

## 25. Kirchhoffo taisyklių srovės ir įtampos kompleksinėms amplitudėms tikrinimas

### Užduotis.

1. Išmatuoti šakotinės grandinės bendrą srovės stiprį bei fazių skirtumą tarp jos ir šaltinio gnybtų įtampos dviejų dažnių atvejais.
2. Matavimų duomenis palyginti su skaičiavimų, atliktų panaudojant Kirchhoffo taisykles, rezultatais.

### Pagrindiniai teoriniai klausimai.

1. Omo dėsnis kvazinuostoviosios srovės grandinei.
2. Įtampos ir srovės kompleksinės amplitudės.
3. Kirchhoffo taisyklės kvazinuostoviosios srovės grandinėms.

### Kirchhoffo taisyklės.

Pirmoji Kirchhoffo taisyklė kintamos srovės grandinei teigia, kad įtekančių į mazgą ir ištekančių iš jo srovių stiprių kompleksinių amplitudžių algebrinė suma lygi nuliui:

$$\sum_i \dot{I}_i = 0. \quad (1)$$

čia  $\dot{I}_i = I_{0i} l^{i\varphi_i}$ , o  $\varphi_i$  - fazių skirtumas tarp atšakos srovės ir įtampos.

Antroji Kirchhoffo taisyklė: kintamos srovės grandinės uždaro kontūro įtampų kompleksinių amplitudžių algebrinė suma lygi elektrovarų kompleksinių amplitudžių sumai:

$$\sum_i \dot{I}_i \dot{Z}_i = \sum_j \dot{\mathcal{E}}_j. \quad (2)$$

čia  $\dot{Z}_i$  - kontūro dalies, kuria teka srovė  $\dot{I}_i$ , impedansas.

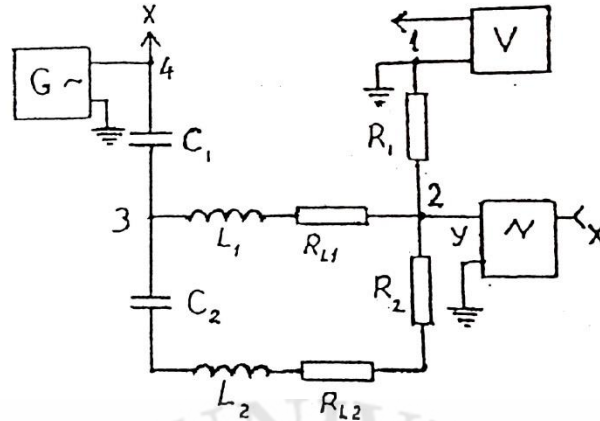
Panaudojus Kirchhoffo taisykles nesunku įsitikinti, kad lygiagretaus jungimo atveju

$$\frac{1}{\dot{Z}} = \sum_i \frac{1}{\dot{Z}_i}. \quad (3)$$

o nuoseklus –

$$\dot{Z} = \sum_i \dot{Z}_i. \quad (4)$$

**Tyrimo eiga.**



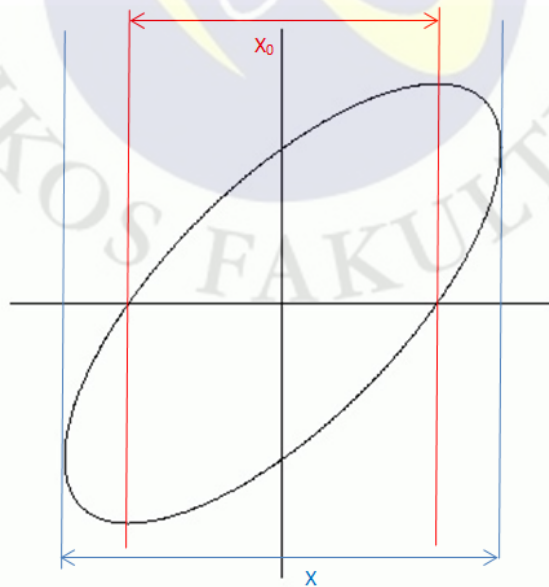
1 pav. Kirchhoffo taisyklių tikrinimo schema

1. Susijunkite dviejų nepriklausomų kontūrų kintamosios srovės grandinę, kuri pavaizduota 1 pav.
2. **Pakvieskite dėstytoją, kad šis patikrintų ar teisingai sujungta elektros grandinė.**
3. Įjunkite generatorių G ir nustatykite norimą generuojamos kintamosios įtampos dažnį bei amplitudę.
4. Voltmetru V išmatuokite generatoriaus įtampą  $U_{14}$  ir įtampą  $U_{12}$  varžoje  $R_1$ . Apskaičiuokite grandinės bendrosios srovės stiprį:

$$I_1 = \frac{U_{12}}{R_1}. \quad (5)$$

5. Fazių skirtumą  $\varphi$  tarp šios srovės ir įtampos  $U_{14}$  išmatuokite oscilografu, pasirinkę atvaizdavimo režimą XY. Fazių skirtumas nustatomas iš oscilografo ekrane matomos elipsės (Lisazu figūros) parametrų (2 pav.) pagal formulę:

$$\varphi = \arcsin \frac{x_0}{x}. \quad (6)$$



2 pav. Fazės poslinkio  $\varphi$  nustatymas iš elipsės parametrų.

6. Nustatykite kitą generatoriaus generuojamos kintamosios įtampos dažnį ir pakartokite matavimus bei skaičiavimus.

7. Matavimų ir skaičiavimų rezultatus surašykite į lentelę ir palyginkite su apskaičiuotais panaudojant Kirchhoffo taisykles.

$f, \text{Hz}$	$U_{12}, \text{V}$	$U_{14}, \text{V}$	$I_1, \text{mA}$	$\varphi$

### Skaičiavimai pagal Kirchhoffo taisykles.

Apskaičiuojame lygiagrečiai sujungtų grandinės dalių impedansus:

$$\dot{Z}_{L1} = R_{L1} + i\omega L_1. \quad (7)$$

$$\dot{Z}_{L2} = R_2 + R_{L2} + i\left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2}\right). \quad (8)$$

Panaudoję (3) formulę užrašysime

$$\frac{1}{\dot{Z}_{25}} = \frac{1}{\dot{Z}_{L1}} + \frac{1}{\dot{Z}_{L2}}. \quad (9)$$

todėl

$$\dot{Z}_{23} = \frac{\dot{Z}_{L1} \cdot \dot{Z}_{L2}}{\dot{Z}_{L1} + \dot{Z}_{L2}}. \quad (10)$$

Visos grandinės impedansas

$$\dot{Z}_{14} = R_1 + \dot{Z}_{25} + \frac{1}{i\omega C_1}. \quad (11)$$

Įrašę į šią lygtį dydžių vertes gausime skaitmeninę grandinės impedanso išraišką:

$$\dot{Z}_{14} = a + ib. \quad (12)$$

Fazių skirtumas tarp bendros srovės ir įtampos  $U_{14}$

$$\varphi = \arctg \frac{b}{a}. \quad (13)$$

Šią vertę palyginkite su išmatuota oscilografu. Bendrą srovės stiprį  $I_i$  rasime pagal Omo dėsnį:

$$I_i = \frac{U_{14}}{|\dot{Z}_{14}|}. \quad (14)$$

Jo vertę palyginkite su gauta panaudojant (5) formulę.

### Literatūra.

1. A. Medeišis „Mechanika, molekulinė fizika, elektra ir magnetizmas. Fizikos praktikumas.“, Vilnius, *Vilniaus universiteto leidykla*, 2000.
2. A. Matvejevas, „Elektra ir magnetizmas“, Vilnius, *Mokslas*, 1991.
3. V. Rinkevičius, „Elektra ir magnetizmas“, Vilnius, *Vilniaus universiteto leidykla*, 2001.