

17-ASIS FIZIKOS TURNYRAS
12-oji užduotis Nr. FT17-12 / 2024 02 29 – 2024 03 16

Varžų kontūro tyrimas

Sąlyga / FT17-12

Uždara varžų kontūrą ABCD sudaro paeiliui sujungti keturi varžai, kurių elektrinės varžos yra tokios: $R_1 = 10 \Omega$; $R_2 = 30 \Omega$; $R_3 = 10 \Omega$; $R_4 = 30 \Omega$. Čia yra ir elektros srovės šaltinis, kurio elektromotinė jėga $E = 12 \text{ V}$ ir vidinė varža $r = 1 \Omega$, prijungtas tarp varžų R_1 ir R_4 sujungimo taško A bei varžų R_2 ir R_3 sujungimo taško C, o tarp varžų R_1 ir R_2 sujungimo taško B bei varžų R_3 ir R_4 sujungimo taško D yra prijungtas voltmetras, kurio varža $R = 200 \Omega$. Nubraižykite junginio schemą ir raskite:

- 1) Elektros srovės stiprius varžuose (mA);
- 2) Voltmetro rodomą elektrinę įtampą U_{BD} (0,1 V tikslumu);
- 3) Įtampą tarp šaltinio gnybtų U_{AC} .

Užduotį parengė doc. dr. Stasys Tamošiūnas – Vilniaus universiteto Fizikos fakulteto Fotonikos ir nanotechnologijų instituto senjoras, mokyklos „Fizikos olimpas“ direktorius, steigėjų tarybos narys ir dėstytojas.

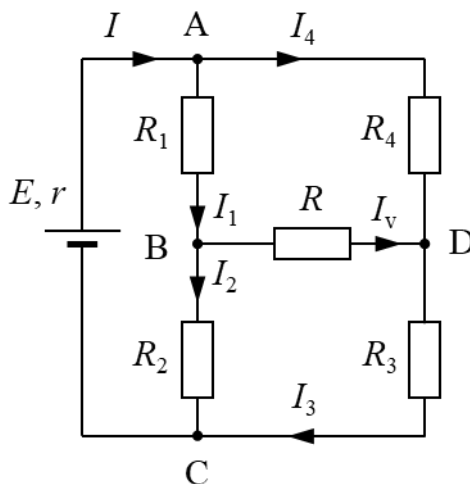
▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2024 02 29.

Aiškinamasis sprendimas / FT17-12 ▼

Duota: $R_1 = R_3 = 10 \Omega$; $R_2 = R_4 = 30 \Omega$; $E = 12 \text{ V}$; $r = 1 \Omega$; $R = 200 \Omega$.

Rasti: I_1 ; I_2 ; I_3 ; I_4 ; U_{BD} ; U_{AC} .

Pagal užduoties sąlygą nubraižome junginio schemą ir joje rodyklėmis pažymime elektros srovių kryptis.



Pagal pirmąją Kirchhofo taisyklę (elektros srovių, tekančių pro grandinės mazgus A, B, ir C, stiprių algebrinė suma lygi nuliui):

$$I - I_1 - I_4 = 0; \quad I_1 - I_2 - I_v = 0; \quad I_2 + I_3 - I = 0.$$

Pagal antrąją Kirchhofo taisyklę (elektrinių įtampų junginio dalyse ABC, ABD ir ADC algebrinė suma lygi srovių šaltinių elektromotinėms jėgoms, o čia tik vieno šaltinio elektromotinė jėga E dalyse ABC ir ADC):

$$I_1 R_1 + I_2 R_2 + I r = E; \quad I_1 R_1 + I_v R - I_4 R_4 = 0; \quad I_4 R_4 + I_3 R_3 + I r = E.$$

Atidžiau pažiūrėję į duotų varžų porų vienodumą pastebėsime, kad ir elektros srovių stipriai yra vienodi: $I_1 = I_3$ ir $I_2 = I_4$. Tada šaltinio elektros srovės stipris $I = I_1 + I_2$, o voltmetru teka stiprio $I_V = I_1 - I_2$ elektros srovė. Tuo pačiu $I_1 R_1 = I_3 R_3$ ir $I_2 R_2 = I_4 R_4$. Iš lygčių, parašytų junginio dalims ABC ir ABD, randame:

$$I_1 R_1 + I_2 R_2 + (I_1 + I_2)r = E; \quad I_1 R_1 + (I_1 - I_2)R - I_2 R_2 = 0;$$

$$I_1(R_1 + r) + I_2(R_2 + r) = E; \quad I_1(R_1 + R) - I_2(R_2 + R) = 0;$$

$$I_1(R_1 + r) + I_1 \frac{R_1 + R}{R_2 + R} (R_2 + r) = E;$$

$$I_1 = I_3 = \frac{E}{R_1 + r + \frac{R_1 + R}{R_2 + R} (R_2 + r)}; \quad I_1 = I_3 = \frac{12}{11 + \frac{210 \cdot 31}{230}} \approx 305 \text{ (mA)}.$$

$$I_2 = I_4 = I_1 \frac{R_1 + R}{R_2 + R}; \quad I_2 = I_4 = 305 \cdot \frac{210}{230} \approx 278 \text{ (mA)}.$$

Voltmetro rodmuo pagal Omo dėsnį:

$$U_{BD} = I_V R = (I_1 - I_2)R; \quad U_{BD} = (0,305 - 0,278) \cdot 200 = 5,4 \text{ (V)}.$$

Įtampa tarp šaltinio gnybtų pagal Omo dėsnį:

$$U_{AC} = E - Ir = E - (I_1 + I_2)r; \quad U_{AC} = 12 - (0,305 + 0,278) \cdot 1 \approx 11,4 \text{ (V)}.$$

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

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2024 04 22.

Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT17-12 ▼

Teisingą sprendimą pateikė tik du turnyro dalyviai.

Sprendimų aptarimą parengė užduoties autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2024 04 22.

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT17-12 ▼

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1.	Junginio schema	2
2.	Elektros srovių stipriai	4
3.	Voltmetro rodmuo	2
4.	Įtampa tarp šaltinio gnybtų	2
5.	Nerodomi skaičiavimai (kiekvienam iš kriterijų Nr. 2-4)	-0,5
6.	Netikslumai (kiekvienam iš kriterijų Nr. 1-4)	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 2024 04 22.