



Do czego służy transformator?

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Film (standardowy)
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



## Do czego służy transformator?

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

## Czy to nie ciekawe?

Czy wiesz, że codziennie i to niejednokrotnie masz do czynienia z transformatorami? Warto to sobie uświadomić i dowiedzieć się, czym jest transformator i jakie są jego zastosowania.

Być może już wiesz, że **transformator to urządzenie, które obniża albo podwyższa napięcie elektryczne**. Jeśli przyjrzesz się dokładnie ładowarce swojego telefonu, przeczytasz napis:  $U_{we} = 230 \text{ V}$ ,  $U_{wy} = 5 \text{ V}$ . Oznacza to, że możesz podłączyć ładowarkę do gniazdka sieci energetycznej (i to jest napięcie wejściowe 230 V), a uzyskujesz napięcie (wyjściowe) znacznie mniejsze, równe 5 V, bo takie jest potrzebne do ładowania akumulatora telefonu.

Na pewno znasz widok przesyłowych linii energetycznych, tzw. linii wysokiego napięcia. Na wyjściu z elektrowni transformatory podwyższają napięcie na przykład do 110000 V. Tak wysokie napięcie jest konieczne w celu zapewnienia jak najmniejszych strat energetycznych występujących podczas przepływu prądu na duże odległości. Następnie, gdy energia zostanie już dostarczona do miasta, napięcie jest obniżane do takiego, którego używasz w domu (230 V). Bez transformatorów przesyłanie energii elektrycznej np. do domów byłoby niemożliwe, a używanie napięcia 110 kV w urządzeniach domowych - bardzo niebezpieczne.

## Twoje cele

W tym e-materiale:

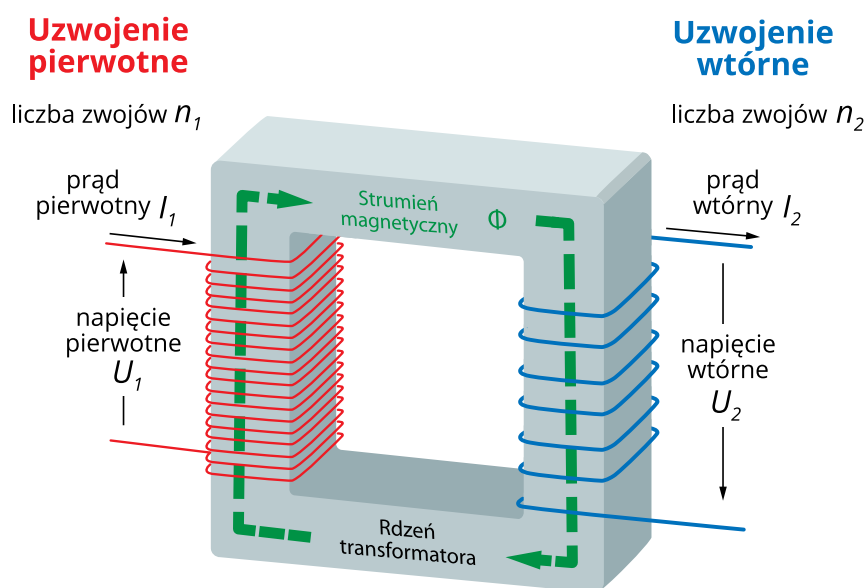
- dowiesz się, jak jest zbudowany i jak działa transformator,
- poznasz główne zastosowania transformatora,
- zrozumiesz, dlaczego przesyłanie energii elektrycznej na duże odległości wymaga podwyższenia napięcia w linii przesyłowej,
- zastosujesz zdobytą wiedzę w celu obliczenia wartości przekładni transformatora, który ma zmienić napięcie i natężenie prądu.

# Przeczytaj

## Warto przeczytać

**Transformator** w swoim działaniu wykorzystuje **zjawisko indukcji elektromagnetycznej**, czyli wytwarzanie w obwodzie SEM indukcji, wtedy gdy zmienia się strumień indukcji magnetycznej przez ten obwód. Żeby zrozumieć, jak działa transformator, należy poznać jego budowę.

Na stalowy rdzeń transformatora nawinięte są dwa uzwojenia: pierwotne i wtórne. Jeśli w uzwojeniu pierwotnym będzie płynął **prąd przemienny**, to wytworzy on we wspólnym rdzeniu zmienne pole magnetyczne (wartość indukcji magnetycznej  $B$  jest wprost proporcjonalna do wartości **natężenia prądu**  $I$ ; kierunek wektora indukcji magnetycznej jest zależny od kierunku przepływu prądu). To zmienne pole magnetyczne spowoduje, że zmienny będzie strumień pola magnetycznego przez uzwojenie wtórne, a więc w uzwojeniu wtórnym wytworzy się SEM indukcji, czyli **napięcie** wtórne na końcach tego uzwojenia.



Rys. 1. Schematyczne przedstawienie transformatora

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

W najprostszym modelu transformatora stosunek obu napięć równy jest stosunkowi liczby zwojów na uzwojeniach,

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{n_2}{n_1} \quad \text{lub} \quad \frac{U_{wy}}{U_{we}} = \frac{n_2}{n_1},$$

gdzie  $U_1$  lub  $U_{we}$  oznacza napięcie pierwotne (wejściowe), a  $U_2$  lub  $U_{wy}$  oznacza napięcie wtórne (wyjściowe),  $n_1$  – liczba zwojów w uzwojeniu pierwotnym,  $n_2$  – liczba zwojów

w uzwojeniu wtórnym.

Stosunek liczby zwojów na uzwojeniach,  $k = \frac{n_2}{n_1}$ , nazywamy **przekładnią transformatora**.

Wynika stąd, że jeśli chcemy obniżyć wartość napięcia, to liczba zwojów w uzwojeniu wtórnym musi być mniejsza niż w uzwojeniu pierwotnym. Ile razy mniejsza? Tyle, ile razy ma być mniejsze napięcie wyjściowe. Zatem w naszym przykładzie dotyczącym ładowarki telefonu komórkowego ok. 46 razy,

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{5 \text{ V}}{230 \text{ V}} = \frac{1}{46}.$$

Podczas transformowania (zmieniania) napięcia zmienia się jednocześnie natężenie prądu, dlatego że w idealnym transformatorze (taki model tutaj przyjęliśmy) nie ma strat energetycznych i moc dostarczana do uzwojenia pierwotnego (z jakiegoś źródła) musi być równa mocy przekazanej do uzwojenia wtórnego,

$$P_1 = P_2.$$

Ponieważ **moc prądu** jest wyrażona poprzez iloczyn napięcia i natężenia prądu, oznacza to, że

$$U_1 I_1 = U_2 I_2,$$

skąd

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}.$$

Widzimy więc, że zwiększając napięcie w uzwojeniu pierwotnym  $k$ -krotnie, również  $k$ -krotnie zmniejszymy natężenie prądu w uzwojeniu wtórnym. Ma to znaczenie przy przesyłaniu energii elektrycznej na duże odległości: straty energii w przewodach są wprost proporcjonalne do kwadratu wartości natężenia prądu. I dlatego w liniach przesyłowych panuje bardzo wysokie napięcie.

Ale czasem opłaca się działanie odwrotne: zmniejszenie napięcia skutkuje bowiem wzrostem natężenia prądu w obwodzie wtórnym. Ta możliwość zwiększania natężenia prądu w uzwojeniu wtórnym transformatora jest wykorzystana w takich urządzeniach jak np. piec hutniczy, spawarka, lutownica czy zgrzewarka punktowa.

## Słowniczek

**transformator (ang. transformer)**

urządzenie elektryczne podwyższające lub obniżające napięcie przemienne.

**zjawisko indukcji elektromagnetycznej (ang.: electromagnetic induction)**

wytwarzanie prądu indukcyjnego w obwodzie zamkniętym podczas zmiany strumienia pola magnetycznego przez ten obwód.

**natężenie prądu (ang. current)**

wielkość skalarna zdefiniowana jako stosunek wielkości ładunku elektrycznego przepływającego przez przekrój przewodnika do czasu, w którym ten ładunek przepłynął, oznaczamy je literą  $I$ . Jednostką natężenia jest amper, A.

**napięcie elektryczne (ang. voltage)**

wielkość skalarna odnoszona do dowolnych dwóch punktów obwodu elektrycznego lub do pola elektrycznego; równa stosunkowi pracy  $W$ , wykonywanej przez siły pola elektrycznego przy przemieszczaniu ładunku elektrycznego  $q$  wzdłuż pewnej krzywej  $s$  (między 2 wybranymi punktami pola, np. A i B), do wartości tego ładunku:  $U_{AB} = W/q$ . Oznacza się je literą  $U$ , a jego jednostka to wolt, V.

**prąd przemienny (ang. alternate current)**

prąd wywołany napięciem przemiennym, np. napięciem sinusoidalnie zmiennym:

$$U(t) = U_0 \cdot \sin(\omega t).$$

**moc elektryczna (ang. electric power)**

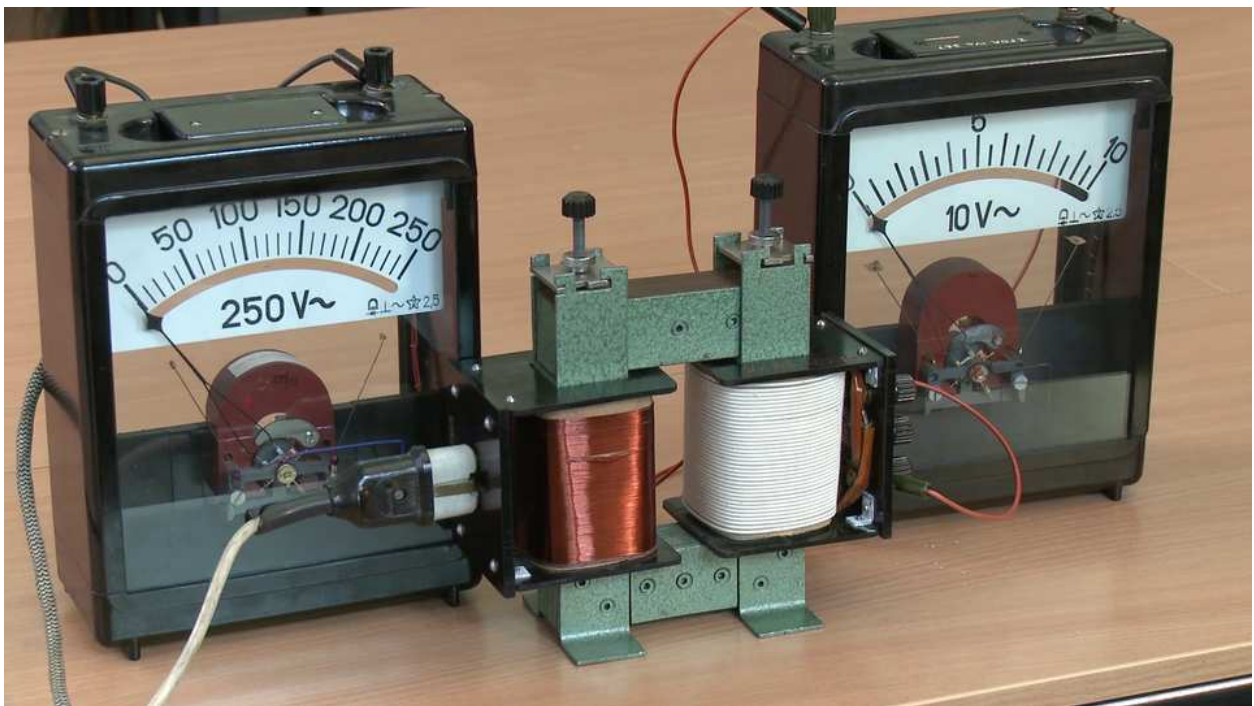
energia elektryczna przypadająca na jednostkę czasu; tutaj: moc przekazywana z jednego uzwojenia do drugiego. Oznaczenie  $P$  nie różni się od stosowanego w mechanice. Jednostką jest oczywiście wat, W.

# Film (standardowy)

---

## Zastosowania transformatora

W ramach filmu edukacyjnego obejrzysz inne ciekawe zastosowania transformatora. Używać będziemy szkolnego transformatora rozbieralnego. Przyglądaj się wnikliwie zaprezentowanym doświadczeniom, aby trafnie odpowiedzieć na pytania zadane w teście, w następnym rozdziale.



Film dostępny pod adresem </preview/resource/RWRESmg4DHN7i>

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

Zapoznaj się z audiodeskrypcją filmu.

---

### **Polecenie 1**

Obejrzyj ponownie fragment filmu pokazującego świecenie żaróweczki w obwodzie wtórnym transformatora. Zweryfikuj wypowiedziane stwierdzenie: „... napięcie w uzwojeniu wtórnym wynosi, co łatwo sprawdzić, około trzech woltów.”

### **Polecenie 2**

Obejrzyj ponownie fragment filmu pokazującego drugie doświadczenie, gdy w obwodzie wtórnym transformatora znajduje się cewka podłączona do woltomierza. Zweryfikuj spójność informacji przedstawionych na filmie. Uwzględnij przy tym rozdzielczość zastosowanych woltomierzy i przyjmij, że są one sprawne. Przyjmij także, że liczba zwojów w każdej z cewek jest dana dokładnie.

# Sprawdź się

---

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



Ćwiczenie 6



Ćwiczenie 7



Ćwiczenie 8



We wzmacniaczach lampowych stosuje się transformatory sieciowe (ich uzwojenie pierwotne podłączone jest to sieci energetycznej, np. o napięciu 230V) o dwóch uzwojeniach wtórnych. Jedno z nich podnosi napięcie do ponad 400V, które jest następnie prostowane i służy jako tzw. napięcie anodowe w lampach. Drugie z uzwojeń wtórnych mało zwojów i płynący w nim prąd służy do żarzenia katod lamp, skąd następuje termoemisja elektronów i pod wpływem napięcia sygnału przyłożonego do siatki płyną one od katody do anody z różnym natężeniem.

Założmy, że na uzwojeniu pierwotnym jest  $n_1 = 2000$  zwojów. Ile musi zwojów musi być na wtórnym-anodowym, żeby napięcie skuteczne na nim generowane było równe 420V? Ile wynosi napięcie żarzenia, jeśli wiadomo, że uzwojenie wtórne ma 55 zwojów?

# Dla nauczyciela

---

<b>Imię i nazwisko autora:</b>	Nina Tomaszewska
<b>Przedmiot:</b>	Fizyka
<b>Temat zajęć:</b>	<b>Do czego służy transformator</b>
<b>Grupa docelowa:</b>	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony
<b>Podstawa programowa:</b>	<p><b>Cele kształcenia - wymagania ogólne</b></p> <p>I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.</p> <p>II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.</p> <p><b>Zakres podstawowy</b></p> <p><b>Treści nauczania - wymagania szczegółowe</b></p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:</p> <p>3) prowadzi obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik;</p> <p>4) przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem;</p> <p>VIII. Magnetyzm. Uczeń:</p> <p>5) opisuje zasadę działania transformatora oraz podaje przykłady jego zastosowania;</p> <p><b>Zakres rozszerzony</b></p> <p><b>Treści nauczania - wymagania szczegółowe</b></p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:</p> <p>3) prowadzi obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik;</p> <p>4) przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem;</p> <p>IX. Magnetyzm. Uczeń:</p> <p>13) opisuje zasadę działania transformatora; przedstawia uproszczony model transformatora, w którym przekładnia napięciowa i przekładnia prądowa zależą tylko od liczb zwojów; opisuje zastosowania transformatorów.</p>

<b>Kształtowane kompetencje kluczowe:</b>	<b>Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji,</li> <li>• kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii,</li> <li>• kompetencje cyfrowe,</li> <li>• kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.</li> </ul>
<b>Cele operacyjne:</b>	<p>Uczeń:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. omawia sposób działania transformatora.</li> <li>2. podaje różnorodne zastosowania transformatora.</li> <li>3. objaśnia, dlaczego przesyłanie energii elektrycznej na duże odległości wymaga podwyższenia napięcia w linii przesyłowej, a z kolei działanie lutownicy wymaga obniżenia napięcia w obwodzie wtórnym transformatora.</li> <li>4. stosuje zdobytą wiedzę do obliczenia np. liczby zwojów uzwojenia wtórnego w ładowarce telefonu komórkowego.</li> </ol>
<b>Strategie nauczania:</b>	blended-learning
<b>Metody nauczania:</b>	wykład informacyjny wspomagany pokazem multimedialnym
<b>Formy zajęć:</b>	Praca w zespole klasowym
<b>Środki dydaktyczne:</b>	e-materiał + komputer z rzutnikiem lub tablety do dyspozycji każdego ucznia
<b>Materiały pomocnicze:</b>	nie
<b>PRZEBIEG LEKCJI</b>	
<b>Faza wprowadzająca:</b>	
<p>Nauczyciel zaciekawia uczniów transformatorami, ich obecnością wokół nas. Dobrze było by, żeby sami uczniowie podzielili się swoją wiedzą na temat zastosowań transformatorów.</p>	
<b>Faza realizacyjna:</b>	

Jeśli wcześniej nie był realizowany żaden temat omawiający zasadę działania transformatora, to nauczyciel, choć pobieżnie, musi to zrobić.

Następnie nauczyciel nawiązuje do wiedzy uczniów na temat zastosowania transformatora i rozwija ten temat oraz dokonuje podsumowania jak w części tekstowej e-materiału. Następnie nauczyciel wraz z uczniami oglądają film przedstawiający eksperymenty. Nauczyciel może stosować stopklatkę, dodawać swój komentarz i zadawać uczniom pytania. Trudno przewidzieć, jak rozwinie się dyskusja. W dużej mierze zależy to od uczniów i tego, czy mają zainteresowania techniczne.

#### **Faza podsumowująca:**

W fazie podsumowującej nauczyciel wraz z uczniami powinien rozwiązać zadania 3., 5. i 7. z zestawu ćwiczeń. Zadanie 5. jest o tyle ciekawe, że bezpośrednio odnosi się do eksperymentu pokazanego na filmie. W zadaniu 3. uczniowie pytani są o istotę zasady działania transformatora. Zadanie 7. z kolei jest całkiem nowym problemem, w którym uczeń zmierzy się z pojęciem przekładni zastępczej dla układów transformatorów. Pozostałe zadania proponuję zadać uczniom jako pracę domową. Powinni sobie doskonale poradzić.

#### **Praca domowa:**

Jak wyżej.

**Wskazówki  
metodyczne  
opisujące różne  
zastosowania  
danego  
multimedium:**

Film z podstawowymi doświadczeniami dotyczącymi działania transformatora może (i powinien) być przedstawiony uczniom w nauczaniu na poziomie rozszerzonym, jeśli nauczyciel nie może przeprowadzić pokazanych tu eksperymentów na lekcji w szkole.