

R-19545  
A. KASKNEEM

*Arvutusi*  
**ELEKTROTEHNIKAS**

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS







A-19345

A. KASKNEEM

# ARVUTUSI ELEKTROTEHNIKAS

TEINE TÄIENDATUD TRÜKK



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS  
TALLINN 1952

2

Tartu Riikliku Ülikooli  
Raamatukogu

19125

## SISUKORD.

	Lk.
Esimese trüki eessõnast . . . . .	5
Eessõna teisele trükile . . . . .	7
Valemities ja tekstis esinevate suuruste ja väärtuste tähised . . . . .	9
Ühikute tähistusi . . . . .	11

### Alalisvool.

Kasutatavaid valemeid . . . . .	12
Ohmi seadus . . . . .	12
Takistuse arvutamine . . . . .	13
Võimsuse arvutamine . . . . .	15
Töö ja energia arvutamine . . . . .	16
Soojusehulga ja temperatuuri arvutamine . . . . .	17
Takistus erinevatel temperatuuridel . . . . .	18
Elektrolüüs . . . . .	19
Ühikute ümberarvutusi . . . . .	19
Ülesandeid lahendusnäidetega . . . . .	22
Ühikute ümberarvutusi . . . . .	36
Ülesandeid lahendusnäidetega . . . . .	39

### Vahelduvvool.

Kasutatavaid valemeid . . . . .	62
Generaatori sageduse olenevus . . . . .	62
Perioodikestus ja sagedus . . . . .	62
Indutseeritud pinge . . . . .	63
Efektiivväärtus ja maksimumväärtus . . . . .	63
Transformaatori keerdude arv, pinge ja vool . . . . .	64
Energiakaod rauas . . . . .	64
Näivvool, tegevpool, ebavool . . . . .	65
Ohmi seadus vahelduvvooluringis . . . . .	65
Pooli induktiivsus . . . . .	66
Kondensaatori mahtuvus . . . . .	67
Vahelduvvoolu võimsus . . . . .	68
Pinge ja vool kolmefaasise voolu puhul . . . . .	68
Võimsus kolmefaasise voolu puhul . . . . .	69

	Lk
Lainepikkus ja sagedus . . . . .	70
Pingeresonants . . . . .	70
Ülesandeid lahendusnäidetega . . . . .	71

### Magnetism ja elektromagnetism.

Kasutatavaid valemeid . . . . .	90
Magnetvoog ja magnetiline induksioon . . . . .	90
Läbitavus . . . . .	90
Vaakumi magnetiline läbitavus . . . . .	91
Magnetomotoorne jõud . . . . .	91
Tõkestus . . . . .	92
Magnetringi arvutamine . . . . .	92
Väljatugevuse arvutamine . . . . .	93
Elektromagneti tõstejõud . . . . .	93
Ülesandeid lahendusnäidetega . . . . .	94

### Mehaanilise energia ülekandmine.

Kasutatavaid valemeid . . . . .	108
Jõumasina ja generaatori võimsus . . . . .	108
Vesiturbiini võimsus . . . . .	108
Tõstemasinat võimsus . . . . .	109
Rihmajam ja hammasajam . . . . .	110
Tõmbejõud ja pöördemoment . . . . .	111
Ülesandeid lahendusnäidetega . . . . .	112

### Lisa.

Tabel 1. Eritakistusi . . . . .	123
Tabel 2. Andmeid elektritraadide kohta . . . . .	124
Tabel 3. Erisoojusi . . . . .	126
Tabel 4. Elektrilisi temperatuuritegureid . . . . .	126
Tabel 5. Elektrokeemilisi ekvivalente . . . . .	127
Tabel 6. Erikaalusid . . . . .	127
Tabel 7. Siinuse ja koosinuse väärtused . . . . .	128
Tabel 7a. Olulisemate nurkade siinuse ja koosinuse väärtused . . . . .	128
Tabel 8. Dielektrikukonstante . . . . .	130
Tabel 9. Kordsete suuruste tähistusi . . . . .	130
Tabel 10. Arvu 10 astmenäitaja . . . . .	130
Tabel 11. Isoleeritud vaskjuhtmete lubatav koormus . . . . .	131
Tabel 12. Magnetiline väljatihedus ja väljatugevus . . . . .	131
Tabel 13. Magnetiline väljatihedus ja väljatugevus . . . . .	132
Tabel 14. NSV Liidus toodetavaid АД- ja МА-tüüpi kolme- faasiste lühisrootoriga asünkroonmootorite tehnilisi andmeid . . . . .	132
Tabel 15. Lubatud vool, lähtudes vasktraadi läbimõõdust . . . . .	133

## ESIMESE TRÜKI EESSÖNAST.

NSVL Ülemnõukogu seaduses, mis käsitleb 1946.—1950. a. rahvamajanduse taastamise ja arendamise viie aasta plaani, on põhiülesannete loetelus tähtsamana alla kriipsutatud transpordi ja elektrifitseerimise edasine intensiivne arendamine. Samas seaduses on määratud, et elektrienergia toodang 1950. aastaks peab ulatuma 82 000 000 000 kWh-ni aastas, mis 1940. aastaga võrreldes moodustab 70%-se kasvu. Edasi fikseerib viie aasta plaani seadus tööstuse, transpordi ja põllumajanduse suurt tõusu elektrikasutuse alal.

Ülaltoodust nähtub, kui suur kaal on NSV Liidus antud elektrotehnikale. Selline elektrotehnika suurejooneline rakendus nõuab elektrotehnikas teadlikke inimesi ja seepärast on endastmõistetav, et koos elektrimajanduse arendamise forsseerimisega tuleb kasvatada juurde ka vasta-vaid teadlikke kaadreid. Teadlik olla ei tähenda mitte ainult osata elektrotehnika teoreetilisi aluseid, vaid tõhus teadmiste kasutamine tingib oskust mõista teoreetilisi teadmisi praktikas rakendada.

Käesolev raamat püüabki tagasihoidlikul kujul anda kaasabi elektrotehnika ala õppijale elektrotehnikas esinevate teadmiste sidumiseks praktikaga.

Selle eesmärgi saavutamiseks on raamatusse koondatud peamiselt sellised ülesanded, mis sageli esinevad tegelikkuses seoses elektriga, ning on näidatud, mil viisil päris väike arv teoorias fikseeritud valemite võimaldab otstarbekalt lahendada suure hulga praktika küsimusi. Seega tuleb raamatut kasutada paralleelselt elektrotehnika kursuse teoreetilise õppimisega, toimub siis õppimine kas koolis, kursusel või iseõppimise teel.

Et elektrotehnika teooriat varem õppinud teadmisi värskendada ja süstematiseerida, on raamat varustatud konspektiivse elektrotehnikas kasutatavate valemite koguga, mis võimaldab unustatud igal ajal uuesti meenutada. Valemid on nummerdatud ja iga ülesande jaoks on märgitud, milliste valemite kaasabil on ülesanne lahendatav.

Kuna raamatu autor omab õppetöö põhjal kurba kogemust, et suur hulk vigu ülesannete lahendamisel tehakse ühikute ümberarvutamisel (näit. mikro-, milli-, kiloamprid jne.), on just sel alal toodud rida näiteid ja ülesandeid, et õppija muutuks kindlaks ühelt ühikult teisele üleminekus. Ka kümnendmurdudega arvutamises on see heaks praktikaks. Oppejõudele, kes õpetavad rakendusteadusi, olgu meenutatud, et ei tohi lubada veel küllaltki sageli esinevat arvamust: „Ülesanne on põhimõtteliselt õieti lahendatud, ainult matemaatika viga on sees!” Ülesanne ei ole siis õieti lahendatud, kui seal esineb matemaatika viga, tegelik elu ei küsi,

kas viga on põhimõttes või matemaatikas, tegelikkus nõuab, et vastus oleks õige. Kuna puhtakujulistes matemaatika õpikutes esineb sageli ülesandeid, kus ülesande andmed või ka vastused on ilusad ümmargused arvud, siis käesoleva raamatu kasutajaid ärgu häirigu, et siin selliseid ei esine — tegelikkuses ei tule peaaegu kunagi ette ümmargusi arve, või kui tuleb, siis ainult standarditud suuruste puhul. Muuseas vastab arvutamise täpsusele käesolevas raamatus 25 cm arvutuslükatiga saavutatavale täpsusele, mis praktilise tehnika jaoks on küllaldane.

Autor loodab, et käesolev raamat, mis on mõeldud abiliseks iseõppijale, teadlikule ja ennast arendada soovivale praktikule, tehnikumi ja tööstuskooli õpilasele ja õppejõule ning igapähele, kes elektrotehnikat ei võta mitte kuiva teadusena, vaid meid ümbritseva kõige lähedasema tege-likkusena, suudab natukegi abi anda. Autor ootab, et raamatu kasutajad asjalikkude näpunäidetega aitavad avastada raamatus esinevaid puudusi, mis võivad esineda tingituna sellelaadse raamatu esmakordsusest eesti tehnilises kirjanduses.

Tallinn, märts 1947.

*Autor.*

## EESSÕNA TEISELE TRÜKILE.

Kui ilmus käesoleva raamatu esimene trükk, oli meil parajasti käsil hoogus sõjajärgse viisaastaku täitmine ja me töötasime pingsalt ning ootuses, kas suudame täita neid suuri ülesandeid, mida meile esitas vastav seadus. Olid ju planeeritud tööd, kas või elektrienergeetika baasil, tohutud. Kui 1950. a. tehti kokkuvõtteid viisaastaku täitmise kohta, siis veendusime, et rahvamajanduse taastamise ja arendamise viisaastaku seaduse nõuded olid mitte ainult täidetud, vaid isegi tublisti ületatud. Nii näiteks pidime viie aasta jooksul elektriijaamade koguvõimsust suurendama 11,7 miljoni kilovati võrra, s. o. seitse korda rohkem, kui oli ette nähtud GOELRO plaanis 10 kuni 15 aastaks. Tegelikult oli elektrienergia toodang isegi okupatsiooni all kannatanud rajoonides 1950. a. palju suurem kui 1940. a. Elektrienergia toodang kogu riigis pidi 1950. aastal tõusma 82 000 000 000 kilovatt-tunnini ja ületama 1940. a. toodangu 70% võrra, tegelikult ületati 1940. a. tase 87% võrra. Ainuüksi Elektriijaamade Ministeeriumile alluvad elektriijaamad tootsid 1950. a. elektrienergiat 4 770 000 000 kilovatt-tundi üle plaani. Elektrienergia tootmises jättis Nõukogude Liit kaugele maha kõik Euroopa kapitalistlikud riigid.

Uus alanud tööperiood avas täieliku elektrienergeetika ajastu. 1950. aasta teisel poolel avaldati NSV Liidu Ministrite Nõukogu määrused kommunismi suurehituste kohta, mis käsitlevad maailmas seninägemata suurusega hüdroseadmete ja hüdroelektriijaamade ehitust. Ehitatavate Volga, Dnepri, Turkmeenia peakanali ja Doni hüdroelektriijaamade võimsus ületab mõne aasta pärast 4,2 miljonit kilovatti ja nad hakkavad tootma aastas elektrienergiat 22 000 000 000 kilovatt-tundi. See arv ületab 11 korda kogu tsaari-Venemaa elektrienergia toodangu.

Kõik see, kordame veel kord käesoleva raamatu esimese trüki eesõnas öeldut, nõuab elektrotehnikas teadlikke inimesi ja koos elektrimajanduse tõusuga peab kasvama elektrialal töötavate kaadrite hulk ja kvaliteet.

Uheks pisikeseks panuseks elektriala kaadrite kasvatamisel on ka raamat *Arvutusi elektrotehnikas* ja tema käesolev II trükk.

Teine trükk pole identne esimesega, vaid — tingituna spetsialistide ja kolleegide nõuannetest, autori poolt vahepeal õppetöös omandatud uutest kogemustest ja kiiresti areneva nõukogude tehnika ning tegeliku elu poolt dikteeritud nõuetest — on teise trüki teksti võrreldes esimesega tublisti täiendatud ja muudetud. Juurde on toodud uus peatükk, mis käsitleb mehaanilise energia muundamist elektrienergiaks, ülesannete

temaatikat on täiendatud põllumajanduse, hüdroelektrijaamade, pumpade, tõstukite, kraanade ja paljude teiste tööstusharude ja -seadmete tööd käsitlevate ülesannetega. Kuna vahepeal kehtestati NSV Liidu Ministrite Nõukogu juures asuva Mõõtude ja Mõõteriistade Komitee käskkirjaga 7. jaanuarist 1950. a. NSV Liidus absoluutsete praktiliste mõõteühikute süsteem MKSA, mille põhiühikuteks on meeter, kilogramm, sekund ja amper, siis sellest tingituna on kogu elektromagnetismi käsitlev peatükk põhiliselt ümber töötatud<sup>1</sup>. Kahe trüki ajavahemikus ilmunud GOCT 1494-49 fikseeris üleliiduliselt elektrotehnikas kasutatavate põhiliste suuruste tähised ja see tingis ka käesolevas II trükis uute tähiste kasutamise senitarvitatute asemel.

Kahjuks ei saadud arvestada kolleegide soove, kes tahtsid käesolevas näha ka kompleksarvutust (sümboolset arvutusmeetodit), kuna see, tingituna vajadusest tunda täielikult trigonomeetriat ja elementaarselt analüütilist matemaatikat, oleks ületanud raamatu peamise tarvitajaskonna eelteadmised.

Tabelite osa on täiendatud, et abistada õppejõude materjali hankimisel ülesannete koostamiseks ja anda andmeid iseõppijale ning ka amatöörile-konstruktorile, kes kasutab käesolevat raamatut.

Autor loodab, et peale esimeses trükis märgitud tarbijaskonna leiavad ka meie ratsionaliseerijad käesolevast mõningat abi, mis kutsub neis esile uusi ideid leiunduse alal.

Tallinn, august 1951.

*Autor.*

---

<sup>1</sup> Ärgu kohutagu see raamatu kasutajat, et magnetismis tegeleme nüüd ühikutega nagu ruutmeeter ja meeter, seniste ruutsentimeetri ja sentimeetri asemel. Nagu me endastmõistetavalt võtame mahtuvusühikut faradit, teades küll, et ta on väga suur ühik võrreldes praktikas kasutatavate  $10^6$  ja  $10^{12}$  korda väiksemate ühikutega, nii harjume ka varsti uute magnetismiühikutega.

## VALEMITES JA TEKSTIS ESINEVATE SUURUSTE JA VÄÄRTUSTE TÄHISED.

<i>A</i>	töö, energia (mehaaniline, elektriline, soojuslik)
<i>a</i>	(alfa) temperatuuritegur; elektrokeemiline ekvivalent
<i>B</i>	magnetiline väljatihedus ehk magnetvoo tihedus (ehk magnetiline induktsioon)
<i>C</i>	mahtuvus
<i>c</i>	erisoojus; elektromagnetilise laine levimise kiirus
<i>γ</i>	(gamma) erikaal
<i>d</i>	läbimõõt; kaugus
<i>Δ</i>	(suur delta) paksus; koos teise tähisega märgib diferentsi
<i>E</i>	elektromotoorne jõud; indutseeritud pinge
<i>E<sub>m</sub></i>	elektromotoorse jõu maksimumväärtus (amplituud)
<i>e</i>	pinge hetkväärtus vahelduvvoolu puhul
<i>ε</i>	(epsilon) dielektrikukonstant
<i>η</i>	(eeta) kasutegur
<i>η<sub>g</sub></i>	generaatori kasutegur
<i>η<sub>t</sub></i>	turbiini kasutegur
<i>F</i>	magnetomotoorne jõud ehk läbivoogus ehk magneetimisergutus
<i>f</i>	sagedus
<i>G</i>	kaal
<i>H</i>	magnetvälja tugevus (väljatugevus)
<i>h</i>	kõrgus
<i>I</i>	elektrivool; vahelduvvoolu puhul voolu efektiivväärtus ja tegev- vool; kolmefaasise voolu (keerdvoolu) puhul koguvool ehk liini- vool
<i>I<sub>r</sub></i>	ebävool
<i>I<sub>f</sub></i>	faasivool
<i>I<sub>i</sub></i>	näivool
<i>I<sub>m</sub></i>	vahelduvvoolu maksimumväärtus (tippväärtus)
<i>i</i>	vahelduvvoolu hetkväärtus
<i>j</i>	voolutihedus (elektrivoolu tihedus)
<i>K</i>	tõstejõud (magneti, tõstuki), ka numbriline tegur (koefitsient)
<i>K<sub>r</sub></i>	rihmaratta tõmbejõud
<i>L</i>	induktiivsus
<i>l</i>	pikkus

$\lambda$	(lambda) lainepikkus
$M_p$	pöördemoment
$m$	faaside arv
$\mu$	(müü) magnetiline läbitavus
$\mu_o$	vaakumi magnetiline läbitavus
$\mu_r$	suhteline läbitavus ehk permeaablus
$N$	võimsus (mehaaniline)
$n$	pöörete arv minutis (ka esemete arv)
$P$	võimsus (elektriline)
$P_a$	tegevvõimsus
$P_g$	generaatori võimsus
$P_i$	näivvõimsus
$P_f$	jõumasina võimsus
$P_r$	ebavõimsus
$p$	poolusepaaride arv
$\pi$	(pii) arv 3,142 (täpsemalt 3,141593)
$Q$	elektrilaeng; soojusehulk
$q$	juhtme ristlõige (tavaliselt ruutmillimeetrites)
$R$	tõkestus (magnetiline takistus)
$r$	elektriline takistus; vahelduvvoolu puhul tegev takistus
$\rho$	(rho) eritakistus
$S$	pindala
$s$	tee (maa) pikkus, mille kestel mõjub jõud
$T$	perioodikestus, vönkeperioodi vältus
$t$	aeg
$\theta$	(teeta) temperatuur
$U$	elektriline pinge; vahelduvvoolu puhul pinge efektiivväärtus; kolmefaasise voolu puhul kogupinge ehk liinipinge
$U_f$	faasipinge
$U_m$	pinge maksimumväärtus (ehk tippväärtus) vahelduvvoolu puhul
$u$	pinge hetkväärtus
$V$	ruumala, maht
$v$	kiirus
$\Phi$	(suur fii) magnetvoog
$\varphi$	(fii) faasinihe, nihkenurk
$w$	keerdude arv
$\omega$	(omega) nurksagedus
$x$	ebatakistus (reaktants ehk reaktiivne takistus)
$x_C$	mahtuvustakistus (mahtuvuslik ebatakistus)
$x_L$	induktiivtakistus (induktiivne ebatakistus)
$Z$	hammasratta hammaste arv
$z$	näivtakistus (impedants)

## ÜHIKUTE TÄHISTUSI.

A	amper	Mx	maksvell
A/m	amprit meetrile	m	meeter
A/mm <sup>2</sup>	amprit ruutmillimeetrile	mg	milligramm
AK	amperkeerd	mgn	magn
cal	kalor	ml	milliliiter
°C	temperatuuri kraad	min.	minut
cm	sentimeeter	Ω	oom
F	farad	sek., s	sekund
Gs	gauss	t	tonn
g	gramm	V	volt
H	henri	VA	voltamper
h	tund	var	reaktiivne voltamper (eba- võimsuslik)
hWh	hektovatt-tund	Vs	voltsekund
HJ	hobujõud	Vs/cm <sup>2</sup>	voltsekundit ruutsenti- meetritele
Hz	herts	W	vatt
J	džaul	Wb	veeber
kg	kilogramm	Wb/m <sup>2</sup>	veebrit ruutmeetritele
kgm	kilogramm-meeter	Wh	vatt-tund
kG	kilogrammjõud	Ws	vattsekund
kWh	kilovatt-tund		
l	liiter		

## ALALISVOOL.

### KASUTATAVAID VALEMEID.

Allpool on toodud tähtsamad elektrotehnikas alalisvoolu puhul kasutatavad valemid, ühtlasi on märgitud, milliste ühikute puhul on valem kehtiv. Juhul kui ülesandes või andmetes on näidatud mõningad alaühikud (näit. ampri asemel milliamper vms.), tuleb alati, enne kui valemi tähised asendatakse arvudega, viia arvud valemis nõutud põhiühikutesse.

#### Ohmi seadus.

Voolu, pinget ja takistust arvutame valemiga:

$$I = \frac{U}{r} \text{ amprit,} \quad (1)$$

$$U = I \cdot r \text{ volti,} \quad (1a)$$

$$r = \frac{U}{I} \text{ oomi.} \quad (1b)$$

Ülaltoodud valemites on vool  $I$  alati amprites [A], pinge  $U$  voltides [V] ja takistus  $r$  oomides [ $\Omega$ ].

Pingelang  $\Delta U$  voltides on arvutatav valemi (1a) abil.

#### T e a d m i s e k s:

$$1 \text{ V} = 1000 \text{ mV} = 10^3 \text{ mV}$$

$$1 \text{ mV} = 0,001 \text{ V} = 10^{-3} \text{ V}$$

$$1 \text{ kV} = 1000 \text{ V} = 10^3 \text{ V}$$

$$1 \text{ V} = 0,001 \text{ kV} = 10^{-3} \text{ kV}$$

$$1 \text{ } \mu\text{V} = 0,000\,001 \text{ V} = 10^{-6} \text{ V}$$

$$\begin{aligned}
1 \text{ V} &= 1\,000\,000 \mu\text{V} = 10^6 \mu\text{V} \\
1 \text{ mV} &= 1000 \mu\text{V} = 10^3 \mu\text{V} \\
1 \mu\text{V} &= 0,001 \text{ mV} = 10^{-3} \text{ mV} \\
1 \text{ MV} &= 1\,000\,000 \text{ V} = 10^6 \text{ V} \\
1 \text{ V} &= 0,000\,001 \text{ MV} = 10^{-6} \text{ MV} \\
1 \text{ A} &= 1000 \text{ mA} = 10^3 \text{ mA} \\
1 \text{ mA} &= 0,001 \text{ A} = 10^{-3} \text{ A} \\
1 \text{ kA} &= 1000 \text{ A} = 10^3 \text{ A} \\
1 \text{ A} &= 0,001 \text{ kA} = 10^{-3} \text{ kA} \\
1 \mu\text{A} &= 0,000\,001 \text{ A} = 10^{-6} \text{ A} \\
1 \text{ A} &= 1\,000\,000 \mu\text{A} = 10^6 \mu\text{A} \\
1 \text{ mA} &= 1000 \mu\text{A} = 10^3 \mu\text{A} \\
1 \mu\text{A} &= 0,001 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ mA} \\
1 \text{ k}\Omega &= 1000 \Omega = 10^3 \Omega \\
1 \Omega &= 0,001 \text{ k}\Omega = 10^{-3} \text{ k}\Omega \\
1 \text{ M}\Omega &= 1\,000\,000 \Omega = 10^6 \Omega \\
1 \Omega &= 0,000\,001 \text{ M}\Omega = 10^{-6} \text{ M}\Omega \\
1 \Omega &= 1000 \text{ m}\Omega = 10^3 \text{ m}\Omega \\
1 \text{ m}\Omega &= 0,001 \Omega = 10^{-3} \Omega
\end{aligned}$$

### Takistuse arvutamine.

Elektrijuhtme takistust arvutame, lähtudes pikkusest, ristlõikest ja eritakistusest, valemi abil:

$$r = \frac{\varrho \cdot l}{q} \text{ oomi,} \quad (2)$$

millest avaldame:

$$l = \frac{r \cdot q}{\varrho} \text{ meetrit,} \quad (2a)$$

$$q = \frac{\varrho \cdot l}{r} \text{ mm}^2, \quad (2b)$$

$$\varrho = \frac{r \cdot q}{l} \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}. \quad (2c)$$

Ülaltoodud on takistus  $r$  oomides  $[\Omega]$ , pikkus  $l$  käesoleva valemi tarbeks meetrites  $[\text{m}]$ , juhtme ristlõike (lõikepindala)  $q$  ruutmillimeetrites  $[\text{mm}^2]$ , eritakistus  $\varrho$  on  $[\Omega \text{ mm}^2/\text{m}]$ -ühikuis. Andmed materjalide eritakistuste kohta vt. tabel 1.

Juhtme ristlõiget arvutame lähtudes juhtme läbimõõdust ja ümberpöördult:

$$q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \text{ mm}^2, \quad (3)$$

$$d = \sqrt{\frac{4q}{\pi}} \text{ mm.} \quad (3a)$$

Igal juhul kindlam ja mugavam arvutusest on vastavate tabelite kasutamine, kus ühes lahtris on antud läbimõõt, teises vastav ristlõige (vt. tabel 2). Tugevoolutehnikas kasutatavad elektrijuhtmed toodetaksegi normituna mitte läbimõõdu, vaid ristlõike suhtes. Praktik näiteks kõneleb, et „juhe on neli kvadraati”, see tähendab, et juhtme ristlõige on  $4 \text{ mm}^2$ . Tavalised installatsioonitehnikas kasutatavad normitud juhtmed on ristlõikega  $0,5 \text{ mm}^2$ ,  $0,75 \text{ mm}^2$ ,  $1 \text{ mm}^2$ ,  $1,5 \text{ mm}^2$ ,  $2,5 \text{ mm}^2$ ,  $4 \text{ mm}^2$ ,  $6 \text{ mm}^2$ ,  $10 \text{ mm}^2$ ,  $16 \text{ mm}^2$ ,  $25 \text{ mm}^2$ ,  $35 \text{ mm}^2$  jne.

Järjestikku ühendatud takistite<sup>1</sup> kogutakistus on võrdne üksikute takistite takistuste summaga:

$$r = r_1 + r_2 + r_3 + \dots \quad (4)$$

Rööbiti (paralleelselt) ühendatud takistite kogutakistus on arvutatav järgmiselt:

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \dots \quad (5)$$

Et elektrilise takistuse pöördväärtust (retsiprooki)  $\frac{1}{r}$  nimetatakse ka juhtivuseks, siis võime öelda, et rööbiti ühendatud takistite juhtivused liituvad.

Juhul kui rööbiti on ühendatud ainult kaks takistit, kasutame järgmist valemit:

$$r = \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2}. \quad (6)$$

Kui rööbiti on ühendatud kolm takistit, siis valem (6) ei omanda kuju, kus lugejaks on kolme takisti korrutis ja nimetajaks nende summa. Valem (6) on kehtiv

---

<sup>1</sup> Takisti — elektrilist takistust omav keha (tavaline elektrijuhe, masstakisti, traattakisti jms.).

ainult kahe rööbiti ühendatud takisti kogutakistuse arvutamiseks.

Juhul kui rööbiti on ühendatud võrdsete väärtustega takistid, võime kasutada järgmist valemit:

$$r = \frac{r_1}{n}. \quad (7)$$

Ülaltoodud valemis (7) tähistab  $r_1$  takistust, mida omab üks võrdsetest rööbiti ühendatud takistitest,  $n$  tähistab rööbiti ühendatud takistite arvu.

### Võimsuse arvutamine.

Võimsust arvutame valemiga

$$P = I \cdot U \text{ vatti}, \quad (8)$$

millest võime avaldada:

$$I = \frac{P}{U} \text{ amprit} \quad (8a)$$

ja

$$U = \frac{P}{I} \text{ volti}. \quad (8b)$$

Ülaltoodud valemities (8), (8a) ja (8b) on võimsus  $P$  vattides [W], vool  $I$  amprites [A] ja pinge  $U$  voltides [V]. Sageli antakse võimsus kilovattides [kW], mõnikord (näit. raadiotehnikas) ka millivattides [mW]. Valemi kasutamiseks tuleb väärtused viia ikka algühikutesse. Suurte jõujaamade võimsusi ja suuri võimsuse tarvitusi mõõdetakse sageli ka megavattides [MW]. Masinatehnikas mõõdetakse võimsust sageli hobujõududes [HJ].

### T e a d m i s e k s :

$$1 \text{ kW} = 1000 \text{ W} = 10^3 \text{ W}$$

$$1 \text{ W} = 0,001 \text{ kW} = 10^{-3} \text{ kW}$$

$$1 \text{ mW} = 0,001 \text{ W} = 10^{-3} \text{ W}$$

$$1 \text{ W} = 1000 \text{ mW} = 10^3 \text{ mW}$$

$$1 \text{ MW} = 1000 \text{ kW} = 1\,000\,000 \text{ W} = 10^6 \text{ W}$$

$$1 \text{ W} = 0,000\,001 \text{ MW} = 10^{-6} \text{ MW}$$

$$\begin{aligned}
1 \text{ hW} &= 100 \text{ W} = 10^2 \text{ W} \\
1 \text{ W} &= 0,01 \text{ hW} = 10^{-2} \text{ hW} \\
1 \text{ hW} &= 0,1 \text{ kW} = 10^{-1} \text{ kW} \\
1 \text{ kW} &= 10 \text{ hW} \\
1 \text{ kW} &= 1,36 \text{ HJ} \\
1 \text{ HJ} &= 736 \text{ W} = 0,736 \text{ kW}
\end{aligned}$$

Asendades valemis (8) voolu väärtuse valemi (1) abil arvutatava väärtusega, saame uuekujulise valemi:

$$P = \frac{U^2}{r} \text{ vatti,} \quad (8c)$$

või asendades valemis (8) pinge väärtuse valemi (1a) abil arvutatavaga, saame:

$$P = I^2 \cdot r \text{ vatti.} \quad (8d)$$

Mõlemad viimased valemid annavad teisendada:

$$U = \sqrt{P \cdot r} \text{ volti,} \quad (8e)$$

$$r = \frac{U^2}{P} \text{ comi,} \quad (8f)$$

$$I = \sqrt{\frac{P}{r}} \text{ amprit,} \quad (8g)$$

$$r = \frac{P}{I^2} \text{ oomi.} \quad (8h)$$

### Töö ja energia arvutamine.

Elektrienergia poolt sooritatavat tööd, lähtudes võimsusest ja ajast, arvutame valemeiga:

$$A = P \cdot t \text{ vatt-tundi,} \quad (9)$$

$$A = \frac{P \cdot t}{1000} \text{ kilovatt-tundi,} \quad (9a)$$

$$P = \frac{A}{t} \text{ vatti,} \quad (9b)$$

$$t = \frac{A}{P} \text{ tundi,} \quad (9c)$$

$$A = \frac{P \cdot t}{100} \text{ hektovatt-tundi.} \quad (9d)$$

Tööd mõõdame vatt-tundides [Wh]; ülaltoodud valemeis (9), (9b), (9c) on  $P$  vattides,  $t$  (aeg) — tundides. Sagedamini kasutatav ühik elektrilise töö mootmiseks on kilovatt-tund [kWh], väikesi tööhulki mõõdetakse sageli ka vattsekundiga [Ws]. Mõnikord kasutatakse ka hektovatt-tundi [hWh].

### T e a d m i s e k s:

$$\begin{aligned} 1 \text{ kWh} &= 1000 \text{ Wh} = 10^3 \text{ Wh} \\ 1 \text{ Wh} &= 0,001 \text{ kWh} = 10^{-3} \text{ kWh} \\ 1 \text{ Wh} &= 3600 \text{ Ws} = 36 \cdot 10^2 \text{ Ws} \\ 1 \text{ kWh} &= 3\,600\,000 \text{ Ws} = 36 \cdot 10^5 \text{ Ws} \\ 1 \text{ hWh} &= 100 \text{ Wh} = 10^2 \text{ Wh} \\ 1 \text{ Wh} &= 0,01 \text{ hWh} = 10^{-2} \text{ hWh} \\ 1 \text{ kWh} &= 10 \text{ hWh} \\ 1 \text{ hWh} &= 0,1 \text{ kWh} = 10^{-1} \text{ kWh}. \end{aligned}$$

### Soojusehulga ja temperatuuri arvutamine.

Mingi keha soojendamiseks (kuumutamiseks) vajaliku soojusehulga arvutamiseks kasutame valemit:

$$Q = G(\vartheta_2 - \vartheta_1)c \text{ kalorit}, \quad (10)$$

millest võime avaldada soojendatava keha või aine kaalu

$$G = \frac{Q}{(\vartheta_2 - \vartheta_1)c} \text{ grammi}, \quad (10a)$$

või soojendatava keha temperatuuri tõusu

$$\vartheta_2 - \vartheta_1 = \frac{Q}{G \cdot c} \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (10b)$$

Eeltoodud valemeis tähendab  $c$  aine erisoojust (vt. tabel 3; vee erisoojus on  $1 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$ ); temperatuur  $\vartheta$  on mõõdetud Celsiuse kraadides;  $\vartheta_2$  on soojendatava aine lõpptemperatuur,  $\vartheta_1$  — algtemperatuur. Vahe  $\vartheta_2 - \vartheta_1$  tähendab temperatuuri tõusu, mida võime tähistada  $\Delta\vartheta$ , nii et valem (10b) omandab kuju:

$$\Delta\vartheta = \frac{Q}{G \cdot c} \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (10c)$$

Vee soojendamisel arvestame, et 1 liiter vett kaalub 1 kg.

## T e a d m i s e k s:

$$1 \text{ kcal} = 1000 \text{ cal} = 10^3 \text{ cal}$$

$$1 \text{ cal} = 0,001 \text{ kcal} = 10^{-3} \text{ kcal.}$$

Seost tekkiva soojusehulga, elektrilise võimsuse ja aja vahel näitavad valemid:

$$Q = 0,24 \cdot P \cdot t \text{ kalorit,} \quad (11)$$

$$t = \frac{Q}{0,24 \cdot P} \text{ sekundit,} \quad (11a)$$

$$P = \frac{Q}{0,24 \cdot t} \text{ vatti.} \quad (11b)$$

$Q$  tähendab, nagu eespoolgi, soojusehulka kalorites [cal];  $P$  on elektrilise kütteallika võimsus vattides [W];  $t$  tähistab aega sekundites. Arv 0,24 on nn. elektrotermiline ekvivalent ja tähendab, et võimsus 1 vatt tekitab sekundis soojuseks muutudes 0,24 cal (täpsemalt 0,2389 cal). Seega  $1 \text{ Ws} = 0,24 \text{ cal}$ .

Valemile (11) saab anda uut kuju, asendades tema tegurid valemite (8), (8c) ja (8d) abil:

$$Q = 0,24 \cdot I \cdot U \cdot t \text{ kalorit,} \quad (11c)$$

$$Q = 0,24 \cdot I^2 \cdot r \cdot t \text{ kalorit,} \quad (11d)$$

$$Q = \frac{0,24 \cdot U^2 \cdot t}{r} \text{ kalorit.} \quad (11e)$$

Toodud valemid võime jällegi vajaduse puhul teisendada, avaldades kas  $I$ ,  $r$  või  $t$ .

### Takistus erinevatel temperatuuridel.

Juhtme takistuse muutust tingituna juhtme temperatuuri muutusest arvutame valemiga

$$r_t = r[1 + \alpha(\vartheta_2 - \vartheta_1)] \text{ oomi.} \quad (12)$$

Ülaltoodud on  $r_t$  juhtme takistus temperatuuril  $\vartheta_2$ ,  $r$  on juhtme takistus algtemperatuuril  $\vartheta_1$  (tavaliselt  $15^\circ \text{C}$ );  $\alpha$  on elektriline temperatuuritegur algtemperatuuril  $\vartheta_1$  (vt. tabel 4);  $\vartheta_2$  on temperatuur, mille juures takistust arvutame.

Märkus: Valem (12) tugineb asjaolul, et enamikul metallidest muutub takistus  $-100^{\circ}$  kuni  $+250^{\circ}$  C piirides võrdeliselt temperatuuriga. Kui arvutame valemi (12) abil nimetatud temperatuuri piiridest erinevaid temperatuure, pole küllaldane täpsus garanteeritud, kuid orienteeruvalt arvutamiseks sobib see valem küll.

Juhtme temperatuuri, lähtudes takistuse muutusest, aitab arvutada valemi (12) teisend:

$$\vartheta_2 = \vartheta_1 + \frac{r_t - r}{\alpha \cdot r} \text{ }^{\circ}\text{C.} \quad (12a)$$

Tundmatu aine temperatuuritegurit arvutame:

$$\alpha = \frac{r_t - r}{r \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1)}. \quad (12b)$$

### Elektrolüüs.

Elektrolüüsi (näit. metallide galvaniseerimise) puhul arvutame elektroodil eraldunud aine hulka valemiga:

$$G = \alpha \cdot I \cdot t \text{ milligrammi.} \quad (13)$$

Elektroodil eraldunud aine hulga  $G$  saame milligrammides [mg];  $\alpha$  on aine elektrokeemiline ekvivalent (vt. tabel 5);  $I$  on elektrolüüti läbiv vool amprites ja  $t$  — elektrolüüsi kestus sekundites.

Valemi (13) teisendid on:

$$\alpha = \frac{G}{I \cdot t} \text{ mg/As,} \quad (13a)$$

$$I = \frac{G}{\alpha \cdot t} \text{ amprit,} \quad (13b)$$

$$t = \frac{G}{\alpha \cdot I} \text{ sekundit.} \quad (13c)$$

### ÜHIKUTE ÜMBERARVUTUSI.

1. Mitu volti on 980 millivolti?  
 $980 \text{ mV} = 980 \cdot 10^{-3} = 0,98 \text{ V.}$
2. Mitu volti on 20 mV?  
 $20 \text{ mV} = 20 \cdot 10^{-3} = 0,02 \text{ V.}$

3. Mitu V on 0,26 mV?
4. Mitu V on 1450 mV?
5. Mitu millivolti on 0,7 V?  
 $0,7 \text{ V} = 0,7 \cdot 10^3 = 700 \text{ mV}$ .
6. Mitu millivolti on 0,005 V?  
 $0,005 \text{ V} = 0,005 \cdot 10^3 = 5 \text{ mV}$ .
7. Mitu millivolti on 1,7 V?
8. Mitu millivolti on 0,012 V?
9. Mitu kilovolti on 6000 V?  
 $6000 \text{ V} = 6000 \cdot 10^{-3} = 6 \text{ kV}$ .
10. Mitu kV on 220 000 V?
11. Mitu kV on 550 V?
12. Mitu volti on 2,5 kV?  
 $2,5 \text{ kV} = 2,5 \cdot 10^3 = 2500 \text{ V}$ .
13. Mitu V on 6,6 kV?
14. Mitu V on 0,22 kV?
15. Mitu mikrovolti on 0,19 V?  
 $0,19 \text{ V} = 0,19 \cdot 10^6 = 190\,000 \mu\text{V}$ .
16. Mitu  $\mu\text{V}$  on 0,000 062 V?
17. Mitu  $\mu\text{V}$  on 212 V?
18. Mitu volti on 95 mikrovolti?  
 $95 \mu\text{V} = 95 \cdot 10^{-6} = 0,000\,095 \text{ V}$ .
19. Mitu volti on 0,95  $\mu\text{V}$ ?
20. Mitu V on 9350  $\mu\text{V}$ ?
21. Mitu millivolti on 72 mikrovolti?  
 $72 \mu\text{V} = 72 \cdot 10^{-3} = 0,072 \text{ mV}$ .
22. Mitu mV on 1321  $\mu\text{V}$ ?
23. Mitu mV on 0,92  $\mu\text{V}$ ?
24. Mitu mikrovolti on 12 millivolti?  
 $12 \text{ mV} = 12 \cdot 10^3 = 12\,000 \mu\text{V}$ .
25. Mitu  $\mu\text{V}$  on 0,007 millivolti?
26. Mitu  $\mu\text{V}$  on 0,23 millivolti?
27. Mitu megavolti on 400 000 V?  
 $400\,000 \text{ V} = 400\,000 \cdot 10^{-6} = 0,4 \text{ MV}$ .
28. Mitu MV on 5 500 000 V?
29. Mitu MV on 35 kV?
30. Mitu MV on 11 000 volti?
31. Mitu volti on 10 MV?  
 $10 \text{ MV} = 10 \cdot 10^6 = 10\,000\,000 \text{ V}$ .

32. Mitu volti on 0,02 MV?
33. Mitu V on 0,000 022 MV?
34. Mitu kV on 0,41 MV?
35. Mitu amprit on 1123 milliamprit?  
 $1123 \text{ mA} = 1123 \cdot 10^{-3} = 1,123 \text{ A}.$
36. Mitu A on 2 mA?  
 $2 \text{ mA} = 0,002 \text{ A}.$
37. Mitu A on 500 mA?
38. Mitu A on 0,2 mA?
39. Mitu A on 73 mA?
40. Mitu milliamprit on 0,05 A?  
 $0,05 \text{ A} = 0,05 \cdot 10^3 = 50 \text{ mA}.$
41. Mitu mA on 0,9 A?
42. Mitu mA on 1,7 A?
43. Mitu mA on 0,000 05 A?
44. Mitu amprit on 500 mikroamprit?  
 $500 \mu\text{A} = 500 \cdot 10^{-6} = 0,0005 \text{ A}.$
45. Mitu A on 45  $\mu\text{A}$ ?
46. Mitu A on 600 000  $\mu\text{A}$ ?
47. Mitu mikroamprit on 0,3 A?  
 $0,3 \text{ A} = 0,3 \cdot 10^6 = 300\,000 \mu\text{A}.$
48. Mitu  $\mu\text{A}$  on 0,000 079 A?
49. Mitu  $\mu\text{A}$  on 0,0008 A?
50. Mitu milliamprit on 400 mikroamprit?  
 $400 \mu\text{A} = 400 \cdot 10^{-3} = 0,4 \text{ mA}.$
51. Mitu mA on 2000  $\mu\text{A}$ ?
52. Mitu mA on 0,1  $\mu\text{A}$ ?
53. Mitu mikroamprit on 13 milliamprit?  
 $13 \text{ mA} = 13 \cdot 10^3 = 13\,000 \mu\text{A}.$
54. Mitu  $\mu\text{A}$  on 0,35 mA?
55. Mitu  $\mu\text{A}$  on 120 mA?
56. Mitu kilo-oomi on 2500 oomi?  
 $2500 \Omega = 2500 \cdot 10^{-3} = 2,5 \text{ k}\Omega.$
57. Mitu  $\text{k}\Omega$  on 50 000  $\Omega$ ?
58. Mitu  $\text{k}\Omega$  on 150  $\Omega$ ?
59. Mitu oomi on 35  $\text{k}\Omega$ ?  
 $35 \text{ k}\Omega = 35 \cdot 10^3 = 35\,000 \Omega.$
60. Mitu  $\Omega$  on 0,4  $\text{k}\Omega$ ?
61. Mitu  $\Omega$  on 4000  $\text{k}\Omega$ ?

62. Mitu megaoomi on 400 000  $\Omega$ ?  
 $400\ 000\ \Omega = 400\ 000 \cdot 10^{-6} = 0,4\ \text{M}\Omega$ .
63. Mitu  $\text{M}\Omega$  on 12 000  $\Omega$ ?
64. Mitu  $\text{M}\Omega$  on 3 500 000  $\Omega$ ?
65. Mitu oomi on 0,2  $\text{M}\Omega$ ?  
 $0,2\ \text{M}\Omega = 0,2 \cdot 10^6 = 200\ 000\ \Omega$ .
66. Mitu  $\Omega$  on 1,5  $\text{M}\Omega$ ?
67. Mitu  $\Omega$  on 0,05  $\text{M}\Omega$ ?
68. Mitu  $\text{M}\Omega$  on 70  $\text{k}\Omega$ ?  
 $70\ \text{k}\Omega = 70 \cdot 10^{-3} = 0,07\ \text{M}\Omega$ .
69. Mitu  $\text{M}\Omega$  on 300  $\text{k}\Omega$ ?
70. Mitu  $\text{M}\Omega$  on 1500  $\text{k}\Omega$ ?
71. Mitu  $\text{k}\Omega$  on 0,5  $\text{M}\Omega$ ?  
 $0,5\ \text{M}\Omega = 0,5 \cdot 10^3 = 500\ \text{k}\Omega$ .
72. Mitu  $\text{k}\Omega$  on 0,06  $\text{M}\Omega$ ?
73. Mitu  $\text{k}\Omega$  on 0,0001  $\text{M}\Omega$ ?
74. Mitu millioomi on 0,721  $\Omega$ ?  
 $0,721\ \Omega = 0,721 \cdot 10^3 = 721\ \text{m}\Omega$ .
75. Mitu  $\text{m}\Omega$  on 0,0328  $\Omega$ ?
76. Mitu  $\text{m}\Omega$  on 0,000 062  $\Omega$ ?
77. Mitu oomi on 165 millioomi?  
 $165\ \text{m}\Omega = 165 \cdot 10^{-3} = 0,165\ \Omega$ .
78. Mitu oomi on 1420  $\text{m}\Omega$ ?
79. Mitu  $\Omega$  on 24  $\text{m}\Omega$ ?
80. Mitu  $\Omega$  on 0,6  $\text{m}\Omega$ ?

### ÜLESANDEID LAHENDUSNÄIDETEGA.

81. Kui tugev vool läbib 220 V pingele sobivat elektrilampi, kui lambi „põledes” selle takistus on 815  $\Omega$ ? (1)

$$I = \frac{U}{r} = \frac{220}{815} = 0,27\ \text{A}.$$

82. Kui tugev on vool, kui 2,93-oomise takisti klemmidele on ühendatud pinge 6,2 V? (1)

83. 32  $\Omega$  takistusega elektripliiti kasutatakse 220 V võrgus. Kui tugev vool läbib pliiti? (1)

84. Voltmeetri sisetakistus on 3000  $\Omega$ . Kui tugev vool

milliamprites läbib voltmeetrit, kui ta on ühendatud 60 V vooluallikaga? (1)

85. Raadiolambi kütteks kasutatakse pinget 6,3 V, kütteniidi takistus tööolukorras (hõõguvalt) on 5,26  $\Omega$ . Kui tugev on raadiolambi küttevool? (1)

86. Inimkeha läbiv vool võib olla surmatoov 0,1 kuni 1,0 ampri puhul, olenedes, millist kehaosa tabab vool. Olenevalt naha niiskusest (higine, märg nahk jne.) võib inimkeha takistus olla 200  $\Omega$  kuni 200 k $\Omega$  vahemikus. Leida inimest läbiv vool: a) kui keha takistus (maa suhtes) on 2400  $\Omega$  ja juhe omab maa (veevärgi, keskkütte-torustiku) suhtes 60 V pinget; b) kui keha takistus on 2400  $\Omega$  ja pinge maa suhtes on 215 V; c) kui inimene on vannis ja tema takistus maa suhtes on 280  $\Omega$ . Mitteõigelt toimides oli inimene toonud vannituppa elektri-kiirgahju ja seda sisse lülitada püüdes puutus vastu pingestatud osa. Pinge maa suhtes oli 119 V. (1)

87. Milline pinge on vajalik, et takistist takistusega 2 k $\Omega$  juhtida läbi vool 48 mA? (1a)

$$2 \text{ k}\Omega = 2 \cdot 10^3 \Omega; 48 \text{ mA} = 48 \cdot 10^{-3} \text{ A};$$

$$U = I \cdot r = 2 \cdot 10^3 \cdot 48 \cdot 10^{-3} = 96 \text{ V}.$$

88. Millisele pingele on sobitatud elektritriikraud, kui ta takistus on 27  $\Omega$  ja normaalselt läbib teda vool tugevusega 4,1 A? (1a)

89. Missuguse pingega tuleb toita raadiolampi, kui ta kütteniidi takistus tööolukorras on 210  $\Omega$  ja normaalne küttevool 60 mA? (1a)

90. Kas raadiolambi küttepinge on 4 või 6,3 V, kui küttevool on 200 mA ja kütteniidi takistus pingestatud lambi puhul on 20  $\Omega$ ? (1a)

91. Kui suur oli pingelang raadioaparaadi masstakistil suurusega 0,08 M $\Omega$ , kui teda läbis vool tugevusega 0,9 mA? (1a)

92. Kui suur pingelang tekib tugevoolu magistraaljuhtmes, mille takistus on 0,043  $\Omega$ , kui juhtmes voolab 140 A? (1a)

93. 127 V võrku ühendatud elektripirni läbib vool 1,23 A. Kui suur on lambi takistus? (1b)

$$r = \frac{U}{I} = \frac{127}{1,23} = 103 \Omega.$$

94. 6 V akuga toidetavat auto tuuleklaasi soojendajat läbib vool tugevusega 3,1 A. Millist elektrilist takistust omab seadis? (1b)

95. Taskulambi-pirnikesele on märgitud 3,5/0,2, mis tähendab, et tema normaalne tööpinge on 3,5 V ja vool lambi hõõgumisel on 0,2 A. Leida hõõguva lambikesese takistus oomides. (1b)

96. Täpsusvoltage näitab täishälvet 2 mA voolu puhul. Kui suur on voltage kogutakistus (s. o. mõõteriista omatakiistus + eeltakistus), et ta näitaks täishälvet 600 V pinge mõõtmisel? (1b)

$$2 \text{ mA} = 0,002 \text{ A};$$

$$r = \frac{U}{I} = \frac{600}{0,002} = 300\,000 \text{ } \Omega = 300 \text{ k}\Omega = 0,3 \text{ M}\Omega.$$

97. Kui suur peab olema eelmises ülesandes toodud mõõteriista kogutakistus, et ta näitaks täishälvet 6 V mõõtmisel? (1b)

98. Taskulambi-patarei (pingega 4,5 V) klemmid ühendati lühisesse, mispuhul vool, piiratuna ainult patarei sisetakistusest, oli 1,36 A (sest klemmiribakeste takistus on suhteliselt üliväike). Kui suur on taskulambi-patarei sisetakistus? (1b)

99. Valgustusvõrku, mille pinge oli (kuna tarbija asus alajaamast kaugel) standardse 127 asemel 125 V, sooviti ühendada elektrilamp, mille pinge oli 110 V. Et lamp ei saaks normaalsest kõrgemat pinget ja seega ei põleks kiiresti läbi, on vaja liigpinge 15 V (125 — 110) eeltakistiga hävitada. Kui suur peab olema eeltakisti, kui lampi läbib normaalselt 0,91 A? (1b)

$$r = \frac{U}{I} = \frac{15}{0,91} = 16,5 \text{ } \Omega.$$

Kontrolliks kasutame teist lahendusmoodust:

Takistus 125 V pinge puhul, et vool oleks 0,91 A, on:

$$r_{\text{kogu}} = \frac{125}{0,91} = 137,4 \text{ } \Omega.$$

110 V lambi takistus 0,91 A voolu puhul on:

$$r_{\text{lambi}} = \frac{110}{0,91} = 120,9 \ \Omega.$$

Eeltakisti peab siis olema:

$$r_{\text{kogu}} - r_{\text{lambi}} = 137,4 - 120,9 = 16,5 \ \Omega.$$

Vastus on seesama.

100. Raadiolambi normaalne anoodvool on 42 mA, vajalik pinge 300 V. Vooluallikas (võrkanood) omab aga klemmi pinget 385 V. Kui suurt eeltakistit peame kasutama, et lambi anoodile saaks rakendada ettenähtud pinge? (1b)

101. Kahe linna vahel (vahemaa 212 km) on telefoniühenduseks kahejuhtmeline, 3-mm läbimõõduga pronksist liin. Kui suur on selle liini kogutakistus, kui liini ehituseks kasutatud materjali eritakistus  $\rho = 0,0278$ ?

Kogu juhtme pikkus (edasi-tagasi) on  $212 \cdot 2 = 424$  km;

$$l = 424 \cdot 1000 = 424\ 000 \text{ m};$$

$$q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 3^2}{4} = 7,07 \text{ mm};$$

$$r = \frac{\rho \cdot l}{q} = \frac{0,0278 \cdot 424\ 000}{7,07} = 1670 \ \Omega.$$

102. Kroomnikkeltraadist, pikkusega  $l = 7$  m ja läbimõõduga  $d = 0,2$  mm, on keritud takisti. Kui suur on selle elekt-riline takistus, kui kroomnikli eritakistus  $\rho = 1,1$ ? (2) ja (3)

103. Elavhõbeda eritakistus on 0,94. Kui suurt takistust omab elavhõbeda-sammas ristlõikega  $1 \text{ mm}^2$  ja pikkusega 1063 mm? (2)

104. Kroomniklist lindi ristlõige on  $1,0 \text{ mm} \times 0,1 \text{ mm}$ . Sellest lindist tuleb valmistada elektritriikraua küttekeha takistusega 108  $\Omega$ . Kui pikk peab olema takistuslint? (2a)

$$q = 1 \cdot 0,1 = 0,1 \text{ mm}^2;$$

$$l = \frac{r \cdot q}{\rho} = \frac{108 \cdot 0,1}{1,1} = 9,82 \text{ m}.$$

105. Jootmiskolvi küttekeha valmistamiseks võeti kroomniklist linti  $0,5 \times 0,08 \text{ mm}$  ja valmistati 310  $\Omega$  küttekeha. Kui pikk lint võeti? (2a)

106. Kui suur on 0,06 mm läbimõõduga manganiintraadi jooksevmeetri takistus? (2)

107. Mitu meetrit on vaja konstantaantraati  $d = 0,08$  mm,  $\rho = 0,49$ , et sellest kerida 45 k $\Omega$  takistit? (2a) ja (3)

108. Auto süütepooli kõrgepinge-mähis oli keritud 0,07 mm vasktraadist ja selleks vajati traati 380 g. Kui suur on pooli takistus? (2), (3) ja tabel 6.

109. Lühises kaabli rikkekohal kokkuühendunud kaks kaablisoont näitasid liini alguses mõõdetuna kogutakistust 17,3  $\Omega$  (joonis 1). Kaablisoone materjal on vask,  $d = 0,6$  mm. Kui kaugel oli rikkekoht mõõtmiskohast (mitte unustada, et takistus on antud kahekordse pikkuse kohta)? (2a) ja (3)



Joon. 1.

110. Milline on terastraadi ristlõige ja läbimõõt, kui 85 m pikkuse puhul ta omas takistust 4,86  $\Omega$ ? (Antud juhul kasutatud terase eritakistus oli 0,14.) (2b) ja (3a)

$$q = \frac{\rho \cdot l}{r} = \frac{0,14 \cdot 85}{4,86} = 2,45 \text{ mm}^2 \approx 2,5 \text{ mm}^2;$$

$$d = \sqrt{\frac{4q}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,5}{3,14}} = \sqrt{3,19} = 1,78 \text{ mm}.$$

111. Milline on hõbelati ristlõige, kui ta 2 m pikkuse juures peab omama takistust 0,0038  $\Omega$ ? (2b)

112. Kui suure läbimõõduga traadist on keritud mangaaniitakisti ( $\rho = 0,42$ ), kui ta 595 m traadipikkuse puhul omab takistust 50 000  $\Omega$ ? (2b) ja (3a)

113. Mis materjalist on valmistatud 100 km pikkune juhe ristlõikega  $q = 50$  mm<sup>2</sup>, mille takistus on 58  $\Omega$ ? (2c)

$$\rho = \frac{r \cdot q}{l} = \frac{58 \cdot 50}{100\,000} = 0,029.$$

Tabelist 1 leiame, et materjal, mille eritakistus = 0,029, on alumiinium.

114. Thomsoni sillaga mõõdeti 1000,0 mm pikkuse ja  $4 \times 10$  mm jämeduse metall-lati takistust ja leiti see olevat 0,0004  $\Omega$ . Millisest materjalist oli metall-latt? (2c) ja tabel 1.

115. Järjestikku ühendati takistid takistustega:  $r_1 = 2 \Omega$ ;  $r_2 = 0,2 \Omega$ ;  $r_3 = 21 \Omega$ ;  $r_4 = 20,9 \Omega$ . Kui suur on kogutakistus? (4)

$$r = r_1 + r_2 + r_3 + r_4 = 2 + 0,2 + 21 + 20,9 = 44,1 \Omega.$$

116. Järjestikku ühendati 0,07 M $\Omega$ , 70 k $\Omega$  ja 60 000  $\Omega$  takisti. Leida kogutakistus. (4)

117. Järjestikku on ühendatud kolm takistit  $r_1 = 100\,000 \Omega$ ,  $r_2 = 0,05$  M $\Omega$  ja  $r_3 = 200$  k $\Omega$ . Leida kogutakistus. (4)

118. Haruvoolugeneraatori ergutusmähise takistus on 112,8  $\Omega$ , temaga järjestikku ühendatud ergutusregulaatori maksimumtakistus on 42  $\Omega$ . Leida nende kogutakistus. (4)

119. Järjestikku on ühendatud takistid:  $r_1 = 5200 \Omega$ ;  $r_2 = 0,02$  M $\Omega$ ;  $r_3 = 0,005$  M $\Omega$ ;  $r_4 = 17$  k $\Omega$ . Leida kogutakistus. (4)

120. Järjestikku ühendatud kuue takisti koguväärtus on 40  $\Omega$ . Nendest  $r_2 = 6,2 \Omega$ ;  $r_3 = 2,85 \Omega$ ;  $r_4 = 11,57 \Omega$ ;  $r_5 = 2,97 \Omega$ ;  $r_6 = 13,21 \Omega$ . Kui suur on  $r_1$ ? (4)

121. Kaks takistit  $r_1 = 2,5 \Omega$  ja  $r_2 = 4 \Omega$  on ühendatud rööbiti. Kui suur on kogutakistus? (5) või (6)

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} = \frac{1}{2,5} + \frac{1}{4} = 0,4 + 0,25 = 0,65;$$

$$\frac{1}{r} = 0,65; \quad r = \frac{1}{0,65} = 1,54 \Omega.$$

Valemi (6) abil:

$$r = \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2} = \frac{2,5 \cdot 4}{2,5 + 4} = \frac{10}{6,5} = 1,54 \Omega.$$

122. Kaks takistit  $r_1 = 0,03$  M $\Omega$  ja  $r_2 = 60$  k $\Omega$  on ühendatud rööbiti. Leida kogutakistus. (5) või (6)

123. Takistid 1000, 2000, 3000 ja 4000  $\Omega$  on ühendatud rööbiti. Leida kogutakistus. (5)

124. Neli takistit, igauks 100 kΩ, on ühendatud rööbiti. Leida kogutakistus. (7)

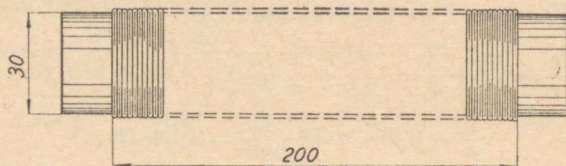
$$r = \frac{r_1}{n} = \frac{100\,000}{4} = 25\,000 \, \Omega = 25 \, \text{k}\Omega.$$

125. Raadioamatöör lülitas kolm 0,3 MΩ takistit rööbiti. Kui suur oli kogutakistus? (7)

126. Raadioamatöör vajab takistit takistusega 50 kΩ, kuid see tal puudus. Küll aga olid tal kasutada takistid:

10 kΩ	—	2	tükki
20 kΩ	—	3	„
25 kΩ	—	3	„
40 kΩ	—	2	„
60 kΩ	—	3	„
75 kΩ	—	2	„
80 kΩ	—	2	„
100 kΩ	—	3	„
150 kΩ	—	4	„
0,2 MΩ	—	4	„
0,5 MΩ	—	10	„

Leida kõik võimalused, kuidas oleks raadioamatöör olemasolevatest takistitest võinud kombineerida vajaliku takistusega takisti. (4), (5), (6) ja (7)



Joon. 2.

127. Reostaat on keritud reostaadikehale keerd keeru kõrvale oksüüdisolatsiooniga nikeliintraadist, mille läbimõõt on 1 mm. Proovimisel leiti, et 10 keerdude vajasid ruumi 12 mm, kuna kerimisel paratamatult jäävad keerdude vahele õhuvahed. Mähist on keritud 200 mm pikkuselt, reostaadikeha läbimõõt on 30 mm. Leida reostaadi takistus (vt. joonis 2).

Märkus: Algul tuleb leida keerdu arv, siis ühe keeru pikkus.

128. Põhja-Kaukaasias, Pjatigorskis tehti 1925. a. esimene katse rajooni elektrifitseerimisel kasutada vaskjuhtme asemel terasjuhet. Liinil, mis ühendas väikest mägedes asuvat hüdroelektrijaama alajaamaga ja millede vahemaa oli 5,5 km, asendati 1-mm<sup>2</sup> vaskjuhe terasjuhtmega. Millise jämedusega tuli võtta terastraat, et liini takistus jääks endiseks?

129. Tehniliste tingimuste kohaselt peab alumiiniumkaabel vastama järgmistele nõuetele: „Traadil, mille pikkus on üks kilomeeter ja ristlõige 1 mm<sup>2</sup>, ei tohi takistus 20° temperatuuril olla üle 30 Ω, s. o. selle materjali eritakistus ei tohi olla väiksem kui 94% rahvusvahelisest alumiiniumi eritakistusest.” Kontrollida tingimust.

130. Kaarlambiga projektsioonaparaat vajab 60 V pinget, lambi vool on 16 A. Kasutada on aga pinge 110 V. Liigne pinge tuleb hävitada eeltakistis. Eeltakisti ehitame nikeliintraadist. Lubatud voolutihedus (märgitakse tähega  $j$ ) eeltakistil, et ta liigselt ei kuumeneks, on 4 amprit ruutmillimeetritele [A/mm<sup>2</sup>]. Kui pikk peab olema nikeliintraat ja kui suur tema läbimõõt (nikeliini eritakistus  $\rho = 0,4 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$ )?

$$q = \frac{16}{j} = \frac{16}{4} = 4 \text{ mm}^2;$$

$$d = \sqrt{\frac{4q}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{16}{\pi}} = \sqrt{5,1} = 2,26 \text{ mm}.$$

Et sellemõõdulist ( $d = 2,26 \text{ mm}$ ) traati ei turustata, valime lähedase suurema mõõdu, nimelt  $d = 2,5 \text{ mm}$ . Sel puhul

$$q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 2,5^2}{4} = 4,91 \text{ mm}^2.$$

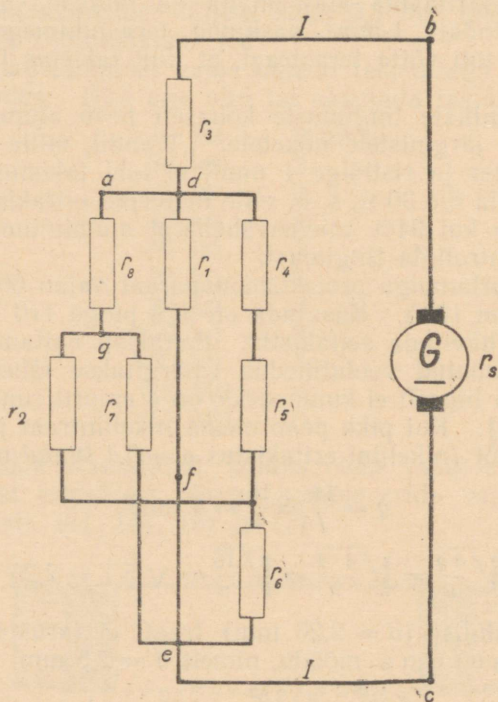
Eeltakistis peame hävitama pinge  $110 - 60 = 50 \text{ V}$ . Eeltakisti takistus on seega:

$$r = \frac{U}{I} = \frac{50}{16} = 3,12 \Omega.$$

Traadi pikkus

$$l = \frac{r \cdot q}{\rho} = \frac{3,12 \cdot 4,91}{0,4} = 38,4 \text{ m}.$$

131. Taskulambi-pirnikest 3,5 V, 0,3 A soovitakse ühendada 220 V võrku, mispuhul on loomulikult vaja eeltakistit. Eeltakisti materjaliks on kasutada takistustraati, mille  $\rho = 0,46$ . Lubatud voolutihedus  $j = 3,5 \text{ A/mm}^2$ . Leida eeltakisti traadi mõõted.



Joon. 3.

132. Alalisvooluvõrku on ühendatud joonisel 3 toodud skeemi kohaselt mitmesugused tarbijad. Kuidas muutub koguvool  $I$ , kui:

- lühistame tarbija  $r_1$  (ühendame takisti otsad punkt  $d$  ja  $e$  lühisesse);
- põleb läbi tarbija  $r_1$  juurde viiv juhe punktis  $f$ ;

- c) punktis  $a$  tekitame juhtmes katkestuse;
- d) põleb läbi tarbija  $r_2$ ;
- e) lühistame tarbija  $r_2$ ;
- f) põleb läbi tarbija  $r_3$ ;
- g) lühistame tarbija  $r_3$ .

Vastused:

a) Vool kindlasti tugevneb, sest võrku jääb sel puhul lülitatuks ainult  $r_3$ , kuna ülejäänud takistid muutuvad praktiliselt pingetuks (sest pingelang punktide  $d$  ja  $e$  vahel on null). Voolu piirab ainult  $r_3$  ja vooluallika sisetakistus.

b) Vool, mis voolas  $r_1$  kaudu rööbitiselt  $r_4$ ,  $r_5$  ja  $r_6$ -ga, lakkab, seadme kogutakistus suureneb, vool nõrgeneb.

c) Vool nõrgeneb, kuna kogutakistus suureneb.

d) Vool nõrgeneb, kuna  $r_2$  kaudu läbiv vool lakkab.

e) Vool tugevneb, kuna  $r_7$  ja  $r_6$  ühenduvad rööbiti.

f) Vooluring katkeb; vool on null.

g) Vool tugevneb.

133. Mis juhtub eelmises ülesandes esitatud seadmega, kui lühistada punktid  $b$  ja  $g$ ?

134. Kaks kaarlampi normaalvooluga 10 A on ühendatud järjestikku ja neid toidetakse 110 V alalisvooluvõrgust. Mitme oomine peab olema eeltakisti? Lambi tööpinge on 45 V.

135. Kas võib kasutada 4 A kaitsmeid, kui nende kaitsmetega kaitstud 220 V võrku ühendada triikraud takistusega  $92 \Omega$  ja elektripliit takistusega  $62 \Omega$ ?

136. Milline pingelang tekib vaskjuhtmes, mille läbimõõt on 1,2 mm ja pikkus 6,2 m, kui teda läbib vool tugevusega 9,4 A?

137. Alalisvoolumootor asub vooluallikast eemal 50 m ja töötamiseks normaalkoormusel vajab voolu 40 A. Pingelang juhtmes ei tohi ületada 2,2 V. Milline vaskjuhtme ristlõike valida?

Märkus: Mõelda, kui suur on  $l$ .

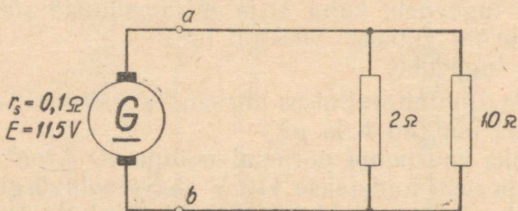
138. Milline vool läbib  $16 \text{ mm}^2$  ristlõikega alumiiniumjuhet, kui 45 m eemal asuv tarbija saab vooluallika klemmi pingest 5,5 V madalamat pinget?

139. Terasjuhtme ( $16 \text{ mm}^2$  ristlõikega) kaudu juhiti 9,5 A vool 35,5 m kaugusel oleva tarbijani, kusjuures pingelang juhtmes oli 6 V. Millist eritakistust omas juhe?

140. Taskulambi-patareid läbib vool  $0,32\text{ A}$  ja patarei klemmipinge on  $3,64\text{ V}$ . Kui suur on patarei sisetakistus, kui on teada, et nimetatud taskulambi-patarei elektromotoorne jõud on  $4,61\text{ V}$ ?

Pingelang vooluallika sees  $\Delta U = 4,61 - 3,64 = 0,97\text{ V}$ ,  
 sisetakistus  $r = \frac{\Delta U}{I} = \frac{0,97}{0,32} = 3,04\ \Omega$ .

141. Alalisvooludünamo sisetakistus on  $0,12\ \Omega$  ja tema klemmidel mõõdetakse pinget  $114\text{ V}$ . Dünamost  $119\text{ m}$  eemal on tarbija, mis on ühendatud dünamoga  $1,5\text{ mm}^2$  vaskliiniga. Juhtmes voolab  $3,9\text{ A}$ . Milline on pingelang juhtmes, kui suur on dünamo elektromotoorne jõud ja kui kõrget pinget saab tarbija?



Joon. 4.

Märkus: Elektromotoorne jõud = vooluallika klemmipinge + pingelang vooluallika sees ( $E = U + U_s$ ).

142. Tehnikumi õpilane seadistas suvilasse elektervalgustuse, vooluallikaks oli tuulegeneraatoriga laetav aku, mille elektromotoorne jõud oli  $6,2\text{ V}$ . Elektervalgustus viidi ka kõrvalhoonesse, kasutades juhtmeks telefoni välikaablit, mille ehitus oli selline, et kokku oli põimitud ja isolatsioonainega kaetud 6 terastraati (läbimõõduga  $0,18\text{ mm}$ , eritakistusega  $0,14$ ) ja üks vasktraat (läbimõõt  $0,2\text{ mm}$ ). Kokku kulus õpilasel välikaablit (ühekordselt)  $39$  meetrit. Valgusallikaks kõrvalhoones kasutati lambikest, mille takistus oli käesoleval juhul (hõõguvas olekus)  $11,2\ \Omega$ . Arvutada, kui tugev on vool välikaablis ja kui kõrge pinge rakendub lambile.

M ä r k u s: Aku sisetakistus on suhteliselt nii väike, et ei tule käesolevas arvesse.

143. Alalisvooludünamo, mille elektromotoorne jõud  $E = 115$  V, toidab kahte tarbijat, millede takistused on  $2 \Omega$  ja  $10 \Omega$  (vt. joon. 4). Dünamo sisetakistus  $r$  on  $0,1 \Omega$ . Tingituna sellest, et dünamo klemmi mutter, mille alla on ühendatud tarbija juurde kulgev juhe, on keeratud halvasti kinni ja juhe on mutri seibi alt oksüdeerunud, tekib klemmi all vahete-vahel nn. muutuv kontakt, mille üleminekutakistus võib küündida kuni  $0,5 \Omega$ . a) Kuidas muutub vool  $I$ ? b) Milline on vool, kui ka teise klemmi juures on muutuv kontakt  $0,5 \Omega$  takistusega? c) Milline on vool, kui mõlemad klemmid on kinnitatud ideaalselt hästi ja nende takistus on praktiliselt võrdne nulliga? Ülesandes eeldada, et juhtmed on nii jämedad, et nende takistus ei kuulu arvestamisele.

M ä r k u s: Eelnenud ülesande lahendusel selgub, kui suurel määral võib muutuv kontakt mõjustada voolu, eriti tugevate voolude puhul. Muutuvat kontakti võime avastada, kui ühendame vooluringi ampermeetri ja siis kahtlasi ühenduskohti koputame või raputame. Ampermeetri hälbe muutus tähistab muutuva kontakti olemasolu. Võib ka kahtlase koha, kui see on võimalik, lühistada jämeda juhtmega — kui sel puhul vool tugevneb, omab liitekoht liiga suurt takistust.

144. Aku klemmipinge oli  $2,03$  V, sisetakistus  $0,0058 \Omega$ . Aku toitis tarbijat, mille takistus oli  $0,34 \Omega$ . Tarbijaga järjestikku asetses ampermeeter, mille takistus oli  $0,03 \Omega$ . Kui suur oli ampermeetri näit, pingelang vooluallikas ja aku elektromotoorne jõud, kui juhtmete takistus akust tarbijani ja tagasi oli kokku  $0,0074 \Omega$ ? (4), (1), (1a)

145. Vooluring koosneb vooluallikast, juhtmest ja tarbijast. Mida tuleb teha, et vool, mis läbib tarbijat, tugevneks kolm korda?

146. Traattakisti, mis on valmistatud  $10$  m pikkusest ja  $1,6$ -mm läbimõeduga nikeliintraadist, asendati niisama pika ja samast materjalist traadiga, mille läbimõõt oli eelmisega võrreldes kaks korda suurem. Kuidas muutus takistus?

147. Vaskjuhe pikkusega  $20,7$  m ja läbimõeduga  $1,98$  mm lõigati keskelt pooleks ja saadud kaks traati ühendati rööbiti

ning kasutati seda uue, poole lühema juhtmena. Kui suureks kujunes juhtme takistus?

148. Tehase andmetel on 2,8-mm läbimõõduga nikeliintraati lubatud hea õhkjahutuse puhul koormata maksimaalselt 42 ampriga. Kui suur on sel puhul lubatud voolutihedus  $j$ ?

149. Kitsasfilmi-aparaadis oli kasutusel lamp 110 V/2,3 A, mis põles läbi. Asenduseks oli võimalik kasutada lampi 60 V/5 A. Arvutada, kui suur peab olema eeltakisti, et nimeetatud 60 V lampi võiks ühendada 110 V võrku. Kui pikalt tuleb võtta eeltakistiksi nikeliintraati ( $\rho = 0,4$ ;  $j = 6 \text{ A/mm}^2$ )?

150. Telefonikeskjaama releele on märgitud, et see omab takistust  $620 \Omega$ , mähise materjaliks on vasktraat läbimõõduga 0,12 mm. Mitme milliamprine vool läbib releed, kui ta on ühendatud 24 V vooluallikaga? Kui pikk on releele keritud traat?

151. Raadiolamp vajab eelpinget 16,8 V. Eelpinge tekitatakse automaatselt lambi anoodvoolu (42 mA) toimel, mis läbides takistit tekitab selles vajaliku 16,8-voldise pingelanguga. Raadioamatööril olid kasutada järgmised masstakistid: 1 tk.  $100 \Omega$ , 1 tk.  $200 \Omega$ , 2 tk.  $\grave{a} 500 \Omega$ , 2 tk.  $\grave{a} 800 \Omega$  ja 3 tk.  $\grave{a} 1,2 \text{ k}\Omega$ . Kui suur peab olema vajalik takistus ja kuidas kombineeris aparaadi ehitaja olemasolevaist takistitest vajaliku suurusega takistuse?

152. Vääristaimede taimelava soojendamiseks seadis aednik lavasse kaks elektriküttekeha, üks takistusega  $0,47 \Omega$ , teine  $0,8 \Omega$ . Küttekehade toiteks ta kasutas akut, mille klemmipinget oli 6,2 V. Juhtmed akust rööbiti ühendatud küttekehadeni omasid takistust  $0,0038 \Omega$ . Kui tugeva vooluga on kooramatud aku?

M ä r k u s: Lahendus teostada nii, et enne leida üldine välisvooluringi takistus ja siis vool.

153. Raadiojaamas voltmeeter, millega mõõdetakse lõppastme anoodpinget, omab mõõtpiiri 15 000 V. Selle pinget mõõtmisel läbib voltmeetrit 10 mA vool. Kui suurt eeltakistit omab voltmeeter, kui mõõteriista süsteemi omatakiistus on  $75 \Omega$ ?

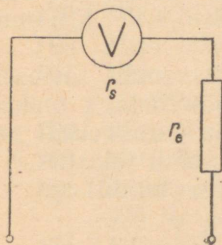
M ä r k u s: Kogu riista takistus, mis koosneb mõõteriista sise- ja eeltakistusest, peab olema nii suur, et antud pinget puhul ei tohi vool ületada ettekirjutatut (mispuhul

mõõteriist näitabki 15 kV). Kogu riista takistus koosneb sisetakistuse ( $r_s$ ) ja eeltakistuse ( $r_e$ ) summast, kuna nad on ühendatud järjestikku (vt. joonis 5).

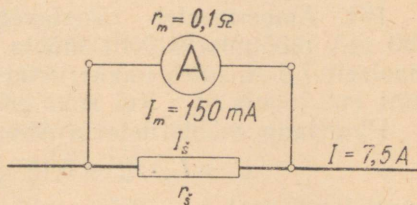
154. Kui suur peab olema eelmises ülesandes kirjeldatud voltmeetri eeltakisti, et voltmeetri täishälve oleks kümme korda väiksem, s. o. 1500 V?

155. Galvanomeetrit (takistusega  $50 \Omega$  2 mA täishälbe puhul) sooviti kasutada 150 V mõõtpiirkonnaga voltmeetrina. Leida eeltakisti takistus.

156. Näidata arvutusega, et voltmeetri takistust (voltmeetri takistus koosneb mõõteriista sisetakistusest + eeltakisti



Joon. 5.



Joon. 6.

takistusest) tuleb suurendada 2 korda selleks, et mõõtpiirkond suureneks 2 korda. Näiteks eeldame, et voltmeetri mõõtpiirkonda tuli suurendada 150 voldilt 300 voldile, mõõteriista sisetakistus oli  $100 \Omega$  ja mõõteriista osuti näitas täishälvet, kui mõõteriista läbis vool 1 mA.

157. Kui suure takistusega peab olema 220 V võrgust toidetava mootori käivitusreostaat (ühendatud järjestikku mootoriga), kui mootorile, mis täiskoormal tarvitab 20 A, on lubatud käivitamisel voolu 30 A? Mootor omab  $0,18 \Omega$  takistust.

M ä r k u s: Kui mootor seisab, onoleb vool käivitamise momendil peamiselt (kui puudub käivitustakisti) ainult mootori mähise takistusest, sest voolu piirav vastuelektromotoorne jõud tekib alles mootori rootori pöörlemisel. Vool oleks aga teoreetiliselt (kui mitte arvestada seda, et

vool ei saa tugevneda momentselt maksimaalseks mootori-  
mähiste induktiivsuste tõttu)  $\frac{220}{0,18} \approx 1200$  A. Meie soov  
aga on, et vool ei ületaks 30 A.

158. Milline ristlõige tuleb valida vaskjuhtmele, mille  
kogupikkus (sinna ja tagasi) on 60 m ja milles 18 A voolu  
puhul ei tohi pingelang ületada 4,4 volti? (2b) ja (1b)

159. Kui tugevat voolu võib 16 mm<sup>2</sup> alumiiniumjuhtme  
kaudu 45 m kaugusele üle kanda nii, et pingelang ei ületaks  
5,5 V? (1), (2)

160. Terasjuhet ristlõikega 16 mm<sup>2</sup> läbis vool 9,5 A. Tar-  
bija asus 35,5 m kaugusel. Pingelang tekkis 5,9 V. Kui suur  
oli juhtme eritakistus? (2c), (1b)

161. Ampermeeter takistusega 0,1  $\Omega$  sobib otseselt  
150 mA mõõtmiseks. Et mõõta sama mõõteriistaga maksimaalselt  
7,5 A, tuleb mõõteriistale ühendada paralleelselt nn.  
šunt (vt. joonis 6). Kui suur peab olema šundi takistus  $r_s$ ?

Pingelang mõõteriistal (niisama suur ka šundil) on:

$$U = I_m \cdot r_m = 0,15 \cdot 0,1 = 0,015 \text{ V.}$$

Sunti läbib vool  $I_s = 7,5 - 0,15 = 7,35$  A,

$$r_s = \frac{U}{I_s} = \frac{0,015}{7,35} = 0,00204 \text{ } \Omega.$$

162. Leida šundi takistus, et saaksime kasutada galvano-  
meetrit takistusega 10  $\Omega$ , täishälbega 100 mA, ampermeet-  
rina 50 A maksimaalse näiduga.

## ÜHIKUTE ÜMBERARVUTUSI.

163. Mitu kW on 12 000 W?

$$12\,000 \text{ W} = 12\,000 \cdot 10^{-3} = 12 \text{ kW.}$$

164. Mitu kW on 960 W?

165. Mitu kW on 3050 W?

166. Mitu kW on 10 W?

167. Mitu kW on 0,9 W?

168. Mitu vatti on 1,1 kW?

$$1,1 \text{ kW} = 1,1 \cdot 10^3 = 1100 \text{ W.}$$

169. Mitu W on 35,2 kW?

170. Mitu W on 0,73 kW?
171. Mitu W on 0,0770 kW?
172. Mitu millivatti on 1,2 vatti?  
 $1,2 \text{ W} = 1,2 \cdot 10^3 = 1200 \text{ mW}$ .
173. Mitu mW on 0,09 W?
174. Mitu mW on 1,002 W?
175. Mitu vatti on 320 millivatti?  
 $320 \text{ mW} = 320 \cdot 10^{-3} = 0,32 \text{ W}$ .
176. Mitu W on 17 mW?
177. Mitu W on 0,62 mW?
178. Mitu megavatti on 605 000 W?  
 $605\,000 \text{ W} = 605\,000 \cdot 10^{-6} = 0,605 \text{ MW}$ .
179. Mitu MW on 11 000 000 W?
180. Mitu MW on 82 000 W?
181. Mitu vatti on 1,6 MW?  
 $1,6 \text{ MW} = 1,6 \cdot 10^6 = 1\,600\,000 \text{ W}$ .
182. Mitu W on 0,002 MW?
183. Mitu W on 0,99 MW?
184. Mitu hektovatti on 325 W?  
 $325 \text{ W} = 325 \cdot 10^{-2} = 3,25 \text{ hW}$ .
185. Mitu hW on 1530 W?
186. Mitu hW on 91 W?
187. Mitu vatti on 4,27 hektovatti?  
 $4,27 \text{ hW} = 4,27 \cdot 10^2 = 427 \text{ W}$ .
188. Mitu vatti on 0,6 hW?
189. Mitu vatti on 0,085 hW?
190. Mitu kilovatti on 16 hektovatti?  
 $16 \text{ hW} = 16 \cdot 10^{-1} = 1,6 \text{ kW}$ .
191. Mitu kilovatti on 175 hW?
192. Mitu kW on 0,33 hW?
193. Mitu hektovatti on 0,75 kilovatti?  
 $0,75 \text{ kW} = 7,5 \text{ hW}$ .
194. Mitu hW on 122 kW?
195. Mitu hW on 0,001 kW?
196. Mitu hobujõudu on 1500 W?  
 $1 \text{ HJ} = 736 \text{ W}$ ,  
 $1500 \text{ W} = \frac{1500}{736} = 2,04 \text{ HJ}$ .
197. Mitu HJ on 600 W?

198. Mitu HJ on 95 W?  
 199. Mitu HJ on 12 kW?  
 200. Mitu HJ on 2,5 kW?  
 201. Mitu kilovatti on 5 HJ?

$$1 \text{ kW} = 1,36 \text{ HJ},$$

$$5 \text{ HJ} = \frac{5}{1,36} = 3,68 \text{ kW}.$$

202. Mitu kW on 0,75 HJ?

203. Mitu W on 0,1 HJ?

204. Mitu W on 20 HJ?

205. Mitu kilovatt-tundi on 520 Wh?

$$520 \text{ Wh} = 520 \cdot 10^{-3} = 0,52 \text{ kWh}.$$

206. Mitu kWh on 14 320 Wh?

207. Mitu kWh on 0,9 Wh?

208. Mitu vatt-tundi on 7,36 kWh?

$$7,36 \text{ kWh} = 7,36 \cdot 10^3 = 7360 \text{ Wh}.$$

209. Mitu Wh on 0,21 kWh?

210. Mitu Wh on 0,0029 kWh?

211. Mitu vatt-sekundit on 2,5 Wh?

$$2,5 \text{ Wh} = 2,5 \cdot 3600 = 9000 \text{ Ws}.$$

212. Mitu Ws on 0,75 Wh?

213. Mitu vatt-sekundit on 0,6 kWh?

$$0,6 \text{ kWh} = 3\,600\,000 \cdot 0,6 = 36 \cdot 10^5 \cdot 6 \cdot 10^{-1} = \\ = 216 \cdot 10^4 = 2\,160\,000 \text{ Ws}.$$

214. Mitu Ws on 0,0024 kWh?

215. Mitu Wh on 4630 Ws?

$$4630 \text{ Ws} = \frac{4630}{3600} = 1,29 \text{ Wh}.$$

216. Mitu Wh on 29 Ws?

217. Mitu kWh on 832 000 Ws?

$$832\,000 \text{ Ws} = \frac{832\,000}{3\,600\,000} = 0,231 \text{ kWh}.$$

218. Mitu kWh on 7100 Ws?

219. Mitu kWh on 94 Ws?

220. Mitu hektovatt-tundi on 6,25 kilovatt-tundi?

$$6,25 \text{ kWh} = 62,5 \text{ hWh}.$$

221. Mitu hWh on 0,12 kWh?

222. Mitu hWh on 0,04 kWh?  
 223. Mitu kilovatt-tundi on 13,2 hektovatt-tundi?  
 $13,2 \text{ hWh} = 1,32 \text{ kWh}$ .  
 224. Mitu kWh on 0,55 hWh?  
 225. Mitu kWh on 0,009 hWh?  
 226. Mitu kWh on 602 hWh?  
 227. Mitu vatt-tundi on 17,3 hektovatt-tundi?  
 $17,3 \text{ hWh} = 1730 \text{ Wh}$ .  
 228. Mitu Wh on 0,031 hWh?  
 229. Mitu Wh on 260 hWh?  
 230. Mitu hektovatt-tundi on 101 vatt-tundi?  
 $101 \text{ Wh} = 1,01 \text{ hWh}$ .  
 231. Mitu hWh on 0,7 Wh?  
 232. Mitu hWh on 6238 Wh?  
 233. Mitu kalorit on 1,12 kilokalorit?  
 $1,12 \text{ kcal} = 1,12 \cdot 10^3 = 1120 \text{ cal}$ .  
 234. Mitu cal on 0,07 kcal?  
 235. Mitu cal on 14,92 kcal?  
 236. Mitu kilokalorit on 76 250 cal?  
 $76\,250 \text{ cal} = 76\,250 \cdot 10^{-3} = 76,25 \text{ kcal}$ .  
 237. Mitu kcal on 4440 cal?  
 238. Mitu kcal on 52 cal?  
 239. Mitu kcal on 1 320 000 cal?  
 240. Mitu kcal on  $72,5 \cdot 10^7 \text{ cal}$ ?

### ÜLESANDEID LAHENDUSNÄIDETEGA.

241. Missuguse võimsusega on elektrilamp, kui teda 110 V võrku ühendatuna läbib vool 0,54 A? (8)

$$P = I \cdot U = 0,54 \cdot 110 = 59,4 \approx 60 \text{ W}.$$

242. Mitme vatine on triikraud, kui 220 V pingel puhul läbib teda 2,05 A vool? (8)

243. Missuguse võimsusega on jalgrattalamp, millele on märgitud 6 V/0,5 A? (8)

244. Moskva allmaaraudtee alajaamas registreeriti teataval momendil voolu 9300 A (pinge 600 V). Kui suur oli nimetatud momendil kõigi rongide poolt tarbitav võimsus vattides, kilovattides ja megavattides?

245. Elektripliidi koguvõimsus (kõik keeduplaadid ja praeahi) on 4750 W. Kui tugev on pliidi ühendusjuhtmeis vool, kui kogu pliit on rakendatud? Pinge on 220 V. (8a) Kas tohib kasutada 15 A kaitsmeid?

$$I = \frac{P}{U} = \frac{4750}{220} = 21,6 \text{ A.}$$

15 A kaitsmeid ei tohi kasutada, kui kogu pliit korraga tööle rakendada. On vaja 25 A kaitsmeid.

246. Korteris elektrivõrk oli kaitstud 6 A kaitsmetega. Pinge on 220 V. Kas tohib korraga võrku ühendada 450 W triikraua ja 600 W kiirkeetja? (8a)

247. Tehas tootis tuulegeneraator-akulaadijaid, millele kohta teatas, et 6-meetrise tuulekiiruse puhul on generaatori võimsus 30 vatti. Generaatori pinge oli 6,4 V. Kui tugev oli laadimisvool? (8a)

248. Raadiolambi automaatse eelpinge takisti on 1-vatine, s. t. teda läbiva voolu ja temal tekkiva pingelangu arvel ei tohi takistil soojuseks muutuv elektrienergia ületada 1 vatti, kuna muidu takisti liigselt kuumeneks. Kui suur tohib olla pingelang takistil, kui ta peab läbi juhtima voolu 40 mA? (8b)

$$U = \frac{P}{I} = \frac{1}{0,04} = 25 \text{ V.}$$

249. Millisele pingele on sobitatud elektriahi, kui ta võimsus on 1,1 kW ja vool töötamisel 5 A? (8b)

250. Alalisvoolu jõujaama väljumisvool alajaamade jaotusvõrku oli 132 A. Vattmeeter näitas 0,8 MW (megavatti). Kui kõrge oli pinge? (8b)

251. Mitme vatine peab olema raadiolambi 20 k $\Omega$  takisti, et ta taluks pingelangu 90 V? (8c)

$$P = \frac{U^2}{r} = \frac{90 \cdot 90}{20\,000} = \frac{8\,100}{20\,000} = 0,405 \text{ W.}$$

Tähendab — takisti peab olema vähemalt 0,5-vatine.

252. 6600-oomine voltmeeter on ühendatud 220 V elektrivõrguga. Mitu vatti tarbib voltmeeter? (8c)

253. Kui suur on 220 V võrku ühendatud 48,5  $\Omega$  takistusega elektriühju võimsus? Anda see hektovattides. (8c)

254. Mitme vatist võimsust omab auto tuuleklaasi soojendaja, mille takistus on  $7 \Omega$ ? Auto akupatarei pinge on  $12 \text{ V}$ . (8c)

255. Mitme vatist masstakistit tuleb kasutada raadioaparaadi lõpplambile automaatse eelpinge tekitamiseks, kui takisti on  $500 \Omega$  ja teda läbiv vool on  $40 \text{ mA}$ ? (8d)

$$P = I^2 \cdot r = 0,04^2 \cdot 500 = 0,8 \text{ W}.$$

Takisti valime ühevatise.

256. Elektritarbijat, mille takistus on  $184 \Omega$ , läbib  $1,2 \text{ A}$ . Kui suur on tarbija võimsus? (8d)

257. Kui kõrgele pingele sobib  $300 \text{ W}$  võimsusega soojendusvaip, mis omab takistust  $40 \Omega$ ? (8e)

258. Kui suurt takistust omab tarbija, mis on ühendatud  $24 \text{ V}$  vooluallikaga ja mille võimsus on  $3 \text{ W}$ ? (8f)

259. Elektriaparaat vajab võimsust  $0,264 \text{ kW}$ , tema takistus on  $45,8 \Omega$ . Kui tugev on teda läbiv vool? (8g)

260. Kui suur on soojenduskapi küttekeha takistus, kui ta võrku ühendatuna vajab  $0,99 \text{ kW}$  ja temaga järjestikku ühendatud ampermeeter näitab  $4,5 \text{ A}$ ? (8h)

261. Kui suur on tarbija takistus, kui vattmeeter näitab võimsust  $1360 \text{ W}$  ja ampermeeter  $6,2 \text{ A}$ ? (8h)

262. Mitu kilovatt-tundi tarbitakse elektrienergiat, et 2 tundi 30 minutit käitada mootorit, mis omab keskmist võimsust  $7,75 \text{ kW}$ ? (9)

$$A = P \cdot t = 7750 \cdot 2,5 = 19,38 \text{ kWh}.$$

263. Mitu kilovatt-tundi on tarbitud elektrit 4-tunnise triikimise kestel  $450 \text{ W}$  triikrauaga? (9)

264. Vooluarvesti näitas  $0732,6 \text{ kWh}$ . Võrku oli ühendatud  $900 \text{ W}$  elektri-praeahi ja  $1200 \text{ W}$  elektripliit. Kui palju näitas arvesti pärast ülalnimetatud riistade 45-minutist kasutamist? (9)

265. Kaheksatunnise tööpäeva lõpul oli tööstus-arvesti registreerinud  $408 \text{ kWh}$  energia tarbimist. Kui suur oli tööstuse mootorite keskmine võimsus? (9b)

$$P = \frac{A}{t} = \frac{408}{8} = 51 \text{ kW}.$$

266. Lohakas korteriomanik läks 14 päevaks maale puhkusele ja unustas 40 W elektripirni põlema. Mitu kWh raiskas ta asjatult elektrienergiat? (9)

267. Elektriijaama taastamise ajaks limiteeriti voolutarvitused. Korterilimiit oli 19 kWh kuus. Mitu tundi võis selle energiaga kasutada 25 W lampi? (9)

268. Raadioaparaadi võrgust võetav võimsus oli 58 W. Mitu tundi päevas võib raadioaparaati kasutada, kui elektrilimiit raadioaparaadi jaoks ühe kuu kohta (30 päeva) oli 8 kWh? (9)

269. Kas jätkub 168 kWh elektrilimiidist kuus, et peale 70 W raadioaparaadi, ühe 40 W ja kahe 25 W lambi, mida kasutatakse 4 tundi päevas, ühendada võrku veel iga päev kaheks tunniks 1800 W võimsusega elektriboiler? (9)

270. Mitu tundi päevas võib kasutada 750 W elektriahju, et ta ei tarbiks päevas rohkem kui 4,5 kWh elektrienergiat? (9)

271. Voolutarbimise kontrollija märkis arvesti näidu 15. septembril 2391,8 kWh ja 19. oktoobril 2408,3 kWh. Mitu tundi oli korteriomanik päevas keskmiselt kasutanud 60 W elektrilampi? (9)

272. Kui palju maksab kolmetunnine pesutriikimine 500 W triikrauga, kui kilovatt-tunni hind on 40 kopikat? (9)

$$A = P \cdot t = 500 \cdot 3 = 1500 \text{ Wh} = 1,5 \text{ kWh},$$
$$\text{hind on } 1,5 \cdot 40 = 60 \text{ kopikat}.$$

273. 1200 W kiirkeetjaga aeti 11 minuti jooksul keema 1,8 l vett. Kui palju maksis vee keetmine (kilovatt-tunni hind oli 40 kop.)? (9)

274. Elektriboiler 1200 W küttekehaga oli kuu kestel ühendatud võrku 160 tundi. Kui palju kulutati vee soojendusele, kui kWh hind oli 25 kopikat? (9)

275. Elektrimootor õmblusmasinale vajab võimsust 45 W. Mitu kWh kulub kuus (25 tööpäeva) elektrienergiat, kui õmblusmasina mootor töötab päevas keskmiselt 5,5 tundi? (9)

276. Mitu tundi võib soojendada haiget elektrilise soojenduspadjaga (30 W), kuni on tarvitatud 1 kWh? (9)

277. Korteris põles elektrilamp, mille võimsus polnud teada, kuid mis pani vooluarvesti ketta pöörlema nii, et üks

ketta pööre kestis 1 min. 57 sek. (Kettal on ühes kohas punase värviga märgike, mis võimaldab loendada ketta pööreid.) Arvestil oli märgitud, et 1200 ketta pöörde puhul on arvesti registreerinud elektrienergia tarbimist 1 kWh. Kui suur oli lambi võimsus?

Märkus: Arvesti sildile (passile) on märgitud tavaliselt arvesti valmistaja tehase nimi, pinge, maksimaalne vool, arvesti number ja nn. arvesti konstant, mis näitab, mitu ketta pööret vastab ühele kilovatt-tunnile või mitu vatt-tundi on 1 pööre. Nii esineb arvesti passidel järgmisi arvesti konstante:

2400 pööret	=	1 kWh
1800 „	=	1 kWh
1500 „	=	1 kWh
1200 „	=	1 kWh
900 „	=	1 kWh
600 „	=	1 kWh
480 „	=	1 kWh
240 „	=	1 kWh
240 „	=	1 hWh
1 pööre	=	1 Wh
1 „	=	0,6 Wh
1 „	=	0,5 Wh

Eeltoodud tüüpi ülesannete lahendamisel arvutame kõigepealt, mitu pööret teeb arvesti ketas tunnis.

Tunnis on 3600 sek. Meie eeltoodud ülesandes pani tarbija (lamp) ketta pöörlema kiirusega 117 sekundit üks pööre. Seega teeb ketas tunnis

$$3600 : 117 = 30,8 \text{ pööret.}$$

Ketas teeks 1200 pööret tunnis siis, kui arvestiga oleks järjestikku ühendatud 1 kW tarbija (1000 W tarbija). Antud juhul võime kirjutada:

$$\begin{array}{r} 1000 \text{ W} \text{ — } 1200 \text{ pööret tunnis} \\ X \text{ W} \text{ — } 30,8 \text{ „ „} \end{array}$$

$$\text{Siit } X = \frac{1000 \cdot 30,8}{1200} = 25,6 \text{ vatti.}$$

Meie lamp oli 25-vatine.

278. Tundmata võimsusega tarbija pani arvesti ketta pöörlema nii, et ketta üks pööre kestis 14 sek. Arvesti konstant oli 600 pööret = 1 kWh. Leida tarbija võimsus.

279. Raadioaparaat, mille poolt elektrivõrgust võetav võimsus polnud teada, pani arvesti pöörlema nii, et üks pööre kestis 34 sek. Arvesti konstant oli 1500 pööret = 1 kWh. Leida raadioaparaadi poolt võrgust võetav võimsus.

280. Tundmata võimsusega triikraud pani arvesti ketta pöörlema nii, et minutis tegi ketas 18 pööret. Arvesti konstant on 2400 p. = 1 kWh. Leida tarbija võimsus.

Kui ketas teeb minutis 18 pööret, siis teeb ta tunnis 60 korda rohkem, s. o.  $18 \cdot 60 = 1080$  pööret.

$$1000 \text{ W} \text{ — } 2400 \text{ pööret}$$

$$X \text{ W} \text{ — } 1080 \text{ pööret}$$

$$X = \frac{1000 \cdot 1080}{2400} = 450 \text{ W.}$$

Triikraua võimsus oli 450 vatti.

281. Elektripraehi, mille võimsust sooviti mõõta, pani arvesti ketta, mille konstant oli 1800 pööret = 1 kWh, pöörlema nii, et kahe minutiga tegi ketas 59 pööret. Kui suur oli praehju võimsus?

282. Arvesti registreeris hektovatt-tunde. Neli võrdse võimsusega lampi, mis olid arvesti järele lülitatud, sundisid ketta tegema kahe minuti jooksul 8 pööret. Arvesti konstant oli 240 pööret = 1 hektovatt-tund. Kui suur oli ühe lambi võimsus?

283. Arvesti konstant oli 1 pööre = 0,5 vatt-tundi. Kui suur oli tarbija võimsus, kui ketas tegi minutis 16 pööret?

M ä r k u s: Eeltoodud tüüpi ülesande puhul arvutame arvesti konstandi ümber kilovatt-tunni kohta:

$$1 \text{ pööre} \text{ — } 0,5 \text{ Wh}$$

$$X \text{ pööret} \text{ — } 1000 \text{ Wh}$$

Siit

$$X = \frac{1 \cdot 1000}{0,5} = 2000.$$

Seega arvesti konstant on

$$2000 \text{ pööret} = 1 \text{ kWh.}$$

Edasi lahendame nagu eespoolseid ülesandeid.

284. Arvesti ketas tegi tarbija mõjul 2 minutiga 17 pööret. Kui suur oli tarbija võimsus, kui konstant oli 1 pööre = 0,6 Wh?

285. Arvesti ketas tegi tundmata võimsusega tarbija mõjul ühe pöördi 16 sekundiga. Kui suur oli tarbija võimsus, kui arvesti konstant oli 1 pööre = 0,6 Wh?

286. Mitu kalorit on vaja soojus-energiat, et 1,5 l vee temperatuuri tõsta 14° C pealt kuni 85° C? (10)

$$Q = G(\vartheta_2 - \vartheta_1)c = 1500 \cdot (85 - 14) \cdot 1 = 1500 \cdot 71 = 106\,500 \text{ cal} = 106,5 \text{ kcal.}$$

287. Kui palju on vaja kaloreid, et 400-g vasetükki soojendada temperatuurist 18° C kuni 250° C? (Erisoojus  $c$  vase puhul on 0,094.) (10)

288. Kui suure hulga vett saab soojendada 1000 kcal-ga temperatuurist 10° C kuni 85° C? (10a)

$$G = \frac{Q}{(\vartheta_2 - \vartheta_1)c} = \frac{1\,000\,000}{(85 - 10) \cdot 1} = \frac{1\,000\,000}{75} = 13\,300 \text{ g} = 13,3 \text{ kg.}$$

289. Kilogramm kivisütt annab põledes 8000 kcal soojust. Kui suure hulga vett saab soojendada katlas 6 kg kivisöega temperatuurist 15° C kuni 100° C, arvestades, et kivisöes peituvat energiast oli antud juhul võimalik vette juhtida 20% soojusest? (10a)

290. Mitme kraadini kuuenes 130 g raskune algtemperatuuriga 20° C vasetükk ( $c = 0,094$ ), kui ta sai soojust 193 cal? (10b)

$$\vartheta_2 - \vartheta_1 = \frac{Q}{G \cdot c} = \frac{193}{130 \cdot 0,094} = 15,8^\circ \text{C.}$$

Temperatuuri tõus oli 15,8° C, seega vasetükk kuuenes temperatuurini  $20 + 15,8 = 35,8^\circ \text{C}$ .

291. Kui palju soojenes teeklaasitäis (200 g) vett, kui temasse juhiti 2 kcal soojust? Vesi oli varem temperatuuriga 21° C. (10b)

292. Kui palju kaloreid tekib poole tunni jooksul 1 kW võimsusega elektriküttekehas? (11)

$$0,5 \text{ tundi on } 0,5 \cdot 60 \cdot 60 = 1800 \text{ sek.}$$

$$Q = 0,24 \cdot P \cdot t = 0,24 \cdot 1000 \cdot 1800 = 432\,000 \text{ cal} = 432 \text{ kcal.}$$

293. Kui palju soojust levitab 25 W elektrilamp 24 tunni jooksul, kui ta põleb täiesti kinnises ruumis? (Arvestada tuleb, et ka see energia, mis lambis muutub valguseks, absorbeerudes ruumi seintes, muutub soojuseks.) (11)

294. Kui palju soojust toodab 500 W kiirgahi 3 tunni jooksul? (11)

295. Kui kauaks peab olema võrku ühendatud 4,5 kW küttekeha, et saada 300 kcal soojust? (11a)

$$t = \frac{Q}{0,24 \cdot P} = \frac{300\,000}{0,24 \cdot 4500} = \frac{300\,000}{1080} = 2780 \text{ sek.} \approx 46 \text{ min.}$$

296. Kui palju läheb aega, et 600 W küttekeha toodaks 1,44 cal soojust? (11a)

297. Milline peab olema elektriküttekeha võimsus, et ta 1 tunni jooksul oleks suuteline tootma 340 kcal soojust? (11b)

$$P = \frac{Q}{0,24 \cdot t} = \frac{340\,000}{0,24 \cdot 3600} = \frac{340\,000}{864} = 3930 \text{ W} \approx 3,9 \text{ kW.}$$

298. Missugust võimsust on vaja, et 280 kcal soojust toota 25 minuti jooksul? (11b)

299. Mitu kalorit soojust tekib 1 tunni jooksul elektri magistraaljuhtmes, milles 48 A voolu puhul on pingelang 1,9 V? (11c)

$$1 \text{ tund} = 3600 \text{ sekundit}$$

$$Q = 0,24 \cdot I \cdot U \cdot t = 0,24 \cdot 48 \cdot 1,9 \cdot 3600 = 78\,800 \text{ cal} = 78,8 \text{ kcal.}$$

300. Raadioaparaadi lõpplambi küttevool on 1,2 A, pinge 6,3 V. Kui palju soojust tekib küttevoolu arvel 6 tunni jooksul? (11c)

301. Mitu kalorit toodeti tunnis soojust elektriahuga, mida läbis vool 5,9 A ja mille takistus oli 27  $\Omega$ ? (11d)

$$Q = 0,24 \cdot I^2 \cdot r \cdot t = 0,24 \cdot 5,9^2 \cdot 27 \cdot 3600 = 812\,000 \text{ cal} = 812 \text{ kcal.}$$

302. Kvartslambi eeltakistit, mille takistus oli 105  $\Omega$ , läbis vool 2,17 A. Kui palju soojust tootis see eeltakisti minutis? (11d)

303. Palju soojendab ruumi (kalorites) raadiojaama kõrgepinge voltmeeter 24 tunniga, kui teda läbib vool 7,6 mA ja tema takistus (mõõteriist + eeltakisti) on 1500 k $\Omega$ ? (11d)

**304.** Sukelduskeetja takistus oli  $400 \Omega$  ja ta oli sobitatud  $220 \text{ V}$  pingele. Kui palju soojust toodab ta 10 minuti jooksul? (11e)

$$Q = \frac{0,24 \cdot U^2 \cdot t}{r} = \frac{0,24 \cdot 220^2 \cdot 600}{400} = 17\,400 \text{ cal} = 17,4 \text{ kcal.}$$

**305.** Auto „Pobeda” akuga ( $12 \text{ V}$ ) oli ühendatud tuuleklaasi soojendaja, mille takistus oli  $5,8 \Omega$ . Leida minutis tekkinud soojusehulk. (11e)

**306.** Osmiumtraadist hõõglambi takistus oli  $15^\circ \text{C}$  temperatuuril  $300 \Omega$ . Kui suur on ligikaudne takistus lambi hõõgudes temperatuuril  $1500^\circ \text{C}$ ? Osmiumi  $\alpha = 0,004$ . (12)

$$r_t = r[1 + \alpha(\vartheta_2 - \vartheta_1)] = 300[1 + 0,004(1500 - 15)] = 2082 \Omega \approx 2100 \Omega.$$

**307.** Kroomnikkeltraadi takistus külmas olekus oli  $47 \Omega$ . Kui suur on tema ligikaudne takistus  $700^\circ \text{C}$  temperatuuril? (12)

**308.** Elektrilise takistustermomeetri takistus  $20^\circ \text{C}$  puhul oli  $100,0 \Omega$ . Kui suur on takistus  $1000^\circ \text{C}$  temperatuuri mõõtmisel? (12) ja tabel 4

**309.** Tööstuse „Volta” laboratooriumis määrati, et katsetatava mootori staatori takistus oli  $20^\circ \text{C}$  juures  $0,039 \Omega$ . Pärast mootori eeskirjadekohast koormamist oli staatori takistus  $0,0486 \Omega$ . Kui kõrgele oli tõusnud staatori mähise temperatuur pärast mootori töötamist? (12a), tabel 4

**310.** Kõrgete temperatuuride mõõtmiseks kasutatav takistustermomeeter oli valmistatud nikkeltraadist ja omas takistust  $20^\circ \text{C}$  juures  $100,0 \Omega$ . Kui kõrge oli temperatuur, kui takistustermomeetri takistus oli  $116,5 \Omega$ ? (12a), tabel 4

**311.** Kui kõrge oli kroomnikli temperatuur, kui tema takistus külmas olekus ( $15^\circ \text{C}$ ) oli  $177 \Omega$  ja kuumutatult  $195 \Omega$ ?  $\alpha = 0,04$ . (12a)

**312.** Materjali takistus külmalt ( $15^\circ \text{C}$ ) oli  $577 \Omega$  ja  $800^\circ \text{C}$  juures  $652 \Omega$ . Kui suur on selle aine temperatuuritegur? (12b)

**313.** Kui kõrge on hõõguva söeniitlambi temperatuur, kui lambi takistus  $15^\circ \text{C}$  juures on  $1400 \Omega$  ja lamp ühendatuna  $220 \text{ V}$  võrguga tarvitab  $1 \text{ A}$  voolu? (1b) ja (12a)

Lambi takistus kuumalt on:

$$r_t = \frac{U}{I} = \frac{220}{1} = 220 \text{ } \Omega.$$

Söeniidi temperatuuritegur on negatiivne ( $\alpha = -0,0005$ ), s. t. et söeniidi takistus väheneb temperatuuri tõustes.

$$\begin{aligned} \vartheta_2 &= \vartheta_1 + \frac{r_t - r}{\alpha \cdot r} = 15 + \frac{220 - 1400}{-0,0005 \cdot 1400} = 15 + \frac{-1180}{-0,7} = \\ &= 15 + 1686 = 1701^\circ \text{C}. \end{aligned}$$

Lambi hõõgniidi temperatuur oli seega  $1700^\circ \text{C}$ .

**314.** Eelmises ülesandes kirjeldatud lamp ühendati 110 V võrku, mispuhul vool oli 0,2 A. Leida hõõguva lambi söeniidi temperatuur.

**315.** Kui palju eraldub elektrolüüsi puhul katoodil hõbedat 18 A vooluga 2 tunni jooksul? (13)

$$2 \text{ tundi} = 7200 \text{ sek.}$$

$$G = \alpha \cdot I \cdot t = 1,118 \cdot 18 \cdot 7200 = 145\,000 \text{ mg} = 145 \text{ g.}$$

**316.** Kui suur hulk niklit eraldub 40 A vooluga galvaniseerimisel 30 minuti jooksul? (13)

**317.** Kui tugev oli vool, kui elektrolüüsi puhul katood raskenes hõbedasoolade vannis 25 minuti jooksul 0,072 g võrra? (13b)

**318.** Volhovi hüdroelektrijaama juurde ehitatud alumiiniumitehase üks elektrolüüsi-alumiiniumivann eraldab ööpäevas 110 kg metalli. Kui tugev on vanni läbiv vool? (13b)

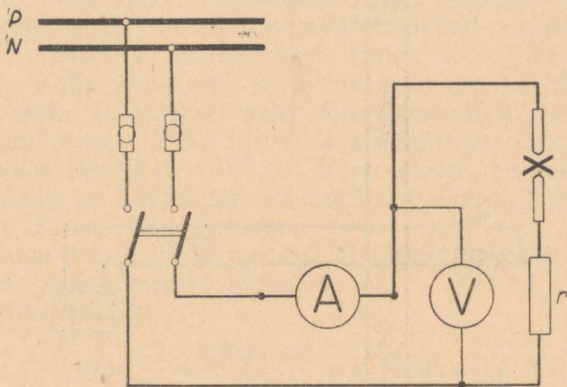
**319.** Kui kaua läheb aega, et kullata metallest 2 A vooluga 0,007 g võrra raskemaks? (13c)

**320.** Õhuke terasest plaat, ühepoolse pinnaga  $1,8 \text{ dm}^2$ , tuleb katta galvaaniliselt mõlemalt küljelt  $0,013 \text{ mm}$  paksuse niklikihiga. Kaua kestab nikeldamine  $1,4 \text{ A}$  vooluga, kuni on plaadile eraldunud soovitud paksusega kiht? (13c), tabel 5 ja 6.

**321.** Kui suur on 220-voldise alalisvoolumootori võimsus, kui teda täiskoormusel läbib  $65 \text{ A}$ ? (8)

**322.** Milline 220-voldine lamp standarditud lambivõimsuste hulgast (15, 25, 40, 60, 75, 100, 150, 200 W) vajab  $682 \text{ mA}$  voolu? (8)

323. Kaarlamp on ühendatud joonise 7 kohaselt (ampermeeter nagu tavaliselt voolu mõõtmisel järjestikku ja voltmeeter pinge mõõtmiseks rööbiti tarbijaga). Kui suur on lambi võimsus kilovattides, kui ampermeeter näitab 8,5 A ja voltmeeter 112 V? Kuna ampermeeter omab suhteliselt üliväikest takistust, siis tema takistust käesolevas ülesandes ei arvestata. (8)



Joon. 7.

324. Kui suur on elektriahju võimsus, kui ta takistus on  $35 \Omega$  ja ahi on ühendatud 220 V võrguga? (1), (8) või (8c)

325. Kui suur on küttekeha takistus, kui ta 110 V vooluallikaga ühendatuna omab võimsust 0,88 kW? (8a), (1b) või (8f)

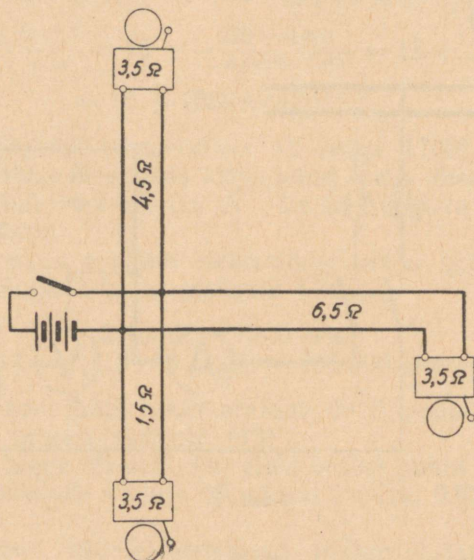
326. Millise pingega all asub  $250 \Omega$  takisti, kui ta vajab võimsust 1 kW? (8e)

327. Tarbija takistusega  $35 \Omega$  oli normaalselt ette nähtud kasutamiseks pingega 220 V. Ühendatuna 110 V võrguga on ta võimsus väiksem. Mitu korda on võimsus väiksem, kui eeldame, et tarbija takistus ei muutu? (8c)

328. Pingele 110 V sobiv elektritriikraud omab võimsust 440 W. Triikraua küttemähis on valmistatud kroomnikkel-lindist, mille laius on 1 mm ja paksus 0,2 mm. Eritakistus

$\rho$  on 1,1. Mitu meetrit on vaja kroorniklit küttemähise valmistamiseks? (8a), (1b) ja (2a)

329. Alalisvoolu haruvoolumootor nimivõimsusega 4,4 kW töötab pingega 220 V ja omab ankrut takistusega 0,18  $\Omega$ . Käivitusvool tohib ületada täiskoormusel esinevat voolu 50%. Kui suur peab olema käivitusreostaadi maksimumtakistus?



Joon. 8.

Märkus: Ergutusmähist läbiv vool on käesolevas ülesandes toodud näite puhul nii väike, et ei tule arvestamisele.

$$I = \frac{P}{U} = \frac{4400}{220} = 20 \text{ A,}$$

$$I_{\text{käivit}} = I + \frac{I \cdot 50}{100} = 20 + \frac{20 \cdot 50}{100} = 20 + 10 = 30 \text{ A,}$$

$$r_{\text{kogu}} = \frac{U}{I_{\text{käivit}}} = \frac{220}{30} = 7,33 \text{ } \Omega,$$

$$r_{\text{reost}} = r_{\text{kogu}} - r_s = 7,33 - 0,18 = 7,15 \text{ } \Omega.$$

330. Kui suur peab olema eelmises ülesandes toodud mootori käivitusreostaadi maksimumtakistus, et käivitusvool ei ületaks mootori täiskoormusel esinevat voolu 25%?

331. Tuletõrje alarmkõlistid olid seatud kolme korterisse. Iga kõlisti takistus oli  $3,5 \Omega$ . Harujuhtmed esimese kõlistini omasid takistust  $1,5 \Omega$ , teise kõlistini  $4,5 \Omega$  ja kolmanda kõlistini  $6,5 \Omega$ . Alarmseadise toiteks kasutati  $6 \text{ V}$  akut, mille sisetakistus on nii väike, et käesolevas arvutuses ei kuulu arvestamisele. Ka relee kontaktpaar, mis ühendab alarmvoolu tegevusse, omab mitteamvestatavat takistust. Leida kõlisteid läbivad voolud ja vooluallikast võetav vool. (Vt. joonis 8.)

332. Kolhoosikeskuse veetornis asub pumba käivitusautomaat, mida toidetakse kahe kuivelemendiga, mis omavad elektromotoorset jõudu  $1,5 \text{ V}$  ja sisetakistust  $0,8 \Omega$ . Lülitamisseadise takistus on  $0,5 \Omega$ . Vooluallikas, kontaktid ja lülitamisseadis on ühendatud  $1,5 \text{ mm}^2$  ristlõikega ja  $8,6 \text{ m}$  pikkust omava vaskjuhtmega.

Kuidas ühendada elemendid, et lülitamisseadis omaks töötamiseks maksimaalset võimsust?

Juhtme takistus

$$r = \frac{\rho \cdot l}{q} = \frac{0,0175 \cdot 8,6}{1,5} = 0,1003 \approx 0,1 \Omega.$$

Kui elemendid ühendada järjestikku, on vooluringi takistus

$$r = 2 \cdot r_s + r_t + r_j = 2 \cdot 0,8 + 0,5 + 0,1 = 2,2 \Omega,$$

kus  $r_s$  on elemendi sisetakistus,

$r_t$  — lülitamisseadise (tarbija) takistus,

$r_j$  — juhtme kogutakistus.

Vooluringis voolab sel puhul vool

$$I_1 = \frac{2 \cdot E}{r_1} = \frac{2 \cdot 1,5}{2,2} = 1,36 \text{ A.}$$

Pingelang lülitamisseadisel

$$U_1 = I_1 \cdot r_t = 1,36 \cdot 0,5 = 0,68 \text{ V}$$

ja tarbija võimsus

$$P_1 = I_1 \cdot U_1 = 1,36 \cdot 0,68 = \underline{0,925 \text{ W.}}$$

Kui elemendid ühendada patareiks rööbiti, on vooluringi takistus

$$r_2 = \frac{r_s}{2} + r_t + r_f = \frac{0,8}{2} + 0,5 + 0,1 = 1,0 \Omega.$$

Vooluringis voolab sel puhul vool

$$I_2 = \frac{E}{r_2} = \frac{1,5}{1} = 1,5 \text{ A.}$$

Pingelang lülitamiseseadisel

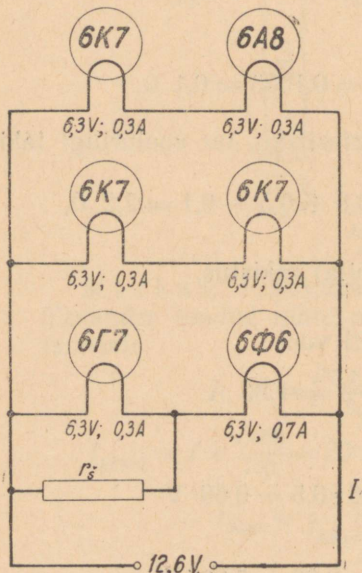
$$U_2 = I_2 \cdot r_t = 1,5 \cdot 0,5 = 0,75 \text{ V}$$

ja tarbija võimsus

$$P_2 = I_2 \cdot U_2 = 1,5 \cdot 0,75 = \underline{1,125 \text{ W.}}$$

Selgus, et kui antud juhul ühendasime elemendid patareiks rööbiti, oli meil tugevam vool, kõrgem tarbijal esinev pingelang ja suurem tarbijal rakendunud võimsus.

333. Raadioaparaat omas 6,3 V küttepingega lampe, kuid nende toiteks oli kasutada kuuest happeakumulaa-  
torist koosnev patarei, seega oli kasutatav küttepinge 12,6 V. Paratamatult tuli lambid ühendada paarikaupa järjestikku. Aparaadis kasutati lampe 6K7, 6A8, 6K7, 6K7, 6Γ7 ja 6Φ6. Esimese viie lambi küttevool on 0,3 A, kuid viimase, 6Φ6 küttevool on 0,7 A. Seega ei või meie viimast lambipaari ühendada lihtsalt järjestikku, sest siis tekiks 6Γ7 kütteniidil, mis omab suuremat takistust kui 6Φ6 kütteniit, suurem pingelang



Joon. 9.

ja 6Г7 põleks läbi. Et seda vältida, tuleb 6Г7 kütteniidiga ühendada rööbiti takisti  $r_s$  (šunt), mis juhib liigse voolu kütteniidi kõrvalt mööda. Aparaaadi lampide kütteniitide lülitust kujutab joonis 9.

Leida: a) koguvool  $I$ , b) takisti  $r_s$  takistus, c) lampide 6Г7 ja 6Ф6 kütteniitidel tekkiv pingelang, kui puuduks takisti  $r_s$ .

**334.** Elektripliidi kütteleplaad omab 220 V pinge jaoks kahte küttemähist, milledest ühe takistus  $r_1 = 40 \Omega$  ja teise takistus  $r_2 = 30 \Omega$ . Kui suured küttevõimsused on võimalik selle plaadiga rakendada (kui  $r_1$  ja  $r_2$  on järjestikku,  $r_1$  üksi,  $r_2$  üksi või  $r_1$  ja  $r_2$  rööbiti võrku ühendatud)? (4), (1), (8), (6)

**335.** Kui suur peab olema minimaalne juhtme ristlõige, et 11 kW-st alalisvoolu võimsust pingelanguga 5,5 V juhtida 80 m kaugusele, kusjuures tarbija pinge on 110 V, kui juhtmaterjaliks on alumiinium? (8a), (1b), (2c)

M ä r k u s: Kuna juhe on kahekordne, siis  $l = 2 \cdot 80$  m.

**336.** Kui kaugele võib 16 mm<sup>2</sup> ristlõikelise vaskjuhtmega juhtida 12 kW võimsust, kui pingelang ei tohi ületada 6,6 V? Algpinge on 220 V. (8a), (1b) ja (2a)

**337.** Keevitamiseks oli kasutada alalisvooluvõrk 220 volti. Vooluvõtu-koht asus keevituskohast eemal 19 meetrit. Keevitati 6 mm läbimõõduga elektrootidega, mispuhul keevitusumformerit tööpinge oli 28 volti, keskmine keevitusvool 210 amprit. Keevitusumformerit kasutegur oli 82%. Kuhu on kasulik paigutada umformerit, kas vooluvõtu-koha juurde, sel puhul on madalpingejuhtmed ca 17 m pikad, või viia umformerit töökoha juurde ja sinna juhtida 17 m pikkuse juhtmega 220 V vool? Toitejuhtmeks oli kasutada 4 mm<sup>2</sup> juhtmed, keevituskaabli ristlõige oli 25 mm<sup>2</sup>. Juhtme materjaliks oli mõlemal juhul vask.

**338.** Alalisvoolugeneraator klemmipingega 225 V toitis 30 m eemal asuvat 4 kW võimsusega 220 V mootorit, mis käitab viljapeksumasinat. Milline tuleb valida generaatorit ja mootorit ühendavate juhtmete ristlõige, et pingelang juhtmetes ei ületaks 2%? Juhtme ristlõike valikul kasutada tabelis 11 toodud standarditud ristlõikega juhet.

M ä r k u s: Mitte unustada, et kui tarbija ja generaatori vahekaugus on 30 m, siis juhtme kogupikkus on 60 m (sinna ja tagasi).

339. Tööstuse montaažiruum oli valgustatud 50 rööbiti ühendatud lambiga, millest igaüht läbis vool 0,25 A. Hõõguva lambi takistus on 888  $\Omega$ . Lampe toitva magistraaljuhtme takistus on 0,2  $\Omega$ .

Leida: koguvool, lampide kogutakistus, pinge lampide klemmidel, pingelang magistraaljuhtmes, valgustusseadme koguvõimsus, ühe lambi võimsus ja kadu magistraaljuhtmes.

Lampide koguvool

$$I = 50 \cdot I_1 = 50 \cdot 0,25 = 12,5 \text{ A.}$$

Lampide kogutakistus

$$r = \frac{r_1}{50} = \frac{888}{50} = 17,8 \Omega.$$

Pinge lampidel

$$U_1 = I \cdot r = 12,5 \cdot 17,8 = 222 \text{ V.}$$

Pingelang magistraaljuhtmes

$$U_2 = I \cdot r_2 = 12,5 \cdot 0,2 = 2,5 \text{ V.}$$

Valgustusseadme toitmiseks vajalik võimsus

$$P = U_1 \cdot I = 222 \cdot 12,5 = 2775 \text{ W.}$$

Ühe lambi võimsus

$$P' = \frac{2775}{50} = 55,5 \text{ W}$$

või

$$P' = I_1^2 \cdot r_1 = 0,25^2 \cdot 888 = 55,5 \text{ W.}$$

Kadu magistraaljuhtmes

$$P'' = I^2 \cdot r = 12,5^2 \cdot 0,2 = 31,2 \text{ W.}$$

340. Kompaundgeneraatori ankru takistus  $r_1$  on 0,12  $\Omega$ , peavoolu ergutusmähise takistus  $r_2 = 0,05 \Omega$  ja haruvoolu ergutusmähise takistus  $r_3 = 42 \Omega$ . Dünamo elektromotoorne jõud on 112 V. Kui tugevad on voolud mähistes ja kui kõrge

on masina klemmipinge, kui välisahela takistus  $r = 5 \Omega$  (joo-  
nis 10)?

341. Haruvoolugeneraatori klemmipinge peab olema 50 A koormusvoolu puhul 225 V. Ergutusmähises tekkiv võimsuskadu moodustab 4% ja ankrus esinev võimsuskadu 5% välisahelas arendatud võimsusest.

Arvutada võimsuskadu ergutusmähises, ergutusmähise takistus, voolergutusmähises, voolankrumähises, võimsuskadu ankrumähises, ankrumähise takistus, elektromotoorne jõud ankrus ja generaatori kasutegur.

Generaatori võimsus

$$P = I \cdot U = 50 \cdot 225 = \\ = 11\,250 \text{ vatti.}$$

Võimsuskadu ergutusmähises on 4% generaatori võimsusest:

$$P_{erg} = 0,04 \cdot 11\,250 = 450 \text{ W.}$$

Et haruvoolugeneraatoril asetseb ergutusmähis rööbiti ankrumähisega või, mis on sama, klemmidega, siis pinge ergutusmähise otstel on võrdne klemmipingega.

Kuna

$$P = I \cdot U \text{ ja } I = \frac{U}{r},$$

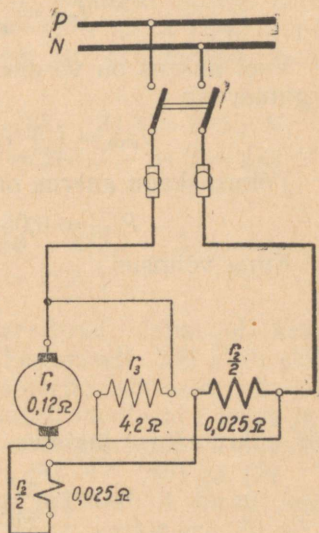
siis

$$P = I \cdot U = \frac{U}{r} \cdot U = \frac{U^2}{r}$$

ja

$$P_{erg} = \frac{U^2}{r_{erg}},$$

kus  $r_{erg}$  on ergutusmähise takistus.



Joon. 10.

Siit

$$r_{erg} = \frac{U^2}{P_{erg}} = \frac{225^2}{450} = 112,5 \Omega.$$

Kui voolu ergutusmähises tähistame  $I_{erg}$ , siis

$$I_{erg} = \frac{U}{r_{erg}} = \frac{225}{112,5} = 2 \text{ A.}$$

Vool ankrus on võrdne vooluga välisahelas, millega liitub ergutusvool:

$$I_{ank} = I + I_{erg} = 50 + 2 = 52 \text{ A.}$$

Võimsuskadu ankrus on 5% generaatori võimsusest:

$$P_{ank} = 0,05 \cdot 11\,250 = 562,5 \text{ W.}$$

Kuna võimsus

$$P = I^2 \cdot r$$

ja

$$r = \frac{P}{I^2},$$

siis ankrumähise takistus

$$r_{ank} = \frac{P_{ank}}{I_{ank}^2} = \frac{562,5}{52^2} = 0,208 \Omega.$$

Pingelang ankrus

$$U_{ank} = I_{ank} \cdot r_{ank} = 52 \cdot 0,208 = 10,8 \text{ V}$$

ja elektromotoorne jõud

$$E = U + U_{ank} = 225 + 10,8 = 235,8 \text{ V} \approx 236 \text{ V.}$$

Kasutegur

$$\eta = \frac{11250}{11\,250 + 450 + 562,5} = \frac{11250}{12\,262,5} = 0,918$$

ehk

$$\eta \approx 92\%.$$

**342.** Millise ristlõikega juhe tuleks valida, et toita 24 m pikkuse juhtmega 2 kW mootorit, mis käitab kolhoosi veisefarmis hekslimasin-sileerijat PCB-0,6, kui pinge on 110 V ja

pingelang toitejuhtmes ei toni ületada 2%? Juhtmed on vasest.

343. Kui tugevat voolu võib 6 mm<sup>2</sup> alumiiniumjuhtmega juhtida 55 m kaugusele, kui lubatud pingelang on 5,5 V?

344. Peavoolugeneraatori elektromotoorne jõud on 288 volti ja ta toidab tarbijaid 8 A vooluga. Ankru takistus  $r_1 = 3,1 \Omega$ , ergutusmähise takistus  $r_2 = 3,9 \Omega$ . Kui kõrge on pinge harjadel  $U_1$  ja kui kõrge on generaatori klemmi-pinge  $U_2$ ?

$$U_1 = E - I \cdot r_1 = 288 - 8 \cdot 3,1 = 288 - 24,8 = 263,2 \text{ V.}$$

$$U_2 = U_1 - I \cdot r_2 = 263,2 - 8 \cdot 3,9 = 263,2 - 31,2 = 232 \text{ V}$$

või

$$\begin{aligned} U_2 &= E - I(r_1 + r_2) = 288 - 8(3,1 + 3,9) = \\ &= 288 - 8 \cdot 7 = 232 \text{ V.} \end{aligned}$$

345. Kui Pärnus oli veel tarvitusel alalisvool, kasutas suusatööstus „Lennuk” päevas keskmiselt 300 kWh elektri-energiat. Korraga töötavate mootorite võimsus oli kokku 50 kW. Mitu tundi töötasid keskmiselt mootorid päevas ja kui kõrge oli kasutatav pinge, kui ampermeeter, mis oli ühendatud magistraaljuhtmesse, püsis näidul 114 A? (8b) ja (9)

346. Mitu kWh elektrienergiat kasutab 4 tunni jooksul 220 V alalisvoolumootor, mille vool on keskmiselt 72 A? (9) ja (8)

347. Tööstusruumis põles elektervalgustus õhtuse vahetuse kestel 5 tundi ja vooluarvesti numeratsioon, mis registreeris valgustuseks tarvitatud elektrienergiat, liikus selle aja kestel edasi 2932,1 kWh näidu pealt 2946,1 kWh näidule. Kui suur oli vool valgustusseadme magistraaljuhtmes (pinge oli 220 V)? (8a)

348. Kui suurt soojusehulka toodab 90  $\Omega$  takisti 15 minuti jooksul, kui teda läbib 2,5 A vool? Millisele pingele on takisti sobitatud? (11d), (1a)

349. Mitme vatine küttekeha on vajalik elektrikiirkeetjale, et 1,5 liitri vee temperatuuri 10 minutiga 18° C temperatuurilt tõsta 100° C-ni, kui kiirkeetja kasutegur on 90%? (10), (11b)

350. 1200 W võimsusega elektripliidile paigutati keedu-nõu ja kallati sellesse 2 l vett, mille temperatuur oli 16° C. Vee

temperatuur tõusis 19 minuti jooksul kuni  $94^{\circ}$  C. Kui suur oli keeduseadme (keeduplaat ja nõu) üldine kasutegur?

Esiteks arvutame, mitu kalorit sai vesi:

$$Q_2 = G(\vartheta_2 - \vartheta_1)c = 2000(94 - 16) \cdot 1 = 156\,000 \text{ cal.}$$

$$\text{Aeg 19 minutit} = 19 \cdot 60 = 1140 \text{ sekundit.}$$

Kulutatud elektrienergia soojuslikes mõõtühikutes on:

$$Q_1 = 0,24 \cdot P \cdot t = 0,24 \cdot 1200 \cdot 1140 = 328\,000 \text{ cal.}$$

Seadme üldine kasutegur

$$\eta = \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{156\,000}{328\,000} = 0,476 = 47,6\%.$$

**351.** Elektriheetjas, mille raskus on 300 g ja mille materjali erisoojus  $c = 0,228$ , kuumutati 200 g vett  $17^{\circ}$  C kuni  $95^{\circ}$  C temperatuurini 7 minuti 45 sekundi jooksul. Keeduriis-taga ühendatud vattmeeter näitas 232 W. Kui palju läheb teoreetiliselt soojust vee ja kui palju keedunõu soojendamiseks ja kui palju kiirgus soojust ümbrusse? Kui suur on üldine kasutegur (arvestades kasulikult kulutatud energiaks ainult vee soojendamiseks kulunud soojust)? (10), (11)

**352.** Sukelduskeetja takistus oli  $211 \Omega$  ja teda läbis vool 1,04 A. Kuu läheb aega, et temaga klaasitäis vett (200 ml) soojendada  $9^{\circ}$  C kuni  $85^{\circ}$  C-ni, kui on teada, et kogu komplekt (sukelduskeetja + klaas) omab kasutegurit 82%? (11d), (10)

Kui palju soojust vajame, et kuumutada antud hulk vett soovitud temperatuurini?

$$Q_v = G(\vartheta_2 - \vartheta_1)c = 200(85 - 9) \cdot 1 = 200 \cdot 76 = 15\,200 \text{ cal.}$$

Kui palju peame tootma soojust sukelduskeetjaga, arvestades kasutegurit?

$$Q_t = \frac{Q_v}{\eta} = \frac{15\,200}{0,82} = 18\,500 \text{ cal.}$$

Kui kaua aega läheb vee kuumutamiseks?

$$Q = 0,24 \cdot I^2 \cdot r \cdot t;$$

$$t = \frac{Q}{0,24 \cdot I^2 \cdot r} = \frac{18\,500}{0,24 \cdot 1,04^2 \cdot 211} = 338 \text{ sek.} \approx 5,5 \text{ minutit.}$$

**353.** Millisele pingele oli sobitatud eelmises ülesandes toodud sukelduskeetja?

354. Elektri boileris, mille maht on 50 l, tuli vesi ajavahe-  
mikus kella 24 kuni 05 hommikul tõsta  $10^{\circ}\text{C}$  temperatuurilt  
 $90^{\circ}\text{C}$  temperatuurini. Võrgupinge oli 110 V. Mitu kilovatt-  
tundi kulus elektrienergiat, arvestades, et ülaltoodud aja jook-  
sul oli boileri kiirguskadu 300 kcal? Boiler omab kahte võrdse  
võimsusega küttekeha. Kui suur on nende võimsus üksikult?  
Kui suur on küttekeha takistus? Kui suur oli boileri kasutegur?  
(10), (11b), (9), (8f)

355. Võrku, mille tegelik pinge oli täpismõõteri näidu  
põhjal 220 V, ühendati tarbija, mille nimivõimsus 220 V pinge  
puhul oli 500 W.

Arvesti konstant oli 1800 kettapööret = 1 kWh. Eelmärgi-  
tud tarbija mõjul tegi ketas 5 minuti jooksul 72 pööret. Kas  
näitas arvesti õigesti?

356. Kiirkeetja andmetega 220 V/1200 W,  $\eta = 0,9$ , ühen-  
dati 127-voldisesse võrku. Mitu korda läks rohkem aega, võr-  
reldes kiirkeetja kasutamiseks 220 V võrgus, et temaga 2 liit-  
rit  $10^{\circ}\text{C}$  vett kuumutada  $80^{\circ}\text{C}$ -ni?

357. ВИЭСХ konstruktsiooniga alalisvoolu muguljuurvilja  
ja koresööda hautaja veisefarmide tarbeks on 220 V/12 kW.  
Temaga 100 l vee kuumutamine  $5\text{--}100^{\circ}\text{C}$ -ni vajab elektri-  
energiat 13,4 kWh. Kui suur on hautaja kasutegur?

358. Eelmises ülesandes toodud seadisega 100 kg kartu-  
lite hautamine võtab aega 55 minutit ja 100 kg koresööda  
hautamine 1 tund 40 minutit. Palju maksab 100 kg kartulite  
ja 100 kg koresööda hautamine, kui elektrienergia hind on  
kolhoosi oma hüdrojõujaama puhul 9 kop. kWh.

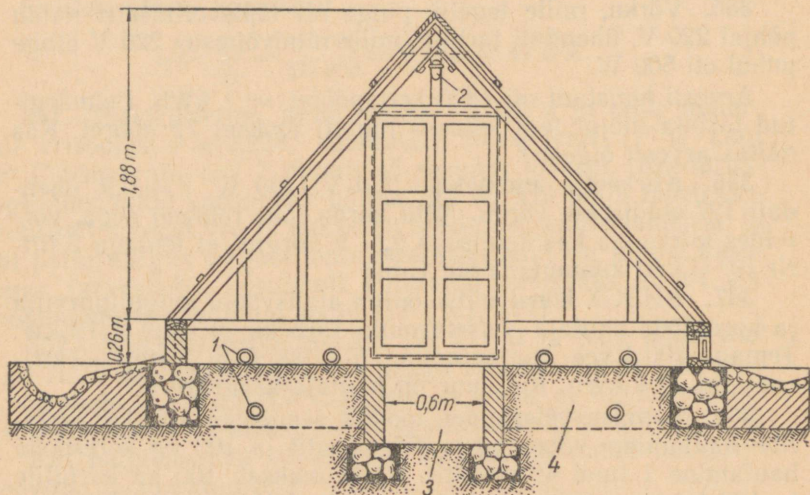
359. Mitmele kWh vastab energialt 1 kg antratsiiti, mille  
kütteväärtus on 8500 kcal ühe kilogrammi kohta?

360. Uued kommunismi suurehituste sarjas püstitatavad  
hüdroelektrijaamad hakkavad tootma elektrienergiat  $22 \cdot 10^6$   
megavatt-tundi aastas. Kivisõe keskmine kütteväärtus on  
7000 kcal/kg. Kivisões peituvast soojusenergiast on võimalik  
elektrienergiaks muuta 22%. Mitu tonni kivisütt oleks vaja, et  
asendada ülalmärgitud kvantumis saadavat hüdroelektri-  
energiat, kui on teada, et 1 Wsek = 0,24 cal? (8), (9) ja  
(11b)

361. Lämmastikutäidisega hõõglambis, mille võimsus on  
60 W, jaotub tarvitatud energia järgmiselt:

soojuskaod täitegaasi kaudu ja konvektsiooni teel	17%,
soojuskaod ühendusjuhtmete, spiraalihoidjate ja sokli kaudu	8%,
soojuskiirgus (+ vähene hulk ultraviolettkiirgust)	67,5%,
valguskiirgus	7,5%.

Leida, mitu vatti tarbitud võimsusest langeb meie poolt soovitud energialiigile (valguskiirgusele) ja mitu igale koo-  
liigile.



Joon. 11.

362. Kasvuhoone 200 m<sup>2</sup> kasulikku pindala varakevadiste kurkidele ja tomatitele elektrifitseeriti joonise 11 kohaselt nii, et keskmisest käiguteest mõlemal pool asetsevad 1 m laiused ja 25 m pikkused peenrad varustati ühe 25 cm sügavusel peenra sees ja kahe peenra pinnal asetseva tsement-asbesttoruga (Ø 75 mm), millesse paigutati kütetraat. Kütetraadi otsad ühendati elektrivõrguga peenarde otstes asetsevais kaevudes.

Kasutatav pinge on 220 volti, kütetraadi materjaliks on teras ( $\rho = 0,12$ ). Vajalik võimsus 1 m<sup>2</sup> peenrapinna kohta on  $\approx 500$  W.

Leida 25 m pikkuste kütetraatide jämedus, kui lubada voolutihedust antud juhul  $j = 18 \text{ A/mm}^2$ .

Määrata, kuidas tuleb ühendada kütetraadid kaevudes järjestikku, et nende takistus sobiks 220 V pingele.

**363.** Kroomniklist elektriküttekeha ühendati 220 V võrku, kusjuures ampermeeter näitas sisselülitamise momendil 5,2 A ja pärast seda, kui küttekeha oli kuumenenud  $1000^\circ \text{C}$ -ni — 4,43 A. Kui suur oli kroomnikli ligikaudne temperatuuri-  
tegur? (1b) ja (12b)

**364.** Sooviti hõbetada teemasinat, mille välispindala oli 29 ruutdetsimeetrit. Hõbedakihi paksus pidi olema 0,02 mm. Lubatud voolutihedus galvaniseerimisel on  $0,25 \text{ A/dm}^2$ . Kui kaua peab kestma hõbetamine, et tekkiv hõbedakiht omaks soovitud paksust? (13c)

**M ä r k u s:** Teades hõbetatava keha pindala, hõbedakihi paksust ja hõbeda erikaalu, saame arvutada pealekantava hõbeda kaalu. Ka vool on arvutatav, teades lubatud voolutihedust ja eseme pindala.

**365.** Kui tugev oli vool, kui galvaniseerimisel metallkuup, mille serva pikkus 8 cm, kaeti 0,1 mm paksuse vasekihiga kahe ja poole tunni vältel? (13b)

**366.** Vanast, tarvituskõlbmatust kinofilmide kinnitilahusest eraldati elektrolüütiliselt hõbedat. Kui palju sadenes katoodil hõbedat 8 tunni jooksul, kui vool oli 7,5 A? (13)

## VAHELDUVVOOL.

### KASUTATAVAID VALEMEID.

#### Generaatori sageduse olenevus.

Vahelduvvoolugeneraatori poolt tekitatud vahelduvvoolu sagedus  $f$ , rootori pöörete arv minutis  $n$  ja poolusepaaride arv  $p$  on seotud valemiga:

$$f = \frac{p \cdot n}{60} \text{ perioodi sekundis [p/s] ehk [Hz],} \quad (14)$$

$$n = \frac{60 \cdot f}{p} \text{ pöõret minutis,} \quad (14a)$$

$$p = \frac{60 \cdot f}{n} \text{ poolusepaari.} \quad (14b)$$

Nurksagedust arvutame valemiga:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f, \quad (15)$$

millest

$$f = \frac{\omega}{2 \cdot \pi}. \quad (15a)$$

#### Perioodikestus ja sagedus.

Perioodikestus  $T$  ja sagedus  $f$  sõltuvad teineteisest järgmiselt:

$$T = \frac{1}{f} \quad (15b)$$

ja

$$f = \frac{1}{T}. \quad (15c)$$

## Indutseeritud pinge.

Liikuvast juhtmes, kui liikumine toimub magnetväljaga risti, indutseerub pinge, mille kõrgust arvutame järgmise valemi abil:

$$e = B \cdot v \cdot l \text{ volti.} \quad (16)$$

Juhtme pikkus  $l$  antakse meetrites [m], kiirus  $v$  on meetrites sekundi kohta [m/s] ja  $B$  on magnetiline väljatihedus veebrites ruutmeetrile [Wb/m<sup>2</sup>]. Sageli kasutatakse viimase ühiku asemel ka gaussi [Gs], kusjuures  $1 \text{ Wb/m}^2 = 10^4$  gaussi. Indutseeritud pinge valem (16) omandab siis kuju:

$$e = \frac{B \cdot v \cdot l}{10^4} \text{ volti.} \quad (16a)$$

Siinuseliselt muutuva indutseeritava pinge hetkväärtuse  $e$  ja maksimumväärtuse (tippväärtuse)  $E_m$  vahel on seos:

$$e = E_m \cdot \sin \alpha \text{ volti,} \quad (17)$$

millest indutseeritud pinge maksimumväärtus (tippväärtus) ehk amplituud

$$E_m = \frac{e}{\sin \alpha} \text{ volti.} \quad (17a)$$

Kui aeg perioodi algusest (s. t. kui  $\alpha = 0$  ja  $e = 0$ ), mil jälgimist alustasime, võrdub  $t$  sekundit, siis vastav

$$\alpha = \omega \cdot t,$$

kus  $\alpha$  on indutseeritud pinge vektori pöördenurk ja  $\omega$  vahelduvvoolu nurksagedus. Seega

$$e = E_m \cdot \sin \omega t. \quad (17b)$$

Siinus- ja koosinusväärtused on antud tabelis 7 ja 7a.

### Efektiivväärtus ja maksimumväärtus.

Efektiivväärtus  $U$  või  $I$  ja maksimumväärtus  $U_m$  või  $I_m$  on siinuseliselt muutuva vahelduvvoolu puhul seotud järgmiselt.

$$U_m = U \cdot \sqrt{2} \text{ volti,} \quad (18)$$

$$I_m = I \cdot \sqrt{2} \text{ amprit.} \quad (19)$$

Nendest

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \text{ volti} \quad (18a)$$

ja

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \text{ amprit.} \quad (19a)$$

### Transformaatori keerdude arv, pinge ja vool.

Transformaatoril on keerdude arvu ja vallaspinge (ehk tühijooksupinge) vahel järgmine seos (vallaspinge ehk tühijooksupinge vastab tegelikult indutseeritud pingele):

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}. \quad (20)$$

Siin  $E_1$  on pinge ja  $\omega_1$  keerdude arv primaarmähisel,  $E_2$  — pinge ja  $\omega_2$  keerdude arv sekundaarmähisel.

Transformaatori koormusvoolu ja keerdude arvu vahel on järgmine seos:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1}, \quad (21)$$

kus  $I_1$  on vool primaarmähises,  $I_2$  — sekundaarmähises.

Eelmisele valemile (21) võib anda teise kuju, millest nähtub, et läbivoogused (amperkeerdude arvud, s. o. vool korda keerdude arv) on mõlemas mähises praktiliselt võrdsed:

$$I_1 \cdot \omega_1 = I_2 \cdot \omega_2. \quad (21a)$$

### Energiakaod rauas.

Pöörivooludest tingitud energiakadusid trafoplekis arvutame ligikaudselt valemiga:

$$P_{rk} = \frac{B^2 \cdot V \cdot f^2 \cdot A^2 \cdot 10^8}{5} \text{ vatti,} \quad (22)$$

kus  $P_{rk}$  on rauaskadu vattides,  $B$  väljatihedus (magnetvoo tihedus) veebrites ruutmeetritele [ $\text{Wb}/\text{m}^2$ ],  $V$  raua maht [ $\text{m}^3$ ],  $f$  sagedus [Hz] ja  $A$  pleki paksus meetrites.

## Näivvool, tegevpool, ebavool.

Vahelduvvoolu puhul on näivvoolu  $I_i$  olenevus tegevpoolust  $I$  ja ebavoolust  $I_r$  järgmine:

$$I_i = \sqrt{I^2 + I_r^2} \quad (23)$$

ja

$$I = I_i \cdot \cos \varphi \quad (23a)$$

ning

$$I_r = I_i \cdot \sin \varphi. \quad (23b)$$

Valemist (23) nähtub, et võimsustegur (vt. ka valem (36))

$$\cos \varphi = \frac{I}{I_i}. \quad (23c)$$

## Ohmi seadus vahelduvvooluringis.

Ohmi seadus, laiendatuna vahelduvvoolule:

$$I = \frac{U}{z} \text{ amprit,} \quad (24)$$

kus  $z$  on näivtakistus oomides.

Näivtakistus koosneb tegev takistusest  $r$  ja ebataki-  
stusest  $x$ . Tegev takistus vahelduvvoolu puhul on tavaliselt suu-  
rem kui alalisvoolu puhul ja nimelt pinnaefekti tõttu. Tavali-  
sel tehnilisel sagedusel (15—60 Hz) ja enamkasutatavate  
pingete ning praktikas esinevate voolude puhul pole see vahe  
arvestamist vääriv.

Näivtakistus

$$z = \sqrt{r^2 + x^2} \text{ oomi,} \quad (25)$$

millest tegev takistus

$$r = z \cdot \cos \varphi \text{ oomi} \quad (25a)$$

ja ebataki-  
stus

$$x = z \cdot \sin \varphi \text{ oomi.} \quad (25b)$$

Kui voluringis tegevtahtistus  $r$ , induktiivtahtistus  $x_L$  ja mahtuvustakistus  $x_C$  on järjestikku, siis näivtahtistus

$$z = \sqrt{r^2 + (x_L - x_C)^2} \text{ oomi}; \quad (26)$$

on need aga rööbiti, siis

$$\frac{1}{z} = \sqrt{\left(\frac{1}{r}\right)^2 + \left(\frac{1}{x_L} - \frac{1}{x_C}\right)^2} \frac{1}{\text{oom}}. \quad (26a)$$

Induktiivtahtistust  $x_L$  arvutame järgnevalt, kus  $L$  on ringi või selle osa induktiivsus henrides:

$$x_L = \omega \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L \text{ oomi}. \quad (27)$$

On induktiivsus antud praktikas kasutatavais ühikuis — millihenrides või mikrohenrides, siis tuleb see enne valemisse (27) asetamist muuta henrideks ( $1 \text{ H} = 10^3 \text{ mH} = 10^6 \mu\text{H}$ ).

Mahtuvustakistust  $x_C$  arvutame alltoodud valemi järgi, kus  $C$  on ringis esinev mahtuvus faradites:

$$x_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} \text{ oomi}. \quad (28)$$

On mahtuvus antud praktikas kasutatavais ühikuis — mikrofaradites või pikofaradites, siis tuleb see enne valemisse (28) asetamist muuta faraditeks ( $1 \text{ F} = 10^6 \mu\text{F} = 10^{12} \text{ pF}$ ).

### Pooli induktiivsus.

Suletud (kinnise) südamikuga pooli induktiivsust henrides [H] saame ligikaudselt arvutada valemiga:

$$L = \frac{12,56 \cdot \mu_r \cdot S \cdot \omega^2}{l \cdot 10^7} \text{ henrit}, \quad (29)$$

kus  $\omega$  on pooli keerdude arv,  $\mu_r$  — poolisüdamiku permeaabilus,  $S$  — pooli ristlõige ruutmeetrites ja  $l$  — poolisüdamiku keskmine pikkus meetrites.

Küllalt pika (s. t. pikkus võrreldes läbimõõduga on suur) rauata pooli induktiivsust saame arvutada sama valemiga (29), kui eeldame, et  $\mu_r = 1$ .

T e a d m i s e k s:

$$\begin{aligned}
 1 \text{ H} &= 1000 \text{ mH} = 10^3 \text{ mH} \\
 1 \text{ H} &= 1\,000\,000 \text{ } \mu\text{H} = 10^6 \text{ } \mu\text{H} \\
 1 \text{ H} &= 10^9 \text{ cm} \\
 1 \text{ mH} &= 0,001 \text{ H} = 10^{-3} \text{ H} \\
 1 \text{ mH} &= 1\,000\,000 \text{ cm} = 10^6 \text{ cm} \\
 1 \text{ } \mu\text{H} &= 10^{-6} \text{ H} \\
 1 \text{ } \mu\text{H} &= 1000 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Järjestikku ühendatud induktiivsused liituvad:

$$L = L_1 + L_2 + L_3 + \dots \quad (30)$$

Rööbiti ühendatud induktiivsuste pöördväärtused liituvad:

$$\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots \quad (31)$$

**Kondensaatori mahtuvus.**

Kondensaatori mahtuvust arvutame järgmise valemi abil:

$$C = \frac{S \cdot (n - 1) \cdot \varepsilon}{0,9 \cdot 10^6 \cdot 4 \pi \cdot d} \text{ mikrofaradit,} \quad (32)$$

kus  $S$  on ühe kondensaatori plaadi ühepoolne pind ruutsentimeetrites,  $n$  — plaatide arv,  $\varepsilon$  — dielektrikukonstant (vt. tabel 8) ja  $d$  — plaatide vahe sentimeetrites.

T e a d m i s e k s:

$$\begin{aligned}
 1 \text{ F} &= 10^6 \text{ } \mu\text{F} \\
 1 \text{ F} &= 10^{12} \text{ pF} \\
 1 \text{ F} &= 9 \cdot 10^{11} \text{ cm} \\
 1 \text{ pF} &= 10^{-12} \text{ F} \\
 1 \text{ } \mu\text{F} &= 10^{-6} \text{ F} \\
 1 \text{ } \mu\text{F} &= 10^6 \text{ pF} \\
 1 \text{ } \mu\text{F} &= 9 \cdot 10^5 \text{ cm} \\
 1 \text{ pF} &= 0,9 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Rööbiti ühendatud kondensaatorite mahtuvused liituvad:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots \quad (33)$$

Järjestikku ühendatud kondensaatorite mahtuvuste pöördväärtused liituvad:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots \quad (34)$$

### Vahelduvvoolu võimsus.

Vahelduvvoolu võimsusi arvutame järgmiselt:

Näivvõimsus

$$P_i = U \cdot I_i \text{ voltamprit.} \quad (35)$$

Tegev võimsus

$$P_a = U \cdot I_i \cdot \cos \varphi \text{ vatti} \quad (36)$$

või

$$P_a = P_i \cdot \cos \varphi \text{ vatti.} \quad (36a)$$

Võimsustegur

$$\cos \varphi = \frac{P_a}{P_i}. \quad (36b)$$

Ebavõimsus

$$P_r = U \cdot I_i \cdot \sin \varphi \text{ var'i} \quad (37)$$

või

$$P_r = P_i \cdot \sin \varphi \text{ var'i.} \quad (37a)$$

Var on reaktiivne voltamper.

Seos näivvõimsuse  $P_i$ , tegev võimsuse  $P_a$  ja ebavõimsuse  $P_r$  vahel on:

$$P_i = \sqrt{P_a^2 + P_r^2}, \quad (38)$$

$$P_a = \sqrt{P_i^2 - P_r^2} \quad (38a)$$

ja

$$P_r = \sqrt{P_i^2 - P_a^2}. \quad (38b)$$

### Pinge ja vool kolmefaasise voolu puhul.

Kolmefaasise voolu (keerdvoolu) puhul, kui lülitus on tähtühendus ja kui faasipinge on  $U_f$ , arvutame koguehk liinipinget järgmiselt:

$$U = \sqrt{3} \cdot U_f \text{ volti} \quad (39)$$

ja faasipinget

$$U_f = \frac{U}{\sqrt{3}} \text{ volti.} \quad (39a)$$

Koguvool ja faasivool on tähtühenduse puhul võrdsed, s. o.

$$I = I_f.$$

Kolmefaasise voolu (keerdvoolu) puhul, kui lülitus on kolmnurkühenduses, siis liinipinge ja faasipinge on võrdsed, s. o.

$$U = U_f,$$

liinivool aga

$$I = \sqrt{3} \cdot I_f \text{ amprit} \quad (40)$$

ja faasivool

$$I_f = \frac{I}{\sqrt{3}} \text{ amprit.} \quad (40a)$$

### Võimsus kolmefaasise voolu puhul.

Kolmefaasise voolu (keerdvoolu) puhul, kui faasid on ühtlaselt koormatud, arvutame võimsust, s. o. tegev võimsust järgmiselt:

$$P_a = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_i \cdot \cos \varphi \text{ vatti.} \quad (41)$$

Siit võimsustegur

$$\cos \varphi = \frac{P_a}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I_i}. \quad (41a)$$

Nagu näeme, omab keerdvoolu võimsuse arvutamise valem peaaegu sama kuju kui valem (36), ainult siin esineb veel kolmefaasise voolu lisategur  $\sqrt{3}$ . Ka näiv võimsuse ja ebavõimsuse arvutamise valemities esineb see tegur:

$$P_i = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_i \text{ voltamprit,} \quad (41a)$$

$$P_r = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_i \sin \varphi \text{ var'i.} \quad (41b)$$

## Lainepikkus ja sagedus.

Elektromagnetilise laine levimise kiirus on 300 000 km/sek. Lainepikkust arvutame valemiga:

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{f} \text{ meetrit} \quad (42)$$

ja sagedust

$$f = \frac{3 \cdot 10^8}{\lambda} \text{ hertsi.} \quad (42a)$$

## Pingeresonants.

Vahelduvvoolu resonantsi (pingeresonantsi) puhul

$$\omega \cdot L = \frac{1}{\omega \cdot C}, \quad (43)$$

millest

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{C \cdot L}} = \frac{1}{\sqrt{C \cdot L}} \quad (43a)$$

ja

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \sqrt{C \cdot L}}. \quad (43b)$$

Eeltoodud valemis on mahtuvus  $C$  faradites, induktiivsus  $L$  henrides.

Praktiliseks arvutamiseks raadiotehnikas antakse eeltoodud valemitele kuju, kus lainepikkus  $\lambda$  on meetrites, induktiivsus  $L_{\mu\text{H}}$  mikrohenrides ja mahtuvus  $C_{\text{pF}}$  pikofaradites. Sel puhul omandavad valemid mugavalt käsitletava kuju:

$$\lambda = 1,88 \sqrt{L_{\mu\text{H}} \cdot C_{\text{pF}}} \text{ meetrit,} \quad (43c)$$

$$f = \frac{159}{\sqrt{L_{\mu\text{H}} \cdot C_{\text{pF}}}} \text{ megahertsi,} \quad (43d)$$

$$L_{\mu\text{H}} = \frac{\lambda^2}{3,54 \cdot C_{\text{pF}}} \text{ mikrohenrit} \quad (43e)$$

ja

$$C_{\text{pF}} = \frac{\lambda^2}{3,54 \cdot L_{\mu\text{H}}} \text{ pikofaradit.} \quad (43f)$$

## ÜLESANDEID LAHENDUSNÄIDETEGA.

367. Kui suur on vahelduvvoolu sagedus, kui generaator omab ühte poolusepaari ja pöörete arv minutis on 3000? (14)

$$f = \frac{p \cdot n}{60} = \frac{1 \cdot 3000}{60} = 50 \text{ Hz.}$$

368. Milline on sagedus, kui generaator teeb 3000 pöört minutis ja poolusepaare on 8? (14)

369. Kui suur peab olema vahelduvvoolugeneraatori rootori pöörete arv, mis omab 3 poolusepaari, et vahelduvvoolu sagedus oleks 50 perioodi sekundis? (14a)

370. Elektriraudteed toidetakse ühefaasise vahelduvvooluga, mille sagedus on  $16\frac{2}{3}$  Hz. Generaatori rootor, mis sellele raudteele toodab elektrienergiat, teeb 250 pöört minutis. Kui suur on poolusepaaride arv? (14b)

$$p = \frac{60 \cdot f}{n} = \frac{60 \cdot 16\frac{2}{3}}{250} = \frac{60 \cdot \frac{50}{3}}{250} = \frac{60 \cdot 50}{250 \cdot 3} = 4 \text{ poolusepaari.}$$

371. Kui suur on 50 Hz sagedusega vahelduvvoolu nurksagedus? (15)

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 = 314.$$

372. Kui suur on vahelduvvoolu nurksagedus, mille sagedus on  $16\frac{2}{3}$  Hz? (15)

373. Milline sagedus vastab nurksagedusele 628 000? (15a)

374. Vahelduvvoolu sagedus on 3,1 MHz. Kui pikk on perioodikestus? (15b)

$$3,1 \text{ MHz} = 3,1 \cdot 10^6 \text{ Hz,}$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{3,1 \cdot 10^6} = 0,000000323 \text{ sek.} = 0,323 \text{ mikrosekundit.}$$

375. Raadiojaama saatesagedus on 319 kHz. Leida perioodikestus. (15b)

376. Kui pikk on  $16\frac{2}{3}$  Hz vahelduvvoolu perioodikestus? (15b)

377. Raadiosaatja perioodikestus  $T = 2,3 \cdot 10^{-7}$  sekundit. Leida sagedus. (15c)

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2,3 \cdot 10^{-7}} = \frac{10^7}{2,3} = \frac{10\,000\,000}{2,3} = 4\,350\,000 \text{ Hz} = 4,35 \text{ MHz.}$$

378. Teatava elektromagnetilise nähte periood kestab 25 millisekundit. Kui suur on sagedus? (15c)

379. Vahelduvvoolu perioodikestus on 0,02 sekundit. Kui suur on sagedus? (15c)

380. Kui suur elektromotoorne jõud indutseeritakse 600 mm pikkuses juhtmes, milline kiirusega 20 meetrit sekundis löikab magnetvälja, mille magnetiline väljatihedus  $B = 1 \text{ Wb/m}^2$ ? (16)

$$e = B \cdot v \cdot l = 1 \cdot 20 \cdot 0,6 = 12 \text{ V.}$$

381. Väljatihedus, milles liikus 1 m/s kiirusega 10 cm pikkune juhe, oli 1730 gaussi. Mitme voldine oli indutseeritud pinge? (16) või (16a)

382. Vahelduvvoolu tippväärtus oli 5000 volti. Kui suured on hetkväärtused  $\alpha = 30^\circ$  ja  $\alpha = 60^\circ$  puhul? (17) Siinuse ja koosinuse väärtused vaata tabelist 7.

$$e = E_m \cdot \sin 30^\circ = 5000 \cdot 0,5 = 2500 \text{ V,}$$
$$e = E_m \cdot \sin 60^\circ = 5000 \cdot 0,866 = 4330 \text{ V.}$$

383. Vahelduvvoolu maksimumväärtus oli 550 V. Joonistada kõver, kuhu on kantud hetkväärtused, kui  $\alpha = 5^\circ, 10^\circ, 20^\circ, 30^\circ, 40^\circ, 45^\circ, 50^\circ, 60^\circ, 70^\circ, 80^\circ, 85^\circ, 90^\circ$ ? (17) Mis kõvera saite?

384. 50 Hz sagedusega vahelduvvoolu maksimumväärtus oli 310 V. Kui kõrge oli pinge hetkel 0,0133 sekundit pärast perioodi algust? (15), (17b)

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f,$$

$$\omega t = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot t = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,0133 = 1,33\pi = \frac{4}{3}\pi = 240^\circ,$$

$$\sin 240^\circ = -\sin(240^\circ - 180^\circ) = -\sin 60^\circ = -0,866,$$

$$e = E_m \cdot \sin \omega t = 310 \cdot (-0,866) = -268 \text{ V.}$$

385. Momendil, kui  $\alpha$  oli  $72^\circ$ , oli vahelduvpinge hetkväärtus 196 V. Kui suur on pinge maksimumväärtus? (17a)

386. Kui suur on vahelduvpinge maksimumväärtus, kui voltmeeter (mis näitab ju efektiivpinget) osutab 380 V? (18)

$$U_m = U \cdot \sqrt{2} = 380 \cdot 1,415 = 538 \text{ V.}$$

387. Milliseid maksimumväärtusi omab vahelduvvool, mille pinge on 35 kV ja vool 0,125 kA? (18), (19)

388. Millisele vahelduvpingele „peab vastu” kondensaat, millele on märgitud, et tööpinge on 350 V? (18a)

$$U = \frac{350}{\sqrt{2}} = 248 \text{ V} \approx 250 \text{ V.}$$

Märkus: Eeltoodud ülesandes märgitakse seda, et vahelduvvoolu puhul 250 V pinge tipud — hetkväärtused — ulatuvad 350 voldini ja sellise pingeni on kondensaat läbilöögikindel.

389. Voltmeeter (mis näitab efektiivpinget) ühendatuna 50 Hz sagedusega vooluallika klemmidega näitas 219 V. Kui kõrge on pinge hetkel 0,04 sekundit pärast perioodi algust? (18), (15), (17b)

390. Kui kõrge vahelduvpinge efektiivväärtusega võib kasutada kaablit, mida alalispinge puhul on lubatud kasutada kuni 1000 V-ni? (18a)

391. Transformaatori primaar- ja sekundaarmähiste keerdude arvud suhtuvad 1 : 18,5. Milline pinge (tühijooksupinge) indutseeritakse sekundaarmähises, kui trafo madalpinge poolel on pinge 6000 V? (20)

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{w_1}{w_2}; \quad E_2 = E_1 \cdot \frac{w_2}{w_1} = 6000 \cdot \frac{18,5}{1} = 111\,000 \text{ V} = 111 \text{ kV.}$$

392. Raadioaparaadi võrgutrafo primaarmähis on sobitatud 220 V pingele ja omab 1820 keerd. Kui suur on keerdude arv sekundaarmähistes, kus on vaja pingeid: a) 2 korda 350 V; b) 5 V ja c) 6,3 V? (20)

393. Transformaatoriga on vaja 15 kV pinget transformeerida 250 V (tühijooksupingele). Kui suur on keerdude arv kõrgepinge poolel, kui madalpinge mähise keerdude arv on 400? (20)

394. Trafo omab primaarmähises 47 keerdu, sekundaarmähises 3200 keerdu. Milline pinge esineb sekundaarmähises, kui primaarmähises on pinge 220 V? (20)

395. Trafo, milles primaarpoolel täiskoormusel voolab 20 A vool, omab 3000 keeruga primaarmähist ja 200 keeruga sekundaarmähist. Kui tugev on sekundaarvool? (21)

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{w_2}{w_1}; \quad I_2 = I_1 \cdot \frac{w_1}{w_2} = 20 \cdot \frac{3000}{200} = 300 \text{ A.}$$

396. Generaatori ankur on koostatud 0,5 mm paksusest dünamoplekist. Kui suur on ligikaudne pöörivoolukadu rauas, kui väljatihedus  $B = 14\,600$  gaussi, sagedus — 50 Hz ja ankru raua maht 86,5 dm<sup>3</sup>? (22)

$$A = 0,5 \text{ mm} = 0,0005 \text{ m,}$$

$$B = 14\,600 \text{ Gs} = 1,46 \text{ Wb/m}^2,$$

$$V = 86,5 \text{ dm}^3 = 0,0865 \text{ m}^3,$$

$$P_{rk} = \frac{B^2 \cdot V \cdot f^2 \cdot A^2 \cdot 10^8}{5} = \frac{1,46^2 \cdot 0,0865 \cdot 50^2 \cdot 0,0005^2 \cdot 10^8}{5} = 2300 \text{ W.}$$

397. Kui suur on eelmises ülesandes kadu rauas ühe kilogrammi raua kohta? (Tabel 6)

398. Kui suur on ülesandes 396 kadu rauas, kui pleki paksus on 0,5 mm asemel 0,3 mm?

399. Trafo südamik on koostatud 0,5 mm paksusest plekist ja kaalub 1156 kg (erikaal trafoplekil 7,7). Kui suur on väljatiheduse  $B = 1,2$  Wb/m<sup>2</sup> puhul kadu rauas, kui sagedus on 16 $\frac{2}{3}$  Hz? (22)

400. Vahelduvvoolumootor võtab võrgust 18 A tegevvoolu ja 15 A ebavoolu. Mitu ampri näitab mootori vooluringi ühendatud ampermeeter? (23)

$$\begin{aligned} I_i &= \sqrt{I^2 + I_r^2} = \sqrt{18^2 + 15^2} = \sqrt{324 + 225} = \\ &= \sqrt{549} = 23,4 \text{ A.} \end{aligned}$$

401. Kui suur on eelmises ülesandes toodud mootori võimsustegur  $\cos \varphi$ ? (23a) või (23c)

$$I = I_i \cdot \cos \varphi; \quad \cos \varphi = \frac{I}{I_i} = \frac{18}{23,4} = 0,77.$$

402. Vooluringis, mille  $\cos \varphi = 0,9$ , on vool 68 A. Kui tugev on tegev- ja ebavool? (23a), (23b) ja tabel 7.

$$I = I_i \cdot \cos \varphi = 68 \cdot 0,9 = 61,2 \text{ A},$$

$$I_r = I_i \cdot \sin \varphi = 68 \cdot 0,438 = 29,8 \text{ A}.$$

403. Vahelduvvoolumootori tegevool on 8 A ja ebavool 6,45 A. Kui suur on  $\cos \varphi$ ? (23) ja (23a)

404. Vahelduvvooluringis on 230 V pinget puhul vool 26,5 A. Kui suur on vooluringi näivtakistus? (24)

$$I = \frac{U}{z}; \quad z = \frac{U}{I} = \frac{230}{26,5} = 8,68 \text{ } \Omega.$$

405. Pinget 98 mV tekitab vooluringis 27 mA voolu. Kui suur on vooluringi näivtakistus? (24)

406. Näivtakistusele  $137 \text{ } \Omega$  on ühendatud pinget 0,108 V. Kui tugev on vool? (24)

407. Kui suur on vahelduvvooluringi näivtakistus, kui tegevtakistus on  $25 \text{ } \Omega$  ja ebataakistus on  $8 \text{ } \Omega$ ? (25)

$$z = \sqrt{r^2 + x^2} = \sqrt{25^2 + 8^2} = \sqrt{689} = 26,2 \text{ } \Omega.$$

408. Otsitav on näivtakistus, kui tegevtakistus on  $0,3 \text{ } \Omega$  ja ebataakistus  $192 \text{ } \Omega$ . (25)

409. Vahelduvvooluringis, mille tegevtakistus on  $35 \text{ } \Omega$ , tekitab 220 V pinget 5 A voolu. Kui suur on ebataakistus? (24) ja (25)

Näivtakistus:

$$z = \frac{U}{I} = \frac{220}{5} = 44 \text{ } \Omega,$$

$$z = \sqrt{r^2 + x^2};$$

siit ebataakistus:

$$\begin{aligned} x &= \sqrt{z^2 - r^2} = \sqrt{44^2 - 35^2} = \sqrt{1936 - 1225} = \\ &= \sqrt{711} = 26,6 \text{ } \Omega. \end{aligned}$$

410. Vahelduvvoolumootorile mõjub pinget 127 V ja tekitab voolu 4 A. Vooluringi  $\cos \varphi = 0,9$ . Kui suur on näivtakistus, tegevtakistus ja ebataakistus? (24), (25a), (25b)

$$z = \frac{U}{I} = \frac{127}{4} = 31,8 \Omega,$$

$$r = z \cdot \cos \varphi = 31,8 \cdot 0,9 = 28,6 \Omega,$$

$$x = z \cdot \sin \varphi = 30 \cdot 0,438 = 13,9 \Omega.$$

411. Tarbija, mille  $\cos \varphi = 0,59$ , näivtakistus on  $0,69 \Omega$ . Kui suur on ebatahistus ja tegevtakistus? (25b), (25a)

412. Vooluringis on järjestikku ühendatud paispool, mille tegevtakistus on  $r = 12 \Omega$  ja induktiivne ebatahistus  $x_L = 20 \Omega$ , ning kondensaator, mille ebatahistus  $x_C = 24 \Omega$ . Kui suur on vooluringi näivtakistus? (26)

$$\begin{aligned} z &= \sqrt{r^2 + (x_L - x_C)^2} = \sqrt{12^2 + (20 - 24)^2} = \\ &= \sqrt{144 + (-4)^2} = \sqrt{144 + 16} = \sqrt{160} = 12,65 \Omega. \end{aligned}$$

413. Vooluringis on järjestikku ühendatud tegevtakistus  $0,3 \Omega$ , induktiivtakistus  $16,1 \Omega$  ja mahtuvustakistus  $1,9 \Omega$ . Leida näivtakistus. (26)

414. Bifilaarselt keritud  $40 \Omega$  takisti, induktiivtakisti  $220 \Omega$  ja kondensaator, mille takistus teadmata, on ühendatud järjestikku  $220 \text{ V}$  pingega, kusjuures vool on  $2 \text{ A}$ . Kui suur on kondensaatori mahtuvuslik ebatahistus? (26), (24)

415. Tegevtakistus  $8,5 \Omega$  ja ebatahistus  $17 \Omega$  on lülitatud rööbiti. Kui suur on näivtakistus? (26a)

$$\begin{aligned} \frac{1}{z} &= \sqrt{\left(\frac{1}{r}\right)^2 + \left(\frac{1}{x}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{1}{8,5}\right)^2 + \left(\frac{1}{17}\right)^2} = \\ &= \sqrt{0,1175^2 + 0,0588^2} = \sqrt{0,0138 + 0,0035} = \\ &= \sqrt{0,0173} = 0,1315, \\ z &= \frac{1}{0,1315} = 7,6 \Omega. \end{aligned}$$

416. Kui suur on näivtakistus, kui tegevtakistus  $20 \Omega$ , induktiivtakistus  $30 \Omega$  ja mahtuvustakistus  $120 \Omega$  on ühendatud rööbiti? (26a)

417. Kui suur on ebatahistus poolil induktiivsusega  $0,25 \text{ H}$   $50 \text{ Hz}$  sageduse puhul? (27)

$$x_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 6,28 \cdot 50 \cdot 0,25 = 78,5 \Omega.$$

418. Raadioaparaadi paispooli induktiivsus on 1,6 mH. Kui suur on paispooli ebatakistus 500 kHz sageduse puhul? (27)

419. Paispooli induktiivsus on 0,08 H, tema tegevtaakistus 2,16  $\Omega$ . Kui suur on pooli näivtaakistus 800 Hz sageduse puhul? (27), (25)

420. Kui suurt mahtuvustakistust omab 2  $\mu\text{F}$  kondensaator 50 Hz sageduse puhul? (28) või (28a)

$$2 \mu\text{F} = 0,000002 \text{ F},$$

$$x_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{6,28 \cdot 50 \cdot 0,000002} = 1592 \Omega.$$

421. Kui suur on mahtuvuslik ebatakistus 0,05  $\mu\text{F}$  kondensaatoril 1 kHz sageduse juures? (28a)

422. 10  $\mu\text{F}$  kondensaatori ebatakistus oli 300  $\Omega$ . Kui suur oli sagedus? (28)

423. Kui suur on kondensaatori mahtuvus, kui tema takistus, s. t. ebatakistus 50 Hz sageduse puhul on 800  $\Omega$ ? (28)

424. 220-voldisesse vahelduvvooluvõrku soovitakse ühendada taskulambi-pirnike 3,5 V/0,15 A, kusjuures voolu piirajana kasutatakse kondensaatorit. Kui suur peab olema kondensaatori mahtuvus? Kui suur peaks olema eeltakisti, mis asendaks kondensaatorit? Kui suur on võimsuse kasutus kondensaatori puhul ja kui suur eeltakisti puhul? Kumba voolupiiramise moodust on antud juhul otstarbekam kasutada? Kumba mooduse puhul on  $\cos \varphi$  suurem (parem)?

425. Kinnise südamikuga paispool, mille südamiku keskmine pikkus on 16 cm, südamiku ristlõige on 6  $\text{cm}^2$ , on varustatud 3000-keeruse mähisega. Leida induktiivsus, kui südamiku permeaablus on 1000.

$$S = 6 \text{ cm}^2 = 0,0006 \text{ m}^2,$$

$$l = 16 \text{ cm} = 0,16 \text{ m},$$

$$\begin{aligned} L &= \frac{12,56 \cdot \mu_r \cdot S \cdot w^2}{l \cdot 10^7} = \frac{12,56 \cdot 1000 \cdot 0,0006 \cdot 3000^2}{0,16 \cdot 10^7} = \\ &= \frac{12,56 \cdot 10^3 \cdot 6 \cdot 10^{-4} \cdot 3^2 \cdot 10^3 \cdot 2}{0,16 \cdot 10^7} = 42,2 \text{ H}. \end{aligned}$$

426. Kui suur on induktiivsus henrides rauata poolil, mille pikkus on 120 mm ja keskmine läbimõõt 66,8 mm, kui ta omab 850 keerdu? (29)

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 6,68^2}{4} = 35 \text{ cm}^2 = 0,0035 \text{ m}^2,$$

$$l = 120 \text{ mm} = 0,12 \text{ m},$$

$$L = \frac{12,56 \cdot \mu_r \cdot S \cdot w^2}{l \cdot 10^7} = \frac{1,25 \cdot 1 \cdot 0,0035 \cdot 850^2}{0,12 \cdot 10^7} = 0,0265 \text{ H}.$$

427. Poolikehale on keritud 200 mm pikkuselt keerd keeru kõrvale üks kiht lakkisolatsiooniga traati, mille läbimõõt on 0,5 mm. Poolikeha läbimõõt on 50 mm. Kui suur on pooli induktiivsus? (29)

Märkus: Esmajärjekorras arvutada, mitu keerdu mahub 200 mm pikkusele poolikehale, kasutades tab. 2 abi.

428. Poolile on keritud 1500 keerdu ja selle pooli induktiivsus on 29,5 mH. Pooli ristlõige on 1800 mm<sup>2</sup>. Kui pikk on pool? (29)

429. Solenoidi pikkus on 12 cm ja südamikü permeaablus  $\mu_r = 135$ . Kui suur on keerdude arv, kui solenoidi ristlõige on 28,2 cm<sup>2</sup> ja induktiivsus on 0,325 H? (29)

430. Kui suur on rauata pooli ligikaudne induktiivsus, kui pool omab 60 keerdu, pooli pikkus on 142 mm ja pooli läbimõõt 40 mm? (29)

431. Poolid induktiivsustega 0,9 H, 1,11 H ja 0,37 H on ühendatud järjestikku. Kui suur on koguinduktiivsus? (30)

$$L = L_1 + L_2 + L_3 = 0,9 + 1,11 + 0,37 = 2,38 \text{ H}.$$

432. Kõrgsagedus-paispoolid, millede induktiivsused  $L_1 = 4200 \mu\text{H}$ ,  $L_2 = 190\,000 \text{ cm}$  ja  $L_3 = 0,0088 \text{ H}$ , on ühendatud järjestikku. Kui suur on koguinduktiivsus millihenrides? (30)

433. Kaks induktiivsust 0,7 H ja 350 mH on ühendatud rööbiti. Kui suur on koguinduktiivsus? (31)

$$\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} = \frac{1}{0,7} + \frac{1}{0,35} = 1,43 + 2,86 = 4,29,$$

$$L = \frac{1}{4,29} = 0,234 \text{ H}.$$

434. Kolm paispooli, millede induktiivsused  $L_1 = 0,5$  H;  $L_2 = 1,2$  H ja  $L_3 = 2,5$  H, on ühendatud paralleelselt. Kui suur on kogu komplekti induktiivsus? (31)

435. Kondensaator omab 13 õhuga isoleeritud ( $\varepsilon = 1$ ) plaati, plaadi suurus on  $16 \text{ cm}^2$ , plaatide vahe  $0,4 \text{ mm}$ . Kui suur on kondensaatori mahtuvus pF-ites? (32)

$$C = \frac{S \cdot (n-1) \cdot \varepsilon}{0,9 \cdot 10^6 \cdot 4 \cdot \pi \cdot d} = \frac{16 \cdot 12 \cdot 1}{0,9 \cdot 10^6 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 0,04} = \\ = 0,000425 \mu\text{F} = 425 \text{ pF}.$$

436. Kui suur on eelmises ülesandes toodud kondensaatori mahtuvus sentimeetrites?

437. Kondensaator oli koostatud 191 plaadist, millede vahel asus  $0,08 \text{ mm}$  paksune vilgukivi ( $\varepsilon = 7,5$ ). Plaadi mõõted olid  $60 \text{ mm}$  korda  $85 \text{ mm}$ . Kui suur on kondensaatori mahtuvus? (32)

438. Raadioamatöör ühendas, kuna tal puudus sobiva mahtuvusega kondensaator, rööbiti 2 kahe-mikrofaradist ja 3 à  $1 \mu\text{F}$  kondensaatorit. Kui suur oli saadud kogumahtuvus? (33)

$$C = C_1 + C_2 + C_3 \dots = 2 + 2 + 1 + 1 + 1 = 7 \mu\text{F}.$$

439. Kondensaator, mille mahtuvus oli  $8 \mu\text{F}$ , oli koostatud kuuest üksikust rööbiti ühendatud kondensaatorist, millede mahtuvused olid võrdsed. Kui suur oli üksiku kondensaatori mahtuvus?

440. Skeemi kohaselt oli ühendatud järjestikku kolm kondensaatorit:  $C_1 = 0,2 \mu\text{F}$ ;  $C_2 = 0,4 \mu\text{F}$  ja  $C_3 = 0,8 \mu\text{F}$ . Kui suur on kogumahtuvus? (34)

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{0,2} + \frac{1}{0,4} + \frac{1}{0,8} = 5 + 2,5 + 1,25 = 8,75.$$

$$C = \frac{1}{8,75} = 0,114 \mu\text{F}.$$

441. Järjestikku on ühendatud kondensaatorid  $900\,000 \text{ cm}$  ja  $0,00071 \mu\text{F}$ . Kui suur on kogumahtuvus? (34)

442. Vaskjuhe, mille ristlõige on  $50 \text{ mm}^2$ , on  $2 \text{ km}$  pikk ja omab induktiivsust  $0,005 \text{ H}$ . Kui suur on selle

juhtme näivtakistus 50 Hz sagedusega voolu läbimisel? (2), (27), (25)

$$r = \frac{\rho \cdot l}{q} = \frac{0,0175 \cdot 2000}{50} = 0,7 \Omega,$$

$$x_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 6,28 \cdot 50 \cdot 0,005 = 1,57 \Omega,$$

$$z = \sqrt{r^2 + x^2} = \sqrt{0,7^2 + 1,57^2} = \sqrt{2,95} = 1,72 \Omega.$$

443. Pooli induktiivsus oli 69 mH ja ta oli keritud vasktraadist, mille läbimõõt 0,08 mm ning pikkus 114 meetrit. Kui suur on pooli näivtakistus 600 Hz puhul? (3), (2), (27), (25)

444. Vahelduvvooluringis asetseb 4-pooluseline generaator, mis teeb 1800 pööret minutis. Vooluringi välisahela induktiivsus  $L = 25,5$  mH ja see koosneb 35-mm terasjuhtmest, mille pikkus on 400 m. Kui suur on vooluringi välise osa näivtakistus? (14), (25), (27), (2)

445. Vooluringi tegev takistus on  $128 \Omega$  ja induktiivsus  $0,23$  H. Kui suur peab olema pinge, et 50 Hz sagedusega vool oleks tugevusega 5 A? (24), (25), (27)

446. Kaks pooli 200 mH ja 600 mH on ühendatud omavahel järjestikku ja asetsevad paralleelselt pooliga, mille induktiivsus on 0,4 H. Kui suur on kogu seadise induktiivsus, ebatakistus ja vool, kui seadis on ühendatud 220 V, 50 Hz võrguga ja seadise tegev takistus on  $50 \Omega$ ? (24), (25), (27), (30), (31)

$$L' = L_1 + L_2 = 0,6 + 0,2 = 0,8 \text{ H},$$

$$\frac{1}{L} = \frac{1}{L'} + \frac{1}{L_3} = \frac{1}{0,8} + \frac{1}{0,4} = 1,25 + 2,5 = 3,75 \frac{1}{\text{H}},$$

$$L = \frac{1}{3,75} = 0,267 \text{ H},$$

$$x_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 6,28 \cdot 50 \cdot 0,267 = 83,8 \Omega,$$

$$z = \sqrt{r^2 + x^2} = \sqrt{50^2 + 83,8^2} = \sqrt{9520} = 97,6 \Omega;$$

$$I = \frac{U}{z} = \frac{220}{97,6} = 2,25 \text{ A}.$$

447. Kui suur on näivtakistus ja vool ringis, mis koosneb järjestikku ühendatud takistist  $200 \Omega$  ja konden-

saatorist  $6 \mu\text{F}$ , kui pinge on  $220 \text{ V}$  ja sagedus  $50 \text{ Hz}$ ? (24), (25), (28)

$$6 \mu\text{F} = 6 \cdot 10^{-6} \text{ F},$$

$$x_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{6,28 \cdot 50 \cdot 10^{-6}} = \frac{1\,000\,000}{6,28 \cdot 50 \cdot 6} = 530 \Omega \text{ jne.}$$

448. Takisti  $20 \Omega$ , paispool induktiivsusega  $0,5 \text{ H}$  ja tegevtakistusega  $5 \Omega$  ning kondensaator mahtuvusega  $10 \mu\text{F}$  on ühendatud järjestikku ja toidetakse  $120 \text{ V}$ ,  $50 \text{ Hz}$  pingega. Kui suur on näivtakistus ja vool? (24), (26), (27), (28)

$$r = 20 + 5 = 25 \Omega,$$

$$x_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 6,28 \cdot 50 \cdot 0,5 = 157 \Omega,$$

$$x_C = \frac{10^6}{6,28 \cdot f \cdot C} = \frac{1\,000\,000}{6,28 \cdot 50 \cdot 10} = 318 \Omega,$$

$$z = \sqrt{r^2 + (x_L - x_C)^2} = \sqrt{25^2 + (157 - 318)^2} = \\ = \sqrt{25^2 + (-161)^2} = \sqrt{625 + 25\,950} = \sqrt{26\,575} = 163 \Omega,$$

$$I = \frac{U}{z} = \frac{120}{163} = 0,736 \text{ A.}$$

449. Tegevtakistus  $125 \Omega$ , paispool  $400 \text{ mH}$  ja kondensaatoripatarei  $20 \mu\text{F}$  on ühendatud rööbiti ja neid toidetakse  $110 \text{ V}$ ,  $60 \text{ Hz}$  pingega. Kui suur on näivtakistus ja koguvool? Paispooli tegevtakistus on suhteliselt nii väike, et ei kuulu arvestamisele. (24), (26a), (27), (28)

450. Ringis vahelduvpingega  $220 \text{ V}$  voolab vool  $35 \text{ A}$ , kusjuures  $\cos \varphi = 0,8$ . Kui suur on tegev- ja ebavool, tegev- võimsus, ebavõimsus ja näivvõimsus? (23a), (23b), (35), (36), (37)

$$I = I_i \cdot \cos \varphi = 35 \cdot 0,8 = 28 \text{ A},$$

$$I_r = I_i \cdot \sin \varphi = 35 \cdot 0,6 = 21 \text{ A},$$

$$P_a = U \cdot I_i \cdot \cos \varphi = U \cdot I = 220 \cdot 28 = 6160 \text{ W},$$

$$P_r = U \cdot I_i \cdot \sin \varphi = U \cdot I_r = 220 \cdot 21 = 4620 \text{ var'i},$$

$$P_i = U \cdot I_i = 220 \cdot 35 = 7700 \text{ VA.}$$

451. Kui suur on ühefaasise vahelduvvoolumootori võimsus, mis  $550 \text{ V}$  võrguga ühendatuna võtab  $42 \text{ A}$ , kui  $\cos \varphi = 0,83$ ? (36)

452. Millist voolu võtab vahelduvvoolumootor 220 V pingega võrgust, kui mootori tegev võimsus on 3,6 kW ja võimsustegur  $\cos \varphi$  on 0,85? (36)

453. Paispool omab teda läbiva voolu 15,15 A puhul võimsust 1,250 kW ja võimsustegurit  $\cos \varphi = 0,55$ . Kui kõrge pinge on paispooli klemmidel? (36)

454. Vahelduvvoolumootori klemmidele saabub pinge, tingituna suurest pingelangusest, 190 V. Vool on 16 A ja võimsus 2540 W. Kui suur on  $\cos \varphi$ ? (36)

$$\cos \varphi = \frac{P_a}{U \cdot I_i} = \frac{2940}{190 \cdot 16} = 0,835.$$

455. Kui suur on mootori võimsustegur, mille näivvõimsus on 9350 VA ja millega ühendatud vattmeeter näitab 7,95 kW võimsust? (35), (36)

$$\cos \varphi = \frac{P_a}{U \cdot I_i} = \frac{P_a}{P_i} = \frac{7950}{9350} = 0,85,$$

sest

$$P_i = U \cdot I_i = 9350 \text{ VA.}$$

456. Ühefaasise vahelduvvoolumootori näivvõimsus oli 0,89 kVA. Pärast kolmetunnist mootori töötamist (ühtlane koormus) oli arvesti registreerinud 1,82 kW energia tarbimist. Kui suur oli mootori võimsustegur  $\cos \varphi$ ? (36b)

457. Millist kasutegurit omab ühefaasine trafo, millesse primaarpoolel siseneb 74,4 kVA ja sekundaarpoolest väljub 133 A, 500 V? Võimsustegur  $\cos \varphi_1$  primaarpoolel on 0,86 ja sekundaarpoolel  $\cos \varphi_2 = 0,9$ . (36)

Primaarvõimsus:

$$P_{a1} = U_1 \cdot I_{i1} \cdot \cos \varphi_1 = P_{i1} \cdot \cos \varphi_1 = 74\,400 \cdot 0,86 = 64\,000 \text{ W.}$$

Sekundaarvõimsus:

$$P_{a2} = U_2 \cdot I_{i2} \cdot \cos \varphi_2 = 500 \cdot 133 \cdot 0,9 = 60\,000 \text{ W.}$$

Kasutegur:

$$\eta = \frac{P_{a2}}{P_{a1}} = \frac{60\,000}{64\,000} = 0,938 = 93,8\%.$$

458. Kui suur on mootori ebavõimsus, mis  $\cos \varphi = 0,82$  puhul võtab võrgust võimsust 5,22 kW? (36), (37)

$$P_a = U \cdot I_i \cos \varphi = P_i \cdot \cos \varphi; \quad P_i = \frac{P_a}{\cos \varphi} = \frac{5220}{0,82} = 6370 \text{ VA};$$

$$P_r = U \cdot I_i \sin \varphi = P_i \cdot \sin \varphi = 6370 \cdot 0,57 = 3630 \text{ var'i} = 3,63 \text{ kilovar'i.}$$

459. Vahelduvvoolugeneraator on suuteline  $\cos \varphi = 0,6$  puhul arendama võimsust 3000 kW. Kui suur on generaatori näivvõimsus ja kui tugev on maksimaalne näivvool, kui pinge on 6000 V? (35), (36)

$$P_a = U \cdot P_i \cos \varphi; \quad U \cdot I_i = P_i; \quad P_a = P_i \cdot \cos \varphi.$$

Neist valemeist:

$$P_i = \frac{P_a}{\cos \varphi} = \frac{3000}{0,6} = 5000 \text{ kVA},$$

$$I_i = \frac{P_i}{U} = \frac{5000000}{6000} = 833 \text{ A.}$$

460. 127 V generaator annab  $\cos \varphi = 0,65$  puhul võimsust 275 kW. Kui tugev on näivvool? (35), (36)

461. Kui suure tegev võimsusega võib koormata trafot, mille sildil on märgitud 125 kVA,  $\cos \varphi = 0,7$ , ja kui suur on ebavõimsus? (35), (36), (38)

$$P_a = U \cdot I_i \cdot \cos \varphi = P_i \cdot \cos \varphi = 125 \cdot 0,7 = 87,5 \text{ kW},$$

$$P_i = \sqrt{P_a^2 + P_r^2}; \quad P_i^2 = P_a^2 + P_r^2; \quad P_r^2 = P_i^2 - P_a^2;$$

$$P_r = \sqrt{P_i^2 - P_a^2} = \sqrt{125^2 - 87,5^2} = \\ = \sqrt{15625 - 7660} = 89 \text{ kvar'i.}$$

462. Tarbijaga ühendatud wattmeeter näitab võimsust 2 kW, samal ajal voltmeeter näitab 219 V ja ampermeeter 10 A. Kui suur on võimsustegur  $\cos \varphi$  ja ebavõimsus? (35), (36), (38)

463. Vahelduvvooluringis esineb järjestikku ühendatud tegev takistus  $r = 40 \Omega$ , induktiivtakistus  $x_L = 820 \Omega$  ja mah-  
tuvustakistus  $x_C = 790 \Omega$ . Vooluringis olev ampermeeter näi-

tab 440 mA ja voltmeeter, mis on ühendatud paralleelselt takistitega, osutab 220 V. Leida tegevvoimsus. (26), (25a), (36)

464. Keerdvoolugeneraator, mille mähised on tähtühenduses, toodab 6000 V, 577 A. Kui suured on pinged ja voolu faasiväärtused? (39a)

$$U_f = \frac{U}{\sqrt{3}} = \frac{6000}{1,732} = 3460 \text{ V,}$$

$$I_f = I = 577 \text{ A.}$$

465. Tähtühenduses trafost väljub pinge 660 V. Kui suur on faasipinge? (39a)

466. Millisele pingele tuleb valida elektrilamp, kui nullliiniga keerdvoolu süsteemis on välisjuhtmete vaheline pinge 380 V ja elektrilamp tuleb ühendada välis- ja nulljuhtme vahele? (39a)

467. Keerdvoolu trafol on primaarpoolel 1000, sekundaarpoolel 125 keerdu faasi kohta. Primaarpoolel pinge kahe juhtme vahel on 3000 V. Kui suur on tühikäigupinge (vallaspinge) sekundaarpoolel, kui: a) trafo on ühendatud  $\lambda/\lambda$ -, b)  $\Delta/\Delta$ -, c)  $\lambda/\Delta$ -, d)  $\Delta/\lambda$ -lülitusse? (39), (20), (40)

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}.$$

Tühikäigu puhul võime kirjutada, et:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} \text{ ja } \frac{U_{f1}}{U_{f2}} = \frac{\omega_1}{\omega_2};$$

siit:

$$U_{f2} = U_{f1} \cdot \frac{\omega_2}{\omega_1}$$

a)  $\lambda/\lambda$ -lülituses:

$$U_{f1} = \frac{U}{\sqrt{3}} = \frac{3000}{\sqrt{3}} = 1732 \text{ V,}$$

$$U_{f2} = U_{f1} \cdot \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{1732 \cdot 125}{1000} = 217 \text{ V,}$$

$$U_2 = U_{f2} \cdot \sqrt{3} = 217 \cdot \sqrt{3} = 375 \text{ V.}$$

b)  $\Delta/\Delta$ -lülituses:

$$U_{f_1} = U_1 = 3000 \text{ V},$$

$$U_{f_2} = U_{f_1} \cdot \frac{w_2}{w_1} = \frac{3000 \cdot 125}{1000} = 375 \text{ V},$$

$$U_2 = U_{f_2} = 375 \text{ V}.$$

c)  $\Delta/\Delta$ -lülituses:

$$U_{f_1} = \frac{U_1}{\sqrt{3}} = \frac{3000}{\sqrt{3}} = 1732 \text{ V},$$

$$U_{f_2} = U_{f_1} \cdot \frac{w_2}{w_1} = \frac{1732 \cdot 125}{1000} = 217 \text{ V},$$

$$U_2 = U_{f_2} = 217 \text{ V}.$$

d)  $\Delta/\Delta$ -lülituses:

$$U_{f_1} = U_1 = 3000 \text{ V},$$

$$U_{f_2} = U_{f_1} \cdot \frac{w_2}{w_1} = \frac{3000 \cdot 125}{1000} = 375 \text{ V},$$

$$U_2 = U_{f_2} \cdot \sqrt{3} = 375 \cdot \sqrt{3} = 650 \text{ V}.$$

468. Keerdvoolumootori võimsustegur  $\cos \varphi = 0,85$ , pingele 380 V, vool 12,5 A. Kui suur on võimsus? (41)

$$P_a = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_i \cdot \cos \varphi = 1,732 \cdot 380 \cdot 12,5 \cdot 0,85 = 7000 \text{ W} = 7 \text{ kW}.$$

469. Millisele pingele on sobitatud keerdvoolumootor, mille vool on 25 A ja mis  $\cos \varphi = 0,91$  puhul arendab võimsust 8,7 kW? (41)

470. Keerdvoolugeneraatori pingele on 6000 V, vattmeeter näitab 4,2 MW ja  $\cos \varphi$ -näitaja 0,77. Kui tugev vool läbib generaatorit? (41)

471. Keerdvoolumootor pingel 380 V, mida läbib vool 12 A, arendab võimsust 6,2 kW. Kui suur on  $\cos \varphi$ ? (41)

472. Keerdvoolugeneraator pingega 3000 V annab 96 A näivvoolu juures 400 kW. Kui suur on näivvõimsus, eba-võimsus ja võimsustegur  $\cos \varphi$ ? (41), (38)

$$P_i = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_i = 1,732 \cdot 3000 \cdot 96 = 500\,000 \text{ VA} = 500 \text{ kVA},$$

$$P_r = \sqrt{P_i^2 - P_a^2} = \sqrt{500^2 - 400^2} = \\ = \sqrt{250\,000 - 160\,000} = \sqrt{90\,000} = 300 \text{ kvar'i},$$

$$\cos \varphi = \frac{P_a}{\sqrt{3} \cdot I_i \cdot U} = \frac{400\,000}{1,732 \cdot 96 \cdot 3000} = 0,8.$$

473. Moskva lähedal asuva Šaturi elektriijaama keerdvoolugeneraator omab pinget 6000 V ja võimsust  $\cos \varphi = 0,9$  puhul 44 MW. Leida generaatori mähist läbiv vool. Mõõtmisel osutus, et tegelik võimsustegur tarbijate võrgus oli  $\cos \varphi = 0,6$ . Mitme ampri võrra tugevam vool läbib  $\cos \varphi = 0,6$  puhul generaatorit sama tegev võimsuse puhul? (41)

474. Enne fašistide poolt purustamist oli Dnepri hüdroelektriijaama võimsus 500 MW ( $\cos \varphi = 0,9$ ). Kui suurt võimsust võis anda see jaam, kui faasinihe  $\varphi = 65^\circ$ ?

475. Üks Taga-Kaukaasia hüdroelektriijaam omab kahte keerdvoolugeneraatorit, mis kestval koormamisel osutavad näivvõimsust 14 MVA. Ööpäeva jooksul (24 tunni jooksul) toodavad generaatorid kokku 268,8 MWh. Kui suur on elektriijaama võimsustegur? (35), (36) ja (9)

476. Elektriijaamas registreeris 24 tunni jooksul tegev võimsuse tarbimise arvesti 18,4 MWh, ebavõimsuse tarbimise arvesti 21,3 Mvartundi. Kui suur oli keskmine tegev võimsus, ebavõimsus ja näivvõimsus, keskmine  $\cos \varphi$  ja keskmine näivvool, kui elektriijaama pinge oli 6000 V? (9), (38), (41)

$$P_a = \frac{A_a}{t} = \frac{18\,400\,000}{24} = 767\,000 \text{ W} = 767 \text{ kW},$$

$$P_r = \frac{A_r}{t} = \frac{21\,300\,000}{24} = 888\,000 \text{ var'i} = 888 \text{ kvar'i},$$

$$P_i = \sqrt{P_a^2 + P_r^2} = \sqrt{767^2 + 888^2} = \\ = \sqrt{588\,000 + 789\,000} = \sqrt{1\,377\,000} = 1173 \text{ kVA},$$

$$\cos \varphi = \frac{P_a}{P_i} = \frac{767}{1173} = 0,65,$$

$$I_i = \frac{P_a}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{767\,000}{1,732 \cdot 6000 \cdot 0,65} = 113,5 \text{ A}.$$

477. Kondiitriavabriku „KALEV” vahvliküpseti omas ühendust pingega 380 V ühes nulljuhtmega (s. o. sai kasutada ka 220 V pinget). Ahju oli monteeritud kolm küttekeha, igaüks takistusega 55  $\Omega$ . Lüliti võimaldas reguleerida kolme võimsusastet:

- a) kaks küttekeha ühendatud järjestikku 380 V pingele;
- b) kõik kolm küttekeha tähtühenduses;
- c) kõik kolm küttekeha kolmnurkühenduses.

Kui suur on iga astme võimsus? (1), (36), (39a), (40)

M ä r k u s: Puhtoomilise takistuse puhul  $\cos \varphi = 1$ .

Aste a:

$$r = 2 \cdot 55 = 110 \Omega,$$

$$I = \frac{U}{r} = \frac{380}{110} = 3,45 \text{ A},$$

$$P_a = U \cdot I_i \cdot \cos \varphi = 380 \cdot 3,45 \cdot 1 = 1315 \text{ W}.$$

Aste b:

$$I = I_f = \frac{U_f}{r} = \frac{220}{55} = 4 \text{ A},$$

$$P_a = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_f \cdot \cos \varphi = 1,73 \cdot 4 \cdot 380 \cdot 1 = 2630 \text{ W}.$$

Aste c:

$$I_f = \frac{380}{5,5} = 6,9 \text{ A},$$

$$I = 1,73 \cdot I_f = 1,73 \cdot 6,9 = 12 \text{ A},$$

$$P_a = 1,73 \cdot 12 \cdot 380 \cdot 1 = 7890 \text{ W}.$$

478. Milline lainepikkus vastab sagedusele  $f = 50 \text{ Hz}$ ? (42)

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{50} = 6\,000\,000 \text{ m} = 6000 \text{ km}.$$

479. Antud on järgnevate NSV Liidu ringhäälingusaatjate sagedused: Moskva 872 kHz, Stalino 710 kHz, Minsk 281 kHz, Leningrad 800 kHz ja Kiiev 209 kHz. Arvutada toodud saatjate lainepikkused. (42)

480. Saatja lainepikkus on 410,4 m. Kui suur on saatja sagedus kilohertsides? (42a)

481. Lühilainesaatja saadab lainel 41,27 meetrit. Kui suur on saatja sagedus megahertsides? (42a)

482. Raadioparaadi lainepiirkonnad on järgmised:

$$\lambda_1 = 750 - 2000 \text{ m}$$

$$\lambda_2 = 200 - 570 \text{ m}$$

$$\lambda_3 = 14 - 51 \text{ m}$$

Anda vastuvõtupiirkonnad kilohertsides. (42a)

483. Nähtava valguse roheline värvus omab lainepikkust umbes  $0,50 \mu$ . Kui suur on rohelise valguse sagedus? (42a)

484. Kui suur peab olema paispooli induktiivsus henrides, mis koos  $10 \mu\text{F}$  kondensaatoriga peab moodustama filtri, milline on resonantsis 50 Hz sagedusega? (43b)

$$10 \mu\text{F} = 10 \cdot 10^{-6} \text{ F}$$

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{C \cdot L}}; L = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot f^2 \cdot C} = \frac{10^6}{4 \cdot \pi^2 \cdot 50^2 \cdot 10} = 1,015 \text{ H.}$$

485. Kui suur mahtuvus peab olema kondensaatoril, et ta koos 2 H paispooliga moodustaks võnkeringi, mis omab sagedusel 60 Hz resonantsi? (43b)

$$f = \frac{1}{2 \pi \cdot \sqrt{C \cdot L}}; C = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot f^2 \cdot L} \text{ F};$$

$$C = \frac{10^6}{4 \cdot 9,87 \cdot 50^2 \cdot 2} \mu\text{F} = 3,52 \mu\text{F}.$$

486. Kondensaator mahtuvusega  $2 \mu\text{F}$  ja paispool induktiivusega 2 H moodustavad filtri. Kui suur on resonants-sagedus? (43a)

487. Mitu kondensaatorit mahtuvusega  $2 \mu\text{F}$  tuleb ühendada rööbiti, et nad koos pooliga, mille induktiivsus on 0,507 H, moodustaksid filtri sagedusel 50 Hz? (43)

488. Raadioparaadi võnkering omab pöördkondensaatorit, mille maksimaalne mahtuvus on 500 cm. Mitu keerdu peab omama pool, kui soovitakse raadioaparaadiga vastu võtta laineid kuni 600 meetrit ja pooli mähis on keritud ühe-

kihilisena 40-mm läbimõõduga poolikehale 5 cm pikkuselt?  
(42), (43), (29)

$$500 \text{ cm} = \frac{500}{900\,000} = 0,000556 \text{ } \mu\text{F},$$

$$f = \frac{300\,000\,000}{600} = 500\,000 \text{ Hz},$$

$$L = \frac{10^6}{4 \cdot \pi^2 \cdot f^2 \cdot C} = \frac{10^6}{39,4 \cdot 5 \cdot 10^5 \cdot 4 \cdot 10^5 \cdot 0,000556} = 0,000183 \text{ H},$$

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 4^2}{4} = 12,56 \text{ cm}^2 = 0,001256 \text{ m}^2,$$

$$l = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m},$$

$$L = \frac{1,25 \cdot \mu_r \cdot S \cdot w^2}{l \cdot 10^6};$$

$$w = \sqrt{\frac{L \cdot l \cdot 10^6}{1,25 \cdot \mu_r \cdot S}} = \sqrt{\frac{0,000183 \cdot 0,05 \cdot 10^6}{1,25 \cdot 1 \cdot 0,001256}} = \sqrt{5800} = 76 \text{ keerdu.}$$

489. Raadioaparaadi võnkeringi pooli induktiivsus on 0,2 mH. Mitme cm mahtuvusega peab olema kondensaator, et vastu võtta 410,4 m pikkust raadiolainet?

# MAGNETISM JA ELEKTROMAGNETISM.

## KASUTATAVAID VALEMEID.

### Magnetvoog ja magnetiline induksioon.

Magnetvoog  $\Phi$  veebrites [Wb], s. o. voltsekundites [Vs] ja magnetiline väljatihedus (ehk magnetvoo tihedus)  $B$  veebrites ruutmeetritele [Wb/m<sup>2</sup>], s. o. voltsekundites m<sup>2</sup> kohta [Vs/m<sup>2</sup>] on seotud valemiga:

$$B = \frac{\Phi}{S}, \quad (44)$$

$$\Phi = B \cdot S, \quad (44a)$$

$$S = \frac{\Phi}{B}, \quad (44b)$$

kus  $S$  on magnetringi ristlõige ruutmeetrites.

Et Wb ja Wb/m<sup>2</sup> on väga suured ühikud, siis kasutatakse nende asemel ka väiksemaid ühikuid: maksvelli ja gaussi.

T e a d m i s e k s:

$$1 \text{ Wb} = 10^8 \text{ maksvelli [Mx]}$$

$$1 \text{ Wb/m}^2 = 10^4 \text{ gaussi [Gs]}$$

$$1 \text{ Mx} = 0,00000001 \text{ Wb} = 10^{-8} \text{ Wb}$$

$$1 \text{ Gs} = 0,0001 \text{ Wb/m}^2.$$

### Läbitavus.

Väljatiheduse  $B$  suhet magnetvälja tugevusega  $H$  nimetatakse aine magnetiliseks läbitavuseks ja tähistatakse  $\mu$  (väikese müü'ga).

$$\mu = \frac{B}{H}, \quad (45)$$

$$H = \frac{B}{\mu}, \quad (45a)$$

$$B = \mu \cdot H. \quad (45b)$$

Magnetilise läbitavuse ühikuks on henri meetrile [H/m], millist ühikut nimetatakse magn'iks [mgn].

### Vaakumi magnetiline läbitavus.

$$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} = 1,256 \cdot 10^{-6} \text{ magni [mgn]}$$

ehk henrit (s. o. oomsekundit) meetrile [H/m]. Tavaliselt antakse tabelleis mitte materjali magnetilise läbitavuse väärtus, vaid selle suhteline suurus võrreldes vaakumi läbitavusega.

### Suhet

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$$

nimetatakse aine suhteliseks läbitavuseks ehk permeaabluseks  $\mu_r$ . Permeaablus pole konstantne suurus, vaid oleneb materjalist ja väljatugevusest.

Permeaablust võib arvutada valemiga:

$$\mu_r = \frac{10^7}{4 \cdot \pi} \cdot \frac{B}{H} \quad (45c)$$

ehk

$$\mu_r = \frac{10^7}{4 \cdot \pi} \cdot \mu, \quad (45d)$$

kui magnetilist induksiooni  $B$  mõõta veebrites ruutmeetrile [Wb/m<sup>2</sup>] ja magnetvälja tugevust  $H$  amprites meetrile (vt. valem (50)). Andmed  $\mu_r$  arvutamiseks võib leida joonisel 12 toodud kõveratelt.

### Magnetomotoorne jõud.

Magnetomotoorne jõud (ehk läbivoogus ehk magneetimisergutus)  $F$  on pooli keerdude arvu korrutis pooli läbiva vooluga:

$$F = I \cdot \omega \text{ amperkeerdu,} \quad (46)$$

$$I = \frac{F}{\omega} \text{ amprit,} \quad (46a)$$

$$\omega = \frac{F}{I} \text{ keerdu.} \quad (46b)$$

### Tõkestus.

Tõkestuse (magnetilise takistuse)  $R$  arvutamiseks kasutatakse valemit:

$$R = \frac{l}{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot S} \frac{1}{\text{henri}} \quad (47)$$

ehk sama valemi teist kuju, kus  $\mu_0$  on asendatud tema väärtusega

$$R = \frac{l \cdot 10^7}{12,56 \cdot \mu_r \cdot S}, \quad (47a)$$

kus  $l$  on magnetringi või selle arvutatava osa pikkus meetrites,  $\mu_r$  — permeaablus ja  $S$  — ristlõige ruutmeetrites. Õhu ja vaakumi puhul on  $\mu_r$  väärtus 1.  $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$  magni ehk H/m.

Ühist magnetringi moodustavad tõkestused liituvad:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots \quad (48)$$

### Magnetringi arvutamine.

Nii nagu elektri vooluringi kohta kehtis Ohmi seadus, nii ka magnetringi kohta on kehtiv vastav seadus, kus magnetvoog  $\Phi$ , magnetomotoorne jõud  $F$  ja tõkestus  $R$  on seotud valemis:

$$\Phi = \frac{F}{R}.$$

Selle valemi praktiline kuju on:

$$\Phi = \frac{I \cdot \omega}{R}, \quad (49)$$

kuna

$$F = \Phi \cdot R \text{ amperkeerdu,} \quad (49a)$$

kus  $\Phi$  on magnetvoog veebrites [Wb],  $I$  — pooli läbiv vool amprites [A],  $\omega$  — pooli keerdude arv ja  $R$  — tõkestus üks jagatud henrides [1/H].

### Väljatugevuse arvutamine.

Väljatugevust  $H$  arvutame:

$$H = \frac{I \cdot \omega}{l} \frac{A}{m}. \quad (50)$$

Et  $B = \mu \cdot H$  (valem (45b)) ja  $\mu = \mu_0 \cdot \mu_r = 4 \cdot \pi \cdot \mu_r \cdot 10^{-7}$ , siis

$$B = \frac{\mu \cdot I \cdot \omega}{l}$$

ja

$$B = \frac{4 \cdot \pi \cdot \mu_r \cdot I \cdot \omega \cdot 10^{-7}}{l} \frac{\text{Wb}}{\text{m}^2}. \quad (51)$$

Magnetringi (või pooli) pikkust  $l$  mõõdetakse meetrites [m].

### Elektromagneti tõstejõud.

Elektromagneti tõstejõudu arvutame valemiga:

$$K \approx \frac{B^2 \cdot S \cdot 10^6}{8 \cdot \pi} \text{ kilogrammi } ^1, \quad (52)$$

kus  $B$  on väljatihedus veebrites ruutmeetrile [Wb/m<sup>2</sup>] magneti ja hoitava või tõmmatava eseme vahel,  $S$  — kokkupuutepinnad ruutmeetrites.

<sup>1</sup> Täpsem vastus oleks

$$K = \frac{B^2 \cdot S \cdot 10^9}{8 \cdot \pi \cdot 981} \text{ kg.}$$

Valem hoidejõu arvutamiseks njuutonites oleks järgmine:

$$K \approx \frac{B^2 \cdot S \cdot 10^7}{8 \cdot \pi} \text{ njuutonit.}$$

## ÜLESANDEID LAHENDUSNÄIDETEGA.

490. Magnetvoog oli 0,073 veebrit. Kui suur oli magnetvoog maksvellides?

$$0,073 \text{ Wb} = 0,073 \cdot 10^8 = 7\,300\,000 \text{ Mx.}$$

491. Magnetvoog  $\Phi$  oli 2,11 veebrit. Kui suur oli magnetvoog maksvellides?

492. Magnetvoog  $\Phi$  oli 0,00239 voltsekundit, kui suur oli magnetvoog maksvellides?

$$0,00239 \text{ Vs} = 239\,000 \text{ Mx.}$$

493. Mitu maksvelli on magnetvoog 0,0000713 Wb?

494. Magnetvoog on 42 000 Mx. Kui suur on  $\Phi$  veebrites?

495.  $\Phi = 89\,200 \text{ Mx}$ . Kui suur on veebrite arv?

496. Väljatihedus  $B = 0,17 \frac{\text{Wb}}{\text{m}^2}$ . Mitu gaussi on magnetvoo tihedus?

497. Mitu gaussi on  $64,3 \frac{\text{Wb}}{\text{m}^2}$ ?

498. Mitu veebrit ruutmeetrile on väljatihedus, kui gauside arv on 96 000?

499.  $B = 22\,000 \text{ Gs}$ . Leida  $\text{Wb/m}^2$  arv.

500. Ümmarguses teraskehas läbimõõduga 63 mm on magnetvoog  $\Phi = 0,0017 \text{ Wb}$ . Leida väljatihedus selles kehas. (44)

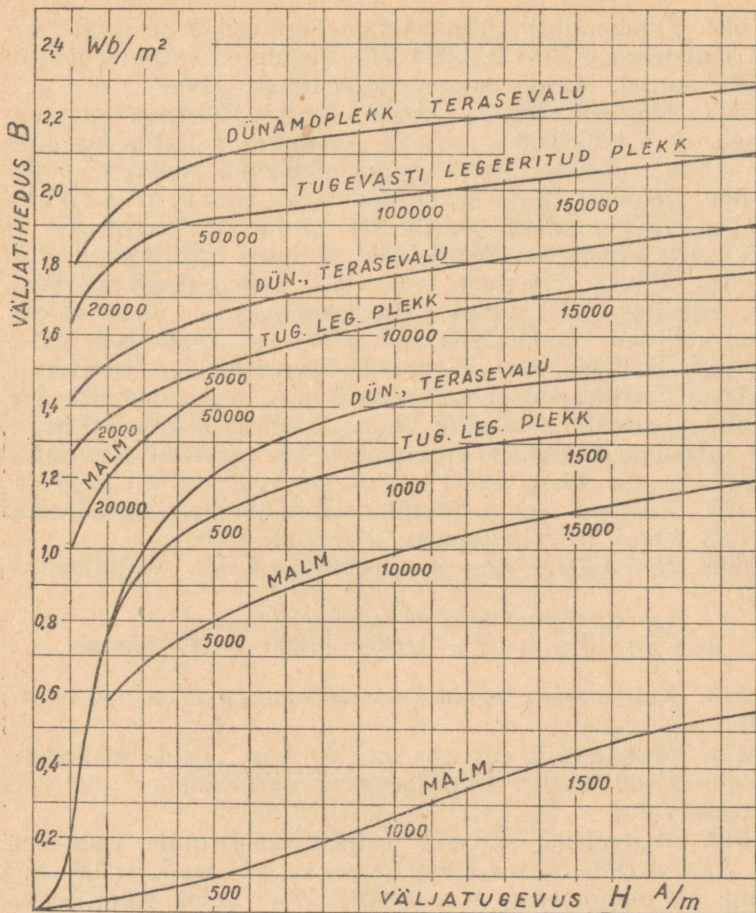
$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 6,3^2}{4} = 31,2 \text{ cm}^2 = 0,00312 \text{ m}^2$$

$$B = \frac{\Phi}{S} = \frac{0,0017}{0,00312} = 0,545 \frac{\text{Wb}}{\text{m}^2} = 5450 \text{ gaussi.}$$

501. Paispooli südamikus mõõdetega 120 mm  $\times$  80 mm on magnetvoog 0,007 Wb. Kui suur on magnetiline väljatihedus  $B$ ? (44)

502. Eelmises ülesandes toodud paispoolis vähendati väljatihedust 4300 gausini; kui suur on nüüd magnetvoog? (44a)

503. Magnetiline induksioon (väljatihedus) südamikus oli  $1,26 \text{ Wb/m}^2$ , magnetsüdamik oli koostatud 165 trafoplekist



Joon. 12.

laiusega 75 mm ja paksusega  $\hat{a}$  0,5 mm. Plekid olid kaetud pöörisvooludest hoidumiseks 0,02 mm paksuse lakikihiga. Kui suur on magnetvoog? (44a)

504. Dünaamilise valjuhäälde ergutusmähise poolt tekitati magnetvoog  $\Phi = 0,00066$  Wb, kusjuures väljatihedus oli 11 000 gaussi. Leida magnetvoo ristlõige. (44b)

505. Magnetiseerimise pukis on vaja tekitada magnetvoogu  $\Phi = 1\,200\,000$  maksvelli, kusjuures väljatihedus olgu  $0,9$  Wb/m<sup>2</sup>. Leida vajalik magnetsüdamiku ristlõige. (44b)

506. Joonisel 12 on toodud nn. magnetimiskõverad. Horisontaalsele teljele on kantud väljatugevuse  $H$  väärtused A/m ja vertikaalteljele vastavad väljatugevused  $B$  Wb/m<sup>2</sup>. Kõver võimaldab leida kõiki vahepealseid väärtusi, mis tabelites pole antud. Permeaabluse  $\mu_r$  leiame valemi (45c) kohaselt. Joonestada millimeeter- või ruudulisele pabe-rile permeaabluse kõverad malmi, dünamopleki ja terasevalu kohta ja vaadata, mispuhul omavad need maksimumväärtust.

507. Joonestada tabelite 12 ja 13 andmete kohased kõverad ja kanda samadele graafikutele ka vastavad permeaablused.

508. Kui suur on magnetiline läbitavus, kui väljatihedus on  $1,53$  Wb/m<sup>2</sup> ja väljatugevus  $2100$  A/m? (45)

509.  $H = 1500$  A/m,  $\mu = 0,00098$ . Leida väljatihedus. (45)

$$\mu = \frac{B}{H}; \quad B = \mu \cdot H = 0,00098 \cdot 1500 = 1,47 \text{ Wb/m}^2.$$

510. Kui suur on  $H$ , kui  $B = 8300$  gaussi ja  $\mu = 0,00154$ ? (45)

511. Magnetvälja tugevus on  $700$  A/m. Leida magneetiskõvera abil vastav väljatihedus ja permeaablus (materjal — terasevalu).

512. Magnetring koosneb neljast osast, mille ristlõiked on:  $S_1 = 4$  cm<sup>2</sup>,  $S_2 = 1,2$  cm<sup>2</sup>,  $S_3 = 12$  cm<sup>2</sup> ja  $S_4 = 0,9$  cm<sup>2</sup>. Ringis on magnetvoog  $\Phi = 0,00012$  Wb. Leida väljatihedus igas ristlõikes. (44)

$$S_1 = 4 \text{ cm}^2 = 0,0004 \text{ m}^2,$$

$$S_2 = 1,2 \text{ cm}^2 = 0,00012 \text{ m}^2,$$

$$S_3 = 12 \text{ cm}^2 = 0,0012 \text{ m}^2,$$

$$S_4 = 0,9 \text{ cm}^2 = 0,00009 \text{ m}^2,$$

$$B_1 = \frac{\Phi}{S_1} = \frac{0,00012}{0,0004} = 0,3 \text{ Wb/m}^2,$$

$$B_2 = \frac{\Phi}{S_2} = \frac{0,00012}{0,00012} = 1 \text{ Wb/m}^2,$$

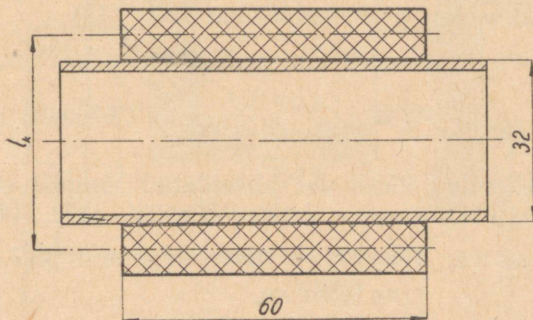
$$B_3 = \frac{\Phi}{S_3} = \frac{0,00012}{0,0012} = 0,1 \text{ Wb/m}^2,$$

$$B_4 = \frac{\Phi}{S_4} = \frac{0,00012}{0,00009} = 1,33 \text{ Wb/m}^2.$$

513. Pool on keritud 920 keeruga ja teda läbib vool  $I = 250 \text{ mA}$ . Kui suur on magnetomotoorne jõud amperkeerudes? (46)

$$F = I \cdot w = 0,25 \cdot 920 = 230 \text{ amperkeerdu.}$$

514. Ümmarguse ristlõikega, 32 mm läbimõõduga pooli-kehale on keritud keeru kõrvale magnetmähis 60 mm pikkuselt 9 kihis. Palja traadi läbimõõt on 1,1 mm ja isolatsioon on kahekordsest siidist. Pool on ühendatud vooluallikaga, mille pinge on 2 V. Leida pooli amperkeerude arv. (2), (3), (46)



Joon. 13.

Märkus: Esialgelt arvutada traadi pikkus, kasutades tab. 2 abi (andmed — traadi läbimõõt koos isolatsiooniga ja kui palju keerdusid mahub 60 mm pikkusele). Edasi leida kogu traadi pikkus, arvutades enne keskmise keeru pikkuse. Edasi — eelmärgitud valemite abil. (Vt. joonis 13).

515. 1800 keeruga poolis on vaja tekitada läbivoogus  $F = 71$  amperkeerdu. Kui tugev peab olema vool? (46a)

516. Järjestikku on ühendatud kaks pooli, mida läbib vool 550 mA. Poolides tekitatud magnetomotoorsed jõud on  $F_1 = 9200$  ja  $F_2 = 120$  amperkeerdu. Leida poolide keerdude arvud. (46b)

517. Kahe magnetpooluse vahel, millede ristlõige on  $4 \text{ cm}^2$ , asub 0,8-mm õhupilu. Kui suur on õhupilu tõkestus? (47a)

Õhu puhul on  $\mu_r = 1$ .

$$l = 0,8 \text{ mm} = 0,08 \text{ cm} = 0,0008 \text{ m},$$

$$S = 4 \text{ cm}^2 = 0,0004 \text{ m}^2,$$

$$R = \frac{l \cdot 10^7}{12,56 \cdot \mu_r \cdot S} = \frac{0,0008 \cdot 10^7}{12,56 \cdot 1 \cdot 0,0004} = 159 \cdot 10^4 \text{ 1/H}.$$

518. Pehmeterasest on valmistatud ümmargune rõngas, mille keskmine läbimõõt on 120 mm ja ristlõige  $2,0 \text{ cm}^2$ . Leida tõkestus, kui permeaablus on 900. (47)

$$l = \pi \cdot 120 = 377 \text{ mm} = 37,7 \text{ cm} = 0,377 \text{ m},$$

$$R = \frac{l \cdot 10^7}{12,56 \cdot \mu_r \cdot S} = \frac{0,377 \cdot 10^7}{12,56 \cdot 900 \cdot 0,0002} = 1\,670\,000 \text{ 1/H}.$$

519. Eeltoodud ülesandes kirjeldatud rõngast on eraldatud 10 mm pikkune osa. Leida tõkestus. (47), (48)

$$\text{M ä r k u s: } l_1 = 377 - 10 = 367 \text{ mm} = 36,7 \text{ cm} = 0,367 \text{ m},$$

$$l_2 = 1,0 \text{ cm} = 0,01 \text{ m},$$

$$\mu_{r1} = 900,$$

$$\mu_{r2} = 1.$$

Kogu tõkestus on terasrõnga tõkestuse ja õhupilu tõkestuse summa. Võrrelda neid osatõkestusi omavahel.

520. Magnetsüdamiku ristlõige  $S = 20 \times 20 \text{ mm} = 400 \text{ mm}^2 = 4 \text{ cm}^2$ . Magnetvoo keskmine pikkus terases on  $l_1 = 480 \text{ mm}$  ja õhupilus  $l_2 = 1 \text{ mm}$ . Südamikule on keritud

600 keeruga pool, mida läbib 700 mA. Leida magnetvoog, kui terassüdamik  $\mu_r = 1190$ . (47), (48), (49)

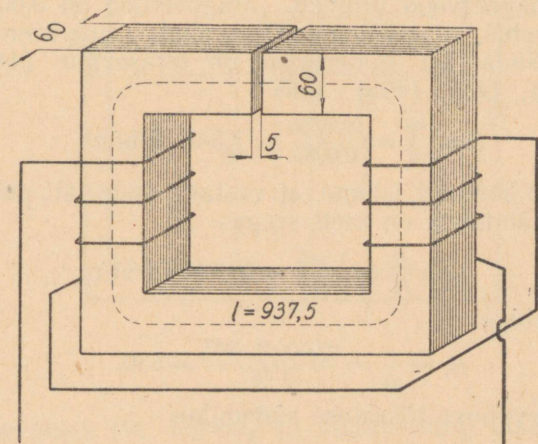
$$R_1 = \frac{l_1 \cdot 10^7}{12,56 \cdot \mu_{r1} \cdot S} = \frac{0,48 \cdot 10^7}{12,56 \cdot 1190 \cdot 0,0004} = 0,803 \cdot 10^6,$$

$$R_2 = \frac{l_2 \cdot 10^7}{12,56 \cdot \mu_{r2} \cdot S} = \frac{0,001 \cdot 10^7}{12,56 \cdot 1 \cdot 0,0004} = 1,99 \cdot 10^6,$$

$$R = R_1 + R_2 = (0,803 + 1,99) 10^6 = 2,79 \cdot 10^6,$$

$$\Phi = \frac{I \cdot w}{R} = \frac{0,7 \cdot 600}{2,79 \cdot 10^6} = 0,00015 \text{ Wb.}$$

521. Leida eelmises ülesandes toodud andmete abil väljatihedus. (44)



Joon. 14.

522. Eelmises kahes ülesandes nimetatud paispool tehti õhupiluta, amperkeerdude arv on endine. Leida magnetvoog, väljatihedus ja väljatugevus. (49), (44), (45) või (50) — viimane kontrolliks.

523. Terasevalust valmistatud rõngale, mille keskmine läbimõõt on 220 mm ja ristlõige  $S = 20 \text{ cm}^2$ , on keritud

400 keeruga magnetmähis, mida läbib 5,3 A vool. Kui suur on magnetvoog rõngas? (50), (44a)

$$l = \pi \cdot 22 = 69 \text{ cm} = 0,69 \text{ m},$$

$$H = \frac{I \cdot w}{l} = \frac{5,3 \cdot 400}{0,69} = 3080 \text{ A/m}.$$

Joonisel 12 toodud kõveralt leiame, et kui antud materjali juures  $H = 3080 \text{ A/m}$ , siis  $B = 1,58 \text{ Wb/m}^2$ .

$$\Phi = S \cdot B = 0,002 \cdot 1,58 = 0,0316 \text{ Wb}.$$

524. Magneetimispuksi südamik (joon. 14) ristlõige on  $6 \times 6 \text{ cm}$  ja ta omab õhupilu 5 mm. Raudsüdamiku keskmine pikkus on 93,75 cm. Südamikul asub kaks traatpooli à 400 keerdu, mis on ühendatud järjestikku nii, et nende poolt tekitatud magnetvood liituvad. Magnetvoog on 0,00556 Wb. Leida tõkestus, magnetomotoorne jõud, amperkeerude arv ja vool. Südamiku materjaliks on terasevalu. (44), (45), (45c), (47), (48), (49a), (46)

$$B = \frac{\Phi}{S} = \frac{0,00556}{0,0036} = 1,545 \text{ Wb/m}^2.$$

Joon. 12 kõveralt leiame, et vastava materjali puhul  $H \approx \approx 2400$ . Läbitavus on meil seega:

$$\mu = \frac{B}{H} = \frac{1,545}{2400} = 0,000645 \text{ H/m}$$

ja permeaablus:

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0} = \frac{0,000645 \cdot 10^7}{4 \cdot \pi} = 530.$$

Edasi arvutame tõkestuse südamik

$$R_1 = \frac{l_s \cdot 10^7}{12,56 \cdot \mu_r \cdot S} = \frac{0,9375 \cdot 10^7}{12,56 \cdot 530 \cdot 0,0036} = 391 \text{ 000}.$$

Tõkestus õhupilus

$$R_2 = \frac{l_\delta \cdot 10^7}{12,56 \cdot 1 \cdot S} = \frac{0,05 \cdot 10^7}{12,56 \cdot 1 \cdot 0,0036} = 1 \text{ 105 000}.$$

Kogutõkestus

$$R = R_1 + R_2 = 391 \text{ 000} + 1 \text{ 105 000} = 1 \text{ 496 000} \approx \approx 1,5 \cdot 10^6 \text{ 1/H}.$$

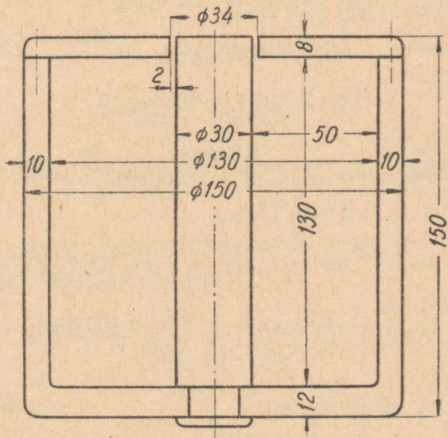
## Magnetomotoorne jõud

$$F = \Phi \cdot R = 0,00556 \cdot 1,5 \cdot 10^6 = 8340 \text{ amperkeerdu}$$

ja vool

$$I = \frac{F}{w} = \frac{8340}{800} = 10,4 \text{ A.}$$

525. Dünaamilise valjuhääldaja ümmargune pott-ergutusmagnet omab joonisel 15 toodud mõõteid. Õhupilu, milles liigub valjuhääldaja võnkepool, on 2 mm lai. Poti südamik



Joon. 15.

on terasevalust (vt. kõver!) ja mantel ning otsad malmist. Arvutada kõik vajalikud elektromagnetilised näitajad, kui on teada, et vajalik magnetiline väljatihedus  $B$  õhupilus peab olema  $1,1 \text{ Wb/m}^2$ . Vool, mis läbib ergutusmähist, on  $45 \text{ mA}$ .

Et arvutada magnetvoogu, mis voogab läbi südamiku, üle õhupilu, läbi mantli kaane ja mantli seintes ning põhjas, läheme sellest, et  $B$  õhupilus peab olema  $1,1 \text{ Wb/m}^2$ .

Õhupilu keskmine läbimõõt

$$d_k = 30 + \frac{34 - 30}{2} = 32 \text{ mm.}$$

Õhupilu kõrgus joonise kohaselt  $h = 8$  mm.

Õhupilu pind moodustab silindri, mille läbimõõt on  $d_k$  ja kõrgus  $h$ , ning on seega

$$S_{\delta} = \pi \cdot d_k \cdot h = \pi \cdot 32 \cdot 8 = 804 \text{ mm}^2 = 8,04 \text{ cm}^2 = \\ = 8,04 \cdot 10^{-4} = 0,000804 \text{ m}^2.$$

Magnetvoog

$$\Phi = B \cdot S_{\delta} = 1,1 \cdot 0,000804 = 0,000884 \text{ Wb}.$$

Edasi arvutame tõkestused üksikutes magnetringi osades:

Tõkestus õhupilus:

$$S_{\delta} = 0,000804 \text{ m}^2,$$

$$l_{\delta} = 2 \text{ mm} = 0,002 \text{ m},$$

$$R_{\delta h u s} = \frac{l_{\delta} \cdot 10^7}{12,56 \cdot \mu_r \cdot S} = \frac{0,002 \cdot 10^7}{12,56 \cdot 1 \cdot 0,000804} = 1\,980\,000 \text{ 1/H}.$$

Tõkestus südamikus:

$$S_s = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 3^2}{4} = 7,1 \text{ cm}^2 = 7,1 \cdot 10^{-4} = 0,00071 \text{ m}^2,$$

$$l_s = 130 + \frac{12}{2} + \frac{8}{2} = 130 + 6 + 4 = 140 \text{ mm} = 140 \cdot 10^{-3} = \\ = 0,14 \text{ m}.$$

Väljatihedus südamikus

$$B = \frac{\Phi}{S_s} = \frac{0,000884}{0,00071} = 1,24 \text{ Wb/m}^2.$$

Vastav  $H$  kõvera järgi (joonis 12) terasevalu puhul on 530.

Magnetiline läbitavus südamikus

$$\mu = \frac{B}{H} = \frac{1,24}{530} = 0,00234.$$

Permeaablus

$$\mu_r = \frac{10^7}{4 \cdot \pi} \cdot \mu = \frac{10^7 \cdot 0,00234}{12,56} = 1865.$$

Tõkestus südamikus

$$R_{s \ddot{u} d a m} = \frac{l_s \cdot 10^7}{12,56 \cdot \mu_r \cdot S_s} = \frac{0,14 \cdot 10^7}{12,56 \cdot 1865 \cdot 0,00071} = 84\,300 \text{ 1/H}.$$

## Tõkestus mantlis.

Et mitte käesolevat näitlikku arvutust keerukaks teha, eeldame, et nii mantli seinad kui ka põhi ja kaas omavad ühtlast ristlõiget (tegelikult on põhi 12, sein 10 ja kaas 8 mm paks), kuna kaas ja põhi on  $l$  suhtes peaaegu sama pikad, ja niipalju, kui üks on õhem seinast, on teine paksem. Täpsel arvutusel muidugi arvutame tõkestused eraldi mantlis, põhjas ja kaanes.

$$l_m = 130 + \frac{12}{2} + \frac{8}{2} + 50 + \frac{10}{2} + 55 + \frac{10}{2} - 2 = \\ = 253 \text{ mm} = 0,253 \text{ m},$$

$$S_m = \frac{\pi \cdot (150^2 - 130^2)}{4} = 4400 \text{ mm}^2 = 44 \text{ cm}^2 = 0,0044 \text{ m}^2.$$

Magnetiline väljatihedus mantlis

$$B = \frac{\Phi}{S_m} = \frac{0,000884}{0,0044} = 0,201 \text{ Wb/m}^2.$$

Vastav  $H$  malmi puhul kõveralt võetuna on 830.

Magnetiline läbitavus mantlis

$$\mu = \frac{B}{H} = \frac{0,201}{830} = 0,000242 \text{ H/m}.$$

Permeaablus

$$\mu_r = \frac{10^7}{4 \cdot \pi} \cdot \mu = \frac{10^7 \cdot 0,000242}{12,56} = 193.$$

$$R_{mant} = \frac{l_m \cdot 10^7}{12,56 \cdot \mu_r \cdot S_m} = \frac{0,253 \cdot 10^7}{12,56 \cdot 193 \cdot 0,0044} = 238000 \text{ 1/H}.$$

Tõkestus kogu magnetringis

$$R = R_{\text{õhus}} + R_{\text{südam}} + R_{\text{mant}} = 1\,980\,000 + 84\,300 + 238\,000 = \\ = 2\,302\,300 \approx 0,23 \cdot 10^7 \text{ 1/H}.$$

Magnetomotoorne jõud

$$F = \Phi \cdot R = 0,000884 \cdot 0,23 \cdot 10^7 = 2030 \text{ amperkeerdu}.$$

Teise moodusena oleksime võinud arvutada iga magnetringi osa kohta, lähtudes tema tõkestusest, vajaliku amperkeerude arvu ja need lõpuks liita.

Praktika näitab, et eelpooltoodud viisil vajalikke amperkeerudsid arvutades ei saavuta meie õhupilus nõutavat väljatihedust, kuna kogu magnetvoog ei läbista õhupilu, vaid puistest tingituna siirdub osaliselt väljaspoolt õhupilu. Toodud ergutusmagneti konstruktsiooni puhul peab puiste arvel arvutatud amperkeerude suurendama 40% võrra.

Seega lõplikult vajalik magnetomotoorne jõud

$$F = 2030 \cdot 1,4 = 2840 \text{ amperkeerdu.}$$

Keerdude arv

$$\omega = \frac{F}{I} = \frac{2840}{0,045} = 63\,200 \text{ keerdu.}$$

Kui lubatud voolutihedus toodud kinnise ehitusviisi puhul

$$j = 1,5 \text{ A/mm}^2,$$

siis peab ergutusmähise traadi ristlõige

$$q = \frac{0,045}{1,5} = 0,03 \text{ mm}^2,$$

millest vastava traadi läbimõõt on

$$0,2 \text{ mm.}$$

Toodud konstruktsiooni puhul on meil magnetmähise paigutamiseks kasutada ristlõige (nn. aken)

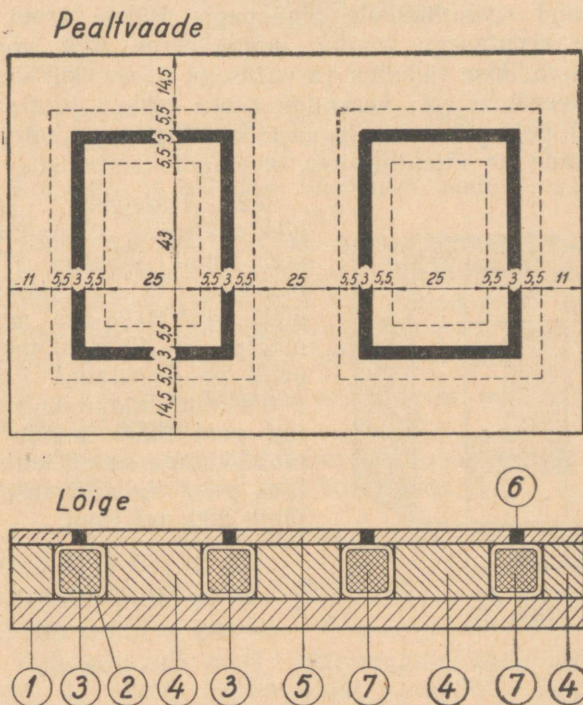
$$130 \cdot 50 = 6500 \text{ mm}^2 = 65 \text{ cm}^2.$$

Kasutades tabeli 2 andmeid leiame, et lakkisolatsiooniga kaetud 0,2 mm traati mahub 1 cm<sup>2</sup> ristlõikega keritisse (1 cm<sup>2</sup> aknasse) 1720 keerdu, seega vajaks meie mähis aknaks vähemalt

$$\frac{63\,200}{1720} = 38 \text{ cm}^2.$$

Näeme, et magnetmähise ja isolatsioonimaterjali paigutamisel jääb ruumi üle, seepärast kasutame soojuseks muutuva kadude vähendamiseks jämedamat traati.

526. Arvutada väike lihvipingi magnethoidik, mille konstruktsioon on antud joonisel 16. Magnetmähise (pooli) toiteks on kasutada 6 V alalisvool. Magnetilise väljatiheduse määrame õhupilus  $B = 0,4 \text{ Wb/m}^2$ . Arvutuse teeme ühe pooli kohta, teine pool on esimesega konstruktsioonilt ja elektrilis-

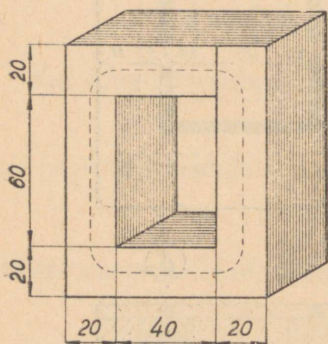


Joon. 15.

1 — alusplaat (malm), 2 — isolatsioon, 3 — I magnetmähis, 4 — südamik (terasevalu), 5 — pealisplaat (terasevalu), 6 — uure, täidetud vasega, 7 — II magnetmähis.

telt andmetelt sarnane. 6 V toitevoolu puhul on poolid ühendatud rööbiti, 12 V puhul tuleb nad järjestikku ühendada. Kontrollida, et magnetmähis liigselt ei kuumeneks — lubatud voolutihedus  $j = 2,5 \text{ A/mm}^2$ .

Märkus: Toodud ülesande puhul on üks magnethoidiku poolidest arvutatav analoogiliselt dünaamilise valjuhääldaja mantel-ergutusmagneti arvutusega. Vahe seisab vaid selles, et valjuhääldaja magneti ristlõige omab ümmargusi ja rõngakujulisi pindasid, siin on aga meil tegemist ristkülikuliste pindadega. Puiste arvel suurendame arvutusega saadud amperkeerde 50% võrra. Kui magnetmähise takistus (arvutusega leitav, kui on arvutatud keerdude arv, keskmine keeru pikkus ja traadi ristlõige) pole piisav voolu vajalikus tugevuses piirama, siis arvutada ka ettelülitatava reostaadi (eeltakisti) takistus.



Joon. 17.

527. Tugevasti legeeritud plekist kinnise südamikuga paispool omab joonisel 17 toodud mõõteid, s. o. ristkülikuline plekk on  $80 \times 100$  mm, akna mõõted on  $40 \times 60$  mm, plekipakk on koostatud 105 plekist à 0,3 mm. Südamikule on keritud pool 6200 kerdu 0,4 mm läbimõõduga vasktraadist. Arvutada pooli induktiivsus, kui teda läbib 230 mA vool.

$$\begin{aligned}
 l &= 2 \cdot (60 + 10 + 10) + \\
 &+ 2 \cdot (40 + 10 + 10) = \\
 &= 160 + 120 = 280 \text{ mm} = \\
 &= 0,28 \text{ m}.
 \end{aligned}$$

Magnetsüdamiku laius on 20 mm, paksus terasmaterjali osas  $105 \cdot 0,3 = 31,5$  mm.

$$S = 20 \cdot 31,5 = 630 \text{ mm}^2 = 6,3 \text{ cm}^2 = 0,00063 \text{ m}^2,$$

$$H = \frac{l \cdot w}{l} = \frac{0,23 \cdot 6200}{0,28} = 5100 \text{ A/m}.$$

Joonisel 12 toodud kõveralt leiame, et kui tugevasti legeeritud pleki puhul  $H = 5100$  A/m, siis

$$B = 1,51 \text{ Wb/m}^2.$$

## Magnetiline läbitavus

$$\mu = \frac{B}{H} = \frac{1,51}{5100} = 0,000296 \text{ magni.}$$

## Permeaablus

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0} = \frac{0,000296}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}} = 236.$$

## Induktiivsus

$$L = \frac{12,56 \cdot \mu_r \cdot S \cdot W^2}{l \cdot 10^7} = \frac{12,59 \cdot 236 \cdot 0,00063 \cdot 6200^2}{0,28 \cdot 10^7} = 25,7 \text{ H.}$$

528. Kui suur on eelmises ülesandes toodud pooli induktiivsus, kui teda läbib vool 115 mA?

529. Raadioaparaadi tarbeks keriti 10 mm läbimõõduga poolikehale pool 120 keerdu traadist, mille läbimõõt koos kahekordse siidisolatsiooniga oli 0,27 mm. Leida pooli ligikaudne induktiivsus milli- ja mikrohenrides, kui pool oli varustatud kõrgsagedusrauast südamikuga, mille  $\mu_r = 2,8$ .

Märkus:  $l$  leidmiseks eeldame, et pool oli keritud keerd keeru kõrvale.

530. Elektromagneti südamiku läbimõõt on 20 mm ja väljatihedus 3000 gaussi. Leida hoidejõud. (52)

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 3,14 \text{ cm}^2 = 0,000314 \text{ m}^2,$$

$$K = \frac{B^2 \cdot S \cdot 10^6}{8 \cdot \pi} = \frac{0,3^2 \cdot 0,000314 \cdot 10^6}{8 \cdot \pi} = 1,15 \text{ kg.}$$

531. Tööstuse sildkraana elektromagneti tõstejõud (hoidejõud) on 5 tonni, permeaablus  $\mu = 300$ , väljatihedus  $B = 1,6 \text{ Wb/m}^2$  ja magnetvoo tee pikkus, kaasa arvatud hoitav metall,  $l = 75 \text{ cm}$ . Leida magnetmähise keerdude arv, kui vool, mis läbib mähist, on 28 A. (52), (44a), (49a), (46)

## MEHAANILISE ENERGIA ÜLEKANDMINE.

### KASUTATAVAID VALEMEID.

#### Jõumasina ja generaatori võimsus.

Kui jõumasin, mille võimsus on antud hobujõududes [HJ], käitab elektrigeneraatorit, mille poolt arendatav võimsus on antud vattides, siis, teades generaatori kasutegurit, s. o. generaatori poolt arendatava ja teda käitava energia suhet  $\eta_g$ , võime märkida, et

$$P_g = 736 \cdot N \cdot \eta_g \text{ vatti,} \quad (53)$$

$$N = \frac{P_g}{736 \cdot \eta_g} \text{ hobujõudu} \quad (53a)$$

ja

$$\eta_g = \frac{P_g}{736 \cdot N}, \quad (53b)$$

kus  $P_g$  on elektrigeneraatori võimsus ja  $N$  jõumasina võimsus.

#### Vesiturbiini võimsus.

Vesiturbiini poolt arendatav võimsus hobujõududes on arvatav järgneva valemi abil:

$$N = \frac{1000 \cdot V \cdot h \cdot \eta_t}{75} \text{ hobujõudu,} \quad (54)$$

kus  $N$  on turbiini võimsus,  $V$  on turbiini läbiva vee hulk kuupmeetrites,  $h$  — vee langus (nivoode vahe) meetrites ja  $\eta_t$  — turbiiniseadme kasutegur.

Toodud valemist (54) võime avaldada:  
vajaliku vee hulga

$$V = \frac{75 \cdot N}{1000 \cdot h \cdot \eta_t} \text{ kuupmeetrit,} \quad (54a)$$

või turbiini kasutegur

$$\eta_t = \frac{75 \cdot N}{1000 \cdot V \cdot h}, \quad (54b)$$

või vee languse

$$h = \frac{75 \cdot N}{1000 \cdot V \cdot \eta_t} \text{ meetrit.} \quad (54c)$$

Märkus: Üaltoodus on eeldatud, et 1 m<sup>3</sup> vett kaalub 1 tonn, s. o. 1000 kg.

### Tõstemasinate võimsus.

Tõstemasinate (kraanad, liftid) jõumasina võimsus on arvutatav järgmise valemiga:

$$N = \frac{K \cdot s}{75 \cdot t \cdot \eta} \text{ hobujõudu.} \quad (55)$$

Siit:

$$K = \frac{75 \cdot N \cdot t \cdot \eta}{s} \text{ kilogrammi,} \quad (55a)$$

$$s = \frac{75 \cdot N \cdot t \cdot \eta}{K} \text{ meetrit,} \quad (55b)$$

$$t = \frac{K \cdot s}{75 \cdot N \cdot \eta} \text{ sekundit} \quad (55c)$$

ja

$$\eta = \frac{K \cdot s}{75 \cdot N \cdot t}. \quad (55d)$$

Siin tõsteseadme jõumasina võimsus  $N$  on arvutatav hobujõududes, tõstejõud  $K$  kilogrammides, maa pikkus  $s$  — misuguses ulatuses teostub tõstmine (tõstekõrgus) — on avaldatud meetrites,  $t$  — tõsteaeg sekundites ja  $\eta$  on tõsteseadme kasutegur.

On tõstemasina võimsus  $P_j$  arvutatav kilovattides, tuleb meil valemisse lisategur 0,736, kuna

$$1 \text{ HJ} = 0,736 \text{ kW.}$$

Seega tõsteseadme võimsus kilovattides

$$P_j = \frac{0,736 \cdot K \cdot s}{75 \cdot t \cdot \eta} \text{ kilovatti}$$

või

$$P_j = \frac{K \cdot s}{102 \cdot t \cdot \eta} \text{ kilovatti.} \quad (56)$$

Muude tegurite mõõteühikud on valemis (56) samad, mis valemis (55).

Liikumise kiirus  $v$  (ka tõstukite tõusukiirus), tõstekõrgus  $s$  ja liikumise kestus  $t$  on seotud valemiga

$$v = \frac{s}{t} \text{ meetrit sekundis,} \quad (57)$$

kus  $s$  on avaldatud meetrites ja  $t$  sekundites.

Kuna meil valemis (55) ja (56) esineb jagatis  $s/t$ , võime valemi (57) põhjal kirjutada, et

$$N = \frac{K \cdot v}{75 \cdot \eta} \text{ hobujõudu,} \quad (57a)$$

$$P_j = \frac{K \cdot v}{102 \cdot \eta} \text{ kilovatti,} \quad (57b)$$

kus kiirus  $v$  on antud m/sek.

### Rihmajam ja hammasajam.

Kui rihmajamite juures tähistame vedava rihmaratta läbimõõtu tähisega  $d_1$ , tema pöörete arvu minutis  $n_1$ , sama rihmajami süsteemi kuuluva veetava rihmaratta läbimõõtu tähisega  $d_2$  ja veetava rihmaratta pöörete arvu minutis tähisega  $n_2$ , siis

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad (58)$$

või

$$d_1 \cdot n_1 = d_2 \cdot n_2. \quad (58a)$$

Antud valemite puhul on loomulikult eeldatud, et ei esine rihma libisemist.

Kui hammasajamite puhul tähistame vedava hammasratta hammaste arvu tähisega  $Z_1$  ja tema pöörete arvu minutis  $n_1$  ning sama hammasajami süsteemi kuuluva veetava hammasratta hammaste arvu  $Z_2$  ja veetava hammasratta pöörete arvu minutis  $n_2$ , siis

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad (59)$$

või

$$Z_1 \cdot n_1 = Z_2 \cdot n_2. \quad (59a)$$

Märkus: Ka siis on valemid (59) ja (59a) kehtivad, kui hammasrattad pole seotud vahetult, vaid kettülekande kaudu.

### Tõmbejõud ja pöördemoment.

Rihmaratta poolt rihmale avaldatud tõmbejõud  $K_r$ , jõumasina võimsus  $N$  ja rihma kiirus (ratta joonkiirus)  $v$  on seotud valemiga

$$K_r = \frac{75 \cdot N}{v} \text{ kilogrammi,} \quad (60)$$

kus  $K_r$  on kilogrammides,  $N$  — hobujõududes ja  $v$  — meetrites sekundis.

On võimsus antud kilovattides ( $P_j$ ), siis on rihma tõmbejõud

$$K_r = \frac{102 \cdot P_j}{v} \text{ kilogrammi.} \quad (60a)$$

Kui  $d$  tähistab rihmaratta läbimõõtu ja  $n$  tähistab tema pöörete arvu minutis, siis rihma kiirus (kui ei esine rihma libisemist) või ratta joonkiirus

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60\,000} \text{ meetrit/sekundis,} \quad (61)$$

kui ratta läbimõõt  $d$  on antud millimeetrites.

Vajalik rihmaratta läbimõõt

$$d = \frac{60\,000 \cdot v}{\pi \cdot n} \text{ millimeetrit} \quad (61a)$$

ja pöörete arv

$$n = \frac{60\,000 \cdot v}{\pi \cdot d} \text{ pööret minutis.} \quad (61b)$$

Tõmbejõudu  $K_r$  peame teadma sel puhul, kui tuleb arvu-  
tada pöördemomenti  $M_p$ . Pöördemoment

$$M_p = \frac{K_r \cdot d}{2} \text{ kilogramm-meetrit,} \quad (62)$$

kus  $d$  on vedavratta läbimõõt meetrites.

## ÜLESANDEID LAHENDUSNÄIDETEGA.

532. Vahelduvvoolugeneraatori kasutegur  $\eta_g$  on 94% ehk 0,94. Teda käitava auruturbiini võimsus on 25 000 HJ. Kui suur on generaatori poolt arendatav võimsus? (53)

$$\begin{aligned} P_g &= 736 N \cdot \eta = 736 \cdot 25\,000 \cdot 0,94 = 17\,300\,000 \text{ W} = \\ &= 17\,300 \text{ kW} = 17,3 \text{ MW.} \end{aligned}$$

533. Lokomobiiliga, mille võimsus oli 45 HJ, käitati dünamo, mille kasutegur oli 0,88. Leida dünamo võimsus. (53)

534. Bensiinimootor akulaadimise jaamas oli võimsusega 1,75 HJ. Väike alalisvooludünamo, mida ta käitas, omas kasutegurit 0,78. Leida dünamo võimsus. (53)

535. Dünamo pingega 115 V peab toitma tarbijat 250 A vooluga. Leida dünamo käitava jõumasina võimsus, kui on teada, et dünamo kasutegur on 0,85. (53a)

$$P = P_g = I \cdot U = 250 \cdot 115 = 28\,800 \text{ vatti,}$$

$$N = \frac{P_g}{736 \cdot \eta_g} = \frac{28\,800}{736 \cdot 0,85} = 46 \text{ HJ.}$$

536. Elektrigeneraatori kasutegur on 93% ja võimsus 5000 kW. Leida teda käitava auruturbiini võimsus. (53a)

537. Milline on generaatori kasutegur, kui on teada, et ta arendab võimsust 150 kW ja teda käitava aurumasina võimsus on 220 HJ? (53b)

538. Raadiojaama akulaadija, mille pinge oli 13 V, laadis akusid 43 ampriga. Teda käitava bensiinimootori võimsus oli 1 HJ. Kui suur oli akulaadija dünamo kasutegur? (53b)

539. Vastavalt sõjajärgse stalinliku viie aasta plaanile käikulastud Suhhumi hüdroelektrijaamas on vee langus 22 m ja ühte turbiini läbiva vee hulk on 130 kuupmeetrit sekundis. Turbiini kasutegur on 73%. Mitu hobujõudu on turbiini võimsus? (54)

$$N = \frac{1000 \cdot V \cdot H \cdot \eta_t}{75} = \frac{1000 \cdot 130 \cdot 22 \cdot 0,73}{75} = 27\,800 \text{ HJ.}$$

540. Veskitammiga oli veepind tõstetud nii, et turbiini ja ülemise veepinna vahe oli 4,1 m. Kevadel suurvee ajal oli võimalik turbiini juhtida vett 10,5 kuupmeetrit sekundis, vee madalseisu ajal 3,8 kuupmeetrit. Arvutada turbiini võimsused nii suurvee kui ka vee madalseisu ajal, kui on teada, et suurvee puhul, kui turbiini sai toita normaalse hulga veega, oli turbiini kasutegur 0,56 ja minimaalse veehulga juures  $\eta_t$  oli 0,39. (54)

541. Milline kogus vett läbib turbiini, mille kasutegur on 82%, kui turbiinilt saadav võimsus 6,5-meetrise veelanguse juures on 640 HJ? (54a)

$$V = \frac{75 \cdot N}{1000 \cdot h \cdot \eta_t} = \frac{75 \cdot 640}{1000 \cdot 6,5 \cdot 0,82} = 9000 \text{ kg} = 9 \text{ m}^3.$$

542. Kui suurt vee hulka tuleb arvestada, et vee languse puhul 3,7 m oleks turbiini võimsus 15 HJ? Turbiini kasutegur on 0,74. (54a)

543. Milline on 1520 HJ vesiturbiini kasutegur, kui teda läbib sekundis 40 m<sup>3</sup> vett ja vee langus on 3,8 m? (54b)

$$\eta_t = \frac{75 \cdot N}{1000 \cdot V \cdot h} = \frac{75 \cdot 1520}{1000 \cdot 40 \cdot 3,8} = 0,75 = 75 \text{ \%}.$$

544. Vesiturbiin mägestikuojal kasutas vee langust 39 m, vee hulk sekundis oli 0,8 m<sup>3</sup> ja turbiini võimsus 300 HJ. Kui suur oli turbiini kasutegur? (54b)

545. Projekteerimise andmetest on teada, et kommunismi suurehituste sarjas püstitatava hüdroelektrijaama turbiinide kasutegur on 0,87. Vee hulk, mis läbib turbiini sekundis, on  $600 \text{ m}^3$ . Leida, kui suur on kasutatav veepindade vahe, kui on teada, et generaator arendab võimsust  $50\,000 \text{ kW}$  ja generaatori kasutegur on 0,947. (53a), (54c)

$$N = \frac{P_g}{736 \cdot \eta_g} = \frac{50\,000\,000}{736 \cdot 0,947} = 71\,700 \text{ HJ},$$

$$h = \frac{75 \cdot N}{1000 \cdot V \cdot \eta_t} = \frac{75 \cdot 71\,700}{1000 \cdot 600 \cdot 0,87} = 10,3 \text{ meetrit.}$$

546. Kui kõrgele tuleb paisutada vett, et turbiin, mida läbib sekundis  $1,25 \text{ m}^3$  vett ja mille kasutegur on 0,82, arendaks võimsust  $35 \text{ HJ}$ ? (54c)

547. Laeval asetsev auruvints oli konstrueeritud  $2 \text{ t}$  tõstejõuga. Kui suur peab olema vintsimootori võimsus, et ta suudaks laeva lastiruumist  $8 \text{ m}$  kõrgusele tõsta  $2\text{-tonn}$ ist raskust  $1$  minuti jooksul? Kogu vintsiseadme kasutegur oli  $35\%$ . (55)

$$\begin{aligned} 1 \text{ min.} &= 60 \text{ sek.} \\ 2 \text{ t} &= 2000 \text{ kg.} \end{aligned}$$

$$N = \frac{K \cdot s}{75 \cdot t \cdot \eta} = \frac{2000 \cdot 8}{75 \cdot 60 \cdot 0,35} = 10,3 \approx 10 \text{ HJ.}$$

548. Kui eelmises ülesandes toodud vintsi omav laev lastis või lossis sadamas pikema aja kestel ja laeva katlad polnud auru all, kaitati vintsi elektrimootoriga, kusjuures kogu seadme kasutegur, tingituna sobivamatest ülekannetest, oli parem. Kasutegur oli  $42\%$ . Leida vintsimootori võimsus. (56)

549. Puurkaevu puuri kaitati naftamootoriga. Puurimis-seadmele ettenähtud maksimaalse sügavuse saavutamisel kaalus puur koos toruga  $325 \text{ kg}$ . Puuri löögikõrgus oli  $600 \text{ mm}$  ja puuri igakordseks löögiks tõstmiseks oli ette nähtud aeg  $2,4$  sekundit. Kogu seadme kasutegur oli  $0,3$ . Leida puuri kaitava naftamootori võimsus. (55)

550. Leida eelmises ülesandes toodud puurimis-seadme jaoks kasutatava elektrimootori võimsus. Saadud kasutegur  $\eta = 0,37$ . (56)

551. Roomik-kraanat kaitas  $45 \text{ HJ}$  mootor. Tõsteseadme kasutegur oli  $54\%$ . Kraana pidi sooritama maksimaalset tõs-

tet 5,5 m kõrgusele poole minuti jooksul. Kui suur oli roomikraana maksimaalne tõstejõud? (55a)

$$K = \frac{75 \cdot N \cdot t \cdot \eta}{s} = \frac{75 \cdot 45 \cdot 30 \cdot 0,54}{5,5} = 9950 \text{ kg} \approx 10 \text{ tonni.}$$

552. Millist raskust suudab tõsta aurumasinaga käitatav vints (kasutegur 0,38)  $\frac{3}{4}$  minuti jooksul 15 meetri kõrgusele, kui masina võimsus on 24 HJ? (55a)

553. Ehitusel töötava tõstuki tõstemootori võimsus oli 20 kW. Kui kõrgele võib ta tõsta (kui konstruktiivsed andmed seda võimaldavad) silikaat-kivide konteinerit raskusega 2 tonni 1 minuti jooksul, kui on teada, et seadme kasutegur on 0,55? (55b) või (56)

$$20 \text{ kW} = \frac{20}{0,736} = 27,2 \text{ HJ.}$$

$$s = \frac{75 \cdot N \cdot t \cdot \eta}{K} = \frac{75 \cdot 27,2 \cdot 60 \cdot 0,55}{2000} = 33,7 \text{ m.}$$

Seega võib eelkirjeldatud kraana tõsta antud lasti ligikaudu nelja majakorruse ulatuses.

Antud ülesannet saab lahendada ka valemi (56) abil, millest avaldame  $s$ .

$$P_j = \frac{0,736 \cdot K \cdot s}{75 \cdot t \cdot \eta};$$

$$s = \frac{75 \cdot P_j \cdot t \cdot \eta}{0,736 \cdot K} = \frac{75 \cdot 20 \cdot 60 \cdot 0,55}{0,736 \cdot 2000} = 33,7 \text{ m.}$$

554. Tehnilise abi rongi kuuluv tõstekraana, mida käitab vedurilt toidetav 20 HJ aurumasin, tõstab raskust 10,5 minutit. Seadme kasutegur oli 39%. Kui kõrgele suudab antud võimsusega masin antud aja jooksul tõsta 30-tonnist raskust? (55b)

555. Millise aja kestel tõstab pump, mida käitab 20 HJ mootor, 10 m<sup>3</sup> vett 140 m sügavusest kaevandusest? Pumba-seadme kasutegur on 0,7. (55c)

$$10 \text{ m}^3 \approx 10 \text{ t} = 10\,000 \text{ kg};$$

$$t = \frac{K \cdot s}{75 \cdot N \cdot \eta} = \frac{10\,000 \cdot 140}{75 \cdot 20 \cdot 0,7} = 1333 \text{ sek.} = \frac{1333}{60} = 22 \text{ minutit.}$$

556. Kui pika aja kestel tõstab kunstliku niisutusseadme tsentrifugaalpump, kasuteguriga 82%, 500 m<sup>3</sup> vett 2,47 m kõrgusele, kui teda käitab 20 000 HJ mootor? (55c)

557. Tsentrifugaalpump, mida käitab 72 kW mootor, tõstis proovitööl 195 m sügavusest kaevandusest 10 tunni jooksul 998 m<sup>3</sup> vett. Kui suur oli pumbaseadme kasutegur? (55d) või (56)

$$72 \text{ kW} = \frac{72}{0,736} = 98 \text{ HJ};$$

998 m<sup>3</sup> vett kaalub 998 000 kg;

10 tundi = 10 · 60 · 60 = 36 000 sekundit;

$$\eta = \frac{K \cdot s}{75 \cdot N \cdot t} = \frac{998\,000 \cdot 195}{75 \cdot 98 \cdot 36\,000} = 0,735 = 73,5\%.$$

558. Hüdroelektrijaamas rakendatud portaalkraana, mille tõstemootori võimsus oli 7,5 kW, tõstis 16-tonnise turbiini kupli 2,4 m kõrgusele 65 sekundiga. Kui suur oli kraana tõsteseadme kasutegur? (55d) või (56)

559. Põlevkivikaevanduses projekteeriti tõstuk inimeste veoks, mille tõstejõud oli 1 tonn ja tõstekiirus 0,75 m/sek. Seadme kasutegur oli 0,62. Leida vajaliku elektrimootori ja reservis oleva raskeõlimootori võimsus. (57a) ja (57b)

$$P_f = \frac{K \cdot v}{102 \cdot \eta} = \frac{1000 \cdot 0,75}{102 \cdot 0,62} = 11,7 \approx 12 \text{ kW};$$

$$N = \frac{K \cdot v}{75 \cdot \eta} = \frac{1000 \cdot 0,75}{75 \cdot 0,62} = 16,3 \approx 16 \text{ HJ}.$$

Loomulikult oleksime meie võinud arvutada võimsuse hõbu- jõududes või kilovattides ka ilma teist valemist kasutamata, teades, et

$$1 \text{ HJ} = 0,736 \text{ kW}$$

ja

$$1 \text{ kW} = 1,36 \text{ HJ}.$$

560. Eluhoones asuv tõstuk (lift), mille koguraskus koos tõstetavate inimestega on projekteeritud 600 kg, omab kasutegurit 56%. Kui suur peab olema tõstuki mootori võimsus, kui ta tõstekiirus on 1,5 m/sek? (57b)

561. Mootor, mille pöörete arv oli 1440 p/min. ja rihmaratta läbimõõt 80 mm, käitas freespingi, mille veetava võlli otsas olev rihmaratas omas 230 mm läbimõõtu. Leida freespingi veetava võlli pöörete arv minutis. (58)

$$d_1 = 80 \text{ mm}; \quad d_2 = 230 \text{ mm}; \quad n_1 = 1440 \text{ p/min.};$$

$$d_1 \cdot n_1 = d_2 \cdot n_2;$$

$$n_2 = \frac{d_1 \cdot n_1}{d_2} = \frac{80 \cdot 1440}{230} = 502 \text{ pööret minutis.}$$

562. Mootori pöörete arv minutis oli 2860 ja ta käitas puidufreesi, mille võll pidi tegema 5000 pööret minutis. Puidufreesi veetavratte läbimõõt oli 65 mm. Kui suure läbimõõduga peab olema mootori rihmaratas?

563. Tuntud viljapeksu novaatori, Berezna traktorijaama viljapeksu-masinisti, Stalini preemia laureaadi N. Bredjuki eeskujul ületasid ka ENSV viljapeksu-eesrindlased vanu peksunorme. Vao traktorijaama masinist Voldemar Sinisalu peksis 1950. a. viljapeksu hooajal 651 tonni vilja. Et suure tootlikkuse juures peksumasina elevaator ei ummistuks, tuli elevaatori kiirust suurendada, selleks suurendati vedaja rihmaratta läbimõõtu. Normaalkonstruksioonis oli vedaja rihmaratta läbimõõt 140 mm ja võlli pöörete arv minutis 1150. Elevaatori veetavratte läbimõõt oli 200 mm. Leida, kui suure läbimõõduliseks tuli sm. Sinisalul suurendada vedajat rihmaratast, et elevaatori võll teeks uue töörežiimi puhul 920 p/min. Mitu kihti pidi vedajale rihmarattale peale lööma 5 mm paksust kummeeritud rihma, et ratta läbimõõt suureneks vajalikul määral? (58)

564. Põhutransportööri TC-7,5 transportketi liikumise kiirus on tehase poolt ette nähtud 1 m/sek. Jõuülekanne veetava rihmaratta läbimõõt on 400 mm ja tema normaalne pöörete arv 90 p/min. Arvutada, kui suure läbimõõduga ratas peab asetsema transportööri käitava mootori võllil, kui mootori pöörete arv minutis on 720. (58)

565. Eelmises ülesandes toodud põhutransportööri transportketi liikumise kiirust sooviti tööjõudluse suurendamise huvides tõsta 1,2 m/sek. Arvutada vajalikud rihmarataste muudatused. (58)

566. Transmissioonvõll, mille asetseb kolm vedajaratast, läbimõõtudega 300, 250 ja 200 mm, tegi 240 pööret minutis ja käitis metalli-höövelpink, mille vahevõllil asetsesid transmissioonratastega kohakuti veetavad rihmarattad läbimõõduga 200, 250 ja 300 mm. Rihmülekanedega sai soovikohaselt ühendada kas transmissioonvõllil asetsev 300 mm ratas pingi vahevõlli 200 mm rattaga, 250 mm transmissioonratas 250 mm vahevõlli rattaga või 200 mm transmissioonratas 300 mm vahevõlli rattaga. Leida vahevõlli pöörete arvud. (58)

567. Vintsi mootori pöörete arvu võis reguleerida vastava ümberlülitamisega kas 375 p/min.; 750 p/min. või 1500 p/min. Mootorivõlli otsas asetseb hammasratas 20 hambaga ja vedas vintsi võlli, millel asetseb hammasratas 64 hambaga. Leida kõik võimalikud vintsi võlli pöörete arvud minutis. (59a)

$$Z_1 = 20; Z_2 = 64; n_1' = 375 \text{ p/min.}; n_1'' = 750 \text{ p/min.}$$

$$\text{ja } n_1''' = 1500 \text{ p/min.}$$

$$Z_1 \cdot n_1 = Z_2 \cdot n_2,$$

$$n_2' = \frac{Z_1 \cdot n_1'}{Z_2} = \frac{20 \cdot 375}{64} = 117 \text{ p/min.},$$

$$n_2'' = \frac{Z_1 \cdot n_1''}{Z_2} = \frac{20 \cdot 750}{64} = 234 \text{ p/min.},$$

$$n_2''' = \frac{Z_1 \cdot n_1'''}{Z_2} = \frac{20 \cdot 1500}{64} = 468 \text{ p/min.}$$

Kuna antud juhul mootori pöörete arv on reguleeritav vahekorras 1 : 2 : 4, siis võime ka  $n_2''$  ja  $n_2'''$  arvutada, korrutades  $n_1'$  puhul saadud 117 p/min. arvudega 2 ja 4.

568. Põlevkiviprodukte valmistavas keemiatööstuse seadmes töötas segisti, mille pöörete arv pidi olema 60 pööret minutis. Segistit käitati tigureduktori abil elektrimootoriga, mille pöörete arv minutis oli 1440. Leida tiguhammasratta hammaste arv. (59)

M ä r k u s: Tigülekande puhul mootori võlliga sidurdatud tigu pöörab ühe pöörde jooksul tiguhammasrattast ühe hamba võrra. Seega võime arvutuses eeldada, et  $Z_1 = 1$ .

569. Millist tõmbejõudu avaldab 24 HJ mootor rihmale, kui rihma kiirus on 28 m/sek.? (60)

$$K_r = \frac{75 \cdot N}{v} = \frac{75 \cdot 24}{28} = 64,3 \text{ kg.}$$

570. Põhutransportööri TC-7,5 käitas petrooleumimootor 2,3 HJ. Rihma kiirus oli 113 meetrit minutis. Leida tõmbejõud rihmas. (60)

Märkus: Praktikas saab mõõta rihma kiirust ja rihmaga varustatud rihmaratta pöörete arvu (kui kiirused pole väga suured) sellaselt, et mõõdetakse rihma pikkus ja võllil asetseva rihmaratta übermõõt (übermõõt on  $\pi$  korda läbimõõt) ning ajanäitaja abil määratakse, mitu korda minutis käib rihm üle rihmaratta (seda saab loendada, tehes rihmale kriidiga märgi või loendades laksatusi, mis kuuluvad, kui rihma liitekoht ületab rihmaratta). Vaata seletus valemi (62) juures.

571. Kui suur on rihma tõmbejõud, kui rihma kiirus on 14,3 m/sek. ja mootori võimsus 0,8 kW? (60a)

572. Millise kiirusega liigub masinarihm, kui tõmbejõud temas on 26,6 kg ja mootori võimsus on 4,2 kW? (60a)

$$K_r = \frac{102 \cdot P_j}{v};$$

$$v = \frac{102 \cdot P_j}{K_r} = \frac{102 \cdot 4,2}{26,6} = 18,1 \text{ m/sek.}$$

573. Arvutusega oli määratud, et tõmbejõud rihmas ei tohtinud ületada 60 kg. Mootoriga ülekantav võimsus oli 8 kW. Arvutada rihma minimaalne kiirus. (60a)

Märkus: Nagu näha valemist, on tõmbejõud kindlaksmääratud võimsuse ülekandel seda väiksem, mida suurem on rihma kiirus.

574. Kui suure võimsusega peab olema mootor, et rihma kiiruse puhul 7 m/sek. oleks tõmbejõud rihmas 60 kg? (60) ja (60a)

$$K_r = \frac{75 \cdot N}{v};$$

$$N = \frac{K_r \cdot v}{75} = \frac{60 \cdot 7}{75} = 5,6 \text{ HJ};$$

$$K_r = \frac{102 \cdot P_j}{v};$$

$$P_j = \frac{K_r \cdot v}{102} = \frac{60 \cdot 7}{102} = 4,08 \text{ kW} \approx 4 \text{ kW}.$$

575. Kui suur on kinoprojektori mootori võimsus, kui film liigub kiirusega 432 mm sekundis ja tõmbejõud filmis on 4,7 kg? (60a)

576. Kui suur on turbogeneraatori rootori joonkiirus, kui rootor teeb 3000 pöört minutis ja rootori läbimõõt on 1150 mm? (61)

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60\,000} = \frac{3,14 \cdot 1150 \cdot 3000}{60\,000} = 181 \text{ m/sek.}$$

577. Milline on rihma kiirus, kui teda veab rihmaratas, mis teeb 720 pöört minutis ja omab läbimõõtu 85 mm? (61)

578. Kui suur rihmaratas tuleb valida mootorile, mis teeb 1440 pöört minutis, et rihma kiirus oleks 6,1 m/sek.? (61a)

$$d = \frac{60\,000 \cdot v}{\pi \cdot n} = \frac{60\,000 \cdot 6,1}{3,14 \cdot 1440} = 81 \text{ mm} \approx 80 \text{ mm}.$$

579. Mootor teeb 725 pöört minutis ja peab kätama veetavratat kiirusega 3,72 m/sek. Leida mootori veoratta läbimõõt. (61a)

580. Kui suur on transmissioonvõlli pöörete arv minutis, kui temal asetseva ratta läbimõõt on 86,5 cm ja ratta joonkiirus ei tohi ületada 9,1 m/sek.? (61b)

$$d = 86,5 \text{ cm} = 865 \text{ mm};$$

$$n = \frac{60\,000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{60\,000 \cdot 9,1}{3,14 \cdot 865} = 201 \approx 200 \text{ p/min.}$$

581. Sooviti arvutada veskis asetseva vesiturbiini pöörete arvu minutis. Turbiini võllil asetseva ratta läbimõõt oli 630 mm ja sellelt jooksva rihma kiirus 1,3 m/sek. Kui suur oli turbiini pöörete arv minutis? (61b)

582. Mootor võimsusega 6,5 kW tegi 725 pööret minutis ja pidi avaldama tõmbejõudu 200 kg. Leida mootori veoratta läbimõõt. (60a) ja (61a)

$$K_r = \frac{102 \cdot P_j}{v};$$

$$v = \frac{102 \cdot P_j}{K_r} = \frac{102 \cdot 6,5}{200} = 3,32 \text{ m/sek.};$$

$$d = \frac{60\,000 \cdot v}{\pi \cdot n} = \frac{60\,000 \cdot 3,32}{3,14 \cdot 725} = 87,5 \text{ mm.}$$

583. Traktori mootori võimsus oli 80 HJ ja tema jõuülekande-võlli pöörete arv minutis 480. Võll pidi avaldama tõmbejõudu 1700 kg. Arvutada, kui suure läbimõõduga peab olema jõuülekande-võllile asetatav rihmaratas. (60) ja (61a)

584. Kui suur on 6 HJ mootori pöörete arv minutis, kui rihmaratta läbimõõt on 130 mm ja tõmbejõud 46,2 kg? (60) ja (61b)

$$K_r = \frac{75 \cdot N}{v};$$

$$v = \frac{75 \cdot N}{K_r} = \frac{75 \cdot 6}{46,2} = 9,74 \text{ m/sek.};$$

$$n = \frac{60\,000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{60\,000 \cdot 9,74}{3,14 \cdot 130} = 1430 \text{ p/min.}$$

585. Kui suur oli 1,1 kW mootori pöörete arv minutis, kui rihmaratas läbimõõduga 50 mm avaldas tõmbejõudu 58,7 kg? (60) ja (60b)

586. Kui suur on dünamot käitava aurumasina hooratta (ühtlasi rihmaratta) pöördemoment, kui ratta läbimõõt on 1200 mm ja tõmbejõud 90 kg? (62)

$$d = 1200 \text{ mm} = 1,2 \text{ m};$$

$$M_p = \frac{K_r \cdot d}{2} = \frac{90 \cdot 1,2}{2} = 54 \text{ kgm.}$$

587. Arvutati tõmbejõud masinarihmas ja leiti, et see oli 0,15 kg. Ratta läbimõõt oli 24 mm. Leida pöördemoment. (62)

588. Millist tõmbejõudu avaldab mootori 75 mm läbimõõduga rihmaratas, kui pöördemoment on 2,15 kgm? (62)

$$75 \text{ mm} = 0,075 \text{ m};$$

$$M_p = \frac{K_r \cdot d}{2};$$

$$K_r = \frac{2 \cdot M_p}{d} = \frac{2 \cdot 2,15}{0,075} = 57,4 \text{ kg}.$$

589. Jõu ülekandeks oli vaja pöördemomenti 0,425 kgm. Rihmaratta läbimõõt valiti 180 mm. Kui suur on tõmbejõud rihmas? (62)

590. Millist pöördemomenti tekitab 2,2 kW mootor, kui tema pöörete arv minutis on 725 ja veoratta läbimõõt 100 mm? (61), (60a) ja (62)

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60\,000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 725}{60\,000} = 3,8 \text{ m/sek.};$$

$$K_r = \frac{102 \cdot P_j}{v} = \frac{102 \cdot 2,2}{3,8} = 59 \text{ kg};$$

$$d = 100 \text{ mm} = 0,1 \text{ m};$$

$$M_p = \frac{K_r \cdot d}{2} = \frac{59 \cdot 0,1}{2} = 2,95 \text{ kgm}.$$

591. Milline on 80 HJ diiselmootori pöördemoment, kui ta võlli pöörete arv on 600 p/min. ja veoratta läbimõõt 260 mm? (61), (60a) ja (62)

592. Kui suur on 6 HJ petrooleumimootori pöörete arv minutis, kui tema projekteeritud pöördemoment on 3 kgm ja veoratta läbimõõt 120 mm? (62), (60) ja (61b)

$$d = 120 \text{ mm} = 0,12 \text{ m};$$

$$M_p = \frac{K_r \cdot d}{2};$$

$$K_r = \frac{2 \cdot M_p}{d} = \frac{2 \cdot 3}{0,12} = 50 \text{ kg};$$

$$K_r = \frac{75 \cdot N}{v};$$

$$v = \frac{75 \cdot N}{K_r} = \frac{75 \cdot 6}{50} = 9 \text{ m/sek.};$$

$$n = \frac{60\,000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{60\,000 \cdot 9}{3,14 \cdot 120} = 1433 \text{ pöoret minutis}.$$

593. Mootor, mis oli varustatud 580 mm rihmarattaga ja mille võimsus oli 120 HJ, arendas pöördemomenti 92 kgm. Kui suur oli mootori veovõlli pöörete arv minutis? (62), (60), (61b)

Tabel 1.

Eritakistus

$\Omega$  mm<sup>2</sup>/m-ühikus temperatuuril 15° C.

Materjali nimetus	Eritakistus $\rho$	Materjali nimetus	Eritakistus $\rho$
Hõbe	0,016	Seatina	0,2
Vask	0,0175	Uushõbe	0,3
Pronks	0,028	Nikeliin	0,40 ... 0,44
Alumiinium	0,028 ... 0,030	Manganiin	0,41
Volfram	0,06 ... 0,08	Konstantaan	0,48 ... 0,51
Tsink	0,06	Elavhõbe	0,94
Messing	0,08	Kroomnikkel	1,1
Plaatina	0,1	Grafiit	12 ... 40
Osmium	0,1	Klaas	$5 \cdot 10^{16} \dots 10^{17}$
Raud	0,10 ... 0,14	Vilgukivi	$5 \cdot 10^{19} \dots 10^{20}$

Läbimõõt mm						Rist- löige mm <sup>2</sup>	1 meetri takistus oomi	
Isolat- sioo- nita	Isoleeritud						Vask	Konstan- taan
	Lakk	Siid 1 kord	Siid 2 kor- da	Puu- vill 1 kord	Puu- vill 2 kor- da			
0,05	0,062	0,085	0,12	—	—	0,00196	9,1	244,5
0,06	0,075	0,095	0,13	—	—	0,00283	6,31	169,6
0,07	0,085	0,105	0,14	—	—	0,00385	4,64	124,8
0,08	0,095	0,115	0,15	—	—	0,00503	3,55	95,4
0,10	0,115	0,135	0,17	0,20	—	0,00785	2,27	61,2
0,12	0,14	0,155	0,19	0,22	—	0,01131	1,58	42,5
0,14	0,16	0,175	0,21	0,24	—	0,0154	1,16	31,2
0,15	0,17	0,185	0,22	0,25	—	0,0177	1,01	29,1
0,16	0,18	0,195	0,23	0,26	—	0,0201	0,888	23,9
0,18	0,20	0,215	0,25	0,28	—	0,0254	0,703	18,9
0,20	0,22	0,235	0,27	0,30	0,36	0,0314	0,568	15,28
0,22	0,245	0,26	0,29	0,32	0,38	0,0380	0,470	12,63
0,25	0,275	0,29	0,32	0,35	0,41	0,0495	0,364	9,78
0,30	0,325	0,34	0,37	0,40	0,46	0,0707	0,253	6,79
0,35	0,38	0,39	0,42	0,47	0,55	0,0962	0,186	4,99
0,40	0,43	0,44	0,47	0,52	0,60	0,1257	0,142	3,825
0,50	0,535	0,54	0,57	0,62	0,70	0,1964	0,091	2,445
0,60	0,64	0,64	0,68	0,72	0,82	0,283	0,063	1,696
0,70	0,74	0,74	0,78	0,82	0,92	0,385	0,046	1,248
0,80	0,85	0,84	0,88	0,92	1,02	0,503	0,035	0,954
0,90	0,95	0,94	0,98	1,02	1,12	0,636	0,028	0,755
1,00	1,05	1,04	1,08	1,12	1,22	0,785	0,023	0,612
1,10	1,16	1,15	1,20	1,22	1,32	0,950	0,0188	0,545
1,20	1,26	1,25	1,30	1,32	1,42	1,131	0,0158	0,425
1,30	1,36	1,35	1,40	1,42	1,52	1,330	0,0134	0,361
1,40	1,46	1,45	1,50	1,52	1,62	1,54	0,0116	0,312
1,50	1,56	1,55	1,60	1,62	1,72	1,77	0,0101	0,271
1,60	—	—	—	1,75	1,86	2,01	0,0089	0,239
1,70	—	—	—	1,85	1,96	2,27	0,00787	0,212
1,80	—	—	—	1,95	2,06	2,54	0,00703	0,189
1,90	—	—	—	2,05	2,11	2,84	0,00629	0,169
2,00	—	—	—	2,15	2,26	3,14	0,00568	0,153

traatide kohta.

Keerdusid mähise 1 cm <sup>2</sup> ristlõikes <sup>1</sup>				
Lakk	Siid 1 kord	Siid 2 korda	Puuvill 1 kord	Puuvill 2 korda
18 000	10 000	5 300	—	—
12 600	8 200	4 600	—	—
10 000	6 800	4 000	—	—
8 200	5 700	3 520	—	—
5 700	4 250	2 800	2 070	—
4 000	3 320	2 280	1 720	—
3 130	2 650	1 900	1 470	—
2 800	2 400	1 720	1 360	—
2 500	2 170	1 600	1 260	—
2 070	1 800	1 360	1 100	—
1 720	1 530	1 180	940	665
1 400	1 260	1 020	835	595
1 140	1 120	835	700	515
810	740	630	540	413
595	567	493	395	292
470	450	395	325	245
308	302	274	231	182
217	215	194	172	134
164	164	148	134	108
125	128	117	108	88
101	103	95	88	73,5
83	85	79	73,5	62,5
69	70	64	62,5	53,5
58	60	55	53,5	46,5
50	51	48	46,5	41
44	45	42	41	36
39	40	37	36	32,2
—	—	—	31,3	27,8
—	—	—	28	25
—	—	—	25,3	22,8
—	—	—	23	20,8
—	—	—	21	19

<sup>1</sup> Mähis on keritud masinaga ja arvestatud koos vastava kihtidevahelise isolatsioonipaberiga.

Tabel 3.

## Erisoojusi

(cal/g °C või kcal/kg °C).

Materjali nimetus	Erisoojus $c$	Materjali nimetus	Erisoojus $c$
Vesi	1,000	Vask	0,094
Piiritus	0,58	Messing	0,092
Alumiinium	0,214	Hõbe	0,056
Klaas	0,19	Elavhõbe	0,035
Raud	0,115	Seatina	0,030

Tabel 4.

## Elektrilisi temperatuuritegureid

temperatuuril 15° C.

Materjali nimetus	$\alpha$	Materjali nimetus	$\alpha$
Hõbe	0,0036	Nikeliin	0,00021
Vask	0,0040	Manganiin	0,00001
Alumiinium	0,0038	Konstantaan	— 0,000005
Raud	0,00465	Süsi	— 0,0005
Nikkel	0,0066	Kroomnikkel	0,00025
Plaatina	0,0039		

Tabel 5.

**Elektrokeemilisi ekvivalente**  
(mg/As).

Materjali nimetus	Elektrokeem. ekvivalent $\alpha$	Materjali nimetus	Elektrokeem. ekvivalent $\alpha$
Hõbe	1,118	Hapnik	0,0829
Vask	0,329	Vesinik	0,0104
Nikkel	0,304	Paukgaas	0,0933
Kuld	0,681	Kloor	0,368
		Alumiinium	0,118

Tabel 6.

**Erikaalusid**  
(g/cm<sup>3</sup> või kg/dm<sup>3</sup>).

Materjali nimetus	Erikaal	Materjali nimetus	Erikaal
Plaatina	21,4	Teras	7,85
Kuld	19,2	Tina	7,3
Volfram	19,2	Malm	7,25
Elavhõbe	13,6	Tsink	7,1
Seatina	11,3	Klaas	2,4... 2,6
Hõbe	10,5	Alumiinium	2,7
Vask (tõmmatud)	8,9	Portselan	2,3
Nikkel	8,8	Betoon	1,8... 2,8
Kroomnikkel	8,2... 8,3	Elektronmetall	1,8

## Siinuse ja koosinuse

Kraad	Sin	Cos	Kraad	Sin	Cos
0	0,0000	1,0000	22	0,3746	0,9272
1	0,0175	0,9999	23	0,3907	0,9205
2	0,0349	0,9994	24	0,4067	0,9136
3	0,0523	0,9986	25	0,4226	0,9063
4	0,0698	0,9976	26	0,4384	0,8988
5	0,0872	0,9962	27	0,4540	0,8910
6	0,1045	0,9945	28	0,4695	0,8830
7	0,1219	0,9926	29	0,4848	0,8746
8	0,1392	0,9903	30	0,5000	0,8660
9	0,1564	0,9877	31	0,5150	0,8572
10	0,1737	0,9848	32	0,5299	0,8481
11	0,1908	0,9816	33	0,5446	0,8387
12	0,2079	0,9782	34	0,5592	0,8290
13	0,2250	0,9744	35	0,5736	0,8192
14	0,2419	0,9703	36	0,5878	0,8090
15	0,2588	0,9659	37	0,6018	0,7986
16	0,2756	0,9613	38	0,6157	0,7880
17	0,2924	0,9563	39	0,6293	0,7772
18	0,3090	0,9511	40	0,6428	0,7660
19	0,3256	0,9455	41	0,6561	0,7547
20	0,3420	0,9397	42	0,6691	0,7431
21	0,3584	0,9336	43	0,6820	0,7314

## Olulisemate nurkade siinuse

	0	30°	45°	60°	90°	120°	150°	180°
	0	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\pi}{2}$	$\frac{2\pi}{3}$	$\frac{5\pi}{6}$	$\pi$
sin	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	1	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	$\frac{1}{2}$	0
cos	1	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}$	0	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}\sqrt{3}$	-1

väärtused.

Kraad	Sin	Cos	Kraad	Sin	Cos
44	0,6947	0,7193	68	0,9272	0,3746
45	0,7071	0,7071	69	0,9336	0,3584
46	0,7193	0,6947	70	0,9397	0,3420
47	0,7314	0,6820	71	0,9455	0,3256
48	0,7431	0,6691	72	0,9511	0,3090
49	0,7547	0,6561	73	0,9563	0,2924
50	0,7660	0,6428	74	0,9613	0,2756
51	0,7772	0,6293	75	0,9659	0,2588
52	0,7880	0,6157	76	0,9703	0,2419
53	0,7986	0,6018	77	0,9744	0,2250
54	0,8090	0,5878	78	0,9782	0,2079
55	0,8192	0,5736	79	0,9816	0,1908
56	0,8290	0,5592	80	0,9848	0,1737
57	0,8387	0,5446	81	0,9877	0,1564
58	0,8481	0,5299	82	0,9903	0,1392
59	0,8572	0,5150	83	0,9926	0,1219
60	0,8660	0,5000	84	0,9945	0,1045
61	0,8746	0,4848	85	0,9962	0,0872
62	0,8830	0,4695	86	0,9976	0,0698
63	0,8910	0,4540	87	0,9986	0,0523
64	0,8988	0,4384	88	0,9994	0,0349
65	0,9063	0,4226	89	0,9999	0,0175
66	0,9136	0,4067	90	1,0000	0,0000
67	0,9205	0,3907			

Tabel 7a.

ja koosinuse väärtused.

210°	240°	270°	300°	330°	360°
$\frac{7\pi}{6}$	$\frac{4\pi}{3}$	$\frac{3\pi}{2}$	$\frac{5\pi}{3}$	$\frac{11\pi}{6}$	$2\pi$
$-\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}\sqrt{3}$	-1	$-\frac{1}{2}\sqrt{3}$	$-\frac{1}{2}$	0
$-\frac{1}{2}\sqrt{3}$	$-\frac{1}{2}$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	1

Märkus: 1° vastab  $\frac{\pi}{180}$  vastab 0,01745; 57° 18' vastab 1.

## Dielektrikukonstante.

Materjali nimetus	Dielektriku- konstant $\epsilon$	Materjali nimetus	Dielektriku- konstant $\epsilon$
Õhk	1	Kvarts	4,3
Parafiin	2	Portselan	6
Eboniit	2...3	Vilgukivi	6...8
Trolituul	2,5	Piiritus	26
Klaas	4...10	Vesi	80

Tabel 9.

## Kordsete suuruste tähistusi.

T (tera)	$= 10^{12}$	$= 1\ 000\ 000\ 000\ 000$
G (giga)	$= 10^9$	$= 1\ 000\ 000\ 000$
M (mega)	$= 10^6$	$= 1\ 000\ 000$
k (kilo)	$= 10^3$	$= 1\ 000$
h (hekto)	$= 10^2$	$= 100$
D (deka)	$= 10^1$	$= 10$
d (detsi)	$= 10^{-1}$	$= 0,1$
c (senti)	$= 10^{-2}$	$= 0,01$
m (milli)	$= 10^{-3}$	$= 0,001$
$\mu$ (mikro)	$= 10^{-6}$	$= 0,000\ 001$
n (nano)	$= 10^{-9}$	$= 0,000\ 000\ 001$
p (piko)	$= 10^{-12}$	$= 0,000\ 000\ 000\ 001$

Tabel 10.

## Arvu 10 astmenäitaja.

$$10^0 = 1$$

$$10^1 = 10$$

$$10^{-1} = \frac{1}{10} = 0,1$$

$$10^2 = 100$$

$$10^{-2} = \frac{1}{100} = 0,01$$

$$10^3 = 1\ 000$$

$$10^{-3} = \frac{1}{1000} = 0,001$$

$$10^4 = 10\ 000$$

$$10^{-4} = \frac{1}{10\ 000} = 0,0001$$

jne.

jne.

Tabel 11.

Isoleeritud vaskjuhtmete lubatav koormus amprites.

Vaskjuhtme ristlõige mm <sup>2</sup>	Pidev koormus		Vaheaega- dega koormus
	Maksimaalne vool ampri- tes. Juhe soojeneb 20 <sup>0</sup> C üle ümbruse temperatuuri, kuid juhtme temperatuur ei tohi ületada 50 <sup>0</sup> C	Suurim kaitsme nimivool A	
0,75	9	6	9
1,0	11	6	11
1,5	14	10	14
2,5	20	15	20
4	25	20	25
6	31	25	31
10	43	35	60
16	75	60	105
25	100	80	140
35	125	100	175
50	160	125	225
70	200	160	280
95	240	190	335
120	280	225	400
150	325	260	460
185	380	300	530

Tabel 12.

Magnetiline väljatihedus ja väljatugevus.

Elektrotehnikas kasutatava lehtterase mark  $\Theta 4$ ,  $\Theta 4A$ ,  $\Theta 4AA$  (trafopleki)  
kohta (Verh-Isetski tehase toode).

$B$ Wb/m <sup>2</sup>	$H$ A/m	$B$ Wb/m <sup>2</sup>	$H$ A/m	$B$ Wb/m <sup>2</sup>	$H$ A/m	$B$ Wb/m <sup>2</sup>	$H$ A/m
0,1	40	0,7	145	1,3	770	1,9	24 500
0,2	50	0,8	185	1,4	1 300	2,0	54 000
0,3	60	0,9	235	1,5	2 750	2,1	132 000
0,4	70	1,0	300	1,6	5 150	2,2	212 000
0,5	85	1,1	395	1,7	8 900	2,3	292 000
1,6	110	1,2	540	1,8	14 700	2,4	372 000

## Magnetiline väljatihedus ja väljatugevus.

Elektrotehnikas kasutatava lehtterase mark  $\Theta 1A$ ,  $\Theta 1AA$ ,  $\Theta 2A$  (dünamopleki) kohta (Verh-Isetski tehase toode)<sup>1</sup>.

$B$ Wb/m <sup>2</sup>	$H$ A/m	$B$ Wb/m <sup>2</sup>	$H$ A/m	$B$ Wb/m <sup>2</sup>	$H$ A/m	$B$ Wb/m <sup>2</sup>	$H$ A/m	$B$ Wb/m <sup>2</sup>	$H$ A/m
0,05	43	0,2	80	0,8	231	1,4	1 150	2,0	27 300
0,06	49	0,3	92	0,9	291	1,5	1 930	2,1	53 500
0,07	53	0,4	106	1,0	362	1,6	3 150	2,2	124 000
0,08	56	0,5	126	1,1	461	1,7	6 040	2,3	204 000
0,09	59	0,6	154	1,2	608	1,8	10 800	2,4	284 000
0,1	62	0,7	188	1,3	814	1,9	17 300	2,5	364 000

Tabel 14.

NSV Liidus toodetavaid AD- ja MA-tüüpi kolmefaasiste lühisrootoriga asünkronmootorite tehnilisi andmeid.

Tüüp	Võimsus		Koormatud mootori pöörete arv minutis	Täiskoormusel võrgust võetav vool (A) võrgupinge puhul			Kasutegur täiskoormusel (%)	Võimsustegur (cos $\varphi$ ) täiskoormusel
	kW	HJ		127 V	220 V	380 V		
AD	1,0	1,4	1 425	7,0	4,0	2,3	78,5	0,83
	1,5	2,0	1 425	10,0	5,8	3,4	80,5	0,84
	2,2	3,0	1 440	14,4	8,3	4,8	83,0	0,84
	0,55	0,75	945	4,6	2,7	1,5	74,5	0,73
	0,85	1,2	945	6,9	4,0	2,3	76,0	0,74
	1,2	1,6	960	9,2	5,3	3,1	78,0	0,78
	1,8	2,5	960	13,0	7,6	4,3	81,0	0,78
MA	13,0	17,7	1 460	—	44,0	26,0	87,6	0,87
	9,1	12,4	970	—	33,0	19,0	86,0	0,83

<sup>1</sup> Andmed raamatust: Vinogradov jt. Projektirovanie elektritšeskih mašin. Energoizdat, Moskva, Leningrad, 1950., ühikud kohaldatud käesolevas raamatus käsitletud süsteemile.

## Lubatud vool, lähtudes vasktraadi läbimõõdust.

Isolatsioonita traadi läbimõõt	Vool, kui voolutihedus on		
	2 A/mm <sup>2</sup>	2,5 A/mm <sup>2</sup>	3 A/mm <sup>2</sup>
0,10	0,016	0,020	0,024
0,15	0,035	0,045	0,053
0,20	0,063	0,080	0,094
0,25	0,098	0,120	0,147
0,30	0,145	0,175	0,212
0,35	0,190	0,240	0,289
0,40	0,251	0,310	0,377
0,45	0,318	0,400	0,477
0,50	0,390	0,490	0,588
0,55	0,476	0,600	0,714
0,60	0,566	0,700	0,849
0,65	0,664	0,830	1,000
0,70	0,770	0,960	1,160
0,75	0,844	1,100	1,330
0,80	1,010	1,250	1,510
0,85	1,140	1,410	1,700
0,90	1,270	1,600	1,910
0,95	1,420	1,770	2,130
1,00	1,570	1,960	2,360
1,10	1,900	2,380	2,850
1,20	2,260	2,830	3,390
1,30	2,650	3,320	3,980
1,40	3,080	3,850	4,620
1,50	3,530	4,420	5,300
1,60	4,020	5,030	6,030
1,70	4,540	5,670	6,810
1,80	5,090	6,360	7,640
1,90	5,670	7,080	8,500
2,00	6,280	7,870	9,420
2,50	9,820	10,30	14,73
3,00	14,14	17,70	21,20
3,50	19,24	24,05	28,86
4,00	25,14	31,43	37,71



*Vastutav toimetaja F. Arro*

*Korrektor Ü. Rattur*

*Tehniline toimetaja H. Kohu*

Ladumisele antud 16. XI 1951. Trükkimisele antud 17. III 1952. Trükiarv 5000. Paber 56×79, <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Trükipoognaid 8,5. Formaadile 60×92 kohaldatud trükipoognaid 6,8. Arvutuspoognaid 5,83. MB-06275. Trükikoda „Hans Heidemann“, Tartu, Vallikraavi 4. Tellimise nr. 3807.

На эстонском языке.

А. Каскнеэм. Задачник электротехники.

*Hind rbl. 5.85.*









Rbl. 3.95

A-19345

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00384343 2