



Rīgas Tehniskā universitāte
Enerģētikas un elektrotehnikas fakultāte
Elektroapgādes katedra

6. laboratorijas darbs
priekšmetā „Elektrisko staciju un apakšstaciju elektriskā daļa”.

STRĀVMAIŅI

Darba aprakstu sastādīja: **J.Rozenkrons, K.Timmermanis, A.Kutjuns**

Darba satura rādītājs

	Lpp.
1. Darba mērķis.....	2
2. Iepriekšēja sagatavošanās	2
3. Darbs laboratorijā	2
4. Metodiskie norādījumi.....	3
4.1. Strāvmaiņa izolācijas pretestības mērīšana	3
4.2. Strāvmaiņa polaritātes noteikšana.....	3
4.3. Strāvmaiņa magnetizēšanas raksturlīknes uzņemšana.....	3
4.4. Strāvmaiņa transformācijas koeficienta noteikšana.....	4
4.5. Kabeļu nullsecības strāvmaiņi.....	4
5. Protokola nobeigšana	5
6. Kontroljautājumi.....	6
7. Ieteicamā literatūra.....	6

1. Darba mērķis.

Darbs nostiprina un papildina lekcijās iegūtās zināšanas par strāvmaiņiem. Tā gaitā studenti iepazīstas ar biežāk sastopamo strāvmaiņu konstrukcijām un eksperimentāli uzņem to raksturlielumus.

2. Iepriekšējā sagatavošanās.

- 2.1. Iepazīties ar norādīto literatūru un pārdomāt atbildes uz visiem kontroljautājumiem.
- 2.2. Sagatavot protokola formu, norādot uzdevuma variantu (sk. 6.1. tabulu) un tā saturu. Atbilstoši variantam, protokolā rakstiski aplūkot sekojošus jautājumus:
 - 1) strāvmaiņa vektoru diagramma un tās konstrukcijas secība;
 - 2) strāvmaiņa kļūdas, to cēloņi un pieļaujamās vērtības dažādās precizitātes klasēs;
 - 3) praktiskais lietojums dažādu precizitātes klašu strāvmaiņiem;
 - 4) vijumu korekcijas būtība un tās nozīme strāvmaiņos;
 - 5) strāvmaiņa serdes izmēru iespaids uz darbības precizitāti;
 - 6) kompensēti strāvmaiņi – kompensācijas nozīme un tehniskie paņēmieni;
 - 7) ТΠΟJI sērijas strāvmaiņi: konstruktīvais izveidojums (skice) un lietojums;
 - 8) ТΠJИ sērijas strāvmaiņi: konstruktīvais izveidojums (skice) un lietojums;
 - 9) ТШJИ sērijas (kopņu) strāvmaiņi: konstruktīvais izveidojums (skice) un lietojums;
 - 10) TB sērijas (iebūvētie) strāvmaiņi: konstruktīvais izveidojums (skice) un lietojums;
 - 11) ТФН sērijas (astotnieka) strāvmaiņi: konstruktīvais izveidojums (skice) un lietojums;
 - 12) T3 (T3P; T3JИ) kabeļu nullsecības strāvmaiņi: konstruktīvais izveidojums (skice) un lietojums.¹
- 2.3. Iezīmēt protokolā laboratorijas darba eksperimentālās daļas veikšanai nepieciešamās shēmas.
- 2.4. Sagatavot tabulas eksperimentos iegūto rezultātu pierakstam.

3. Darbs laboratorijā.

- 3.1. Iepazīties ar visiem laboratorijā esošajiem strāvmaiņiem un atzīmēt to tipus.
- 3.2. Pasniedzēja norādītajam strāvmainim:
 - 1) ar megommetru izmērīt izolācijas pretestību starp primāro tinumu un korpusu, starp sekundārajiem tinumiem un korpusu, kā arī starp visiem tinumiem (sk. metodisko norādījumu 4.1. punktu);
 - 2) noteikt sekundārā tinuma polaritāti. Protokolā ieskicēt primāro un sekundāro tinumu galu teritoriālo izvietojumu strāvmainī un apzīmēt šos galus (sk. metodisko norādījumu 4.2. punktu);

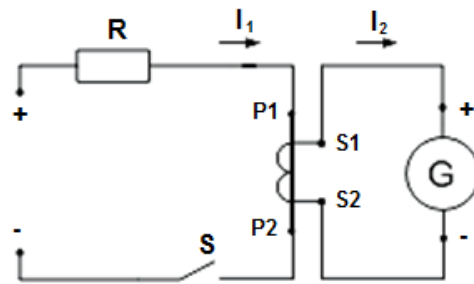
Piezīme. Dažiem laboratorijas strāvmaiņiem samainīti vietām sekundārā tinuma galu apzīmējumi. Līdz ar to pārbaude jāizdara pilnīgi un nevar paļauties tikai uz esošajiem apzīmējumiem.
 - 3) uzņemt visām strāvmaiņa serdēm magnetizēšanas raksturliķni, atzīmējot protokolā, kura liķne atbilst kurai serdei. Vienai serdei uzņemt magnetizēšanas raksturliķni, ja tinumā ir starpvijumu īsslēgums. Pēdējo imitē, saslēdzot ar resnu vadu primāro tinumu īsi (sk. metodisko norādījumu 4.3. punktu);

¹ Dažos informācijas avotos, piemēram, [3., 135. lpp.] 2.2.12. punktā minētie kabeļu nullsecības strāvmaiņi ir apzīmēti ar latīņu burtiem.

- 4) pārbaudīt strāvmaiņa transformācijas koeficientu ar nominālo primāro strāvu (sk. metodisko norādījumu 4.3. punktu);
- 5) īslaicīgi dešuntēt strāvmaiņa sekundāro tinumu un izmērīt spriegumu uz tā galiem, ja caur primāro tinumu plūst nominālā strāva.

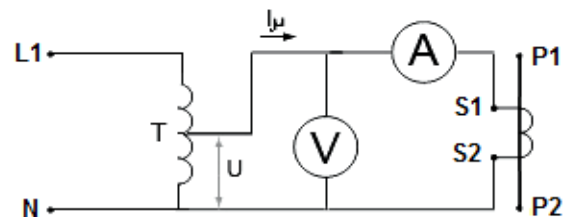
4. Metodiskie norādījumi.

- 4.1. Laboratorijā strāvmaiņu izolācijas mērīšanai izmanto 500V vai 1000V megommetrus (saskaņā ar LEK 002 3.11. punktu primāro tinumu izolācijas mērīšanai jāizmanto 2500 V megommetrs). Primārā tinuma izolācijas pretestība nav normēta. Strāvmaiņa sekundāro tinumu izolācijas pretestība (kopā ar strāvmainim pievienotajiem vadiem) nedrīkst būt mazāka par 1 megomu.
- 4.2. Polaritātes noteikšanai izmanto 6.1. attēlā doto shēmu. Zinot primārā tinuma galu apzīmējumus $P1$ un $P2$, jānosaka atbilstošie vienāda nosaukuma sekundārā tinuma gali $S1$ un $S2$. Ja viena tinuma vienpolārajā galā strāva ieplūst, tad no otra tinuma vienpolārā gala tai jāizplūst. Laboratorijā vienpolāro galu noteikšanai izmanto līdzspriegumu no spēka sadalnes. Lai primārajā pusē nerastos pārāk lielas strāvas, barošanas ķēdē jāieslēdz papildpretestība R . Pieslēdzot strāvmaiņa $P1$ izvadu līdzsprieguma „+” spailei, attiecīgais sekundārās puses vienpolārais gals ($S1$) būs tas, kas pievienots galvanometra „+” spailei, ja galvanometra rādītājs, ieslēdzot slēdzi S , novirzās pa labi, bet slēdzi atslēdzot – pa kreisi. Jāpiezīmē, ka galvanometra vietā var izmantot arī citus magnētelektriskās sistēmas mērinstrumentus.



6.1. att. Shēma vienpolāro galu noteikšanai

- 4.3. Pēc magnetizēšanas raksturlīknēm pārbauda, vai strāvmainim nav bojāta magnētiskā sistēma jeb īsslēgti vijumi. Šī raksturlīkne izsaka strāvmaiņa sekundārajam tinumam pievadītā sprieguma U atkarību no magnetizēšanas strāvas I_{μ} , un to eksperimentāli nosaka pēc 6.2. attēlā dotās shēmas. Katrai raksturlīknei laboratorijā jāuzņem 6 - 8 punkti strāvu diapazonam 0 - 5 A. Īpaša uzmanība jāvelti raksturlīknes sākuma posmam, kas atbilst dažus desmitus līdz dažus simtus mA lielām magnetizēšanas strāvām, jo starpvijumu īsslēguma gadījumā raksturlīkņu atšķirības visspilgtāk izpaužas tieši šajā posmā. Praksē strāvmaiņu bojājumus nosaka, savstarpēji salīdzinot vairāku viena tipa strāvmaiņu raksturlīknes vai arī salīdzinot eksperimentālās raksturlīknes ar rūpnīcas dotajām. Laboratorijā starpvijumu īsslēguma ietekmi uz magnetizēšanas raksturlīkni var novērot, saslēdzot īsi strāvmaiņa primāro tinumu.



6.2. att. Shēma strāvmaiņa magnetizēšanas raksturlīknes uzņemšanai

- 4.4. Pārbaudāmā strāvmaiņa transformācijas koeficientu nosaka pēc sakarības:

$$n = I_1/I_2 = n_1 * I_{izm}/I_2,$$

kur n_1 – precīzā laboratorijas strāvmaiņa transformācijas koeficients;
 I_{izm} – pārbaudāmā strāvmaiņa izmērītā sekundārā strāva.

Shēma transformācijas koeficienta noteikšanai jā sastāda patstāvīgi.

4.5. Kabeļu nullsecības strāvmaiņi. Praksē tos dažkārt dēvē par Feranti strāvmaiņiem [3]. Kopā ar strāvmaiņiem, kuru primārie tinumi tiek ieslēgti aizsargājamā elementa fāzēs, elektrotīklos ir izplatīti kabeļu nullsecības strāvmaiņi ar pārtraucamu vai nepārtraucamu tērauda skārda serdi, kas aptver visas trīs fāzes. Tie paredzēti nullsecības strāvas iegūšanai kabeļa vienfāzes zemesslēguma režīmā. Tāds strāvmaiņis (6.3. att.) sastāv no apaļas vai taisnstūra formas tērauda serdes, uz kuras uztiets sekundārais tinums. Serdi uzliek virsū aizsargājamās līnijas trīsfāžu kabelim, kas kalpo par strāvmaiņa primāro tinumu. Katras fāzes strāva rada savu magnētisko plūsmu serdē.

Elektrodzinējspēka vērtību sekundārajā tinumā nosaka visu fāžu strāvu radīto magnētisko plūsmu vektoru summa. Summārā magnētiskā plūsma simetriskā trīsfāžu strāvas režīmā (normālā režīmā, kad nullsecības strāvas nav) ir vienāda ar nulli. Tāpēc šādā režīmā sekundārajā tinumā inducētais EDS un līdz ar to arī sekundārā strāva I_2 vienāda ar nulli.

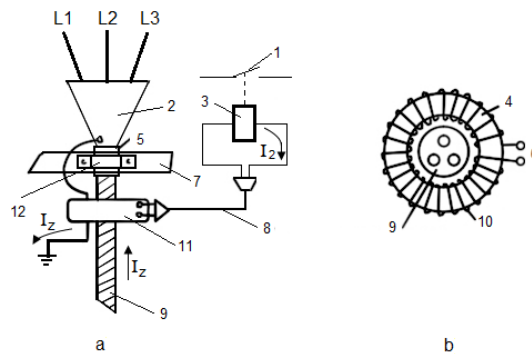
Vienfāzes zemesslēguma gadījumā bojājuma strāva plūst tikai vienā fāzē. Līnijā parādās nullsecības strāva, un tās radītā magnētiskā plūsma strāvmaiņa sekundārajā tinumā inducē EDS, kas releja tinumā 3 rada sekundāro strāvu I_2 . Kabeļu nullsecības strāvmaiņiem, salīdzinājumā ar trim nullsecības filtra slēgumā savienotiem parastajiem strāvmaiņiem, ir vienkāršāka un drošāka konstrukcija, kā arī mazāka nebalansa strāva.

Vienfāzes zemesslēguma gadījumā bojājuma strāva I_z var pilnīgi vai daļēji atgriezties pa bojātā kabeļa, kā arī pa nebojāto kabeļu, metāla apvalku (tērauda vai svina bruņām). Strāvu kabeļa apvalkā var izraisīt arī klaidstrāvas (zemē kļūstošās strāvas), metināšanas agregāts u.c. Lai selektīvi nostrādātu tikai bojātā kabeļa relejaizsardzība, tad kabeļuzmavu 2 izolē no zemētā stiprinājumbalsta 7 un iezemē ar īpašu šim nolūkam paredzētu vadu (6.3. att. a). Zemējumvads obligāti jāizvelk caur strāvmaiņa 11 serdes logu, lai kompensētu strāvu I_z kabeļa bruņā ar to pašu strāvu zemējumvadā.

Vēl joprojām ekspluatācijā sastopami vecā parauga $T3$ sērijas

nullsecības strāvmaiņi gan ar nepārtraucamu serdi ($T3$ tips), gan ar pārtraucamu serdi ($T3P$ un $T3/I$ tips). Pēdējos ērti novietot uz ekspluatācijā esošiem kabeļiem (nenotņemot kabeļuzmavu). Tiem neuzrāda primāro nominālo strāvu, kā arī transformācijas koeficientu, jo releja 3 pretestība tiek izvēlēta aptuveni vienāda ar $T3$ pretestību. Tādā režīmā $T3$ strāvas kļūda sasniedz 50% (nav precīza strāvas transformācija), toties $T3$ atdod relejam maksimālo jaudu, t.i. pieaug aizsardzības jutība.

Jaunākie nullsecības strāvmaiņi, ko tagad izlaiž populārās rietumu firmas (SIEMENS u.c.) paredzēti darbam ar mūslaiku jutīgiem relejiem, tāpēc tiem uzrāda transformācijas koeficientu, kā arī primāro nominālo strāvu.



6.3. att. Kabeļu nullsecības strāvmaiņis ar gredzenveida serdi:

a – nullsecības strāvmaiņa izvietojumshēma; b - nullsecības strāvmaiņa šķērsgriezums; 1 – releja kontakts, 2 – kabeļuzmava, 3 – strāvas releja tinums, 4 – strāvmaiņa serde, 5 – izolācijas materiāls, 6 – sekundārā tinuma izvadi, 7 – stiprinājuma balsts, 8 – savienotājvads, 9 – aizsargājamais kabelis, 10 – sekundārais tinums, 11 – strāvmanis, 12 – kabeļa stiprinājumskaiva, I_z – vienfāzes zemesslēgum strāva kabeļa bruņā, I_2 – strāva strāvmaiņa sekundārajā ķēdē.

5. Protokola nobeigšana.

Sastādot izpildatskaiti, pamatojas uz iepriekš sagatavoto protokolu, kurā ar pildspalvu rūpīgi ierakstīti eksperimentu gaitā iegūtie rezultāti. Bez tam protokols jāpapildina ar šādiem materiāliem:

- 5.1. Jānovērtē izmērītā izolācijas pretestība un jāizdara slēdziens par strāvmaiņa derīgumu ekspluatācijai no šī viedokļa (sk. uzdevuma 3.2.1. un metodisko norādījumu 4.1. punktu).
- 5.2. Jādod skice ar sekundāro izvadu $S1$ un $S2$ teritoriālo izvietojumu pārbaudītā strāvmaiņa korpusā (sk. uzdevuma 3.2.2. punktu).
- 5.3. Pēc eksperimenta datiem (sk. uzdevuma 3.2.3. punktu) jāuzzīmē magnetizēšanas raksturlīknes un jādod to fizikāls novērtējums (sk. metodisko norādījumu 4.3. punktu).
- 5.4. Jāaprēķina strāvmaiņa faktiskais transformācijas koeficients (sk. uzdevuma 3.2.4. un metodisko norādījumu 4.4. punktu).
- 5.5. Atbilstoši variantam rakstiski jāatbild uz trim kontroljautājumiem.

Uzdevuma varianti, kas jāizpilda katram studentam atsevišķās laboratorijas darba stadijās, sagrupēti 6.1. tabulā.

6.1. tabula.

Uzdevuma varianti.

Varianta Nr.	Darba stadija			
	Iepriekšēja sagatavošanās	Darbs laboratorijā	Protokola nobeigšana	
			Eksperimenta apstrāde	Atbildes uz kontroljautājumiem
1	2.1; 2.2.1, 2.2.7; 2.3; 2.4.	3.1; 3.2	5.1; 5.2; 5.3; 5.4	1; 2; 10
2	2.1; 2.2.2, 2.2.8; 2.3; 2.4.	3.1; 3.2	5.1; 5.2; 5.3; 5.4	5; 7; 8
3	2.1; 2.2.3, 2.2.9; 2.3; 2.4.	3.1; 3.2	5.1; 5.2; 5.3; 5.4	3; 6; 9
4	2.1; 2.2.4, 2.2.10; 2.3; 2.4.	3.1; 3.2	5.1; 5.2; 5.3; 5.4	1; 2; 7
5	2.1; 2.2.5, 2.2.11; 2.3; 2.4.	3.1; 3.2	5.1; 5.2; 5.3; 5.4	7; 8; 10
6	2.1; 2.2.6, 2.2.12; 2.3; 2.4.	3.1; 3.2	5.1; 5.2; 5.3; 5.4	3; 5; 6
7	2.1; 2.2.1, 2.2.12; 2.3; 2.4.	3.1; 3.2	5.1; 5.2; 5.3; 5.4	4; 8; 10
8	2.1; 2.2.2, 2.2.11; 2.3; 2.4.	3.1; 3.2	5.1; 5.2; 5.3; 5.4	1; 4; 5
9	2.1; 2.2.3, 2.2.10; 2.3; 2.4.	3.1; 3.2	5.1; 5.2; 5.3; 5.4	2; 9; 10
10	2.1; 2.2.4, 2.2.9; 2.3; 2.4.	3.1; 3.2	5.1; 5.2; 5.3; 5.4	3; 6; 7

6. Kontroljautājumi.

1. Kādos gadījumos un kāpēc jāieņem strāvmaiņa sekundārais tinums?
2. Kādas ir strāvmaiņa konstruktīvās un darba režīma īpatnības salīdzinājumā ar jaudas transformatoriem un spriegummaiņiem? Kāpēc nav pieļaujama ilgstoša strāvmaiņa darbība ar nenoslēgtu sekundāro tinumu?
3. Kādas divu veidu kļūdas pastāv strāvmaiņos un kādi faktori tās ietekmē?
4. Kādus paņēmienus izmanto strāvmaiņu kļūdu ierobežošanai?
5. Kādos gadījumos praksē lieto strāvmaiņu virknes slēgumu un kādos paralēlo slēgumu?
6. Vairākseržu strāvmaiņiem parasti ir dažāda šķērsriezuma serdes. Kuras no šīm serdēm (biezās vai plānās) izmanto releju aizsardzības barošanai, un kuras mēraparātu pieslēgšanai? Kāpēc?
7. Kādas ir kabeļu nullsecības strāvmaiņu (ТЗ, ТЗР, ТЗЛ) konstruktīvās un izvēles īpatnības salīdzinājumā ar citiem strāvmaiņiem? Kā jāizveido kabeļa uzmavas zemējums nullsecības strāvmaiņa uzstādīšanas vietā?
8. Kur uzstāda un kādas konstruktīvās īpatnības ir ТВ (ТВС, ТВУ) sērijas strāvmaiņiem?
9. Kāpēc „astotnieka” sērijas strāvmaiņiem gadījumu vairumā sekcionēts primārais tinums?
10. Kādas ir kaskādes strāvmaiņu konstruktīvās īpatnības? To priekšrocības un trūkumi salīdzinājumā ar vienpakāpes strāvmaiņiem. Kādiem spriegumiem šos strāvmaiņus izmanto?

7. Literatūra.

1. К. Timmermanis, J. Rozenkrons. Elektrisko staciju un apakšstaciju elektriskā daļa. Rīga, Zvaigzne, 1988. 253.-271. lpp.
2. Васильев А.А. Электрическая часть электростанций и подстанций, Часть 1, Москва, ГЭИ, 1980, 320.-340. lpp.
3. Putniņš J. Elektroapgādes iekārtu aizsardzība un automātika. – Rīga, Zvaigzne, 1993. 69.-86., 135.-139. lpp.