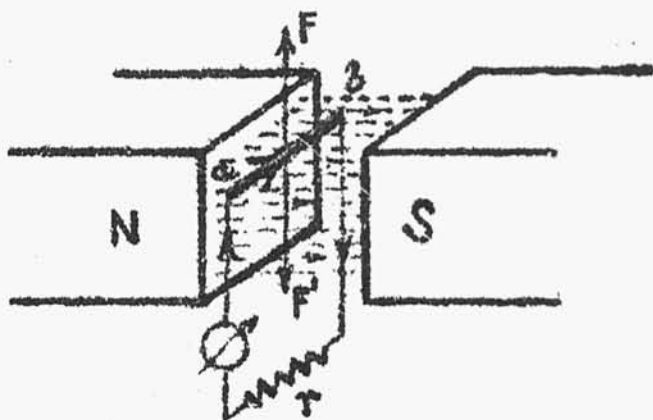


R o z d z i a ł I.

PRĄDNICE PRĄDU STAŁEGO .

1. Zasada budowy.

Zasada budowy wszystkich prądnic jest oparta na powstawaniu prądów indukowanych przy ruchu względnym przewodnika i pola magnetycznego.



Rys. 1.

Gdy przewodnik *ab*, rys.1, porusza się w polu magnetycznym *NS* w kierunku z dołu do góry t.j. w ten sposób aby przecinał linie pola magnetycznego, to w nim powstanie siła elektromotoryczna, która trwa tak długo jak długo zaszedzi ruch. Kierunek siły określa reguła ręki prawej: k i e r u n e k s i ł y i n -

dukowanej jest zgodny z kierunkiem czterech palców, o ile palec gruby wskazuje kierunek ruchu przewodnika, a dłoń jest zwrócona do bieguna północnego / N /.

Jeżeli przewodnik ab połączymy z obwodem zewnętrznym zjawi się w nim prąd, którego wielkość określa prawo Ohm'a

$$J = \frac{E}{R} \quad /1/$$

gdzie E - siła elektromotoryczna indukowana, R - całkowity opór obwodu zamkniętego.

Wielkość siły elektromotorycznej określa wzór Maxwell'a

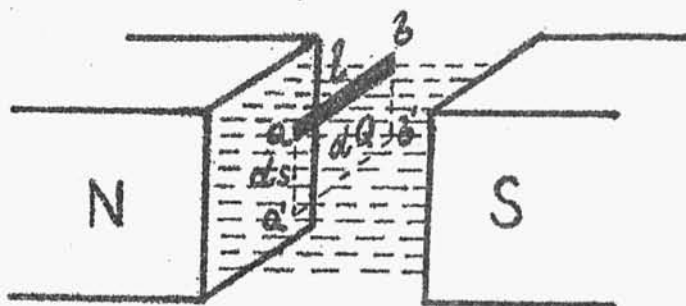
$$E = - \frac{d\phi}{dt} \quad \text{jedn. el-magnet.} \quad /2/$$

jest to szybkość zmiany strumienia magnetycznego w danej chwili; inaczej jest to wielkość strumienia magnetycznego jaki przetnie jednostka długości przewodnika w czasie dt. Znak minus oznacza tu reakcyjne działanie siły indukowanej, bo jak udowodnił Lentz : w obwodzie zamkniętym, poruszającym się w polu magnetycznym powstaje prąd przeciwdziałający ruchowi. Prąd ten nazywamy prądem indukowanym, a jego kierunek jest zgodny z

kierunkiem siły elektromotorycznej.

Siła indukowana powstaje nie tylko gdy zachodzi ruch przewodnika w polu magnetycznym, powstaje i w przewodniku nieruchomym o ile pole jest w ruchu /t.zn., że pole jest zmienne w przestrzeni bądź w czasie/.

Niech przewodnik ab , rys.2, o długości l cm. porusza się w jednostajnym polu magnetycznym $/B = \text{const}/$ i niech po upływie czasu dt zajmie położenie $a'b'$, przechodząc drogę ds , wówczas płaszczyzna wyznaczona



Rys. 2.

przez przewodnik będzie:

$$dQ = l \cdot ds$$

Strumień jaki zostanie przecięty przez przewodnik w czasie dt

$$d\phi = B \cdot dQ = B \cdot l \cdot ds$$

Ponieważ

$$E = \frac{d\phi}{dt}$$

/znak minus pominięto, gdyż chodzi tu o wartości bezwzględne/, więc

$$E = \frac{B \cdot l \cdot ds}{dt}$$

a wiedząc, że

$$\frac{ds}{dt} = v$$

jest szybkością ruchu przewodnika w polu, mamy

$$E = B \cdot l \cdot v \quad \text{jedn. el-magnet.} \quad /3/$$

czyli indukowana siła elektromotoryczna jest w prostym stosunku do indukcji magnetycznej $/B/$, długości roboczej $/$ część będąca w sferze pola magnetycznego $/$ przewodnika i szybkości linjowej przewodnika $/v/$, poruszającego się w polu magnetycznym.

W jednostkach praktycznych wielkość siły elektromotorycznej wyrazi się

$$E = B \cdot l \cdot v \cdot 10^{-8} \quad \text{woltów} \quad /4/$$

Z reguły Lentz'a wynika, że na ruchomy przewodnik ab , rys.1, działa elektromagnetyczna siła F' , zwrócona wbrew ruchowi przewodnika i dla utrzymania ruchu jednostajnego potrzebna będzie siła

$$F = -F'$$

zwrócona w kierunku ruchu. Siłę F dostarcza silnik napędowy, poruszający prądnice.

Praca siły F będzie $F \cdot s$ o ile s - jest drogą przebytą, przez punkt przyłączenia siły F , w jej kierunku. Z prawa Biot'a i Savart'a wiemy, że siła oddziaływania pola magnetycznego na przewodnik z prądem, poruszający się prostopadle do kierunku linii pola, wynosi

$$F' \approx B \cdot l \cdot J \quad j. bezwzg. \quad /5/$$

gdzie B - indukcja pola magnetycznego wyrażona w gaussach
l - długość robocza przewodnika w cm., J - natężenie prądu w jedn. el-magnet.

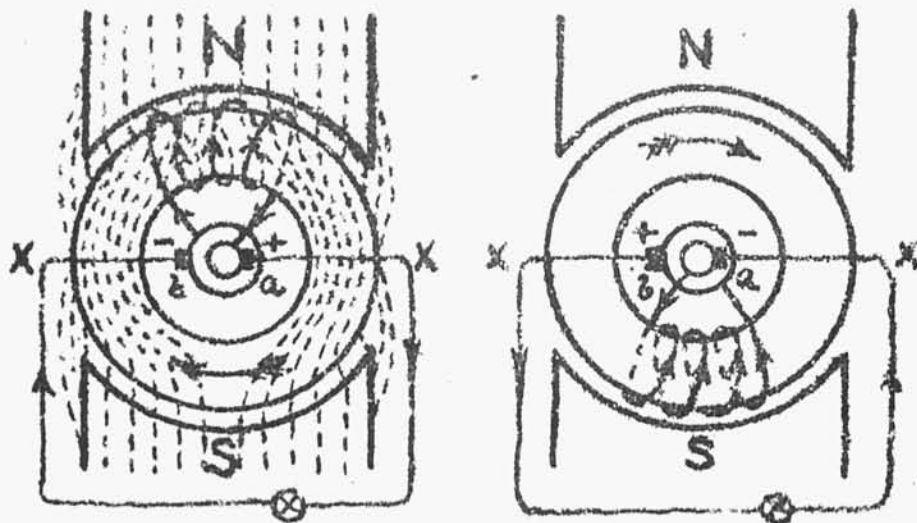
Wobec tego

$$F \cdot s \approx B \cdot l \cdot J \cdot s \approx B \cdot l \cdot J \cdot v \cdot t \approx E \cdot J \cdot t \quad /6/$$

Wzory powyższe wskazują na równoważność mechanicznej pracy siły, poruszającej przewodnik z pracą prądu elektrycznego. Gdy maszynę więcej obciążamy, czyli bierzemy z niej większy prąd, większa musi być siła F, poruszająca prądnice. Obciążenie prądnicy odbywa się przez zmniejszenie jej oporu r obwodu zewnętrznego, rys.1 Granicę obciążenia maszyny wyznacza jej temperatura, która ciągle wzrasta w miarę wzrostu obciążenia, gdyż jak wiemy wielkość wytwarzanego się ciepła jest proporcjonalna do kwadratu prądu. Praktyczne normy dopuszczalnego grzania się maszyn elektrycznych ustalone są w ten sposób, aby izolacja przewodów nie uległa uszkodzeniu.

Ze wzoru 3-go widzimy, że aby zwiększyć siłę elektromotoryczną maszyny musimy zwiększać wielkości: B, l i v ; wobec tego, że indukcja B - jest ograniczona właściwościami /nasyceniem/ żelaza biegunów magnetycznych, v - jest ograniczona wielkością sił odśrodkowych przy ruchu wirowym, powiększenie siły elektromotorycznej odbywa się przez zwiększenie długości przewodnika l.

W prądnicach przewodniki /izolowane/ związany w swojnice i umieszczamy zwykle na bębnie żelaznym, zwanym twornikiem /wirnik/, który, za pomocą maszyny napędowej, obracamy w polu magnetycznym magnesów stałych lub częściej elektromagnesów.



Rys. 3.

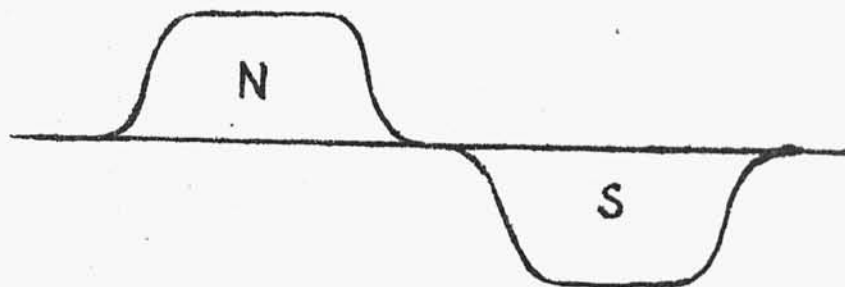
Na rys.3, przedstawiony jest twornik pierścieniowy, wynaleziony niezależnie przez Pacinotti'ego i Gramme'a. Aby z tego twornika otrzymać prąd elektryczny należy końce przewodników dołączyć do dwóch pierścieni metalowych, osadzonych na wspólnym wale z twornikiem. Pierścienie te muszą być odizolowane od siebie i od wału. Odprowadzanie prądu z pierścieni odbywa się za pomocą t.zw. szczotek "a" i "b", metalowych lub węglowych.

Kierunek siły elektromotorycznej i prądu znaj-



dujemy z reguły "prawej ręki". Widzimy, że gdy zwojnica znajduje się np. pod biegunem północnym /N/, to siła elektromotoryczna jak też i prąd posiada kierunek taki, że przez szczotkę "a" prąd wychodzi /szczotka dodatnia/, zaś przez szczotkę "b" wchodzi do maszyny /szczotka ujemna/. Po upływie pół obrotu kierunek siły elektromotorycznej i prądu odwraca się, a szczotki zmieniają znaki na odwrotne.

Siła elektromotoryczna, napięcie i prąd otrzymane tą drogą, posiadają charakter zmienny. Załączony

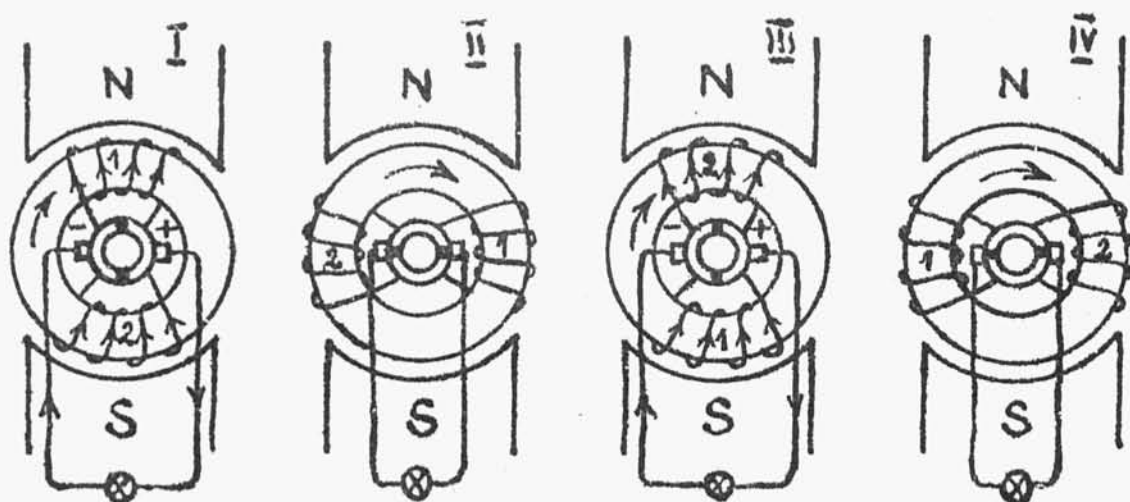


Rys. 4.

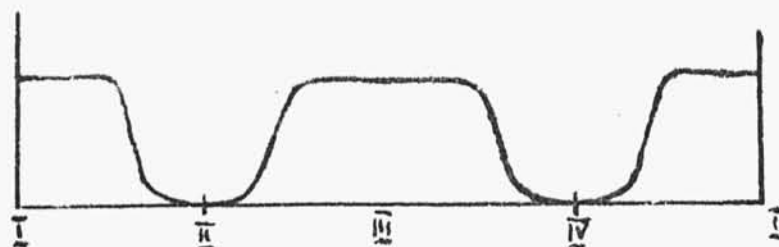
rys. 4, przedstawia zmienność tych wielkości w czasie. Co każde pół obrotu twornika prąd dochodzi do wartości maksymalnej /położenie pod biegunami/ różnych znaków, przechodząc w strefie między biegunami, czyli w strefie obojętnej xx przez zero. Taki prąd nazywamy p r ą d e m z m i e n n y m .

Aby z maszyny otrzymać p r ą d s t a ł y , a ściślej mówiąc jednokierunkowy, zamiast dwóch pierś-

cieni umieszczamy jeden, dzielony na tyle równych części, ile zwojnic posiada twornik. Pierścień ten nazywany k o m u t a t o r e m , a jego części d z i a ł k a m i , przytem działki są od siebie jak również i od wału maszyny izolowane i osadzone na nim.



Rys. 5.



Rys. 6.

Rys.5, przedstawia cztery zasadnicze położenia twornika w polu magnetycznym, a rys.6 wykres odpowiednich wartości siły elektromotorycznej lub prądu w poszczególnych położeniach.