

## 27. Aktyvioji ir reaktyvioji galia kintamos srovės grandinėje.

### Užduotis:

1. Išmatuoti aktyviają ir pilnutinę galias nuosekliai sujungtoje RC elektros grandinėje.
2. Atlikti matavimus ir iš jų nustatyti pilnutinę ir reaktyviają galias dviem atvejais:
  - a) Kai grandinėje įjungtas tik kondensatorius;
  - b) Kai grandinėje įjungta tik induktyvumo ritė.

### Pagrindiniai teoriniai klausimai:

1. Aktyvioji ir reaktyvioji kintamosios srovės galia.
2. Fazių skirtumas tarp srovės ir įtampos.
3. Vatmetro veikimo principas.

### Kintamosios srovės galia:

Kintamosios srovės stipris ir įtampa yra harmoninės laiko funkcijos:

$$I(t) = I_0 \sin(\omega t), \quad (1)$$

$$U(t) = U_0 \sin(\omega t + \phi). \quad (2)$$

Kintamos srovės elektros grandinėse sudarytose iš ominės varžos  $R$ , induktyviosios varžos  $X_L$  ir talpinės varžos  $X_C$ , srovės stiprio ir įtampos fazės nesutampa. Jos skiriasi dydžiu  $\phi$ , kuris vadinamas fazės poslinkiu ir priklauso nuo varžų  $R$ ,  $X_L$  ir  $X_C$  dydžių. Fazės poslinkis  $\phi$  gali būti apskaičiuojamas pagal formulę:

$$\tan \phi = \frac{X_L - X_C}{R}. \quad (3)$$

Momentinė galia  $P_m$ :

$$P_m = U_0 \sin(\omega t + \phi) \cdot I_0 \sin(\omega t). \quad (4)$$

Priklausomai nuo fazių skirtumo  $\phi$  vertės, momentinė galia  $P_m$  gali būti tiek teigiama, tiek neigiama. Teigiamos momentinės galios vertės reiškia, kad ji gaunama iš srovės šaltinio, o neigiamos – tiekama jam. Periodiškai kintančioms elektros srovėms ir įtampoms įvedamas dydis, vadinamas aktyviaja galia  $P_A$ , kuris lygus vidutinei galiai per periodą  $T$ :

$$P_A = \frac{1}{T} \int_0^T P_m dt. \quad (5)$$

Aktyvioji galia – tai galia, kuri panaudojama energijos virsmuose (pvz. elektros energijos virtimas į šiluminę). Į (5) išraišką įstatę (4) ir suintegravę, gauname:

$$P_A = \frac{1}{2} U_0 I_0 \cos(\phi) = U_{ef} I_{ef} \cos(\phi). \quad (6)$$

kur  $U_{ef} = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$  – efektinė kintamosios įtampos vertė,  $I_{ef} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$  – kintamosios srovės efektinė vertė.

Galia, kuri naudojama kuriant elektrinius ir magnetinius laukus ritėse bei kondensatoriuose, vadinama reaktyviaja galia ir yra lygi  $P_R = U_{ef} I_{ef} \sin(\phi)$ . Ji gaunama iš šaltinio, jei srovės stiprio ir įtampos ženklai sutampa, ir grąžinama šaltiniui, jei ženklai priešingi.

Efektinių įtampos ir srovės stiprių verčių sandauga  $U_{ef} \cdot I_{ef}$  yra vadinama pilnutine galia  $P_P$ . Matome, kad pilnutinę galią galima įvertinti išmatavus įtampą ir srovę voltmetru ir ampermetru. Pilnutinė galia taip pat lygi aktyviosios ir reaktyviosios galių geometrinei sumai  $P_P^2 = P_A^2 + P_R^2$ .

Elektros grandinėje iš nuosekliai sujungtų rezistoriaus ir kondensatoriaus tekančios srovės stiprio efektinė vertė yra lygi:

$$I_{ef} = \frac{U_{ef}}{\sqrt{R^2 + \frac{1}{\omega^2 C^2}}}. \quad (7)$$

Tuomet pilnutinė galia  $P_P$ :

$$P_P = U_{ef} I_{ef} = \frac{U_{ef}^2}{\sqrt{R^2 + \frac{1}{\omega^2 C^2}}}. \quad (8)$$

Matome, kad didžiausia pilnutinės galios vertė bus tokiu atveju, kai varžos  $R$  vertė bus lygi 0. Varžai  $R$  didėjant, pilnutinė galia tolygiai mažės.

Elektros grandinėje tekant elektros srovei  $I_{ef}$  aktyvioji galia šildo rezistorių, kurio varža  $R$ :

$$P_A = I_{ef}^2 R = U_{ef}^2 \frac{R}{R^2 + \frac{1}{\omega^2 C^2}}. \quad (9)$$

Matome, kad kai varža  $R$  yra lygi 0, tai ir aktyvioji galia  $P_A$  bus lygi 0. Taip pat, aktyvioji galia bus didžiausia kai varža  $R$  bus lygi kondensatoriaus talpinei varžai

$$R_0 = \frac{1}{\omega C}. \quad (10)$$

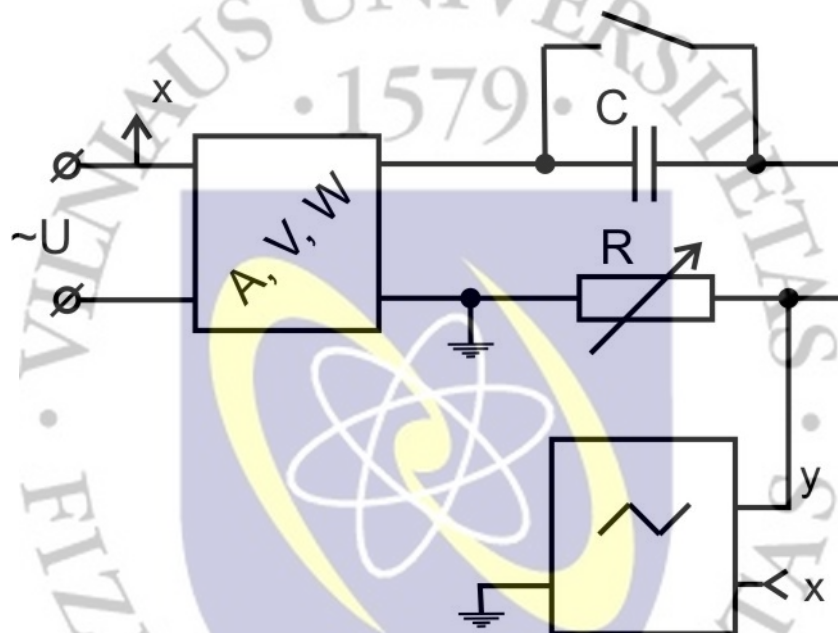
## Tyrimo eiga

Pirmojoje eksperimento dalyje matuojamas srovės stipris  $I_{ef}$ , fazių skirtumas  $\phi$  ir aktyvioji galia  $P_A$ , keičiant varžą  $R$ , nuosekliai sujungtoje RC grandinėje.

Antrojoje eksperimento dalyje matuojamas srovės stipris  $I_{ef}$ , įtampa  $U_{ef}$  ir aktyvioji galia  $P_A$  kintamosios srovės grandinėje be ominės varžos, kurioje įjungtas tik kondensatorius arba induktyvumo ritė.

Darbo priemonės pavaizduotos 1 priede.

### 1 DALIS:



**1 pav.** Galios ir fazių skirtumo matavimo ampervoltvatmetru ir oscilografu schema.

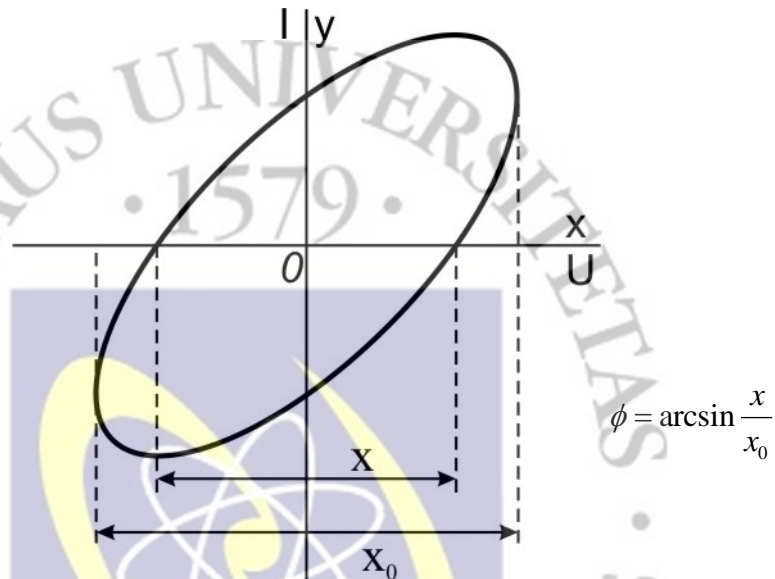
1. Sujunkite schemą pavaizduotą 1 paveiksle.
2. Oscilografo kanalas X jungiamas prie šaltinio, o kanalas Y jungiamas tarp kondensatoriaus ir reostato.

#### **Pastaba.**

Y kanalo įžeminimo laidas jungiamas tarp reostato ir vatmetro!

3. **Pakvieskite dėstytoją, kad šis patikrintų ar teisingai sujungta elektros grandinė.**
4. Matavimus pradėkite reostato šliaužikliui esant padėtyje, atitinkančioje maksimalią varžą.
5. Įjunkite oscilografą.
6. Įjunkite ampervoltvatmetrą (jungtukas gale, dešinėje) ir naudodami mygtuką „U, I, P“ nustatykite matuojamą dydį  $U$ .
7. Įjunkite maitinimo šaltinį, nustatykite 16–20 V įtampą ir užsirašykite jos vertę.
8. Jungikliu užtrumpinkite kondensatorių.

9. Naudodami ampervoltvatmetro mygtuką „U, I, P“ nustatykite matuojamą dydį  $I$  ir užsirašykite ekrane rodomą srovės, tekančios reostatu, vertę  $I_R$ .
10. Atjunkite kondensatorių užtrumpinantį jungiklį ir užsirašykite ampervoltvatmetro ekrane rodomą srovės, tekančios reostatu ir kondensatoriumi, vertę  $I_{RC}$ .
11. Naudodami ampervoltvatmetro mygtuką „U, I, P“ nustatykite matuojamą dydį  $P$  ir užsirašykite ekrane rodomą aktyviosios galios vertę  $P_A$ .
12. Fazių skirtumą  $\phi$  nustatykite iš oscilografo ekrane matomos elipsės parametru (2 pav.). Kad oscilografo ekrane matytume elipsę, jis turi būti nustatytas XY vaizdavimo režimu.



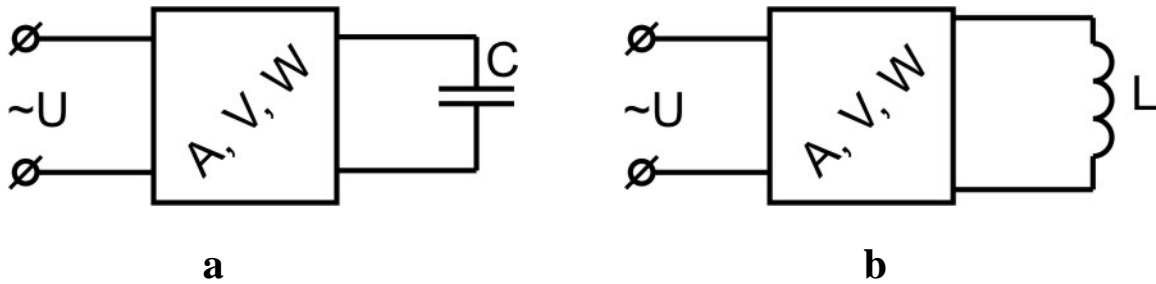
**2 pav.** Fazių skirtumo apskaičiavimo pagal elipsės parametrus schema.

13. Stumdami reostato šliaužiklį keiskite varžą ir atlikite 15–20 skirtingų  $I_R$ ,  $I_{RC}$ ,  $P_A$  ir  $\phi$  matavimų. Matavimų duomenis surašykite į lentelę:

**1 lentelė.** Galios ir fazių skirtumo matavimų duomenys.

$I_R$ (A)	$I_{RC}$ (A)	$\phi$ (°)	$P_A$ (W)

## 2 DALIS:



3 pav. Tyrimo schemas.

### PRIŠ ATLIKdami TIRIAMOS GRANDINĖS PAKEITIMUS IŠJUNKITE MAITINIMO ŠALTINĮ!

1. Sujunkite schemą pavaizduotą 3a paveiksle.
2. **Pakvieskite dėstytoją, kad šis patikrintu ar teisingai sujungta elektros grandinė.**
3. Įjunkite maitinimo šaltinį, nustatykite 16–20 V įtampą ir užsirašykite jos vertę.
4. Naudodami ampervoltvatmetro mygtuką „U, I, P“ paeiliui nuskaitykite ir į lentelę užsirašykite  $U_{ef}$ ,  $I_{ef}$  ir  $P_A$  vertes.

### PRIŠ ATLIKdami TIRIAMOS GRANDINĖS PAKEITIMUS IŠJUNKITE MAITINIMO ŠALTINĮ!

5. Sujunkite schemą pavaizduotą 3b paveiksle.
6. Įjunkite maitinimo šaltinį, nustatykite 16–20 V įtampą ir užsirašykite jos vertę.
7. Naudodami ampervoltvatmetro mygtuką „U, I, P“ paeiliui nuskaitykite ir į lentelę užsirašykite  $U_{ef}$ ,  $I_{ef}$  ir  $P_A$  vertes.

**2 lentelė.** Galios matavimų duomenys.

	$U_{ef}$ (V)	$I_{ef}$ (A)	$P_A$ (W)
Kondensatorius			
Ritė			

### Tyrimo rezultatų pateikimas:

#### 1 DALIS:

Naudodami matavimų rezultatus apskaičiuokite:

- 1) reostato varžos  $R = U / I_R$ ;
- 2) pilnutinės galios  $P_P = U \cdot I_{RC}$ ;
- 3) aktyviosios ir pilnutinės galių santykio  $P_A / P_P$ ;
- 4) fazių skirtumo kosinuso  $\cos(\phi)$  vertes, o skaičiavimų rezultatus surašykite į lentelę.

**3 lentelė.** Skaičiavimų rezultatai

$R$ ( $\Omega$ )	$P_P$ (W)	$P_A/P_P$	$\cos(\phi)$

Iš (6) lygties matome, kad  $P_A / P_p = \cos(\phi)$ . Nubrėžkite pilnutinės ir aktyviosios galių santykio priklausomybę nuo fazių skirtumo kampo kosinuso ir įvertinkite ar 3 lentelėje esantys duomenys tenkina šią išraišką.

Nubrėžkite aktyviosios galios  $P_A$  priklausomybę nuo reostato varžos, nustatykite varžą ties kuria aktyvioji galia yra maksimali ir pagal (10) apskaičiuokite grandinėje naudoto kondensatoriaus talpą.

## **2 DALIS**

Naudodami 2 lentelėje surašytus matavimų duomenis apskaičiuokite:

1) pilnutinės galios  $P_p = U_{ef} \cdot I_{ef}$  ir

2) reaktyviosios galios  $P_R = \sqrt{P_p^2 - P_A^2}$

vertes kai grandinėje įjungtas tik kondensatorius arba ritė, o skaičiavimo rezultatus surašykite į lentelę.

**4 lentelė.** Skaičiavimų rezultatai

	$P_p$ (W)	$P_A$ (W)	$P_R$ (W)
Kondensatorius			
Ritė			

Suformuluokite darbo išvadas.

## **Literatūra**

1. A. Medeišis „Mechanika, molekulinė fizika, elektra ir magnetizmas. Fizikos praktikumas.“, Vilnius, *Vilniaus universiteto leidykla*, 2000, 353 p.

2. [http://www.ld-didactic.de/documents/en-US/EXP/P/P3/P3665\\_e.pdf](http://www.ld-didactic.de/documents/en-US/EXP/P/P3/P3665_e.pdf)



**Priedas 1.**



**4 pav.** Laboratorinio darbo „Aktyvioji ir reaktyvioji galia kintamos srovės grandinėje“ priemonės.