

9-ASIS FIZIKOS TURNYRAS
1-oji užduotis Nr. FT9-1 / 2015 07 08 – 2015 08 04

Jonas ir Omas

Sąlyga / FT9-1 ▼

Mokinys Jonas vardinių proga gavo dovanų elektrinį lituoklį, lydmetaliu vielos su kanifolija ritinėlių ir šešis 10, 20, 30, 40, 50 ir 60 omų varžus. Kai jis tuo pasigyrė savo fizikos mokytojui Petriui, šis apsidžiaugė, kad Jono namų laboratorija gerokai praturtėjo, todėl pasiūlė Jonui atlikti namų užduotį – sujungti visus gautus varžus į vieną darinį taip, kad tą darinį prijungus prie elektros įtampos šaltinio, 40 omų varžas kaistų mažiausiai. Mokytojas patarė Jonui pradėti lituoti prieš tai garai viską pasiskaičiavus, kad vėliau netektų varžų vėl atlituoti ir jungti iš naujo. Tačiau mokytojas, patarinėdamas Jonui, net neįtarė, kad jam fizikos pamokose užduotys su Omo dėsniumi, kaip ir laidininkų jungimo būdai, labai nepatiko, o čia tokia užduotis!

Patarkite Jonui, kaip tuos varžus reikėtų sujungti. Pateikite savo patarimo junginio elektrinę schemą ir būtiniausius skaičiavimus.

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.

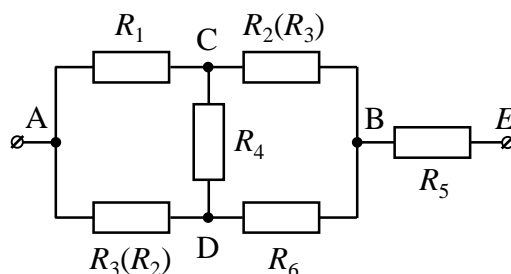
▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2015 07 08.

Aiškinamasis sprendimas / FT9-1 ▼

Duota: $R_1 = 10 \Omega$; $R_2 = 20 \Omega$; $R_3 = 30 \Omega$; $R_4 = 40 \Omega$; $R_5 = 50 \Omega$; $R_6 = 60 \Omega$.

Rasti: junginio schemą.

Nuoseklusis varžų jungimas čia netinka, nes jais tekėtų vienodo stiprio elektros srovė ir varžas R_4 kaistų labiau nei R_1, R_2 arba R_3 . Netinka ir lygiagretusis jungimas, nes būtų vienoda elektrinė įtampa ir varžas R_4 kaistų labiau nei R_5 arba R_6 . Varžus reikia sujungti mišriai taip, kad varžu R_4 tekėtų silpniausia galima elektros srovė, o tai reiškia, kad jame būtų mažiausia galima elektrinė įtampa. Tai pavyksta padaryti dalį turimų varžų sujungus pagal taip vadinamą tiltelio schemą.



Jonui galima patarti varžus sujungti dviem mišraus jungimo būdais a) ir b), kurie yra pateikti kartu viename paveiksle. Šaltinio teikiamos elektrinės įtampos U_{AE} dalį U_{AB} , tenkančią junginio elementams tarp taškų A ir B, a) varžų dalikliai R_1/R_2 bei R_3/R_6 dalija santykiu 1/2, o b) dalikliai R_1/R_3 bei R_2/R_6 dalija santykiu 1/3 (varžų R_2 ir R_3 vieta paveiksle pažymėta skliaustuose). Tada taškų C ir D elektriniai potencialai yra vienodi, nėra įtampos tarp jų, varžu R_4 elektros srovė neteka

ir jis nekaista (tiltelis yra subalansuotas). Įtampos dalis U_{AB} gali būti nustatyta pagal Omo dėsnį išreiškus elektros srovės stiprį abiejuose junginiuose:

$$I_a = \frac{U_{AE}}{\frac{(R_1 + R_2)(R_3 + R_6)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_6} + R_5} = \frac{U'_{AB}(R_1 + R_2 + R_3 + R_6)}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_6)};$$

$$I_b = \frac{U_{AE}}{\frac{(R_1 + R_3)(R_2 + R_6)}{R_1 + R_3 + R_2 + R_6} + R_5} = \frac{U''_{AB}(R_1 + R_3 + R_2 + R_6)}{(R_1 + R_3)(R_2 + R_6)}.$$

$$U'_{AB} = \frac{U_{AE}}{1 + \frac{(R_1 + R_2 + R_3 + R_6)R_5}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_6)}}; U'_{AB} = \frac{U_{AE}}{1 + \frac{120 \cdot 50}{30 \cdot 90}} \approx 0,31U_{AE}.$$

$$U''_{AB} = \frac{U_{AE}}{1 + \frac{(R_1 + R_3 + R_2 + R_6)R_5}{(R_1 + R_3)(R_2 + R_6)}}; U''_{AB} = \frac{U_{AE}}{1 + \frac{120 \cdot 50}{40 \cdot 80}} \approx 0,35U_{AE}.$$

Nekaisti galėtų ir varžas R_5 , jį įjungus tarp taškų C ir D lygiagrečiai varžui R_4 arba ir nuosekliai jam, bet užduotyje nebuvo prašoma pateikti schemą junginio su mažiausiu ir varžo R_5 įkaitimu. Varžą R_4 galima būtų šiek tiek įkaininti nežymiai išbalansavus tiltelį, pavyzdžiui, sukeitus vietomis varžus R_5 ir R_6 .

Jonas turėtų atkreipti dėmesį į dar trečią galimą junginį su subalansuotu tilteliu, kuriame būtent tas varžas R_5 yra panaudojamas ne šaltinio tiekiamos elektrinės įtampos padalijimui jam pačiam (U_{BE}) ir tilteliui (U_{AB}), kaip buvo jau parodytuose junginiuose, o tiltelio subalansavimui, jį įjungus paveiksle parodytoje dalyje CB, o dalyje AD lygiagrečiai sujungus varžus R_2 ir R_3 :

$$R_{AD} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}; R_{AD} = \frac{20 \cdot 30}{20 + 30} = 12 (\Omega).$$

Tada įtampa $U_{AB} = U_{AE}$ ir varžų daliklis R_1/R_5 ją dalija tuo pačiu santykiu $1/5$, kaip ir kitas daliklis $\frac{R_{AD}}{R_6} = \frac{12}{60} = 1,5$. Tada $U_{CD} = 0$ ir varžas R_4 nekaista.

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 / FT9-1 ▼

Reikalingą varžų tiltelio schemą rado šeši turnyro dalyviai, o kiti siūlė paprastesnius mišriojo varžų jungimo variantus, kuriuose ketvirtasis varžas daugiau ar mažiau kaista. Du turnyro dalyviai pateikė tokias jungimo schemas, kai ketvirtas varžas yra užtrumpintas jungiamaisiais laidais ir kaisti negali, kai tų laidų elektrinė varža yra labai maža.

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 / FT9-1 ▼

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1.	Mišraus varžų jungimo galimybių analizė	2
2.	Tiltelio schemos variantų parinkimas	6
3.	Junginio schemos pateikimas	2
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.