



Jak wzmacnić sygnał elektryczny?

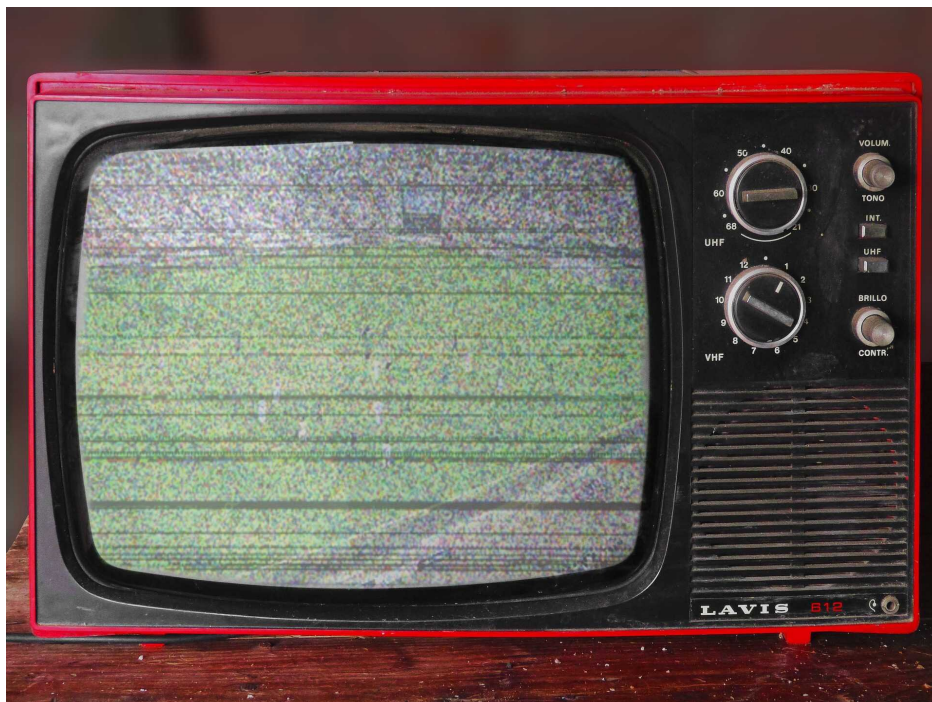
- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Film samouczek
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela

An abstract graphic with a dark blue background. It features a complex network of white and light blue lines that resemble circuit traces or data paths. Some lines are straight, while others are jagged or curved. There are also numerous small white dots scattered throughout, some of which are arranged in patterns that look like binary code (0s and 1s). A semi-transparent black rectangular box is positioned in the center, containing white text.

0625 Jak wzmacnić sygnał elektryczny?

Czy to nie ciekawe?

Sygnały elektryczne są nośnikami informacji „zapisanymi” w prądzie elektrycznym. W prądzie można zapisać dźwięk, obraz, a także informacje zapisane cyfrowo. Dla właściwego przekazu i odtworzenia zapisanych informacji sygnały te muszą być wzmacniane.



Rys. a. Tak wyglądałby finał Ligi Mistrzów, gdyby nie wzmacnienie sygnału elektrycznego.

Twoje cele

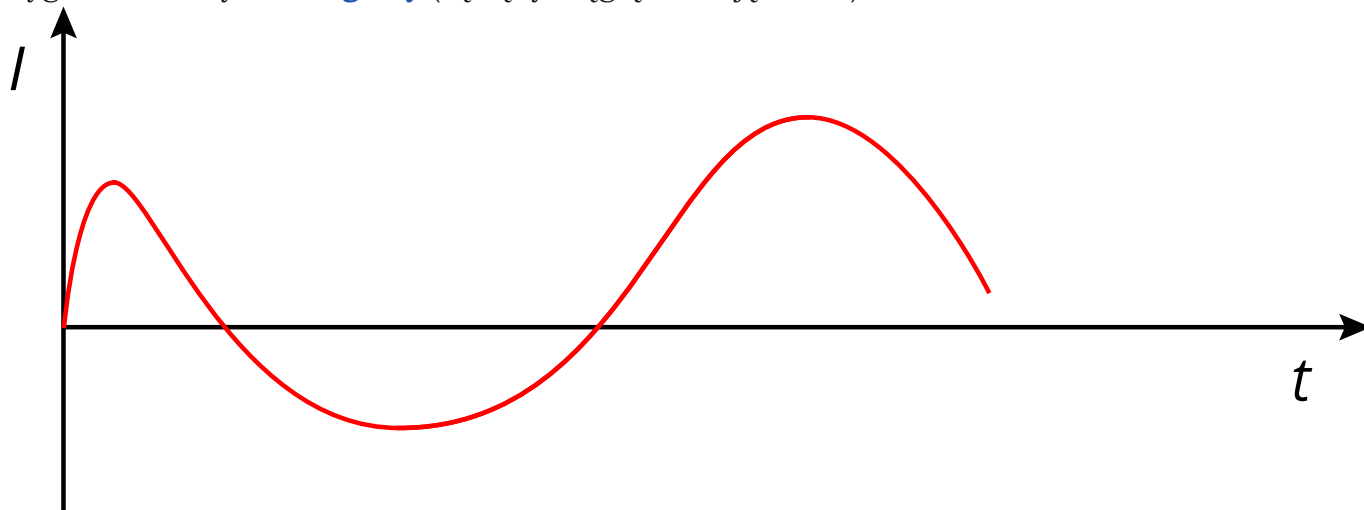
- poznasz zastosowania sygnałów elektrycznych,
- dowiesz się, co to jest sygnał elektryczny i wzmacniacz,
- zrozumiesz metodę wzmacniania sygnałów elektrycznych,
- zastosujesz zdobytą wiedzę do rozwiązywania zadań,
- przeanalizujesz i zinterpretujesz schematy działania wzmacniacza.

Przeczytaj

Warto przeczytać

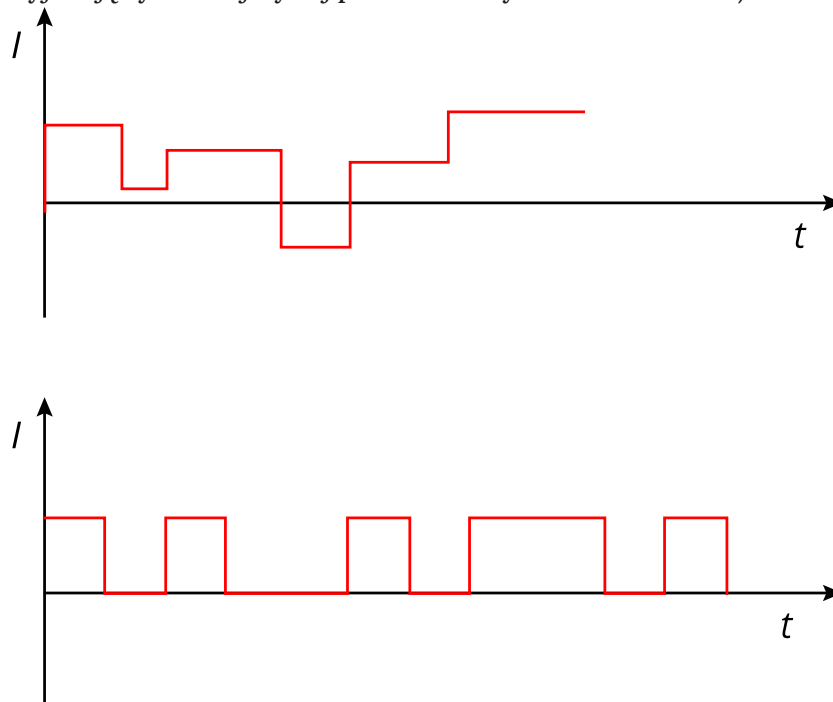
Sygnał elektryczny to zazwyczaj zmienny w czasie przebieg prądu elektrycznego, przenoszący informację. Sygnały mogą być opisane przebiegiem zależności napięcia elektrycznego lub natężenia prądu od czasu (Rys.1.).

Sygnał może być **analogowy** (będący ciągłą funkcją czasu)



Rys. 1a. Sygnał analogowy.

lub **dyskretny** (przyjmujący co najwyżej przeliczalny zbiór wartości).

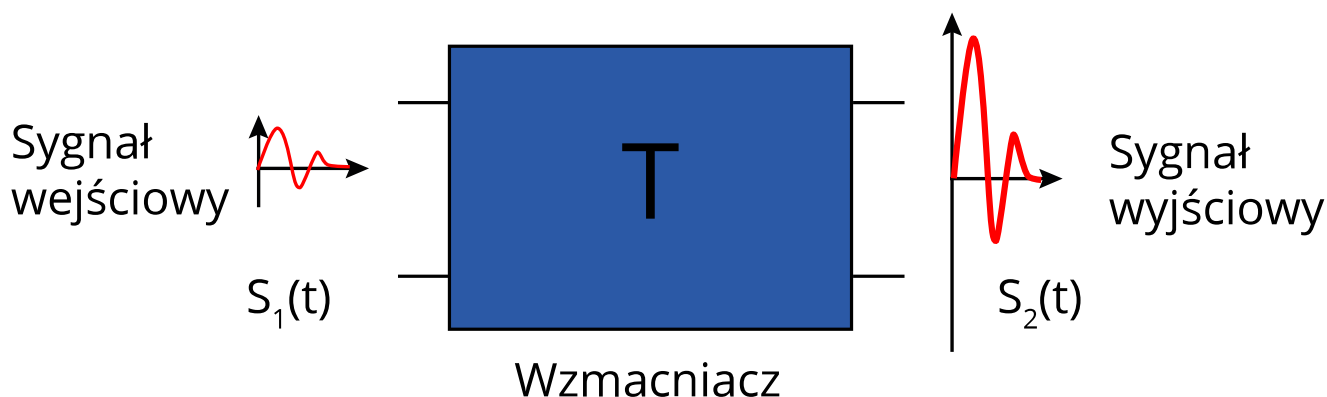


Rys. 1b. Sygnał dyskretny.

Najczęściej spotykanym sposobem przesyłania danych cyfrowych jest sygnał binarny (zwany też logicznym), który może przyjmować tylko dwie wartości: zero logiczne (stan niski)

i jedynek logiczną (stan wysoki) – stany takie są łatwe do odróżnienia od siebie, a ich ciąg składa się na większą porcję danych (Rys. 1b).

Często, z różnych przyczyn, staje się konieczne wzmacnianie sygnałów – zwiększenie maksymalnych wartości wielkości opisującej przebieg sygnału (Rys.2.). W tym celu wykorzystuje się urządzenia nazywane wzmacniaczami.



Rys.2. Wzmacnianie sygnałów elektrycznych. Działanie wzmacniacza powoduje wzrost wartości wielkości charakteryzującej sygnał wyjściowy w porównaniu z wartością tej wielkości na wejściu.

Wzmacniacz sygnałów elektrycznych zawsze zwiększa moc sygnału wejściowego kosztem energii pobieranej ze źródła prądu. Moc sygnału można opisać wzorem:

$$P = IU$$

gdzie: I to natężenie prądu sygnału, a U - napięcie.

W zależności od tego, która z wielkości opisującej sygnał ulega największemu zwiększeniu, wzmacniacze możemy podzielić na wzmacniacze napięciowe, prądowe lub mocy.

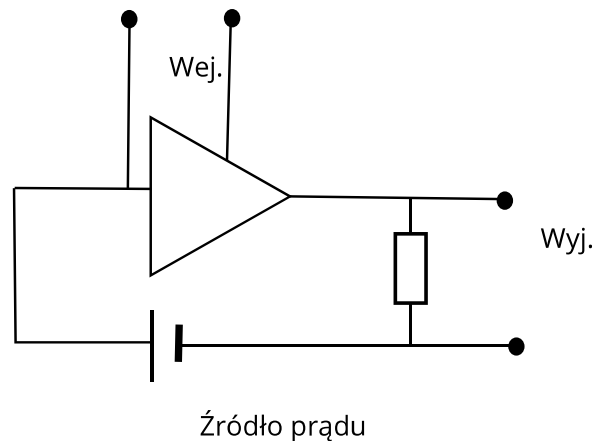
Podstawowym parametrem wzmacniacza sygnałów elektrycznych jest współczynnik wzmocnienia, który jest równy stosunkowi wartości amplitudy napięcia, natężenia lub mocy prądu elektrycznego na wyjściu do amplitudy tej wielkości na wejściu. Amplitudą sygnału nazywa się różnicę maksymalnej wartości wielkości opisującej sygnał i średniej wartości tej wielkości.

W zależności od zastosowania można wyróżnić wzmacniacze: elektroakustyczne (gitarowy, mikrofonowy, słuchawkowy itp.), antenowe, radiowe (częstotliwości radiowych), wizyjne, impulsowe, operacyjne, pomiarowe itd.

Wzmocnienie sygnału uzyskuje się poprzez sterowanie wzmacnianym sygnałem elektrycznym, przebiegiem natężenia prądu płynącego ze źródła prądu. Elementami odpowiedzialnymi za działanie wzmacniacza mogą być: trójelektrodowa lampa próżniowa

nazywana triodą lub tranzystory. Tranzystory są również elementami trójelektrodowymi, ale ich działanie wynika z własności materiałów półprzewodnikowych.

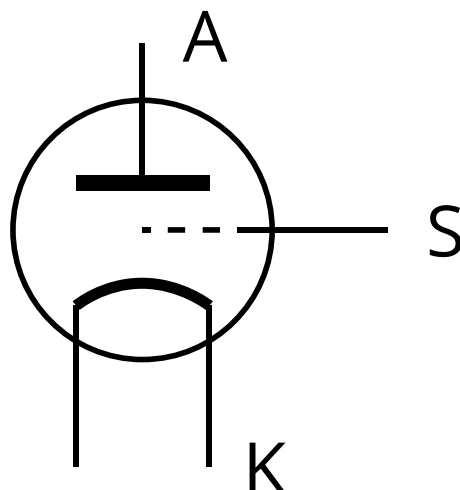
Schematycznie zasadę wzmacniania sygnałów można przedstawić w następujący sposób (Rys.3.):



Rys. 3. Schemat układu wzmacniającego sygnał elektryczny.

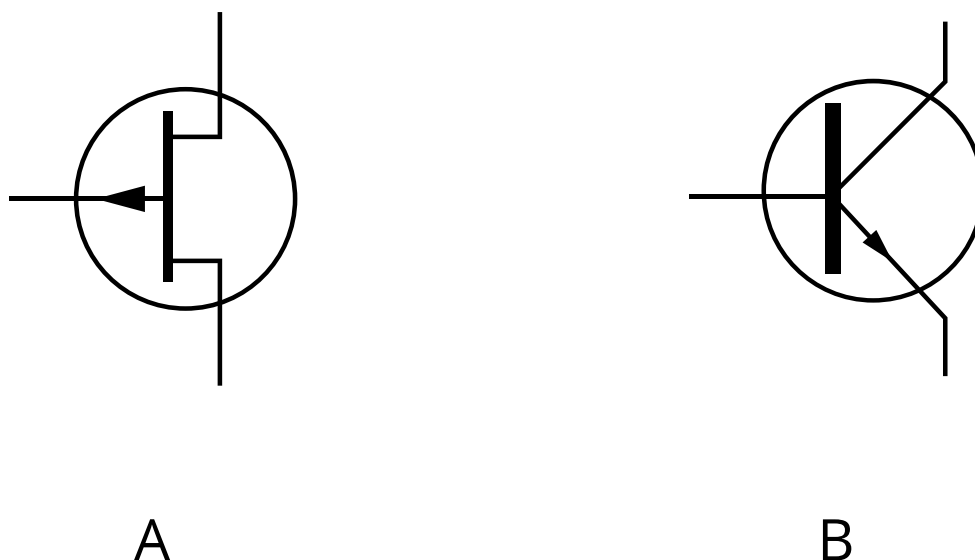
Źródło prądu powoduje przepływ prądu w układzie i pojawienie się napięcia na wyjściu układu. Sygnał elektryczny włączony na wejściu (Wej.) wzmacniacz powoduje duże zmiany w przewodzeniu prądu przez element wzmacniający – triodę lub tranzystor. Można powiedzieć, że sygnał wejściowy zmienia **opór elektryczny** elementu wzmacniającego. Powoduje to, że w obwodzie, przy tym samym napięciu źródła, płynie prąd o natężeniu zmieniającym się wraz ze zmianami przebiegu sygnału. Dzięki temu, że zmiany **oporu elektrycznego** triody lub tranzystora, przy niewielkich zmianach wartości sygnału na wejściu są bardzo duże, na wyjściu otrzymujemy wzmocniony sygnał.

W triodzie (Rys.4.) prąd ze źródła przepływa między ujemną katodą K, która jest źródłem elektronów i dodatnią anodą A. Zmianę przepływu prądu powoduje napięcie przyłożone do siatki S. Jeżeli do siatki jest przyłożone napięcie ujemne w stosunku do katody to elektrony wyemitowane z katody są hamowane i zwracane do katody. To ujemne napięcie zmniejsza prąd płynący w obwodzie, bez zmiany napięcia między katodą i anodą. Przy katodzie tworzy się chmura elektronów, która hamuje emisję elektronów z katody. Gdy siatka jest spolaryzowana dodatnio, dodatkowo przyspiesza elektrony, zwiększając płynący prąd (część elektronów dociera jednak wtedy do siatki powodując przepływ prądu w jej obwodzie).



Rys. 4. Schemat budowy triody. K – katoda, która w wyniku grzania staje się źródłem elektronów; A- anoda, przyciągająca elektrony; S- siatka sterująca przewodzeniem prądu przez triodę.

Podobnie jak trioda, tranzystory (Rys.5.) mają trzy elektrody. Sterowanie natężeniem prądu w obwodzie uzyskuje się poprzez zmianę liczby nośników prądu. Zmiana ta jest wynikiem zmiany napięcia sygnału wejściowego. O zasadzie działania tranzystorów możesz przeczytać w e-materiale „Czym jest tranzystor?”



Rys. 5. Symbole graficzne tranzystorów: A- unipolarnego, B – bipolarnego. Tranzystory, podobnie jak trioda, mają trzy elektrody, spośród których rolą jednej jest sterowanie ilością nośników prądu odpowiedzialnych za przepływ prądu przez tranzystor.

(ang.: *analog signal*) **sygnał**, który może przyjmować dowolną wartość z ciągłego przedziału (nieskończonego lub ograniczonego zakresem zmienności). Jego wartości mogą zostać określone w każdej chwili czasu, dzięki funkcji matematycznej opisującej dany sygnał.

sygnał cyfrowy (dyskretny)

(ang.: *digital signal*) sygnał, który może przyjmować tylko ściśle określone wartości liczbowe.

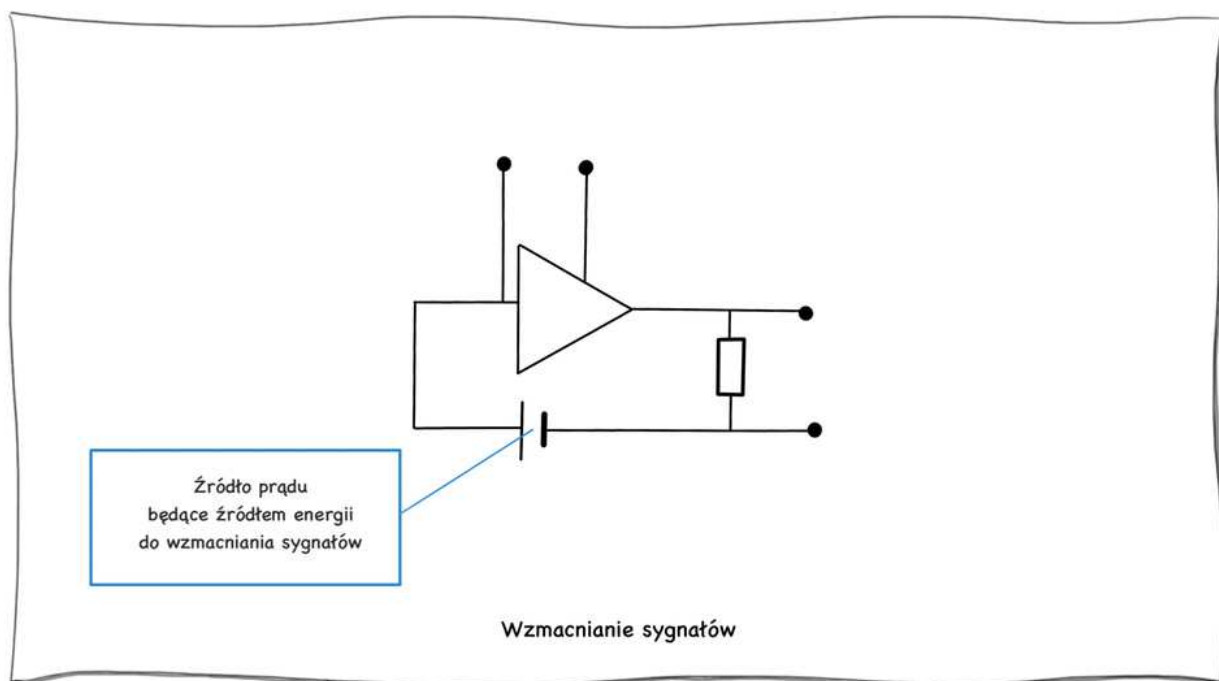
opór elektryczny (czynny)

(ang.: *electric (active) resistance*) 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.

Film samouczek

Jak wzmocnić sygnał elektryczny?

Poniższy film przedstawia zasadę wzmacniania sygnałów elektrycznych.



Film dostępny pod adresem </preview/resource/RVTJj607N6LH4>

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

Zapoznaj się z audiodeskrypcją samouczka.

Polecenie 1

Zastanów się, od czego zależy maksymalne wzmocnienie sygnału w układzie przedstawionym na filmie?

Polecenie 2

Założmy, że współczynnik wzmocnienia sygnału we wzmacniaczu wynosi 10, a napięcie na źródle prądu to 5 V. Co się stanie z sygnałem na wyjściu układu, jeśli pierwotny sygnał ma amplitudę 1 V?

Polecenie 3

Porównaj sygnał wejściowy (dźwiękowy) oryginalny z sygnałem przesterowanym.

Nagranie dostępne pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DWGF9Bx>

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

Wysłuchaj ścieżki dźwiękowej. Wychwyć różnice w odbiorze poszczególnych ścieżek.

Nagranie dostępne pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DWGF9Bx>

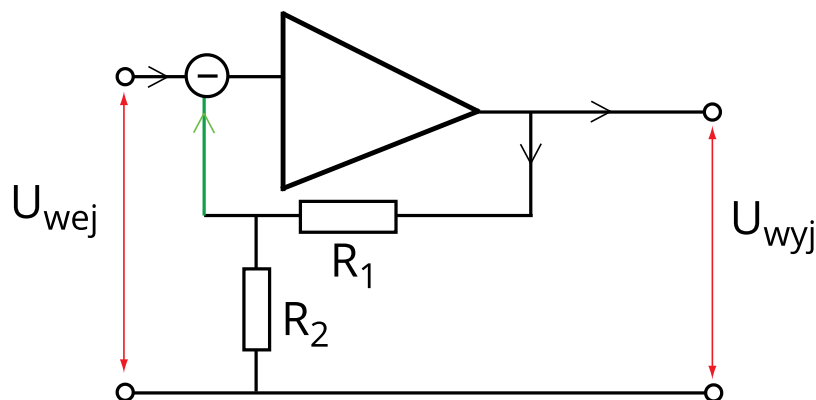
Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Wysłuchaj ścieżki dźwiękowej. Wychwyć różnice w odbiorze poszczególnych ścieżek.

Polecenie 4

(dla zaawansowanych)

Współczynnik wzmocnienia sygnału we współcześnie produkowanych wzmacniaczach jest bardzo wysoki, nawet ponad 100 000. Ponieważ jednocześnie zależy on od temperatury, sprawia to, że bardzo trudno kontrolować zachowanie takiego wzmacniacza. W tym celu buduje się układy wzmacniacza z tzw. pętlą zwrotną. Jego idea przedstawiona jest na poniższym schemacie:



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

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Część sygnału wyjściowego kierowana jest z powrotem na wejście wzmacniacza poprzez układ odejmujący (oznaczony kółkiem z minusem w środku). Dzięki takiemu odejmowaniu pętla ta pełni rolę regulacyjną (im większa wartość sygnału, tym większą wartość sygnału zwrotnego odejmujemy). Spróbuj wyznaczyć współczynnik wzmocnienia takiego wzmacniacza $\beta = \frac{U_{wy j}}{U_{we j}}$. Przyjmij, że rezystancja układu odejmującego jest znikoma (zatem potencjał na wejściu jest taki sam jak na linii oznaczonej zielonym kolorem).

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Oceń prawdziwość zdań.

Sygnałem elektrycznym może być zmienny w czasie przebieg natężenia prądu.

PRAWDA ☐

\ FAŁSZ ☐

Sygnałem elektrycznym nie może być zmienny w czasie przebieg napięcia elektrycznego.

PRAWDA ☐

\ FAŁSZ ☐

Ćwiczenie 2



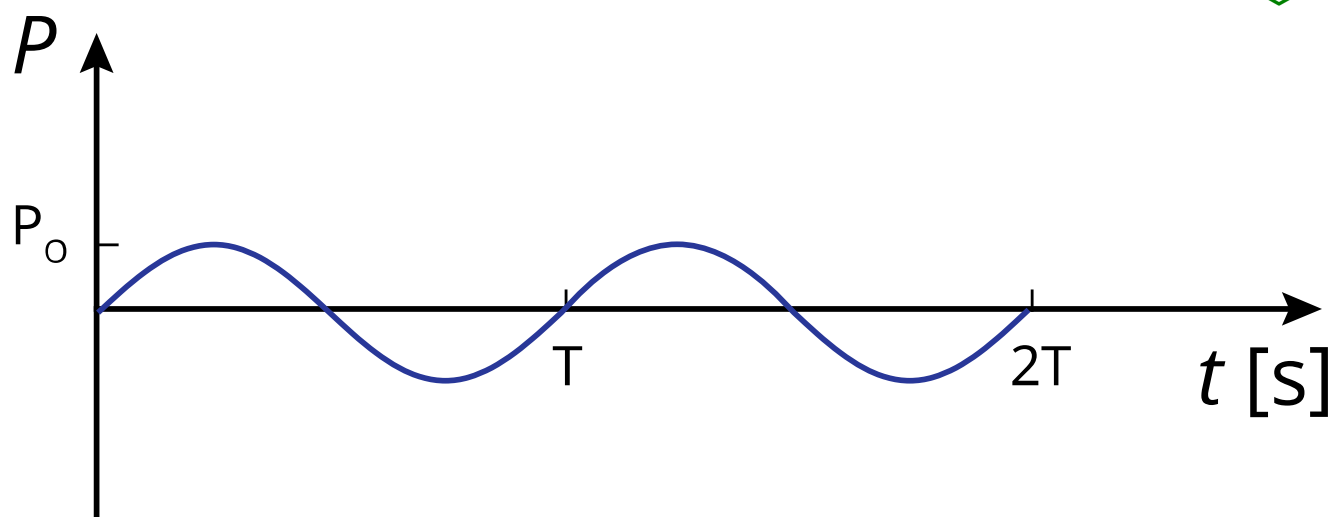
Jeżeli wartość natężenia prądu w sygnale elektrycznym wynosi 0,5A przy napięciu 4V, to moc sygnału wynosi:

☐ 4W

☐ 8W

☐ 2W

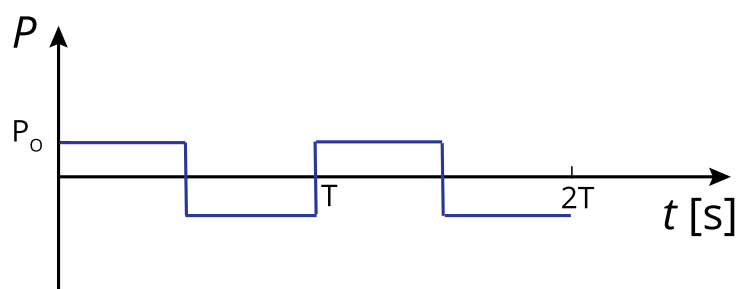
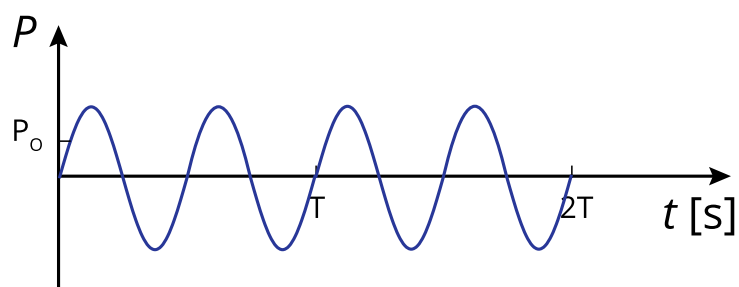
☐ 0,125W

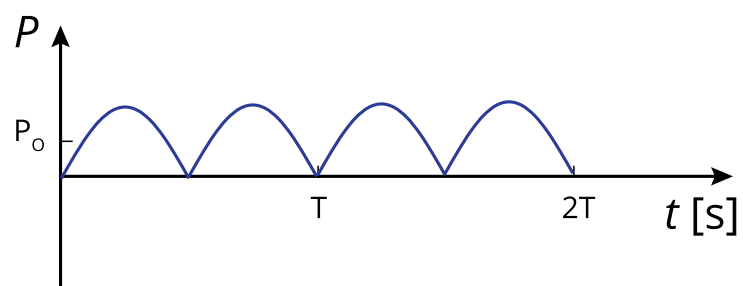
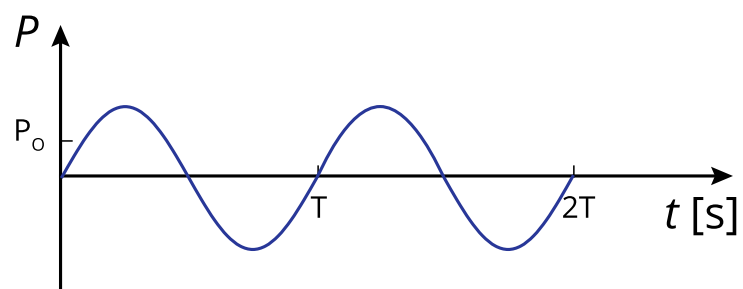


przebieg sygnału

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

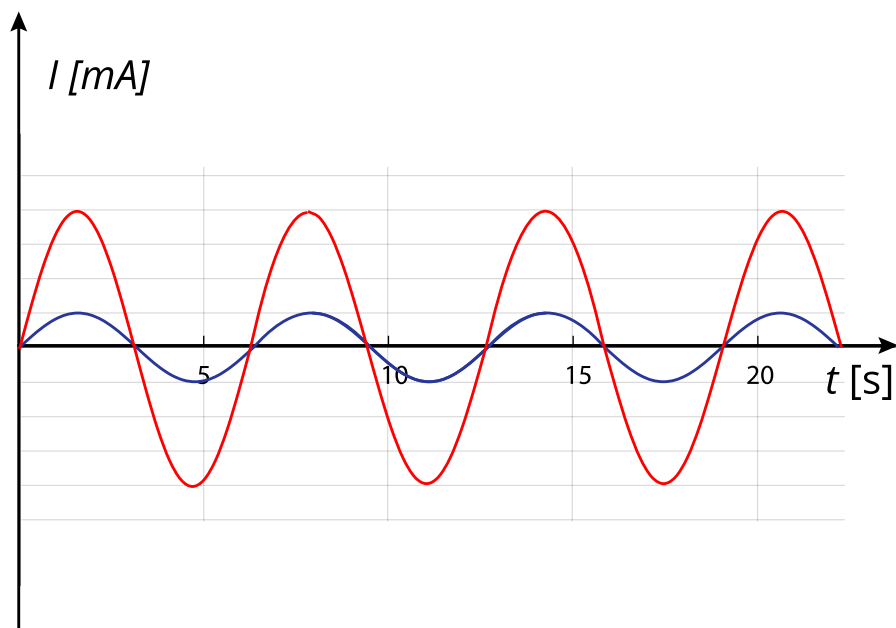
Jeżeli przebieg sygnału elektrycznego ma postać jak na powyższym rysunku, to jego wzmacniony przebieg może przedstawiać wykres:

☐☐



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

Ćwiczenie 4



Rys. przebieg sygnału przed i po wzmacnieniu.

Jeżeli linia niebieska na rysunku przedstawia natężenie prądu sygnału przed wzmacnieniem a czerwona po wzmacnieniu, to współczynnik wzmacnienia wynosi:

☐ $\frac{1}{4}$

☐ 4

☐ 2

☐ 3

Ćwiczenie 5



Wzmacniacz prądowy to wzmacniacz, który wzmacnia:

- ☐ tylko moc prądu
- ☐ natężenie, napięcie i moc prądu, ale największy współczynnik wzmocnienia ma natężenie prądu wzmacnianego sygnału
- ☐ tylko napięcie elektryczne
- ☐ tylko natężenie prądu

Ćwiczenie 6



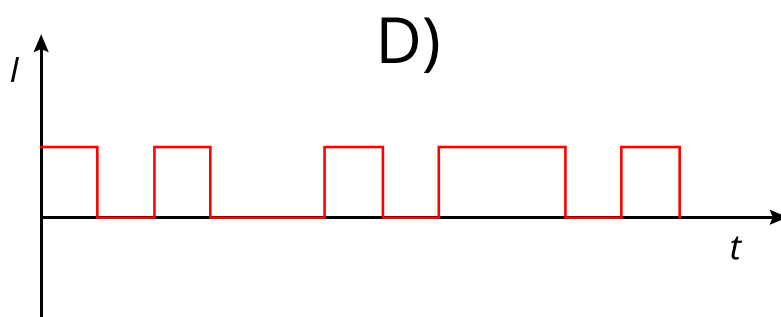
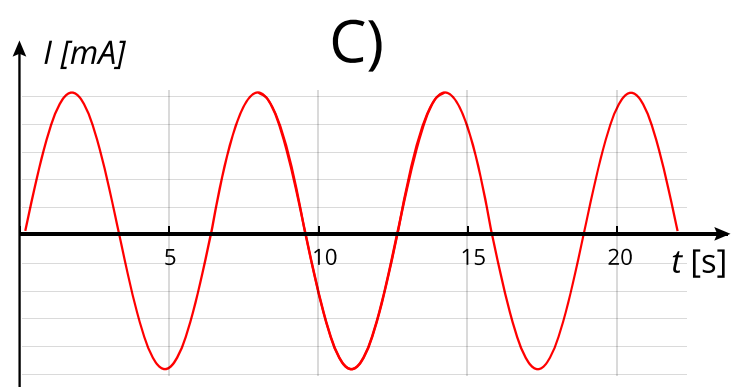
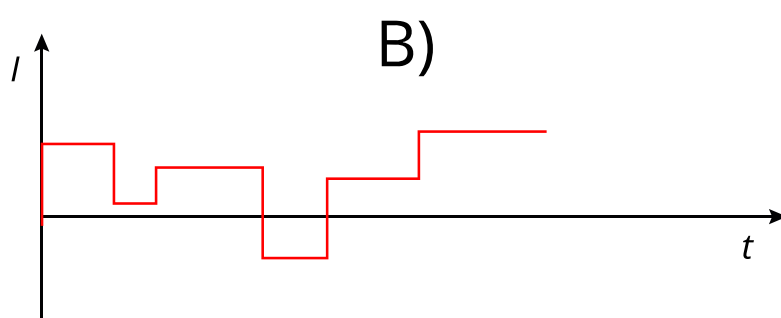
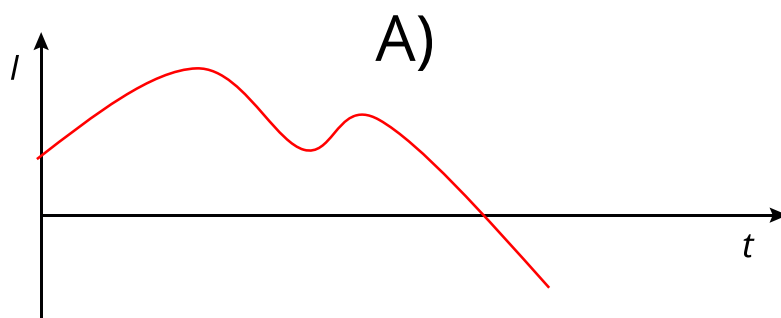
Spośród podanych elementów obwodu wybierz te, które mogą służyć do wzmacniania sygnałów elektrycznych:

tranzystor ☐ ; transformator ☐ ; trioda ☐ ; kondensator ☐ ; dioda ☐ ;
potencjometr ☐

Ćwiczenie 7



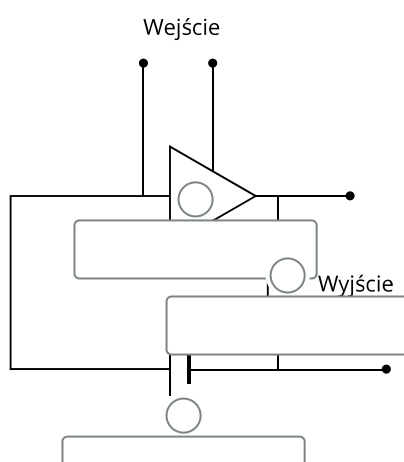
Sygnał binarny przedstawia wykres:



Ćwiczenie 8

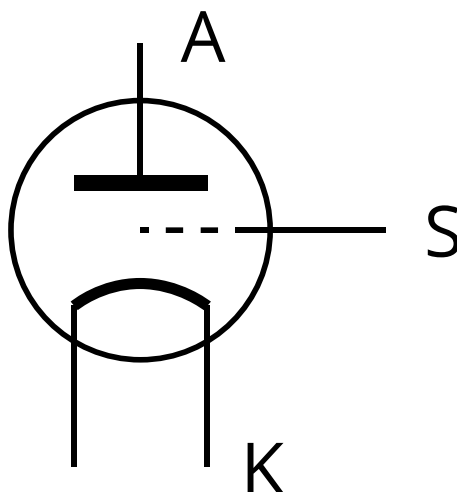


Wstaw w miejsce kropek nazwy elementów obwodu wzmacniającego do poniższego schematu: źródło prądu, opornik, wzmacniacz.





Trioda jest trójelektrodową lampą elektronową, która może wzmacniać sygnały elektryczne. Schemat triody przedstawia rysunek:



Rys. Schemat triody.

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

Co oznaczają litery K, A, S przy elektrodach? Która z tych elektrod jest dodatnia, a która ujemna? Która odpowiada za sterowanie wielkością natężenia prądu płynącego przez triodę?

K

A

S

sterująca wielkością natężenia prądu

siatka

dodatnia

katoda

anoda

ujemna

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Jarosław Krakowski
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Wzmacnianie sygnałów elektrycznych
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony
Podstawa programowa	Cele kształcenia – wymagania ogólne II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych. 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 sygnał elektryczny. 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 sygnał elektryczny.

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. pozna zastosowania sygnałów elektrycznych, 2. dowie się co to jest sygnał elektryczny i wzmacniacz; 3. zrozumie metodę wzmacniania sygnałów elektrycznych, 4. zastosuje zdobytą wiedzę do rozwiązywania zadań, 5. przeanalizuje i zinterpretuje schematy działania wzmacniacza.
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:	rzutnik multimedialny, ekran, zestawy zadań
Materiały pomocnicze:	schemat obwodu wzmacniającego sygnały elektryczne, przykładowe wykresy sygnałów
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
Pytania nauczyciela: 1. Co wiecie o sygnałach elektrycznych? - z pomocą nauczyciela uczniowie formułują cechy sygnałów elektrycznych i tworzą podział sygnałów elektrycznych w zależności od przebiegu. 2. Co to znaczy wzmocnić sygnał elektryczny?	
Faza realizacyjna:	

Nauczyciel prezentuje uczniom schemat obwodu elektrycznego ze wzmacniaczem i omawia przeznaczenia poszczególnych elementów.

Uczniowie z pomocą nauczyciela analizują sposób działania wzmacniacza.

Uczniowie analizują przykłady sygnałów elektrycznych i ich przebieg na wejściu i wyjściu wzmacniacza, dostrzegają wpływ wzmacniacza na przebieg sygnału.

Nauczyciel prezentuje przykładowe elementy odpowiedzialne za wzmocnienie sygnału: triodę i tranzystor.

Nauczyciel omawia krótko zasadę działania triody i tranzystora.

Faza podsumowująca:

Uczniowie utrwalają wiedzę przez rozwiązywanie zadań 1, 2, 3, 4 z zestawu ćwiczeń.

Nauczyciel pełni rolę doradcy, obserwuje i kontroluje pracę uczniów. Uczniowie odnoszą się do postawionych sobie celów lekcji, ustalają które osiągnęli, a które wymagają jeszcze pracy, jakie i kiedy. W razie potrzeby nauczyciel dostarcza im informację zwrotną kształtującą.

Praca domowa:

W celu powtórzenia i utrwalenia wiadomości uczniowie rozwiązują zadania: 5, 6, 7, 8 z zestawu ćwiczeń.

**Wskazówki
metodyczne
opisujące różne
zastosowania danego
multimedium**

Multimedium może być wykorzystywane przy powtarzaniu wiadomości i na lekcjach, na których są omawiane zastosowania tranzystorów.