

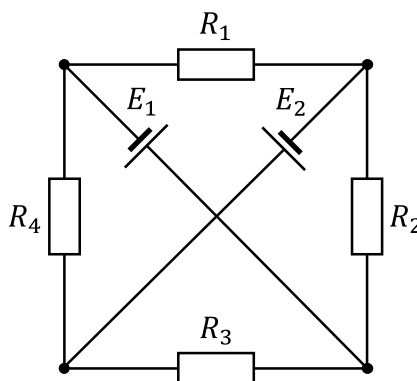
7-ASIS FIZIKOS TURNYRAS
12-oji užduotis Nr. FT7-12 / 2014 03 04– 2014 03 31

Klausimus užduoda įmantrus varžų kvadratas

Sąlyga / FT7-12 ▼

Keturi vienodi 100Ω elektrinės varžos varžai ir du vienodi $1,5 \text{ V}$ elektrovaros ir 1Ω vidinės varžos nuolatinės srovės šaltiniai yra sujungti tarpusavyje kaip pavaizduota schemeje. Į jungiamųjų laidų elektrinę varžą galima neatsižvelgti.

1. Kokia yra kiekvieno šaltinio gnybtų įtampa?
2. Kokia srovės galia yra visuose keturiuose varžuose kartu paėmus?
3. Kaip ir kiek pasikeis 1 ir 2 klausimų rezultatai, jei junginyje atliksime tik vieną iš šių veiksmų: a) išjungsime vieną iš varžų? b) užtrumpinsime vieną iš varžų? c) sukeisime vietomis vieno šaltinio gnybtus?



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

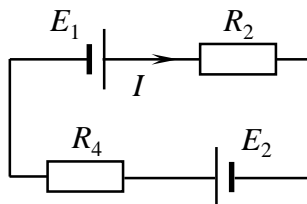
▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2014 03 04.

Aiškinamasis sprendimas / FT7-12 ▼

Duota: $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R = 100 \Omega$; $E_1 = E_2 = E = 1,5 \text{ V}$; $r_1 = r_2 = 1 \Omega$.

Rasti: U ; P ; ΔU ; ΔP .

Junginyje varžų R_1 ir R_3 galuose elektriniai potencialai yra vienodi, todėl juose elektros srovė neteka ir jie nešyla. Schemą galima supaprastinti iki nuoseklaus abiejų šaltinių bei varžų R_2 ir R_4 jungimo:



Elektros srovės stipris pagal Omo dėsnį:

$$I = \frac{E_1 + E_2}{r_1 + R_2 + r_2 + R_4} = \frac{E}{r + R}$$

Šaltinių gnybtų įtampa vienoda:

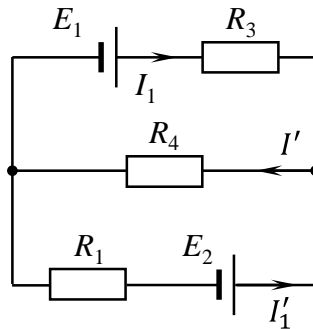
$$U = E - Ir = \frac{ER}{r+R}; U = \frac{1,5 \cdot 100}{1+100} \approx 1,485 \text{ (V)}.$$

Elektros srovės galia:

$$P = I^2(R_2 + R_4) = \frac{2E^2R}{(r+R)^2}; P = \frac{2 \cdot 1,5^2 \cdot 100}{(1+100)^2} \approx 44,1 \text{ (mW)}.$$

Varžų R_1 ir R_3 išjungimas ar užtrumpinimas neturi įtakos 1 ir 2 klausimų rezultatams.

Išjungus varžą R_2 turime tokią schemą:



Pagal Kirchhofo taisykles:

$$\begin{aligned} I_1 + I'_1 - I' &= 0; \\ I_1(r_1 + R_3) + I'R_4 &= E_1; I'_1(R_1 + r_2) + I'R_4 = E_2; \\ I_1 &= I'_1 = 0,5I'; \\ I_1(r + R) + 2I_1R &= E; \\ I_1 &= \frac{E}{r+3R}. \end{aligned}$$

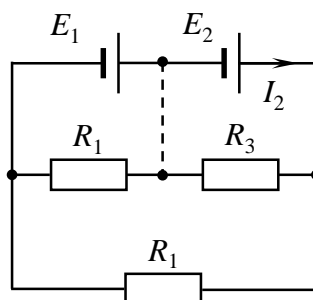
Gnybtų įtampa padidėjo:

$$\begin{aligned} \Delta U_1 = U_1 - U &= E - I_1r - U = ER \left(\frac{3}{r + 3R} - \frac{1}{r + R} \right); \\ \Delta U_1 &= 1,5 \cdot 100 \left(\frac{3}{1+3 \cdot 100} - \frac{1}{1+100} \right) \approx 10 \text{ (mV)}. \end{aligned}$$

Elektros srovės galia sumažėjo:

$$\begin{aligned} \Delta P_1 = P_1 - P &= I_1^2(R_3 + R_1) + 4I_1^2R_4 - P = 2E^2R \left[\frac{3}{(r + 3R)^2} - \frac{1}{(r + R)^2} \right]; \\ \Delta P_1 &= 2 \cdot 1,5^2 \cdot 100 \left[\frac{3}{(1+3 \cdot 100)^2} - \frac{1}{(1+100)^2} \right] \approx -29,2 \text{ (mW)}. \end{aligned}$$

Užtrumpinus varžą R_2 (galus sujungus labai mažos varžos laidu) turime schemą, kurioje nuosekliai sujungti šaltiniai maitina mišriai sujungtus kitus tris varžus:



Elektros srovės stipris pagal Omo dėsnį:

$$I_2 = \frac{E_1 + E_2}{r_1 + r_2 + \frac{(R_1 + R_3)R_4}{R_1 + R_3 + R_4}} = \frac{3E}{3r + R}$$

Gnybtų įtampa sumažėjo:

$$\Delta U_2 = U_2 - U = E - I_2 r - U = ER \left(\frac{1}{3r + R} - \frac{1}{r + R} \right);$$

$$\Delta U_2 = 1,5 \cdot 100 \left(\frac{1}{3+100} - \frac{1}{1+100} \right) \approx -29 \text{ (mV)}.$$

Elektros srovės galia padidėjo:

$$\Delta P_2 = P_2 - P = I_2^2 \frac{2R}{3} - P = 2E^2 R \left[\frac{3}{(3r + R)^2} - \frac{1}{(r + R)^2} \right];$$

$$\Delta P_2 = 2 \cdot 1,5^2 \cdot 100 \left[\frac{3}{(3+100)^2} - \frac{1}{(1+100)^2} \right] \approx 83,2 \text{ (mW)}.$$

Tuos pačius pokyčius rastume ir išjungę (užtrumpinę) varžą R_4 .

Sukeitus vietomis vieno šaltinio gnybtus rezultatai nepakis – elektros srovė iš pradžių netekės varžais R_2 ir R_4 , o po to analogiškai, kaip jau darėme, galėsime išjungti (užtrumpinti) varžus R_1 arba R_3 ir gauti tuos pačius įtampas ir galios rezultatus.

Užduoties aiškinamąjį sprendimą pateikė jos autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2020 09 03.

Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT7-12 ▼

Užduotį teisingai išsprendė dauguma turnyro dalyvių, tačiau neskubėjo atsakyti į užduotyje pateiktą klausimą kaip ir kiek pakito srovės šaltinių gnybtų įtampas ir galios varžuose rezultatai, išjungus arba užtrumpinus vieną iš varžų. Pateikdami kiekvienu atveju tik gautus rezultatus jie tą analizę paliko užduoties sprendimo vertintojui.

Užduoties sprendimų aptarimą parengė jos autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2020 09 03.

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT7-12 ▼

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1.	Šaltinio gnybtų įtampa	3
2.	Elektros srovės galia varžuose	3
3.	Pokyčiai po veiksmų	4
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 09 03.