

34. Ampermetro ir voltmetro tyrimas

Užduotis:

1. Rasti tiriamojo prietaiso srovės ir įtampos konstantas bei vidinę varžą.
2. Ištirti tiriamojo prietaiso srovės konstantos priklausomybę nuo šunto varžos ir įtampos konstantos priklausomybę nuo papildomos varžos.

Pagrindiniai teoriniai klausimai:

1. Srovės rėmelis magnetiniame lauke.
2. Magnetoelektriniai ir elektrodinaminiai srovės matavimo prietaisai.
3. Ampermetro ir voltmetro įtakos srovių ir įtampų pasiskirstymui grandinėje įvertinimas.

Tyrimo metodika:

Srovės ir įtampos konstantų radimas. Srovės šaltinį, įtampos daliklį R , voltmetrą V , dekadinį varžyną R_p ir tiriamąjį prietaisą A sujungiame pagal 1 paveiksle pavaizduotą schemą. Įtampos daliklio paskirtis – įtampos tolydinis keitimas. Jį sudaro slankvaržė (reostatas), prijungta prie srovės šaltinio ir voltmetro. Jeigu srovės šaltinio gnybtų įtampa U_0 , o slankvaržės varža R , tai ja tekančios srovės stipris $I = \frac{U_0}{R}$. Kai voltmetro varža $R_V \gg R_x$, jam tiekiami įtampa $U_V = IR_x$.

Čia R_x – slankvaržės dalies, prijungtos prie voltmetro, varža. Tokiu atveju stumiant slankiklį į kairę, R_x ir įtampa U_V mažės, o stumiant į dešinę – didės. Įtampą U_V ir dekadinio varžyno varžą $R_p = R_{p1}$ parenkame taip, kad tiriamojo prietaiso rodyklė nukryptų per visą skalę. Tarkime, kad tada voltmetras rodo įtampą U_V . Kadangi voltmetras prijungtas prie tiriamojo prietaiso ir varžos lygiagrečiai, tai

$$U_V = I_1 R_{p1} + I_1 R_i; \quad (1)$$

čia R_i – tiriamojo prietaiso varža, I_1 – stipris srovės, tekančios juo ir varža R_{p1} .

Po to pakeičiame varžą R_p taip, kad prietaiso rodyklė atsidurtų maždaug ties skalės viduriu. Tarkime, kad tada $R_p = R_{p2}$, srovės stipris I_2 , rodyklės nuokrypis n_2 , o voltmetras rodo tokią pačią įtampą U_V . Tokiu atveju

$$U_V = I_2 R_{p2} + I_2 R_i. \quad (2)$$

Tiriamojo prietaiso srovės konstanta (padalos vertė) C_i parodo, koks srovės stipris atitinka vieną padalą. Jeigu srovės stiprį I_1 atitinka n_1 padalų, o $I_2 - n_2$, tai

$$I_1 = C_i n_1 \quad (3)$$

ir

$$I_2 = C_i n_2. \quad (4)$$

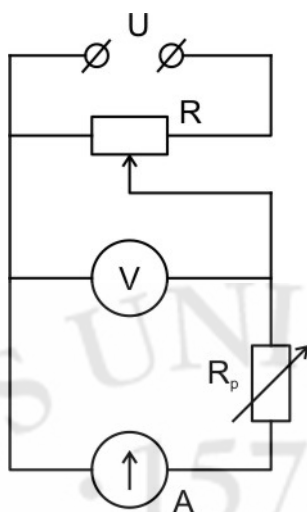
Dydis, atvirkščias srovės konstantai, vadinamas srovės jautriu.

Iš (1) – (4) lygčių gausime, kad

$$R_i = \frac{n_2 R_{p2} - n_1 R_{p1}}{n_1 - n_2} \quad (5)$$

ir

$$C_i = \frac{U_V(n_1 - n_2)}{n_1 n_2 (R_{p2} - R_{p1})}. \quad (6)$$



1 pav. Srovės bei įtampos konstantų matavimo ir voltmetro tyrimo schema

Pagal Omo dėsnį, I stiprio srovei tekant prietaisu, jo gnybtų įtampa

$$U = IR_i = C_i n R_i. \quad (7)$$

Prietaiso įtampos konstanta C_U parodo, kokia įtampa atitinka vieną padalą, todėl

$$U = C_U n. \quad (8)$$

Iš (7) ir (8) lygčių gauname, kad

$$C_U = C_i R_i. \quad (9)$$

Matome, kad tuo pačiu prietaisu galima matuoti ir srovę, ir įtampą. Kitaip tariant, panaudoti ir kaip ampermetrą, ir kaip voltmetrą. Didžiausia įtampa ir stipriausia srovė, kurią galima matuoti prietaisu, vadinama matavimo riba.

Ampermetro ir voltmetro matavimo ribų praplėtimas. Jeigu matavimo prietaiso srovės konstanta C_i , įtampos - C_U , o skalė turi n_m padalų, tai juo galima išmatuoti srovę, ne stipresnę kaip $I_m = C_i n_m$, ir įtampą, ne didesnę kaip $U_m = C_U n_m$.

Srovės matavimo prietaisas, pavyzdžiui, miliampermetras arba ampermetras, į grandinę jungiamas nuosekliai, todėl jo varža R_i turi būti daug mažesnė už grandinės varžą. Tik tokiu atveju jis neturės žymesnės įtakos srovės stipriui matuojamoje grandinėje. Įtampos matavimo prietaisas, pavyzdžiui, milivoltmetras arba voltmetras, jungiamas lygiagrečiai prie matuojamos grandinės, todėl jo varža turi būti daug didesnė negu grandinės. Tik tokiu atveju jis neturės žymesnės įtakos įtampų pasiskirstymui.

Įtampos matavimo ribos keitimas. Apskaičiuosime, kokią varžą R_p reikia prijungti nuosekliai prie prietaiso A, kad galėtume išmatuoti įtampą U_V , didesnę už jo ribinę matavimo vertę. Įtampa U_V , kurią rodo voltmetras V, yra įtampų prietaise A ir varžoje R_p suma, todėl

$$U_V = C_i n (R_i + R_p) \quad (10)$$

Taip sudaryto voltmetro įtampos konstanta

$$C_V = \frac{U_V}{n}. \quad (11)$$

Padaliję abi (10) lygybės puses iš n gausime, kad

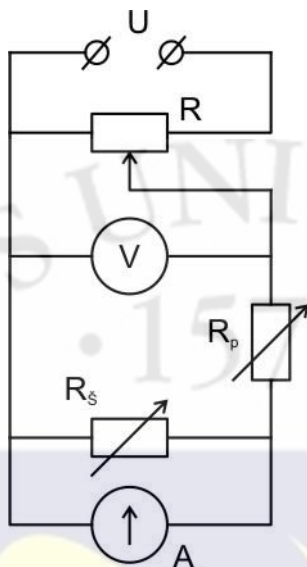
$$C_V = C_i (R_i + R_p). \quad (12)$$

Panaudoję (9) išraišką užrašysime

$$C_V = C_U + C_i R_p. \quad (13)$$

Matavimus atliekame pagal 1 pav. pavaizduotą schemą. Ištyrę įtampos konstantos priklausomybę nuo papildomos varžos R_p , pavaizduojame ją grafiškai.

Srovės stiprio matavimo ribų praplėtimas. Norėdami išmatuoti srovę, stipresnę negu $C_i n_m$, prietaisą šuntuojame tam tikra varža R_s (2 pav.). Taip sudarome reikiamo jautrio ampermetrą.



2 pav. Ampermetro tyrimo schema

Tokiu atveju grandine tekančios srovės stipris yra didesnis negu tekančios prietaisu A. Tarkime, kad grandine teka I stiprio srovė, prietaisu - I_i , o šuntuojančia varža - I_s . Pagal pirmąją Kirchhofo taisyklę

$$I = I_i + I_s. \quad (14)$$

Jeigu prietaiso rodyklė nukrypusi n padalų, tai ampermetro srovės konstanta

$$C_A = \frac{I}{n}. \quad (15)$$

Kadangi prietaiso srovės konstanta C_i žinoma, tai

$$I_i = C_i n. \quad (16)$$

Įtampa varžoje R_s lygi įtampai tarp prietaiso gnybtų:

$$I_s \cdot R_s = I_i \cdot R_i. \quad (17)$$

Kuo stipresnę srovę norėsime išmatuoti, tuo mažesnę varžą R_s turėsime prijungti lygiagrečiai prie prietaiso A.

Iš (14) ir (17) lygčių gausime, kad

$$I = I_i \left(1 + \frac{R_i}{R_s} \right). \quad (18)$$

Panaudodami čia (15) ir (16) išraiškas užrašysime:

$$C_A = C_i \left(1 + \frac{R_i}{R_s} \right). \quad (19)$$

Ištiriame ampermetro srovės konstantos priklausomybę nuo šuntuojančios varžos R_s ir pavaizduojame ją grafiškai.

Eksperimento eiga.

Tiriamąojo prietaiso srovės bei įtampos konstantų bei vidinės varžos radimas.

1. Sujunkite 1 paveiksle pavaizduotą elektros grandinę.
2. **Pakvieskite dėstytoją, kad šis patikrintų, ar teisingai sujungta grandinė.**
3. Įjunkite maitinimo šaltinį. Nustatykite tokią slankvaržės padėtį, kad voltmetro parodymai būtų tarp 0,2 ir 1 V, o dekadinio varžyno padėtį nustatykite tokią, kad tiriamojo prietaiso rodyklė atsilenktų per visą skalę. Užsirašykite dekadinio varžyno varžos vertę R_{p1} , tiriamojo prietaiso rodyklės rodomą padalos vertę n_1 ir voltmetro rodomą įtampą U_V .
4. Pakeiskite dekadinio varžyno varžą taip, kad tiriamojo prietaiso rodyklė nukryptų per pusę skalės (slankvaržės padėties nekeiskite). Užsirašykite nustatytą varžyno varžos vertę R_{p2} ir tiriamojo prietaiso rodomą padalų skaičių n_2 .
5. Išjunkite maitinimo šaltinį.
6. Pagal (6) išraišką apskaičiuokite tiriamojo prietaiso srovės konstantą C_i , pagal (5) išraišką – vidinę varžą R_i ir pagal (9) išraišką – įtampos konstantą C_U .

Tiriamąojo prietaiso įtampos konstantos priklausomybės nuo papildomos varžos tyrimas.

7. Sujunkite 1 paveiksle pavaizduotą elektros grandinę ir įjunkite maitinimo šaltinį.
8. Nustatykite tokią slankvaržės padėtį, kad voltmetro parodymai būtų tarp 1 ir 5 V, o dekadinio varžyno padėtį nustatykite tokią, kad tiriamojo prietaiso rodyklė atsilenktų per visą skalę. Užsirašykite dekadinio varžyno varžos vertę R_p , tiriamojo prietaiso rodyklės rodomą padalos vertę n ir voltmetro rodomą įtampą U_V .
9. Pakeiskite dekadinio varžyno varžos vertę, kad tiriamojo prietaiso rodyklės rodoma vertė sumažėtų apytiksliai 5 padalomis. Užsirašykite prietaiso rodyklės rodomą padalų skaičių n ir dekadinio varžyno varžos vertę R_p .
10. Mažiausiai 4 kartus pakartokite 9 punktą.
11. Išjunkite maitinimo šaltinį.

Tiriamąojo prietaiso srovės konstantos priklausomybės nuo šunto varžos tyrimas.

12. Sujunkite 2 paveiksle pavaizduotą elektros grandinę.
13. **Pakvieskite dėstytoją, kad šis patikrintų, ar teisingai sujungta grandinė.**
14. Įjunkite maitinimo šaltinį.
15. Nustatykite tokią slankvaržės padėtį, kad voltmetras rodytų tarp 1 ir 5 V. Dekadinio varžyno R_n vertę nustatykite 1 – 5 k Ω ribose. Dekadinio varžyno R_s vertę nustatykite tokią, kad tiriamojo prietaiso rodyklė atsilenktų apytiksliai 5 padalas. Užsirašykite voltmetro rodomos įtampos, varžynų R_n ir R_s varžų vertes.
16. Keiskite dekadinio varžyno R_s varžą taip, kad tiriamojo prietaiso rodyklės rodoma vertė kiltų apytiksliai kas 5 padalas. Užsirašykite tiriamojo prietaiso rodomą padalų skaičių n ir dekadinio varžyno varžos R_s vertę.
17. Mažiausiai 4 kartus pakartokite 16 punktą.
18. Išjunkite maitinimo šaltinį.

Tyrimo rezultatu grafinis pateikimas:

Tiriamąo prietaiso įtampos konstantos priklausomybės nuo papildomos varžos tyrimas.

1. Grafiškai pavaizduokite išmatuotos ir teoriškai apskaičiuotos tiriamąo prietaiso įtampos konstantos priklausomybę nuo papildomos varžos R_p .
2. Grafike nubrėžkite dvi priklausomybes:
 - a) Teorinę: $C_V = C_i \cdot (R_i + R_p)$, čia C_i ir R_i – anksčiau nustatytos tiriamąo prietaiso srovės konstantos ir vidinės varžos vertės.
 - b) Eksperimentinę: $C_V = \frac{U_V}{n}$.

Abiems priklausomybėms abscisių ašis turi būti tokia pati – R_p .

Tiriamąo prietaiso srovės konstantos priklausomybės nuo šunto varžos tyrimas.

3. Grafiškai pavaizduokite išmatuotos ir teoriškai apskaičiuotos tiriamąo prietaiso srovės konstantos priklausomybę nuo šuntuojančios varžos R_s .
4. Grafike nubrėžkite dvi priklausomybes:
 - a) Teorinę: $C_A = C_i \cdot \left(\frac{R_i}{R_s} + 1 \right)$, čia C_i ir R_i – anksčiau nustatytos tiriamąo prietaiso srovės konstantos ir vidinės varžos vertės.
 - b) Eksperimentinę: $C_A = \frac{U_V}{n(R_A + R_n)}$, čia $R_A = \frac{R_s R_i}{R_s + R_i}$.

Abiems priklausomybėms abscisių ašis turi būti tokia pati – $\frac{1}{R_s}$

Suformuluokite darbo išvadas.

Literatūra.

1. A. Medeišis „Mechanika, molekulinė fizika, elektra ir magnetizmas. Fizikos praktikumas.“, Vilnius, *Vilniaus universiteto leidykla*, 2000.
2. A. Matvejevas, „Elektra ir magnetizmas“, Vilnius, *Mokslas*, 1991.
3. V. Rinkevičius, „Elektra ir magnetizmas“, Vilnius, *Vilniaus universiteto leidykla*, 2001.