

Univerza v Ljubljani

Fakulteta za elektrotehniko

# **Izračun polja v osi tokovne zanke za različne polmere zanke**

---

Seminar pri predmetu Osnove Elektrotehnike II  
(Uporaba programskih orodij v elektrotehniki)

Ime in Priimek, vpisna številka, skupina

Ime in Priimek, vpisna številka, skupina

....

Ljubljana, 1.1.2000

## Predstavi

Izhajamo iz tokovne zanke

## Enačba

Tokovna zanka je

$$\vec{B} = \vec{e}_z \frac{\mu_0 I}{2R}$$

kjer je  $R$  prikaz s sliko

## Rezultati

Za izračun omogoča iz

Prvi primer kaže polje v osi tokovne zanke

### Kratka navodila

Opišite problem, ki ga rešujete. Prikažite enačbo(e), ki jih boste uporabili/analizirali. Citirajte vir, iz katerega ste povzeli enačb(e). Če je potrebno, lahko predstavite tudi izpeljavo končne enačbe, ki jo analizirate. Po možnosti **dodajte skico**, ki olajša razumevanje enačbe in parametrov.

**Opišite vse parametre/veličine, ki v enačbi nastopajo, vključno z enotami.**

Z ustreznim programskim orodjem analizirajte enačbo tako, da spreminjate določen parameter (glej primer). Nato poskusite najti konkreten primer uporabe enačbe v praksi za reševanje namišljenega problema. Pomembnejše podatke lahko prikažete tudi tabelarično.

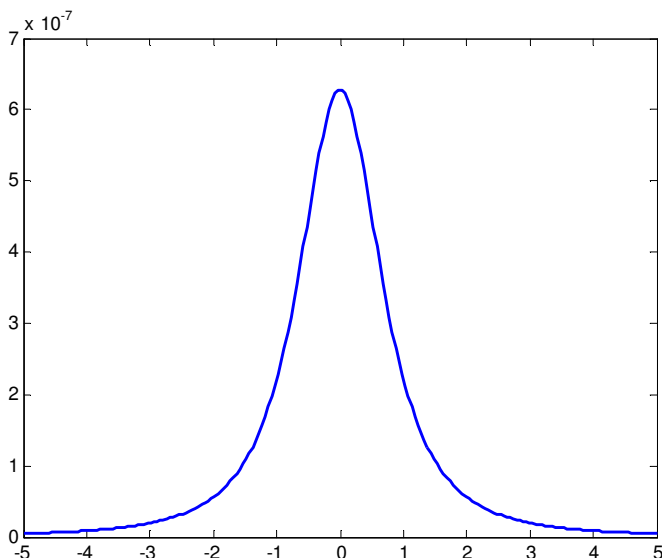
### Programsko orodje

Uporabite lahko poljubno programsko orodje. Priporočam uporabo programa Matlab (kot v tem primeru) ali sorodne (Octave, Freemath) brezplačne programe, lahko pa tudi Matematico, Excel in druge. V vseh primerih priložite izpis programa.

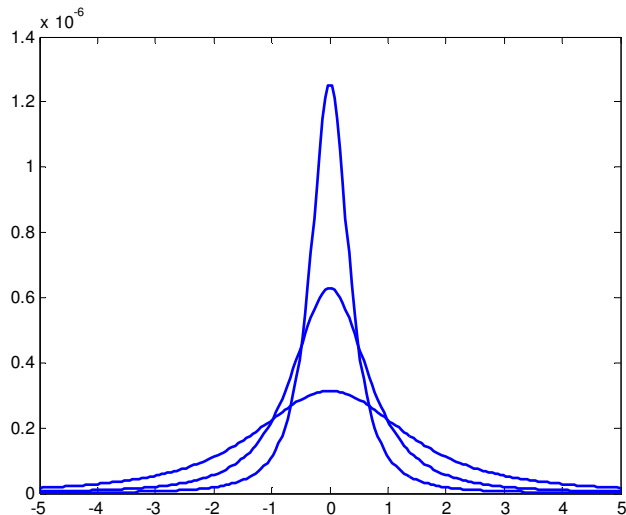
To okno zbršite in glede na izbrano tematiko spremenite spodnji primer.

### Primer 1: Polje v osi tokovne zanke za $R = 1\text{ m}$ in $I = 1\text{ A}$ .

B1=poljevosizanke0(1,-5,5)

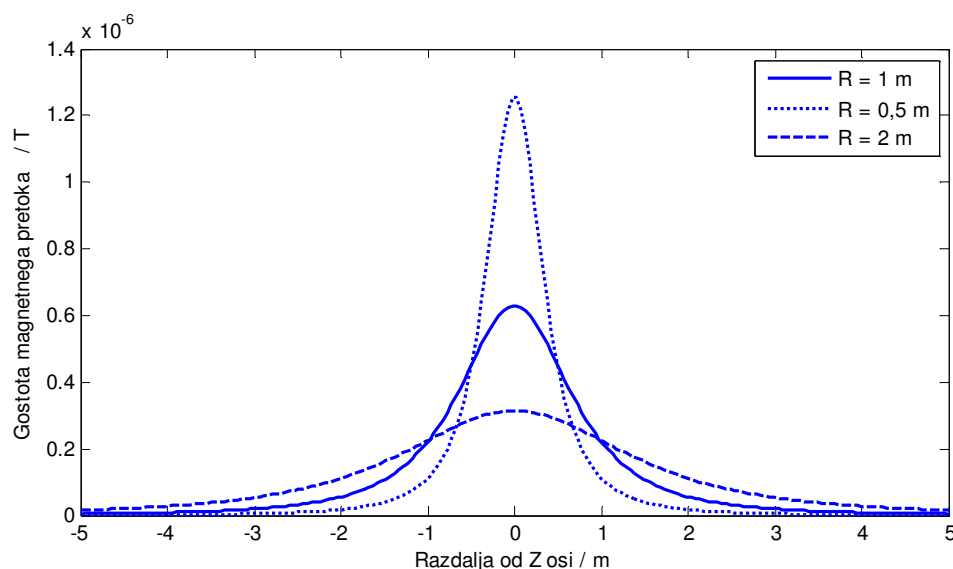


Primer 2: Polje v osi tokovne zanke za  $I = 1 \text{ A}$  in  $R = 0,5 \text{ m}$   $R = 1 \text{ m}$  in  $R = 2 \text{ m}$ .



**Popravi pomankljivosti! Prav je, da se graf primerno označi, da vemo kaj predstavljajo osi ter katera krivulja pripada katerim parametrom. Končen graf lahko na primer izgleda kot na naslednji sliki**

Popravljen primer 2:



### Sklepne ugotovitve

Ugotovimo, da je polje največje v središču zanke in da je večje, če je polmer zanke manjši (kar se da ugotoviti tudi iz enačbe za polje v središču zanke). Vidimo, da je polje v osi zanke zvončaste oblike, in da se z večjo oddaljenostjo manjša s tretjo potenco, kot  $1/z^3$ .

---

## Program

Uporabili smo programski paket Matlab, verzija 7.1. Prikazana je funkcija poljevosižanke0 ter primer uporabe funkcije za večkratni izračun polja.

```
function [B]=poljevosižanke0(R,zmin,zmax)
% funkcija določi polje v osi žanke za oddaljenosti z od žanke.
% R ... polmer žanke, v metrih
% zmin, zmax ... izračun polja gre od zmin do zmax po 200 korakih
% z ... oddaljenost točke izračuna od tokovne tanke
% Določitev konstant
mi0=4*pi*1e-7; % permeabilnost vakuum, v H/m
I=1; % TOK v A
% Določitev točk za izračun
z=linspace(zmin,zmax,200); % funkcija, ki določi vrednosti z-a.
% Lahko bi uporabili tudi ukaz z=zmin:(zmax-zmin)/200:zmax
% Izračun polja
B=0.5*mi0*I*R^2./(R^2+z.^2).^1.5; % formula za izračun polja
set(0,'DefaultLineWidth',1.5) % določi debelino črte v izrisu
plot(z,B) % ukaz za izris

%% %% Izračun polj več žank hkrati

B1=poljevosižanke0(1,-5,5)
hold on % funkcija zadrži sliko, tako, da se naslednja krivulja nariše
polec prejšnje
B05=poljevosižanke0(0.5,-5,5)
B2=poljevosižanke0(2,-5,5)
```

---

### Primer naloge:

Magnetno polje zemlje je posledica t.i. geodinamskega efekta stopljene prevodne plasti v notrajnosti zemelje. Po viru <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/HBASE/magnetic/magearth.html> je na površini zemlje velikost polja med 0,3 in ,6 Gaussa.

Pretvorite enoto Gauss v Tesla ter določite potreben tok v tokovni zanki, je predpostavimo, da ima le ta polmer polovice polmera zemlje.

Rešitev:

Velja pretvorba  $1 \text{ Gauss} = 10^{-4} \text{ T}$ . Polje na površini zemlje je torej med 3 do  $5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ .

Polmer (povprečni) zemlje je  $R = 6371 \text{ km}$  ([http://en.wikipedia.org/wiki/Earth\\_radius](http://en.wikipedia.org/wiki/Earth_radius)).

Uporabimo formulo za polje v osi tokovne zanke, pri čemer namesto  $z$  pišemo  $R$ , namesto  $R$  pa polovico polmera zemlje, torej  $R/2$  (kot da bi imela ekvivalentna tokovna zanka polmer enak polovici polmera zemlje).

$$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$$

$$R = 6371 \cdot 10^3$$

$$I = 3 \cdot 10^{-5} \cdot 8 \cdot R \cdot (5/4)^{1.5} / \mu_0$$

Rezultat:  $I = 1,7 \cdot 10^9 \text{ A}$  ; Precej velik tok, mar ne!!

### Literatura

.....

---

### Dodatno:

Lahko nas tudi npr. zanima, kolikšen tok potrebujemo, da dosežemo določeno vrednost polja na določeni razdalji od zanke. Ugotovimo, da ima rešitev problema določen minimum, torej, da obstaja določen polmer zanke, pri kateri je za doseg določene vrednosti polja potreben minimalni tok. Spodnja slika prikazuje primer izračuna potrebne velikosti toka, da je polje 10 cm stran od središča tokovne zanke veliko 100 mT.

### Matlab ukazi:

```
R=logspace(-2,0,100)
mi0=4*pi*1e-7;
B=0.1;
z=0.1;

I=2*B*(z^2+R.^2).^ (3/2) ./ (mi0*R.^2)

plot(R,I)
xlabel('Polmer obroča R / m')
ylabel('Tok I / A')
```

