

## 8. MERJENJE GOSTOTE MAGNETNEGA POLJA S HALLOVIM MERILNIKOM

### Naloga

- umerite Hallov merilnik
- izmerite gostoto magnetnega polja na osi paličastega magneta

### Pripomočki

- dolga tuljava  
primer: dolžina 265 mm, 2r 75 mm, št. ovojev 600, induktivnost 75 mH, ohmski upor 25 $\Omega$
- Hallova sonda (Hallov merilnik)
- (digitalni) voltmeter
- ampermeter
- dva nastavljiva vira enosmerne napetosti (najmanj 0V do 12V)
- paličast magnet

### Razlaga

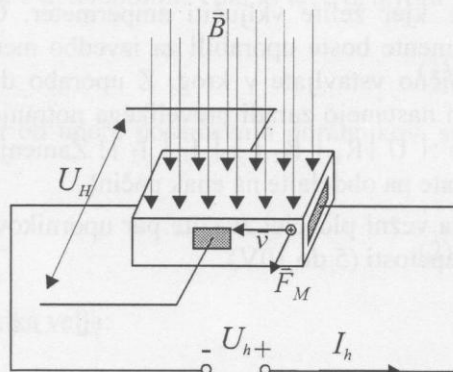
Pri prevajanju električnega toka v kovinah in polprevodnikih gre za gibanje nabojev v smeri električnega polja, ki ga ustvarja vir napetosti  $U_h$  (napetost vzbujanja). Če imamo prečno na gibanje nabojev zunanje magnetno polje  $B$ , deluje na gibajoče naboje magnetna sila  $F_M$  (slika 1). Le-ta odkloni naboje in posledica tega je, da se v prečni smeri pojavi električno polje in s tem električna napetost (Hallova napetost  $U_H$ ), ki je premo sorazmerna gostoti magnetnega polja v smeri normale na ploščico generatorja (slika 2) in vzbujevalnemu toku  $I_h$ . Za Hallov generator velja pri magnetnem polju nekaj mT Ohmov zakon  $I_h = U_h / R_h$ , zato je  $U_H$  napetost tudi linearno odvisna od vzbujevalne napetosti. Pojav med drugim uporabimo za merjenje gostote magnetnega polja. Komercialna izvedba ploščice z ustreznimi priključki je Hallov generator (ali Hallova sonda). Hallova napetost  $U_H$  je pri gostoti magnetnega polja nekaj mT velikostnega reda mV, zato moramo  $U_H$  ojačati na  $U_{iz} = A' U_H$ .  $A'$  je ojačenje napetostnega ojačevalnika, ki skupaj s Hallovim generatorjem sestavljata Hallov merilnik (ali Tesla meter). Tudi izhodna napetost Hallovega merilnika  $U_{iz}$  je linearno odvisna od gostote magnetnega polja in vzbujevalnega toka:

$$U_{iz} = k_h U_h B_n \quad (1)$$

Sorazmernostni koeficient določimo tako, da merimo izhodno napetost pri znani gostoti magnetnega polja v dolgi tuljavi:

$$B = \mu_0 \frac{NI}{l} \quad (2)$$

$N$  je število ovojev,  $\mu_0$  je induksijska konstanta,  $I$  tok skozi tuljavo in  $l$  dolžina tuljave. Da lahko tuljavo obravnavamo kot dolgo tuljavo, mora biti njena dolžina precej večja od premera.

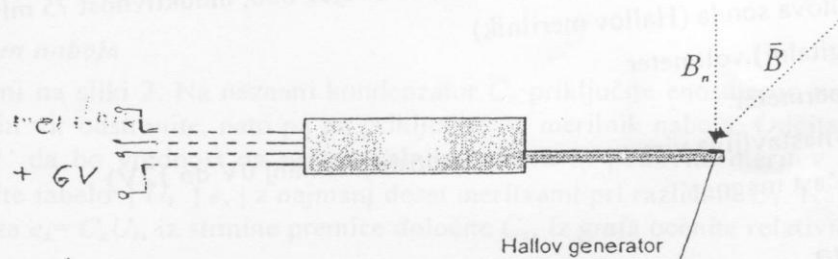


Slika 1. Ponazoritev Hallovega pojava

## MERJENJE GOSTOTE MAGNETNEGA POLJA S HALLOVIM MERILNIKOM

### Potek dela

Nastavite napetost vira na 8V ( $U_h$ ) in priključite Hallov merilnik kot kaže slika 2. Voltmeter naj bo na območju do največ 2V in z gumbom NIČLA nastavite izhodno napetost na nič (če to ni mogoče, kasneje odšteвайте to ničelno vrednost od izhodne napetosti). Vzemite dolgo tuljavo in jo z osjo postavite v smeri vzhod-zahod (da ni vpliva zemeljskega magnetnega polja). Zaporedno z ampermetrom jo priključite na drugi nastavljen vir napetosti  $U$ . Skozi odprtino v dolgi tuljavi dajte paličico Hallovega merilnika, tako da bo Hallov generator približno na sredini prečnega preseka tuljave, normala na paličico pa naj se ujema z vzdolžno osjo tuljave (slika 3). Pri napetosti  $U=0V$  ponovno preverite ničlo izhodne napetosti. Povečujte električno napetost po 1V, merite tok skozi tuljavo in izhodno napetost Hallovega merilnika. Izračunajte gostoto magnetnega polja tuljave. Vrednosti vpisujte v tabelo  $|I| U_{iz} |B|$ . Narišite graf  $B(U_{iz})$ . Iz strmine premice določite koeficient  $k_h$  (enačba 2).

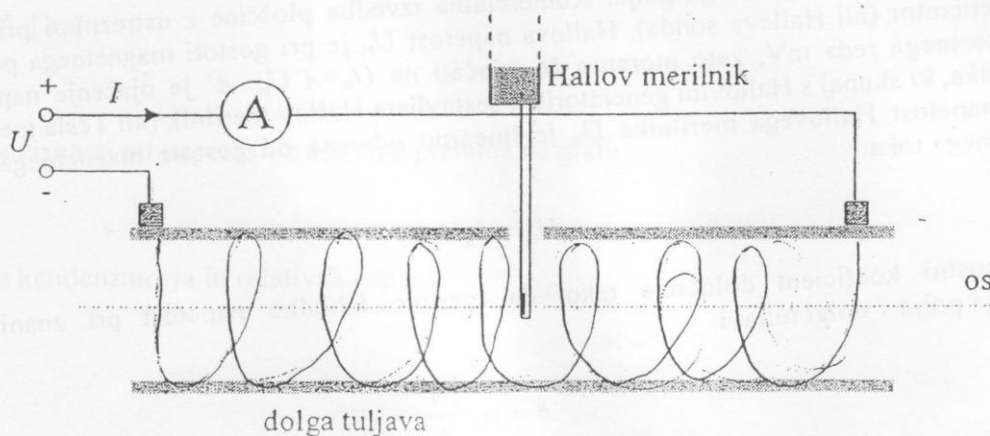


ca 2. Priključitev Hallovega merilnika

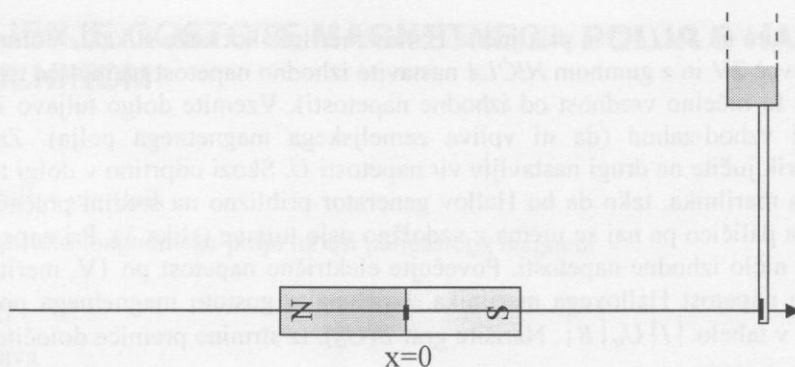
Izmerimo še gostoto magnetnega polja na vzdolžni osi paličastega magneta. Postavite Hallov merilnik kot kaže slika 4. Začnite s tako veliko oddaljenostjo  $x$  od središča magneta, da je izhodna napetost 0.1V. Približujte Hallov generator magnetu po 5 mm in merite izhodno napetost. Vsakič izračunajte gostoto magnetnega polja. Sestavite tabelo  $|x| U_{iz} |B_n|$  za pozitiven in negativen  $x$  in narišite graf  $B_n(x)$ . Ko je generator blizu magneta je zaradi močnega magnetnega polja napetostni ojačevalnik v nasičenju. Izhodna napetost ne narašča več, kar pomeni, da je gostota magnetnega polja izven merilnega območja merilnika. Z grafa določite ustrezno merilno območje.

### Dodatek

Naj bo kot med normalo Hallovega generatorja in magnetnim poljem  $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$  in  $90^\circ$ . Kako vpliva kot na izmerjeno gostoto magnetnega polja. Teoretični premislek preverite z meritvami.



Slika 3. Merjenje gostote magnetnega polja v dolgi tuljavi



Slika 4. Merjenje gostote magnetnega polja po osi paličastega magneta

### Poročilo o vaji

#### Meritve

- podatki o tuljavi
- tabela  $|I| U_{iz} |B_n|$  za dolgo tuljavo
- tabela  $|x| U_{iz} |B_n|$  za paličast magnet

#### Grafi

- odvisnost izhodne napetosti Hallovega merilnika od gostote magnetnega polja v dolgi tuljavi
- odvisnost izhodne napetosti Hallovega merilnika od oddaljenosti od središča paličastega magneta

#### Izračuni

- koeficient  $k_H$  Hallovega merilnika
- merilno področje Hallovega merilnika