

8-ASIS FIZIKOS TURNYRAS
11-oji užduotis Nr. FT8-11 / 2015 02 09 – 2015 03 08

Sąlyga / FT8-11 ▼

Voltmetro pokštai elektros grandinėje

Elektros grandinėje prie 15 V elektrovaros 1 Ω vidinės varžos šaltinio gnybtų yra nuosekliai prijungti 5 Ω ir 9 Ω varžai. Šalia yra ir dar neprijungtas 93Ω varžos voltmetras, kuriuo elektrinę įtampą galima matuoti 10 mV tikslumu.

1. Kokio dydžio yra elektrinė įtampa tarp šaltinio gnybtų?
2. Koks yra grandinės naudingumo koeficientas? Apskaičiuokite jį procentais.
3. Raskite voltmetro rodomą įtampą, jį toje grandinėje lygiagrečiai prijungus prie:
 - a) šaltinio gnybtų;
 - b) varžų.
4. Įvertinkite voltmetro įtaką matavimo rezultatams.

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 02 09.

Užduoties aiškinamasis sprendimas / FT8-11 ▼

Duota: $E = 15 \text{ V}$; $r = 1 \text{ } \Omega$; $R_1 = 5 \text{ } \Omega$; $R_2 = 9 \text{ } \Omega$; $R = 93 \text{ } \Omega$; $\Delta U = 10 \text{ mV} = 0,01 \text{ V}$.

Rasti: U, η, U', U_1, U_2 .

Pagal Omo dėsnį uždarai grandinei elektros srovės stipris

$$I = \frac{E}{R_1 + R_2 + r}.$$

Pagal Omo dėsnį grandinės daliai įtampa tarp šaltinio gnybtų

$$U = I(R_1 + R_2) = \frac{E(R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + r}; U = \frac{15(5+9)}{5+9+1} = 14 \text{ (V)},$$

o įtampos varžuose yra atitinkamai 5V ir 9V.

Naudingoji galia

$$P = I^2(R_1 + R_2),$$

o visa galia

$$P_v = I^2(R_1 + R_2 + r),$$

tai naudingumo koeficientas

$$\eta = \frac{R_1 + R_2}{R_1 + R_2 + r}; \eta = \frac{5+9}{5+9+1} \approx 0,93 = 93\%.$$

Prie šaltinio gnybtų prijungę voltmetrą turėsime mišriai sujungtą išorinę grandinę, kurios elektrinė varža

$$R' = \frac{R(R_1 + R_2)}{R + R_1 + R_2},$$

elektros srovės stipris

$$I' = \frac{E}{R' + r},$$

tai rodoma įtampa

$$U' = I'R' = \frac{ER(R_1 + R_2)}{R(R_1 + R_2) + r(R + R_1 + R_2)}; U' = \frac{15 \cdot 93(5 + 9)}{93(5 + 9) + 1(93 + 5 + 9)} \approx 13,86 \text{ (V)},$$

ją matuojant 0,01 V tikslumu.

Prie pirmojo varžo prijungus voltmetrą išorinės grandinės elektrinė varža

$$R'_1 = \frac{R_1 R}{R_1 + R} + R_2,$$

elektros srovės stipris

$$I'_1 = \frac{E}{R'_1 + r},$$

tai rodoma įtampa

$$U'_1 = I'_1 \frac{R_1 R}{R_1 + R} = \frac{ER_1 R}{R_1 R + (R_2 + r)(R_1 + R)}; U'_1 = \frac{15 \cdot 5 \cdot 93}{5 \cdot 93 + (9 + 1)(5 + 93)} \approx 4,83 \text{ (V)}.$$

Voltmetrą prijungus prie antrojo varžo gausime panašią įtampos išraišką, tik su kitais varžų indeksais:

$$U''_2 = \frac{ER_2 R}{R_2 R + (R_1 + r)(R_2 + R)}; U''_2 = \frac{15 \cdot 9 \cdot 93}{9 \cdot 93 + (5 + 1)(9 + 93)} \approx 8,66 \text{ (V)}.$$

Taigi, visais atvejais voltmetras rodo mažesnes įtampas, nei jos yra iš tikrųjų.

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

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2016 04 25.

Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT8-11 ▼

Gaila, kad turnyre beliko tik šeši dalyviai, kurių dauguma užduotį sprendė teisingai. Du iš jų klydo, elektrine įtampa tarp šaltinio gnybtų laikydami elektros srovės stiprio ir šaltinio vidinės varžos sandaugą. Aiškinamajame sprendime apsieita nebraižant elektrinės grandinės schemos. Penki dalyviai pateikė schemas, bet du iš jų ryškiau nepažymėjo taškų trijų laidų sujungimo vietose.

Užduoties sprendimų aptarimą parengė jos autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2016 04 25.

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT8-11 ▼

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1	Nustatytaelektrinėįtampa tarp šaltiniognybtų.	2
2	Apskaičiuotasnaudingumokoeficientas.	2
3	Rastosvoltmetrorodomošįtampos.	5
4	Įvertintavoltmetroįtakamatavimorezultatams.	1
5	Netikslumai.	iki -1
Didžiausias galimas sprendimo 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 2016 04 25.