

**13-ASIS FIZIKOS TURNYRAS**  
**13-oji užduotis Nr. FT13-13 / 2020 03 30 – 2020 04 26**

**Sąlyga / FT13-13 ▼**

**Priverstiniai virpesiai uždaroje elektros grandinėje**

Uždaroje elektros grandinėje, sudarytoje iš nuosekliai sujungtų 25 mH induktyvumo ritės, 10  $\mu$ F elektros talpos kondensatoriaus ir 2  $\Omega$  varžos, papildomai įjungtu kintamosios elektros srovės generatoriumi yra palaikomi 2 krad/s ciklinio dažnio neslopinamieji elektromagnetiniai virpesiai. Kondensatoriaus įtampos amplitudinė vertė lygi 1,5 V. Kiek generatoriaus tiekiamos elektros energijos grandinėje yra suvartojama per 2 minutes? Kokio dydžio yra elektros srovės stiprio amplitudinė vertė?

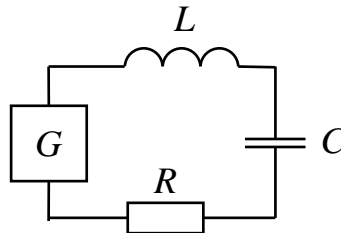
*Užduotį parengė doc. dr. Stasys Tamošiūnas - Vilniaus universiteto Fizikos fakulteto Fotonikos ir nanotechnologijų instituto docentas, mokyklos „Fizikos olimpas“ direktorius, jos steigėjų tarybos narys ir dėstytojas.*

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2020 03 30.

**Užduoties aiškinamasis sprendimas / FT13-13 ▼**

Duota:  $L = 0,025$  H;  $C = 1 \cdot 10^{-5}$  F;  $R = 2$   $\Omega$ ;  $\omega = 2000$  rad/s;  $U_m = 1,5$  V;  $\tau = 120$  s.

Rasti:  $W$ ;  $I_m$ .



Jei pradinio momentu kondensatoriaus elektros krūvis  $q_m = CU_m$ , tada jo priklausomybė nuo laiko  $t$ :

$$q = CU_m \cos \omega t.$$

Elektros srovės stiprio priklausomybė nuo laiko:

$$I = \frac{dq}{dt} = -\omega CU_m \sin \omega t.$$

Verta atkreipti dėmesį į tai, kad elektromagnetinių virpesių dažnis  $\omega$  yra lygus grandinės savitajam dažniui  $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$ . Palaikant neslopinamuosius virpesius yra kompensuojami šiluminiai nuostoliai varžoje, randami taikant Džaulio-Lenco dėsnį, kai yra integruojama<sup>x)</sup> elektros srovės stiprio kvadrato priklausomybė nuo laiko:

$$W = \int_0^\tau I^2 R dt = \omega^2 C^2 U_m^2 R \int_0^\tau \sin^2 t dt = 0,5 \omega^2 C^2 U_m^2 R \tau;$$

$$W = 0,5 \cdot 2000^2 \cdot 10^{-10} \cdot 1,5^2 \cdot 2 \cdot 120 = 108 \text{ (mJ)}.$$

Neslopinamųjų virpesių metu didžiausia ritės magnetinio lauko energija yra lygi didžiausiai kondensatoriaus elektrinio lauko energijai<sup>xx)</sup>:

$$\frac{LI_m^2}{2} = \frac{CU_m^2}{2}; I_m = U_m \sqrt{\frac{C}{L}}; I_m = 1,5 \sqrt{\frac{10^{-5}}{0,025}} = 0,03 \text{ (A)}.$$

Pastabos: <sup>x)</sup>  $W = I_{ef}^2 R \tau$ , kur elektros srovės stiprio efektinė vertė  $I_{ef} = I_m / \sqrt{2}$ ; <sup>xx)</sup> pagal Omo dėsnį  $I_m = U_m / X_C$ , kur talpinė varža  $X_C = 1 / \omega C$ .

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

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2020 05 13.

### **Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT13-13 ▼**

Užduotį sprendė teisingai dauguma dalyvių, o apskaičiuojant suvartotą elektros energiją du dalyviai klydo integruodami, dar vienas - įrašė elektros srovės stiprio ne efektinės, o amplitudinės vertės kvadratą.

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

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2020 05 13.

### **Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT13-13 ▼**

<b>Nr.</b>	<b>Sprendimų vertinimo kriterijus</b>	<b>Vertė balais</b>
1.	Rasta suvartota elektros energija	6
2.	Rasta elektros srovės stiprio amplitudinė vertė	4
3.	Nepakankamas sprendimo paaiškinimas, pateikiant galutines formules	iki (-1)
4.	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 2020 05 13.