

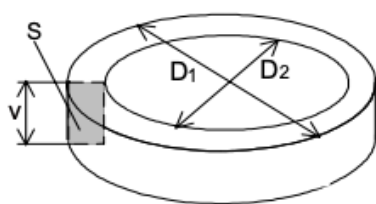
Měření amplitudové permeability

Jakub Dvořák

4. prosince 2020



**FACULTY OF
ELECTRICAL ENGINEERING**



Obr. 1 Prstencový vzorek

Parametry vzorku:

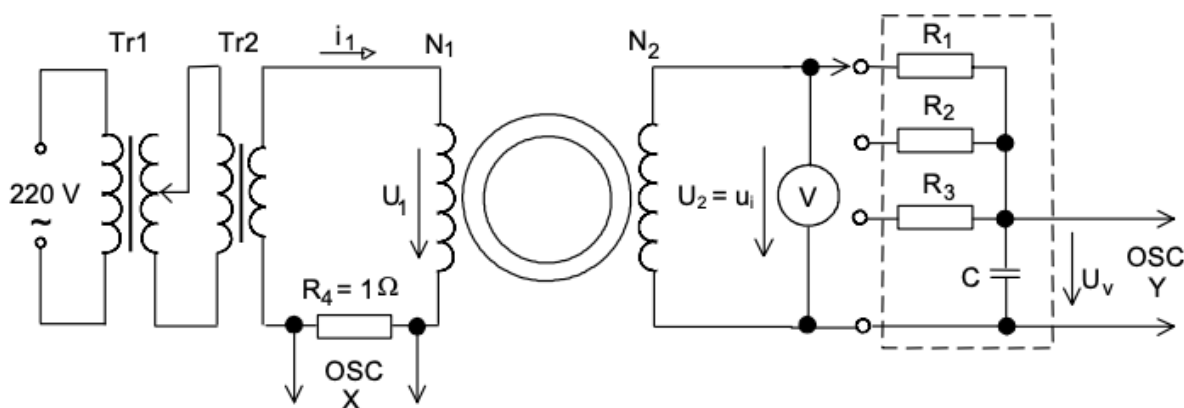
počty závitů: $N_1 = 35$ z, $N_2 = 60$ z,
 rozměry: $D_1 = 45$ mm, $D_2 = 80$ mm,
 $v = 25$ mm

RC článek: $C = 470$ nF, $R_1 = 40$ k Ω ,
 $R_2 = 120$ k Ω , $R_3 = 350$ k Ω

1 Úkol měření

1. a) V zapojení na 1 zobrazte na osciloskopu dynamickou hysterezní smyčku prstencového vzorku magneticky měkkého materiálu při napět'ovém magnetování (sinusovém průběhu B). Smyčka je zadána maximální hodnotou magnetické indukce B_m . Pozorujte vliv velikosti integrační konstanty použitého pasivního integračního RC článku na tvar smyčky a pro další měření rozhodněte, který z rezistorů R_1 , R_2 , R_3 v integračním článku je vhodné použít.
- b) Z naměřených hodnot I_{1m} a zadaných parametrů vzorku určete maximální hodnotu intenzity magnetického pole H_m . Dále pomocí osciloskopu zjistěte hodnotu remanence B_r a koercitivity H_c .
- c) Změřte závislost amplitudové permeability μ_a na maximální hodnotě magnetické indukce pro $B_m = 0,1; 0,4; 0,7; 0,9; 1,1; 1,4; 1,7$ T a závislost vynesete do grafu.

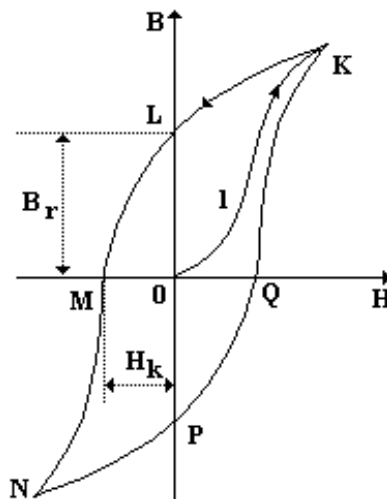
2 Schéma zapojení



Obrázek 1: Schéma zapojení pro měření amplitudové permeability a zobrazení dynamické hysterezní smyčky na osciloskopu

OSC	osciloskop <i>Keysight</i>
TR	toroidní transformátor
U	zdroj napětí
RC	integrační článek

Tabulka 1: Seznam použitých přístrojů



Obrázek 2: Hysterezní smyčka

3 Seznam použitých přístrojů

4 Teoretický úvod

Sice platí velice zjednodušený vztah $H = \mu_0 \mu_r B$ nicméně se jedná o velmi nepřesnou stacionární aproximaci. Při časové změně magnetické indukce H je odezva magnetického pole B opožděná a "pamatuje si", v jakém stavu byla. Proto vzniká tzv. hysterezní smyčka.

5 Naměřené hodnoty

Naměřené hodnoty jsou zanesené v tabulce níže U_2 spočítáme jako

B_m [T]	U_2 [V]	I_m [mA]
0,1	0,58	24
0,4	2,33	70
0,7	4,07	90
0,9	5,24	110
1,1	6,41	130
1,4	8,15	215
1,7	9,91	1550

$$U_2 = B_m \cdot 4,44 \cdot f \cdot N_2 \cdot S_{Fe} \quad (1)$$

6 Zpracování naměřených hodnot

Po vyzkoušení jednotlivých rezistorů v integrátoru a optické kontrole průběhu na osciloskopu je zřejmé, že nejlepší ze tří dostupných je R_3 . Jeho velikost je nejvyšší.

$$\begin{aligned} \frac{H_m}{H_c} &= \frac{X_2}{X_1} \rightarrow H_c = \frac{X_1}{X_2} \cdot H_m = 1,56 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1} \\ \frac{B_m}{B_r} &= \frac{Y_2}{Y_1} \rightarrow B_r = \frac{Y_1}{Y_2} \cdot B_m = 1,5 \text{ T} \end{aligned} \quad (2)$$

$$H_m = \frac{N_1 \cdot I_m}{\pi(D_1 + D_2)} = \frac{35 \cdot 1,55}{\pi(80 \cdot 10^{-3} + 45 \cdot 10^{-3})} \approx 136 \text{ A} \cdot \text{m}^{-1} \quad (3)$$

Amplitudovou permeabilitu následně spočítáme jako

$$\mu_a = \frac{B_m}{\mu_0 H_m} \approx 9953 \quad (4)$$

7 Závěrečné vyhodnocení

Ze závislosti amplitudové permeability vzorku na maximální magnetické indukci je zřejmé, že průběh je nelineární. Velikost μ_a dosahuje maxima přibližně mezi 1 T. Pro výběr vhodného rezistoru jsme se řídili podmínkou $\omega RC \gg 1$

Seznam použité literatury a zdrojů informací

Seznam použitých internetových zdrojů

[1] Návod k laboratorní úloze