

5-ASIS FIZIKOS TURNYRAS
3-oji užduotis Nr. FT5-3 / 2011 08 17 – 2011 09 12

Užduoties sąlyga / FT5-3 ▼

Šaltinio su rezistoriais, reostatu ir voltmetru grandinėje

Prie 1,5 V stabilizuotos įtampos šaltinio gnybtų buvo prijungti:

- 1) nuosekliai du rezistoriai, po 10 Ω elektrinės varžos kiekvienas;
- 2) 20 Ω elektrinės varžos reostatas.

Po to didelės elektrinės varžos voltmetras su nuline padėtimi jo rodmėnų skalės viduryje buvo prijungtas tarp rezistorių sujungimo vietos ir reostato šliaužiklio, o šliaužiklis per 10 s tolygiai perstumtas nuo vieno reostato galo iki kito (nuo neigiamo šaltinio poliaus iki teigiamo). Jungiamųjų laidų elektrinė varža yra žymiai mažesnė už čia pateiktas varžas.

1. Nubrėškite grandinės schemą.
2. Raskite voltmetro rodmėnų priklausomybę nuo laiko.
3. Nubrėškite tą priklausomybę ir paaiškinkite.

Kaip pakistų ta priklausomybę, jei čia būtų ne stabilizuotos įtampos, o 1,5 V elektrovaros 10 Ω vidinės varžos šaltinis?

Užduotį parengė Vilniaus universiteto Taikomųjų mokslų instituto direktoriaus pavaduotojas, Vilniaus universiteto Fizikos fakulteto Puslaidininkių fizikos katedros docentas, mokyklos „Fizikos olimpas“ direktorius, jos steigėjų tarybos narys ir dėstytojas dr. Stasys Tamošiūnas.

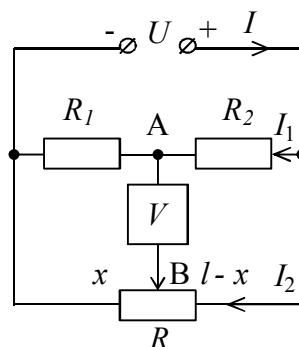
▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2011 08 17.

Užduoties aiškinamasis sprendimas / FT5-3 ▼

Duota: $U = 1,5$ V; $R_1 = R_2 = 10$ Ω ; $R = 20$ Ω ; $\tau = 10$ s; $E = 1,5$ V; $r = 10$ Ω .

Rasti: $U_v(t)$; $U_v(t)$.

Užduoties sąlygą atitinkanti grandinės schema pateikta 1 pav.



Kadangi voltmetro elektrinė varža yra didelė, tai į elektros srovės stiprio kitimą grandinės dalyse perstumiant reostato šliaužiklį galima neatsižvelgti. Pagal Omo dėsnį grandinės daliai

$$I_1 = \frac{U}{R_1 + R_2}; I_2 = \frac{U}{R}.$$

Tegu neigiamo šaltinio poliaus elektrinis potencialas yra φ_1 , o teigiamo – φ_2 , tada rezistorių tarpusavio sujungimo taško A elektrinis potencialas

$$\varphi_A = \varphi_1 + U_1 = \varphi_1 + I_1 R_1 = \varphi_1 + \frac{UR_1}{R_1 + R_2}.$$

Tegu reostato ilgis yra $l = v\tau$ (čia v – šliaužiklio tolygaus perstūmimo greitis), o nuo kairiojo jo galo šliaužiklis yra perstumtas atstumu $x = vt$, tada kairės reostato dalies elektrinė varža

$$R_x = \frac{R}{l}x = \frac{R}{\tau}t,$$

o šliaužiklio elektrinis potencialas

$$\varphi_B = \varphi_1 + U_2 = \varphi_1 + I_2 R_x = \varphi_1 + \frac{U}{\tau}t,$$

tada voltmetro rodmenų priklausomybė nuo laiko

$$U_V(t) = \varphi_A - \varphi_B = U \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} - \frac{t}{\tau} \right); U_V(t) = 1,5 \left(\frac{10}{10+10} - \frac{t}{10} \right) = 0,75 - 0,15t$$

yra tiesinė funkcija, o perstumiant reostato šliaužiklį voltmetro rodmenys sumažėja nuo 0,75 iki –0,75 V.

Jei čia būtų ne stabilizuotos įtampos šaltinis, tai tekėtų elektros srovė, kurios stipris pagal Omo dėsnį visai grandinei būtų

$$I = \frac{E}{R' + r},$$

čia mišriai sujungtų rezistorių ir reostato elektrinė varža

$$R' = \frac{(R_1 + R_2)R}{R_1 + R_2 + R}; R' = \frac{(10+10)20}{10+10+20} = 10(\Omega).$$

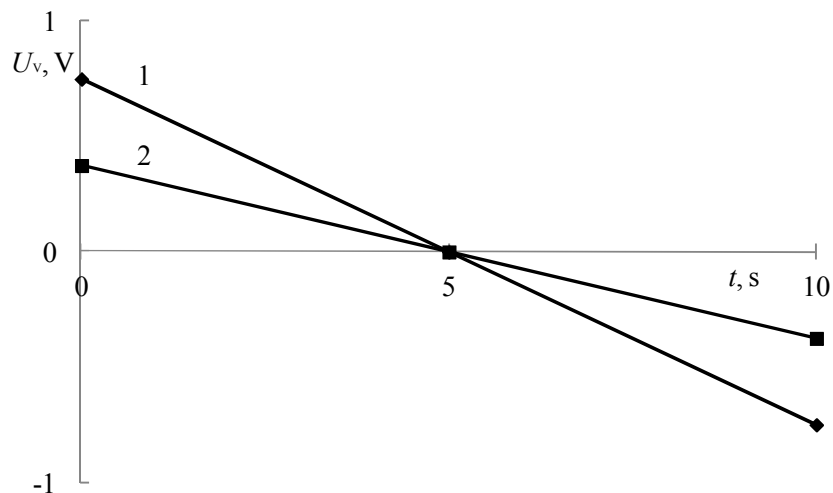
Tada to šaltinio tiekiamą grandinei įtampą

$$U' = IR'; U' = \frac{1,5}{10+10}10 = 0,75(\text{V})$$

yra 2 kartus mažesnė nei stabilizuotos įtampos šaltinio įtampa ir voltmetro rodmenys yra 2 kartus mažesni:

$$U'_V = 0,375 - 0,075t.$$

Voltmetro rodmenų priklausomybės nuo laiko yra pateiktos 2 pav.



Užduoties aiškinamąjį sprendimą pateikė užduoties autorius dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2011 12 14.

Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT5-3 ▼

Gaila, kad tik trylika turnyro dalyvių kruopščiai perskaitė užduoties sąlygos pradžią ir suprato, kad prie įtampos šaltinio gnybtų yra nuosekliai prijungti du rezistoriai ir prie tų pačių gnybtų yra prijungtas reostatas. Taigi, tas nuosekliai sujungtų rezistorių darinys yra lygiagrečiai sujungtas su reostatu, kaip ir parodyta aiškinamojo sprendimo 1 pav. Natūralu, kad kitų turnyro dalyvių sprendimų įvertinimai yra kuklesni. Keletui turnyro dalyvių tenka priminti, kad braižomoje grandinės schemoje reikia paryškinti jos trijų ir daugiau elementų sujungimo vietas.

Užduoties sprendimų aptarimą parengė užduoties autorius dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2011 12 14.

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT5-3 ▼

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1.	Nubrėžta grandinės schema	2
2.	Rasta voltmetro rodmenų priklausomybė nuo laiko	3
3.	Nustatytas voltmetro rodmenų pakitimas kitam šaltiniui	3
4.	Nubrėžtos voltmetro rodmenų priklausomybės nuo laiko	2
5.	Nėra paaiškinimų	-1
6.	Pateikta ne pagal reikalavimus	iki -1
7.	Kiti netikslumai p. 1-4	po $-(0,1-0,5)$
Didžiausias galimas sprendimo įvertinimas		10

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelę parengė užduoties autorius dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2011 12 14.