

Lekcja 59. Histereza magnetyczna

- **Histereza** - opóźnienie w reakcji na czynnik zewnętrzny. Zjawisko odkrył i nazwał James Alfred Ewing w roku 1890.

Najbardziej znane przypadki histerezy występują w materiałach magnetycznych, głównie w ferromagnetycznych, gdzie namagnesowanie następuje dopiero po pewnym wzroście zewnętrznego pola magnetycznego.

- W urządzeniach w których następuje wielokrotne magnesowanie (np. rdzenie transformatorów) histereza postrzegana jest jako problem, ponieważ jej pole powierzchni jest proporcjonalne do strat energii podczas jednego cyklu przemagnesowania. W takich sytuacjach, poprzez odpowiedni skład chemiczny, obróbkę plastyczną i obróbkę termiczną dąży się do minimalizacji jej powierzchni. Najlepsze materiały magnetycznie miękkie mogą posiadać koercję nawet mniejszą niż $0,1 \text{ A/m}$ (np. kobaltowa amorficzna taśma magnetyczna).

- Substancje wykazujące histerezę (Materiały magnetycznie półtwarde) są wykorzystywane do zapisu informacji w twardych dyskach, dyskietkach, taśmach magnetycznych, kartach kredytowych, itp. Po namagnesowaniu fragmentu materiału półtwardego i usunięciu pola magnesującego materiał taki pozostaje namagnesowany. Namagnesowanie to jest zależne (prawie proporcjonalnie) od natężenia pola magnesującego, co jest wykorzystywane w analogowych systemach zapisu dźwięku i obrazu. W systemach cyfrowych magnesuje się ferromagnetyk do nasycenia, zmiana stanu na przeciwny oznacza zmianę sygnału. sygnał koduje się zazwyczaj czasem między kolejnymi przemagnesowaniami.

- W materiałach magnetycznie półtwardych powierzchnia pętli histerezy jest optymalizowana jako kompromis pomiędzy ilością energii zgromadzonej w magnetyku a łatwością jego przemagnesowania (łatwością odczytu/zapisu informacji). Wartości stosowanych koercji materiałów magnetycznie półtwardych są pośrednie pomiędzy materiałami miękkimi i twardymi (jednak bardziej w kierunku materiałów twardych - stąd też nazwa *półtwarde*).

- W materiałach magnetycznie twardych (czyli w magnesach trwałych) parametrem najważniejszym jest ilość zgromadzonej energii magnetycznej, toteż dąży się do osiągnięcia maksymalnej szerokości pętli histerezy. Parametrem charakterystycznym każdego magnesu jest wartość $(B \cdot H)_{\max}$, którą wylicza się jako wartość maksymalną iloczynu BH z fragmentu histerezy leżącego w drugiej ćwiartce układu osi współrzędnych (tzw. krzywa odmagnesowania). W najnowszych materiałach magnetycznie twardych wartość koercji może osiągać nawet powyżej 20 MA/m.

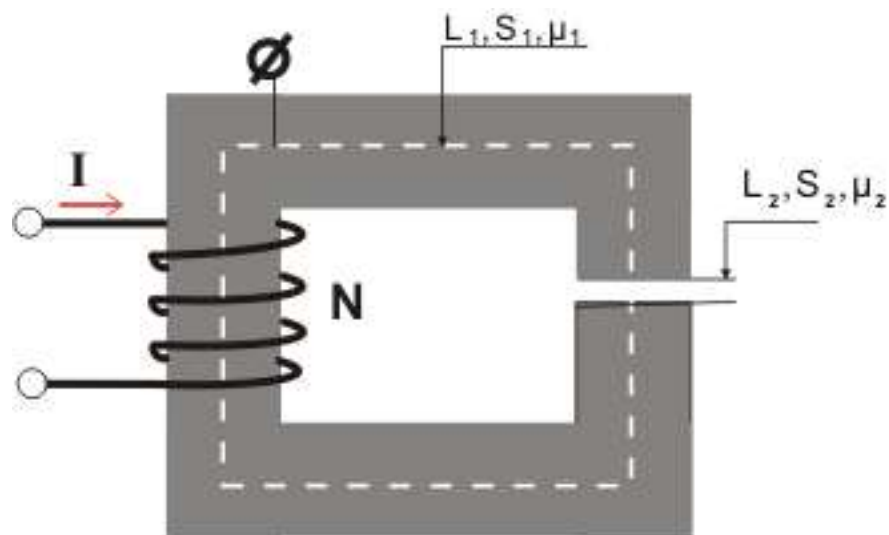
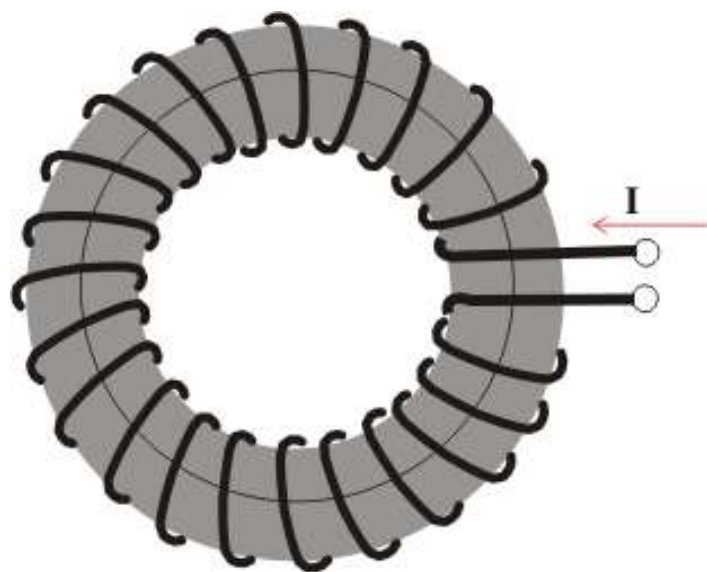
Lekcja 60. Proste obwody magnetyczne

- ***Obwód magnetyczny tworzą elementy, wykonane z materiałów ferromagnetycznych, tworzące zamkniętą drogę dla strumienia magnetycznego, obecnego w obwodzie w wyniku działania źródła pola magnetycznego.***

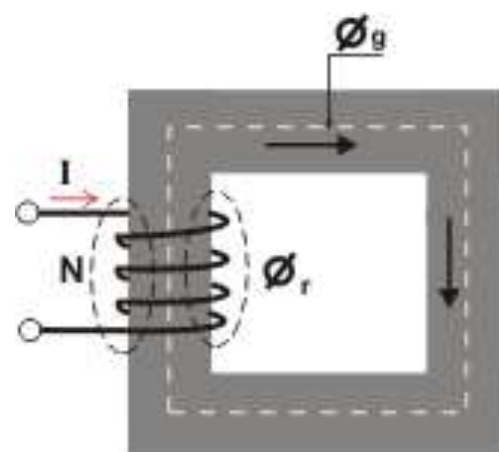
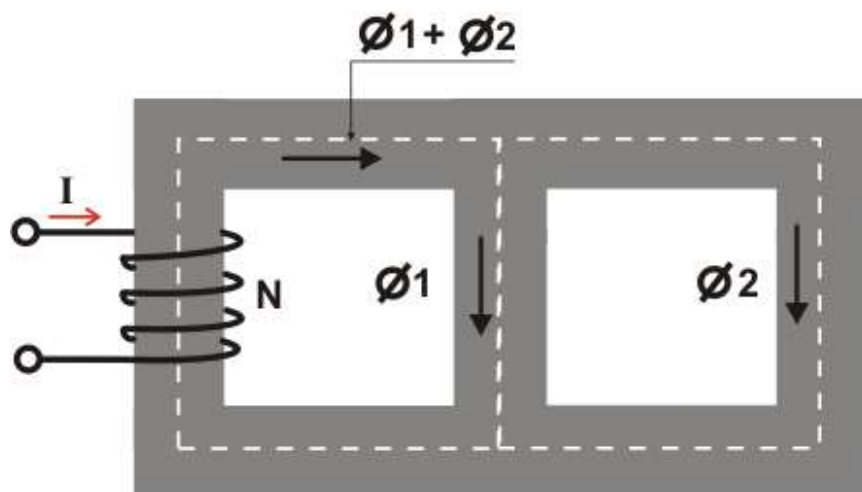
Przykłady obwodów magnetycznych

z rdzeniem toroidalnym

z rdzeniem prostokątnym i szczeliną powietrzną.



z rdzeniem rozgałęzionym
z rdzeniem prostokątnym z uwzględnieniem
strumienia rozproszenia



- *Źródłem pola magnetycznego jest uzwojenie lub magnes trwały (ciało ferromagnetyczne). Uzwojenie wytworzy pole magnetyczne tylko w przypadku przepływającego prądu elektrycznego, natomiast magnes trwały generuje pole magnetyczne samoistnie.*

- *W zależności od charakteru prądu elektrycznego,*
 - *może istnieć pole magnetyczne zmienne w czasie*
 - *lub stałe, gdy natężenie prądu płynącego przez uzwojenie nie będzie podlegać zmianom.*

- *W zależności od struktury zastosowanych materiałów podczas konstrukcji obwodu magnetycznego wyróżniamy:*
 - ***obwody jednorodne***, wykonane z jednego materiału (rys. 1,3,4)
 - ***obwody niejednorodne***, wykonane z różnych materiałów np. ze szczeliną powietrzną (rys. 2)

- **Podczas obliczania obwodów magnetycznych najczęściej zadaniem podstawowym jest obliczenie wymaganego przepływu θ (siły magnetomotorycznej) dla wytworzenia pola magnetycznego o danym strumieniu magnetycznym.**

- **Napięciem magnetycznym U_m nazywamy iloczyn długości części obwodu magnetycznego przez natężenie pola magnetycznego, panujące na tym odcinku. $U_m = H \cdot L$**

L - długość odcinka obwodu

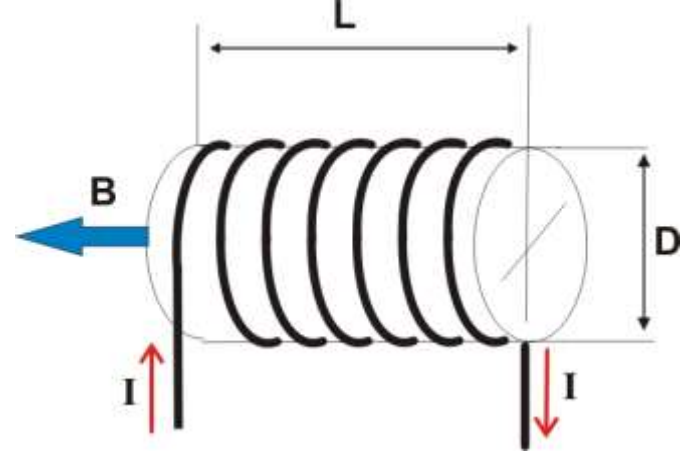
H - natężenie magnetyczne na odcinku

Zadanie 1.

Obliczyć przepływ, niezbędny do wytworzenia w cewce bez rdzenia, strumienia magnetycznego o wielkości 0,0036 Vs. Długość cewki 40 cm, średnica 20 cm .

Dane: $L = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$ $\Phi = 0,0036 \text{ Vs}$ $D = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$

Szukane: $\theta = z \cdot I$



Cewka cylindryczna bez rdzenia

l - długość cewki

D - średnica uzwojenia

B - indukcja magnetyczna wewnątrz cewki

I - natężenie prądu

W celu wyznaczenia indukcji magnetycznej ze wzoru :

- $B = \Phi / S$

obliczamy pole przekroju cewki S ze wzoru na pole koła:

$$S = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,2^2}{4} \approx 0,03 \dots \text{m}^2$$

Obliczamy wymaganą indukcję magnetyczną.

$$B = \frac{\Phi}{S} = \frac{0,0036Vs}{0,03m^2} \approx 0,12...T$$

Uwzględniając przenikalność magnetyczną powietrza równą przenikalności próżni obliczamy wielkość wymaganego natężenia pola magnetycznego H ze wzoru:

$$H = \frac{B}{\mu_0} = \frac{0,12T}{4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Vs}{Am}} \approx 95540... \frac{A}{m}$$

Obliczamy przepływ niezbędny do wytworzenia przez uzwojenie magnesujące wymaganego strumienia magnetycznego:

$$z \cdot I = H \cdot L = 95540 \frac{A}{m} \cdot 0,4m \approx 38200...Az$$

Odpowiedź

Liczbę zwojów możemy wyznaczyć z podziału iloczynu, uzyskanej wartości przepływu - amperozwojów. Dla przykładu, gdy zastosujemy prąd cewki o natężeniu:

- 1 A to należy zastosować - 38200 zwojów
- 2 A to należy zastosować - 19100 zwojów
- 10 A to należy zastosować - 3820 zwojów itd.