

Tartu Riiklik Ülikool

Üldise füüsika kateeder

ELEKTROTEHNIKA PRAKTIKUMI LÄBIVIIMINE

FÜSIKA KABINEETI BAASIL

Diplomitöö

Töö teostaja: V kursuse üliõpilane

Jänes, A.

Töö juhendaja: TRU assistent

Anderson, V.

Töö valmimise aeg

29. aprill 1959

Tartus

S I S S E J U H A T U S

Meid ümbritsevas looduses leiduvad energiavarud väga mitmesugustes liikides ja vormides. Nende seas on praegu üheks tähtsamaks elektrienergia, sest kõiki teisi senituntud energialiike saab muundada elektrienergiaks, mida on hõlpsam vähete kadudega üle kanda suurtele kaugustele ja jaotada tarbijate vahel igasugustes kogustes - mõnedest vatt-tundidest kuni tuhandete kilovatt-tundideni. Vastavate seadmete abil on elektrienergiat kerge muundada teisteks energialiikideks:

Kõigi nende eeliste tõttu kasutatakse elektrienergiat laialdaselt inimese paljudel tegevusaladel:

Teadust elektrienergia praktilise kasutamise kohta nimetatakse elektrotehnikaks. Seda võib tinglikult jaotada: 1) teoreetiliseks elektrotehnikaks, mis uurib elektrilisi nähtusi ja nende seaduspärasusi; ning 2) rakenduslikuks elektrotehnikaks, milline uurib iga liiki elektriseadmete ehitust ja töötamist:

NIKP erakorraline XXI kongress püstitas eesmärgi saavutada 7-aastaku lõpuks, s.o. 1965-ks aastaks elektrienergia aastatoodang Nõukogude Liidus 520 miljardit kilovatt-tundi, kusjuures elektriijaamade koguvõimsus peab kasvama enam kui kahekordseks; Eesti NSV-s aga viiekordseks. Aja võitmiseks ehitatakse peamiselt soojuselektriijaamu, mis töötaksid loodusliku gaasi, kivisöe, põlevkivi ja muude odavate kohalike kütustega. Valmimas on soojuselektriijaam Narva lähedal [1, lk: 24 - 25] :

Säärase laisulatusliku elektrienergia tootmise ja tarbimise juures tekib paratamatult vajadus elektrotehnika tundmise jä-

rele elanikkonna laialdaste kihtide hulgas, mis omakorda nõuab elektrotehnika-alaste teadmiste ja oskuste andmist noortele juba koolis.

Keskoolide õppeprogrammidesse on võetud uued õppeained-praktikumid, millised peavad vanemate klasside õpilastele andma ülevaate kaasaegse tootmise aluste kohta. Nende hulka kuulub ka elektrotehnika praktikum.

Alates 1955/56. õppeaastast võeti meie maa üldhariduslike koolide õppeplaanidesse sisse elektrotehnika praktikumid: vene õppekeelega koolides X klassides, eesti keelega koolides X ja XI klassides. Kvalifitseeritud õpetajate puudumise, samuti koolide halva varustamise tõttu elektrotehnika-alaste seadmetega ei olnud elektrotehnika praktikum paljudes koolides seniajani vajalikul tasemel.

NLKP erakorralisel XXI kongressil püstitati eesmärk meie senine koolisüsteem ümber korraldada, siduda teoreetiline õpetus tihedalt praktilise tööga, kusjuures suurem osa noortest saaksid koos nii keskhariduse kui ka kutsealase ettevalmistuse. Seda eesmärki pole võimalik saavutada korraga, vaid järk-järgult, üleminekus teoreetiliselt õpetuselt praktilisele ja sellelt ühiskonnale kasulikule tööle [1., lk. 56 - 57].

Sellel üleminekuajajärgul on üldhariduslikes koolides oluline tähtsus iga liiki praktikumidel, nende hulgas ka elektrotehnika praktikumil. Haridussüsteemi lõpliku reorganiseerimise tulemusel toimub elektrotehnika praktikum üldhariduslikes koolides tõenäoliselt seoses tootva tööga kas kooli töökodades või tehas-tes. Selleni kulub aga aega 4 - 5 aastat, kuni jõutakse luua vajalik materiaalne baas.

Kahtlemata kujuneb aja jooksul välja eriline keskkooli elektrotehnikakursus koos praktikumi töödega, milline erineb tehnikumides ja kõrgemates õppeasutustes õpetatavast kursusest. Praegu on aga paratamatud mitmesugused otsingud ja katsed eesmärgiga välja selgitada, milline peab olema õpilastele antavate elektrotehnika-alaste teadmiste ja oskuste ulatus ja selle aine õpetamise süsteem.

Käesoleva töö ülesandeks on anda mitte põhjalikku elektrotehnika-alast teoreetilist alust praktikumi läbiviimiseks, vaid Tartu linna üldhariduslike koolide küllastuste ja metoodilise kirjanduse lugemise kaudu saadud paremate kogemuste edasiandmine elektrotehnika praktikumi läbiviimiseks füüsika kabineti piiratud võimaluste juures.

Töös tuleb käsitlemisele elektrotehnika praktikumi eesmärk, selle organiseerimine ja läbiviimine; füüsika kabineti kohandamine elektrotehnika praktikumiks, praktikumi varustamine vajalike seadmetega. Töö kolmandas peatükis on vaadeldud mõnede praktikumitööde sisu ja teostamise metoodikat koos ohutustehnika küsimustega.

Töös on püütud anda kõige lihtsamaid ja füüsika kabineti tingimustes kõige kättesaadavamaid vahendeid ning võimalusi elektrotehnika praktikumi edukaks läbiviimiseks.

Esitatud seisukohad vastavad elektrotehnika praktikumide läbiviimisele ainult füüsika kabineti baasil. Juhul, kui neid läbi viiakse väljaspool füüsika kabinetti, s.o. kas kooli elektrotehnika laboratooriumis või tööstuste ja tehniliste õppeasutuste laboratooriumides, ei saa enam lähtuda sellest metoodikast, mis kehtis füüsika kabineti puhul.

I p e a t ü k k

ELEKTROTEHNIKA PRAKTIKUMI ÜLDALUSED

§ 1 Elektrotehnika praktikumi eesmärk ja sisu

Keskkooli X klassi füüsikakursuse programm 1958/59-ks õppeaastaks sisaldab VII klassis õpitud elektriliste nähtuste sügavama tundmaõppimise küsimusi. Kogu X klassi füüsikakursus koosnebki 5-st eri osast, milleks on ette nähtud aega 102 tundi koos füüsika praktikumi ja kordamisega. Need osad on:

- 1) Elektrilaengud ja elektriväli.
- 2) Alalisvool.
- 3) Magnetväli ja elektromagnetiline induksioon.
- 4) Vahelduvvool.
- 5) Elektromagnetilised võnkumised ja lained.

Lisaks füüsika teoreetilisele õppimisele on programmis ette nähtud ka 4 füüsika laboratoorset tööd, millede käigus õpilased peavad saama oskuse elektrimooteriistade otstarbe määramiseks, vooluringide koostamiseks etteantud skeemide järgi; oskuse kasutada šunte ja eeltakisteid, määrata elektrilampi läbiiva voolu võimsust ja käsitseda alalisvoolu elektrimootoreid. Seega on XI klassi õpilastel juba teatud kogemusi elementaarsete laboratoorsete tööde tehnikas. Materiaalsetel põhjustel jääb sageli osa füüsika praktikumi töid X klassis tegemata, mille tagajärjel XI klassi õpilaste tegelike teadmiste ja oskuste tase pole nii kõrge kui seda programmi järgi arvata võiks. XI klassi

elektrotehnika praktikumis tuleb need lüngad õpilaste teadmistes ja oskustes täita.

Elektrotehnika praktikum XI klassis peab kujunema X klassi füüsikakursuse kõrgetasemeliseks kordamiseks koos püsivate teadmiste ja praktiliste oskuste andmisega. Sääraseid püsivaid teadmisi ja oskusi saab anda ainult õigestiorganiseeritud kordamisega. Pähetuupimisele rajatud kordamine jätab meelde ainult üksikuid pisiasju, ununeb aga see, mille omandamine nõuab mõtlemist. Et kordamine annaks püsivaid teadmisi, tuleb teda siduda nende teadmiste rakendamisega. Kuna elektrotehnika teoreetiline õppimine ilma töö aktiivse tunnetusprotsessi viimase astmeta, s.o. praktikata jääb formaalseks, peab õpilaste teoreetilisi teadmisi kinnitama praktiliste oskustega [2. ja 3.]:

Demonstratsioonkatsed, mida õpilane ei tee ise, vaid kus ta näeb ainult õpetaja tegevust, jäävad talle kaugeiks. Õpilasele tundub, et nende katsetega tuleb toime küll õpetaja, kuid mitte tema ise. Seetõttu jäävad õpilaste teadmised praktikas mitte rakendatavaks. Iseseisvalt tehtud katsetel saadud oskuste väärtus seisnebki nende hilisemas rakendatavuses praktiliste ülesannete lahendamiseks.

Elektrotehnika praktikumis saadud oskuste ja vilumuste süsteem ongi aluseks keskkoolilõpetanute edukaks tegevuseks tootval tööil.

Elektrotehnika praktikumitöid ei saa pidada füüsika praktikumi laboratorsete tööde nimestiku lihtsaks laiendamiseks. Et küsimust selgitada, vaatleme 3 liiki laboratorsete tööde, s.o. füüsika frontaalsete laboratorsete tööde, füüsika praktikumi ja elektrotehnika praktikumi iseärasusi:

a. Frontaalsed laboratoorsed tööd on õpilastele kõige esimeseks füüsika-alaste praktiliste oskuste omandamise vormiks; neid ei saa füüsikatunnist lahutada, vaid nad moodustavad selle orgaanilise koostisosa. Frontaalsetel laboratoorsetel tööd kasutatav varustus on valmistatud õppeotstarbeks, seadmed on äärmiselt lihtsad ja tööde eesmärk on - füüsikanähtuste ning -seaduste õppimine. Frontaalsed laboratoorsed tööd peavad andma õpilastele esialgse vilumuse katseriistade käsitlemiseks, s.o. oskuse hoida riista käes, kinnitada juhut klemmi külge jne.

b. Füüsika praktikumi erinevus frontaalsete laboratoorsete tööde meetodist ei seisne üksnes organiseerimise erinevuses. Praktikum on palju kõrgemaks laboratoorsete tööde vormiks, kus õpilastel on suurem tegevusvabadus, initsiatiiv ja iseseisvus. Praktikumis arenevad edasi varem omandatud vilumused, eriti töötamisel keerulisemate, täiuslikumate katseriistadega (transformaator, reostaadid, mõõteriistad jne.). Füüsika praktikumi peamine eesmärk on - füüsikanähtuste ja -seaduste õppimine, elementaarsete uurimisoskuste ja vilumuste omandamine. Tehes praktikumitööd füüsikas, õpilased tegelevad füüsika katseriistadega, millised ise ei ole uurimisobjektideks, vaid ainult uurimisevahenditeks.

c. Praktikumitööd elektrotehnikas erinevad sisuliselt praktikumitöödest füüsikas. Elektrotehnika praktiliste tööde eesmärgiks on ühe või teise elektrotehnilise seadme konstruktsiooni ja tööprintsipi tundmaõppimine, kusjuures see seade ise on uurimisobjektiks. Selle tulemusena õpilased leiavad oma teadmistele, mida nad on saanud mitte üksnes täiendavate seletustena

elektrotehnika praktikumis, vaid ka X klassi füüsikatundides ja nii IX kui ka X klassi masinaõpetuse praktikumides, konkreetse rakendusala. Elektrotehnika praktikumis õpilased omandavad ühtlasi ka eksperimentaalse uurimismeetodi alused, areneb nende iseseisvus tööde tegemisel, tekib huvi elektrotehnika vastu. Õpilased õpivad organiseerima oma töökohta, tööd planeerima, hoidma seadmeid puhtatena - need on kõik väärtuslikud ja tege-likus elus vajalikud oskused.

Oluliseks põhimõtteks elektrotehnika praktikumis on mõne-
de programmi järgi tehtavate tööde praktiline kasulikkus: õpi-
lased võivad näiteks osa praktikumitööd teha oma kooli elektri-
fitseerimise, radiofitseerimise või koolisisese telefoniühendu-
se loomise näol, valmistada näitlikke õppevahendeid ning sead-
meid kooli ja tehnikaringide jaoks, teha mõningaid töid kooli
šefiks olevale ettevõttele. Tartu linna VIII Keskkoolis õpila-
sed rajasid füüsika-elektrotehnika õpetaja juhendamisel kooli
raadiosõlme käesoleval õppeaastal.

Kui vaadata programmis antud elektrotehnika praktiliste
tööde loetelu, võib märgata, et praktikumi käigus õpilased mi-
dagi uut ei valmista.

Elektrotehniliste seadmete valmistamine või sobitamata
osadest seadme kokkumonteerimine oleks õpilastele aga väga väärt-
uslike oskuste saamise allikaks. Niisuguseid töid saab praegu
teha kahjuks ainult väheste õpilastega õppetööst vabal ajal,
näiteks tehnika- või elektrotehnika ringides.

Vastavalt kõigile nendele ülesannetele elektrotehnika
praktikumi programm 1958/59. õppeaastaks maakeskkoolide X -le
ja nii maa- kui linnakeskkoolide XI-le klassidele näeb ette

õpilaste tutvustamise ja nende iseseisva töö 9 + 51 tunni jooksul järgmiste teemadega [4, lk. 50 ja lk. 27] :

1. Tehnilised elektrimõõteriistad (voltmeeter, ampermeeter, oommeeter, vattmeeter, arvesti).
2. Installatsioonitööd siseruumides.
3. Alalisvoolu- ja vahelduvvoolu elektrimasinad. Kolmefaasiline vool.
4. Telefoni- ja raadioside.

Neile kohustuslikele teemadele tuleks lisada teema "Ohutustehnika praktikumitöödel", millega alustada elektrotehnika praktikumi õppeaasta alguses. Enne praktiliste tööde juurde minekut on vaja õpilasi tutvustada peamiste elektrotehniliste materjalidega, s.o. materjalidega, millel on erilised omadused elektrivoolu ja magnetvälja suhtes (juhtmete liigid, isolatsioonmaterjalid, magneetilised materjalid, vooluallikad jne.) ning nende materjalide omadustega.

Teemas "Tehnilised elektrimõõteriistad" peab õpilasi tutvustama enamlevinud elektrimõõteriistade tööprintsibi, ehituse ja klassifitseerimisega, samuti mõõtmismetoodika ja riistade lülitamisega vooluahelaisse. Üksikasjalisemalt käsitletakse magnetelektrilise, elektromagneetilise ja elektrodünaamilise süsteemiga mõõteriistu. Elektrienergia arvesti konstruktsiooni vaadeldakse ilma töötamis põhimõtte üksikasjalise analüüsita.

Käesoleval ajal on laialt levinud universaalsed mõõteriistad-avomeetrid, mistõttu tuleb õpilasi tutvustada ka oommeetri ehituse ja töötamis põhimõttega, samuti mõõteriista mõõtepiirkonna laiendamise võtetega. Teema praktilises osas on ette nähtud tööd vattmeetri ja ühefaasilise vahelduvvoolu arvesti kont-

rollimiseks vastavas vooluringis; üks praktiline töö on pühendatud lihtsaima universaalse mõõteriista koostamisele alalisvoolu ja -pinge mõõtmiseks. Põhiliseks tööks on aga voltmeetri ja ampermeetri kontrollimine (kaliibrimine) teiste täpsemate mõõteriistadega.

Ükskõik kus ka õpilased töötaksid peale keskkooli lõpetamist, tuleb neil peaaegu igal pool kokku puutuda elektrimõõtmistega. Seepärast ongi peamiste elektrimõõteriistade käsitlemine võetud elektrotehnika praktikumi programmi. Teoreetilised teadmised elektrimõõteriistade töötamise kohta, mida õpilased saavad X klassi füüsika kursuses, kinnitatakse praktiliste töödega elektrotehnika praktikumis.

Elektrimasinate õppimine algab alalisvoolugeneraatorite ja -mootorite käsitlemisega, millised on laialdaselt kasutusel elektertranspordis. Õpilastele peab selgitama, millised eelised on alalisvoolumasinatele, vaatamata sellele, et praegu etendab meie energeetikasüsteemis põhiosa 3-faasiline vahelduvvool. Füüsikakursus X klassis annab alalisvoolumasinatest väga kesiseid teadmisi, millist puudujääki peab katma elektrotehnika praktikumis. Kooli tingimustes saab alalisvoolumasinatena kasutada autogeneraatoreid ja -startereid, milledega praktilistel töödel õpilased peavad aru saama nende üksikosade ülesannetest. Alalisvoolugeneraatori õppimiseks kasutatakse haruvoolugeneraatorit. Seejärel katsetatakse pea- ja haruvoolumootorit, nende pöörlemiskiiruse muutmist ja reverseeritavust. Selle teema juures on oluline valida just niisugused praktilised tööd, mis veenaksid õpilasi alalisvoolumasinate hüvedes.

Vahelduvvoolu elektrimasinate ja kolmefaasilise voolu kä-

sitlemisega on tihedalt seotud küsimus magneetilistest materjalidest, milliseid kasutatakse magnetringide südamikena. Seejärel tuleb õpilasi eelnevalt tutvustada nende materjalide omadustega.

Erilist tähelepanu tuleb pöörata kolmefaasilise voolu käsitlemisele, milline X klassi füüsikakursuses liiga formaalse käsitluse korral jääb õpilastele sageli arusaamatuks. Seetõttu, ning arvestades ka kolmefaasilise voolu suurt praktilist tähtsust, tuleb elektrotehnika praktikumis käsitleda järgemööda küsimusi: takistus vahelduvvooluahelas (aktiivtakistus, induktiiv- ja mahtuvuslik takistus), faaside nihe, võimsustegur ja selle tõstmise võimalused; vahetõrge faasi- ja liinipingete ning -voolude vahel, tarbijate ühendamine tähte ja kolmnurka, pöörleva magnetvälja tekkimine ja selle kasutamine praktikas. Võrreldes 3-faasiliste vahelduvvoolumootorite ja alalisvoolumootorite karakteristikuid omavahel, saab veelkord alla kriipsutada, miks ühed mootorid on levinud tööstuses, teised aga transpordis.

Õpilased peavad tutvuma 1-faasiliste transformaatoritega, lühisrootoriga asünkroonmootoritega, ning peavad neid praktiliselt katsetama. Õpilastele tuleb anda oskused elektrimasinate hooldamiseks, samuti ohutustehnika nõuded elektrimasinatega töötamisel.

Ohutustehnika nõudeid tuleb korrata ja konkretiseerida kõigi üksikute alateemade juures nende läbivõtmise käigus, vaatamata sellele, et iga uue teema alguses on sissejuhatav vestlus ohutustehnika nõuetest. Ohutustehnika küsimustele peab õpetaja pöörama eriti suurt tähelepanu.

1958/59. õppeaastal programmi sissevõetud teema "Instal-

latsioonitööd" näeb ette õpilaste tutvustamise siseruumide installatsiooniks vajalike materjalidega ja nõuetega ning lihtsamate elektrimontaaži-alaste oskuste andmise. Et valgustusvõrgu ülesseadmisel ruumis tuleb rangelt kinni pidada tehnilistest ja ohutustehnika normidest, peab õpilastelt nõudma elektrimontaaži täpset, hoolikat ja õiget teostamist mitte ainult õppeskeemide tahvil, vaid ka otse ruumi siseseintel ja lael. Kui õpilased on omandanud mõned elektrimontaaži-alased põhioperatsioonid, võib neil lasta teha ruumi siseinstallatsiooni või selle remondi õpetaja järelevalve all.

Teema lõpuosas tuleb 2 praktilist õppust pühendada majapidamises kasutatavate elektri-soojendusriistadega tutvumisele, mille järel lasta õpilastel parandada mõni riknenud elektri-soojendusriist (kodunt kaasa toodud).

Lisaks praktilistele oskustele on elektriinstallatsioonitööl ka suur üldhariduslik tähtsus. Õpilased omandavad teadmisi elektrimaterjalidest, juhtmete liikidest ja omadustest, ohutustehnikast jne.

Kuivõrd on hakatud õpilasi tutvustama elektrimontaažitöödega juba VII klassis, siis võib edaspidi (2 - 3 aasta pärast) need tööd XI klassi praktikumist välja jätta. See võimaldaks elektrotehnika praktikumi XI klassis sisukamaks muuta.

Elektrotehnika praktikumi lõppteemaks on "Telefoni- ja raadioside", milline peab õpilastele andma algteadmised igapäevases elus laialt levinud sidepidamisvahendite ehituse ja käsitsemise kohta. Õpilased peavad tutvuma raadiolampide ehituse ja töötamisega nii kõrgsagedus-, kui madalsagedusvõimendajates ja alaldajates. Ainult füüsikakursuses saadud teadmistest raadiotehnika kohta on vähe, mille tõttu XI klassi õpilased ei oska

üksnes koostada lihtsamaid raadioskeeme, vaid ei oska neid ka lugeda. Seda lünka füüsikakursuses peab täitma elektrotehnika praktikumis.

Õpilaste tähelepanu tuleb juhtida sellele, et raadioseadmeid kasutatakse mitte üksnes ringhäälingusaadete vastuvõtuks, vaid veelgi laialdasemalt paljudes tööstusharudes, meditsiinis ja automaatikas. Õpilased peavad omandama ka vastuvõtjate õige käsitlemise tehnika, nende toitmiseks vajalikud oskused, samuti pisiremondi- ja hooldamistehnika.

Et telefoniaparatuuride hankimine praktikumitöödeks on raske, võib telefoniside küsimuste asemel käsitleda tööstusliku elektroonika ja automaatika elemente (fotoelement, pooljuhid, releed, kontaktorid jne.), tehes nendega ka vastavaid praktilisi töid.

Telefoniside elementaarne käsitlemine on võimalik, kasutades müügil olevaid komplekte "Laste telefon", kuid sügavamaks arusaamiseks nendest muidugi ei piisa.

§ 2 Elektrotehnika praktikumi organiseerimine

Enne 1955/56. õppeaastat kehtinud programmid ei näinud ette elektrotehnika praktikumi eraldi füüsika praktikumist. Oli üldine nimetus "laboratoorsed tööd", millede hulgast õpetajad ise valisid vastavalt võimalustele ja ka metoodilistel kaalutlustel kas frontaalsete laboratoorsete tööde või praktikumi meetodi. Sel ajal kasutati praktikumi meetodit just katseriistade vähesuse tõttu. Kui katseriistu oli küllaldaselt, kasutati frontaalse laboratoorse töö meetodit, s.t. kogu klass tegi korraga samasisulist tööd.

Kuna frontaalsed laboratoorsed tööd elektrotehnikas nõudsid suurt hulka kallihinnalist aparatuuri, kasutati paljudes koolides juba ammu enne 1955/56. õppeaastat praktikumi meetodit X ja XI klassides. Mõnedel juhtudel täiendati frontaalseid laboratoorsete tööd füüsikas, teistel juhtudel aga asendati täielikult elektrotehnika praktikumiga.

Praktikumi meetod elektrotehnika-alaste praktiliste tööde tegemisel võimaldab kasutada täiuslikumaid ja täpsemaid seadmeid, sest neid on tarvis ainult üks või kaks komplekti, millede muretsemine on koolile jõukohane. Täpsete kaasaegsete mõõteriistade kasutamisel õpilased harjuvad seega juba koolis nende mõõtmisvõtetega, mida rakendatakse igas tehase või teadusliku uurimisasutuse laboratooriumis.

Praktikumi korral pole ka vajadust seadmeid kiiresti lahti monteerida, mille tõttu vooluringid võivad jääda kokkupanduks pikemaks ajaks, s.o. 2-ks tunniks või kauemaks.

On avaldatud arvamust elektrotehnika praktikumi läbivi-

misel, eriti lihtsamate tööde tegemisel, kasutada õppeaasta alguses frontaalset meetodit, milline peab õpilasi ette valmistama praktikumiks [5. 1959, nr. 1 lk. 61].

Elektrotehnika praktiliste tööde tegemisel tuleb frontaalseid laboratoorseid töid lugeda ikkagi ettevalmistavaks astmeks praktikumi meetodile, kasutades neid ainult VII klassides. Frontaalsed laboratoorsed tööd ei suuda asendada praktikumitöid XI klassides. Vanemate klasside õpilastes tuleb arendada oskust iseseisvaks tööks levinumate elektrimõõteriistadega, keeruliste seadmete katsetamiseks jne., kasutades vajaduse järele lisakirjadust - kõike seda frontaalsed laboratoorsed tööd aga ei võimalda.

Järelikult tuleb praktikumimeetodit elektrotehnika-alaste tööde tegemisel pidada põhimeetodiks.

Elektrotehnika praktikumi iseärasuseks on asjaolu, et ta ei tohi rikkuda koolis väljakujunenud ühtset õpetus- ja kasvatusüsteemi, s.t. et praktikumitunnid tuleb planeerida samasse vahetusse, milles toimub klassi õppetöö, jne. Seega on arusaadav, et keskkoolis ei saa kasutada seda organiseerimismeetodit, mida kasutatakse elektrotehnika praktikumi läbiviimisel tehnikumides ja kõrgemates õppeasutustes.

Praegu on üldiselt tunnustatud, et elektrotehnika praktikum nagu teisedki tootmisalased praktikumid, peab erinema tavalistest õppetundidest oma õppuste kestvuse (2 tundi korraga) ja klassi suuruse poolest (klass jaotatakse kahte alagruppi).

Elektrotehnika praktikum on ette nähtud teha kahetunniliste õppustena, kusjuures nende aeg ja koht on märgitud kooli tunniplaanis. Iga praktikumitöö tuleb õpilastel valmis teha vä-

hemalt 2 tunni jooksul. Kõige parem on, kui elektrotehnika praktikumitunnid oleksid tunniplaanis viimasteks, sest praktiliste tööde tegemisel juhtub sageli, et mõned õpilased ei jõua tööga õigeaegselt valmis. Sellisel juhul saab neid veel kinni pidada peale tunde, et lasta neil oma töö lõpetada.

Praktikumi kohaks on kõige ideaalsem vajalike seadmetega varustatud spetsiaalne elektrotehnika laboratoorium. Kuna paljudes koolides pole võimalik neid laboratooriume luua, tuleb elektrotehnika praktikumi läbi viia füüsika kabinetis.

Praktika on näidanud, et on võimatu teha praktikumitööid terve klassiga korraga. Töötades klassiga, kus on sageli kuni 30 õpilast, et jätku neile kõigile vajalikke seadmeid, samuti on õpetajal raske jälgida kõiki õpilasi ning ohutustehnika nõuete täitmist. 1956.a. haridusministeerium andis loa klassid, kus õpilaste arv on üle 25, poolitada ja kummagi alagrupiga praktikum eraldi läbi viia.

Seoses segakoolide loomisega kadus vajadus elektrotehnika praktikumi läbiviimiseks ühes klassis kordamööda mõlema alagrupiga, sest elektrotehnika praktikum enamikes koolides toimub ainult poistele. Poiste arv XI klassis ei ületa tavaliselt 15 õpilast, millega langebki ära vajadus alagruppide loomiseks. Sealjuures üks klass moodustab ainult ühe grupi.

Kuna XI klassi elektrotehnika praktikumiks on ette nähtud 51 tundi, on sobiv I poolaastal praktikumiõppusi (a) 2 tunni korraga) teha ühe klassi korral üle nädala, 2 paralleelklassi korral vaheldumisi igal nädalal; II poolaastal aga igal nädalal, paralleelklasside korral kõigi pruppidega ühel-samal päeval, mis võimaldab kabinetis eelmisel päeval ette valmistada.

Vene õppekeelega koolides, kus elektrotehnika praktikum toimub X klassides, tekib raskus praktikumi õigeks organiseerimiseks. Kuna X klassi füüsikakursus algab elektrostaatikaga ja alalisvoolu ning elektromagnetismi õpitakse alles teises veerandis, on otstarbekohane alata elektrotehnika praktikumi teisel poolaastal. See toob endaga kaasa praktikumitundide kahekordistumise nädalas ja seega õpetaja ebahütlase koormuse õppeaasta vältel. Kui praktikumi alustada kohe õppeaasta alguses, tekib küsimus - millega alata.

Eesti koolides on see raskus välditud, sest elektrotehnika praktikum on mitte ainult X-s vaid XI-s klassis, kus õpilased on juba omandanud kogu X klassi füüsikakursuse.

Praktikumitööde tegemisel on otstarbekohaseks osutunud jaotada õpilased prupis 2-kaupa lülideks. Praktika on näidanud, et kui lülides on üle 2 õpilase, siis nad kõik ei tööta küllalt aktiivselt.

Vaatleme lühidalt, kui palju elektrotehnika praktikumitöid on ette nähtud programmiga 1958/59. õppeaastaks:

Teema "Tehnilised elektrimõõteriistad" kohta on 5 praktilist tööd; teema "Installatsioonitööd" näeb ette 4 - 5 tööd, millised koos teoreetilise osaga tuleb läbi viia 16 tunni jooksul; teema "Alalisvoolu- ja vahelduvvoolu elektrimasinad: Kolmefaasiline vool" sisaldab 7 praktilist tööd, kusjuures koos teoreetilise osaga on antud aega 16 tundi ning teema "Telefoni- ja raadioside" kohta 6 - 7 tööd koos teoreetilise osaga 17 tunni vältel.

Seega tuleks ettenähtud 51 tunni jooksul lasta õpilastel teha üle 20 praktilise töö. Vastavalt materiaalsetele võimalustele võib nende hulgast osa töid ka tegemata jätta või asendada

teiste, sisult lähedaste töödega.

Nii on iga teema kohta keskmiselt 5 - 6 2-tunnilist praktikumitööd. Kuna tööde frontaalsest tegemisest ei saa olla juttugi, tuleb kõiki töid dubleerida, s.o. muretseda varustust ühe-sama töö kohta mitmes komplektis (2 - 3 komplekti), et näiteks 12-st õpilasest koosnevas grupis jätkuks töid antud teema kohta igale 2-st õpilasest koosnevale lülile.

Praktikumi pidev ja häireteta läbiviimine nõuab väga hoolikat organiseerimistööd. Ainult siis saavutatakse õpilaste suur huvi iseseisva praktilise töö vastu. Halvasti organiseeritud töö korral, kui õpilased ei saa pidevalt töötada, kaob neil see huvi.

Organiseerides elektrotehnika praktikumi, kohtavad füüsikaõpetajad sageli tõsiseid raskusi kas küllaldase metoodilise materjali puudumise või materiaalse baasi ja ruumide nõuetele mittevastavuse tõttu. Raske on saada ka praktiliste tööde sisu kirjeldusi, millised on ilmunud peamiselt venekeelses kirjanduses (umbes paarkümmend eri raamatut elektrotehnika praktikumide kohta keskkoolis).

Nende puudujääkide tõttu tekib võimalus praktikumi vääraks teostamiseks. Võidakse kalduda kahte äärmusse: 1) elektrotehnika praktikumiõppused muudetakse täiendavateks füüsika lisatundideks, ning praktilised tööd - frontaalseteks laboratoorseteks töödeks; 2) kui füüsikaõpetajad ei saa ise elektrotehnika praktikumi läbi viia, tuleb selleks kutsuda vastava pedagoogilise hariduseta spetsialiste tehastest. Sellisel juhul tekib oht, et praktikum omandab kitsa puhtpraktilise iseloomu, kusjuures õpilased ei mõista elektrotehnika seadmete ja nähtuste füüsikalist

sisu:

Nendest puudustest saab vabaneda, kui füüsikaõpetajad teevad ise läbi täiendava elektrotehnika praktikumikursuse seminaride näol. Eriti tahtis on, et õpetaja oskaks ise remontida riknenud seadmeid, samuti teostada lihtsamate elektrimasinate arvutusi. Seoses haridussüsteemi ümberkorraldamisega kerkib säärase täienduskursuste vajadus teravalt esile. Ei ole mõeldav, et praktikumi viib läbi õpetaja, kes tööde kohta vajalikud oskused ja juhised hangib ainult kirjandusest. Tagajärgi annab selline praktikum, mille tööd on õpetaja ise varem tegelikult läbi teinud, teades täpselt esineda võivad raskused ja vead ka pisiasjades:

Füüsikaõpetajate ettevalmistamisel Tartu Riiklikus Ülikoolis on füüsikaosakonna IV kursusele võetud sisse, alates 1957/58. õppeaastast kohustusliku distsipliinina elektrotehnika praktikum koos teoreetilise ettevalmistusega 2 semestri vältel.

Teine võimalus oleks, anda kõrgemate tehniliste õppeasutuste lõpetajatele insenerikutse kõrval ka pedagoogiline ettevalmistus, et nad saaksid vajaduse korral elektrotehnika praktikumi koolides läbi viia.

§ 3 Elektrotehnika praktikumi läbiviimine

Esimestel praktikumitundidel peab õpilasi tutvustama üksikasjaliselt füüsikakabineti elektrisisseseadega. Elkõige tuleb seletada, kuidas on vool toodud kabinetti ja kust saab teda välja lülitada, kuidas vool on jaotatud õpilaste töölaudadele, milline on voolujaotuskilbi ehitus, mis ülesanne on kommutaatoril.

Tingimata tuleb anda õpilastele ohutustehnika nõuded tööks elektriseadmetega, samuti esmaabi andmise võtted elektrilõugist tabatule. Tuleb alla kriipsutada, et inimesele pole ohtlik mitte kõrgepingeline väike voolutugevus, vaid kehaga hea kontakti tõttu (märg nahk, vigastatud kehaosa) tekkiv suur vool (üle 0,1 A) isegi vooluallika madala pingel korral [6, lk. 26].

Elektrotehnika praktikumi läbiviimise kogu metoodika võib jagada 3-ks osaks:

1. ettevalmistus praktikumitööde tegemiseks,
2. praktikumitööde tegemine,
3. järeldused ja aruandlus tehtud tööde kohta.

Vaatleme neist iga osa üksikasjalisemalt.

1. Elektrotehnika praktikumitöödeks ettevalmistuse võib omakorda jaotada: praktikumitööde juhendite koostamiseks, õpilasi ettevalmistavaiks vestlusteks, lülide moodustamiseks, töödeks vajalike seadmete komplekteerimiseks jne.

Igal praktikumitööl on oma kindel eesmärk - anda õpilastele teadmisi ja praktilisi oskusi ühtede või teiste küsimuste kohta. Sellest eesmärgist selge arusaamine õpetaja poolt on alu-

seks õpilaste teadlikule töösse suhtumisele. Õpilased peavad mõistma, milliseid seadmeid on vaja antud töö tegemiseks, millises järjekorras tuleb töö teha, mida on vaja saada töö lõpuks.

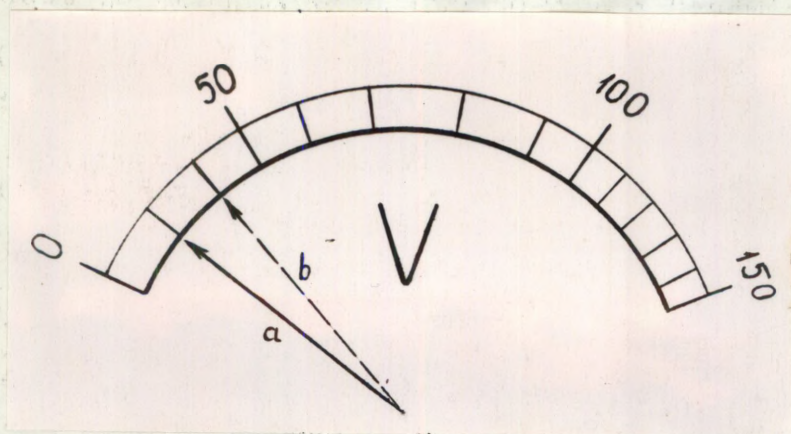
Igale teemale eelnevas sissejuhatavas vestluses õpetaja annab seletuse kogu antud teemasse kuuluva materjali kohta, vastavalt programmile. Täiendavaid seletusi tuleb anda õpilastele ka praktiliste tööde eel või nende käigus. Täiendavate seletuste sisu, vorm, kestvus ja maht sõltuvad õpitava materjali sisust ja mahust, õpilaste tegelike teadmiste tasemest, samuti ka õpetaja poolt püstitatud kasvatuslikest eesmärkidest.

Elektrotehnika praktikumis on sissejuhatavatel vestlustel teatud iseärasus võrreldes füüsika tundidega füüsika praktikumi eel. Füüsika tundides õpilased saavad programmi raames lõplikud teadmised ühe või teise teema kohta, teema lõpus tehtavad füüsika praktikumitööd ei täienda õpitut uute teadmistega, vaid annavad õpilastele võimaluse kasutada ja sellega ühtlasi kinnistada saadud teadmisi keerulisemate või lihtsamate laboratoorse te tööde käigus.

Sissejuhatavad vestlused elektrotehnika praktikumis peavad andma õpilastele rea teadmisi tehniliste seadmete ehituse ja tööprintsibi kohta, kusjuures need teadmised ei ole ammen-davad, vaid valmistavad õpilast ainult ette edukamaks iseseisvaks tööks. See iseseisev praktikumitöö on õppeprotsessi peamiseks ja ühtlasi lõplikuks etapiks.

Õpetaja poolt antavad seletused ei tohi olla ainult kitsa tehnilise iseloomuga, vaid peavad olema teaduslikult põhjendatud ja kooskõlas õpilaste teadmistega, mida nad on omandanud füüsika-, keemia- ja matemaatikatundides. Need teadmised, mida

õpilased on saanud X klassi füüsikakursuses, võimaldavad õpetajal täiendavate seletuste käigus põhjendada küllalt sügavalt rea elektrilisi nähtusi. Näiteks, töötades elektromagnetiliste mõõteriistadega, õpilased teevad sageli vea skaalalt lugemite võtmisel, mitte arvestades skaalajaotiste vahede ebavõrdsust. Arvamine, et asendis (a) osuti näitab 17 V ($50 : 3$) pole õige, kuna esimene kriips skaalal tähistab 30 V, järgmine 40 V, jne. (joonis 1).



Joonis 1.

Õpilastele tuleb selgitada ebaühtlase skaala tekkimise põhjus, ning asjaolu, et skaala algusest ja ka lõpust võetud lugemid on vähem täpsed kui skaala keskosast. Seetõttu on soovitatav mõõtmisteks kasutada ainult skaala keskosa.

Seletades elektrimõõteriistade ja elektrimasinate ehitust, õpetaja peab arvesse võtma õpilaste neid teadmisi elektromagnetismist ja magneetilisest induktsioonist, mida nad said X klassi füüsikakursuses. Tuleb meeles pidada, et õpilased ei saa sageli aru üksikutest keerulisematest nähtustest, milline olukord võib tekkida, kui elektrotehnika praktikumi programm mõne-

võrra sisuliselt ületab vastavaid füüsikakursuse osi. Neil juhtudel antakse õpetaja poolt ainult see täiendavate füüsikaliste teadmiste miinimum, mis on tihedalt seotud füüsikas õpitud küsimustega. Seda peavad arvestama eriti need õpetajad, kes on kutsutud elektrotehnika praktikumi andma väljaspoolt kooli. Kui praktikumi viib läbi füüsika õpetaja, mis on muidugi kõige parem, siis ta teab, milliseid teoreetilisi küsimusi füüsikas tuleb täiendada lisaseletustega praktikumi käigus.

Et kindlustada õpetamise suuremat näitlikkust ja äratada õpilastes huvi praktikumi vastu, peab kasutama ka demonstratsioone. Eriti oluline on demonstreerida praktikas kasutatavaid seadmeid, näidates mitte ainult nende üksikosi, vaid ka sise-ehitust (elektrimootori rootor koos mahisega), milleks tuleb teha väljalõikeid, kust on näha sisemine ehitus. Nii näiteks tuleb õpetajal kõik elektrimootori-tüübid enne demonstratsiooni lahti võtta, kuid nii, et uuesti kokku pannes kõik osad sobiks üksteisega. Demonstratsioonideks kasutatavad elektrimõõteriistad peaksid olema läbipaistvast orgaanilisest klaasist kestades.

Oluline on demonstreerida ka mõningaid õppefilme. Filmid "Kolmefaasiline vool", "Elektrilambi testimine", "Elektrijõujaam" j.t. tekitavad õpilastes huvi praktikumi vastu, võimaldades paremini mõista üksikute teemade kohta käivat teoreetilist materjali [5, 1957, nr. 2 lk. 92] :

Demonstratsioonidel tuleks kasutada ka tabeleid, skeeme, detailide näidiskomplekte jne. Säärased on näiteks tabelite-seeriad elektrimõõteriistade, kolmefaasilise voolu ja raadio-seadmete kohta [5, 1956 nr. 2 lk. 87] ; juhtmete, isolaatorite,

raadiolampide jne. komplektid. Viimaseid võivad õpilased ise valmistada, nagu seda tehti Tartu Linna I Keskkoolis 1958/59. õppeaastal.

Mõningaid tšivõtteid peab õpetaja ise ette näitama, näiteks elektrimontaažitöödel (torude painutamine, juhtmete jatkamine jne.), elektrimasinate lahti- ja kokkumonteerimisel, raadioskeemide montaažil.

Praktikumitöödeks ettevalmistuse ajal, samuti kui tööde tegemise käiguski tuleks õpetajal esitada õpilastele rida küsimusi, milledele antud vastused võimaldavad otsustada, kuivõrd õpilased on materjalist aru saanud ja kui kohusetruult nad valmistuvad tööd tegema. Säärane jooksev kontroll võimaldab ühtlasi õpilasi õiglasemalt hinnata.

Kõik programmis ettenähtud praktikumitööd nummerdatakse, arvestades, et iga töö tehakse iseseisvalt, sõltumata teistest tööstest. Kogu grupp jaotatakse 2 või 3 õpilase kaupa lülideks, millede koosseis praktikumi käigus ei muutu. Üksikud lülid moodustatakse õpetaja poolt, kusjuures tuleb arvestada ka õpilaste soove. Peab ette nägema ohtu, et kui lüli liikmete arengutase on erinev, haaravad targemad õpilased initsiatiivi tööde ajal endi kätte, paralüseerides sellega nõrgemaid. Nõrgemad õpilased tuleksid liita eraldi lülidesse, sest niisugune lüli võib õpetaja pideva järelevalve all saavutada palju paremaid tagajärgi, kui olles laiali pillatult tugeva koosseisuga lülides.

Õpilaste arv lüli sõltub eelkõige kabinetis olemasolevate töökohtade arvust. Mõnede autorite arvates on kõige sobivam moodustada lülisid, kuhu kuulub 3 õpilast, sest näiteks tööd elektrimasinatega nõuavad korraka mitmete mõõteriistade jälgi-

mist ja teiste operatsioonide sooritamist [7, lk. 24]: Montaažtööd on aga mugavam teha 2-st õpilasest koosneval lülil, kuid lüli koosseisu muuta töö käigus pole otstarbekas. Seega peaks praktikumi algusest kuni lõpuni lülide koosseis jääma samaks.

Kui kõik õpilased on jaotatud lülidesse, tuleb koostada praktikumitööde tegemise kalenderplaani iga grupi ja lüli jaoks. See plaan asetatakse klaasitult füüsikakabineti seinale. Õpilased võivad sealt alati näha, millist tööd ja millal nad peavad tegema. Toome näiteks ühe tööde plaani XI klassi jaoks II veerandil:

Lüli nr.	Õpilaste nim.	16.XI	23.XI	30.XI	7.XII	14.XII	21.XII
1	Karu	8	9	11	14	12	10
	Adamson						
2	Raudsepp	9	8	12	13	11	14
	Laan						
5	Kutsar	12	11	14	9	10	8
	Mandel						
6	Oja	13	14	8	12	9	11
	Klein						

Praktikumitööde eel võib õpilastega teha harjutusi, mille käigus õpilased omandavad esialgseid oskusi elektrimontaažis, jootmistöödes, skeemide lugemises jne. Mendel harjutustel võib olla nii frontaalne kui ka grupiline (lülide kaupa) iseloom. Õpetaja peab tähelepanelikult jälgima, kuidas neid harjutusi tehakse, aeg-ajalt abistama raskemate võtete puhul, hoiatama

võimalike vigade esinemise või ebaõigete töövõtete kasutamise eest. Tähelepanelik õpilaste jälgimine harjutuste ajal võimaldab õpetajal välja selgitada tüüpilisi vigu, üldisi raskusi ning arvesse võtta neid järgnevate seletuste ja tööde käigus.

Üldised seletused kõigile lülile antakse sissejuhatavates vestlustes, tööde tegemise ajal peab andma seletusi ka igale lülile eraldi. Pealegi on õpetajal vaja jälgida kõiki õpilasi, aidata üksikuid, jälgida ohutustehnika nõuete täitmist. Selline töötamine nõuaks õpetajalt suurt pingutust. Õpetaja tööd saab aga tunduvalt kergendada, kui õpilastele anda praktikumitööde varemkoostatud lühikesed kirjalikud juhendid. Neis tööjuhendites on kasulik peale otseselt tööde kohta käiva seletuse ära tuua ka rida praktilisi elektrotehnika-alaseid andmeid, mis on tööga seotud. Tööjuhendite kasutuselevõtuga ei kao aga vajadus sissejuhatavate vestluste järele, millised oma vormilt ei erine tavalistest õppetundidest, küll aga sisult, nagu eespool nägime. Tööjuhendites peavad olema antud minimaalsed pealesanded, milliseid kõik õpilased suudaksid 2 tunniga teostada.

Kirjalikud juhendid võiksid olla kirjutatud masinakirjas lehe ühele poolele, mahult 3 - 4 lehte, köidetuna kiirkõitja kaante vahele või kleebituna kartongile, kui lehti on vähe. Juhendis peab olema praktikumitöö nimetus, töö eesmärk, lühike teoreetiline sisu, ülesannete ja küsimuste täpne formuleering, kasutatavate materjalide, seadmete ja tööriistade loetelu; töö tegemise käik ning nõuded aruande kohta. Kirjalikke tööjuhendeid kasutati Tartu Linna VIII Keskkoolis 1958/59. õppeaastal.

Juhul, kui õpilased saavad praktikumitööde tegemiseks vajaliku teoreetilise materjali tööde eel õpetaja suulise seletuse kaudu, pole vaja teooriat kirjalikesse tööjuhendisse sisse tuua.

Kirjalikke juhendeid peab tegema samapalju, kuipalju on töödeks vajalikke varustusekomplekte, Et säärane juhendite paljundamine on aegsõudev, võiks kasutada fotoreproduktsoonide meetodit:

Toome näite ühest kirjalikust tööjuhendist:

T 3 5 nr. 11

Töö nimetus: Elektrivoolu arvestiga tutvumine. Arvesti lülitamine vooluringi ja arvesti kontrollimine.

Vajalik varustus:

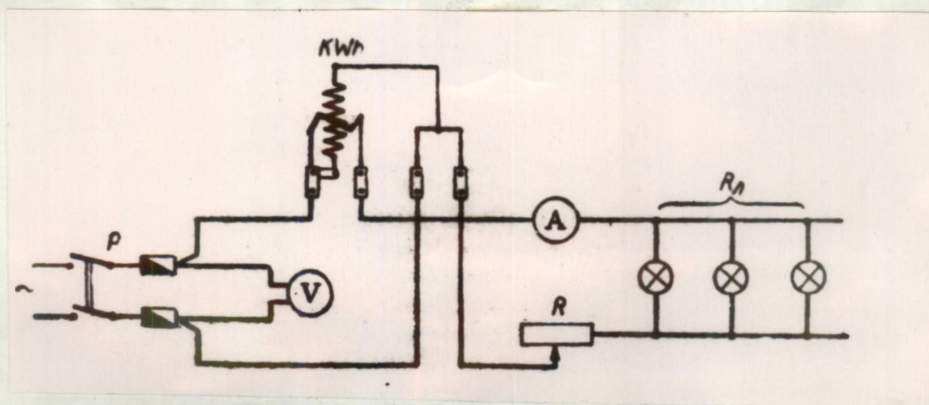
	Arv
1. Ühefaasiline arvesti	1
2. Lampreostaat	1
3. Lükatreostaat	1
4. Juhtmete komplekt	1
5. Tööriistade komplekt	1

(arv)

Vajalikud mõõteriistad:

1. Elektromagneetiline ampermeeter	1
2. Elektromagneetiline voltmeeter	1
3. Sekundomeeter	1
4. Avomeeter	1

Töö elektriline skeem (joonis 2)



Joonis 2.

Töö lühike sisu:

1. Märkida üles kõigi ahelasse kuuluvate mõõteriistade andmed.
2. Määrata arvesti nimikonstant $K_n = \frac{1000 \cdot 3600}{n_1}$, s.o. elektrienergia vatt -sekites ketta 1 pöörde kohta. (n_1 - ketta pöörete arv 1kWh kohta).
3. Koostada vooluring antud skeemi järele.
4. Peale õpetaja poolt kontrollimist lülitada vool sisse.
5. Kontrollida, kas arvestiketas ilma tarbijat külge ühendamata ei pöörle.
6. Proovida arvesti tundlikkust väikestel koormustel.
7. Kirjutada üles arvesti näit, lülitada ahelasse koormus (25% nimikoormusest). Määrata 10 min. kestel ketta keskmine pöörlemiskiirus (n p/min.) ja pöörete koguarv ($N = n \cdot t$), kus "t" on aeg minututes; märkida üles vool $I(A)$, pinge $U(V)$ ja arvesti näidud iga 1 minuti tagant.
8. Määrata arvesti tegelik konstant $K_t = \frac{U \cdot I \cdot t}{N}$; suhteline viga $\gamma = \frac{K_n - K_t}{K_t} \cdot 100\%$ ja absoluutne viga $\Delta K = K_n - K_t$;
9. Määrata, kas arvesti rahuldab talle esitatud tehnilisi nõudmisi (kui $\gamma > 2,5\%$, ei tohi arvestit kasutada).
10. Arvutada kulutatud energia ja selle hind, arvestades, et 1 kWh maksab 40 kop.
11. Andmed kanda tabelisse ja esitada aruanne.

Nr.	Arvesti näit	I	U	t	n	Elektrienergia kulu	
						Aervesti järgi	Mööteriistade järgi

Kirjalike juhendite kasutamine võimaldab lühendada sissejuhatavate ja töö käigus tehtavate seletuste mahtu, suurendab ka õpilaste töö iseseisvust.

Kirjalikke juhendeid on otstarbekohane anda õpilastele praktilisele õppusele eelneval päeval, et nad jõuaksid küllaldaselt tutvuda töö sisu ja käiguga. See võtte kiirendab tööde valmimist, ilma et langeks nende kvaliteet.

Mõnede tööde tegemisel õpilased peavad oskama kasutada ka teist liiki tehnilisi dokumente, nagu käsiraamatuid, tabeleid, nomogramme jne. Praktika on näidanud, et õpilased kasutavad neid meeleldi, pealegi on hiljem tegelikus elus sedalaadi kirjanduse kasutamise oskus väga vajalik.

2. Praktikumitöödeks vajalik varustus, tööriistad, juhendid, käsiraamatud jne. valmistatakse juba varem töödeks ette ja asetatakse (enne õpilaste tulekut) töökohtadele välja. Igal töökohal (1 lüli jaoks määratud ühel töölaual) peab olema mitmesuguste voolude saamiseks vajalikud pistikupeasad, komplekt tööriistu (näiteks näpitstangid, naaskel ja 2 kruvikeerajat).

Töökohtadele väljapandud varustus kontrollitakse, tehakse kindlaks seadmete töö iseärasused. Kõik praktikumitööd peavad varem olema õpetaja poolt läbi tehtud, koostatud mõõtmis-

tulemuste tabelid ja grafikud; kõik seadmed peavad olema häälestatud ja korrastatud enne praktikumitööde algust, et õpilastel poleks vaja tegelda nende remondiga. Tööde ettevalmistamisest peab osa võtma ka füüsikakabineti laborant (kui ta on olemas), sest üksikute seadmete riknemine on vältimatu.

Õpilased sisenevad kabinetti kellahelina peale ning asuvad oma töökohtadele, vastavalt seinale kinnitatud graafikule. Seejärel õpetaja annab kõigile korraga vajalikud korraldused tööde sisu ja ohutustehnika kohta, mille järel üksikud lülid asuvad oma töid tegema.

Olles tutvunud töö kirjaliku juhendiga ja tööks vajalike seadmetega, peab iga lüli koostama seadmete paigutuse plaani, kusjuures mõõteriistad ja reguleerimisseadmed (reostaadid jne.) asuksid nii, et tulevane ühenduste skeem tuleks võimalikult lihtne ja ülevaatlik.

Enne, kui õpilased asuvad vooluringi koostama, tuleb veenduda, et õpilaste töölaudadel oleks vool välja lülitatud. Vooluahela koostamisel etteantud skeemi järgi peavad õpilased talitama järgmiselt. Üks lüli liikmetest koostab kogu vooluahela; kui ta on koostamise lõpetanud, asub teine tema asemele ja kontrollib hoolikalt montaaži vastavust skeemile. Muuseas, vooluahela kontrollimine on palju keerulisem kui selle koostamine.

Et kergendada vooluahelate loomist, võib õpilastele anda selleks teatud järjekorra. Teatavasti lülitatakse ühed elektrimõõteriistad ahelasse järjestiku, teised paralleelselt. Jagades mõtteliselt kõik mõõteriistad neisse 2 rühma, tuleb peavooluahel koostada järjestikühendusena. Tuleb alustada vooluallika ühest klemmist, ning läbides kõik riistad, lõpetada vooluallika teisel

klemmil. Seejärel alles võib ühendada vastavatesse kohtadesse paralleelsed ahelad (näiteks voltmeetrid). Olgu näiteks vaja koostada vooluahel riistadega: ampermeeter, vattmeeter, voltmeeter, lükatreostaat. Märjestiku tuleb ühendada ampermeeter, vattmeetri jämedast traadist mähis, lükatreostaat; seejärel alles paralleelselt voltmeeter.

Tuleb saavutada, et õpilased koostaksid vooluringe teadlikult, s.t. tuleb nõuda, et nad koostaksid vooluringi ahelate kaupa, mitte aga mehaaniliselt, ühendades ühe klemmi juhtme abil teiseга vastavalt etteantud skeemile. Seda metoodiliselt rasket ülesannet aitab kergendada eri värvi isolatsiooniga ühendusjuhtmete kasutamine. Näiteks, võib peavooluringi koostada punaste juhtmetega, paralleelsed vooluahelad aga valgete juhtmetega.

Kõik vooluringide loomiseks kasutatavad juhtmed peavad olema varustatud vastavate kaablikingadega. Pikkade peenikeste juhtmete kasutamine põhjustab sageli tunduvaid mõõtmisvigasid; pealegi pikad juhtmed, minnes sassi, raskendavad vooluringi kontrollimist.

Vooluringi statsionaarne osa on toodud ainult õpilaste töölaudadeni, õpilastel endil tuleb see vooluring lõpuni koostada.

Kui vooluring on koostatud, peab õpetaja ise kontrollima selle õigsust ning alles siis lülitama voolu töölauda. Õpetaja peab jälgima ka skeemi esialgset katsetamist voolu all. Õpilasi tuleb hoiatada, et nad palja käega ei puutuks vooluringi isoleerimata osi, sest kasutatavad pinged võivad kehaga hea kontakti korral osutada elukardetavaiks. Samal põhjusel ei tohi lubada

vooluringe koostada isoleerimata või katkise isolatsiooniga juhtmetest, ning teha juhtmete ümber- ja lahtiühendusi, kui skeem on voolu all. Igasuguseid muudatusi ühendusskeemis võivad õpilased teha ainult õpetaja loal, kesjuures õpetaja ise peab kontrollima nende muudatuste tulemusi. Õpilastele peab ütlema, et nad kohe katkestaksid vooluringi, kui mõne mõõteriista osuti akki väljub skaala piirkonnast, ning teataksid sellest õpetajale: Õpilasi tuleb õpetada õigesti lugemeid võtma, s.o. tuleb vaadata nii, et silma ja osuti otsa ühendav sirge oleks risti skaala pinnaga. Vastasel korral tekivad parallaksi tõttu mõõtmisvead.

Tööülesannete jaotamine lüli liikmete vahel võiks toimuda järgmiselt: üks jälgib mõõteriistade näitusid ja teatab lugemeid, teine istudes laua taga kirjutab lugemid tööviivhikusse. Õpetaja on kohustatud hoolega jälgima, et lülides oleks töö jaotatud võrdselt kõigi liikmete vahel, s.o. et kõik õpilased saaksid võimaluse omandada montaažitöö oskusi, mõõtmistehnika võtteid jne. Selleks on tarvis, et lüli liikmete poolt tehtavad üksikud tööülesanded vahelduksid. Näiteks, kui esimese töö ajal skeemi koostas üks õpilane ja teine kontrollis seda, siis teise töö ajal on vaja, et skeemi koostaks nüüd teine õpilane jne. Igal juhul peab vältima olukorda, kus üks asjast huvitatud õpilane aktiivselt töötab, teised lüli liikmed vaatavad pealt. Sel korral kaotab praktikum oma mõtte.

Peale vaatluste lõpetamist õpilased peavad saanud mõõtmistulemusi näitama õpetajale. Kui need tulemused ei tekita kahtlust, võib lasta ühendusskeemi lahti võtta. Juhul, kui esinevad vähetähtsavad mõõtmistulemused, tuleb kasta mõõtmisi korrata (soovitav on, et õpetaja viibiks ise juures):

Sellel töö praktiline osa lõpeb. Iga lüli peab oma töökohta korrastama ning kasutatud seadmed ja tööriistad õpetajale üle andma.

3. Praktikumi töödele eelnevatel sissejuhatavatel vestlustel õpilased peavad tegema märkusi vihikutesse, millistesse hiljem, praktilise töö tegemise ajal kirjutatakse kõik mõõtmisandmed ja muud tööga seotud märkused. Samadesse vihikutesse peavad õpilased tegema ka kirjalikud aruanded tehtud tööde kohta.

Praktikumitööde tegemine tekitab õpilastes sageli suurt huvi. Oleks aga ekslik arvata, et sellest huvist piisaks edukaks tööks kogu aasta vältel. Mistahes, ka kõige huvitavam töö, millel on süstemaatiline ning kohustuslik iseloom, vajab täitmise kvaliteedi kontrolli ja hindamist.

Praktika on näidanud, et õpilasi suulisi vastuseid elektrotehnika teoreetiliste küsimuste kohta tuleb hinnata nagu tavalistes õppetundideski. Seega on vaja osa aega elektrotehnika praktikumi käigus pühendada õpilaste küsimisele. On avaldatud arvamist, et mõned elektrotehnika sõlmküsimused võetaks ka füüsikakursuse küpsuseksamite piletitesse [8, lk. 9]. Sisseastumiseksamilte kõrgematesse õppeasutustesse on ilmnenu suuri puudujääke õpilaste elektrotehnika-alastes teadmistes [5, 1957, nr. 2 lk. 45].

Iga praktikumitöö kohta tuleb õpilastelt nõuda lühikest kirjalikku aruannet, mille järele pannakse õpilasele hinne päevikusse. Hindamisel võetakse arvesse mitte üksnes saadud tulemusi, vaid ka muid töö ajal tehtud tähelepanekuid. Ei ole midagi imelikku selles, et ühte-samasse lülisse kuuluvad õpilased, tehes samasugused aruanded, saavad erinevad hinded. Vaatamata sel-

lele, et kirjalikul aruandel pole olulist tähtsust hinde välja-panekul ei saa nende aruannete nõudmisest loobuda. Praktika on näidanud, et kui kirjalikku aruannet tehtud tööde kohta ei nõuta, siis õpilased hakkavad mõõtmistulemusi väga lohakalt kirja panema ning hakkavad kogu töösse suhtuma vähema vastutustundega.

Peale praktikumitöö lõpetamist õpilased peavad koostama kirjaliku aruande, mille konkreetne sisu sõltub töö iseloomust. Aruande sisu ja vormi kohta tuleb esitada ranged nõudmised. Aruandes peab olema märgitud:

1. Praktikumitöö number ja nimetus,
2. Õpilase nimi, klass ja kool.
3. Seadmete ja aparaatide (mõõteriistade) tehnilised andmed.
4. Elektrilised skeemid või seadmete skemaatilised joonised.
5. Tabelid mõõtmis- ja arvutusandmetega.
6. Graafikud.
7. Järeldused töötulemuste põhjal.
8. Vastused kirjalikus juhendis antud kontrollküsimustele.
9. Kuupäev ja õpilase allkiri.

Aruanne ei tohi olla liiga mahukas. Seal pole vaja korrata üksikuid kohti kirjalikest tööjuhenditest. Mõnel juhul piisab, kui antakse ainult seadme ehituse kirjeldus koos elektrilise skeemiga; teinekord on vaja vastata ainult kirjalikus juhendis toodud kontrollküsimustele. Näiteks, töös transformaatoriga on aruandeks tabel arvuliste andmetega, ning nende põhjal ehitatud graafik. Mõnedel juhtudel pole kirjalikku aruannet vajagi, sest töö tulemused on näha juba tema tegemise käigus (elektrimontaaž-tööd, raadiovastuvõtja kokkupanek ja katsetamine, telefoniside loomine). Õpetaja saab siin tööd hinnata töö käigus tehtud tähe-

lepanekute põhjal.

Et täita aruande 3. punkti nõudeid, õpilased peavad tunda ma elektrotehnika tingimärke [5, 1958 nr. 1, lk. 71 ja nr. 6 lk. 77]. Peaaegu igal seadmel ja mõõteriistal on märgitud lubatud vool, voolu liik, pinge, nimivõimsus jne. Neid, nn. sildiandmeid peavad õpilased oskama lugeda.

Skeemid ja tabelid tuleb teha joonestusvahendite abil, pidades silmas just täpsust. Graafikud on soovitatav lasta teha millimeeterpaberil ning siis kleepida aruande juurde. Graafikute tegemisel peavad õpilased kinni pidama õigest mastaabist. Graafikute joonestamist tuleb enne selgitada.

Graafikud, mis näitavad ühe suuruse (funktsiooni) muutumist sõltuvalt teisest suurusest (argumendist), joonestatakse sagedamini täisnurkses koordinaatide süsteemis, valides kindla mastaabi mõlema suuruse jaoks. Argumendi väärtused, mida töö käigus muudetakse, kantakse tavaliselt horisontaalteljele ning argumendi väärtustest sõltuvad funktsiooni väärtused - vertikaalteljele. Graafiku väljajoonestamisel ei ole soovitatav jätta alles üksikute graafikupunktide koordinaatjooni, mis teevad joonise ülearu kirjuks. Need jooned võib küll pehme pliiatsiga tõmmata, hiljem aga kummiga kustutada. Ei ole õige ehitada graafikut, ühendades kõik saadud punktid sirgjoontega - peaaegu alati tekib murdjoon; vaid tuleb see murdjoon asendada kõverjoonega, milline oleks sümmeetriline kõigi märgitud punktide suhtes. Sääraselt saadud kõverjoon vastab tegelikkusele paremini kui sirglõikudest koosnev murdjoon.

Kõik aruandes tehtud skeemid peavad vastama GOST-ga kinnitatud tähistustele.

Õpilatele tuleb meenutada, et arvutustulemused saavad õiged olla ainult siis, kui kasutatavad lähtesuurused on võetud samas ühikute süsteemis.

Aruande lõpus antakse lühike järeldus töö kohta, samuti vastused kontrollküsimustele, kui neid on. Näiteks, töö "Tarbi- ja ühendamine tähte 3-faasilises võrgus" aruandes võiks katseandmete põhjal olla järeldus "... Väikesed erinevused liini- ja faasipingete vahetades tekkisid mõõteriistadelt lugemite võtmise ebatäpsusest, samuti mõõteriistade endi vähesest täpsusest (täpsusklass 2,5)..."

Iga praktikumitööd tuleb vaadelda kui väikest teaduslikku uurimistööd, mille lahendamiseks õpilased saavad mitte üksnes praktilisi oskusi, vaid õpivad ka analüüsima kogutud materjali ning selle põhjal tegema kindlaid järeldusi.

Aruande koostamise aja ja koha suhtes on 2 arvamust: koolis praktikumi ajal ja kodus [9, lk. 26]. Mõlemal viisil on oma eelised ja puudused.

Lühikeste aruannete koostamine praktikumitöö käigus võimaldab üksteiselt andmete ja töö tulemuste mahakirjutamise; õpilased harjuvad lühidalt ja kiiresti fikseerima mõõtmistulemusi, kirja panema oma mõtteid, samuti on välditud õpilaste ülekoormamine koduülesannetega. Säärasel meetodil tehtud aruanded on väga lohkakalt vormistatud, ilma et oleks kinni peetud elementaarsematestki joonestamisreeglitest.

Seevastu on kodus tehtud aruanded palju korralikuma välismusega, mis on ka ainus eelis. Kodus koostatud aruanded võivad olla tehtud teiste abiga, mõõtmis- ja arvutustulemused on sobitatud kokku nõutavate tulemustega, liigset tähelepanu on pööra-

tud välisele ilule.

Seega peaks kujunema tavaks, et õpilased koostavad aruande kohe praktikumi käigus. Ainult juhtudel, kui praktikumitöö on liialt mahukas ja ei võimalda aruannet valmis teha praktikumiõppuse lõpuks, tuleb selle lõpetamine jätta õpilaste kodutööks.

Aruannet pole vaja kirjutada "mustalt" ja "puhtalt", vaid antakse praktikumi lõpul kohe ära säärasel kujul nagu ta siis on. Seetõttu tuleb aruandes olevaid parandusi ja osalisi puudujääke hindamisel mitte arvestada. Järgmiseks õppuseks aruanded peavad olema läbi vaadatud ja tehtud neile vastav märkus. Aruande kvaliteedi, ning praktikumitöö käigus tehtud tähelepanekute põhjal õpetaja peab panema õpilasele vastava hinde klassipäevikusse. Järgmise õppuse alguseks tuleb vihkud aruannetega õpilastele tagastada.

Et saada täiesti objektiivset pilti õpilase teadmistest ja oskustest, millised ta on omandanud praktikumi käigus, ei piisa mingil juhul ainult aruannete läbivaatamisest, vaid tuleb õpilast küsida ka suuliselt, lastes tal korrata ka üksikuid tävvõtteid varemtehtud töödest.

Õpilaste teadmisi, oskusi ja tehtud töid hinnatakse viieballilises süsteemis. Hinnete põhikriteeriumideks on: tehtud tööde kvaliteet, vastuste õigsus ja tööks kulutatud aeg. Peale nende 3 on vaja arvestada ka tööks vajalike seadmete õiget valikut, aparatuuri paigutust töölaual, kasutatavate tävvõtete õigsust, oskust ära kasutada varasemaid teadmisi. Peale esimeste praktikumitööde aruannete läbivaatamist tuleks õpilastele näidata paremaid aruandeid, pöörates tähelepanu nende vormistamisele, korralikkusele, graafikute täpsusele. Kõrvuti nendega

tuleks näidata ka halvasti koostatud aruandeid.

Elektrotehnika praktikumitööd on esimesteks keerulisemateks töödeks, mida õpilased peavad iseseisvalt tegema. Olles harjunud kõiki seletusi saama õpetajalt, pöörduvad nad sageli ka peale kirjalike juhenditega tutvumist paljude küsimustega õpetaja poole. Praktikumi käigus tekib õpilastel vilumus seadmete käsitlemiseks ja nendega töötamiseks, kuid õpetaja juhtiv osa peab jääma ikkagi püsima, vaatamata sellele, et kasutatakse sageli enda asemel õpilasi-konsultante (Tartu Linna VIII Keskkoolis).

Praktikumi edukas läbiviimine arendab õpilaste oskusi, milliseid nad on varem omandanud. Õpilased puutuvad kokku paljude igapäevases elus levinud elektrotehniliste seadmetega, õpides neid õigesti kasutama. Õpilased õpivad õigesti hindama oma vaatlustulemusi, arvutavad välja mõõtmisvigu, teevad ise järeldusi ühtede või teiste mõõteriistade kasutamiskiirkondade kohta. Kõik see lähendab õpilasi tulevasele praktilisele tööle tehastes, põllumajanduses, teaduslikes uurimisasutustes.

II p e a t ü k k

MATERIAALNE BAAS ELEKTROTEHNIKA PRAKTIKUMI LÄBIVIIMISEKS FÜUSIKA KABINETIS

§ 4 Füüsika kabineti sisustus elektrotehnika praktikumis

1. Füüsika kabinet elektrotehnika praktikumi kohana

Elektrotehnika praktikumi ei saa õigesti läbi viia, kui ei peeta silmas reaalseid võimalusi, millised võivad eri koolides olla vägagi erinevad.

Kas on vaja keskkoolis sisustada eraldi elektrotehnika kabinetti, nagu seda tehakse elektrotehnilise kallakuga kesk- ja kõrgemates õppeasutustes?

Kui koolis näiteks XI klasse on 3 tükki, siis tuleb ühes nädalas kokku 6 tundi elektrotehnika praktikumiõppusi. Neid peaks saama nii planeerida, et nende läbiviimine kooli füüsika kabinetis ei sega füüsika tunde, s.o. ei sumni füüsika tunde läbi viima klassides. Pealegi ei toimu kaugeltki kõik füüsika tunnid füüsika kabinetis.

Seega ei ole mõtet sisustada eraldi elektrotehnika kabinetti, sest arvestades pörandapinne iga ruutmeetri väärtust koolis, seisaks elektrotehnika kabinet suurema osa päevast kasutamata. Eraldi elektrotehnika kabineti sisustamisel on mõtet ainult siis, kui kool ei kannata ruumide terava puuduse all.

Enne, kui otsustada, milline peab olema füüsika kabineti

sisseseade elektrotehnika praktikumiks, peab endale selgeks tegema praktikumitööde sisu ja nendeks vajaliku varustuse. Tuleb ka arvestada, et nii füüsika kui ka elektrotehnika praktikumis on osa seadmeid ühised (mõõteriistad, trafod, reostaadid jne.), pealegi saab kabinetis olemasolevat või loodavat elektrivarustust kasutada kordamööda füüsika ja elektrotehnika praktikumis. Seega on kõige ratsionaalsem sisustada n.ö. füüsika-elektrotehnika kabinet ühes ruumis.

Elektrotehnika praktikumi läbiviimisel ühe grupiga, kus on kuni 15 õpilast, peab kabineti vaba pörandapinna suurus olema umbes 50 m^2 , et oleks tagatud kõige elementaarsemate ohutustehnika nõuete täitmine. On hea, kui kabinetist avneb uks kõrvalasuvasse laborandiruumi, kus toimub praktikumitööde ettevalmistamine, riknenud seadmete remont; samuti asuvad seal kabineti elektrivarustuse peakilp, voolujaotuskilp; ning alaldaja, akupatarei ja töötamisel müra tekitav mootor-generaator.

2. Õpilaste töölaudade varustus

Õpilaste töölaudad peavad asuma linoleumiga kaetud või hästi värvitud horisontaalsel pörandal. Pörand katmine linoleumiga on vajalik ohutustehnika nõuete täitmise seisukohalt - kabineti varustust võimalikult hästi maapinnast isoleerida.

Tavalised standardised töölaudad 2-le inimesele asuvad nagu klassiski 3-s või 4-s reas, igaühes näiteks 5 lauda. Laudad on soovitatav pealt katta linoleumiga või vineeriga, et vältida lauda-plaadi vigastamist raskete elektrimasinatega töötades. Laua vineer- või linoleumkatte kaitseks mehaaniliste vigastuste eest

oleks soovitatav raskemate masinate alla asetada vineerist kaitseplaadid.

Kohandades töölaudu elektrotehnika praktikumitöödeks ei tohi unustada, et me ei tee neid laboratooriumilaudadeks. Spetsiaalse varustusega elektrotehnika laboratooriumis kinnitatakse töölaudade esiservale kas statsionaarsed või hingede abil allalastavad vertikaalsed statiivid, milledele asetatakse üksikud mõõteriistad ja lülitid [10. lk. 34]. Laboratooriumi töölaud on sageli varustatud keerulise voolu võtmise süsteemiga, kuhu kuuluvad lülitid, kaitsmed, mõõteriistad, puksid või klemmid [12, lk. 116].

Füüsika-elektrotehnika kabineti töölaud peavad jääma eelkõige laudadeks, millel toimub ka tavaline õppetöö füüsika tundides, samuti kontrolltööd. Uhtlasi peab neil saama teha ka elektrotehnika praktikumi töid. Neis füüsika kabinettides, kus puudub töölaudade individuaalne elektrivarustus, tuleks see kindlasti luua elektrotehnika praktikumi läbiviimiseks.

On tehtud väga erinevaid töölaudade elektrivarustuse skeme, millised on sageli primitiivsed ja ohustehnika nõuetele mittevastavad (õhuliinid laudade kohal, voolu andmine lahtiste juhtmetega laualt lauale jne.). [13, lk. 131], [8, lk. 168].

Töölaudade seda liiki elektrivarustust võib kasutada ainult ajutiselt, kui lähemas tulevikus on oodata uue ja paremini varustatud füüsika kabineti saamist. Kui füüsika kabineti asukoht lähemas tulevikus ei muutu ja tingimused elektrotehnika praktikumi läbiviimiseks seal on rahuldavad, tuleks luua töölaudade statsionaarne elektrivarustus, mis tuleb küll kallim, aga mugavuse ja ohutuse seisukohalt tasub end aja jooksul ära.

Sel juhul kulgeb juhtmestik töölaudadele, kinnitatuna kas seinale või pörandale külge ja kaitstuna välismõjude eest terastoru või metallkattega. Kuna osa laudu füüsika kabinetis asub kabineti keskel, seintest eemal, ei saa neisse voolu anda seintele kinnitatud juhtmete kaudu. See oleks võimalik ainult elektrotehnika laboratooriumis, kus lauad on seinte ääres.

Füüsika kabineti tingimustes on kõige otstarbekohasem juhtmed viia õpilaste töölaudadele läbi terastorude (gaasitorud), millised on peigutatud pörandale alla ning tulevad läbi pörandale välja iga töölauda ühe jala sisekülge mööda. Et töölaudadesse sisenevate juhtmete (4 juhet) jätkukohad magistraalliiniga ei jääks raskesti kättesaadavaks pörandale all, on iga töölauda sahtli alla kinnitatud harukarp, kus vool hargneb töölauda pistikupeadesse (4 juhet) ja edasi järgmisele töölauale (ka 4 juhet terastorus). Seega iga töölauda (väljaarvatud viimane laud reas) ühe jala külge on kinnitatud 2 terastoru, kus asuvad kloorvinüülisolatsiooniga juhtmed : üht toru mööda vool tuleb töölauda harukarpi (4 juhet), teist toru mööda vool läheb järgmisele lauale (4 juhet). Juhtmete ristlõikepindala peab vastama hiljem kasutatavatele voolutugevustele. Terastorust väljuvad juhtmeotsad on ümbritsetud bergmanntoruga. Nii on tehtud töölaudade elektrivarustus Tartu Linna VIII Keskkooli füüsika kabinetis (joonis 3).

Teiseks tähtsaks küsimuseks on voolu võtmiseks ette nähtud kontaktide asend töölauda küljes. Kontaktide süsteem peab olema täiesti ohutu ja võimalikult lihtne, kusjuures ta ei tohi segada füüsika tundide läbiviimist kabinetis. Kõige vähem ruumi nõuavad tavalised valgustusvõrgu seinapistikupesad, millised

ühtlasi on kasutamisel ohutud. Kuna lauaplaadi pind peab füüsika tundides olema sile, ei saa neid pesasid kinnitada laua peale. Et pistikupesad peavad praktikumitööde ajal olema kergesti kättesaadavad ja hästi nähtavad, ei ää neid kinnitada ka laua külgedele. Tuleb ühtlasi arvestada, et need pesad ei oleks kogu aeg õpilaste käe ulatuses, sest sageli kiputakse neisse naelu ja traadikesi sisse toppima.

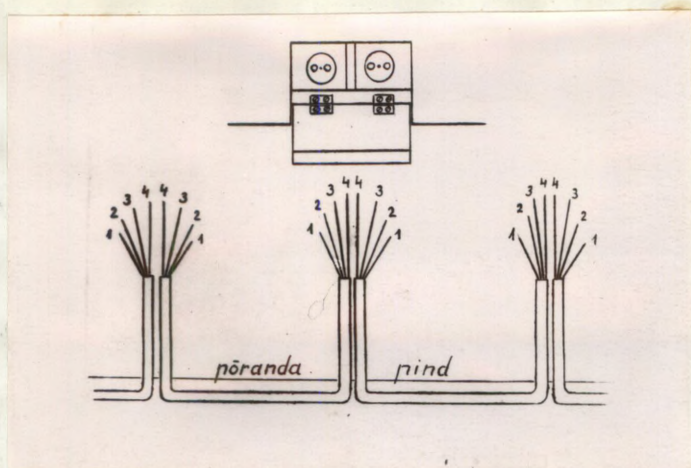
Sageli on need pesad paigutatud töölaua esiküljesse tehtud väljatõmmatavasse sahtlikesse kas kinnitatuina sahtli põhja külge või eraldi vineertükikesele, mida saab hingede abil sahtlist välja tõsta laua esiservale [14, 1953 nr. 6], [12, lk. 116].

Neil juhtudel esineb pesade juurde viivate juhtmete painutamine või väänamine sahtlite (klappide) sulgemisel ja avamisel. See kulutab varsti juhtmeteisolatsiooni katki või rikub juhtmeid endid.

Kõige otstarbekohasem on kinnitada pesad liikumatult töölaua sahtlite põhja peale laua esiserva keskkohal. Pesade kohal olevasse lauaplaadisse on tehtud nelinurkne väljalõige, kusjuures see väljalõigatud lauaplaadi osa (20 x 20 cm) on hingedel pööratav: klappi üles tõstes avaneb ligipääs sahtlitesse kinnitatud pesadele, alla lastes laua pind muutub endiselt tasaseks. Harukarp on kinnitatud pesade alla, sahtlipõhja alumisele küljele (joonis 3).

Praktiliselt on küllaldane, kui iga töölaud on varustatud kahe kahepuksilise pesaga, mis võimaldab kasutada nii 3-faasilist, 1-faasilist kui ka mitmesuguste pingetega alalisvoolu.

Pesade kinnitamisel töölaudadele tuleb silmaspidada, et kõigil laudadel oleks voolu võtmise süsteem täpselt ühesugune,



Joonis 3.

s.t. et igas lauas kõige vasakpoolsem kontakt oleks ühendatud näiteks ühe kindla magistraalliini juhtmega, vasakult teine kontakt teise kindla liinijuhtmega jne. Säärane süsteem väldib hiljem praktikumitööde tegemisel esineda võivat voolude ärava-
hetamist, samuti 3-faasilise voolu puhul hõlbustab õigete ühen-
duste tegemist (kõige vasakpoolsem kõigis laudades on 0-juhe, seejärel A, B, C). Klapi siseküljele iga kontakti kohale võib kinnitada ka sildikesed pealkirjadega:

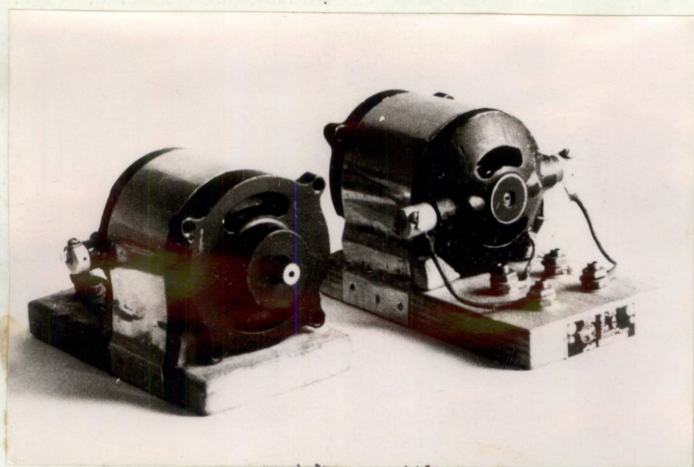
3. Seadmete kohandamine praktikumiks

Vertikaalseks kasutamiseks määratud elektrimõõteriistu on füüsika kabineti tingimustes kõige sobivam monteerida puidust vertikaalsetele nurkpaneelidele, et saaks neid alati hoida ver-
tikaalasendis ükskõik kus kohas. Neid puitalusid võib valmis-
tada õpilaste abiga, või lasta neid teha nooremate klasside puu-
töö praktikumis:

Sõltumata sellest, mis tüüpi mõõteriistega on tegemist, tuleb tema lülitamiseks vooluahelasse asetada tingimata riista kõrvale aluslauale eraldi klemmid. See kehtib ka teiste seadmete kohta (arvestid, elektrimootorid, generaatorid, trafod jne.):

Sedalaadi lülitusskeem kiirendab montaažtööd ja kaitseb riista klemmikarpi montaažil esineda võivate vigastuste eest. Keerulisemates seadmetes (vattmeeter, arvesti, 3-faasiline elektrimootor), kus on palju väljendijuhtmeid, tuleb puitalusel välja toodud klemmid üksikult ära tahistada, et vältida valesti ühendamisi.

Kui praktikumis kasutatakse väikese võimsusega elektrimasinaid (kuni 0,3 kW), võib nendega töid teha otse õpilaste töölaudadel, kusjuures masinad (mootorid või generaatorid) tuleb kinnitada puitalustele koos väljatoodud klemmidega. Nii on kinnitatud alalisvoolu mootorid Tartu Linna VIII Keskkooli füüsika kabinetis (joonis 4).



Joonis 4.

Ainult väikese võimsusega elektrimasinate kasutamine praktikumis tekitab õpilastes ebaõige kujutluse kaasaegsest elektrotehnikast, kus paljude masinate võimsus ulatub kümnetesse tuhandettesse kilovattidesse. Pealegi väikese võimsusega elektrimasinate ehitus erineb tunduvalt suurema võimsusega (2-5 kW) masinate ehitusest, erinevused on ka masinate karakteristikutes:

Seega on otstarbekohane kõrvuti väikese võimsusega masinatega kasutada üksikute praktikumitööde tegemisel ka masinaid võimsusega 1 - 2 kW. Kuna neid masinaid ei saa enam katsetada laua peal, peab kabinetis olema ruumi nende asetamiseks eri alustel otse põrandale. Mootoreid võimsusega üle 1 kW võib kinnitada poltidega paksudele puitalustele. Puitaluste kasutamine vähendab mootori tööst tingitud vibratsiooni ja müra, milline on eriti suur metall- või betoonaluseid kasutades. Puitalused peavad olema tehtud vähemalt 60 mm paksustest prussidest. Neile alustele tuleks kinnitada ka sangad mootori kandmiseks ühest kohast teise ja kummist padjad alla.

Mootor-generaatorid, samuti teised suuremad elektrimasinad võimsusega üle 1 kW tuleb asetada koos nende puitalustega otse põrandale, võimalikult põrandatalade kohale. Kui mootor-generaatorit kasutatakse vooluallikana, tuleks ta monteerida kuhugi eraldi ruumi (laborandi-ruumi) väljaspool füüsika kabinetti, et tema töötamisel tekkinud müra ei segaks praktikumi käiku.

Kui elektriseadmeid (mootoreid, generaatoreid jne.) on praktikumi ajal sageli vaja lahti- ja kokku monteerida, peavad nad selleks olema hästi kohandatud, et nad säiliksid võimalikult kauem töökõlblikena. Selleks otstarbeks on õigem kasutada mitte korras seadmeid, vaid vanu ja riknenuid. Mõnel juhul osutub vajalikuks üksikuid detaile kuidagi ära tähistada (värviga), et neid saaks seadme uuesti kokkumonteerimisel asetada tagasi endisele kohale.

Praktikumitööde tegemiseks tuleb iga töökoht varustada

vajalike montaažitööriistade komplektiga, kuhu kuuluvad mitmed näpitstangid, pintsetid, kruvikeerajad, sageli ka jootetõlvik ja väikesed kruustangid. Neid tööriistu on sobiv paigutada erilistele puidust alustele, millised asetatakse töö ajaks laudadele. Igale alusel märgitakse tema number, mis on sama nagu töökojal, kuhu ta on paigutatud. Nummerdatakse ka kõik komplekti kuuluvad tööriistad. See võtte võimaldab õpetajal peale tööde lõppu töökohad kiiresti üle vadada ja kontrollida kõigi väljaantud tööriistade allesolekut.

Kollektiivseks kasutamiseks määratud tööriistad (trell, viilid, vasarad, rauasaed jne.) asetatakse eri kappi, kust õpetaja ise neid vajaduse korral välja annab.

Kõiki riistu ja seadmeid peab hoidma kabinetis või laborandiruumis asuvates kinnistes kappides, et nad ei tolmuks ja et distsiplineerimatud õpilased ei saaks neid lõhkuda või ära võtta. Raskemad elektrimasinad tuleb asetada alumistele riiulitele, võimalikult kaugemale elektrimõõteriistadest. Elektrimõõteriistad tuleb asetada eriti kaugemale elektrimasinate teraskorpustest, trafosüdamikest jne., eriti aga püsivmagnetitest.

§ 5 Füüsika-elektrotehnika kabineti varustus

1. Elektrivoolu sissetoomine ja jaotamine

a. Vahelduvvoolu võrgu kasutamine

Elektrotehnika praktikumi iga töö tegemiseks on vaja elektrivoolu: kas ühefaasilist või kolmefaasilist vahelduvvoolu ning mitmesuguste pingetega alalisvoolu. Füüsika kabinetis peab seega olema nende voolude saamise võimalus.

Arvestades aga seda, et paljude koolide füüsika kabinetide elektrisiseseadete on puudulik, või pole seda üldse olemas, peab elektrotehnika praktikumi läbi viiv õpetaja seda täiustama või projekteerima ning valmis ehitama. Elektrisiseseadete õige projekteerimise küsimus on väga oluline, kuna juba valmis elektrisiseseadete hilisem ümberehitamine võib sageli osutuda võimatuks. Seepärast tuleb juba algusest peale kabineti elektrisiseseadete ehitada nii, et see rahuldaks füüsika tunde ja füüsika praktikumi, samuti ka elektrotehnika praktikumi ning vajaduse korral võimaldaks teha täiendusi ja ümberehitusi ilma eriliste kuludeta.

Eestis on peaaegu kõigis linna- ja paljudes maa-keskkoolides vahelduvvoolu võrk: kas ainult 1-faasiline valgustusvoolu võrk või 3-faasiline tööstusvoolu võrk pingega 220/380 V. Kuna tulevikus jääb säärase pingega vahelduvvoolusüsteem tõenäoliselt püsima ja seoses uute elektrijaamade käikulaskmisega laieneb üle kogu vabariigi, tulekski füüsika-elektrotehnika kabineti koguelektrivarustus rajada sellele voolule.

Vaatleme edaspidi kõige lihtsamaid ja odavamaid võtteid, kuidas saaks koolis olemasolevat vahelduvvooluvõrku kasutada füüsikelektrotehnika kabineti elektrivarustuse alusena.

Seda vahelduvvooluvõrku kasutatakse mõnikord oskamatusetõttu vastupidi kõigile ohutustehnika nõuetele. Täiesti lubamatu on võtta voolu praktikumitöödeks vahetult kabineti seinale olevast pistikupeasast. Vooluvõrguga vahetu kontakti vältimiseks on tarvis kasutada transformaatoreid ja mitmesuguseid voolumuundajaid. Voolu jaotamiseks on vaja voolujaotuskilpi koos lülitite, kaitsmete ja mõõteriistadega, et tagada elektrivõrgu ohutut ekspluatatsiooni.

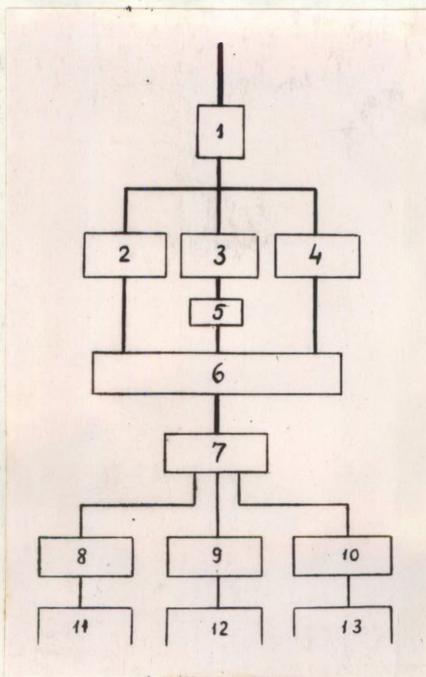
Sõltuvalt kasutada olevatest seadmetest ja materjalidest võib kabineti elektrisiseseadet teha kas lihtsa ja odava või keerulise ja kalli. Keerulised ja kohmakad voolujaotuskilbid paljude lülitite, mõõteriistade ja signaallampidega sisendavad õpilastele aukartust elektrotehnika vastu, andes kabinetile ranget ilmet, kuid niisuguse ^avarustuse muretsemine ja monteerimine maksab küllalt palju. Pealegi läheb sedalaadi keerulise voolujaotussüsteemi teenendamine isegi selle autorile endale pikapeale raskeks, rääkimata kogemusteta noortest õpetajatest, kes loobuvad hoopis voolujaotussüsteemi kasutamisest, eelistades sellele tavalist seinapistikupesast.

Seega olgu põhimõtteks - voolujaotussüsteemi häärmine lihtsus kõiki ohutustehnika nõudeid silmas pidades.

Vaatleme lähemalt kabineti elektrisiseseadet, eeldades, et kusagil kabineti lähedal on kolmefaasilise võrguvoolu kontaktid varem olemas.

b. Kolmefaasilise vahelduvvoolu kasutamine

Eeldades, et kabineti kõrval asub laborandiruum, milline peaks olema igas koolis, tuleb antud majakorruse püstsisestusliini jaotuspunktist tuua 3 liinijuhet ja nulljuhe läbi terastoru kuni laborandiruumis asuva peakilbini 1 (joonis 5)



Joonis 5.


Selle töö tegemiseks tuleb kutsuda montöör. Vool on vaja tuua alguses laborandiruumi sellepärast, et oleks valditud õpilaste juurdepääs peakilbile. Juhul, kui laborandiruum puudub ja teda ei saa ka rajada, peab voolujaotusseadmed ja peakilbi füüsika kabinetis sulgema lukustatavasse kappi.

Laborandiruumis peab asuma lisaks peakilbile ka voolujao- tuskilp 6, kuhu tulevad eri liiki ja eri pingetega voolud, mida antakse sealt edasi kabineti demonstratsioonlaual olevasse kom- mutaatorisse 7, kui ka laborandiruumis asuvatele kontaktidele.

Tuleb silmas pidada, et nii peakilbil kui ka voolujaotuskilbil asuvad vinnaklülitid ja muud voolu all olevad metallosad oleksid pealt kaitstud isoleerainest katetaga. Sulavkaitsmete monteerimisel arvestada, et kaitse tuleb asetada lüliti ja tarbija vahele, mitte aga liinijuhtme ja lüliti vahele, kuna sel korral peaks kaitsmete vahetamisel puudutama pingestatud liinijuhtmeid. Kui kaitsmed asuvad lüliti ja tarbija vahel, on võimalik lüliti abil kaitsmete kontaktid pinge alt vabastada. Kabineti elektrivalgustussüsteem peab olema sõltumatu sellest voolujaotussüsteemist.

Kommutaator kabineti demonstratsioonlaual koosneb täismurksele tekstoliitplaadile kinnitatud 2-st või 3-st reast püksidest: esimeses reas on näiteks 6 paari pükse, kui kabineti on 3 rida töölaudu, milledesse läheb sel korral 6 paari juhtmeid; teises ja kolmandas reas on püksid, millised on ühendatud voolujaotuskilbi vastavate klemmidega. Kasutades üksikuid pistikutega varustatud lühikesi juhtmeid, saab voolujaotuskilbilt kommutaatorisse saabuvald voolusid edasi anda õpilaste töölaudadele 8, 9, 10, 11, 12, 13 jne. Üsikusid kommutaatoripüksid peaksid olema kuidagi tähistatud, samuti pistikusid, et vältida vooludee äravahetamist.

Voolujaotussüsteemis kasutatav pingelangetustrafo 2, alaldaja 3 koos akupatareiga 5 ning mootor-generaator 4 tuleb asetada laborandiruumi - võimalikult lähedale voolujaotuskilbile 6.

Käesoleval ajal on koolidel võimalik muretseda voolujaotuskilp  -56. See jaotuskilp-alaldaja on ette nähtud lülitamiseks 3-faasilise voolu võrku pingega 127/220 V. Eestiskasuta-

takse aga 3-faasilist voolu pingega 220/380 V, mille tõttu saab selle jaotuskilbi meie oludes ühendada ainult 3-faasilise võrgu ühe faasiga, kusjuures 3-faasilist voolu temast võtta ei saagi [5, 1959, nr. 1].

Oma jõududega saab selle jaotuskilbi ümber ehitada lülitamiseks ka 3-faasilisse võrku pingega 220/380 V. See ümberehitamine ei nõua erilisi oskusi: tarvitseb ainult üks juhe, mis toidab autotrafot, lahti võtta liinijuhtme küljest ja ühendada nulljuhtmega. Praktiliselt toimub see nii: ühendada omavahel klemmid "220" ja "3"; kaitsmest klemmi "220" külge minev juhe võtta lahti klemmilt "220" ja see lahtine ots isoleerida. Peale säärast ümbertegemist saab jaotuskilpi lülitada 3-faasilisse võrku pingega 220/380 V vastavalt tehase poolt antud eeskirjadele. Niisuguse kilbi olemasolu korral polegi vaja eraldi voolujaotuskilpi, vaid otse sellest viia juhtmed kommutaatorisse. Nimetatud jaotuskilp-alaldaja annab ühtlasi ka alalisvoolu kuni 10 A. See- ga kaob vajadus mootor-generaatori kui eraldi vooluallika järele.

Paljudes koolides puudub 3-faasiline tööstusvool, mille tagajärjel jäetakse ka füüsika kabinet varustamata 3-faasilise vooluga. Füüsika demonstratsioonkatseid ja praktikumitšid on enamikel juhtudel võimalik teha ka 1-faasilise vooluga, mille tõttu ei tunta vajadust 3-faasilise voolu järele. Elektrotehnika praktikumis on 3-faasilise voolu kasutamine mõeldamatu, kuna palju töid tuleb teha nimelt 3-faasilise vooluga.

Vaatleme mõningaid võimalusi, kuidas saaks ainult 1-faasilise võrguvoolu korral praktikumitšid teha siiski 3-faasilise vooluga.

c. Uhefaasilise võrguvoolu kasutamine

Nagu 3-faasiline, tuleb ka 1-faasiline liin tuua korruse püstsisestusliini jaotuspunktist eraldi terastorusse paigutatult jämeda isoleeritud juhtmega kuni laborandiruumis asuva peakilbini. Voolujaotuskilbis erilisi muudatusi pole vaja teha, ainult osa 3-faasilise voolu klemmidest jääb kasutamata. Trafot saab kasutada ka 1-faasilise voolu korral, samuti alaldajat ja mootor-generaatorit.

Vaatleme, kuidas saaks 1-faasilist võrguvoolu muundada 3-faasiliseks, et sellega teha praktikumitöid ja toita 3-faasilisi asünkroonmootoreid. Sellesks määratud riista, nn. faasimuundaja töötamine põhineb vahelduvvooluahelasse lülitatud induktiivsuse ja mahtuvuse tõttu tekkivale faasinihkele: induktiivse takistuse korral ahelas voolu faas jääb pinge faasist maha, mahtuvusliku takistuse korral on aga voolu faas pinge faasist ees. Valides sobivalt induktiivsuse (südamikuga trafo) ja mahtuvuse (kondensaatorite patarei) vahelduvvoolu ahelas, on võimalik saada niisuguse faaside nihkumise tulemusel 3-faasilist voolu [11, 1958, nr. 5] .

Muundaja tegemine ei valmista raskusi, kui kabinetis on olemas 3-faasilise voolu trafo. Kui see puudub, saab teda ise valmistada, tehes südamiku oma jõududega, ning kasutades mähisena universaalse koolitrafo valmismähiseid [5, 1956, nr. 6] . Võib kasutada ka kolme 1-faasilist trafot või autotrafot. Peale trafo läheb muundaja ehitamiseks vaja ka mõnda reostaati (lamp-reostaati) ja kondensaatorite patareid (ainult paberdielektrikuga) mahtuvusega 12 - 20 F. Muundaja ehitamiseks võib kasutada laialt levinud autotrafosid AOC - 0,3, millised annavad faaside

küllaldase sümmeetrilisuse, s.o. $\varphi_1 \approx \varphi_2 \approx \varphi_3$, kui toidetaava 3-faasilise tarbija võimsus ei ületa 0,6 kW [5, 1956 nr.6].

Kui mingil põhjusel pole võimalik ehitada faasimuundajat, tuleb 3-faasilise voolu allikana kasutada 3-faasilist traktorigeneraatorit [30-A2, milline on traktoritel DT-54 ja XT3-7. Selle generaatori nimivõimsus on 60 W, pinge 6 V, mähised ühendatud tahte, pöörlemiskiirus ilma tarbijata 1300 p/min. Generaatori käitamiseks on sobiv kasutada 0,3 - 0,5 kW võimsusega asünkroonmootorit. Kuna kõige levinumad asünkroonmootorid on 3-faasilised, ei saa neid vahetult toita 1-faasilisest võrgust. Et 3-faasilise mootori käitamisel 1-faasilisest võrgust on rootori pöördemoment-tunduvalt väiksem nimimomendist, tuleb mootori käivitamiseks ja edasises töös hoidmiseks kasutada kondensaatorpatareid. Kui mootori faasimähise nimipinge vastab võrgupingele (mootori 220/380 V lülitamisel võrku pingega 220 V, või mootori 127/220 V lülitamisel võrku 127 V), ühendatakse mootori mähised kolmnurka - kolmnurga mistahes 2 tippu ühendatakse vahetult võrguga, kuna kolmas tipp ühendatakse ühe võrgujuhtmega tšõkondensaatori kaudu. Paralleelselt tšõkondensaatoriga on ühendatud käivituskondensaator, milline ühendatakse ahelasse ainult käivitamise ajaks. Kondensaatoriks võib kasutada ainult paberdiektirikuga kondensaatoreid, millede tšõppinge ületaks võrgupinge umbes 1,5 korda. Mootori võimsuse iga 100 W kohta tuleb tšõkondensaatori mahtuvus võtta $7 \mu\text{F}$.

Juhul, kui olemasolev asünkroonmootor on ette nähtud pingele 127/220 V, tuleb tema lülitamiseks 1-faasilisse võrku pingega 220 V faasimähised ühendada tahte. Tahe 2 "tippu" ühendada vahetult võrguga, kolmas "tipp" tšõkondensaatori kaudu 1 võrgu-

juhtmega [11, 1958, nr. 12] .

Seega saab väita, et ainult ühefaasilise võrguvoolu olemasolu koolis ei ole põhjuseks, et võiks loobuda praktikumitöödest 3-faasilist voolu kasutades.

2. Elektrotehnika praktikumi varustus

a. Varustusele esitatavad nõuded

Elektrotehnika praktikumi läbiviimine koolis on seotud suurte raskustega töödeks vajaliku hulga seadmete ja materjalide muretsemisel. Käesoleval ajal ei ole koolides veel küllaldast materiaalselt baasi praktikumi häireteta läbiviimiseks, mille tõttu on nii füüsika-elektrotehnika õpetaja kui ka kooli administratsiooni ülesandeks see baas luua kõige lähemal ajal. Varustus peab rahuldama praktikumi nõudeid, olema metoodilisest küljest vastuvõetav ja hima poolest koolile kättesaadav.

Füüsika kabinetis leiduvatest seadmetest ei saa elektrotehnika praktikumis peaaegu midagi kasutada, väljaarvatud vooluallikad (alaldajad, akud, mootorgeneraatorid) ja mõned laboratoorse tüüpi seadmed (reostaadid, trafod). Füüsika laboratoorseks töödeks ettenähtud "Konstruktor" - tüüpi mõõteriistu võib kasutada ainult äärmiselt juhul, arvestades nende väikest täpsust. Eelistada tuleb vertikaalseks kasutamiseks määratud tehnilisi mõõteriistu.

Füüsika kabineti varustus on ette nähtud peamiste demonstratsioonkatsete, frontaalsete laboratoorsete tööde ja füüsika praktikumi jaoks. Elektrotehnika praktikumitööde eesmärk on aga tunduvalt erinev füüsika praktiliste tööde eesmärgist, mille tõttu on vaja ka erinevat varustust. Et saada varustuse kohta

kindlat ülevaadet, peab enne põhjalikult tutvuma elektrotehnika praktikumitööde sisuga.

Vaatleme eelkõige tööde nimekirja, nummerdades selles kõik tööd, lähtudes ajalisest järgnevusest:

1. Juhtmete jätkamine ja hargnemine.
2. Juhtmete jootmine.
3. Juhtmete ettevalmistamine armatuuriga ühendamiseks.
4. Kaitsmest, haratoosist, lambipesast, seinakontaktist, lülitajast ja kahvlist koosneva juhtmestiku montaaž.
5. Elektromagneetilisse, magnetelektrilisse ja elektrodünaamilisse süsteemi kuuluvate mõõteriistadega tutvumine.
6. Ampermeetri kontrollimine (gradueerimine).
7. Voltmeetri kontrollimine (gradueerimine).
8. Lihtsaima universaalse mõõteriista koostamine alalisvoolu ja -pinge mõõtmiseks (šuntide ja eeltakistite valik).
9. Oommeetriga (või avomeetriga) tutvumine, takistuste mõõtmine.
10. Võimsuse mõõtmine.
11. Arvestiga tutvumine. Arvesti lülitamine vooluringi ja selle kontrollimine.
12. Alalisvoolu generaatoriga (autogeneraator) tutvumine. Skeemi koostamine tagasivoolureleega, skuga, elektrilambiga, ajamiga ja mõõteriistadega generaatori katsetamiseks.
13. Alalisvoolu elektrimootori (autostarteri) ehitusega tutvumine, selle lülitamine vooluringi ja käivitamine.
14. 3-faasilise voolu kolme- ja neljajuhtmeline süsteemiga tutvumine. Lampide lülitamine tähte ja kolmnurka. Nulljuhtme osa ühtlasel koormamisel. Faasivoolude ja faasipingete mõõtmine.
15. 3-faasilise voolu asünkroonmootori ja tema põhiosadega tutvumine.

- mine. Mähiste ühendamine tähte ja kolmnurka. Mootori käivitamine ja reverseerimine.
16. Elektrimootori võimsuse ja kasuteguri määramine.
 17. Uhefaasilise trafoga tutvumine. Trafo mähiste polaarsuse, ülekandearvu, tühikäiguvoolu ja kasuteguri määramine.
 18. Telefoniaparaadi tundmaõppimine.
 19. 2-poolse raadioside loomine.
 20. Elektronlambi tunnusjoonte ülesvõtmine.
 21. Detektorvastuvõtja kokkupanek ja katsetamine.
 22. Lihtsaima madalsagedusvõimendaja kokkupanek ja katsetamine.
 23. Transformaatoriga lampalaldaja kokkupanek ja katsetamine.
 24. Transformaatorita lampalaldaja kokkupanek ja katsetamine.

Ei ole mõeldav, et kõik need tööd oleksid kohustuslikud, kuna siis kuluks kogu praktikumi aeg ainult tööde tegemiseks ning ei jääski aega üle teoreetilisteks seletusteks. Nimetatud tööde hulgast tuleb teha sisult üksteisest erinevaid ja olemasoleva materiaalse baasiga kooskõlas olevaid töid.

Sageli pole selge, millise varustusega elektrotehnika praktikumi läbi viia, ning muretsetakse koolile juhuslikke, üksteisega kokkusobimatuid seadmeid. Teinekord tehakse suur viga välist efekti taotledes - ostetakse kinoaparaate, kalleid magnetofone ja televiisoreid, jättes muretsemata hinnalt palju odavamad praktikumitöödeks vajalikud seadmed.

Tuleb muretseda töökorras seadmeid, igaks praktikumitööks 2 - 3 komplekti ning seejärel neid pidevalt täiendada.

Praktikumi käigus on kujunenud välja kindel komplekt varustust, mis on vaja praktikumitööde tegemiseks vastavalt programmile. Seadmed peavad olema kaasaegsed, sobima üksteisega kok-

ku töö ajal ning olema võimalikult odavad:

Praktikumitööde jaoks võib kasutada:

1. Laboratoorseid tüüpi seadmeid (pidurdussüsteem elektrimootori võimsuse ja kasuteguri määramisel, lampreostaadid täht- ja kolmnurklülituses jne.).
2. Seadmeid, mida õpitakse tundma neid lahti- ja kokku monteerides ning katsetades töötamise ajal (elektrimootorid, generaatorid).
3. Seadmeid, mida õpilased koostavad valmisosadest koos järgneva katsetamisega (detektorvastuvõtjad, madalsagedusvõimendaaja, alaldajad jne.).
4. Seadmeid, mida õpitakse tundma katsetades neid töötamise ajal ilma kahti monteerimata (elektrimõõteriistad, akud jne.).

b. Varustuse loetelu

Kõigi programmiga ettenähtud tööde üksikasjalise analüüsi põhjal võib koostada varustuse nimestiku, lähtudes iga üksiku töö jaoks vajalikust varustusest. Kui üht-sama seadet või riista on tarvis mitme teema juurde kuuluvates töödes, pole seda vaja muretseda iga töö jaoks eraldi; ühe-sama teema juurde kuuluvais töödes peab seda muretsema eraldi iga töö jaoks, et terve grupp saaks korruga teha kõiki praktikumitöid antud teema kohta. Nimekiri on koostatud, lähtudes lõigus a) toodud tööde nimestikust ning arvestades, et antud teema iga töö jaoks on ainult 1 komplekt varustust.

Nr.	N i m e t u s	Arv	T55 nr.
1.	Alalisvoolu ampermeeter, 3A; täpsus 1,5	2	6
2.	Mistahes tüüpi alalisvoolu tehniline ampermeeter	1	5
3.	Alalisvoolu milliampermeeter (MM-70), 300 mA; 1,5	1	20
4.	Vahelduvvoolu voltmeeter kuni 6 V	1	20
5.	Mistahes tüüpi tehniline voltmeeter (kontrollitav)	1	5
6.	Alalisvoolu voltmeeter (MHO), 3-15 V; 1,0	1	7; 12
7.	Alalisvoolu voltmeeter (MK-60), 300 V; 1,5	3	20;23;24
8.	Vahelduvvoolu ampermeeter 3, 5A; 2,5	5	11;14;16
9.	Vahelduvvoolu voltmeeter 30, 300 V;1,5	5	5;11;14;15;16;17
10.	Vahelduvvoolu voltmeeter 3, 12 V; 2,5	1	17
11.	Demonstratsioon-galvanomeeter koos eeltakistitega	1	8
12.	Vahelduvvoolu arvesti, 5A	1	11
13.	Avomeeter (TT-1)	1	9; 17; 22
14.	Kooli ampermeeter 3, 8A	1	6
15.	Vahelduvvoolu ampermeeter MH,20A;2,5	4	15; 17
16.	Kooli voltmeeter 3, 8V	1	7
17.	Vahelduvvoolu ampermeeter, 1A	1	17
18.	1-faasiline vahelduvvoolu vattmeeter, 750W	1	16
19.	Alalisvoolu ampermeeter M,15A (0 keskel)	1	12
20.	Vahelduvvoolu voltmeeter 3	1	

Nr.	N i m e t u s	Arv	T55 nr.
21.	Jõutrafo (ЭЛС -2)	1	23
22.	Lambipesa (8 jalaga) koos alusega	3	20;22;24
23.	Metallšassi koos lambipesa ja klem- midega	1	23
24.	Lükatreostaadid, 19-50Ω, 10A	2	6;11;13;20
25.	Suure takistusega lükatreostaat	1	12
26.	Potentsiomeeter 1500 Ω	1	7
27.	Potentsiomeeter 20.000 Ω	1	20
28.	2-pooluseline lüliti	1	24
29.	1-pooluseline lüliti	4	12;13;14;17
30.	3-pooluseline ümberlüliti	2	14; 15
31.	Toitealaldaja kenotroniga 5Ц4С	2	19; 20; 22
32.	Takistid BC, 100Ω - 2MΩ	20	9;20;21;22;23;24
33.	Akupatarei CT, 6 - 12 V	1	12; 13
34.	Akupatarei HKH - 10	2	19; 21
35.	Kuivpatarei КБС	2	9
36.	Kuivelemente 3С	2	9
37.	Pirnipesi (seinale kinmitatavad), 220V	10	3;4; 24
38.	Valgustusvõrgu lüliteid	10	3; 4
39.	Seinapistikupesid	10	3; 4
40.	Pistikuid (kahvleid)	10	3;4; 24
41.	Lampreostaat autopirnidega; 6-12V	2	12
42.	Lampreostaat pirnidega 220V a) 3 pirni	3	14
43.	Kontaktuga koos 4 kontaktiga alusel	1	14
44.	Kontroll-lamp koos pesa ja juhtmetega	1	15
45.	Sulavkaitsmed, 220V, 5A	6	3;4; 11
46.	Sulavkaitsmed raadioseadmeile	4	23; 24
47.	Kenotron 5Ц4С	2	20; 22

Nr.	N i m e t u s	Arv	Töö nr.
48.	Kenotron 6L5C	1	24
49.	Raadiolamp 6C5	1	22
50.	Valgustusvõrgu pirnid, 220 V, kuni 100 W	15	4; 11; 14; 24
51.	Autopirnid, 6V, 10-20 W	10	17
52.	Kooli universaalne lhtivõetav trafo ^a	2	17; 23
53.	Autogeneraator, 6 või 12 V (vana ja uus)	2	12
54.	Generaatori kälvitusseade - smirgel- käi	1	12
55.	Tagasivoolurelee	1	12
56.	Autostarter (CT-8) 6-12 V (vana ja uus)	2	13
57.	Lühisrootoriga 3-faasiline asünkroon- mootor, 220/380 V, 0,3-0,5 kW (vana ja uus)	3	15; 16
58.	Dünamomeeter 5 kg koos vihtidega	1	16
59.	Teraskuul diameetriga 6-8 mm	1	15
60.	Telefoniaparaadid	2	18
61.	Lihtne vastuvõtu-saateaparaat	2	19
62.	Telegraafivõtmed	2	19
63.	Peatelefonid	4	19; 21
64.	Sassi ⁱ vastuvõtjate koostamiseks	1	21
65.	Raudsüdamikuga madalsagedusdrossel	2	23; 24
66.	Elektrolüütikondensaatorid 10 μ F, 450 V	4	23; 24
67.	7-jalaga sõrmlambi pesa	1	21
68.	Pöördkondensaator 500 pF	1	21
69.	Kesk- ja pikalainepool (raadiovastu- võtja komplektist)	1	21

Nr.	N i m e t u s	Arv	Töö nr.
70.	Tagasiside pool	1	21
71.	Kristalldioodi Δ2A või Δ2B	1	21
72.	Dünaamiline valjuhääldaja 0,5 ΔΠ-1	1	21
73.	Sõrmlamp 1B1Π	1	21
74.	Kristalltriiod π6B või π1E	1	21
75.	Plokk-kondensaatorid 100-500000 pF	10	21; 22
76.	Metallstatiiv	1	16
77.	Soontega rihmseibid läbimõõduga 50 mm	2	16
78.	Näpistangid, 9 mm	15	1-24
79.	Ümarotstega näpistangid	15	1-24
80.	Kruvikeerajad, 4 mm	15	1-24
81.	Kruvikeerajad, 9 mm	15	1-24
82.	Naasklid	15	1.24
83.	Elektrijootekolb 60-90 W, 220 V	5	2; 23; 24
84.	Lõiketangid	5	1-24
85.	Käsitrell-puurmasin	1	
86.	Puurid 2-10 mm	10	
87.	Kruustangid, 150 mm	1	
88.	Metallikäär	1	
89.	Rauasearaam koos saega	1	
90.	Viilid	10	
91.	Litset ШР, ristlõikepindalaga 1,5 mm ²	50m	1;3;4
92.	Juhet ПР; 1,5 mm ²	20m	1; 3; 4
93.	Juhet ПБД; 0,3-0,5 mm	1kG	1;3;4;6;7; 9
94.	Montaazjuhet 0,5 mm	10m	17;20;23;24
95.	Isolatsioonpaela	0,5kG	1; 3; 4

Nr.	N i m e t u s	Arv	Töö nr.
96.	Portselanrulle P-25	50	1; 3; 4
97.	Puukruvisid, 25 mm, 35 mm	0,5kG	1; 3; 4
98.	Jootetina	200G	2; 23; 24
99.	Kampõlit	200G	2; 23; 24

C. Varustuse saamise võimalused

Elektrotehnika praktikumi esimeste tööde tegemisel tuleks võimalikult ära kasutada füüsika kabinetis olemasolevat varustust. Kogu aeg peab aga püüdma muretseda spetsiaalseid elektrotehnika-alaseid seadmeid. Kui teatud liiki varustuse puudusel ei saa programmis antud tööde jaoks koostada mitut komplekti, tuleb piirduda üheaainsaga, võttes juurde kas või lisatöid, et ühe grupi kõik lülid (maksimaalselt 12 lüli) saaksid korraga töötada. Lisatööde sissevõtmisel peab arvestama, et need annaksid õpilastele programmis nõutud oskusi.

Elektrotehnika praktikumi varustamiseks on 3 peamist teed:

1. Kooli eelarve summad.
2. Kooli seffide abi (nii materiaalne kui ka töö).
3. Õpilaste kaasatõmbamine varustuse valmistamisele.

Seffide abi ei saa vaadelda kui mingisugust heategevusliku üritust, vaid kui riiklikult tähtsa ülesande täitmist kooli lähendamisel elule. Selles osas on maksev NSVL Ministrite Nõukogu määrus 16. maist 1955 nr. 4098, millega kõigi liiduvabariikide ministriumidel on õigus anda ühðhariduslikele koolidele tasuta tööstustes mittekasutatavaid, kuid korras masinaid, labo-

ratoorset varustust ja tööriistu [15, lk. 24] .

Autoremonditöökodadest ja remondi-tehnikajaamadest on võimalik saada alalisvoolu elektrimasinaid, sideasutustelt võib saada telefoni- ja raadioseadmete osi jne.

Eriti tähtis koht elektrotehnika praktikumi varustamisel on õpilaste endi töö, mis võimaldab kooli eelarve summasid säästa kallimate seadmete ostmiseks. Esimeses järjekorras on vaja muretseda vahelduv- ja alalisvoolu tehnilisi mõõteriistu. Sageli ei ole saadud mõõteriistade mõõtepiirkonnad praktikumitöödeks sobivad. Seoses sellega on vaja füüsika kabineti tingimustes mõõteriistu ümber gradueerida, arvutada šunte ja eeltakisteid. Seda tööd võivad õpilased ise teha. Igast grupist võib 3 - 4 asjast huvitatud hea õppeedukusega õpilast rakendada üksikute seadmete konstrueerimisele, mõõteriistade ümberehitamisele, jooniste ja skeemide valmistamisele.

Hästi organiseeritud töö korral on võimalik õpilaste abiga varustada füüsika kabinet vajaliku elektrisisseseadega (Tartu Linna I Keskkoolis 1958/59. õppeaastal). Õpilased võiksid valmistada terve rea seadmeid, nagu lampreostaate, mootorite klemmiplaate, ümberlülitid, mõõteriistade aluseid, raadiotehnika komplekte, ühendusjuhtmeid kaablikingadega jne. (Tartu Linna VIII Keskkoolis 1958/59. õppeaastal).

Oluline on ka varustuse õige hoidmine. 2 korda aastas:

1) kevadel ja 2) vana aasta lõpus tuleb teha inventuur. See ei võta palju aega, kui on peetud inventariraamatut, kuhu on kantud sisse kõik olemasolevad seadmed järjelt üksikute teemade järgi. Iga seadme ja riista küljes peab olema üldjärjekorranumber inventariraamatu järgi. Süstemaatiliselt täiendades ja kontrollides

varustust, tuleb õpilastes kasvatada hoolikat suhtumist ühiskondlikusse omandisse.

III p e a t ü k k

MÕNEDE PRAKTIKUMITÖÖDE METOODIKA

§ 6. Praktikumitööde ohutustehnika

Füüsika kabineti elektrisiseseades, samuti praktikumis kasutatav varustus peab vastama ohutustehnika nõuetele, millised kehtivad laboratooriumide kohta. Peale selle tuleb õpilasi instrueerida nii suuliselt kui ka kirjalike meeldetuletustega enne praktikumitööde juurde asumist ja ka nende käigus. Et välja töötada ohutustehnika nõudeid füüsika kabineti jaoks, tuleb eelnevalt ette kujutada kõikvõimalikke õnnetuste põhjusi. Kopeerides maha tööstustes rakendatud ohutustehnika võtted, võib ohtu veelgi suurendada, kui ei arvestata füüsika kabineti eriolukorda võrreldes tööstusega.

Inimelule pole ohtlik mitte kõrge pinge, vaid keha läbiv vool, milline oleneb nii naha takistusest kui ka pingest. Vigastamata kuiva naha takistus on umbes 10.000Ω , vigastatud naha korral aga 1.000Ω . Kõige ohtlikum on voolu tee südame ja pea piirkonnas. Säärane olukord võib tekkida, kui puudutatakse vooluallika klemme mõlema käega korraga, või ainult vasaku käega, kusjuures jalad on kontaktis maapinnaga. Elukardetavaks loetakse vahelduvvoolu alates 10 mA-st, alalisvoolu alates 50 mA -st. Puitpõrandaga ruumides (nagu füüsika kabinet) loetakse ohtlikuks pinget alates 65 V -st; niisketes betoonpõrandaga ruumides alates

12 V - st.

Eriti ohtlik on ühe liinijuhtme ja samaaegselt mõne maandatud metalleseme puudutamine. See puudutus võib lõppeda surmaga; kuna keha läbib vool:

$$I = \frac{220}{10.000} = 0,022 \text{ (A)} = 22 \text{ mA.}$$

Seepärast peab kabinetis leiduvad maandatud metallesemed (keskkütteraadiaatorid, veevärgi-, gaasi- ja kanalisatsioonitorud) kahtma vimeerist kaitsekilpidega. Samuti ei tohi maandada kabinetis leiduvate masinate, aparaatide ja jaotuskilpide metallkorpusi, kuna praktikumitööde käigus on seadmete maandatud korpuse ja mingi liinijuhtme samaaegne puudutamine tõenäolisem kui juhuslikult pingestatud maandamata metallkorpuse puudutamine.

Tööstustes on kõige tõenäolisem ainult metallist Masinaosa juhuslik puudutus (treipink, puurmasin jne.). Seal on masina korpuse maandamine kohustuslik, sest korpuse juhusliku pinge alla sattumise korral (juhtmete isolatsiooni vigastus) langeb pinge korpuse ja maapinna vahel ohutu väärtuseni ning maapinnaga ühenduses oleva inimese poolt masina puudutamine ei oleks talle ohtlik.

Õpilastele tuleb nimetada, et elektriseadmete käsitlemine on täiesti ohutu, kui peetakse kinni ohutustehnika nõuetest, arvestades ka madalapingelise voolu ohtlikkust (80% surmajuhtumest elektrivooluga on toimunud pingega alla 220 V). Tuleb õpetada esimese abi andmist elektrilöögi korral. Pinge alla sattunud inimesel hingamine lakkab, mistõttu tema elu otsustab see, kui kiiresti suudetakse ta pinge alt vabastada ja hingamine taastada.

Õpilased tehku üksteisele kunstliku hingamise jarjutusi. Iga õpilane peab teadma, kus asub avariilüliti, millega saab kabineti vooluringi kiresti katkestada. Õpilasi peab tutvustama üksikute ohutudega. Ei tohi edasi kasutada elektriseadmeid (juhtmeid, lüliteid, mootoreid, trafosid, reostaate jne.), kui nende juures on märgata isegi esialgu tühisena näivaid rikkeid (isolatsiooni viigastus, ülemäärane kuumenemine jne.). Ei tohi kasutada elektriseadmeid, millede õiget otstarvet ei teata. Õpilastel ei tohi lubada iseseisvalt remontida kabineti elektriseadet - seda nad võivad teha ainult õpetaja järelevalve all.

Ohutustehnika nõuetesse peavad kuuluma järgmised peaküsimused:

1. Vooluringe võib koostada (või remontida) ainult pingestamata olekus.
2. Skeemi võib ühendada võrku ainult õpetaja loal.
3. Pinge olemasolu kontrollida mitte sõrmega, vaid kontrolllambi või mõõteriistaga.
4. Töö lõpetanud, võtta eelkõige juhtmed lahti vooluallika küljest ja kondensaatorite laengud tühjendada.
5. Töötavatele elektrimootoritele riputada sildid pealkirjaga "TÖÖTAB".
6. Pidada ise ja nõuda teistelt ohutustehnika nõuete täitmist.

Õpilaste ohutustehnika-alaseid teadmisi ja nende õiget rakendamist tuleb järjekindlalt kontrollida. Õpilastele, kes jämedalt eksivad ohutustehnika küsimustes, tuleb panna mitterahuldav hinne päevikusse [11, 1958, nr. 7].

§ 7. Alalisvoolu elektrimasinad

1. Alalisvoolu generaatorid

Sissejuhatavas vestluses tuleb õpilasi tutvustada alalisvoolu generaatorite ehituse ja töötamise põhimõtetega. Ajapuuduse tõttu ei ole võimalik vaadelda generaatori tühikäigukarakteristikut, samuti väliskarakteristikut. Eri tüüpi generaatorite sarnasust ja erinevust võib vaadelda demonstratsioonkatsetes.

Nii teoreetilistes seletustes kui ka praktilistes töödes peab silmas pidama, et need on mõeldud ikkagi elektrotehnikaga esmakordselt kokkupuutuvatele õpilastele, mitte aga elektrotehnikat õppivatele tehnikumiõpilastele. Töös alalisvoolu generaatoriga valida võimalikult lihtsa ehitusega ja ainult tagasivoolu releega (mitte aga keeruliste pingeregulaatoritega) autogeneraator.

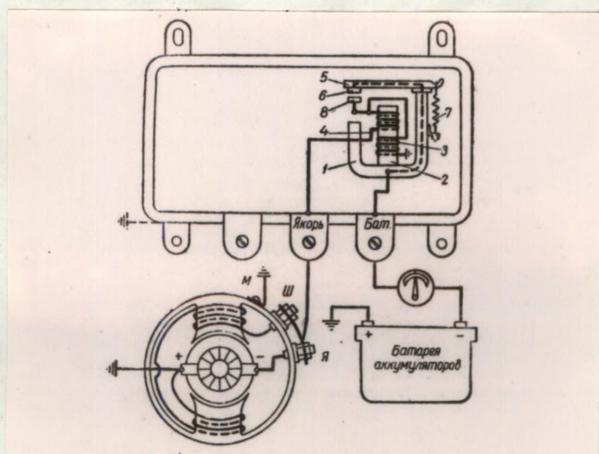
Praktikas levinum on haruvoolu generaator, mille väärtuslikuks omaduseks on asjaolu, et koormuse suurenedes, s.o. tarbija takistuse vähenedes kuni lühisrežiimini pinge generaatori klemmidel langeb, saades võrdseks nulliga. Seega ei ole karta mähiste läbipõletamist, kuna lühise korral on ergutusmähisist läbiv vool tühiselt väike; samuti ka ankrumähises olev vool langeb peaaegu nullini.

Töö nr. 12

Eesmärk: Õppida tundma alalisvoolu generaatori ehitust, tema lahti- ja kokkumonteerimist ning katsetamist töö ajal.

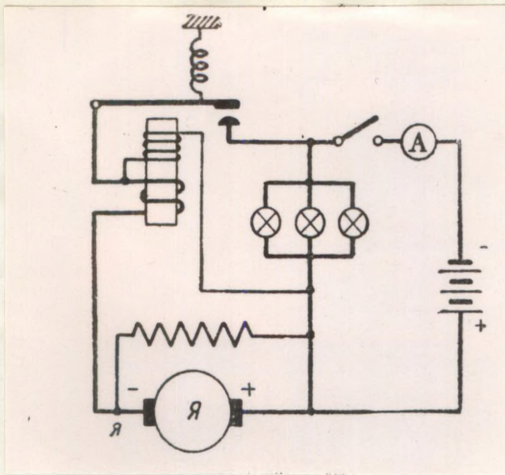
Varustus: 1) 2 autogeneraatorit (6 või 12 V) - uus ja vana; 2) generaatori ajam - käsireduktor; 3) lampreostaat, 6 või 12 V koormusena; 4) lükatreostaat (ergutusahelasse); 5) magnetelektriline ampermeeter, 10 - 15 A (0-ga skaala keskel); 6) magnetelektriline voltmeeter, 8 - 15 V; 7) akupatarei 6 või 12 V; 8) tagasivoolurelee; 9) lüliti; 10) 2 kruvikeerajat; 11) vasar; 12) ühendusjuhtmed.

Elektriline skeem: Montaaži alata, ühendades järjestiku peavooluringi. Selleks ühendatakse generaatori korpusel olev klemm "Я" tagasivoolurelee klemmiga "Я", milline on relee peavoolumähise alguseks. Relee peavoolumähise lõpp ühendatakse läbi lampreostaadi "massiga"; lüliti ja ampermeetri kaudu aga akupatarei negatiivse poolusega. Generaatori positiivse harja klemm, relee haruvoolumähise lõpp ja akupatarei positiivne poolus tuleb ühendada "massiga", s.o. generaatori enda korpusega (joonis 6).



Joonis 6.

Koostanud peavooluringi, lülitada generaatori harjadega paralleelselt ka voltmeeter (joonisel nr. 6 pole näidatud). Lülitaja abil ühendada ahelasse ampermeeter (joonis 7). ning



Joonis 7.

panna ankur pöörlema, kasutades selleks käsikäia - reduktorit koos painduva ühendusvõlliga. Alguses, kui ankru pöörlemiskiirus on väike, on relee kontaktid veel lahutatud ja vool kulgeb generaatori positiivselt harjalt "massi" kaudu läbi relee haruvoolumähise ning generaatori ergutusmähise. Ergutusvoolu tõttu kasvab pinge ankru harjadel, mida näitab voltmeeter. Lampreostaati toidetakse sel ajal akupatareist.

Kui ankur panna kiiremini pöörlema, siis teatud pinge väärtusel relee südamik magnetiseerub niivõrd, et tõmbab külge relee ankru, ühendades kontaktid. Nüüd hakkab generaator toitma lampreostaati, laadides samaaegselt ka akut. Voolu suuna muutust võib näha ampermeetrit: osuti kaldub üle 0-seisu skaala teisele poolele, näidates seda osa voolust, millega generaator laadib akut.

Kui ankru pöörlemiskiirust jälle vähendada, siis pinge generaatori harjadel hakkab langema ning saabub moment, millal aku hakkab toitma lampreostaati ning generaatori mähiseid - ampermeetri osuti läheb tagasi esialgsesse seisu. Sel momendil läbib relee peavoolumähist vastupidise suunaga vool - südamik magnetiseerub ümber ja ankur vabaneb, katkestades voolu. Generaator töö-

tab jälle tühikäigul.

Jätnud generaatori ankru seisma, tuleb lüliti abil aku vooluring katkestada, et vältida aku asjatud tühjenemist-

Töö käik:

1. Dešifreerida generaatori sildiaandmed; vana generaator lahti monteerida ja tutvuda tema kõigi osadega.
2. Uurida tagasivoolurelee ehitust ja töötamist.
3. Töökorras generaator ühehdada reduktoriga painduva kummivõlli abil, ühendada generaatori harjade külge autõpirn ja kontrollida, kas generaator töötab - pirn põleb.
4. Koostada elektriline ühendusskeem generaatori katsetamiseks.
5. Enne voltmeetri ühendamist generaatori harjadega mõõta akupatarei klemmipinget U_p .
6. Enne generaatori käivita^amist sulgeda lülitimabil aku vooluring ja mõõta lampreostaadi poolt tarbitav vool J_1 .
7. Panna ankur pöörlema kellaosuti liikumise suunas (vaadates reduktori poolt), pidevalt tõstes pöörlemiskiirust. Jälgides voltmeetri näitusid, märkida üles pinget, mille juures relee kontaktid sulgusid (U_1).
8. Vähendades pöörlemiskiirust, mõõta pinget (U_2), mille juures relee kontaktid avanesid.
9. Korrata katset, märkides üles J_1 , U_1 ja U_2 . Peale töö lõpetamist skeem koost lahti võtta.

Aruanne:

1. Töö nimetus ja eesmärk; töö üksikute etappide loetelu.
2. Generaatori ja tagasivoolurelee üksikosade otstarve.
3. Skeemid: a. voolu teekond relee kontaktidele ~~lahti~~ olles, b. voolu teekond relee kontaktide kinni olles, c. voolu teekond generaatori seistes.

4. Generaatori sildiandmed.
5. U_p , U_1 , U_2 ja I_e keskmised väärtused. Järeldusi.
6. Vastata kontrollküsimustele (kui neid on). [17].

2. Alalisvoolu mootorid

Iga alalisvoolugeneraator võib töötada ka mootorina. Alalisvoolu mootorid võivad olla nii peavoolu- kui haruvoolu- ja kompaundmootorid.

Praktikas levinumad on peavoolumootorid, kus ankrumähis on ühendatud induktorimähisega järjestiku. Tänu sellisele lülitusele on peavoolumootoril rida eeliseid võrreldes haruvoolumootoriga. Mehaanilise koormuse suurenedes ankrupöörlemiskiirus langeb, mille tõttu väheneb ankrus indutseeritav vastuelektromotoorne jõud, kusjuures ankrupoolt tarbitav vool ja seega ka pöördemoment kasvavad. Peavoolumootor töötab hästi suurel mehaanilisel koormusel (ainult teatud piirini), kusjuures ankrupöörlemiskiirus küll langeb, aga pöördemoment suureneb. Kuna peavoolumootoreil on suur pöördemoment ka käivituse ajal, kasutatakse neid laialt elektertranspordis, samuti automootorite käivitusseadmetes.

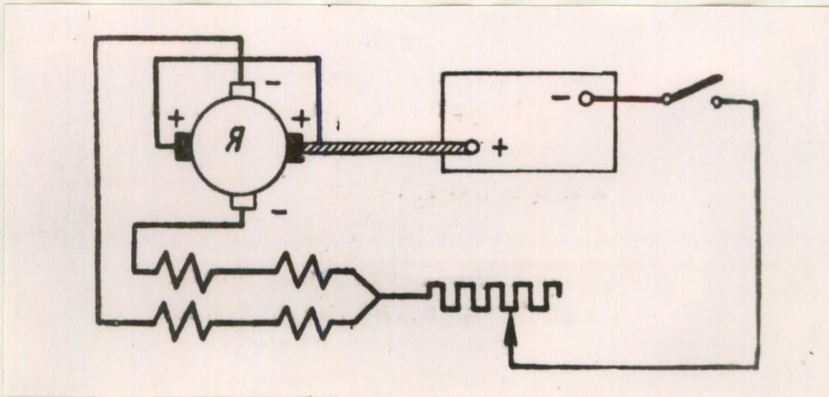
Töö nr. 13

Töö eesmärk: Uurida alalisvoolumootori ehitust ja töötamist; õppida mootorit lahti- ja kokku monteerima, koostama vooluahelat mootori käivitamiseks.

Varustus: 1) 2 alalisvoolu elektrimootorit - autostarterit (uus ja vana); 2) alalisvooluallikas - akupatarei; 3) lüli-

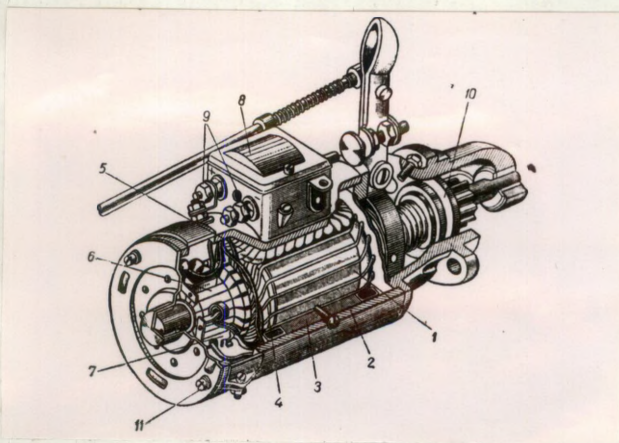
ti; 4) lükatreostaat, 10A, 10 - 30 ; 5) 2 kruvikeerajat;
6) mutrivõti; 7) vsar; 8) ühendusjuhtmed.

Elektriline skeem: Autostarter on tavaliselt peavoolumootor. Akupatarei "miinus" ühendatakse järjestiku lüliti ja reostaadiga (joonis 8).



Joonis 8.

Reostaadi teine klemm ühendatakse starteri induktori 2 mähise ühendusklemmiga. Nende mähiste teised otsad on ühendatud 2 negatiivse harja külge, milliseid on kerge leida, arvestades, et nad on metallkorpusest isoleeritud (joonis 9).



Joonis 9.

Veendunud, et positiivsed harjad on ühendatud starteri korpusega ("massiga"), ühendatakse akupatarei "pluss" starteri korpuse külge, jättes lüliti avatuks. Skeem kontrollida, lülitada sisse reostaadi maksimaalne takistus, lüliti abil vooluring sulgeda ja ettevaatlikult reostaadi takistus vähendades jälgida starteri töötamist. Kui ankru pöörlemiskiirus hakkab järsku kasvama, tuleb vooluring kohe katkestada, kuna mehaanilise koormuse puududes võib peavoolumootori ankru pöörlemiskiirus ületada lubatud väärtuse, mis võib põhjustada avarii.

Töö käik:

1. Tutvuda starteri ehitusega, õppida selgeks tema üksikosade nimetused ja otstarve.
2. Järk-järgult mootor (vana) lahti monteerida, määrata kindlaks üksikosade otstarve ja materjal.
3. Kontrollida harjade ja kollektori tööpindade korrasolekut.
4. Mootor kokku monteerida.
5. Koostada vooluahel mootori toitmiseks.
6. Mootor käivitada, jälgides üksikosade töötamist.

Aruanne:

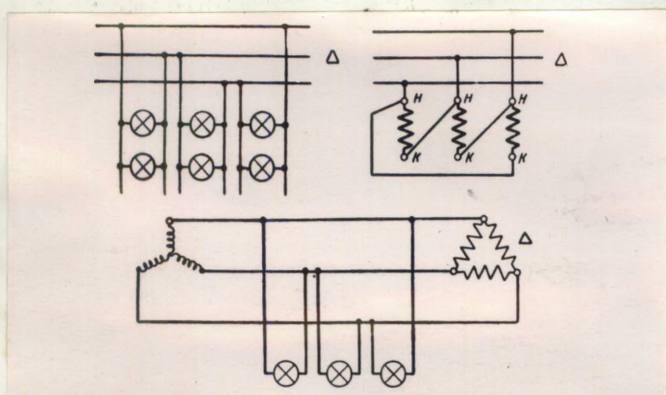
1. Töö nimetus ja eesmärk.
2. Töö põhietappide lühike kirjeldus.
3. Mootori osade nimetused ja otstarve.
4. Mootori toitmise skeem.
5. Peavoolumootori head ja halvad küljed.

[17] .

§ 8 Kolmefaasilise voolu süsteem

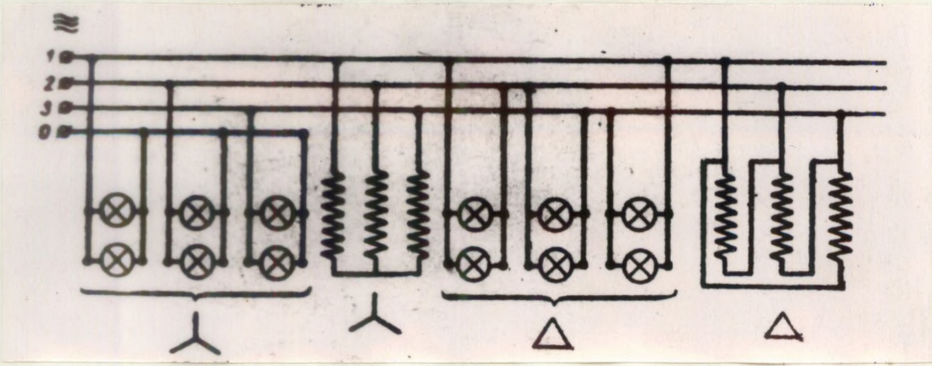
1. Tarbijate ühendamine kolmefaasilise voolu võrku

Teema "Kolmefaasiline vool" jääb füüsika formaalse õpetamise korral X klassi õpilastele küllalt segaseks. Õpilastele jääb sageli arusaamatuks, kuidas tegelikult toimub vooluallikate ja tarbijate ühendamine 3-faasilises süsteemis. Õpikus toodud jooniseid vaadeldes jääb mulje, ^angu määraks generaatori mähiste ühendusviisi (kas tähte või kolmnurka) ära ka tarbijate ühendusviisi. Elektrotehnika praktikumis tuleb näidata, et tähte ühendatud mähistega 3-faasiline generaator võib toita tarbijat, mille üksikud koormused on ühendatud mitte üksnes tähte, vaid ka kolmnurka (joonis 10).



Joonis 10.

Õpilastele tuleb selgitada, kuidas toidetakse ka 1-faasilisi tarbijaid (elektripirn, 1-faasiline mootor jne.) 3-faasilisest võrgust. Õpilased harjutagu 1-faasiliste tarbijate ühendamist kas 3- või 4-juhtmeline 3-faasilise süsteemiga, kusjuures tarbijad ei tarvitse asetseda sugugi kolmnurga või tähe kujuliselt (joonis 11).



Joonis 11.

Ainult elektripirnide kasutamine tarbijaina tähte- ja kolmnurka-lülitustes pole päris õige, kuna üksik elektripirn ei moodusta mingit 3-faasilist tarbijat. Ainult valgustuse jaoks poleks 4-juhtmelist süsteemi vajagi olnud, oleks piisanud 2 -st juhtmest. Pirnide asemel võiks kasutada siiski tõelist 3-faasilist tarbijat (3-faasiline trafo, 3-faasiline asünkroonmootor). Rääkides faasimähiste "algustest" ja "lõppudest" tuleb nimetada, et see jaotus on tinglik. Igas mähises võib ühe otsa võtta mähise "alguseks", teise "lõpuks". Kui oleme kord ühes mähises otsad sääraselt tähistanud, siis teistes mähistes ei saa enam "algusi" ja "lõppe" meelevaldselt valida, vaid tuleb katseliselt kindlaks teha.

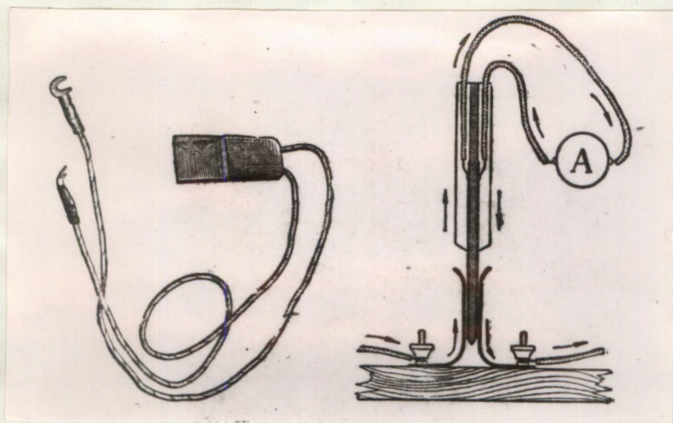
Kuna töödes 3-faasilise vooluga kasutatavad pinged on sageli suured (220/380 V), asetab see õpetajale erilise vastutuse. Kõiki töid õpetaja peab hoolikalt kontrollima ja kus võimalik, asendama kõrged pinged madalamatega. Võib kasutada 3-faasilist pingelangetustrafot, mille abil saaks 3-faasilist voolu pingega 12 - 40 V, kusjuures koormustena võib kasutada autopirne.

Töö nr. 14

Töö eesmärk: Uurida 3-faasilise voolu süsteemi, määrata kindlaks vahekorrad faasi- ja liinipingete ning ka neile vastavate voolude vahel; ühendada tarbijad tähte ja kolmnurka.

Varustus: 1) lampreostaadid (2 - 3 pirni) - 3 tükki; 2) elektripirnid, 220 V, 25 - 40 W - 6 - 9 tükki; 3) vahelduvvoolu voltmeeter, 250 V; 4) vahelduvvoolu ampermeeter, 3A; 5) lüliti, 6) alus 4 vedrukontaktiga koos kontaktnoaga; 7) 2 juhet pistikutega otstes; 8) ühendusjuhtmed.

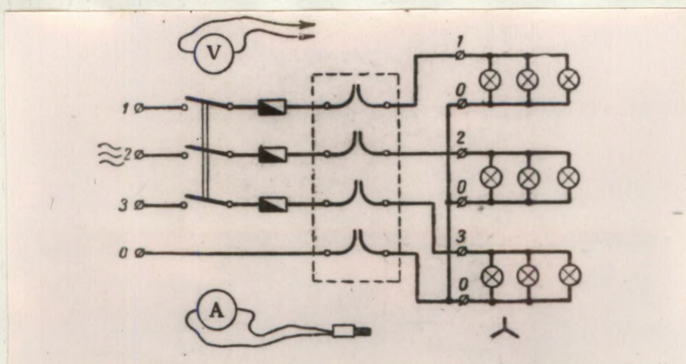
Elektriline skeem: On tarvis järgemööda koostada 2 skeemi - tähtühenduses ja kolmnurkühenduses olevate lampreostaatidega. Et saaks üheainsa ampermeetriga mõõta kõigis 3-s liinijuhtmes ja null-juhtmes olevaid voolusid, võib kasutada 4 vedrukontaktiga alust ja ampermeetriga ühendatud kontaktnuga nagu joonisel näidatud (joonis 12).



Joonis 12.

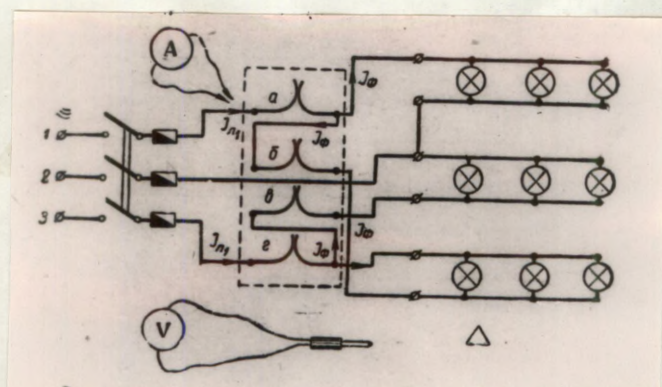
Nulljuhtmesse asetatakse ka lüliti (joonisel puudub), et saaks skeemi katsetada ebasümmeetrilise koormuse puhul nii null-juhtmega kui ka ilma.

Liini- ja faasipingeid mõõdetakse, ühendades voltmeetri lühiajaliselt vastavate kontaktidega (joonis 13).



Joonis 13.

Kõige keerulisem on lampreostaatide kolmnurkühenduse tegemine. Siin tuleb silmas pidada, et esimese reostaadi väljed oleksid ühendatud liinijuhtmetega 1 ja 2; teisel reostaadil - 2 ja 3 -ga; kolmandal reostaadil - 3 ja 1 -ga. Nulljuhet selles skeemis ei kasutata (joonis 14).



Joonis 14.

Töö käik:

1. Tutvuda kasutatavate seadmetega, märkida üles mõõteriistade ja lampide tehnilised andmed.
2. Koostada tähtühenduse skeem.

3. Koormata ühtlaselt kõiki 3 faasi, lülitades igas reostaadis sisse sama arvu lampe ja mõõta: liinipinged U_{1-2} , U_{3-1} ; faasipinged U_1 , U_2 , U_3 ; voolud 3 -s liinijuhtmes ja nulljuhtmes J_1 , J_2 , J_3 , J_0 (nii nulljuhtmega kui ka ilma).
4. Koormata kõiki faase ebahühtlaselt, lülitades igas reostaadis sisse erineva arvu lampe ning mõõta jälle eelmises punktis nimetatud suurusi nii nulljuhtmega kui ka ilma. Mõõtmistulemused kanda tabelisse "Tähtühendus". Selgitada nulljuhtme osa faaside ebasümmeetrilise koormamise puhul.
5. Koostada kolmnurkühenduse skeem.
6. Faaside võrdse (sümmeetrilise) koormuse juures mõõta: liinipinged U_{1-2} , U_{2-3} , U_{3-1} ; liinivoolud J_1 ja J_3 ; faasivoolud J_2 ja J_3 .
7. Samu mõõtmisi korrata ebasümmeetrilise koormuse juures.

Tähtühendus

Faaside koormus		Liinipinged			Faasipinged			Voolud			
		U_{1-2}	U_{2-3}	U_{3-1}	U_1	U_2	U_3	J_1	J_2	J_3	J_0
Sümmeetriline	Nulljuhtmega										
	Ilma										
Ebasümmeetriline	Nulljuhtmega										
	Ilma										

Kolmnurkühendus

Faaside koormus	Liinipinged			Liinivoolud		Faasivoolud	
	U_{1-2}	U_{2-3}	U_{3-1}	J_1	J_3	J_2	J_3
Sümmeetriline							
Ebasümmeetriline							

Aruanne:

1. Töö nimetus ja eesmärk.
 2. Üksikute etappide lühike sisu.
 3. Tähtühenduse ja kolmnurkühenduse skeemid.
 4. Tabelid mõõtmisandmetega.
 5. Järeldused (ebasümmeetrilise koormuse mõju lampide heledusele mõlema ühenduse korral).
 6. Kontrollküsimuste vastused (kui küsimused on olemas).
- [17] .

2. Kolmefaasilise voolu asünkroonmootorid

Arvestades 3-faasiliste asünkroonmootorite laialdast levikut tööstustes, põllumajanduses ja koduses elus, tuleb õpilasi tutvustada lähemalt nende ehituse ja töötamispõhimõttega.

Sissejuhatavas vestluses tuleks demonstreerida pöörleva magnetvälja tekkimist, kasutades selleks koolitrafo ühesuguse keerude arvuga 3 mähist koos L -kujuliste raudsüdamekega. Need 3 mähispooli asetatakse vertikaalasendis mööda ringjoont, nihutatuna üksteise suhtes 120° võrra. Ühendades poolide mähised tähte või kolmnurka ja lülitades nad 3-faasilise voolu võrku, tekib südame vahelises ruumis pöörlev magnetväli, sest üksikute poolide magnetväljade tugevused muutuvad sinusoidaalselt, olles üksteise suhtes nihutatud 120° võrra. Pöörleva magnetvälja olemasolu veendume, riputades poolisüdame kohale kinnise vaskrõnga, mille hakkab pöörlema kiirusega, mis on väiksem magnetvälja pöörlemiskiirusest.

Õpilasi peab tutvustama ka asünkroonmootori sildfandmetega. Kui sildile on märgitud "220/380 V", tähendab see, et staatori

l mähise otste vaheline pinge peab olema 220 V. Seega juhul, kui võrgu liinipinge on 220 V, tuleb staatorimähised ühendada kolmnurka; kui liinipinge on 380 V, peab staatorimähised ühendama tähte.

Mootori ehitusega tuleb õpilasi tutvustada eriti selleks ette nähtud lahtimonteeritava mootori abil (tuleb vaadelda ainult lühisrootoriga asünkroonmootorit).

Seletades asünkroonmootori käivitusmomendil tekkivat suurt voolu tõusu staatorimähistes, võiks asünkroonmootorit võrrelda trafoga: primaarmähiseks on staatorimähis, sekundaarmähiseks - rootori lühiskeerud. Füüsikast on teada, et voolu kasvades trafo sekundaarmähises kasvab võrgust tarbitav vool ka primaarmähises. Analoogiliselt suureneb vool ka staatorimähises, kui rootorimähis läbiv vool kasvab (käivitusmomendil staatori pöörleva magnetvälja jõujooned lõikavad mitmekordselt paigalseisva rootori lühismähis, indutseerides selles suure voolu). Seda suurt käivitusvoolu tuleb vältida, et kaitsta staatorimähiseid läbipõlemise eest ja ära hoida võrgupinge järsku langust mootori käivitusmomendil.

Mootori klemmiplaadil on tavaliselt 6 klemmi, millede külge on ühendatud staatori 3 mähise algused ja lõpud. Klemmid on paigutatud nii, et oleks hõlpus mähiseid ümber ühendada tähest kolmnurka või vastupidi, kasutades ainult 3 metallplaadikest (joonis 15).

Säärane mähiste ümberühendamine on vajalik, et lülitada üht-sama mootorit kord võrku pingega 380/220 V, kord võrku 220/127 V.

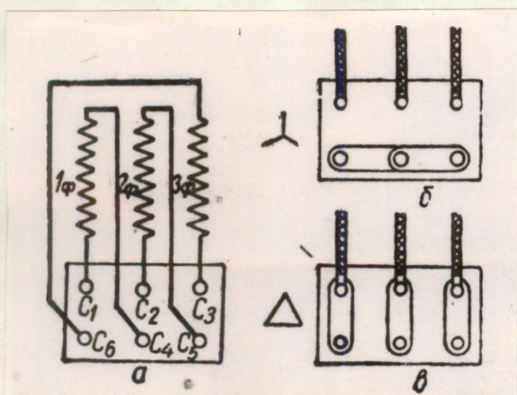
Kõige sagedamini valmistatakse staatori üksikud mähised pingele 220 V (pinge ühe mähise otstel). Mootori toitmiseks võr-

gust 380/220 V tuleb staatorimähised ühendada tähte - siis on iga mähise otstel võrgu faasipinge 220 V. Mootori toitmiseks võrgust pingega 220/127 V tuleb staatorimähised ühendada kolmnurka, et 1 mähise otste vaheliseks pingeks jääks endiselt 220 V (nüüd liinipinge).

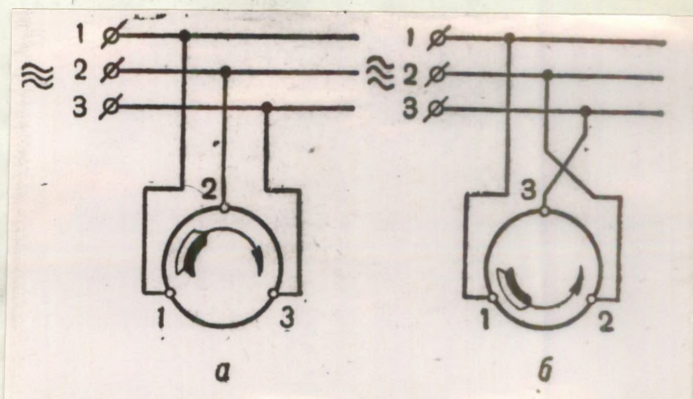
Et vähendada suurt käivitusvoolu, võib mootori käivitusmomendil vähendada staatorimähiste otstele antavat pinget, ühendades staatorimähised tähte (faasipingele); peale rootori pöörlema hakkamist ühendada mähised tagasi kolmnurka (liinipingele). Seda ümberlülitamist saab reha 3-pooluselise ümberlülitiga.

Muidugi mõista, selline mähiste ümberühendamine käivitusvoolu vähendamiseks on võimalik ainult mootoritel, milliste staatorimähised normaalse töö ajal on ühendatud kolmnurka.

Rootori pöörlemissuund sõltub staatori magnetvälja pöörlemissuunast. Et muuta rootori pöörlemissuunda, on vaja muuta magnetvälja pöörlemissuunda, milleks on tarvis ringi vahetada 2 mistahes liinijuhet mootori klemmplaadil (joonis 16).



Joonis 15.



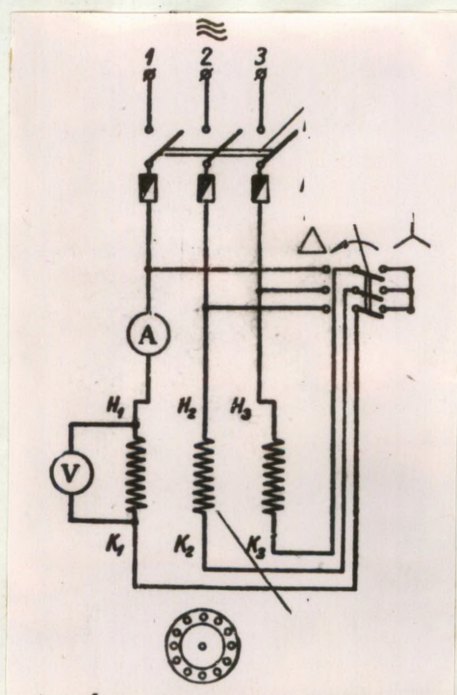
Joonis 16

Töö nr. 15

Töö eesmärk: Tundma õppida lühisrootoriga 3-faasilise asünkroonmootori ehitust; õppida teda lahti võtma, kokku panema ja käivitama.

Varustus: 1) 3-faasiline lühisrootoriga asünkroonmootor - (2 tükki); 2) vahelduvvoolu ampermeeter 20A; 3) 3-pooluseline ümberlülititi; 4) kontroll-lamp; 5) vahelduvvoolu voltmeeter, 250 V; 6) kruvikeerajad; 7) mutrivõti; 8) vasar; 9) ühendusjuhtmed.

Elektriline skeem: Mootori lülitamiseks võrku koostada käivituskeem ümberlülititiga, mille abil saab staatorimähiseid ühendada tähest kolmnurka ja vastupidi (joonis 17).



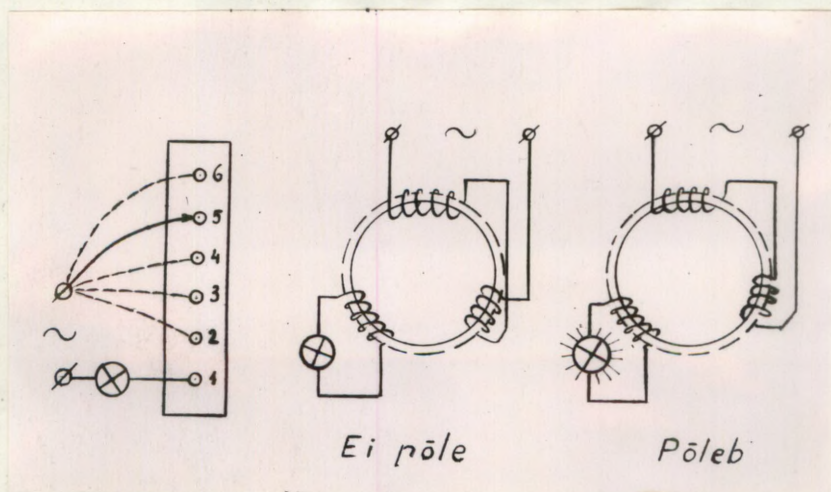
Joonis 17.

Kõigeenne tuleb leida staatorimähiste algused ja lõpud. Tähtühenduses peab ühendama kõigi 3 mähise algused (või lõpud) kokku, ülejäänud otsad lülitada võrku.

Kolmnurkühenduses tuleb näiteks esimese mähise algus ühen-

dada teise mähise lõpuga; teise mähise lõpp kolmanda mähise algusega ja kolmanda mähise lõpp esimese mähise algusega. Võrku lülitatakse nende ühenduskohad. Kui staatorimähised on valesti ühendatud, hakkab mootor undama ja kui kohe ei katkestata, hakkab mähis suitsema.

Kooli tingimustes võib kasutada mähiste kindlaksmääramiseks kontroll-lampi (220 V, 15 W). Alguses on vaja leida kõigi mähiste otsad (3 paari otsi). Seda saab teha, ühendades kontroll-lambi mistahes mootori klemmiplaadil oleva klemmi ja võrgujuhtme vahele; teise võrgujuhtmega puudutada kordamööda igauht 5-st klemmist - ühega ühendades peab pirn süttima. Seega on ühe mähise otsad leitud ja nad tähistatakse ära. (joonis 18).



Joonis 18.

Seejärel tuleb kindlaks teha leitud mähiste algused ja lõpud. Selleks ühendatakse mistahes 2 mähise ühed otsad omavahel järjestiku, lülitades ülejäänud 2 otsa võrgu nulljuhtme ja liini-juhtme vahele nagu joonisel 18 näidatud. Kolmanda mähise otste vahele ühendada kontroll-lamp. Olenevalt sellest, kuidas 2 mähist on omavahel ühendatud, s.o. kas algused; lõpud; algus lõpuga või lõpp algusega, tekib kolmandas mähises suurem või väiksem induktioonvool. Kui esimese mähise lõpp on ühendatud teise mähise al-

gusega, siis mõlema mähise magnetväljad tugevdavad teineteist ja kolmanda mähisega ühendatud pirn süttib. Kui pirn ei sütti, tähendab see, et omavahel on kokku ühendatud samanimelised otsad, s.o. kas lõpud või algused.

Analoogiliselt leitakse ka kolmanda mähise algus ja lõpp. Alles seejärel võib mähised ühendada kas tähte või kolmnurka.

Mootori poolt tarbitava voolu mõõtmiseks tuleb ühte liini-juhtmesse ühendada ampermeeter.

Käivitusmomendiks asetada ümberlülitit asendisse, kus staatorimähised on ühendatud tähte.

Töö käik:

1. Mõõta ja üles märkida võrgu liini- ja faasipinged.
2. Tutvuda mootori sildandmetega, määrata tööpinge ja mähiste ühendusskeem, samuti nimivool ja pöörete arv.
3. Vana mootor lahti monteerida jatutvuda üksikosadega.
4. Mootor kokku monteerida.
5. Koostada vooluring korras mootori ühendamiseks võrku.
6. Mootor käivitada, ühendades staatorimähised ümberlülitit abil kolmnurka. Määrata ampermeetri järgi maksimaalne käivitusvool J käiv ja pinge U_f staatori ühe mähise otstel.
7. Mootor käivitada, ühendades staatorimähised tähte. Määrata käivitusvool J käiv ja pinge U_f staatori ühe mähise otstel. Mõõtmisandmed kanda tabelisse.

Staatori mähiste ühendus	Vaatlusandmed			Arvutusandmed	
	Nimivool J (A) (sildilt)	Käivitusvool J käiv (A) (amperm-lt)	Faasipinge U_f (V)	$\frac{J \text{ käiv}}{J \text{ nimi}}$	$\frac{U_{f\Delta}}{U_{f\lambda}}$
Y					
Δ					

8. Mitu korda käivitada mootorit, ühendades mähised tähest kolmnurka peale käivitamist.
9. Mootor reverseerida.

Aruanne:

1. Töö nimetus ja eesmärk.
2. Mootori sildiandmed ja nende tähendus.
3. Töö etappide lühike sisu.
4. Tabel vaatlus- ja arvutustulemustega.
5. Staatorimähiste ühendusskeem (tähte ja kolmnurka), mootori käivituskeem.
6. Kontrollküsimustele vastata (kui neid on).

[17] .

[11, 1958, nr. 12] .

§ 9 Raadiotehnika alused

Selle teema kohta ettenähtud praktikumitöödel kasutatakse paljudes koolides raadiodetaile, millised on monteeritud suurtele puitalustele kinnitatud klemmide külge, kusjuures alus on sageli kümneid kordi suurem temal olevast väikesest takistist või kondensaatorist. Pealegi on sääraste aluste valmistamine seotud lisatööga, mis ei anna õpilastele erilisi elektrotehnika-alaseid oskusi. Suure näitlikkuse juures ei anna säärastest osadest kokkumonteeritud raadioseade (detektorvastuvõtja, madalsagedusvõimendaja, lampalaldaja jne.) ometi ettekujutust praktikas kasutatavast raadioaparatuurist, vaid just vastupidi - kisub õpilaste tähelepanu kõrvale tegelikkuses kasutatavatest üksikute raadioosade ühendamise võtetest.

Palju paremaks võib lugeda meetodit, kus eelnevalt on valmistatud rida lambipesade ja klemmidega varustatud metall- või puitšassiisis, millede külge kinnitatakse kõik vajalikud osad kas klemmide abil või jootmisega. Peale töö lõppu võib õpilastel endil lasta skeem uuesti lahti monteerida. Kuna tegelikus elus on sageli vajadus raadioskeeme mitu korda kinni ja lahti monteerida, ei tohiks säärase võtte kasutamine õpilastele nälda, nagu oleks nende töö olnud asjatu. On olemas võimalus lasta õpilastel kokku monteerida ja katsetada üksikuid seadmeid (toitealaldajad), millised jäävad edaspidi elektrotehnika praktikumi varustuse nimikirja. Sel korral õpilaste töö omandab otseselt ühiskondlikult kasuliku iseloomu.

Sageli kannavad raadiotehnika oraktikumiõppused mitte õpetuslikku, vaid asjaarmastajate töö iseloomu. Õpilastel lastakse lihtsalt valmistada vastuvõtjaid, võimendajaid, generaatoreid

jne. nii nagu nad teevad seda raadiotehnika ringides. Õigeks saab lugeda ainult niisugust tööd, millele on püstitatud kindel õpetuslik eesmärk. Näiteks võimendaja kokkumonteerimisel õpilased peavad õppima lugema põhimõttelist skeemi, koostama selle põhjal montaažskeemi ning tegema montaaži koos järgneva katsetamisega. Teinekord on vaja valmis aparaadi järgi koostada tema põhimõtteline skeem ja teha vajalikud elektriliste suuruste mõõtmised. Sobiv on kasutada ka võtet, kus ühe lüli poolt kokku monteeritud seade antakse üle teisele lülile, kes teeb vajalikud mõõtmised, koostades põhimõttelise skeemi, tabelid ja graafikud;=

Raadiotehnika praktikumi alguses tuleks õpilasi tutvustada antenni ja maaühenduse õige ja ohutu ehitamisega, samuti raadioosadega (takistid, kondensaatorid, potentsioomeetrid, lambid ja nende sokeldused jne.) ning nende tingmärkidega vastavalt GOST-le:

Kui raadiotehnika varustust on vähe, on sobiv valmistada n:3: universaalne šassi, milline oma näitlikkuse juures on küllaldaselt tegelikkusega kooskõlas ja võimaldab kiiresti koostada mitut tüüpi lihtsate raadiovastuvõtjate tšestavaid skeeme: 1) detektorvastuvõtja, 2) diooddetektor-vastuvõtja, 3) detektorvastuvõtja koos madaläagedusvõimendajaga, 4) lampvastuvõtja, 5) võre-detektoriga ühelambiline vastuvõtja, 6) kristalltrioodiga vastuvõtja: 11, 1959, nr: 2 .

Raadiotehnika aluseid käsitlev teema on elektrotehnika praktikumi lõputeemaks, mille tõttu tal on eriline tähtsus. Raadiotehnika praktikumitööde käigus on kõige sobivam teha järeldusi õpilaste teadmiste ja oskuste kohta, mida nad said praktikumi kestel. Kas õpilased omandasid oskuse kasutada tööriistu ja õigesti organiseerida oma töökohta? Kas nad oskavad kasutada levinumaid elektrimõõteriistu? Eriti tähtis on küsimus, kas õpilased on või-

melised iseseisvalt tähtsana.

Kui õpetaja jälgib õpilaste tegevust ja osakusi selle viimase teema kohta tehtavates töödes, saab ta teada üldised raskused, tüüpilised vead ja puudujäägid õpilaste teadmistes, milliseid tuleb edaspidi vältida:

L õ p p s õ n a

Elektrotehnika praktikumi edukaks läbiviimiseks füüsika kabineti baasil on eelkõige vaja, et igas keskkoolis oleks nõuetele vastav füüsika kabinet põrandapinnaga 50 - 60 m². Peale otsestelt töötamiseks vajalike ruumide peavad füüsika kabinetis või selle läheduses olema lisaruumid elektrotehnika praktikumi varustuse hoidmiseks.

Ruumide küsimu^s on seega peaküsimuseks, milline tuleks lahendada juba uute koolimajade projekteerimisel, kuna hilisemad ümberehitamised osutuvad sageli võimatuks. 1957.a. valminud Tartu VIII Keskkoolis on küll korraliku elektrisisseseadega füüsika-elektrotehnika kabinet, kuid koolimaja projektis pole ette nähtud ruume kabineti varustuse hoidmiseks, mille järele on juba praegu tunda teravat puudust.

Ruumide küsimusega võrreldes teisejärgulise tähtsusega on elektrotehnika praktikumi varustamine töödeks vajalike seadmetega. Selles osas ei saa lootma jääda kooli õppevahenditega varustavale kaubandusorganisatsioonile, vaid tuleb suur hulk tööd ära teha oma jõududega, tõmmates kaasa nii kooli šeffe kui ka lastevanemaid.

Arvestades seda, et paljud keskkoolilõpetanud lähevad otse tootvale tööle, tuleks praktikumis anda võimalikult palju elus ja tootmises vajalikke praktilisi oskusi. Selleks tuleb kasutada just mitmesuguseid kaasaegseid elektrotehnika seadmeid.

Seoses füüsikaõpetajate ettevalmistamisega peaksid Tartu Riikliku Ulikooli füüsikakateedrid rajama ühte oma baas-kooli füüsika-elektrotehnika näidiskabineti. Tulevastelt füüsika-elektrotehnika õpetajalelt ei saa nõuda elektrotehnika praktikumi edu-

kat läbiviimist, kui arvestada, et nad pole elus kordagi näinud nõuetekohast füüsika-elektrotehnika kabinetti.

Kuna elektrotehnika praktikum on kooli programmides sees olnud ainult 4 aastat ja et puudub kindel elektrotehnika õpik-käsiraamat, omandab erilise tähtsuse just laialdane kogemuste vahetamine. Selles osas on palju ära teinud ja teevad ka edaspidi ajakirjad "Физика в школе" ning "Политехническое обучение". Iga elektrotehnika praktikumi läbi viiv õpetaja peaks olema tuttav nende ajakirjade kõige värskemate numbrite sisuga:

Olles ise saavutanud edu mingis elektrotehnika praktikumi-ga seotud küsimuses, on õpetaja ülesandeks oma kogemusi ajakir-janduse kaudu edasi anda.

9. mail 1959. a.

Ahto Jänes.

Ahtu Jänes

Резюме

Данная работа "Проведение практикума по электротехнике на базе физического кабинета" составлена на основании материалов, полученных в результате чтения методической литературы и посещений практикума по электротехнике в XI классах средних школ города Тарту.

В работе рассмотрены наилучшие опыты проведения практикума по электротехнике при ограниченных условиях физического кабинета.

Первая глава посвящена вопросам содержания, организации и проведения практикума в условиях общеобразовательных школ Эстонской ССР.

Учитывая, что успешное проведение практикума зависит прежде всего от состояния школьного физического кабинета и его оборудования, вторая глава посвящена проблемам создания и усовершенствования материальной базы практикума по электротехнике.

В третьей главе рассматривается содержание и проведение некоторых, с методической стороны трудных практических работ вместе с вопросами техники безопасности в условиях кабинета физики-электротехники.

Точки зрения, изложенные в данной работе соответствуют проведению практикума по электротехнике только на базе физического кабинета. Если практикумы проводятся вне физического кабинета, т.е. в школьных электротехнических лабораториях, в лабораториях некоторых заводов и технических учебных заведений, то нельзя исходить из методики, которая действовала в случае физического кабинета.

Kasutatud kirjandus

1. N.S. Hrustšov "NSV Liidu rahvamajanduse arendamise kontroll-
arvud aastaiks 1959-65", ERK, Tallinn, 1959.
2. Ф. Энгельс "Диалектика природы" Гос. изд. пол. лит. 1950
3. V.I. Lenin "Materialism ja empiriokritisism" (T. 14:k.) ERK
1952.
4. Keskkooli praktikumide programmid 1958/59. 3a-ks
ERK, Tallinn, 1958.
5. "Физика в школе" /1955-59 а.к./ Учпедгиз,
Москва.
6. D. Vardja ja U. Agur "Amatöörelektrik", ERK, Tallinn, 1955.
7. М.А. Ушаков "Руководство к практикуму по электротехнике",
Учпедгиз, Москва, 1953.
8. Л.С. Привер "Электротехника в средней школе", Горьки, 1953.
9. М.Г. Бернацкий "Практикум по электротехнике в 10-х клас-
сах средней школы", Смоленск, 1957.
10. Б.М. Сметанин "Электротехника в X классе", Изд. АПН
РСФСР, Москва, 1956.
11. "Политехническое обучение" /1957-59 а.к./,
Учпедгиз, Москва.
12. Б.С. Зворыкин "Практикум по электротехнике в средней
школе", Изд. АПН РСФСР, Москва, 1957.
13. И.М. Мальшев "Электрооборудование школьного физического
кабинета", Учпедгиз, 1956.
14. "Nõukogude Kool" (1953-59. a.k.), Tallinn.

15. Е.И. Маянский "Организация практикума по электротехнике в средней школе", Учпедгиз, 1956.
16. Н.П. Булатов "Внеклассные занятия по электротехнике в средней школе", Учпедгиз, 1951.
17. С.К. Андриевский и А.Л. Бартниковский "Практикум по электротехнике" Учпедгиз, Москва, 1958.

S i s u k o r d

Sissejuhatus	2
I peatükk: Elektrotehnika praktikumi üldalused : : :	5
§ 1. Elektrotehnika praktikumi eesmärk ja sisu . .	5
§ 2. Elektrotehnika praktikumi organiseerimine . .	14
§ 3. Elektrotehnika praktikumi läbiviimine : : : :	20
II peatükk: Materiaalne baas elektrotehnika prakti- kumi läbiviimiseks füüsika kabinetis : : :	39
§ 4. Füüsika kabineti sisustus elektrotehnika praktikumis	39
§ 5. Füüsika-elektrotehnika kabineti varustus . . .	48
III peatükk: Mõnede praktikumitööde metoodika : : : :	66
§ 6. Praktikumitööde ohutustehnika	66
§ 7. Alalisvoolu elektrimasinad	69
§ 8. Kolmefaasilise voolu süsteem	76
§ 9. Raadiotehnika alused	88
Lõppsõna	91
Резюме	93
Kesutatud kirjendus	94