

Vyšší odborná škola a Střední průmyslová škola elektrotechnická
Božetěchova 3, Olomouc
Laboratoře elektronických měření

PROTOKOL O MĚŘENÍ

Název úlohy

MAGNETICKÁ MĚŘENÍ

Číslo úlohy

202-3R

Zadání

1. Zopakujte si základní veličiny magnetického pole. Uveďte v teoretickém úvodu metody měření magnetické indukce, magnetické intenzity a magnetického toku.
2. Vypočítejte velikost intenzity magnetického pole uvnitř solenoidu:
 $N = 315, l = 0,149 \text{ m}, I = 1 \text{ A}$.
3. Stanovte výpočtem funkci $B = f(I)$ uvnitř solenoidu a proveďte cejchování Hallovy sondy $B = f(U_H)$.
4. Vytvořte graf cejchovní křivky Hallovy sondy $B = f(U_H)$. Stanovte koeficienty K_1 a K_2 aproximační rovnice $B = U_H \cdot K_1 + K_2$.
5. Změřte velikost magnetické indukce pomocí ocejchované Hallovi sondy na povrchu magnetického obvodu dynamického reproduktoru. Stanovte chybu měření.
6. Vypočítejte s ověřte měřením magnetickou intenzitu a magnetický tok uvnitř cívky:
 $N = 600, I = 1 \text{ mA}$.

Poř. č.

PŘÍJMENÍ a Jméno

Třída

Skupina

Školní rok

26

VYKYDAL Jan

3A

3

2013/2014

Datum měření

Datum odevzdání

Počet listů

Klasifikace

28.4.

12.5.

6

příprava

měření

protokol

obhajoba

Protokol o měření obsahuje: Teoretický úvod

Schéma

Tabulka použitých přístrojů

Postup měření

Tabulky naměřených a vypočtených hodnot

Vzor výpočtu

Grafy

Závěr

1 Teoretický úvod

Magnetické pole je podle relativistické teorie Alberta Einsteina projevem magnetického relativního (proměnného, nebo-li pohyblivého) náboje.

1.1 Intenzita magnetického pole

Značí se H , její jednotkou je Am^{-1} . Intenzita magnetického pole je vektorová veličina popisující míru silových účinků magnetického pole. Na rozdíl od magnetické indukce nezahrnuje vliv vázaných magnetizačních proudů prostředí, ale pouze "vnějších" zdrojů pole, tedy volných elektrických proudů.

Výpočet intenzity magnetického pole:

$$H = \frac{N \cdot I}{l} \quad (1)$$

kde:

H magnetická intenzita
 N počet závitů cívky
 I elektrický proud
 l délka cívky

1.2 Magnetická indukce

Značí se B , její jednotkou je T . Magnetická indukce je vektorová fyzikální veličina, která vyjadřuje silové účinky magnetického pole na pohybující se částice s nábojem nebo magnetickým dipólovým momentem. Je to hlavní veličina sloužící ke kvantitativnímu popisu magnetického pole. Magnetická indukce není vektorem pravým, ale tzv. axiální vektor, protože její směr se nemění při prostorové inverzi souřadnic. Hodnota vektoru magnetické indukce obecně závisí na poloze v prostoru, takže tvoří vektorové pole.

Výpočet intenzity magnetického pole:

$$B = \mu H \quad (2)$$

kde:

H magnetická intenzita
 B magnetická indukce
 μ permeabilita

1.3 Hallova sonda

Hallova sonda, Hallův článek nebo Hallův senzor je elektronická součástka, jejíž činnost je založena na technickém využití tzv. Hallova jevu.

Používá se pro měření a automatickou regulaci magnetických polí, měření velkých stejnosměrných proudů (0,5 až 10 kA), ovládání velkých elektromotorů, multiplikátor, měření součinu veličin, které je možné převést na součin BI (např. okamžitý výkon), bezkontaktní tlačítka, mechanické snímače (poloha, otáčky, zrychlení) apod.

Nejčastěji je tvořena tenkou destičkou polovodiče (InSb, InAs s odporem 0,01 až 20 Ohmů a tloušťky cca 0,1 mm, jedná se o kompromis mezi maximem citlivosti a mechanické pevnosti) obdélníkového tvaru. Držák destičky nesmí být z feromagnetického materiálu. Destička je opatřena dvěma páry kontaktů: široký slouží pro přívod proudu, úzký k odebrání výstupního Hallova napětí. Nepůsobí-li magnetické pole, jsou proudové dráhy v destičce rozloženy rovnoměrně a Hallovo napětí je nulové. V magnetickém poli působí magnetická indukce na nosiče proudu silou kolmou k jejich pohybu a stlačuje proudové čáry k jedné straně destičky. V důsledku toho vzniká na tenkých kontaktech rozdíl potenciálů, zvaný Hallovo napětí. Čím je destička polovodiče tenčí, tím je

Hallova sonda citlivější. Sondy se proto vyrábí ve formě tenkých polovodičových pásků nebo vrstvy polovodiče nanesených na podložce. Celý systém je chráněn pouzdrem.

2 Schéma

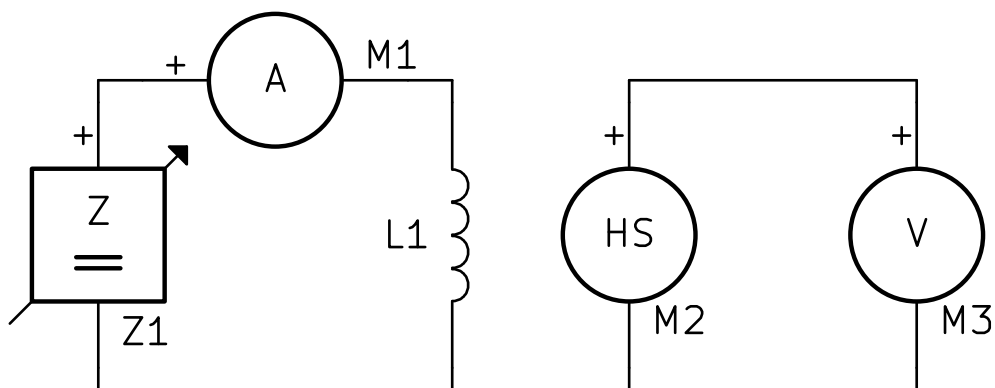


Schéma č. 1: Měření cejchovací hřivky Hallový sondy

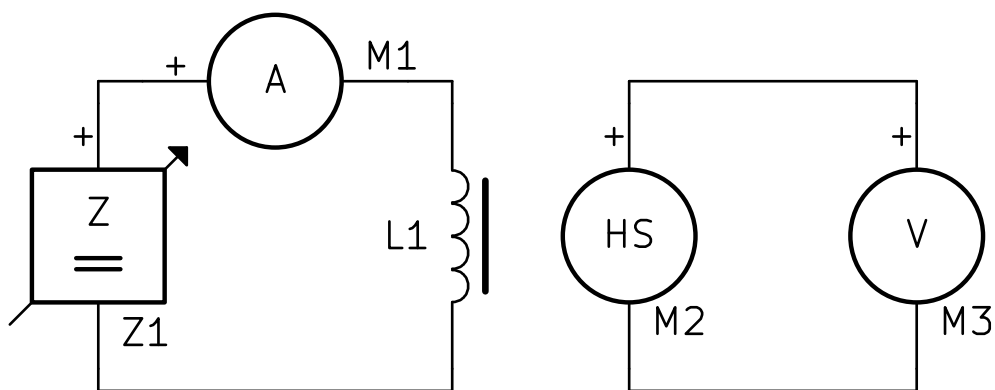


Schéma č. 2: Měření Hallova napětí cívky s železným jádrem

3 Tabulka použitých přístrojů

Označení v zapojení	Přístroj	Typ	Evidenční číslo
M_1	DMM	MASTECH MY-64	0655
M_2	Hallova sonda	-	—
M_3	DDM	MASTECH MY-64	0659
Z_1	zdroj ss. napětí	UTES BRNO BK-180	0180

Tabulka č. 1: Použité přístroje

4 Postup měření

4.1 Cejchování Hallovy sondy

- Vložíme Hallovu sondu do dutého těla solenoidu.
- Zvyšujeme proud protékající obvodem a poznačujeme si Hallovo napětí.
- Pomocí měřících přístrojů (voltmetru a ampérmetru), si zaznamenáváme naměřené hodnoty.
- Z naměřených hodnot vypočítáme intenzitu magnetického pole, indukčnost a koeficienty aproximační rovnice.

4.2 Měření magnetické indukce

- Hallovu sondu přiložíme k měřenému objektu.
- Změříme několik Hallovy napětí která zprůměrujeme.
- Pomocí koeficientů dopočítáme magnetickou indukci měřeného objektu.

5 Tabulky naměřených a vypočítaných hodnot

I [A]	$\%chyba_I$ [%]	U_H [mV]	$\%chyba_{U_H}$ [%]	H [Am ⁻¹]	B [mT]
0,0	—	7,6	1,816	0,000	0,000
0,1	12,000	8,3	1,705	211,409	0,266
0,2	7,000	9,0	1,611	422,819	0,531
0,3	5,333	9,7	1,531	634,228	0,797
0,4	4,500	10,4	1,462	845,638	1,063
0,5	4,000	11,1	1,401	1057,047	1,328
0,6	3,667	11,7	1,355	1268,456	1,594
0,7	3,429	12,3	1,313	1479,866	1,860
0,8	3,250	13,0	1,269	1691,275	2,125
0,9	3,111	13,7	1,230	1902,685	2,391
1,0	3,000	14,5	1,190	2114,094	2,657
1,1	2,909	15,1	1,162	2325,503	2,922
1,2	2,833	15,7	1,137	2536,913	3,188
1,3	2,769	16,3	1,113	2748,322	3,454
1,4	2,714	17,0	1,088	2959,732	3,719
1,5	2,667	17,3	1,078	3171,141	3,985

Tabulka č. 2: Měření cejchovací křivky Hallovy sondy

měřený objekt	U [mV]	B [mT]
cívka s železným jádrem	94,95	34,37224
magnet z floppy mechaniky	145	54,0667
permanentní magnet z reproduktoru	508	196,9074

Tabulka č. 3: Měření indukčnosti předmětů z magnetickým polem

6 Vzory výpočtů

Výpočet relativní procentuální chyby digitu:

$$\delta_{digit\%} = \frac{\pm digit}{MH} \cdot 100 = \frac{\pm 0,1}{7,6} \cdot 100 \doteq \underline{\underline{\pm 1,3158 \%}}$$

Celková procentuální chyba:

$$\delta_{\%} = \pm \delta_{MH\%} \pm \delta_{digit\%} = \pm 0,5 \pm 1,3158 \doteq \underline{\underline{\pm 1,8158 \%}}$$

Výpočet koeficientů aproximační rovnice:

$$\begin{aligned} B &= U_H \cdot K_1 + K_2 \\ 0 &= 7,6K_1 + K_2 \\ 2,125 &= 13K_1 + K_2 \\ K_2 &= -7,6K_1 \\ 2,125 &= 13K_1 - 7,6K_1 \\ 2,125 &= 5,4K_1 \\ K_1 &\doteq \underline{\underline{0,3935}} \\ 0 &\doteq 7,6 \cdot 0,3935 + K_2 \\ K_2 &\doteq \underline{\underline{-2,9906}} \end{aligned}$$

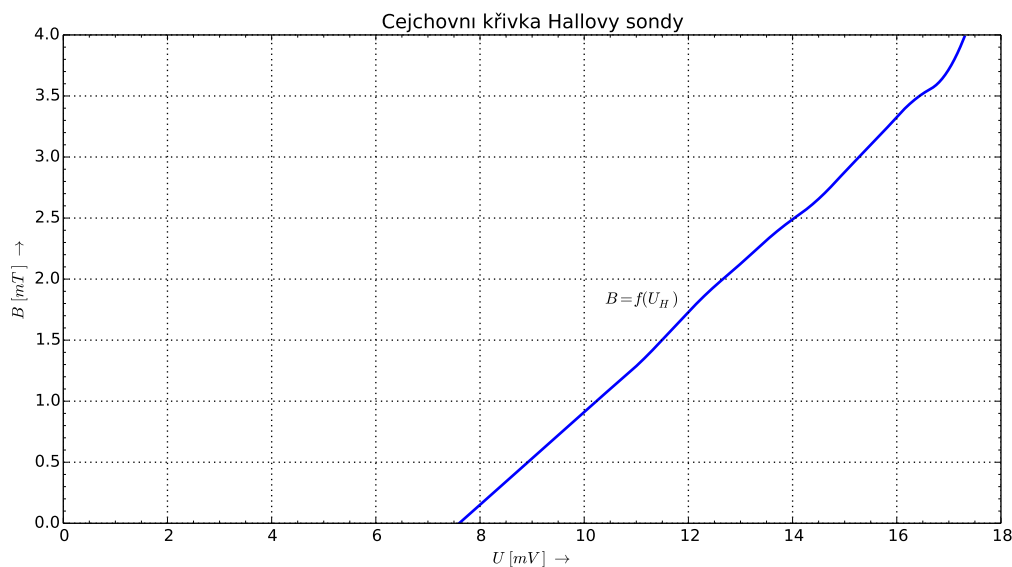
Výpočet intenzity magnetického pole:

$$H = \frac{N \cdot I}{l} = \frac{315 \cdot 1}{0,149} \doteq \underline{\underline{2114,094 \text{ Am}^{-1}}}$$

Výpočet indukčnosti pomocí koeficientů aproximační rovnice:

$$B = U_H \cdot K_1 + K_2 = 145 \cdot 0,3935 - 2,9906 \doteq \underline{\underline{54,0669 \text{ mT}}}$$

7 Grafy



Graf č. 1: Cejchovní křivka Hallovy sondy

8 Závěr

8.1 Chyby měřících přístrojů

Procentuální chyba použitých měřícího přístroje M_1 nepřekročila 1,9 %. Procentuální chyby měřícího přístroje M_3 dožáhla 12 %. Tato chyby už je poměrně značná a tudíž výsledné měření není nejpřesnější, vzhledem k vybyvení které jsem měl k dispozici ale hodnoty přesnější být nemohli. Měření nejvíce ovlivnil velká proud který obvodem procházel.

8.2 Zhodnocení

1. V úvodu byli popsány veličiny magnetického pole, které byli v tomto měření ať už přímou či nepřímou metodou měřeny.
2. Výpočtem jsem stanovil intenzitu magnetického pole uvnitř solenoidu, velikost magnetické intenzity $H \doteq 2114,094 \text{ Am}^{-1}$.
3. Hallova sonda byla ocejchovaná.
4. Z údajů získaných při cejchování Hallovy sondy byla vytvořen graf cejchovací křivky. Dále byli určeny koeficienty $K_1 \doteq 0,3935$ a $K_2 \doteq -2,9906$.
5. Byla změřena magnetická indukce na povrchu permanentních magnetů z floppy mechaniky a z reproduktoru. a spočítány chyby měření. Výsledky jsou shrnuty v tabulce č. 3.
6. Byla změřena magnetické indukce cívky s železným jádrem. $B \doteq 94,95 \text{ mT}$