

33. Elektrinių dydžių matavimas osciloskopu

Užduotis:

1. Išmatuoti įtampą osciloskopu ir multimetru.
2. Išmatuoti fazių skirtumą tarp srovės ir įtampos.
3. Išmatuoti kintamos srovės dažnį laiko skleistinės, Lisažu figūrų metodais ir multimetru.

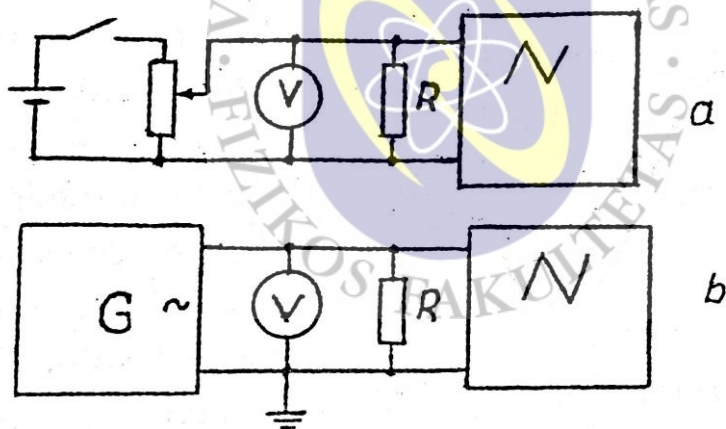
Pagrindiniai teoriniai klausimai:

1. Elektroninis osciloskopas.
2. Multimetras.

Matavimai.

Sujungiame 1 a pav. pavaizduotą schemą ir išmatuojame nuolatinę įtampą multimetru ir oscilografu.

Sujungiame 1 b pav. pavaizduotą schemą ir išmatuojame kintamą įtampą multimetru ir oscilografu.



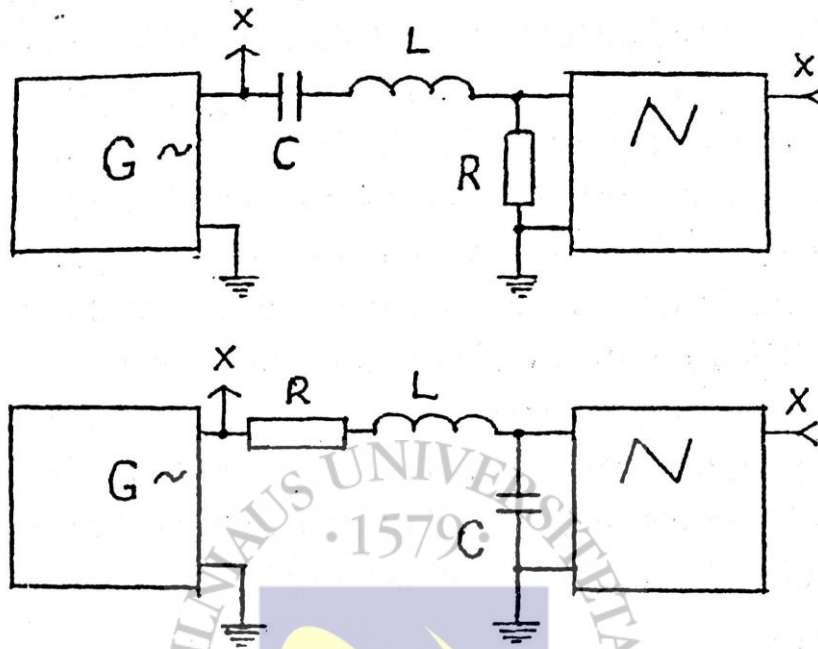
1 pav. Nuolatinės ir kintamos įtampos matavimo schemas.

Palyginame įtampų, išmatuotų voltmetru ir oscilografu, vertes. Pagal Omo dėsnį, žinodami varžos R reikšmę, apskaičiuojame srovės stiprį.

Fazių skirtumo tarp srovės ir įtampos RLC grandinėje matavimo schemas pavaizduotos 2 pav. Oscilografą nustatome vaizdavimo režimu "XY". Į pirmą įėjimą paduodame įtampą U_a nuo ominiės varžos arba įtampą U_C – nuo kondensatoriaus. Įtampos U_R ir srovės stiprio fazės sutampa, o U_C – atsilieka ketvirčiu periodo.

Panagrinėkime pirmąjį atvejį. Kadangi įtampos fazė atskaitoma srovės atžvilgiu, tai priėmę pradinę sąlygą, atitinkančią $I=0$, kai $t=0$, užrašysime $I = I_0 \sin \omega t$; $U_R = U_{0R} \sin \omega t$ ir

$$y = y_0 \sin \omega t. \quad (2)$$



2 pav. Fazių skirtumo matavimo statmenų svyravimų sudėties metodu schemas.

Į oscilografo antrąjį įėjimą tiekiami generatoriaus gnybtų įtampa. Jeigu fazių skirtumas tarp srovės ir įtampos lygus φ , tai $U = U_0 \sin(\omega t + \varphi)$ ir atitinkamai

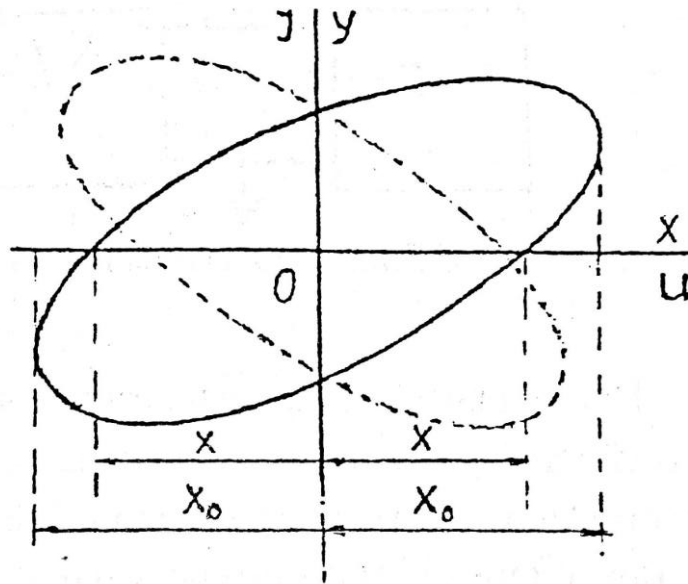
$$x = x_0 \sin(\omega t + \varphi). \quad (3)$$

Oscilografo ekrane matysime elipsę (3 pav.).

Šiuo atveju pradinę sąlygą $t=0$ atitinka $x = x_0 \sin \varphi$, todėl

$$\varphi = \arcsin \frac{x}{x_0}. \quad (4)$$

Esant tam tikram dažniui $\varphi = 0$ ir elipsė virsta tiese. Tai galima panaudoti fazinio kampo ženklui nustatymui, nes didesnių dažnių srityje $\varphi > 0$, o mažesnių - $\varphi < 0$.



3 pav. Fazių skirtumo apskaičiavimo pagal elipsės parametrus schema.

Kai į Y įėjimą paduota įtampa nuo kondensatoriaus, fazių skirtumas tarp jos ir generatoriaus įtampos lygus $\varphi + \frac{\pi}{2}$. Atitinkamas elektrinio spindulio poslinkis

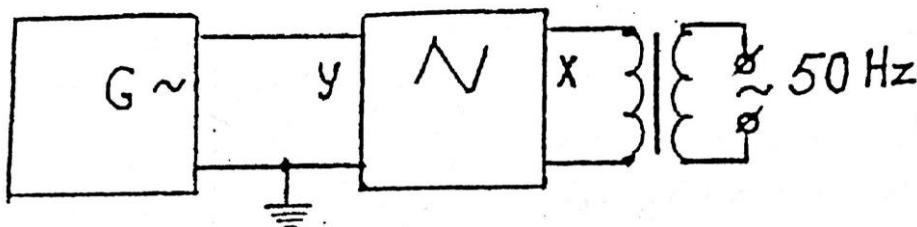
$$x = x_0 \sin\left(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right) = x_0 \cos(\omega t + \varphi). \quad (5)$$

Kai $t=0$, $x = x_0 \cos \varphi$ ir $y=0$. Taigi

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

Šiuo atveju elipsės ašių orientacija priklauso ne tik nuo φ dydžio, bet ir ženklo. Kai $\varphi = 0$, elipsės ašys orientuotos pagal abscisę ir ordinatę. Elipsės, pavaizduotos punktyru ir ištisine linija, atitinka priešingų ženklų fazių skirtumus.

Išmatuotą fazių skirtumą palyginame su apskaičiuotu pagal grandinės parametrus panaudojant formulę $\varphi = \arctg \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}$.



4 pav. Dažnio matavimo Lisažu figūrų metodu schema.

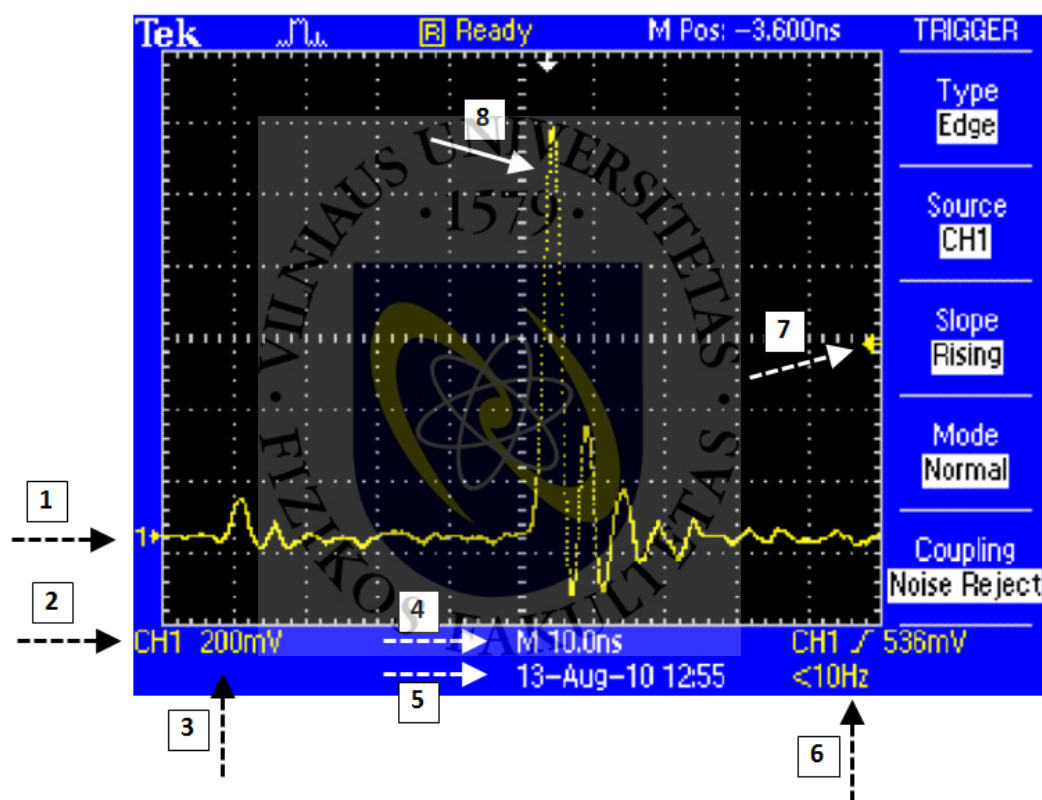
Dažnio matavimo Lisažu figūrų metodu schema pavaizduota 4 pav. Į oscilografo vieną įėjimą siunčiame matuojamojo dažnio įtampą. Į antrą įėjimą paduodame elektros tinklo dažnio įtampą per žeminantįjį transformatorių. Užrašome generatoriaus dažnių skalės vertes, ties kuriomis matome stabilias Lisažu figūras. Kai dažniai abiejuose

įėjimuose vienodi, ekrane matome elipsę arba apskritimą. Kai dažnis pirmame įėjime dvigubai didesnis, matome gulsčią aštuoniukės formos figūrą. Didindami generatoriaus įtampos dažnį įsitikiname, kad uždary kontūrų X ašies kryptimi skaičius lygus šių dažnių santykiui. Kai dažnis antrame įėjime didesnis negu pirmajame, uždari kontūrai išsidėsto išilgai Y ašies.

Osciloskopas

Osciloskopas yra įrankis, kuris leidžia matyti elektrinius signalus grafiškai. Yra dviejų tipų osciloskopai: analoginiai ir skaitmeniniai. Analoginiai osciloskopai naudoja katodinių spindulių kineskopą. Skaitmeniniai osciloskopai signalo amplitudę diskretizuoja skaitmeniniu būdu. Todėl tokio tipo osciloskopais yra žymiai patogiau atvaizduoti, apdoroti ir saugoti išmatuotus elektrinius signalus.

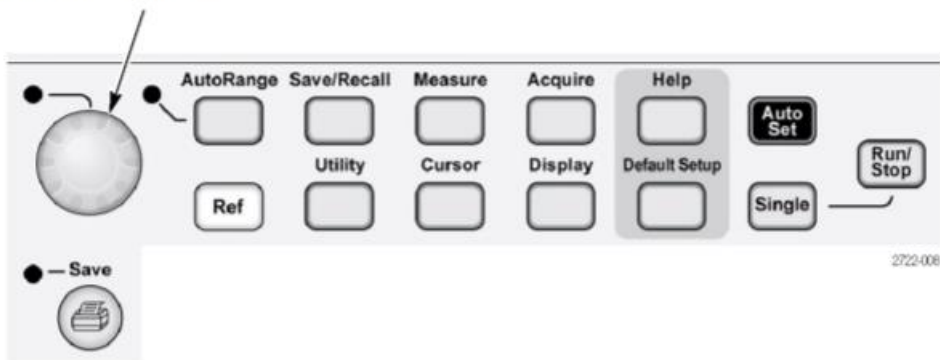
Šiame darbe matavimams naudojamas TBS-1042 skaitmeninis osciloskopas.



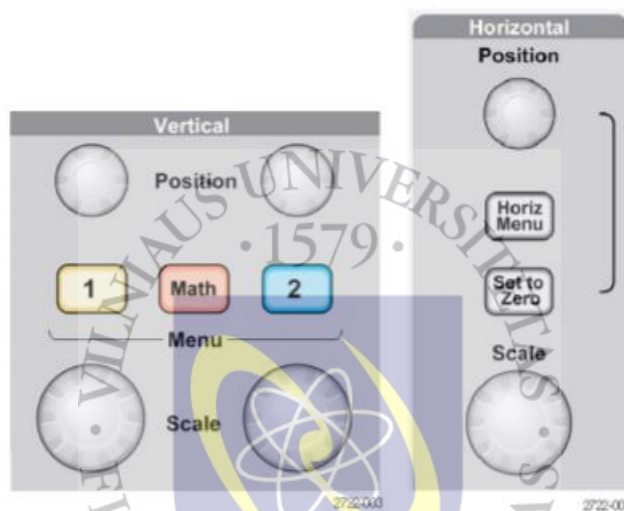
5 pav. Osciloskopo ekranas.

1. Įtampos nulio vertės padėties grafike indikatorius.
2. Aktyvuoto kanalo indikatorius. Esant aktyvuotiems abiem kanalams, matomi abiejų kanalų indikatoriai.
3. Įtampų ašies padalos vertė.
4. Laiko ašies padalos vertė.
5. Data ir laikas.
6. Trigerio parametrai.
7. Trigerio vertės žymeklis.
8. Išmatuota įtampos signalo kinetika.

Multipurpose knob



6 pav. Osciloskopo valdymo skydelis.




6 pav. Signalų padėties ekrane nustatymo skydelis

- Mygtukai „1“ ir „2“ (6 pav.) leidžia įjungti arba išjungti atitinkamo osciloskopo kanalo atvaizdavimą.
- Skydelyje „Vertical“ esančios rankenėlės „Position“ ir „Scale“ (6 pav.) leidžia valdyti atitinkamo kanalo signalo padėtį bei mastelį vertikaliajoje (įtampų) ašyje.
- Skydelyje „Horizontal“ esančios rankenėlės „Position“ ir „Scale“ (6 pav.) leidžia valdyti signalų padėtį bei mastelį horizontaliojoje (laiko) ašyje. Šis skydelis yra neaktyvus atliekant matavimus „XY“ režime.


Darbo eiga.

I dalis


1. Sujunkite schemą, pavaizduotą 1a paveiksle.
2. **Pakvieskite dėstytoją, kad šis patikrintų, ar teisingai sujungta grandinė.**
3. Įjunkite osciloskopą. Įjungimo mygtuką rasite osciloskopo kairėje pusėje viršuje. Įjungę osciloskopą paspauskite mygtuką . Ekrane pasirodžiusio

menu skiltyje „Format“ pasirinkite signalo atvaizdavimo būdą „YT“ (laiko skleistinės režimas).

4. Išmatuokite įtampą krintančią ant rezistoriaus R trimis būdais:
 - a) Pirmasis būdas yra pagrįstas vizualiniu įvertinimu. Osciloskopo rankenėle „Scale“ pakeiskite Y ašies mastelį (skleistinę) taip, kad matuojamas signalas užimtų kuo didesnę ekrano dalį. Matuojamo signalo vertę gausime atstumą tarp atviros ir sujungtos grandinės signalų, išreikštą langeliais, padauginę iš vieno langelio atitiktoms voltams. Y ašies skleistinės vertė nurodyta matavimų ekrano apatiniame kairiajame kampe (5 pav. - nr. 3).
 - b) Matuojant antruoju būdu, matuojamos įtampos vertė iš karto parodoma

osciloskopo ekrane. Pradžioje paspauskite mygtuką , o po to pasirinkite vieną iš penkių galimų skilčių dešinėje ekrano pusėje. Paspaudus ją atitinkantį mygtuką, atsiras meniu, kurio skiltyje „Source“ yra pasirenkama „CH1“, jei matavimams naudojamas pirmasis kanalas, arba „CH2“, jei naudojamas antrasis. Skiltyje „Type“ pasirinkus „Mean“, matuojama įtampos vertė užrašoma laukelyje „Value“.


- c) Trečiuoju būdu matuojama įtampos vertė yra nustatoma naudojant



žymeklius (*Cursors*). Paspauskite mygtuką . Meniu skiltyje „Type“, pasirinkite „Amplitude“, o skiltyje „Source“ pasirinkite kanalą, naudojamą matavimui. Pasirinkite skiltį „Cursor 1“ ir daugiafunkcinės rankenėlės (6 pav. - *Multipurpose knob*) pagalba žymeklį sutapatinkite su signalu, esant atvirai grandinei. Tuomet grandinę sujunkite ir, pasirinkę skiltį „Cursor 2“, su matuojamu signalu sutapatinkite ir antrąjį žymeklį. Tokiu atveju, skiltyje „ ΔV “ parodyta vertė, atitinkanti atstumą tarp žymeklių, bus lygi matuojamo signalo dydžiui.

5. Multimetru išmatuokite ant rezistoriaus R krintančią įtampą.
6. Palyginkite oscilografu ir multimetru išmatuotas įtampos vertes. Pagal Omo dėsnį, žinodami varžos R reikšmę, apskaičiuokite grandine tekančios srovės stiprį.


II dalis

1. Sujunkite schemą pavaizduotą 1b paveiksle.
2. **Pakvieskite dėstytoją, kad šis patikrintu, ar teisingai sujungta grandinė.**
3. Įjungus generatorių ekrane stebimas kintamasis harmoninis signalas. Norėdami jį patogiai stebėti, „Vertical“ ir „Horizontal“ skydeliuose (7 pav.) esančiomis rankenėlėmis „Scale“ pareguliuokite mastelį įtampos („Y“) ir laiko („T“) ašyse - ekrane turėtų tilpti bent keli matuojamo harmoninio signalo periodai.
4. Nustatykite efektingą įtampos vertę dviem būdais:

- a) Pirmasis būdas - paspauskite mygtuką  ir skiltyje „Type“ pasirinkę „RMS“, laukelyje „Value“ iš karto pamatysite ieškomą vertę.

- b) Šia vertę taip pat galite gauti pasinaudoję žymekliais. Pirmąjį žymeklį nustatykite ties sinusoidės maksimumu, o antrąjį - ties minimumu. Tokiu atveju, skiltyje „ ΔV “ rodoma įtampa atitinka dvigubą amplitudinę signalo vertę. Ieškoma efektinė įtampos vertė yra apskaičiuojama pagal formulę $U_{eff} = \frac{\Delta V}{2\sqrt{2}}$.
5. Išmatuokite ant varžos R krintančią įtampą multimetru (Nepamirškite multimetrio perjungti į kintamosios įtampos matavimo režimą!!!).
6. Išmatuokite generatoriaus generuojamo signalo dažnį:
- a) Tiesiogiai matuojamo signalo dažnį galite gauti paspaudę mygtuką  ir skiltyje „Type“ pasirinkę „Freq“. Laukelyje „Value“ iš karto pamatysite ieškomą vertę.
- b) Dažnį išmatuoti galite ir žymeklių pagalba - paspauskite mygtuką  ir skiltyje „Type“ pasirinkite „Time“. Pirmąjį ir antrąjį žymeklius nustatykite ties gretimais sinusoidės maksimumais - tokiu atveju, skiltyje „ ΔT “ matysite signalo periodo vertę, tuo tarpu dydis „ $\frac{1}{\Delta T}$ “ bus ieškoma dažnio vertė.
7. Palyginkite oscilografu ir multimetru išmatuotas kintamos įtampos ir dažnio vertes. Pagal Omo dėsnį, žinodami varžos R reikšmę, apskaičiuokite grandinę tekančios srovės stiprį.

III dalis

1. Sujunkite schemą pavaizduotą 2a paveiksle. Oscilografą nustatykite vaizdavimo režimui „XY“.
2. **Pakvieskite dėstytoją, kad šis patikrintu, ar teisingai sujungta grandinė.**
3. Teisingai sujungus grandinę, osciloskopo ekrane turėtumėte matyti vaizdą panašų į pavaizduotą 3 pav. Iš elipsės parametru nustatykite fazių skirtumą: $\varphi = \arcsin \frac{x}{x_0}$ (kur x_0 ir x yra dydžiai, pažymėti 3 paveiksle).
Pastaba: fazių skirtumą gali išmatuoti ir osciloskopas. Osciloskopą nustatykite vaizdavimo režimui „YT“. Paspauskite mygtuką , skiltyje „Source“ pasirinkite „CH1“, skiltyje „Type“ - „Phase“, o skiltyje „Source2“ - „CH2“. Tuomet laukelyje „Value“ matysite fazių skirtumo tarp signalų vertę, išreikštą radianais.
4. Sujunkite schemą pavaizduotą 2b paveikslėlyje.
5. **Pakvieskite dėstytoją, kad šis patikrintu, ar teisingai sujungta grandinė.**
6. Šįkart vėl gausite elipsę, o ieškomas fazių skirtumas bus $\varphi = \arccos \frac{x}{x_0}$ (kur x_0 ir x yra dydžiai, pažymėti 3 paveiksle).
7. Apskaičiuokite, koks teoriškai turėtų būti fazių skirtumas $\varphi = \arctg \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}$, kur ω – šaltinio generuojamas kampinis dažnis, L – ritės induktyvumas, C –

kondensatoriaus talpa, o R – rezistoriaus varža. Šiuos dydžius rasite nurodytus darbo vietoje.

8. Palyginkite fazių skirtumo vertes, gautas 3, 6 ir 7 žingsniuose.

IV dalis

1. Sujunkite schemą pavaizduotą 4 paveiksle.
2. **Pakvieskite dėstytoją, kad šis patikrintų, ar teisingai sujungta grandinė.**
3. Keiskite generatoriaus dažnį ir gaukite tokias figūras oscilografo ekrane – “elipsė”, “∞” (t.y. – kad matytume gulinčios aštuoniukės vaizdą oscilografe), “3 spiralės”. Užsirašykite, koks yra generatoriaus dažnis f , kiekvienos iš gautų Lissajuzo figūrų atveju.

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.

