

Robert Gabor

P R A C O W N I A

ELEKTROTECHNICZNA

Więcej na: www.tremolo.prv.pl , www.tremolo.elektroda.net dział laboratoria

ĆWICZENIE NR 3

TEMAT ĆWICZENIA

***POMIAR I IMPEDANCJI ZESPOLONEJ, PRZENIKALNOŚCI
MAGNETYCZNEJ I TANGENSA KĄTA STRAT.***

Przenikalność magnetyczna jest to element wiążący natężenie pola magnetycznego i indukcję magnetyczną. Przenikalność dzielimy na przenikalność względną i bezwzględną. Przenikalność bezwzględna to przenikalność próżni, przenikalność względną mówi nam ile razy przenikalność danego materiału jest większa (lub mniejsza) od przenikalności próżni.

Materiały magnetyczne możemy podzielić na ciała magnetyczne nieuporządkowane (paramagnetyki, diamagnetyki), uporządkowane (ferromagnetyki, antyferromagnetyki, ferrimagnetyki, struktury niekolinearne).

Powyższe ciała różnią się one podatnością magnetyczną c , która wyraża ich zdolność do magnesowania się pod wpływem pola magnetycznego o natężeniu H

$$I = c H$$

gdzie I - natężenie namagnesowania.

Jeśli chodzi o przenikalność względną diamagnetyków to jest ona mniejsza od jedynki, czyli mniejsza od próżni, oznacza to, iż linie wewnętrznych pól magnetycznych ustawiać się będą prostopadle do zewnętrznego pola magnetycznego. Ciała te są wypychane z zewnętrznego pola.

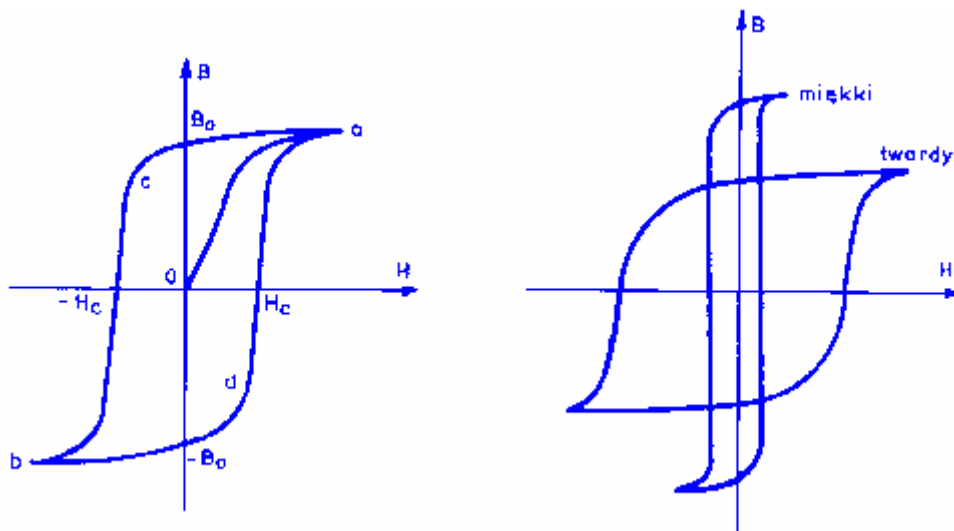
Paramagnetyki mają przenikalność względną niewiele większą od jedności ale małą na przykład . Wewnętrzne linie sił pola układają się wzdłuż przyłożonego zewnętrznego pola magnetycznego.

Ferromagnetyki – to ciała o przenikalności elektrycznej dużo większej niż 1, linie sił pola układają się wzdłuż. Na przykład żelazo, nikiel, kobalt, stopy metali ziem rzadkich.

Ferrimagnetyki: Są to związki o ogólnym wzorze $MeO \cdot Fe_2O_3$, których czołowym przedstawicielem jest magnetyt (Fe_3O_4). Cechują się zależnością c od natężenia pola magnetycznego, z tym że nasycenie magnetyczne następuje przy stosunkowo małym natężeniu pola. Mogą one dawać dobre wzmocnienie przyłożonego pola.

Antyferromagnetyki: są to paramagnetyki, których podatność magnetyczna rośnie początkowo z temperaturą, a po osiągnięciu punktu krytycznego (punktu Neela) maleje. Należą do nich platyna, pallad, chrom, mangan.

HISTEREZA MAGNETYCZNA



Jeżeli ferromagnetyk umieścimy we wzrastającym zewnętrznym polu magnetycznym, to namagnesowanie wzrasta początkowo wg krzywej oa , aż do stanu nasycenia. Przy zmniejszeniu natężenia pola H do zera indukcja magnetyczna B osiągnie wartość B_0 (zwaną pozostałością magnetyczną), po czym przy zmianie pola H na przeciwną indukcja będzie zmieniać się wg krzywej cb , osiągając przy polu H_c wartość zero. To natężenie pola nazywamy siłą koercji. Dalsze zwiększanie natężenia pola prowadzi znów do wzrostu indukcji (o kierunku przeciwnym) aż do stanu nasycenia w punkcie b . Zmiana kierunku natężenia pola powoduje przemagnesowanie próbki wzdłuż krzywej bda , w wyniku czego tworzy się pętla histerezy magnetycznej pokazana na rysunku. Powierzchnia pętli jest miarą energii koniecznej na przemagnesowanie.

Ta energia jest mała dla magnetyków miękkich i duża dla magnetyków twardych.

IMPEDANCJA ZESPOLONA

Dla złożonych elementów elektrycznych złożonych z rezystancji i pojemności ; rezystancji i indukcyjności ; rezystancji pojemności i wpiętych w obwody elektryczne prądu zmiennego nadano parametr zawady zwany też impedancją. Impedancja określa stosunek pomiędzy zespoloną wartością napięcia elektrycznego a wartością zespolonego natężenia prądu elektrycznego . Impedancja zespolona w sobie część rzeczywistą (rezystancja) i część urojona (reaktancja).

Impedancje każdego obwodu wyposażonego w elementy RLC można uprościć do postaci:

$$Z = R + jX$$

Gdzie Z- to impedancja, R rezystancja X reaktancja, j (jednostka urojona pierwiastek z -1)

PRZENIKALNOŚĆ MAGNETYCZNA ZESPOLONA

Przenikalność magnetyczna w materiałach ferromagnetycznych zależy od podatności magnetycznej
 Natężenie pola magnetycznego wytwarzane przez uzwojenie magnesujące oraz strumień indukcji Φ
 Można wyrazić częstotścią drgań pola ω

$$H = H_m \sin \omega t$$

$$\Phi = SB \sin(\omega t - \varphi)$$

Powstający wewnątrz strumień elektryczny dzieli się na część rzeczywistą i część stratną.

Gdzie S – przekrój rdzenia toroidalnego, średnia wartość indukcji w przekroju rdzenia o polu S , z pominięciem prądów wirowych φ - kąt strat energetycznych.

$$B = \frac{\Phi}{S \sin(\omega t - \varphi)} \quad (1)$$

Przenikalność magnetyczna bez wartości zespolonych – określona jest wzorem:

$$\mu = \frac{B}{H} \quad (2)$$

$$B = \mu H$$

Jeżeli podstawić zespoloną (3) wartość strumienia Φ i natężenia H do tego wzoru otrzymamy:

$$H = H_m \exp i \omega t$$

$$\Phi = \Phi_m \exp i(\omega t - \varphi) \quad (3)$$

$$\mu = \frac{B}{H} = \frac{\Phi_m \exp i(\omega t - \varphi)}{S H_m \exp i \omega t} = \frac{\Phi_m \cancel{\exp(i \omega t)} \cdot \exp(-i \varphi)}{S H_m \cancel{\exp i \omega t}} = \frac{\Phi_m}{S H_m} \cdot \exp(-i \varphi) = \mu_{\max} \cdot \exp(-i \varphi) = \mu_1 - i \mu_2$$

Część obliczeniowa:

$$\mu_{cz} = \frac{L \cdot l}{\mu_0 Z^2 S}$$

L – indukcyjność, l – długość drogi magnetycznej, S – przekrój próbki, Z – ilość zwojów, μ_0 – przenikalność magnetyczna próżni

S – przekrój jest równy przekrojowi toroidalnego rdzenia

$$S = \frac{\phi_w - \phi_z}{2} \cdot h = \frac{80mm - 55mm}{2} \cdot 35mm = 437,5mm^2 = 0,0004375m^2$$

Długość drogi elektrycznej wyliczam ze średniej z obwodów koła zewnętrznego i wewnętrznego próbki (środek prostokątnego przekroju, droga jaką musi przebyć taki przekrój wzdłuż okrężnego toru swojego środka ciężkości, aby wyciąć próbkę w kształcie obręczy.

$$l = 2\pi\bar{r} = \pi\bar{\phi} = 2\pi\left(\frac{\phi_w + \phi_z}{2}\right) = \pi(\phi_w + \phi_z)$$

$$l = 3,14 \cdot (80mm + 55mm) = 423,9mm = 0,424m$$

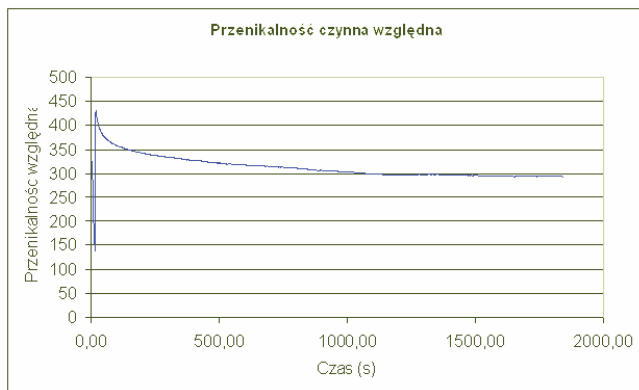
$Z=198$ zwoi; syczytuje ze stanowiska pomiarowego

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{H}{m}$$

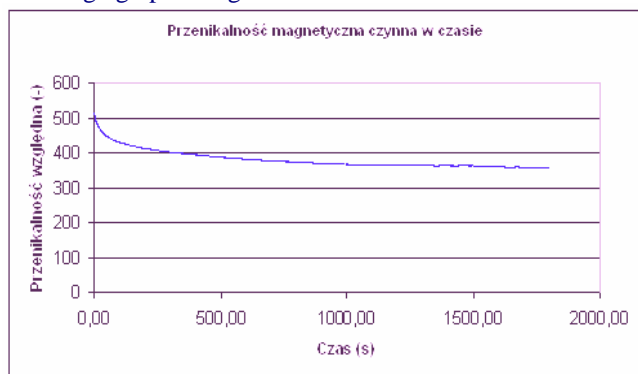
$$\mu_{cz}(L) = \frac{l}{\mu_0 Z^2 S} \cdot L = \frac{0,424m}{4\pi \cdot 10^{-7} \frac{H}{m} \cdot 198^2 \cdot 0,0004375m^2} \cdot L =$$

$$\mu_{cz}(L) = \frac{4240000}{12,56 \cdot 39204 \cdot 0,0004375} L = 19682 \cdot L$$

Wykres zależności $\mu_{cz} = \mu_{cz}(L, t)$ dla pierwszego przebiegu czasowego



Dla drugiego przebiegu



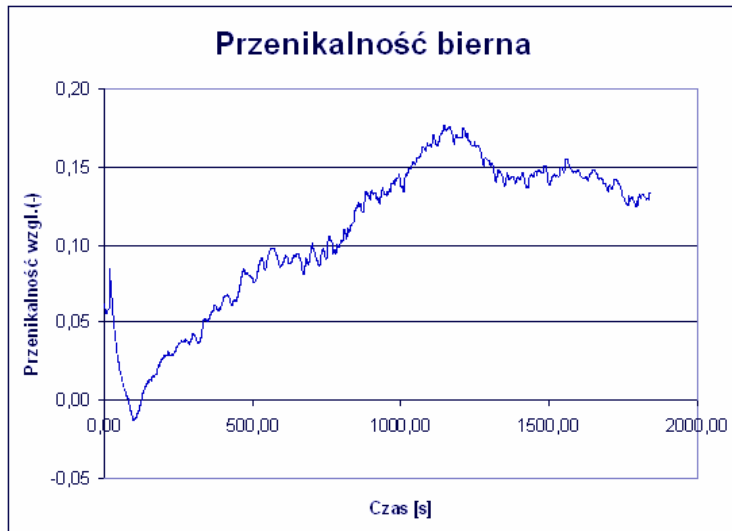
Pomiar przenikalności biernej:

$$\mu_b = \frac{R - R_{Cu}}{2\pi fL}$$

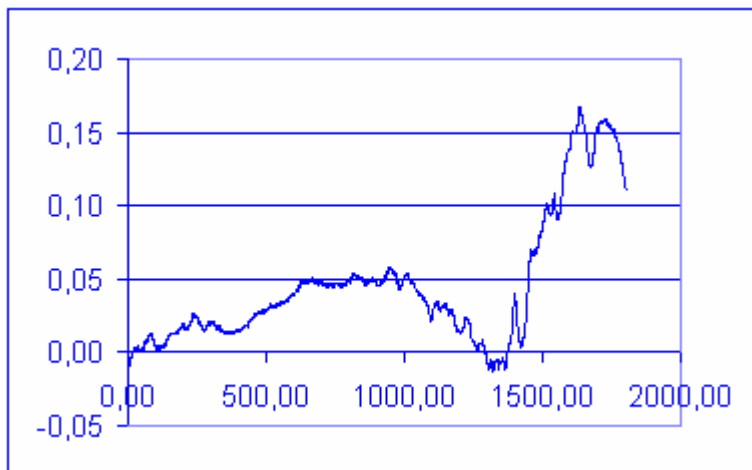
F=1040Hz; RCu=1,5Om

Zmiany przenikalności biernej w funkcji czasu:

Przebieg pierwszy



Przebieg drugi



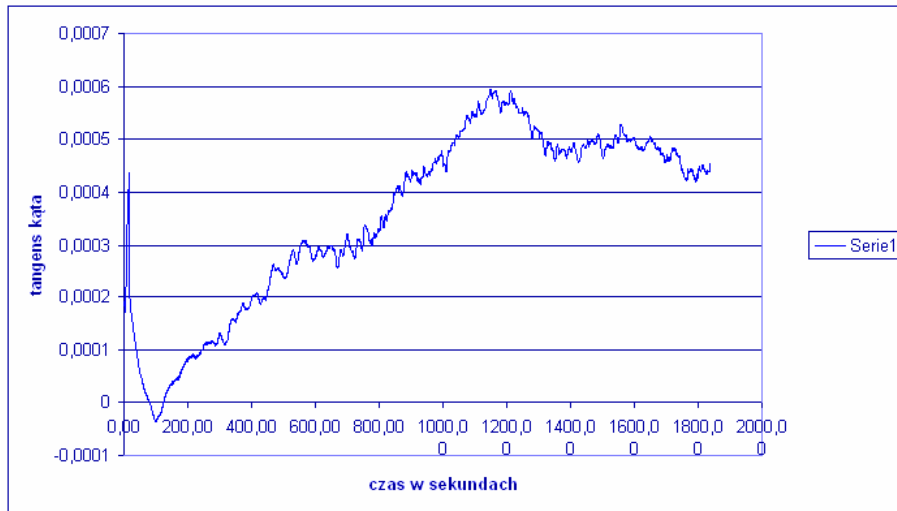
Obliczam tangens strat elektryczny w funkcji czasu:

$$\text{TAN}\phi = \frac{\mu_b}{\mu_{cz}} = \frac{R - R_{Cu}}{2\pi fL \cdot \mu_{cz}}$$

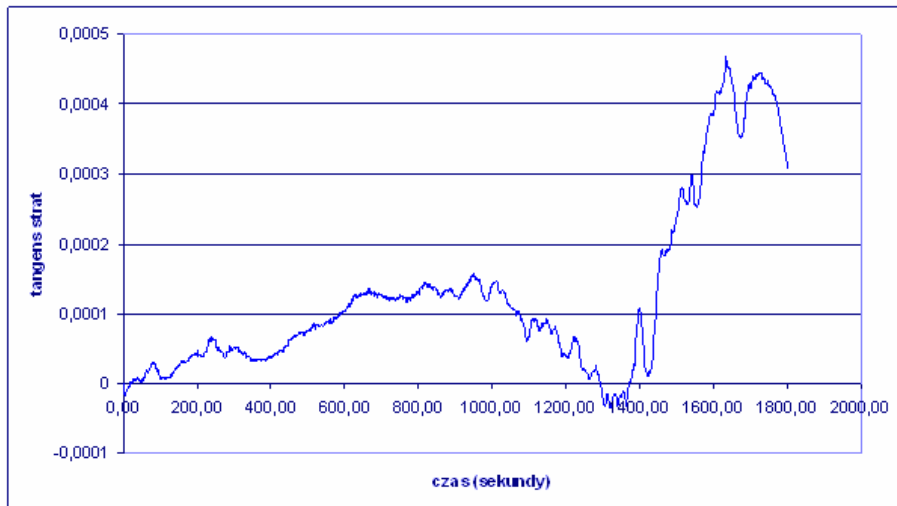
$$\phi = \text{ARCTAN} \frac{R - R_{Cu}}{2\pi fL \cdot \mu_{cz}}$$

Zmiany tangensa strat w funkcji czasu:

Próba pierwsza



Próba druga:



Maksymalny tangens nie przekracza wartości 0,0006

Obliczam natężenie zmian przenikalności dla pierwszego przykładu

$$\frac{\Delta\mu}{\mu} = \frac{\mu(30s) - \mu(1800s)}{\mu(30s)} \cdot 100\%$$

$$\frac{\Delta\mu}{\mu} = \frac{\mu(30s) - \mu(1800s)}{\mu(30s)} \cdot 100\% = \frac{398,47 - 294,49}{398,47} 100\% = 26\%$$

Dla drugiego przypadku:

$$\frac{\Delta\mu}{\mu} = \frac{515 - 372}{515} 100\% = 28\%$$

Stabelaryzowane natężenie pola magnetycznego H wyliczone ze wzoru:

$$H = \frac{Z \cdot U_i}{100\Omega \cdot l}$$

	Ui [mV]	R [Om]	L [H]	H [mA/m]
1	17,56	12,5	0,014	82,78286
2	23,3	13	0,015	109,8429
3	28,5	12,8	0,015	134,3571
4	37,5	13,5	0,015	176,7857
5	48,6	14,8	0,015	229,1143
6	63,7	16,5	0,016	300,3
7	70,9	17,9	0,017	334,2429
8	96	22,3	0,019	452,5714

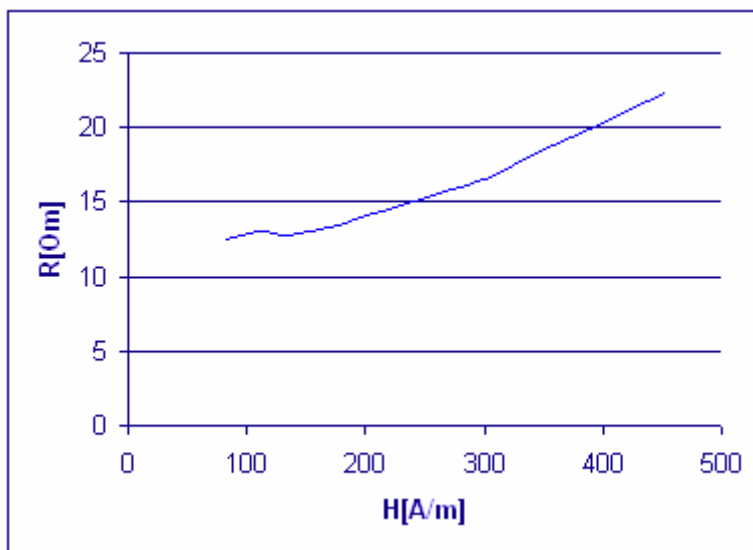
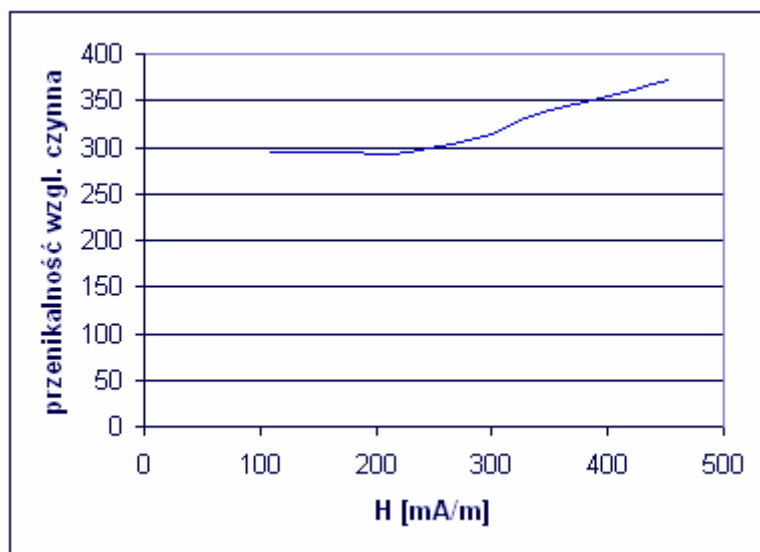


Tabela uzupełniona o odpowiadające indukcyjnościom wartości przenikalności magnetyczne z pliku DAT załączonego na dyskietce:

	U_i [V]	R [Om]	L [H]	H [A/m]	μ [-]
1	17,56	12,5	0,014	82,78286	---
2	23,3	13	0,015	109,8429	294
3	28,5	12,8	0,015	134,3571	294
4	37,5	13,5	0,015	176,7857	294
5	48,6	14,8	0,015	229,1143	294
6	63,7	16,5	0,016	300,3	314
7	70,9	17,9	0,017	334,2429	334
8	96	22,3	0,019	452,5714	373



Wnioski

Każde urządzenie posiada swoją sprawność, czyli stosunek korzystnie wykorzystanej energii do całej energii, złożonej z tejże korzystnej energii i energii, która poszła na straty zamieniona w niekorzystną formę energii. W naszym przypadku zbadaliśmy jaką część strumienia magnetycznego zostaje umieszczona w toroidalnym rdzeniu, oraz jaką część tejże korzystnej energii jest zamieniana na prądy wirowe czy też „wychodzi poza rdzeń”.

Okazało się, że wartość przenikalności biernej dla materiału jakim jest stal krzemowa jest dużo mniejsza niż przenikalność czynna, która tutaj jest czynnikiem porządanym. Zatem stal krzemowa jest dobrym materiałem na wszelkiego rodzaju urządzenia przetwarzania prądu i napięcia elektrycznego, impedancji, oraz dławiki elektryczne, ustroje elektromagnetyczne, podnośniki magnetyczne itp.

Zbadaliśmy, że w dławikach magnetycznych z rdzeniem, pod wpływem długo płynącego pola magnetycznego przenikalność magnetyczna zmniejsza się lub też zmniejsza się prąd elektryczny, pod wpływem nagrzewającego się solenoidu od ciepła Joule’a-Lenza. Jeśli zmiany te są związane ze zmiennością przenikalności to można wnioskować, że materiał jest po za pętlą pierwotnego magnesowania, gdzie widoczna jest liniowa zależność B i H, połączona stałą wartością przenikalności elektrycznej czynnej.

©2002-2006 by Tremolo – Robert Gabor pomyśl zanim skopiujesz

☺Więcej na: www.tremolo.prv.pl , www.tremolo.pl dział laboratoria

