

# MERITVE MAGNETNEGA POLJA Z INDUKCIJO

## Uvod

Magnetno polje merimo z majhno tuljavico z veliko ovoji, postavljeno z osjo vzporedno zunanjemu magnetnemu polju. Napetost v tuljavici se inducira samo pri spremembi magnetnega polja - kadar prekinemo tok, ki napaja elektromagnet, ali premaknemo tuljavico iz področja polja. Inducirano napetost  $U$  izračunamo iz enačbe

$$U = -\frac{d\Phi}{dt} = -NS\frac{dB}{dt} \cos \alpha ,$$

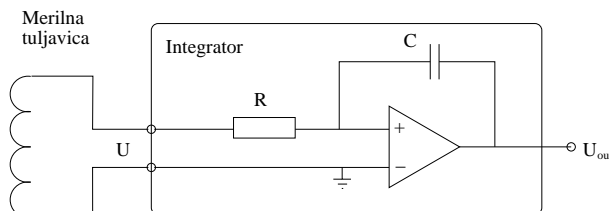
kjer je  $\Phi$  magnetni pretok,  $N$  število obojev,  $S$  ploščina tuljavice,  $B$  gostota magnetnega polja in  $\alpha$  kot med osjo tuljavice in smerjo magnetnega polja  $B$ . Inducirano napetost priključimo na integrator in izhodna napetost  $U_{\text{out}}$  je

$$U_{\text{out}} = -\frac{1}{RC} \int U dt .$$

Če je  $U$  inducirana napetost v tuljavici, dobimo

$$U_{\text{out}} = \frac{NS}{RC} (B_2 - B_1) \cos \alpha .$$

Privzamemo, da je  $\cos \alpha = 1$ ,  $B_2$  merjeno magnetno polje in  $B_1 = 0$  za področje zunaj magnetnega polja.



Slika 1: Skica mehanizma merjenja magnetnega polja. Levo je merilna tuljavica, ki je priključena na integrator.

## Potrebščine

- dve merilni tuljavici s premerom  $2r = 18$  mm, prva z  $N_1 = 2000$  navoji, druga pa z  $N_2 = 200$  navoji
- integrator s konstanto  $RC = 0.01$  s
- voltmeter, ampermeter, šolski usmernik omejen na 5 A toka.
- tuljava  $2r_0=250$  mm z  $N_3 = 200$  ovoji z navpičnim nosilcem za merilno tuljavico
- elektromagnet na lesenem nosilcu

## Naloga

1. Na osi tokovne zanke izmeri odvisnost magnetnega polja  $B$  z oddaljenostjo od središča.
2. Izmeri relacijo med jakostjo električnega toka in gostoto magnetnega polja v elektromagnetu.

## Navodilo

**1.** Krožni tokovodnik - vodoravno postavljeno tuljavo priključi preko ampermetra na šolski usmernik. Tok naj bo 4 A.

Merilno tuljavico natakni na nosilec, ki je v osi velike tuljave, in jo priključi na integrator. Izhod integratorja poveži z voltmetrom, kot kaže slika 2. Zaradi neidealnosti elektronskih elementov izhod integratorja "leze" tudi, kadar na vhod pripeljemo ničlo. Lezenje ustavimo s primerno nastavitvijo potenciometra na integratorju, ničlo pa nastavimo s tipko reset.

Izmeri gostoto magnetnega polja  $B$  na osi krožnega tokovodnika (tuljave) kot funkcijo razdalje od središča  $h$ . Dobljeno odvisnost  $B(h)$  nariši na graf in jo primerjaj s teoretično krivuljo  $B_{\text{zanka}}(h)$  za tokovno zanko radija  $r_0$  po kateri teče tok  $I_0$ :

$$B_{\text{zanka}} = \frac{N_3 \mu_0 I_0 r_0^2}{2(r_0^2 + h^2)^{3/2}}.$$

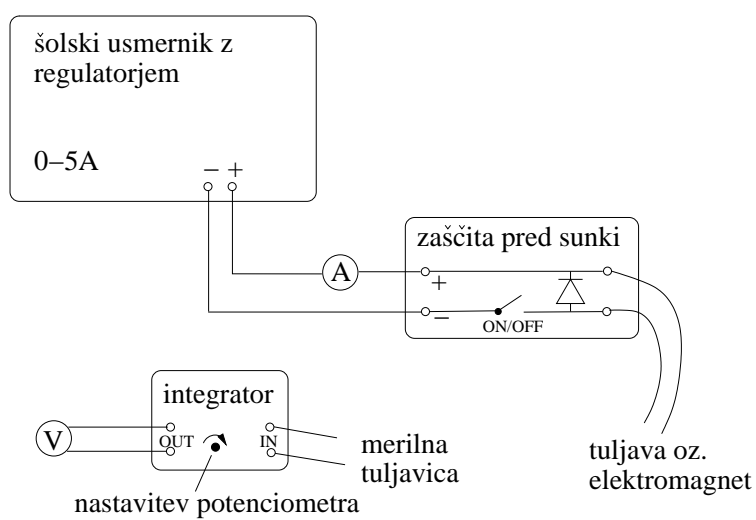
Način primerjave izberi sam in sicer tako, da bo razvidna podobna funkcijska odvisnost meritev in teoretične krivulje.

**2.** Šolski usmernik veži z elektromagnetom pritrjenim na leseno stojalo. Na integrator priključi tuljavico z manj navoji, kot kaže slika 2. Elektromagnet je sestavljen iz dveh isto orientiranih navitij, med katerima je reža. V slednji sondiramo gostoto magnetnega polja.

Z izmeničnim vlečenjem oz. potiskanjem tuljavice v režo izmeri odvisnost gostote magnetnega polja  $B$  od toka napajanja  $I$  v intervalu od 0 do 5 A. Meritve  $B(I)$  nariši na graf, kjer dobiš linearno zvezo med  $B$  in  $I$ . Iz naklona premice izračunaj koeficient  $\mu N/L$  za tuljavi. Pri tem privzamemo, da sta navitji precej dolgi in je zato gostota magnetnega polja enaka

$$B = \frac{\mu \mu_0 I N}{L},$$

pri čemer je  $\mu$  permeabilnost kovine znotraj tuljav,  $N$  število ovojev in  $L$  dolžina tuljave.



Slika 2: Shema vezave merjenja magnetnega toka vzdolž osi tanke tuljave - tokovne zanke.