

9-ASIS FIZIKOS TURNYRAS
11-oji užduotis Nr. FT9-11 / 2016 02 09 – 2016 03 07

LSŠS (lygiagrečių srovės šaltinių sąjungos) ypatumai

Sąlyga / FT9-11 ▼

Iš trijų elektros srovės šaltinių, kurių elektros varos lygios 1,5 V, 3 V ir 4,5 V, o vidinės varžos lygios 3Ω, 2 Ω ir 1 Ω, yra sudaryta baterija, sujungus lygiagrečiai visus tuos šaltinius vienas po kito. 1. Kokių dydžių elektros varos ir vidinės varžos vienu šaltiniu galima būtų pakeisti šią trijų šaltinių bateriją? Prie baterijos gnybtų buvo prijungtas reostatas, kurio elektrinę varžą galima keisti (0,5–5) Ω ribose. 2. Nubrėškite junginio elektrinę schemą. 3. Kokiose ribose kinta elektrinė įtampa reostatą reguliuojant duotose jo varžos ribose? 4. Kaip priklauso naudingoji galia reostate ir junginio naudingumo koeficientas nuo reostato elektrinės varžos? Šias priklausomybes taip pat pavaizduokite grafiškai.

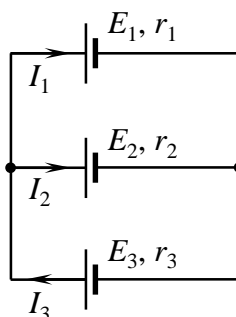
Užduotį parengė Vilniaus universiteto Taikomųjų mokslų instituto direktoriaus pavaduotojas, Vilniaus universiteto Fizikos fakulteto Puslaidininkių fizikos katedros docentas, mokyklos „Fizikos olimpas“ direktorius, jos steigėjų tarybos narys ir dėstytojas doc. dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2016 02 09.

Aiškinamasis sprendimas / FT9-11 ▼

Duota: $E_1 = 1,5 \text{ V}$; $E_2 = 3 \text{ V}$; $E_3 = 4,5 \text{ V}$; $r_1 = 3 \Omega$; $r_2 = 2 \Omega$; $r_3 = 1 \Omega$; $R = (0,5 \div 5)\Omega$.

Rasti: $E, r, U_0, U', P(R), \eta(R)$.



Baterijoje didžiausią elektros varą turintis trečiasis šaltinis tikrai išsielektrina, mažiausios pirmasis – įelektrinamas, o antrajam šaltiniui elektros srovės kryptį pasirinkime laisvai – tegu jis irgi įelektrinamas. Įtampa tarp baterijos gnybtų U pagal Omo dėsnį:

$$U = E_1 + I_1 r_1; U = E_2 + I_2 r_2; U = E_3 - I_3 r_3.$$

Pagal pirmąją Kirchhofo taisyklę:

$$-I_1 - I_2 + I_3 = 0.$$

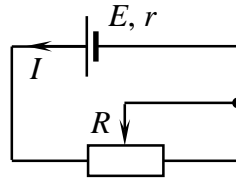
Iš tų lygčių, kai pakaitinio šaltinio elektros varą $E = U$:

$$-\frac{E - E_1}{r_1} - \frac{E - E_2}{r_2} + \frac{E_3 - E}{r_3} = 0;$$

$$E = \frac{E_1 r_2 r_3 + E_2 r_1 r_3 + E_3 r_1 r_2}{r_2 r_3 + r_1 r_3 + r_1 r_2}; E = \frac{1,5 \cdot 2 \cdot 1 + 3 \cdot 3 \cdot 1 + 4,5 \cdot 3 \cdot 2}{2 \cdot 1 + 3 \cdot 1 + 3 \cdot 2} \approx 3,55 \text{ (V)}.$$

Pakaitinio šaltinio vidinė varža lygi lygiagreto junginio varžai:

$$(\Omega).$$



Pagal Omo dėsnį:

$$U(R) = IR = \frac{ER}{R+r}.$$

Elektrinės įtampos ribinės vertės:

$$U_0 = \frac{3,55 \cdot 0,5}{0,5 + 0,55} \approx 1,7 \text{ (V)}; U' = \frac{3,55 \cdot 5}{5 + 0,55} \approx 3,2 \text{ (V)}.$$

Naudingoji galia:

$$P(R) = I^2 R = \frac{E^2 R}{(R+r)^2}.$$

Pilnoji galia $P_v(R) = I^2(R+r)$, tai naudingumo koeficientas:

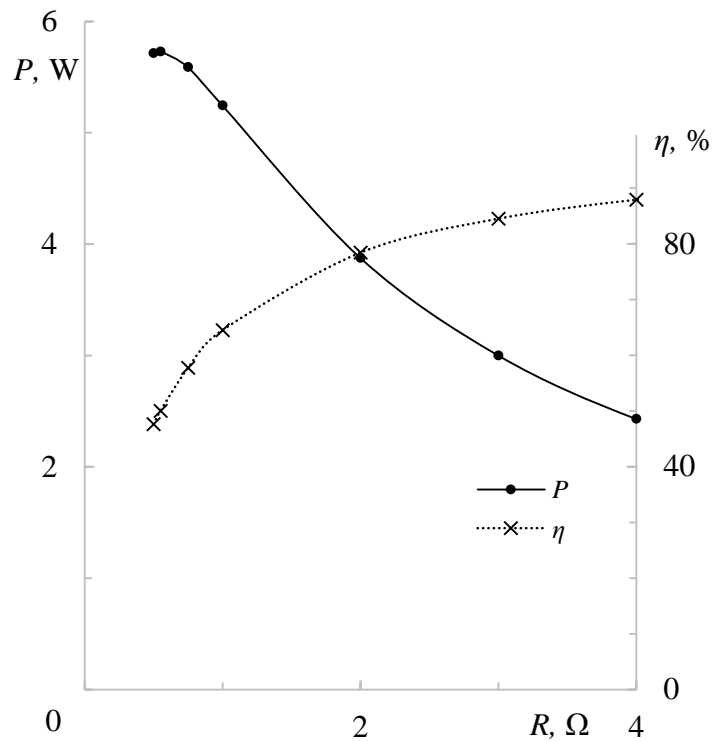
$$\eta(R) = \frac{P(R)}{P_v(R)} = \frac{R}{R+r}.$$

Naudingosios galios ir naudingumo koeficiento priklausomybės nuo reostato elektrinės varžos R lemia tai, kiek ji skiriasi nuo šaltinio vidinės varžos r . Nors abiejų trupmenų skaitikliai ir vardikliai didėja didinant R , tačiau naudingumo koeficiento atveju skaitiklis ir vardiklis didėja tiesiai proporcingai R , o galios atveju vardiklio didėjimas yra staigesnis. Todėl didinant varžą R naudingumo koeficientas tik didėja, o galios priklausomybė nuo reostato varžos turi maksimumą. Maksimumo atveju galios išvestinė pagal varžą R prilyginama nuliui:

$$P'_R = E^2 (R+r)^{-2} + E^2 r (-2)(R+r)^{-3} = 0,$$

kai reostato varža lygi šaltinio vidinei varžai: $R = r$.

Iš paveiksle pateiktų grafinių priklausomybių matyti, kad naudingoji galia didėja ir ji yra didžiausia, kai $R = r = 0,55 \Omega$, o toliau didinant reostato varžą mažėja; naudingumo koeficientas tik didėja didinant reostato varžą ir jis lygus 50%, kai naudingoji galia yra didžiausia. Šio aiškinamojo sprendimo skaitytojui siūloma pačiam pratęsti pateiktas grafines priklausomybes į platesnį reostato varžų intervalą, kai $R < 0,5 \Omega$ ir kai $R > 4 \Omega$.



Užduoties aiškinamąjį sprendimą pateikė jos autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.
 ▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2020 08 25.

Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT9-11 ▼

Užduotį teisingai išsprendė keturi turnyro dalyviai, o du klydo skaičiuodami.

Užduoties sprendimų aptarimą parengė jos autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.
 ▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2020 08 25.

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT9-11 ▼

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1.	Nustatyti pakaitinio šaltinio parametrai	5
2.	Rastos įtampos, galios ir naudingumo koeficiento priklausomybės	2
3.	Yra junginio schema ir grafinės priklausomybės nuo reostato varžos	3
4.	Pateikta ne pagal reikalavimus	-1
5.	Netikslumai (kiekvienam iš kriterijų Nr.1-3)	iki (-1)
Didžiausias galimas sprendimų įvertinimas		10

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

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2020 08 25.