

3-ASIS FIZIKOS TURNYRAS
6-oji užduotis Nr. FT3-6 / 2009 10 19 – 2009 11 15

Sąlyga / FT3-6 ▼

Kintanti varžų galia

Prie 1,5 V elektrovaros 1 Ω vidinės varžos srovės šaltinio buvo nuosekliai prijungti 0,1 Ω varžos ampermetras, 10 Ω varžas ir 100 Ω varžos reostatas, o lygiagrečiai varžui ir reostatui prijungtas 1 kΩ varžos voltmetras.

1. Nubraižykite elektros grandinės schemą.
2. Kokiose ribose, stumdant reostato šliaužiklį, kito varžo ir reostato galia?
3. Kokio dydžio reostato varžai esant galia čia tampa didžiausia?
4. Nubrėžkite galios priklausomybės nuo reostato varžos grafiką.

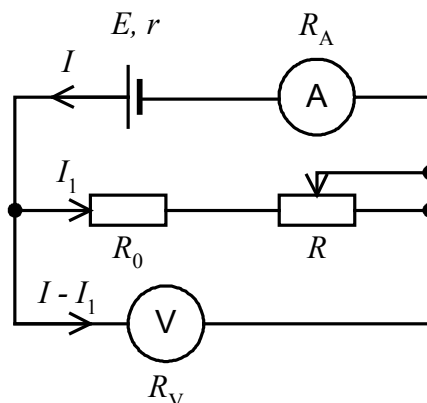
Užduotį parengė Vilniaus universiteto Taikomųjų mokslų instituto direktoriaus pavaduotojas, Vilniaus universiteto Fizikos fakulteto Puslaidininkių fizikos katedros docentas, mokyklos „Fizikos olimpas“ direktorius, steigėjų tarybos narys, dėstytojas ir šio Fizikos turnyro užduočių parengimo, jų pateikimo spręsti ir sprendimų vertinimo komisijos pirmininko pavaduotojas dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2009 10 19.

Aiškinamasis sprendimas / FT3-6 ▼

Duota: $E = 1,5 \text{ V}$; $r = 1 \Omega$; $R_A = 0,1 \Omega$; $R_0 = 10 \Omega$; $R = 0 \div 100 \Omega$; $R_V = 1 \text{ k}\Omega = 1000 \Omega$.

Rasti: P_0 , P , P' , R_3 .



Pagal Omo dėsnį elektros srovės stipris grandinėje

$$I = \frac{E}{r + R_A + \frac{(R_0 + R)R_V}{R_0 + R + R_V}}$$

Tegu varžo ir reostato atšakoje srovės stipris I_1 . Tada įtampa joje lygi įtampai lygiagrečiai prijungtame voltmetre:

$$I_1(R_0 + R) = (I - I_1)R_V.$$

Iš čia

$$I_1 = \frac{IR_V}{R_0 + R + R_V},$$

tada galia varže R_0 :

$$P_0 = I_1^2 R_0 = \frac{E^2 R_V^2 R_0}{[(R_0 + R + R_V)r + (R_0 + R + R_V)R_A + (R_0 + R)R_V]^2},$$

o įrašius duotus dydžius:

$$P_0 = \frac{2,25 \cdot 10^7}{(11111 + 1001,1R)^2}.$$

Galia varže R_0 mažėja didėjant reostato varžai: ji yra didžiausia $P_{01} \approx 182,3$ mW, kai $R_1 = 0$; mažiausia $P_{02} \approx 1,82$ mW, kai $R_2 = 100 \Omega$.

Galia reostate

$$P = I_1^2 R = \frac{P_{01}}{R_0} R,$$

tad gaunama kiek sudėtingesnė nei varže galios priklausomybė nuo jo varžos:

$$P = \frac{2,25 \cdot 10^6 R}{(11111 + 1001,1R)^2}.$$

$P_1 = 0$, kai $R_1 = 0$. Didėjant reostato varžai nuo nulio iš pradžių turimos trupmenos skaitiklis didėja santykinai sparčiau nei vardiklis ir P didėja – tuo nesunku įsitikinti įrašant paeiliui R vertes iki $R_3 \approx 11,1 \Omega$; o po to sparčiau didėja trupmenos vardiklis ir galia reostate sumažėja iki $P_2 = 0,1P_{01} \approx 18,2$ mW, kai jo varža $R_2 = 100 \Omega$. Didžiausia galia reostate

$$P_3 = \frac{2,25 \cdot 10^6 \cdot 11,1}{(11111 + 1001,1 \cdot 11,1)^2} \approx 50,6 \text{ (mW)}.$$

Didžiausią galią reostate atitinkančią jo varžą R_3 galima buvo rasti ir prilyginus nuliui reiškinių $R(a + bR)^{-2}$ pirmąją išvestinę:

$$(a + bR)^{-2} + R(-2)(a + bR)^{-3}b = 0$$

Šią lygtį padaliję iš $(a + bR)^{-3}$ gautume

$$a + bR - 2Rb = 0,$$

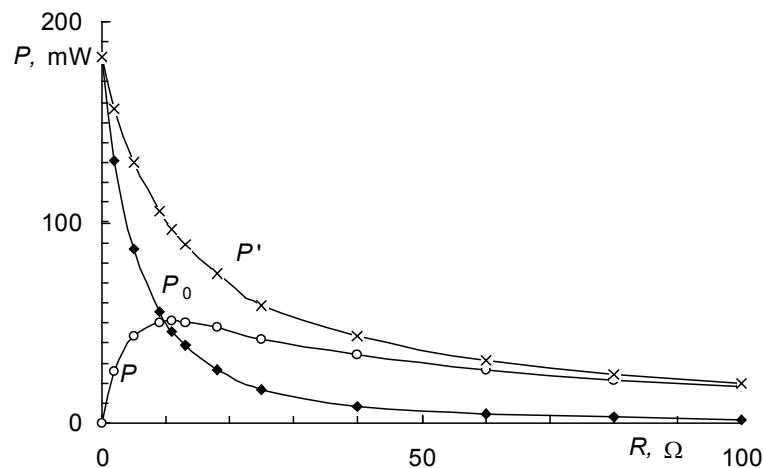
$$R_3 = \frac{a}{b}, \quad R_3 = \frac{11111}{1001,1} \approx 11,1 \text{ (}\Omega\text{)}.$$

Taigi, galia reostate kito ($0 \div 50,6$) mW ribose.

Galia varže ir reostate

$$P' = \frac{2,25 \cdot 10^6 (10 + R)}{(11111 + 1001,1R)^2}$$

mažėja nuo $P_1' \approx 182,3$ mV iki $P_2' \approx 20$ mW didėjant reostato varžai nuo nulio iki 100Ω .



Aiškinamąjį sprendimą pateikė užduoties autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2009 12 07.

Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT3-6 ▼

Užduotis buvo skirta elektrinės galios kitimui nagrinėti grandinėje, kurios elementų parametrai parinkti taip, kad didėjant reostato varžai nuo nulio iki 100Ω galia jame ir 10Ω varže mažėja, o tuo tarpu pačio reostato elektrinė galia didėja ir pasiekia didžiausią vertę ties $11,1 \Omega$ reostato varža, o po to mažėja.

Didžioji turnyro dalyvių dalis teisingai nubrėžė grandinės schemą (nepamiršo taškais paryškinti laidų sujungimo vietų), užrašė Omo dėsnį ar pritaikė Kirchhofo taisykles ir išreiškė suminę galią varže ir reostate; įrašė įvairias reostato varžos vertes ir apskaičiavo tos galios ribines vertes bei nubrėžė galios priklausomybės nuo reostato varžos grafiką. Mažesnė turnyro dalyvių dalis ryžosi kiek įdomesniai darbui – išanalizuoti galią varže ir reostate atskirai, nes pagal trečią užduoties klausimą galima buvo suprasti, kad „čia“ reiškia reostate, o ne tik varže ir reostate kartu. Matyt, daugumai labiau patiko užduoties autoriaus atsakymas į paklausimą mokyklos nuomonių svetainėje, kad reikia kartu.

Įdomesnis atvejis, kai buvo ieškoma suminės galios ekstremumų diferencijuojant tą galią pagal reostato varžą. Iš tiesų suminė galia tik mažėja didėjant reostato varžai, tad keli turnyro dalyviai atmetė $-11,1 \Omega$ rezultatą kaip netinkamą, tuo tarpu, kaip parodyta aiškinamajame sprendime, būtent tokio dydžio reostato varžai (suprantama, kad $+11,1 \Omega$) esant gaunamas suminės galios vieno iš dviejų narių – galios reostate – maksimumas.

Turnyro dalyviai, radę tik varžo ir reostato suminės galios priklausomybę nuo reostato varžos, vertinant užduoties sprendimą „skriaudžiami“ nebuvo.

Sprendimų aptarimą parengė užduoties autorius ir jos sprendimų vertintojas doc. dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2009 12 07.

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT3-6 ▼

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1.	Nubrėžta grandinės schema	1
2.	Išreikšta galios priklausomybė nuo reostato varžos	4,5
3.	Nustatytos galios kitimo ribos	2
4.	Pateiktas galios grafikas	2,5
5.	Nėra sprendimo paaiškinimų	-2
6.	Nekokybiški brėžiniai (p. 1, 4)	-1
7.	Kiti netikslumai (p. 2, 3)	-1
Maksimalus sprendimo įvertinimas		10

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelę parengė užduoties autorius ir jos sprendimų vertintojas doc. dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2009 12 07.