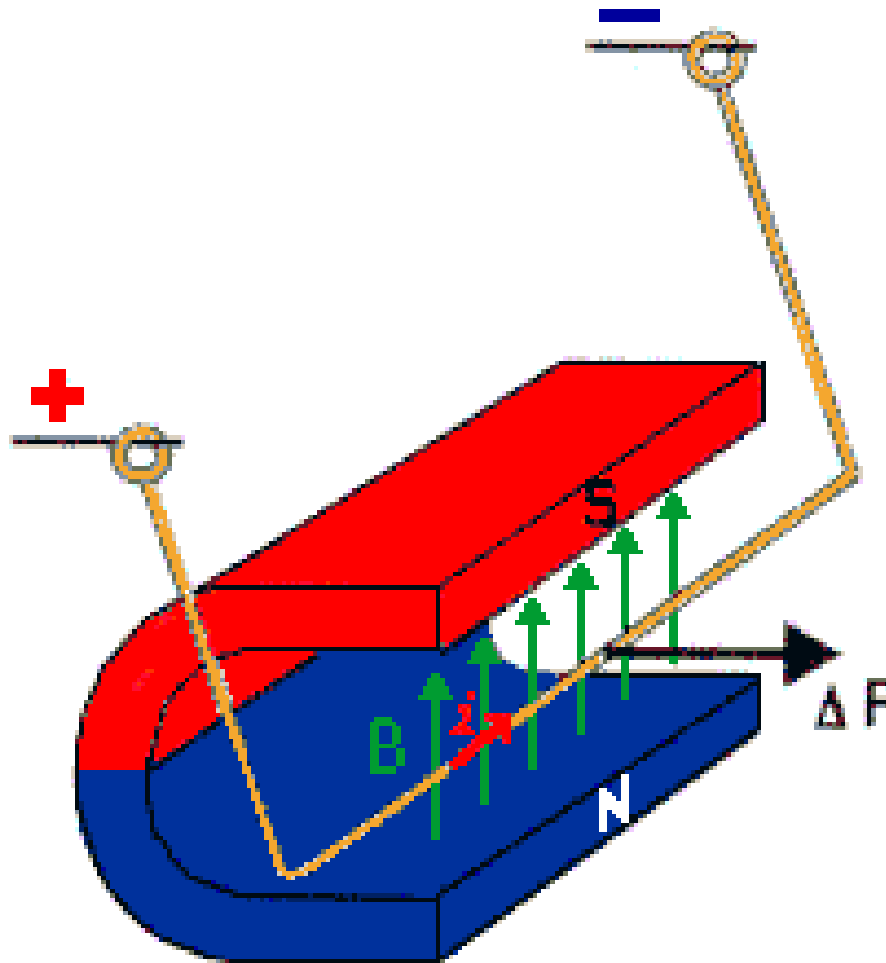


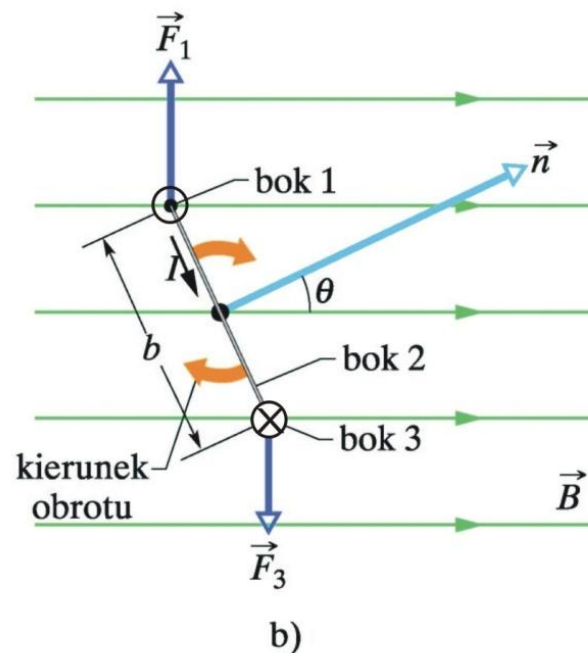
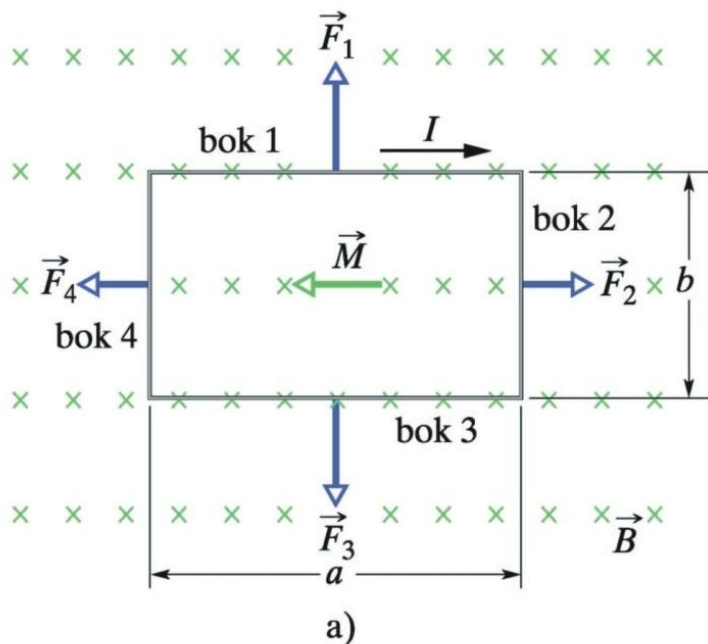
Maszyny i urządzenia elektryczne

Przewodnik z prądem w polu magnetycznym



Umowny kierunek przepływu prądu elektrycznego odpowiada kierunkowi ruchu ładunków dodatnich

Moment siły działający na ramkę z prądem



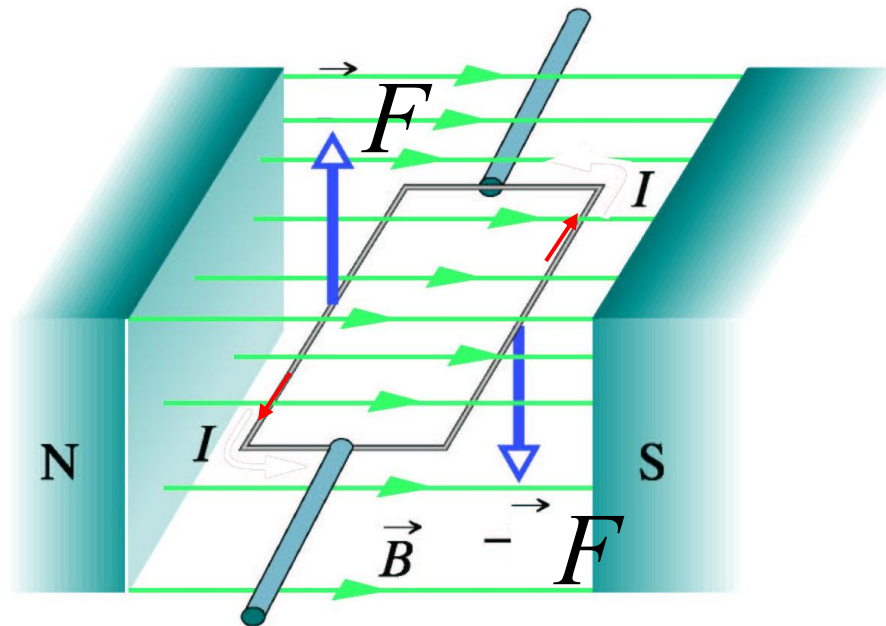
Prostokątna ramka długości a i szerokości b , w której płynie prąd o natężeniu I , jest umieszczona w jednorodnym polu magnetycznym. Moment siły $\vec{M}$ usiłuje ustawić wektor normalny $\vec{n}$ wzdłuż linii pola.

$$\vec{F}_2 = IBb \sin(90^\circ - \theta)$$

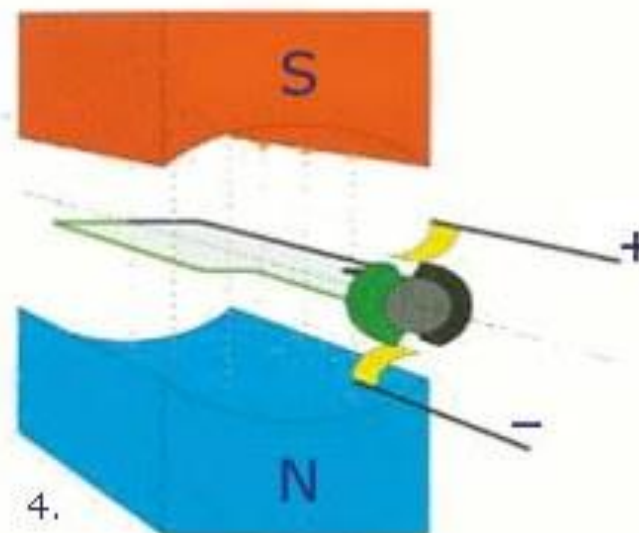
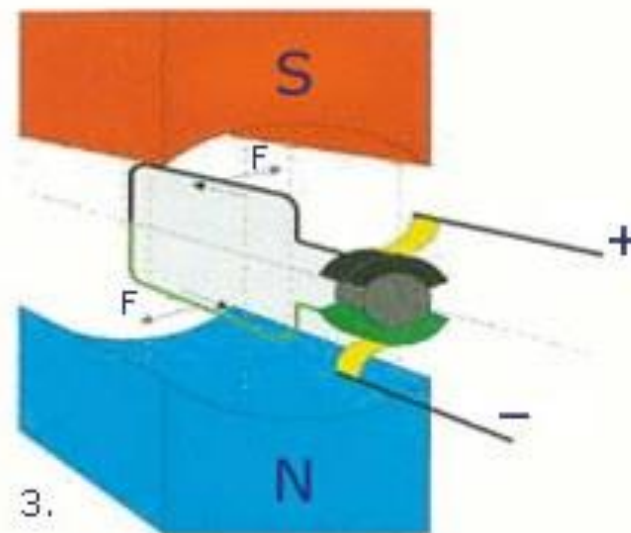
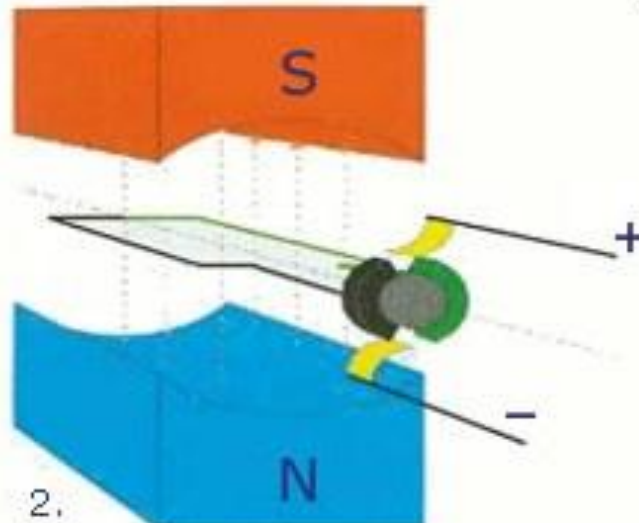
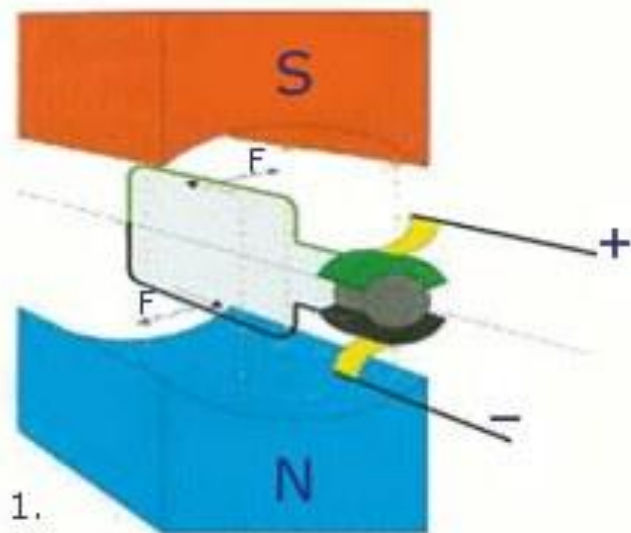
$$|\vec{F}_2| = |\vec{F}_4|$$

$$M = 2IBa \frac{b}{2} \sin \theta = IBab \sin \theta$$

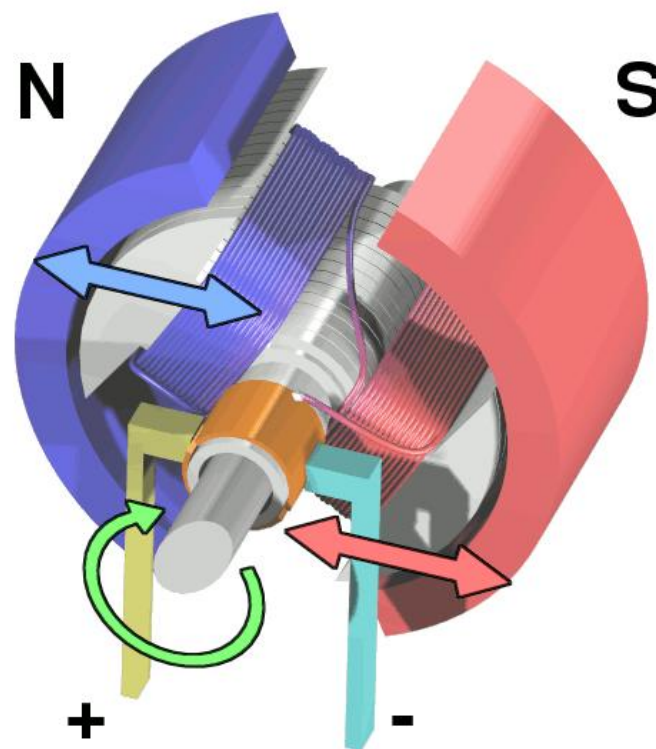
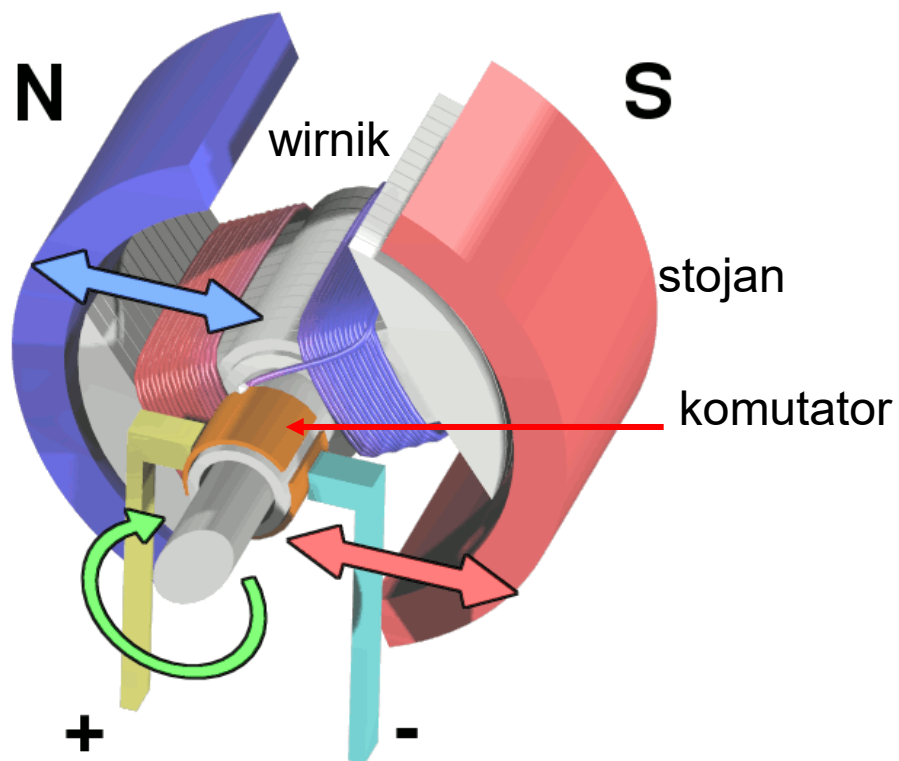
Silnik elektryczny



Silnik komutatorowy prądu stałego

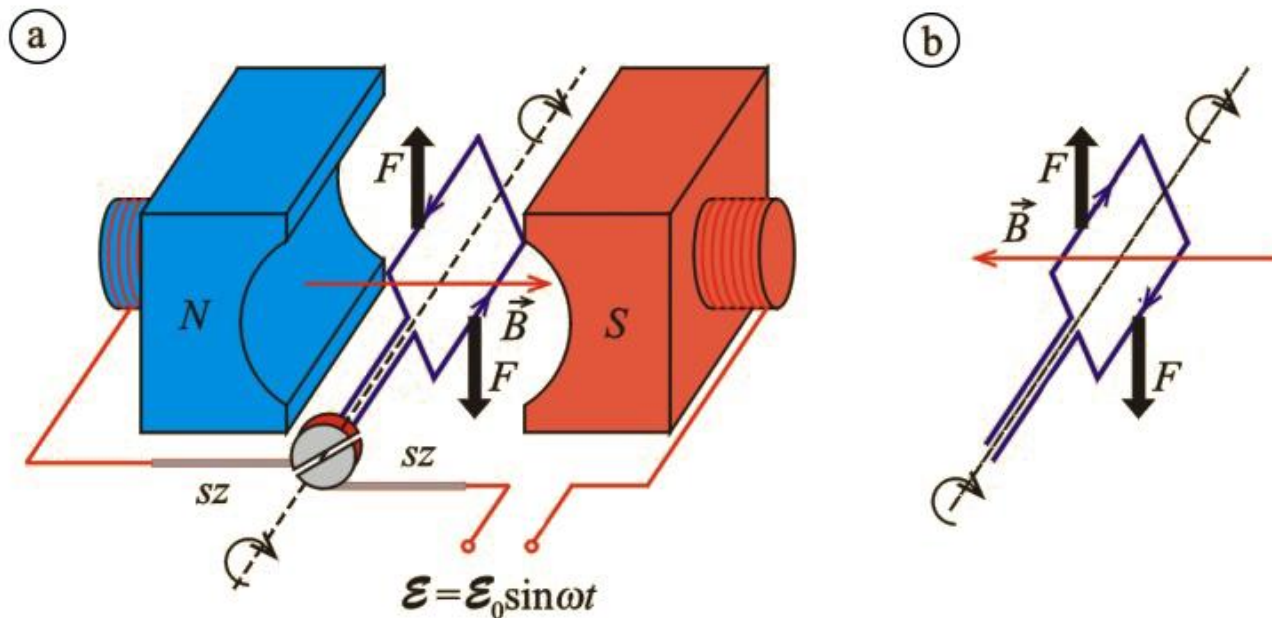


Silnik komutatorowy prądu stałego - budowa



Silniki prądu przemiennego

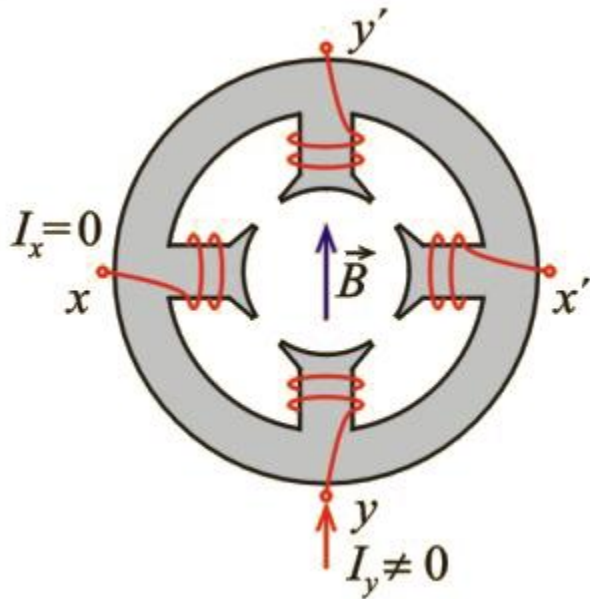
Silnik komutatorowy



Budowa jest bardzo podobna do budowy silnika na prąd stały. W stojanie mamy elektromagnes zasilany tym samym prądem przemiennym co wirnik. Jego uzwojenie jest połączone w szereg z ramką wirnika. Taki chwilowy kierunek przepływu prądu powoduje skręcanie ramki wirnika w kierunku oznaczonym zgiętą strzałką. Przy odwróceniu kierunku prądu zmienia się również – na przeciwny – kierunek pola magnetycznego i w efekcie ramka obraca się w dalszym ciągu w tym samym kierunku co poprzednio. Mimo że prąd przemienny ciągle zmienia kierunek swojego przepływu, wirnik ciągle się obraca w tym samym kierunku.

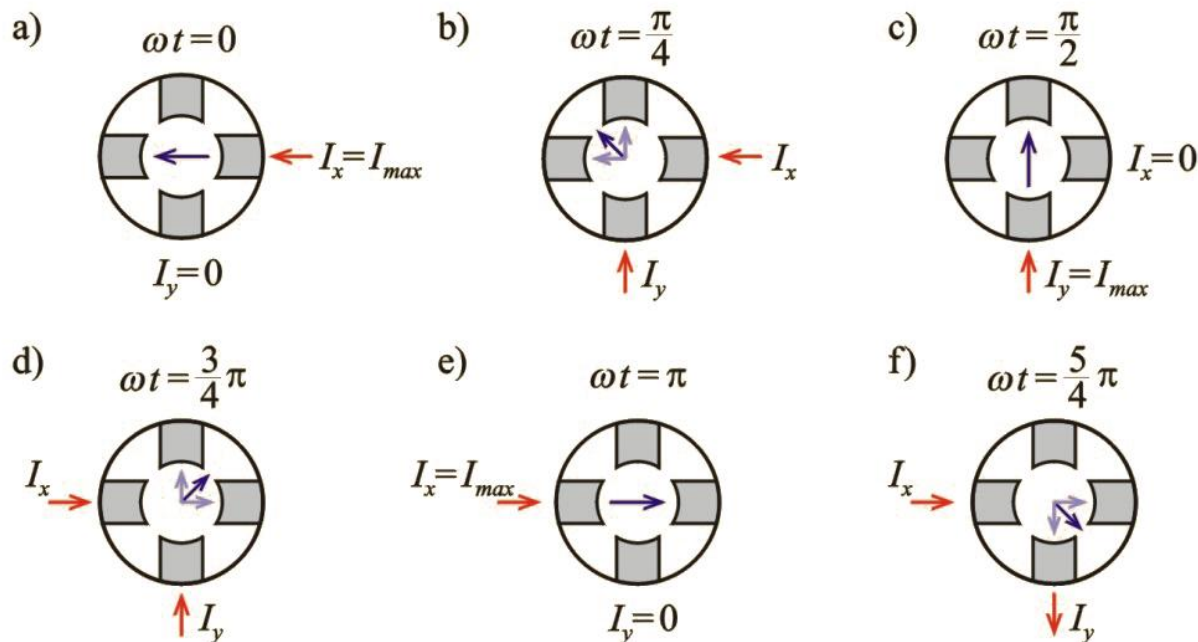
Silnik bezkomutatorowy

(z wirującym polem magnetycznym)



stojan

Stojan silnika ma cztery uzwojenia połączone szeregowo parami: xx' i yy' . Jeżeli prąd przemienny płynie tylko przez uzwojenie yy' , to w pewnej chwili wektor indukcji pola magnetycznego B jest skierowany tak, jak na rysunku. Po pewnym czasie prąd zmienia zwrot na przeciwny, zmieni się więc na przeciwny zwrot wektora B . Wartość wektora B będzie się zmieniać wraz ze zmianami wartości natężenia prądu w uzwojeniu. Innymi słowy, wektor B będzie wykonywał drgania harmoniczne z taką samą częstotliwością jak prąd. Gdy prąd przemienny płynie tylko przez uzwojenie xx' , to drgania wektora B będą występowały wzdłuż kierunku xx' .



Kolejne fazy drgań prądu w uzwojeniach $xx'xx'$ i $yy'yy'$ odpowiadający im kierunek oraz zwrot wektora indukcji B.

Jeżeli oba uzwojenia – $xx'xx'$ i $yy'yy'$ – połączymy równolegle, to możemy przyjąć, że w tych uzwojeniach nie będzie przesunięcia fazowego między drganiami prądu - gdy w jednym uzwojeniu natężenie prądu będzie miało wartość zero, to i w drugim wystąpi prąd zerowy; jeżeli w jednym uzwojeniu prąd będzie maksymalny, to i w drugim będzie maksymalny. W każdej innej chwili natężenie prądu w obu uzwojeniach narasta jednocześnie i maleje jednocześnie. Zatem wypadkowy wektor indukcji pola magnetycznego ma kierunek wzdłuż dwusiecznej kąta między kierunkami $xx'xx'$ i $yy'yy'$ i wykonuje drgania harmoniczne. Jeżeli w jednym z uzwojeń prąd będzie przesunięty w fazie o $\phi=\pi/2$ (można to osiągnąć przez włączenie do tego uzwojenia odpowiednio dobranego kondensatora), to składowe wektora B nie będą zmieniać się jednocześnie, ale wystąpi między nimi takie samo przesunięcie fazowe $\pi/2$. W wyniku tego wektor wypadkowy będzie się obracał z częstością równą częstości drgań prądu. Powstanie **wirujące pole magnetyczne**. Mamy tu przypadek składania dwóch drgań prostopadłych. Koniec wektora porusza się po okręgu, tak jak punkt materialny pobudzony jednocześnie do drgań prostopadłych o jednakowych amplitudach przesuniętych w fazie o $\pi/2$.

Siniki bezkomutatoraowe – dwa główne typy:

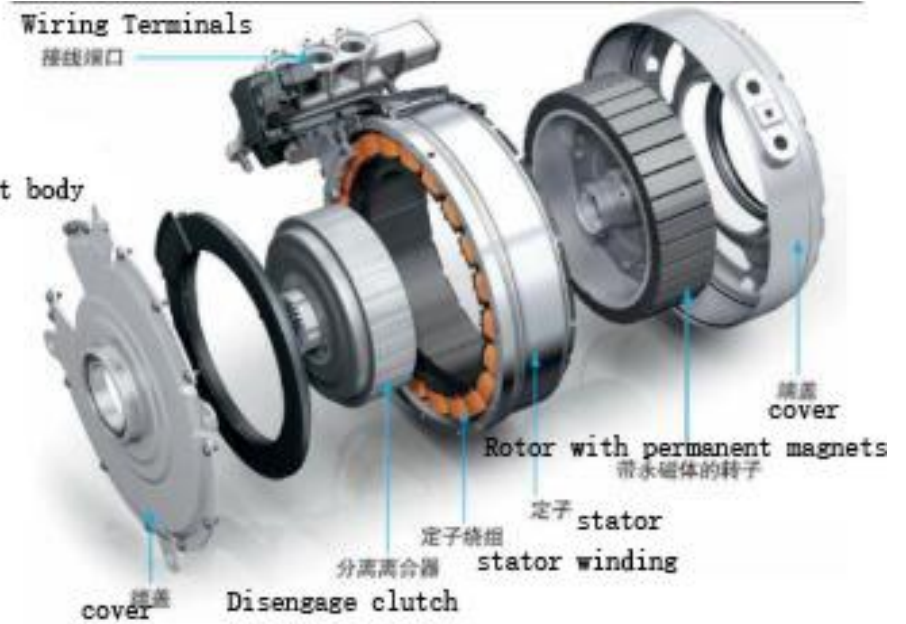
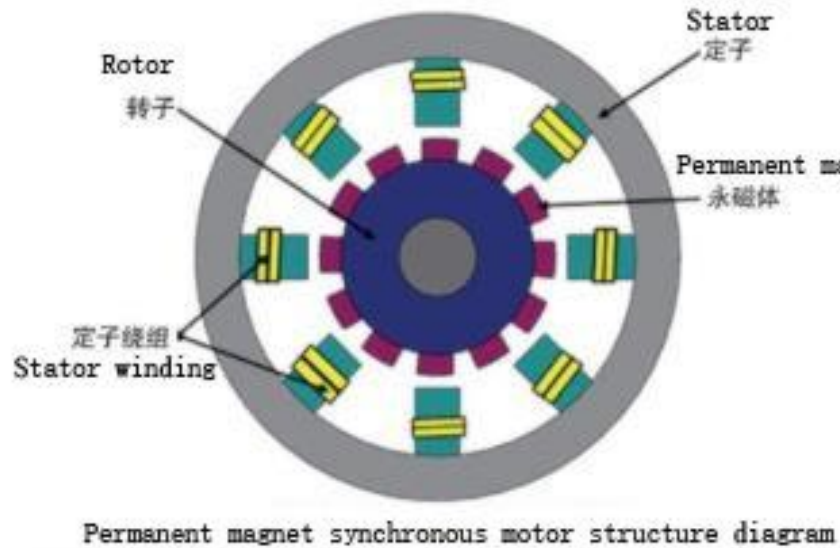
1. Silnik synchroniczny

Z pewnością znasz takie doświadczenie: gdy do igły kompasu zbliżymy biegun magnesu i będziemy zataczać nim koła, wówczas igła zacznie się kręcić, podążając za biegunem magnesu.

Podobny wynik otrzymamy, gdy zamiast ruchomego magnesu zastosujemy wirujące pole magnetyczne opisane wyżej. Gdy, na poprzednim rysunku, w miejscu wypadkowego wektora B umieścimy magnes stały (odpowiednik igły magnetycznej), otrzymamy rotor. Magnes ten będzie wirował; mógłby on zostać połączony przekładnią z jakimś urządzeniem, które ma się obracać.

W praktyce rotorem jest może być kolejne uzwojenie, mogące się obracać, zasilane prądem stałym.

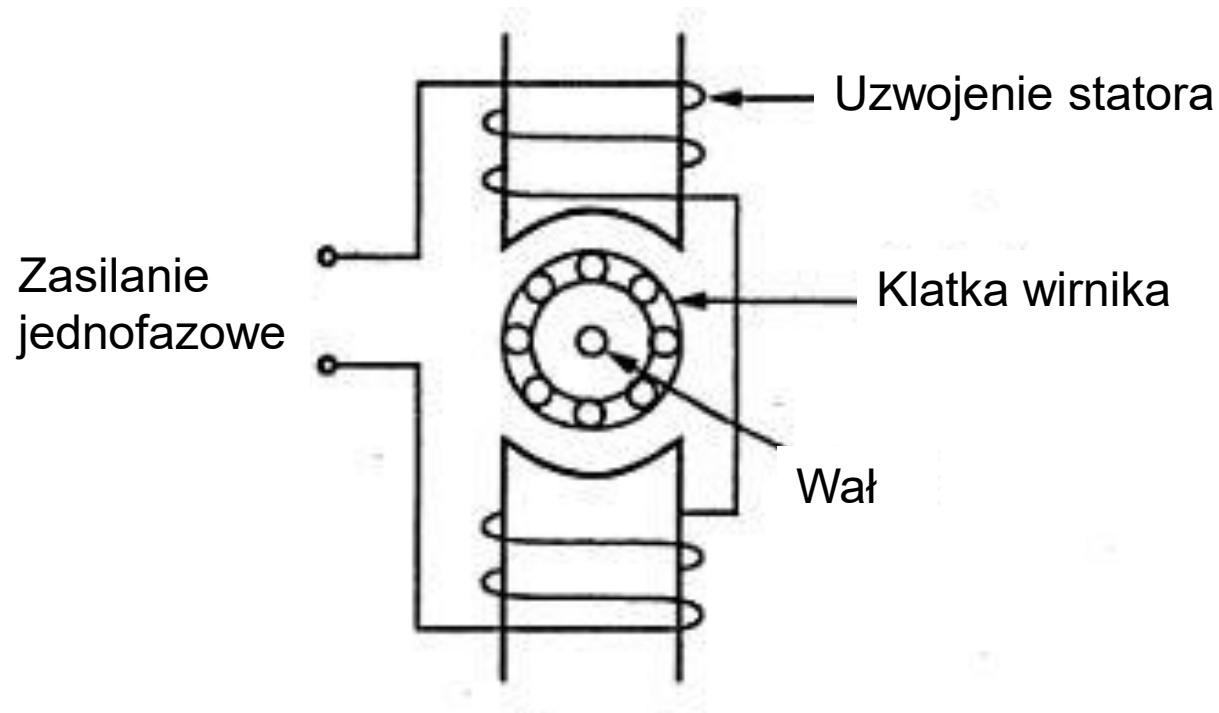
Budowa silnika synchronicznego



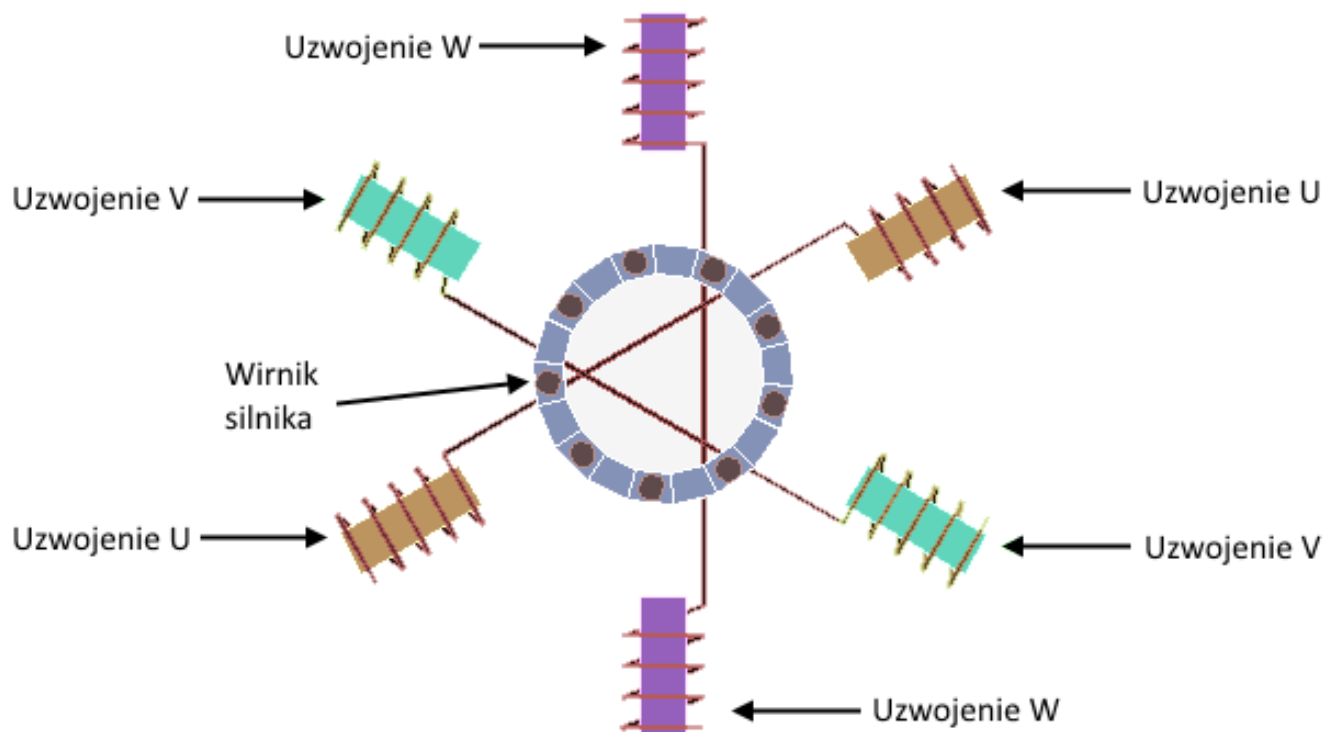
2. Silnik asynchroniczny (indukcyjny)

Rotor, w postaci uzwojenia zasilanego prądem z zewnątrz zastąpiony jest metalowym wirnikiem. Pole magnetyczne stojana, wirujące wokół tego wirnika, wzbudzi w nim przepływ prądu indukcyjnego. Ten prąd spowoduje, że rotor zacznie się coraz szybciej obracać, „doganiając” niejako wirujące pole magnetyczne stojana. Gdy prędkość kątowna rotora zbliży się do prędkości kątowej stojana, efekt indukcyjny osłabnie i rotor przestanie przyspieszać. Jest to możliwe tylko przy bardzo niewielkim (modelowo – zerowym) obciążeniu silnika; taki stan silnika nazywamy jego biegiem jałowym.

Jeżeli jednak silnik pracuje pod obciążeniem, wykonując pracę, to wirnik jest hamowany i obraca się wolniej niż pole magnetyczne stojana. Tym wolniej, im większe jest obciążenie silnika. Zatem częstość wirowania wirnika jest inna niż w przypadku magnetycznego pola wirującego. Dlatego właśnie te silniki noszą nazwę silników asynchronicznych.

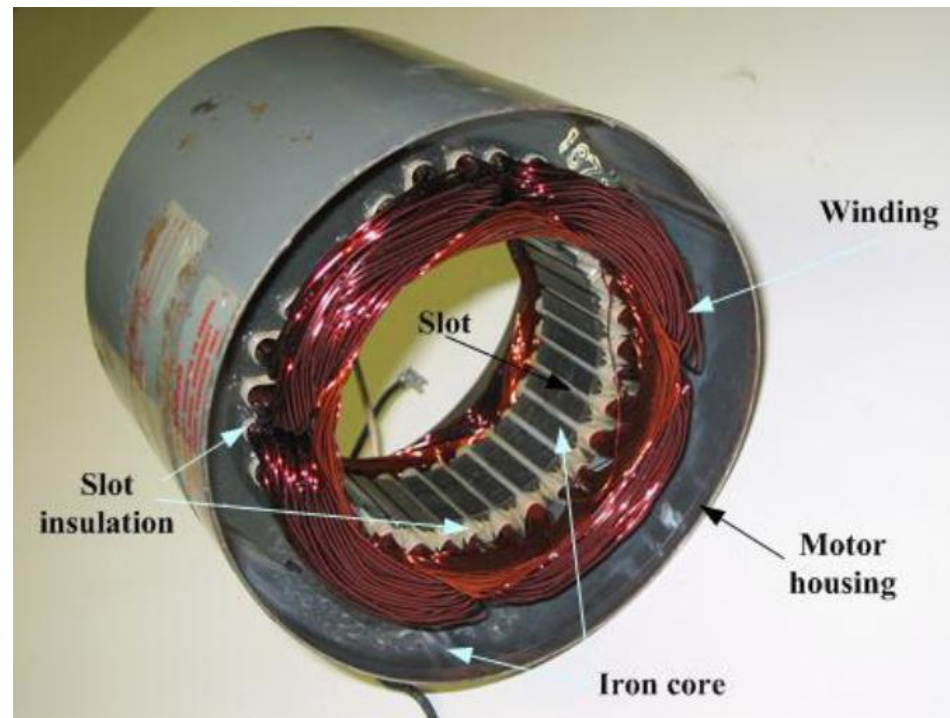


Schemat silnika indukcyjnego jednofazowego

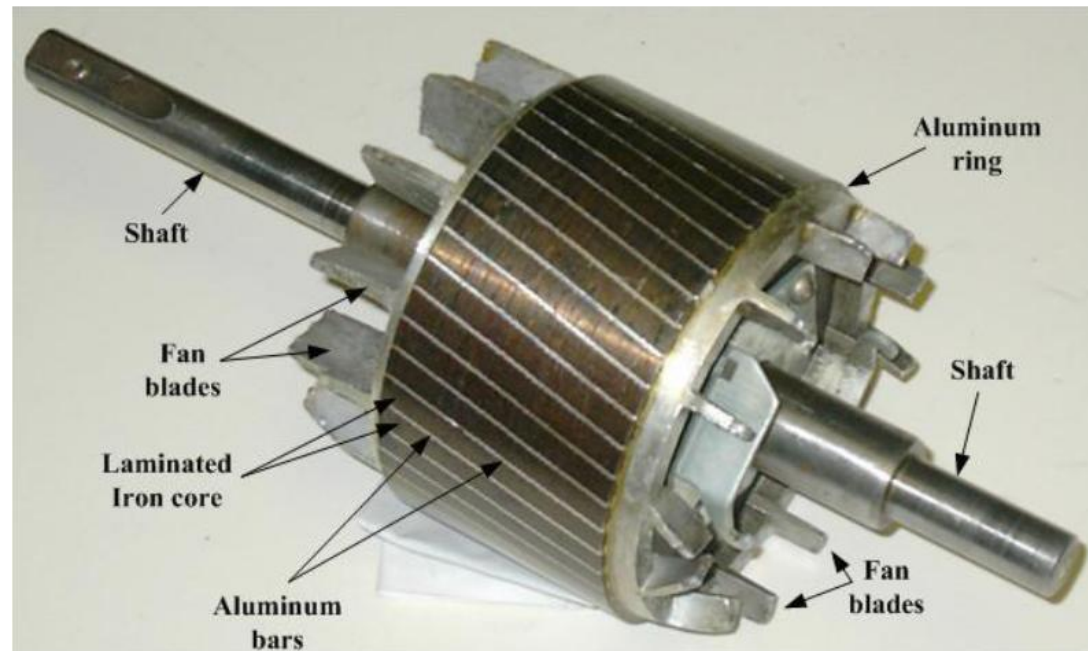


Schemat silnika indukcyjnego trójfazowego

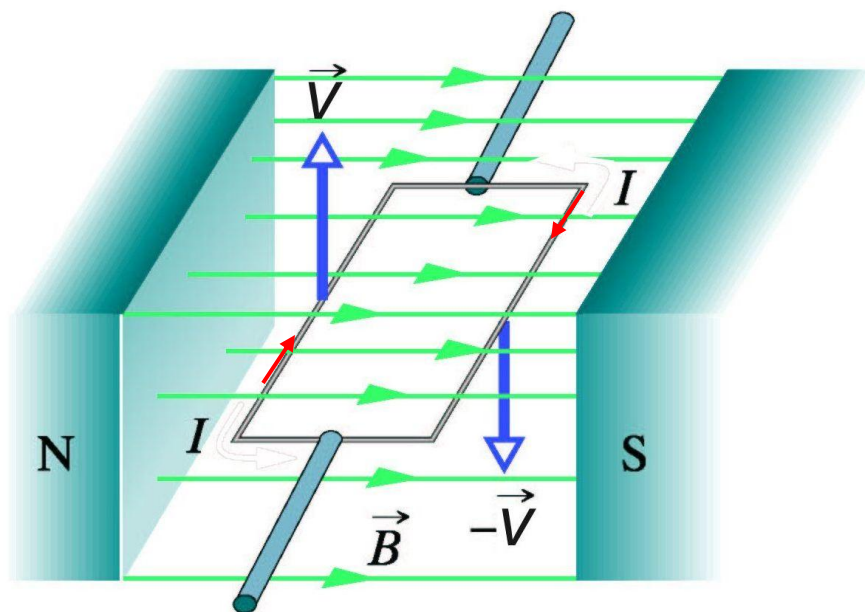
stator



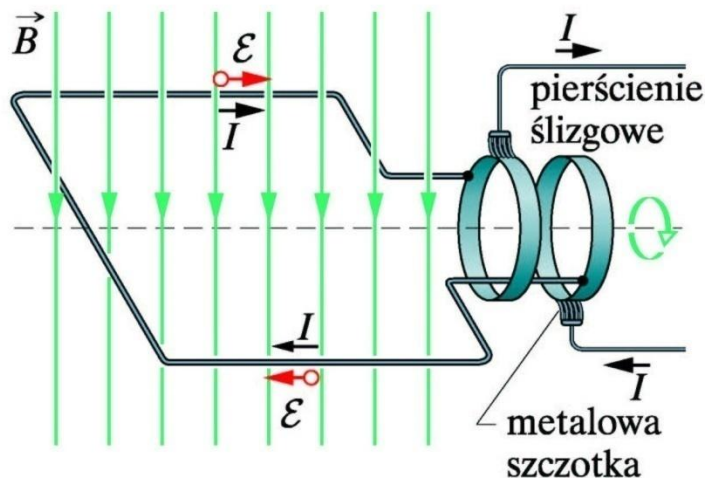
rotor



Prądnica

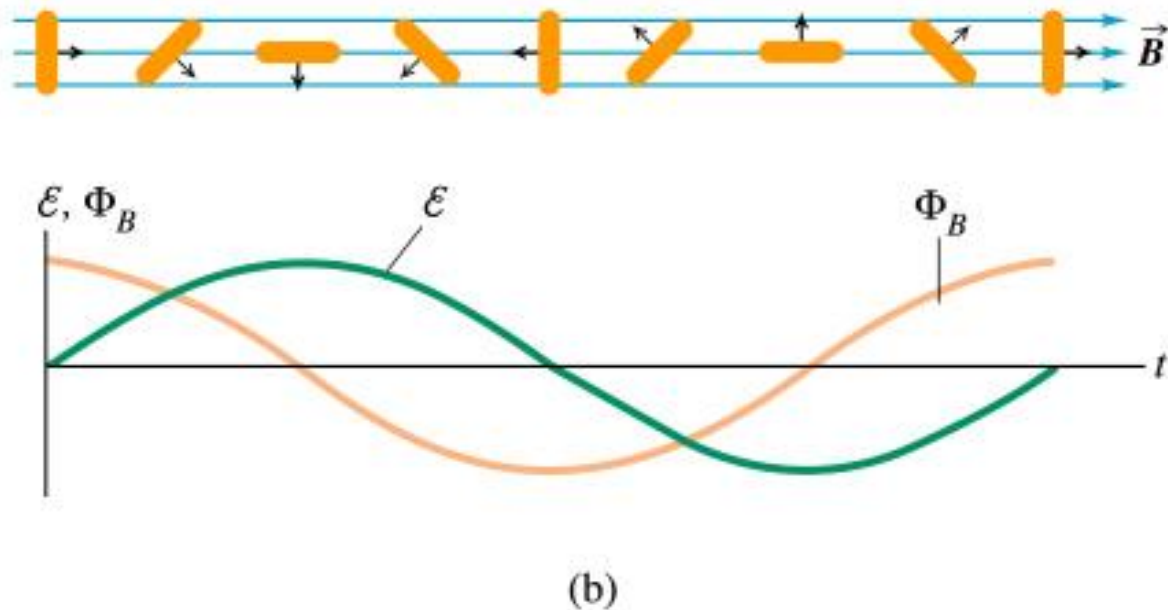
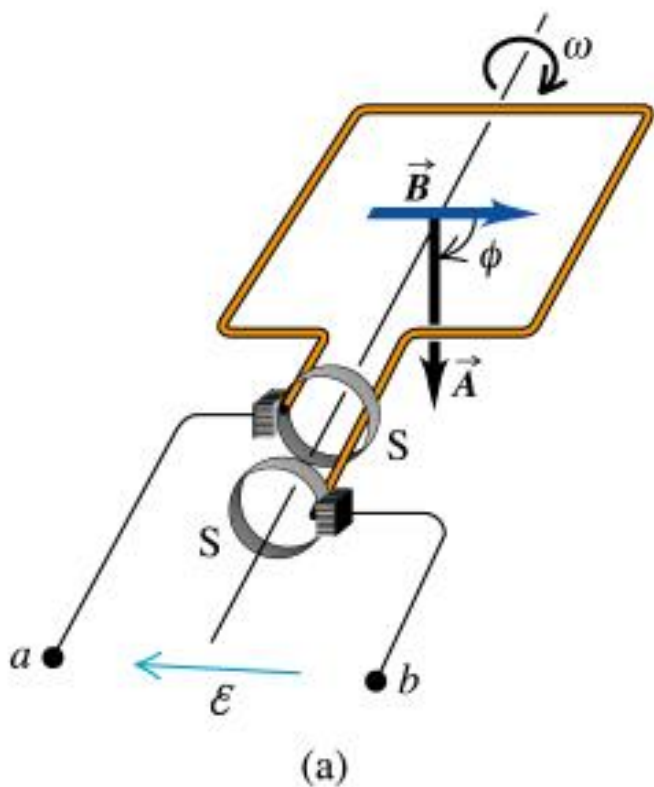


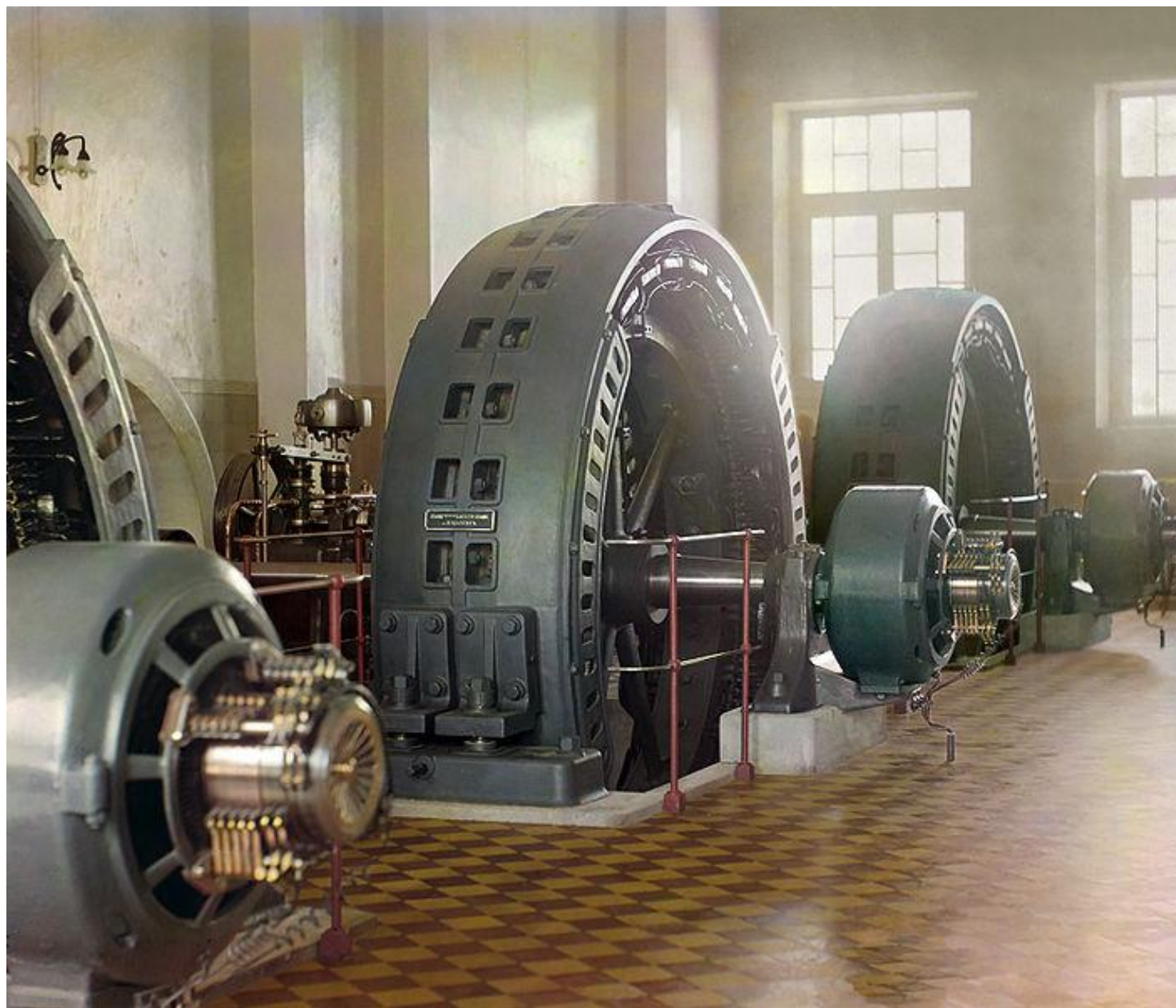
Wytwarzanie prądu sinusoidalnie zmiennego



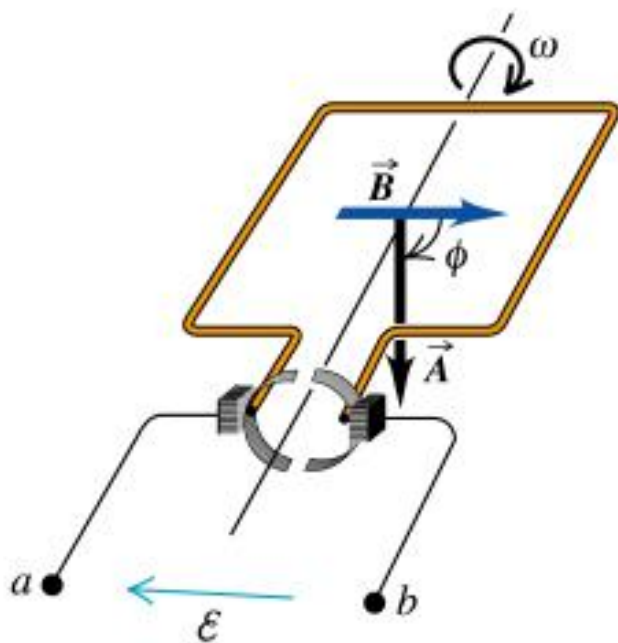
zmienna SEM indukowana w cewce składającej się z wielu zwojów jest odbierana dzięki pierścieniom ślizgowym, przymocowanym do obracającego się uzwojenia. Każdy pierścień dołączony jest do jednego końca uzwojenia i jest połączony elektrycznie z resztą obwodu prądnicy za pomocą przewodzących szczotek, które ślizgają się po pierścieniach podczas obracania się uzwojenia

Zasada działania prądnicy prądu zmiennego

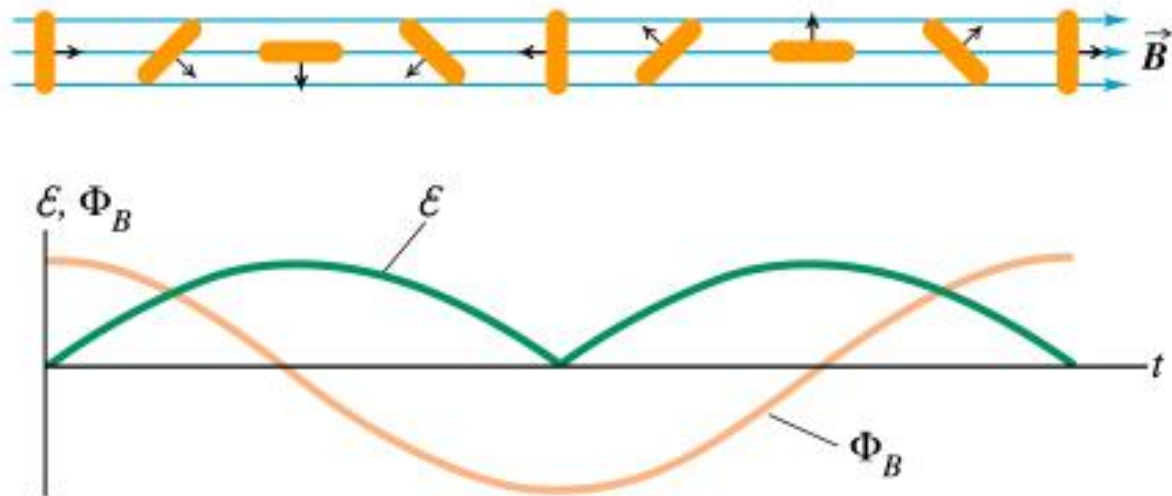




Zasada działania prądnicy prądu stałego

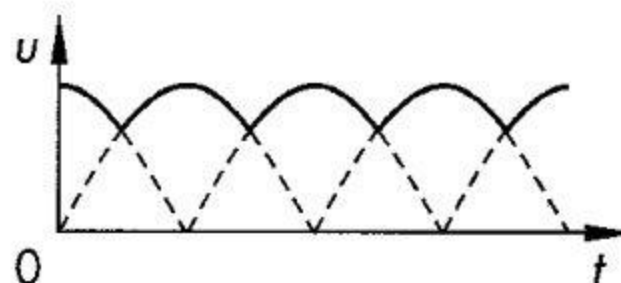
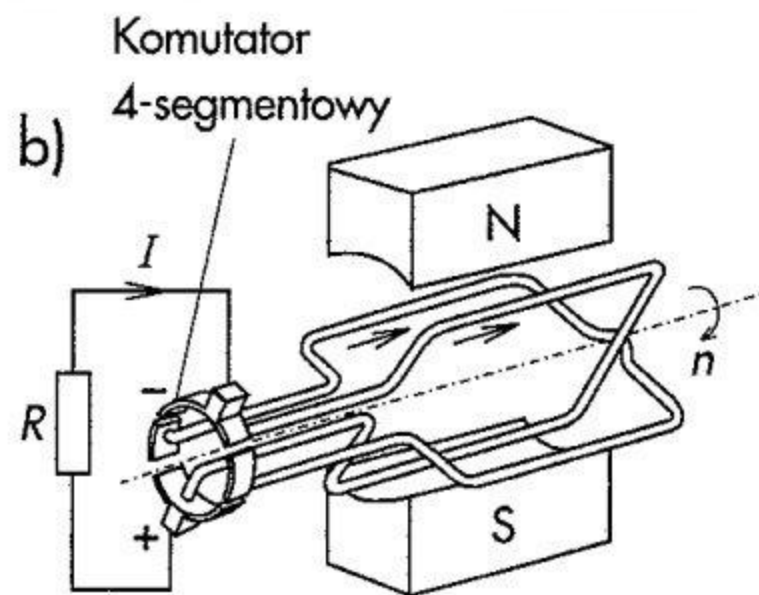
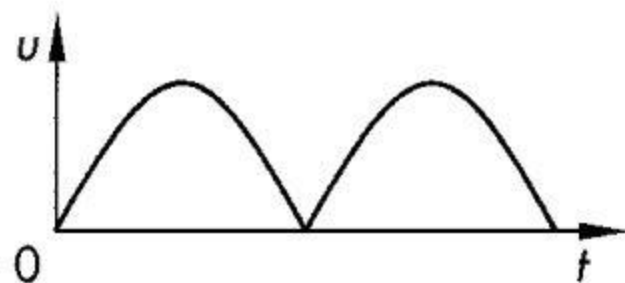
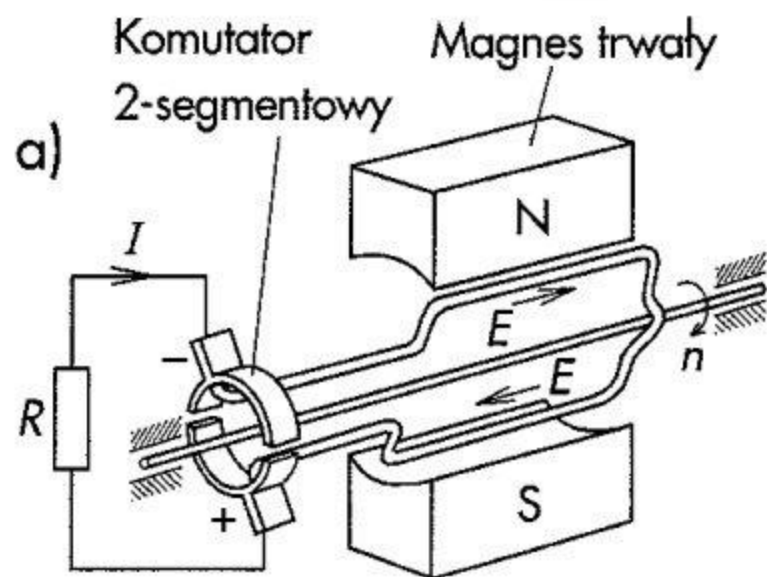


(a)



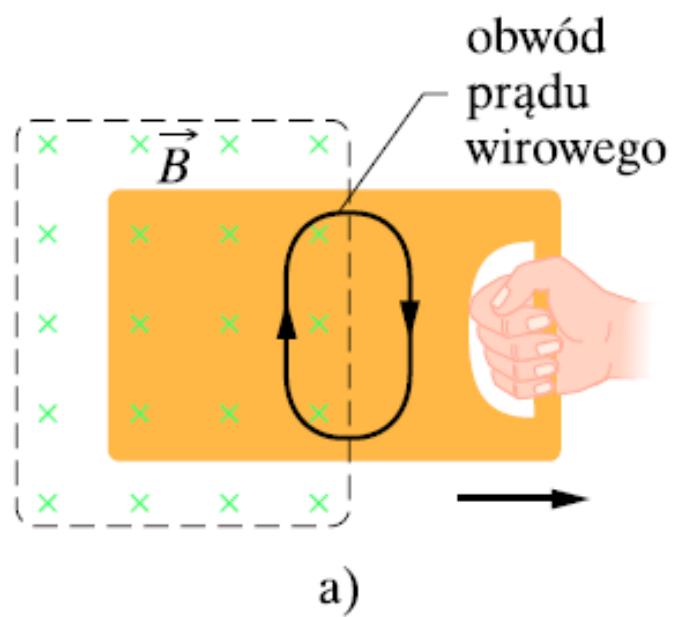
(b)



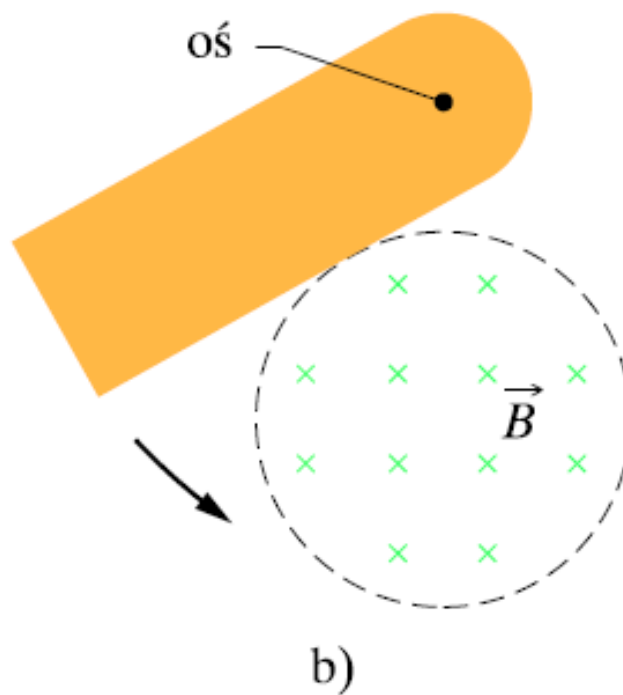


Zasada działania prądnicy komutatorowej

Prądy wirowe



Tłumik magnetyczny



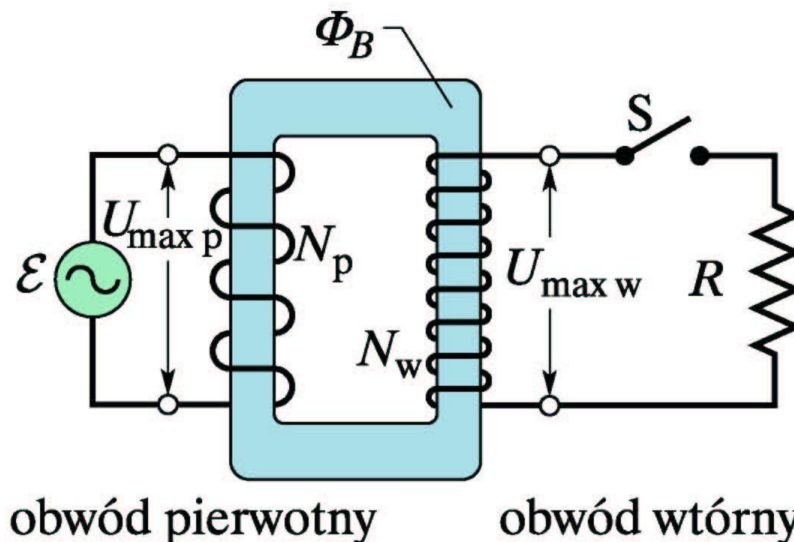
Zjawisko powstawania prądów wirowych znajduje praktyczne zastosowanie np.:

- w hamulcach magnetycznych,
- w licznikach energii elektrycznej,
- w tłumikach drgań niektórych typów mierników wskazówkowych,
- w piecach indukcyjnych używanych w procesie nagrzewania metali,
- w domowych indukcyjnych kuchniach elektrycznych
- oraz zjawisko to wykorzystane jest do wykrywania metali.

Transformator

SEM/zwój

$$\varepsilon = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{U_p}{N_p} = \frac{U_w}{N_w}$$



$$I_p U_p = I_w U_w$$

Typowy obwód zawierający transformator idealny, czyli dwie cewki nawinięte na wspólnym rdzeniu z żelaza. Źródło prądu zmiennego wytwarza prąd w cewce po lewej stronie (w *uzwojeniu pierwotnym*). Cewka po prawej stronie (*uzwojenie wtórne*) jest połączona z obciążeniem oporowym R , gdy klucz S jest zamknięty

Transformator

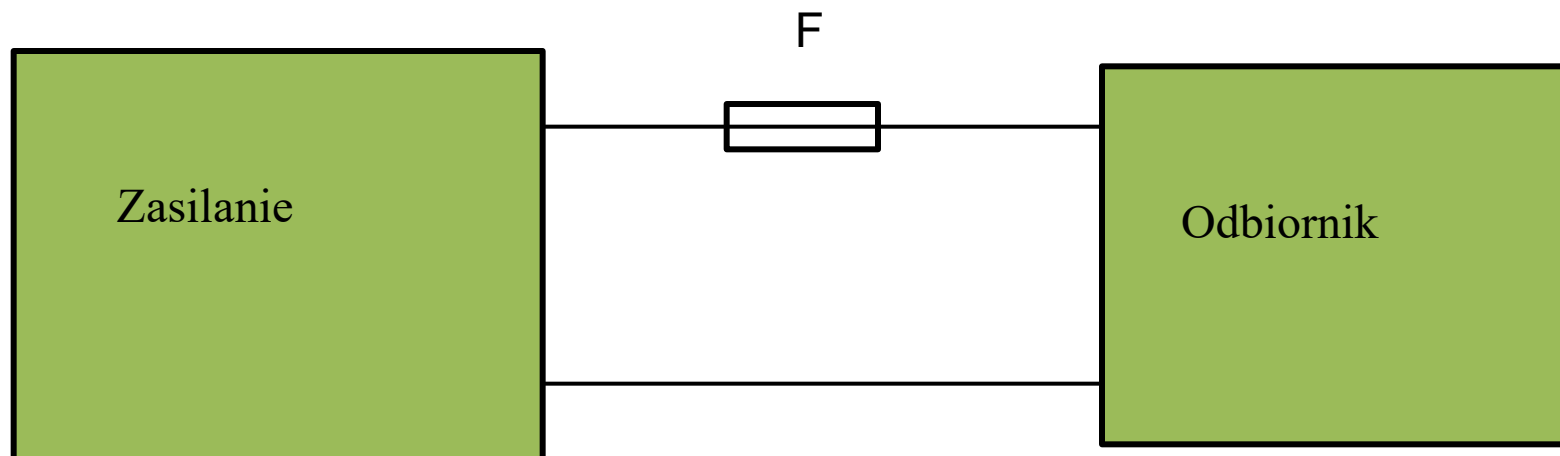


rdzenie z blach

rdzenie ferrytowe

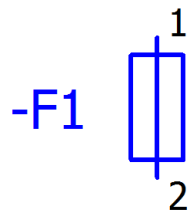


Bezpieczniki



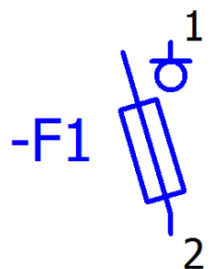
Główne parametry: $I_{\max}$, $U_{\max}$,

Wybrane rodzaje bezpieczników



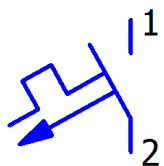
Bezpiecznik topikowy

Przerwanie obwodu przez stopienie następuje po określonym dla danego natężenia prądu czasie



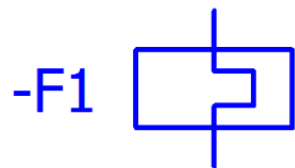
Rozłącznik izolacyjny bezpiecznikowy jednobiegunowy;

Taki rozłącznik zawiera w sobie wkładkę bezpiecznikową topikową.



Wł. nadprądowy samoczynny

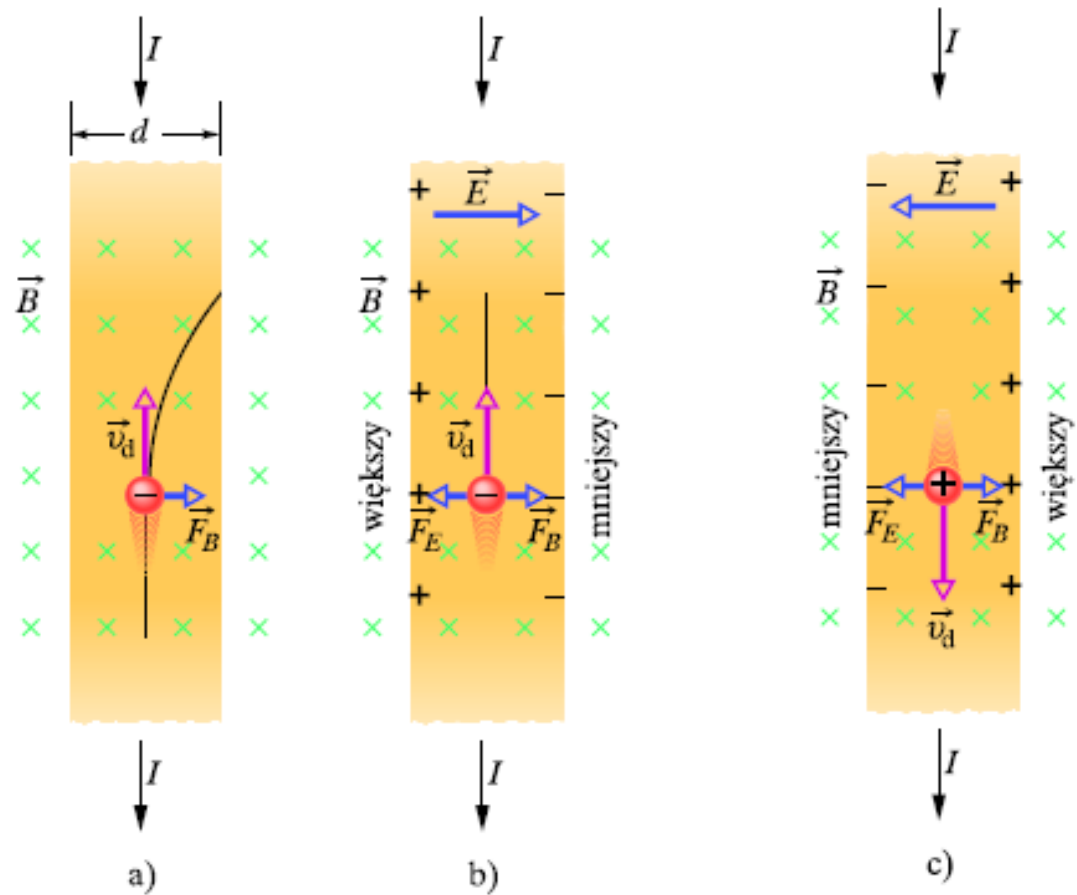
Zabezpieczenie przed zwarciami i przeciążeniami instalacji jednofazowej.



Wyzwalanie cieplne, termiczne

Wyzwalanie cieplne stanowi zabezpieczenie przeciążeniowe odbiornika. Stosowane np. w wyłącznikach silnikowych

Zjawisko Halla



Pasek miedziany, w którym płynie prąd o natężeniu I , jest umieszczony w polu magnetycznym o indukcji B . a) Sytuacja bezpośrednio po włączeniu pola magnetycznego. Pokazany jest zakrzywiony tor, po którym będzie się poruszał elektron. b) Stan równowagi, który zostaje osiągnięty w krótkim czasie. Ładunki ujemne gromadzą się po prawej stronie paska, pozostawiając nieskompensowane ładunki dodatnie po lewej stronie. Zatem lewa strona ma większy potencjał niż prawa. c) Gdyby nośniki ładunku były naładowane dodatnio, dla tego samego kierunku prądu gromadziłyby się one po prawej stronie, a więc prawa strona miałaby większy potencjał.

Zjawisko Halla

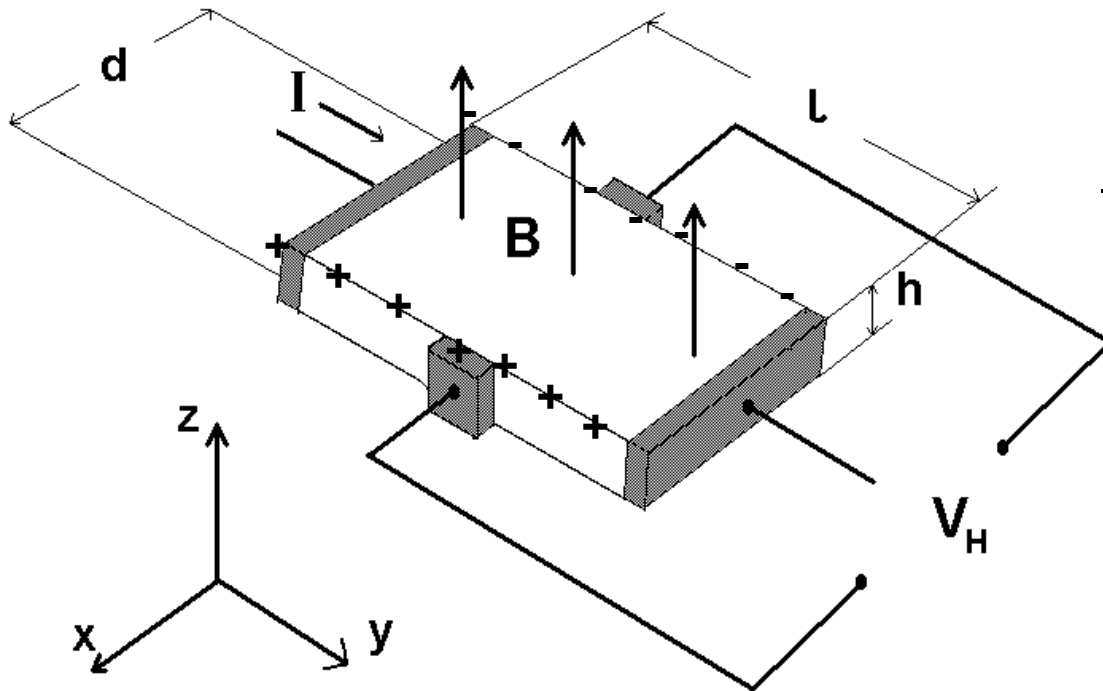
Płytkę z
przewodnika lub
półprzewodnika

$$h \ll 1 \text{ mm}$$

$$-e \cdot \vec{E}_H = -e \cdot (\vec{v} \times \vec{B})$$

$$eE_H = evB$$

$$U_H = vBd$$



$J = nqv$ oraz $J = I/S$ gdzie $S = dh$ J - gęstość prądu
 $I = JS = qvndh$, $v = I/(qndh)$, n - liczba nośników ład. w jedn. obj. (koncentracja)

$$U_H = \frac{BI}{qnh}$$

U_H - napięcie Halla

E_H - natężenie pola elektrycznego

$$R_H = \frac{1}{qn}$$

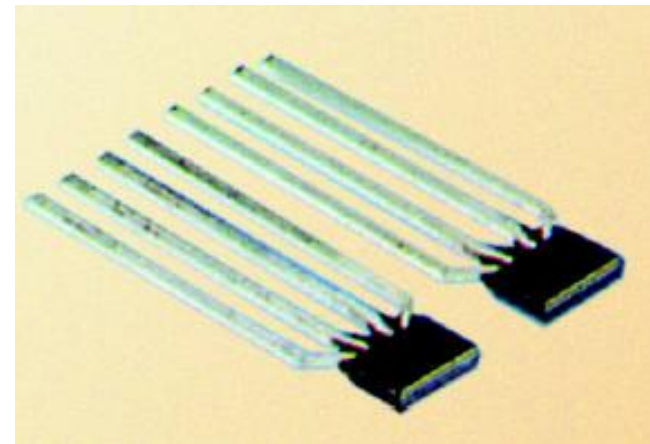
R_H - stała Halla

Hallotrony

Hallotrony wykonywane są na bazie materiałów półprzewodnikowych o dużej ruchliwości nośników ładunku (najczęściej arsenek indu InAs , antymonek indu InSb , tellurek rtęci HgTe), z materiałów litych (german) oraz w technologii warstwowej, na przykład przez napylanie próżniowe na podłoże ceramiczne lub mikę.

Zastosowanie – np. pomiar indukcji pola magnetycznego.

- 1879 - Dr Edwin Hall odkrywa efekt nazwany później jego nazwiskiem
- 1965 - E. Vorthmann i J. Maupin z MICRO SWITCH stworzyli pierwszy, tani czujnik. Stosowany on był w klawiaturach



 Czujniki hallotronowe