

2-ASIS FIZIKOS TURNYRAS
Užduotis Nr. FT2-9 / 2008 12 29 – 2009 01 25

Užduoties sąlyga / FT2-9 ▼

Varžų girlianda

Yra daug vienodų varžų, sujungtų į grupes po tris nuosekliai. Prie elektrinės įtampos šaltinio iš pradžių prijungiama pirmoji varžų grupė, po to prie tos grupės viduriniojo varžo prijungiama antroji varžų grupė, vėliau prie antrosios grupės viduriniojo varžo – trečioji grupė ir t.t.

1. Kiek yra taip tokių grupių sujungta, jei elektrinė įtampa galinėje junginio grupėje yra 51 kartą mažesnė nei šaltinio įtampa? Nubrėžkite junginio elektrinę schemą.
2. Išreikškite junginio elektrinę varžą vieno varžo elektrinės varžos dalimis.
3. Kiek galėtų pakisti junginio elektrinė varža taip prijungus dar daugiau varžų grupių?
4. Kokia tada būtų didžiausia elektrinė įtampa viename iš varžų? Tą įtampą išreikškite šaltinio įtampos dalimis.

Užduotį parengė Vilniaus universiteto Medžiagotyros ir taikomųjų mokslų instituto direktoriaus pavaduotojas, Vilniaus universiteto Fizikos fakulteto Puslaidininkių fizikos katedros docentas, mokyklos „Fizikos olimpas“ direktorius, steigėjų tarybos narys ir šio Fizikos turnyro užduočių parengimo, jų pateikimo spręsti ir sprendimų vertinimo komisijos pirmininko pavaduotojas dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2009 02 02.

Užduoties aiškinamasis sprendimas / FT2-9 ▼

Prie šaltinio prijungus tik vieną varžų grupę junginio elektrinė varža $R_1 = 3R$, o įtampa $U_1 = U$. Prijungus dvi grupes

$$R_2 = R + \frac{RR_1}{R + R_1} + R = 2R + \frac{R \cdot 3R}{R + 3R} = \frac{11}{4}R,$$

o įtampa antroje grupėje randama pagal Omo dėsnį:

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{U - U_2}{2R},$$

iš čia

$$U_2 = \left(1 - \frac{2R}{R_2}\right)U = \frac{3}{11}U > U_n = \frac{U}{51}.$$

Analogiškai

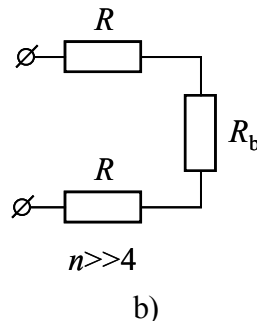
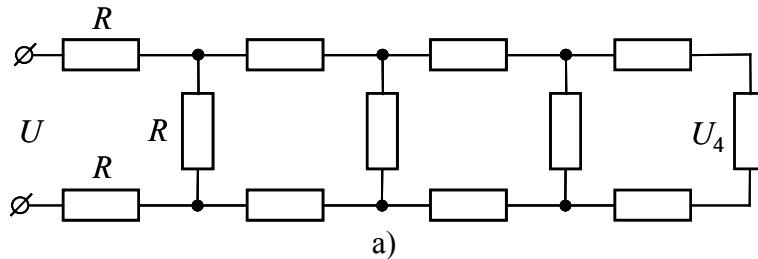
$$R_3 = 2R + \frac{RR_2}{R + R_2} = \frac{41}{15}R,$$

$$U_3 = \left(1 - \frac{2R}{R_3}\right)U_2 = \frac{3}{41}U > U_n.$$

$$R_4 = 2R + \frac{RR_3}{R + R_3} = 2\frac{41}{56}R,$$

$$U_4 = \left(1 - \frac{2R}{R_4}\right)U_3 = \frac{U}{51} = U_n.$$

Taigi, sujungtos 4 varžų grupės a), o junginio elektrinė varža yra $2\frac{41}{56}$ karto didesnė už vieno varžo elektrinę varžą.



Prijungus labai daug varžų grupių junginį galima nagrinėti kaip pirmąją varžų grupę, prie kurios viduriniojo varžo prijungtas toks pat junginys b):

$$R_b = R + \frac{RR_b}{R + R_b} + R,$$

$$R_b^2 - 2RR_b - 2R^2 = 0,$$

o šios kvadratinės lygties teigiamas sprendinys yra

$$R_b = (1 + \sqrt{3})R.$$

Tada $\Delta R = R_b - R_4 \approx 9,2 \cdot 10^{-5} R$ - tai labai mažas pokytis. Taigi ir „tik“ iš 12 varžų taip sudaryta girlianda elektrinės varžos dydžio požiūriu yra pakankamai „ilga“.

Didžiausia elektrinė įtampa tada yra viename iš pirmosios grupės kraštinių varžų:

$$\frac{U'}{R} = \frac{U}{R_b},$$

$$U' = \frac{U}{1 + \sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3} - 1}{2} U \approx 0,366U.$$

Užduoties aiškinamąjį sprendimą parengė užduoties autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2009 02 02.

Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT2-9 ▼

Sprendžiant užduotį teko naudotis Omo dėsnio elektros srovės grandinės dalimis ir varžų mišraus jungimo taisyklėmis. Keletas turnyro dalyvių užduoties sprendimui pasirinko lygčių sistemas pagal Kirchhofo taisykles. Daugelis nepastebėjo, kad trečiajame klausime buvo prašoma rasti, kiek galėtų pakisti junginio elektrinė varža, o ne tik jos dydį prijungus daugiau varžų grupių.

Iki šiol aktuali sprendimų pateikimo pagal turnyro reikalavimus problema, ypač schemų, aiškinimų ir formulių. Junginyje varžų sujungimo vietos neparyškinamos taškais, kai kurie dalyviai schemų išvis nepateikę prirašo formulių be paaiškinimų, skenuoja juodraštį, siunčia tekstus jų patys nepaskaitę. Taip išsismaginus varžai ne vieno pavadinti varžtais, rasta „nemirtingų“ teiginių, kuriuos čia būtų neįjauku cituoti.

Užduoties sprendimų aptarimą parengė užduoties autorius ir jos sprendimų vertintojas doc. dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2009 02 02.

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT2-9 ▼

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1.	Varžų grupių skaičiaus nustatymas	3
2.	Junginio elektrinė schema	1
3.	Elektrinės varžos apskaičiavimas	2
4.	Varžos pokyčio radimas	2
5.	Didžiausios įtampos apskaičiavimas	2
6.	Pateikta ne pagal reikalavimus	-1
7.	Nėra paaiškinimų	-1
8.	Kiti netikslumai (kiekvienam 1-5 punktams atskirai)	iki -0,5
Maksimalus sprendimo įvertinimas		10

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

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2009 02 02.