

# LABORATORIUM FIZYKI OGÓLNEJ

## SPRAWOZDANIE Z CWICZENIA NR58

TEMAT : BADANIE FERROMAGNETYKÓW.

### 1. OPIS TEORETYCZNY.

Pole magnetyczne w osrodkach można scharakteryzować za pomocą następujących wielkości wektorowych : indukcji magnetycznej  $B$ , natężenia pola magnetycznego  $H$  i polaryzacji magnetycznej  $J$ . Ogólny związek między tymi wektorami ma postać:

$$B = \mu_0 H + J$$

gdzie  $\mu_0$  - przenikalność magnetyczna próżni ( $4 \pi \cdot 10^{-7}$  Vs/Am)

W wielu osrodkach spełniony jest ponadto związek:

$$J = \mu_0 \chi H = \mu_0 (\mu - 1) H$$

gdzie

$\chi$  - podatność magnetyczna osrodka,

$\mu$  - względna przenikalność magnetyczna osrodka ( $\mu = \chi + 1$ ).

Z obu tych związków wynika znana zależność:

$$B = \mu_0 \mu H.$$

Podatność magnetyczna  $\chi$  i przenikalność magnetyczna  $\mu$  charakteryzują własności magnetyczne osrodka. W zależności od znaku i wartości  $\chi$  oraz  $\mu$  osrodki dzieli się na :

- diamagnetyki ( $\chi < 0$  i  $\mu < 1$ )
- paramagnetyki ( $\chi > 0$  i  $\mu > 1$ )
- ferromagnetyki ( $\chi \gg 0$  i  $\mu \gg 1$  oraz ponadto  $\mu \neq \text{const.}$ ).

Diamagnetyki i paramagnetyki należą do materiałów słabo magnetycznych, ich przenikalność magnetyczna jest bliska jedności. Ferromagnetyki mają bardzo dużą przenikalność magnetyczną.

## PETLA HISTEREZY MAGNETYCZNEJ

Zależność indukcji magnetycznej od natężenia pola magnetycznego w rozmagnesowanej próbce materialu ferromagnetycznego ilustruje krzywa OM. Gdy natężenie pola maleje od wartości +HMAX do 0, indukcja magnetyczna nie przebiega po krzywej pierwotnego namagnesowania OM, lecz wedle krzywej ML i dla natężenia pola  $H=0$  indukcja przyjmuje wartość OL. Po zmianie kierunku pola i zwiększeniu jego wartości następuje spadek indukcji magnetycznej wzdłuż krzywej LD. Wraz ze wzrostem pola do wartości -HMAX, indukcja magnetyczna wzrasta zgodnie z krzywą DN. Gdy pole zmniejsza się od wartości -HMAX do 0, zmianę indukcji ilustruje krzywa NK; po zmianie kierunku H i jego wartości +HMAX indukcja zmienia się zgodnie z krzywą KM, osiągając nasycenie w punkcie M. Otrzymana w ten sposób zależność nazywa się *petla histerezy magnetycznej*. Wartość indukcji magnetycznej  $OL = OK$  dla natężenia pola  $H = 0$  nazywa się *pozostałością magnetyczną*. Natężenie pola magnetycznego  $OD = OD'$ , które doprowadza do zera indukcji magnetycznej materialu, nazywa się *połem koercji*.

Wartości pozostałości magnetycznej BR i pola koercji HC są charakterystyczne dla danego materialu ferromagnetycznego i decydują o jego przydatności w zastosowaniach technicznych. Pole powierzchni petli histerezy jest proporcjonalne do energii zużytej na przemagnesowanie materialu.

### 2. PRZEBIEG CWICZENIA.

- Wyznaczanie pierwotnej krzywej namagnesowania
- Wyznaczanie wartości pozostałości magnetycznej Br i natężenia pola koercji Hc.

### 3. SCHEMAT UKŁADU POMIAROWEGO

#### DANE UKŁADÓW POMIAROWYCH

L.p	R1	N1	N2	L	S
	kΩ			mm	mm <sup>2</sup>
1	10	200	200	90	45
2	8.2	250	200	94	56
3	2.8	200	314	150	5.4

$$R_2 = 200 \text{ k}\Omega$$

$$C = 1.5 \text{ }\mu\text{F}$$

#### 4. WYZNACZANIE PIERWOTNEJ KRZYWEJ NAMAGNESOWANIA.

##### FERROMAGNETYK I

L.p.	U <sub>x</sub>	ΔU <sub>x</sub>	U <sub>y</sub>	ΔU <sub>y</sub>	H	ΔH	B	ΔB
	V	V	mV	mV	mA/m	mA/m	mT	mT
1	0.04	0.02	1.0	0.5	8.8	4.4	33	17
2	0.08	0.02	2.0	0.5	17.6	4.4	67	17
3	0.12	0.02	3.0	0.5	26.4	4.4	100	17
4	0.16	0.02	4.0	0.5	35.2	4.4	133	17
5	0.16	0.02	5.0	0.5	35.2	4.4	167	17
6	0.20	0.02	6.0	0.5	44.0	4.4	200	17
7	0.24	0.02	7.0	0.5	52.8	4.4	233	17
8	0.28	0.02	8.0	0.5	61.6	4.4	266	17
9	0.40	0.02	10.0	0.5	88.0	4.4	333	17
10	0.48	0.02	11.0	0.5	105.6	4.4	366	17
11	0.60	0.02	11.0	0.5	132.0	4.4	366	17
12	0.68	0.02	12.0	0.5	149.6	4.4	400	17
13	0.80	0.02	12.0	0.5	176.0	4.4	400	17
14	0.84	0.02	12.0	0.5	184.8	4.4	400	17
15	0.96	0.02	13.0	0.5	211.2	4.4	433	17
16	1.00	0.02	13.0	0.5	220.0	4.4	433	17

##### FERROMAGNETYK II

L.p.	U <sub>x</sub>	ΔU <sub>x</sub>	U <sub>y</sub>	ΔU <sub>y</sub>	H	ΔH	B	ΔB
	V	V	mV	mV	mA/m	mA/m	mT	mT
1	0.08	0.02	3.5	0.5	25.6	6.4	94	13
2	0.12	0.02	6.0	0.5	38.4	6.4	161	13
3	0.16	0.02	9.0	0.5	51.2	6.4	241	13
4	0.24	0.02	11.5	0.5	76.8	6.4	308	13
5	0.32	0.02	14.0	0.5	102.4	6.4	375	13
6	0.44	0.02	17.5	0.5	140.8	6.4	469	13
7	0.60	0.02	19.0	0.5	192.0	6.4	509	13

FERROMAGNETYK III

L.p	UX	$\Delta UX$	UY	$\Delta UY$	H	$\Delta H$	B	$\Delta B$
	V	V	mV	mV	mA/m	mA/m	mT	mT
1	0.4	0.2	0.0	0.2	0.192	0.096	0.0	35
2	0.8	0.2	0.4	0.2	0.384	0.096	71	35
3	1.2	0.2	0.4	0.2	0.576	0.096	71	35
4	1.6	0.2	0.8	0.2	0.768	0.096	142	35
5	2.0	0.2	0.8	0.2	0.960	0.096	142	35
6	2.8	0.2	1.2	0.2	1.344	0.096	212	35
7	3.6	0.2	2.4	0.2	1.728	0.096	423	35
8	3.6	0.2	2.8	0.2	1.728	0.096	496	35
9	4.0	0.2	3.6	0.2	1.920	0.096	637	35
10	4.4	0.2	4.0	0.2	2.112	0.096	708	35

**5. WYZNACZANIE WARTOSCI POZOSTALOSCI MAGNETYCZNEJ  $B_r$  I NATEZENIA POLA KOERCJI  $H_c$ .**

FERROMAGNETYK I

U	UX	$\Delta UX$	UY	$\Delta UY$	HC	$\Delta HC$	Br	$\Delta Br$
V	V	V	mV	mV	mA/m	mA/m	mT	mT
10	0.08	0.02	1.0	0.5	17.6	4.4	33	17
20	0.12	0.02	4.0	0.5	26.4	4.4	133	17
30	0.16	0.02	5.0	0.5	35.2	4.4	167	17
40	0.16	0.02	6.0	0.5	35.2	4.4	200	17
50	0.16	0.02	6.0	0.5	35.2	4.4	200	17

FERROMAGNETYK II

U	UX	$\Delta UX$	UY	$\Delta UY$	HC	$\Delta HC$	Br	$\Delta Br$
V	V	V	mV	mV	mA/m	mA/m	mT	mT
10	0.08	0.02	3.0	0.5	26.0	6.5	80	13
20	0.08	0.02	5.0	0.5	26.0	6.5	134	13
30	0.12	0.02	7.0	0.5	39.0	6.5	188	13
40	0.16	0.02	9.0	0.5	52.0	6.5	241	13
50	0.16	0.02	10.0	0.5	52.0	6.5	268	13

## FERROMAGNETYK III

U	UX	ΔUX	UY	ΔUY	HC	ΔHC	Br	ΔBr
V	V	V	mV	mV	mA/m	mA/m	mT	mT
10	0.8	0.2	0.0	0.2	0.381	0.095	0	35
15	0.8	0.2	0.0	0.2	0.381	0.095	0	35
20	0.8	0.2	2.0	0.2	0.381	0.095	354	35
25	0.8	0.2	2.0	0.2	0.381	0.095	354	35
30	0.8	0.2	3.6	0.2	0.381	0.095	367	35
35	1.0	0.2	4.0	0.2	0.476	0.095	708	35
40	1.2	0.2	5.0	0.2	0.571	0.095	885	35
45	2.0	0.2	5.2	0.2	0.952	0.095	920	35
50	2.0	0.2	5.6	0.2	0.952	0.095	991	35

### 6. WZORY I OBLICZENIA

$$H = (N_1 * U_X) / (R_1 * L) = (200 * 0.04) / (10000 * 0.09) = 8.8 * 10^{-3} \text{ A/m}$$

$$\Delta H = N_1 * \Delta U_X / (R_1 * L) = 0.22 * 0.02 = 4.4 * 10^{-3} \text{ A/m}$$

$$B = (C * R_2 * U_Y) / (N_2 * S) = (1.5 * 10^{-6} * 200 * 10^3 * 1) / (200 * 45 * 10^{-6}) = 33 * 10^{-3} \text{ T}$$

$$\Delta B = (C * R_2 * \Delta U_Y) / (N_2 * S) = 33.3 * 0.5 = 16.7 * 10^{-3} \text{ T}$$

### 7. SPIS PRZYRZADÓW.

- Oscyloskop STP - 501 - XY
- Autotransformator AR 202
- Transformator separujący typ ZTS - 3
- Stabilizator prądu SP - 102
- Rezystor dekadowy RD - 101

### 8. UWAGI I WNIOSKI.

Przeprowadzone ćwiczenie potwierdziło założenia teoretyczne w przypadku ferromagnetyka I i II. Dla ferromagnetyka III otrzymany kształt krzywej namagnesowania pierwotnego oraz petla histerezy odbiega znacznie od teorii. Powodem tego było grzanie się próbki ferromagnetyka. Pomiarów można było dokonywać przez 10 s. po czym należało je przerywać w celu ochłodzenia rdzenia.