

Cewka magnetyczna nazywana jest także solenoidem, zwojnicą lub induktorem. Typowa cewka (tzw. cewka cylindryczna) powstała w wyniku nawinięcia na powierzchnię cylindra określonej liczby zwojów przewodnika. Spotyka się także cewki nawinięte na powierzchni pierścienia (tzw. cewka toroidalna) lub na płaszczyźnie (tzw. cewka spiralna lub płaska). Wewnątrz cewki często umieszcza się rdzeń, czyli kawałek walca, który zazwyczaj wykonany jest z materiału diamagnetycznego lub ferromagnetycznego.

Wielkością charakterystyczną cewki jest jej indukcyjność L , którą można zapisać następującym wzorem:

$$L = \frac{\mu_0 \mu_r N^2 A}{l}, \quad (1.1)$$

gdzie μ_0 to przenikalność magnetyczna próżni, μ_r względna przenikalność magnetyczna ośrodka, A to powierzchnia przekroju cewki, zaś l to długość cewki. Dla cewki powietrznej $\mu_r = 1$, jednak często wewnątrz cewki umieszcza się rdzeń wykonany z materiału o przenikalności μ_r rzędu od kilkuset do kilku tysięcy.

Wzór jest poprawny dla cewek długich.

Jednostką indukcyjności jest henr [H].

Zależność między napięciem i natężeniem prądu podaje prawo Ohma:

$$I = \frac{U}{R}, \quad (1.2)$$

gdzie R jest oporem elektrycznym. Jednostką oporu elektrycznego jest om [Ω].

Opór omowy to rzeczywisty opór elektryczny drutu, z którego wykonana jest cewka. Opór omowy zależy wyłącznie od parametrów drutu zgodnie ze wzorem:

$$R = \rho \frac{l}{s}, \quad (1.3)$$

gdzie ρ to oporność właściwa, l długość drutu, zaś s to pole przekroju poprzecznego drutu.

W przypadku przepływu prądu zmiennego przez cewkę, jej opór się zwiększa. Oprócz zwykłego oporu omowego drutu, z którego wykonana jest cewka pojawia się dodatkowy opór zwany oporem indukcyjnym. Ten dodatkowy opór nazywa się ogólnie oporem biernym. Zapisuje się go następującym wzorem:

$$R_L = \omega L, \quad (1.4)$$

gdzie ω to częstość⁴ zmian natężenia prądu elektrycznego i jest powiązana z częstotliwością f następującą relacją:

$$\omega = 2\pi f. \quad (1.5)$$

Częstotliwość napięcia (a także natężenia prądu) w sieci elektroenergetycznej wynosi $f = 50 \text{ Hz}$ ⁵. Znając częstotliwość można wyznaczyć okres drgań T (czyli okres zmian napięcia):

$$T = \frac{1}{f}. \quad (1.6)$$

Przez okres rozumiemy czas, po którym napięcie uzyska ponownie tę samą wartość.

Jest to całkowity opór cewki magnetycznej, który zapisujemy następującym wzorem:

$$Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}, \quad (1.7)$$

Wówczas prawo Ohma można przepisać w następującej postaci:

$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}, \quad (1.8)$$

Gdy przez cewkę płynie prąd stały, to $\omega = 0$ i otrzymujemy prawo Ohma w postaci (1.2).

Jeśli przez cewkę

przepływa prąd stały wytwarzane jest pole magnetyczne stałe (takie same jak przy magnesie). Siła magnetyczna która powstaje wokół cewki jest zależna od natężenia prądu przepływającego przez uzwojenie (im większy prąd tym mocniejsza siła magnetyczna uzwojenia).

W cewkach których przepływa prąd przemienny pole magnetyczne zmienia się z tą samą częstotliwością co prąd który zasila cewkę.

(a więc jeśli np. prąd zmienia bieguny + i - 50 razy na sekundę to tak samo siła magnetyczna zmienia bieguny magnetyczne S i N 50

razy na sekundę)

Oczywiście siła magnetyczna tak samo jak przy prądzie stałym zależna jest od natężenia prądu.

Indukcyjność określa zdolność obwodu do wytwarzania strumienia pola magnetycznego Φ powstającego w wyniku przepływu przez obwód prądu elektrycznego I . Oznaczana jest symbolem L . Jednostką indukcyjności jest henr (H).

Jeśli zmiana natężenia prądu płynącego w cewce o ΔI wywoła zmianę strumienia indukcji magnetycznej objętego przez cewkę o $\Delta \Phi_B$, to indukcyjność L tej cewki ma wartość:

$$L = \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta I} \left[\frac{\text{Wb}}{\text{A}} = \text{H} \right].$$

Na skutek przepływu prądu przez solenoid powstaje w jego otoczeniu pole magnetyczne. Wprowadzenie do solenoidu rdzenia z materiału łatwo magnesującego się spowoduje wzmocnienie tego pola magnetycznego.

Kapacytancja - reaktancja pojemnościowa (opór bierny pojemnościowy).

Kondensator o pojemności równej C , dla prądu elektrycznego o przebiegu sinusoidalnym i częstotliwości równej f , ma kapacytancję (oznaczaną najczęściej symbolem X_C) wyrażającą się wzorem:

$$X_C = \frac{-1}{2\pi fC} = \frac{-1}{\omega C}$$

(symbolem ω - małą literą grecką omega - oznaczana jest tzw. pulsacja prądu elektrycznego).

Ujemny znak kapacytancji[a] sprawia, że reaktancja połączenia szeregowego elementów pojemnościowych i indukcyjnych jest sumą reaktancji połączonych elementów. W przypadku szeregowego połączenia jednej cewki z jednym kondensatorem:

$$X = X_L + X_C$$

gdzie X_L oznacza induktancję cewki, czyli jej opór pozorny indukcyjny.

Doprowadzenie napięcia do okładek kondensatora powoduje zgromadzenie się na nich ładunku elektrycznego. Po odłączeniu od źródła napięcia, ładunki utrzymują się na okładkach siłami przyciągania elektrostatycznego. Jeżeli kondensator, jako całość, nie jest naelektryzowany to cały ładunek zgromadzony na obu okładkach jest jednakowy co do wartości, ale przeciwnego znaku. Kondensator charakteryzuje pojemność określająca zdolność kondensatora do gromadzenia ładunku:

$$C = \frac{Q}{U}$$

gdzie:

C – pojemność, w faradach

Q – ładunek zgromadzony na jednej okładce, w kulombach

U – napięcie elektryczne między okładkami, w woltach.

Wielkość, wiążąca prąd i napięcie na kondensatorze, nazywa się reaktancją, która jest tym mniejsza, im większa jest pojemność kondensatora i częstotliwość prądu. Kondensator charakteryzuje się tym,

że (dla sygnałów sinusoidalnych) napięcie jest opóźnione w fazie względem prądu o kąt $\frac{\pi}{2}$ (inaczej:

prąd wyprzedza napięcie o kąt $\frac{\pi}{2}$). Z tego względu impedancja kondensatora jest liczbą zespoloną i opisana jest wzorem:

$$Z = \frac{1}{j\omega C} = \frac{-j}{\omega C} = \frac{-j}{2\pi f C}$$

gdzie:

ω – Pulsacja,

f – częstotliwość w hercach.

j – jednostka urojona

Reaktancja pojemnościowa wyraża się wzorem:

$$X_c = \frac{-1}{\omega C} = \frac{-1}{2\pi f C}$$

przy czym ujemny znak jest kwestią konwencji[2].

W poniższych wzorach ϵ_0 jest przenikalnością elektryczną próżni, zaś ϵ_r – względna przenikalnością elektryczną ośrodka, z którego wykonano dzielący okładki izolator.

Pojemność kondensatora płaskiego[edytuj | edytuj kod]

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r S}{d}$$

Impedancja idealnego kondensatora jest urojona (ma zerową część rzeczywistą) i wyraża się przez

$$Z_C = jX = \frac{1}{j\omega C} = -j \frac{1}{\omega C}$$

Jeżeli reaktancja X jest ujemna, wtedy nazywa się ją kapacytancją, a o impedancji mówi, że ma charakter pojemnościowy.

Wpływ materiału rdzenia na indukcyjność cewki zależy od jego przenikalności magnetycznej oznaczanej w literaturze jako μ . Wszystkie materiały rdzenia mają wartość μ większą od jedności zwiększając indukcyjność cewki i są nazywane ferromagnetykami. Materiały mające μ mniejsze od jedności zmniejszają indukcyjność cewki i nazywane są diamagnetykami - najsilniejszy bizmut, w mniejszym stopniu miedź, cynk, ołów. Oczywiście żelazo jest ferromagnetykiem i zwiększa indukcyjność cewki. Jeżeli włożymy gwoźdź do cewki generatora LC to teoretycznie częstotliwość powinna się zwiększyć. Tak się stanie gdy zbudujemy generator na niskie częstotliwości (akustyczne a może niżej). Dla częstotliwości radiowych generator przestanie oscylować, z uwagi na gwałtowny spadek dobroci obwodu LC. Dzieje się tak ponieważ w gwoździu występują duże straty w żelazie. Z tego też powodu dla zwiększenia indukcyjności w obwodach LC stosuje się ferryty. Ferryt jest to nieprzewodzący prądu elektrycznego związek żelaza. Np. może to być spiek tlenków żelaza, tlenków cynku i tlenków niklu.

Kondensator podłączony do napięcia stałego, po pewnym czasie naładuje się do tego

napięcia $\frac{dU_C}{dt} = 0$ Kondensator jest wówczas równoważny przerwie w obwodzie ($I_c(t) = 0$).

Dla prądu przemiennego przez kondensator płynie prąd określony wzorem:

$$U_c(t) = U_0 \sin(\omega t)$$

$$I_c = C \frac{dU_C}{dt} = CU_0 \omega \cos(\omega t)$$

Wielkość, wiążąca prąd i napięcie na kondensatorze, nazywa się reaktancją, która jest tym mniejsza, im większa jest pojemność kondensatora i częstotliwość prądu. Kondensator charakteryzuje się tym,

że (dla sygnałów sinusoidalnych) napięcie jest opóźnione w fazie względem prądu o kąt $\frac{\pi}{2}$ (inaczej:

prąd wyprzedza napięcie o kąt $\frac{\pi}{2}$). Z tego względu impedancja kondensatora jest liczbą zespoloną i opisana jest wzorem:

$$Z = \frac{1}{j\omega C} = \frac{-j}{\omega C} = \frac{-j}{2\pi f C}$$

gdzie:

ω – Pulsacja,

f – częstotliwość w hercach.

j – jednostka urojona

Reaktancja pojemnościowa wyraża się wzorem:

$$X_c = \frac{-1}{\omega C} = \frac{-1}{2\pi f C}$$

przy czym ujemny znak jest kwestią konwencji[2].