

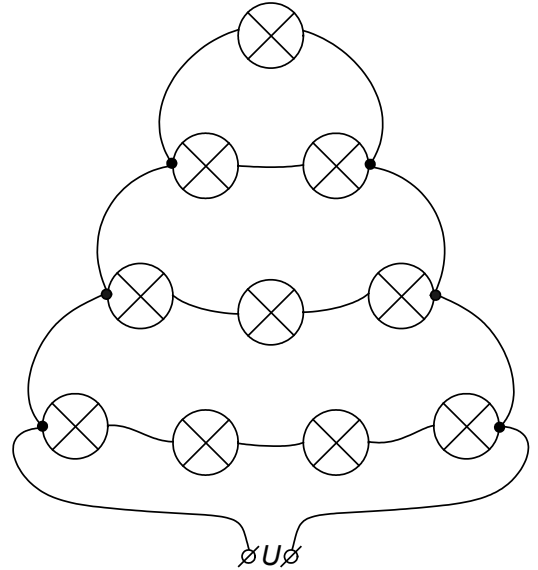
3-IASIS FIZIKOS TURNYRAS
9-oji užduotis Nr. FT3-9 / 2009 12 21 – 2010 01 17

Sąlyga / FT3-9 ▼

Šventinė eglutės girlianda

Kalėdų eglutę puošiančioje girliandoje yra į $U = 220 \text{ V}$ įtampos elektros tinklą įjungtų dešimt elektros lempučių, kurių kiekviena šviečia gamintojo nustatyta joms po 40 W galia.

1. Kokio dydžio yra lempučių elektrinės varžos?
2. Kokio stiprio elektros srovė yra tiekama girliandai?
3. Kaip ir kuria dalimi pakistų girliandos elektrinė varža, perdegus bent vienai iš tų lempučių?



Užduotį parengė Vilniaus universiteto Taikomųjų mokslų instituto direktoriaus pavaduotojas, Vilniaus universiteto Fizikos fakulteto Pუსlaidininkų fizikos katedros docentas, mokyklos „Fizikos olimpas“ direktorius, steigėjų tarybos narys ir dėstytojas, 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 12 21.

Aiškinamasis sprendimas / FT3-9 ▼

Duota: $U = 220 \text{ V}$, $P = 40 \text{ W}$.

Rasti: $R_1, R_2, R_3, R_4, I, \frac{\Delta R_1}{R_g}, \frac{\Delta R_2}{R_g}, \frac{\Delta R_3}{R_g}, \frac{\Delta R_4}{R_g}$.

Lempučių elektrinė varža

$$R = \frac{U_l^2}{P},$$

čia U_l - įtampa lempučiųje.

Viršutinės lempučių įtampa lygi tinklo įtampai, todėl jos elektrinė varža

$$R_1 = \frac{U^2}{P}, R_1 = \frac{220^2}{40} = 1210 \text{ } (\Omega).$$

Žemiau esančių dviejų nuosekliai sujungtų lempučių įtampos yra po $\frac{U}{2}$, tai jų elektrinės varžos yra po

$$R_2 = \frac{U^2}{4P} = \frac{R_1}{4}, R_2 = \frac{1210}{4} = 302,5 \text{ } (\Omega).$$

Dar žemiau esančių trijų nuosekliai sujungtų lemputių įtampos yra po $\frac{U}{3}$, tai jų elektrinės varžos yra po

$$R_3 = \frac{U^2}{9P} = \frac{R_1}{9}, R_3 = \frac{1210}{9} \approx 134,4 \text{ (}\Omega\text{)}.$$

Analogiškai apatinių lemputių

$$R_4 = \frac{U^2}{16P} = \frac{R_1}{16}, R_4 = \frac{1210}{16} \approx 75,6 \text{ (}\Omega\text{)}.$$

Šią mišriai sujungtų elektros lemputių girliandą patogiu nagrinėti kaip lygiagrečiai sujungtų R_1 , $2R_2$, $3R_3$ ir $4R_4$ varžų darinį, kuriame

$$\frac{1}{R_g} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{2R_2} + \frac{1}{3R_3} + \frac{1}{4R_4} = \frac{1+2+3+4}{R_1} = \frac{10}{R_1},$$

o pagal Omo dėsnį

$$I = \frac{U}{R_g} = \frac{10U}{R_1}, I = \frac{10 \cdot 220}{1210} \approx 1,82 \text{ (A)}.$$

Perdegus bent vienai iš lemputių, nuo elektros tinklo bus atjungta arba viršutinė lemputė (jai perdegus) arba viena iš žemiau esančių lemputių grupių. Lygiagrečiai sujungtų varžų darinio elektrinė varža tik padidėja.

Perdegus viršutinei lemputei

$$\frac{1}{R_{g1}} = \frac{1}{2R_2} + \frac{1}{3R_3} + \frac{1}{4R_4} = \frac{2+3+4}{R_1} = \frac{9}{R_1},$$

tada girliandos elektrinės varžos santykinis pokytis

$$\frac{\Delta R_1}{R_g} = \frac{R_{g1} - R_g}{R_g} = \frac{R_{g1}}{R_g} - 1 = \frac{10}{9} - 1 = \frac{1}{9},$$

t.y. girliandos elektrinė varža padidėja $\frac{1}{9}$ jos visos varžos dalimi.

Perdegus bent vienai iš žemiau esančių lemputių:

$$\frac{1}{R_{g2}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{3R_3} + \frac{1}{4R_4} = \frac{1+3+4}{R_1} = \frac{8}{R_1},$$

$$\frac{\Delta R_2}{R_g} = \frac{R_{g2}}{R_g} - 1 = \frac{10}{8} - 1 = \frac{1}{4};$$

$$\frac{1}{R_{g3}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{2R_2} + \frac{1}{4R_4} = \frac{1+2+4}{R_1} = \frac{7}{R_1},$$

$$\frac{\Delta R_3}{R_g} = \frac{R_{g3}}{R_g} - 1 = \frac{10}{7} - 1 = \frac{3}{7};$$

$$\frac{1}{R_{g4}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{2R_2} + \frac{1}{3R_3} = \frac{1+2+3}{R_1} = \frac{6}{R_1},$$

$$\frac{\Delta R_4}{R_g} = \frac{R_{g4}}{R_g} - 1 = \frac{10}{6} - 1 = \frac{2}{3}.$$

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

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2010 02 01.

Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT3-9 ▼

Užduotis buvo skirta mišriam laidininkų jungimui nagrinėti, pritaikant nuoseklaus (elektros lempučių grupėse) ir lygiagretaus (viršutinės lemputės su žemiau esančiomis elektros lempučių grupėmis) jungimo taisykles. Tai pačiai galiai gauti daugiau elektros lempučių turinčioje grupėje, kai vienai lemputei tenka ir atitinkamai mažesnė elektros tinklo įtampos dalis, jos elektrinė varža

$$R_n = \frac{R_1}{n^2},$$

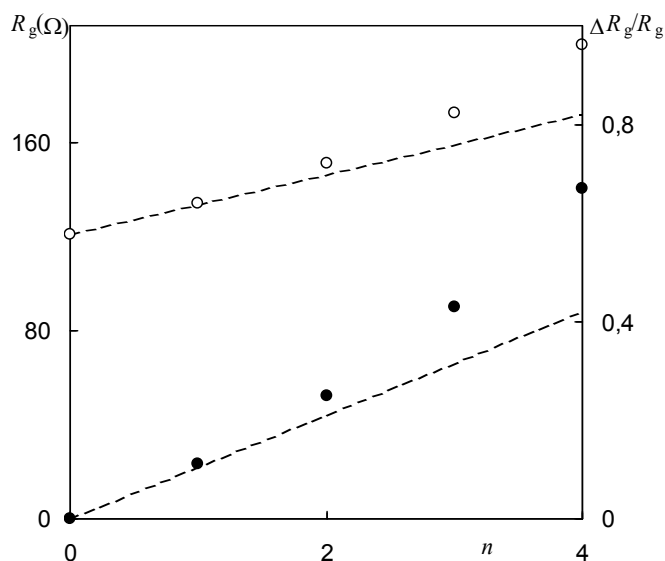
čia R_1 - viršutinės lemputės elektrinė varža, n - lempučių skaičius grupėje.

Gauta, kad girliandos elektrinė varža

$$R_{gn} = \frac{R_1}{n'},$$

čia $n' = 10 - n$ yra šviečiančių girliandoje lempučių skaičius.

Perdegus bent vienai lemputei, atjungiančiai daugiau lempučių turinčią grupę, girliandos elektrinės varžos padidėjimas irgi yra didesnis (1 pav.), nes tokios grupės lempučių suminė elektrinė varža yra mažesnė nei mažesnio skaičiaus lempučių grupėje, o lygiagrečiai sujungtų laidininkų darinio elektrinė varža yra mažesnė už pačią mažiausią iš jų elektrinę varžą.



1 pav. Girliandos elektrinės varžos (○) ir jos santykinio pokyčio (●) priklausomybė nuo atjungtų lempučių skaičiaus n perdegus bent vienai lemputei. Brūkšninė linija – jei varža tiesiškai priklausytų nuo n .

Net devyni turnyro dalyviai sėkmingai susidorojo su šia užduotimi. Keletui dalyvių vertėtų žinoti, kad skaičiuojant girliandos elektrinės varžos pokyčio dalį reikia jos pokytį, o ne pačią padidėjusią varžą, padalyti iš pradinės varžos, buvusios prieš perdegant bent vienai iš elektros lempučių.

Grandinei tiekiamos elektros srovės stipris buvo teisingai skaičiuojamas ir kitaip, nei nurodyta aiškinamajame sprendime – padalijus visų lempučių suminę galią $10P$ iš tinklo įtampos arba sudėjus elektros srovės stiprius visose keturiuose lygiagrečiai sujungtose girliandos dalyse.

Pasitaikė sprendimų be paaiškinimų, su gramatinėmis klaidomis, be skyrybos ženklų. Trys turnyro dalyviai užmiršo nurodyti savo vardą ir pavardę.

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

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2010 02 01.

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT3-9 ▼

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1.	Apskaičiuotos lempučių varžos.	4
2.	Rastas elektros srovės stipris.	3
3.	Rasta girliandos varžos pokyčio dalis.	3
4.	Nėra paaiškinimų (p. 1-3) arba jie nepakankami.	iki -1
5.	Kiti netikslumai (p. 1-3)	po -0,5
6.	Pateikta ne pagal reikalavimus.	-1
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 2010 02 01.