

**15-ASIS FIZIKOS TURNYRAS**  
**10-oji užduotis Nr. FT15-10 / 2022 01 10 – 2022 02 06**

**Šaltinis ir du voltmetrai**

**Sąlyga / FT15-10 ▼**

Prie elektros srovės šaltinio gnybtų prijungtas vienas voltmetras rodė 22,0 V įtampą, o vietoje jo prijungtas kitas voltmetras rodė 22,8 V įtampą. Voltmetrus prijungus lygiagrečiai, jų rodoma įtampa sumažėjo iki 21,0 V.

Raskite šaltinio elektrovarą ir įtampas, kurias rodys šie voltmetrai, juos nuosekliai prijungus prie šaltinio.

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

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2022 01 10.

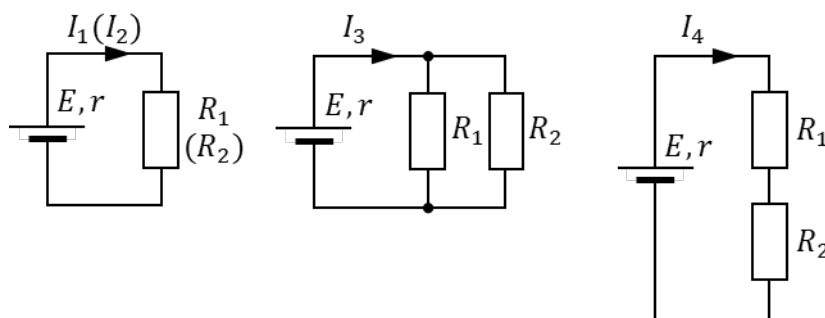
**Aiškinamasis sprendimas / FT15-10 ▼**

Duota:  $U_1 = 22,0 \text{ V}$ ;  $U_2 = 22,8 \text{ V}$ ;  $U_3 = 21,0 \text{ V}$ .

Rasti:  $E$ ;  $U_{41}$ ;  $U_{42}$ .

Tegu šaltinio (paveiksle parodytas kaipo vienas elementas) vidinė varža yra  $r$ , voltmetrų varžos -  $R_1$  ir  $R_2$ , tai nuosekliai sujungtų voltmetrų varža lygi jų varžų sumai, o lygiagrečiai sujungtų voltmetrų varža lygi varžų sandaugai, padalytai iš jų varžų sumos:

$$R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}.$$



Elektros srovės stipris pagal Omo dėsnį pilnose grandinėse:

$$I_1 = \frac{E}{R_1 + r}; \quad I_2 = \frac{E}{R_2 + r}; \quad I_3 = \frac{E}{R_{12} + r} = \frac{E}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + r}; \quad I_4 = \frac{E}{R_1 + R_2 + r}.$$

Voltmetrų rodomas įtampas išreiškiame pagal Omo dėsnį grandinių dalimis:

$$U_1 = I_1 R_1 = \frac{E}{1 + \frac{r}{R_1}}; \quad U_2 = I_2 R_2 = \frac{E}{1 + \frac{r}{R_2}};$$

$$U_3 = I_3 R_{12} = I_3 \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{E}{1 + \frac{r}{R_1} + \frac{r}{R_2}}.$$

Apjungę šias tris lygtis randame šaltinio elektrovarą:

$$\frac{E}{U_3} = 1 + \frac{r}{R_1} + \frac{r}{R_2} = \frac{E}{U_1} + \frac{E}{U_2} - 1;$$

$$E = \frac{1}{\frac{1}{U_1} + \frac{1}{U_2} - \frac{1}{U_3}}; E = \frac{1}{\frac{1}{22} + \frac{1}{22,8} - \frac{1}{21}} \approx 24 \text{ (V)}.$$

Nuosekliai sujungtų voltmetrų, tekant juose to paties stiprio  $I_4$  elektros srovei, rodomos įtampos yra tiesiai proporcingos jų varžoms:

$$R_1 = \frac{U_1 r}{E - U_1}; R_2 = \frac{U_2 r}{E - U_2};$$

$$U_{41} = I_4 R_1 = \frac{E R_1}{R_1 + R_2 + r} = \frac{E}{1 + \frac{R_2}{R_1} + \frac{r}{R_1}} = \frac{E}{\frac{E}{U_1} + \frac{U_2(E - U_1)}{U_1(E - U_2)}};$$

$$U_{42} = I_4 R_2 = \frac{E R_2}{R_1 + R_2 + r} = \frac{E}{\frac{R_1}{R_2} + 1 + \frac{r}{R_2}} = \frac{E}{\frac{U_1(E - U_2)}{U_2(E - U_1)} + \frac{E}{U_2}};$$

$$U_{41} = \frac{24}{\frac{24}{22} + \frac{22,8(24 - 22)}{22(24 - 22,8)}} \approx 8,5 \text{ (V)}; U_{42} = \frac{24}{\frac{22(24 - 22,8)}{22,8(24 - 22)} + \frac{24}{22,8}} \approx 14,7 \text{ (V)}.$$

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

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2022 02 14.

### **Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT15-10 ▼**

Dauguma turnyro dalyvių šią užduotį išsprendė teisingai, net ir nepateikę jungimo schemų, o septyni iš pateikusių schemas turėtų nepamiršti paryškinti trijų laidų sujungimo taškų, kuomet abu voltmetrai prijungiami lygiagrečiai. Du dalyviai skaičiavimo rezultatų neapvalino, nors čia voltmetrų rodmenims priskiriamos tūkstantosios ar net dešimttūkstantosios Volto dalys nėra svarbios. Penki dalyviai prarado dalį balų pagal sprendimų vertinimo kriterijus Nr. 3,4. Pavyzdžiui, griežtinamas iki -2 parai vertinimo kriterijus Nr. 4 reiškia, kad prarandama 1,5 balo, pateikus sprendimą vasario 7 dieną 18 valandai.

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

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2022 02 14.

***Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT15-10 ▼***

<b>Nr.</b>	<b>Sprendimų vertinimo kriterijus</b>	<b>Vertė balais</b>
1.	Elektros srovės šaltinio elektrovara	5
2.	Voltmetrų rodmenys	5
3.	Pateikta ne pagal reikalavimus (nerodomi skaičiavimai, kiekvienam iš kriterijų Nr. 1,2)	-1(-0,5)
4.	Vėlavimas pateikti sprendimą (vienai parai)	-2
5.	Kiti netikslumai (kiekvienam iš kriterijų Nr. 1,2)	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](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2022 02 14.