

## CZĘŚĆ IV.

# Przemiany energii w obwodach prądu elektrycznego.

### ROZDZIAŁ XVIII.

#### Uwagi ogólne, dotyczące przemian energii, jakie zachodzą w obwodzie prądu elektrycznego.

Gdy prąd elektryczny przebiega po obwodzie, to zawsze wokoło tego obwodu zachodzą przemiany energii. Mianowicie energia w pewnej postaci znika, a powstaje w innej, lub też postać energii pozostaje bez zmiany, lecz energia znika w pewnym miejscu, a powstaje w innym.

Pomiędzy energią znikającą i energią powstającą prąd elektryczny odgrywa rolę pośrednika.

Mówimy zwykle, że energia dopływająca z zewnątrz do obwodu i znikająca w nim, wytwarza pracę prądu elektrycznego. Skutkiem zaś tej pracy prądu powstają i wydzielają się na zewnątrz obwodu inne postacie energii.

Ze wszystkich przemian energii, zachodzących w obwodzie prądu elektrycznego, wyróżniamy ciepło Joule'a; ilość tego ciepła, proporcjonalna do drugiej potęgi natężenia prądu, jest niezależna od kierunku prądu elektrycznego. Wszystkie inne przemiany energii zmieniają swój znak przy zmianie kierunku prądu; gdy przy jednym kierunku prądu pewna energia jest pochłaniana, to przy odwrotnym prądzie wydzielą się. Ilość energii wydzielona lub pochłonięta w przemianach energii tego rodzaju jest proporcjonalna do pierwszej potęgi natężenia prądu.

Jak wiemy z poprzednich rozdziałów, praca prądu w czasie  $dt$ , wytwarzająca ciepło Joule'a, wyraża się wzorem:

$$i^2 \cdot r \cdot dt,$$

gdzie  $i$ —natężenie prądu w chwili  $t$ , a  $r$ —oporność omowa obwodu.

Pracę zaś, wytwarzającą lub pochłaniającą energję w innych przypadkach przedstawiamy w postaci iloczynu:

$$= E_t i_t d t,$$

gdzie  $E_t$ —siła elektromotoryczna,  $i_t$ —natężenie prądu w chwili  $t$ .

Jeżeli zaś chodzi o pracę prądu, wykonaną w jakiejkolwiek części obwodu w czasie  $d t$ , to wyrażamy ją najczęściej wzorem:

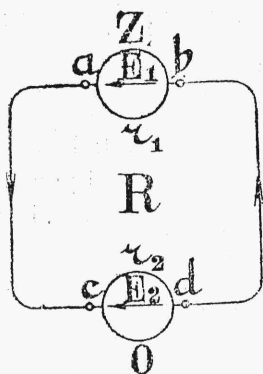
$$v_t \cdot i_t \cdot d t,$$

gdzie  $v_t$  oznacza napięcie na końcach tej części obwodu w chwili  $t$ , a  $i_t$ —natężenie prądu, jednakowe na całej długości tej części obwodu.

Ogólny przypadek przemian energii, zachodzących w obwodzie prądu elektrycznego, przedstawić możemy w sposób następujący.

Weźmy na uwagę obwód (rys. 159), gdzie  $Z$  jest to źródło prądu, t. j. przyrząd, w którym energia w pewnej postaci wytwarza pracę prądu,  $O$ —odbiornik prądu, t. j. przyrząd, w którym skutkiem pracy prądu wytwarza się energia.

Niech będzie  $E_1$  siła elektromotoryczna źródła prądu,  $E_2$ —siła elektromotoryczna w odbiorniku,  $r_1$ —opór wewnętrzny źródła prądu,  $r_2$ —opór wewnętrzny odbiornika,  $R$ —opór przewodników, łączących odbiornik ze źródłem prądu,  $v_1$ —napięcie na końcówkach źródła prądu  $a, b$ ,  $v_2$ —napięcie na końcówkach odbiornika  $c, d$  i wreszcie  $i$ —natężenie.



Rys. 159

Całkowitą moc prądu, wytworzoną w źródle, wyrażamy wzorem:

$$E_1 \cdot i.$$

Część tej mocy, z powodu oporności omowej tego źródła, zamieni się na ciepło wewnątrz źródła prądu, a mianowicie:

$$i^2 \cdot r_1.$$

Do obwodu zewnętrznego względem źródła prądu przejdzie moc:

$$E_1 i - i^2 r_1.$$

Moc prądu w części obwodu  $a c d b$  może być wyrażona inaczej iloczynem:

$$v_1 i.$$

Tym sposobem:

$$v_1 i = E_1 i - i^2 r_1.$$

Dzieląc równanie powyższe przez  $i$ , otrzymamy:

$$v_1 = E_1 - i r_1.$$

Iloczyn  $i r_1$  nazywamy spadkiem napięcia wewnątrz źródła prądu. Wzór powyższy wskazuje, że napięcie na końcówkach źródła prądu jest zawsze o ten spadek napięcia mniejsze od siły elektromotorycznej tego źródła. Stąd wynika, że przy:

$$i = 0, v_1 = E_1.$$

W przewodnikach, łączących źródło prądu z odbiornikiem, wytwarza się ciepło. Moc równoważna ilości ciepła, które wytwarza się w jednostce czasu, przedstawia wzór:

$$i^2 \cdot R.$$

Odbiornik otrzymuje tylko:

$$v_1 i - i^2 R = v_2 i.$$

Dzieląc zaś to równanie przez  $i$ , będziemy mieli:

$$v_1 - i R = v_2,$$

gdzie  $i R$  stanowi tak zwany spadek napięcia w przewodach.

Oczywiście, gdy  $i = 0$ :

$$v_1 = v_2.$$

Z tej mocy prądu, która dostaje się do odbiornika, jeszcze część jej wytwarza ciepło w samym odbiorniku pod wpływem jego oporu omowego  $r_2$ . Reszta mocy:

$$v_2 i - i^2 r_2$$

wytwarza energję, której moc wyrażamy wzorem:

$$E_2 i,$$

więc:

$$E_2 i = v_2 i - i^2 r_2.$$

Dzieląc to równanie przez  $i$  otrzymamy:

$$E_2 = v_2 - i r_2,$$

skąd:

$$v_2 = E_2 + i r_2.$$

Wzór ten wskazuje, że napięcie na końcówkach odbiornika jest większe od siły elektromotorycznej w odbiorniku o spadek napięcia  $i r_2$  wewnątrz odbiornika.

Przy  $i = 0$ ,

$$v_2 = E_2.$$

Zestawiając wszystkie poprzednie wzory przy  $i = 0$ , otrzymamy:

$$E_1 = v_1 = v_2 = E_2,$$

czyli:

$$E_1 = E_2.$$

Jeżeli w obwodzie zamkniętym (rys. 143) siły elektromotoryczne źródła prądu i odbiornika równoważą się, to prąd nie płynie.

Skoro zaś prąd zaczyna płynąć w kierunku siły elektromotorycznej  $E_1$ , to z poprzednich równań łatwo zauważyć, że  $E_1 > E_2$ . Wtedy następują omawiane powyżej przemiany energii i wogóle ruch energii.

W przypadkach wyjątkowych odbiorniki mogą nie posiadać siły elektromotorycznej, pozostaje w nich wtedy tylko opór omowy  $r_2$  i w takich odbiornikach wydzielać się może tylko ciepło lub takie postacie energii, które są w ścisłym związku z energją cieplną.