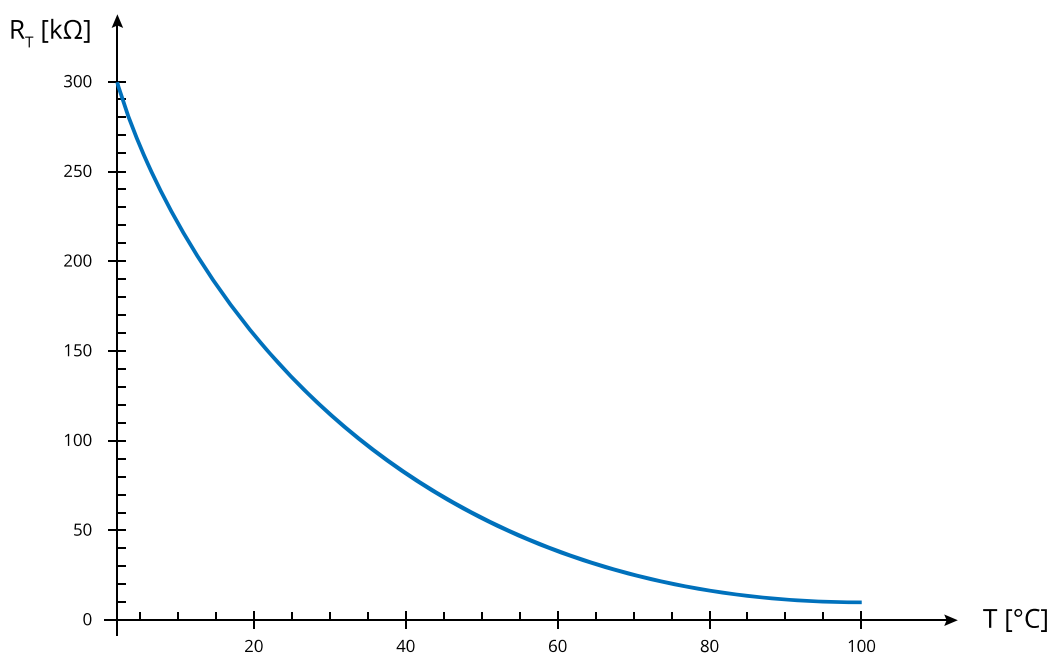
c) Jakie jest maksymalne natężenie prądu, które może pobierać obciążenie, jeśli chcemy, żeby napięcie na wyjściu nie spadło o więcej niż 5%. Podaj wynik w miliamperach z dokładnością do jednej cyfry znaczącej.

$$I \approx \text{[input box]} \text{ mA}$$

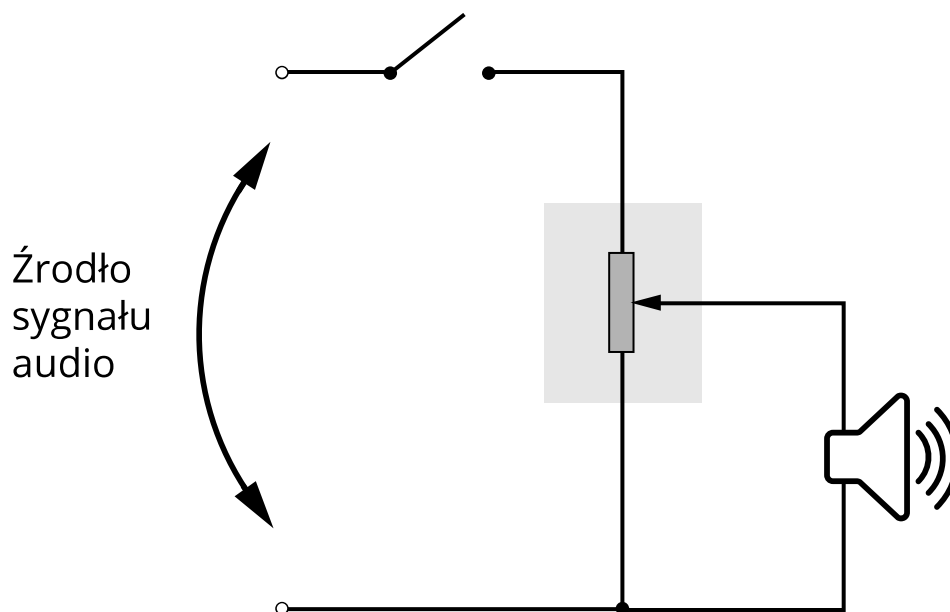


Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Skonstruowaliśmy układ do pomiaru temperatury, przedstawiony na rysunku powyżej. Zasilamy go baterią o napięciu 1,5 V, a opornik R_1 ma opór 47 k Ω . Woltomierz pokazuje napięcie 1,08 V. Poniżej znajduje się wykres oporu termistora od temperatury $R_T(T)$, pochodzący z dokumentacji technicznej tego termistora. Wykonaj niezbędne obliczenia i korzystając z wykresu podaj, w jakiej temperaturze znajduje się termistor.



Ćwiczenie 9



Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

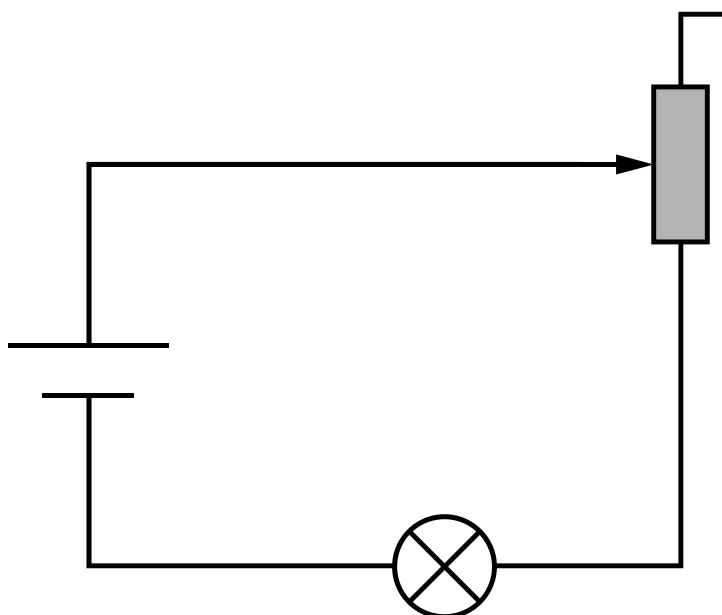
Zbudowaliśmy układ do regulacji głośności głośnika, przedstawiony na rysunku powyżej. Udowodnij, że maksymalna średnia moc wydzielana na głośniku jest 4 razy większa niż średnia moc wydzielana na głośniku w sytuacji, gdy pokrętko potencjometru znajduje się w połowie swojego zakresu. Głośnik możesz potraktować jako opornik i przyjąć, że jego opór jest o wiele większy niż opór całkowity potencjometru.

Ćwiczenie 10



Zbudowaliśmy układ do regulacji jasności świecenia małej żarówki, pokazany na schemacie poniżej. Źródłem napięcia jest 12-woltowy zasilacz, zaś całkowity opór potencjometru to $47\ \Omega$. Na naszej żarówce widnieje napis „12V/2,4W”. Oblicz wydzielone na żarówce moce: maksymalną i minimalną, które możemy otrzymać obracając pokrętkę potencjometru. Załóż, że żarówka spełnia prawo Ohma. Podaj wyniki z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.

Uwaga: górne wyprowadzenie potencjometru na poniższym schemacie jest zakończone krótkim, odgiętym, nigdzie niepodłączonym przewodem. Oznacza to, że wyprowadzenie nie jest nigdzie podłączone.



Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

$P_{\max} =$ W

$P_{\min} \approx$ W

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Krzysztof Lorek
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Konstruowanie obwodów elektrycznych
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony
Podstawa programowa	Cele kształcenia – wymagania ogólne III. Planowanie i przeprowadzanie obserwacji lub doświadczeń oraz wnioskowanie na podstawie ich wyników. Zakres rozszerzony Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 10) przeprowadza wybrane obserwacje, pomiary i doświadczenia korzystając z ich opisów; planuje i modyfikuje ich przebieg; formułuje hipotezę i prezentuje kroki niezbędne do jej weryfikacji. VIII. Prąd elektryczny. Uczeń: 11) opisuje sieć domową jako przykład obwodu rozgałęzionego; wyjaśnia funkcję bezpieczników różnicowych i przewodu uziemiającego.
Kształtowane kompetencje kluczowe:	Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.: • kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, • kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii, • kompetencje cyfrowe, • kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.
Cele operacyjne:	Uczeń: 1. wyjaśni konstrukcję kilku podstawowych obwodów elektrycznych; 2. przeanalizuje przykładowy problem, dotyczący projektowania obwodów elektrycznych; 3. rozwiąże zadania związane z projektowaniem obwodów elektrycznych.

Strategie i metody nauczania:	strategia eksperymentalno-obszewacyjna
Formy zajęć:	wykład, pogadanka, doświadczenie
Środki dydaktyczne:	• źródło napięcia (dowolna bateria lub zasilacz laboratoryjny) • źródło fali sinusoidalnej • termistor (np. 10 kΩ, 0,5 W) • opornik do dzielnika z termistorem (np. 1 kΩ) • źródło ciepła, np. wrzątek • potencjometr (np. 1 kΩ, np. obrotowy, nie montażowy) • głośnik bez obudowy (np. 4 Ω , 12 W, „głośnik montażowy”) • kable, „krokodylki” • miernik uniwersalny <i>Uwaga: elementy obwodu elektrycznego (za wyjątkiem głośnika) można kupić w sklepie elektronicznym za kilka złotych. Podane wartości są przykładowe. O takie można poprosić ekspedienta. Można również zastosować inne.</i>
Materiały pomocnicze:	„Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki” T.Dryński
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
Przed lekcją należy zmontować dwa układy przedstawione w części „Warto przeczytać” tego e-materiału: układ z termistorem oraz z głośnikiem z regulacją głośności (bez włącznika). Do układu z termistorem wystarczy niskie napięcie z zasilacza laboratoryjnego, np. 2 V, lub dowolna bateria. Jako woltomierz posłuży miernik uniwersalny. W układzie z głośnikiem najprościej jako źródło wykorzystać źródło fali sinusoidalnej (lub innej). Niestety, ten sposób regulacji głośności nie jest optymalny i najprawdopodobniej minimalny ruch potencjometrem całkowicie ściszy głośnik. Nauczyciel poprzez pogadankę dokonuje wprowadzenia do lekcji podobnego do części „Czy to nie ciekawe?” tego e-materiału.	
Faza realizacyjna:	

Podążając za częścią „Warto przeczytać” tego e-materiału, nauczyciel w formie wykładu opowiada o dzielniku napięcia i jego zastosowaniu do pomiaru temperatury.

W zależności od liczebności klasy, nauczyciel zaprasza uczniów, żeby stanęli wokół biurka, lub używając kamery i rzutnika pokazuje uczniom układ z termistorem.

Woltomierz można podłączyć do termistora na stałe. Początkowo termistor znajduje się w temperaturze pokojowej. Nauczyciel przygotowuje kubek wrzątku i wkłada do niego termistor (tylko w wodzie nie powinna znaleźć się izolacja krokodylków, bo może się stopić). Uczniowie obserwują zmianę wskazania woltomierza.

Zanim uczniowie wrócą na miejsca, lub w dalszym ciągu na rzutniku nauczyciel pokazuje uczniom działanie potencjometru. Pozwala ochotnikowi zmierzyć miernikiem uniwersalnym opory między parami wyprowadzeń potencjometru przy różnych ustawieniach pokrętki (potencjometr musi być odłączony od reszty obwodu). Pozwala klasie wywnioskować, jak działa potencjometr.

Uczniowie wracają na miejsca i nauczyciel ostatecznie podaje zasadę działania potencjometru na tablicy. Później w formie wykładu nauczyciel tłumaczy działanie układu do regulacji głośności głośnika.

W zależności od liczebności klasy nauczyciel znów zaprasza uczniów, żeby stanęli wokół biurka, lub używając kamery i rzutnika pokazuje uczniom układ z głośnikiem.

Uczniowie mogą obracać pokrętkiem i obserwować zmianę głośności.

Faza podsumowująca:

Nauczyciel przypomina najważniejsze wiadomości: zasadę działania termistora, dzielnika napięcia oraz potencjometru.

Uczniowie rozwiązują zadanie 7 z zestawu ćwiczeń. Nauczyciel pełni rolę doradcy, wspiera uczniów w realizacji zadania.

Praca domowa:

Uczniowie mają za zadanie obejrzeć film samouczek z tego e-materiału oraz wykonać powiązane z nim polecenia.

**Wskazówki
metodyczne
opisujące różne
zastosowania
danego
multimedium**

Film samouczek może zostać zadany zarówno jako praca domowa przed lekcją lub praca samodzielna na lekcji.