

# Vaja 5

## Magnetna indukcija

(I. Grabec: Predavanja iz fizike, str. 263–266, 284–285)

Namen vaje je določiti magnetno poljsko gostoto v sredini tuljave in magnetno poljsko gostoto zemeljskega magnetnega polja.

Izračunajmo magnetno poljsko gostoto v sredini velike ravne tuljave z  $N_v$  enakomerno navitimi ovoji, po katerih teče električni tok  $I$ . Dolžino tuljave označimo z  $L_v$ , njen premer pa z  $d_v$ . Po Biot-Savartovem zakonu je magnetna poljska gostota v sredini tuljave enaka:

$$B = \mu_0 \frac{IN_v}{\sqrt{L_v^2 + d_v^2}}. \quad (5.1)$$

Če je tuljava dolga ( $L_v \gg d_v$ ), lahko izraz poenostavimo:

$$B = \mu_0 \frac{IN_v}{L_v}. \quad (5.2)$$

Magnetno polje v notranjosti dolge tuljave je homogeno.

Vzemimo manjšo tuljavo z  $N_m$  ovoji in jo postavimo v homogeno magnetno polje dolge večje tuljave, tako da silnice magnetnega polja potekajo vzdolž male tuljave (slika 5.1). Malo tuljavo zavrtimo s konstantno kotno hitrostjo  $\omega$  okrog osi, ki je pravokotna na silnice magnetnega polja. Na mali tuljavi se inducira izmenična napetost  $U_i$ , ki jo izračunamo z indukcijskim zakonom:

$$U_i = \omega N_m S_m B \sin(\omega t). \quad (5.3)$$

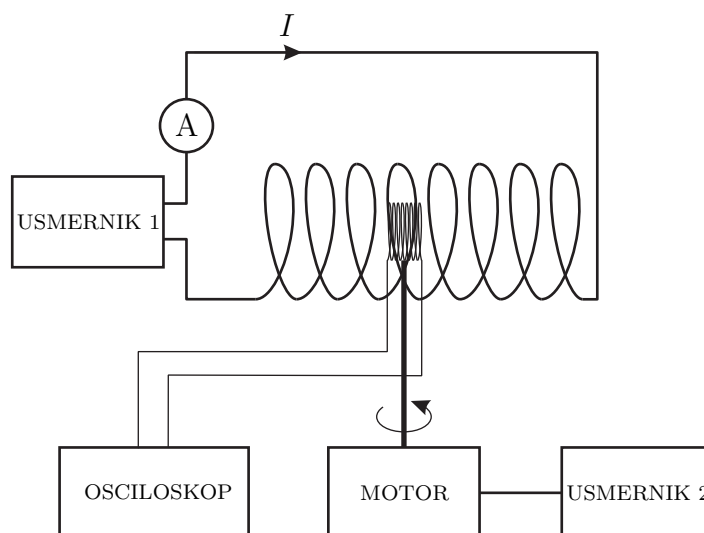
Tu je  $S_m$  prečni presek male tuljave in  $B$  magnetna poljska gostota velike tuljave. Časovni potek inducirane napetosti na mali tuljavi ima obliko sinusoide (slika 5.2). Amplituda inducirane napetosti je:

$$U_0 = \omega N_m S_m B. \quad (5.4)$$

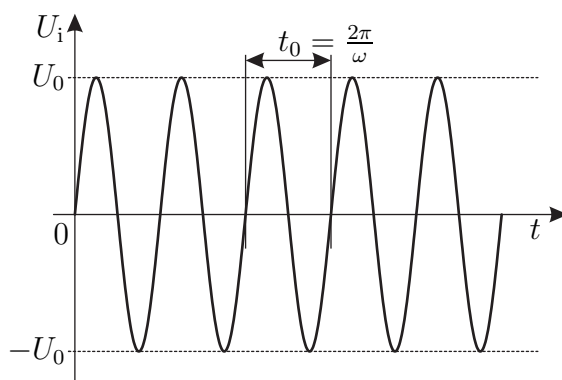
## Naloga

1. Izračunaj magnetno poljsko gostoto v veliki tuljavi s točno enačbo (5.1) in s približkom za dolgo tuljavo (5.2). Za koliko odstotkov se rezultata razlikujeta?
2. Iz časovnega poteka inducirane napetosti na mali tuljavi določi magnetno poljsko gostoto velike tuljave. Za koliko odstotkov se dobljena vrednost razlikuje od teoretične napovedi po enačbi (5.1)? Navedi razloge za razliko.

3. Iz časovnega poteka inducirane napetosti na mali tuljavi določi velikost vodoravne komponente magnetne poljske gostote zemeljskega magnetnega polja. Za koliko odstotkov se dobljena vrednost razlikuje od vrednosti iz literature (n.pr. spletna stran [www.ngdc.noaa.gov](http://www.ngdc.noaa.gov))? Največ koliko odstotkov znaša napaka meritve magnetne poljske gostote velike tuljave zaradi neupoštevanja vodoravne komponente magnetnega polja Zemlje?



Slika 5.1: Skica vaje.



Slika 5.2: Časovni potek inducirane napetosti na mali tuljavi.

## Potrebščine

- velika tuljava
- močan usmernik (številka 1 na sliki 5.1)
- mala tuljava z motorjem in usmernik (številka 2 na sliki 5.1)
- osciloskop

---

## Opozorilo

Tok skozi veliko tuljavo vključi tik pred merjenjem, da se tuljava ne greje po nepotrebem. Po končanem merjenju tok takoj izključi. Napetost na usmerniku 2 nastavi med 0 V in 8 V.

## Navodilo

1. Izmeri dolžino  $L_v$  in premer  $d_v$  velike tuljave ter preštej število njenih ovojev  $N_v$ . Toka skozi tuljavo ni treba posebej meriti, ker ga boš izmeril v drugem delu vaje.
2. Poskus za določitev magnetne poljske gostote velike tuljave je skiciran na sliki 5.1. Izmeri premer  $d_m$  in število ovojev  $N_m$  male tuljave. Poženi elektromotor, ki vrti malo tuljavo. Nato vključi in izmeri tok  $I$  skozi veliko tuljavo, ki naj znaša okoli 8 A. Inducirano napetost z male tuljave priključi na osciloskop, ki izriše časovno odvisnost napetosti. Z zaslona osciloskopa preberi amplitudo inducirane napetosti  $U_0$  in čas  $t_0$  enega obrata male tuljave. Čas enega obrata določi iz več period, zato da bo merski pogrešek manjši. Po končanem merjenju tok skozi veliko tuljavo takoj izključi.
3. Ponovi meritev  $U_0$  in  $\omega$  z izklopljenim tokom skozi veliko tuljavo. V tem primeru se napetost inducira zaradi vodoravne komponente zemeljskega magnetnega polja.