

TRANSFORMATOR

i jego zastosowanie



Odkrycie

Budowa transformatora i zasada działania

Transformatory w energetyce

Transformator w elektronice

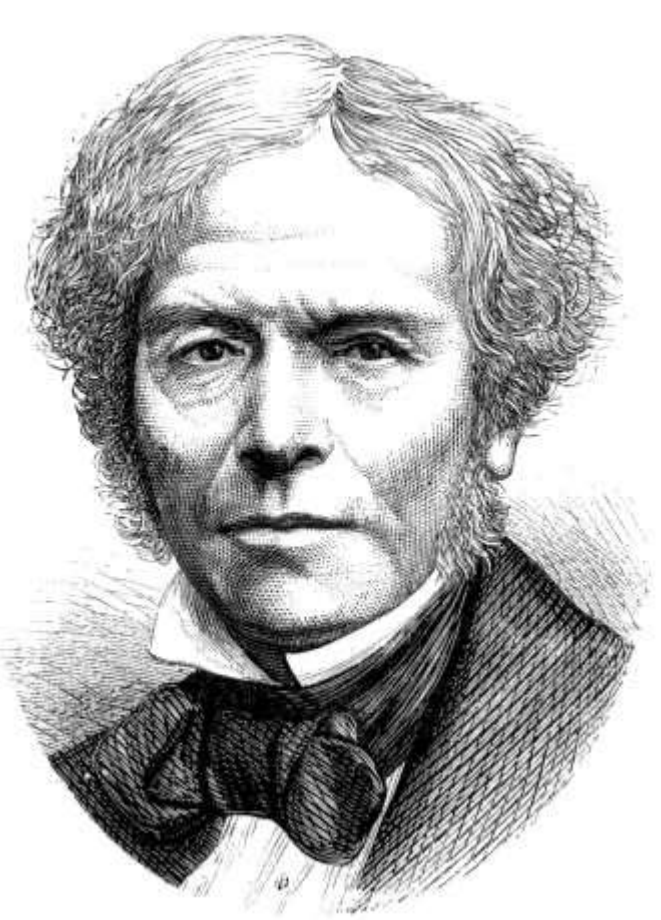
Transformatory do uzyskiwania wysokich temperatur

Transformatory wysokich napięć



A

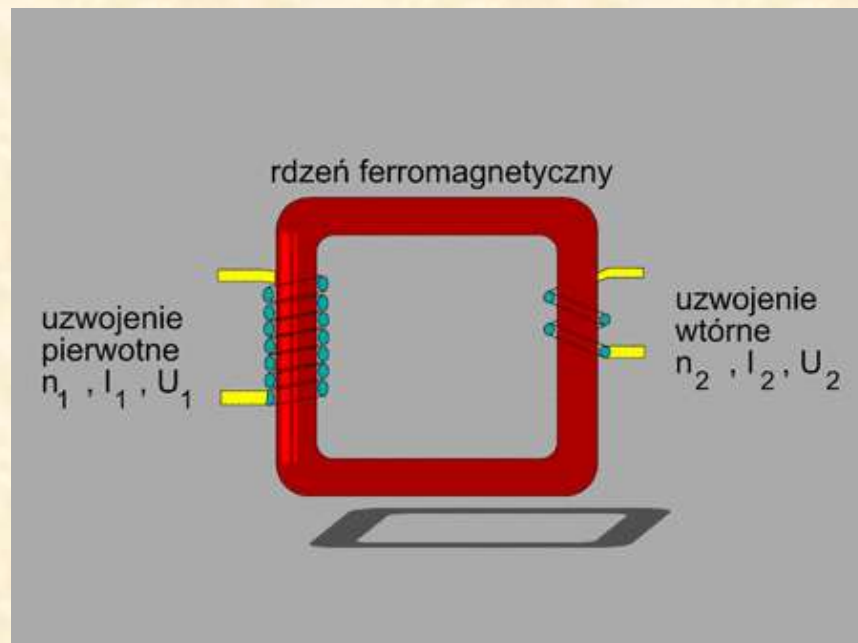
Odkrycie



Pierwszy transformator skonstruował Michał Faraday. Urodził się w 1791 r. w Newington, w Anglii. Pochodził z biednej rodziny i w znacznej mierze był samoukiem. W 1831 r. Faraday odkrył, że jeżeli magnes przechodzi przez zamkniętą pętlę z drutu, to podczas jego ruchu przez przewód płynie prąd. Zjawisko to zwane jest indukcją elektromagnetyczną, a odkrycie prawa rządzącego tym zjawiskiem (prawa Faradaya) uważane jest powszechnie za największe osiągnięcie Faradaya. Odkrycie to miało ogromne znaczenie z dwóch powodów. Po pierwsze, prawo Faradaya ma podstawowe znaczenie w teorii elektromagnetyzmu. Po drugie, indukcja elektromagnetyczna może być wykorzystana do wytwarzania prądu elektrycznego, co zademonstrował sam Faraday budując pierwszą prądnice. Faraday był nie tylko wybitnym eksperymentatorem. Na podstawie swoich doświadczeń sformułował wiele koncepcji oraz praw fizyki. Maxwell, znający Faradaya osobiście, tak pisał: „Proste, szlachetne życie Faradaya pozostanie równie długo we wspomnieniach potomnych, jak odkrycia, które jego imię uczyniły nieśmiertelnym”.



Budowa transformatora i zasada działania



Transformator to urządzenie elektryczne, za pomocą którego możemy przetwarzać prądy zmienne i uzyskiwać pożądane wartości napięcia i natężenia. Najprostszy transformator składa się z dwóch zwojnic, nawiniętych na wspólny rdzeń, wykonany ze stali miękkiej. Uzwojenie, które podłączamy do źródła prądu nazywamy uzwojeniem pierwotnym, natomiast uzwojenie z którego czerpiemy prąd – uzwojeniem wtórnym. Zasadę działania transformatora możemy opisać za pomocą równania:

$$p = \frac{n_2}{n_1} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2} \quad \text{gdzie: } U_2, U_1 \text{ oznaczają napięcia na uzwojeniach wtórnym i pierwotnym}$$

I_2, I_1 natężenia prądów w poszczególnych uzwojeniach
 p - nosi nazwę przekładni transformatora

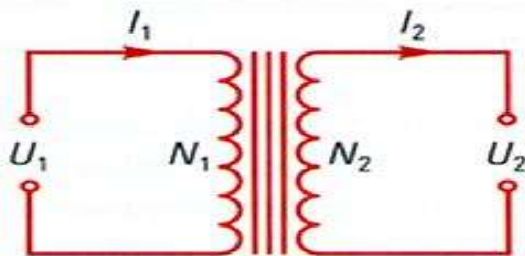


Budowa transformatora i zasada działania

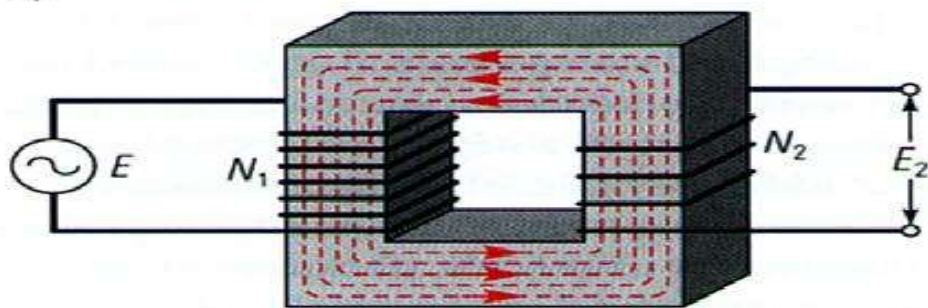
W transformatorze energia prądu elektrycznego zmienia się w energię pola magnetycznego. Zmienne pole magnetyczne rdzenia indukuje w uzwojeniu wtórnym prąd elektryczny. Parametry takie jak napięcie, natężenie zależą od liczby zwojów. Transformator działa tylko dla prądu zmiennego, ponieważ zjawisko indukcji wymaga zmian strumienia magnetycznego. Transformator może podwyższać natężenie prądu i jednocześnie obniżać napięcie, lub odwrotnie. Natomiast moc prądu w uzwojeniach pierwotnym i wtórnym jest w przybliżeniu równa (jeżeli nie ma dużych strat energii). Stosunek mocy po stronie wtórnej do mocy pobieranej przez transformator określa sprawność transformatora. Transformatory w większości mają sprawność powyżej 98% (co oznacza, że jedynie 2% energii jest tracone).



a)



b)



a)

U_1 – napięcie pierwotne

U_2 – napięcie wtórne

I_1 – natężenie pierwotne

I_2 – natężenie wtórne

N_1, N_2 – liczba zwojów

b)

N_1, N_2 – liczby zwojów

E_1, E_2 - energie



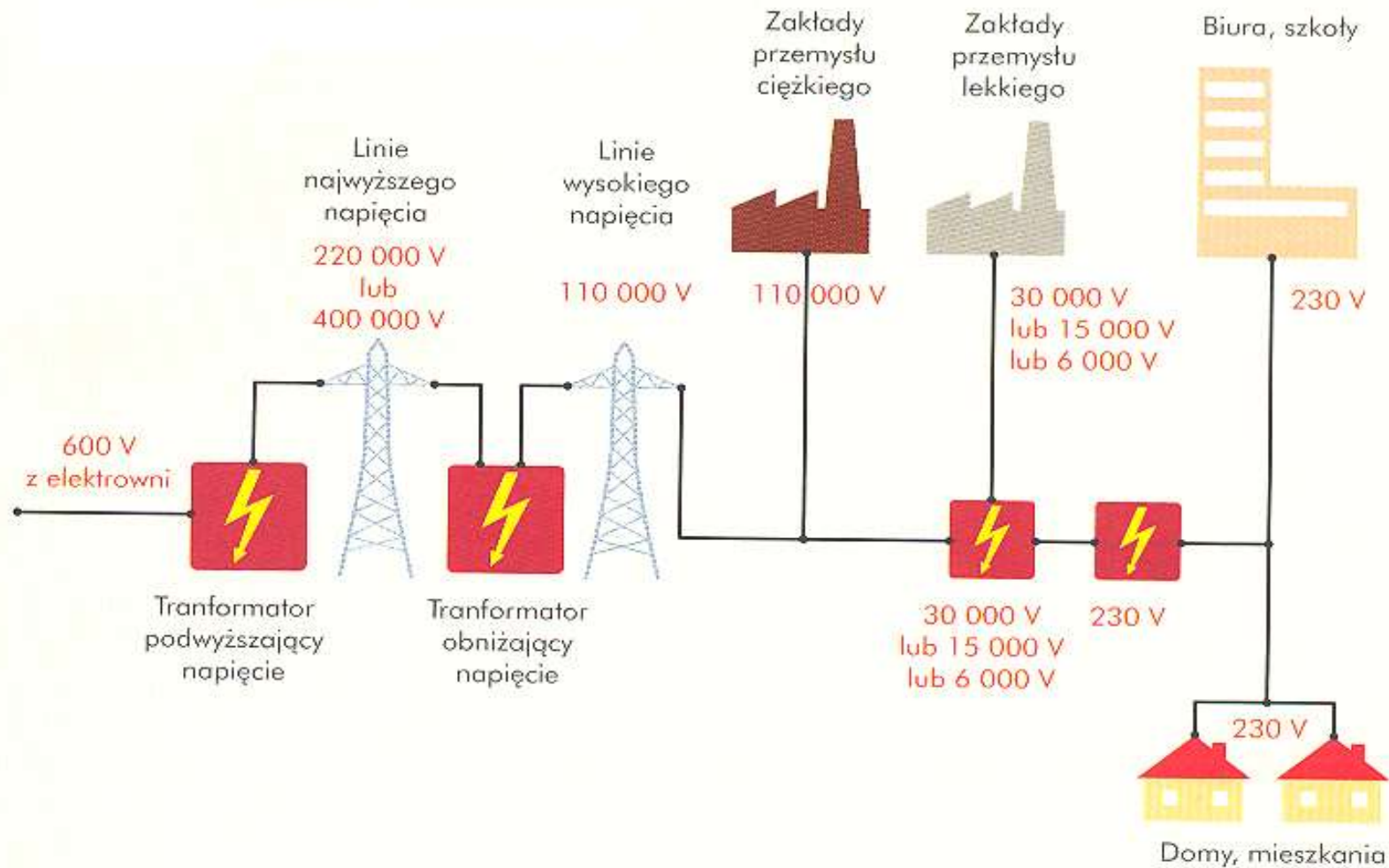
Transformatory w energetyce

Transformatory są konieczne do przesyłania energii elektrycznej na duże odległości. Energię elektryczną przesyłamy pod bardzo wysokim napięciem, a małym natężeniem prądu aby uniknąć dużych strat energii, gdyż prądy o dużym natężeniu płynąc w przewodniku wydzielają dużo ciepła. Prądnice w elektrowni wytwarzają najczęściej prąd o napięciu 600 V, który za pomocą transformatorów, jest podwyższany do napięcia 220 kV i 400 kV a następnie przesyłany liniami wysokiego napięcia. W stacjach transformatorowych napięcie obniża się do 110 kV dla dużych zakładów przemysłu ciężkiego oraz 30 kV, 15 kV i 6 kV dla zakładów przemysłu lekkiego a następnie do około 220 V. Prąd o takim napięciu trafia do naszych mieszkań.



Transformatory w energetyce

Przesyłanie energii elektrycznej



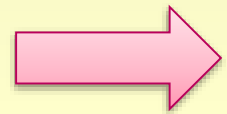
Transformatory w energetyce



Stacja transformatorowa (TRAFO) z transformatorem wysokiego napięcia.



Transformator uliczny przetwarzający napięcie z 15kV do 0,4 kV czyli 250 V.



Transformatory w energetyce



Transformatory energetyczne w celu lepszego chłodzenia mają obudowę radiacyjną i wypełnione są specjalnym olejem, który pełni rolę cieczy chłodzącej uzwojenia i rdzeń i jednocześnie poprawia warunki izolacji między obudową, a uzwojeniami.



Transformatory w elektronice

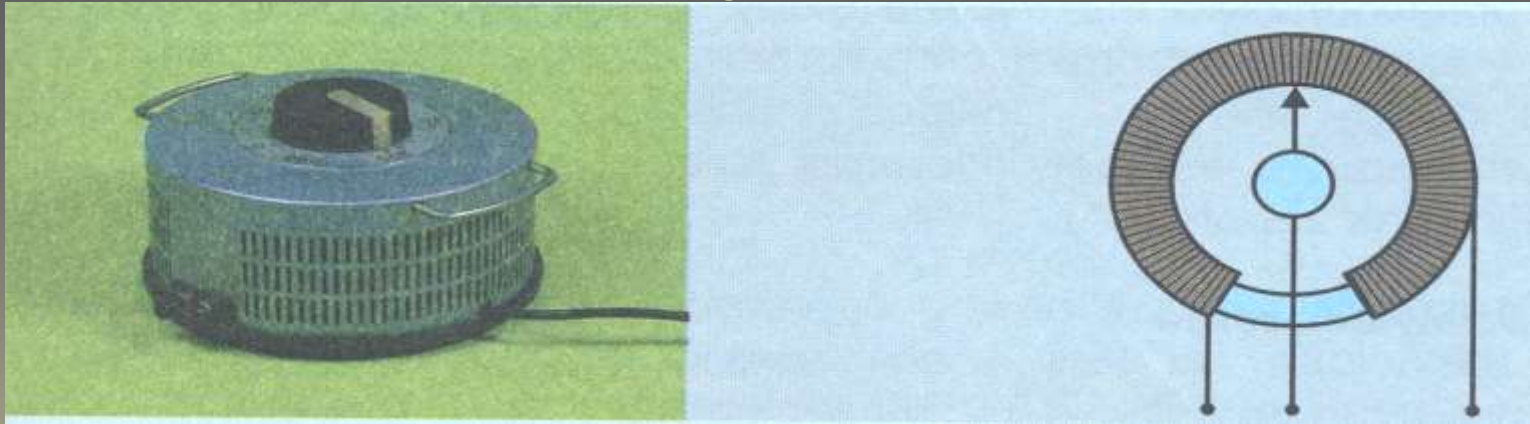
Transformatory powszechnie występują w różnych układach elektronicznych. Transformator stanowi podstawową część każdego zasilacza, zadaniem którego jest w większości przypadków obniżenie napięcia i zamiana prądu zmiennego na stały, lub zmienny o określonej częstotliwości.



Na zdjęciach przedstawiono zasilacze stosowane w różnych urządzeniach: radiomagnetofon, komputer, uniwersalny zasilacz do urządzeń elektronicznych. Transformatory w zasilaczach najczęściej obniżają napięcie do poziomu bezpiecznego 24V, 12V, 9V, 6V przez co zapobiegają porażeniu prądem elektrycznym.



Transformatory w elektronice



Na rysunku przedstawiono zdjęcie i schemat autotransformatora.

W praktyce laboratoryjnej używane są również autotransformatory. Mają one jedno uzwojenie, które używane jest jednocześnie jako pierwotne i wtórne. Uzwojenie to nawinięte jest na kolisty rdzeń i zaopatrzone w suwak. Dzięki temu możliwa jest płynna regulacja napięcia na wyjściu transformatora.

Transformatory w elektronice często przetwarzają prądy o częstotliwościach większych, niż 100 kHz. Dla tak dużych częstotliwości stosuje się rdzenie wykonane ze specjalnych materiałów – ferrytów. W układach elektronicznych transformatory i cewki indukcyjne pełnią różne funkcje. Często odpowiadają za przepuszczanie lub blokowanie prądów o określonym zakresie częstotliwości .



Transformatory w elektronice



Na obrazkach powyżej przedstawiono elementy indukcyjne o rdzeniach ferrytowych. Są to również transformatory stosowane do przetwarzania prądów wysokiej częstotliwości i selektywnego przepuszczania lub blokowania sygnałów o odpowiednich częstotliwościach. Takie elementy stosuje się w odbiornikach radiowych i telewizyjnych jako filtry do strojenia odpowiedniej częstotliwości, demodulacji sygnału który dociera do odbiornika, lub przeciwdziałaniu zakłóceniom



Na zdjęciu obok wewnątrz radioodbiornika z licznymi filtrami.



Transformatory stosowane do otrzymywania wysokich temperatur.



Transformatory wytwarzające prądy o dużych natężeniach używa się do zgrzewania, lutowania i spawania metali. Powszechnie znane spawanie łukowe metali wykonuje się za pomocą spawarki, której podstawową częścią jest transformator. Uzwojenie pierwotne tego transformatora zawiera bardzo dużo zwojów, natomiast wtórne składa się z kilku lub kilkunastu zwojów bardzo grubego drutu. Indukuje się w nim prąd o dużym natężeniu. Jeżeli końce tego uzwojenia zewrzymy, powstaje łuk elektryczny, którego temperatura osiąga 5000-6000 Kelwinów i jest w stanie roztopić większość metali. Podobną budowę ma także lutownica transformatorowa.



Transformatory stosowane do otrzymywania wysokich temperatur



Na zdjęciu przedstawiono lutownicę transformatorową. Uzwojenie wtórne tego transformatora składa się z kilku zwojów bardzo grubego płaskownika miedzianego, którego końce połączone są cieńszym drutem (grot). Po podłączeniu do prądu grot nagrzewa się do wysokiej temperatury, dzięki której możemy roztopić cynę i lutować.



Zadanie (zbiór zadań Eureka 2000)

Uzwojenie pierwotne transformatora zasilanego napięciem 220 V liczy 1100 zwojów. Obwód wtórny tego transformatora stanowi (jeden zwoj) ryjenka aluminiowa do której nalano 10 g wody o temperaturze 20 °C. Po włączeniu transformatora do sieci woda zawrzała po 42 s. Oblicz jakie było natężenie prądu w uzwojeniu wtórnym.

Dane:

$$U_1 = 220 \text{ V}$$

$$n_1 = 1100$$

$$n_2 = 1$$

$$m = 10 \text{ g} = 0,01 \text{ kg}$$

$$t = 42 \text{ s}$$

$$T = 20^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 100^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 80^\circ\text{C}.$$

$$C_w = 4200 \text{ J / kg } ^\circ\text{C}$$

Szukane:

$$I_2 = ?$$

Rozwiązanie:

Obliczamy napięcie w obwodzie wtórnym

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{U_2}{U_1}$$

$$U_2 = \frac{n_2 \cdot U_1}{n_1}$$

$$U_2 = \frac{1 \cdot 220 \text{ V}}{1100} = 0,2 \text{ V}$$

Energia prądu elektrycznego w obwodzie wtórnym zamienia się w ciepło potrzebne do ogrzania wody.

$$E = Q$$

$$U_2 \cdot I_2 \cdot t = m \cdot C_w \cdot \Delta T$$

$$I_2 = \frac{m \cdot C_w \cdot \Delta T}{U_2 \cdot t}$$

Po podstawieniu otrzymujemy wynik $I_2 = 400 \text{ A}$

Odp.: Natężenie prądu w obwodzie wtórnym wynosi 400A.

Transformatory wysokich napięć

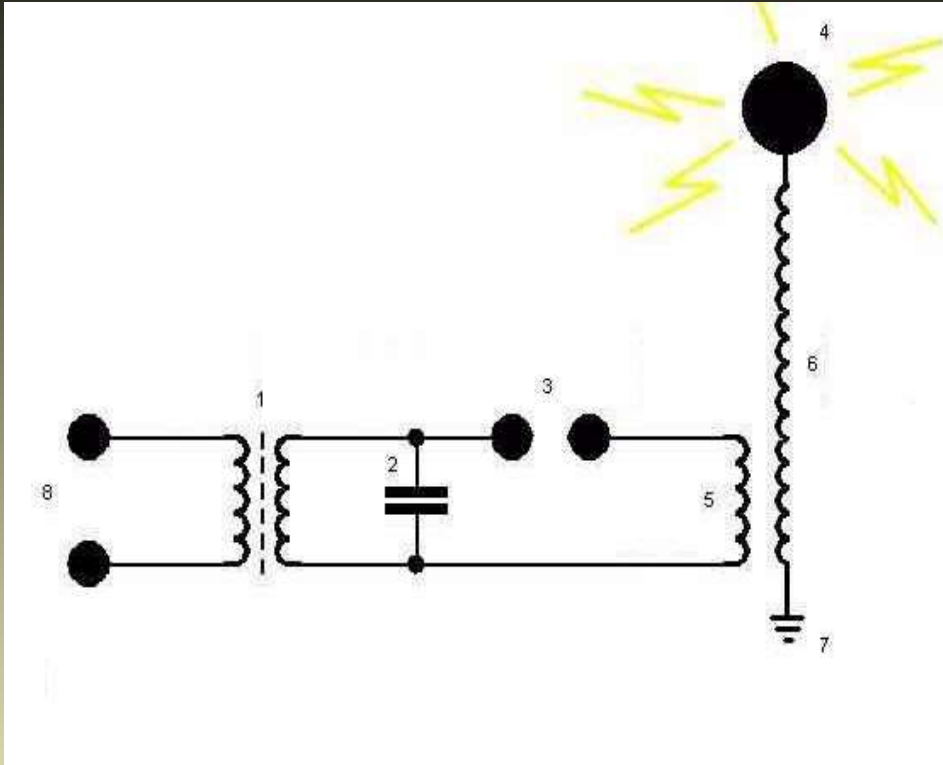
Transformator Tesli czyli jak zrobić 1000000V



Transformator Tesli jest urządzeniem elektrycznym, które wytwarza bardzo wysokie napięcia rzędu setek tysięcy a nawet milionów woltów. Przypomina to wyładowania atmosferyczne . Jest to transformator bezrdzeniowy (powietrzny), w którym uzwojenie wtórne jest obwodem rezonansowym. Generator zasilający uzwojenie pierwotne ma częstość drgań równą częstości rezonansowej uzwojenia wtórnego.



Schemat transformatora Tesli



1 - Transformator
zasilający (230V/10kV)

2 - Kondensator
wysokonapięciowy

3 - Iskrownik główny

4 - Terminal

5 - Uzwojenie
pierwotne
rezonansowe

6 - Uzwojenie wtórne
rezonansowe

7 - Uziemienie

8 - Zasilanie z sieci
220V

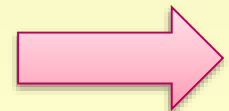


Transformatory wysokich napięć

Induktor Rumforda



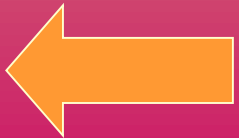
Induktor to transformator, służący do uzyskiwania wysokich napięć (od kilku do kilkunastu kilowoltów). Składa się ze stalowego rdzenia i dwóch cewek nawiniętych jedna na drugiej. Uzwojenie pierwotne zawiera kilkadziesiąt zwojów, natomiast wtórne miliony zwojów. Ciekawostką jest fakt, iż induktor może działać na prąd stały (baterie), gdyż zawiera odpowiedni przerywacz, który wywołuje zmiany natężenia prądu w obwodzie pierwotnym. Przy pomocy induktora można badać wyładowania elektryczne w gazach i próżni.



Transformatory wysokich napięć



W kineskopowych odbiornikach telewizyjnych i monitorach znajduje się transformator podwyższający napięcie do kilkunastu kilowoltów. Obwód wysokiego napięcia podłączony jest do lampy kineskopowej. To wysokie napięcie służy do przyspieszania elektronów w tej lampie. Uderzające w dodatnio naładowany ekran pokryty luminoforem, elektrony powodują jego świecenie i powstawanie obrazu.



Transformatory wysokich napięć



Transformatorem wysokiego napięcia jest również cewka zapłonowa, znajdująca się w każdym samochodzie, motocyklu. Umożliwia ona zapłon silnika spalinowego. Prąd stały z akumulatora, poprzez odpowiedni przerywacz dociera do uzwojenia pierwotnego tej cewki. W uzwojeniu wtórnym indukuje się wysokie napięcie, które cyklicznie dociera do świec zapłonowych, wytwarzających iskrę i zapalających mieszankę paliwa z powietrzem w silniku.



Zakończenie

Odkrycie transformatora i zjawiska indukcji elektromagnetycznej przez Faradaya miało ogromne znaczenie. To właśnie to odkrycie zainspirowało uczonych do dalszych badań na elektrycznością i magnetyzmem, przesyłaniem prądów między cewkami i obwodami na odległość. Wiele odkryć w tej dziedzinie dokonał wspomniany wcześniej Nikolas Tesla. W XIX wieku angielski fizyk James Maxwel przewidział istnienie fal elektromagnetycznych i sformułował równania tych fal. W 1887 r. niemiecki fizyk Heinrich Hertz potwierdził tą teorię doświadczalnie budując obwody które wysyłały i odbierały fale elektromagnetyczne. Umożliwiło to bezprzewodową łączność, bez której dzisiaj nie wyobrażamy sobie życia.



PREZENTACJĘ WYKONAŁ:

Adrian Pańczyk

Uczeń Publicznego Gimnazjum w Złotnikach

Klasa: III b

