

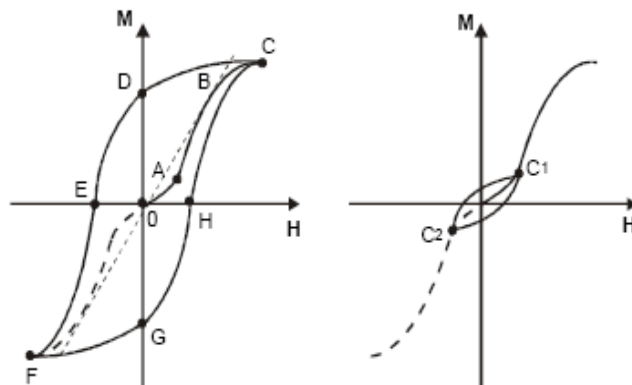
Vyhodnotenie nameraných hodnôt v úlohe „Vyšetrovanie vlastnosti feromagnetika“.

A. URČENIE KRIVKY PRVOTNEJ MAGNETIZÁCIE.

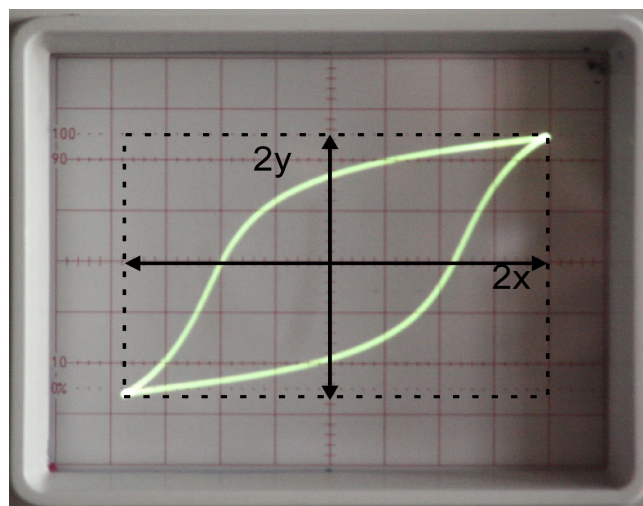
Pretože sa krivka prvotnej magnetizácie na obrazovke nezobrazí, využijeme pre jej zistenie skutočnosť, že hysterézne slučky s $H_{max} < H_{nasýt}$ majú hroty C_1 - C_2 položené na nej (obr. 1). Zistíme si prúd primárnym obvodom, pri ktorom už dochádza k nasýteniu jadra a približne po desatinách tejto hodnoty budeme prúd od nuly zvyšovať. Pre každú nastavenú hodnotu prúdu odčítame súradnice x , y zobrazenej hysteréznej slučky (obr. 2). Keďže hysterézna slučka je stredovo symetrická, robíme to tak, že pri určovaní súradnice x vypneme rozmietanie v smere y a na obrazovke sa objaví úsečka o dĺžke $l_x = 2x$ (obr. 2).

Analogicky určíme súradnicu y . Napätie U_x a U_y vypočítame tak, že vynásobíme x -ovú a y -ovú súradnicu koncového bodu hysteréznej slučky konštantami k_x a k_y , ktoré odčítame z ovládacieho panelu osciloskopu.

Napríklad $k_x = 1 \text{ V/cm} = 0,1 \text{ V/mm}$
a $k_y = 0,1 \text{ V/cm} = 0,01 \text{ V/mm}$. Takže
 $U_x = k_x \cdot x$ a $U_y = k_y \cdot y$. Takýmto spôsobom vyplníme celú tabuľku nameraných hodnôt (Tab. 1).



Obr. 1. Hysterézna slučka a krivka prvotnej magnetizácie



Obr. 2. Hysterézna slučka na obrazovke osciloskopu

Na výpočet intenzity magnetického poľa H použijeme vzťah $H = \frac{Z_1 I}{\pi D}$, v ktorom I nahradíme vzťahom $I = \frac{U_x}{R_1}$, kde U_x je napätie snímané x -ovým zosilňovačom osciloskopu na odpore R_1 .

Intenzitu magnetického poľa počítame podľa vzťahu: $H = \frac{Z_1 U_x}{\pi D R_1}$.

Magnetickú indukciu počítame zo vzťahu $B = U_y \cdot \frac{R_2 C}{Z_2 S}$.

Tab. 1: Namerané hodnoty a prepočítané na reálne napätie. Odpovedajúce hodnoty intenzity a indukcie magnetického poľa.

i	I [A]	x [cm]	y [cm]	U _x [V]	U _y [V]	H [A/m]	B [T]
1	0,25	1,1	0,2	0,55	0,02	212	0,009
2	0,30	1,4	0,3	0,70	0,03	270	0,013
3	0,35	1,6	0,4	0,80	0,04	309	0,016
4	0,40	1,8	0,5	0,90	0,05	347	0,022
5	0,45	2,0	0,6	1,00	0,06	386	0,027
6	0,50	2,3	0,9	1,15	0,09	444	0,040
7	0,55	2,5	1,2	1,25	0,12	483	0,053
8	0,60	2,8	1,6	1,38	0,16	531	0,071
9	0,65	3,1	2,2	1,55	0,22	598	0,096
10	0,70	3,3	2,5	1,65	0,25	637	0,109
10	0,75	3,6	2,8	1,80	0,28	695	0,124

B. SNÍMANIE HYSTERÉZNEJ SLUČKY A URČENIE HYSTERÉZNYCH STRÁT.

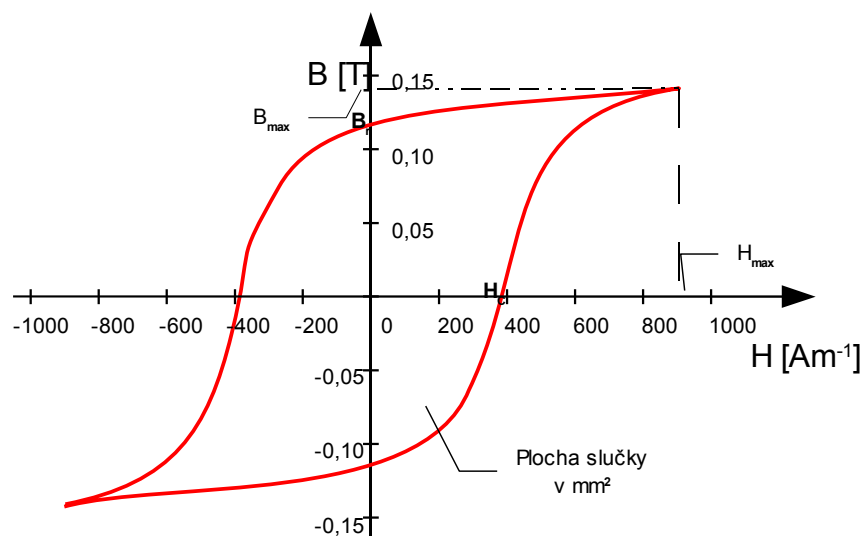
Nameranú nasýtenú hysteréznú krivku prekreslíme z obrazovky osciloskopu na milimetrový papier. Do toho istého grafu zakreslíme aj krivku prvotnej magnetizácie. Jednotlivé body prvotnej magnetizácie získame z koncových bodov (x_i, y_i) jednotlivých hysteréznych slučiek pri zvyšovaní prúdu prechádzajúcim merným obvodom.

Potom osi x a y v grafe okalibrujeme tak, že vynesieme značky 0; 200; 400; 600; 800 a 1000 Am⁻¹ na x - ovú os a 0; 0,05; 0,10; 0,15; 0,20 T na y - ovú os. V akej vzdialenosti (v milimetroch) od počiatku súradných osi vynesieme tieto značky vypočítame takto:

$$x = x_{max} \frac{n}{H_{max}} \quad y = y_{max} \frac{m}{B_{max}} ,$$

napríklad pre $n = 100 \text{ Am}^{-1}$ je $x = x_{max} \frac{100}{H_{max}}$, kde x_{max} a H_{max} sú maximálne hodnoty

odčítané z nasýtenej hysteréznej slučky a pre $m = 0,05 \text{ T}$ je $y = y_{max} \frac{0,05}{B_{max}}$, kde y_{max} a B_{max} sú taktiež maximálne hodnoty v nasýtenej hysteréznej slučke.



Obr. 3. Hysterézná slučka prekreslená z osciloskopu s prepočítanými hodnotami

Stratový výkon počítame podľa návodu v skriptách zo vzťahu

$$W_C = P \cdot V \cdot f ,$$

kde $V = \pi D S [m^3]$ je objem toroidu (feromagnetika) a $f = 50 \text{ Hz}$ je frekvencia napájacieho napätia a prúdu a $P = \oint H dB$. Na to aby sme mohli tento integrál vypočítať, by sme museli poznať analytické vyjadrenie $H = H(B)$, respektíve $B = B(H)$. Keďže ho nepoznáme, postupujeme následovne: Zistíme veľkosť plochy hysteréznej slučky S_{Sl} v mm^2 . Určíme pomocné veličiny

$$h, b : h = \frac{H_{max}}{x_{max}} \left[\frac{Am^{-1}}{mm} \right] , \quad b = \frac{B_{max}}{y_{max}} \left[\frac{T}{mm} \right] .$$

Potom môžeme písať

$$P = \oint H dB = hb S_{Sl} \text{ a nakoniec } W_C = PVf = hb S_{Sl} Vf , \quad f = 50 \text{ Hz} .$$

Na záver vynesieme z tabuliek do grafu závislosť permeability μ od intenzity magnetického poľa H .