

Viļānu 41. arodvidusskola

**Sergejs Jermakovs
Antons Skudra**

Laboratorijas darbi elektrotehnikā

**Viļāni
2006**

Izdots ESF projekta "Profesionālās izglītības programmas "Elektromontāža un elektromehānika" uzlabošana un mācību kvalitātes uzlabošana sākotnējā profesionālajā izglītībā valsts ekonomikai svarīgā nozarē" VPD1/ESF/PIAA/04/APK/3.2.1/0012/0020 ietvaros



PROJEKTU LĪDZFINANSĒ EIROPAS SAVIENĪBA

Mācību līdzeklis ir paredzēts laboratorijas darbu veikšanai mācību priekšmetā „Elektrotehnika un elektriskie mērījumi”. Tajā ir apkopoti 17 laboratorijas darbu apraksti par tēmām:

- līdzstrāva;
- vienfāžu maiņstrāva;
- trīsfāžu maiņstrāva;
- elektrisko lielumu mērīšana.

Katrs laboratorijas darbs ietver teorētisko daļu, veicamo uzdevumu aprakstus, elektriskās shēmas, mērījumu tabulas un jautājumus.

Mācību līdzeklis izmantojams elektriķu apmācībai pirmajā un otrajā kursā.

SATURS

Darbu izpildīšanas noteikumi.....	4
<i>Laboratorijas darbs 1. Pretestību mērīšana.</i>	<i>5</i>
<i>Laboratorijas darbs 2. Oma likums</i>	<i>7</i>
<i>Laboratorijas darbs 3. Līdzstrāvas galvenie likumi</i>	<i>9</i>
<i>Laboratorijas darbs 4. Strāvas patērētāju virknes slēgums</i>	<i>12</i>
<i>Laboratorijas darbs 5. Strāvas patērētāju paralēlais slēgums</i>	<i>14</i>
<i>Laboratorijas darbs 6. Strāvas patērētāju jauktais slēgums</i>	<i>16</i>
<i>Laboratorijas darbs 7. Akumulatori</i>	<i>18</i>
<i>Laboratorijas darbs 8. Līdzstrāvas ķēžu pētīšana</i>	<i>21</i>
<i>Laboratorijas darbs 9. Pretestības maiņstrāvas ķēdēs</i>	<i>27</i>
<i>Laboratorijas darbs 10. Maiņstrāvas ķēdes</i>	<i>31</i>
<i>Laboratorijas darbs 11. Trīsfāžu maiņstrāva</i>	<i>34</i>
<i>Laboratorijas darbs 12. Līdzstrāvas mašīnas</i>	<i>37</i>
<i>Laboratorijas darbs 13. Vienfāžu transformatori</i>	<i>42</i>
<i>Laboratorijas darbs 14. Trīsfāžu transformatori.....</i>	<i>46</i>
<i>Laboratorijas darbs 15. Asinhronās mašīnas</i>	<i>49</i>
<i>Laboratorijas darbs 16. Elektromēraparātu pārbaude</i>	<i>52</i>
<i>Laboratorijas darbs 17. Pusvadītāju taisngrieži</i>	<i>55</i>
Izmantojamās literatūras saraksts	62

DARBU IZPILDĪŠĀNAS NOTEIKUMI

1. Piedalīšanās laboratorijas darbos

Laboratorijas darbos var piedalīties audzēkņi, kuriem tie paredzēti nodarbību sarakstā. Pirms laboratorijas nodarbībām audzēkņi iepazīstas ar šiem noteikumiem, kā arī ar drošības tehnikas instrukciju. Audzēkņiem šie noteikumi jāzina un jāizpilda.

Nodarbību stundu skaits specialitātē un apmācību veids noteikts mācību plānos. Vienas nodarbības ilgums – 6 stundas. Pirmajā nodarbībā audzēkņiem sniedz ievadinstruktažu un paskaidrojumus.

2. Sagatavošanās darbam un zināšanu pārbaude

Pirms ierašanās laboratorijā audzēkņiem labi jāsaprot teorētisko materiālu. Iepriekšējo sagatavošanos pārbauda priekšmeta skolotājs, kurš nepietiekami sagatavojšos audzēkņus pie darba nepielaiž.

3. Darbs laboratorijā

Laboratorijas darba veikšanai priekšmeta skolotājs sadala grupu brigādēs (pa 1-2 audzēkņiem katrā).

Laboratorijas darbu brigādes locekļi veic kopīgi, bet katrs patstāvīgi raksta darba atskaiti un atskaitās par veikto darbu. Katra brigāde strādā tai norādītajā vietā, kur atrodas darbam nepieciešamā iekārta un elektriskie mēraparāti. Atsevišķos gadījumos iztrūkstie mēraparāti un iekārta jāpieprasa priekšmeta skolotājam. Pārvietot iekārtu no citām darba vietām aizliegts.

Pētamo elektrisko ķēdi audzēkņi saslēdz patstāvīgi, atbilstoši uzdevumā dotajai shēmai. Ieteicams ievērot šādu secību:

- Audzēkņi vispirms iepazīstas ar viņu rīcībā nodoto laboratorijas iekārtu. Ja darbā izmanto vairākus vienveidīgas iekārtas eksemplārus (piemēram, vairākus reostatus, ampērmetrus utt.), tad, vadoties no to parametriem, jāizlemj, kādam ķēdes elementam katrs no tiem jāizmanto. Ja šo uzdevumu risinot, rodas grūtības, tad jāgriežas pie skolotāja.
- Iekārta uz laboratorijas galda jāizvieto tā, lai turpmāk būtu ērti izpildīt uzdevumu – mēraparāti un darba laikā regulējamie ķēdes elementi jānovieto tuvāk, neregulējamie elementi tālāk, uz galda jāatstāj vieta atskaišu burtnīcai, nepieciešamajiem palīglīdzekļiem utt. Tikai pēc tam atsevišķus ķēdes elementus savieno ar vadiem.
- Ja izmanto mēraparātus ar vairākiem mērapjomiem, nepieciešamais mērapjoms jāizvēlas, vadoties no pētāmās iekārtas nominālajiem datiem. Šaubīgos gadījumos jāizvēlas maksimālais mērapjoms. Nav vēlams darba izpildes gaitā mērapjomu mainīt. Laboratorijas autotransformatora rokturim jāatrodas nulles stāvoklī. Saslēgtā shēma audzēkņim jāuzrada pārbaudei skolotājam, un tikai ar viņa atļauju ķēdi drīkst pieslēgt barošanas avotam.

4. Atskaites iesniegšana un darba ieskaitīšana

Atskaitē jāparāda vajadzīgi aprēķini, jādod atbildes uz uzdevumā minētajiem jautājumiem.

Atskaite jāpabeidz ar iegūto datu analīzi. Atskaite jānodod un jāaizstāv. Ja skolotājs atskaiti un aizstāvēšanu atzīst par apmierinošu, tad darbs tiek ieskaitīts un vērtēts ar atzīmi 10 ballu sistēmā.

5. Prasības darbu beidzot

Pēc darba pabeigšanas atslēgt spriegumu, nodrošinot divus ķēdes pārtraukumus, no kuriem vienam jābūt redzamam. Sakārtot savu darba vietu. Ziņot skolotājam par darba pabeigšanu.

Laboratorijas darbs № 1

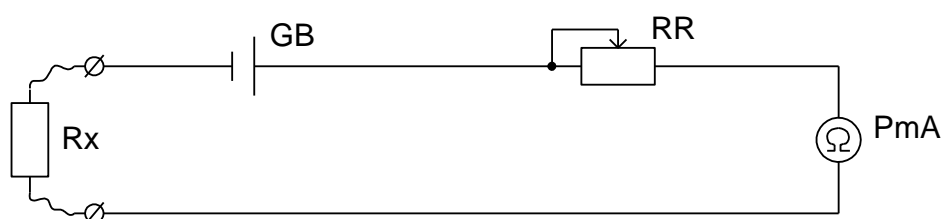
Pretestību mērīšana

Darba mērķis: Iepazīstināt audzēkņus ar dažādām, visbiežāk izmantojamajām pretestību mērīšanas metodēm.

Izmantotā iekārta: Rezistoru komplekts, analogais ommetrs, digitālais ommetrs, megommetrs, mērtilts.

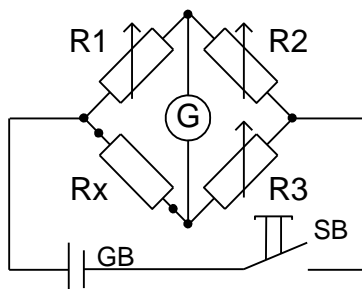
Vispārīgas ziņas

Izšķir dažādus pretestību mērīšanas paņēmienus. Vairākums no praksē izmantojamiem aparātiem darbojas pēc strāvas stipruma, kas plūst caur mērāmo pretestību pie nemainīga sprieguma, un lieluma mērīšanas principa. Aparāta skala tiek graduēta omos. Tāda vienkāršākā ommetra shēma parādīta attēlā.



Tas ir kā virknē ar strāvas avotu, regulējamu rezistoru un mērāmo pretestību ieslēgts miliampērmetrs vai mikroampērmetrs. Savienojot ommetra taustus uz īso, ieregulē aparāta bultiņu uz skalas nulles ar regulējamu rezistoru.

Pieslēdzot mērāmo pretestību, aparāta bultiņa pagriezīsies leņķī, kas atbilst strāvai, tātad atbilstoši dotās pretestības lielumam. Mērot ar šādu aparātu, precizitāte ir salīdzinoši zema. Mērījumus ar lielāku precizitāti veic ar līdzstrāvas tilta palīdzību. Tā vienkāršotā shēma parādīta attēlā.



Pretestības R1, R2 un R3 ir zināmas, bet tās var mainīties.

Rx – nezināmā mērāmā pretestība. Vienā tilta diagonālē ieslēgts strāvas avots, bet otrā – jūtīgs galvanometrs (μA).

Kad pretestību attiecība $\frac{R_1}{R_2}$ kļūst vienāda ar pretestību attiecību $\frac{R_x}{R_3}$, tilts būs līdzsvarots un caur galvanometru neplūdz strāva, t.i., tas rādīs nulli. Mērāmās pretestības lielumu nosaka pēc formulas: $R_x = \frac{R_1 \times R_3}{R_2}$

Digitālie (ciparu) aparāti strādā pēc tā pat principa, tikai mērāmā strāva tiek pārveidota noteiktas frekvences impulsu sērijā un tālāk ciparu attēlā uz displeja.

Megommetri [$\text{M}\Omega$] kalpo izolācijas pretestības mērīšanai.

Analogie megommetri (bultiņas) tiek būvēti pēc logometra principa un strādā ar lielu spriegumu.

Logometram ir kustīgs rāmītis ar divām spolēm. Vienu spoli baro ar etalonstrāvu, caur otru plūst mērāmā strāva. Aparāts it kā salīdzina etalonstrāvu ar mērāmo, kura atkarīga no izolācijas pretestības.

Uzdevums № 1.

Izmērīt vairākas pretestības ar bultiņas ommetru.

Darba secība: Ja tiek mērītas nezināmas pretestības, tad ir jāsāk no paša mazākā mērapjoma. Ja pēc aparāta skalas šīs pretestības lielumu nolasīt grūti (tā tuva ∞), tad vajag pāriet uz nākošo lielāko mērapjomu un tml.

Uzmanību! Pirms mērīšanas, kā arī pēc pārslēgšanās uz citu mērapjomu, vajag pārbaudīt bultiņas iestādījumu uz skalas nulles iedaļas, savienojot aparāta taustus.

Mērot nepieskarieties ar rokām strāvu vadošajām daļām, tā kā aparāts vienlaikus mērīs arī jūsu ķermeņa pretestību.

Uzdevums № 2.

Izmēriet vairākas pretestības ar līdzstrāvas tiltu.

Darba secība: Ja aptuveni zināms mērāmās pretestības lielums, tad var uz tilta ieregulēt plecu A un B attiecību atbilstoši tabulai, kura dota zemāk.

Diapazons	Plecu reizinātājs		Diapazons	Plecu reizinātājs	
	plecs A	plecs B		plecs A	plecs B
līdz 1 Ω	1	10 000	no 1000 līdz 10 000	1000	1000
no 1 līdz 10	1	1000	10 000 – 100 000	1000	100
no 10 līdz 100	10	1000	100 000 – 1000 000	1000	10
no 100 līdz 1000	100	1000			

Piemēram, mērāmās pretestības lielums aptuveni 2-3 $\kappa\Omega$., t.i. 2000÷3000 Ω . Šis lielums atrodas diapazonā no 1000 līdz 10 000 Ω .

Pēc tabulas nosakām, ka plecs A ir jāieregulē uz 1000, un plecs B uz 1000.

Ar pretestību tilta pārslēdzējiem uzstādām lielumu tuvu 2000 Ω ., t.i. pārslēdzēju ($\times 1000$) novietojam stāvoklī «2».

Nospiežot galvanometra un baterijas ieslēgšanas pogas, ar pretestību bloka pārslēdzējiem novietojam galvanometra bultiņu uz nulles.

Pretestības lielumu nosaka pēc formulas:

$$R = \frac{A}{B} \times R, \text{ kur}$$

A – A pleca reizinātājs

B – B pleca reizinātājs

R – ar tilta pārslēdzējiem uzstādītais pretestības lielums.

Uzdevums № 3.

Izmērīt 2-u – 3-īs elektrodzinēju izolācijas pretestību.

Laboratorijas darbs № 2

Oma likums

Darba mērķis: Eksperimentāli pārbaudīt Oma likumu ķēdes posmam.

Izmantotā iekārta: Stieplu rezistori - 3 gab., ampērmetrs, voltmetrs, regulējams barošanas bloks.

Vispārīgas ziņas

Elektrotehnikā izšķir Oma likumu pilnai ķēdei un ķēdes posmam. Pilnā ķēdē ievēro strāvas avota EDS, tā iekšējo pretestību un visas ārējās ķēdes pretestību, kas pieslēgta šim strāvas avotam:

$$I = \frac{E}{R + \tau_0} \quad (\text{A}),$$

t.i., strāvas stiprums I proporcionāls strāvas avota EDS – E un apgriezti proporcionāls ārējās ķēdes pretestības – R un strāvas avota iekšējās pretestības τ_0 summai.

Ķēdes posmam ievēro spriegumu tajā – U un tā pretestību – R

$I = \frac{U}{R}$, t.i., strāvas stiprums proporcionāls spriegumam un apgriezti proporcionāls ķēdes posma pretestībai.

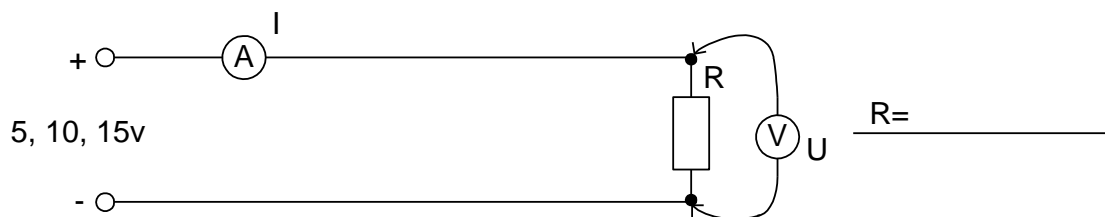
Uzdevums № 1.

Darba vietā atrodas trīs vienādas pretestības. Izmēriet tās un ierakstiet atskaitē

$$R_1 = \quad R_2 = \quad R_3 =$$

Pieslēdziet vienu pretestību pie strāvas avota un izmēriet strāvas stiprumu trijos dažādos spriegumos.

$$\begin{array}{lll} U_1 = 5\text{v} & I_1 = & \text{A} \\ U_2 = 10\text{v} & I_2 = & \text{A} \\ U_3 = 15\text{v} & I_{3/1} = & \text{A} \end{array}$$



Pamatojoties uz iegūtajām strāvas un sprieguma vērtībām, pierādiet, ka strāvas stiprums ķēdes posmā proporcionāls spriegumam nemainīgā pretestībā,

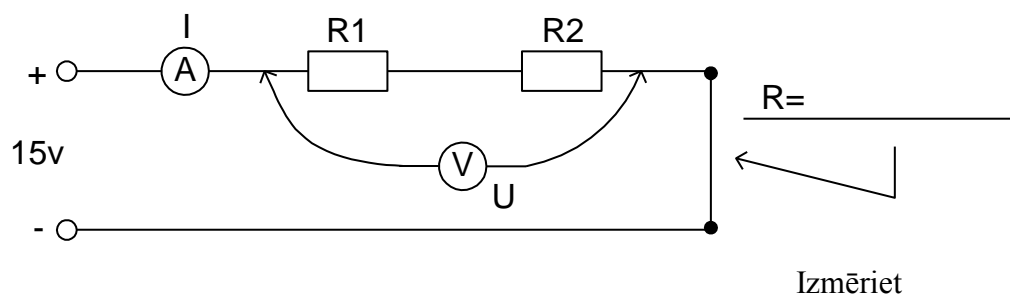
$$\text{t.i.,} \quad \frac{U_2}{U_1} = \frac{I_2}{I_1} =$$

$$\frac{U_3}{U_1} = \frac{I_3}{I_1} =$$

Ja nemainīgā pretestībā spriegumu palielinām 2 reizes, tad arī strāva palielināsies 2 reizes. Palielinot spriegumu 3 reizes, arī strāvas stiprums pieaugs 3 reizes.

Uzdevums № 2.

Pieslēdziet strāvas avotam virknē divus rezistorus



No uzdevuma №1 izrakstiet trešā mērījuma datus:

$U_3 =$	15 v	
$I_{3/1} =$	A	viens rezistors
$R_1 =$	Ω	

Izmēriet šo divu rezistoru pretestību (kopējo) un pierakstiet.

Pieslēdziet spriegumu 15 v un pierakstiet:

$U =$	15 v	
$I_2 =$	A	divi rezistori
$R_2 =$	Ω	

Tagad izdariat to pašu, bet ar trim virknē slēgtiem rezistoriem un pierakstiet:

$U =$	15 v	
$I_3 =$	A	trīs rezistori
$R_3 =$	Ω	

Tagad pārbaudiet attiecības:

$$\frac{I_3}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} =$$

$$\frac{I_{3/1}}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} =$$

$$\frac{I_{3/1}}{I_3} = \frac{R_3}{R_1} =$$

Tātad ir, ja nemainīgā spriegumā ķēdes posma pretestību palielināt 2 reizes, tad strāvas stiprums samazināsies 2 reizes, ja pretestību palielināt 3 reizes, tad strāvas stiprums samazināsies 3 reizes.

Tātad strāvas stiprums apgriezti proporcionāls pretestībai.

Ierakstiet pilnībā Oma likumu ķēdes posmam, kā arī trīs formulas:

I =

U =

R =

Laboratorijas darbs № 3

Līdzstrāvas galvenie likumi

Darba mērķis: Eksperimentāli pārbaudīt Kirhofa likumus.

Izmantotā iekārta: Stieplu rezistori - 3 gab., ampērmetri – 2 gab., voltmets, regulējams barošanas bloks.

Uzdevums № 1.

Izmērīt pretestību R1, R2, R3 lielumus ar ciparu multimetru un ierakstīt atskaitē

R1 =

R2 =

R3 =

Uzdevums № 2.

Pēc OMA likuma aprēķināt strāvas lielumu pirmajā pretestībā R1 pie sprieguma $U =$ no 5 līdz 30 volti (spriegumu izvēlēties pašam).

Uzdevums № 3.

Pieslēgt šo pretestību (R1) barošanas blokam un iestādīt 2. uzdevumā izvēlēto spriegumu. Izmērīt strāvas lielumu šajā rezistorā (pēc blokā iebūvētā ciparu ampērmetra, un aparātu rādījumus ierakstīt atskaitē

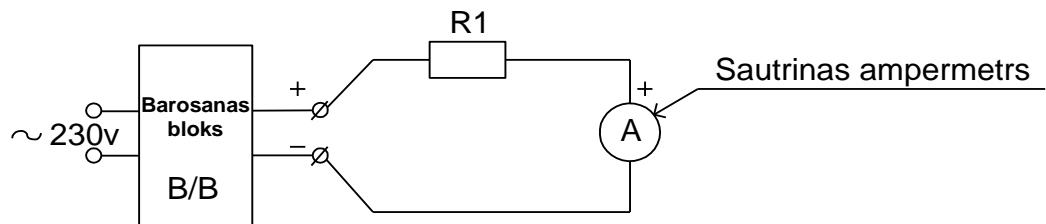
U =

I₁ =

Salīdziniet 2.uzdevumā aprēķinātās strāvas lielumu ar izmērīto strāvu 3.uzdevumā.

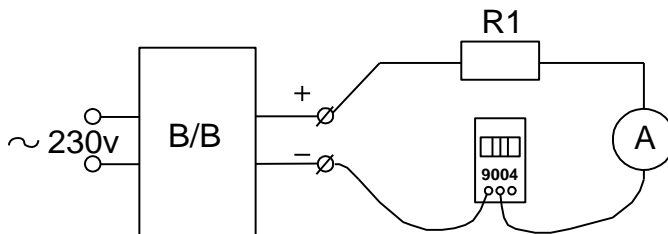
Uzdevums № 4.

Ieslēgt virknē ar rezistoru R1 šautriņas ampērmetru pie barošanas bloka un pie tā paša sprieguma izmērīt strāvas stiprumu. Pierakstīt šautriņas ampērmetra rādījumu un salīdzināt to ar barošanas blokā iebūvētā elektroniskā ampērmetra rādījumu.



Uzdevums № 5.

Ieslēgt tajā pašā ķēdē virknē ciparu ampērmetru (multimetrs Unitest 9004), pieslēgt un pierakstīt visu triju ampērmetru (iebūvētā, šautriņas un multimetra) rādījumus.



I = /Barošanas bloks/

I = /Šautriņas/

I = /Unitest 9004/

Salīdziniet visu triju ampērmetru rādījumus un strāvas aprēķināto lielumu no 2.uzdevuma.

Uzdevums № 6.

Izmēriet strāvas stiprumu dotajā pretestībā pie trīs dažādiem spriegumiem, kuriem ir jāatšķiras 2,3 reizes (piemēram, pie 5v, 10v un 20v vai citiem). Ierakstiet aparātu rādījumus:

$$\begin{array}{lll} U_1 = & I_1 = & R = \\ U_2 = & I_2 = & R = \\ U_3 = & I_3 = & R = \end{array}$$

Pierādiet, ka strāvas stiprums proporcionāls spriegumam.

Uzdevums № 7.

Izmantojot aparātu rādījumus no 6. uzdevuma, aprēķiniet jaudu visos trijos mērījumos un atbildiet uz jautājumu:

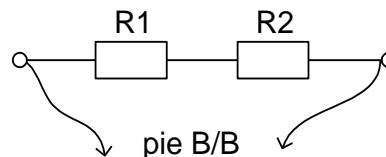
Kā izmainās jauda, palielinot spriegumu uz pretestības?

Uzdevums № 8.

Savienojiet virknē ar rezistoru R1 rezistoru R2 un izmēriet to kopējo pretestību. Aprēķiniet, cik reizes palielinājās pretestība (kopējās pretestības lielumu vajag izdalīt ar pirmās pretestības lielumu). Pierakstiet.

Pieslēdziet abas pretestības barošanas blokam un noregulējiet spriegumu tādu pašu kā 3.uzdevumā. Pierakstiet strāvas un sprieguma lielumus pēc iebūvētajiem barošanas blokā aparātiem:

$$U = \quad I_2 =$$

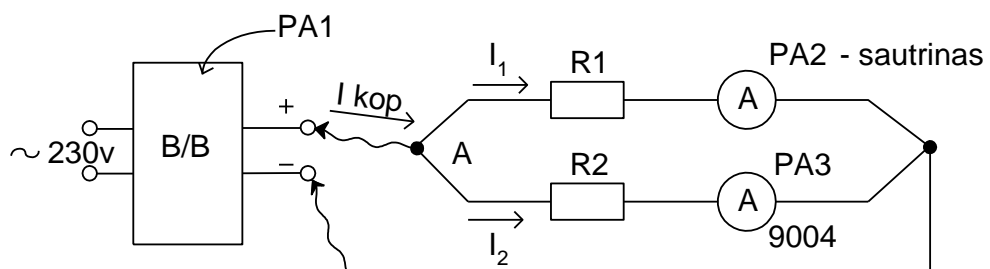


Kas notika ar strāvas I_2 lielumu, salīdzinot ar strāvu I_1 3.uzdevumā, tas ir kad bija pieslēgts tikai rezistors R1?

Cik reizes strāvas stiprums izmainījās? (palielinājās vai samazinājās). Izdaliet strāvu I_1 ar I_2 . Pierādiet, ka strāvas stiprums apgriezti proporcionāls pretestībai.

Uzdevums № 9.

Saslēdziet divu rezistoru paralēlā savienojuma shēmu, kā parādīts zīmējumā.



Iestādiet ar barošanas bloku spriegumu, pie kura ampērmetri rādīs nolāsīšanai ērtu lielumu.

Pierakstiet triju ampērmetru rādījumus:

$I_{kop} =$ (iebūvētais ampērmetrs barošanas blokā)

$I_1 =$ (šautriņas ampērmetrs)

$I_2 =$ (digitālais 9004)

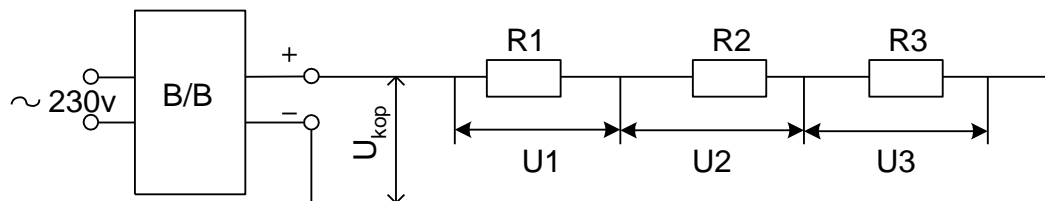
Pierādiet, ka mezgla Punktā A strāvu algebriskā summa vienāda ar nulli. Kurš ir tas likums?

Uzdevums № 10.

Savienojiet trīs rezistorus virknē, izmēriet to kopējo pretestību un pierakstiet:

$R_{kop} =$

Pieslēdziet tās pie barošanas bloka.



Sagatavojiet multimetru 9004, lai mērītu līdzstrāvas spriegumu ar mērapjomu 200V. Ieslēdziet barošanas bloku un noregulējiet jebkuru spriegumu no 10 līdz 25 voltiem. Izmēriet spriegumus, kā parādīts shēmā un ierakstiet tos atskaitē

$U_{kop} =$ V (kopējais spriegums)

$U_1 =$ V (spriegums uz pirmā rezistora)

$U_2 =$ V (spriegums uz otrā rezistora)

$U_3 =$ V (spriegums uz trešā rezistora)

Pierādiet, ka sprieguma kritumu summa uz rezistoriem vienāda ar šai ķēdei pielikto spriegumu.

Kurš tas ir likums?

Laboratorijas darbs № 4

Strāvas patērētāju virknes slēgums

Darba mērķis: Apgūt sakarības starp strāvām un spriegumiem rezistoru virknes slēgumā un noteikt elektriskās ķēdes pretestību.

Izmantotā iekārta: Stieplu rezistori - 3 gab., ampēometri – 2 gab., voltmets, regulējams barošanas bloks.

Vispārīgas ziņas

Virknes slēgumā strāvas stiprums jebkurā ķēdes posmā ir vienāds. Uz katras strāvas patērētāja pretestības (uz katra rezistora) rodas sprieguma kritums ($U = I \cdot R_v$), kurš proporcionāls šīs pretestības lielumam.

Sprieguma kritumu summa uz visām virknē slēgtajām pretestībām ir vienāda ar kopējo sprieguma lielumu, kas pieslēgts šai ķēdei.

Šo likumsakarību sauc - Otrais Kirhofa likums.

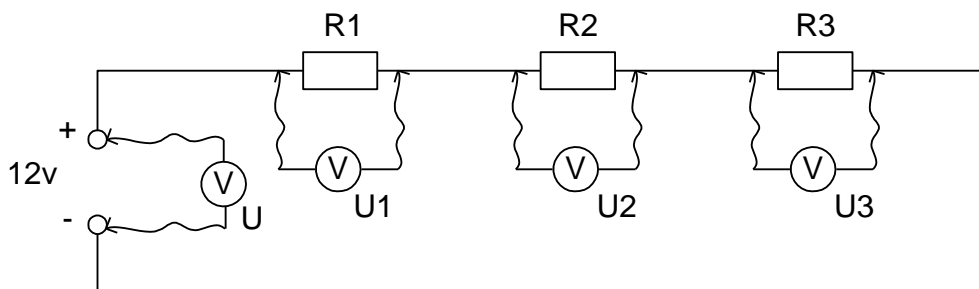
Pārbaudiet to:

Uzdevums № 1.

- 1) Izmērīt ar ommetru triju rezistoru pretestības un pierakstiet:

$$R_1 = \quad \Omega . \quad R_2 = \quad \Omega . \quad R_3 = \quad \Omega . \quad (\Omega - \text{Omi})$$

- 2) Saslēdziet tos virknē:



- 3) Nepieslēdzot strāvas avotu, izmēriet to kopējo pretestību R_Σ (uz spailēm \pm) un pierakstiet:

$$R_\Sigma =$$

- 4) Aprēķiniet kopējo pretestību pēc mērījumu datiem:

$$R_\Sigma = R_1 + R_2 + R_3 = \quad \text{un salīdziniet ar izmērīto } R_\Sigma .$$

Secinājums: Virknē slēgtu strāvas patērētāju kopējā pretestība vienāda ar to pretestību summu.

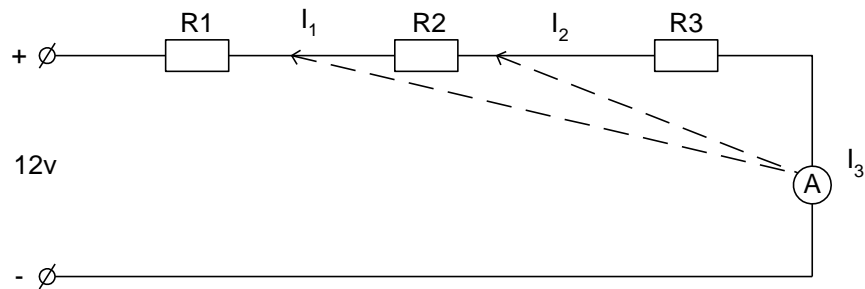
- 5) Pieslēdziet ķēdes strāvas avotu ar $U=12V$. Izmēriet shēmā parādītos spriegumus un pierakstiet:

kopējais spriegums	$U =$	V
kritums uz R_1	$U_1 =$	V
kritums uz R_2	$U_2 =$	V
kritums uz R_3	$U_3 =$	V

Pārbaudiet vienādību:

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

- 6) Tai pašā virknes slēguma shēmā izmēriet strāvas stiprumu 2-ās - 3-ās vietās un pārlicinieties, ka tās vienādas.



$$I_1 = \quad A. \quad I_2 = \quad A. \quad I_3 = \quad A.$$

- 7) Izmantojot datus no uzdevumiem №5 un №6, aprēķiniet pretestību lielumus:

$$R_1 = \frac{U_1}{I} = \quad \quad \quad R_2 = \frac{U_2}{I} = \quad \quad \quad R_3 = \frac{U_3}{I} =$$

Salīdziniet tos ar izmērītajiem lielumiem uzdevumā №1.

Uzdevums № 2.

Jaudu vienādojumi

Šis jēdziens nozīmē, ka kopējā el. ķēdes jauda no virknē slēgtiem strāvas patērētājiem vienāda ar jaudu summu, ko patērē katrs strāvas patērētājs.

Pārbaudiet to, pamatojoties uz veiktajiem mērījumiem: $P_{\Sigma} = P_1 + P_2 + P_3 \dots$

No uzdevuma № 5 Jums zināms kopējais spriegums – U un sprieguma kritumi uz katra rezistora – U_1, U_2, U_3 , bet no uzdevuma № 6 zināms strāvas lielums – I .

Aprēķiniet visas jaudas pēc formulas $P = U \cdot I$ (W) un pierādiet, ka

$$P_{\Sigma} = P_1 + P_2 + P_3$$

Ja vienādības nebūs, vajag atkārtot mērījumus uzdevumos № 5 un № 6.

Laboratorijas darbs № 5**Strāvas patērētāju paralēlais slēgums**

Darba mērķis: Apgūt sakarības starp strāvām un spriegumiem rezistoru paralēlajā slēgumā un noteikt elektriskās ķēdes pretestību.

Izmantotā iekārta: Stieplu rezistori - 3 gab., ampērmetri – 2 gab., voltmets, regulējams barošanas bloks.

Vispārīgas ziņas

Paralēlajā slēgumā kopējā pretestība paliek mazāka (summējas vadītspējas). Spriegums uz visiem strāvas patērētājiem praktiski vienāds. Strāvas stiprums katrā paralēlajā zarā apgriezti proporcionāls pretestībai (Oma likums).

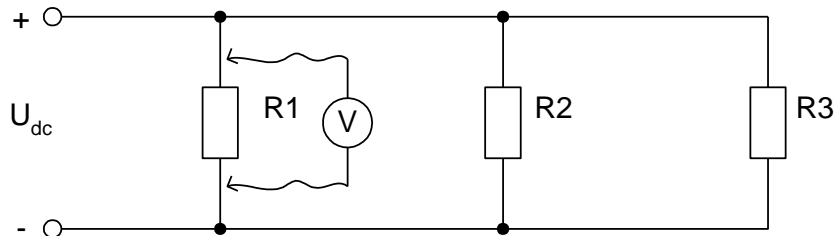
Kopējā strāva, ko patērē no strāvas avota, vienāda ar visu strāvas patērētāju strāvu summu.

Uzdevums № 1.

1. Izmērīt katra rezistora pretestību un pierakstīt to lielumus:

$$R_1 = \quad \Omega \qquad R_2 = \quad \Omega \qquad R_3 = \quad \Omega$$

2. Savienot tos paralēli un, nepieslēdzot strāvas avotam, izmērīt kopējo pretestību šim slēgumam.



$$R_{\Sigma} = \quad \Omega$$

3. Aprēķiniet šī slēguma kopējo pretestību pēc formulas:

$$\frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Salīdziniet izmērīto pretestību ar aprēķināto.

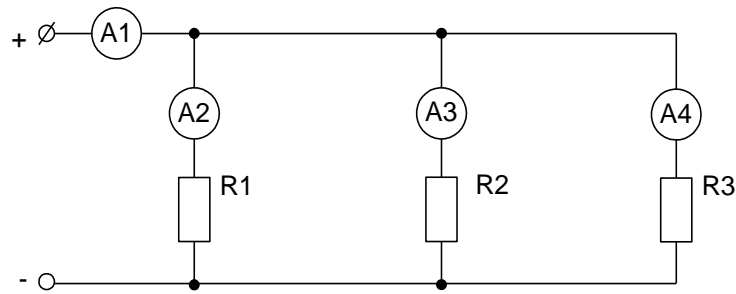
4. Pieslēdziet strāvas avotu - 6÷20V.

Izmēriet spriegumu uz katra rezistora. Tiem praktiski ir jābūt vienādiem.

5. Izmēriet strāvas stiprumu, ko patērē no strāvas avota, (A1 shēmā), un strāvas katrā rezistorā - (A_2, A_3, A_4 shēmā). Pierakstiet:

$$I_{\text{kop}} = \quad \text{A.} \qquad I_1 = \quad \text{A.} \qquad I_2 = \quad \text{A.} \qquad I_3 = \quad \text{A.}$$

(Mērījumi ir jāveic ar vienu ampērmetru, ieslēdzot to vajadzīgajā zarā).



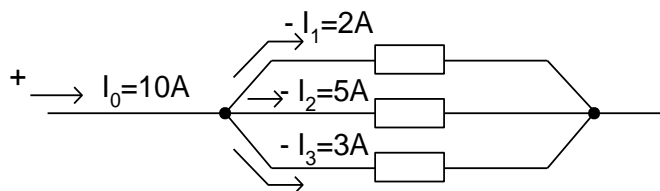
6. Pārbaudiet vienādojuma pareizību:

$$I_{\text{kop}} = I_1 + I_2 + I_3$$

Elektrotehnikā šo vienādību sauc par Pirmo Kirhofa likumu.

Tas ir: Strāvu algebriskā summa jebkurā ķēdes mezgla punktā vienmēr vienāda ar nulli.

Piemērs:



Cik liela strāva pieplūst sazarotāšanās punktam (mezglam), tik arī

Pieplūstošā strāva – tā ir (+)

Strāvas, aizplūstošas no sazarotāšanās punkta – tā ir(-)

Tādējādi: $+ 10\text{A} + (-2) + (-5) + (-3) = 0!$

Uzdevums № 2.

Jaudu vienādojums

Šis jēdziens nozīmē, ka kopējā patērētā jauda el.ķēdē ar paralēli savienotiem strāvas patērētājiem vienāda ar jaudu summu, ko patērē katrs strāvas patērētājs:

$$P_{\Sigma} = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$$

No uzdevuma № 4 Jums zināmi spriegumi uz katra rezistora – U_1, U_2, U_3 un kopējais spriegums – U (tie vienādi paralēlā slēgumā). No uzdevuma № 5 Jums zināma kopējās strāvas I_{Σ} un strāvu katrā rezistorā I_1, I_2, I_3 vērtības.

Aprēķiniet visas jaudas:

$$P_{\Sigma} = U_{\Sigma} \cdot I_{\Sigma}; \quad P_1 = U \cdot I_1; \quad P_2 = U \cdot I_2; \quad P_3 = U \cdot I_3;$$

un pierādiet, ka:

$$P_{\Sigma} = P_1 + P_2 + P_3$$

Laboratorijas darbs № 6

Strāvas patērētāju jauktais slēgums

Darba mērķis: Apgūt sakarības starp strāvām un spriegumiem rezistoru jauktajā slēgumā un noteikt elektriskās ķēdes pretestību.

Izmantotā iekārta: Stieplu rezistori - 3 gab., ampērmetri – 3 gab., voltmets, barošanas bloks.

Vispārīgas ziņas:

Jauktais savienojums sevī ietver posmus ar virknes un paralēliem savienojumiem, tāpēc, lai aprēķinātu kopējo pretestību R_{Σ} , izmanto paralēlā $\frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$ /

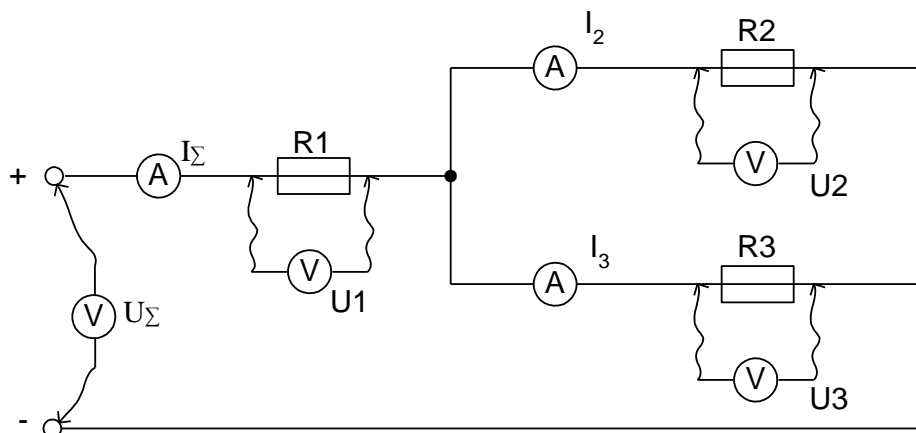
un virknes $R_{\Sigma} = R_1 + R_2 + \dots$ / savienojuma formulas.

Spriegumi un strāvas jauktajā slēgumā sadalās pēc likumiem atbilstoši virknes un paralēlajam slēgumam. Jauktā slēguma patērētā jauda vienāda ar jaudu summu, ko patērē katrs strāvas patērētājs.

Uzdevums № 1.

Izmēriet pretestības, tās nesavienojot.

- Savienojiet jaukti trīs rezistorus, kā parādīts shēmā: *(bez aparātiem!)*



- Izmēriet šī slēguma kopējo pretestību un pierakstiet:

$$R_1 = \quad \Omega \quad R_2 = \quad \Omega \quad R_3 = \quad \Omega$$

Kopējā pretestība $R_{\Sigma} =$

- Tagad aprēķiniet šī slēguma kopējo pretestību:

$$\frac{1}{R_{2,3}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad \text{- tie savienoti paralēli.}$$

$$R_{\Sigma} = R_1 + R_{2,3} \quad \text{pirmā pret. savienoto virknē ar } R_{2,3}.$$

- Salīdziniet izmērīto R_{Σ} ar aprēķināto R_{Σ} .

Uzdevums № 2.

Izmantojot vienu voltmetru un ampērmēru, izmēriet šajā slēgumā visus spriegumus un strāvas un pierakstiet tās atskaitē (viss parādīts shēmā). Strāvas avota spriegumu izvēlēties patstāvīgi un to nemainiet, kamēr nebūs veikti visi mērījumi.

$$\begin{array}{ll} U_{\Sigma} = & \text{v} & I_{\Sigma} = & \text{A.} \\ U_1 = & \text{v} & & \\ U_2 = & \text{v} & I_2 = & \text{A.} \\ U_3 = & \text{v} & I_3 = & \text{A.} \end{array}$$

Izmantojot spriegumu un strāvu, iegūtos lielumus pārbaudām vienādībās.

$$U_2 = U_3 \quad - \quad \text{paskaidrojiet, kāpēc?}$$

$$U_{\Sigma} = U_1 + (U_2 = U_3) \quad - \quad \text{paskaidrojiet, kāpēc?}$$

$$I_{\Sigma} = I_2 + I_3 \quad - \quad \text{paskaidrojiet, kāpēc?}$$

Uzdevums № 3.**Jaudu vienādojums**

Šis jēdziens nozīmē, ka kopējā patērētā jauda jauktajā strāvas patērētāju slēgumā vienāda ar jaudu summu, kuras patērē katrs strāvas patērētājs:

$$P_{\Sigma} = P_1 + P_2 + P_3 \dots$$

Izmantojot mērījumu datus no uzdevuma № 2, sastādiet jaudu vienādojumus:

$$P_{\Sigma} = U_{\Sigma} \cdot I_{\Sigma} = \quad (\text{W})$$

$$P_1 = U_1 \cdot I_{\Sigma} = \quad (\text{W})$$

$$P_2 = U_2 \cdot I_2 = \quad (\text{W})$$

$$P_3 = U_3 \cdot I_3 = \quad (\text{W})$$

Pārbaudiet:

$$P_{\Sigma} = P_1 + P_2 + P_3$$

Izdariet secinājumus.

Laboratorijas darbs № 7**Akumulatori**

Darba mērķis: Izpētīt akumulatoru baterijas slēgumu shēmas.

Izmantotā iekārta: Akumulatori – 4 gab., ampērmetrs, voltmets, reostats (spuldžu).

Vispārīgas ziņas:

Pie ķīmiskajiem strāvas avotiem pieder galvaniskie elementi / $E = 1,5\text{v}$ /, sārma akumulatori / $E = 1,2\text{v}$ / un skābes akumulatori / $E = 2\text{v}$ /.

Galvenie KSA parametri – EDS – $E(\text{v})$, kapacitāte - $Q - \text{Ah}$ (ampērstundas) un iekšējā pretestība $r_0 - (\Omega)$.

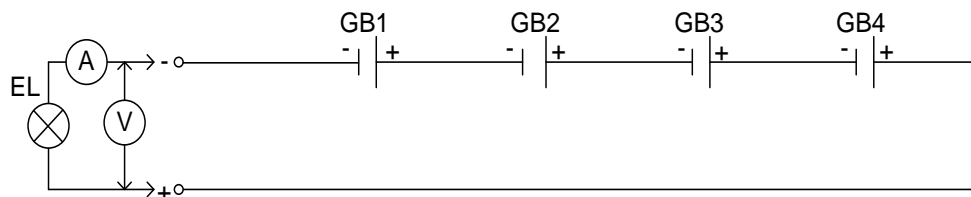
Baterijas no KSA veido savienojot elementus virknē, paralēli vai jaukti.

Virknēs KSA slēgums dod EDS / $E_B = E_1 + E_2 + E_3 + \dots$ / un iekšējās pretestības / $R_{KB} = r_{01} + r_{02} + \dots$ /. Baterijas kapacitāte paliek tāda pati, kā vienam elementam $Q_B = Q_1 = Q_2 = \dots$

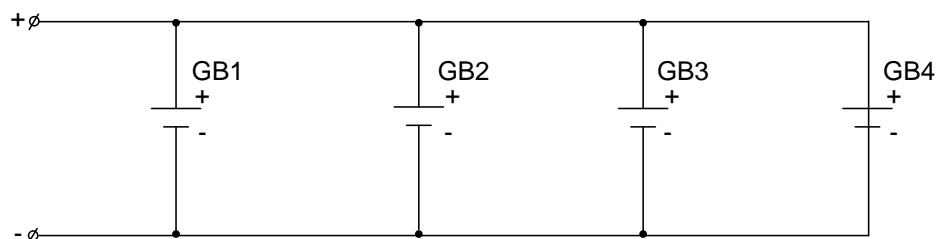
Paralēlais KSA slēgums palielina kapacitāti / $Q_B = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots$ /, samazina iekšējo pretestību / $\frac{1}{R_{KB}} = \frac{1}{r_{01}} + \frac{1}{r_{02}} + \frac{1}{r_{03}} + \dots$ /, bet baterijas EDS paliek tāds, kā vienam elementam / $E_B = E_1 = E_2 = E_3 + \dots$ /

Jauktais KSA slēgums ļauj palielināt EDS un kapacitāti.

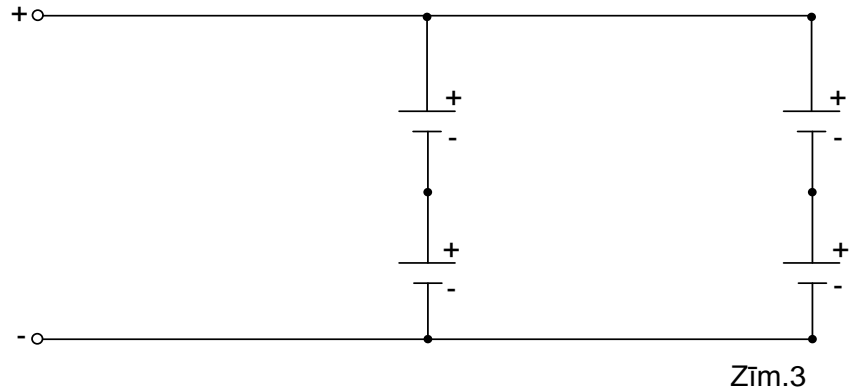
Šajā laboratorijas darbā Jūs savienosiet skābes akumulatorus (baterijas) trīs shēmās:

1. Virknēs

Zīm.1

2. Paralēlais

Zīm.2

3. Jauktais**Uzdevums № 1.**

Izmēriet viena akumulatora EDS un pierakstiet:

$$E = \quad (\text{V})$$

Pieslēdziet tam strāvas patērētāju un vienlaikus izmēriet strāvas stiprumu un spriegumu (zīm.№1). Pierakstiet:

$$U = \quad (\text{V}) \qquad I = \quad (\text{A})$$

Nosakiet šī akumulatora iekšējo pretestību

$$r_0 = \frac{E - U}{I} = \quad (\Omega)$$

Uzdevums № 2.

Savienojiet akumulatorus virknē (zīm.№1). Izmēriet baterijas EDS un pierakstiet:

$$E_B = \quad (\text{V})$$

Pieslēdziet strāvās patērētāju, izmēriet strāvas stiprumu un spriegumu. Pierakstiet:

$$I = \quad (\text{A}) \qquad U = \quad (\text{V})$$

Salīdziniet virknes slēguma EDS ar vienas baterijas EDS. Kas ir mainījies? Kā nosaka EDS virknes slēgumā?

Nosakiet baterijas iekšējo pretestību

$$r_0 = \frac{E_B - U}{I} = \quad (\Omega)$$

Salīdziniet virknes slēguma iekšējo pretestību ar vienas baterijas iekšējo pretestību.

Kas ir mainījies? Kā nosaka iekšējo pretestību virknes slēgumā?

Ar ko ir vienāda visu četru virknē savienoto bateriju kapacitāte?

(Katraš baterijas kapacitāte norādīta uz korpusa).

Uzdevums № 3.

Saslēdziet akumulatorus paralēli (zīm.№2).

Izmēriet baterijas EDS un pierakstiet:

$$E_B = \quad (\text{v})$$

Pieslēdziet strāvas patērētāju, izmēriet strāvas stiprumu un spriegumu.

$$I = \quad (\text{A}) \qquad U = \quad (\text{v})$$

Salīdziniet paralēlā slēguma EDS ar vienas baterijas EDS.

Kas ir mainījies?

Kā nosaka EDS paralēlajā slēgumā?

Nosakiet baterijas iekšējo pretestību

$$r_0 = \frac{E - U}{I} = \quad (\Omega)$$

Salīdziniet paralēlā slēguma iekšējo pretestību ar vienas baterijas iekšējo pretestību. Kas ir mainījies? Kā nosaka baterijas iekšējo pretestību paralēlajā slēgumā?

Ar ko vienāda četru paralēli saslēgtu akumulatoru kapacitāte?

Uzdevums № 4.

Savienojiet akumulatorus jaukti (zīm.№3).

Izmēriet baterijas EDS un pierakstiet:

$$E = \quad (\text{v})$$

Pieslēdziet strāvas patērētāju, izmēriet strāvas stiprumu un spriegumu.

$$I = \quad (\text{A}) \qquad U = \quad (\text{v})$$

Salīdziniet jauktā slēguma EDS ar viena elementa EDS.

Kas ir mainījies?

Kā nosaka baterijas EDS jauktajā slēgumā?

Nosakiet jauktā slēguma iekšējo pretestību

$$r_0 = \frac{E - U}{I} = \quad (\Omega)$$

Salīdziniet jauktā slēguma iekšējo pretestību ar viena akumulatora iekšējo pretestību, kā arī ar virknes un paralēlo slēgumu. Kā tā ir mainījies? Kā to aprēķināt?

Ar ko vienāda četru jaukti slēgtu akumulatoru baterijas kapacitāte?

Laboratorijas darbs № 8

Līdzstrāvas ķēžu pētīšana

Darba mērķis: Apgūt papildpretestības aprēķinu, strāvas un sprieguma regulēšanu, voltmetra mērapjoma paplašināšanu, elektromagnētiskā releja un kondensatora darbības principus.

Izmantotā iekārta: Pretestību bloks, spuldze 2,5-12V, spuldze 36V, reostats, ampērmetrs, miliampērmetrs, voltmetrs, elektromagnētiskais relejs, kondensators, barošanas bloks.

Vispārīgas ziņas:

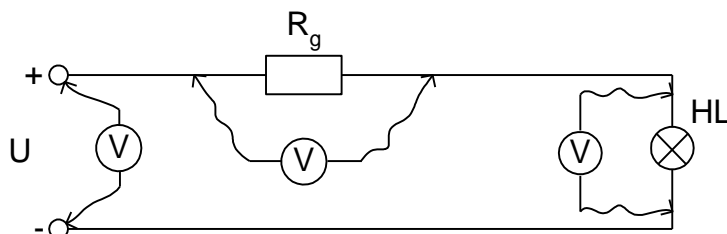
Par līdzstrāvu sauc strāvu, kura nemaina savu virzienu. To izmanto radioelektronisku ierīču, elektroiekārtu, automobiļu, lidmašīnu, kosmisko kuģu, elektrotransporta un tml. barošanai.

Līdzstrāvas ķēžu likumu zināšana ļauj elektriķim atrast un novērst elektroiekārtu bojājumus pēc veiktajiem mērījumiem un citām iekārtu nenormālas darbības pazīmēm, kā arī veikt vienkāršus aprēķinus, projektējot vai izgatavojot elektrotehniskas ierīces.

Uzdevums № 1.

Papildus pretestības aprēķins

Bieži rodas vajadzība ieslēgt kādā ierīcē signālspuldzi vai releju lielākā spriegumā nekā tajā, kam tie aprēķināti. Tādos gadījumos var izmantot papildus pretestību.



Aprēķina piemērs:

Spuldze HL ar nominālo spriegumu $U_N = 12\text{V}$ un strāvu $I_N = 0,4\text{A}$.

To vajag pieslēgt spriegumam 24V. Tas nozīmē, ka uz papildus pretestības R_p sprieguma kritumam jābūt

$$U_{Rp} = U - U_L = 24 - 12 = 12\text{v},$$

Kur U – barošanas spriegums

U_L - spuldzes nominālais spriegums

Spuldzes nominālā strāva 0,4 A, nozīmē, ka caur papildus rezistoru plūdis tāda pat strāva. Pēc Oma likuma atrodam papildus pretestības lielumu

$$R_p = \frac{U_{Rp}}{I} = \frac{12}{0,4} = 30 \Omega$$

Tagad atrodam jaudu, kura izdalīsies šajā rezistorā,

$$P = U_{Rp} \cdot I = 12 \cdot 0,4 = 4,8 \text{ (w)}$$

Tātad veidā, mums vajadzīgs rezistors 30Ω ar jaudu ne mazāku par 5w.

Uzdevums:

Aprēķināt dotajai spuldzei papildrezistoru un pārbaudīt spuldzes darbību ar šo Rp. Aprēķinus ierakstīt atskaitē. Izmērīt un pierakstīt visus shēmā parādītos spriegumus, kā arī strāvas stiprumu šajā ķēdē.

U =

Salīdziniet mērījumus ar aprēķinu datiem.

 $U_{Rp} =$

Nosakiet jaudu, kura izdalās uz Rp.

 $U_{HL} =$

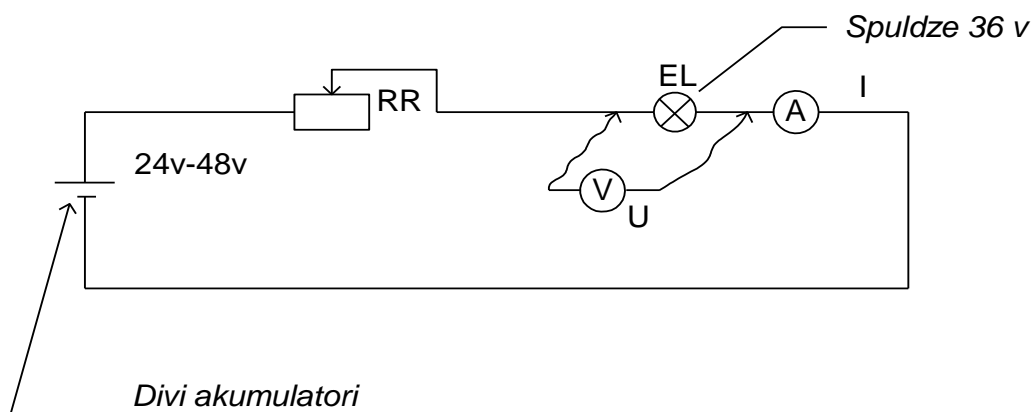
I =

 $P = U_R \cdot I \text{ (W)}$ **Uzdevums № 2.****Strāvas regulēšana**

Laideni regulēt spuldzes kvēli un dzinēja griešanās ātrumu var ar reostata palīdzību, kas ieslēgts virknē.

Pārbaudīt to eksperimentāli:

Saslēdziet shēmu:



Pārvietojot reostata slīdkontaktu, novērojiet, kā izmainās spuldzes kvēle un strāvas lielums. Pierakstiet aparātu rādījumus pie maksimālas pretestības, pie vidējas un mazas reostata pretestības.

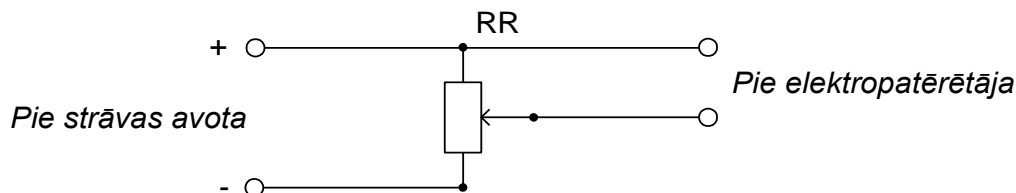
RR – max	-	I =	U =
RR – vidēja	-	I =	U =
RR – min	-	I =	U =

Izdariet to pašu ar elektrodzinēju. Novērojumus ierakstiet atskaitē. (Spuldzes vietā ieslēdziet el.dzinēju).

Uzdevums № 3.

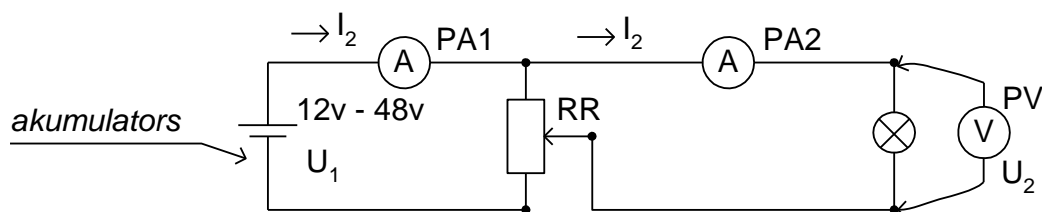
Sprieguma regulators

Mainīt spuldzes kvēli, regulēt el.dzinēju ātrumu un t.m.l. var ar reostata palīdzību, kas ieslēgts pēc potenciometra shēmas, t.i., sprieguma regulators.



Ja reostata RR slīdkontakts atradīsies augšā (pēc shēmas), tad spriegums uz elektropatērētāja būs vienāds ar nulli. Pārvietojot slīdkontaktu uz leju, spriegums laideni pieaugs un apakšējā reostata punktā tas būs vienāds ar strāvas avota spriegumu.

Saslēdziet doto shēmu:



Pārvietojiet reostata slīdkontaktu un novērojiet spuldzes kvēli.

Pierakstiet aparātu rādījumus vairākos reostata slīdkontakta stāvokļos, piemēram:

- | | |
|--------|---------|
| 1) min | $I_1 =$ |
| 2) 1/3 | $I_2 =$ |
| 3) 2/3 | $U_2 =$ |
| 4) max | |

Veiciet tos pat mēģinājumus ar el.dzinēju, t.i., spuldzes vietā ieslēdziet el.dzinēju.

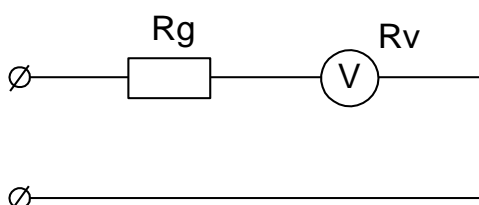
Uzdevums № 4.

Voltmetra mērapjoma paplašināšana

Visu voltmetru iekšpusē ir papildus pretestība, kura nosaka mērapjomu, t.i., cik voltus maksimāli var izmērīt. Šī pretestība ieslēgta virknē ar aparāta mērmehānismu.

Dažreiz praksē rodas nepieciešamība palielināt mērapjomu. Šim nolūkam virknē ar aparātu ieslēdz vēl vienu papildpretestību, kuru var aprēķināt pēc formulas:

$$R_p = R_v \cdot (n-1)$$



R_p – papildpretestība – Ω

R_v – voltmetra iekšējā pretestība

n – skaitlis, kas rāda, cik reizes tiek palielināts mērāpoms: ir voltmetrs uz 3v, bet vajag izmērīt 30 v, tātad

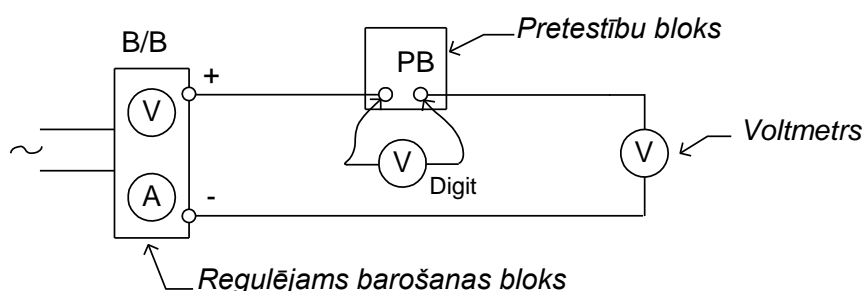
$$n = \frac{30}{3} = 10 \text{ (reizes)}$$

Noteikt R_p lielumu var ar mēģinājuma metodi, t.i., ieslēgt virknē ar voltmetru pretestību, magazīnu un noteikt nepieciešamās pretestības lielumu.

Uzdevums:

Noteikt mēģinājumu ceļā dotajam aparātam papildpretestības lielumu.

(Pēc pasniedzēja uzdevuma).



Darba secība:

- 1) Uztādīt uz pretestību magazīnas nulli Ω .
- 2) Barošanas bloka regulatoru nostādīt uz nulles voltiem (regulatora rokturis pa kreisi līdz galam).
- 3) Ieslēdziet B/B un, sekojot voltmetram, laideni palieliniet spriegumu, kamēr bultiņa sasnies pēdējo skolas iedaļu. Pierakstiet bultiņas pilnās novirzes spriegumu bez papildpretestības (pēc barošanas blokā iebūvētā voltmetra).

$$U_v \text{ bez } R_{pap} = \quad (v)$$

- 4) Novietojiet magazīnā maksimālo pretestību. Pēc barošanas blokā iebūvētā voltmetra ieregulējiet jums nepieciešamo spriegumu un, pakāpeniski samazinot pretestību, panāciet to, lai voltmetra bultiņa nostātos uz skalas pēdējās iedaļas. Magazīnas pretestība jāsamazina no pašām lielākajām vērtībām. Pēc mēģinājuma beigšanas pierakstiet vajadzīgo pretestības $R_{pap} =$ lielumu.

Uzdevums № 5.

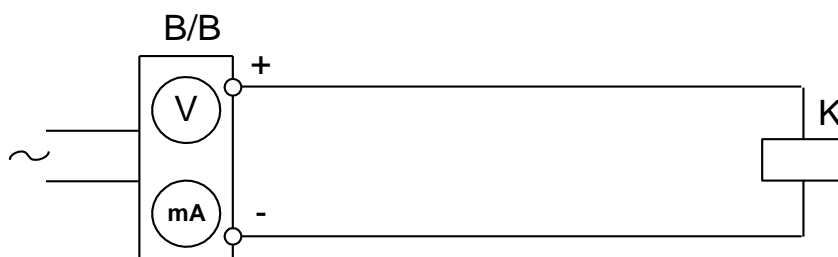
Elektromagnētiskie releji

Šī ierīce, strādājot automātikas, telemehānikas, telefonijas un tml. shēmās, ieslēdz, atslēdz vai pārslēdz (komutē) kontaktus vadības ķēdēs, padodot spriegumu šī releja (releja spolei) elektromagnēta spolei.

Katrs relejs tiek raksturots ar nominālā sprieguma un nostrādes strāvas, atslēgšanas sprieguma un strāvas, kontaktu pāru, kontaktu un citiem parametriem. Releji tiek izgatavoti līdzstrāvai un maiņstrāvai.

Uzdevums:

Noteikt vairākiem relejiem nostrādes un atslēgšanas strāvu un spriegumu lielumus.



Pieslēdziet releju barošanas blokam un, laideni paaugstinot spriegumu, ievērojiet, kad tie darbojas. Pierakstiet šī releja marku, nostrādes spriegumu un strāvu (pēc B/B iebūvētiem V un mA).

Piemērs:

Relejs PKM – 1T

$$U_{\text{darba}} = 5\text{v}$$

$$I_{\text{darba}} = 10\text{mA}$$

Tagad laideni samaziniet spriegumu un ievērojiet momentu, kad relejs atslēdzas.

Pierakstiet:

$$U_{\text{atsl}} = 1,5\text{v}$$

$$R_{\text{spoles}} = \quad (\Omega)$$

$$I_{\text{atsl}} = 3\text{mA}$$

- Salīdziniet atslēgšanās un ieslēgšanās strāvas un spriegumus;
- Izmēriet ar ommetru katra releja spoles pretestību un pierakstiet;
- Vienam no relejiem ar pretestību magazīnas palīdzību atrodiet papildpretestību, pie kuras tā nostrādes spriegums palielinās 2 reizes. Papildpretestību ieslēdz virknē ar releja spoli. Pierakstiet spriegumu un strāvu, kurā tas darbosies, kā arī papildpretestības lielumu.

Uzdevums № 6.**Kondensators līdzstrāvas ķēdē**

Kondensatori, kas pieslēgti līdzstrāvas avotam, uzlādējas līdz avota spriegumam un var saglabāt lādiņu ievērojami ilgu laiku. Laiks, kurā kondensators uzlādējas un izlādējas, atkarīgs no tā kapacitātes un ķēdes pretestības, pa kuru plūst uzlādes un izlādes strāva.

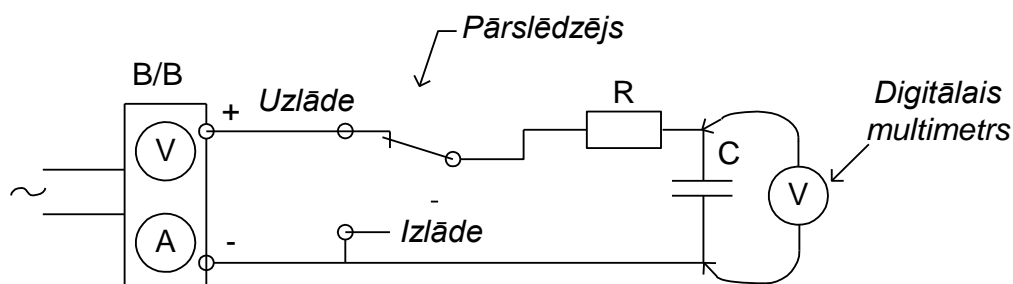
Līdzstrāvas ķēdēs kondensatorus izmanto pulsāciju samazināšanai, lai radītu laika pauzes (laika relejs), lai samazinātu kontaktu dzirksteļošanu un t.m.l.

Veiciet šādus mēģinājumus:

- 1) No sākuma, ievērojot polaritāti, pieslēdziet barošanas blokam mazāko kondensatoru (pluss pie plusa, mīnuss pie mīnusa) un uzlādējiet to līdz 15v spriegumam. Tagad pieslēdziet vadus no barošanas bloka pie 15v voltmetra, t.i. pieslēdziet kondensatoru pie voltmetra un novērojiet voltmetra rādījumus. Novērojumus ierakstiet atskaitē.
- 2) Tagad līdz 15v uzlādējiet lielo kondensatoru un izdariat to pašu. Salīdziniet abu mēģinājumu rezultātus.

3) Saslēdziet shēmu:

Par rezistoru R izmantojiet pretestību magazīnu.



Rezistora pretestība var būt no desmitiem Ω līdz desmitiem kiloomu. Iestādiet pretestību dažus simtus Ω . Pārslēdzēju novietojiet stāvoklī = uzlāde = . Ieregulējiet ar B/B jebkuru spriegumu un lai tas paliek pieslēgts.

Vajag izmērīt laiku, kurā kondensators uzlādēsies līdz strāvas avota spriegumam. Laiku vajag fiksēt pārslēdzēja ieslēgšanas brīdī stāvoklī = uzlāde = un novērot kondensatoram pieslēgtā voltmetra rādījumus.

Kad B/B spriegums un kondensatora spriegums izlīdzināsies vai būs tuvu vienādībai (vairāk nepalielinās), uzņemam laiku.

Pierakstiet rezultātus:

Kondensatora kapacitāte	$C =$
Pretestība	$R =$
Uzlādes laiks	$t =$
Izlādes laiks	$t =$

Mērīt vajag arī izlādes laiku.

Izdariet to ar 2ām – 3īm pretestībām.

Laboratorijas darbs № 9

Pretestības maiņstrāvas ķēdēs

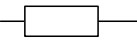
Darba mērķis: Apgūt vienkāršus mērījumus maiņstrāvas ķēdēs, pēc mēraparātu rādījumiem, aprēķināt pretestības.

Izmantotā iekārta: Induktivitātes spole, kondensatori – 2 gab., kvēlspuldze, stieples rezistors, ampērmetrs, voltmetrs, autotransformators.

Vispārīgas ziņas:

Maiņstrāvas ķēdes atšķirībā no līdzstrāvas dažādām elektroierīcēm piemīt dažāda veida pretestības. Izdala trīs grupas:

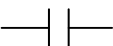
1. **Aktīvā pretestība $R(\Omega)$** – tās ir kvēlspuldzes, sildspirāles, vadi, t.i., paša vadītāja pretestība strāvai.

Grafiskais apzīmējums  (R pastāv gan maiņstrāvā, gan līdzstrāvā).



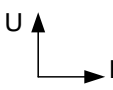

2. **Induktīvā pretestība $X_L(\Omega)$** – piemīt spolēm, elektrodzinējiem un transformatoriem maiņstrāvas ķēdēs, t.i., visiem elektriskajiem aparātiem, kuros ir tinumi. Rašanās iemesls – maiņstrāvas radītais magnētiskais lauks „bremzē” elektronu plūsmu. Reālai spolei piemīt gan induktīvā pretestība X_L , gan arī vadu aktīvā pretestība R .

Grafiskais apzīmējums  (X_L pastāv tikai maiņstrāvā).

3. **Kapacitatīvā pretestība $X_C(\Omega)$** – tās ir kondensatori. (X_C pastāv tikai maiņstrāvā). Elektroni caur kondensatoru izplūst nevar, jo starp tā platēm atrodas dielektriķis. Taču, tā kā maiņstrāva nepārtraukti mainot virzienu kondensatoru gan uzlādē, gan izlādē, elektriskais impulss tiek padots tālāk pa elektrisko ķēdi un elektroni visā ķēdē svārstās. Tādējādi var secināt, ka maiņstrāva caur kondensatoru plūst.

Grafiskais apzīmējums 

Visas trīs pretestības dažādi ietekmē fāzu nobīdi starp strāvu un spriegumu:

- Aktīvai pretestībai fāzu nobīde 
starp U un I ir 0 grādu 
- Induktīvai pretestībai U apsteidz I par 90 grādiem 
- Kapacitatīvai pretestībai U atpaliek no I par 90 grādiem 

Fāzu nobīde ietekmē patērētās jaudas veidu:

- Aktīvā pretestība patērē aktīvo jaudu $P(W)$ – tā izdalās **siltuma, gaismas vai kustības enerģijā.**
- Induktīvā un kapacitatīvā pretestība patērē reaktīvo jaudu $Q(Var)$ – tā **neizdalās nekādā enerģijas** veidā, jo jauda no tīklā tiek patērēta un atdota atpakaļ tīklā perioda laikā divas reizes.

Pretestību noteikšana

1. Aktīvā pretestība R atkarīga no:

- Materiāla īpatnējās pretestības $\rho = \left(\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \right)$, varam $\rho = 0,0175 \left(\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \right)$,

$$\text{Alumīnijam } \rho = 0,027 \left(\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \right);$$

- Vadītāja šķērsriezuma – S(mm²), savukārt $s = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$, kur d- vada diametrs Ø (mm);
- Vadītāja garuma – l(m);
- Vadītāja temperatūras.

Aktīvo pretestību var noteikt ar sekojošiem paņēmieniem:

- izmērīt ar ommetru;
- aprēķināt pēc vadītāja ģeometriskajiem izmēriem $R = \rho \frac{l}{S}$;
- aprēķināt pēc Oma formulas, ja izmērīta strāva un spriegums $R = \frac{U}{I}$;

2. Induktīvā pretestība atkarīga no:

- Spoles induktivitātes L(H), kas savukārt ir atkarīga no spoles ģeometriskajiem izmēriem un serdes materiāla;
- Maiņstrāvas frekvences f(Hz);

Induktīvo pretestību ar ommetru izmērīt nevar, jo tas uzrāda tikai spoles vadu aktīvo pretestību. Induktīvo pretestību var noteikt tikai aprēķinot ar sekojošiem paņēmieniem:

- aprēķināt pēc formulas $X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L(\Omega)$, kur induktivitāti L nosaka izmērot ar

$$\text{speciālu mēraparātu vai aprēķinot pēc formulas } L = \frac{w^2 \cdot \mu \cdot S}{l},$$

kur w –spoles vijumu skaits,

μ - serdes materiāla relatīvā magnētiskā caurlaidība;

S – spoles šķērsriezums (mm²),

l – spoles garums (m).

- aprēķināt pēc formulas $Z^2 = X_L^2 + R^2 \Rightarrow X_L = \sqrt{Z^2 - R^2}$, kur
Z – spoles pilnā pretestība, ko var noteikt pēc Oma formulas, izmērot strāvu un spriegumu $Z = \frac{U}{I}$,
R – spoles aktīvā pretestība, ko visērtāk ir noteikt ar ommetru.

3. Kapacitīvā pretestība X_C atkarīga no:

- Kondensatora kapacitātes C(F),
- Maiņstrāvas frekvences f(Hz).

Kapacitīvo pretestību tiešā veidā ar ommetru izmērīt nevar, jo tas uzrāda bezgalīgu pretestību. To var tikai aprēķināt ar sekojošiem paņēmieniem:

- aprēķināt pēc formulas $X_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$, kur f – maiņstrāvas frekvence (Hz),
C- kondensatora kapacitāte (F), ko var nolasīt uz kondensatora korpusa mērvienībās mF, μ F vai pF.
- aprēķināt pēc Oma formulas, kondensatoru pieslēdzot pie maiņstrāvas un izmērot strāvu un spriegumu $Z = \frac{U}{I}$.

Uzdevums № 1.

Noteikt dotās aktīvas pretestības R vērtību ar sekojošiem paņēmieniem (skatīt apraksta lapu 1-2):

1. Izmērīt ar ommetru R=
2. Aprēķināt pēc ģeometriskajiem izmēriem $R = \rho \frac{l}{S}$,
3. Aprēķināt pēc Oma likuma $R = \frac{U}{I}$, U un I izmērīt, R pieslēdzot pie sprieguma.

Ja I ir maza un ar dotajiem ampērmetriem izmērīt nevar, ir jāpaņem mA. (jautāt skolotāja).

Ja R pieslēgta pie līdzstrāvas avota.

Ja R pieslēgta pie maiņstrāvas avota.

Uzmanību! 30 Ω rezistoru nedrīkst pieslēgt pie sprieguma lielāka par 75 V.
Iegūtos rezultātus apkopot tabulā.

Nr.	Pretestības veids	Mērīts ar ommetru (Ω)	$R = \rho \frac{l}{S}$, (Ω)	$R = \frac{U}{I}$, (Ω) Līdzstrāva	$R = \frac{U}{I}$, (Ω) Maiņstrāva
1	Magnētiskā palaidēja spole				
2	Spuldze		Nevar noteikt		
3	Rezistors		Nevar noteikt		Nedrīkst

Atskaitē:

- Parādīt visus aprēķinus;
- Izskaidrot iegūtos rezultātus;
- Kāpēc ar dažādām metodēm noteiktās R vērtības ir dažādas?
- No kā atkarīga aktīvā pretestība?

Uzdevums № 2.

Noteikt dotās induktīvas pretestības X_L vērtību izmantojot sekojošus paņēmienus (skatīt apraksta lapu 1-2):

1. Aprēķinot pēc formulas $X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$, kur
L – spoles induktivitāte.
2. Aprēķinot pēc formulas $X_L = \sqrt{Z^2 - R^2}$, kur
Z – spoles pilnā pretestība, kuru var noteikt pēc Oma formulas spoli pieslēdzot maiņstrāvai,

R – spoles aktīvā pretestība, kuru var noteikt ar vienu no 1. uzdevumā ieteiktajiem paņēmieniem.

Mērījumus veikt divām dotajām spolēm.

Rezultātus apkopot tabulā.

Nr.	Pretestības veids	$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$, (Ω)	$X_L = \sqrt{Z^2 - R^2}$, (Ω)
1	Spole ar garo serdi		
2	Spole ar īso serdi		
3	Magnētiskā pal. spole		

Atskaitē:

- Parādīt visus aprēķinus;
- Kāpēc atšķiras induktīvā pretestība spolei ar garo serdi un īso serdi?
- Kāpēc atšķiras rezultāti, kas iegūti ar 1. un 2. metodi?
- No kā atkarīga induktīvā pretestība?

Uzdevums № 3.

Noteikt dotās kapacitatīvās pretestības X_C vērtību izmantojot sekojošus paņēmienus (skatīt lapu 1-2):

1. Aprēķinot pēc formulas $X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$,

kur C- kondensatora kapacitāte, kuru nolasa no kondensatora pases (ņemiet vērā, ka uz kondensatora kapacitāte ir mērvienībās mF, μ F vai pF, bet formulā jāievieto F).

2. Aprēķinot pēc Oma formulas $X_C = \frac{U}{I}$.

Mērījumus veikt diviem dotajiem kondensatoriem.

Rezultātus apkopot tabulā.

Nr.	Kondensatora kapacitāte (μ F)	$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$, (Ω)	$X_C = \frac{U}{I}$, (Ω)
1	10		
2	20		

Atskaitē:

- Parādīt aprēķinu gaitu;
- Kā kondensatora kapacitāte iespaido tā pretestību un caurplūstošo strāvu I?
 $C \uparrow$, X_C ? I?
- No kā atkarīga kapacitīvā pretestība?

Laboratorijas darbs № 10

Mainstrāvas ķēdes

Darba mērķis: Izpētīt parādības maiņstrāvas ķēdēs ar paralēlo kondensatora un spoles slēgumu, kā arī strāvu sadalījumu šajās ķēdēs.

Izmantotā iekārta: Induktivitātes spole, kondensatori – 2 gab., kvēlspuldze, stieples rezistors, ampērmetrs, voltmets, autotransformators.

Vispārīgas ziņas:

Mainstrāvas ķēdes izšķir trīs pretestību veidus – aktīvo, induktīvo un kapacitīvo. Aktīvajā pretestībā strāva un spriegums sakrīt fāzē, tāpēc jauda tajā vienmēr ir pozitīva, t.i. pilnībā tiek patērēta.

Induktīvā pretestība piemīt el.mašīnu, aparātu un ierīču tinumam (spolei). Induktivitāte rada fāžu nobīdi starp strāvu un spriegumu (pie ideālas induktivitātes – 90° , pie reālas - mazāk par 90°), kā rezultātā jauda induktīvā pretestībā netiek patērēta, bet atgriežas strāvas avotā un to sauc par reaktīvo jaudu.

Tas pats notiek ar kapacitīvo pretestību (kondensatoru), tikai atšķirība ir tādas, ka induktivitātē strāva atpaliek fāzē no sprieguma, bet kapacitātē apsteidz.

Aktīvā pretestība R pie strāvas frekvences 50-60 Hz maz atšķiras no omiskās un to mēra ar ommetru tāpat kā līdzstrāvā.

Induktīvo pretestību aprēķina pēc formulas:

$$X_L = 2\pi \cdot f \cdot L \quad (\Omega),$$

kur f – strāvas frekvence – Hz,

L – induktivitāte – H (henrijs).

Kapacitīvo pretestību aprēķina pēc formulas:

$$X_C = \frac{1}{2\pi f \cdot C} \quad (\Omega),$$

kur f – strāvas frekvence - Hz,

C – kapacitāte – F (farads).

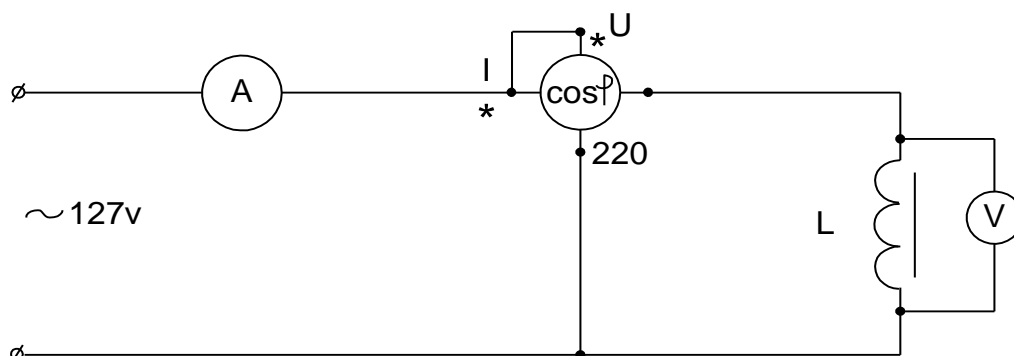
Ja el.ķēde satur vienlaikus aktīvo, induktīvo un kapacitīvo pretestību, tad tiek noteikta tās pilnā pretestībā -

$$Z = \frac{U}{I} \quad \text{vai} \quad Z = \sqrt{R^2 + x^2}$$

Uzdevums № 1.

Induktivitātes pētīšana

Saslēdziet el.shēmu № 1.



Shēma 1

Pieslēdziet spriegumu un pierakstiet visu aparātu rādījumus:

$$I = \quad A, \quad U = \quad V, \quad \cos \varphi =$$

nobīdes leņķis $\varphi =$ (aprēķināt ar kalkulatoru)

Aprēķiniet:

- Pilnu jaudu $S = U \cdot I$ (VA)

- Aktīvo jaudu $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$ (W)

- Pilno pretestību $Z = \frac{U}{I}$ (Ω)

- Aktīvo pretestību $R = Z \cdot \cos \varphi$ (Ω)

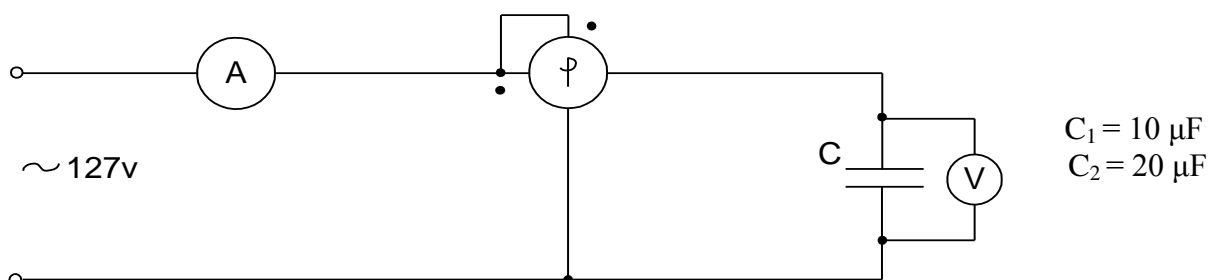
- Induktīvo pretestību $X_L = \sqrt{Z^2 - R^2}$ (Ω)

Kāpēc spolei ir zems $\cos \varphi$?

Uzdevums № 2.

Kapacitātes pētīšana

Saslēdziet el.shēmu № 2.



Pieslēdziet spriegumu un pierakstiet visu aparātu rādījumus:

$$I = \quad A, \quad U = \quad V, \quad \cos \varphi =$$

$\varphi =$ (nobīdes leņķi nosakiet ar aparātu vai ar mikrokalkulatoru)

Aprēķināt:

- Pilno jaudu $S = U \cdot I$ (VA)

- Aktīvo jaudu $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$ (W)

- Pilno pretestību $Z = \frac{U}{I}$ (Ω)

- Aktīvo pretestību $R = Z \cdot \cos \varphi$

- Kapacitīvo pretestību $X_C = \sqrt{Z^2 - R^2}$ vai

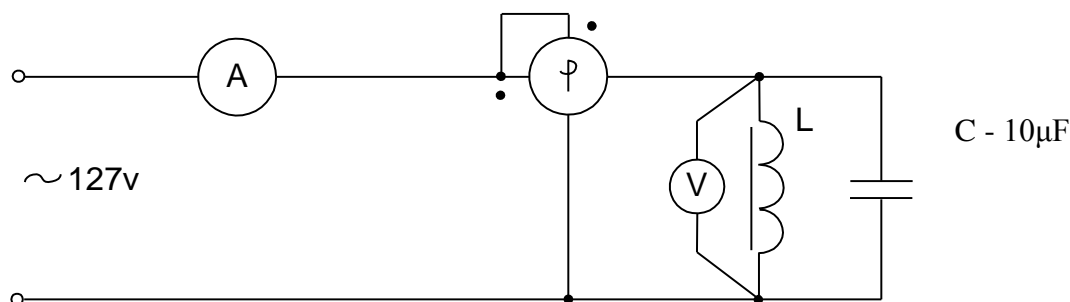
$$X_C = \frac{1 \times 10^6}{2\pi f \times C (\mu F)}$$

Kāpēc kondensatoram ļoti zems $\cos \varphi$?

Uzdevums № 3.

Induktivitātes un kapacitātes paralēlais slēgums

Saslēdziet el.shēmu № 3.



Pieslēdziet spriegumu un pierakstiet visu aparātu rādījumus:

$I =$ $A,$ $U =$ $v,$ $\cos \varphi =$

$\varphi =$

Aprēķiniet:

- Pilnu jaudu

$$S = U \cdot I$$

- Aktīvo jaudu

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Uzdevums № 4.

Šajā shēmā paralēli kondensatoram $10 \mu F$ pieslēdziet vēl vienu kondensatoru ar kapacitāti $20 \mu F$. Pierakstiet aparātu rādījumus un aprēķiniet:

S un P kā uzdevumā № 3.

Uzdevums № 5.

Atbildiet uz jautājumiem:

- 1) No kā ir atkarīgs $\cos \varphi$ maiņstrāvas ķēdēs?
- 2) Kā izmainījās spoles no tīkla patērējamās strāvas, kad tām paralēli pieslēdzām kondensatoru $10 \mu F$, pēc tam $20 \mu F$?
- 3) Kā izmainījās nobīdes leņķis φ ķēdē, kad spolei paralēli pieslēdzām kapacitāti $10 \mu F$, pēc tam $20 \mu F$?
- 4) Kā izmainījās spolei aktīvā jauda P pēc tam, kad tai pieslēdzām kondensatorus?
- 5) Kāda nozīme ir $\cos \varphi$ elektroiekārtās?

Laboratorijas darbs № 11

Trīsfāžu maiņstrāva

Darba mērķis: Eksperimentāli pārbaudīt līniju un fāžu attiecības strāvām un spriegumiem trīsfāžu sistēmās. Izpētīt trīsfāžu sistēmas īpatnības zvaigznes un trijstūra slēgumos.

Izmantotā iekārta: Kvēlspuldzes – 4 gab., ampērmetri – 3 gab., voltmetri – 3 gab., 3-is fāžu vatmetrs.

Vispārīgas ziņas

Izšķir divas trīsfāžu strāvas sistēmas, kuras veidojas savienojot trīsfāžu ģeneratoru tinumus zvaigznē ar nulles izvadu – tā ir četrvadu sistēma, bet savienojot ģeneratora tinumus trijstūrī veidojas trīsvalu sistēma. Trīsvalu sistēma var būt arī savienojot zvaigznē, ja neitrāle netiek izmantota. Spriegumu starp divām fāzēm (starp līnijas vadiem) sauc par līnijas, bet spriegumu uz viena tinuma (uz vienas spuldzes un tml.) sauc par fāžu spriegumu.

Savienojot zvaigznē līnijas spriegums lielāks par fāžu par $\sqrt{3}$, bet trijstūrī tie vienādi, t.i. vienlaikus fāžu un līnijas. Pie vienmērīgas un simetriskas fāžu slodzes līnijas un fāžu strāvas savienojot zvaigznē ir vienādas $I_L = I_F$, t.i. viena un tā pati strāva. Savienojot trijstūrī līnijas strāva lielāka par fāžu par $\sqrt{3}$.

$$U_L = U_F$$

$$U_L = \sqrt{3}U_F$$

$$I_L = \sqrt{3}I_F$$

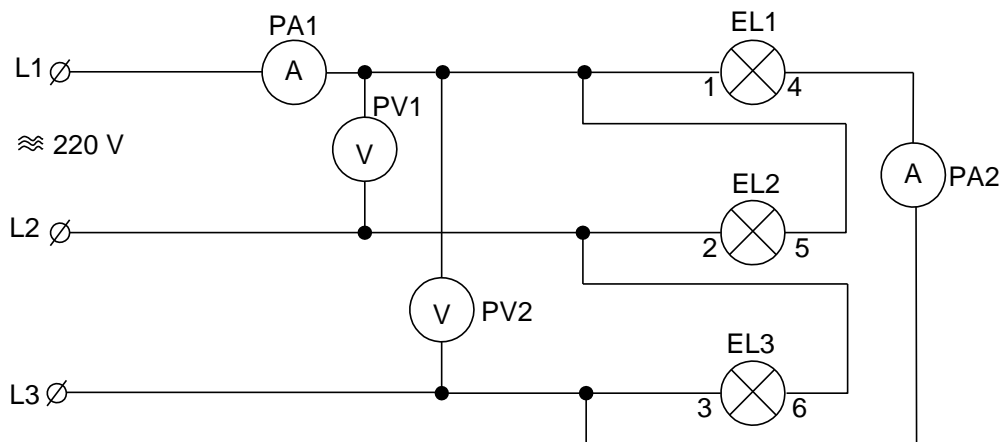
$$I_L = I_F \quad \sqrt{3} = 1,73$$

Uzdevums № 1.

Iezīmējiet atskaitē shēmu Nr.1, saslēdziet spuldžu trijstūra slēguma shēmu. Pie aparātu PA1, PA2, PV1, PV2 pozīciju apzīmējumiem pierakstiet lielumus, ko tie rāda, t.i. I_L , I_F , U_L , U_F .

Padodiet spriegumu un pierakstiet aparātu radījumus kā parādīts zem shēmas.

Shēma Nr.1.



1. Ko rāda PA1?

2. Ko rāda PA2?

3. $U_L =$ $U_F =$

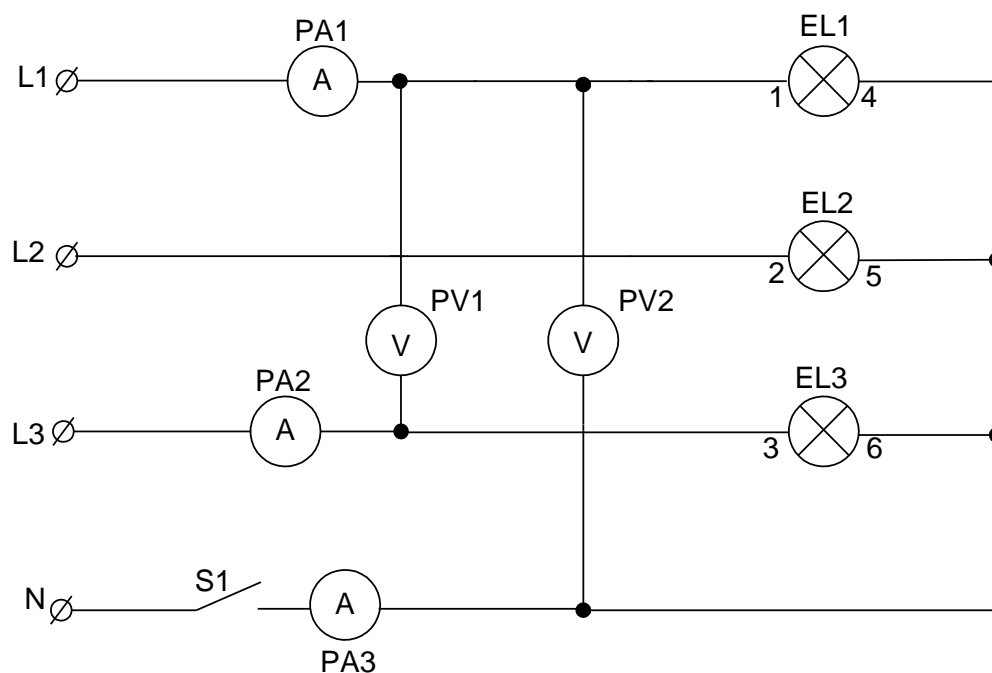
4. $I_L =$ $I_F =$

Attiecības: $\frac{U_L}{U_F} =$ $\frac{I_L}{I_F} =$

Nosakiet attiecības starp līnijas un fāzu strāvu un spriegumu lielumiem trijstūrī, t.i. izdaliet līnijas lielumu ar fāzu. Izdariet secinājumus un ierakstiet tos atskaitē. Šai shēmā atvienojiet jebkuru vienu līnijas vadu (fāzi) no barošanas spaiļes un ieslēdziet spriegumu. Pierakstiet, kas izmainījās. Pierakstiet atskaitē, kā deg spuldzes pie atvienotas vienas fāzes. Paskaidrojiet kāpēc un izdariet secinājumus. Tagad atslēdziet vēl vienu fāzi, ieslēdziet un pierakstiet, ko novērojāt?

Uzdevums № 2.

- ◆ Saslēdziet shēmu Nr.2 – spuldzes zvaigznes slēgumā. Iezīmējiet to atskaitē un tāpat kā uzdevumā Nr.1 atzīmējiet pie aparātu apzīmējumiem lielumus, kurus tie rāda, t.i. I_L, I_F, U_L, U_F, I_N .
- ◆ Pieslēdziet spriegumu un pierakstiet aparātu rādījumus, kā parādīts zem shēmas.
- ◆ Nosakiet attiecības starp līnijas un fāzu strāvu un spriegumu vērtībām. Secinājumus ierakstiet atskaitē.



1. Ko rāda PV1?

2. Ko rāda PV2?

3. $U_L =$ $U_F =$

4. $I_L =$ $I_F =$ $I_{NULLES} =$

Attiecības: $\frac{U_L}{U_F} =$ $\frac{I_L}{I_F} =$

Tagad šai shēmā atvienojiet no barošanas spaiļēm nulles vadu un vienu jebkuru līnijas vadu (fāzi). Ieslēdziet spriegumu. Kas izmainījās? Pierakstiet atskaitē kā deg spuldzes. Izmēriet spriegumu uz katras spuldzes un pierakstiet tos atskaitē. Salīdziniet izmērītos

spriegumus ar tiem, kuri bija normālā režīmā (ar fāzu). Paskaidrojiet, kāpēc nedaudz samazinājās sprieguma kritums uz spuldzēm, kas turpina kvēlot!

- ◆ Pievienojiet atpakaļ spailēm nullvadu, kurš bija atslēgts, bet fāzes vads paliek atvienots. Ieslēdziet spriegumu. Kas izmainījās? Pievērsiet uzmanību ampēmetra rādījumiem nullvadā. Vai nullvadā ir strāva? Novērojumus ierakstiet atskaitē. Kāpēc strāva parādījās nullvadā? Atslēdziet spriegumu. Pievienojiet atpakaļ atvienoto līnijas vadu (fāzi) un ieslēdziet spriegumu. Kas notika ar strāvu nullvadā un kāpēc? Izdariet secinājumus un ierakstiet atskaitē. Demontējiet shēmu.

Uzdevums № 3.

Izmērīt zvaigznē saslēgtu 3 spuldžu jaudu ar 3-fāžu vatmetra palīdzību. Uzzīmēt shēmu. Vatmetra rādījumus ierakstīt atskaitē.

Uzdevums № 4.

Izmērīt trijstūrī saslēgtu spuldžu jaudu. Izskaidrot, kāpēc Υ un \triangle saslēgto spuldžu jauda atšķiras.

Uzdevums № 5.

Izmantojot 1.uzd. un 2.uzd.iegūtos rezultātus aprēķināt Υ un \triangle saslēgto spuldžu jaudu.

Atbildēt uz jautājumiem:

1. Kāpēc zvaigznes slēgumā līnijas spriegums lielāks par fāžu par $\sqrt{3}$? Kāpēc trijstūra slēgumā pie vienmērīgas slodzes fāzēs līnijas strāva lielāka par fāžu par $\sqrt{3}$?
2. Ja spuldzes paredzētas nominālajam spriegumam 220V, tad pēc kādas shēmas (zvaigzne vai trijstūris) tās ir jāieslēdz tīklā ar līnijas spriegumu 380V? Kāpēc?
3. Kāpēc četrvadu tīklos līdz 1000V nullesvada pārrāvums ir avārija?
4. Kāds vads četrvadu sistēmā ir kopējs vienfāžu elektropatērētājiem?

Laboratorijas darbs № 12

Līdzstrāvas mašīnas

Darba mērķis: Apgūt prasmi montēt līdzstrāvas dzinēja un ģeneratora ar neatkarīgu ierosmi ieslēgšanas shēmas, konstruēt ģeneratora regulēšanas raksturliikni.

Izmantotā iekārta: Līdzstrāvas mašīnas – 2 gab., reostati – 2 gab., ampērmetsrs 0-3A, ampērmetsrs 0-10A, voltmetsrs 0-50V, barošanas bloks DC – 2gab.

Vispārīgas ziņas

Līdzstrāvas mašīnas plaši tiek izmantotas kā elektrodzinēji un ģeneratori. Piemēram, kā elektrotransporta un dzelzceļa lokomotīvu vilces dzinēji, uz kuriem dīzeļdzinējs griež ģeneratoru, bet riteņu piedziņu veic līdzstrāvas dzinēji. Bez tā vēl visi automobiļu elektrodzinēji – līdzstrāvas. Pārvietojamiem metināšanas agregātiem ir līdzstrāvas ģeneratori. Jaudīgās elektrostacijās maiņstrāvas ģeneratori tiek baroti ar ierosmes strāvu no līdzstrāvas ģeneratoriem un t.m.l.

Pēc ierosmes veida līdzstrāvas mašīnas tiek iedalītas sekojošās grupās:

- ar neatkarīgu ierosmi;
- ar virknes ierosmi;
- ar paralēlo ierosmi;
- ar jaukto ierosmi.

Bez tam līdzstrāvas ģeneratoriem izšķir neatkarīgo un pašierosmi.

1. daļa Līdzstrāvas dzinēji

Uzdevums № 1.

Apskatīt līdzstrāvas mašīnas, izrakstīt abu mašīnu pasu datus.

Iepazīties ar vadības paneli.

Pases dati:

Mašīna Nr.1 $U_N = 24 \text{ V}$
 $I_N = 2,6 \text{ A}$
 $n = 3000 \text{ apgr./min.}$

Mašīna Nr.2 $U_N = 24 \text{ V}$
 $I_N = 6,4 \text{ A}$
 $n = 3000 \text{ apgr./min.}$

Uzdevums № 2.

Saslēdziet shēmu Nr.1. Šai shēmā mašīna Nr.2 izpilda elektrodzinēja funkcijas, bet magnetoelektriskā mašīna Nr.1 strādās ģeneratora režīmā un ir slodze dzinējam.

- Pirms sprieguma padošanas shēmai reostatus noregulējiet vidējā stāvoklī.
- Ieslēdziet barošanu un ar sprieguma regulatoru pēc voltmetra PV1 iestādiet 24V.
- Reostatu RR1 pagrieziet pa labi līdz galam, t.i., uz minimālo pretestību.
- Arī reostatu RR2 noregulējiet uz minimālo pretestību – pa labi.
- Pierakstiet aparātu PA1, PA2, PV1 rādījumus.

Ierosmes strāva (PA1)	$I_{ie} =$	A
Enkura strāva (PA2)	$I_a =$	A
Enkura spriegums (PV1)	$U_a =$	V

Dzinēju neizslēdziet.

Uzdevums № 3.

Veiciet sekojošus mēģinājumus un rezultātus ierakstiet atskaitē:

- Strādājošam dzinējam samaziniet ierosmes strāvu (RR1 grieziet pa kreisi).
Kā izmainījās enkura griešanās ātrums?
Kā izmainījās enkura strāva (PA1)?
- Palieliniet ierosmes strāvu (RR1 grieziet pa labi).
Kā mainās enkura apgriezieni?
Kā izmainījās enkura strāva (PA1)?
- Samaziniet enkura strāvu (RR2 – pa kreisi).
Kā izmainījās enkura apgriezieni?
- Palieliniet enkura strāvu (RR2 – pa labi).
Kā izmainījās enkura apgriezieni?
- Ar regulatoru samaziniet enkura spriegumu (PV1).
Kā izmainījās enkura apgriezieni?
- Ar regulatoru palieliniet enkura spriegumu (PV2).
Kā izmainījās enkura apgriezieni?

Atslēdziet dzinēju

- - Atbildiet uz jautājumiem:
Kā var regulēt līdzstrāvas dzinēju apgriezienus?

Uzdevums № 4.

- Palaidiet dzinēju un pievērsiet uzmanību tā rotācijas virzienam. Apturiet dzinēju.
- Pamainiet vietām vadus uz spailēm III₁, III₂ un atkal palaidiet dzinēju. Kas izmainījās dzinēja darbībā? Ierakstiet atskaitē. Iegaumējiet rotācijas virzienu. Apturiet dzinēju.
- Tagad pamainiet vietām vadus uz spailēm Я₁, Я₂ un palaidiet dzinēju. Kas mainījies? Pierakstiet un iegaumējiet rotācijas virzienu. Atslēdziet.
- Pamainiet vienlaicīgi vietā vadus uz spailēm III₁, III₂ un Я₁, Я₂. Iedarbiniet dzinēju. Kas novērojams? Ierakstiet atskaitē. Apturiet dzinēju.
- Atbildiet uz jautājumu:
Kā var reversēt līdzstrāvas dzinēju?
- Papildus uzdevumu pirmajai daļai jautājiet pasniedzējam.

Pārejiet pie otrās daļas izpildes.

2.daļa

Līdzstrāvas ģeneratori

Uzdevums № 1.

Saslēdziet 2. shēmu. Tas ir ģenerators ar neatkarīgu ierosmi.

Šai shēmā magnetoelektriskā mašīna Nr.1 izpilda vilces dzinēja funkcijas, ģenerators – mašīna Nr.2.

Uzdevums № 2.

Pirms palaišanas reostatu RR1 ģenerators ierosmes ķēdē noregulējiet uz maksimālo pretestību vai pa vidu. Ieslēdziet barošanu un ar sprieguma regulatoru iestādiet spriegumu uz vilces dzinēja (1 mašīna) spailēm $\mathcal{A}_1, \mathcal{A}_2$ 24 V. Kad ģenerators iegriezīsies ar reostatu RR1 palieliniet ierosmes strāvu līdz maksimāli iespējamai. Pievērsiet uzmanību ampērmetra PA2 un voltmetra PV1 rādījumiem. Ja to šautriņas pārvietošanas pretējā virzienā, tad vajag pamainīt vietām vadus uz šo aparātu spailēm. Nosakiet ģenerators ražotā sprieguma polaritāti, t.i., kur pluss (+) un kur mīnuss (-). To var noteikt pēc voltmetra PV1. Ja tas ir pareizi ieslēgts, t.i. rāda spriegumu, tad tā pozitīvā spaiļe (+) savienota ar enkura plusa spaili. Pierakstiet ģenerators enkura sprieguma polaritāti.

\mathcal{A}_1 – (pluss vai mīnuss) (+ -)

\mathcal{A}_2 - (pluss vai mīnuss) (+ -)

Uzdevums № 3.

- Samaziniet ar reostatu RR1 ģenerators ierosmes strāvu un novērojiet sprieguma izmaiņas uz ģenerators enkura (PV1). Pierakstiet novērojumus atskaitē.
- Palieliniet ierosmes strāvu un novērojiet spriegumu uz enkura (PV1). Pierakstiet.
- Atbildiet uz jautājumu: Kā ģenerators spriegums atkarīgs no ierosmes strāvas? Kāpēc?

Uzdevums № 4.

- Iestādiet maksimālo ierosmes strāvu.
- Tagad samaziniet vilces dzinēja apgriezienus (ar sprieguma regulatoru) un novērojiet sprieguma izmaiņas dzinēja enkura (PV1). Pierakstiet.
- Palieliniet vilces dzinēja apgriezienus. Kā mainās ģenerators spriegums?
- Kā ģenerators spriegums atkarīgs no griešanās ātruma? Kāpēc?
- Apturiet ģenerators.

Uzdevums № 5.

Reversējiet vilces dzinēju (pamainiet vietām vadus uz spailēm $\mathcal{A}_1, \mathcal{A}_2$) un palaidiet to. Pievērsiet uzmanību aparātu PA2 un PV1 rādījumiem. Kas noticis? Paskaidrojiet to.

Uzdevums № 6.

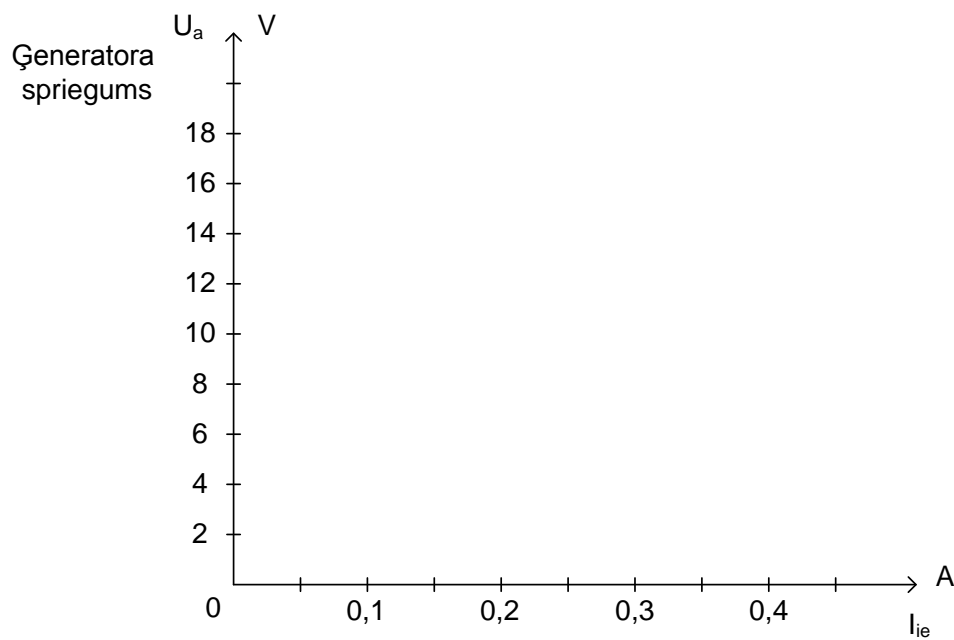
Konstruējiet ģenerators regulēšanas raksturlīkni. Regulēšanas raksturlīkne grafiski parāda ģenerators spriegumu atkarību no ierosmes strāvas pie nemainīga griešanās ātruma.

- Sagatavojiet tabulu un grafiku (skatīt zemāk).
- Ierosmes ķēdes reostatu RR1 iestādiet uz maksimālo pretestību (pa kreisi līdz galam).
- Iegrieziet ģenerators līdz nominālajam ātrumam (24V uz dzinēja spailēm).
- Ar reostatu RR1 iestādiet ierosmes strāvu 0,1A (PA1) un ierakstiet tabulā ierosmes strāvas I_{ie} un ģenerators sprieguma U_a vērtības.
- Tālāk pakāpeniski palieliniet ierosmes strāvu par 0,1A līdz maksimāli iespējamai un rezultātus ierakstiet tabulā.
- Pēc tabulas datiem konstruējiet regulēšanas raksturlīknes grafiku.

Uzdevums № 7.

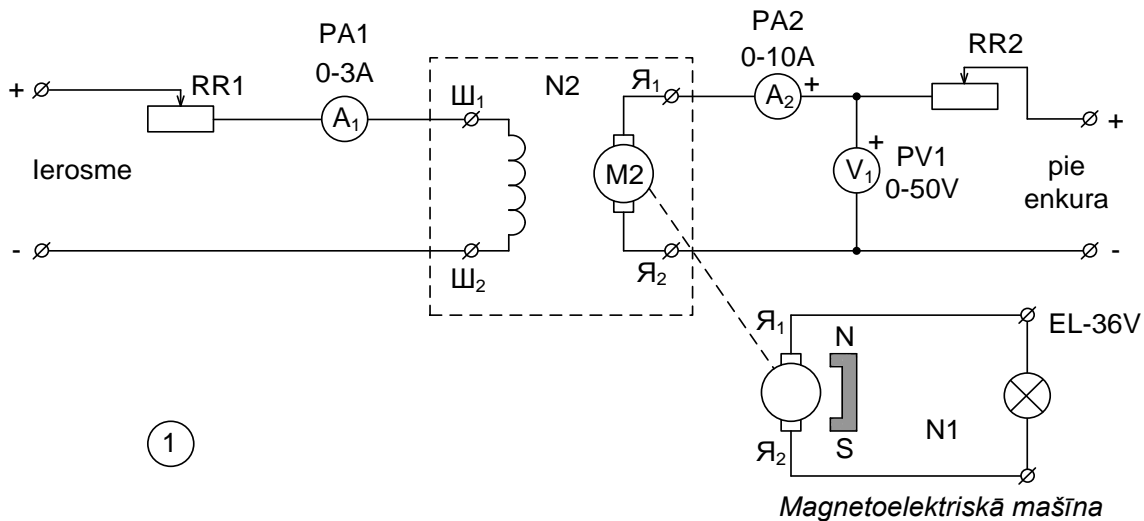
Pēc pasniedzēja norādījumiem.

Sakārtojiet darba vietu.

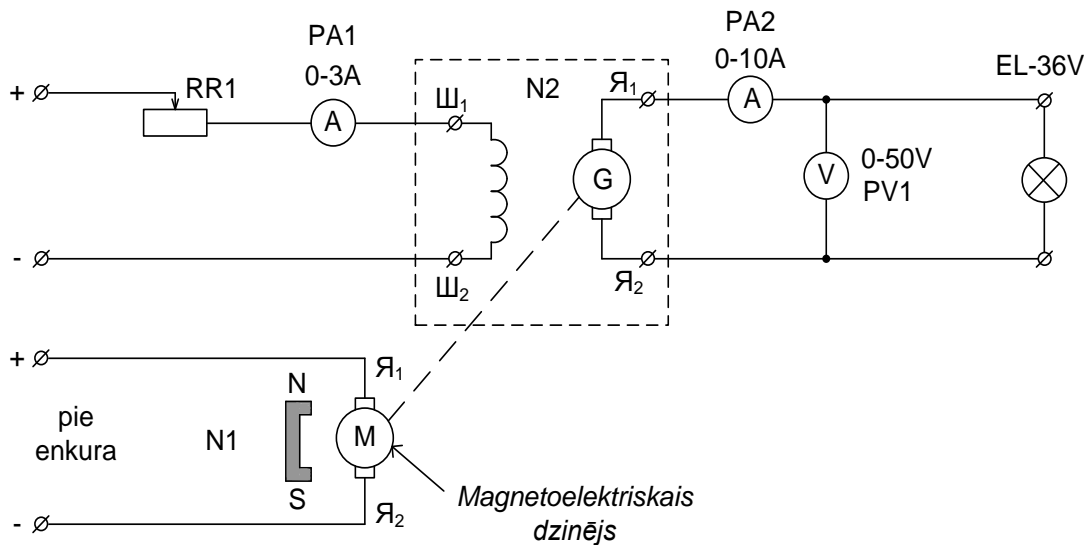


Regulēšanas raksturlīkne

Līdzstrāvas dzinēja 1. el.shēma
uzdevumiem Nr. 1 – 3



1



2

Līdzstrāvas ģenerators el.shēma. 2.daļa

Laboratorijas darbs № 13**Vienfāžu transformatori**

Darba mērķis: Transformatoru parametru un raksturojumu noteikšana.

Izmantotā iekārta: Autotransformators, transformators 230/12V, voltmeters AC 0-250V, voltmeters AC 0-30V, ampērmeters AC 0-2A, ampērmeters AC 0-10A, vatmeters 0-300W, ampērmeters AC 0-50A.

Uzdevums № 1.

Apskatīt transformatoru. Izrakstīt pases datus:

$$U_{1N} = \text{V} \quad U_{2N} = \text{V} \quad S = \text{VA}$$

$$I_{1N} = \text{A} \quad I_{2N} = \text{A} \quad K = \frac{U_1}{U_2} =$$

- 1) Saslēgt shēmu, kas parādīta 1.zīmējumā. Sekundārā tinuma ķēde pārtraukta - tas ir tukšgaitas režīms. Pēc pases datiem aprēķiniet transformācijas koeficientu un rezultātu ierakstiet 1.tabulas pirmajā ailē. Pēc tam izmēriet primāro un sekundāro spriegumu ar digitālo multimetru pie dažādiem U_1 lielumiem, kuri uzrādīti tabulā. Salīdziniet transformācijas koeficienta «K» lielumus pie dažādiem spriegumiem ar pases datiem un izdariet secinājumus.

1. tabula

Pēc pases	Pie dažādiem primārajiem spriegumiem				
$U_1 = 230 \text{ V}$	$U_1 = 50 \text{ V}$	$U_1 = 100 \text{ V}$	$U_1 = 150 \text{ V}$	$U_1 = 200 \text{ V}$	$U_1 = 230 \text{ V}$
$U_2 = 12 \text{ V}$	$U_2 =$	$U_2 =$	$U_2 =$	$U_2 =$	$U_2 =$
$K = \frac{U_1}{U_2} =$	$K = \frac{U_1}{U_2} =$	$K = \frac{U_1}{U_2} =$	$K = \frac{U_1}{U_2} =$	$K = \frac{U_1}{U_2} =$	$K = \frac{U_1}{U_2} =$

- 2) Ar regulatoru noregulējiet spriegumu – 230 V primārajā tinumā.

Pierakstiet visu aparātu mērījumus:

$$U_1 = \quad I_0 = \quad P_{\text{mag}} = \quad U_2 =$$

Tukšgaitas mēģinājumā noteicām serdes uzmagnetizēšanas jaudas zudumus – P_{mag} un tukšgaitas strāvu.

Uzdevums № 2.**Transformatora slodzes režīms**

Transformatora primāro nominālo strāvu (aptuveni) var noteikt pēc formulas:

$$I_{1N} = \frac{S}{U_1} \text{ A}$$

S – transformatora pilnā jauda pēc pases datiem – VA.

U_1 – nominālais primārais spriegums.

Aprēķiniet I_{1N} un ierakstiet atskaitē.

Sekundārā nominālā strāva zināma no transformatora pases datiem.

Ieslēdziet sekundārajā tinumā ampērmetru un reostatu, kā parādīts 2.zīmējuma shēmā.

Sagatavojiet tabulu Nr.2.

Iestādiet reostatu uz pašu lielāko pretestību.

Tagad laideni primārajā tinumā paaugstiniet spriegumu līdz nominālajam.

Ar reostata palīdzību iestādiet sekundāro strāvu 3A un pierakstiet primārā ampērmetra un sekundārā sprieguma rādījumus tabulā. Tālāk veiciet visu lielumu mērījumus pie sekundārajām strāvām, kas uzrādītas tabulā.

Nº	Slodzes strāva I_2	Sekundārais spriegums U_2	Primārstrāva
1	$I_2 = 3 \text{ A}$	$U_2 =$	$I_1 =$
2	$I_2 = 6 \text{ A} - 10\text{A}$	$U_2 =$	$I_1 =$
3	$I_2 = 10 \text{ A} - 15\text{A}$	$U_2 =$	$I_1 =$

Ierakstiet atskaitē:

- Kas notiek ar primārās strāvas lielumu, ja sekundārā palielinās?
- Kā mainās sekundārā sprieguma lielums, ja palielina slodzes strāvu?

Uzdevums № 3.**Transformatora īsslēguma mēģinājums**

Veiciet izmaiņas el.shēmā, kā parādīts 3.zīm.

Esiet uzmanīgi!

Mēģinājums tiek veikts pēc sekojošas metodikas :

- Sagatavojiet melnrakstā šādus ierakstus:

$$I_1 = \text{ A} \quad U_k = \text{ V} \quad I_2 = \text{ A} \quad P_{el} = \text{ W}$$

- Pirms sprieguma regulatora ieslēgšanas pārliedzieties, kā tā rokrats pagriezts pa kreisi līdz galam.
- Ieslēdziet sprieguma regulatoru.

- Novērojot sekundārā ampēmetra rādījumus, pamazām griežiet regulatora rokratu, kamēr ampēmetrs uzrādīs nominālo sekundāro strāvu, t.i., 20A. Pēc rādījumu nolasīšanas aparātu uzreiz atslēdziet no sprieguma.
- Pierakstiet aparātu rādījumus.

$I_1 = A$ - nominālā primārā strāva.

$P_{el} = W$ - jaudas zudumi tinumu silšanā.

$U_k = V$ - īsslēguma spriegums.

$I_2 = A$ - nominālā sekundārā strāva.

Uzdevums № 4.

Transformatora pase

Izmantojot transformatora tukšgaitas un īsslēguma mēģinājumu datus, nosakiet lietderības koeficientu.

$$\eta = \frac{S - P_{mag} - P_{el}}{S} \times 100 \% =$$

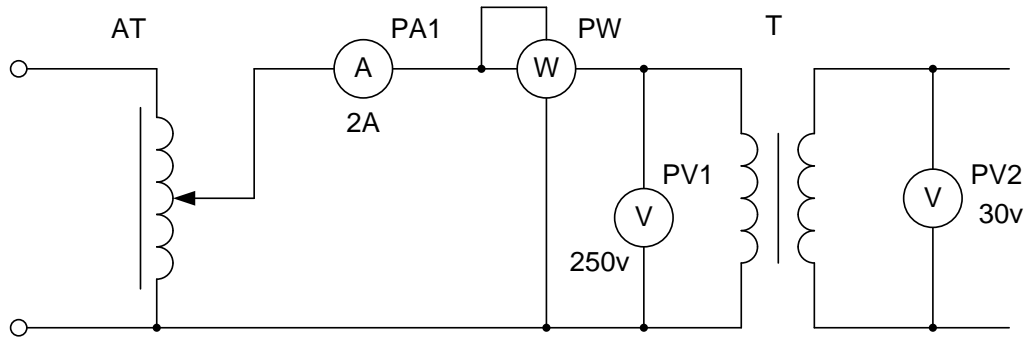
Tagad aprēķiniet transformatora īsslēguma spriegumu procentos no nominālā.

$$U_k = \frac{U_k \times 100}{U_{1N}} = \quad \%$$

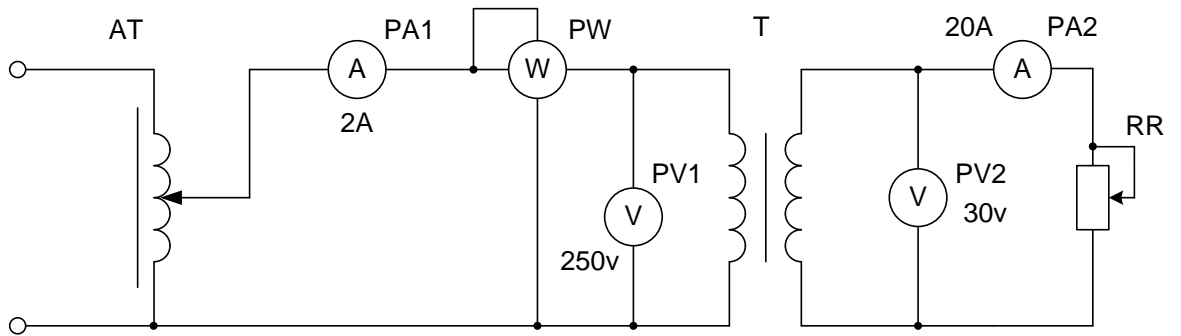
Sastādiet transformatora pilno pasi.

Pilna jauda	$S = VA$ (pēc pases)
Nominālais primārais spriegums	$U_{1N} = V$
Nominālais sekundārais spriegums	$U_{2N} = V$
Tukšgaitas primārā strāva	$I_o = A$
Nominālā primārā strāva	$I_{1N} = A$
Nominālā sekundārā strāva	$I_{2N} = A$
Lietderības koeficients	$\eta = \quad \%$
Īsslēguma spriegums	$U_k = \quad \%$

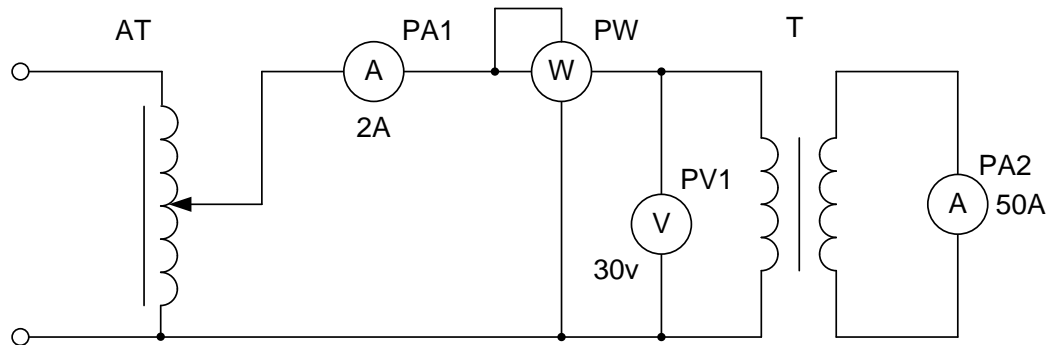
Sakārtojiet darba vietu.



1) Tukšgaitas režīms



2) Slodzes režīms



3) Īsslēguma režīms

Laboratorijas darbs № 14

Trīsfāžu transformatori

Darba mērķis: Eksperimentāli noteikt transformatora jaudas koeficienta ($\cos\varphi$) atkarību no slodzes, veikt fāzēšanu un transformatoru ieslēgšanu paralēlai darbībai.

Izmantotā iekārta: 3-īs fāžu transformatori – 2 gab., aparātu komplekts K-50, voltmets AC 0-30V, ampērmetrs AC 0-15A, reostati 10-15A– 3 gab.

Vispārīgas ziņas

Trīsfāžu transformatori ir galvenā energosistēmas sastāvdaļa pēc elektrostacijām. Tie palielina spriegumu, pārvadot el.enerģiju lielos attālumos un pazeminot to līdz patērētājam nepieciešamam lielumam. Praktiski visi rūpnieciskās maiņstrāvas elektropatērētāji tiek baroti tieši no transformatoriem.

Atšķirībā no vienfāžu transformatoriem trīsfāžu transformatoriem ir tinumu savienojuma grupa, kura atkarīga no savienojuma shēmas, tinuma novietojuma un citiem faktoriem.

Tāpēc, ieslēdzot 3^{īs}-fāžu transformatorus paralēli, nepieciešams ievērot sekojošus nosacījumus:

- 1) – Primāro un sekundāro spriegumu vienādība;
- 2) – Vienādas transformatoru savienojuma grupas;
- 3) – Vienādi īsslēguma spriegumi;
- 4) – Transformatoriem jābūt safāzētiem;
- 5) – Transformatoru jaudas nedrīkst atšķirties vairāk nekā trīs reizes.

Visi paralēlās darbības nosacījumi, izņemot fāzēšanu, tiek veikti pēc transformatoru pases datiem. Fāzēšana ir obligāts nosacījums pirms pirmās transformatoru paralēlās darbības ieslēgšanas.

Uzdevums № 1.

Uzņemt transformatora jaudas koeficienta ($\cos\varphi$) atkarības raksturlīkni no slodzes. Saslēgt shēmu Nr.1. Veiciet vairākus mērījumus, pakāpeniski palielinot slodzi (pēc pasniedzēja norādījumiem). Pirmo mērījumu veiciet tukšgaitas režīmā – (slodze atslēgta).

Aparātu rādījumus ierakstiet tabulā, veiciet aprēķinus un konstruējiet transformatora $\cos\varphi$ atkarības raksturlīkni no slodzes.

Pierakstiet secinājumus, t.i., kā transformatora $\cos\varphi$ atkarīgs no slodzes.

Uzdevums № 2.

Transformatoru ieslēgšana paralēlai darbībai.

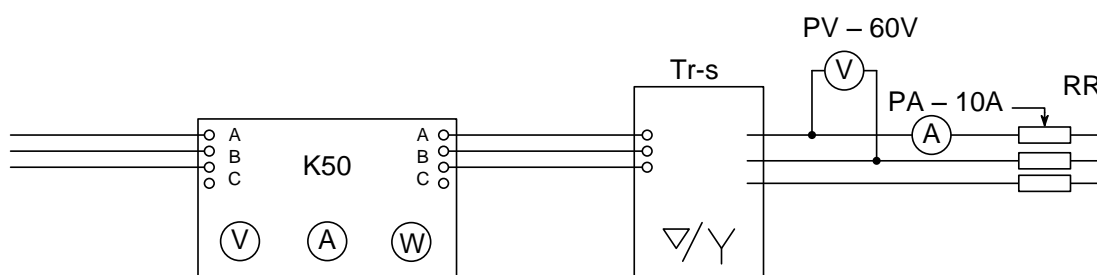
Paralēlas darbības mērķis – jaudas palielināšana.

- Ierakstiet atskaitē abu transformatoru pases datus un salīdziniet tos. Vai tie atbilst paralēlās darbības nosacījumiem? Ierakstiet to atskaitē;
- Pieslēdziet primāros tinumus tīklam, bet sekundārajā pusē savienojiet tinumu nulles punktus ar pārvienojumu. Transformatoriem ir jābūt savienojumam Y/ Y;
- Sekundārā sprieguma pusē ar voltmetra palīdzību veiciet fāzēšanu un sastādiet tabulu;
- Atbilstoši veiktajai fāzēšanai savienojiet sekundāros tinumus paralēli un ieslēdziet transformatorus;

- Izmēriet un pierakstiet sekundārā tinuma līnijas un fāzes spriegumus. Atslēdziet spriegumu.
- Izvienojiet transformatorus sekundārajā pusē, pārvienojumu starp nulles punktiem atstājiet.
- Vienam no transformatoriem primārajā tinumā pamainiet vietām divas jebkuras fāzes. Ieslēdziet transformatorus un sekundārajā pusē atkal veiciet fāzēšanu. Salīdziniet ar pirmo fāzēšanu un atskaitē ierakstiet, kas mainījies.

Uzdevums № 3.

Veiciet transformatoru pārbaudi, tos savienojot Δ/Δ .
Salīdziniet ar iepriekšējo.



Shēma № 1.

Nr.	U_1	I_1	P_1	I_2	$\cos\varphi$
1.					
2.					
3.					

U_1 – primārais spriegums

I_1 – primārā strāva

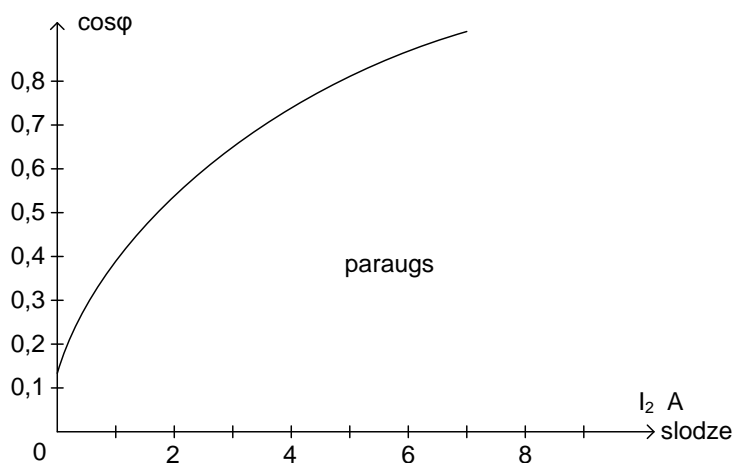
P_1 – aktīvā jauda

I_2 – slodzes strāva (sekundārā)

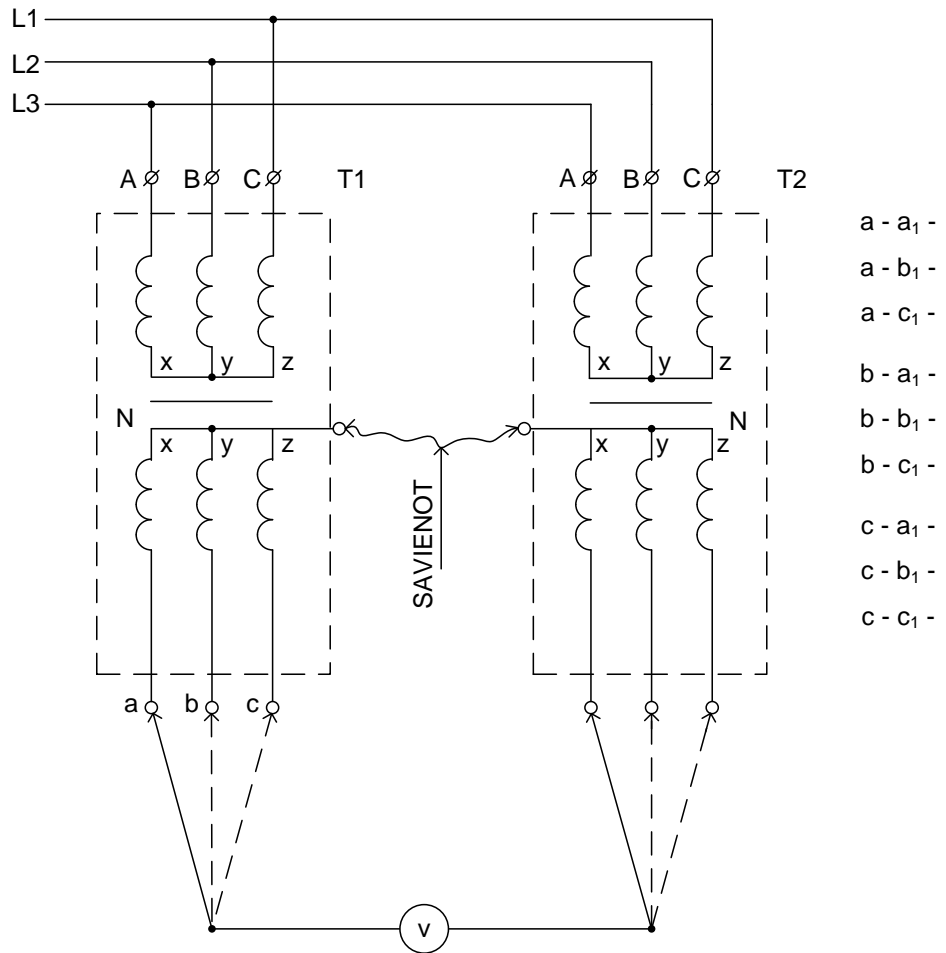
$S = U \cdot I$ – pilnā jauda

$\cos\varphi = \frac{P_1}{S}$ - jaudas koeficients

Mērījumu tabula



Cos φ atkarības grafiks no slodzes strāvas.



Fāzēšanas shēma

Laboratorijas darbs № 15

Asinhronās mašīnas

Darba mērķis: Izpētīt galveno asinhrono dzinēju raksturlielumus.

Izmantotā iekārta: Asinhronais dzinējs, aparātu komplekts K-50.

Vispārīgas ziņas

Trīsfāzu asinhronie elektrodzinēji strādā pēc statora rotējošā magnētiskā lauka un uzmagnetizēta rotora mijiedarbības principa. Rotora īsslēgtā tinuma strāvas atrodas statora rotējošā magnētiskajā laukā. Praktiski asinhrono dzinēju (AD) var apskatīt kā transformatoru, kuram sekundārais tinums rotē. Tāpēc statora un rotora strāvas ir savstarpēji atkarīgas, t.i., ja rotora strāva palielinās, tad proporcionāli pieaug strāva statora tinumos.

Palaišanas brīdī, kad rotors vēl ir nekustīgs, statora magnētiskais lauks šķeļ to ar maksimālo ātrumu. Attiecīgi rotora strāva sasniedz maksimālo vērtību un statora strāva pieaug, salīdzinot ar nominālo 5-7 reizes. To sauc par palaišanas strāvu. Asinhrono dzinēju jaudas koeficients ($\cos\phi$) tukšgaitas režīmā ļoti mazs un, pieaugot slodzei uz dzinēja vārpstas, palielinās. $\cos\phi$ vērtība, kas uzrādzīta AD pasē, atbilst nominālai slodzei uz vārpstas.

AD izolācijas pretestību mēra ar 1000V sprieguma megommetru. Tā nedrīkst būt mazāka par 0,5 M Ω . Mērījumus veic starp katru tinumu un korpusu, un starp visiem tinumiem.

Uzdevums № 1.

Izzvaniet ar megommetru triju dzinēju tinumus, lai pārbaudītu pārrāvumu neesamību tinumos. Izzvanīšanas rezultātus ierakstiet atskaitē. Izzvanīšanu veic starp izvadiem C1-C4, C2-C5, C3-C6 vai U1-U2, V1-V2, W1-W2.

Uzdevums № 2.

Izmēriet visu triju dzinēju izolācijas pretestību un rezultātus ierakstiet tabulā. Izdariet slēdzienu par šo dzinēju tinumu izolācijas stāvokli (sk.tabulu uzdevuma beigās).

Uzdevums № 3.

Saslēdziet AD ieslēgšanas shēmu caur aparātu komplektu K-50 (shēma uz komplekta K-50 vāka). AD tinumiem jābūt savienotiem trijstūrī. Ieslēdziet spriegumu un pārliedzieties, ka dzinējs strādā normāli. Atslēdziet.

UZMANĪBU! Pirms ieslēgšanas caur komplektu K-50 uzmanīgi izlasiet komplekta lietošanas noteikumus, kuri uzrakstīti uz komplekta vāka.

Uzdevums № 4.

Izmēriet dzinēja palaišanas strāvu. Šai nolūkā iestādiat ampērmetra mērapjoma pārslēdži uz 50A, bet fāzu pārslēdzēju uz jebkuru A, B vai C fāzi. Nobremzējiet AD skriemeli ar speciālu palīgierīci. Pārliedzieties, ka viss ir normāli un ieslēdziet AD uz laiku ne ilgāku par 10 sekundēm. Pa šo laiku iegaumējiet, cik iedaļas rāda ampērmetrs. Nosakiet strāvas lielumu un tās vērtību ierakstiet atskaitē.

Uzdevums № 5.

Palaidiet AD dzinēju tukšgaitas režīmā un izmēriet katrā fāzē spriegumu, strāvas stiprumu un jaudu. Visus rādījumus ierakstiet atskaitē. Aprēķiniet AD cosφ lielumu tukšgaitā. Izdariet secinājumus.

Uzdevums № 6.

Ieslēdziet AD un, bremzējot skriemeli, radiet slodzi līdz strāvas vērtībai 7-8A. Ieturot doto strāvas lielumu, pierakstiet aparātu rādījumus. Aprēķiniet dzinēja cosφ slodzes režīmā. Salīdziniet to ar tukšgaitas cosφ un izdariet secinājumus.

Uzdevums № 7.

Iestādiet ampērmetra mērapjomu 10A. Palaidiet AD tukšgaitā un strādājošam dzinējam atslēdziet vienu jebkuru fāzi, t.i., veiciet pārrāvumu jebkurā izdevīgākā vietā, ievērojot īpašu piesardzību. Pievērsiet uzmanību dzinēja strāvas izmaiņām un trokšņu raksturam (Komplekta K-50 fāzu pārslēdzējam jāatrodas uz fāzi, kura tiks pārtraukta). Novērojumus ierakstiet atskaitē.

Uzdevums № 8.

Ieregulējiet ampērmetra mērapjomu 50A. Vienai jebkurai fāzei ir jābūt pārrautai. Mēģiniet palaist AD. Novērojumus ierakstiet atskaitē (strāvas, troksnis un cits).

Uzdevums № 9.

Atjaunojiet shēmu. Savienojiet AD tinumus zvaigznē. Palaidiet AD tukšgaitā un izmēriet katrā fāzē strāvas, spriegumus un jaudas. Rādījumus ierakstiet atskaitē. Salīdziniet strāvas, spriegumus un jaudas ar tiem pašiem lielumiem uzdevumā Nr.5, kad AD tinumi bija savienoti trijstūrī. Izdariet secinājumus un paskaidrojiet ievērotās atšķirības.

Uzdevums № 10.

Iestādiet ampērmetru uz 50A. Nobremzējiet AD skriemeli ar palīgierīci un izmēriet palaišanas strāvu tinumus zvaigznes savienojumā (tāpat kā uzdevumā Nr.4), pierakstiet un salīdziniet šo strāvu ar palaišanas strāvu trijstūrī. Cik reizes tās atšķiras un kāpēc?

Shēmu nedemontēt! Paziņojiet pasniedzējam par darba pabeigšanu.

Nr.	Mērījumus veica ar megommetru: tips _____ Nr. _____ spriegums _____						
	AD marka un numurs pēc pasas	C1-C2	C2-C3	C1-C3	C1-K	C2-K	C3-K
1							
2							
3							

Komplekts K-50 rāda sprieguma, strāvas un jaudas fāzes vērtības.
cosφ 3-īs fāzu strāvas patērētājam:

$$\cos \varphi = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{U_F \cdot J_F \cdot 3}$$

Ja cosφ noteiksim vienai fāzei, tad:

$$\cos \varphi = \frac{P_1}{U_F \cdot J_F}$$

Laboratorijas darbs № 16

Elektromēraparātu pārbaude

Darba mērķis: Apgūt prasmi veikt mēraparātu pārbaudi, salīdzinot pārbaudāmā un kontrolmēraparāta (etalona) rādījumus.

Izmantotā iekārta: Etalonvoltmets, etalonampērmetrs, etalonvatmets, regulējams barošanas bloks.

Vispārīgas ziņas

Galvenie tehniskie aparāti: strāvas, sprieguma, jaudas, frekvences, pretestības, fāzes u.c. mērīšanai ir magnetoelektriskie, elektromagnētiskie, elektrodinamiskie, indukcijas, elektronu-ciparu u.c. mēraparāti.

Jebkuram aparātam ir mērījuma kļūda. Starpību starp lielumu, ko uzrādīja aparāts, un patieso lieluma vērtību sauc par Absolūto kļūdu.

Piemēram: aparāts uzrādīja strāvas stiprumu 2A, bet patiesā strāvas vērtība – 1,8A. Tātad šī aparāta absolūtā kļūda = 2-1,8 = +0,2(A). Kļūdai var būt plus vai mīnus zīme.

Maksimālo lieluma vērtību, kuru var izmērīt aparāts, sauc par mērapjomu.

Aparāta absolūtās kļūdas attiecību pret tā mērapjomu, izteiktu procentos, sauc par precizitātes klasi.

Piemērs: Ampērmetra mērapjoms 10A,
Absolūtā kļūda – 0,2A.

Tātad precizitātes klase $\frac{0,2}{10} \times 100 \% = 2$.

Aparātu precizitātes klasi uzrāda uz skalas:

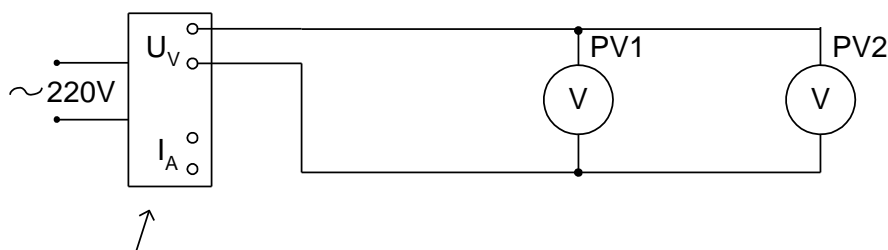
0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 1,5; 2,5;

Visi aparāti, kas atrodas ekspluatācijā, tiek regulāri pārbaudīti precizitātes klases atbilstībai, bet uz aparāta korpusa liek zīmogu vai uzlīmi ar pārbaudes datumu.

Uzdevums № 1.

Ar etalonvoltmetru pārbaudīt vairākus tehniskos voltmetrus un dot secinājumus par to derīgumu ekspluatācijai.

Pārbaudes shēma:



Sprieguma regulēšanas bloks

PV1 – etalonvoltmets

PV2 – pārbaudāmais voltmets

Pārbaudes metodika:

1. Saslēgt shēmu, pārbaudīt aparāta bultiņas iestādījumu un skalas nulles iedaļas. Nepieciešamības gadījumā uzstādīt bultiņu uz nulles.
2. Pēc dotā parauga sagatavot tabulu, kurā tiek ierakstīti pārbaudāmā aparāta dati un pārbaudes rezultāti.

Paraugs -

Voltmetrs M4200 ~ № 127840, klase – 1,5, mērapjoms – 300 V		
Pārbaudāmais	Etalons	Absolūtā kļūda
0	0	0
50	51	1
100	101	1
150	149	1
200	199	1
250	251	1
300	299	1

Uzmanību: Pārbaudi veikt pa tām skalas iedaļām, kuras apzīmētas lieliem cipariem!

3. Noteikt dotā aparāta vidējās absolūtās kļūdas vērtību un aprēķiniet precizitātes klasi:

Piemērs: Dotā voltmetra absolūtā kļūda 1 V.

Mērapjoms - 300 V.

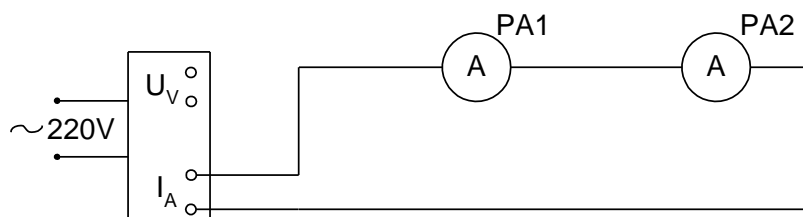
$$\text{Precizitātes klase} = \frac{1 \times 100 \%}{300} = 0,3\%$$

Patiesā kļūda ir 0,3%, tas ir mazāk nekā uzrādīts uz skalas $0,3 < 1,5$.
Aparāts derīgs ekspluatācijai.

Uzdevums № 2.

Veiciet vairāku ampērmetru pārbaudi.

Pārbaudes shēma:



PV1 – etalonampērmetrs

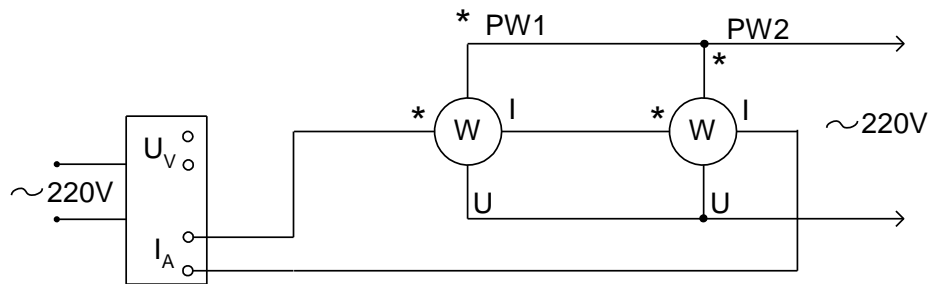
PV2 – pārbaudāmais ampērmetrs

Mērījumu un aprēķinu metodika tāda pati kā voltmetriem.

Uzdevums № 3.

Veiciet vatmetra pārbaudi.

Pārbaudes shēma:



PW1 – etalonvatmetrs

PW2 – pārbaudāmais vatmetrs

Laboratorijas darbs № 17

Pusvadītāju taisngrieži

Darba mērķis: Apgūt taisngriežu darbības principu un izejas pulsāciju nogludināšanu.

Izmantotā iekārta: Transformators 220/2×12V, 3-īs fāžu transformators 220/12V, diodes – 6 gab., voltmeters AC 0-30V, voltmeters DC 0-30V, kvēlspuldze, oscilogrāfs, drosele, kondensators.

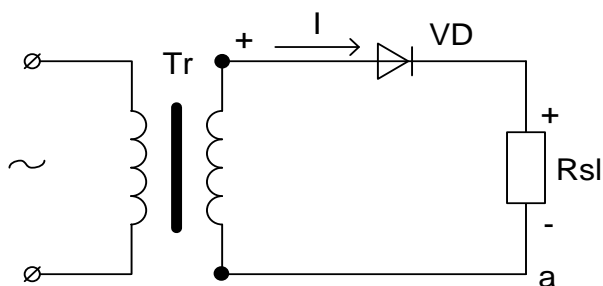
Vispārīgas ziņas

Par taisngriezi sauc ierīci, kas pārveido maiņstrāvu līdzstrāvā. Maiņstrāvas taisngriešanu var veikt, izmantojot elektroniskās lampas, dzīvsudraba taisngriežus un pusvadītāju ierīces – selēna, germānija un silīcija diodes, tiristorus un tranzistorus.

Visvairāk izplatīti taisngrieži ar pusvadītāju diodēm. Pateicoties diožu vienpusējai vadāmībai, taisngriežim pievadītā maiņstrāva plūst caur slodzes pretestību tikai vienā virzienā.

Taisngriežus ar pusvadītāju diodēm iedala – vienusperioda un divu pusperiodu taisngriežos.

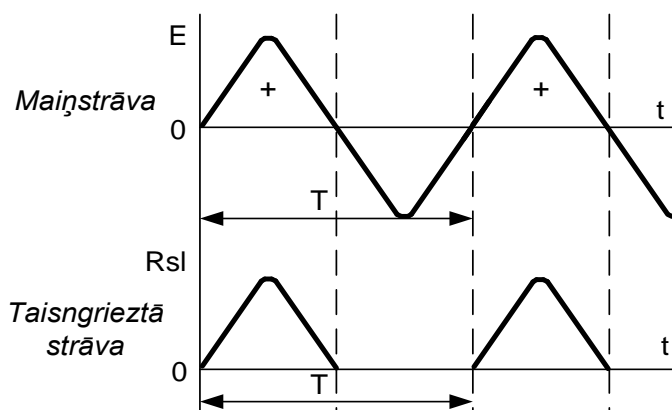
Vienusperioda taisngrieža shēmā ir viena diode vai vairākas virknē slēgtas diodes.



1.zīm.

Transformatoru taisngriežus izmanto tajos gadījumos, kad taisngrieztajam spriegumam ir jābūt citādam, salīdzinot ar barošanas spriegumu, vai, ja nepieciešams galvaniski izolēt taisngrieztās strāvas ķēdi no tīkla.

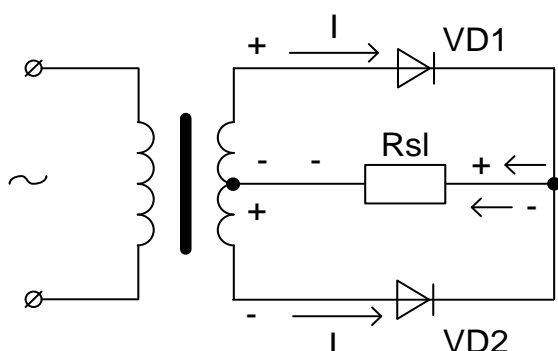
Diode laidīs uz slodzi tikai to perioda pusi, kuras polaritāte sakrītīs ar diodes vadāmības virzienu.



2.zīm.

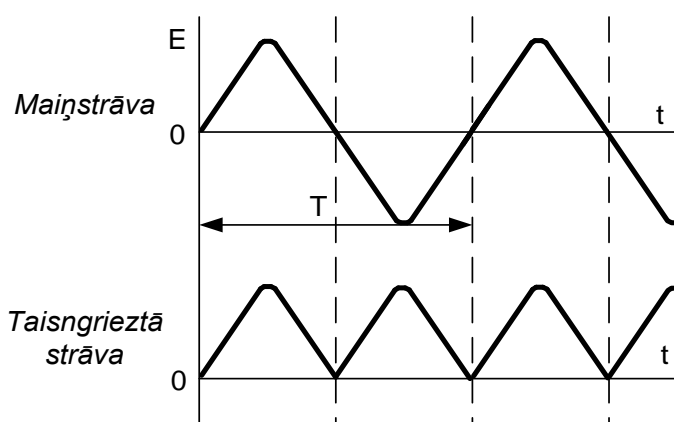
Tātad taisngrieztajam spriegumam un strāvai uz slodzes pretestības būs spilgti izteikts pulsējošs raksturs. Pulsāciju frekvence vienāda ar tīkla strāvas frekvenci.

Divpusperiodu taisngriezim ar viduspunktu obligāti jābūt transformatoram. Viduspunkts – tas ir izvads no sekundārā tinuma vidus.



3.zīm.

Te attēloti divi vienpusperioda taisngrieži, kas strādā uz kopējo slodzi Rsl. Katra tinuma puse caur diodēm atdod slodzei pusi perioda – viena pozitīvu, otra negatīvu.

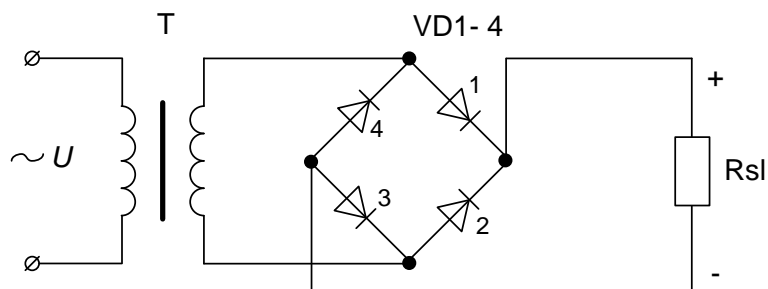


4.zīm.

Pulsāciju frekvence uz slodzes pretestības divas reizes lielāka nekā tīkla frekvence. Tāds taisngriezis ļauj iegūt divas reizes lielāku strāvu nekā vienpusperioda ar vienādiem diožu tipiem.

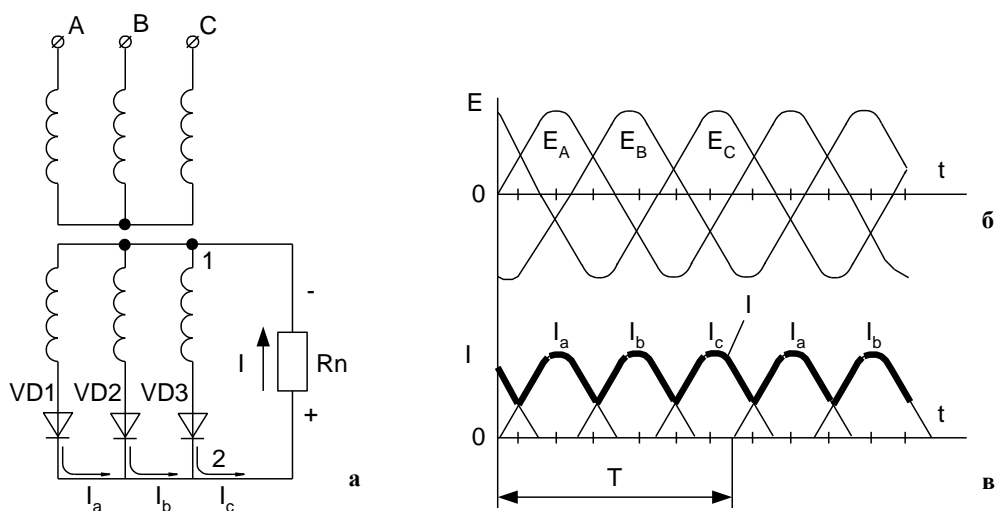
Šīs shēmas trūkums ir tur, ka sekundārā tinuma abām pusēm ir jābūt aprēķinātām uz spriegumu, kuru vajag iegūt no taisngrieža, tāpēc palielinās gabarīti un transformatora cena.

Tiltiņa shēma ir četras diodes (Herca shēma).



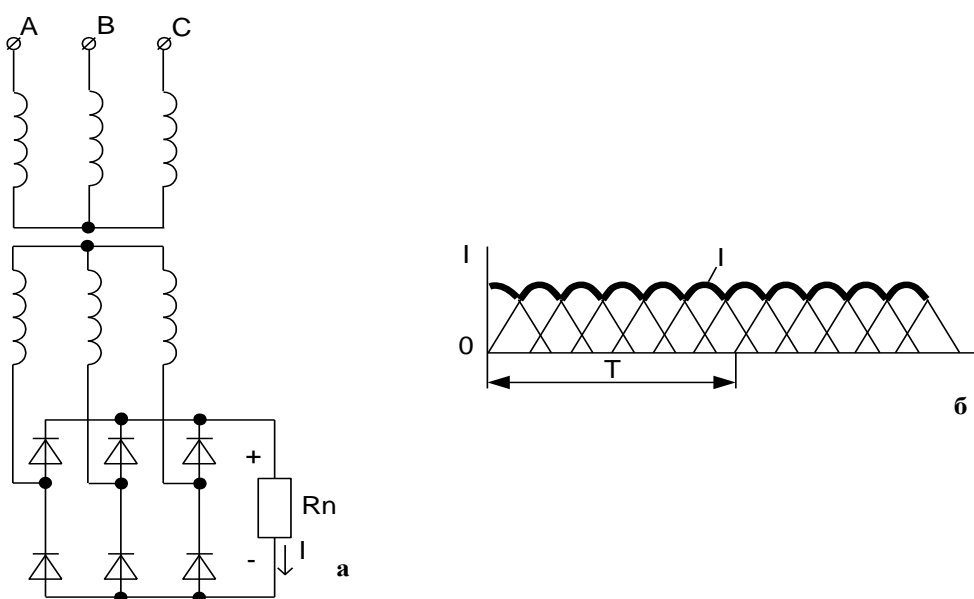
Tas ir divu pusperiodu taisngriezis. Pie pozitīvā pusperioda strādā diodes 1 un 3, pie negatīvā – 2 un 4. Taisngrieztā sprieguma grafiks tāds pats kā shēmā ar divām diodēm (4.zīm.)

Trīsfāžu taisngrieži tiek veidoti pēc divām shēmām – vienusperioda un tiltiņa. Vienusperioda shēmā ir trīs diodes, bet tai obligāti vajadzīga neitrāle.



5.zīm.

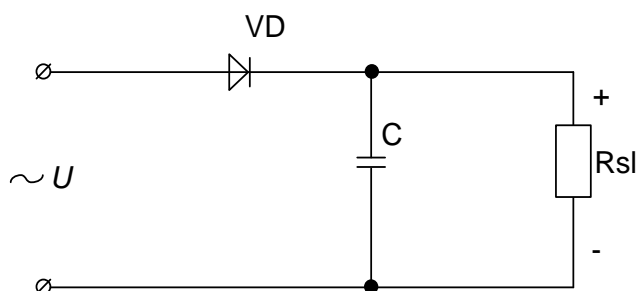
Tiltiņā 3īs-fāžu taisngriezim ir 6 diodes.



6.zīm.

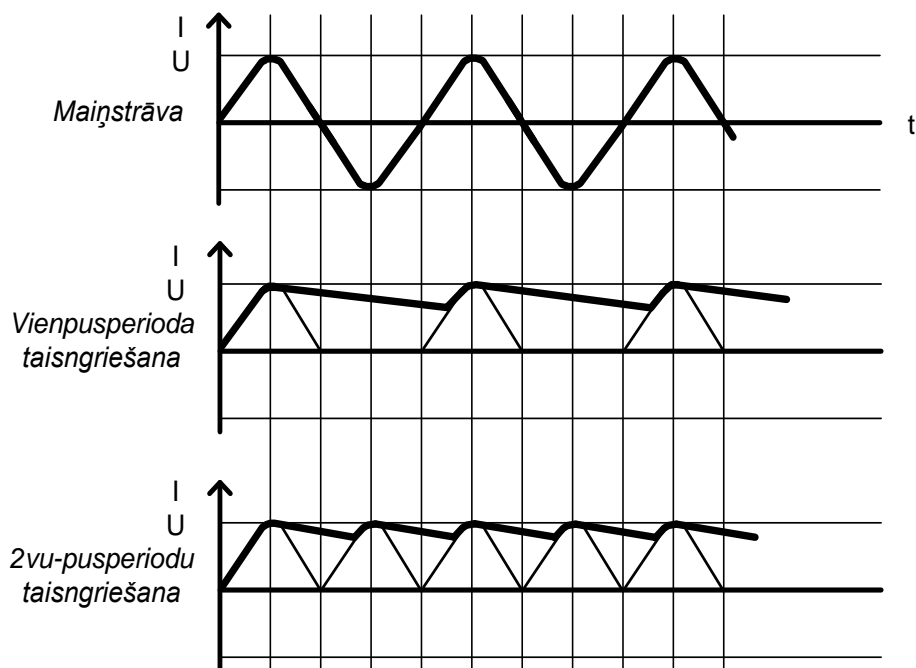
3īs-fāžu taisngriežiem taisngrieztās strāvas pulsācijas ievērojami mazākas nekā vienfāžu taisngriežim.

Taisngrieztās strāvas pulsāciju nogludināšanai tiek pielietoti gludinātājfiltri. Pats vienkāršākais filtrs – kondensators.



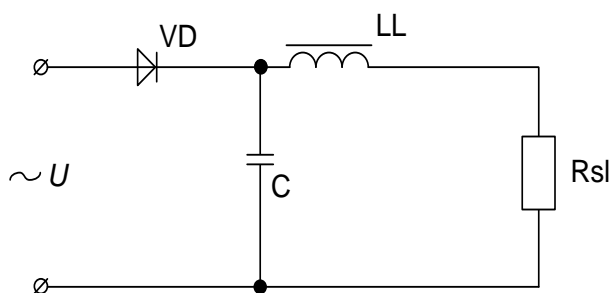
7.zīm.

Kondensators C tiek uzlādēts caur diodi VD līdz strāvas avota spriegumam un atdod uzkrāto lādiņu slodzei tajos laika posmos, kad taisngrieztās strāvas vērtība samazinās līdz nullei. Tādā veidā tiek novērsti taisngrieztās strāvas kritumi līdz nullei, t.i., pulsāciju nogludināšana.

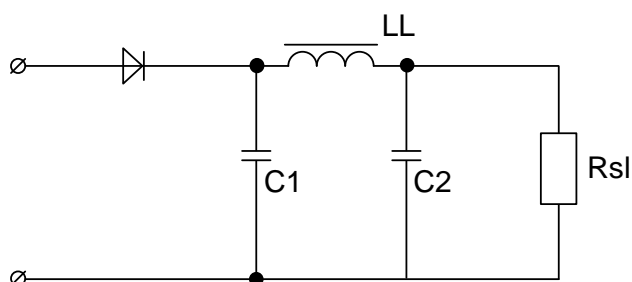


8.zīm.

Jo lielāka kondensatora kapacitāte, jo labāka pulsāciju nogludināšana. Gludinātājfiltri var būt ar vairākiem posmiem, piemēram:

LC - Γ – veida filtrs

8.zīm.



LL - drosele

9.zīm.

LC – II veida filtrs

Diožu izvēle

Diožu taisngriežiem bez gludinātājfiltra izvēlas pēc pieļaujamās strāvas un pieļaujamā atgriezeniskā sprieguma.

Ja vienfāzīgā taisngriežos kondensators atrodas uzreiz pēc diodes (8. un 9.zīm.), tai jābūt aprēķinātai uz tiešo strāvu - 2 reizes lielāku, kā nepieciešams slodzei. Diožu atgriezeniskajam spriegumam ir jābūt 2,5-3 reizes lielākam nekā taisngriežim pievadītājam.

Tiltiņa taisngriežim ar gludinātājfiltru diožu pieļaujamo atgriezenisko spriegumu jābūt mazliet lielākam nekā taisngriežim pievadītājam, piemēram, ja pievadīti 220V, tātad U atgriezeniskajam jābūt 300V.

Uzdevums № 1.

Ar ommetru vai multimetru pārbaudiet visu diožu derīgumu un bojātās nomainiet.

Uzdevums № 2.

Saslēgt vienusperioda taisngrieža shēmu bez gludinātājfiltra (shēma Nr.1). Pieslēdziet spriegumu (127V) un izmēriet maiņstrāvas spriegumu pirms taisngrieža. Ierakstiet atskaitē $U_{\sim} =$ (V). Izmēriet taisngrieztās strāvas spriegumu uz spuldzes EL un pierakstiet $U =$ (V).

Salīdziniet šos spriegumus un izdariat secinājumus. Pieslēdziet oscilogrāfu maiņspriegumam pirms taisngrieža un atskaitē iezīmējiet sinusoīdu, kura projicējas uz oscilogrāfa ekrāna. Pēc tam oscilogrāfu pieslēdziet paralēli spuldzei EL un iezīmējiet taisngrieztās strāvas līkni (skat.2.zīm.). Atskaitē paskaidrojiet, kas notiek vienusperioda taisngriezī?

Atslēdziet spriegumu.

Uzdevums № 3.

Saslēdziet shēmu Nr.2, t.i., pievienojiet taisngriezim gludinātājfiltru (drosele LL un kondensators C). Ieslēdziet spriegumu un tālāk rīkojieties tāpat kā uzdevumā Nr.2, bet iezīmējiet tikai to oscilogrammas attēlu, kas būs uz slodzes (spuldzes) (skat.zīm.Nr.8).

Tagad pārslēdziet kondensatoru C shēmā pirms droseles (shēmā parādīts ar raustītu līniju). Vai izmainījās taisngrieztā sprieguma forma?

Atslēdziet spriegumu.

Uzdevums № 4.

Saslēdziet tiltiņa taisngrieža shēmu bez gludinātājfiltra (shēma Nr.3). Izdariat visu tāpat kā uzdevumā Nr.2.

Atslēdziet spriegumu.

Uzdevums № 5.

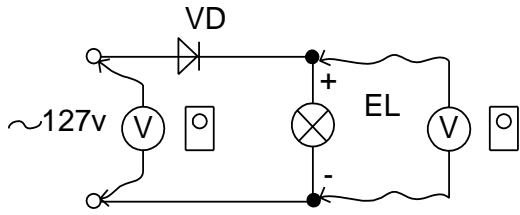
Saslēdziet shēmu Nr.4. Izdariat visu tāpat kā uzdevumā Nr.2. No oscilogrāfa ekrāna nozīmējiet taisngrieztā sprieguma formu (uz spuldzes EL) (skat.zīm.Nr.8).

Atslēdziet shēmu. Šo shēmu papildiniet vēl ar vienu kondensatoru C2 pirms droseles (shēmā parādīts ar raustītu līniju) un atkal no oscilogrāfa ekrāna nozīmējiet taisngrieztā sprieguma formu uz spuldzes. Kas mainījies? Ierakstiet atskaitē.

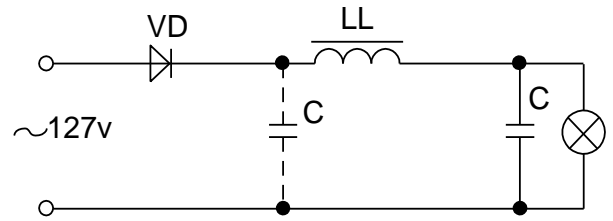
Atslēdziet spriegumu.

Uzdevums № 6.

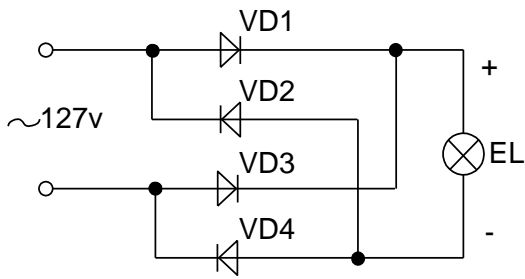
Saslēdziet 3-īs -fāžu tiltiņa taisngrieža shēmu (5.shēma), veiciet to pašu, ko uzdevumā Nr.2 (skat.zīm. Nr.6). Pēc tam saslēdziet shēmu Nr.6 un izdariat to pašu. Izdariat secinājumus un pierakstiet atskaitē.



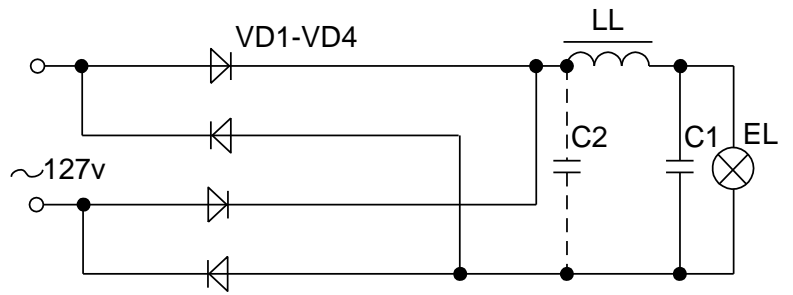
1. shēma



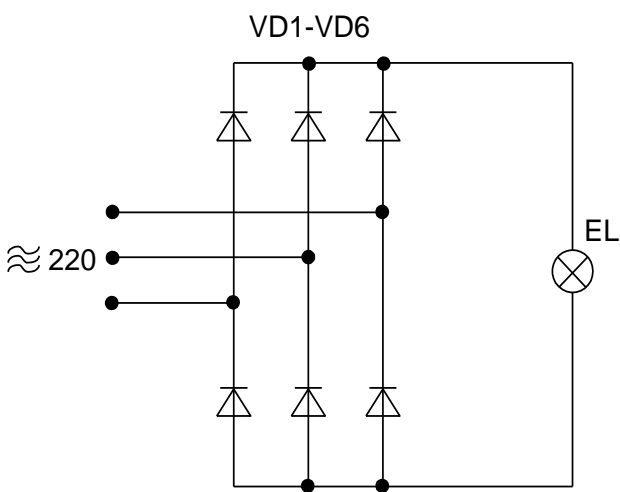
2. shēma



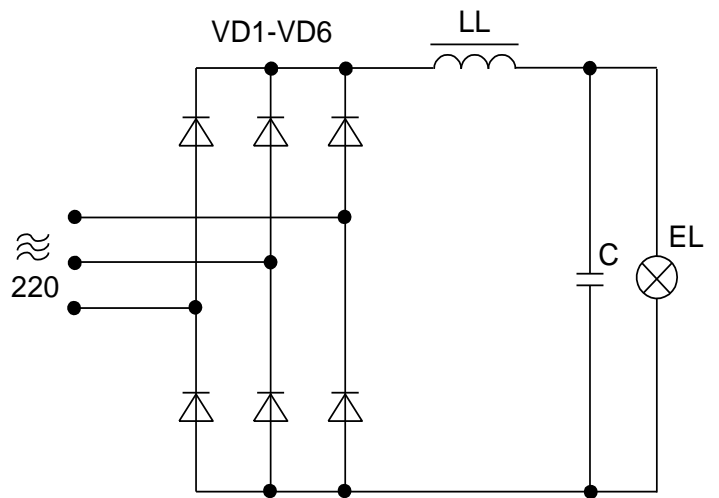
3. shēma



4. shēma



5. shēma



6. shēma

Izmantojamās literatūras saraksts:

1. E. Braučs, V. Jansons. Elektrotehnika (Mācību līdzeklis sertificējamiem elektriķiem) LEB, 2000.g.
2. V. Popovs un S. Nikolajevs. Elektrotehnika. "Zvaigzne", Rīgā, 1971.
3. V. Jansons. Elektriskie mēraparāti un mērīšanas metodes. Rīga, 1967.
4. Test & Measurement. Catalog. "Fluke", 1994.
5. Elektrotehnika. Prof. A.J. Šihina redakcijā, 2001.
6. B. Teleševskis. Elektrotehniskie un radiotehniskie mērījumi. "Zvaigzne", 1986.
7. N.Gusevs, B.Meļcers. Elektrotehnika un rūpniecības elektronikas pamati. Rīga, „Zvaigzne”, 1981.
8. Ģ.E. Lazdiņš. Pamatkurss elektrotehnikā.