



Jaką rolę pełnią trzy elektrody w tranzystorze?

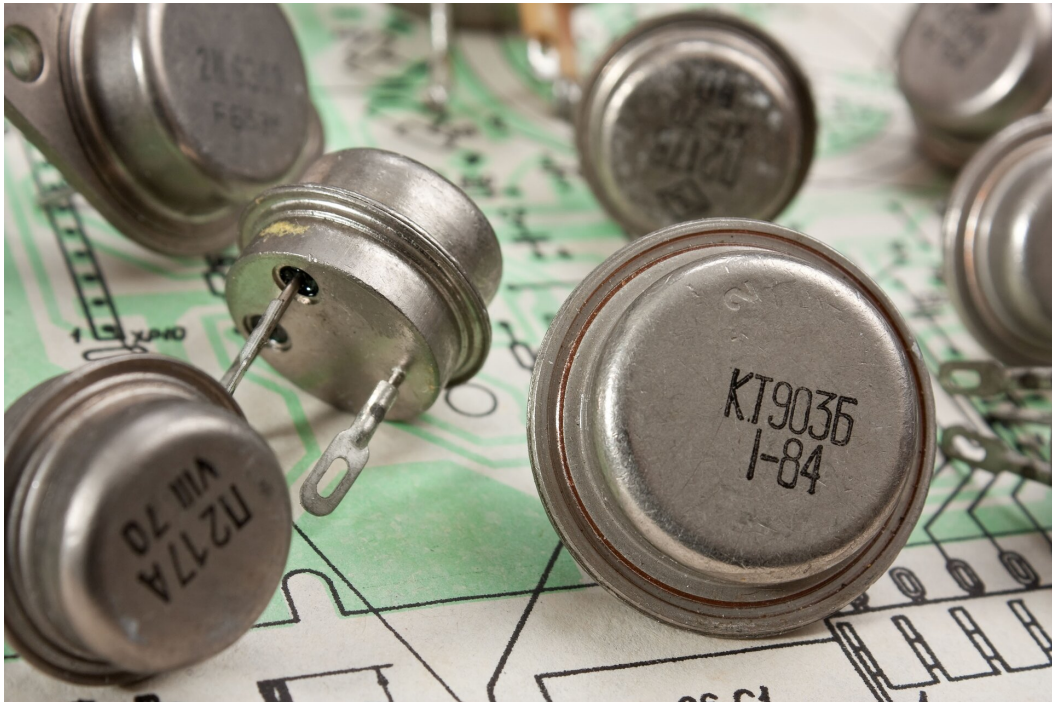
- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film samouczek](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)

An abstract graphic with a dark blue background. It features a complex network of glowing blue and white lines that resemble circuit traces or data paths. Some lines are straight, while others are jagged or curved. There are also small white dots and circles scattered throughout, some of which are arranged in a grid-like pattern on the left side. A semi-transparent black rectangular box is positioned in the center, containing white text.

Jaką rolę pełnią trzy elektrody w tranzystorze?

Czy to nie ciekawe?

Elektrody są elementami układów lub urządzeń elektrycznych, których zadaniem jest wysyłanie lub przyjmowanie ładunków elektrycznych, lub kształtowanie pola elektrostatycznego w swoim otoczeniu. W większości urządzeń występują dwie elektrody, nazywane zazwyczaj katodą i anodą. Do właściwej pracy tranzystora potrzebna jest także trzecia elektroda. Nazwy elektrod w tranzystorze zależą od ich przeznaczenia i typu tranzystora.



Rys. a. Tranzystory w takich obudowach możesz jeszcze znaleźć w pracowni fizycznej.

Twoje cele

- poznasz przeznaczenie elektrod w tranzystorze,
- dowiesz się, jakie są rodzaje elektrod w tranzystorze,
- zrozumiesz, dlaczego w tranzystorach konieczne są trzy elektrody,
- przeanalizujesz i zinterpretujesz schematy obwodów, w których zastosowano tranzystory,
- zastosujesz zdobytą wiedzę do rozwiązywania zadań.

Przeczytaj

Warto przeczytać

W obwodach prądu stałego anoda to elektroda, która przyjmuje ładunek ujemny lub wysyła dodatni, zaś katoda to elektroda wysyłająca ładunek ujemny lub przyjmująca dodatni.

Trzecim rodzajem są elektrody oddziałujące przede wszystkim z wytwarzanym przez siebie polem elektrycznym, niekiedy także przyjmujące i emitujące ładunki elektryczne. Tego typu elektrody występują w tranzystorach i lampach elektronowych, gdzie odpowiadają za sterowanie przepływem prądu przez dany element.

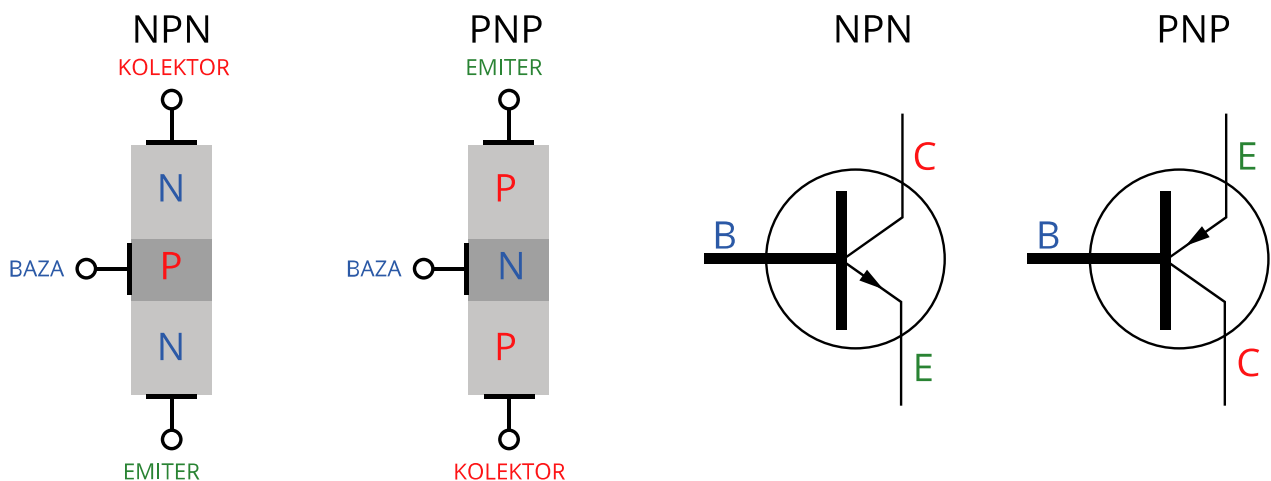
Tranzystory są elementami elektronicznymi, których podstawową właściwością jest możliwość sterownia prądem o dużym natężeniu, za pomocą prądu o małym natężeniu. Ta właściwość pozwala:

- wzmacniać amplitudę małego prądu - tranzystor działa jako wzmacniacz,
- włączać i wyłączać prąd o dużym natężeniu prądem o małym natężeniu - tranzystor działa jako klucz.

Działanie tranzystora zależy od napięć, jakie doprowadzają do niego elektrody. Więcej o działaniu tranzystorów przeczytasz w e- materiałach: „Czym jest tranzystor?”, „Zasada działania tranzystora npn” i „Zasada działania tranzystora pnp”.

Stosowane są dwa typy tranzystorów: bipolarne i unipolarne.

Tranzystor bipolarny to tranzystor, w którym istotny udział w przewodzeniu prądu mają dwa typy nośników prądu występujące w półprzewodnikach: elektrony i dziury. Powstaje z połączenia trzech warstw półprzewodników *p* i *n* ułożonych w kolejności *p-n-p* lub *n-p-n* (Rys. 1.).



Rys. 1. Schemat układu warstw półprzewodnikowych w tranzystorach npn i pnp oraz symbole graficzne tych tranzystorów (strzałka na symbolu pokazuje kierunek dobrego przewodzenia prądu przez złącze emiter baza).

Poszczególne warstwy tranzystora i doprowadzone do nich elektrody noszą nazwy odzwierciedlające ich rolę w działaniu tranzystora:

emiter (oznaczony oznaczany literą E) to warstwa silnie domieszkowana, stanowiąca źródło nośników prądu;

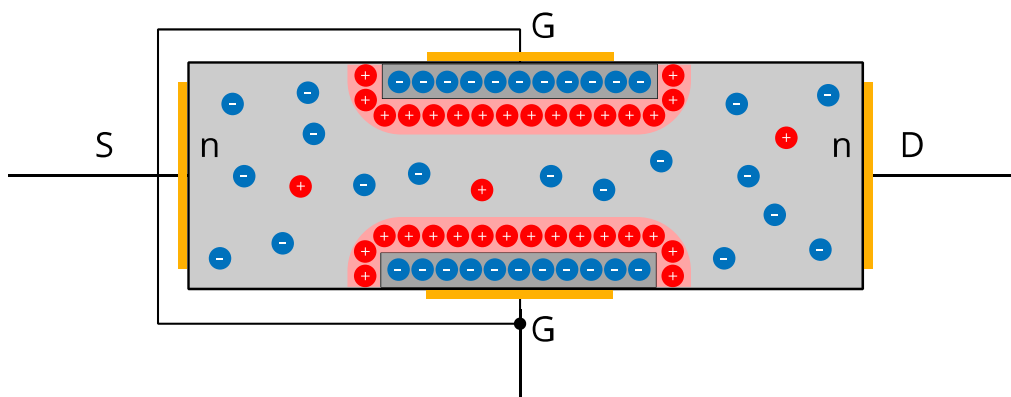
baza (oznaczona literą B) – warstwa cienka i słabo domieszkowana; jej zadaniem jest sterowanie prądem przepływającym przez tranzystor;

kolektor (oznaczony literą C) – „zbiera” ładunki przepływające przez tranzystor.

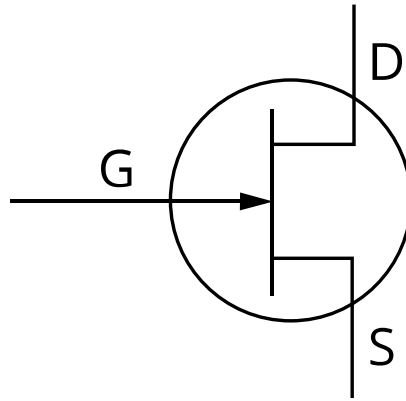
Działanie tranzystora bipolarnego polega na sterowaniu prądem w obwodzie kolektora I_C za pomocą prądu płynącego w obwodzie bazy I_B . Jest to możliwe dzięki temu, że obszar bazy jest bardzo cienki i nośniki przenoszące prąd w obwodzie emiter – baza bardzo łatwo przenikają do obszaru kolektora i silnie wpływają na natężenie prądu płynącego w obwodzie emiter – kolektor.

Tranzystory unipolarne (polowe) to tranzystory, w których sterowanie prądem odbywa się za pomocą pola elektrycznego, a przewodzenie prądu odbywa się dzięki jednemu rodzajowi nośników.

Jednym z typów tranzystorów polowych jest tranzystor JFET (ang. Junction Field Effect Transzystor). Schemat budowy tego tranzystora przedstawia Rys. 2.



Rys. 2a. Schemat budowy tranzystora unipolarnego JFET typu n. (Element odpowiedzialny za przewodzenie prądu wykonany jest z półprzewodnika typu n.)



Rys. 2b. Symbol tranzystora unipolarnego.

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Prąd przepływa między elektrodami S (źródło) i D (dren) po przyłożeniu między nimi napięcia. Wartość natężenia prądu jest sterowana napięciem przyłożonym między elektrodami S i G (bramka). Napięcie przyłożone do bramki zmienia opór elektryczny obszaru między źródłem i drenem.

Efekt działania obu rodzajów tranzystorów jest podobny: dwie elektrody doprowadzają napięcie do tranzystorów zachowując się podobnie jak katoda i anoda. Elektrodami tymi są emiter i kolektor w tranzystorze bipolarnym oraz źródło i dren w tranzystorach unipolarnych. Jedna z nich emituje nośniki prądu (emiter i źródło), zadaniem drugiej jest zbieranie ładunków przepływających przez tranzystor. Napięcie doprowadzane do trzeciej elektrody: bazy w tranzystorach bipolarnych i bramki w tranzystorach unipolarnych steruje natężeniem prądu przepływającego przez tranzystor.

W zależności od wielkości i kierunków napięć doprowadzonych do elektrod, tranzystor może znaleźć się w różnych stanach pracy. Dla tranzystora bipolarnego wyróżnia się następujące stany:

- Aktywny, w którym tranzystor pracuje jako wzmacniacz, a związek między natężeniami prądów kolektora i bazy opisuje wzór $I_C = \beta \cdot I_B$, gdzie β – współczynnik wzmocnienia tranzystora. Jego wartość wynosi zazwyczaj powyżej 100.
- Nasycenia, gdy duży prąd bazy dostarcza na tyle dużo nośników prądu w obszar bazy, że **opór elektryczny** obwodu kolektor – emiter staje się bardzo mały, napięcie między kolektorem i emitrem spada do wartości bliskiej zero i natężenie prądu kolektora praktycznie nie zależy od napięcia zasilania obwodu emiter – kolektor.
- Zatkania, w którym napięcie U_{EB} jest równe 0 lub jest w stanie zaporowym, wówczas z powodu braku nośników prądu w obszarze bazy, natężenie prądu kolektora I_C jest

praktycznie równe 0.

– Inwersyjnym, gdzie emiter jest spolaryzowany zaporowo, a kolektor w stanie przewodzenia. Stan ten charakteryzuje niewielkie wzmocnienie prądowe tranzystora.

Analogiczne, ale inaczej nazywane, stany pracy mają tranzystory unipolarne.

Zastosowania tranzystora związane są z jego możliwymi stanami pracy:

- W stanie aktywnym tranzystor może pracować jako wzmacniacz.
- Przejście tranzystora między stanem nasycenia a zatkania wykorzystywane jest jako szybki system przełączający (tzw. klucz tranzystorowy) w logicznych obwodach cyfrowych oraz układach impulsowych.

Słowniczek

opór elektryczny (czynny)

(ang.: *electric resistance (active)*) wielkość charakteryzująca relację między napięciem a natężeniem prądu elektrycznego w obwodach prądu stałego. Zazwyczaj opór elektryczny oznacza się literą R i definiuje się wzorem $R = \frac{U}{I}$, gdzie: R – opór przewodnika elektrycznego, U – napięcie między końcami przewodnika, I – natężenie prądu elektrycznego.

koncentracja nośników prądu

(ang.: *concentration of current carriers*) ilość nośników prądu w jednostce objętości.

nośniki większościowe

(ang.: *majority carriers*) nośniki ładunku elektrycznego w półprzewodnikach występujące w większości. Ich źródłem są atomy domieszek. W półprzewodnikach typu n nośnikami większościowymi są elektrony, w półprzewodnikach typu p – dziury. Koncentracja nośników większościowych jest w typowych półprzewodnikach około 10 miliardów razy większa niż nośników mniejszościowych, których źródłem są atomy samoistne półprzewodnika.

kierunek (stan) zaporowy złącza p - n

(ang.: *the blocking direction (state) of the p - n connector*) stan, w którym do złącza p - n przyłożone jest napięcie powodujące wzrost bariery ładunku i napięcia na złączu i złącze praktycznie nie przewodzi prądu. Płyne jedynie prąd o bardzo małym natężeniu – około $1\mu A$, przenoszony przez nośniki mniejszościowe, których źródłem nie są domieszki, tylko atomy macierzyste półprzewodnika. W stanie zaporowym minus napięcia jest przyłożony do części p złącza, a plus do części n .

kierunek (stan) przewodzenia złącza p - n

(ang.: *conduction direction (state) of the p-n connector*) stan, w którym do złącza *p-n* przyłożone jest napięcie powodujące zmniejszenie bariery ładunku i napięcia na złączu i złącze dobrze przewodzi prąd. W stanie przewodzenia minus napięcia jest przyłożony do części *n* złącza, a plus do części *p*.

sygnał elektryczny

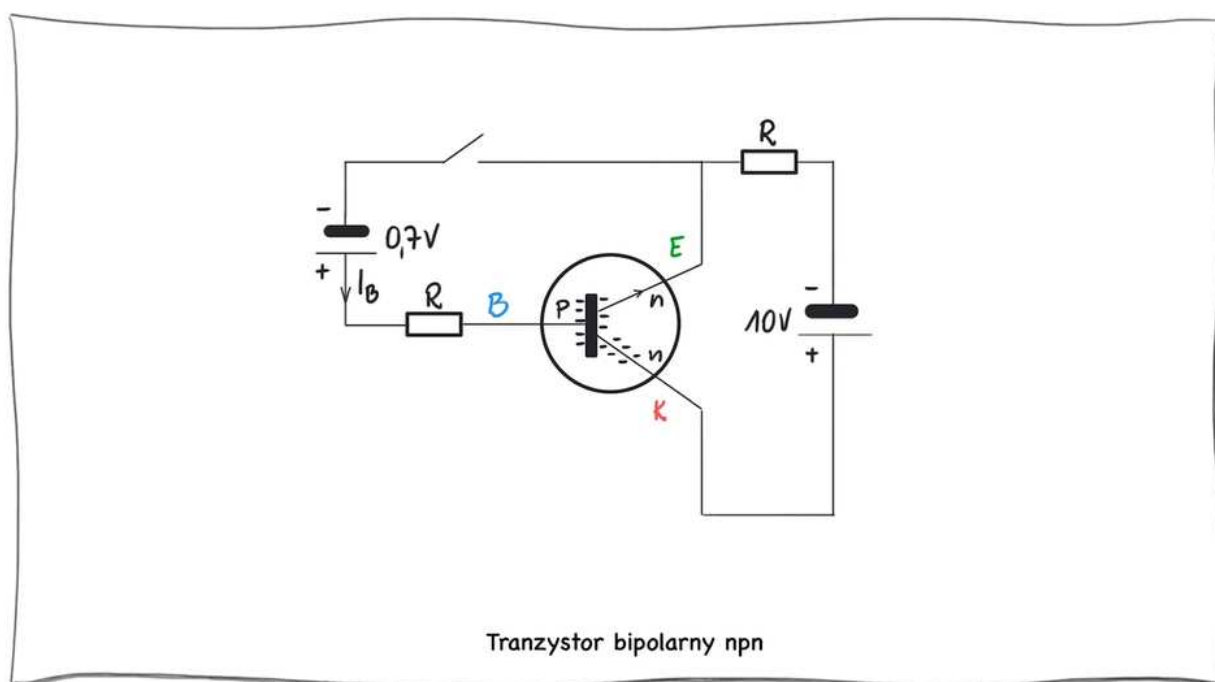
(ang.: *electric signal*) to zazwyczaj zmienny w czasie przebieg prądu elektrycznego, przenoszący informację. Sygnały mogą być opisane przebiegiem zależności napięcia elektrycznego lub natężenia prądu od czasu.

Film samouczek

Jaką rolę pełnią trzy elektrody w tranzystorze?

Polecenie 1

Obejrzyj samouczek, w którym przedstawiono zasadę działania tranzystora na przykładzie tranzystora bipolarnego npn. Zwróć uwagę na wpływ prądu bazy na natężenie prądu w obwodzie emiter - kolektor.



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1aMAxzUs2Wx3>

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

Zapoznaj się z audiodeskrypcją samouczka.

Polecenie 2

Zastanów się, czy kształt wzmacnianego sygnału będzie zachowany?

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Oceń prawdziwość zdań.

Elektrody są elementami elektrycznymi występującymi tylko w tranzystorach.

PRAWDA ☐

\ FAŁSZ ☐

Elektrody są elementami elektrycznymi występującymi w większości obwodów elektrycznych.

PRAWDA ☐

\ FAŁSZ ☐

Ćwiczenie 2



Tranzystor ma zazwyczaj:

☐ dwie elektrody

☐ nie ma elektrod

☐ jedną elektrodę

☐ trzy elektrody

Ćwiczenie 3



Przyporządkuj nazwy elektrod do odpowiednich tranzystorów.

Tranzystor bipolarny

źródło

dren

emiter

baza

kolektor

bramka

Tranzystor unipolarny

Ćwiczenie 4



Rolę analogiczną do bazy w tranzystorze bipolarnym, w tranzystorze unipolarnym pełni elektroda:

☐ drenu

☐ kolektora

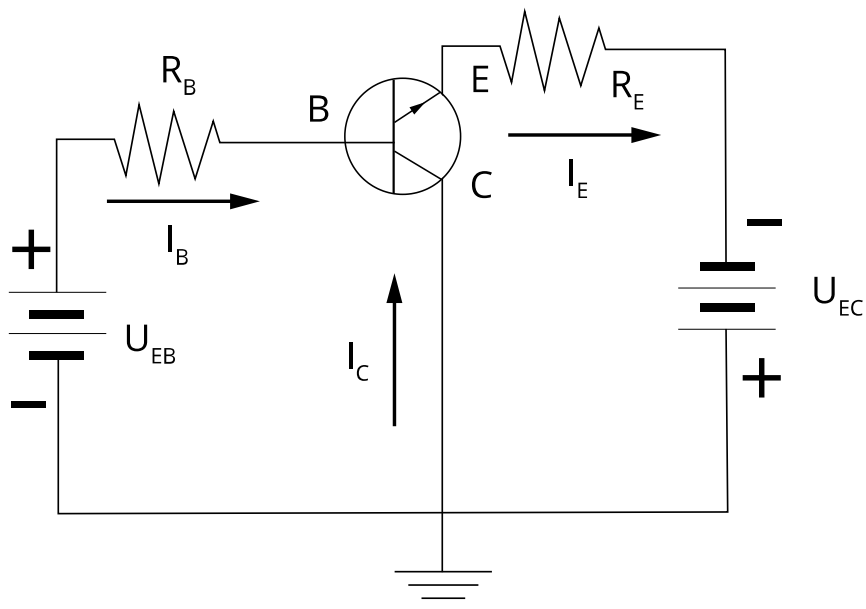
☐ bramki

☐ źródła

Ćwiczenie 5



Dany jest obwód elektryczny z tranzystorem. Jeżeli napięcie zasilające obwód emiter-baza U_{EB} zostanie wyłączone, to natężenie prądu kolektora I_C :



☐ nie zmieni się

☐ minimalne spadnie

☐ spadnie praktycznie do zera

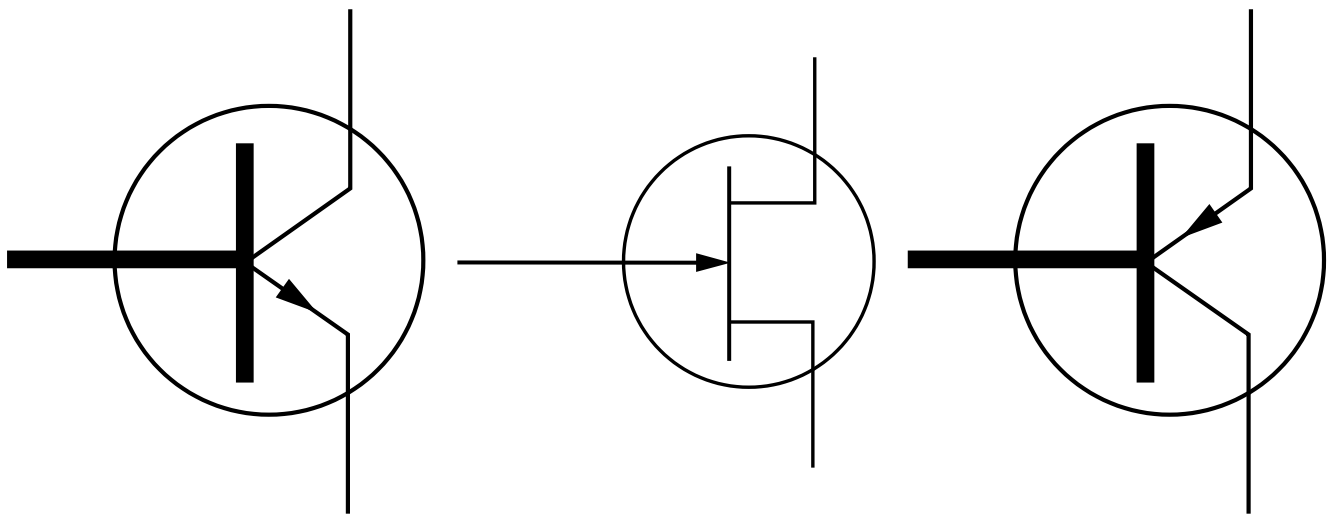
☐ zwiększy się

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Ćwiczenie 6



Dobierz odpowiednie nazwy tranzystorów spośród podanych.



Unipolarny typu n

Bipolarny typu pnp

Bipolarny typu npn

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Ćwiczenie 7



Jeżeli tranzystor npn pracuje jako wzmacniacz w układzie ze wspólnym kolektorem, to wzmacniany sygnał jest wprowadzany do obwodu przez prąd elektryczny:

☐ bramki

☐ kolektora

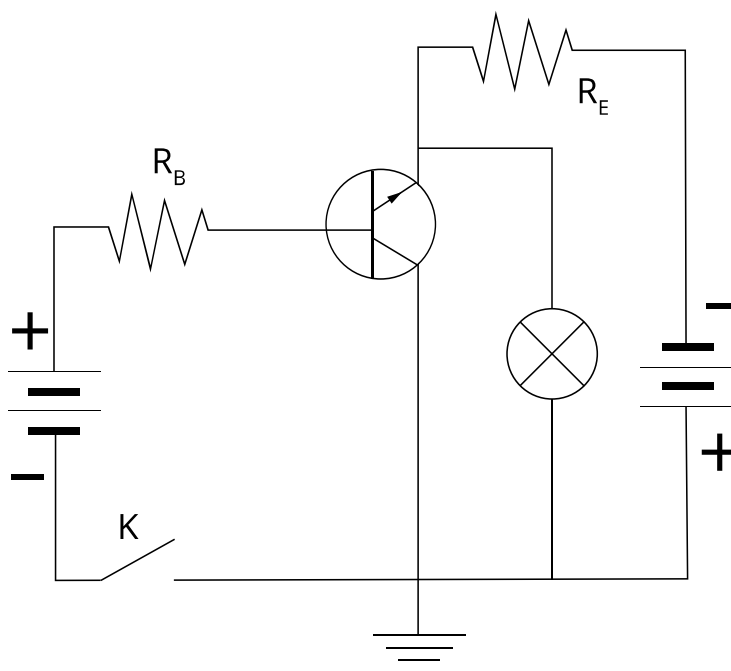
☐ emitery

☐ bazy

Ćwiczenie 8



Rysunek przedstawia schemat obwodu, w którym tranzystor działa jako przełącznik. Żarówka w obwodzie będzie świecić, jeżeli



☐ w tym obwodzie żarówka nigdy nie będzie świecić

☐ klucz K jest włączony

☐ niezależnie od pozycji klucza K

☐ klucz K jest wyłączony

Ćwiczenie 9



Uzupełnij tabelę wpisując nazwy elektrod pełniących funkcję podane w rubryce pierwszej.

Funkcja elektrody	Tranzystor bipolarny	Tranzystor unipolarny
Jest źródłem nośników prądu		
„Zbiera” nośniki przepływające przez tranzystor		
Steruje przepływem prądu przez tranzystor		

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Jarosław Krakowski
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Funkcje elektrod w tranzystorze
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony
Podstawa programowa:	Cele kształcenia – wymagania ogólne I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości. Zakres podstawowy Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach. VII. Prąd elektryczny. Uczeń: 9) opisuje tranzystor jako trójelektrodowy, półprzewodnikowy element wzmacniający sygnały elektryczne. Zakres rozszerzony Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach. VIII. Prąd elektryczny. Uczeń: 15) opisuje tranzystor jako trójelektrodowy, półprzewodnikowy element wzmacniający sygnały elektryczne.

Kształtowane kompetencje kluczowe:	Zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.: • kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, • kompetencje cyfrowe, • kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii, • kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.
Cele operacyjne:	Uczeń: 1. omówi przeznaczenie elektrod w tranzystorze; 2. wymieni rodzaje elektrod w tranzystorze; 3. wyjaśni, dlaczego w tranzystorach konieczne są trzy elektrody; 4. zastosuje zdobytą wiedzę do rozwiązywania zadań; 5. przeanalizuje i zinterpretuje schematy obwodów, w których zastosowano tranzystory.
Strategie nauczania:	IBSE (Inquiry-Based Science Education - nauczanie/uczenie się przedmiotów przyrodniczych przez odkrywanie/dociekanie naukowe)
Metody nauczania:	wykład problemowy, burza mózgów
Formy zajęć:	praca zespołowa, praca w parach przy rozwiązywaniu zadań
Środki dydaktyczne:	schematy tranzystorów i obwodów z tranzystorami, animacje pokazujące działanie tranzystorów, zestawy zadań
Materiały pomocnicze:	rzutnik multimedialny, ekran
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
Pytania nauczyciela: 1. Co to jest elektroda? - z pomocą nauczyciela uczniowie porządkują wiedzę na temat rodzajów i zastosowania elektrod w różnego typu elementach elektrycznych i elektronicznych 2. Jak są zbudowane tranzystory ? - z pomocą nauczyciela uczniowie przypominają budowę dwóch typów tranzystorów unipolarnych i bipolarnych	

Faza realizacyjna:	
Uczniowie analizują schemat budowy tranzystorów różnych typów, na podstawie schematów analizują przeznaczenie poszczególnych elektrod. Nauczyciel zapoznaje uczniów z możliwymi trybami pracy tranzystorów, zależnymi od napięcia doprowadzonego do elektrod. Uczniowie analizują schemat obwodu, w którym tranzystor jest stosowany jako wzmacniacz. Uczniowie analizują schemat obwodu, w którym tranzystor jest stosowany jako przełącznik.	
Faza podsumowująca:	
Uczniowie wykorzystując wiedzę i zdobyte umiejętności rozwiązując zadania 1, 2, 3, 4 z zestawu ćwiczeń. Nauczyciel pełni rolę doradcy, obserwuje i kontroluje pracę uczniów. Nauczyciel przeprowadza z uczniami rozmowę, podczas której omówione zostają rozwiązania zadań. Na tej podstawie nauczyciel określa, w jakim stopniu osiągnięte zostały wyznaczone cele.	
Praca domowa:	
W celu powtórzenia i utrwalenia wiadomości o roli elektrod w tranzystorze uczniowie rozwiązują zadania: 5, 6, 7, 8 z zestawu ćwiczeń.	
Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium	Film samouczek może być wykorzystany przy powtarzaniu wiadomości i na lekcjach, na których są omawiane zastosowania tranzystorów.