



**Kauno technologijos universitetas**  
Matematikos ir gamtos mokslų fakultetas

## **Fizika 1 Elektros šoko įtaiso elektrinės grandinės projektavimas**

P190B101 Fizika 1 probleminė užduotis 4

---

**Lukas Kuzmickas**  
**Mindaugas Katinas**  
**Gvidas Šutkus**  
**Kasparas Putrius**  
**Gustas Miliukas**  
Projekto autoriai

**IFF-1/6**  
Akademinė grupė

**Doc. Aleksandras Iljinas**  
Vadovai

---

**Kaunas, 2022**

## Turinys

Santrauka .....	3
Įvadas.....	5
1. Tvlakaraštis .....	6
2. Problemos sprendimo būdų ir metodų apžvalga .....	7
3. Fizikinių dėsnių taikomų problemos sprendimui aprašymas .....	8
4. Laboratoriniai darbai: fizikinių dėsnių iliustracija .....	11
4.1 Laboratorinis darbas „Laidininko savitosios varžos nustatymas “ .....	11
4.2 Laboratorinis darbas „Elektrostatinio lauko tyrimas “ .....	15
5. Problemioio uždavio rezultatai.....	20
6. Išvados.....	25
Literatūros sąrašas .....	26

## Santrauka

### Problema:

#### Elektros šoko įtaiso elektrinės grandinės projektavimas

Elektros šoko įtaisas maitinamas viena 9 V, 2000 mAh talpos baterija. Įtaisas išduoda 200 kV įtampos 1 ms trukmės impulsą. Transformatoriaus pirminės apvijos induktyvumas 10 H. Vijų skaičiaus antrinėje ir pirminėje apvijose santykis 100.

1. Nubraižykite supaprastintą principinę elektrinę schemą.
2. Apskaičiuokite, kokios talpos kondensatorių reikia naudoti.
3. Kokio ploto turi būti kondensatoriaus elektrodai? Dielektrikas, kurio storis 1  $\mu\text{m}$ , pagamintas iš teflono. Kokio ilgio turėtų būti 3 cm pločio kondensatoriaus elektrodai?
4. Kiek reikia energijos vienam impulsui?
5. Kiek impulsų galima atlikti, kol baterija išsikraus 50 %?

### Sprendimo būdai:

- **Nustatyti pradinis duomenis :**
- Principinė elektrinė schema.
- Naudojamo kondensatoriaus talpa.
- Kondensatoriaus elektrodų plotą, elektrodų ilgį.
- Vieno impulso naudojama energijos kiekį.
- Impulsų skaičių - kol baterija išsikrauna iki 50%.
- Visos baterijos energiją.
- **Reikalingos formulės:**
- Kondensatoriaus talpos formulė.
- Kondensatoriaus elektrodų pločio formulė.
- Energijos formulė.
- Elektros srovės formulė.
- Elektrovaros formulė.

### Gauti rezultatai:

- Naudojamo kondensatoriaus talpa – 0,1  $\mu\text{F}$ .
- Kondensatoriaus elektrodų plotas, elektrodų ilgį - 53,78  $\text{cm}^2$  ir 0,1793 m.
- Vieno impulso naudojama energijos kiekį - -0,4J.

- Impulsų skaičių - kol baterija išsikrauna iki 50% - 81000.

## **Įvadas**

### **Problema:**

Šiame PBL mūsų grupės pagrindinė užduotis yra suprojektuoti elektros šoko įtaisą. Apskaičiuoti šio įtaiso esminių projektavimo dalių fizikinius vienetus – kondensatoriaus talpą, elektrodų plotį ir ilgį, naudojamos baterijos energijos kiekį, vieno impulso energiją ir t.t.

### **Problemos svarba:**

Elektros šoko įtaisas - svarbus įtaisas norint efektyviai apsiginti nuo kitų arba sutramdyti kažką. Šio įtaiso modeliavimas mums duos daugiau žinių apie elektrostatinis reiškinius, kurie vyksta šiame elektros šoko įtaise. Praktinės ir teorinės žinios, kaip reikia modeliuoti ir projektuoti elektrines grandines.

### **Uždaviniai:**

Šiam PBL sprendimui, susidarome tokius uždavinius:

- Elektros šoko įtaiso elektrinė schema.
- Elektros šoko įtaiso kondensatoriaus talpa.
- Elektros šoko įtaiso elektrodų plotas ir ilgis.
- Elektros šoko įtaiso vieno impulso energija.
- Elektros šoko įtaiso impulsų skaičius, kol baterija pasiekia 50%.

## 1. Tvarkaraštis

Data	Darbai
<b>04/26</b>	Išrinkta PBL tema ir darbų pasiskirstymas
<b>05/10</b>	Laboratorinio darbo „Laidininko savitosios varžos nustatymas“ darymas
<b>05/17</b>	Laboratorinio darbo „Elektrostatinio lauko tyrimas“ darymas
<b>05/22</b>	Medžiagos rinkimas ir apjungimas
<b>05/24</b>	Ataskaitos užbaigimas

1 pav. Darbo tvarkaraštis

## **2. Problemos sprendimo būdų ir metodų apžvalga**

Šiame PBL mums reikia sumodeliuoti elektros šoko įtaisą, pagal tam tikrus kriterijus. Pradžioje susidarome šio įtaiso elektrinę schemą, sumodeliuojame, nubraižome. Vėliau apskaičiuojame šio įtaiso naudojamo kondensatoriaus talpą, elektrodų ilgį ir plotį, vieno impulso energiją, impulsų skaičių, kol baterija pasiekia 50% energijos kiekio. Visiems šitiems apskaičiavimams naudojame fizikinius dėsnius ir formules.

Kondensatoriaus talpai rasti, susirasime pirmos vijos įtampą ir tai prilyginsime elektrovarai. Iš elektrovaros formulės, susirade tam tikrus fizikinius dydžius, galėsime apskaičiuoti kondensatoriaus talpą.

Elektrodų plotui ir ilgiui skaičiuoti, naudosime kondensatoriaus talpos formulę, kadangi turime medžiagą ir jos storį.

Vieno impulso energijai suskaičiuoti, naudosime galios ir darbos formules.

Impulso skaičiui surasti, surasime bendrą baterijos energijos darbą ir suskaičiuosime impulsų skaičių – turėdami vieno impulso energiją, kiek būtent mums reikia atlikti impulsų, kol baterija pasieks 50% savo maksimalaus energijos kiekio.

### 3. Fizikinių dėsnių taikomų problemos sprendimui aprašymas

#### Fizikiniai dydžiai:

I - srovės stipris [A]

U - įtampa [V]

P – galia [W]

q - krūvis [C]

L – induktyvumas [H]

B - magnetinė indukcija [T]

C – talpa [F]

F<sub>ampero</sub> – Ampero jėga [N]

F<sub>lorenco</sub> – Lorencio jėga [N]

k – Kulono konstanta

E – elektrinis laukas [N/C] - [V/m]

r – spindulys [m]

ε<sub>0</sub> - elektrinė konstanta  $8,8541878176 \times 10^{-12}$  F/m

Φ - potencialas [V]

W - potencinė energija [J]

d - atstumas tarp plokščių [m]

S – plotas [m<sup>2</sup>]

R - varža [Ω]

ε – dielektrinė skvarba.

$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$



## Pagrindinės formulės:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} - \text{Kulono jėgos formulė}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} - \text{Kulono konstantos formulė}$$

$$E = \frac{F}{q} - \text{Elektrinio lauko stiprio formulė}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} - \text{Elektrinio lauko stiprio formulė}$$

$$I = \frac{U}{R} - \text{Omo dėsnis}$$

$$C = \frac{\epsilon S \epsilon_0}{d} - \text{Plokščiojo kondensatoriaus talpos formulė}$$

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{E^2 \epsilon \epsilon_0}{2} S - \text{Energijos formulė}$$

$$\epsilon = \frac{E_0}{E} - \text{Dielektrinės skvarbos fizikinė prasmė}$$

$$I = \frac{q}{t} - \text{Elektrinio stiprio formulė}$$

$$I = \frac{ne}{t} - \text{Elektrinio stiprio formulė}$$

$$R = \rho \frac{l}{S} - \text{Varžos formulė}$$

$$P = UI = \frac{W}{t} - \text{Galios formulė}$$

$$F_{\text{AMPERO}} = BIl \sin \alpha - \text{Ampero jėgos formulė}$$

$$F_{\text{LORENCO}} = qvB \sin \alpha - \text{Lorenco jėgos formulė}$$

$$W = \frac{LI^2}{2} - \text{Energijos formulė}$$

$$C = \frac{q}{|\varphi_1 - \varphi_2|} - \text{Kondensatoriaus talpos formulė}$$

$$E = \frac{U}{d} - \text{Elektrinio lauko stiprio formulė}$$

$$C = \frac{q}{U} - \text{Kondensatoriaus talpos formulė}$$

$$q = \Delta I \cdot t - \text{Krūvio formulė}$$

$$\epsilon = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} - \text{Elektrovaros formulė}$$

$$P = UI - \text{Galios formulė}$$

$W = P \cdot t$  – Energijos formulė

#### 4. Laboratoriniai darbai: fizikinių dėsnių iliustracija

##### 4.1 Laboratorinis darbas „Laidininko savitosios varžos nustatymas“

###### Darbo užduotis:

Klasikinės elektroninės metalų elektrinio laidumo teorijos pagrindai. Laidininko ominė varža. Savitoji varža.

###### Teorinė dalis:

Omo dėsnis - vienalytei grandinės daliai srovės stipris  $I$  tiesiog proporcingas tos dalies įtampai  $U$  ir atvirkščiai proporcingas tos dalies ominei varžai.

Laidininko varža priklauso nuo jo matmenų, temperatūros, medžiagos rūšies bei jos būsenos, priklausanti nuo medžiagos rūšies bei jos būsenos ir temperatūros.

$$\Delta = \delta = \left| \left( \frac{\rho_{\text{teor}} - \langle \rho_{\text{ek}} \rangle}{\rho_{\text{teor}}} \right) \right| - \text{santykinė paklaida}$$

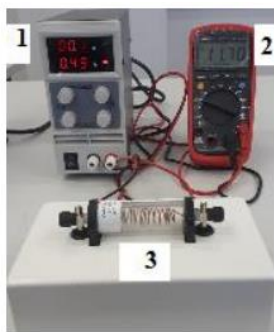
$$R = \frac{U}{I} - \text{varžos išraiška iš Omo dėsnio}$$

$$R = \rho \frac{l}{S} - \text{varžos formulė (išsireikšti savitajai varžai)}$$

$$S = \pi r^2 - \text{skerspjūvio plotas}$$

$$d = 2r - \text{skersmuo}$$

### Priemonės (numeravimo tvarka) :



1 pav. Pirmojo laboratorinio darbo priemonės.

1. Maitinimo šaltinis.
2. Multimetras.
3. Skirtingų medžiagų bandiniai.

### Darbo metodas:

- 1) Maitinimo šaltinio srovės rankenėles nustatome į mažiausios srovės padėtį (iki galo prieš laikrodžio rodyklę). Įtampos rankenėles į didžiausios įtampos padėtį (iki galo pagal laikrodžio rodyklę).
- 2) Laboratoriniais krokodilais prie matavimo sistemos prijungiame pirmąjį pasirinktą bandinį ir į lentelę užsirašome jo pradinį ilgį  $l$  ir skersmenį  $d$ .
- 3) Įjungiame maitinimo šaltinį ir multimetrą. Multimetrą nustatome į įtampos (mV) matavimo režimą. Srovė atskaitoma šaltinio indikatoriuje; įtampa multimetre. (Iš šaltinio sužiname  $I$  - srovės stiprį, o iš multimetromatavimą  $U$  - įtampą).
- 4) Nustatome pasirinktas (arba dėstytojo nurodytas) srovės vertes ir atitinkamas įtampos vertes įrašome į 1 lentelę. Šiuos bandymus kartojame dar du kartus su skirtingomis įtampos ir srovės vertėmis. Viską pasižymime.
- 5) Matavimus pakartojame su likusiais bandiniais (4 bandinio medžiagos nežinome).
- 6) Turėdami visų bandinių tam tikrą įtampą ir srovės vertes, iš Omo dėsnio išraiškos išsireiškiame varžos formulę ir surandame kiekvienam bandymui tam tikrą varžą.
- 7) Iš varžos formulės išsireiškiame savitąją varžą ir apskaičiuojame kiekvienos medžiagos eksperimentinę kiekvieno bandinio savitąją varžą. ( $\rho_{ek}$ ).
- 8) Susirandame internete šaltinius su tam tikromis teorinėmis šių skirtingų bandinių medžiagų savitosiomis varžomis ir papildome lentelę. ( $\rho_{teor}$ ).
- 9) Apskaičiuojame kiekvieno bandymo santykinę paklaidą ir užpildome 2 lentelę.

**Darbo rezultatai:**

1 lentelė

<Varis> <0,5m> <1mm>			<Plienas> <1m> <0,75mm>			<Varis> <0,5m> <0,5mm>			<?Aliuminis> <0,5m> <0,5mm>		
U, mV	I, A	R, $\Omega$	U, mV	I, A	R, $\Omega$	U, mV	I, A	R, $\Omega$	U, mV	I, A	R, $\Omega$
26,96	1	0,027	448	1	0,448	66	1	0,066	73,6	1	0,0796
21,65	0,8	0,0272	354	0,8	0,4425	52,4	0,8	0,0655	58,6	0,8	0,073
13,6	0,5	0,0272	224	0,5	0,448	33	0,5	0,066	37	0,5	0,0735

2 lentelė

<Varis> <0,5m> <1mm>			<Plienas> <1m> <0,75mm>			<Varis> <0,5m> <0,5mm>			<?Aliuminis> <0,5m> <0,5mm>		
< $\rho_{ek}$ >	$\rho_{teor}$	$\delta$	< $\rho_{ek}$ >	$\rho_{teor}$	$\delta$	< $\rho_{ek}$ >	$\rho_{teor}$	$\delta$	< $\rho_{ek}$ >	$\rho_{teor}$	$\delta$
4,24 $\cdot 10^{-8}$	1,68 $\cdot 10^{-8}$	1,52	1,97 $\cdot 10^{-7}$	1,2 $\cdot 10^{-7}$	0,64	2,55 $\cdot 10^{-8}$	1,68 $\cdot 10^{-8}$	0,51	2,88 $\cdot 10^{-8}$	2,7 $\cdot 10^{-8}$	0,066

**Laboratorinio darbo išvados:**

Atlikus laboratorinį darbą plačiau susipažinome su skirtingų medžiagų elektrinio laidumo atvejais. Panagrinėjome Omo dėsnio pagrindinius principus bei nustatėme kiekvieno bandinio pagrindines laidumo charakteristikas. Mūsų rezultatai smarkiai skiriasi nuo teorinių šių savitosios varžos bandinių verčių, tai galėjo įtakoti - didelė laidų varža, įrangos netikslumas, maitinimo šaltinis, multimetras.

**Naudojama literatūra:**

1. Hugh Young, Roger Freedman, A. Lewis Ford, University Physics with Modern Physics Technology Update: Pearson New International Edition, Feb 2016, Paperback, 1599 p.
2. YOUNG, H.D. and FREEDMAN, R.A. Sears and Zemansky's University Physics with Modern Physics. 14th ed., global ed. ed. Harlow: Pearson, 2016 ISBN 9781292100319.
3. Tamašauskas A., Vosylius J. Fizika. - Vilnius: Mokslas, 1989. - T.2. - P.178 - 187.
4. E-kursas Moodle sistemoje.

## 4.2 Laboratorinis darbas „Elektrostatinio lauko tyrimas“

### Darbo užduotis:

Elektrostatinio lauko stipris ir potencialas. Ekvipotencialiniai paviršiai. Lauko stiprio ir potencialo sąryšis.

### Teorinė dalis:

Elektrinis laukas, kurį kuria nejudantis įelektrintas kūnas vadinamas *elektrostatiniu*. Elektrinis laukas taškinį krūvį  $q_0$  (įelektrintą materialųjį tašką) veikia jėga  $\vec{F}$ . Pasirinktame elektrinio lauko taške, santykis

$$\frac{\vec{F}}{q_0} = \text{const} = \vec{E} \quad (1)$$

nepriklauso nuo veikiamo krūvio  $q_0$  didumo, būdingas elektrinio lauko taškui ir vadinamas *elektrinio lauko stiprumu* tame taške.

Elektrostatinės jėgos yra potencialinės, todėl jų veikiamas įelektrintas materialusis taškas turi potencinės energijos  $W_p$ . Pasirinktame elektrinio lauko taške santykis

$$\frac{W_p}{q_0} = \text{const} = \varphi \quad (2)$$

nepriklauso nuo krūvio  $q_0$  didumo, būdingas elektrinio lauko taškui ir vadinamas to taško *potencialu*. Taigi kiekvieną elektrostatinio lauko tašką galima apibūdinti jėginiu dydžiu – *lauko stiprumu*, arba energiniu dydžiu – *potencialu*. Tarp šių dydžių yra matematinis sąryšis: *potencialo neigiama išvestinė bet kuria kryptimi  $\ell$  yra lygi toje kryptyje elektrostatinio lauko stiprumo projekcijai*, t.y.

$$E_\ell = -\frac{d\varphi}{d\ell} . \quad (3)$$

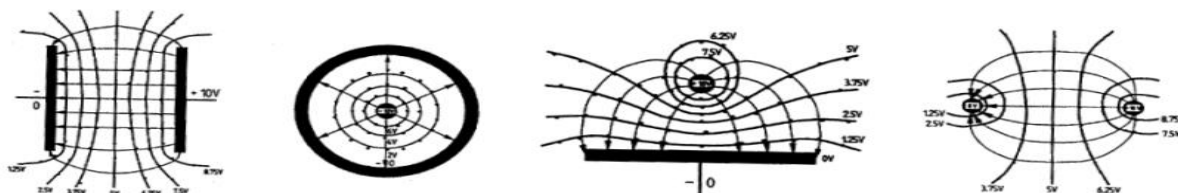
Potencialo išvestinė jo sparčiausio kitimo kryptimi vadinama *potencialo gradientu* (grad  $\varphi$ ). Dekarto koordinatų sistemoje

$$\text{grad } \varphi = \vec{i} \frac{\partial \varphi}{\partial x} + \vec{j} \frac{\partial \varphi}{\partial y} + \vec{k} \frac{\partial \varphi}{\partial z} . \quad (4)$$

Šis vektorius nukreiptas potencialo didėjimo link. Iš (3) ir (4) išplaukia, kad elektrostatinio lauko stiprumas

$$\vec{E} = -\left( \vec{i} \frac{\partial \varphi}{\partial x} + \vec{j} \frac{\partial \varphi}{\partial y} + \vec{k} \frac{\partial \varphi}{\partial z} \right) = -\text{grad } \varphi . \quad (5)$$

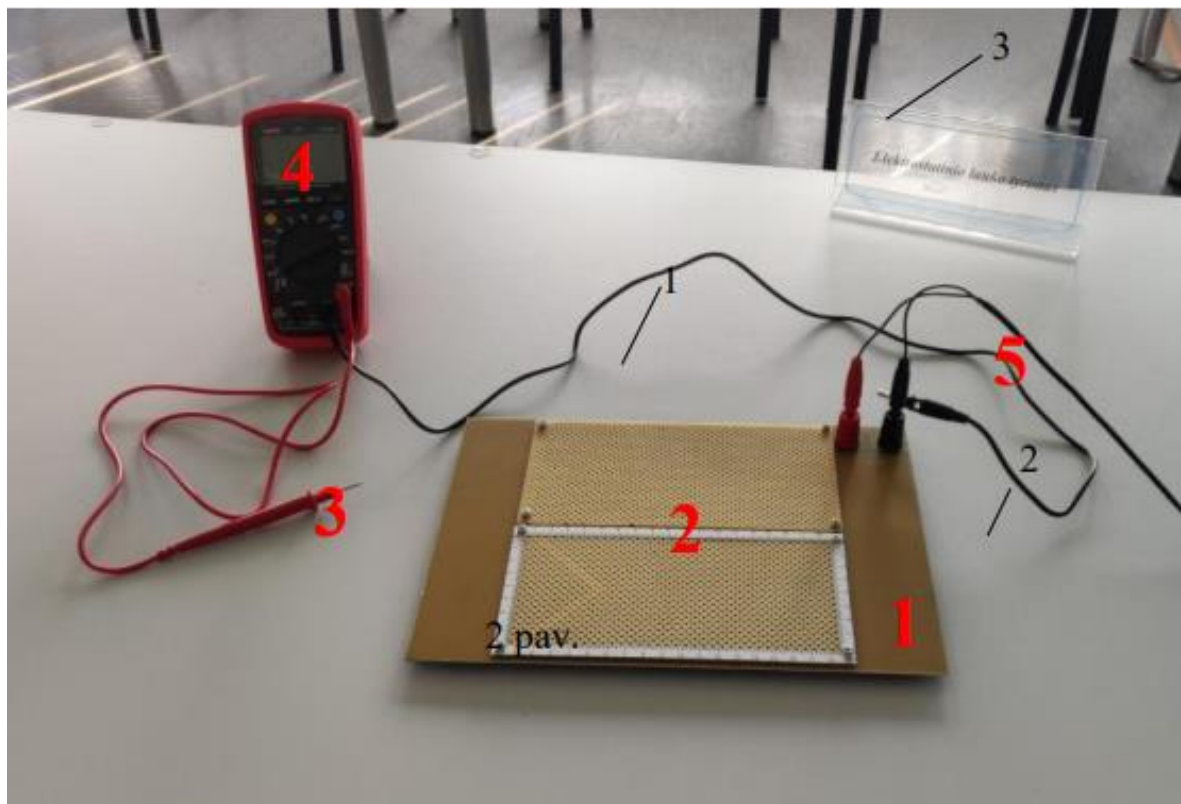
Išivaizduojamas paviršius, kurio visų taškų potencialas vienodas, vadinamas *ekvipotencialiniu paviršiumi*. Kadangi kiekviename tokio paviršiaus taške  $\varphi = \text{const}$ , todėl išvestinė  $\partial\varphi/\partial\ell$  bet kokios jo liestinės kryptyje lygi 0. Taigi pagal (3) ir lauko stiprumo projekcija šioje kryptyje  $E_\ell = 0$ . Tai rodo, kad, lauko stiprumo vektorius  $\vec{E}$  kiekviename to paviršiaus taške lygiagretus jo normaliai, kitaip sakant, lauko jėgų linijos kiekviename taške statmenos ekvipotencialiniam paviršiui.



1 pav.

## 2 pav Elektromagnetiniai laukai

### Priemonės:



3 pav. Antrojo laboratorinio darbo priemonės

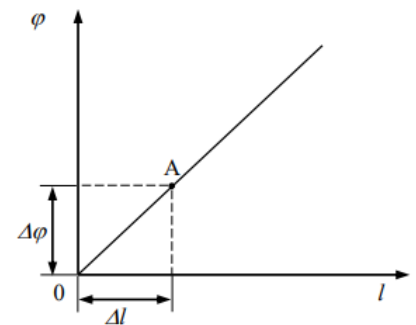
1. Specialus laikiklis
2. Du anglinio popieriaus lakštai
3. Smailas zondas
4. Multimetras
5. Maitinimo šaltinis

### Tyrimo metodas:

1. Įjungiamo srovės šaltinį į tinklą.

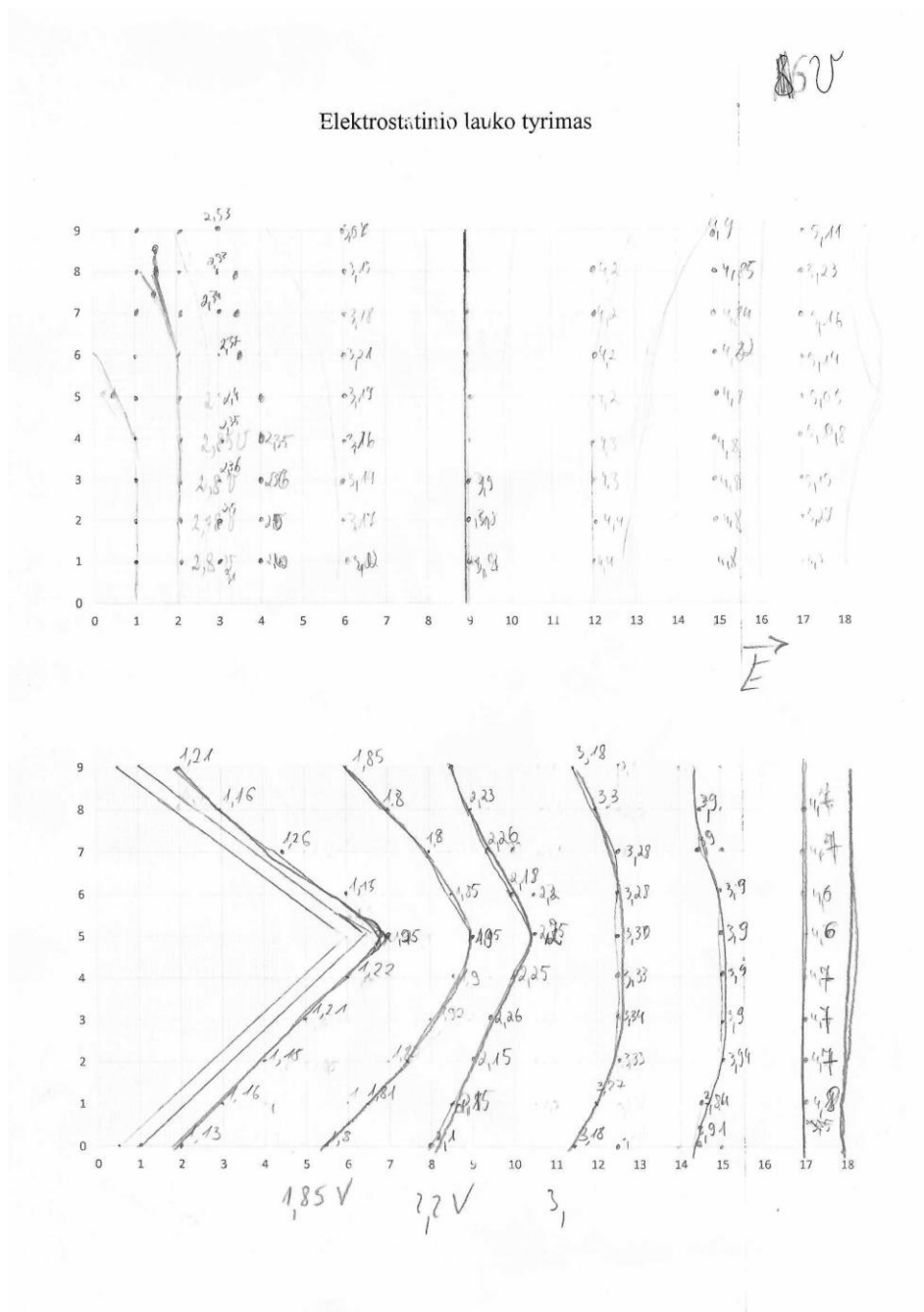


2. Priliečiame zondą prie anglinio popieriaus 1 cm. atstumu nuo kairiojo elektrodo ties jo viduriu. Užsirašome potencialą ir pažymime koordinatę dėstytojo išduotame lape. Po to 1 cm žingsniu traukiame zondą link savęs ir vis atžymime koordinatę (potencialas turi pasilikti pastovus). 1 pav. 2 pav. Vėliau grįžtame į pradinę padėtį ir tuo pačiu žingsniu zondą toliname nuo savęs iki anglinio popieriaus krašto.
3. Tas pačias operacijas atliekame zondą pastumdami į dešinę po vieną centimetrą.
4. Sujungę ekvipotencialinius taškus, brėžiame ekvipotencialines linijas.
5. Brėžiame lauko stiprio linijas.
6. Lauko stiprio skaičiavimui brėžiame potencialo pasiskirstymo kreivę  $\varphi = f(l)$  (3 pav.).
7. Iš grafiko paimame  $\Delta\varphi$  ir  $\Delta l$  ir dėstytojo nurodytame taške pagal (3) apskaičiuojame elektrinio lauko stiprį.

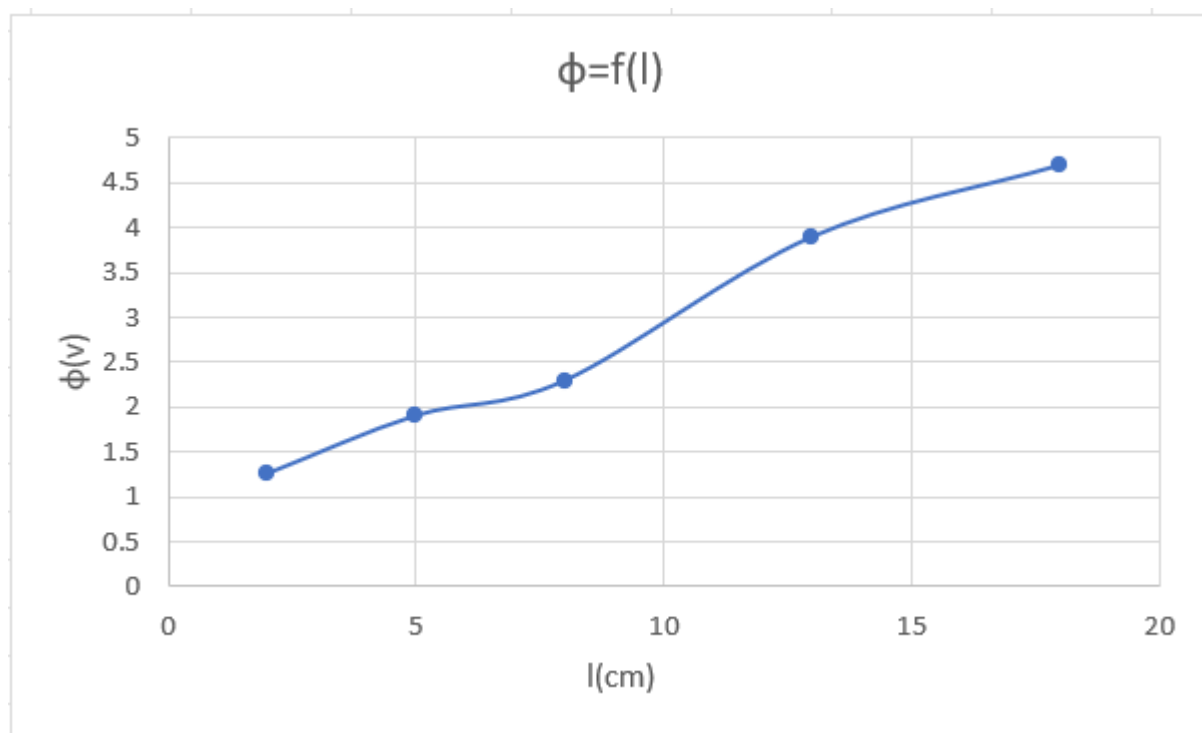


4 pav. grafikas

### Rezultatai:



5 pav. Elektrostatinio lauko jėgų magnetinės linijos.



6 pav. Grafiškai pavaizduotas elektrinio lauko kitimas  $\phi$ , kintant atstumui  $l$

#### Laboratorinio darbo išvados:

Ištyrus elektrodų kuriamą elektrostatinį lauką gavome, kad ekvipotencialinės linijos potencialas keičiant taškų padėtį didėja nuo 1,2 V, 2.2V .. iki 4.7V. Skirtumas vyruoja nuo 0.1V iki 0.3V. Pirmojo tyrimo duomenys yra blogi, dėl prietaiso netikslumo.

#### Naudojama literatūra:

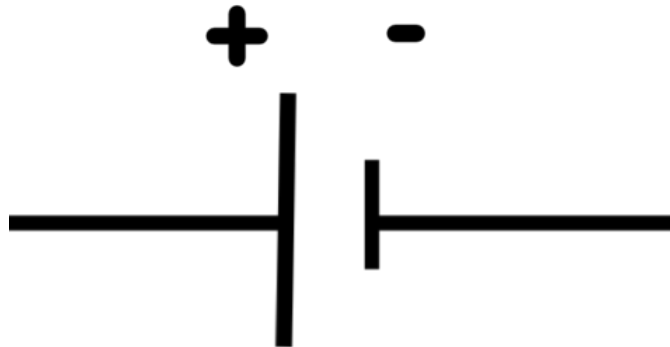
1. Hugh Young, Roger Freedman, A. Lewis Ford, University Physics with Modern Physics Technology Update: Pearson New International Edition, Feb 2016, Paperback, 1599 p. Komentaras: Elektroninė versija prieinama visiems.
2. Tamašauskas A., Vosylius J. Fizika. – Vilnius: Mokslas, 1989. – T.2. P. 8–15.
3. Ambrasas V., Jasiulionis B. Fizika. Elektromagnetizmas. – Kaunas: Technologija, 2007. – P. 12–37.
4. E-kursas Moodle sistemoje.

## 5. Probleminio uždavinio rezultatai

### ELEKTRINĖ SCHEMA

Visų pirma apsirašome, kokie elementai ir jų fizikiniai žymėjimai bus naudojami mūsų elektros šoko grandinės schemoje.

Mūsų baterija – maitinimo šaltinis arba tiesiog mūsų naudojama baterija.



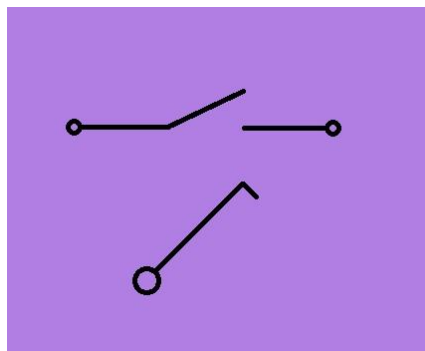
7 pav. Maitinimo šaltinio žymėjimas

Elektrinės grandinės kondensatorius – elementas pasižymintis savybe kaupti energiją. (pasirinkome pastovios talpos kondensatorių).



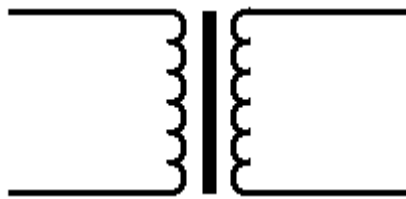
8 pav. Kondensatoriaus žymėjimas

Taip pat, elektrinės grandinės schemoje naudosime jungiklius, kurie leidžia elektros srovei tekėti arba netekėti.



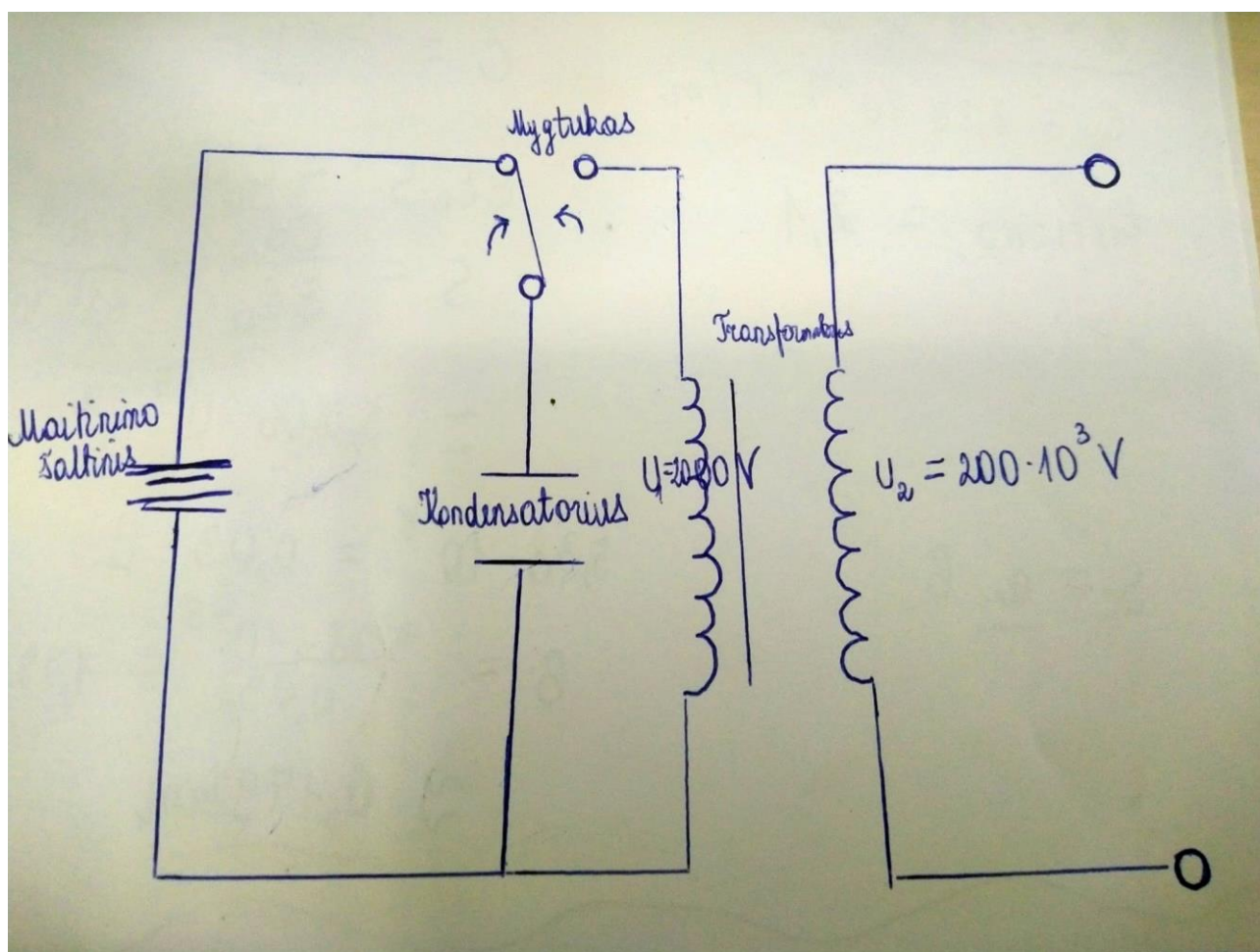
9 pav. Jungiklių žymėjimas

Svarbiausias elementas, kuris padeda mums sudaryti tokią didelę įtampą yra transformatorius, jis naudojamas pakeisti įtampai – mūsų elektro šoko prietaiso atveju įtampa privalo smarkiai padidėti.



10 pav. Transformatoriaus žymėjimas

Turint šiuos visus elementus, galime nubraižyti mūsų elektro šoko įtaiso elektrinės grandinės schemą:



11 pav. Elektro šoko įtaiso elektrinė schema

Šio prietaiso veikimas labai paprastas – turime maitinimo šaltinį (baterija), kuri perduoda energiją kondensatoriui, judinant mygtuką (jungiklį) ši energija perduodama transformatoriui, kur saviindukcijos reiškiniu – padidėja įtampa ir gauname aukštos įtampos impulsą – elektros šoką.

## KONDENSATORIAUS TALPA

Norint surasti, mūsų naudojamo kondensatoriaus talpą, visų pirma susirašome visus aktualius pradinius duomenis :

- $L$  (induktyvumas) = 10H
- $\Delta t = 1 * 10^{-3} s$  (impulso laikas)
- $\frac{n_2}{n_1} = 100$  (pirminės ir antrinės ritės vijų skaičiaus santykis)

Žinodami pirminės ritės ir antrinės ritės – vijų santykį, galime sužinoti, kokia įtampa indukuojama kiekvienoje ritėje.

$$U_2 = 200 * 10^3 V$$

$$U_1 = U_2 / 100 = 2000 V$$

Žinodami pirminės ritės indukuojamą įtampą, (elektrovarą) galime apsiskaičiuoti elektros stiprį iš formulės.

$$E \text{ arba } \varepsilon = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

Iš šios formulės išsireiškiame  $\Delta I$  ir surandame srovės stiprį.

$$\Delta I = -\frac{E \Delta t}{L} = -\frac{2000 * 1 * 10^{-3}}{10} = -0,2 \text{ A}$$

Žinodami elektros srovės stiprį, galime susirasti krūvį iš elektros srovės formulės.

$$\Delta I = \frac{q}{t}$$

Iš šios formulės išsireiškiame krūvį ir jį apskaičiuojame.

$$q = \Delta I * t = -0,2 * 1 * 10^{-3} = -0,2 * 10^{-3} \text{ C}$$

Turėdami krūvį ir pirmos ritės įtampą, apskaičiuojame kondensatoriaus talpą.

$$C = \frac{|q|}{U} = \frac{|-0,2 * 10^{-3}|}{2000} = 0,1 \mu F$$

Mūsų modeliuojamo elektro šoko kondensatoriaus talpa yra 0,1  $\mu F$  (faradų).

## ELEKTRODŲ PLOTAS IR ILGIS

Elektrodų plotui surasti, pasinaudojame elektrinės talpos formulę.

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}, \text{ tai } S = \frac{Cd}{\epsilon_0 \epsilon}$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$$

$$\epsilon = 2.1 \text{ teflono}$$

$$C = 0.1 \mu\text{F} = 10^{-7} \text{ F}$$

$$d = 1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$$

$$S = \frac{10^{-7} \cdot 10^{-6}}{8.854 \cdot 10^{-12} \cdot 2.1} = 0.005378 \text{ m}^2 = 53.78 \text{ cm}^2$$

Jei kondensatoriaus plokštelės plotis yra 3 cm, tai jos ilgis bus  $l = \frac{S}{s} = \frac{53.78}{3} = 17.93 \text{ cm} = 0.1793 \text{ m}$

## VIENO IMPULSO ENERGIJA

Vieno impulso energijai surasti pasinaudojame galios formulę ir pritaikome ją darbo formulei.

$$P = U \cdot I$$

Apsiskaičiuojame vieno impulso galią

$$P = 2000 \cdot -0.2 = -400 \text{ W}$$

Iš galios formulės ir turint vieno impulso trukmę, galime apsiskaičiuoti vieno impulso energiją.

$$W = P \cdot t$$

$$W = -400 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = -0.4 \text{ J}$$

Gauname vieno impulso energiją

$$W = -0.4 \text{ J}$$

## IMPULSŲ SKAIČIUS

Turėdami vieno impulso energiją, galime apsiskaičiuoti impulsų skaičių.

$$A = q \cdot U$$

$$C = q/U;$$

Iš duotos mūsų modeliuojamos baterijos talpos, apsiskaičiuojame koks yra jos suteikiamas krūvis.

$$C_{\text{baterijos}} = 2000\text{mAh} = 2\text{Ah} = 7200\text{C}$$

Turėdami krūvį ir baterijos įtampą, apsiskaičiuojame baterijos visą atliekamą darbą.

$$A = q \cdot U = 7200 \cdot 9 = 64800\text{J}$$

Turėdami visą darbą, apsiskaičiuojame baterijos 50% darbą.

$$50\% \text{ baterijos energijos yra } - 0,5A = 32400\text{J}$$

Turėdami baterijos 50% procentų atliekamą darbą, galime padalinti jį iš vieno impulso darbo energijos ir rasime bendrą impulsų skaičių, iki kol baterija išsikrauna iki 50%.

$$N = 32400 / 0,4 = 81000 \text{ impulsų.}$$

Paskaičiavome, kad galime atlikti 81000 elektros šoko impulsų, kol mūsų baterija išsikrauna 50%.



## 6. Išvados

### Pagrindiniai gautieji rezultatai:

- Naudojamo kondensatoriaus talpa –  $0,1 \mu\text{F}$ .
- Kondensatoriaus elektrodų plotas, elektrodų ilgį -  $53,78 \text{ cm}^2$  ir  $0,1793 \text{ m}$ .
- Vieno impulso naudojama energijos kiekį -  $-0,4\text{J}$ .
- Impulsų skaičių - kol baterija išsikrauna iki 50% - 81000.

### Svarbiausi rezultatai:

Mūsų grupė sėkmingai suprojektavo elektros šoko įtaisą. Apskaičiavome šio įtaiso pradinius naudojamų elementų parametrus - talpą, elektrodų plotį ir ilgį, energiją ir t.t.

### Mokymosi rezultatai:

Projektuodami elektrinę grandinę gavome praktinių žinių, iš ko sudaromi šie įtaisai, koks jų veikimas. Pagilinome savo žinias elektrostatikos, elektros srovės, magnetinio lauko ir kituose fizikos srityse.

## Literatūros sąrašas

### Knygos, vadovėliai:

1. Tamašauskas A., Vosylius J. Fizika. - Vilnius: Mokslas, 1989. - T.2. - P.178 - 187.
2. ELLIOTT, L.R. and RILEY, A.W. *Tasers and Conducted Energy Devices*. Hauppauge: Hauppauge: Nova Science Publishers, Incorporated, 2011 ISBN 9781622574636.

### Elektroniniai leidiniai:

1. <https://survival-mastery.com/diy/weapons/how-to-make-a-taser.html>
2. <https://www.preparedsurvivalist.org/how-to-make-a-homemade-stun-gun/>
3. <https://taserguide.com/how-to-make-a-stun-gun-with-a-capacitor/>