

ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
Институт за физику
Лабораторија за наставна средства

Милан С. Ковачевић

**ОДРЕЂИВАЊЕ МАГНЕТНЕ КОНСТАНТЕ
ВАКУУМА μ_0**

Крагујевац 2020.

Апстракт

Описан је експеримент у коме се испитује зависност индуковане електромоторне силе у секундарном калему од јачине струје у примарном калему. Графички се приказује линеарна функција $\varepsilon_{\text{eff}} = C \cdot I_{\text{eff}}$ а затим, одређује коефицијент правца праве која одговара овој функцији. На основу вредности за коефицијент правца израчунава се приближна вредност за магнетску пермеабилност вакуума μ_0 .

1. Експеримент

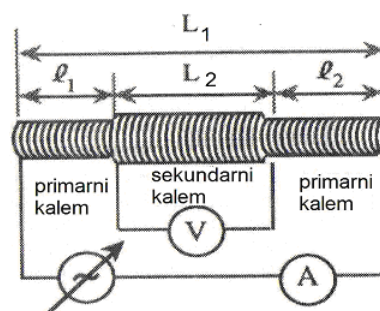
На примар, калем дужине L_1 који има укупно N_1 намотаја, симетрично је постављен други калем (секундар) дужине L_2 , који има укупан број намотаја N_2 . Дужина секундара је приближно $L_1/2$. Ако се кроз примар пропусти електрична струја јачине I , у њему и око њега се формира магнетно поље индукције B . Занемарујући ефекте крајева (јер је $L_1 \gg R_1$), ово магнетско поље се може сматрати константним, и дато је формулом [1,2]

$$B = \mu_0 \frac{N_1}{L_1} I \quad (1)$$

где је $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Н/м магнетска пермеабилност вакуума. Магнетски флуks кроз један намотај секундара је

$$\phi = \mathbf{B} \cdot \mathbf{S} = \mu_0 \frac{N_1}{L_1} I \cdot S \quad (2)$$

где је S површина намотаја другог калема; приближно се може узети да је $S = \pi R_1^2$. За укупан магнетски флуks кроз секундар се добија: $\Phi = N_2 \phi$.



СЛИКА 1. Опис експеримента: А и V су амперметар и волтметар. Као струјни извор користи се извор наизменичне струје. Карактеристични параметри су: $N_1 = 440$, $N_2 = 250$, $L_1 = 24.5$ cm, $L_2 = 14.5$ cm, $l_1 = l_2 = 5$ cm, $R_1 = 15.5$ mm. Дебљина жице која је коришћена за намотаје је 0.5 mm.

Ако се кроз примар пропусти наизменична струја, мења се укупни магнетски флуks Φ у секундару, што доводи до појаве електромагнетне индукције у секундару. Дакле, ако кроз примар протиче наизменична струја чији се интензитет мења по синусном закону

$$I = I_0 \sin \omega t \quad (3)$$

тада ће у секундару се индуковати електромоторна сила (емс):

$$\varepsilon = \left| \frac{d\Phi}{dt} \right| = \mu_0 N_2 \frac{N_1}{L_1} S \frac{dI}{dt} = \mu_0 N_2 \frac{N_1}{L_1} S I_0 \omega \cos \omega t \quad (4)$$

или, ако се емс изрази као функција ефективне вредности наизменичне струје добија се

$$\varepsilon_{eff} = \mu_0 N_2 \frac{N_1}{L_1} S \omega I_{eff} \quad (5)$$

где је ε_{eff} ефективна вредност индуковане емс, и I_{eff} ефективна вредност наизменичне струје кроз примар. Формула (5) је подесна за цртање функције типа $\varepsilon_{eff} = f(I_{eff})$, која је линеарна функција, а њен график права линија, чији коефицијент правца зависи од фреквенције ω , геометријских карактеристика примара (S, L_1) и броја намотаја на оба калема N_1 и N_2 . У нашем експерименту примарни калем је имао 440 густо спакованих навоја од жице дебљине 0.5 mm. Дужина примара је 24.5 cm и радијус 15.5 mm. Секундарни калем је симетрично постављен у односу на средину примара, и имао је укупно 250 намотаја од жице исте дебљине. С обзиром да инструменти који мере наизменичне величине показују управо њихове ефективне вредности, и у овом експерименту амперметар мери ефективну вредност наизменичне струје у примару, а волтметар ефективну вредност напона (емс) у секундару.

2. Мерење и рачунање

Кроз примарни калем се пропушта наизменична струја чије су ефективне вредности дате у Табели 1. За крајеве секундара везан је волтметар који мери индуковани напон (емс) у секундарном калему. Мере се вредности индуковане емс.

ТАБЕЛА а). Измерене вредности струје у примару и индуковане емс у секундару

Јачина струје $I_{eff} \pm 0.01$ (A)	Индукована емс $\varepsilon_{eff} \pm 0.001$ (V)
0.30	
0.60	
0.90	
1.20	
1.50	
1.80	
2.10	
2.40	
2.70	
3.00	

Резултати из табеле приказати графички. Коришћењем линеарног фита помоћу *Excel* функције *Add Trendline* фитовати експерименталне резултате (график функције $\varepsilon_{eff} = C \cdot I_{eff}$ је права линија).

Упоредивањем једначине (5) и једначине праве $\varepsilon_{eff} = C \cdot I_{eff}$, добија се

$$C = \mu_0 N_2 \frac{N_1}{L_1} S \omega . \quad (6)$$

Одредити коефицијент правца праве.

У једначину (7) уврстити нумеричке вредности за параметре описаног експеримента и добијену вредност за C , а затим израчунати приближну вредност за магнетску пермеабилност вакуума.

$$\mu_0 = C \frac{L_1}{N_1 N_2 S \omega} . \quad (7)$$

Проценити одговарајућу грешку за μ_0 .

ЛИТЕРАТУРА

1. Калашњиков С. Г., Електрицитет, Наука, Москва 1977, (свеска друга: Магнетско поље, превод: В. Бабовић, Крагујевац 1980)
2. Савељев И. В., Курс опште физике, том 2, Наука, Москва 1982.
3. Милан С. Ковачевић, Стефан Јовановић, Одређивање магнетне пермеабилности вакуума, *Републички семинар о настави физике, Зборник радова 123-126, В. Бања (2009)*.