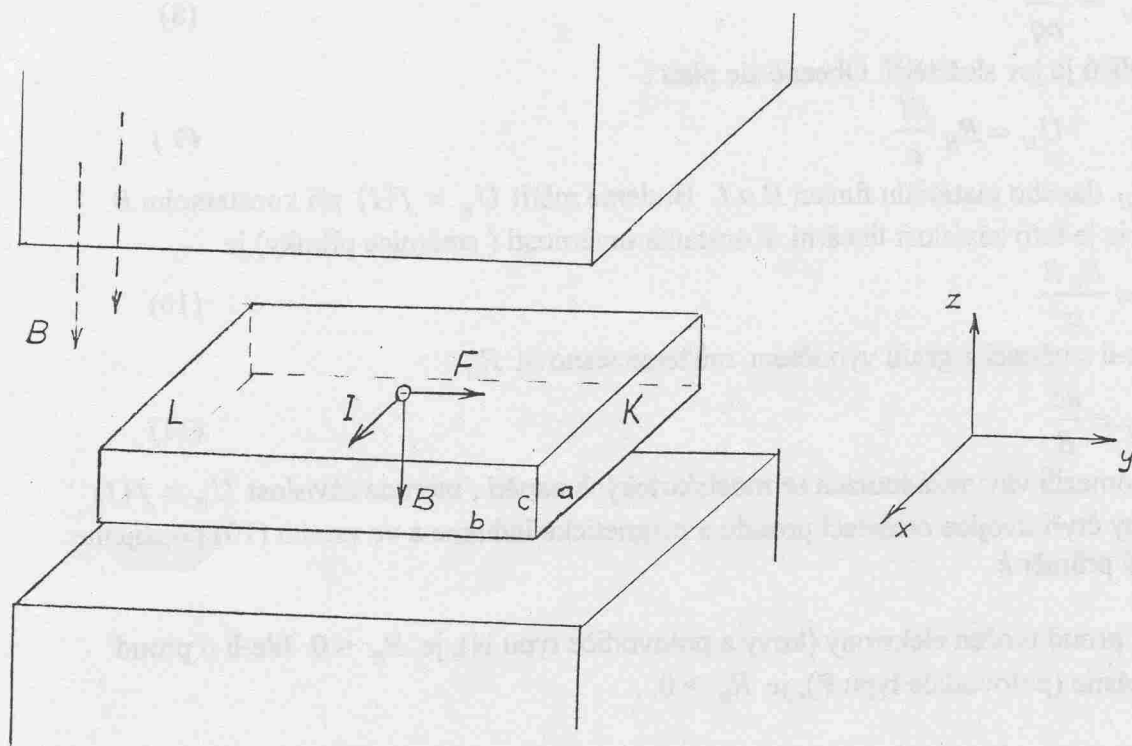


## Hallův jev

Hallův jev je důsledkem působení Lorentzovy síly na náboje pohybující se v materiálu umístěném v magnetickém poli. Jev byl objeven v roce 1879, kdy byl pozorován vznik příčného elektrického pole v kovovém pásku umístěném v magnetickém poli kolmém k rovině pásku a kterým protékal proud  $I$ .

Mějme destičku tvaru kvádru o hranách délky  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , vloženou do homogenního magnetického pole indukce  $B$  s orientací směru osy  $z$ . (Obr. 1). Destičkou protéká stejnosměrný proud  $I$  ve směru osy  $x$ . Na náboje působí Lorentzova síla  $F$ , mezi stěnami K a L ve směru osy  $y$  vzniká elektrostatické pole intenzity  $E$ .

Obr. 1



Platí :

$$qE_H + qv \times B = 0$$

$$E_H = -v \times B.$$

(1,2)

Potenciálový rozdíl mezi stěnami K a L je označován jako Hallovo napětí  $U_H$ . Pro homogenní vodič platí:

$$U_H = U_K - U_L = \int_b^0 E_H \cdot dy = \int_0^b (v \times B) \cdot dy = \int_0^b v \cdot B \cdot dy = v \cdot B \cdot b \quad (3)$$

Považujeme-li  $v$  za střední rychlost kladných nábojů a označíme-li  $n$  jejich koncentraci, pak platí

$$i = n q v. \quad (4)$$

Proudovou hustotu lze též vyjádřit vztahem:

$$i = \frac{I}{bc}. \quad (5)$$

Porovnáním rovnic (4) a (5) můžeme vyjádřit rychlost

$$v = \frac{1}{nq} \frac{I}{bc} \quad (6)$$

a pak výraz pro Hallovo napětí (3) nabývá tvaru:

$$U_H = \frac{1}{nq} \frac{BI}{c}. \quad (7)$$

Zlomek  $\frac{1}{nq}$  je zpravidla označován  $R_H$  a nazývá se Hallova konstanta. Pro kovy je

$$R_H = \frac{1}{nq}. \quad (8)$$

U polovodičů je jev složitější. Obecně ale platí :

$$U_H = R_H \frac{BI}{c}. \quad (9)$$

Je tedy  $U_H$  daného materiálu funkcí  $B$  a  $I$ . Budeme měřit  $U_H = f(I)$  při konstantním  $B$ .

Podle teorie je tato závislost lineární. Konstanta úměrnosti (směrnice přímky) je

$$k = \frac{R_H B}{c}. \quad (10)$$

Stanovíme-li směrnici z grafu výpočtem, můžeme stanovit  $R_H$

$$R_H = \frac{kc}{B}. \quad (11)$$

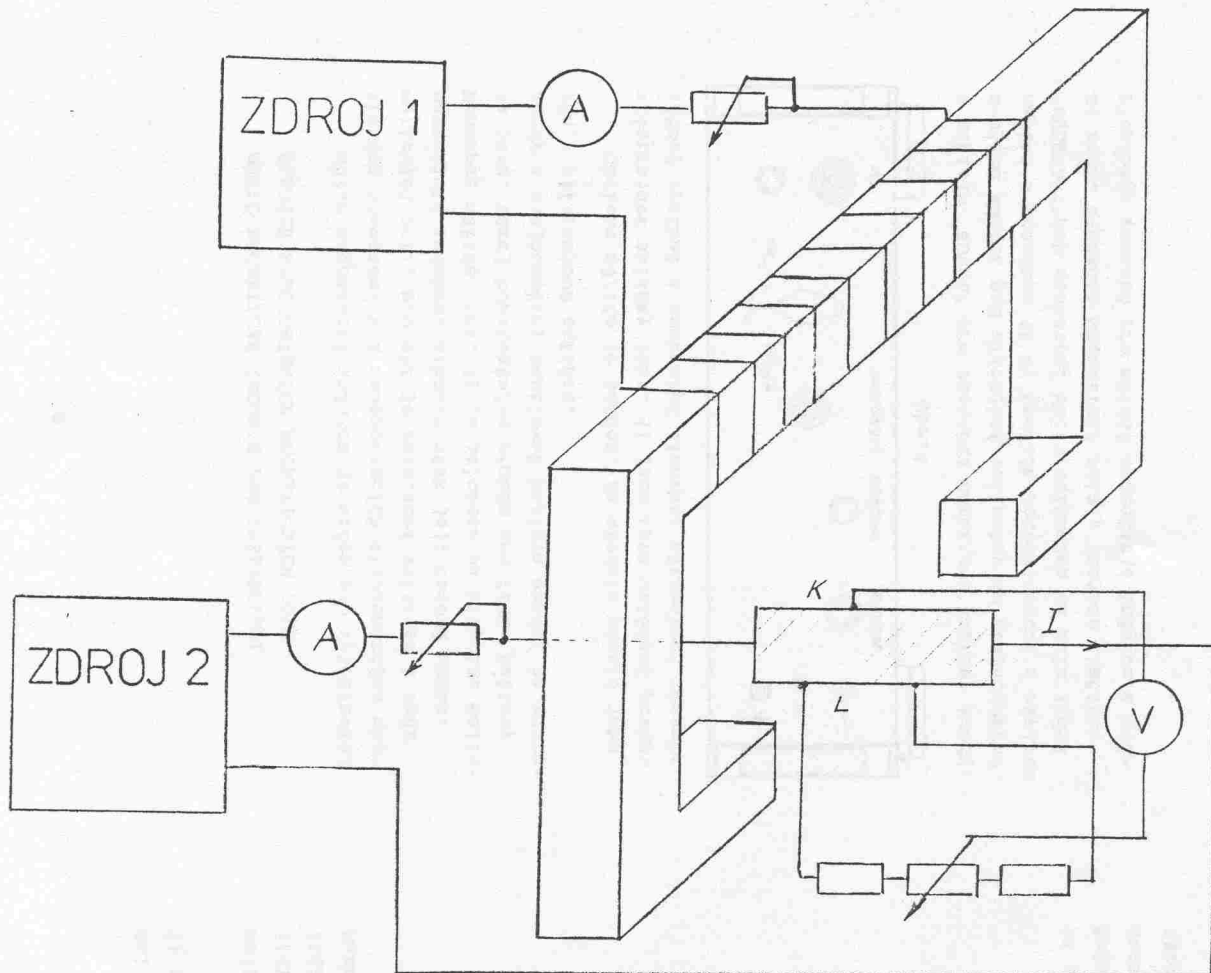
Abychom omezili vliv nežádoucích termoelektrických napětí, měříme závislost  $U_H = f(I)$  pro všechny čtyři dvojice orientací proudu a magnetické indukce a ve vztahu (10) použijeme aritmetický průměr  $k$ .

Pozn. Je-li proud tvořen elektrony (kovy a polovodiče typu N), je  $R_H < 0$ . Jde-li o proud kladných částic (polovodiče typu P), je  $R_H > 0$ .

### Měření Hallova napětí

Hallovo napětí je dáno vztahem (9).

Magnetické pole je buzeno elektromagnetem napájeným stejnosměrným proudem. Vzorek je vložen mezi přerušené jádro elektromagnetu. Při pájení kontaktů na stěnách K a L se vždy vyskytuje určitá nesymetrie a na výstupních svorkách sondy se objeví zbytkové napětí i při nulové magnetické indukci. Zbytkové napětí je třeba kompenzovat pomocným obvodem pro nastavení nuly (když na sondu nepůsobí mag. pole). Toto lze uskutečnit například tak, že ze stěny L vyvedeme dva vývody, které připojíme k potenciometru a jezdcem vyhledáme místo, které má stejný potenciál jako kontakt na stěně K. Toto nastavení se provádí, pokud je vzorek mimo magnetické pole a protéká jím maximální dovolený proud. Po dobu měření se nastavená poloha potenciometru nemění. Obr. (2)



### Úkol:

- 1) Měřičem mag. indukce změřte velikost  $B$  v mezeře jádra elektromagnetu pro několik hodnot proudu elektromagnetem ( $I_{\max} = 1 \text{ A}$ )
- 2) Pro zvolené hodnoty  $B$  změřte závislost  $U$  na  $I$  (vztah 9).  $I_{\max} = 100 \text{ mA}$
- 3) Vypočítejte Hallovu konstantu z měření. Tlouška sondy  $c = 0.35 \text{ mm}$ .

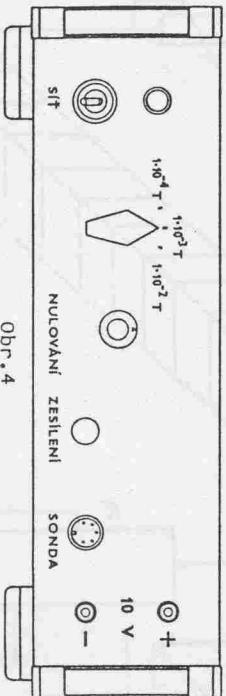
Pomůcky : 2 zdroje napětí, elektromagnet, obvod pro nastavení nuly, reostaty, 2 ampérmetry, voltmetr M1T 390, měřič mag. indukce LMMI

## MĚŘIC MAGNETICKÉ INDUKCE PRO VYŠETŘOVÁNÍ SLABÝCH STACIONÁRNÍCH MAGNETICKÝCH POLÍ

Měřič magnetické indukce je určen pro vyšetřování slabých homogenních i nehomogenních stacionárních magnetických polí, pro něž je podstatná velikost i směr magnetické indukce, nikoliv však její časová změna.

Koncepce měřiče (obr. 3) je založena na principu Hallova jevu. Zdroj konstantního proudu pro čidlo Hallovy sondy a stejnosměrný zesilovač Hallova napětí je vestavěn v přístrojové skřínce.

Obsluha měřiče je snadná. Na předním panelu jeho přístrojové skříňky (obr. 4) jsou tyto ovládací prvky: síťový vypínač a kontrolní žárovka; pětipólová zásuvka

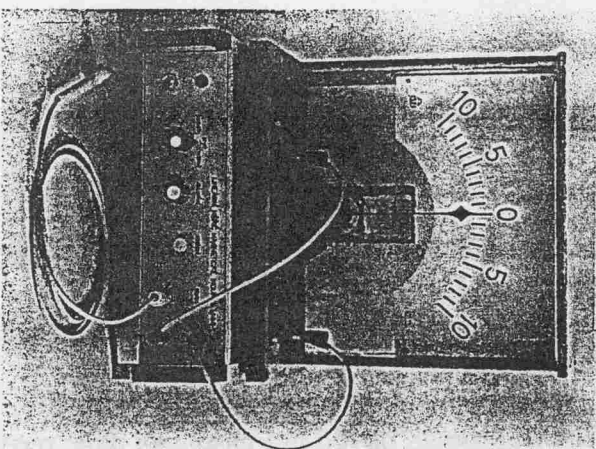


Obr. 4

s nápisem "SONDA" pro zasunutí konektoru Hallovy sondy; dvojice zdířek pro připojení voltmetru na stejnosměrné napětí s rozsahem 10 V; knoflík potenciometru s nápisem "NULOVÁNÍ" pro nastavení ručky voltmetru na nulu (když na sondu nepůsobí magnetické pole); dvojice tlačítek přepínače rozsahů pro měření magnetické indukce a hří-

del potenciometru se zářezem s nápisem "ZESILENÍ" (slouží k cejchování).

Ke zdířkám na čelním panelu přístrojové skříňky měřiče magnetické indukce lze připojit laboratorní měřidlo na stejnosměrné napětí s rozsahem 10 V (např. měřidlo DU 20 nebo Unimet) nebo demonstrační voltampérmetr Metra E 67/3 s rozsahem 10 V (obr. 5). Hodnotu magnetické



Obr. 5

ké indukce zjistíme, násobíme-li údaj ručky voltmetru hodnotou magnetické indukce, odpovídající jednomu dílku desetidílkové stupnice, na níž je na čelním panelu přístrojové skříňky měřiče nastaven přepínač rozsahů.