

A-712198  
**F. Kapsi**

kapten

**£552**

**J. Lembit**

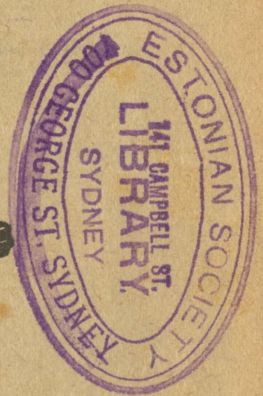
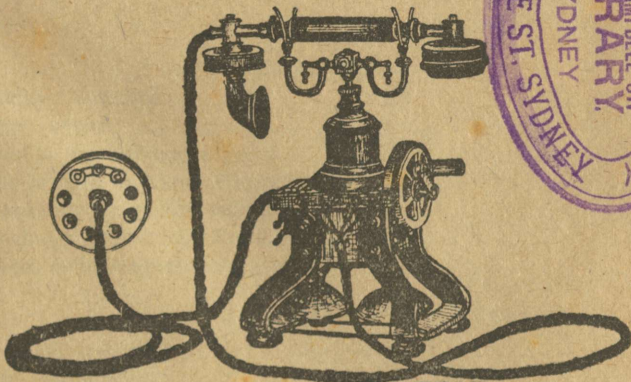
s. ametnik

**RR**

Ülevaade elektrotehnikast, telegraafi-  
ja

**telefoniasjandusest**

145 joonisega



TARTU ÜLKOOLI  
RAAMATUKOGU

TALLINN, 1922

VERYMANS  
BOOK SHOP  
6 CASTLE REAGH ST.

1887  
1887  
R  
Keeleline korrektor Tartu Ülikooli eesti keele lektor  
J. V. Veski.

TARTU ÜLIKOOLI  
RAAMATUKOGU

K. Mattiesen'i trükk, Tartus.



## Sisukord.

Seisev ehk staatiline elekter.		lk.
Üleüldine mõiste . . . . .		1
Elektri juhid ja takistajad . . . . .		2
Positiivne ja negatiivne elekter . . . . .		3
Elektroskoop . . . . .		4
Elektri sünnitamine mõjumise teel . . . . .		5
Elektri laialilagunemine juhi pinna peale . . . . .		6
Elektri kogumine teravikkudele. Elektrituul . . . . .		7
Elektri potentsiaal . . . . .		8
Kondensaator . . . . .		9
Leideni pudel . . . . .		10
Elektroskoop kondensaatoriga . . . . .		11
Õhuelekter . . . . .		12
Valk . . . . .		13

### Magnetism.

Üleüldised nähtused . . . . .	14
Magneti nabad . . . . .	14
Magnetite vastastikune tegevus . . . . .	15
Terase ja raua vahetõrge magnetismiga . . . . .	16
Kunstlike magnetite valmistamine . . . . .	17
Magnetnõel ja selle omadused . . . . .	18
Maakera mõju magnetnõela peale . . . . .	19

### Voolav ehk dünaamiline elekter.

Galvanismi äratamine . . . . .	20
Elektrit suruv jõud . . . . .	21
Elektrisünnitajate järjekord . . . . .	21
Elekter metallide kokkupuutumisel vedelikuga . . . . .	22
Galvaanivool . . . . .	23
Staatilise ja dünaamilise elektri vahe . . . . .	24
Galvaaniahel . . . . .	24
Volta element . . . . .	25

## Püsiva voolu elementide ehitus.

	lhk.
Danielli element . . . . .	26
Tsingi amalgaamimine . . . . .	26
Keemiline tegevus Danielli elemendis . . . . .	27
Elektrit suruv jõud Danielli elemendis. Volt . . . . .	28
Danielli elemendi puudused . . . . .	28
Meidingeri element . . . . .	29
Meidingeri elemendi algvorm . . . . .	30
Keemiline tegevus Meidingeri elemendis . . . . .	31
Meidingeri elemendi head ja halvad omadused . . . . .	33
Meidingeri elemendi laadimine . . . . .	33
Leclanché element . . . . .	35
Kuivad elemendid . . . . .	36
Patarei kommutaator . . . . .	37
Akkumulaatorid . . . . .	38
Elektrilelementide järjestikused, rööbikud ja segaühendused . . . . .	42
Kõige tulusam elementide ühendamisviis . . . . .	43

## Elektrivoolu tugevus ja takistus.

Elektrivoolu tugevus. Amper . . . . .	48
Elektrivoolu takistus. Oom . . . . .	49
Elektrivoolu tugevuse ärarippumine elektrit suruvast jõust ja takistusest.	50
Ampère'i seadus . . . . .	51
Juhtme eritakistus ja erijuhtivus . . . . .	52
Ohm'i seadus . . . . .	53

Voolu tugevuse, põnevuse ja takistuse  
mõõteriistad.

Galvanoskoop . . . . .	55
Milliampermeeter . . . . .	57
Voltmeeter . . . . .	58
Reostaat . . . . .	59
Differentsiaal-galvanomeeter . . . . .	60
Wheatstone'i sild ja selle tarvitamine . . . . .	61

## Elektromagnetism ja induktsoon.

Voolude vastastikune tegevus . . . . .	63
Voolu mõju pehme raua peale . . . . .	63
Elektromagnetid . . . . .	64
Voolu siht elektromagneti keerdudes. Elektromagneti nabad . . . . .	65
Solenoid . . . . .	66
Elektrikõlistaja . . . . .	67

	lhk.
Elektri-induktsioon . . . . .	68
Magneti-induktsioon . . . . .	69
Iseinduktsioon. Ekstravoolud . . . . .	70
Alaliste ja vahelduvate voolude vahe . . . . .	70

### Telegraaf.

Üldine mõiste . . . . .	72
Morse'i telegraafiaparaat . . . . .	72
Regulaator . . . . .	73
Elektromagnetid . . . . .	74
Tindinõu . . . . .	74
Kirjavinn ankruga . . . . .	74
Võti . . . . .	75
Galvanoskoop . . . . .	76
Piksekõrvaldaja . . . . .	76
Voolu kommutaator . . . . .	77
Näpitsad . . . . .	77
Telegraafi märgid . . . . .	77
Lindi tee . . . . .	78
Jaamade ülesseadmine . . . . .	78
Alalise voolu omadused . . . . .	79
Töötava voolu omadused . . . . .	79
Aparaadi reguleerimine . . . . .	80
Aparaadi lahtivõtmine . . . . .	81
Aparaadiga ümberkäimine . . . . .	81

### Teenistusekord telegraafijaamas.

Telegrammid . . . . .	83
Telegrammide vastuvõtmine . . . . .	83
Sõnade lugemine . . . . .	84
Üleandmise kord . . . . .	84
Aparaadi tööleht . . . . .	85
Telegrammide plangid . . . . .	86
Morse'i telegraafi märgid . . . . .	86

### Telefon.

Üleüldine mõiste . . . . .	88
Magnetitelefoni (kõlatoru) . . . . .	88
Mikrofon (kõnetoru) . . . . .	90
Induktsioonipool . . . . .	92
Induktor . . . . .	94
Polariseeritud kõlistaja . . . . .	97
Induktoriliste telefonide ühendamine . . . . .	98

Piksekõrvaldaja . . . . .	lhk. 100
Ericssoni seinat-telefoniparaat . . . . .	102
Tartu laua-telefoniparaat . . . . .	103
Ericssoni laua-telefoniparaat . . . . .	105
Summer . . . . .	107
Inglise fooniline välja-telefoniparaat . . . . .	108
Kondensaator . . . . .	109

### Kommutaatorid.

Telefonijaamad . . . . .	111
Keskjaamad . . . . .	111
Kommutaatorid . . . . .	112
Inglise üheliiniline fooniline kommutaator . . . . .	112
Ericssoni üheliiniline fooniline kommutaator . . . . .	114
Ericssoni kaheliiniline fooniline kommutaator . . . . .	116
Geissler'i üheliiniline induktoriline kommutaator . . . . .	118
Ericssoni kaheliiniline induktoriline kommutaator . . . . .	120
Inglise kaheliiniline induktoriline kommutaator . . . . .	121
Saksa kaheliiniline kommutaator . . . . .	122
Ericssoni üheliiniline ümberühendaja . . . . .	124
Liini vigastuste proovimise aparaat . . . . .	125
Voolupööraja . . . . .	128

### Telegraafiliinid.

Postid . . . . .	130
Lõtvuseliin . . . . .	131
Postide augud . . . . .	132
Isolaatorid . . . . .	132
Konksud . . . . .	134
Revisjoni-kroonsteinid . . . . .	135
Telegraafi juhtmed . . . . .	135
Juhtmete jätkamine . . . . .	136
Isolaatorite külgesidumine . . . . .	137
Juhtme harutamise käru . . . . .	139
Plokid ja konnad . . . . .	140
Tõstekonks . . . . .	141
Konksupuurid . . . . .	142
Konksuvõtmed . . . . .	142
Liinide ehitamine . . . . .	142
Ettevalmistused . . . . .	142
Tööriistad . . . . .	143
Töökord ehituse-jaoskonnas . . . . .	144

Postide teritamine ja konksude keeramine . . . . .	144
Juhtme harutamine ja jätkude tegemine . . . . .	145
Postide püstitamine . . . . .	145
Postide kaitsmine möödasõitvate vankrite, jää ja pikse eest . . . . .	147
Juhtmete tõmbamine . . . . .	148
Postide nummerdamine . . . . .	149
Liini omadused . . . . .	149
Kontrollpostid . . . . .	149
Puukoste lõikamine . . . . .	150

#### Telefoniliinid.

Postid . . . . .	151
Konksud, isolaatorid ja juhtmed . . . . .	151
Traversid . . . . .	152
Juhtmete tõmbamine mööda seinu ja katuseid . . . . .	152
Linnadevahelised liinid . . . . .	153

#### Õhuliinide remont.

Üleüldine mõiste . . . . .	156
Postide vahetamine . . . . .	156
Postide kükitamine ja õiendamine . . . . .	157
Postide kinnitamine tüvetugedega . . . . .	158
Tugede parandamine ja kaitsetulpade uuendamine . . . . .	158
Isolaatorite vahetamine ja puhastamine . . . . .	159
Ajutiste jätkude väljalõikamine ja uute tegemine . . . . .	160

#### Kaablid.

Kaablitest üleüldse . . . . .	161
Telegraafikaablid . . . . .	161
Telefonikaablid . . . . .	163
Isoleerivad ained . . . . .	165
Kaablite katmine isoleeriva ainega . . . . .	166
Õhukaablite tõmbamine . . . . .	170
Jätkude tegemine . . . . .	171
Kaablikast . . . . .	172
Kaabli ühendamine kastidesse . . . . .	172
Maakaablite panemine . . . . .	173
Väljakaablid . . . . .	174
Väljakaabli ülespanemine . . . . .	174

#### Vigastused ja nende kõrvaldamine.

Telegraafiaparaadi ja -liini vigastused . . . . .	175
Telefoniaparaadi vigastused . . . . .	176

Vigade proovimine . . . . .	lhk. 177
Liini vigastused ja proovimine . . . . .	178
Väljakaabli vigastused . . . . .	179
Väljakaabli isolatsiooni proovimine . . . . .	180
Jõekaabli vigastuste otsimine . . . . .	180

#### Simultaanliinid.

Telefon telegraafiliinil . . . . .	182
Telegraaf telefoniliinil . . . . .	182
Translatsioonijaam . . . . .	184
Dupleks . . . . .	185

#### Eksitavad trükivead.

- Lhk. 15, alt 4. rida, on trükitud „Kaheneb aga magnet“ peab olema „Kahe nabaga magnet“;
- „ 27, alt 5. rida, on „CU (x + 1)“ peab olema „CU (y + 1)“;
- „ 86, ülevalt 16. rida, on „V. — —“ peab olema „W. — —“;
- „ 87, ülevalt 4. rida, on „sain aru . . — .“ peab olema „sain aru . . . — .“;
- „ 107, on „joonis 80“ peab olema „joonis 81“;
- „ 109, on „joonis 81“ peab olema „joonis 80“.

## Seisev ehk staatiline elekter.

### Üleüldine mõiste.

Lihtsa hõõrumise läbi võib kõigis kehades iseärasus sündida, mis paneb selle hõõrutud keha teisi väga kergeid kehakesi oma külge tõmbama; niisuguses seisukorras öeldakse: see keha on elektriseeritud. Teadmata põhjust, mis ennast külgetõmbamisega ilmutab, nimetatakse elektriks.

Et hõõrumise tagajärjel kehad külgetõmbe-jõu omandavad, seda panid greeklased juba ammu enne Kristust iseäranis merevaigu juures tähele. Merevaiku nimetatakse greeka keeles „elektron“, sellest on ka nimi elekter tulnud.

Teist elektrinähtust pandi alles 1700. aastal tähele, kui keegi inglise õpetlane Vall merevaiku õige tublisti oli hõõrunud, nii et sellest säde praksatades välja lõi. Katsete järele võidi otsustada, et ka pikne muud ei ole kui suur elektrisäde, väga suuremõõdulise elektri sünnitus.

Need kaks nähtust on n. n. seisva elektri nähtused, mida kaua aega ei osatud kasulikult tarvitada; alles viimaste 4—5 aastakümne jooksul on elektri suurepärase omaduste tundmisele ja tarvitamisele algus pandud, mis sel teel võimalikuks sai, et kõigi rahvaste teravamad pead uurimisele asusid ja oma tagajärgedest teistele edasi teatasid, nii et sel teel kõige keerulisemad elektrinähtused ära seletati ja nüüd üsna lihtsalt ja arusaadavalt seletatavad on.

## Elektri juhid ja takistajad.

Kui me merevaigu, klaasi või kõva gummi tükikesega vastu villast riiet hõõrume, siis paneme tähele, et need kehakesed elektriseeruvad, s. o. hakkavad teisi kehakesi, nii kui: väikesi paberiraasukesti, sulekiukesti ja muid selle-sarnaseid, külge tõmbama. Kui aga võtame mõne metalli ehk söe ja hõõrume samati vastu villast riiet, siis ei pane me nende juures elektriseeruva keha omadusi mitte tähele, sest et nad kergeid kehakesi külge ei tõmba. Maksab aga ainult metallile või söele klaasist ehk merevaigust kätte-pide, millest hõõrumise ajal kinni hoida, juurde teha, siis elektriseeruvad ka metallid ja süsi, nagu merevaik ja klaas. Katsete järele võime kindlaks määrata, et merevaik ja klaas ainult nendel pinna osadel elektriseeruvad, mis hõõrumisel vastu puutuvad, kuna metallid kõigel oma pinnal elektriseeritud keha omadusi ilmutavad, hoolimata sellest, et ainult üht keha osa hõõruti. Kui me näituseks elektriseeritud merevaiku ehk klaasi sõrmega puutume, siis kaob elekter ainult sellest punktist, kuhu sõrmega puutusime; metalli ehk söe puutumisel kaob elekter tema pinnalt üleüldse.

Sellest näeme, et kehasid elektri suhtes kahte liiki võib jaotada. Esimesesse kuuluksid: kautshuk, portselan, klaas, siid, vaha, väävel, merevaik, õhk ja üleüldse gaasid; teise aga: kõik metallid, süsi, puuvilla-paber, vesi, happed, inimeste ja loomade kehad. Esimese liigi kehasid jääb elekter ainult neisse punktidesse, kus tema sünnitati, ja ei liigu ühest paigast teise. Nendel kehasid aga, mis teise liiki kuuluvad, laguneb elekter kõige suurema hõlpsusega ühest punktist teise ja mööda keha laiali. Esimest liiki kehasid nimetatakse elektri takistajateks, teist liiki kehasid aga elektri juhtideks.

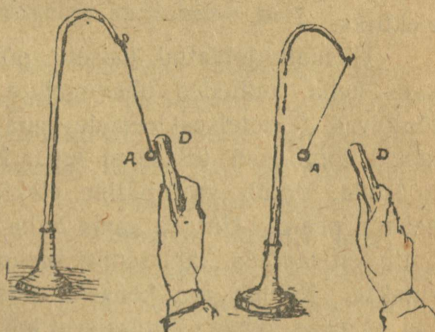
Õhk kaldub isoleerivate kehade liiki, sest et õhu käes seistes keha alati elektriseerituks jääb. Samati on lugu ka kõigi gaaside ja aurudega, seal hulgas ka vee-aur, ehk see nähtavasti küll vastu räägib faktile, et niiskes õhus raske

on mingit keha elektriseerituna hoida, kuid elekter ei kao mitte auru läbi, vaid et niiskes õhus kehade peale veekord tekib ja selle keha pinna elektrit juhtivaks teeb. Iseäranis portselan ja klaas, mida nende odavuse pärast väga palju isolaatoriteks tarvitatakse, on väga hügrooskoobilised, s. o. suudavad oma pinnal õhukest veekorda tekitada. Selle puuduse tagajärjel kaotame meie niiske ilmaga osa elektrit, mis niiske pinna kaudu ühenduse maaga saab. Ülemaltähendatud omadustega kehadel on võimalik seda puudust soendamise teel vähendada.

### Positiivne ja negatiivne elekter.

Elektriseeritud kehad ilmutavad üksteise peale mõju, mis seisab eemaletõrjumises või ligitõmbamises. Seda võib

järgmise katse abil kindlaks teha. Kui me tükikest merevaiku vastu villast riiet hõõrume ja selle siidnööri otsas rippuva korgitükikese lähedusesse paneme, tõmbab merevaik korgitükikese oma vastu; niipea kui merevaik ja kork kokku puutuvad, an-



1. joonis.

dub osa elektri sisust korgile ja kork hüppab merevaigust eemale. Klaasist jalaga katse-abinõu, mille otsas korgitükike siidnööriaga ripub, nimetatakse elektripendliks (joonis 1). Kui võtame kaks elektripendlit, ühele neist lähendame klaaspulga, mis vastu amalgaamitud nahka hõõrumisel elektriseeritud, ja teisele kirjalaki-pulgakese, mis vastu villast riiet hõõrumisel elektriseeritud, siis saavad need mõlemad pendlid elektrilise sisu ning hüppavad — üks klaasist ja teine kirjalakist eemale. Kui seda katset

korrata ja elektriseeritud kirjalaki asemel võtta elektriseeritud merevaigu-tükikese, siis paneme tähele, et elektripendlid tungivad teineteisest eemale. Seesugusel viisil mitmesuguseid looduse kehasid järele proovides leiti, et kehad elektriseeritult mõjuvad, kas nõnda kui klaas, merevaik, või kirjalakk, s. o. kas tõukuvad teineteisest eemale või tõmbuvad ligi. Sellest järgneb, et elekter on kahesugune, s. o. merevaigus ja klaasis tekib hoopis teistsugune elekter kui kirjalakis. Elekter, mis merevaigus ja klaasis tekkis, on ühesugune, mida näitab nende teineteisest eemale tõukumine, kui neid teineteisele lähendasime. Seda elektrit nimetatakse positiivseks elektriks ja selle tungi jooned käivad keha keskpunktist väljapoole. Elekter, mis kirjalakis tekkis, on just vastupidine, nagu seda tema tung näitab. Seda vastupidist elektrit nimetatakse negatiivseks elektriks.

Ülemalkirjeldatud katsete põhjal tekib algusseadus: kaks keha, milledes ühenimeline elektrilaeng ehk -sisu, tõukuvad teineteisest eemale, aga vastupidiste laengutega kehad tõmbuvad teineteist ligi. Kui üht keha teise vastu hõõruda, ilmub vastupidine elekter ühevõrra hõõrutavate kehade peale. Üht ja sama keha võib positiivselt või negatiivselt laadida, mis sellest oleneb, mille vastu seda hõõrutakse. Toome rea kehasid, mis järgmiselt korraldatud: kui esimese kehaga järeelseivat hõõruda, sünnib hõõrutavas positiivne ja kui järeelseiva kehaga eelseivat hõõruda, sünnib hõõrutavas negatiivne elekter: kassi nahk, poleeritud klaas, villane riie, puu, paber, siid, kirjalakk, mattklaas ja metallid.

### Elektroskoop.

Kui elektri tungi peenemalt tahetakse tähele panna, siis tarvitatakse selleks iseäralist riista, mida elektroskoobiks nimetatakse (joonis 2). Elektroskoop seisab koos pudelist, kuhu metallist pulk korgist läbi kuni pooleni on asetatud;

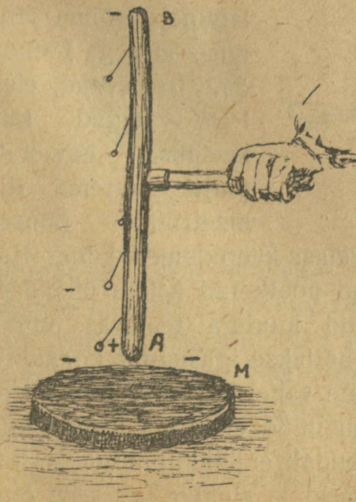
pulga all otsas on kaks kerget metall- ehk paberlehekest, üleval otsas aga väike kuulike, mis on selle tarvis, et rohkem tungijooni vastu võtta. Kui me nüüd mingi elektrilise keha võtame ja sellega elektrooskoobi metallist kuulikest puudutame, siis tungib elekter üle metallpulga nende, üksteise ligi seisvate lehekeste sisse ja laeb nad ühesuguse elektriga, mille tagajärjel viimased teineteisest eemale tungivad. Täheandab, elektrooskoop näitab, missuguse keha sees on elekter, aga seda, kui suur elektritung selles kehas, ei näita ta mitte.



2. joonis.

### Elektri sünnitamine mõjumise teel.

Kui mõnesugusele elektrilialikale, näituseks vaigurin-gile M. (joonis 3), mis negatiivselt elektriseeritud, lähendada vertikaalses seisakus vasksilinder klaasist käepidemega, millel leedripuust pendlikesed küljes, siis paneme tähele,



3. joonis.

et mõjumise tagajärjel tekib lähemas silindri otsas A positiivne, aga kaugemas B negatiivne elekter, kuna silindri keskkohas, mida erapooletuks liiniks nime-tatakse, elektrit sugugi ei ole, nagu seda pendlid näitavad. Pendlid näitavad veel, et elektrilaeng kasvab erapooletust liinist mõle-masse külge otste poole ühevõrra. Igasugune elek-triseerimise jälg kaob, kui silinder mõjuvust kehast eemale viia; selle põhjal

võib järeldada, et mõjutavad vastunimelised laengud elektriseeritud silindris tasakaalus on. Kui silinder maaga ühendada, siis täitub ta ainult positiivse elektriga. Mõjuva keha kõrvaldamisel laguneb positiivne elekter kõige AB pinnal tasakaalustatud kihina laiali. Kui mõjuv keha aga on positiivselt laetud, siis avaldab ta mõju silindri peale nõnda, et ligemas A otsas tekib negatiivne, kaugemas aga positiivne elekter. Silindrit maaga ühendades saaksime kõigil silindri pinnal ainult negatiivse elektri tasakaalustatud kihina. Kirjeldatud katsete järele võime kindlaks määrata, et sellesse silindri otsa, mis mõjuvale kehale lähem, tekib vastunimeline elekter, kaugemasse otsa aga samanimeline, mis mõjuvas kehas.

### Elektri laialilagunemine juhi pinna peale.

Kui õõnsa metallkuuli siidniidi otsa riputame ja sellesse mõne elektriseeritud keha läbi elektrit saadame, siis levib see elekter, selle kuuli välimisele pinnale ühetasast kihti sünnitades. Et elekter tõesti ainult välimisele pinnale laiali



4. joonis.

laguneb, võime järgmise katsega tõendada. Isoleeritud, elektriga laetud kuul kaetakse kumerate, palju suurema diameetriliste õõnsate

poolkeradega kinni, millel klaas-käepidemed küljes (joonis 4). Kui mõlemad õõnsad poolkerad kokku ühendada, lastakse neid elektriga laetud kuuliga teatavas punktis kokku puutuda. Peale seda hoitakse igasugune kokkupuutumine ära kuuli ja poolkerade vahel ja võetakse poolkerad kuulist eemale. Poolkerad on nüüd elektriga laetud, kuna kuul elektrist tühi on. See tähendab, et kokkupuutumisel kuul ja poolkerad ühise juhi sünnitasid ja elekter siis selle ühise juhi välisele pinnale lagunes.

Teine samasugune katse, mis Faraday oma, tõendab sedasama järgmiselt: Ehitati metallist puur, mis klaasjalgade peal seisis ja nõnda suur oli, et uurija oma abinõudega sinna sisse mahtus. See puur laeti tugevasti elektriga, kuid puuri seespool ei olnud ka kõige tugevamaid laenguid sugugi märgata.

Nende katsete põhjal võime otsustada, et juhi sees ei ole elektrit ega elektrilist tegevust, kõik elekter on juhi välimisel pinnal õhukese ja tasakaalustatud kihina, mis aga mõju ei avalda sisemiste juhi punktide peale.

### Elektri kogumine teravikkudele. Elektrituul.

Elektrikihi tihenemine juhtide pinnal ripub nende vormist; tasase kera pinnal on elektrikihi paksus ühesugune (joonis 5). Sootuks teine on lugu niisugusel korral, kui elektriseeritud kehal on kanamuna ehk pikerguse ellipsoidi kuju (joonis 6); siin ei ole elektrikihi paksus mitte



5. joonis.



6. joonis.

ühesugune, sest et elekter oma rõhumise põhjusel teravamatele külgedele korjub, kus siis elektrikiht kõige paksem on. Kui me ellipsoidi ühe teravama külje teravikuks muudame, siis korjub pea kõik elekter sellele teravikule. Et elekter, nagu me selgeks tegime, teravikkude otsa väga suurel määdul korjub, siis rõhub ta ka ümbritseva õhukihi peale väga suure tugevusega, mis alatasa suureneb, kuni viimaks õhu isoleerivuse võidab ja juhi pealt õhuosakestele

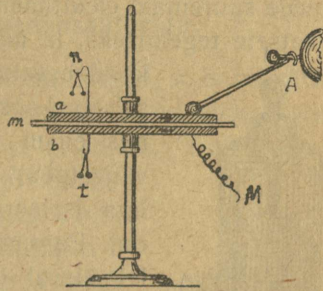
hakkab laiali lagunema. See ümbritseva õhu osakestele lagunemine teravikkude pealt kestab kuni kõige elektri kaotuseni. Kui me teravikule vahet pidamata elektrit suudame anda, näituseks elektrimasina abil, siis on elektri minek ümbritseva õhu masside peale nõnda suur, et ta kange õhuliikumise sünnitab, sest et ta ühenimelised laengud teineteist eemale tõukavad; seda elektri äravoolamist nimetatakse elektrituuleks. See teraviku omadus elektri mõistes andis Franklin'ile aastal 1752 mõtte piksekaitsjat ehitada, ilma milleta praegusel ajal ükski telefoni- ja telegraafijaam läbi ei saa.

### Elektri potentsiaal.

Kui ühendada kaks veenõu ühesuguse vedelikuga, siis sünnib vedeliku üleminek ühest nõust teise ühesuguse välimise rõhumise puhul ainult sel juhtumisel, kui vedeliku pinnad on mitmesuguses kõrguses, ja lõpeb ainult siis, kui pinnad saavad ühekõrgusteks. Selle juures võib vee rohkus nõudes olla mitmesugune ja vedelik võib üle minna suurema ruumalaga nõust väiksemasse ehk väiksemast nõust suuremasse. Sedasama pannakse tähele ka gaaside ülemineku ajal ühest nõust teise, mis ei ripu mitte ära nõu suuruselt ja gaasi rohkusest, vaid ainult sellest, kus gaasil on rohkem surumist, lõppedes ainult siis, kui surumine mõlemas nõus on ühesugune. Kui kahel kehal on mitmesugune temperatuur, siis hakkab soojuse üleminek kõrgematemperatuurilisest kehast madalamatemperatuurilisse kehasse, mis lõpeb soojuse tasakaalustusega, selle peale vaatamata, et soojuse rohkus mõlemas kehas võib olla mitmesugune. Sellest näeme, et vedeliku, gaasi ja soojuse üleminek ei sünni vedeliku, gaasi ja soojuse rohkusest, vaid pinna vetruvuse või soojuse vahet. Nõndasama kui keha soojuse astet nimetatakse temperatuuriks, nimetatakse ka juhi elektrilist astet juhi elektri potentsiaaliks.

## Kondensaator.

Elektri potentsiaalset aru saades ei ole raske aru saada ka kondensaatori teooriast, mis põhjeneb elektri mõjumistegevuse peal. Kui isoleeritud metallplaadi a ühendame elektri allika A-ga, mis positiivse elektriga laetud (joonis 7), siis, nagu teada, hakkab elekter vooluallikast A voolama läbi juhi plaadisse a, kuni plaadi a potentsiaal sama kõrgeks tõuseb kui kehas A. Lähendame aga nüüd plaadile a uue keha b, mis plaadist a klaasruuduga on isoleeritud, siis tekitab plaadi a laeng mõjumise läbi plaadis b kahenimelise elektri, kusjuures negatiivne elekter klaasi lähedusesse korjub, positiivset enesest eemale tõugates. Selle juures lähevad koosseisvad pendlid latali, teatud nurka sünnitades. Kui aga plaadi a vooluallikast eraldame ja plaadi b juhi läbi maaga ühendame, siis läheb plaadi b positiivne elekter maa sisse, mida selle plaadi pendli t korgid kokkulangemisega näitavad. Negatiivne elekter korjub seotud olekus klaasi ümbrusesse ja kisub ka plaadi a positiivse elektri enesele ligemale, mille tagajärjel elektri tihedus plaadi a välisküljel väheneb ja pendli n korgid koomale lähevad. Kui plaat b maast lahutada ja plaat a jälle ühendada vooluallikaga, siis hakkab elekter uuesti voolama plaadi a peale, niikaua, kuni pendli korgid jälle endise nurgani laienevad. Sellega on plaadil a nüüd suurem laeng, kui enne plaadi b lähendamist. Kui plaat a vooluallikast eraldada ja plaat b uuesti ühendada maaga, siis läheb plaadi b esilekutsutud positiivne elekter maasse, kuna seotud negatiivse elektri rohkus tõuseb; nõndasama tõuseb seotud positiivse elektri rohkus a-plaadil. Nüüd on pendlivaheline nurk palju suurem



7. joonis.

kui plaadi b esimesel ühendamisel maaga. Katset korrates tuleme viimati selle juurde, et a-plaadi laeng tõuseb oma teatava kõrguse piirini ja sealt edasi laadimine on asjatu.

On plaat a kõige aja vooluallikaga ühenduses, plaat b aga maaga, siis jõuame sellesamale lõpuotsusele õige lühikese ajaga. Niisugust nähtust nimetatakse elektri tihendamiseks ehk kondensatsiooniks ja selleks otstarbeks ehitatud riista — kondensaatoriks.

### Leideni pudel.

Leideni pudeliks nimetatakse abinõu, millega väikesele pinnale suuremaid elektrilaenguid kogutakse, alalhoidmiseks ja katsete tegemiseks, ja mis ei ole muud kui lihtsustatud



8. joonis.

kondensaator (joonis 8). Leideni pudel seisab koos kahest inglissima lehekesest, mis enam kui poole kõrguseni seest- ja väljastpoolt ümberringi kaetud, klaaspudeliga isoleeritud ja pealt puupunniga kinni on. Punnist läbi käib metallvarras b, millel üleval otsas metallkuul ja all otsas ketike, mis kuni pudeli põhjani sisemise tinakatte vastu käib. Kui tahetakse Leideni pudelit laadida, võetakse välise tinakatte

ümbert käega kinni ja lähendatakse varda b kuulike elektriallikale; positiivne elekter voolab varda b kaudu elektriallikast pudeli sisemise katte peale ja kutsub välisel tinapaberil vastunimelise elektri esile. Nõnda läheb positiivne elekter, mis välise tinapaberi välisküljele ilmub, meie käe kaudu maasse, negatiivse elektri kisub aga sisemise katte positiivne elekter pudeli välisseina vastu. Laetud pudelit võib hädahoia välimisest tinakattest kinni võttes hoida, selle juures peab aga ette vaatama, et teise käega mitte varda kuuli ei puutu; vastasel korral saame tugeva elektrilöögi, mis kahenimelise elektri ühendamise läbi üle meie rinna ja käte sünnib. Ühes sellega ilmub ka elektrisäde.

Elektrisäde ilmub iga kord, kui me käe elektrilikkale lähendame, näit. elektrimasina konduktorile; siis ilmub käes kahenimeline elekter: positiivne läheb maasse, aga negatiivne kogub sellesse käe osasse, mis kõige lähemal konduktorile, ja kui nüüd elektripõnevus teatava kõrguseni tõuseb, nii et ta õhukihi takistuse, mis käe ja konduktori vahel olemas, võidab, siis ühineb käe ja konduktori elekter õhu kaudu. Erinimeliste elektrite ühinemisest õhu kaudu tekib säde. Käe ja konduktori väikese vahe puhul sünnitab säde hiilgava sirgjoone, pikema vahe korral on sädeme tee kas loogakujuline või sakiline.

### Elektroskoop kondensaatoriga.

Elektrilikkad on sagedasti nii nõrgad, s. o. nii väikese potentsiaaliga, et nad elektroskoobiga ühendamise korral ei jõua selle lehekeste peale mõju avaldada. Kondensaatori abil on võimalik elektroskoopi tundlikumaks teha, s. o. elektroskoobi kuulikese asemele pannakse metallrõngas b (joonis 9) metall-käepidemega n ja rõnga b peale teine metallrõngas c klaas-käepidemega. Mõlemad rõngad eraldatakse teineteisest õhukese pigikorraga. Alumine rõngas ühendatakse elektrilikkaga käepideme n kaudu ja ülemine maaga. Siis korjub alumisse rõngasse elektrilaeng mitu korda suurem kui ilma kondensaatorita. Enam jagu laengust on seotud olekus rõnga c pool, kuna väike jagu, mis vabas olekus, ei suuda lehekesi koost lahti ajada. Kui nüüd rõngas b eraldada elektrilikkast ühes rõnga c-ga, mis laetud on vastunimelise elektriga, siis saab alumise rõnga laeng vabaks ja ajab laiali lagunedes lehed teineteisest eemale. Seatinast lehekeseid p ja p', kleebitud klaaspulkade otsa ja



9. joonis.

ühendatud klaasnõu metallpõhjaga, on selleks, et tegevust suurendada; viimastesse tekib mõjumise läbi elekter, mis vastunimeline lehekestes olevale elektrile, ja see oma tõmbega suurendab veelgi lehtede laialiminekut.

### Õhuelekter.

Õhus on pea alati elekter vabalt olemas; seda on võimalik iseäralise elektroskoobi abil tähele panna. Ülemaanimetatud elektroskoop erineb harilikust sellega, et tal varda otsas kuuli ei ole, varras harilikust aga palju pikem ja otsast terav on (joonis 10). Varda allotsas on kuldlehekesed, millede taga on jaotuslaud. Lehekeste laialiminekut võime enam-vähem kindlad arvud õhuelektri põnevuse üle saada. Et õhuelektrit tähele panna, viiakse elektroskoop lahtise õhu kätte; õhuelekter äratab vardas vastandilise elektri, vastunimeline õhuelekter kahaneb varda teraviku kaudu, samanimeline tungib aga varda all olevatesse lehekestesse, neid oma potentsiaali kõrguse järele laiali tõugates. Selle ja teiste sarnaste katsete varal on tõeks tehtud, et õhus on vaba elekter olemas ja alati positiivne, kuid teda on seal väga vähesel hulgal. Kõige kõrgem põnevus on õhuelektril müristamise ajal; siis võib ta telegraafi ja telefoni tegevusele takistajaks saada. Õhuelekter langeb ühes pilvedega väga madalale, kust ta, telegraafi- ja telefonijuhtmetesse sattudes, aparadi kaudu teed maasse võib leida.

10. joonis.

Kui õhuelekter väga kõrges põnevuses (müristamise ajal) telegraafiliinide kohale satub, olgugi et jaamast kaugel, siiski võib ta juhtmetesse sattudes jaamas olevate apa-

raatide peenikestest poolidest ja metallosadest läbi käies need ära sulatada ehk hävitada.

### Väik.

Ameerika õpetlane Franklin tõendas 1752. aastal esimesena näitlikult, et pikne on puht-elektriline nähtus. Piksepilved on elektrilaenguid kandvad kehad, ühed positiivsed, teised negatiivsed; väik ei ole muud midagi, kui elektrisäde, mis tekib väga suurel määral oleva vastandilise elektri ühinemisel, ja lõpuks pikselööök maasse on maa- ja pilve-elektri ühinemine. Pikse tugevus on väga mitmesugune ja sarnane Leideni pudelist kokkuseatud patarei tugevusega, erinev sellest palju suurema jõu ja põnevusega. Pikne tapab inimesi ja loomi, süütab tuld, sulatab metallisid ja purustab halvad elektrijuhid.

# Magnetism.

## Üleüldised nähtused.

Magnetid on loomulikud või kunstlikul teel valmistatud. Loomulikud magnetid on need, mis looduses pruuni rauakivi näol leiduvad ja millel see iseäralik omadus on, et nad raua-, terase- ja malmitükikesi enese külge tõmbavad. Kui me magneti peale raua viilipuru riputame, siis võime tähele panna, et rauapurukesed mõnesugustesse magneti punktidesse iseäranis rohkesti kinni hakkavad ja seal pinsli taoliselt kobarduvad. Lihtsa hõõrumise teel annab magnetikivi terasele samasuguse külgetõmbavuse, ilma et ta ise sealjuures midagi kaotaks. Seesuguseid hõõrumise teel magnetikiviga saadud magneteid nimetatakse kunstlikkudeks magnetiteks. Praktiliselt tarvitatavad on ainult kunstlikud magnetid, sest et neid palju tugevamaid ja otstarbekohasemaid saab valmistada. Magnetitungi on meil võimalik juba silmnähtavalt tähele panna sel teel, kui hobuserauakujulise magneti otsade peale tükikese paberit paneme, kuhu raua viilipuru peale riputame; rauapuru koondub üksikutesse liinidesse, mis N poolt S poole lähevad. Kõik, mis seisva elektri kohta öeldud, kõlbab magnetitegi kohta, ainult selle vahega, et magnetit edasilaskvaid aineid ei ole.

## Magneti nabad.

Kui magnetiseeritud teraspulk rauapurusse asetada, siis hakkavad rauapurukesed selle otsade ümber, nagu

oleks tõmbejõud neisse punktidesse koondatud (joonis 11). Neid punktid nimetatakse magneti nabadeks. Magnetitõmbejõud väheneb otsadest keskkoha poole; keskkohal võrdub tõmbejõud nulliga.

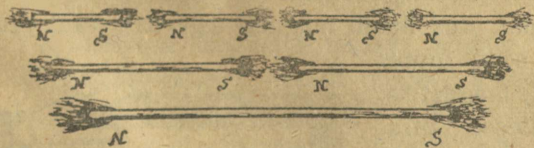
Magnetpulga keskpunkti, kus tõmbejõudu sugugi ei avaldu, nimetatakse selle magneti neutraalseks ehk



11. joonis.

erapooletuks liiniks. Võtame magnetpulga ja riputame selle keskkohalt kinni sidudes vabalt rippuma, siis pöörab magnet ühe otsa põhja ja teise lõuna poole; kui ta sellest seisakust aga välja viia, siis võtab ta jälle endise seisaku nii, et üks ots alati põhja ja teine lõunasse näitab. Magnetpulga otsa, mis alati põhja poole näitab, nimetatakse magneti põhjanabaks N, lõuna poole näitavat otsa aga magneti lõunanabaks S. Sellest näeme, et magneti nabad mitte ühetaolised ei ole. Kui magnetpulk tükkideks murda, sünnitab iga niisugune tükk täieliku kahe nabaga magneti, mille seisusihth samasugune kui ennegi. Sedasama näeme murdmiseга veelgi kaugemale minnes (joonis 12).

Jaotamisel ette tulevate nähtuste põhjal võime kaks



12. joonis.

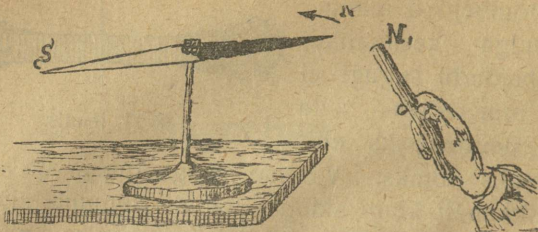
järeldust teha: esimeseks ei ole võimalik saada eraldi põhja-ega lõunanaba; teiseks on

magnetism nähtus, mille põhjus selle keha kõige vähemates algosakestes peitub. Iga kõige vähem magnetiosake on täielikult iseseisev, kaheneb aga magnet.

### Magnetite vastastikune tegevus.

Kui vabalt keerleva magnetnõela põhjanabale, mis terava toe otsa on asetatud, lähendada teise magnetpulga

põhjanaba, siis paneme tähele, et keerleva magneti N-naba sellest kaugeneb, kuna S-naba aga ligineb. S-naba lähendamisel kisub see keerleva magneti N-naba lähemale, S-

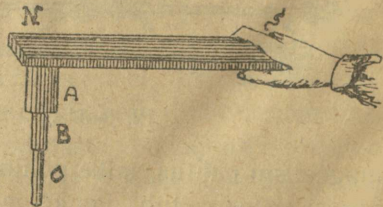


13. joonis.

naba eemale tõugates. Sellest järgneb seadus, sarnane elektri kohta käiva seadusega: kaks ühenimelist naba tõukavad vastamisi teineteist eemale, kaks erinimelist aga kisuvad teineteist ligi (joonis 13).

### Terase ja raua vahetõmbe magnetismiga.

Magnet ei tõmba mitte üksnes igasugust tükki rauda ligi, mis on asetatud magnetivälja (magnetiväljaks nimetatakse seda ruumi, kus ilmub magneti tegevus), vaid rauatükk muutub selle juures ka ise täielikuks magnetiks, nõnda et sellesse otsa, mis alalisele magnetinabale lähemal, tekib vastunimeline, kaugemasse otsa aga samanimeline magnetinaba. Rauatükk A (joonis 14), mis magneti N S vastu



14. joonis.

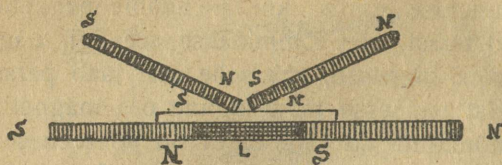
tõmmatud ja selle läbi magnetiseeritud, võib teise rauatüki B omale ligi tõmmata, missugune omakorda jälle kolmanda rauatüki C peale mõju võib avaldada jne. Tarvitseb aga ainult magneti esimesest rauatükist A lahutada, langevad ka

tükid A, B ja C üksteisest eemale. Sellest järgneb, et raud, iseäranis aga siis, kui ta puhas ja välja tagumata, saab magnetiks ainult sel juhtumisel, kui ta kas magnetiga kokkupuutumises või selle mõju piirkonnas seisab. Teisiti aga märkame seda terase juures: kui lähendame magnetile tükikese karastatud terast, siis tõmmatakse see ligi, nagu raudki, kuid mitte nii tugevasti, aga selle eest jääb pärast magnetist eraldamist terasesse mõnesugune osa magnetismist alale. mis mõnikord ka õige tugev on ja iseenesest magnetina esineb. Magnetismi, mis ainult magnetiseerimise korral kehasse ilmub ja peale seda sealt kaob, nimetatakse ajutiseks. Magnetismi, mis peale magnetiseerimist kehasse jääb, nimetatakse alaliseks. Magnetismi tekitamise aste ei või terases piiramata suur olla, vaid teatavais piirides, mida küllastuseni magnetiseerimiseks nimetatakse. On magnet tugev ja magnetiseeritav terasetükk väike, siis võib see väike tükk ainsa puutumise tagajärjel küllastuseni magnetiseeruda. Magnet jääb terasetüki sisse niikauaks, kui tema peale mõni väline mõju avaldub, nagu soendamine ja põrutamine.

### Kunstlikkude magnetite valmistamine.

Kunstlikud magnetid tehakse sirgete pulgakeste või hobuseraua kujulised. Teras, millest magnetit soovitakse saada, peab kõige pealt võimalikult kõvasti karastatud olema, sest karastatud terasel on palju suurem kinnipidamistugevus. Iseäranis kohane on selleks otstarbeks tarvitada volframteras (harilik teras 3 % volfram-metalli lisandusega). Esimene magnetiseerimisabinõu on lihtne hõõrumine; seks võetakse teraspulk ja tõmmatakse sellest tugeva magneti nabaga üle, ühest otsast teise ainult ühes sihis, mitte edasi ja tagasi; seesugust tõmbamist koratakse mitu korda, misjuures teraspulga sellesse otsa, kust magnet viimati ära võeti, magnetiseerivale nabale vastumeline naba tekib. See on kõige lihtsam abinõu ja selle

tagajärjel saadakse õige nõrgad ja vildakud magnetid. Hoopis parem on kahes järgus hõõrumise abinõu (joonis 15). Kesk magnetiseerivat pulka pannakse vastupidiste nabadega kaks ühesugust magnetit ja libistatakse neid umbes 25°



15. joonis.

kuni 30° lāng-  
seisakus magne-  
tiseeritava pulga  
otsade poole.

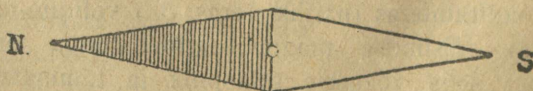
Libistamist toi-  
metatakse ühel  
ajal ja ühes sihis  
kummalgi otsal

nõnda, et kui otsadeni libistati, siis tõstetakse magnet üles ja pannakse läbi õhu tagasi viies keskele. Nõnda libistatakse mitu korda. Pärast keeratakse teraspulgale teine külg ja jätkatakse hõõrumist. Põhjanaba tekib selles otsas, kust magneti S naba, ja lõunanaba tekib selles otsas, kust magneti põhjanaba viimati ära võeti.

Magnetiseerimise mõjuvuseks pannakse magnetiseeritava terase otsade alla veel kaks magnetit oma nabadega nõnda, et nad kohastikku ja libisevate magnetitega ühenimelised oleksid. Käesoleval ajal kasutatakse tugevaks magnetiseerimiseks elektrivoolu.

### Magnetnõel ja selle omadused.

Magneti tungijoonte sihti ja nende olemist näitab rombikujuline magnetnõel, mis terava toe otsa on asetatud,



16. joonis.

nii et ta kergesti keerelda annab. Nabade tundmiseks jäetakse põhjanabale sinakas vari peale, mille teras karastamisel omandab (joonis 16). Üks magnetnõela omadustest,

mis praktiliselt alati tarvitav, on omadus põhja-lõuna sihti näidata. Selle ülemaltähendatud omaduse peal põhjeneb ka merebussooli ehk -kompassi ehitus, mille abil sõidu ajal laeva juhatakse. Teine magnetnõela omadus, mis väga tähtis telegraafialal, on see, et ta telegraafivoolu olemisest märku annab ja seda mõõdab, olgu see kui väike tahes.

### **Maakera mõju magnetnõela peale.**

Maakera avaldab mõju magnetnõela peale ja nimelt: kui magnetnõel pöörduv horisontaalsel tasapinnal, siis ei näita ta mitte otsekohe põhja-lõunat, vaid kaldub vähe idasse või läände. Maakera mõjuga on seletatav ka see nähtus, et kui meie magnetnõela vertikaalselt üles riputame, siis on meie maades magnetnõela N ots ikka veidi maa poole pöördud. Lõuna pool, näituseks Austraalias, seisab aga nõel S-nabaga maa poole pöördult. Et maakera mõju arusaadavaks teha, kujutatakse maakera kui määratu suurt magnetit, mille põhjanaba asub lõunapoolsel poolkeral ja lõunanaba põhjapoolsel poolkeral. Maakera mõjuga seletatakse ka see nähtus, et rauamassid, nagu katused, piksevardad ja veektorud, alati on magnetiseeritud.

# Voolav ehk dünaamiline elekter.

## Galvanismi äratamine.

Aastal 1786 sattus professor Galvani esimesena iseraliku juhtumise peale, kus tema järgmise katsega, mis ta konna reie kallal korda saatis, voolava elektri üles leidis (joonis 17). Nimelt oli ta värskest nülitud konna vask-



17. joonis.

konksu otsas raudsele balkonile üles riputanud. Tuul liigutas konna reit vastu raudbalkonit ja raua vastu puutumisel tuksatas konna reis, just nagu seaks ta ennast hüppama. Sellega arvas Galvani midagi üleloomulikku üles leidnud olevat, oletades selle põhjust konna elulises jõus peituvat, seda Leideni pudeliga sarnastades, nõnda et närvid pidid sünnitama sisemise, muskolid välimise juhtiva katte, konna eluline jõud aga elektrilaengu ja metallid tühjendamistee, mille

kaudu elekter neutraliseerus.

Prof. Volta oletas, et Galvani leidusel tõesti elektri nähtusega tegemist on, ja tegi mitmete katsete järele selgeks, et selles nähtuses on järgmised asjaolud mõõduandvad: kaks isesugust metalli peavad kokkupuutumises olema, millede kokkupuutumispunktides loomulik elekter eraldub,

s. o. potentsiaalide vahekord üles seatakse, kuna konn aga selle juures väga tundliku elektroskoobi osa etendas. Oma arvamist kinnitas ta katsetega järgmiselt: Elektroskoobi alumine rõngas b (joonis 9) tehakse tsingist ja ei kaeta mitte lakiga; tema peale pannakse ka mitte lakiga kaetud klaaspidemega vaskrõngas c. Peale metallide kokkupuutumist eraldatakse vaskrõngas c. Selle järele löövad elektroskoobi lehekeseid lahti ja laevad end positiivselt. Kui korjata seda katset, tehes vaskrõngas alumiseks ja tsink ülemiseks, siis löövad elektroskoobi lehekeseid jälle lahti, võttes punktipealselt endise nurga, end negatiivselt laadides.

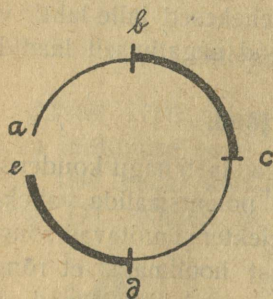
### Elektrit suruv jõud.

Eespool-tähendatud metallrõngad laeti nagu kondensaatori juhtivad katted, millede vahel potentsiaalide vahekord üles seati. Positiivne ja negatiivne elekter sünnitavad rõngastel kaks võrdset kihti, mis, sellest hoolimata, et rõngad kokkupuutumises olid, ikka teineteisest lahku jäävad, ühe iseäralise jõu tegevusel, mida Volta elektrit suruvaks ehk äratavaks jõuks nimetas. See jõud sünnib mitmesuguste kehade kokkupuutumispunktides ja lahutab neis keha loomuliku elektri, nõnda et positiivne elekter ühe, negatiivne elekter teise keha peale jääb, takistades neid ühinemast. Seesama jõud ilmubki põhjuseks, mis esile kutsub ja alal peab potentsiaalide vahekorra kahe metalli kokkupuutumisel. Elektrit suruvat jõudu mõõdetakse selle potentsiaalide vahekorraga, missuguse ta esile kutsub.

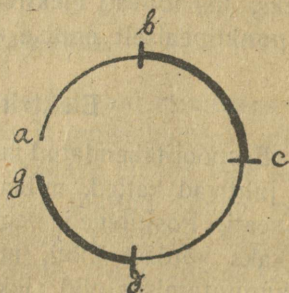
### Elektrisünnitajate järjekord.

Iga metalli võib positiivselt või negatiivselt laadida, seda mööda, missuguse metalliga ta kokkupuutumises oli. Selle põhjal võib metallisid järjekorda seada nõnda, et eelmine metall oleks kokkupuutumisel laetud positiivselt, järgmine aga negatiivselt, nimelt: tsink, inglistina, raud, valge vask, punane vask, hõbe, plaatina jne. Sellest järje-

korrast näeme, et hõbe tsingiga kokku puutudes negatiivselt, platinaga aga positiivselt laetakse. Mida kaugemal selles järjekorras metallid üksteisest seisavad, seda suurem on nende vaheline elektrit suruv jõud. Metallkehad annavad kokku puutudes kõige suurema elektrit suruva jõu, mitmetallid aga kas ei sugugi või väga nõrga. Kujutame ette elektrilise ühendusringi a b c d e (joonis 18), mis mitmest metallist järjestikku kokku ühendatud, nõnda et otsade peal ühed metallid, näit. ühendusjärgud tsink a—b,



18. joonis.



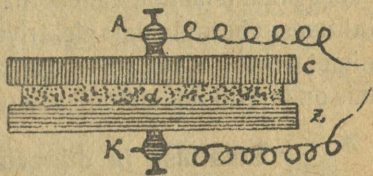
19. joonis.

inglistina b—c, platinaga c—d ja tsink d—e, siis on ühendusringi otsade potentsiaal ühekõrgune, s. o. potentsiaalide vahetõrge võrdub nulliga ehk elektrit suruv jõud selles ühendusringis on null. Kui me aga võtame ühendusringi a b c d g (joonis 19), mille lõpuotsad on mitmesugustest metallidest, näit. tsink a—b, inglistina b—c, platinaga c—d ja punane vask d—g, siis on potentsiaalide vahetõrge lõpus seisvatest metallidest: tsingist ja vasest, ehk elektrit suruv jõud on niisama kõrge, kui need metallid otsekoheselt kokku puutumises oleksid. Sellest kokkuseadest tekib prof. Volta poolt ülesleitud järjestiku kontaktide seadus.

### Elekter metallide kokkupuutumisel vedelikuga.

Elekter tekib ka siis, kui metallid soolasisaldav vedelik ühendab. Peaaegu kõik metallid ühenduses vedelikuga elektriseeruvad negatiivselt, vedelikud aga positiivselt.

Tõendada võib seda järgmiselt: tundliku elektrooskoobi alumise tsinkrõnga b peale (joonis 9) pannakse õhukesest klaasist leheke, mille peale valatakse õhuke kiht soolasisaldavat vedelikku. Kui nüüd isoleeritud tsingist looga abil ühendada tsinkrõnga b alumine pind vedelikuga ja peale selle look eraldada ühes vedelikuga, siis lähevad elektrooskoobi lehekeseid lahti ja on laetud negatiivse elektriga. Tsinkrõnga b asemele pannes vaskrõnga ja ühendades teda sellesama vedelikuga looga abil, näeme, et elektrooskoobi lehekeseid jälle teineteisest lahku löövad ja negatiivselt umbes 4 korda nõrgemalt laetud on. Kui nüüd tsinklehekese z peale (joonis 20) panna kalevist rõngas d, mis on soolasisaldava vedelikuga läbi niisutatud, ja selle peale vaskleheke c, siis tekib metallide kokkupuutumise punktides vedelikuga elektrit suruv jõud (ESJ). Negatiivne elekter läheb metalli peale, positiivne aga vedeliku ja temaga ühenduses oleva teise metalli peale. Nii siis saab vask, peale oma negatiivse elektri, veel positiivset elektrit, mis tekib tsingi ja vedeliku kokkupuutumisel; sedasama saab ka tsink. Et aga tsingi ja vedeliku kokkupuutumisel üht ja teist elektrit rohkem tekib kui vasega kokkupuutumisel, järgneb, et vask rohkem positiivset kui negatiivset elektrit saab ja sellepärast end positiivselt laeb; tsink aga, just vastuoksa, saab positiivset elektrit vähem kui on negatiivset ja laeb sellepärast end negatiivselt. Kahe metalli ühendust vedelikuga, nagu seda joonisel 20 näha, nimetatakse Galvani elemendiks.

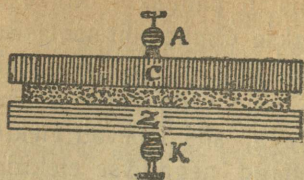


20. joonis.

### Galvaanivool.

Galvani elemendi vaske, mille potentsiaal kõrgem, nimetatakse positiivseks, madalama potentsiaaliga tsinki negatiivseks nabaks (joonis 21). Kui mõlemad nabad

juhtmetega ühendada, hakkab positiivne elekter, mis vase



21. joonis.

peal ja madalama potentsiaali poole püüab minna, voolama, sünnitades nabasid ühendavas juhtmes vahetpidamata elektrivoolamise. Tasakaalustus ei või püsida, sest et elektrit suruv jõud (ESJ) püüab nabade vahel ikka üht ja seda-

sama potentsiaalide vahetpidamata elektrivoolamine, mida galvaanivooluks nimetatakse. Oma liikumisel avaldab galvaanivool omadusi, mis on tarvilikud telefoni ja telegraafi tegevusesse panemiseks.

### Staatilise ja dünaamilise elektri vahe.

Staatiline, samati kui dünaamiline elekter on täiesti ühesugused nähtused. Nende vahe seisab ainult selles, et elekter, mis saadud hõõrumise teel, s. o. staatiline, saadakse alati vähesel määral ja väga kõrge potentsiaaliga, kuna dünaamiline elekter peaaesjalikult madala potentsiaaliga esineb ja selle eest alati nõnda suurel hulgal, et galvaanilemendi nabade vahet ühendavas juhtmes tähelepanudava voolu sünnitab, mis mõndasugust tegevust korda võib saata, näit. juhett kuumaks ajada, telegraafi- ja telefoniaparaati tegevusesse panna. Põhjusel, et galvaanielekter, peaaesjalikult nõrga põnevusega (potentsiaaliga), võib seda metalljuhtmete kaudu sadade verstade taha edasi saata, ilma et selle juures piinlikku isoleerimist tarvis oleks. Staatilist elektrit ta kõrge potentsiaaliga on aga väga raske juhtmel edasi anda, ka kõige suurema hoolega isoleerides.

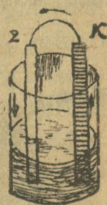
### Galvaaniahel.

Galvaanivool võib üle väga mitmesuguste kehade käia (metallid, happed, süsi). Kehade kokkuliitmist, millest elektrivool läbi käib, nimetatakse galvaaniahelaks ehk ühendusringiks. Kui liidetud juhtmetele vahe tehakse, s. o.

nad üksteisest lahutatakse, siis nimetatakse seda katkestatud galvaaniahelaks ja vool ei või selles mitte tsirkuleerida, s. o. ringi käia. Kui üks keha on pandud ühendusringisse nõnda, et vool sellest üle käib, siis öeldakse, et see keha on ahelasse liidetud.

### Volta element.

Volta element seisab koos neljakandilisest ehk ümarmargusest klaaspurgist, millesse umbes  $\frac{3}{4}$  kõrguseni nõrka väävelhapet valatakse ( $\text{H}_2\text{SO}_4 + 20 - 30\text{H}_2\text{O}$ ), s. o. ühe osa väävelhappe peale võetakse 20—30 osa vett (joonis 22). Väävelhappe sulatisesse pannakse elektroodid, tsink ja vask. Elekter, mis tsinki tekib väävelhappe sulatisega kokkupuutumisel, tungib vedeliku juhtivuse varal vase naba poole. Samal ajal aga mõjub elekter keemiliselt vedeliku peale, nii et ta selle radikaalideks  $\text{SO}_4$  ja  $\text{H}_2$  lahutab. Vesiniku aatomid kantakse vase peale, kus nad gaasimullikeste näol isoleeriva pinna sünnitavad ja sellega ühtlasi voolu läbikäiku takistavad, mille tagajärjel element väga lühikest aega võib töötada. Keemilise tegevuse läbi sünnitatud kahjulikku mõju elektri vähenemise kohta nimetatakse polarisatsiooniks. Et Volta element väga polarisatsiooni mõju all on, siis ei ole võimalik seda igapäevases elus tarvitada; sellepärast oli tähtis polarisatsiooni kõrvaldamiseks abinõusid leida. Kõige esmalt pandi tähele, et kui vedelik segamini loksutati ehk gaasimullikeste kord vase naba pealt pinsliga ära pühiti, siis hakkas element jälle töötama; kuid et ka see palju ei aita ja pealegi väga tülikas on, pandi terved read katseid toime seda pahet keemilisel teel kõrvaldada ja leiti, et kui vase naba lähedusesse hapnikku tilgutada, siis vesinik hapnikuga ühineb ja enam vase naba poole ei saa minna. Nii siis jääb Volta element ainult keemilisel teel galvaanivoolu saamise algatuseks ja praegusel ajal katsetel näitamiseks.

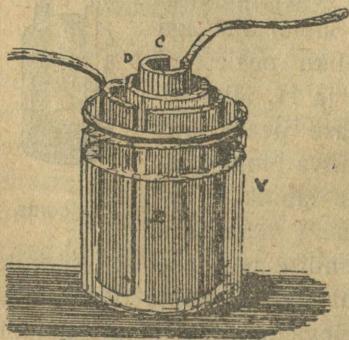


22. joonis.

## Püsiva voolu elementide ehitus.

### Danielli element.

Üheks paremaks elemendiks, milles polarisatsioon vahest kõige paremini on kõrvaldatud, tuleb prof. Danielli elementi lugeda, mis aastal 1836 täiendatud (joonis 23). Danielli element seisab koos klaasnõust V, milles amalgaamitud tsingist silinder Z seisab, ja urbsest savinõust D, mis endas vase-naba C silindri- ehk plaadikujulisena mahutab. Urbne nõu asetatakse sissepoole tsinginaba ja mõlemad nõud täidetakse vedelikuga: urbne nõu küllastatud silmakivi-sulatisega, klaasnõu nõrga väävelhappega.



23. joonis.

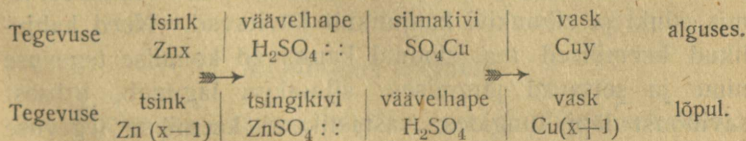
### Tsingi amalgaamimine.

Meile on tarvilik, et tsink ainult siis kuluks, kui element töötab. Seiele nõudele vastab amalgaamitud tsink; näit. kui harilik tsink nõrka väävelhappesse panna, siis sulab tsink väga ruttu ja selle läbi jaguneb hulk vesinikku, kuna aga seesama tsink amalgaamitult, s. o. elavhõbedaga kaetult, vaevalt märgatavalt sulab — ühineb. Amalgaami-

mine sünnib järgmiselt: Tsink asetatakse kaalu järele võetud segusse: neli osa elavhõbedat, viis osa lämmastikhapet ja 15 osa soolhapet, millesse pärast elavhõbeda sulamist veel 20 osa soolhapet lisatakse. Pärast amalgaamimist pestakse tsink puhta veega üle, külgejäänud segu kõrvaldamiseks. 100 tsingielektroodi amalgaamimiseks on küllalt 65 sol. elavhõbedast, 75 sol. suitsevast lämmastikhapest ja pärast elavhõbeda sulamist juurdelisandusega 2 nl. soolhapest.

### Keemiline tegevus Danielli elemendis.

Niipea kui elemendi nabad ühendada, hakkab elemendis väävelhape  $H_2SO_4$  läbikäiva voolu mõjul lagunema, väävelhappe radikaalideks  $SO_4$  ja  $H_2$ . Radikaal  $SO_4$  ühineb tsingiga Zn, sellega tsingikivi  $ZnSO_4$  sünnitades, aga vabanenud väävelhappe teine osa,  $H_2$ , tungib vasenabale urbse nõu poole. Urbses nõus oma tee peal astub  $H_2$  silmakivisulatisega tegevusesse: silmakivi-sulatis lahkub väävelhappe radikaaliks  $SO_4$  ja vaseks Cu, vesinik  $H_2$  ühineb radikaaliga  $SO_4$  ja sünnitab väävelhappe  $H_2SO_4$ , vabanenud vask Cu tungib vasenabale ja katab selle sätendavate terakestena. Nõnda ei saa vesinik kuni vasenabani tungida ega seda polariseeriva kihiga katta, sest et ta juba tee peal silmakivisse neeldub ja väävelhapet vabastab, mis tarvilik tsingi sulamiseks. Et võimalik oleks seda keemilist tegevust paremini ette kujutada, toome selle protsessi järgmise tabeli näol:



Nooled näitavad galvaanivoolu sihti, paralleelpunktid urbse nõu seinu. Sellest tabelist on arusaadav, et voolu saamiseks mõnesugune osa tsinki ja silmakivi peab kuluma, selle eest aga vase-elektroodil saame silmakivist välja jagu-

neva vasekihi. Vase-elektrood suureneb alaliselt, tsingielektrood aga hävib. Nõndapea kui elemendis silmakivi lõpeb, saame elemendi, mis koos seisab ainult tsingist, vasest ja väävelhapest, s. o. Volta elemendi, mis kohe polariseerima hakkab ja varsti voolu andmise lõpetab. Sellepärast on tarvilik järele valvata, et nõndapea kui kõik silmakivi kristallid sulanud, tuleb urbsesse nõusse viidimat: uusi juurde lisada.

### **Elektrit suruv jõud Danielli elemendis. Volt.**

Danielli element ei polariseeri; sellepärast peab selles ka ühekõrgune ESJ olema. Tõepoolest, need kaks omadust, polarisatsiooni puudumine ja ESJ, on teineteisega lahutamata seotud. Katse näitab, et Danielli elemendis on ESJ väga alaline. Tegelikuses võib Danielli elemendi ESJ üksuseks võtta ja sellega kõigi teiste elementide ESJ võrrelda (mõõta). Elektrikute kongress 1881. aastal võttis vastu ESJ mõõduüksuse, mis väga vähe lahku läheb Danielli elemendi ESJ-st, ja andis talle Volta auks nime volt. Danielli elemendi ESJ on ligikaudu 1,04 volti, tegelikuses tarvitata kui 1 volt.

### **Danielli elemendi puudused.**

Peale näidatud keemiliste reaktsioonide, mis elektrivoolu püsivuses peavad ja mispärast neid kasulikuks võib nimetada, sünnivad Danielli elemendis teised reaktsioonid, mis tsinki ja silmakivi kahjulikult hävitavad. Need kahjulikud keemilised reaktsioonid kannavad kohalise tegevuse nime ja seisavad järgmises: silmakivi laguneb, urbest savinõust läbi tungides, vastastikuse keemilise tegevuse mõjul, vask Cu korjub musta tahmakorrana tsinginabale, aga teine silmakivi osa  $SO_4$  ühineb tsingiga, vees sulavat tsingikivi sünnitades. Selle tegevuse järele voolu ei sünni, toob aga endaga kaasa materjali raiskamise ja on tõsiseks halbuseks elemendis. Kohalised tegevused on väga tugevad

selles elemendis, milles savinõu väga urbne on, mis iseenesestki arusaadav. Kui element püsivasse tegevusesse pannakse, näit. suurde telegraafijäama, siis tarvitatakse tsink ja silmakivi suuremalt osalt kasulikult ära ja kohalikud tegevused on palju vähemad. Danielli element laseb, ka mittetegevuse ajal, urbsest nõust silmakivi läbi, mis kohalikust tegevust sünnitab. Teiseks, mitte vähem tähtsaks Danielli elemendi puuduseks on savinõu urbsuse täitmine vasega. Nagu ennemini öeldud, korjub vask, mis silmakivist välja eraldub, vasenabale, kuid selgus, et ka urbse nõu sisemistele seintele ja urbsusesse vaske korjub, mille tagajärjel urbsused kinni suletakse ja element tegevuse lõpetab. Kolmandaks selle elemendi veaks on tsiingi roomavate soolade tekkimine. Kui element pikemat aega töötab, küllastub välimise nõu vedelik tsiingikiviga; selle läbi sünnivad roomavad soolad. Need tõusevad, mitte üksi välimise purgi seinu mööda, vaid ka urbset nõu mööda üles, sagedasti üle ülemise ääre välimistele külgedele, ja teevad elemendi välimuse jälgiks, kui selle kõrvaldamiseks mitte hoolt ei kanta. Roomavad soolad võivad ka elemendis vildakut ja vale ühendust nabade vahel sünnitada. Et roomavaile sooladele takistust teha, määratakse klaasnõu ülemine osa mõnesuguse rasvasisaldava ainega, näit. paraffiini, vaha või vaseliiniga, ehk jälle vaadatakse, et elemendi laadimisel klaasnõu seinad kuivad oleksid.

Elemendid, mis praegusel ajal telegraafitegevuses tarvitusel, on enamalt jaolt kõik Danielli elemendi täiendused.

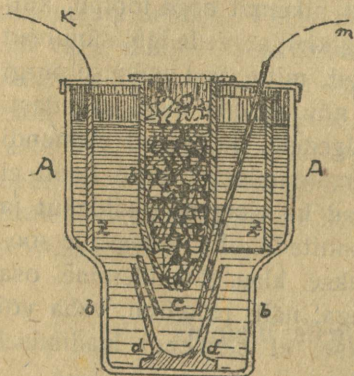
### Meidingeri element.

Üheks paremaks Danielli elemendi täienduseks tuleb prof. Meidinger'i elementi tunnistada, mis on iseäranis laialt tarvitusel raudtee-telegraafides. Et urbse nõu tarviamine elemendis väga tülikaks läheb, oli prof. Meidingeri peaülesandeks just urbse nõu kõrvaldamine, selle juures tsinki endiselt väävelhappesse ja vaske silmakivi-sulatisesse jättes.

Selleks kasutas Meidinger vedelikkude mitmesuguse tiheduse omadust. Praegusel juhtumisel on palju kergem hapendatud vedelik ja raskem silmakivi-sulatis, s. o. silmakivist väljaeraldud vasevitriol on raskem kui tsingivitriol ehk inglis soola sulatis; siis rõhub ta vase juurest selle kõrgemale tsinginaba poole, ise suurema raskuse tõttu vasenaba ümbrusesse jäädes.

### Meidingeri elemendi algvorm.

Meidingeri element seisis alguses koos kahest klaasnõust: välimine AA (joonis 24), mis üks kolmandik kõrgusest astet sünnitades laieneb, ja sisemisest dd, mis välimise nõu põhja peale asetatakse. Välimise nõu sisse pannakse silindrikujuline tsinginaba zz, mis nõu astme peale kandma jääb, aga väikesesse nõusse kolmneljandiku mm paksusest punasest vaskplekist koonusetaoliselt kokkukeeratud vasenaba. Elementide kokkuühendamiseks on kinnitatud nabade külge reofoorid, tsinginabale valgest vasest 3 mm isoleeritud juhe, vasele aga 2 mm punasest vasest



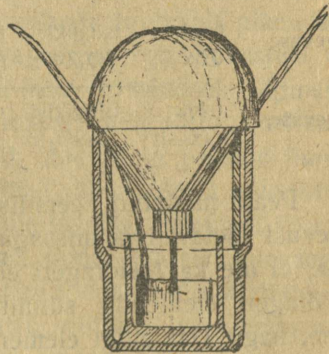
24. joonis.

isoleeritud juhe, mis guttapertšiga kaetud. Guttapertšikate on selleks, et vask vedelikus rikke ei läheks ja tsingiga kokkupuutumises ei oleks. Element täidetakse hapendatud vedelikuga, kuni pool tolli tsingi ja reofoori jätkukohast madalamale, peale seda kaetakse välimine nõu klaas- ehk portselankaanega, millel suur ümmargune auk keskel on, pealt kinni. Sellest august pannakse klaaslehter b läbi, mis kuni väikese klaasi sisemiseni peab ulatama. Kui nüüd lehtresse silmakivi-kristallisid paneme, siis oleme

sellega elemendi laadimise lõpetanud. Ära sulades tilgub osa silmakivi väiksesse klaasnõusse, selles vedeliku helesiniseks värvides. Nõnda siis on vasenaba silmakivi-lahuga ümbritsetud, mis lehtrist sel mõödul välja peab tilkuma, kuidas elemendi töötamine seda nõuab.

Peale ülemalkirjeldatud elemendivormi on veel teine olemas. Selles elemendis (joonis 25) on leetri asemel kera-

taolise põhjaga pudel, mis suuga alla elemendisse pannakse. Pudeli külgede sees on vastavad mõlgid sissepoole, milledest reofoorid läbi seisavad. Siintoodud elemendi otstarbekohasus seisab selles, et suure põhjaga pudelisse enam silmakivi-tükikesi mahub kui leht-risse, seega siis nõnda sagedat järelevaadet ei nõua ja väikeses telegraafijaamas ligi aasta otsa vastu peab; suuremas jaamas, kus alaline tegevus, peab vastu 4 kuni 5 kuud.



25. joonis.

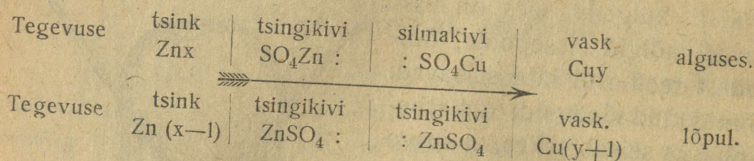
Peale selle on pudelis hõlpsam silmakivi vähenemist tähele panna. Pudeli suu kaetakse korgiga, millest peenike klaastoru läbi käib, võimalikult tihedalt kinni; kork peab pudeli suust natuke välja jääma, et seda tarbekorral kerge oleks välja võtta. Klaastorukeste puudusel võib korgile külgede peale 2 ehk 3 rammi sisse lõigata, silmakivi-lahu väljatilkumiseks.

### Keemiline tegevus Meidingeri elemendis.

Selle elemendi keemiline tegevus ei ole sugugi teistsugune kui eespool-kirjeldatud Danielli elemendis. Pärast mõneaegset elemendi tegevust muutub kõik välimises nõus olev väävelhape tsinkvitrioliks (tsingikiviks), kuid elemendi tegevus ja ESJ selle läbi ei muutu. Keemiline tegevus on järg-

mine: Voolu mõjul laguneb silmakivi  $\text{CuSO}_4$  vaseks Cu ja väävelhappe radikaaliks  $\text{SO}_4$ , missugune tsingiga ühinedes tsingikivi sünnitab. Selle tõttu sünnib vahet pidamata tsingi hävimine, mille tagajärjel tekib tsingikivi,  $\text{ZnSO}_4$ . Samati hävib ka silmakivi, keemiliselt puhast vaske välja eraldades, mis tiheda kihina vasenabale aseneb.

Keemilist reaktsiooni võib järgmise tabeliga seletada; punktid tähendavad piiri silmakivi ja tsingikivi sulatiste vahel:



Peale näidatud keemiliste reaktsioonide, mis elemendi tegevust toetavad ja missuguseid kasulikkudeks võib nimetada, ei ole ka Meidingeri element ilma tuntava puuduseta. Meidingeri elemendis sünnib samasugune materjali hävimine, nagu Danielligi elemendis, mis voolamiseks kaasa ei aita ja mida kohaliseks tegevuseks nimetatakse. Kaks vedelikku, mis teineteise peal seisavad, on küll mitmesuguse tiheduse pärast teineteisest lahus, kuid difusiooni põhjusel seginevad nad aja jooksul ja pikkamööda tõuseb silmakivi elemendi ülemisesse osasse. Elemendi ülemisesse osasse tõustes kogub silmakivi tsingi pinnale, seal tahmakorrana esinedes või metalliliste tolkadena alla rippudes. Omakorda jaguneb ka vasele vastav hulk tsinki samati kasuta ära.

Teiseks samasuguseks puuduseks on see, et tsingi ja vase peale tekkivad gaasimullikesed, aeg-ajalt vedelikust välja eraldudes, sünnitavad vedelikus liikumise, mille tagajärjel osake silmakivi ilma kasuta tsingi pinnale kantakse.

Vaatamata nende kohalikkude tegevuste peale on Meidingeri element siiski palju parem Danielli elemendist: difusioon tsingi- ja silmakivi-sulatiste vahel, kui need teineteisest mitmesuguse tiheduse läbi lahutatud, on palju väik-

sem kui siis, kui nende vedelikkude lahutamiseks püstitist urbset nõu tarvitada.

Meidingeri elemendi ESJ on ligikaudu 1 volt, punkti-pealsemalt 0,935 volti.

### **Meidingeri elemendi head ja halvad omadused.**

Tsingikivi sulatamiseks on elemendis suuremal hulgal vett olemas, mis elemendi töötamisaega tuntavalt pikendab ja mitte nõnda sagedat järelevaatamist ega puhastust ei nõua. Ja tõesti, kui tsingikivi-lahu küllastusele ligineb, muutub ta tihedamaks silmakivi-lahust, mille tõttu vedelikud võivad segineda. Vase jäänused, mis tsingi pinnale ilmuvad, langevad sisemisest klaasnõust väljapoole ja selle tõttu ei segine väävelhape vasega, mille tagajärjel element korras seisab. Katte- ehk kerakujuline pudel takistab peaaegu täiesti vee äraauramist. Peaasjalikult klaasosade tarvitamine kergendab elemendi järelevaatust, niihästi terve elemendi seisukorra kui ka silmakivi vähenemise mõttes.

Puudustena võib Meidingeri elemendis järgmisi ette tuua. 1) Kohalik reaktsioon sööb juhtme läbi, mis vase-naba külge ühendatud, ja juht langeb siis küljest ära. Palju harvemini sünnib seda juhtmega, mis tsingi külge ühendatud. 2) Kohalikud tegevused raiskavad kasuta tsinki ja silmakivi, nagu sellest eespool ligemalt rääkisime. 3) Lehtri augukese ehk pudeli klaastorukese ummistumine silmakivist jaguneva puhta vasega või mõne muu seguga, mis laadimisel silmakivisse sattunud.

### **Meidingeri elemendi laadimine.**

Telegraafijaama tegevus ripub peaasjalikult patarei korralikust tegevusest; sellepärast peab elementide laadimine korralikult ja teadmiseega sündima ja tuleb neid ka tegevuse ajal sagedasti järele vaadata. Et telegraafijaamades pea igal pool ainult Meidingeri elemendid tarvitusel,

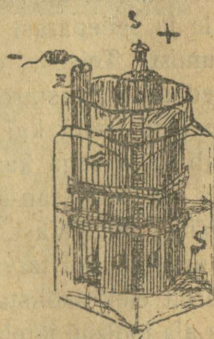
siis toome mõned reeglid selle süsteemi elementide laadimiseks ja nendega ümberkäimiseks.

Mõlematesse kannudesse: välimisesse ja sisemisesse asetatakse metallist elektrood. Elektroodisid kohale pannes peab tingimata järele vaatama, et reofoorid hästi nabade külge oleksid kinnitatud ja ülemised otsad ühenduste tegemiseks metalliläikeni puhtad. Vasenaba reofoori guttapertskate peab pinguli ümber olema ja ei tohi mitte lõhkenud ega pragunenud olla. Kerakujulised pudelid täidetakse suurte silmakivi-kristallidega kuni suuni ja valatakse vesi peale, pannakse siis pealt korgiga kinni, millest klaastoruke läbi käib. Nõnda klaas- ja metallosasid korda seades valatakse välimisesse nõusse tsingikivi ehk inglisis soola sulatis. Sulatise koosseis on järgmine: 8 osa inglisis soola ehk tsingikivi ja 100 osa vett. Peale selle asetatakse välimisesse nõusse laia ümmarguse põhjaga pudel, suuga allapoole, ja seatakse reofoorid teine teisele poole vastamisi seisma, nõnda et nad mõlema pudeli külgedes vastava mõlgi sisse satuksid, muidu aga võib pudeli suu viltu jääda ja seega mitte sisemise nõu keskohta sattuda. Välimisesse nõusse valatakse tsingikivi ehk inglisis soola sulatis, kaetakse portselankattega pealt kinni ja pannakse selle august lehter läbi. Kaks kolmandikku lehtri sügavusest täidetakse jämedate silmakivi-kristallidega. Vedeliku pind peab mõlemal vormil 1 sm tsingi ülemisest äärest alamal olema. Kui elemendid nõnda üksikult laetud, ühendatakse nad üksteisega kokku patareiks järjestikuses korras ehk nagu öeldakse, põnevuse peale, s. t. iga elemendi tsink ühendatakse teise elemendi vasega, aga teise elemendi vask kolmanda elemendi tsingiga jne. Et suuremate patareide järelevaatamist hõlbustada, asetatakse elemendid ühelt realt mitmekordsele riiulile nõnda, et neid võiks igast küljest näha. Temperatuur ei tohi patareiruumis mitte alla 0° R. järele olla, sest siis külmab vedelik Meidingeri elemendis ära, mille tagajärjel klaasnõud lõhkevad. Väga tähtis on ka see, et elementa ei tohi pörutada, mis läbi vedelikud seginevad ja kohalik

tegevus suureneb. Tsingikiviga küllastatud ülemine vedelik võib sellega tuntavaks saada, et tsingi ülemisele pinnale valged kristallid tekivad. Tsingikiviga küllastatud vedeliku võib gummitoruga elemendist välja tõmmata, pudeli külje sees oleva kolmanda mõlgikese läbi, ilma et pruugiks pudelit maha võtta. Sedasama teed valatakse puhast vett teravaninalise kruusiga asemele. Kindlat tähtaega vedeliku uuenduse kohta ei saa määrata, peaasjalikult ripub see patarei suuremast või vähemast tegevusest. Väikeses jaamas, kus tööd vähem, sünnib vedeliku vahetada 3 kuu, suuremates  $1\frac{1}{2}$  kuu ja alalise voolu liinidel iga kuu jooksul kord.

### Leclanché element.

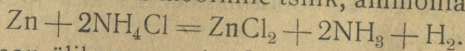
Leclanché elementi tarvitatakse peaasjalikult telefoni-liinidel. Ta seisab koos neljakandilisest 17—20 sm kõrgusest klaaspurgist, millesse gummivõrudega kokkuseotud elemendi üksikud osad asetatakse (joonis 26). Sisemised osad on: silindrikujuline tsinkpulk Z, portselanist vahekiht d, mis tsinki söest ja agglomeraadist a lahutab; agglomeraadid kujutavad endist mangaan-ühendist ja koksist kokkupressitud tahvleid, mis polarisatsiooni kõrvaldamiseks määratud, sest need on Leclanché elemendis samaks otstarbeks, mis Meidingeri elemendis silmakivisulatis. Süsi b on koksist väljasaetud tahvlike vasknäpitsaga s, teise elemendi tsingiga ehk galvaaniahelaga ühendamiseks. Elektrit äratavaks vedelikuks on elemendis lahjendatud salmiakisulatis ( $\frac{1}{16}$  ämbri vee peale võetakse  $\frac{1}{4}$  naela keemiliselt puhast salmiakki kristallides). Väga tähtis on, et tsink oleks amalgaamitud; siis töötab tsink mitu aastat ja ei kattu elemendi tegevust nõrgendavate sooladega.



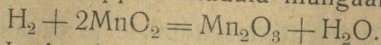
26. joonis.

Paneme Leclanché elemendis, kui see voolu annab, keemilist tegevust tähele: salmiak  $2\text{CINH}_4$  ühineb tsingiga Zn ja sünnitab kloorilise tsingi  $\text{ZnCl}_2$ , aga ammoniak  $2\text{NH}_4$  tormab söe poole. Teel ühineb mangaan-ühilhappega  $2\text{MnO}_2$  ja vabastab ammoniaki  $2\text{NH}_3$ , missugune elemendist välja eraldub, ja vesinikuks  $\text{H}_2$ , missugune mangaan-ühilhappega  $2\text{MnO}_2$  ühinedes vee sünnitab ning polariseerimisvõime kaotab. Mangaan-ühilhape muutub madalaks mangaanhappeks ja kaotab depolariseeriva omaduse.

Keemilise reaktsiooni käiku näitab järgmine tabel. Tsin-  
gist ja salmiakist sünnib klooriline tsink, ammoniak ja vesinik.



Mangaan-ühilhappega kokkupuutumisel saame vesini-  
kust ja mangaan-ühilhapest madala mangaanhappe ja vee:



ESJ on Leclanché elemendis palju kõrgem kui Meidingeri omas ja kõigub 1,6 ja 1,3 voldi vahel. Leclanché elemendis ei ole peaaegu sugugi kohalikku tegevust. Kui element seisab, ei mõju salmiak sugugi tsingi peale ja sellepärast ei ole ka kahjulikku tsingi ja salmiaki kulumist. Teiseks, ei tarvita ka korraldamist kuude jooksul, sagedasti ka aastasel töötamisel. Kolmandaks, annab palju tugevama voolu kui Meidingeri element. Neljandaks, kannatab välja väga kanget külma, kuni  $15^\circ \text{R}$ . Tarvis tähendada, et mangaan-ühilhape mitte täielikku depolarisaatorit ei esita; sellepärast ei kõlba Leclanché element niisugustel juhtumistel, kui tarvis on alalist voolu. Kõlbab aga suurepäraselt elektrikolistajatele ja telefoniaparaatidele ja ei nõua pika aja jooksul järelevalvamist. Et salmiakisooladel mööda klaaspurgi külgi ülesroomamist takistada, määratakse küljed seestpoolt vaseliini või parafiiniga.

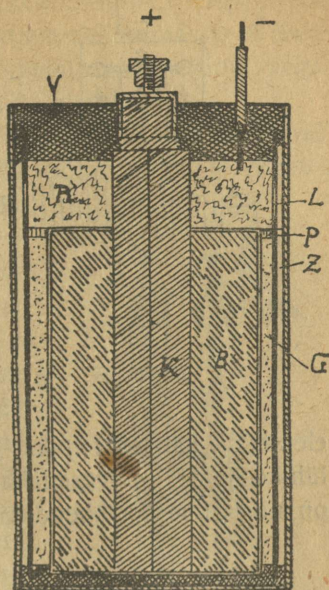
### Kuivad elemendid.

Et märjad elemendid põrutusi ja ühest kohast teise kandmist välja ei kannata, on peasjalikult edasikandmiseks

kuivi elementa valmistama hakatud. Need on peaaegu samad oma koosseisu poolest, mis Leclanché element, ainult selle vahega, et salmiakisulatis neis kas gipsiga paksuks on tehtud või millegisse, nagu käsna või saepuru sisse, on lastud imbuda.

Joonis 27 kujutab Hellen- sen'i kuiva elementi. Kartong- gist nõus on tsingist naba Z, mille sissepoole on asetatud söenaba k. Viimane on se- guga B ümbristatud, mis ko- tikesesse asetatud ja mangaan- ülihapest ja söeterakestest koos seisab. Ringisarnane ruum tsingi ja selle koti vahel täidetakse salmiaki ja gipsi taignaga. Kõik elemendi osad asetsevad asfaldikorra peal, mis elemendi põhjas seisab. Üles valatakse kord parafiini

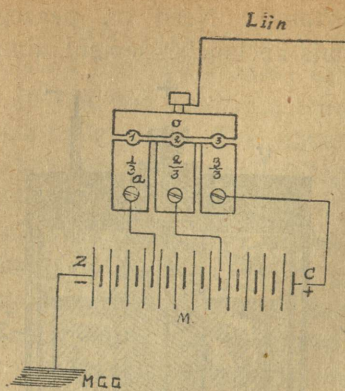
p, missugune pealt saepürgiga R kaetud, ja lõpuks vala- takse kõik pigiga V pealt kinni. Elemendi sisemusest väljaeraldavate gaaside väljalaskmiseks on tsinginabas augud L, mille kaudu gaasid elemendist välja viiva klaastoru- keseni satuvad. ESJ selles elemendis on ligikaudu 1,5 volti, sisemine takistus vähem kui 1 oom.



27. joonis.

### Patarei kommutaator.

Patarei kommutaatoriks nimetatakse abinõu (joonis 28), mille abil võimalik on osa patareist või tervet patareid galvaaniahelasse ühendada. Joonisel on näidatud kom- mutaator, mille abil on võimalik üht kolmandikku, kaht kolmandikku ja lõpuks tervet patareid ahelasse võtta.



28. joonis.

elemendi nabasid: pikk peenike kriips — tsinginaba ja lühike jäme — vasenaba. Patarei ja elementide joonistel on niisugune äratähendamis-viis tarvitusele võetud.

On stöpslid pesasse 1 pandud, käib vool patarei M positiivsest nabast üle plaadi a, üle stöpsli, plaadi o, üle galvaaniahela ja jõuab tsinginaba kaudu patareisse tagasi; nõnda on terveist patareist ainult neli elementi tarvitusel. Kui stöpsel aga pesasse 2 panna, on ühendusringisse 8 elementi võetud. Kui stöpsel pesasse 3 panna, on terve patarei tegevuses. Joonisel tähendatud pikad peenikesed ja lühikesed jämedad kriipsud tähendavad

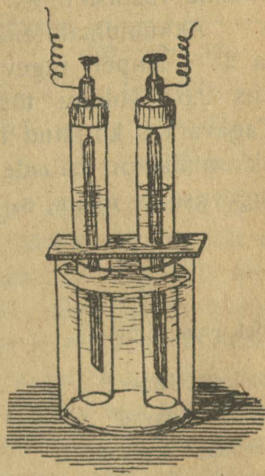
### Akkumulaatorid.

Suuremates telegraafijaamades tarvitatakse Meidingeri elementide asemel akkumulaatoreid, missugused iseenesest otstarbekohasemad ja odavamad elektrijõu-allikad on. Et akkumulaatorite ehitusest aru saada, tutvume elektrolüüsi nähtusega.

Kui patarei nabasid kokkuühendava juhtme pooleks lõikame ja need otsad teineteisest lahus mõnesse vedelikusse asetame, nõnda et vool vedeliku kaudu käib, siis võib selle juures kaks juhtumist olla: kas vedelik on täielik isolatsioon, nagu õhk, siis ei saa vähematki voolu sündida, või vedelik on juhtiv, vool käib läbi ja vedelik jaguneb algosadesse. Seda voolu mõjul jagunemist nimetatakse elektrolüüsiks. Vedelikku, mis elektrivoolu mõjul jaguneb, nimetatakse elektrolüüdiks, kaht juhul, millede kaudu elektrivool tuleb ja läheb — elektrodideks.

Omadus elektrolüüsi teel laguneda on sooladel (sulatistes); sõna tõsisel mõttes puhtad vedelikud, nagu vesi, alkohol, ei ole mitte kohased elektrolüüdiks. Huvitav on tähendada, et jagunev produkt mitte vedelikumassis ei ilmu, vaid peaaesjalikult elektroodidel: metall ehk vesinik negatiivsele ja teine element positiivsele elektroodile.

Iga elektrolüüsi puhul, milles elektroodide sisu keemiliselt muutub, ilmub elektroodide polariseerimise nähtus. Võtame kaks platinast plaadikest (joonis 29), ja kui nendest, hapendatud vedelikku asendatult, voolu laseme läbi käia, siis paneme pärast mõne aegset elektrolüüsi tähele, et üks plaadidest (plaadid on mahutatud gaasi jaoks määratud klaasitorukestesse) on vesiniku-, aga teine hapnikukihiga kaetud. Kui plaadikesed juba küllalt on gaasidega kaetud, maksab ainult patarei lahti võtta, plaadikesed isekeskis juhtmega kokku ühendada, ja välises ühendusingis ilmub teise vool, nagu seda harilikult elemendist saame.



29. joonis.

Niisuguseid ülemalkirjeldatud elementa nimetatakse teisendelementideks ehk akkumulaatoriteks.

Esimeseks tegelikkuses tarvitavaks saanud akkumulaatoriks võib Plante tina-akkumulaatorit lugeda. See seisab koos kahest, mitte kokkupuutuvast, nõrka väävelhappesse asetatud seatina-plaadist. Kui esivoolu läbi lahutuskärje käia lasta ehk — nagu üteldakse — akkumulaatorit laadida, jaguneb väävelhape algainetesse, mille juures üks seatina-plaadidest hapnikuga ühinedes tina-superoksüüdiks  $PbO_2$  muutub, teisele plaadile aga eraldub välja vesinik. Akkumulaatoreid täidetakse alalise vooluga galvaanipatareist või

alalise voolu dünamomasinast, kusjuures vooluallika  $+$ -naba akkumulaatori  $+$ -ga ja vooluallika  $-$ -naba akkumulaatori  $-$ -nabaga ühendatakse.

Täitmisel tarvitatakse voltmeetrit või söelampisid, mis näitavad, kas akkumulaator on õieti ühendatud. Õigel ühendusel peavad lambid tumedamini kui harilikult põlema, valeühendusel aga heledamini sellepärast, et peale täitja voolu veel akkumulaatori vool tegevuses on, mis on esivoolule vastusihiline.

Akkumulaatoreid täidetakse harilikult 100—110 voldi ja 3—4 amperi tugevuse vooluga 8—10 tundi. Kui põnevus 2,34 voldini tõuseb, tuleb täitmine seisma panna. Tagavaraks korjatud töövõime saame kätte selle läbi, kui akkumulaatori nabade põnevuse vahet kasvatada täitja voolu tugevuse ja ajaga, s. o. ampertunnid.

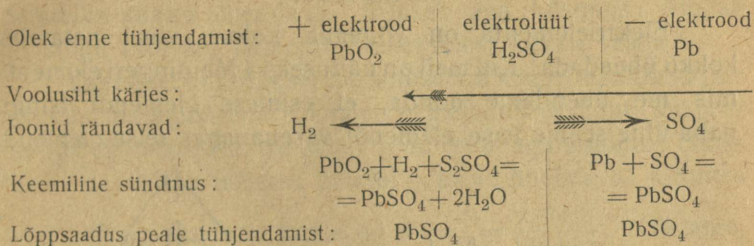
### Täitmine.

Olek enne täitmist:	$+$ elektrood $PbSO_4$	elektrolüüt $H_2SO_4$	$-$ elektrood $PbSO_4$
Voolusihit kärjes:	$\xrightarrow{\hspace{10em}}$		
Ioonid rändavad:	$SO_4$ $\longleftarrow$		$H_2$
Keemiline sündmus:	$PbSO_4 + SO_4 + 2H_2O =$ $= PbO_2 + 2H_2SO_4$		$PbSO_4 + H_2 =$ $= H_2SO_4 + Pb$
Lõppsaadus peale täitmist:	$PbO_2$		$Pb$

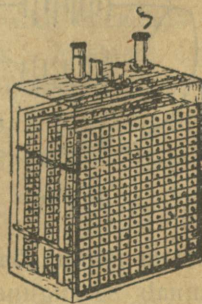
Tühjendamisel läheb vool aga vastupidises sihis esivoolu sihile. Akkumulaator lõpetab tegevuse siis, kui mõlemad plaadid keemiliselt jälle ühesuguseks on saanud. Akkumulaatorite elektrit suruv jõud on ligikaudu 2 volti, millega tühjendamine algab, ja langeb 7—10 tunni tarvitamise järele 1,9—1,8 voldini, kus tühjendamine tuleb lõpetada ja uuesti täitmisele asuda. Tühjendamise juures on ükskõik, kui tugeva või kui nõrga voolu me akkumulaatorilt võtame, sest et element, näit., mille maht on 600 ampertundi, võib 10 amperi tugevusega voolu 60 tundi ja 20 amperi tugevusega voolu 30 tundi anda. Amperte suure-

nemisega või vähenemisega väheneb või kasvab tundide arv. Väga suure tugevusega akkumulaatori tühjendamine on kahjulik, sest et sisemised tinakogu kihid ei jõua nii kiiresti keemilisele tegevusele asuda.

### Tühjendamine.



Akkumulaatoreid on väga palju täiendatud ja muudetud, nende tegevuse pikendamise mõttes. Kord täidetud akkumulaatorid hoiavad väga kaua aega ESJ ja on selle tõttu väga otstarbekohased teisalekandmiseks, elektri energia-tagavara kogumiseks ja mitmesugusteks teisteks otstarveteks. Akkumulaatorite positiivsed plaadid on pinna suurendamise mõttes sügavalõhelised, negatiivsed plaadid aga võrgukujulised; neid kaetakse menningupulbriga  $\text{Pb}_3\text{O}_4$ . Et akkumulaatoritest võimalikult rohkem elektrienergiat saada, töötatakse neid juba vabrikus sellekohaselt sisse, 6-nädalalise järjestiku laadimise ja tühjendamise läbi, mida vormimiseks nimetatakse. Akkumulaatori plaadid asetatakse klaasnõudesse (joonis 30); igasse nõusse tuleb mitu positiivset ja negatiivset plaati, et võimalikult suurt elektroodide pinda ja väikest elektroodi takistust saavutada. Plaadid on niisugusesse järjekorda asetatud, et äärmised plaadid negatiivsed ja seeskordamööda positiivne ja negatiivne. Iga grupp on ise tinapidemega ühenduses, üht akkumulaatori naba sünnitades. Akkumulaatorid ühendatakse

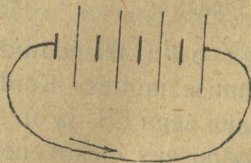


30. joonis.

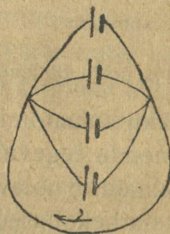
suuremalt osalt järjestikku. Kui laadimiseks täitja vool nõrgapingeline, siis ühendatakse laadimise ajal akkumulaatorid paralleelselt ehk rööbiti, tühjendamise ajal aga järjestikku.

### Elektrielementide järjestikused, rööbikud ja segaühendused.

Elektrielementa on võimalik kolmel viisil patareiks kokku ühendada. Kui meil on näituseks 4 Meidingeri elementi, mis me ühendame nõnda, et esimese elemendi tsinginaba ühte seame teise elemendi vasenabaga, teise elemendi

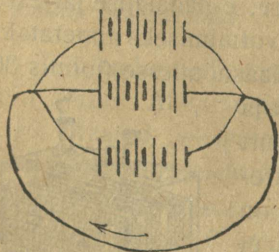


31. joonis.



32. joonis.

tsinginaba kolmanda elemendi vasenabaga jne. (joonis 31), siis nimetatakse seda järjestikuseks ehk pingele ühendamiseks. Neid nelja elementi võib aga veel järgmiselt



33. joonis.

kokku ühendada: kõik tsinginabad ühte ja vasenabad teise punkti; niisugune ühendus kannab rööbiku ehk paralleelse ühenduse nime (joonis 32). Lõpuks võtame 15 elementi ja jagame need kolme kõrvustikusse ritta, nõnda et igas reas 5 elementi järjestikku ühendatud; kui nüüd

ühete ja tsinginabad teise punkti ühendame (joonis 33), siis kannab seesugune ühendus segaühenduse nime. Järjestikust ühendust tarvitatakse, kui tahetakse saada suurt pinget,

röõbikut, kui vaja läheb suurt voolutugevust, ja segaühendust siis, kui tarvis on suurt voolutugevust ja pinget.

### Kõige tulusam elementide ühendamisviis.

Panime juba tähele, et elementa võib kolmel viisil patareiks kokku ühendada. Tõuseb aga küsimus: kuidas on kõige tulusam patareid elementidest kokku seada?

Vaatame, missugusel juhtumisel on kõige kasulikum järjestikust ühendust teha. Oletame, et meil on  $n$  elementi, kusjuures iga elemendi elektrit suruv jõud on  $e$ , aga sisemine takistus —  $w$ , väline takistus patarei nabasid ühendavas juhtmes

—  $r$ . Ohmi seaduse järele on  $J = \frac{E}{R} = \frac{ne}{nw + r}$ . Oletame,

et välistakistus  $r$  on väga suur, aga elementide takistus tühine väike; siis võib suuruse nimetajas  $nw$  kõrvale jätta, nõnda kui  $r$  on kümneid kordi suurem  $nw$ . Sellega omandab arvause järgmise kuju  $J = \frac{ne}{r}$ , s. o. voolu tugevus

kasvab proportsionaalselt elementide arvuga. Kui aga välistakistus  $r$  on väike, võrreldes elementide takistustega, siis võime suuruse  $r$  kõrvale jätta ja arvause võtab kuju:

$J = \frac{ne}{nw} = \frac{e}{w}$ . Praegusel juhtumisel ei ole voolu tugevus

proportsionaalne elementide arvuga ja meie ei võida midagi, sest voolu tugevus jääb pea samasuguseks, mis ühe elemendi puhul. Nõnda näeme, et järjestikku ühendada on kasulik siis, kui on suur välistakistus. Vaatame ligemalt järele. Oletame, et meil on 100 Meïdingeri elementi, igauks sisemise takistusega 5 oomi, liini, s. o. välistakistus 2000 oomi. Ühendame esiteks ühe elemendi ja vaatame,

millega võrdub selle voolu tugevus:  $J = \frac{E}{R} = \frac{ne}{nw + r}$ ; kui  $e$  on 1 volt,  $w = 5$  ja  $r = 2000$  oomi, saame

$J = \frac{1.1}{1.5 + 2000} = \frac{1}{2005}$  amperit. Kui me elemendi takistuse

kõrvale jätame ja voolu tugevuse arvause  $J = \frac{ne}{r}$  järele arvame, saame  $J = \frac{1}{2000}$  amperit. Nagu näeme, on voolu tugevuse vahe, elemendi takistust kõrvale jättes, väga vähe muutunud. Kui nüüd 10 elementi ühendame, siis on  $J = \frac{ne}{nw+r} = \frac{10 \cdot 1}{10 \cdot 5 + 2000} = \frac{1}{205}$  amperit, teise arvause järele  $J = \frac{ne}{r} = \frac{10 \cdot 1}{2000} = \frac{1}{200}$  amperit. Nõnda näeme, et elementide arvu 10 korda suurendades ka voolu tugevus 10 korda suureneb. Nüüd ühendame ahelasse aga kõik 100 elementi; siis on  $J = \frac{ne}{nw+r} = \frac{100 \cdot 1}{100 \cdot 5 + 2000} = \frac{100}{2500} = \frac{1}{25}$  amperit. Teise arvause järele  $J = \frac{ne}{r} = \frac{100 \cdot 1}{2000} = \frac{1}{20}$  amperit, jällegi ligikaudne proportsionaalsus.

Vaatame nüüd, missugune saab voolu tugevus, kui välistakistus on tühiselt väike, ütleme 5 oomi. Numbreid tähtede asemele pannes:  $n-1$ ,  $e-1$ ,  $r-5$  ja  $w-5$ , saame  $J = \frac{1}{1.5+5} = \frac{1}{10} = 0,1$  amperit. Ühendame nüüd 10 elementi, tähendab,  $n-10$ , siis on  $J = \frac{10}{50+5} = \frac{10}{55} = 0,18$  amperit. Arvause  $J = \frac{e}{w}$  järele on  $J = \frac{1}{5} = 0,2$  amperit, s. t. patarei 10-kordne suurendamine andis kõigest kaks korda nõndapalju voolu tugevust, kui enne üks element. Ühendame 100 elementi, saame  $J = \frac{100 \cdot 1}{100 \cdot 5 + 5} = \frac{100}{505} = 0,19$  amperit, tähendab, patareis elementide sajakordne suurendamine tõi ainult kahekordselt voolu tugevust juurde. Ehk küll patareid 10—1000 korda suurendasime, tõusis selle juures voolu tugevus 0,1—0,2 amperini, s. o. kõige tühisemas suurus. Sellest võime järeldada: kui välimine takistus suur, on elementa kõige kasulikum järjestikku ühendada.

Vaatame nüüd, missugusel juhtumisel on elementa

kõige kasulikum rööbiti ühendada. Oletame, et meil on patarei  $n$  elemendist, misjuures igal elemendil ESJ on  $e$ , aga sisemine takistus —  $w$ , välistakistus —  $r$ . Kui elementa rööbiti ühendada, siis saame patarei ESJ sama kõrge, kui ühe elemendi puhul, aga sisemise pinnaga  $n$  korda suurema ja sisemise takistusega  $w-n$  korda vähema,

s. o.  $\frac{w}{n}$ , kui üksiku elemendi puhul. Ohmi seaduse järele

$$J = \frac{E}{R}, \text{ kus } E = e, \text{ aga } R = \frac{w}{n} + r, \text{ saame } J = \frac{e}{\frac{w}{n} + r}.$$

Vaatame kaht juhust: kui  $r$ , s. o. välistakistus, on väga suur, ja kui  $r$  on väga väike võrreldes sisetakistusega  $\frac{w}{n}$ .

Esimesel juhtumisel, kui  $r$  on väga suur võrreldes sisetakistusega  $\frac{w}{n}$ , saame, arvlauses suurust  $\frac{w}{n}$  kõrvale jättes,  $J = \frac{e}{r}$ . Viimasest arvausest on näha, et kui välistakistus on suur, siis jääb voolu tugevus sekssamaks, kas ahelasse ühe või mitu elementi rööbiti toome.

Teisel juhtumisel, kui  $r$  on väga väike võrreldes  $\frac{w}{n}$ , võib selle ( $r$ ) kõrvale jätta ja arvause omandab kuju

$J = \frac{ne}{w}$ , s. t. kui välistakistus  $r$  on väike, suureneb elemen-

tide voolutugevus proportsionaalselt elementide arvuga, rööbiti ahelasse toodud. Oletame, et meil patarei 100 Meidingeri elemendist koos seisab, välistakistus aga on 2000 oomi. Kui ahelasse ainult ühe elemendi toome, on

$J = \frac{1}{5+2000} = \frac{1}{2005}$  amperit; ühendame nüüd 100 elementi,

saame  $J = \frac{1}{\frac{5}{100} + 2000} = \frac{1}{2000.05}$ . Nõnda siis, kui me pata-

reid sada korda suurendame, suureneb voolu tugevus vaevalt

märgatava suuruseni, s. o. suure välistakistuse juhtumisel jääb voolu tugevus sama suureks, kui ühe elemendi puhul. Oletame aga, et välistakistus on väga väike, näit. 0,1 oomi.

Üht elementi ahelasse tuues oleks  $J = \frac{1}{5 + 0,1} = \frac{1}{5,1} = 0,19$

amperit. Ahelasse 100 elementi tuues on  $J = \frac{e}{\frac{w}{n} + r} =$

$= \frac{1}{\frac{5}{100} + 0,1} = \frac{1}{0,15} = 6,66$  amperit. Sellest on näha, et juh-

tumisel, kui välistakistus on väike, on kõige kasulikum elementa rööbiti ühendada. Praegusel juhtumisel, kus patareid 100 korda suurendasime, suurenes voolu tugevus rohkem kui 30 korda.

Kõigest ülemalvaadatust järgneb: kui välistakistus on suur, siis on kasulik elementa järjestikku kokku ühendada, kui aga välistakistus on väike, siis on kasulik elementa rööbiti ühendada.

Vaatame nüüd juhtumist, kusjuures patarei kõige tugevama voolu annab. Katsed ja teooria näitavad, et patarei annab siis kõige tugevama voolu, kui sisemine takistus võrdub välistakistusega. Selgitame seda järgmise näitusega: Oletame, et meil on 20 elementi ESJ — 1 volt ja sisetakistusega 1 oom, mis vastab ühele suuremõdulisele Danielli elemendile; välistakistus võib olla 5 oomi, vaatame, missugune saab voolu tugevus järgmisel elementide kombineerimisel:

1) Kõik elemendid on ühendatud rööbiti:  $J = \frac{e}{\frac{w}{n} + r} =$   
 $= \frac{1}{\frac{1}{20} + 5} = 0,19$  amperit.

2) Kaks gruppi, 10 elemendi kaupa rööbiti ühendatud, ühendatakse järjestikku. Praegusel juhtumisel on nagu kaks elementi järjestikku ühendatud 10 korda väiksema

sisemise takistusega kui 1 element. Meie patarei ESJ võrdub  $E=2$  volti, aga sisemine takistus  $W = \frac{w}{10} = \frac{1}{10}$  oomi.

$$J = \frac{n \cdot e}{\frac{n \cdot w}{10} + r} = \frac{2 \cdot 1}{\frac{2 \cdot 1}{10} + 5} = \frac{1}{5,2} = 0,38 \text{ amperit.}$$

3) Viis gruppi, 4 elemendi kaupa rööbiti ühendatult, ühendatakse järjestikku. Siis on meil nagu 5 elementi, millede sisemine takistus neli korda vähem kui ühel elemendil. Voolu tugevuse leiame arvlause kaudu:

$$J = \frac{n \cdot e}{\frac{n \cdot w}{4} + r} = \frac{5 \cdot 1}{\frac{5 \cdot 1}{4} + 5} = \frac{5}{6,25} = 0,8 \text{ amperit.}$$

4) 10 gruppi, kahe elemendi kaupa rööbiti ühendatult, ühendatakse järjestikku. Meil on nagu 10 elementi sisemise takistusega 0,5 oomi. Siin on voolu tugevus:

$$J = \frac{10}{\frac{10}{2} + 5} = 1 \text{ amper.}$$

5) Kõik 20 elementi on järjestikku kokku ühendatud; siis on voolu tugevus:

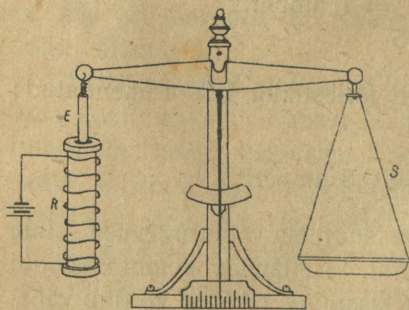
$$J = \frac{20}{20 + 5} = 0,8 \text{ amperit.}$$

Panime tähele, et kõige suurema voolutugevuse saime neljanda kombinatsiooni varal. Neljandat kombinatsiooni ligemalt vaadates näeme, et sisemine takistus võrdub välistakistusega. Sellega kinnitub, mis eespool öeldud, et voolu tugevus on kõige suurem siis, kui sisemine takistus võrdub välistakistusega.

## Elektrivoolu tugevus ja takistus.

### Elektrivoolu tugevus. Amper.

Kui me jämeda õõnega juhtme pooli R kohta pehme raudpulga E peenikese keerdvedru otsa riputame ja siis pooli keerdudesse voolu laseme, kistakse raudpulk pooli õõnesse, ja seda tugevamini, kui mitu elementi rohkem võtame. Selle põhimõtte järele võime elektrivoolu tugevust



34. joonis.

kaaluda. Selleks ehitame järgmiselt kokkuseatud kaalu (joonis 34). Kaalu vinna ühe otsa külge kinnitatakse pehmest rauast pulk E nii, et ta õõnsa pooli R kohal ripub. Vinna teises otsas on kausike S pommide pealepanemiseks. Kui nüüd pooli keerdudesse voolu laseme, tõmbub

pulk pooli sisse. Kui kausile pommisid peale panna, võtab kaal jälle loodis seisaku. Kausikese peale pandud pommid näitavad selle voolu magnetilist suurust, ühtlasi ka voolu tugevust. Nii on võimalik mitmesuguse tugevusega voolusid kaalupommide abil võrrelda. Näit. ühe voolu kaalumiseks tarvitame poole rohkem pommisid kui teise kaalumiseks; siis võime ka julgesti ütelda, et üks vool on teisest

poole tugevam. Kui me nüüd ühe voolu, mis teatava kaalu pommisid tasakaalus peab, mõõtuksuseks võtame, siis võime selle vooluüksusega kõiki teisi voolutugevusi võrrelda, s. o. mõõta. Seda üksust nimetatakse prantsuse kuulsa elektriteadlase André Ampère'i auks — amperiks.

### Elektrivoolu takistus. Oom.

Olgu juhtmed, milles elekter voolab, kes teab kuidas korraldatud, siiski sünnitavad nad voolu läbikäimisel teatavaid takistusi. Takistus on ärarippuv metallisortidest, juhtme pikkusest ja jämedusest. Katse näitab, et kaks ühepikkust ja -jämedust metalljuhet, näituseks raud ja vask, on väga mitmesuguse takistusega, nimelt: raudjuhtme takistus on ligi kuus korda suurem vaskjuhtme takistusest. Kui võtame kaks juhet ühest ja samast metallist, ühe peenema, teise jämedama, siis on jämedama juhtme takistus nii mitu korda vähem, kui mitu korda juhe teisest on jämedam. Metalljuhtme takistus on otseproportsionaalne pikkusele ja vastuproportsionaalne läbilõikele.

Takistuse mõõtuksuseks on võetud 106 cm pikkuse ja 1 ruutmm läbilõikega elavhõbeda-samba takistus  $0^{\circ}$  R. temperatuuris. Seda takistuse üksust nimetatakse saksa õpetlase Georg Ohm'i auks oomiks. Samuti kui metallid, takistavad ka vedelikud voolu läbikäimisel; vedelikkude takistus on võrdlemisi suurem kui metallide oma, nagu seda järgmises tabelis näha, kus vedelikkude 106 cm ja 1 ruutmm läbilõikega sammaste takistused, mis Danielli ja Meidingeri elementide juures tarvitusel, ette on toodud:

Väävelhappe-sulatis . . . . .	11,356 oomi
küllastatud tsingikivi-sulatis . . . . .	282,5 „
küllastatud silmakivi-sulatis . . . . .	300,7 „

Nüüd on selge, et elektrivool läbikäigul mitte üksi juhtmes takistust eest ei leia, vaid ka elementide vedelikus, s. t. et elemendid, mis patarei sünnitavad, teatavat takistust avaldavad.

Juhtme, s. o. liini takistust nimetatakse välistakistuseks, kuna patarei takistust sisemiseks takistuseks nimetatakse. Ehk küll vedeliku takistus on määratu suur, ei ole elementide sisemine takistus ometi mitte suur, sellepärast, et vedelik elementides mitte 1 ruutmm läbilõikes ei ole, vaid tuhanded korrad suurem, ja nabade vahe mitte 1 meeter, vaid palju vähem (Danielli ja Meidingeri elemendis 3—4 cm). Galvaanielementide sisemine takistus ripub ära ka elektroodide pinna suuruselt: mida suurem elemendis käivate elektroodide pind, seda väiksem on sisemine takistus ja vastupidi. Sellepärast on suuremõduliste elementide takistus palju väiksem kui väiksemõdulistel. Elementide sisemine takistus oleneb veel vedelikkude küllastusest. Näit. võtame värskelt laetud Meidingeri elemendi, kus tsingikivisulatis nõrk (8 osa tsingikivi 100 osa vee peale); siis leiame, et sisemine takistus on ligi 10 oomi. Kui element mõnda aega on töötanud ja tsingikivi poolküllastuseni jõuab, on sisemine takistus kõige väiksem ja võrdub 4 oomiga. Edaspidise tegevuse kestusel kasvab tsingikivi küllastus, sellega ühes ka sisemine takistus kuni 11 oomini. Nõnda näeme, et sisemine takistus tugevasti vedeliku seisukorra järele muutub.

Allpool toodud tabel näitab, missugustes piirides kõigub rohkem tarvitusel olevate elementide sisemine takistus:

Danielli element . . . . .	0,5	—	5 oomi
Meidingeri element . . . . .	4	—	15 "
Leclanché element . . . . .	0,5	—	4 "
Bunseni element . . . . .	0,02	—	0,2 "
Minnoto element . . . . .	8	—	20 "

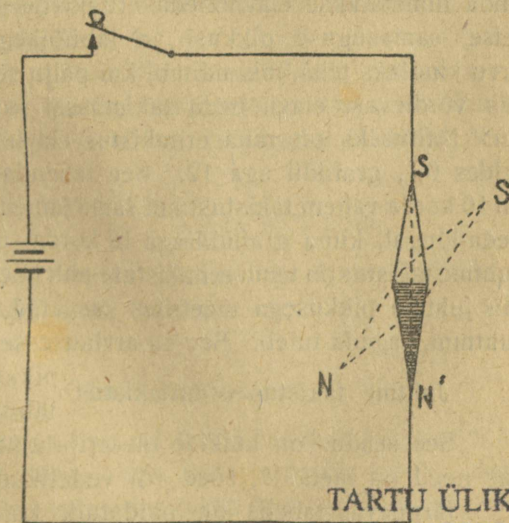
### Elektrivoolu tugevuse ärarippumine elektrit suruvast jõust ja takistusest.

Kui galvaanipatarei nabad juhtmega kokku ühendada, siis püüab viimane patarei nabade vahelist põnevuse vahet vähendada, missugust elektrit suruv jõud omakorda püüab

alal hoida; selle läbi tekib juhtmes vahet pidamata positiivse elektri ümberpaigutus ühes ja negatiivse teises sihis. Voolu siht on aga positiivse elektri liikumise sihi järele kindlaks määratud. Katse näitab, et voolu tugevus ja siht on igas ühendusringi punktis ühesugune, nõnda et ei sünni üheski punktis voolu tee peal elektri kogumist, misjuures teatava aja jooksul teatav hulk elektrit läbi voolab. Mida suurem takistus voolul tee peal ees on, seda vähem on edasimineva voolu tugevus, sest et selle takistuse võitmiseks osa voolu tugevust ära kulutatakse.

### Ampère'i seadus.

Kui me elemendi nabasid ühendava juhtmega üles seame, nii et ta põhjast lõunasse käib, ja selle alla magnetnõela toome, mille siht ka muidugi põhi-lõuna on, ja juhtme kohta pikali heidame, nõnda et nägu on magnetnõela poole ja pea sinnapoole, kuhu vool läheb, siis näeme, et magnetnõela põhjapoolne ots oma endisest seisukorrast meie pahema käe poole pöördub (joonis 35). Selle nähtuse järele võime kergesti leida, missugu-



35. joonis.

ses sihis elekter ükskõik missuguses juhtmes voolab. Elementides ei tule ette mitte ükski vask ja tsink, vaid ka

teised metallid, kuna elekter alati  $+$ -naba juurest  $-$ -naba poole voolab; sellepärast pruugib  $+$ - ja  $-$ -naba äratundmiseks ainult elemendi nabasid galvanoskoobi juhtmete otsadega ühendada ja siis järele vaadata, missuguses sihis me peame juhett mööda ujuma, et magnetnõela põhjapoolne ots meie pahema käe poole pöörduks. Teiseks, kui me parema käe niiviisi voolu juhtme peale paneme, et põial sinnapoole näitab, kuhu magnetnõela põhjanaba pöördub, siis näitavad sõrmede otsad voolu sihti.

### Juhtme eritakistus ja erijuhtivus.

1 meetri pikkusel ja 1 ruutmm jämedusel elavhõbeda-lõngal on hoopis teine takistus, kui sama pikal ja jämedal alumiiniumitraadil. Kui me nüüd teatava pikkuse ja läbilõikega elavhõbeda-lõnga takistuseüksusena vastu võtame, mida nimetatakse elavhõbeda eritakistuseks, siis võime ka teise, samasuguse pikkuse ja läbilõikega materjali kohta arvu kindlaks teha, mis näitab, kui palju selle materjali takistus võrdlevast elavhõbeda takistusest suurem või väiksem on. Näituseks on raua eritakistus elavhõbeda omaga võrreldes 0,1, grafiidil aga 12. See tähendab, et raudjuhtmel on 10 korda vähem takistust kui sama jämedal ja pikal elavhõbeda-lõngal, kuna grafiidil aga 12 korda suurem takistus on. Juhtme takistus on tema eritakistuse ehk koeffitsiendi suurune, mis juhtme pikkusega meetrites kasvatada, aga läbilõikega, ruutmm, jagada tuleb. See on arvlausesse kokkuvõetult nii:

$$\text{Juhtme takistus} = \text{eritakistus} \frac{\text{pikkus meetrites}}{\text{läbilõige} \square \text{ mm}}$$

See seadus on kõikide elektrijuhtmete kohta maksev, kas need on metallid, sõed või vedelikud.

Järgnevas tabelis on näidatud, kui palju igasugusel metalljuhtmel 1 meetri pikkusel ja 1 ruutmm jämedusel takistust on oomides. Erijuhtivust tähendavad numbrid aga ütleavad, kui palju meetreid sedasama juhett tuleb võtta, et selle takistus oleks 1 oom. Eritakistuse tabeli järele võime

## Eritakistuse ja erijuhtivuse tabel.

Juhtme nimetus	Eritakistus	Erijuhtivus
alumiinium . . .	0,032 oomi	31,3
elavhõbe . . .	0,958 „	1,044
hõbe . . . . .	0,016 „	62,5
kuld . . . . .	0,023 „	43,5
plaatina . . . .	0,135 „	7,4
raud . . . . .	0,09 0,15 „	7,11
tina . . . . .	0,21 „	4,8
tsink . . . . .	0,061 „	14,4
vask . . . . .	0,017 „	58,8

kõigi äratähendatud metalljuhtmete kohta kindla takistuse varemini tundmaõpitud arvause järele välja arvutada. Näit., kui suur on takistus 1 versta pikkusel ja 4 mm läbilõikega raudjuhtmel? Me teame, et raua koeffitsient on 0,125 oomi ja 1 verst = 1067 meetrit. Kõige esmalt on tarvis välja arvutada, mitu ruutmm sisaldab 4 mm juhtme läbilõige, nimelt:

$$\pi \cdot r^2 = 3,14 \times 2^2 = 3,14 \times 4 = 12,56 \square \text{ mm.}$$

Me teame, et juhtme takistus on tema eritakistus kasvatatud pikkusega meetrites ja jagatud läbilõike peale ruutmm; siis saame:

$$\frac{0,125 \times 1067}{12,56} = \frac{133,375}{12,56} = 10,6 \text{ oomi.}$$

Tähendab, ühe versta pikkusel ja 4 mm läbilõikega raudjuhtmel on 10,6 oomi takistust.

## Ohm'i seadus.

Kord juba rääkisime, et voolu tugevus ainult elektrit suruvast jõust ja terve ahela takistusest ära ripub. Selle rippuvuse-seisukorra väljendas saksa õpetlane Ohm järgmise arvausega, missugust Ohmi seaduseks nimetatakse:  $J = \frac{E}{R}$ , kus J — voolutugevus amperites, E — elektrit suruv

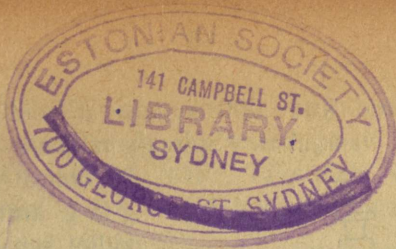
jõud voltides,  $R$  — kõige vooluringi takistus oomides. Sellest arvausest on näha, et galvaanivoolu tugevus on otseproportsionaalne elektrit suruvale jõule ja vastuproportsionaalne kõigi galvaaniahelat sünnitavate juhtmete takistusele. Kui võtame näit. Danielli elemendi sisemise takistusega 1 oomi, millel elektrit suruv jõud teatavasti 1 voldiga võrdub, siis saame  $J = \frac{1}{1} = 1$ , s. o. voolu tugevus, mis elemendis tsir-

kuleerib, võrdub ühe amperiga. On meil aga patarei, mis  $n$  elemendist koos seisab, millede iga üksiku elemendi elektrit suruv jõud  $e$  volti, sisemine takistus  $r$  oomi ja välimine takistus  $w$  oomi, siis kujutab Ohmi arvause järgmist:

$$J = \frac{E}{R} = \frac{e \cdot n}{r \cdot n + w}, \text{ kus } E = en, \text{ aga } R = rn + w. \text{ Selle arv-}$$

lause järele võime siis, kui kaks suurust teada, kolmanda välja arvutada. Näituseks arvutame voolu tugevuse välja ahelas, mis seisab koos 6-st Meidingeri elemendist, mille elemendi elektrit suruv jõud on 1 volt, sisemine takistus 10 oomi ja välimise vooluringi takistus 500 oomi. Kui nüüd eespool-näidatud tähtede asemele numbrid panna,

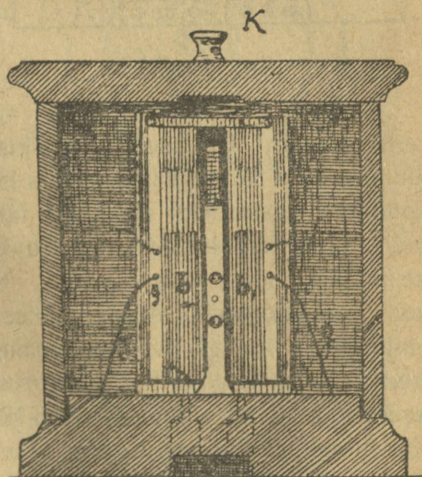
$$\text{saame voolutugevuse: } J = \frac{1.6}{10.6 + 500} = \frac{6}{560} = 0,01 \text{ amperit.}$$



## Voolutugevuse, põnevuse ja takistuse mõõteriistad.

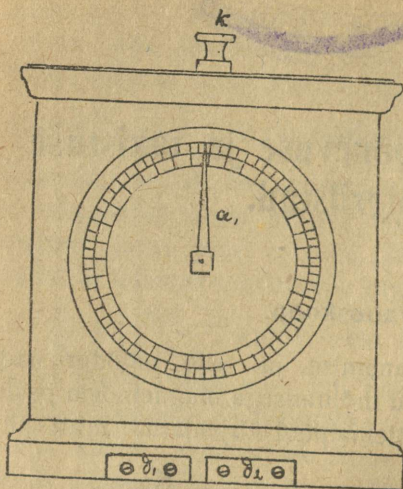
### Galvanoskoop.

Elektrivoolu tähelepanemise ja selle mõõduriistade ehitus on põhjendatud voolu mõjumisega magnetnõela peale. Magnetnõel ei ole, nagu ülemaalpool kirjeldatud, mitte küllalt tundlik elektrivoolu uurimiseks. On selgeks tehtud, et magnetnõel palju tundlikumaks saab, kui teda mitte üks, vaid palju juhtmekeerduid piirab, sest et iga keerd oma mõju nõela peale avaldab ja selle tõttu kõrvalepööramine palju suurem saadakse kui ühe keeru korral. Seesugust abinõu nimetatakse galvanoskoobiks. Püstine galvanoskoop on järgmiselt valmistatud (joonis 36): ta seisab koos puust karbikesest, mille poolide *b* ja *b* keskele õõnsasse ruumi on paigutatud veidi kõverdatud magnetnõel, mis juhtmekeerdudest välja ulatub. Galvanoskoobi kummagi pooli



36. joonis.

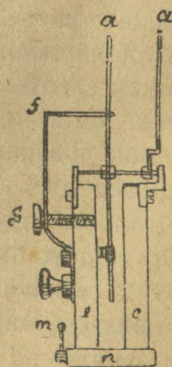
peale on keritud kuni 300 keerdu siidniidiga isoleeritud 0,2—0,25 mm vaskjuhet. Spiraali takistus on ligikaudu



37. joonis.

35 oomi. Mähise otsad  $g$  ja  $g'$  kinnitatakse kasti küljel seisvate vaskplaadikeste  $d$  ja  $d'$  külge, millede abil galvanoskoop ahelasse liidetakse (joonis 37). Magnetnõela (joonis 38) ühes näitajaga  $a$  seisab ühel teljel, missugust tahapoole raami keskelt välja tõmmatav alus ee kannab. Kui nüüd pooli otsad elemendi nabadega ühendame, siis keerab nõel ennast telje ümber ja liigub kraadide rea kohal niipalju, kui elektrivool

seada sunnib. Et nõela püst-seisukorras hoida, on tema alumise otsa külge väike raskus kinnitatud. Galvanoskoobi kandmise otstarbeks on aluse tahakülge vedru kinnitatud, mille lõpp kaheharuline ja kruvi  $S$  kinni keeramisel nõela vahele võtab. Galvanoskoobi paigalepanemisel keeratakse kruvi  $S$  väljapoole; seega vabaneb magnetnõel. Vedru  $F$  ei tule mitte liig kõvasti sisse keerata, sest et seeläbi nõel võib kõverduda. Raamisse lükatud telje alus kinnitatakse väikese kangiga  $m$  kohale. Et küll magnetnõel tinatükikesega vertikaalses seisakus hoitakse, mõjub siiski selle peale mõnikord maakera magnetitung nõnda, et nõel mitte nulli peal ei seisa; selle puuduse kõrvaldamiseks on nupu  $k$  all väike alaline magnet,



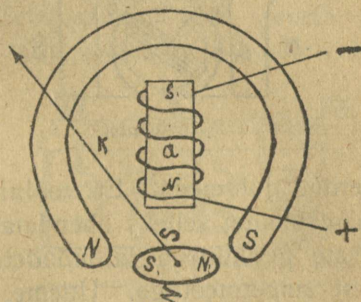
38. joonis.

mis ringi annab keerata. Nõela reguleerimiseks tuleb nappu k nõndakaua ühele ehk teisele poole keerata, kuni nõel nulli kohta seisma jääb. Tähendab, galvanoskoobi abil võime tähele panna, et juhtmes elektrivool käimas on ja mis sihiline see vool on.

### Milliampermeeter,

Voolutugevuse äramääramiseks amperites tarvitatakse iseäralist riista, mida nimetatakse ampermeetriks. Nõrga voolu tehnikas tarvitatakse voolutugevuse mõõtmiseks milliampermeetri. Joonis 39 näitab milliampermeetri sisemist ehitust eest vaadatult. Ta seisab koos hobuseraua-kujulisest magnetist NS, elektromagnetist a ja ellipsoidikujulisest alalisest magnetist SN, ühes näitaja K-ga. Kui elektromagneti pooli patareiga ühendada, siis tekib Ampère'i seaduse järele alumise pooli otsa N-, ülemise otsa S-naba. Me teame, et ühenimelised magneti nabad

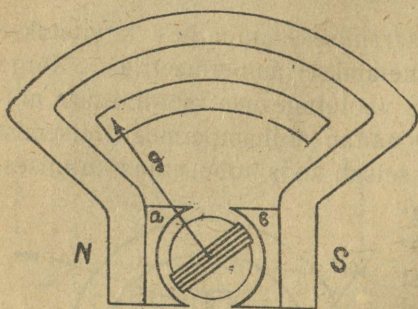
tõukavad teineteist eemale, kuna erinimelised teineteist ligi tõmbavad; selle tõttu hakkab ka magnet SN, ühes näitaja K, ennast kraadide rea kohal pahemalt poolt paremale keerama, niipalju kui elektrivool seda sunnib. Voolu katkemisel elektromagneti poolis kaob viimases magnet ja nõel võtab omale endise seisukoha, sellepärast et hobuseraua-kujulise magneti jõujooned püüavad viimase magneti jõujoontega ühineda, mis ka võimalik on, sest et magnet voolu katkemisel seda nähtust enam ei takista. Sedaviisi võime igasugust voolutugevust mõõta ülemalkirjeldatud milliampermeetri abil. Milliampermeeter liidetakse vooluteele järjestikku.



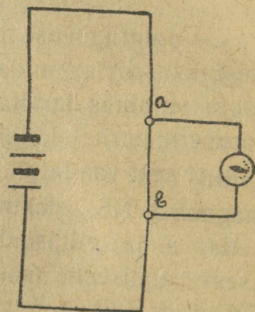
39. joonis.

## Voltmeeter.

Vooluringi kahe punkti põnevuse vahe mõõtmiseks tarvitatakse riista, mida nimetatakse voltmeetriks (joonis 40), mis kujutab enesest kokkukõverdunud alalist magnetit NS, nabakingadega a b, millede vabele telje otsa on asetatud raudkuulike näitajaga, pealekeritud pika peenikese iso-

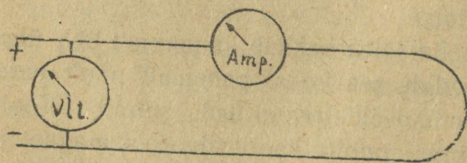


40. joonis.



41. joonis.

leeritud juhtmega. Et vooluringis kahe punkti põnevuse vahet mõõta, selleks ühendatakse haru juhtme otsad soovitatavate punktidega ja mõõdetakse haru juhtme voolutugevust ampermeetriga. Ütleme, et me soovime teada, kui suur on punktide a ja b põnevuse vahe (joonis 41). Sel-



42. joonis.

leks võtame hästi suure takistusega ampermeetri — 100 oomi takistust (nii-sugust ampermeetrit nimetatakse voltmeetriks), ühendame haru juhtme

otsad ühe punkti a, teise b külge ja keskele ampermeetri. Et nüüd haru juhtmes on väga suur takistus, siis tungib vool üle ampermeetri nii mitu korda vähem, kui mitu korda selle takistus on punktide a ja b vahelisest takistusest

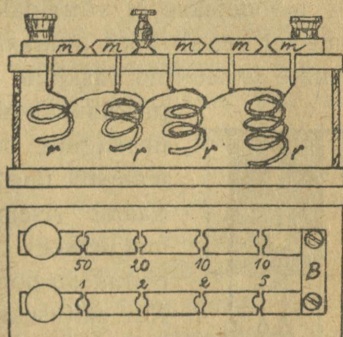
suurem. Nii on siis punktide a ja b vahel põnevuse vaheharu juhtme voolutugevus kasvatatud 100 oomiga ehk haru juhtme voolutugevus kasvatatud harutakistusega. Volt-ampere-meetrid on ehitatud ühise voolutugevuse kaalumise põhimõtte peale, ainult selle vahega, et voltmeetril on väga suur takistus ja patarei ühendatakse nabadega rööbiti (joonis 42), kuna ampermeetril väga väike takistus on ja ta ühendatakse välisesse vooluringi järjestikku.

### Reostaat.

Eespool seletasime, kuidas metalljuhtmete takistust mõõdetakse. Seesugune lihtne juhtme takistuse väljarehendamise viis on ainult siis võimalik, kui juhe on teatava pikkuse ja läbilõikega. Telegraafitegevuses seisab aga ahel koos peale liini veel mitmesugustest lisa-abinõudest,

nõnda et kõige takistuse teadasaamiseks peab väga keerulist arvutust tarvitama. Kogu ahela takistus tehakse kindlaks katseliselt võrreldes, kunstlikult sünnitatud teise takistusega. Üks sellekohane takistuse võrdluse abinõu on reostaat, mis seisab koos kastikesest, mille sees rida spiraalsid ehk poolisid, mida stöpslite abil on võimalik üksikult ahelasse liita.

Spiraalid on valmistatud uushõbedast, mis vastavalt 1, 2, 3, 10, 100 jne. kuni 10.000 oomi takistuseni tükkideks jaotatud ja ühendusklemmide külge kinnitatud. Spiraalide otsad on joonisel 43 näidatud järjekorras vaskplaatide m külge kinnitatud, missugustele väike vahe on vahele jäetud stöpslite vahelepistmiseks ja sellega plaatide kogu ühendamiseks. Kui stöpsel plaatide

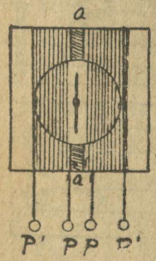


43. joonis.

m ja m vahele on asetatud, võrdub nende plaatide takistus nulliga, sest et jämeda vaskplaadi takistus tühiselt väike on. Et ühte takistuspoolidest ühendusringisse liita, on vaja ainult vastav stöpsel välja tõmmata. Meie joonisel kujutatud reostaat on üleüldise takistusega 100 oomi. Tundmata takistuse mõõtmiseks ühendatakse see takistus patarei ja galvanoskoobi vooluringi ja märgitakse nõela näitamise nurga suurus üles. Peale seda viiakse takistus ühendusringist välja, selle asemele ühendatakse reostaat ahelasse ja võetakse stöpslid klemmide vahelt välja, kuni galvanoskoobi nõel endise seisukoha võtab; see tundmata takistus võrdub reostaadi peal võetud takistusega.

### Differentsiaal-galvanomeeter.

Differentsiaal-galvanomeeter on abinõu, millega takistusi mõõdetakse ja võrreldakse. Ülemaltähendatud galvanomeeter seisab koos puuraamist a (joonis 44), mille peale peenike isoleeritud vaskjuhe on mähitud. Mõlema mähise

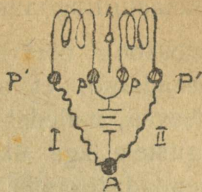


44. joonis.

pikkus kummalgi raami poolel peab täitsa ühesugune olema; järjekindlalt peab neil mähistel täiesti ühesuurune takistus olema. Raami sisemusse, keskkoha, asetatakse magnetnõel. Differentsiaal-galvanomeetri ehitus on põhjendatud järgmisele asjaolule: Kui näituseks ühe raamipolee peal olevast mähisest vool läbi lasta, näit. p'p, siis pöörduv näitaja teatavas sihis, kui aga üle teise raamipolee pp' teise voolu, mis niisama

tugev kui esimenegi, vastupidises sihis laseme, siis keerab ka nõel vastupidisele küljele, sama palju jaotusi, kui esimese voolu ajal. Lasta aga mõlemad voolud korraga üle mähise käia, siis mõjuvad need vastamisi tasakaalus voolud magnetnõela peale, üks ühelt ja teine teiselt poolt nõnda, et nõel nulli peale seisma jääb. Sellele põhimõttele ongi differentsiaal-galvanomeetri ehitus rajatud. Et takistusi

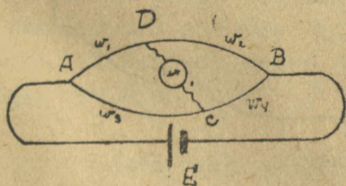
mööda, ühendatakse ahelasse galvanomeeter, patarei, otsitav takistus ja oomides antud takistus, nõnda kui joonis 45 näidatud. Kui takistused I ja II on täitsa ühesuurused, siis jaguneb patareist tulev galvaanivool kahte osasse, missugused kumbki mööda määratud keerdusid lähevad ja nende mõju all nõel nulli peale jääb. Kui aga üks takistusest, näit. I, on suurem, siis läheb suurem osa voolu parempoolsest raami mähisest läbi ja nõel ei jää mitte nulli peale, vaid sünnitab kõrvalepööramise teatava nurga all.



45. joonis.

### Wheatstone'i sild ja selle tarvitamine.

Kõige rohkem tarvitusel olev takistuste võrdlemise abinõu on nõndanimetatud Wheatstone'i sild. Kui me patarei E nabad (joonis 46) juhtmega ühendame, mis punktides A ja B kaheks



46. joonis.

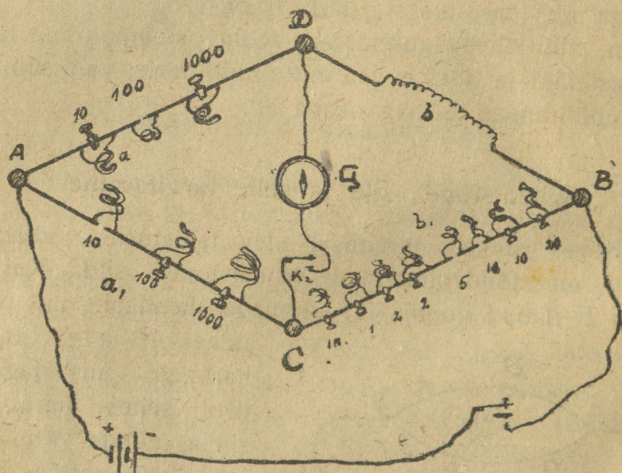
haruneb, siis jaguneb vool selles harunenud ahelas nõnda, et üks osa voolu käib juhtmes B D A ja teine osa juhtmes B C A. Harunenud ahelaosas võib alati kaks punkti

D ja C leida, et kui neid juhtmeid kokku ühendada (sild üle visata), siis ei käi vool viimasel juhtumisel üle juhtme DC, mida näitab sellesse juhtmesse ühendatud galvanoskoobinõel, mis vaikselt nulli peale seisma jääb. Punktid D ja C jaotavad juhtmed ADB ja ACB kokku neljaks osaks, millede takistus on omavahelistes võrrandites:

$$\frac{W_1}{W_3} = \frac{W_2}{W_4};$$

kui meil üks nendest takistustest ja teise kahe vahet on teada, siis võime neljanda välja arvutada. Me näeme, et kui

tasakaalu tingimus täidetud, s. o.  $\frac{W_1}{W_3} = \frac{W_2}{W_4}$ , siis seisab galvanoskoobi nõel nulli peal. Oletame, et abinõu on sellega teisendatud, et osad ADB ja ACB metallplaatidest koos seisavad, millel endil takistust pea sugugi ei ole ja mis-sugustele aga ükskõik kui suure takistuse vahele võib ühendada (joonis 47); kui takistust  $b$  mõõta soovitakse, siis on  $b'$  oomides vaja nõnda võtta, et oleks tasakaal  $a$  ja  $a'$  (kaks vabalt võetud takistust) vahel. Kui  $a$  võrdub  $a'$ ,



47. joonis.

siis võrdub ka  $b$   $b'$ ;  $a$  ja  $a'$  vahel võib ükskõik missugune vahekord olla, tasakaal on ikka olemas, kui seesama vahekord ka  $b$  ja  $b'$  juures on. Osad  $a$  ja  $a'$  on kokku seatud takistustest, mis paarikaupa võrduvad 10, 100, 1000 oomi. Joonisel näidatud osade  $a$  ja  $a'$  vahekord võrdub 100:10 aga nõnda, kui takistus  $b'$  võrdub 15 oomiga; siis leiame arvause abil mõõdetava  $b$  takistuse:  $\frac{a}{a'} = \frac{b}{b'}$ , kus  $b = \frac{ab'}{a}$  ehk asetades vastavad numbrid  $a$  100,  $a'$  10 ja  $b'$  15, saame  $b = \frac{100 \cdot 15}{10} = 150$  oomi.

# Elektromagnetism ja induksioon.

## Voolude vastastikune tegevus.

Aastal 1820 tegi Ampère selgeks, et galvaanivoolud üksteise peale mõju avaldavad ligi-tõmbamises ja eemalõukamises. Katsed näitavad, et kaks rööbiti ühes sihis minevat voolu teineteist ligi tõmbavad (joonis 48), kaks rööbikut voolu, millel vastupidised sihid, teineteist eemale tõukavad (joonis 49), ehk kaks paralleeljuhet, milledes voolud ühesihilised, tõmbavad teineteist ligi, kuna aga voolud, mis juhtmeis vastusihilised, teineteist eemale tõukavad.

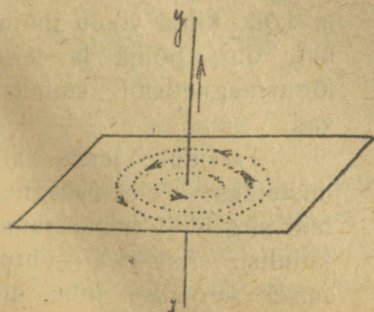


48. joonis.



49. joonis.

## Voolu mõju pehme raua peale.



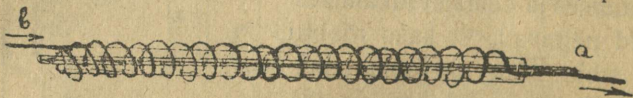
50. joonis.

Kui me juhtme, milles vool käimas, rauaprügisse asetame, siis hakkavad viimased juhtme külge; need prügikesed langevad aga silmapilk juhtme ümber, kui voolu katkestame. Kordame seda katset nõnda, et voolu juhtme kartonglehest läbi pistame, mille peale

raua viilipurukesi riputatud (joonis 50), siis paneme tähele, et rauapurukesed väikese pörutuse tagajärjel koonduvad ühendatud ringidena juhtme ümber, millede keskpunkt on juhtme  $xy$  teljes. Sellest katsesest järeldame, et elektrivool juhtmest läbi käies pehme raua peale mõju avaldab, s. o. viimast magneti sarnaseks muudab.

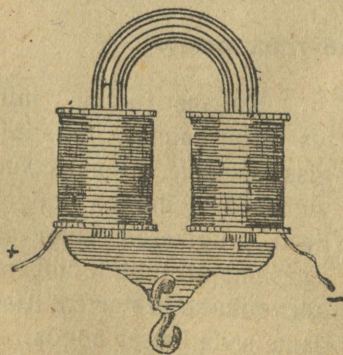
### Elektromagnetid.

Kui klaastorusse, mille ümber juhe on keritud, pehme raudpulga ab asetame ehk lihtsalt raudpulga ümber siidiga isoleeritud juhtme kerime (joonis 51) ja sellesse juhtmesse voolu laseme, muutub see raudpulk magnetiks. Niipea aga kui voolu katkestame, kaob magnetism silmapilkselt.



51. joonis.

Sellest võib järeldada, et magnet tekkis raudpulgasse ainult elektri mõjul. Seesuguseid elektrivoolu läbi sünnitatud ja tegevuses hoitavaid magneteid nimetatakse elektromagnetiteks. Elektromagneti raudpulka ümbritsev juhe keritakse järjestikuste kihtidena kas paremalt pahemale ehk pahemalt paremale nõnda, et kõik kihid voolu mõjul ühte otsa põhja ja teise lõunamagnetismi sünnitavad.

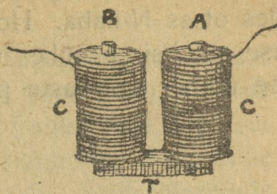


52. joonis.

Tarviduse järele valmistatakse elektromagnetid sirgeid ja hobuserauakujulisi. Esimesel juhtumisel keritakse juhe üle kõige pulgase pikkuse, teisel

aga ainult raua koondatud otsade peale (joonis 52). Kui voolu elektromagneti keerdudes läbi lasta, tõmbab see sellekohaselt valmistatud rauatüki ligi, mida ankruks nimetatakse.

Telegraafiaparaatide juures on kahe pidemega a ja b elektromagnetid tarvitusel (joonis 53). Pidemed ehk südamed on raudplaadi T külge kinnitatud, südame peale keritakse isoleeritud juhe CC.



53. joonis.

Elektromagnetite tugevuse suurendamiseks mähitakse võimalikult rohkem juhet südame peale. Otstarbekohasuse pärast mähitakse juhe mitte otsekohe raudsüdame peale, vaid kas puust või papist poolile, mis omakorda südame peale asetatakse.

### Voolu siht elektromagneti keerdudes. Elektromagneti nabad.

Igal elektromagnetil on oma N- ja S-naba. Et ühe kui ka teise naba tekkimine voolu sihist pooli keerdudes ära ripub, siis on tähtis teada, missuguses sihis peab elekter voolama, et tekiks N- ehk S-naba. Selle peale saame vastuse, kui Ampère'i seadust meelde tuletame. Kui me



54. joonis.

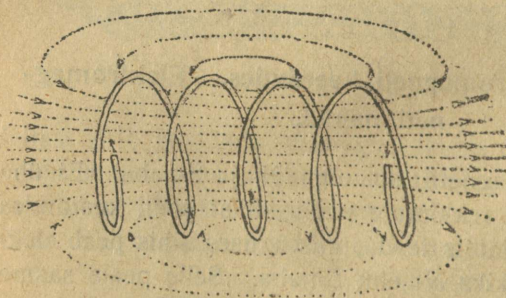
parema käe niiviisi voolu juhtme peale paneme, et sõrmeotsad voolu sihti näitavad, siis pöörduv magnetnõel sinnapoole, kuhu parema käe põial näitab. Kui me parema käe niiviisi elektro-

magneti pooli peale paneme, et sõrmeotsad voolu sihti pooli keerdudes näitavad, siis tekib sinna raudpulga otsa, mille poole põial näitab, põhja-, N-magnetism (joonis 54). Voolu sihi ümbermuutmise tagajärjel muutuvad ka magnetinabad. Nõnda oleneb ühe või teise naba tekkimine

sellest, missugusel sihil vool ümber raudpulga käib. Kui vool magnetpulga otsast vaadates päri päeva käib, siis on selles otsas S-naba, käib aga vastu päeva, siis on selles otsas N-naba. Hobuseraua-kujulised magnetid mähitakse niiviisi, et ühe otsa ümber juhe päri päeva käib, teise ümber aga vastu päeva.

### Solenoid.

Kui me voolu juhtme vedru keerdudena toruks kerime, nii et toru keskele tühi ruum jääb, siis ei püüa magneti jõujooned enam iga üksiku juhtme ümber käia, vaid nad ühinevad pikkadeks joonteks ja käivad solenoidi teljega rööbiti, kas paremalt poolt pahemale või vastupidi, selle järele, kuidas vool solenoidi keerdudes käib (joonis 55).



55. joonis.

Silmanähtavalt võime seda järgmise katsega tähele panna: Solenoidi keerd põimime paberitükist läbi, voolu käigu ajal riputame papi peale viilipuru; siis asenevad need purud solenoidi

teljega rööbiti üksikutesse joontesse. Katsed näitavad, et jõujoonte hulk solenoidis seda suuremaks läheb, mida rohkem juhtme keerdusid ühe cm solenoidi pikkuse peale tuleb ja mida tugevam vool neis keerdudes voolab. Mida rohkem jõujooni magnetivälja 1 ruutsentimeetri peale tuleb, seda suurem on magnetivälja tugevus. Kui meile näituseks öeldakse, et magnetivälja tugevus on 200, siis tähendab see, et iga ruutsm. peale solenoidi läbilõikes tuleb 200 jõujoont.

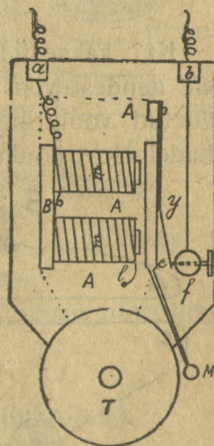
## Elektrikõlistaja.

Elektromagnetismi seaduse peal põhjeneb elektrikõlistaja ehitus.

Kõlistaja seisab koos puust korpusest, missuguse pealmises jaos kaks klemmi a ja b (joonis 56), millede abil kõlistaja liinidesse ühendatakse. Puukorpuse alumises jaos on malmist valatud alus AA külge kruvitud, mille pahem külge B korpusest ülemale tõuseb. Selle ülespoole pöördud osa külge kruvitakse kaks elektromagneti raudsüdant mm, mille peale isoleeritud juhtmega keritud poolid on asetatud. Kaks juhtme otsa, ühelt ja teiselt poolilt, ühendatakse isekeskis, teisest kahest otsast ühendatakse üks klemm a ja teine kruvi l külge, mis kõlistaja malmist alusesse kruvitud. Samasse malmist aluse kõige madalamasse jakku on väike raudpulgake kinnitatud, mille otsa kõlistaja kausike T asetatakse. Selle kausikese pihta lööb vask- ehk raudhaamrike M, missugune vedrutava plaadi abil ankru y külge kinnitatakse.

• Nüüd vaatame ligemalt kõlistaja tegevust.

On teada, et elektromagnet tõmbab ankru ligi ainult sel momendil, kui pooli keerdudest vool läbi käib. Sellepärast, kui me mõnesugusel juhtumisel voolu poolidest pilgu aega laseme läbi käia, tõmbavad südamed ankru oma vastu. Selle liikumise läbi lööb haamrike, mis ankru külge kinnitatud, kõlistaja kausikese T pihta. Kui me voolu silmapilguks katkestame, kaugeneb haamrike plaadi y vedrutavuse mõjul elektromagnetist, oma endisele kohale. Niipea kui ankur endisele kohale on jõudnud, ühendame jälle ahela, ankur tõmmatakse uuesti vastu elektromagneti

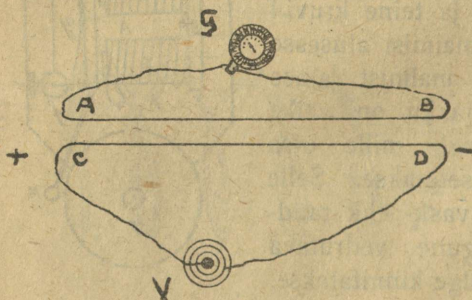


56. joonis.

nabasid ja haamrike lööb teist korda vastu kausikest. Kui nüüd järgmisel viisil voolu ringi vahet pidamata ühendame ja katkestame, sünnib kõlistamine. Et niiviisi kõlistamine tülikas, siis korraldab vahetpidamata katkestamist nõnda-nimetatud automaatiline katkestaja (Neef'i haamer), mis kahest puust cf koos seisab. Et kõlistamiseks voolu patareist ühendada, selleks on pealevajatavad nupud olemas, mis tarvilistesse kohtadesse üles seatakse, nagu uste kõrvale jne.

### Elektri-induktsioon.

Kui kaks liidetud ringi üksteise ligidal hoitakse ja ühele nendest vool sisse lastakse, siis tekivad teise, täiesti eraldatud vooluringisse katkestamise ja ühendamise silmapilkudel elektritõuked (joonis 57). Säherdust nähtust nimetatakse elektri-induktsiooniks.



57. joonis.

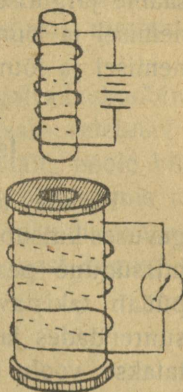
tatakse elektri-induktsiooniks.

Et elektri-induktsiooni paremini tähele panna, tuleb kaks puust pooli võtta, üks jämeda ja teine peene õõnega (joonis 58). Mõlemale poolile keritakse peenike

isoleeritud juhe ja peenike pool pannakse jämeda pooli õõnesse. Peenikese pooli keerdude külge ühendatakse vooluallikas, ja kui nüüd jämeda pooli juhe üle galvanoskoobi käib, siis võime tähele panna, et iga kord, kui peenikese pooli keerdudesse voolu laseme või selle katkestame, neil silmapilkudel välise pooli juhtme keerdudesse vool tekkis, mis vooluringis oleva galvanoskoobinõela sundis kõrvale pöörduma. Nõel aga jääb mõne liikumise järele jälle endisesse olekusse. Sellest võime järeldada, et peenikese pooli keerdudes käiva voolu algel, samati ka voolu

lõpul, jämeda pooli keerdudes silmapilkne elektrivool tekib, olgugi et nende poolide juhtme keerud üksteisest lahus seisavad. Seesuguseid silmapilkseid voolusid nimetatakse induktsoonivooludeks.

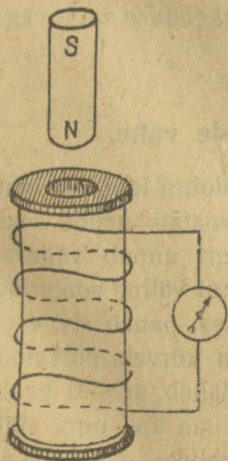
Peent pooli, millest elemendi vool läbi käib, nimetatakse indutseerivaks ehk esipooliks. Jämedat pooli, mille keerdudes induktsoonivool tekib, nimetatakse induktsoonihk teisendpooliks. Induktsioonivool jookseb esivoolu algul, esivoolule vastupidises sihis, esivoolu katkestamisel aga esivooluga ühes sihis. Induktsioonivool mõjutavas (teisend-) poolis ilmub mitte üksi täieliku voolukatkestamise ja ühendamise silmapilkudel mõjuvas (esi-) poolis, vaid ka voolutugevuse igasuguse vankumise (suurenemise ja nõrgenemise) korral. Säärane induktsoonivoolude esilekutsumine on ka telefoniaparatuurides tarvitusel olevates induktsoonipoolides.



58. joonis.

### Magneti-induktsioon.

Kui me teisendpooli õõnesse magnetpulga pistame, tekib pooli traadi keerdudes silmapilkne voolu tõuge, niisama ka siis, kui magnetpulga välja tõmbame (joonis 59). Peab veel tähendama, et ei olegi vaja magnetit täiesti pooli õõnesse pista, iga vähem kui lähendamine kui ka kaugendamine kutsub poolis induktsoonivoolu esile. Induktsioonivoolu siht on magnetpulga liginemisel teistsugune kui kaugenemisel. Niisama tekitab ka põhjanaba lähenemine teisesihilise



59. joonis.

voolu kui lõunanaba lähenemine. Sedasama peab ütlema ka erinimeliste nabade kaugenemise kohta. Kui me põhjanaba liginemisel tekkinud voolu positiivseks peame, siis saame järgmise magneti-induktsiooni kava: põhjanaba liginemisel ja lõunanaba kaugenemisel  $+$ , põhjanaba kaugenemisel ja lõunanaba liginemisel  $-$ .

### Iseinduktsioon. Ekstravoolud.

Faraday tegi selgeks, et igasugune muudatus voolu tugevuses kutsub samas ühendusringis esile induktsioonivoolu, missugune peavooluga ühineb ja alati voolu muudatusele püüab takistavalt vastu töötada, kaduvat voolu tegevust suurendades ja kasvavat vähendades. Seda nähtust nimetatakse voolu enese läbi sündinud induktsiooniks ehk iseinduktsiooniks; aga voolu, mis iseinduktsiooni tegevuse tagajärjel sünnib, ekstravooluks.

Seda tegevust on iseäranis poolides märgata, mis mähiseid ehk elektromagneteid sünnitavad. Nõnda on säde, mis ilmub ahela katkemisel, märksa tugevam kui säde, mis tekib ühendamise silmapilgul. Kui ahelasse inimese keha ühendada, siis sünnitab katkenduse säde väga tugevaid füsioloogilisi tegevusi.

### Alaliste ja vahelduvate voolude vahe.

Kui me galvaanielemendi ja induktsiooni läbi tekkinud voolusid ligemalt tähele paneme, siis paistab nende sisuline vahe varsti silma. Galvaanielement annab vältavat voolu, mis niikaua ühetasaselt voolab, kui väline vooluring ühendatud. Galvanoskoobist läbi minnes paneb see vool kogu läbikäima ajal galvanoskoobinõela kõrvale põikama. Alles voolu katkendamise silmapilgul läheb nõel 0 peale tagasi. Sellepärast, et vool kõige läbikäima ajal oma sihti ei muuda, nimetatakse seda alaliseks vooluks.

Induktsiooni, niihästi magneti- kui ka elektri-indukt-

siooni läbi sünnitatud voolud kestavad õige lühikese silmapilgu. Kui me teisendpooli õõne sees magnetpulka edasi tõmbame, sünnib iga tõmbe puhul voolu tõuge, mille siht on vaheldumisi vastupidine. Kui säärased vahelduva sihiga voolud väga kiiresti üksteise järele käivad, siis nimetatakse seda vahelduvaks vooluks.

Vahelduvad voolud ei avalda galvanoskoobinõela peale mingisugust mõju, mis ka lihtsalt seletatav on. Näituseks tahaks üks vool nõela paremale poole lükata, sealt järgneb kohe teine vool vastupidises sihis, mis nõela pahemale poole tahab pöörata. Et see vaheldus väga kiiresti sünnib, siis ei suuda magnetnõel ennast sugugi pöörata, vaid jääb värisedes 0 peale seisma.

# Telegraaf.

## Üleüldine mõiste.

Kahe kaugelseisva maakoha vahel sõnumite edasiandmiseks tarvitati mõnisada aastat tagasi kiirkäijaid, ratsanikke ja lindusid, kuni viimaks tule, lippude ja päikesekiirte abile üle mindi, mida juba lihtsaks telegrafeerimiseks võib nimetada. Hiljemalt, kui elekter üles leiti, hakati selle omaduste põhjal kõiksuguseid aparate valmistama, mis elektri kasutamiseks telegraafi alal sündsad oleksid. Muidugi ei annud need prooviaparaadid esiti rahuldavaid tagajärgi; alles galvaanilise elektri tarvituselevõtmisega õnnestasid katsed täiesti.

Kõige lihtsamat ja kõige rohkem tarvitusel olevat telegrafeerimis-abinõu kujutab Morse'i tindikirjutaja-aparaat, mille ameeriklane Morse aastal 1836 üles leidis. Arusaadav, et praegune Morse'i aparaat väliskuju poolest endisest palju on muutunud, kuid töötamisviis, mis elektromagnetite külgetõmbamisele põhjeneb, on endiseks jäänud. Et Morse'i aparadi ehitus väga lihtne, on ta väga laialiselt tarvitusel. Morse'i aparatide abil võib kahe jaama vahel ühendust pidada, kus kirjavahetus mitte üle kuuesaja sõna tunnis ei ole.

## Morse'i telegraafiaparaat.

Telegraafiaparaat seisab koos vastuvõtmise-, üleandmise- ja lisa-abinõudest. Vastuvõtmise-abinõu on kirjavinn

ankruga ja kirjaratas, üle andmise-abinõu võti, lisa-abinõud : piksekõrvaldaja, voolu kommutaator ja galvanoskoop. Vastuvõtmise-abinõu seisab koos mehaanilisest ja elektromagneetilisest osast. Mehaaniline osa on kella mehhanism, trumm vedruga, regulaator, tormas ehk pide ühes vedruga, linti edasitõmbav võlv, linti juhtivad rullid, lindirattad, kirjaratas ja tindinõu. Elektromagneetiline osa on : kaks elektromagnetit, ankur vinna ja kirjarattaga. Kella mehhanism on selleks, et linti edasi liikuma ja kirjaratatast veerema panna, mille pind alatasa tindiga kaetud oleks. Üleüldse on kella mehhanismis 6 ratas't ja 4 ketra. Esimene, kõige suurem ratas on trummi telje küljes, kust ta oma liikumise saab ja hammaste abil kõik teised liikuma paneb. Neljanda ratta telje küljes on rull, mis linti edasi veab ; viienda telje otsas on kirjaratas ja kuues hammas-tega ratas, mis lõputa vindi abil regulaatori käima paneb. Hammaste suurus ja paljus on nõnda rehkendatud, et ühes minutis umbes üks meeter linti välja jookseb. Kella mehhanismi liikumine sünnib trummi läbi, millel umbes ühe verssoki laiune ja  $4\frac{1}{2}$  meetri pikkune vedru sees on ; vedru on ühe otsaga trummi seinale ja teise otsaga suure hammasratta peal oleva muhvi nõõpide külge kinnitatud. Trummi taga on mehhanismikasti esimese seinale külge kinnitatud hammas, mis vedru üleskeeramisel vastu peab, et see tagasi ei lööks. Trummi eesküljel on tähekujuline kaheksa hambaga ratas, millest seitse hammast pealt õõnsa, kaheksanda pealt kumeriku pinnaga on. Tähekujuline ratas on selleks, et vedru mitte katki keerata ; iga ringi ajal vedru üles keerates nihkub üks õõnsa pinnaga hammas edasi, kuna kaheksanda ringi ajal kumera pinnaga hammas edasi-keeramise võimaluse seisma paneb.

### Regulaator.

Regulaator on mehhanismikasti sisemise tagumise seinale külge kruvidega kinnitatud. Ülemine regulaatori telje

ots käib ahaatkivisse, et kiire käigu aegu vähem kulumist oleks. Telje keskpaika on regulaatori tiivad kinnitatud, mis sel ajal, kui regulaator ei tööta, spiraalvedru abil püsti hoitakse. Mehanismi käima ajal võtavad tiivad ikka enam längus seisu, sedamööda kui pinguli trumm on üles keeratud. Regulaator on selleks, et lindi edasiliikumist ühemõõduliseks teha. Et kella mehanismi käima panna, selleks lükatakse pide pahemale poole, sellega tormasi vedru regulaatori rattakesest eemale nihutades, nii et regulaator vabalt võib keerelda. Paremale poole tagasi lükkamise korral nihkub vedru jälle regulaatori rattakese vastu ja paneb mehanismi seisma.

### Elektromagnetid.

Mehanismikasti parempoolse seina alumist osa saab raudvarda abil ülemale või alamale reguleerida üleval selle tarvis oleva mutri varal. Selle seinaosa külge on täisnurga-kujulise raudaluse peale elektromagnetid kinnitatud, millede südamed selle aluse külge on kruvitud suurema magnetivälja sünnitamiseks. Elektromagneti poolid on juhusliste rikete ärahoidmiseks pealt vaskümbrikudega kaetud. Elektritakistus ühel poolil on ligikaudu 300 oomi.

### Tindinõu.

Tindinõu on aparadi esimese seina külge kirjaratta alla paigutatud. Ta jaguneb vaheseinaga kahte osasse, nõnda et kui esimesse jakku värvi valada ja sellesse mustus satub, siis see mustus mitte teise jakku ei pääseks, milles kirjaratas veereb.

### Kirjavinn ankruga.

Ankur on 2—3 mm paksusest rauast toru viisi kokku keeratud, mille servad umbes 1 mm üksteisest eemale jae-

tud, et sellesse töötamisel jäädav magnet ei tekiks. Ankur on kirjavinna külge kinnitatud ja seisab elektromagnetite kohal, andes üles ja alla liikuda. Aparaaadi parempoolse seinä ülemise osa küljes on vasktoru, milles keerdvedru ühe otsaga kirjavinna ja teise otsaga reguleerimiskruvi külge on kinnitatud. Reguleerimiskruvi abil on võimalik vinna vedru pingumale või lõdvemale lasta, nõnda kuidas magneti tõmbamine ankru peale mõjub. Vinna teises otsas on haak, mis viienda ratta liikuda-andva telje kinni võtab ja kirjaratta üles või alla liikumist võimaldab. Haaki on võimalik ülemale või alamale lasta väikeste kruvikeste abil, millega ta vinna külge kruvitud. Kirjaratta löögikaugust saab vinna otsas oleva samba kontakt-kruvide abil parajaks reguleerida.

### Võti.

Võtme puust alusele on kolm vaskplaati kinnitatud. Keskmise plaadi püstsammaste sisse käib võtme telg; kummalgi pool vinna telge on spiraalvedrud, mis ühe otsaga võtme aluse ja teise otsaga vinna külge on kinnitatud. Spiraalvedrud on selleks, et võtme seisukorda muuta töötava ehk alalise voolu peale. Vinna kontaktid on platinast teravikuga; esimest kontakti nimetatakse töötavaks, teist vaikseks kontaktiks. Platinast teravikud on selleks, et kiire töötamise puhul kontakte ära ei rikutaks. Võtme löögikaugust reguleeritakse vaigse kontakti sisse- või väljapoole keeramisega. Võtme puudete all olevatele vaskplaatidelestele on kontakti astmed kinnitatud, et võtme löögid töötamise ajal vastu vedrutavat pinda käiksid, nii et nad kätt ei põrutaks.

Võtme seis võib kahesugune olla: on võtme eelmised kontaktid ühes, siis öeldakse: võti on alalisel voolul; kui aga spiraalvedrude abil võtme tagumised kontaktid koos, siis on võti töötaval voolul. Võti on selleks, et voolu tarvilisel määral lühile saata, mille läbi sünnivadki märgid.

## Galvanoskoop.

Galvanoskoop on abinõu, mis näitab, kas voolu liinil on või mitte, missuguse sihiline ja kui tugev see vool ligikaudu, kas aparaat, liin ja patarei on korras. Galvanoskoobi numbrilaua on numbrid kirjutatud keskelt äärte poole, nii et nõel kord ühele, kord teisele poole näitab, seda mööda, kuidas on voolu siht liinil ja aparaadis. Vigastuste kaitseks on galvanoskoop metallist ümbrikuga kaetud, millel klaas ees, et magnetnõela liikumist tähele panna. Sõjaväe-aparaadi ümbriku peal on mutter, mille abil galvanoskoobinõel liikumata kinni pannakse neil korradel, kui aparaati ühest kohast teise kantakse. Galvanoskoobi pooli keerdude otsad kinnitatakse näpitsate külge, kust üks juhe võtme vinna ja teine piksekõrvaldaja parempoolsesse plaadikesesse läheb.

## Piksekõrvaldaja.

Õhukihist läbi tungides võib pikne juhtmeisse sattuda, kus ta jaamas elektromagneti ja galvanoskoobi poolide keerud läbi põletab või koguni aparaadi ära sulatab. Selle õnnetuse ärahoidmiseks on iga telegraafiaparaat varustatud piksekõrvaldajaga.

Piksekõrvaldaja kujutab enesest nelja metallplaati; kaks keskmist on laiemad ja pealt soonelise pinnaga, äärmised aga pealt siledad ja põhja kaudu teineteisega ühenduses. Keskmised plaadid on teineteisest, äärmistest ja põhjast täiesti isoleeritud; nende külge kinnitatakse liinide otsad ja sellepärast nimetatakse neid liiniplaatideks, milledest pahempoolset I-seks ja parempoolset II-seks loetakse. Äärmised plaadid ühendatakse maajuhtmega. Piksekõrvaldaja kaas on, nii kui liiniplaadidki, soonelise pinnaga; ta on maaplaatidega ühenduses ja liiniplaatidest õhukese õhukihiga isoleeritud. Nõnda sünnitavad ristikäivad sooned palju vastastikuseid teravikke, mis staatilisele elektrile palju

paremaks juhiks kui peenikesed juhtme poolid aparaadis. Nii siis lööb pikne liinisse sattudes piksekõrvaldaja kaanesele ja sealt maaplaatide kaudu maasse, aparaati puutumata jättes.

Piksekõrvaldajat võib tarvitada ka nii kui ümberühendajat; näituseks: kahe liini plaadi vahel olevasse pesasse ühendusstõpslit pannes ühendatakse liiniplaadid I ja II väljaspool oma aparaati; liinil tsirkuleeriv vool siis aparaadist läbi ei käi.

### **Voolu kommutaator.**

Voolu kommutaator on ainult sõjaväe-aparaatidel olemas ja nimelt selle tarvis, et aparaati alalisele ehk töötavale voolule panna. Kommutaator seisab koos neljast täisnurga-kujulisest vaskliistust, mis eboniidist aluse peal vahedega üksteisest on eraldatud ja missuguseid kahvlitaolise stõpsliga paarikaupa ühendatakse, nagu tarvidus nõuab. Kui kahvli harud eest vaadates perpendikulaarselt sisse on pistetud, siis on aparaat töötaval voolul, kui aga paralleelselt rinnaga, siis alalisel voolul.

### **Näpitsad.**

Piksekõrvaldajast pahemal pool on sõjaväe-aparaatidel kolm vaskplaati näpitskruvidega, mida patarei näpitsateks nimetatakse. Äärmine pahemal pool on patarei positiivse naba ühendamise jaoks märgiga + (plus) ära tähendatud, keskmine on negatiivse naba jaoks ja märgiga — (miinus) ära tähendatud. Viimane parempoolne näpits on maahenduse jaoks.

### **Telegraafi märgid.**

Telegraafi märgid sünnivad paberist lindile selle läbi, et elektromagnetid ankru ligi tõmbavad ja vinna abil kirjarahta vastu linti tõstavad. Et aga lint ühetasa edasi liigub,

siis oleneb kriipsude ja punktide märkimine paberile sellest, kui kaua elektromagnetid ankrut kinni peavad.

### Lindi tee.

Lindi rull mahutatakse aparadi alla selle tarvis olevasse laekasse, kus tema laeka pahemal pool küljes olevast avausest välja hargub, sealt tindinõu ja teraspulga vahelt linti juhtiva rulli kaudu kirjaratta kohal oleva teraspulga pealt ja linti tõmbavate rullide vahelt teise lindiratta peale jookseb.

### Jaamade ülesseadmine.

Telegraafi teel kahe punkti vahel ühenduse loomiseks on tarvis kaks telegraafiaparaati, voolu allikas ja juhe, mille abil võimalik on elektrit edasi saata. Kui juhe on ühendatud esimese aparadi I plaadi külge, siis peab ta teises aparadis ühendatud olema II plaadi külge. Vabaks jäänud plaadid mõlemas jaamas ühendatakse maaplaatidega, stõpsleid nende vahelkohas olevasse pesasse pannes. Maa-juhe ühendatakse sellekohase metallplaadi külge, mis siis niiske maa sisse tehtud auku ehk kaevu lastakse.

Telegraafiaparaati on võimalik töötama panna alalise ehk töötava vooluga. Alaliseks nimetatakse niisugust voolu, mis kõige aja, ka siis, kui aparadid ei tööta, liinil tsirkuleerib; töötavaks vooluks aga niisugust voolu, mis ainult siis ilmub, kui jaamas võti maha vajutatakse. Alalise vooluga töötamisel pannakse võti ja voolu kommutaator alalisele voolule. Kui aparadil voolu kommutaatorit ei ole, siis korraldatakse juhtmed alalise voolu jaoks nõnda, et vool, enne kui võtmesse tuleb, üle elektromagneti keerdude käib. Patarei seatakse ainult ühes jaamas üles, kuid kui vahejaamasid palju ja nende vahe suur, siis võib patareid ka mitmes jaamas ühendada; jaamas, kus patareid ei ole, ühendatakse näpitsad lühikese juhtmega kokku. On jaamad töötavale voolule määratud, pannakse võti ja voolu kom-

mutaator töötavale voolule. Voolu kommutaatori puudusel ühendatakse patareist tulev juhe töötava kontaktiga ja võtme keskmine plaat galvanoskoobiga. Patarei peab igas jaamas olema. Pikse ajal ühendatakse liiniplaadid stöpsli abil maaplaatidega, nõnda et pikne kohe maasse võiks lüüa. Sõjaväljal ühendatakse sagedasti fooniline telefoni-aparaat kondensaatoriga telegraafiliini peale. Selleks ühendatakse telefoni üks juhe liiniga, aga teine kondensaatori kaudu maaga.

Morse'i aparadi ülesseadmisel tuleb selle järele valvata, et jaamades ühendatud patarei voolud teineteisele vastu poleks juhitud, sest muidu ei hakka aparaadid töötama; kui seda märgatakse, on vaja patarei nabad näpitsate küljes kohe ümber vahetada. Kui mitu telegraafijaama ühe liini peal on, siis ühendatakse aparaadid järjestikku.

### **Alalise voolu omadused.**

Üleüldine elementide hulk on vähem kui töötava voolu puhul, sellepärast nendega ümberkäimine kergem. Ehk küll vool vahet pidamata kulub, selle eest aga tuleb elementide vähesuse pärast remont ja materjal odavam. Ükskord reguleeritud aparati pole kaugema või ligema jaamaga töötamise pärast enam vaja reguleerida, sest et vool ühel või teisel juhtumisel ikka ühest patareist tuleb. On võimalik korrapealt kõiki jaamasid „välja kutsuda“, kuna see töötava voolu juures raskendatud on. Liini korrasolemise järele on parem valvata, sest et galvanoskoobi-nõel alati kõrvale on pööratud.

### **Töötava voolu omadused.**

Töötada võib liini mitmesugustes osades, ilma et see teisi segaks. Näit. võivad ühe liini peal töötada: esimene jaam teisega ja kolmas neljandaga; niisugusel juhtumisel ühendatakse selle jaama juhe, missugusega vaja pole töötada, maaga. Isolaatorite rike ega niiske ilm ei avalda nii

suurt mõju, kui alalise voolu tarvitamisel, kus ainult ühe patarei vool terves liinis tsirkuleerib ja kus väike küljeühendus väga suuresti mõjub. Liini katkemine ei sega sugugi teistel jaamadel omavahel töötamist. Töötav vool on kasulik: kui jaamade vahed väga pikad ja tööd mitte palju ei ole, siis ei kulu elementide materjal ilmaasjata. Teisest küljest, nagu sõjavägede liikumisel, kus kuivad elemendid tarvitusel, on aparaatide ühendus töötavale voolule väga kasulik elementide energia kokkuhoidmise mõttes.

### Aparaadi reguleerimine.

Aparaadi reguleerimine on kahesugune: alaline ja ajutine.

Alaliselt reguleeritakse harva ja seda toimetatakse järgmiselt: elektromagnetid lastakse alla, vajutatakse näpuga ankrude peale ja reguleeritakse vinna seisakut samba alumise kruvi abil niikaua, kuni lindile joon tuleb: kirjaratas ei tohi selle juures lindi liikumist mitte takistada. Ankrut all hoides asetatakse neljakordselt kokkupandud lint ankrude ja samba ülemise kruvi vahele ja keeratakse samba ülemist kruvi niikaua, kuni lint takistades edasi-tagasi võib liikuda. Elektromagnetite reguleerimise kruvi abil tõstetakse elektromagnetid nõnda kõrgele, et kui ankur maha litsuda, siis elektromagnetite ja ankrude vahel oleks kahekorra keeratud lindi paksune vahe.

Ajutiselt reguleeritakse siis, kui aparaat liinile on ühendatud ja kus sage voolu vahetus on. Ajutine reguleerimine seisab järgmisel: Lüüakse võtmega punkte, kuni lindile punktid ühtlased tulevad, ankrude vedru reguleerimise kruvi abil, pingule või lõdvale lastes. Kui aga sel viisil reguleerides ankur ikka vastu elektromagnetit hoiab, siis tähendab, et magnetite tõmme on väga tugev. Niisugusel korral tuleb elektromagnetite madalamale lasta. Kui aga vool liiga nõrk on ja võimalik pole ankrude vedru abil reguleerida, siis tuleb samba kruvide löögivahet vähendada

sellega, et ülemist kruvi madalamale keeratakse. Kui aga ankur jäädava magnetismi mõjul korralikult ei käi, siis tuleb tükk paberit magnetite ja ankru vahele panna.

### Aparaadi lahtivõtmine.

1) Kellamehanismi vedru maha lasta, tindinõu, kirjaratas, lindirattad maha võtta, mehanismikasti pealmine ja pahempoolne sein välja tõmmata. 2) Trumli kinnitaja mutter otsast käepideme küljes oleva vindi otsa keerata ja mahakäinud trumm telje otsast ära võtta. 3) Puutesamba kruvid välja keerata ja samm maha võtta. 4) Ankur kirjavinnaga ühes plaadiga kasti küljest eraldada. 5) Elektromagnetite juhtme otsad põhja all lahti teha ja mehanismikasti aluse küljest vabastada. 6) Kasti ümber pöördes metallpõhja kaks kruvi välja keerata, kasti parempoolne pealmine plaadi ots elektromagnetite varva juurest välja tõmmata, varva otsast mutter ära keerata ja elektromagnetid välja tõmmata. 7) Lindi platvorm maha võtta. 8) Esimene kasti sein, kruvisid ristpulkadest välja keerates, ära võtta ja rattad ära lahutada. 9) Tormas, pideme vedru, trumli hammas, teraspulgad ja neli ristpulka seinaplankide küljest ära eraldada. 10) Regulaator maha võtta ja lahutada. 11) Kirjavinn lahutada. 12) Elektromagnetid lahutada. 13) Trummel lahti teha ja vedru välja võtta.

Aparaadi kokkupanemine sünnib vastupidises järjekorras.

### Aparaadiga ümberkäimine.

Igal hommikul tuleb aparaat pinsli ja puhta lapiga tolmust ära puhastada, iseäranis piksekõrvaldaja ja plaatide vahe, niisama tindinõu ja kirjaratas. Valatakse uut värvi, kontroleeritakse kõik ühendusjuhtme otsad läbi ja reguleeritakse aparaati. Kaks korda kuus puhastatakse hammasrataste telje otsad ja valatakse nende laagritesse tilk värsket õli. Paar korda aastas võetakse üleüldine puhastus ette.

Selleks tuleb aparaat lahti võtta, kõik osad ära puhastada ja siis petrooleumise lapiga üle tõmmata. Peale seda pannakse aparaat ettevaatlikult, et üksikuid osasid mitte ära rikkuda, jälle kokku. Hammasrataste teljelaagrid tulevad pehmest puust pulgakestega, millel puuvill ehk riidelapp otsas, puhastada. Rataste hambad puhastatakse petrooleumise harjaga. Et mehanismis mustust ei sünniks, sellepärast ei määrata õliga hammasrattaid, regulaatori ja galvanoskoobi magnetite telgesid. Trummi vedru puhastatakse petrooleumise lapiga ja tõmmatakse kergelt kondiõliga üle. Iga kord, kui töö lõpetatakse, tõstetakse lindi peale rõhuja rull üles ja lastakse vedru maha käia. Kui aparaadiga teise paika minnakse, tehakse enne tindinõu tühjaks ja galvanoskoobi nõel keeratakse, selle tarvis oleva kruvi abil, liikumata paigale.

# Teenistusekord telegraafijaamas.

## Telegrammid.

Kõik telegrammid, mis üleandmiseks toodud, peavad puhtalt ja selgelt kirjutatud olema. Ei tohi maha tõmmatud ega ka vabele kirjutatud sõnu olla, mis kiire töö juures väga palju aega võtab. Allkirjad peavad selgesti ja arusaadavalt kirjutatud olema, vastasel korral ei tule telegramm mitte vastu võtta. Telegrammid jaotatakse kolme liiki: sõjalise tähtsusega, ametlikud ja liht-telegrammid.

## Telegrammide vastuvõtmine.

Sõjaväe-telegraafides võetakse kõik sõjalise tähtsusega telegrammid üleandmiseks vastu, kui need ametiasutustest tulevad ja sellekohase templiga on kinnitatud. Ilma kinnitamata telegrammisid ei võeta üleüldse vastu, erand siis, kui seda kõrgema võimu kandja teeb.

Üleandmiseks toodud telegrammidele kirjutatakse peale: 1) jaama nimi, kuhu läheb; 2) jaama nimi, kust tuleb; 3) registreeritakse järjekorra-numbri alla, missugune ka telegrammi peale kirjutatakse; 4) sisu järele otsustades pannakse märkus, kas s. (sõjaline) või am. (ametlik); 5) loetakse sõnad aadressis, tekstis ja allkirjas ning kirjutatakse kas nii ja nii mitu sõna või ilma lugemata sõnadega i/s; 6) kirjutatakse aeg, punktipealne, kuupäevaga alates ja minutitega lõpetades, ja telegramm on üleandmiseks valmis.

## Sõnade lugemine.

Üheks sõnaks loetakse kõik sõnad, milles vähem kui 15 tähte. Kui sõnas rohkem kui 15 tähte, siis loetakse ta kaheks sõnaks. Sõnade arvu käivad kõik sõnad, mis telegrammi saatja kirjutab, s. o. aadressis, tekstis ja allkirjas. Numbri sõnaks loetakse arvu, milles 5 numbrit. On arvus 6 numbrit, loetakse arv kaheks sõnaks. Numbrites võetakse ühe märgina arvesse murrumärk. Näit. 20/50 on üks sõna. 20/500 on aga kaks sõna. Prantsuse ja teistes võõrais keeltes, kus apostroofi tarvitatakse, loetakse niisugune sõna, milles apostroof sees on, ikka kahe sõna eest, olgugi seal vähem kui 15 tähte. Näituseks loetakse aujourd'hui 2 sõnaks. Kui aga rohkem apostroofisid ja vahemärka on, siis loetakse kõik märkidega eraldatud sõnaosad iseseisvaks sõnaks. Näit. arvatakse c'est-à-dire — neljaks sõnaks. Sõnade arvu käib ka kriips, mis sõnade alla tõmmatud, ühe sõnana, olgu üks või mitu sõna alla kriipsutatud. Kui aga mitmes kohas on alla kriipsutatud, siis loetakse seda nii mitmeks sõnaks, kui mitmes kohas alla on kriipsutatud. Kirjamärgid ja klambrid sõnade arvu hulka ei käi.

## Üleandmise kord.

Esimeses järjekorras antakse üle kõik operatiivse ja sõjalise tähtsusega telegrammid, teises järjes ametlikud, kolmandas rutulised eratelegrammid ja neljandas kõik muud liht-telegrammid. Kui telegrafist jaama, millega tal vaja töötada, välja on kutsunud, teeb ta pakkumise P. V. (palun võtta). Kui väljakutsutud jaam nõusoleku P. A. (palun anda) vastu annab, võib telegrammi kohe järgmises järjekorras üle andma hakata: 1) ametlikud märkused, 2) aadress, 3) tekst ehk sisu, 4) allkirj. Nii jagatakse telegramm nelja osasse. Iga osa lahutatakse üleandmisel teisest lahutamismärgiga — . . . — Arvude vahel antakse täht r ( . — . ), et mitte arvusid segamini ajada. Näituseks: 1) „Tallinna

Viljandist nr. 75 am. 22 sn. (sõna) 12/X . . . 15 . . . 25  
 Väga rutuline (viibinud liini rikke pärast 1 tund 15 min.)  
 — . . . — 2) Tallinn Rüütli tän. nr. 20, Kadakas — . . . —  
 3) Palun võimalikult ruttu 300 paari saapaid sõjaväe  
 tarvis välja saata nr. 378 — . . . — 4) Lipnik Kivi . . . — .  
 Telegrammi lõpus antakse lõpumärk täht r kaks korda.

Niipea kui telegramm üle antud, võtab üleandja telegrafist aparaadi töölehe ja kirjutab sinna sisse tunnid ja minutid, millal telegramm üle antud, jaama nime, kuhu telegramm antud, telegrammi numברי ja sõnade arvu. Sedasama tuleb teha ka telegrafistil, kes telegrammi vastu võttis, ja selle peale annab tema vastuvõetud telegrammi peale kviitungi, kõiki numbreid ja segaseid sõnu korrates. Kui kviitung, mida suure hoolega järele peab vaatama, õige oli, siis annab üleandja telegrafist kinnituse „õige“, ehk kui kuskil valesti oli, siis lööb vahele ja ütleb „palun parandada pärast sõna“, ja annab segased sõnad uuesti üle. Selle järele kirjutab ta üleantud telegrammi plangile märkustesse „Tallinna üle antud, liini nr., kuupäeval, tunnid, minutid“ ja oma nime. Sellega on telegrafist kõik täitnud.

Vastuvõtmine sünnib samas järjekorras.

### Aparaadi tööleht.

Aparaadi töölehele kantakse kõik juhtumised aparaadi juures, nagu liini rikked, aparaadi vigastused, liini proovid, märkused telegrammide üleandmise ja vastuvõtmise kohta jne. Iga kord, kui telegrafist valvekorda tuleb, kirjutab ta töölehele: tunnid, minutid, valvele asunud ja oma nime. Valvelt lahkudes teeb jälle märkuse: valvelt lahkunud ja allkiri. Iga ööse kell 24 vahetatakse aparaadi töölehti. Vanad töölehed korjatakse kokku, pannakse üleantud telegrammid igaüks oma töölehe vahele ja köidetakse kokku. Telegrammide numbrid algavad iga kuu esimesest päevast.

## Telegrammide plangid.

Telegrammid kirjutatakse selle tarvis trükitud paberilehtedele, mida plankideks nimetatakse. Plank on liinidega mitmesse osasse jaotatud. Üleüldse võib planki kolme osasse jagada: 1) ametlikkude märkuste ruum, kuhu kõik ametlikud märkused kirjutatakse, 2) aadressi ruum, kuhu aadress ja vastusemaks märgitakse, ja 3) teksti ruum, teksti ja allkirja jaoks. Telegrammiplankidele kirjutatakse järjekorra ja liini numbrid peale, et plankisid ilma-asjata ei saaks raisata ega laiali kanda.

## Morse'i telegraafi märgid.

T ä h e d .		N u m b r i d .	
A . —	R . — .	1 . ————	1 . —
á . ————	S . . . .	2 . ————	2 . . . .
B — . . . .	P . ——— .	3 . . . . —	3 . . . . —
V . ———	U . . . —	4 . . . . —	4 . . . . —
G ———	F . . . —	5 . . . . .	5 .
D — . . .	H . . . .	6 — . . . .	6 — . . . .
E .	C — . . . .	7 — . . . .	7 — . . . .
V . . . . —	T —	8 — . . . .	8 — . . . .
Z ——— .	Ö ——— .	9 ——— .	9 — .
I . . .	Q ——— .	0 ——— .	0 —
J . ———	X — . . . —	/ ——— .	/ ———
K — . . . —	Y ——— .		
L . . . . .	CH ——— .		
M ———	Ü . . . —		
N — .	Ä . — . —		
O ———	é . . . . .		

Lühendatud sõnad ametlikkudes märkustes ja kirjamärgid.

Sõjaline . . . .	Jutumärgid „“ . . . . .
Ametlik . ———	Öhkamismärk ! ——— . . . . .
Liht . . . . .	Klambrid ( ) . . . . .
Võõrakeelne telegramm . . . . .	Mõttemärk (—) . . . . .
Pakkumine . ———	Apostroof ' . . . . .
	Lahutamismärk . . . . .

Vastuvõtmise nõus-  
olek . . . . .  
Oodata . . . . .  
Sain aru . . . . .  
Nr. . . . .  
Sõna . . . . .  
Uus rida . . . . .  
Kviitung — . . . . .

Küsimismärk ? . . . . .  
Koma , . . . . .  
Semikoolon ; — . . . . .  
Koolon : — . . . . .  
Kriips sõna all . . . . .  
Lõpp . . . . .

# Telefon.

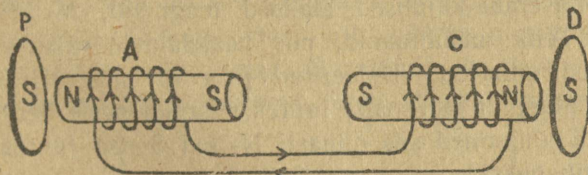
## Üleüldine mõiste.

Telefoniks nimetatakse magnetielektrilist abinõu, millega on võimalik metalljuhtme kaudu hääli ja sõnu elektri abil kauge maa taha edasi kanda. Iga telefoniaparaat seisab koos telefonist, mikrofonist, induksioonipoolist, polariseeritud kellast (fooniliste aparaatide juures täidab viimase aset summer), induktorist ja kahest elemendist. Telefoni alusepanijaks olid ameeriklased Bell ja Grey 1876. a. Telefon on selleks jäänud, missugusena Bell ta välja töötas, kuna mikrofonid mitmeti on täiendatud. Telefoni ehitus ja tegevus põhjeneb häälelainete abil sünnitatud induksioonivoolude tegevuse peal. Häälelained ei ole muud kui häälitseva keha värisused, mis elektrivoolu mõjul juheta mööda teise jaama kantakse, seal samasuguseid värisvaid liigutusi sünnitavad ja seega niisamasugusteks hääleteks muutuvad.

## Magnetitelefoni (kõlatoru).

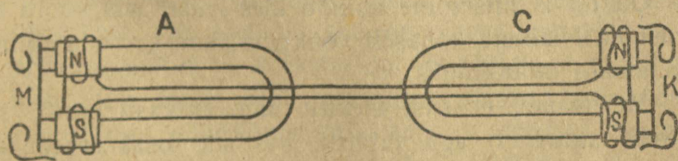
Me teame inglise õpetlase Faraday leitud induksioonivoolude tegevuse järele, et kui magneti jõujooni ühendatud juhtmeringi läheduses liigutatakse, siis sellesse ringisse induksioonivoolud tekivad. Sellest järgneb, et induksioonivoolud tekivad isegi siis, kui pooli läheduses olev magnetiks muutunud raudplaadike häälelainete mõjul värisvalt võnkuma hakkab. Näituseks võtame kaks magnetpulka

A c, kerime nad 60. joonisel näidatud järjekorras ühise juhtmega üle, paneme nende N-otsade vastu õhukesed pehmest rauast plaadid P ja D. Kui nüüd magnetiks muutunud plaati P magneti poole surume, siis pannakse selle läbi magneti jõujooned liikvele ja juhtme keerdudes tekib induksioonivool, mis magneti A ja c jõujooni tihen-



60. joonis.

dab. Sellekohaselt, kuidas plaati P vastu magnetit surume, tõmbab magnet ka plaati D sellekohaselt omale ligemale. Et rääkimine õhus teatavaid väristusi sünnitab, siis võime rääkimise läbi ühe neist plaatidest, näituseks P, võnkuma panna, mis omakorda magneti jõujoonte liikumist sünnitab, millele induksioonivoolud järgnevad ja magneti c tõmbejõudu plaadi D peale suurendavad ehk vähendavad. Sel-



61. joonis.

lega sünnivad siis ka võnkumised plaadi D juures just niisamasugused, kui hääli P juures sünnitas. Seesuguse korralduse abil on võimalik kuulda hääli ja sõnu umbes 5 versta kauguseni. On iseenesest arusaadav, et sel viisil edasiantav kõne mitte nii tugev ei ole kui harilik rääkimine, sest plaadi ees rääkides ei lange mitte kõik hääleained plaadile, samati läheb ka plaadi väristamiseks ja

väristuste elektrivooludeks muutmiseks hulk jõudu kaduma, mille tagajärjel kõne vastuvõtmise-kohas nõrgeneb.

Et kõnet võiks selgemini edasi anda, tarvitatakse pulgasarnaste magnetite asemel hobuseraua-kujulisi magneteid (joonis 61), kus tugevama magnetijõu saamiseks magneti nabad S ja N ligistikku on koondatud. A ja C on hobuseraua-kujulised alalised magnetid, M ja K — plaadid ehk membraanid, mis häälelaineid vastu võtavad ja edasi annavad. Isoleeritud juhe on magneti N-naba juures ühtepidi ja S-naba juures teistpidi peale keritud, et magneti jõujooned siis niihästi N- kui S-otsa juures ühevõrra tiheneksid.

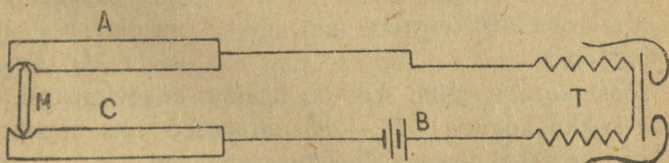
### Mikrofon (kõnetoru).

Nagu tähele panime, on telefoniga kauge maa taha kõnelemine väga vilets; sellepärast võeti kaugetelefoneerimiseks galvaanivool tarvitusele, mis ühendati mõlemaid magneteid ühendava juhtme ringisse; kuid sellega ei saadud siiski soovitavaid tagajärgi, sest et voolu tugevus igasuguse membraanivõnkumise korral ikka ühesuguseks jäi. Oli tarvis niisugune abinõu üles leida, mis voolu tugevust häälelainete kohaselt võnkuma paneks; seda abinõu nimetatakse mikrofoniks.

Me teame, et süsi elektrit õige halvasti juhib, sõe juhtivus suureneb aga tublisti, kui sõe osakesi rohkem üksteise vastu litsutakse. Nii siis on tarvis säärane sõekorraldus galvaanivoolu teele ühendada, et rääkimise ajal õhu võnkumine süsi kord rohkem, kord vähem teineteise vastu litsuks ja sellega voolule suuremat või vähemat juhtivust annaks.

Mikrofoni põhimõte seisabki selles, et kaks süsipulka, mis teineteist puudutavad ja voolu läbi lasevad, häälelainete mõjul kord tihedamalt, kord lahedamalt teineteist puudutavad ja seega läbimineva voolu tugevuse võnkuma panevad. 1878. a. korraldas ameeriklane Hughes oma katses

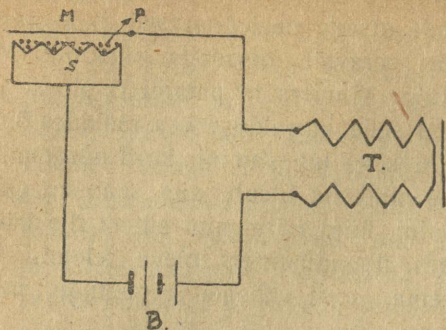
sõed nõnda, nagu joonis 62 seda näitab. Ta võttis kaks süsipulka A ja C, millede otsade peal õnarused olid; nendes õnarustesse tuges teravate otsadega süsipulk M. Süsipulkade A ja C külge kinnitas ta patarei B pluss- ja miinus-nabad. Kui nüüd selle korralduse ees rääkides õhk lainetades sõest pulka M kord tugevamini, kord nõrgemini otsadega vastu õnaruste pindasid litsub, siis saab ka galvaanivool kord tugevamini, kord nõrgemini sütest üle käia ja sünnitab selle juures ühendusringis oleva telefoni T magnetitele kord suurema, kord vähema magnetijõu, mis



62. joonis.

sellekohaselt membraani võnkuma paneb. Seesugusel korraldusel on siis võimalik juba elektri teel kõnet edasi saata.

Süsipulk, mis voolu võnkumist sünnitab, pole mitte otstarbekohane: rääkimise puhul katkendab ta sagedasti ühenduse, kui ülemine sõe ots vastu teist sütt ei puutu, mille tagajärjel tekib ekstravool, mis telefonis vastikut müra teeb. Oli tarvis seda mikrofonist puudust kõrvaldada ja voolu, mis mikrofonist läbi käib ja telefoni peale mõju avaldab, tundlikumaks vormida. Selgus, et mikrofon mitme sõe ühenduspunktiga palju tundlikumalt voolu võnkumist sünnitab ja päriselt iialgi ei katkestu. Sellepärast ehitati mikrofon nii, et süte vahel oleks palju kokkupuutumispunkte, mis ka ekstravoolu tõukeid kõrvaldas. Võimalikult paljude ühenduspunktide saamiseks süte vahel tarvitatakse peenikesi sõeterakesi; rääkimise puhul litsub hääl neid sõeterakesi mitmesuguses tiheduses üksteise vastu, millele järgneb voolu mitmesuguse tugevusega läbikäik. Et aga sõeterakesed mitte iseenesest kokku ei saaks minna,

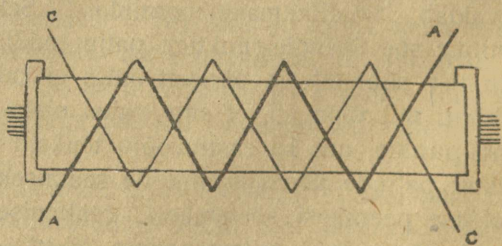


63. joonis.

— söest korpus, mille sees on õnarad, et söeterakesi mitte lasta kokku koguda; P — söepurukesed, mis membraani ja korpuse vahel teatava ühenduse annavad; B — patarei, mille üks naba membraaniga, teine aga söekorpusega ühendatakse. Rääkides membraani ees paneme selle hääl-lainetega võnkuma; võnkumised aga sünnitavad söetera-kestega mitmesuguse voolujuhtivuse; vool annab need võnkumised telefoni T membraanile edasi.

### Induktsioonipool.

Telefon ei tööta ka mitte hästi mikrofonist läbi käiva, s. o. alalise vooluga. Oli tarvis nii korraldada, et sellesama voolu mõju all, mis mikrofonist läbi käis, ka telefonile kohane vool saaks. Sellest on võimalik elektri-induktsiooni nähtusega üle saada. Me



64. joonis.

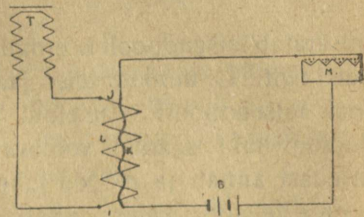
teame, et kui võtta kaks üksteise sees olevat isoleeritud

tuleb neid jaokaupa üksikutesse ruumidesse mahutada.

Joonis 63 kujutab sõe mikrofoni söeterakestega, mis sugust ka praegusel ajal telefonides tarvitatakse. M — õhuke, umbes  $1/2$  mm paksune söest membraan, mille vastu räägitakse; S

keerdudega pooli (induktsioonipool, joonis 64) ja esipooli A keerdudest voolu läbi lasta, siis tekivad teisendpooli c keerdudesse induktsioonivoolud neil silmapilkudel, kui esipooli vooluringi kas katkendame või ühendame nii mitu korda suurema põnevusega, kui mitu korda teisendpoolis keerdusid või takistust rohkem. Sellega siis sünnitatakse induktsiooni teisendpooli keerdudes telefonile vastav tundlik vool, ärarippuv igast vähemastki voolu muudatusest esipoolis.

Sellest kõigest võime järeldada, et mikrofon töötab alalise vooluga ja tema ühendusringis peab olema induktsiooni esipool. Telefon töötab induktsioonivooluga ja tema ühendusringis peab olema induktsioonivoolu sünnitaja induktsiooni teisendpool. Induktsiooni esipool, mida mikrofon ühendusringis tarvitatakse, on õige vähese takistusega, s. o. lühikese ja jämeda juhtmega, kuna teisendpool c aga on põnevuse tõstmiseks pikk ja peenike, paljudes keerdudes. Magneti jõujoonte tihendamiseks ja seega induktsioonivoolu suurendamiseks tarvitatakse induktsioonipoolis pehmest rauast ehk, veel parem, paljudest raudjuhtmetest südameid.

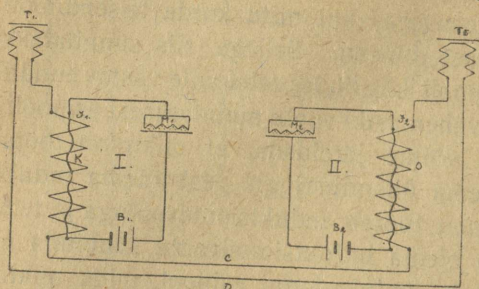


65. joonis.

Nende nähtuste ja määruste järele võime siis järgmise mikrofon ja telefoni ühenduse üles seada (joonis 65). Induktsiooni esipool K on joonisel jämeda, teisendpool L aga peene kriipsuga märgitud. Märgid: T — telefon, M — mikrofon, B — patarei.

Säärase korralduse abil võime aga ainult ühes jaamas rääkida ja teises kuulata, kuid nõue on, et mõlemas jaamas võiks rääkida ja ka kuulata; selleks on tarvis mõlemas jaamas mikrofon ja telefon jaamade vahel teatavasse ühendusesse korraldada. Seda põhimõttelist telefoni ühendust kahe jaama vahel näitab joonis 66. Esimeses jaamas

mikrofoni M vastu rääkides paneme membraani võnkuma, mis sõeterakesi häälelainete kohaselt kord rohkem, kord vähem kokku litsub ja sellega mitmesuguse tugevusega patarei B voolu läbi mikrofoni laseb käia; see vool, mida



66. joonis.

mikrofonis hääle järgi reguleeritakse, läheb üle induksiooni esipooli K, kus ta magneti jõujooni oma tugevuse järele teisendpooli peale sünnitab; magneti jõujoonte ilmu-

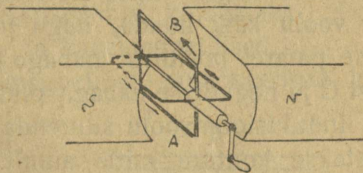
mine äratab teisendpooli keerdudes induksioonivoolu, mis üht juhet, näit. C mööda teise jaama läheb, seal üle induksiooni teisendpooli o telefoni  $T_2$ , kus ta esimeses jaamas mikrofoni läbi saadud voolumuudatuse telefoni membraanile edasi annab ja mööda juhet D tagasi oma jaama tuleb; üle oma telefoni käies annab ka esimese jaama telefonis sellesama hääle, minnes induksiooni teisendpooli, kus ta oma alguse sai. Säärane tegevus kordub mitusada korda sekundis ja meie võime ühest jaamast teise kõnelda ja teineteist kuulda.

### Induktor.

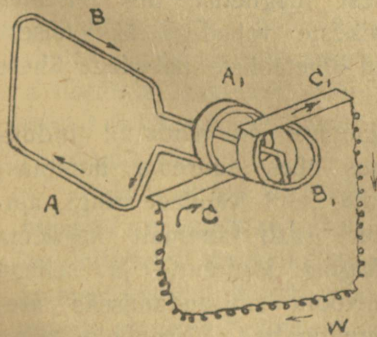
Eespool-kirjeldatud ühendused on aga praktiliseks tarvitamiseks võimetud, sellepärast et ei ole võimalik teise jaamaga juttu alustada, kui seal keegi telefoni juures ei kuula. Teisele jaamale märgu andmiseks varustatakse iga telefoniaparaat veel signaalisünnitamise abinõuga. Harilikult tarvitatakse signaali andmiseks telefoni juures induktorit ja polariseeritud kella, sõjavälja fooniliste telefoniaparaatide juures aga summerit (piiksujat).

Induktori ehitus on rajatud järgmise induksioonisea-

duse peale, millega polariseeritud kõlistajat ilma galvaanipatarei abita on võimalik kõlisema panna, nimelt: kui magnetväljas risti jõujoontele üht kinnist ühendusringi (kontuuri) liigutada, siis tekib selles kontuuris elektrivool. Selle voolu sihti näitab parema käe seadus järgmiselt: kui asetada parema käe peopesa jõujoonte sihile otse vastu nõnda, et põial traadi liikumise sihti näitab, siis näitavad sõrmeotsad voolu sihti. Tugevama voolu saamiseks asetatakse kontuur magnetinabade vahele nõnda, kui joonisel 67 näidatud. Kui kontuuri AB vända abil nabade NS vahel keerlema ajada, siis tekib paremale poole ajamise korral viimases elektrivool, mille siht on joonises noolekesega näidatud. Iga kontuuri poolringi ajal tekib induksioonivool, mis alaliselt oma liikumissihiti vahetab.



67. joonis.

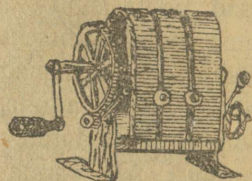


68. joonis.

misel ei jää keerlev juhe mitte oma peale ühendusesse, nagu enne oli. Mõlema juhtme A ja B otsad jäetakse omavahel kokku ühendamata ja kinnitatakse üks metallrõnga B', teine aga metallrõnga A' külge nõnda, et juhtmete vahel ei oleks elektrilist ühendust. Kui nüüd metall-

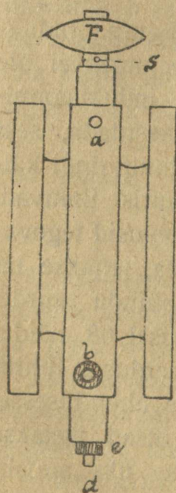
Seesuguse induktorihituse juures ei ole võimalik induksioonivoolusid kasutada, sest et need ainult ringi käivas kontuuris ilmuvad. Et neid voolusid tegevusse panna, tehakse induktorile abinõu juurde, nagu joonisel 68 näidatud. Säherdusel juhtu-

rõngastele A' ja B' vaskpladikesed C ja C' vastu panna ja nende lõppude külge juhe W ühendada, siis käib iga esimese poolringi ajal vool nooltega näidatud sihis ja iga teise poolringi ajal nooltele vastupidises sihis. Nõnda käib juhtmes W vahelduv elektrivool, mille juures selle siht esimese poolringi ajal on, nagu puutuksime pladikest C' patarei positiivse ja pladikest C negatiivse nabaga. Teise poolringi ajal on voolu käik nõnda, nagu puutuksime patarei positiivse nabaga pladikest C ja negatiivse nabaga pladikest C'. Induksioonivoolu suurendamiseks võetakse kontuur mitte ainult ühest, vaid mitmest sajast ja tuhandest isoleeritud, peenikesest, 0,15 mm vaskjuhtme keerust.



69. joonis.

Telefoniaparaatide induktorid seisavad koos kahest, kolmest, neljast ja viiest, kõige paremast terasest valmistatud, hobuseraua-kujulisest magnetist, mis on kinnitatud väikeste vahedega üks teisest ja pöörduv ühetaoliste nabadega ühele poole.



70. joonis.

69. joonisel on näidatud induktori välimus ühes suurema hammasrattaga, mille abil vändast ringi ajades kontuuri saab kiiremalt keerlema panna. Magneti jõujoonte ja sellega induksioonivoolu suurendamiseks asetatakse magnetinabade sissepoole külge nabakingad, mille vahel teljel ankurkontuuriga keerleb. Isoleeritud vaskjuhe, milles indutseeritud voolud tsirkuleerivad, keritakse ankru peale pikuti, sellekohastesse õnaratesse, mille juures üks juhe otsadest naelakese a külge kinnitatakse, mis induktori metal-

lilise korpusega ühenduses seisab (joonis 70), kuna teise juhtme lõpp naelakese b külge kinnitatakse, mis naelakese d-ga elektrilises ühenduses seisab ja teljest eboniidiga isoleeritud on.

### Polariseeritud kõlistaja.

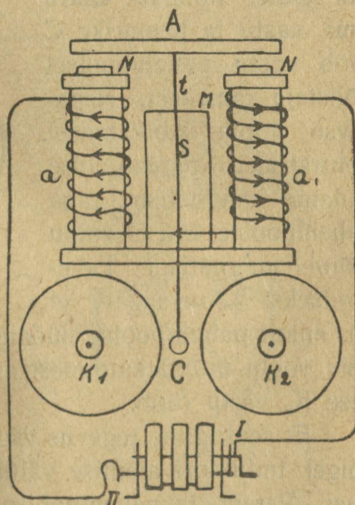
Elektrikõlistajat, mis induktori voolu abil kõlisema pannakse, nimetatakse polariseeritud kõlistajaks. Polariseeritud kõlistajad on ühe- ja kahemagnetilised.

Tutvustame siin ühemagnetilise polariseeritud kõlistajaga (joonis 71). Selle

kõlistaja tähtsamad osad on: kaks elektromagneti pooli  $aa'$ , ankur A ühes haamriga C, alaline tugev magnet M ja kaks metallkausikest  $K_1K_2$ . Alaline magnet on selle tarvis, et elektromagneti poolide raudsüdameid alaliselt magnetiseerida, kusjuures mõlemad elektromagneti nabad N-otsasid esitaksid.

Polariseeritud kõlistaja tegevus on järgmine: Kui me induktorit vändast ringi ajame, siis ilmub igal esimesel poolringil ühe- ja

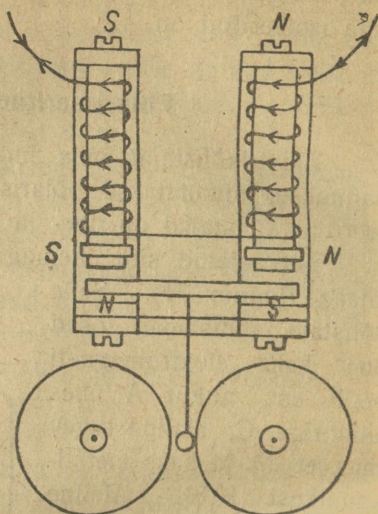
igal teisel poolringil teisesihiline voolu tõuge. Oletame, et esimesel poolringil induktoris positiivse ja teisel negatiivse karakteriga vool ilmub. Äratatud voolud, niihästi ühe- kui teisesihilised, käivad kõlistaja elektromagneti poolidest läbi. Elektromagnetite mähised on ahelasse nõnda ühendatud, et positiivse voolu läbikäigu parempoolses elektromagneti südames põhjamagnetism N, aga pahempoolses



71. joonis.

lõunamagnetism S ilmub. Positiivse voolu läbikäigul saab parempoolse südame põhjamagnetism kahevõrdseks, aga pahempoolses südames, kus enne põhjamagnetism ja voolu mõjul lõunamagnetism ilmub, neutraliseerub magnetism kahenimelisuse tõttu ja kaotab sellega külgetõmbavuse. Parempoolse südame magnetism, mis kaks korda tugevam kui enne, tõmbab ankru oma vastu ja haamriku C lööb vastu pahempoolset kõlistaja kausikest. Negatiivse voolu läbikäimisel neutraliseerub parempoolse südame magnetism, aga pahempoolses tõuseb voolu mõjul magnetism kahekordseks. Arusaadav, et siis ankur pahempoolse südame külge hakkab, kus magnetism voolu mõjul suurenes, aga haamriku C sel ajal kausikese  $K_2$  vastu lööb.

Et seesugune tegevus väga kiirelt sünnib, siis kuuleme kõigil induktori ajamise vältusel vahet pidamata kella kõlinat. Parema- ja pahempoolse südame magnetism suureneb kordamööda, millest järgneb, et haamriku kord ühe, kord teise kausikese pihta lööb. Magnetismi suurendamiseks tarvitatakse kellasid kahe alalise magnetiga, nagu joonis 72 seda näitab.



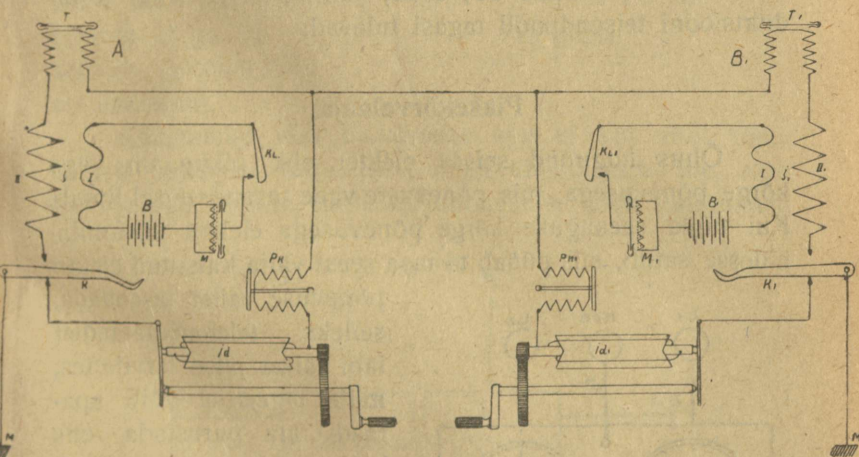
72. joonis.

### Induktoriliste telefonide ühendamine.

Neid telefonisid, mis polariseeritud kõlistajatega signaali annavad, nimetatakse induktorilisteks telefonideks,

neid, mis häälega, foonilisteks. Iga telefoniaparaat peab niimoodi kokku seatud olema, et kui teda liini peale ühendada, siis teisest jaamast tulev induksioonivool otsekohe signaaliandjast üle võiks käia, mikrofone ja telefoni selle juures puutumata jättes, kuna mikrofon oma tegevuse ajal oma patareiga ja telefon teise jaama telefoniga peab ühendatama, induktorit ja kõlistajat puutumata jättes.

Säärast lihtsat telefonide ühendust näitab joonis 73, kus kaks induktorilist telefoniaparaati omavahelises ühen-



73. joonis.

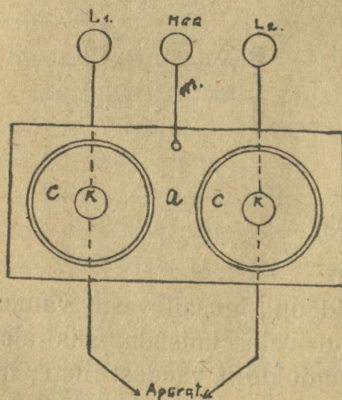
duses seisavad. Need aparaadid on signaali vastu valmis. Kui näituseks jaam A tahab B-d välja kutsuda, siis ajab ta oma telefoniaparaadis olevat induktorit vändast ringi; induktori väntamisest tekib ankrumehhanismis induksioonivool, mis ühtepidi induktorist välja minevat juhet mööda üle oma kella  $P_k$ , juhtme  $R$ , kõlistaja  $P_k'$ , induktori korpuse  $i_d$ , kangi  $k'$ , juhtme  $M'$ , maa, juhtme  $M$  ja kangi  $k$  induktorisse tagasi tuleb, kust ta oma alguse sai. Selle juures paneb vool mõlemad kõlistajad helisema. Kõnelemise kor-

ral võetakse mikrotelefonid kangide  $k$  ja  $k'$  otsast ära; sellega tõusevad viimased vedru mõjul üles ja astuvad ühendusesse ülemiste kontaktidega  $r$  ja  $r'$ , mille tagajärjel telefon ühendusringisse ja kell ühendusringist välja liidetakse. Et voolu üle mikrofoni lasta käia, vajutatakse mikrofoni käepideme klapp kl alla.

Kõnelemisel sünnitatud induktsioonivoolud saavad oma alguse induktsiooni teisendpoolist, kust nad näituseks üle telefoni  $T$ , juhtme  $R$ , telefoni  $T'$ , induktsiooni teisendpooli  $II'$ , kangi  $K'$ , juhtme  $M'$ , maa, juhtme  $M$  ja kangi  $K$  induktsiooni teisendpooli tagasi tulevad.

### Piksekõrvaldaja.

Õhus kogunud seisev elekter ehk pikne on väga kõrge põnevusega, mis põnevuste vahe tasandamisil ilmub. Kui nüüd seesuguse kõrge põnevusega elekter telefoniliinidesse satub, siis püüab ta maa seest välja kutsutud elektri



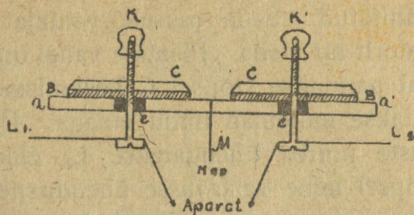
74. joonis.

põnevuse vahet tasandada, selleks telefoniaparaadist läbi käivat juhet tarvitades, mille tagajärjel võib aparraadi ära purustada ehk kokku sulatada, maa põlema panna ja lähedalseisvaid inimesi surmata. Selle kahju ärahoidmiseks tarvitatakse aparraatide juures piksekõrvaldajaid.

Piksekõrvaldajad on mitmesuguse ehitusega; näituseks tarvitatakse lauaaparraatide juures teravate

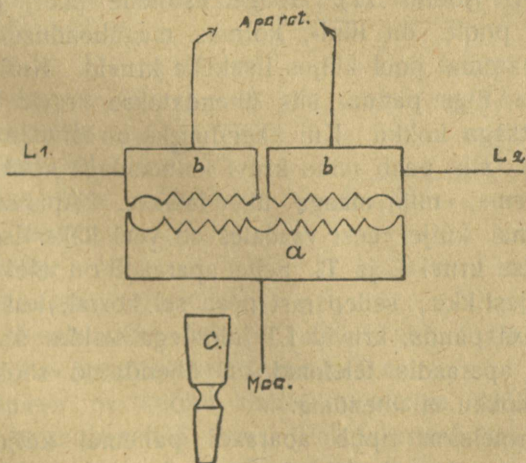
sakkidega üksteise vastu seisvaid ülenikeldatud vaskplaatid, seinaparraatidel aga puuduvad sakid ja plaadid on üksteisest õige õhukese õhukihi ja vahapaberiga iso-

leeritud. Joonised 74 ja 75 kujutavad seina-telefoniparaatide piksekõrvaldajat eest ja ülevalt vaadatult. Nimetatud piksekõrvaldaja seisab koos metallplaadist a, mille küljest juhe m maa sisse läheb, ümmargustest metallrat- takestest cc', mis alusest a vahariidega BB' on lahutatud. Kruvid K ja K' on alusest isoleerkihiga ee' eraldatud.



75. joonis.

Kõlistamise ehk kõnelemise ajal ei saa vool tema madala põnevuse tõttu isoleerivast kihist mitte üle, maa sisse minna. Pikne, sattudes juhtmetesse, lööb alati ennem



76. joonis.

maasse kui telefonipoolidesse, missugustel on pikse kohta suurem takistus kui eraldajate c ja e takistus. Piksekõrvaldaja otstarve seisabki selles, et pikselööke maa sisse juhtida.

76. joonisel on laua-aparaadi sakkidega piksekõrvaldaja näidatud. Maa juhe on plaadi a külge ühendatud, kuna aparaadi ja liini juhtmed plaatide b ja b' külge on kinnitatud. Seda piksekõrvaldajat võib veel kui kommutaatorit tarvitada. Plaatide vahel on kolm stõpslipesa; pikse ajal pannakse stõpsel C keskmisse pesasse ja sellega ühendatakse mõlemad liinid maaga. Üheliiniliste telefoniühenduste juures ühendatakse  $L_1$  ehk  $L_2$  maaga seeläbi, et stõpsel neile vastavasse ühenduspesasse pannakse.

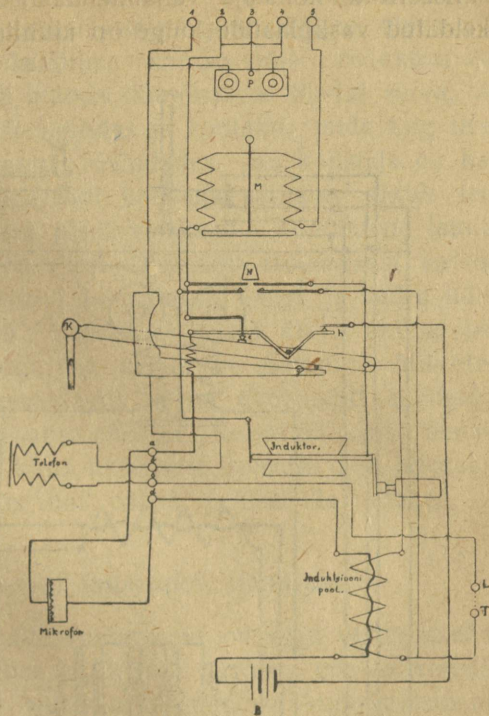
### Ericssoni seinatelefoniparaat.

Iga telefoniaparaat on ehitatud nõnda, et tema ise automaatselt ühendab need tarvilised osad, mis kõnelemise ehk telefoni tegevuse ajal tarvilikud on.

Ericssoni seinatelefoniparaadi ülemises osas on viis näpitskrugi (joonis 77). Kõige esimene paar, pahemalt paremale poole, on liini-, kolmas maaühenduse ja kaks äärmist paremal pool küljes lisakella kruvid. Kui lisakella ei soovita üles panna, siis ühendatakse kruvid lühikese juhtme otsaga kokku. Kui ühenduseks on tarvilatud ainult üht juhet, siis peab teine kruvi kolmandaga kokku ühendatud olema, mis maaga ühendatakse. Aparaaadi kõrval paremal küljel eest vaadates on veel kaks lisatelefonihendamise kruvi L ja T. Sellel aparaa dil on telefon ühendatud järjestikku; sellepärast peab sel korral, kui lisatelefonit üles ei panda, kruvid LT juhtmega kokku ühendama. Kui aga aparaa dis telefonid on ühendatud rööbiti, siis kruvisid kokku ei ühendata.

Mikrotelefon ripub aparaadi pahemal küljel oleva kangi otsas, mis selle läbi, kui teda kangi otsast ära võtta või kangi otsa riputada, tarvilisi ühendusi teeb. Elemendid on aparaadi alumisse osasse iseäralisse ruumi paigutatud, mis plekist konksude abil külgede poole kõvera kaanega eest kinni käib. Joonisel on kujutatud aparaadi ühendused niisugusel juhtumisel, kui mikrotelefon kangi otsast maha

võetud ja see üles on tõusnud. Mikrofoni vooluring, mis kangi otsast raskuse äravõtmisega ühenduse saab, on joonisel paksu kriipsuga näidatud. Tähtedega märgitud ringikesed a, b, c, d on mikrotelefoni ühenduspesad, nendest äärmised mikrofoni ja keskmised telefoni ühendusteks. Nupp N on selle tarvis, et oma kõlistajat kõlistamise ajal vooluringist välja ühendada. P on piksekõrvaldaja, mille alumise plaadi küljest juhe kolmanda klemmi külge läheb.



77. joonis.

### Mikrofoni

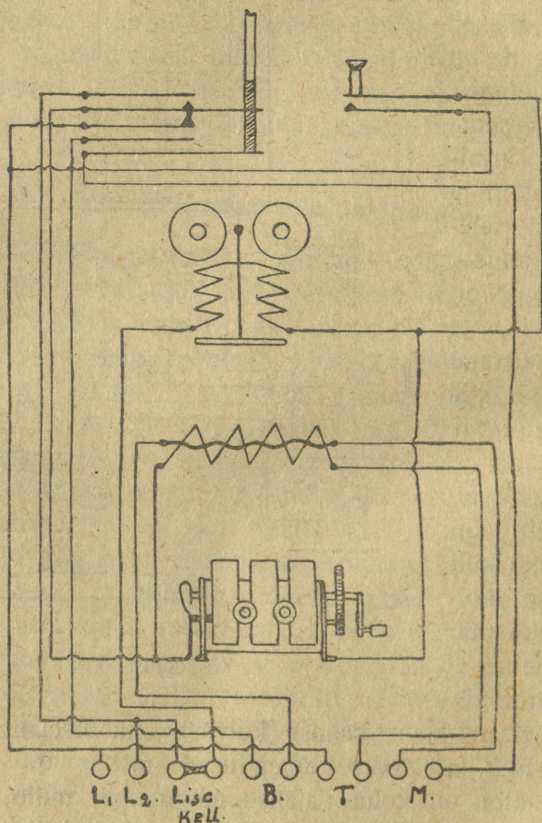
patarei seisab koos kahest kuivast ehk Leclanché elemendist, mis järjestikuses ühenduses on.

Induktor on kolme alalise magnetiga, mille mähisetakistus on umbes 535 oomi. Polariseeritud kella takistus on 305 oomi.

## Tartu laua-telefoniaparaat.

Tartu laua-telefoniaparaadi osad on mahutatud neljakandilise puust aluse peale, mis on ümbritsetud plekist

kastiga ja pealt kaetud [puust kaanega (joonis 78). Kaanest käib läbi kontaktisid lahutav mikrotelefoni kandehark ja polariseeritud kõlistaja väljaühendamise nõõp. Induktori nikeldatud vaskplaatide külge on kinnitatud kontaktvedrud



78. joonis.

ja induksioonipool; viimase otsad on ühendatud pooli küljes oleva fiibrise plastikese külge. Aluse õõnesse on asetatud kõlistaja, kuna aluse külge kõik mikrotelefoni ja roseti nõõride ühendused on kinnitatud.

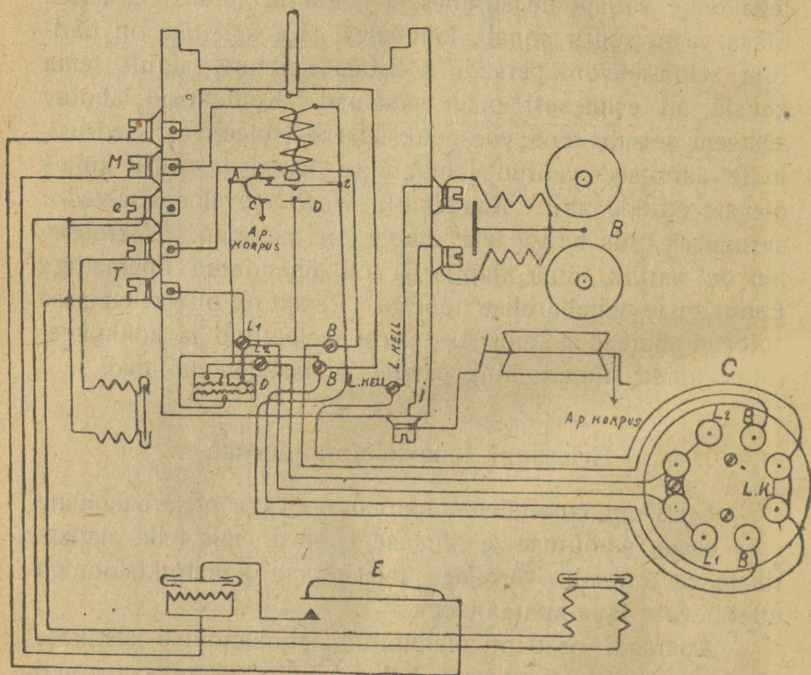
Induktor on hariliku kolmemagnetilise seinatelifoniaparaadi induktori sarnane, ainult selle vahega, et suur hammasratas ei ole mitte tema telje külge kinnitatud. Spiraalvedru jõul pressib telg enese küljes oleva stifti hammasratta kolmekandilise õnaruse sisse. Induktori vāntamisel liugleb stift mōōda ūht õnaruse siledat serva, sellega telge vāljapoolle surudes ja kontakti, mida telg teises otsas vastu vedru annab, lahutades. Ka kōlistaja on hariliku seinatelifoniaparaadi kōlistaja sarnane, ainult tema kausid on esimesest pisut vāhemad. Kontaktisid lahutav sūsteem seisab koos viiest ūksteisest isoleerivast vedrust, mille āärmised vedrud lahutatakse kangi ja vedru küljes olevate stiftide abil. Kandehark seisab ūleval spiraalvedru surumisel, mis hargi jala ūmber on asetatud. Mikrotelifon on harilik, ilma klapita ja on ūhendatud aparaadiga ūmmarguse neljajarulise nōōriga. Rosett on puust: temasse tulevad aparaadist kuus ūksteisest isoleeritud ja kokkukeeratud juhet; nimelt: liini, patarei ja lisakella juhtmed.

### Ericssoni laua-telifoniaparaat.

Ericssoni laua-telifoniaparaat on vāga otstarbekohane oma osade mahutuse ja lihtsuse poolest, mis teda alaliste rikete eest hoiab, vōrreldes teistsuguse konstruksiooniga ettetulevate laua-aparaatidega.

Aparaadi osad on mahutatud neljakandilise kastikese sisse, mida kannavad kasti külge kinnitatud kaks magneti jalga. Magnet jalad taidavad siin induktori magnetite ūlesannet. Induktorit katab puust kaas, mis on korpuse külge nelja kruviga kinnitatud ja mille sees on tehtud kōik selle aparaadi skeemilised ūhendused. Kaane peal paistab veel silma, nagu eespool kōneldud, sakkidega piksekōrvaldaja (joonis 79). Seinatelifonis oleva kangi aset taidab vedru e, mis induksioonipoolist lābi kāiva, ūles ja alla liikuva stifti f abil ūhendust kord b, kord d kontaktiga annab, seega tarvilisi ūhendusi teeb kōlistaja voolu-

ringi ja vooluringist välja ühendamiseks. Vedru e on nii tugev, et ta tühja mikrotelefoni kandeharki kannab ja sellega vedru e ja kontakti b ühenduses hoiab. Kui mikrotelefon hargile panna, vajub vedru selle raskuse all vastu alumist kontakti D, mil juhtumisel ta sissetuleva voolu kella peale juhib. Pealmine kontakt on krüviga ühenduses,



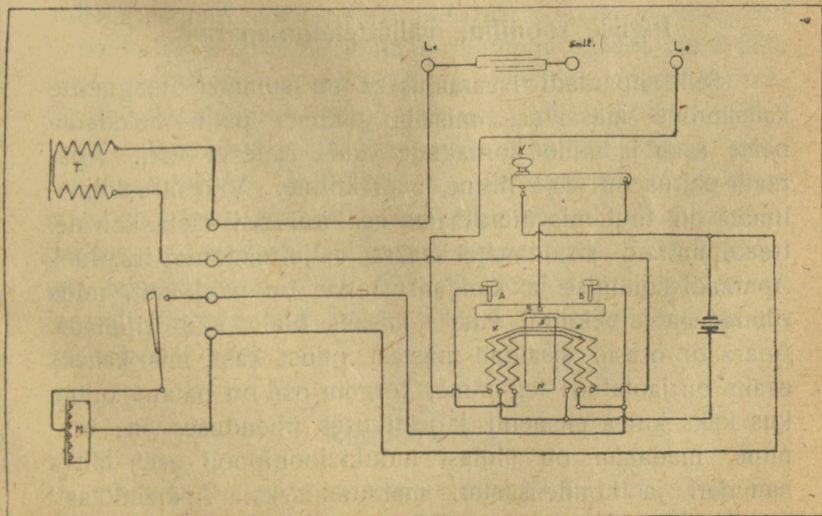
79. joonis.

mis vastu induktori korpust pressib, sellega siis teiseks induktori nabaks olles. Roseti ehitus on samasugune kui Tartu laua-aparaadil. Kontaktvedrude kohta perpendikulaarselt on asetatud puust torukese sisse induksioonipool, mis on harilikku seina-aparaadi omast lühem ja jämedam. Kaane küljes on viis krüvi, mikrotelefoni nõõri kinnitamiseks. Kui lisatelefoni üles ei panda, siis jääb keskmine

kruvi täitsa vabaks; lisatelefoni ühendamisel kasutatakse aga see krugi ära, nagu joonisel näidatud, nimelt: mikro-telefonist tulev telefoni üks juhe ja lisatelefoni üks juhe ühendatakse keskmise kruviga, kuna teine lisatelefoni juhtme ots telefoni kruvi alla keeratakse; niimoodi on kaks telefoni järjestikuses ühenduses. Kõlistaja on mahutatud kasti seina külge klambri abil, mille poolid vigastuste ärahoidmiseks plekist torukestega kinni on kaetud. Kõlistaja erineb teiste aparaatide kõlistajatest seeläbi, et tal puudub ankur, mille aset täidab siin ainult haamer. Induktori kontaktiks on lai, vasest väljalõigatud kontaktiga plekk, mis kahest kohast kaane otsa on kinnitatud. Mikrotelefon on seina-aparaadi mikrotelefoni sarnane, ainult selle vahega, et temal patarei katkestamiseks klapp on, mida kõnelemise ajal maha peab vajutama. Ilma selle klapita saaks patarei ühendamise korral.

### Summer.

Fooniliste välja-telefoniaparaatide juures tarvitatakse



80. joonis.

väljakutsumise jaoks summerit (pirisejat). Summer on järgmiselt ehitatud, nagu seda 80. joonis näitab. Seal on kahekordne induktioonipool, millel pehmest rauast süda sees on. Esimese pooli juhtme ots on õhukese metall-keele a külge kinnitatud; see plaat litsutakse pingulolekus teraviku t vastu. Kui nüüd nupu K peale vajutame, ühendame patarei vooluringi; üle esipooli minnes muudab vool raudsüdame magnetiks nii, et keel a teraviku vastast ära tõmmatakse. Sel silmapilgul, kui vool kaob, tekib ekstra-vool, mis juba lahutatud punktidest üle tahab minna; et aga õhk seda takistab, siis lööb see tõuge kondensaatori kaudu, mis seda sugugi ei takista ringi käimast. Peale voolu katkendamist kaob magnetism ja keel a läheb vastu teravikku t tagasi, mis jälle voolu läbi lastes selle järele uuesti magneti sünnitab, mis keele ära tõmbab. Seesugune tegevus käib väga kiirelt, nii et keele liikumine valju pirina sünnitab. Induktsiooni teisendpool on selleks, et summeri induktiooni teise jaama edasi anda, mis seal samasugust pirinat sünnitab.

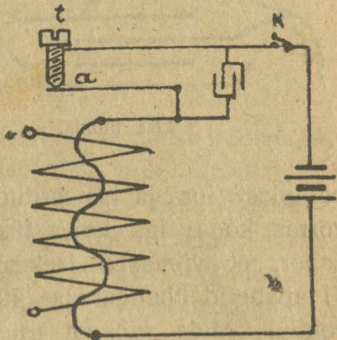
### Inglise fooniline välja-telefoniparaat.

Selle aparadi iseäralduseks on summeri magnetite kahekordne mässivus, mis läbi summer palju heledama hääle saab ja mille kontaktide vahel säde ei teki. Aparadi ehitus on väga lihtne ja praktiline. Väiksusest hoolimata on töötamisvõime sama hea kui risti-rästi käivatel traadipuntraid sisaldavatel saksa välja-telefoniparaatidel. Aparadi hoidmise ja kandmise tarvis on nahk-kott, mida rihmadega tarbekorral edasiviimiseks õlale võib riputada. Aparadi osasid sisaldab mustast puust kast, mis kaheks osaks on jaotatud: tagumine, kõrgem osa on patarei ruum, kus kaks kuiva elementi järjestikuses ühenduses on; eesmine, madalam on ühtlasi induktioonipooli aset täitva summeri ja kondensaatori mahutamiseks. Aparadikasti kaanel, mis hingede peal käib, on Morse'i võtme taoline

nupp, mille peale vajutades summeri ühendus avatakse. Aparaadiga on veel ühendatud nahkümbriku sisse mahutatud lisatelefon. Mikrotelefoni käepidet võib üksteise sisse käivate torude läbi kokku lükata või pikemaks tõmmata. Nurkadel seisvad näpitsad  $L_1$  ja  $L_2$  on telefonijuhtmete kinnitamiseks; telegraafiliinile ühendamiseks on kolmas näpits keskel tähtedega C1 märgitud. Mõnedel aparatuuridel on vaskplaat kasti põhjas, mis, kui kast maa peale pannakse, aparatuuril maaühenduseks võib olla, muidugi teatava liini kruviga ühendamise korral.

81. joonisel on aparatuuri ühenduste kava. Et välja kutsuda teist jaama, peame nupu K peale vajutama. Vool käib patarei pluss-nabast üle võtme K, ankru F, kontakti A ja alumise esipooli miinus-nabasse;

sellega lahutatakse kontakt A ja ankur astus, ilma et vool õieti katkeda oleks saanud, kontakti B ühendusesse; nüüd käib vool pealmisest esipoolist läbi ja ühendab ankrut kontaktiga A. Seesugune tegevus käib väga kiirelt ja edasi-tagasi käiva ankrut kontaktid sünnitavad õhu värisemise, mida pirinas kuuleme. Rääkimise ajal on vaja mikrofoni klapp maha vajutada, siis käib vool pluss-nabast üle mikrofoni, pealmise esipooli ja miinus-nabasse tagasi. Induktsioon, mis teisendpoolis tekib, käib üle telefoniliini teise jaama ja sealt kas maa ehk juhet mööda  $L_2$ , kust ta induktsioonipooli tagasi tuleb.



81. joonis.

### Kondensaator.

Kondensaatorit tarvitatakse niisugusel juhtumisel, kus alaline vool kiires järjekorras katkestatakse ja jälle ühen-

datakse. Voolu äkilise kadumisega kaovad ka magneti jõujooned ümber juhtme ja selle tagajärjel tekib ekstravoolu tõuge kõrge põnevusega, mis katkendavate juhtme otsade vahel üle õhu sädet sünnitades tasandub. Et sädet, mis



82. joonis.

kiirelt töötavad kontaktid ruttu ära rikub, kõrvaldada, ühendatakse viimastega rööbiti kondensaator (joonis 82).

Kondensaator ehk tihendaja on järgmiselt ehitatud: Ta seisab

paljust tina- ja isoleeritud paberi lehekestest teatud järjekorras koos; iga kahe tinapaberikesi vahel on isoleeriv paber, et viimased isekeskis kokkupuutumisel ei oleks. Tinapaberid ühendatakse kõik üle ühe ühelt ja teiselt poolt kokku. Mida rohkem tinapaberi-lehekesi kondensaatoris, seda suurem on tema mahutavus või seda suurema sädeme võib ta kõrvaldada. Kondensaator alalist voolu (elemendi voolu) läbi ei lase, induktsiooni, samuti ka ekstravoolu indutseerib vastunimelise elektri väljakutsumisega, mis praktiliselt sama hea kui juhtimine.



## Kommutaatorid.

### Telefonijaamad.

Asutust, kuhu telefoniaparaat üles seatud, nimetatakse telefonijaamaks. Ühejuhtmelises süsteemis ühendatakse liini juhe telefoniaparaadi klemm I külge, kuna klemm II ja piksekaitsja küljest üldine maa-ühendus võetakse. Kahejuhtmelises süsteemis ühendatakse juhtmed I ja II vastavate klemmide külge, kuna piksekaitsja klemm maaga ühendatakse. Jaamadeks valitakse toad, kus müra ja põrutused kõrvaldatud oleksid. Jaama sisemisteks ühendusteks, mis kõige rohkem üste ja akende raamidest läbi viiakse, võetakse kas väljakaabel või sellekohane isoleeritud vaskjuhe. Plaadid maa-ühenduste tegemiseks võetakse kõigis jaamades ühesugusest metallist.

### Keskjaamad.

Kui telefonijaamasid palju, siis ei ühendata neid mitte üksikult üksteisega liinide abil, vaid kõiki ühendatakse keskjaamaga, kuhu aparaat üles on pandud, mida kommutaatoriks nimetatakse ja millel järgmised omadused peavad olema: 1) Üksiku abonendi signaali vastuvõtmine nähtava ehk kuuldava märgina. 2) Peab näitama, missugune abonent soovi avaldas. 3) Peab võimaldama sooviavaldajaga ja soovijale nõutava abonendiga ühendusesse astumist.

Asutust, kuhu kommutaator üksikute abonentide

ühendamiseks üles on pandud, nimetatakse keskjaamaks. Kui liinisid majasse suuremal arvul sisse tuuakse, võetakse selleks vastava soonte arvuga kaabel, mille üksikud sooned ristatuseraamis piksekaitsja plaatidega ja sealt edasi kommutaatori numbri külge ühendatakse. Piksekaitsja liini plaadid on vastasseisvatest maaplaatidest paberi ehk siidiga isoleeritud.

### Kommutaatorid.

Kommutaatorid jagunevad väljakutse sünnitamise isearalduste järele kahte liiki: induktorilised ja foonilised. Mõlemad nimetatud liigid võivad tarvidust mööda ühe või kaheliinilised olla.

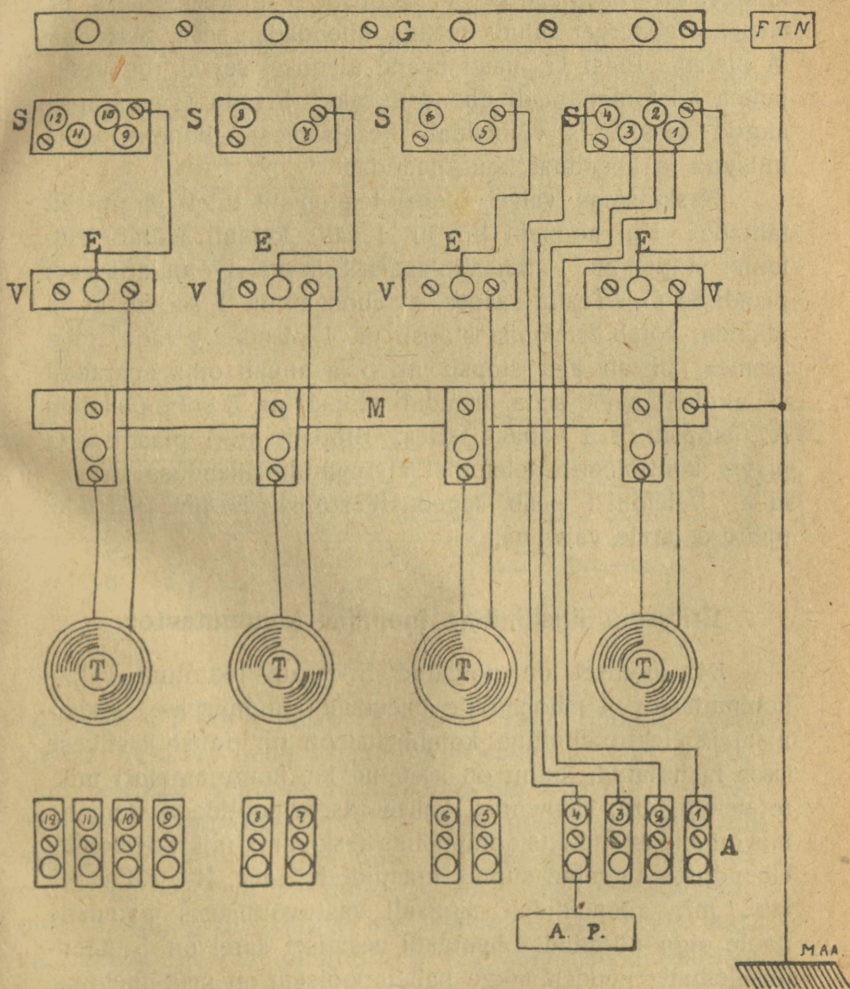
Induktorilised kommutaatorid on induktoriga telefonide ühendamiseks, milles iga abonendi jaoks number on, mis kaetult seisab. Nõndapea aga kui abonent oma telefoni induktorit vändast ringi keerab, kukub keskjaamas see kate numbri eest ära ja kell hakkab kõlilema. Muidugi näeb ja kuuleb seda keskjaamas telefonist, kes siis abonentiga ühendusesse astub.

Foonilised kommutaatorid on fooniliste ehk summeriga telefoni võrgus ühenduste andmiseks. Foonilistes kommutaatorites sünnib abonendi väljakutse piiksuva häälitsemise läbi. Igal abonentil on teatav kuuldemärk (foonilisel kommutaatoril numbreid ei ole), mille järele keskjaama telefonist abonentile vastab. Abonendi kuuldemärgid on Morse'i tähestiku järele võetud, kus punkt lühema ja kriips pikema häälitsemise vältusel üle antakse.

### Inglise üheliiniline fooniline kommutaator.

Puust kastikese sisse on monteeritud neli väljakutse vastuvõtjat telefoni T (joonis 83), mis terve kommutaatorivõrgu nelja väljakutse-rühma jaotavad, ja õige lihtsal viisil kombineeritud ühendusteplaadid. Kastikese eelsein annab hingedel ettepoole välja pöörduda, mille külge vaskplaadid

A ühendusstöpslitega 1—12 on kinnitatud. Neis plaatides olevate vabade klemmide külge kinnitatakse abonentidelt tulevad liinide otsad. Tähtsamate asutuste liinid on vaja vähemate väljakutse-rühmade peale ühendada, nagu plaadid



83. joonis.

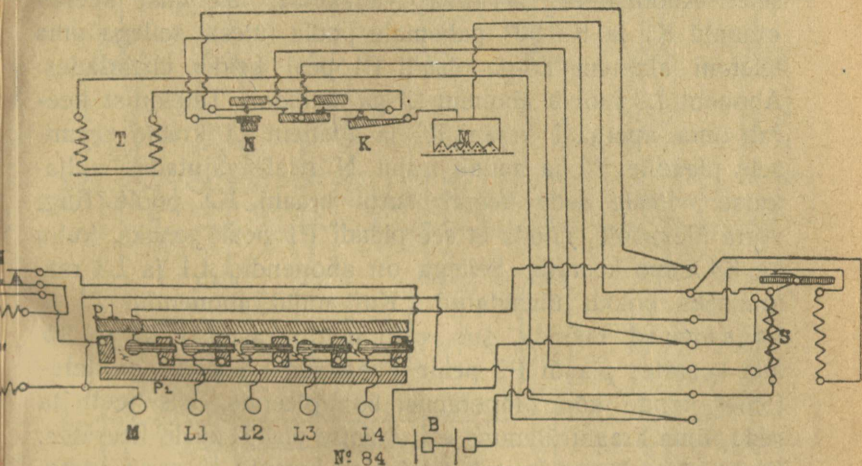
5—6 ja 7—8. On abonentide ühendused sisse võetud, tulevad nende stöpslid signaaliplaati S ühendada, vastavalt liiniplaatide järjekorrale. Signaaliplaatide küljes olevad stöpslid E pannakse jällegi rühmadele vastavalt vastuvõtja kuuldetoru vaheplaadisse V. Stöpsel E on veel selleks, et tarbekorral tervet rühma maaga ühendada, seda plaadisse M pistes. Plaat G, kasti kaane ülemisel serval, on keskjaama telefoniaparaadi ühendamiseks. Plaadil G on stöpsli augud sees, mis võimaldab keskjaamast abonenti välja kutsuda ja ühendusi kontroleerida.

Keskjaamas valvel oleval telefonistil tuleb järgmiselt talitada: Kui abonent liin nr. 1 välja kutsub, võtab telefonist stöpsli nr. 1 signaaliplaadist S ja pistab oma aparadi plaadisse G. Teada saades, et abonent nr. 1 soovib nr. 5 rääkida, võtab telefonist stöpsli nr. 1 plaadist g välja, selle asemele pistab aga stöpsli nr. 5 ja annab oma aparadil väljakutse; peale seda ühendab stöpsli nr. 5 kohe plaadiga A1, stöpslit nr. 1 vabaks jättes. Stöpslit nr. 1 plaadisse G pistes kontroleerib telefonist abonentide ühenduse tarvitamist. Telefonist peab sagedasti stöpsli ja liini plaatide puhtuse järele valvama.

### **Ericssoni üheliiniline fooniline kommutaator.**

84. joonisel on näidatud Ericssoni fooniline väljakommutaator 4 abonendile ühenduste andmiseks. Mehanism ja elektrotehniline kombinatsioon on puust kastikese sisse mahutatud, kuhu on asetatud ka kommutaatori mikrotelefoni toru, elemendid, kahekordsete poolidega summer, mis on ühtlasi induksioonipooliks keskjaama mikrotelefonile. Ühenduste andmine sünnib kraanide K1, K2, K3, K4 ja K5 läbi, mis abonentidelt signaali vastuvõtmiseks paremale poole olgu pöördud. Aparadi eesmisel äärel on 5 ühendusklemmi; nendest kõige pahempoolsem on maa-ühendus, järgmised neli L1, L2, L3, L4 on abonentidelt tulevate liinide kinnitamiseks. Klemmide küljest lähevad ühendused

vastavate kraanide külge. Kraanide all on kaks pikka metallplaati P1 ja P2, mis üksteisest täiesti isoleeritud, mis aga, kui kraanisid üles- või allapoole pöörda, vastavaid abonentide või kommutaatori mikrotelefoni abonentidega ühendavad. Kraanid on samas järjekorras kui klemmidki, K1 on kommutaatori mikrotelefoniga ühenduses, K2 abonent L1-ga, K3 abonent L2-ga jne. Kraanisid võib signaali vastuvõtte seisaku pealt kas üles- või allapoole, s. o.



84. joonis.

tagumise P1 või eelmise P2 plaadi peale pöörda, nõnda kuidas tarvidus seda nõuab. Kui soovivad kõik 4 abonentide korruga isekeskis rääkida, siis on vaja kõik kraanid üles, s. o. tagumise plaadi P1 peale pöörda — ja tarvilik ühendus on antud. Ühendus on seesama, kui kõik kraanid eesmise plaadi P2 peale keerame. Mikrotelefoni käepideme küljes on klapp, mis rääkimise ajal peab maha vajutatama, et vool patareist B üle induksiooni esipooli ja mikrofone võiks käia. Kuulamise ajal peab klapp üleval seisma, millest järgneb induksiooni teisendpooli kuulamise vooluringist välja ühendamine. Mikrotelefoni käepi-

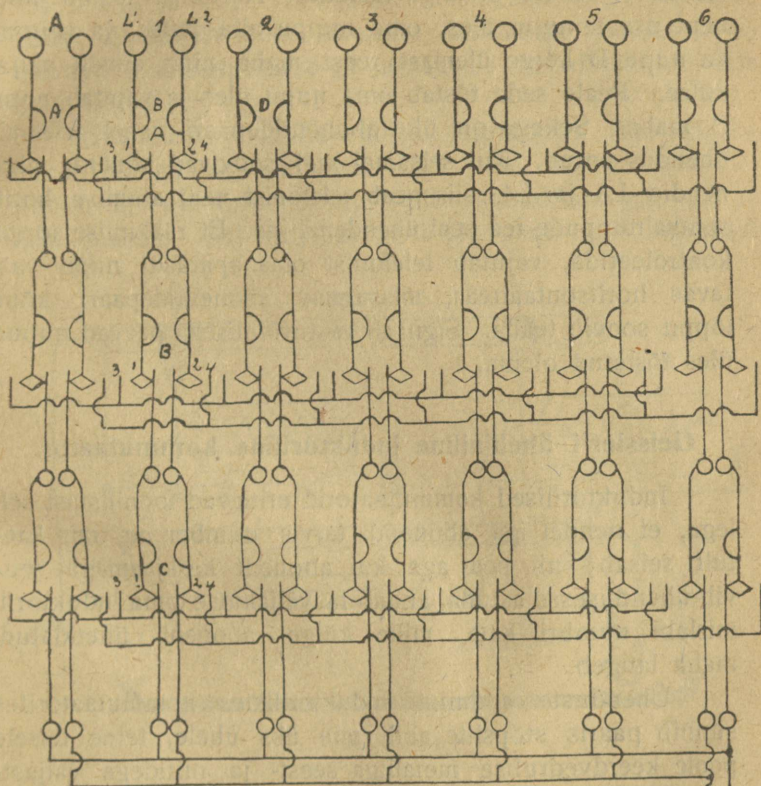
deme ülemises osas on mahavajutatav nupp N, mille mahavajutamise tagajärjel vool patareist üle summeri käib. Summeri plaadi võnkumise tihenemiseks on summeris kaks pooli. Kraanide juures olev nupp PN on vastuvõtte-summeri proovimiseks. Summerit proovitakse järgmiselt: kraan K1 180° pahemale poole pöörda ja nupud PN ja N maha vajutada; siis peab summer häälitsema; vastasel korral on summer rikkes.

Kommutaatoriga ühenduste andmine sünnib järgmiselt: Abonent nr. L3 annab väljakutse, telefonist keerab kraanid K1 ja K4 90° pahemale poole (üles), sellega oma telefoni abonent L3-ga plaadi P1 peal kokku ühendades. Abonent L3 soovib abonent L1-ga rääkida. Telefonist keerab oma aparadi kraani K1 ja abonent L1 kraani eesmisele plaadile P2 ja annab nupu N peale vajutades väljakutse. Peale seda keerab ruttu kraani K2 poole ringi võrra ülespoole, nõnda et see plaadi P1 peale satuks, kuhu ka K4 enne keerati. Sellega on abonendid L1 ja L3 rääkimiseks kokku ühendatud. Kui nüüd abonendid L1 ja L4 soovivad rääkida, siis võib neid kraanisid K3 ja K5 alla keerates plaadi P2 peale ühendada. Soovib aga telefonist nende kõne lõpetamist kontroleerida, siis teeb ta seda, oma kraani ülemise või alumise plaadi peale keerates. Peale kõne lõppu keerab telefonist kraanid signaali vastu.

### **Ericssoni kaheliiniline fooniline kommutaator.**

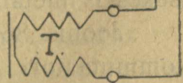
85. joonisel on näidatud Ericssoni kaheliinilise kommutaatori ühenduste kava 6 abonendile, mis oma põhimõtte poolest eelmisest kommutaatorist õige vähe lahku läheb. Kommutaatoril oma mikrotelefoni toru ja väljakutse-summerit ei ole; selleks tuleb kommutaatori liini klemmide A külge fooniline telefon ühendada, mille abil abonentidega võib rääkida. Kraanide asemel on siin kolm rida mahavajutatavaid nuppusid. Väljakutse vastuvõtmiseks on kommutaatoril kuuldetoru T, mis väljakutse-summerist tuleva voolu kuuldavaks teeb.

Kui abonent nr. 1 keskjaama välja kutsub, käib vool järgmiselt: Summeri teatud-sihiline vool tuleb kom-



85. joonis.

mutaatori klemm L1 üle puudete A1, B1, C1 ja sealt pealmist ühisjuhet mööda summerisse, summerist tagasi alumist ühisjuhet mööda, üle C2, B2, A2 ja klemmist L2 abonendi summerisse, kust ta oma alguse sai. Et signaal keskjaamas kuulda oli, peab telefonist keskjaamas vastama. Selleks vajutab ta kõige pealmises reas nupud A ja B maha. Nuppude mahavajutamise tagajärjel ühi-



nevad teravikud 1 ja 2 liikumata kontaktidega 3 ja 4, mis horitsontaalnuppude real isekeskises ühenduses. Abonent teatas, et soovib nr. 2-ga rääkida. Telefonist tõstab abonent nr. 1 nupu üles, oma nuppu alla jättes, ja vajutab ka nupu D kõige ülemast reast maha ning annab väljakutse. Peale seda tõstab oma nupu üles ja vajutab nupu B maha. Sellega on ühe abonentidepaari vahel telefoniühendus antud. Kui selsamal ajal soovivad kõnelda abonentid L3 ja L4, siis peab telefonist neid alumise horitsontaalnuppude rea peal ühendama jne. Et rääkimise lõppu kontroleerida, vajutab telefonist oma aparaadi nupu vastavas horitsontaalreas, missuguse abonentidepaari kõne lõppu soovib teada. Signaali vastuvõtmiseks peavad nupud üles tõstetud olema.

### **Geissler'i üheliiniline induktoriline kommutaator.**

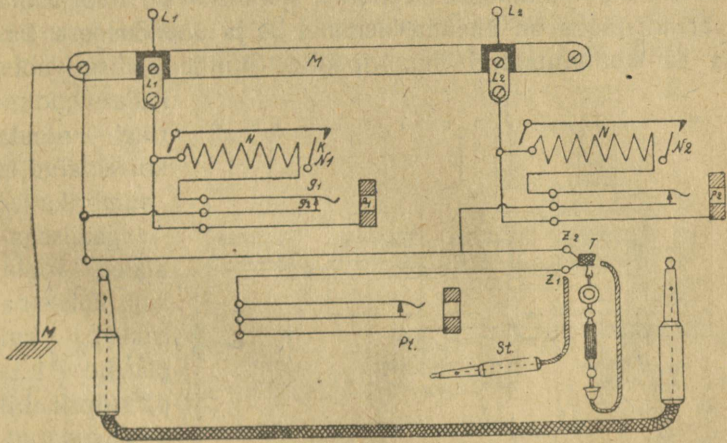
Induktorilised kommutaatorid erinevad foonilistest sellega, et nendel iga abonendi tarvis number on, mis kaetult seisab; nii pea aga kui abonent keskjaamaga soovib ühendusesse astuda, annab ta väljakutse oma induktoril, mis läbi numbriga kate, mille külge abonent ühendatud, maha langeb.

Ühenduste andmine induktorilistes kommutaatorites sünnib paaris stöpslite abil, mis üks ühele, teine teisele poole keerdvedrulise metalliga seest- ja niitidega väljastpoolt põimitud nõõri otsa kinnitatud, nõnda et stöpslid isekeskis metallilises ühenduses on.

Joonis 86 kujutab Geissleri vähese numbriga arvulise kommutaatori ühenduste kava. Klemmide L1, L2 jne. külge kinnitatakse abonentidelt tulevad liinide otsad. Liini klemmid on alumisest plaadist M (maa-ühendusest) hõreda siidiga isoleeritud, nõnda et klemmid ühes maa-plaadiga ühise kommutaatori piksekaitsja sünnitavad. Edasi läheb ühendus liini klemmist punkt h, seal kaheks harunedes. Esimene ühendus läheb numbripoolisse N, seal

edasi vedru kontaktisse  $g_1$  ja  $g_2$ , mis maaga ühenduses on. Teine haru läheb isoleeritud ühenduspesasse  $p$ . Kruvide  $Z_1$  ja  $Z_2$  külge ühendatakse keskjaama telefoniaparaat. Kruvi  $Z_1$  küljest läheb ühendus keskjaama telefoni tarvis olevasse ühenduspesasse  $pt$  ja samaks otstarbeks olevasse stöpslisse  $st$ .

Ühenduste andmine sünnib järgmiselt: Abonent  $L_1$  annab väljakutse, induktori vool käib üle klemmi  $L_1$ , punkti  $h$ , numbripooli  $N$ , vedru kontaktide  $g_1$ ,  $g_2$  ja sealt maasse. Sel ajal, kui vool üle pooli käis, sündisid



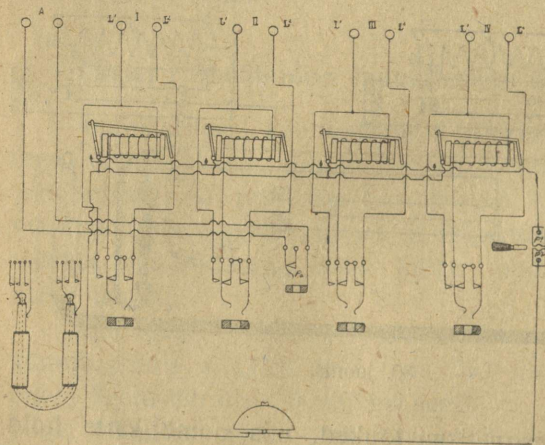
86. joonis.

perioodilised magnetismi tõuked, mis numbrikatte hoidja  $kh$  üles ja alla liikuma paneb; selle tõttu langeb kate alla ja number hakkab paistma. Telefonist keskjaamas võtab oma aparadi stöpsli  $st$  ja pistab ühenduspesasse  $pl$ , millest järgneb, et vedru kontakt  $g_2$  üles tõstetakse ja vool mitte maasse ei satu, vaid üle stöpsli pesa  $t_1$  keskjaama aparadi läheb. Teada saades, et abonent  $L_1$  soovib  $L_2$ -ga ühendust, võtab telefonist oma aparadi stöpsli ja ühendab ühenduspesasse  $p_2$ , oma telefoni peal signaali andes. On ta seda teinud, võtab ühe paari stöpsleid, pistab ühe nen-

dest pesasse p1 ja teise p2. Sellega on tarviline ühendus kahe abonendi vahel tehtud. Soovib telefonist abonentide kõne lõppu kontroleerida, siis võtab ta oma stöpsli st ja puutub sellega vastavate liiniklemmide vastu. Peale kõne lõppu peab stöpslid kohe välja tõmbama.

### Ericssoni kaheliiniline induktoriline kommutaator.

Kommutaatoris on iga abonendi tarvis kaks liiniklemmi L1 ja L2; sellele vastavalt on ühenduspesad ja stöpslid kahejuhtmelised ehitatud (joonis 87). Keskjaama aparadi jaoks on ühendusklemmid A ja ühenduspesa Pa. Ka on kommutaatori numbripoolide juurde alalise voolu



87. joonis.

kellaühendusring nõnda korraldatud, et numbrikatte langemisega alalise voolu kell kõlisesina hakkab, kui plaadid P1 ja p2 stöpsli abil on ühendatud. Stöpslite otsad on kahejärgulised, mõlemad jär-

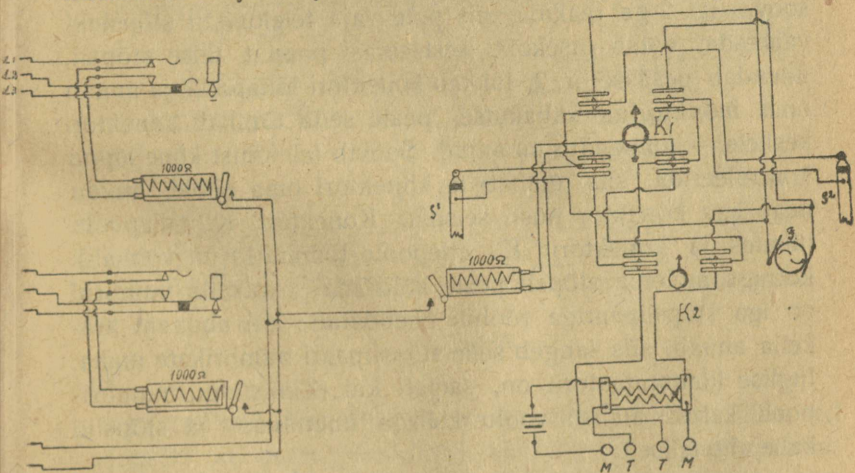
gud üksteisest isoleeritud, nõnda et ühenduspesasse pistmise korral stöpsli tipp ühe ja sääb teise kontaktiga ühineb.

Kommutaatori töötamine sünnib järgmiselt: Abonent I annab väljakutse. Telefonist võtab ühe paari stöpsleid, ühe stöpslitest pistab abonent I ühenduspesasse ja teise oma aparadi pesasse Pa. Teada saades, et abonent I soovib abonent II-ga rääkida, võtab telefonist

stõpsli abonent I ühenduspesast ja pistab abonent II ühenduspesasse; peale seda annab signaali. Peale signaali ühendab telefonist stõpsli, mis enne pesas Pa seisis, abonent I pesasse — ja tarviline ühendus on tehtud. Kõne lõpu kontroleerimine sünnib kommutaatori juures olevate paralleelsete stõpslitega. Alalise voolu kell ühendatakse ainult õõseks numbrite peale.

### Inglise kaheliiniline induktoriline kommutaator.

Inglise kaheliiniline kommutaator (joonis 88) erineb eelmistest sellega, et tal töötamine hõlbustatud on, vahetkuulamiseks ja väljakutsumiseks tarvis ei ole stõpsleid



88. joonis.

ümber vahetada, sest seda otstarvet täidavad konektorid K1 ja K2. Liinilt tulev vool ei käi ka, nagu eelmistes, enne numbripoolist ja pärast ühenduspesast, vaid vastupidi, millest järgneb takistuse vähenemine kõne vooluringis. Ühenduspesas on alumine vedrukontakt isoleeriva ainega maa-ühendusest lahutatud, mis piksekaitsja abinõuna oma otstarvet täidab. Kommutaatori külge on ehitatud telefon

ja induktor, nõnda et selleks vaja pole iseäralist aparaati ühendada. Kommutaatori eesküljel lauakese peal on konektorid K asetatud, mis harilikult püsti seisavad; tarviduse järele võib neid aga ette- või tahapoole lükata. Joonisel märgitud MTTM on ühendused mikrotelefoni kahvli jaoks. Keskaamast väljakutset võib anda ainult stöpsel S2-ga; selleks tuleb konektor tagasi lükata ja induktorit J vändast ringi ajada.

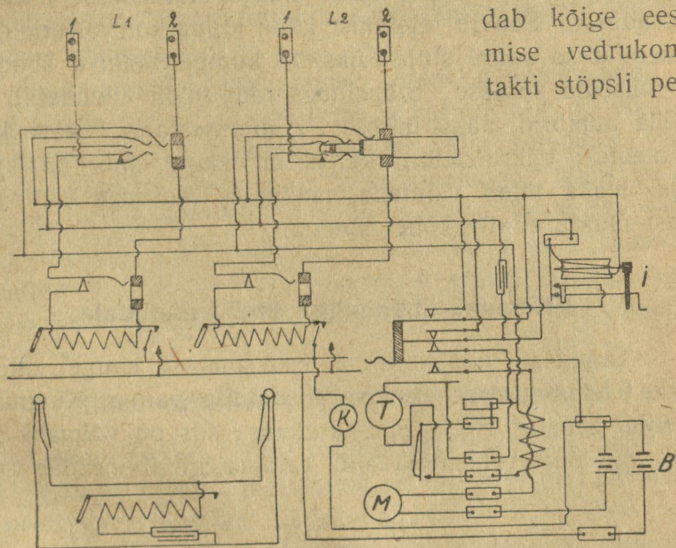
Ühenduste andmine kommutaatoril sünnib järgmiselt: Abonent nr. 1 annab väljakutse. Telefonist võtab ükskõik missugusest stöpslipaarist ühe pahempoolse stöpsli ja paneb vastavasse ühenduspesasse, siis tõmbab konektori ettepoole — ja telefonist võib abonendiga rääkida. Abonent nr. 1 soovib nr. 2-ga rääkida, siis pole vaja telefonistil stöpsleid vahetada, võtab otsekohe seitsmest paarist teise stöpsli, ühendab pesasse nr. 2, lükkab konektori tahapoole ja annab oma induktoriga väljakutse, peale seda tõmbab konektori keskele — ja ühendus on antud. Soovib telefonist kõne lõppu kontroleerida, siis tõmbab ta konektori oma poole, muidu peab aga konektor püsti seisma. Konektorit K2 tahapoole lükates ja konektorit K1 ettepoole tõmmates on võimalik korruga mõlema stöpsli peale kõlistada. Ärakella numbrid on iga stöpslipaariga rööbiti ühendatud; kui abonent ärakella annab, siis langeb selle stöpslipaari numbrikate maha. Inglise kommutaatoril on, samati kui eelmistelgi, numbripooli katted alalise voolu kellaga ühenduses ja stöpslid kahejuhtmelised.

### Saksa kaheliiniline kommutaator.

Saksa kommutaatoril on kahed stöpslid, kahed ühenduspesad ja mikrotelefoni kang, mil igaühel oma tähtsus ühenduse andmisel on. Kommutaatori ühenduste kava on 89. joonisel näidatud.

Et tähele panna, kuidas voolu ringkäigud ühe ja teise ühenduse tegemisel muutuvad, siis olgu tähendatud tarvi-

likkude ühenduste tegemise võimalused. Ülemised stöpslid ja ühenduspesad on kolmejärgulised, iga järk teistest isoleeritud, nõnda et stöpsli kõige eesmine järk kaks kõige tagumist vedrukontakti, järgmine keskmised ühtlasi alumisest tagumisest kontaktist lahutab ja stöpsli kõige tagumine järk ühendab kõige eesmise vedrukontakti stöpsli pe-



89. joonis.

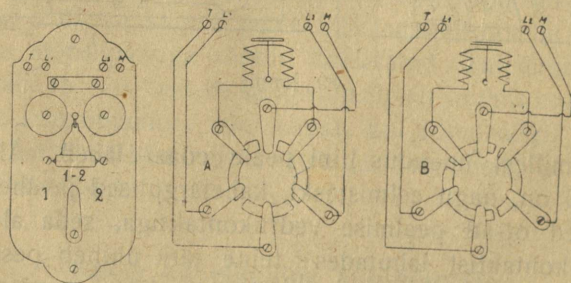
saga, millest ühendus liini peale edasi läheb. Alumised stöpslid on, nagu eelmisteski, kahejärgulised ja ühendavad eesmised otsad pealmise vedrukontaktiga, seda alumisest numbrkontaktist lahutades; teine järk ühineb pesa muhviga. Mikrotelefoni kang on joonise lihtsustamise pärast vastupidi näidatud, nõnda et kui mikrotelefon konksu otsa riputada, siis ühendab kang joonisel näidatud kaks ülemist kontakti kahe ülemise kangi plaadiga; joonisel on näidatud mikrotelefon mahavõetuna.

Telefonisti tegevus seisab järgmises: Abonent nr. 1 annab väljakutse. Telefonist võtab mikrotelefoni konksu

otsast ja pistab ülemisesse nr. 1 pesasse suure stöpsli. Teada saades, et abonent nr. 1 soovib nr. 2-ga rääkida, võtab ta suure stöpsli, ühendab abonent nr. 2 ülemisesse pesasse, vajutab mikrotelefoni kangi alla ja annab väljakutse. Selle peale kohe võtab ühe paari stöpsleid ja ühendab need abonent nr. 1 ja nr. 2 alumistesse ühenduspesadesse. Soovib telefonist kõne lõppu kontroleerida, siis ühendab ta suure stöpsli ükskõik kumba rääkiva abonendi ülemisesse pesasse. Stöpslitega rööbiti on ühendatud ärakella numbrid, nagu inglisegi kommutaatoris. Saksa kommutaatori mikrotelefoni küljes on klapp, mis kuulamise ajal maha tuleb vajutada, rääkimise ajal aga lahti lasta, sest muidu ei ole kõnet kuulda.

### Ericssoni üheliiniline ümberühendaja.

Sagedasti tuleb ette, et keskjaamast kaugel on vaja kaks telefoniaparaati üksteise lähedal üles panna. Kummalegi iseliini ehitada läheks aga kulukaks; siis on võimalik seda üht liini ümberühendaja abil kummalegi abonendile vahel-



90. joonis.

damisi tarvitada anda. Ümberühendaja pannakse selle abonendi juurde üles, kuhu keskjaama liin sisse tuleb.

Ericssoni ümberühendajal (joonis 90) on neli liiniklemmi; kõige pahempoolsem on oma telefoniaparaadi,

järgmine keskjaama-liini, kolmas teise abonendi ja neljas maa-ühenduse tegemiseks. Ümberühendaja sees on ring, mille peal kolm metallist plaati, mida vända abil võib kolme seisakusse pöörda. Ringi peale ulatavad kuus metallist liistu, mis paigal seisavad ja ringi peal olevate plaatide läbi kokku ühendatakse. Liistude küljest lähevad ühendused nelja eespool-nimetatud liini klemmidesse ja kaks ümberühendaja kellas.

Ümberühendaja töötamine: Vänt pahemal pool — räägib abonent nr. 1 keskjaamaga; samal ajal on võimalus abonent nr. 2 ümberühendajat välja kutsuda; vänt keskel — räägib abonent nr. 2 keskjaamaga. Vänt paremal pool — abonent nr. 1 räägib nr. 2-ga, keskjaam saab ümberühendajat välja kutsuda. Joonised a ja b näitavad ühendusi: a vänt keskel — abonent II räägib keskjaamaga, b vänt pahemal pool — abonent I räägib keskjaamaga.

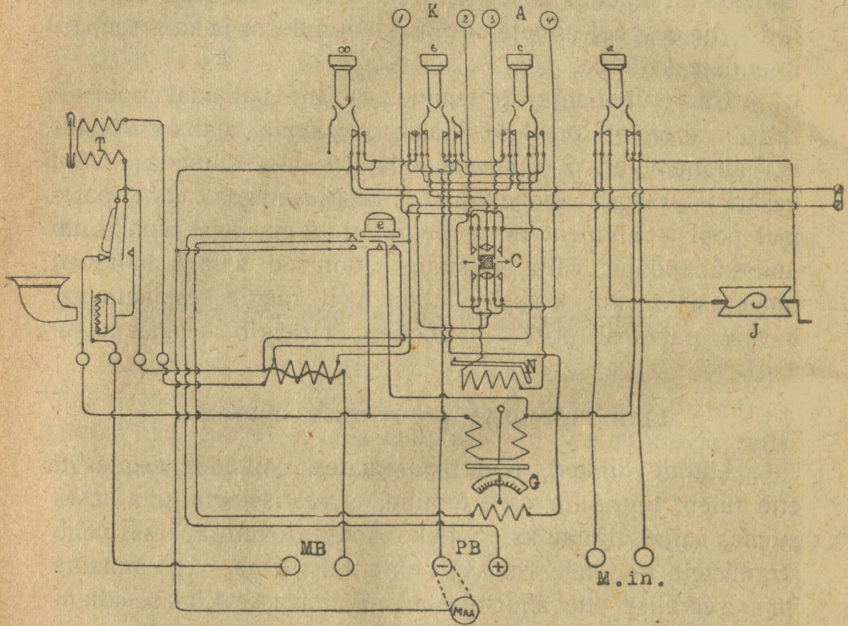
### Liini vigastuste proovimise aparaat.

Liinide rikked, mida suuremates võrkudes sagedasti ette tuleb, on nõude esile tõonud, et vea iseloom juba keskjaamas välja selgitataks. Sellekohane proovimisaparaat peab järgmistele nõuetele vastavalt ehitatud olema: 1) võimalus ilma iseäralise ettevalmistuseta proovitavasse liinisse ühendada, 2) kiirelt üht ehk teist liini osa proovida, 3) proovimise ajal abonendi ehk keskjaamaga ühendust saada.

91. joonisel on näidatud proovimisaparaadi ühenduste kava, milles proovimiseks tugev patarei PB ja masina induktori M. in. nabad sisse on võetud. Klemmide 1, 2, 3, 4 kaudu tulevad ühendused aparaadi seest, lähevad edasi neljast isoleeritud juhtmest kokkupõimitud nõõris ja lõpevad neljakontaktilises stõpslis. Kui stõpslid ristastuseraami proovikontaktisse pista, siis ühineb prooviaparaat keskjaamaga ja abonendiga, nõnda et keskjaam, prooviaparaat ja abonent ühel ajal üksteist kuulda võivad. Aparaaadi lauakese peale on konektor asetatud, mis harilikult püsti

seisab, mida aga võimalik on pahemale või paremale poole lükata, nõnda kuidas proovimise korral tarvidus nõuab.

On prooviaparaat liinisse ühendatud ja soovime abonendi poole rääkida, siis pöörame konektori pahemale poole; sellega muutub ühendus nõnda, et prooviaparaat abonen-



91. joonis.

diga ühenduses on, keskjaam aga numbrile peale väljakutse võib anda. Konektorit paremale poole pöördes oleme keskjaamaga ühenduses, abonent saab numbripooli välja kutsuda. Mahavajutatavad nupud a, b, c, d ja e on tugeva alalise ehk vahelduva voolu abil mitmesuguste liiniosade proovimiseks. Nupud c ja d on tugeva voolu patarei ja masina induktori ühendamiseks proovitava liiniosasse. Kui nupp c maha vajutada, ilmub proovimiseks alaline vool, nupu d kaudu aga vahelduv vool. Nupud a ja b on liini üksikute juhtmete proovimiseks.

Kui on tarvis abonendi liinist juhet nr. 1 läbi proovida, tuleb konektor pahemale poole pöörda (aparaat abonendiga ühendada), nupud a ja c maha vajutada (nupp a isoleerib juhtme nr. 2, c ühendab alalise voolu patarei proovitava liiniosa peale). Kui galvanoskoop selle juures voolu näitab, on juhe maaga ühenduses, mida ei tohi olla. Sellele kombinatsioonile lisaks vaja veel nupp e maha vajutada, mis patarei välja, proovitava juhtme aga üle galvanoskoobi maaga ühendab; siis saame teada, et juhe teiste voolu juhtmetega kokkupuutumises on, kui galvanoskoobinõel kõrvale kaldub. Konektorit paremale poole pöördes nendesamade nuppude mahavajutamise, proovime keskjaama-poolsest liinist juhet nr. 1.

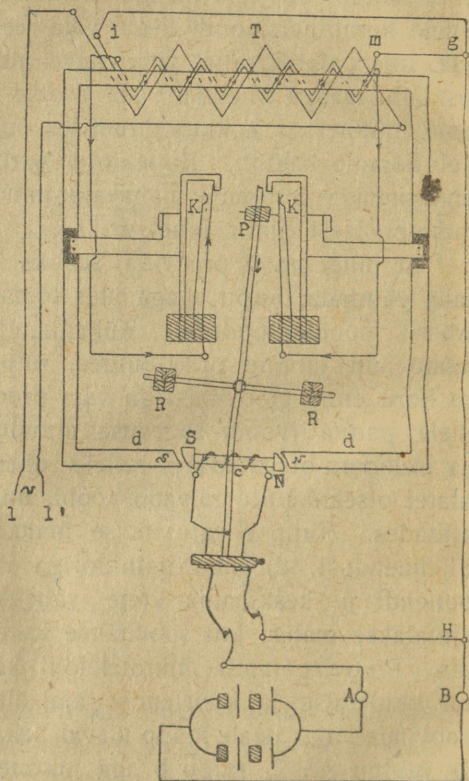
Et juhet nr. 2 proovida, selleks tulevad nupud c ja b maha vajutada, nupp a aga üles tõsta ja konektor proovitavasse poolde pöörda. Küljeühendust tuleb proovida samati kui juhtme nr. 1 juures, nupp e maha vajutada. Iga kord enne proovimist on vaja proovimisvoolu tugevust tähele panna (voolu tugevuse muudatuse järele võimegi vea iseloomu otsustada); selleks ühendame alalise voolu patarei otsekohe üle galvanoskoobi, nuppusid a, b, c maha vajutades. Nupp e vajutatakse maha: 1) kui proovitakse küljeühendust, 2) oma induktoriga väljakutsumisel ja 3) abonendi ja keskjaama kõne vaheltkuulamisel. Nupp d vajutatakse maha: kui soovitakse vahelduva vooluga proovida. Prooviaparaadi mikrotelefoni käepidemes on klapp, mis kuulamise ja kõnelemise ajal alla peab vajutatama; proovimise ajal peab klapp üleval seisma. Nupp a isoleerib juhtme nr. 2, nupp b aga juhtme nr. 1. Kui konektorit paremale poole lükata, siis ühineb aparaat keskjaamaga, pahemale poole — abonendiga.

Märkide seletus joonise juurde: K — keskjaama-poolsed juhtmete otsad, A — abonendipoolsed juhtmete otsad, J — induktor, M. in. — masina induktor, PB — proovipatarei, MB — mikrofoni patarei, N — numbripool, G — galvanoskoop, C — konektor.

## Voolumuutja.

On meil alalise voolu patarei ehk mõni teine alalise voolu allikas, siis võib teda ka vahelduva voolu aparaatide käimapanemiseks tarvitada, kui on nõndanimetatud voolumuutja aparaat olemas.

Voolumuutja aparaat (joonis 92) seisab koos kahest elektromagnetist, milledest üks, d, paigal seisab, teine aga, c, oma telje ümber liikuda annab. Paigalseisva elektromagneti ümber on induksiooni-pool, millel kaks esimähis ja üks teisendmähis on, nõnda et vool, mille sihti liikuv magnet oma pendli P abil muudab, kord esimesest esipoolist ühes, kord teisest esipoolist teises sihis läbi käib, sellega seisva elektromagneti nabasid vaheldades ja teisendpoolis induksioonivoolu esile kutsudes. Liikuv elektromagnetis käib vool alati ühtepidi ja nabad on kogu tegevuse aeg alalised.



92. joonis.

Joonisel näidatud seisukorras käib vool: harupunktist

h üle punkti g punktisse i ja alumisesse esipooli, sealt tagasi parempoolsesse vedrukontaktisse k ja mööda pendli varrast kuni patarei negatiivsesse nabasse. Sel ajal, kui vool alumisest esipoolist läbi käis, muutusid paigalseisva elektromagneti nabad vastunimelisteks ja eemaletõugatud liikuv magnet tõmmatakse jälle vastu, sellega ühtlasi pendlit pahempoolse vedrukontakti k' vastu ühendades. Patareist tulev vool võib nüüd punktide BHgm kaudu pealmisesse esipooli, sealt pahempoolsesse vedrukontakti K' ja pendli varrast mööda patareisse tagasi käia. Jälle muutuvad paigalseisva magneti nabad ja pendel tõugatakse tagasi, kusjuures ta endise voolutee avab. Et voolu sihtide ja magneti nabade vaheldumine väga kiiresti sünnib, tekib induksiooniseaduste põhjal teisendpoolis T vahelduv vool, mida klemmide l ja l' küljest võime ühendada. Pendli korrapäraseks liikumiseks on raskused RR.

# Telegraafiliinid.

## Postid.

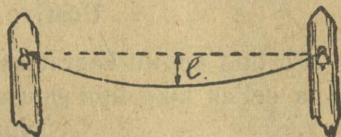
Telegraafipostid tehakse kõigist puutõugudest, peale kase, haava ja papli, mis ruttu mädanevad. Puud selleks raiutakse talvel detsembri-, jaanuari- või veebruarikuul, kui puukiht täiesti välja on kasvanud, vastasel korral hakkab post rutemini mädanema.

Postideks raiutavad palgid peavad järgmistele tingimustele vastama: nad olgu 1) sirged, 2) ümmargused ja 3) mitte väga okslised. Palgid puhastatakse okstest, koorest ja kuivatatakse 1 aasta õhu käes; kuivatamise ajal peab valvama, et postid ei lõhkeks ja tükati mädanema ei läheks. Pikemaks alalhoidmiseks kaetakse postid mõnesuguste soolasegudega ja õlivärvidega. Maa sisse pandavad otsad põletatakse ümberringi söele ehk kaetakse tõrvakorraga. Ülemised otsad tahutakse kahest küljest kuue tolli pikkuselt teravaks vee mahajooksmiseks; teravikud pannakse postide püstitamisel perpendikulaarselt liini sihile. Männipostid seisavad harilikult 6—7 aastat, soolaseguga kaetult 10 aastat. Tammepostid seisavad 12—15 aastat. Postide pikkus on  $3\frac{1}{2}$  süllast —  $4\frac{1}{2}$  süllani, teedest üleviimisel 5—6 süllani. Posti ülemise otsa diameeter  $3\frac{1}{2}$  süll.  $3\frac{1}{2}$  verssokit,  $4\frac{1}{2}$  süll.  $4\frac{1}{2}$  verssokit, 6 süll. 5 verssokit. Postide kõrgus oleneb 1) juhtmete arvust, 2) postide maasse paigutamise sügavusest ja 3) lõtvuseliini suurusest. Juhtmete arv on postidel mitte üle 20. Ülemine isolaatori konks kinnitatakse 6" posti ülemisest otsast, järgmised maleruutude järjekorras

teine teisele poole posti, nõnda et isolaatori konksud ühel posti küljel 1 jalast —  $3\frac{1}{2}$  jalani üksteisest eemal seisaksid. Juhtme kõige madalama punkti ja maapinna vahet peab kõige vähemalt 8 jalga olema, teest üleviimisel 14 jalga, aga üle raudtee 19 jalga 3 tolli.

### Lõtvuseliin.

Juhtme lõtvuseliiniks 1 nimetatakse kaugust isolaatorite vahelise sirgjoone ja juhtme kõige madalama punkti vahel (joonis 93). Lõtvuseliini suurus oleneb 1) postide vahest ja 2) temperatuurist. Katsete põhjal on järgmine lõtvuseliini tabel kokku seatud:



93. joonis.

### Lõtvuseliini tabel.

Temperatuur	P o s t i d e v a h e			
	40 sülda	$31\frac{1}{4}$ sülda	25 sülda	$16\frac{2}{9}$ sülda
	L õ t v u s e l i i n			
— 30°	23 tolli	*14 tolli	9 tolli	4 tolli
— 10°	32 „	21 „	14 „	$6\frac{1}{2}$ „
0°	37 „	25 „	17 „	9 „
+ 10°	42 „	29 „	21 „	$11\frac{3}{4}$ „
+ 30°	53 „	39 „	29 „	17 „

Postide maa sisse kaevamise sügavus on  $\frac{1}{4}$  kuni  $\frac{1}{5}$  nende kõrgusest ülemaalpool maapinda, kõvas ja paeses maapinnas  $\frac{1}{6}$  kuni  $\frac{1}{7}$  osa. Kui teedest on 11—20 juheta üle viia, siis kaevatakse 4- kuni 5-süllalised postid maa sisse 3 arssina pikkuselt, paesse  $2\frac{2}{3}$  arssina osa.

Postide arv versta peale on 12—25, mis juhtmete arvust ja nende jämedusest ära ripub (vaata allseisev tabel).

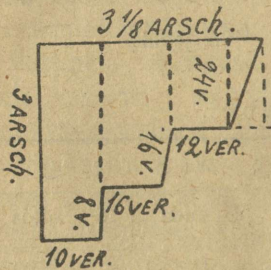
Juhtmete arv	Postide arv versta kohta	Postide vahe süldades
1—3	12 $\frac{1}{2}$	40
3—4	16	31 $\frac{1}{4}$
4—10	20	25
11—20	25	20

Teedest üleminekul ja mägistes maakohtades pannakse postid ligemale, kuni 16 süllani.

### Postide augud.

Postide augud kaevatakse neljakandilised, kolm külge otse ja neljas külge liini alguse poole astmetega (joonis 94).

Nurgaposti augul kaevatakse astmed tõmbitsa poole, sirgel liinil aga liini sihis (joonis 95). Postide aukude kohad märgitakse



94. joonis.



95. joonis.

enne tulpadega; augu kaevamist alustatakse 4 verssoki kauguses tulba ümber.

Posti püstitamisel pannakse astmete vastu seisva sein vastu laud, ehk kui seda ei ole, siis lattu või kang, nõnda et post ülesajamisel seinasse pidama ei jääks.

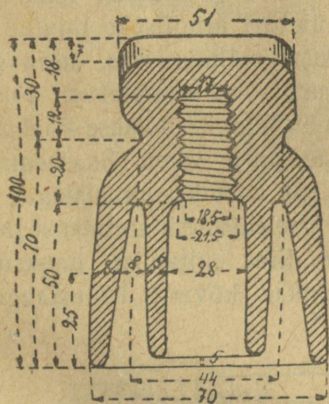
Liivases maapinnas kaetakse augu seinad laudadega, mis kaevamise järele alamale lastakse.

### Isolaatorid.

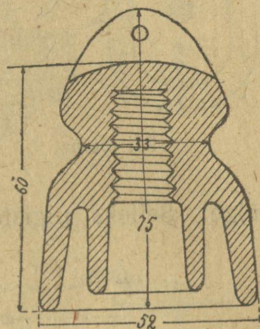
Isolaatorid on selleks, et voolu maasse jooksmast takistada. Oma ehituse poolest on nad peaaegu ühekuju-

lised, kuid suuruse ja sortide poolest lähevad nad üksteisest lahku (joonis 96 ja 97). Vindilõige on kõigil ühesugune, mis võimaldab tarvitada ühesuguseid konkse suurte ja väikeste isolaatorite jaoks. Isolaatoreid valmistatakse portselanist ja klaasist. Neil on peaaegu ümberpööratud tassi kuju, millel on kahekordsed seinad, selleks, et niiskus, mis isolaatori välisel pinnal laiali laguneb, mitte raud-

konksuni ei pääseks ja voolu maasse ei juhiks. Portselan, millest valmistatakse isolaatorit



96. joonis.



97. joonis.

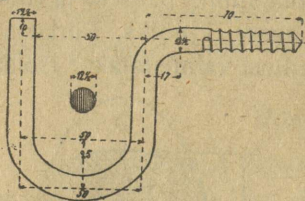
tor, on kõige parem savi (kaoliin), mis on põletatud kõrges temperatuuris ja sisaldab eneses tulekivi, kaali ja alumiiniumi segu. Portselan on iseenesest auke täis, sellepärast kaetakse ta klaasikorruga, s. o. glasuuriga.

Isolaatorite tähtsust silma pidades tuleb nad peale vabrikust väljalaskmist kõigekülgsele järelevaatusele võtta. Vastuvõetavatest isolaatoritest lüüakse mõni katki, et nende ühesugust segu välja selgitada. Peale selle võetakse seestpoolt tinaga kaetud nõu lahjendatud väävelhappega, kuhu asetatakse aukudega laud, millest isolaatorid ülemiste otsadega allapoole läbi on pandud. Et vedelik isolaatori ääri ei niisutaks, määratakse need parafiiniga üle. Proovimiseks võetakse 200—300-elementiline patareid, mille üks reofoor kasti tinaplaadiga ja teine isolaatori sees oleva vede-

likuga läbi galvanomeetri ühendatakse. Kui galvanomeeter voolu näitab, on isolaator kõlbmata.

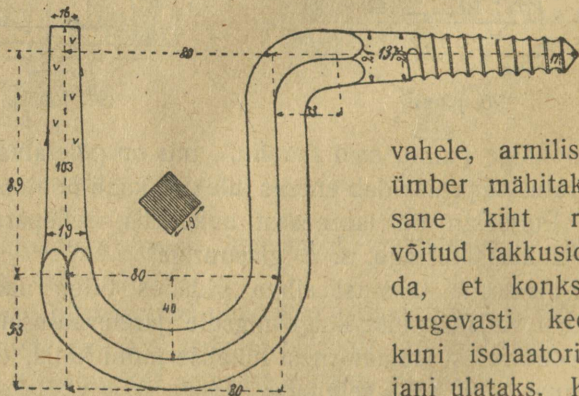
### Konksud.

Konksud valmistatakse kõige paremast ümmargusest ehk neljakandilisest rauast. Konksu ühes otsas on vint postisse keeramiseks, teine ots on ümbert armiliseks raiutud — takkude mähkimiseks, kuhu siis isolaator otsa keeratakse. Peale valmistamist keedetakse konksud roostetamise vastu linaseemneõlis ehk kaetakse rualakiga.



98. joonis.

Isolaatorid kinnitatakse juba enne liini ehitamist konksude külge. Selleks pigistatakse konksu kõverus kruustangide



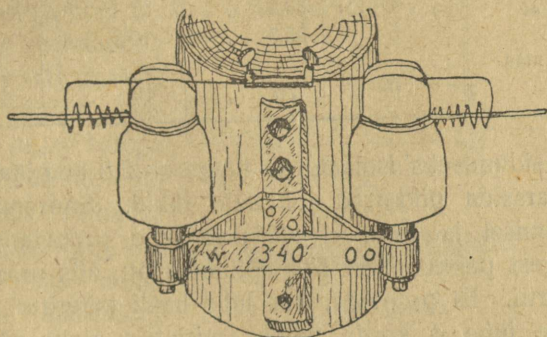
99. joonis.

vahele, armilise otsa ümber mähitakse tasane kiht rasvaga võitnud takkusid nõnda, et konksu ots tugevasti keerates kuni isolaatori põhjani ulataks. Konksu vastupidavuse proovimiseks tuleb ta kuni kõveruseni posti sisse

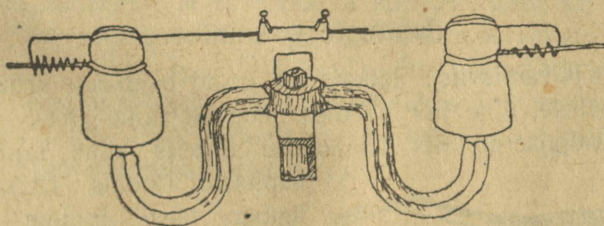
keerata ja siis teise otsa peale raskusi riputada. Konksud peavad suuruse järele raskustele 8—26 puudani vastu pidama.

## Revisjoni-kroonsteinid.

Revisjoni-kroonsteinid kinnitatakse kontrollpostidele harilikkude konksude asemele (joonis 100 ja 101). Kroon-



100. joonis.



101. joonis.

steinid on kaheharulised; neile keeratakse isolaatorid ja kinnitatakse siis kruvide abil posti ehk seina.

## Telegraafi juhtmed.

Telegraafiühenduseks tarvitatakse ületsingitud raudjuhet mitmesuguses jämeduses (vaata tabel lhk. 136).

Peale selle tarvitatakse pikkadel postivahedel, nagu jõgedest ja kuristikudest üleviimisel, 2,75 mm terasjuhet.

Mis tähend.	Juhtme jämedus mm	Katkestamise takistus	Kaal 1 v.	Elektr. takist. 1 verst. o.
Linna liinil	3	18 puuda	4 pd.	17,7 oomi
II järgu „	4	33,5 „	7 „	10 „
Pealiinil	5	55,5 „	10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> „	6,4 „
Niiskes maa- kohas	6	76 „	15 „	4,4 „

Juhtme sidumiseks isolaatorite külge on 2,5 mm jämedused ja 1,5 arssina pikkused juhtmete tükid. Suuremal viisil vastuvõtmisel ja ostmisel võetakse juhe proovimise alla; kui kõigest pakkumisest 5% kõlbmata on, siis praagitakse terve partii. Et proovida, kas juhe hästi tsingitud, selleks pannakse juhe 4 korda umbes minutiks ajaks silmakivisulatisesse. Kui proovitav juhe seal punaseks muutub, siis on ta halvasti tsingitud.

### Juhtmete jätkamine.

I jätkamisviis: Jätkatavad otsad pannakse kruustangide vahele, ühte juhtme otsa pikemalt välja jättes. Pike-  
malt väljajäetud ots keeratakse tihedas kihis lamedate  
näpitsate (joonis 102) abil  
ümber teise juhtme 7—8  
korda. Peale seda võetakse  
ümberkeeratud osa kruustan-  
gide vahele ja teine vaba ots  
keeratakse samas korras ümber  
juhtme (joonis 103). Et jätk roostetamise eest kaitstud oleks,



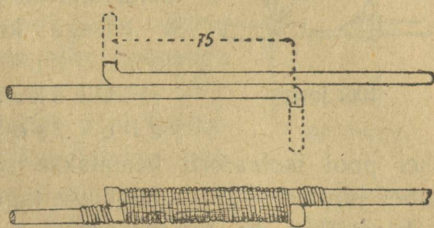
102. joonis.



103. joonis.

tinutatakse ta üle. Selleks asetatakse jätkatud koht rasva-

olluste kõrvaldamiseks pooleks minutiks salmiakisulatisesse, selle järele tinutamisedelikkku, mis kõik muu kõrvalise ära peseb, ja siis sulatatud tinasse, kuni see jätkuvahed täidab. Tinutamisedelik seisab koos ühest osast tsingiga küllastunud soolhapest ja  $1\frac{1}{2}$  osast puhtast veest. Tsingi sulamise reaktsiooni puhul tekivad gaasid, mis plahvatavad; sel- lepärast peab tulega ettevaatlik olema. Ti- nutamiseks võetakse 2 osa inglis- ja 1 osa seatina, mis selle- kohastes kastrulites üles sulatatakse.

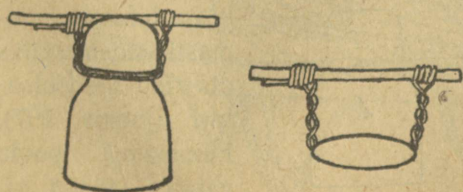


104. joonis.

II jätkamisviis (britannia jätk): Ületinutatud kokku- jätkatavad juhtmete otsad keeratakse umbes poole tolli pikkuselt kõveraks ja pannakse 3 tolli pikkuselt vahelite; siis keritakse peenikese juhtmega tugevasti ümber (joonis 104), ka külgede poole veel 7—8 ringi. Siis lõigatakse kõverdatud otsad lühikeseks, jätk puhastatakse liivapaberiga ja tinutatakse üle. See jätkamisviis on väga lihtne, kuid jätkamist peab korralikult toimetama.

### Isolaatorite külgesidumine.

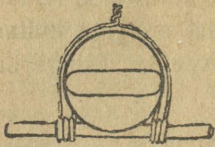
Juhte seotakse isolaatorite külge ühekordse sidemega iga 5 posti tagant ja nurgapostidel kahekordse sidemega.



105. joonis.

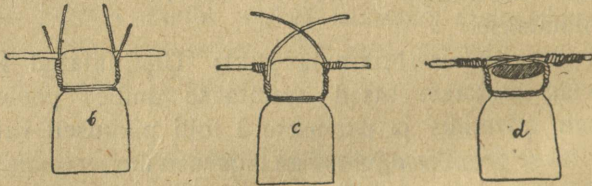
Ühekordne sidumine, juhe isolaatori peal. Võetakse  $1\frac{1}{2}$  jala pikkune side, selle keskpaigaga keeratakse ühel pool isolaatorit mõned rin-

gid ümber juhtme, peale seda keeratakse mõlemad otsad teineteise ümber kuni isolaatori peenendatud kohani, siis tõmmatakse mõlemad harud, teine teiselt poolt isolaatorit, ja keeratakse harud jälle isekeskis kokku kuni juhtmeni, üks ots pööratakse juhtme kõrva ja teisega keeratakse pealt kinni (joonis 105).



106. joonis.

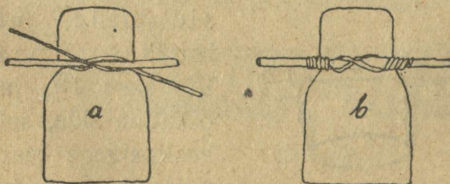
Ühekordne sidumine, juhe isolaatori küljel. Ühel pool isolaatorit keeratakse side umbes paar korda ümber juhtme, siis tõmmatakse tugevasti ümber isolaatori ja keeratakse ka teisele poole isolaatorit juhtme ümber



107. joonis.

mõned ringid. Pärast seda keeratakse mõlemad vabad sideme otsad teineteisega kokku (joonis 106).

Kahekordne sidumine, juhe isolaatori peal. Selleks võetakse kaks 2 jala pikkust sidet, keskkohad tõmmatakse ümber isolaatori peenendatud koha, keeratakse teine side teisele poole isolaatorit kuni juhtme kõrguseni

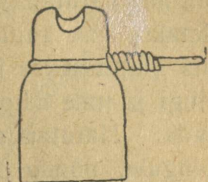


108. joonis.

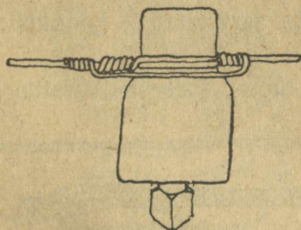
üksteise ümber, siis kõverdatakse kummastki sidemest üks ots risti üle isolaatori (joonis 107), kummalegi poole vabaks jäänud sidemega keeratakse

ülekõverdatud ots ja juhe ümber, pärast seotakse veel ülekõverdatud ots ümber juhtme.

Kahekordne sidumine, juhe isolaatori küljel. Kaks sidet tõmmatakse keskpaiadega risti üle juhtme ümber isolaatori. Teist ringi tõmmates tuleb kummalegi poole isolaatorit juhtmeni kaks sideme otsa, nendest pannakse üks juhtmega kõrvu, teisega seotakse üle (joonis 108). Nõndasama tehakse teisel pool isolaatorit. Viimases postis kinnitatakse juht-



109. joonis.



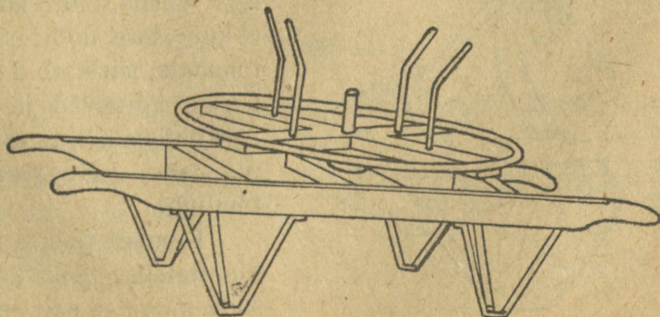
110. joonis.

me ots isolaatori ümber ja siis umbes 8 ringi juhtme ümber tagasi (joonis 109).

Peenikese ja jämeda juhtme ühendamine sünnib isolaatori peal (joonis 110) nõnda, et mõlemad isolaatori külge nagu viimases postis kinnitatakse ja siis peenike juhe ümber jämeda mähitakse.

### Juhtme harutamise käru.

Et juhtme harutamist liini ehitamise korral hõlbustada ja sõlmesattumist hoida, selleks on iseäralised kahe rattaga



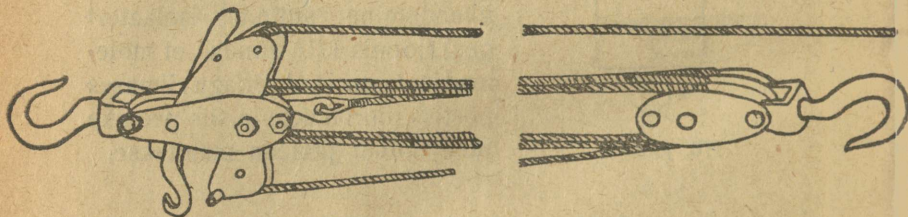
111. joonis.

kärud ja kandraamid olemas (joonis 111). Käru ehk kandraami peale on koonusetaoline, alt jämedamaks minev pool paigutatud, mis vertikaalselt oma telje ümber keerleb. Juhtme harutamisel pannakse juhtme kera pooli peale ja sõidetakse ehk kantakse liini sihis; kera pealt tulev juhtme ots kinnitatakse liini alguspunktis; edasi sõites käib pool ringi ja juhe hargub, ilma et kuidagi sõlmi sisse võiks satuda. Harutamisel tõmmatakse juhe iga  $\frac{1}{3}$  versta peal pingule, nõnda et ülesseadmise korral palju edasi vedada ei tuleks.

### Plokid ja konnad.

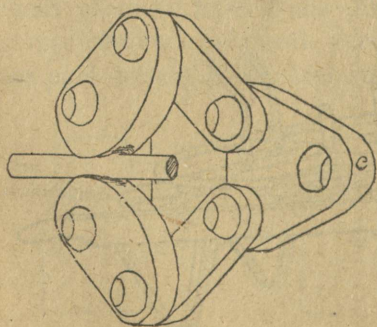
Juhtme postidele tõmbamiseks tarvitatakse plokkisid ja konnasid.

Plokid (joonis 112) seisavad koos kahest 3 rattaga



112. joonis.

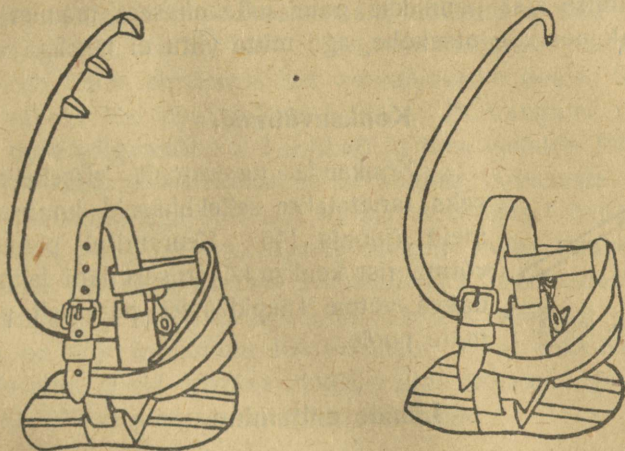
karbist, milledele tugevad konksud külge kinnitatud. Need ratastega karbid on nõõriga ühendatud, nõnda et kui vabast nõõri otsast tõmmata, siis karbid üksteisele liginevad ja sellega ühtlasi konna vahele pigistatud juhe pingule tõmbub.



113. joonis.

Konnad (joonis 113) kinnitatakse ploki konksude külge ja nad seisavad koos kuuest, otsa-

dega üksteise külge kinnitatud raudplangist, mis isekeskis liikuda annavad. Kahel viimasel küljeplangil on sisemistele külgedele sooned sisse raiutud, millede vahele pingutatav juhe asetatakse. Konnad pigistavad juhet seda



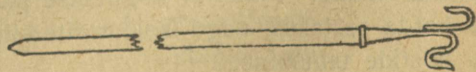
114. joonis.

kõvemini, mida tugevamini pingutatakse. Pingutamise ajal kinnitatakse plokid ühe otsaga posti külge.

Posti otsa pääsmiseks tarvitatakse ronimisraudu (joonis 114), mis rihmade abil jalgade külge kinnitatakse.

### Tõstekonks.

Juhtme tõstmine isolaatorile sünnib pikkade keppide otsa seatud kahekordsete konksude (joonis 115) abil. Ülespoole pöördud konks on juhtmete tõstmiseks, allapoole pöördud konks — puuokste murdmiseks juhtmete läheduses.



115. joonis.

## Konksupuurid.

Konksude kinnitamiseks lastakse sellekohaste teravate vindiga puuride abil postile augud sisse. Puuride jämedus ripub sellest, kui tugevaid konkse postidele pannakse. Puurimise ajal pannakse puur sellekohasest raamist läbi, et auk postisse otsekohe, aga mitte viltu ei läheks.

## Konksuvõtmed.



116. joonis.

Konksude tugevamalt sissekeeramiseks tarvitatakse sellekohaseid konksuvõtmeid (joonis 116). Keeramisel pannakse võtme rist konksu kõverusest läbi ja pööratakse võtme käepidemest paremalt paemale poole.

## Liinide ehitamine.

Ehitamistegevus on järgmine: 1) ettevalmistused ja 2) töö liini jaoskondades.

Tööd liini jaoskondades on: 1) aukude kaevamine, 2) postide tahumine ja konksude sissekeeramine, 3) juhtme harutamine ja jätkude tegemine, 4) postide püstitamine ja 5) juhtme kinnitamine isolaatoritele.

## Ettevalmistused.

Kõige pealt määratakse liini siht, tehakse kindlaks selle pikkus, siis materjali hulk ja punktid materjali jaotamiseks liinile. Materjal kogutakse jaotuspunktidesse, kus ta korda seatakse, nagu isolaatorite kinnitamine konksudele ja postide tahumine.

Liini sihi ajamine sünnib teivaste abil. Selle juures püütakse liini sihti teede läheduses ja võimalikult sirgelt läbi viia, soodest ja rabadest eemale hoides. Siis märgitakse kohad vaiakestega, kuhu postid tuleb püstitada. Teede

kõrval viimisel on tarvis silmas pidada, et postid maha-langemisel teed kinni ei paneks ja et liin kasvavatesse puudesse ei satuks, kus oksad juhtmetesse ehk nende peale võivad kukkuda. Tee kõrval pannakse postid üle kraavi teest eemale, tee pöörangul aga sissepoole pöörangut. Linnades püütakse liin kõrvalisemaid tänavaid mööda viia, külades aga ääri mööda, kui see liini mitte asjata ei pikenda. Raudteede ääres ehitatakse liin vahimajakeste poole, teest mitte vähem kui posti pikkus eemale. Pöörangutel pannakse postid ligemale kui harilikult ja juhe jäetakse lõdve-male. Postide kohaletoometamine sünnib hobustega ehk rongil platvormidega, kus siis, et mahaviskamisel õnnetust ei juhtuks, posti ots rongi tagantpoolt enne maha visatakse.

Liini pikkus jaotatakse 2-verstalisteks jaoskondadeks. Jaoskonna peal võib korraga kuni 20 töölise töötada. Töö kestus on siis miinimum 160 töötundi. Liini pikkuse ja tööliste arvu järele tehakse kindlaks liini ehitamisaeg.

20 töölise määramine jaoskonna peale:

Eelmised 4 tundi:		Järgmised 4 tundi samad töölised:	
Aukude kaevamiseks	14 in.	Postide püstitamiseks	12 in.
Postide teritamiseks	1 „	Juhtme tõmbamiseks	5 „
Konksude keeramiseks	1 „	Juhtme kinnitamiseks	2 „
Juhtme harutamiseks	3 „	Liini tehnik	1 „
Liini tehnik	1 „		

### Tööriistad:

Raudlabidad	14 tükki	Konnad	3 tükki
Kangid	2—7 „	Konksuvõtmed	2 „
Kirved	4 „	Möödupuu (toll, verss., cm.)	1 „
Lauad 2½ arss.	2 „	Viilid	2 „
Tinutamis-abinõu	1 „	Käsi-kruustangid	2 „
Hargid postide ja juhtme tõstmiseks	1 „	Viled	2 „

Tamp, 2-puud.	2 tükki	Tangid, lamedad	2 tükki
Ronimisraud	2 „	„ teravad	3 „
Plokid	2 „	Konksupuurid	2 „

### Töökord ehituse-jaoskonnas.

Instrument peab ühel ajal töölistega kohale jõudma, kus see siis neile kätte antakse ja liinitehniku poolt ära seletatakse, mida keegi peab tegema. Augukaevajatele näidatakse kohad kätte, nõnda et järjest 4 auku kahe mehe peale tuleb. Samal ajal algab postide teritamine, isolaatoritega konksude sissekeeramine, juhtme harutamine ja jätküde tegemine ühes tinutamisega. Kui versta peale 14 posti on ette nähtud, siis tuleb jaoskonnal 28 posti-auku kaevata. Augu mahutis on ligikaudu 36 kuúpjalga ja selle kaevamiseks kulub ühel inimesel keskmise kõvadusega maapinnas umbes kaks tundi.

### Postide teritamine ja konksude keeramine.

Postide teritamiseks määratakse üks mees, kes umbes 10 minutiga posti teravaks peab tahuma; peale selle on tema hooleks tugede ja tõmbitsate korraldamine. Konksude keeramist toimetab üks tööline, aukusid ennemini



117. joonis.

ette puurides, mida ettevaatlikult tuleb toimetada, et konksud otse postisse saaksid. Konksud keeratakse ühes isolaatoritega konksuvõtme abil kuni konksu kantideni postisse. Kohtadel, kus juhtmed ära jäätavad, keeratakse konks nõnda sügavale, et konksu kõverus vastu posti tuleb. Püstitatud postile konksu keeramiseks ronib tööline raudadega üles, kinnitab enese vööga posti, puurib augu ja kinnitab konksu isolaatoriga. Mõnikord on tarvidus juhtmeid mööda maja seinu tõmmata. Selleks raiutakse kivipuuriga sein auk, lüüakse puutükk sisse, millesse konks ehk kroonstein kee-

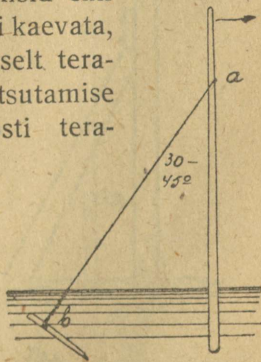
ratakse, ja kaetakse pealt gipsiga ehk tsemendiga. Terava nurga peal seisvale postile keeratakse kaks isolaatorit, et juhe postiga kokku ei puutuks (joonis 117).

### Juhtme harutamine ja jätkude tegemine.

Töölisel, kes juhete harutab, on tinutamis-abinõud kaasas ja ta teeb jätkusid, teised kaks harutavad ja tõmbavad juhtme pingule, et see mitte kõverasse ega keerdu ei jääks. Juhtme harutamine sünnib sellel poolel, kuhu konksud sisse on keeratud. Harutades lõigatakse kõlbmatud tükid vahelt välja ja otsad jätkatakse peale seda kokku ning tinutatakse üle.

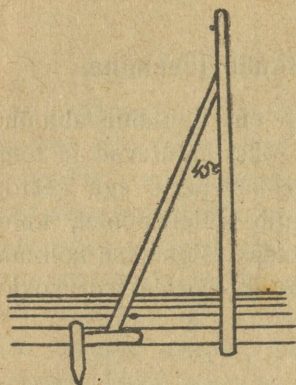
### Postide püstitamine.

12 töölist jaotatakse kahte kolonni, kummaski 6 inimest; kumbki kolonn töötab iseseisvalt. Üks töolistest hoiab lauda posti-augus, 5 töölist nihutavad posti tüve kuni  $1\frac{1}{2}$  arssinani lauani ja ajavad posti raudharkidega püsti; mõnikord tarvitatakse selleks ka pukkisid ehk plokkke. Soodes ja rabades auk sügav ei kaevata, raiutakse aga posti tüvi kolmenurgeliselt teravaks ja lastakse siis vinnadega õõtsutamise ja litsumise abil sügavamale. Posti teraviku serv, isolaatorid ja posti märk peavad perpendikulaarselt liini sihile olema. Posti vertikaalsust proovitakse rippuva pendliga eemalt ja vaadatakse, kas enne ülespandud postid tema varjule jäävad. Peale proovimist aetakse posti ümber kiva ja mulda, mis tambiga kinni lüüakse; posti ümber jäetakse muld veidi kõrgemaks, et vesi eemale langeks. Nurgapostid kinnitatakse tõmbitsate ja tugedegaga. Tõmbitsa posti



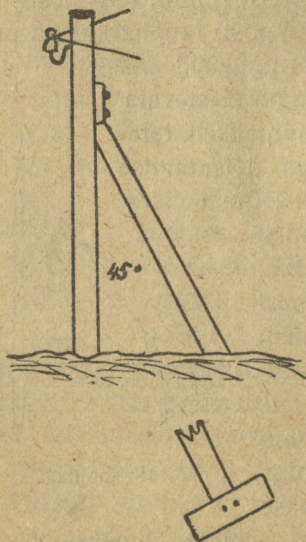
118. joonis.

ümber kinnitamise punkt valitakse allapoole juhtmeid, alumine tõmbitsa ots pannakse postist nõnda kaugele



119. joonis.

puust vaia ülemise õnara ümber ja lüüakse viltu, nõnda et

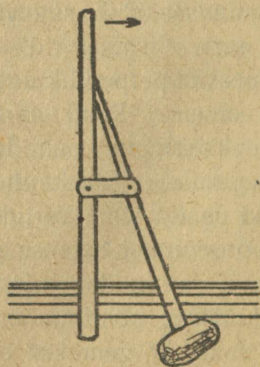


120. joonis.

maasse, et nurk posti ja tõmbitsa vahel  $30\text{--}45^\circ$  oleks (joonis 118). Tõmbits on kahest 4 mm juhtmest kokku keeratud; kui aga juhtmeid postil rohkem kui 6, siis võetakse selleks 4 juhet. Tõmbitsa tross võetakse loomulikust pikkusest sidumise otstarbeks 5 jalga pikem. Ülemine tõmbitsa ots harutatakse lahti ja tõmmatakse kummaltki poolt posti ühepalju otsi, mis tagasi tõmbitsa ümber keerutatakse. Alumine ots kinnitatakse 5 jala pikkuse ja 5—6 tolli jämeduse

puust vaia ülemise õnara ümber ja lüüakse viltu, nõnda et tõmbits ja vai täisnurga sünnitavad, umbes 4 jala sügavuselt maasse. Tõmbits pannakse väljapoole nurka.

Toed pannakse nurga sissepoole; ülemine ots toe-

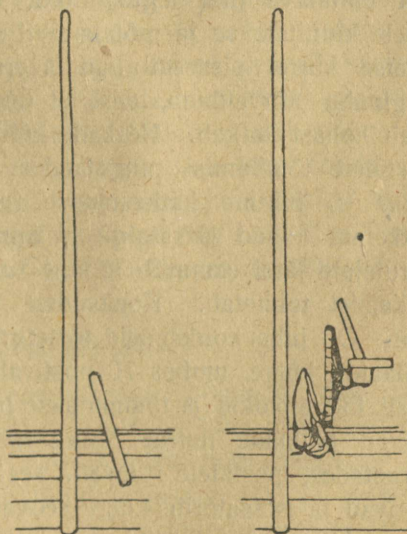


121. joonis.

tub umbes  $\frac{3}{4}$  posti kõrgusel, nõnda et nurk posti ja toe vahel mitte vähem kui  $45^\circ$  oleks (joonis 119). Toe vastu hoidmiseks lüüakse postisse 2 tolli paksune, 6 tolli pikkune liist, toe ots tehakse posti ümmaruse järele õõnsaks ja kinnitatakse kahe läbiulatava poldiga, üks toe poolt ja teine alamalt, posti poolt küljest. Kinnitamist võib ka juhtmega ümber sidudes toimetada ja sidet kruvipeadega paigal hoida. Toe alumise otsa kindlustamiseks pannakse pehmes maapinnas umbes arssina pikkune tulp vertikaalselt toe otsa vastu (joonis 120). Soodes kinnitatakse toed kahe kinnitajaga, milledest üks toe otsa all ja teine maapinnast ülemal tuge postiga ühendab (joonis 121).

### Postide kaitsmine möödasõitvate vankrite, jää ja pikse eest.

Postid, mis teepöörangutel ja suuremates liikumiskohtades, saavad tihti viga möödasõitvatest vankritest. Selle kaitseks pruugitakse umbes 3—4 jala kõrgusi kaitsetulpasid ja kiva (joonis 122), mis asetatakse 3 tolli kaugusele postidest. Linnas, kus kaitsetulbad ja kivid liikumist segavad, pruugitakse sagedasti ka posti külge kruvitavat kolmnurk-rauda, mis nii kõrgele asetatakse, et vankri teljeotsad posti ei puutuks.



122. joonis.

Jõgede ääres võivad kevadel jääpangad, mis vesi kaldale toob, postisid maha murda. Et seda ära hoida, ehitatakse jõe poole äärde raudvitsadega kaetud pukid. Puki vastu tulles jaguneb jää tükkideks ja läheb mõlemalt poolt posti läbi. Et niisugune kaitse jääd paremini lõhuks, kinnitatakse tema peale pikuti kolmnurk-raudlatt.

Kõrge ja lageda maa peal, kus pikne kergesti võib postidesse lüüa, ehitatakse postide külge piksenooleid, mis õnnetuste korral pikse maa sisse juhivad. Nooled valmistatakse harilikult 5—6 mm juhtmest ja lüüakse posti külge klambritega kinni. Juhe keeratakse posti otsas umbes 4 tolli pikkuselt spiraali ja alumine ots kaevatakse maasse.

### Juhtmete tõmbamine.

Läheb liin mööda metsa või sood, siis jäetakse tambur ehitatava liini alguspunkti, kuna juhtme ots hobuse järele kinnitatakse ja mööda sihti edasi tõmmatakse. Harutamise korral sissesattunud keerud ehk sõlmed tulevad tingimata kõrvaldada, sest et muidu juhe pingutamisel sealst kohast katkeb. Nõrkade kohtade proovimiseks enne postidele tõmbamist pingutatakse juhe plokkide abil juba maas  $\frac{3}{4}$  juhtme katkestamise tugevusega; selle juures katkenud kohad jätkatakse ja tinutatakse kokku. Juhtme harutajate järel sammub tööline tinutamise-abinõudega, kes jätkamist toimetab. Konksudele tõstetakse juhe harkide abil. On juhe konksudele tõstetud, seotakse ta liini algul isolaatori külge, umbes 10 postivahe kaugusel kinnitatakse posti külge plokid ja tõmmatakse juhe pingule. Paar meest jäävad plokkide juurde, kuna teised, ennast sidemetega varustades, postidele ronivad, seal juhtme parajaks reguleerivad ja isolaatorite külge seovad. Õigel liinil seotakse juhe isolaatori peale liht sidemega, üle viie posti, nurgapostil aga kahe sidemega.

## Postide nummerdamine.

Ehitatud ja remonteeritud liinidel postide kontroleerimiseks ja vigade tähendamisteks nummerdatakse postid ära. Postide nummerdamine algab peapunktist, millest liin välja läheb. Iga posti peale tähendatakse tema püstitamisaasta arvust kaks viimast numbrit. Nummerdamist ja märkimist toimetatakse järgmiselt: post puhastatakse niimeistriga umbes  $1\frac{1}{2}$  meetri kõrguselt maapinnast, numbritele vastava pinna suuruselt, siledaks, shabloon pannakse puhastatud koha peale ja värvitakse üle.

## Liini omadused.

Tehnilistele nõuetele vastavalt ehitatud liinidel peavad olema järgmised omadused: 1) Liin peab olema võimalikult sirge, vähese takistusega ja maast hästi isoleeritud. Ta peab minema mööda käidavat teed, et kergem oleks liini seisukorra järele valvata; rabadest ja soodest liini läbikäik ei ole soovitatav. 2) Postid peavad nii püstitatud olema, et nad liikumist tänavatel ei segaks ja nende mahakukkumisel tee kinni ei sulguks. 3) Juhtmed peavad kasvavatest puudest eemal olema. Kõikidest nendest punktidest võib kõrvale kalduda ainult kõige hädalisematel juhtumistel. Kui liin mööda mägist maad läheb ja möödu järele post parajasti orgu satub, mil juhtumisel juhe künka kohast väga madalasse jääb, jagatakse postivahed 1., 2. ja 3. posti vahel nõnda, et mõlemad postid mäe veerule tuleksid.

## Kontrollpostid.

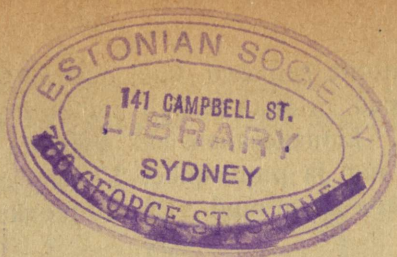
Et juhtmed tihti mitmesugustel põhjustel rikki lähevad, oleks nende vigastuste leidmine pika maa peal ilma proovimata raskendatud. Proovimiste hõlbustamiseks ehitatakse raudtee-äärsetele liinidele jaama ette ja maantee-äärsetele liinidele käidavatesse kohtadesse umbes 10—20 versta peale kontrollpostid. Kontrollpost läheb harilikult

postist lahku sellega, et ta veidi tugevam ja tal harilikkude konksude asemel kaheharulised kontrollraudad on.

Liini proovimisel ühendatakse aparaat juhtmega kontrollraudade küljes olevate klemmide abil. Iga kontrollpostil on maa-ühendus, mis ühtlasi ka piksevarda ülesannet täidab. Ülesronimise hõlbustamiseks on kontrollpostidele raudastmed sisse löödud.

### **Puuokste lõikamine.**

Puuoksad, mis vastu juhtmeid puutuvad, hõlbustavad niiske ilmaga voolu jooksu maasse; sellepärast tuleb nad ära saagida, raiuda või lõigata, nõnda et oksad juhtmeist umbes 1 jalg eemal oleksid. Okste lõikamist toimetatakse kääridega; selleks otstarbeks pannakse käärid ridva otsa, teise kääriharu külge seotakse pikk nõör. Ridva abil tõstetakse käärid puu oksani, kus nad oksa nõörist järsu tõmbega maha lõikavad.



## Telefoniliinid.

### Postid.

Telefoniliinid jagunevad kahte liiki: linna ning linnadevahelisteks liinideks. Linnadevahelised liinid lähevad linna liinidest lahku vähema juhtmete arvu, nende jämeduse ning postide suuruse poolest. Postide vastupidavuse pikendamiseks asetatakse linnades neid sagedasti raudaluste peale ja mõnel juhtumisel tarvitatakse ka raudposta, millede kõrgus 4, 5, 6 ja 7 sülda. Raudalusteks pruugitakse raudteerööpaid ehk profiil U ja I raudu, mis 4 meetri pikkusteks tükkideks on lõigatud. Need kinnitatakse postide külge kolmest küljest järgmiselt: Saetakse posti tüve otsast jalapikkune tükk ära, tahutakse posti tüvi kahe meetri pikkuselt kolmest küljest vähe lapikuks, millede kohta rööpa ehk raua otsad kinnitatakse. Alusraud kinnitatakse posti külge 4—5 mm raudjuhtmega, seda 8—10 korda ümber mähkides ja pärast pingule keerutades. Et juhtme keerd mitte järele ei annaks, lõõdakse ta raudpoltidega posti külge kinni. Et postid raudalustel kannaksid, kinnitatakse alused servade pealt ja ülevalt raudpoltidega posti külge. Alumiste alusraua otste vahele kinnitatakse juhtme ja poltidega ennem ärasaetud posti ots.

Raudpostid on ümmargused ja neljakandilised. Neid seatakse üles beton- ehk tsementalustele.

### Konksud, isolaatorid ja juhtmed.

Telefoniliinide ehitamiseks tarvitatakse konkse ja isolaatoreid, mis telegraafiliinidel tarvitavate konksude ja

isolaatorite sarnased, kuid oma mõõtude poolest viimastest vähemad. Konks kaalub umbes  $1\frac{1}{2}$  naela ja isolaator  $\frac{1}{2}$  naela. Linnadevahelisteks liinideks tarvitatakse raudjuhet 3—4 mm ja pronksjuhet 2,7 mm jämedusega, linna liinideks aga 2 mm raud-, 1,2 mm pronks- ja 1,5 mm terasjuhet.

### Traversid.

Postide peale rohkema arvu juhtmete äramahutamiseks pruugitakse traverseid. Traversid on olemas 4-, 6-, 8-, 10- ja 12-wardalised. 12-wardalisi traverseid tarvitatakse harva, sellepärast et nad nii pikad on, et posti otsas seisev tööline ei ulata kõige äärmise isolaatorini.

Isolaatorite kinnitamiseks traversitele on  $5\frac{1}{2}$  tolli pikused ja  $\frac{1}{2}$  tolli jämedused raudvardad, mis üksteisest 12 tolli kaugusele on kinnitatud. Traversite kaal: 4-ward. 11 naela, 6—17 n., 8—28 n., 10—1 puud, 12 tüüp A—32 n. ja 12 B—11 n.

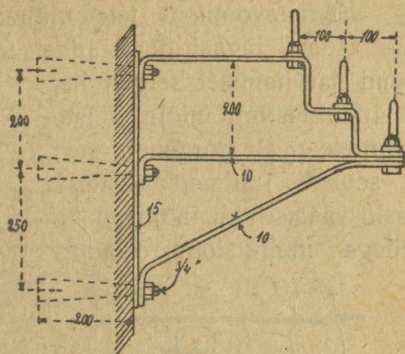
Kõige ülemine travers kinnitatakse posti otsast 6 tolli alamale, alumised 14—16 tolli üksteisest eemale. Traversite kinnitamiseks saetakse postile traversi laiune õnarisse ehk tahutakse post sellest küljest lapikuks. Et traversite otsad juhtmete raskuse tõttu mitte viltu ei vajuks, ühendatakse nad sideraudadega, mis valmistatud  $1\frac{1}{2}$ -tollilisest lamedast rauast. Üks sideraud ühendab kolm traversit kokku; on aga traverseid rohkem, siis ühendatakse nad mitme siderauaga. Põiktraverseid tarvitatakse liini pöörangutel kõrvalistesse tänavatesse. Põiktraversid kinnitatakse traversi otste külge kolmenurgeliste raudklambrite abil.

### Juhtmete tõmbamine mööda seinu ja katuseid.

Üksikute abonentide liinide ehitamiseks linna sees tarvitatakse müürikonkse, kroonsteinisid ja seinatraverseid (joonis 123). Müürikonksud on ühe- ja kahejuhtmelised. Tuleb aga mitu liini mööda majaseinu vedada, siis tarvitatakse kroonsteinisid ja traverseid, mis kiviseintesse gipsiga, puu-

seina aga kruvidega kinnitatakse. Kroonsteinisid ja seinatraverseid on mitmesuguseid, nagu seda nõuab juhtmete arv ja see, kuhu neid tuleb kinnitada.

Juhtmeid mööda katuseid viimiseks tarvitatakse traverseid ja tornikuid. Tornikud kinnitatakse maja sari-kate külge poltidega; juhtmete paljuse järgi ehitatakse neid sellekohasest nurkrauast kolme- ja neljakandilisi. Juhtumistel, kui õhukaablit tarvita-



123. joonis.

takse, kinnitatakse ka kaablikastid tornikute külge. Linna sees pannakse postid tänavate nurkade peale nõnda, et juhtmed kõrvalistesse tänavatesse viimise korral majaseintesse kinni ei hakkaks.

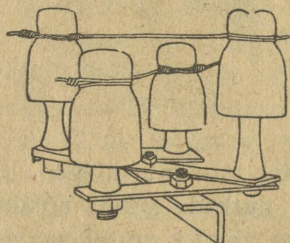
### Linnadevahelised liinid.

Linnadevahelised liinid erinevad linna liinidest ainult oma pikkuse ja otstarbekohasema ehitusega. Arusaadav, et selleks tarvitatavad abinõud võimalikult kõige paremini korraldatud oleksid, et kaugus kõnelemise peale tuntavat mõju ei avaldaks.

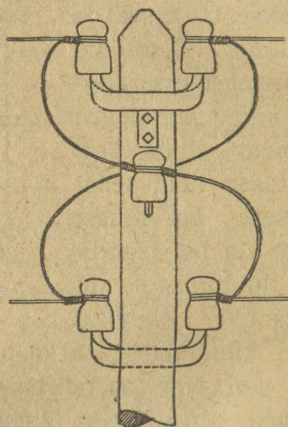
Linnadevahelisel, nagu üleüldse kõigil pikkadel liinidel, peab induksiooniga rehkendama, mis ilma teatavaid kaitseabinõusid tarvitamata kõnelemise sootuks võimatuks teeb. Ühtedele ja samadele postidele ligistikku tõmmatud kaks juhet avaldavad teineteise peale mõju, nõnda et kui ühel juhtmel kõneldakse, siis kutsuvad voolu vaheldused teises juhtmes sama palju vaheldusi esile, ja viimase peal on kuulda kõik see, mis räägitakse esimesel juhtmel. Kui

samal postil ka veel telegraafijuhtmed on, siis tekitab iga vooluimpuls telefonides iseäralise vastiku pragina, mis kõnet segab.

Et maavoolusid telefoniühendusest kaotada, hakati maa asemel tagasitulevat juhet tarvitama. Niisuguse süsteemi tarvitamisel selgus ka, et induktsiooni mõju teiste juhtmete peale nõrgeneb, sest et schleifi juhtmed üksteise peale vastastikku mõjuvad ja sellega induktsiooni kahju-



124. joonis.

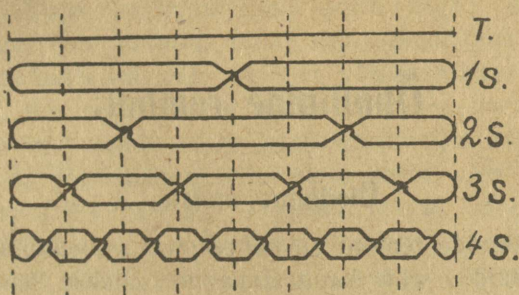


125. joonis.

liku mõju teiste juhtmete peale kõrvaldavad. Et aga üks juhe schleifis teistele juhtmetele ligemal seisab kui teine, siis on arusaadav, et teistest juhtmetest mõju schleifi peale tunduv on. Selle kõrvaldamiseks vahetatakse schleifi juhtmete seisukorda kõrvalisele juhtmele (joonis 124 ja 125), nõnda et schleifi esimest ja teist juhet kordamööda kõrvalise juhtme ligemale asetatakse. Schleifide ristastamine sünnib kõrvaliste liinide pikkuse järele (joonis 126). Kõige ülemine T — telegraafijuhe tõmmatakse ilma seisukorda vahetamata kõige ligemale telefonischleifile — 1 s, tehakse rist poole maa peale, järgmisele — iga eelmise schleifi sõlmede ja lõpupunktide keskkohale jne. kuni kuuenda schleifini, millele rist jälle poole maa peale tehakse.

Juba esialgsed katsed näitasid, et raudjuhe viivitava

magnetilise tegevuse tõttu pikkade liinide ehitamiseks kõlbmata on. Katsed, mis mitmetes ilmajagudes toime pandud, näitavad, et liinidel, mis mitte pikemad kui 170 km, 4 mm dm. raudjuhe kõnet palju halvemalt edasi annab



126. joonis.

kui 2,7 mm vaskjuhe. Kui sellesama raudjuhtme pikkus 500 km peale tõstetakse, on kõne vaevalt kuuldav; 1000 km peal ei ole aga midagi kuulda. Vaskjuhtmega on aga samadel kaugustel võimalik selgelt rääkida.

# Õhuliinide remont.

## Üleüldine mõiste.

Õhuliinide remont on kaheksugune: üleüldine ja ajutine. Üleüldist ehk kapitaalremonti tehakse harva, selle juures vahetatakse enamasti kõik postid; ajutist remonti tehakse aga igal suvel, selle juures vahetatakse mõned postid ja suuremalt osalt kindlustatakse neid tüvetugedega ehk kükitatakse.

Remondi alla kuuluvad järgmised tööd: 1) postide vahetamine, 2) postide kükitamine ja nende õiendamine, 3) postide kindlustamine tüvetugedega, 4) tugede parandamine ja kaitsetulpade uuendamine, 5) isolaatorite uuendamine ja puhastamine, 6) ajutiste jätkude väljalõikamine ja uute tegemine.

## Postide vahetamine.

Post tuleb vahetada siis, kui ta on väga mädanenud, nii et tüvetugede panemine oma otstarvet ei täida, ehk niivõrd lühike, et allalaskmise puhul kõige alumine juhe madalamale tuleb, kui see tehniliste nõuete järele lubatud on.

Postide vahetuseks kaevatakse uus posti-auk umbes meetri kaugusele vanast postist; uus post aetakse juhtmete vahelt üles ja tambitakse mullaga kinni. Enne ülesajamist keeratakse postile konksud sisse ehk kinnitatakse traversid külge, sideraudu aga panemata jättes. Juhtmeid vana posti küljest lahti tehes annab tööline need uue posti otsas

seisvate tööliste üle, kes nad uue posti isolaatorite külge seob. On vana post juhtmeist vaba, siis saetakse ta maha ehk kaevatakse välja.

Linnades, kus palju juhtmeid ja traverseid, võtab iga üksiku juhtme lahtiharutamine palju aega; sellepärast tarvatakse teist abinõu, mille varal posti ilma juhtmeid puutumata saab vahetada: nimelt võetakse kaks postipikkust latti, mis teine teisele poole posti üles seatakse, seatakse traversid nende külge juhtmega kinni, kruvitakse traversid vana posti küljest lahti, mille järele post lahti kaevatakse ja maha lastakse. Niimoodi jäävad traversid kahe lati najale seisma, senikui uus post üles on aetud. Uus post aetakse vana posti auku, mis ennemini sissevarisenud mullast puhastatakse ehk tarvilisel korral sügavamaks tehakse. On uus post üles aetud, kinnitatakse traversid selle külge ja viimased vabastatakse lattidest. Selle meetodi järele ei võta hulga juhtmetega posti vahetamine kuigi palju aega.

Nurgaposti vahetamise korral peavad traversid enne nende lahtikeeramist tõmbitsatega kinnitatama.

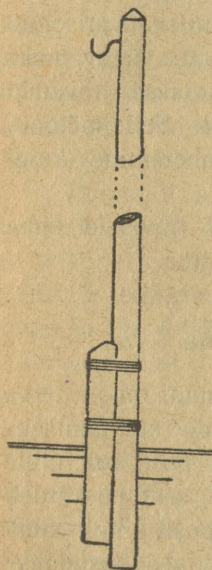
### Postide kükitamine ja õiendamine.

Kui post ainult maapinnast mädanenud on ja tema pikkus lubab, siis lastakse ta maasse, mida kükitamiseks nimetatakse. Selleks kaevatakse mööda liini posti-auk, mille sügavus vähem võib olla kui uue posti auk, sest post tuleb iseenesest juba lühem. Paar meest hoiavad posti kinni, kuna kaks saega maapinnas teda maha saevad. Peale seda tõstetakse posti ots auku ehk võetakse vana posti tüvi, kirve tera posti sisse lüües, välja ja lastakse post vana auku tagasi. Nurkade peal tuleb post enne kükitamist plokkidega kinnitada, mille järele toega postil tugi lahti võetakse, post alla lastakse ja tugi jälle kinni lüüakse. Peale kükitamist tuleb tugi kõrgemale lüüa või otsast tükk ära saagida ehk sügavamasse kaevata. On tugi kinnitatud, lastakse plokid

pikkamisi lahti. Tuleb tõmbitsatega kinnitatud postisid kükitada, siis lühendatakse peale kükitamist tõmbits ehk seatakse ta kõrgemale. Kükitamise puhul märgitakse posti peale aasta-arvu alla rist ja selle alla kükitamisaasta.

Tormi ja juhtmete tõmbe all vajuvad postid liinidest välja. Et neid õiendada, tuleb post sealtpoolt, kuhu õiendada, maapinnast lahti kaevata, harkidega õigeks lükata ja muld kõvasti ümbert kinni tampida. On aga post mööda liini viltu vajunud, tuleb enne õiendamist juhtmed lahti harutada, siis õiendada ja juhtmed jälle kinni siduda.

### Postide kinnitamine tüvetugedega.



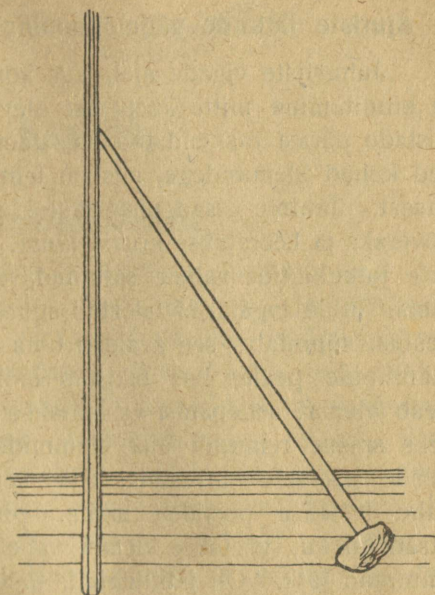
127. joonis.

Kui uusi postisid saadaval ei ole, kükitamiseks vanad aga lühikesed on, siis pruugitakse mädanenud postikoha kinnitamiseks nõndanimetatud tüvetugesid (joonis 127). Tüvetugi on 2—3 meetri pikkune posti ots, mis kaevatakse posti kõrvale maasse, seotakse maapinnast ja pealtpoolt otsast 4—5 mm juhtmega 10 korda ümber ja keeratakse raudpulgaga kõvasti kinni. Et tüvetugi hästi posti vastas püsiks, tahutakse tema teine pool posti järele õõnsaks, pealt aga libamisi, vihmavee mahajooksmise hõlbustamiseks. Milgi tingimusel ei tohi aga posti tüvetoe panemisel lapikuks teha.

### Tugede parandamine ja kaitsetulpade uuendamine.

Juhtmete tõmbe all annavad toed järele ja postid vajuvad viltu. Et niisugusel juhtumisel juhtmed lõdvemale vajuvad ja kergesti kokku puutuda võivad, tuleb posta

õiendada. Posti õiendamiseks tuleb post plokkidega õigeks tõmmata, selle juures postile tagasivajumiseks vähe tagavara andes, ja toe otsa alla suur kivi panna (joonis 128), ehk tugi posti küljes allapoole lasta. Toekivi alla mulda panna ei ole soovitatav, sest peenike kerge muld vajub kergesti ära ja post vajub jälle viltu. On tugi mädanenud, siis vahetatakse ta ära, kasutades selleks otstarbekas vanu, tervemaid poste. Plokke lahti lastes tuleb tähele panna, kas post mitte järele ei anna.



128. joonis.

### Isolaatorite vahetamine ja puhastamine.

Rikutud isolaatorid, mis ei täida oma otstarvet, tulevad remondi ajal tingimata vahetada. Ajutise remondi ajal vahetatakse täiesti katkised isolaatorid. Üleüldise remondi ajal vahetatakse võimalikult kõik, millede pealne äär katki on läinud. Kui katkine isolaator liig tugevasti konksu küljes on, siis tuleb ta ära purustada. Peale seda keeratakse uus isolaator otsa ja seotakse juhe kinni. Linnades, vabrikute lähedal korjub isolaatorite peale paks tahmakord; aja jooksul, kui tahmakord paksemaks läheb, hõlbustab ta

voolu jooksu maasse; sellepärast puhastatakse neid lapi ehk väikese harjaga.

### Ajutiste jätkude väljalõikamine ja uute tegemine.

Juhusliste vigade ajal, kus korralik jätkude tegemine ja kinnitamine mitte käepärast olevate materjalide ja tööriistade pärast raskendatud on, ühendatakse juhtme katki-  
sed kohad klemmidega, mis on tehtud kahe tolli pikkusest vasest. Juhtme otsad pistetakse klemmist läbi, käänatakse kõveraks ja keeratakse kruvid kinni. Aja jooksul klemmide ehk jätkukihtide vahele sattunud vesi ajab juhtme roostetama, mille tagajärjel takistus suureneb ja viimati ka katkestust sünnitab; see avaldab oma mõju iseäranis simultaanliinide peale, kus takistus mõlemal liinil ühesugune peab olema; sellepärast vahetatakse selle pahe kõrvaldamiseks suvise remondi ajal klemmidega jätkud ja tehakse nende asemele britannia ehk vene jätkud, järgmiselt: Juhe lastakse postidelt maha, pingutatakse jätkukohast otsad kokku, võetakse klemm vahelt välja ja tehakse uus tinutatud jätk. On jätk tehtud, tõstetakse juhe uuesti isolaatorile ja seotakse kinni. Linnaühendused peavad nõnda korraldatud olema, et kaugemad ühendused pealmistel traversitel posti ääres ja lühemad ühendused alumistel traversitel äärmiste isolaatorite kaudu lähevad.



## Kaablid.

### Kaablitest üleüldse.

Kaablid lähevad oma isolatsiooni ehituse poolest üksteisest lahku ja jagunevad: õhu-, maa-, vee- ja väljakaabliteks. Õhu-, maa- ja veekaablid on ühe- ja kahejuhtmelised ja nendesse on koondatud rohkemal arvul sooni. Väljakaablid on ainult ühesoonelised. Sooned kaablis on mitmesuguse jämedusega vask- ja terasjuhtmetest tehtud. Rohkemasonelised ühejuhtmelised kaablid on pealt õhukese tinapaberi-korraga kaetud, mis induktiooni kaotamiseks maaga ühendatakse. Niisuguseid kaableid nimetatakse anti-induktsioonilisteks. Kahejuhtmelistes kaablites puudub tinakord ja sooned neis on niidiga paari mähitud, mille juures iga paari isolatsioon isevärvi on. Soonte arvu järgi on suuremad kaablid 20, 25, 30, 40, 50, 75, 100, 175 jne. soonega. Ühejuhtmeliste äratundmiseks kahejuhtmelistest märgitakse neid järgmiselt: ühejuhtmelisi 100X1 (sajasoone-line), kahejuhtmelisi 100X2 (sajapaariline).

### Telegraafikaablid.

Isoleeritud telegraafijuhtmed, mis maa ehk vee alt läbi panemiseks määratud, seatakse üksikutest peenikestest vaskjuhtmetest sooneks kokku. Sooned ei tehta üksikust juhtmest järgmistel põhjustel: Et telegraafiliinis nõrk alaline vool tsirkuleerib, siis ei tule soone läbilõige kuigi suur, vahest 2—3 mm; kui nüüd seesugust juhet maa alla panna, ei suuda ta mehaanilistele tegevustele, nagu keerutamine,

tõmbus ja järsk pöörang, mitte vastu pidada; arusaadav, et kaabel, üksikust vaskjuhtmest koosseisev, mehaanilisele tegevusele väga nõrka takistust vastu seab, millest järgnevad väga sagedad rikked. Neid halbusi on püütud kõrvaldada sellega, et üksik soon mitte ühest, vaid mitmest peenikesest üksteise ümber keerutatud juhtmest võetakse. Telegraafikaablid valmistatakse 3, 5, 7 ja rohkem juhtmest kokkukeeratud soontega. Kui aga soone läbilõige tarvis jämedam, siis võetakse keskmine juhe soones jämedam ja selle ümber keeratakse peenemad juhtmed. Soonte arvu järgi on telegraafikaablid 1-, 3-, 5-, 7- jne. soonelised, mis omakorda jällegi üksteise ümber on keeratud.

Iga soon isoleeritakse kahe- või kolmekordselt guttapertshi ehk kautshukiga. Guttapertshiga isoleeritakse peasjalikult veekaablid; kautshukiga, samati ka gummiga läbiimbunud linase riidega isoleeritakse maakaablid. Viimasel ajal on telegraafikaablite juures paberi-isolatsiooni tarvitama hakatud. Sellekohane paber valmistatakse taimekiududest, mis väga otstarbekohane elektrotehnilisest ja materjalsest küljest. Oma väikese mahutise pärast on paberiga isoleeritud sooned ka kiiresti töötavate aparaatidega kaugel vahe peale töötamiseks väga otstarbekohased. Paberiga isoleeritud sooned keerutatakse kergelt üksteisega kokku, kaetakse takkudega, mis tõrvaga või mõne muu isoleeriva ainega läbi imbunud; selle järele kui kaabel kautshuki ehk guttapertshiga kaetud on, soomustatakse takukiht pealt raudjuhtmetega.

Mere- ja jõekaablid soomustatakse 4—7 mm raudjuhtmetega, mille juures nõutav on, et 7 mm soomustamisjuhe mitte 1000 klg, 5 mm — 650 klg. ja 4 mm — 440 klg. tõmbe mõjul ei katkeks. Maakaablite soomustamisjuhtmed võetakse vähema läbilõikega, aga nimelt 2 ja 3 mm. On kaablijuhtmed paberiga, niitidega või linase riidega isoleeritud, siis kaetakse kaabel pärast soonte kokkukeeramist ja takukihi katmist seatina-kihiga, sest et eelmine isolatsioon sooni niiskuse eest ei kaitse. Seatina-kiht kaetakse jälle

asfaldi- ehk tõrvatakkudega ja soomustatakse siis. Soomus harilikult punutakse tõrvatud ehk asfaldiga imbunud taku ehk linase niidiga üle. Samati kaetakse ka maakaablid juhtme ehk õhukese vitsraua soomusega. Juhtumistel, kui kaabel tunnelitest ehk sellekohaselt ehitatud maa-alustest kraavidest läbi viimiseks on määratud, jäetakse tinakiht katmata.

### Telefonikaablid.

Telefoniühenduste maa ehk vee alt läbi panemiseks tarvitatakse peaaesjalikult paberi- ja õhukihi-isolatsiooniga kaablisooni. Telefonikaablid jagunevad kahte kategooriasse: ühe- ja kahejuhtmelised.

Ühejuhtmelised telefonikaablid: Nagu teada, on õhu dielektriline jäädavus vähem kui ühelgi teisel isoleerival ainel. Kõige paremaks telefonikaabliks oleks see, kus sooned üksteisest õhuga isoleeritud. Muidugi on seda võimatu kätte saada, aga kuni praeguse ajani on sellele ideele enam-vähem lähemale saadud.

Esimised seesuguse isolatsiooniga kaablid valmistati järgmiselt: Sooned, mis paberi ehk takkudega kaetud, asetati tinatorusse, mille vaba ruum parafiiniga täideti. Kohe, kui parafiin veel vedelas olekus, pumbati sellesse süsihappegaasi, mis parafiinisse väikeste mullikestena pidama jäi. Selgus, et süsihappega täidetud isolatsioon kaabli mahutist 15% võrra enam vähendas kui üksi parafiini isolatsioon. Ainult ei ole see kohane ühesooneliste kaablite juures, kus vastastiku induktsiooni kaotamise abinõusid tarvitatakse.

Ühejuhtmelistes kaablites induktsiooni kaotamiseks kaetakse isoleeritud sooned stanniooliga (tinapaberiga), peale seda pannakse soonerühmade vahele paljad peenikesed juhtmed, mis kogu kaabli stannioolkatetega metallilises ühenduses. Kui paljad juhtmed maaga ühendada, on kõik kaabli stannioolkatted maaga ühenduses. Nõnda on iga isoleeritud soon metallilise pinnaga kaetud, mis omakord maaga ühenduses seisab. Kui nüüd mitu seesugust stanniooliga kaetud soont üksteise ligidal on ja ühes nendest

vahelduv vool ilmub, siis on tema indutseeriv mõju teiste peale nõrgendatud. Et aga kaabli soonte mahutis selle läbi suurenes (sest stanniool ilmub kondensaatori armatuurina), oli vaja seda kõrvaldada ja ühtlasi vastastiku induksiooni mõju vähendada; selleks ei kaeta sooni mitte üksikult, vaid rühmade viisi stanniooliga.

Kahejuhtmelised telefonikaablid: Seesuguse kaabli sooned seisavad kahest teineteisest isoleeritud juhtmest koos, mis ühisesse vooluringi kuuluvad ja teineteise ümber on keeratud. Kahejuhtmelise soone mahutis



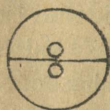
129. joonis.

on 2—3 korda vähem ühejuhtmelisest. Veel suuremaks mahutise vähendamiseks tarvitatakse paberisolatsiooni, nõnda et paberi

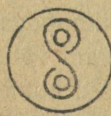
ja juhtme vahel õhuruum oleks. Seesuguseid kaableid tuntakse nime all „kaabel õhuisolatsiooniga“.

Paberiga isoleerimine sünnib järgmiselt: Kahe metalljuhtme vahele pannakse paksust paberist lint, mis siis ühes juhtmetega ära keerutatakse (joonis 129); peale seda kaetakse lint ühes soonega ümberringi õhukese paberiga (joonis 130), juhtmeid õhuruumidesse jättes. Palju sääraseid sooni kogutakse

ühisesse kaablisse, mis siis niitidega ümber põimitakse ja pärast tinakihiga kaetakse.



130. joonis.



131. joonis.



132. joonis.

Paberiga isoleerimine sünnib veel teisiti: Paksu paberi asemel võetakse õhem, veidi laiem paber ja keeratakse S-kujuliselt ümber kummagi juhtme (joonis 131) ja siis kaetakse toru sünnitavalte teise paberiga.

Lõpuks on isoleerimine veel ühe ainsa paberiga olemas (joonis 132). Seesuguste kaablite mahutis on väga väike, umbes 0,5—0,07 mikrofaraadi klm. peale.

Paberi-isolatsiooniga kaableid tuleb niiskuse eest hoolega hoida; kaabli otsad, kus sooned näit. jätkamiste ja ühenduste tegemiseks väljas, hoitakse sellekohastes spetsiaalsetes muhvides, mis isoleerivad ja niiskust mitte läbilaskvat ainet täis on valatud. Paberi-isolatsiooniga kaablitesse pumbatakse aeg-ajalt paberi ja juhtmete vahele värsket õhku juurde.

Praegusel ajal tarvitatakse telefoniäsjanduses maa- ja õhukaableid peaaesjalikult ainult paberi-isolatsiooniga. Vee-kaablites on paberi-isolatsioon vähe tarvitusel, kuid loota võib, et nad varsti üleüldiselt tarvitusele võetakse.

### Isoleerivad ained.

Guttapertsh. Läheb pehmeks  $37^{\circ}$  C, taigasar-naseks  $50^{\circ}$ , sulab 100 kuni  $120^{\circ}$  ja aurab  $130^{\circ}$  C soojuses. Guttapertshi eritakistus on  $24^{\circ}$  C soojuses  $10^{18}$  korda suurem vase eritakistusest. Guttapertshi takistus väheneb temperatuuri tõusmisega ja suureneb atmosf. rõhumisega; sellest järgneb, et guttapertsh merekaablite isoleerimiseks väga otstarbekohane on.

Guttapertshi koosseis:	puhast guttapertshi	79,70
	gummit	15,10
	kasvuaineid	2,18
	vett	2,50
	tuhka	0,52

Kautshuk.  $75^{\circ}$  C läheb pehmeks,  $120^{\circ}$  sulab ja kõrgemas temperatuuris lööb põlema. Valguse ja õhu tegevusest hapendub, muutub valge gummi taoliseks ja rabedaks. Sellepärast ühendatakse teda väävliga;  $3^{\circ}/_{0}$ — $6^{\circ}/_{0}$  väävli juurdelisandusega kautshuk õhu käes ei hapendu. Säherdust kautshukit nimetatakse vulkaniseerituks. Vulkaniseeritud kautshuk avaldab keemiliselt vase peale mõju, väävelhappe-vaske sünnitades. 25— $50^{\circ}/_{0}$  väävlit,  $3^{\circ}/_{0}$  tahma ja  $3^{\circ}/_{0}$  magneesiumi juurde lisades saadakse kõva isoleeriv aine — eboniit. Kautshuki eritakistus on 7500—32000 megoomi.

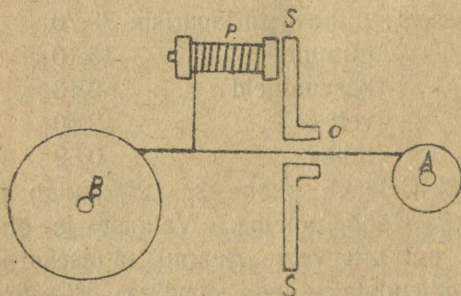
**Parafiin.** Parafiin on üks paremaid isoleerivaist aineist, aga et ta väga rabe on, siis tarvitatakse teda ainult teistesse ainetesse imbunult ehk sellekohastesse muhvidesse sulatatult. Üksikult kaablit isoleeriva kihina ei ole teda võimalik tarvitada.

**Osokeriit.** Osokeriidi koosseis on analoogiline parafiini omaga, mispärast ta loomuliku parafiini nime kannab. Osokeriiti saadakse Galiitsias, Moraavias ja Ameerikas. Vähesese hulga kautshukiga segades saadakse aine, millega läbi-imbunud sellekohane materjal väga kõlblilik on kaablite kateteks (väljakaabli isolatsiooni pealne kiht).

**Paber.** Sellekohane paber, mis taimekiududest valmistatakse, on kuivalt õige suure isoleeriva omadusega. 1 klm. paberiga isoleeritud soone isolatsiooni takistus on kuni 2000 megoomi.

### Kaablite katmine isoleeriva ainega.

Soone katmine isoleeriva ainega ripub peamiselt materjalist, millega katmine sünnib. Üht soont võib mitme



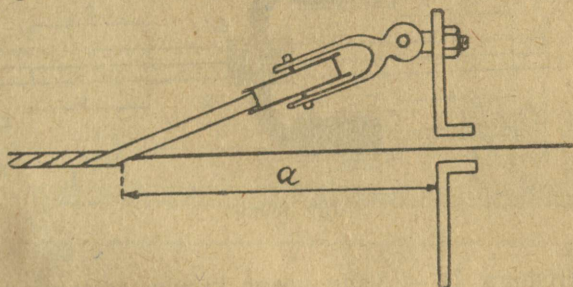
133. joonis.

ainega katta, milleks teda mitmest sellekohasest katmisaparaadist tuleb läbi lasta. Nagu edaspidi näeme, sünnib katmine niitidega hoopis teisiti, kui kautshuki, guttapertshi ehk mõne muu sarnase ainega.

Niidiga katmine. Isoleeritav juhe käib ühelt poolt teisele läbi ketta S tsentrumis oleva augukese o. Ketta S küljes, mis ringi käib, on pool niidiga P (joonis 133). Juhe tuleb poolilt A ja läheb üle ketta avause o teise

pooli B peale. Sel ajal käib ketas S kiiresti ümber ja katab juhtme niidiga. Muidugi on see ainult põhimõtteliselt nõnda; sellekohasel aparaadil on aga palju lisaabi-nõusid, nagu regulaatorid, mis juhtme edasiliikumist ja ketta keerlemist ühtlustavad, nõnda et juhtmel paljaid ja mitte ülestikku olevaid niidikihtisid ei tuleks. Ketastele kinnitatakse töö kiiremaks edasijõudmiseks kuni 6 pooli; nõnda keerab siis ketas ühe niidi asemel korraga 6 niiti juhtme ümber.

Lindiga katmine sünnib sama printsiibi järele kui niidiga katmine, kuid selle vahega, et niit hargub per-



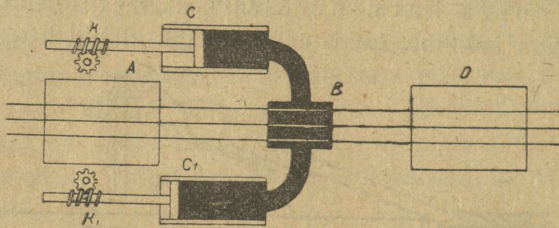
134. joonis.

pendikulaarselt juhtme peale, lint aga mõnesugust nurka sünnitades (joonis 134). Muidugi võib üht ja sama aparati niidiga või lindiga katmiseks tarvitada, kettale niidi- ehk lindi-poolisid asetades. Lindi juhtme peale laskmise nurk määratakse kauguse  $a$  läbi kindlaks. Et aga pealekeritavad niidid, lint jne. juhtmest püüavad eemale harguda, selleks põimitakse kõige pealmine kiht niidiga üle. Põimimine on juba palju keerulisem ja sünnib kahtepidi ringi käivate ketaste abil.

Ülevalamine. Juhtumistel, kui juhtmeid tarvis on niiskuse eest kaitsta, valatakse need ainetega, nagu guttapertsh, kautshuk jne., üle. Guttapertshiga ülevalamine sünnib järgmiselt: Isoleeritavad juhtmed käivad kõige pealt eelmisest nõust A läbi, mis tshatertoniga täidetud ja

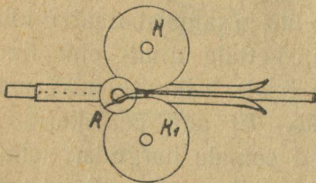
mille koosseis on: 65% guttapertshi, 25% kampvooli ja 10% rootsi tõkatit. See kompositsioon on umbes poolvedela taigna sarnane, hakkab hästi juhtme külge ja on selleks, et pärast tulev guttapertsh hästi juhtme ümber liituks. Tshatertoninõust edasi käib juhe pehmeks sulatatud guttapertshi nõust läbi.

135. joonisel on näidatud sellekohase aparadi horisontaalne läbilõige. A — nõu tshatertoniga, B — nõu



135. joonis.

guttapertshiga, D — vann veega kuuma guttapertshi jahutamiseks ja CC' — õõnsate seintega silindrid, milles guttapertsh auruga vedelaks kuumendatakse. Siibrid suruvad hammasrataste  $kk'$  abil kuuma guttapertshi nõusse B, kust juhtmed läbi käivad.

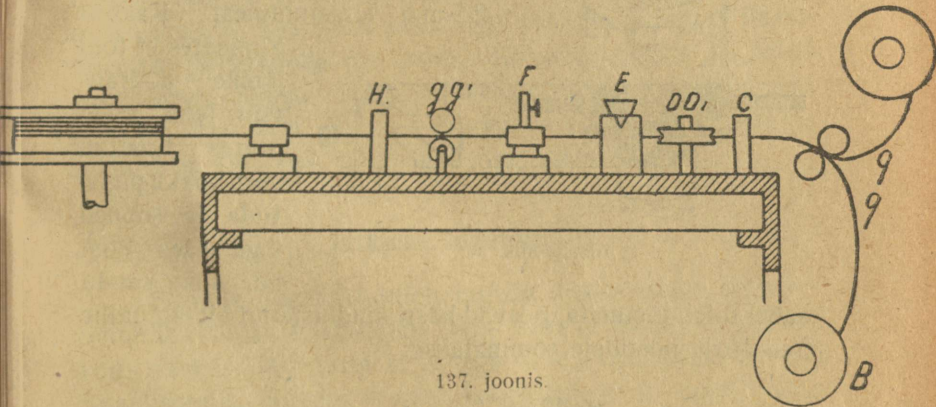


136. joonis.

Kautshukiga katmine sünnib harilikult järgmiselt: Juhe, mõlemalt poolt kautshukilintidega kaetud, lastakse läbi õõnsa pinnaga roolikute  $KK'$ , kus lindid ümber juhtme pigistatakse; roolikute kummalgi küljel on teravad rattakesed R, mis üleolevad lindi servad maha lõikavad. Need värskest lõigatud lindiservad liituvad isekeskis kokku ja roolikute vahelt välja tulles on juhe täitsa ümmarguselt kautshukiga kaetud (joonis 136). Kui kat-

mine vulkaniseeritud kautshukiga sünnib, siis tinutatakse juhe enne üle.

Katmine tinakihiga. On olemas mitmesugused katmisviisid; üks nendest on põhimõtteliselt peaaegu sarnane kautshukiga katmise viisiga. Katmismasin seisab koos pingist<sup>a</sup> (joonis 137), mille tagumises otsas tamburid A ja B. Ühel nendest on katmise alla tulev kaabel, teisel tinalint peal. Kaabel ühes tinalindiga käib enne roolikute qq vahelt, siis samba C õõnsusest, kus lindile U-taoline vorm andub. Peale seda käib kaabel ühes tinalindiga



137. joonis.

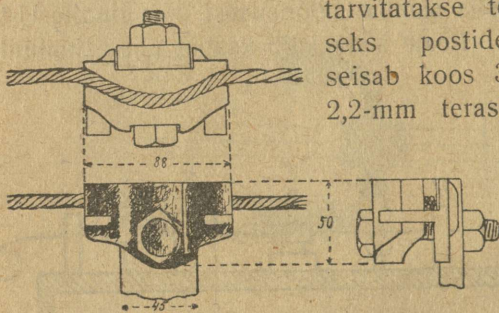
vertikaaltelgedel olevate DD' vahelt, kus lindi U servad kokku pressitakse. Roolikute DD' vahelt tuleb kaabel juba täiesti tinakihiga ümbritsetul, läheb edasi nõust E, kus ta rasvaga üle võitakse, ja jootjast F läbi, mis tinakihi servad kokku sulatab. Enne tamburi peale jõudmist käib kaabel veel roolikutest GG' ja silmast H läbi, mis servade kokkuühenduse tasaseks teeb. Nõnda valmistatud tinakihil on alati nõrgaks küljeks servade liitumiskoht.

Tinakihi pealelaskmine sünnib veel kuuma tinaga, kuid see ei ole otstarbekohane, sest et ta alumise isolatsiooni ära rikub. Kõige parem katmisviis on külmast

tinast otseteed suurejõuliste presside abil kihi pealepresimise, mis ei jäta mingisuguseid vahesid.

### Õhukaablite tõmbamine.

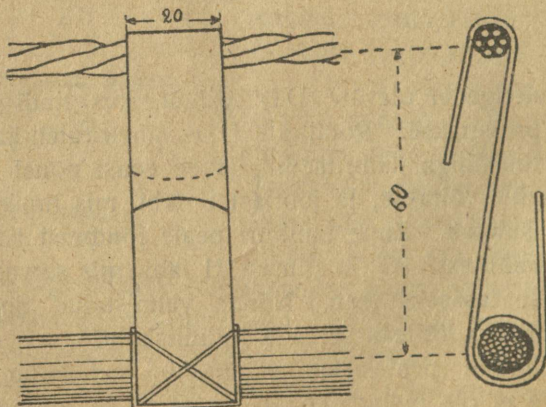
Õhukaablid tõmmatakse mööda posta ehk, kus neid ei ole, üle majakatuste, selleks ehitatud raudkroonsteine mööda. Et kaabel pingutamisel oma raskusega ei katkeks,



138. joonis.

tarvitatakse tema ülestõmbamiseks postidele trossi, mis seisab koos 3, 4, 5, 7 ehk 13 2,2-mm terasjuhtmest. Kaablit tõmmates ei tohi järske pööranguid teha, mille juures tinatoru võib kokku pigistuda ja sooned viga saada. Postid, kust kaudu

kaabel tuleb tõmmata, peavad hästi kindlustatud olema, mille järele tross postidele tõmmatakse.



139. joonis.

Trossi kinnitamiseks postide külge tarvitatakse trossihoidjaid ehk konsoolisid (joonis 138). Kaabli algus- ja lõpupunktis kinnitatakse tross läbi konsooli ümber posti ehk maja seina külge. Viimasel juhtumisel täidab ta siis ka tõmbitsa kohuseid.

On tross pingutatud, hakatakse kaablit tõmbama. Kaabli riputamiseks trossi külge tarvitatakse tugevaid tsinkplekist klambreid (joonis 139), mis kinnitatakse iga 2 jala kaugusel üksteisest. Kaabli tõmbab trossi peale posti otsas olev tööline, kes klambrid järgemööda trossile seab. All olevad töölised tõmbavad nõõri abil kaabli kuni teise kinnituspunktini, kus posti otsas olev tööline klambrid trossihoidjalt järgemööda üle laseb. Niisama tehakse ka teiste kinnituspunktidega. Kaabli juhusliste vigade parandamiseks jäetakse harilikult väikesed tagavarad sel viisil, et teatava pikkuse järele posti külge üks ring kinnitatakse.

### Jätkude tegemine.

Jätkude tegemist tuleb lugeda üheks kõige ettevaatlikumaks tööks kaablitööde alal, sest et halb jätk kaablis võib niiskust läbi lasta ja sellega hulk kaablit ära rikkuda. Kaabliisoonte ühendamiseks koondatakse 2 kaabli otsa kahekümne cm kauguselt ehk kaugemalt kokku, millede otsa muhvid pannakse, kuhu üksikuid sooni ühendama hakatakse. Niidi-isolatsiooniga kaabliisoonte jätkud isoleeritakse isoleerlindiga, kuna paberist isolatsiooniga kaablite isoleerimiseks paberist toruke siin tarvitatakse. Soon tõmmatakse torust läbi, ühendatakse kaks ühevärvilist soont vene jätkuga, tõmmatakse toruke jätku peale ja pigistatakse ta veidi kokku. Et kaablites, kus palju sooni, jätkukoht mitte jämedaks ei läheks, tuleb üksikud jätkud üksteisest eemale teha. On jätk tehtud, tõmmatakse talle mõlemalt poolt muhvid peale ja joodetakse keskelt kokku. Niiskuse ärahoidmiseks valatakse muhvi keeva parafiini ja vaha seguga täis, auk joodetakse kinni ja mähitakse isoleerlindiga üle.

### Kaablikast.

Kaablikast seisab koos kahest raudplaadist, mis teineteisega nelja raudpoldiga ühendatud on. Raudplaatide vahele on kinnitatud kahes reas piksekaitsjaid kaablisoonte ühendamise kruvidega sissepoole. Kaabli sissevõtmiseks on alumisse plaati ümmargune auk tehtud. Plaadid kaetakse kinni lukkukäiva veekindla raudkastiga. Iga kaablikasti juurde tehakse posti otsa raudaluse peale raudvõrega lava, mis kaitseb kaablikasti juures töötajaid vääratamise korral maha kukkumast. Kaablisoonte kaitseks kõrgepingelise voolu eest seatakse kaablikastidesse voolu- ja piksekaitsjad üles. Voolu kaitseks tarvitatakse termopoolisid ja Bose hülsisid, piksekaitsjaks aga üksteisest isoleeritud süsi.

Termopool seisab koos väikesest poolist, mille peale peenike isoleeritud uushõbedast juhe on mähitud: ta kannab välja  $\frac{1}{4}$ -ampeerialist voolutugevust. Kõvema voolu puhul läheb juhe tuliseks, stift sulab lahti ja vedru tõmbel tuleb termopool kaheharulise vedru vahelt välja ning katkestab ühenduse.

Bose hüls seisab koos klaastorukesest, mille otstesse kontaktid on tehtud ja mida ühendab kokku peenike isoleerimata nikeliinjuhe. Bose hüls kannab välja 4-ampeerialist voolutugevust ja ühendatakse järjestikku liini vahele.

Piksekaitsja seisab koos kahest süsipulgast, mis teineteisest isoleeritud: ta mahutatakse voolukatkestajate vedrude alla. Sada piksekaitsjat ja voolukatkestajat ühe raami külge ühendatult nimetatakse piksekaitsjate seeriaks. Keskjaamades ühendatakse seeriad otsekohe ristastuseraami külge, välja ja aga kaablikastidesse.

### Kaabli ühendamine kastidesse.

Paberi-isolatsiooniga kaablisooned ei kannata niiskust välja, mille tõttu nende isolatsioon lahti läheb. Sellepärast ühendatakse neile soontele väljakaablist vaskjätkud otsa, mis kaablikastisse ühendatakse; ühendamiskoht mähitakse isoleerlindiga, valatakse parafiini ja vahaseguga üle. Et

paarid kaablikastis ja keskjaamas ühes ja sellessamas järjekorras oleksid ühendatud, seda proovitakse järele väljakõlistamise teel. Kaabli ühendamiseks õhuliiniga viiakse kaablikastist välja kaablid traversi serva alt kuni isolaatorini, kust nad 4—5 korda ümber isolaatori varda mähitakse ja siis juhtme külge ühendatakse.

### Maakaablite panemine.

Suurtes linnades, kus postide panemine mööda käidavaid tänavaid linna iludust rikub, tõmmatakse kaablid maa alt. Harilikku õhukaablit maasse kaevata ei või, sest et teda rikuksid tänavate sillutamine ja teised tööd. Väliste mõjude kaitseks tarvitatakse selle jaoks valmistatud maakaableid.

Maakaablid kaevatakse maasse ehk tõmmatakse läbi betontorude. Kraav selleks kaevatakse 70—80 cm sügav ja 50 cm lai. Et muld kraavi äärtest sisse ei variseks, tehakse kraav pealt laiem. Enne kraavi kaevamist tuleb kindlaks teha, kust kanalisatsioon ja tugeva voolu kaablid läbi käivad, ja siht nendesse puutumata läbi ajada. Kaabel harutatakse kraavi tamburitelt, mida spetsiaalvankritel mööda kraavi veetakse. Kaabli otsad ühendatakse kokku niisama kui õhukaablil, ainult selle vahega, et jätkukoht raudmuhvi sees oleva augu läbi pigi täis valatakse. Peale jätkude tegemist loobitakse liiva kaablile peale, mille järele beton-, telliskivi- ehk laudkatted viimasele peale pannakse, kraav mullaga täidetakse ja sillutatakse.

Maakaablid ühendatakse kaablikastidesse ehk boksidesse. Kaablikastidesse ühendatakse kaabli lõpupunktid, kuna boksides kaabli harunemise juures tarvitatakse. Boksid on tehtud rauast kahe uksega ja kinnitatud maasse valatud tsementaluse peale. Nad ehitatakse kõrge koha peale, et vesi sisse ei pääseks. Iga kaabli soone jaoks on boksis portselanaluse küljes kaks klemmi. Ühe paari klemmide külge ühendatakse keskjaamast tulevad kaabli sooned, kuna nende vastas seisvate klemmide külge harunevad kaabli sooned ühendatakse.

## Väljakaablid.

Väljakaablid on ainult ühesoonelised. Sooned välja-kaablis on valmistatud üksteise ümber keeratud vask- ja terasjuhtmetest. Vaskjuhtmed on parema juhtivuse pärast, terasjuhtmed aga kaabli tugevamaks vastupidavuseks. Isolatsiooniks tarvitatakse tshatertoni, kautshukki, gummeeritud linti ja osokeriidiga imunud niitidest kudet. Väljakaableid tarvitatakse iseäranis sõja ajal telefoni- ja telegraafiühenduste tegemiseks, kus tarvis on kiirelt ühendusi luua ja ümber paigutada, samati ka plankliinidel sisemiste ühenduste tegemiseks. Sõjalises tegevuses tarvitatav kaabel keritakse sellekohastele kergelt edasikantavatele tamburiitele, mille peale umbes  $\frac{1}{2}$  versta kaablit mahub ja mida paras jalamehel edasi kanda.

## Väljakaabli ülespanemine.

Sõjategevuse piirkonnas pannakse väljakaabel maad ehk puid mööda nõnda, et see kõrvalistele isikutele silma ei tohi paista. Maa peale pannes peab hoolega järele vaatama, et kaabel mitte teravate asjade ja kivide vastu ei puutuks, mis isolatsiooni ära võivad rikkuda. Teede kõrvalt tõmmates lastakse kaabel kraavi, ehk kui seda ei ole, siis pannakse 1—2 sülda teest eemale. Teest üle viimisel kaevatakse kaabel umbes 4 tolli sügavusele maasse ehk kui see võimatu, siis pannakse teivaste abil teest 12 jalga kõrgemale. Jätkude tegemiseks paljastatakse kaabli otsad umbes 3 tolli pikkuselt ja ühendatakse kõie sõlmega; ülejäänud otsad keeratakse palja kaabli ümber ja jätk kaetakse isoleerlindiga tihedalt üle. Kui kaablil suur tõmbamine on, siis ei või seda mitte peenikeste naelte ehk mõne muu sarnase peenikese asja külge kinnitada, sest et niisugusel juhtumisel võib isolatsioon läbi pigistuda ja soon katki tõmbuda.

## Vigastused ja nende kõrvaldamine.

### Telegraafiaparaadi ja -liini vigastused.

Kui aparaat alalisel voolul ja võtme mahavajutamisel galvanoskoobinõel kõrvale ei kaldu, on ühendus aparaadis ehk liinil katkenud. Kui aga nõel rahutult siia ja sinna liigub ehk rohkem kui harilikult kõrvale kaldub, on liin teisega kokkupuutumises. Kui galvanoskoobinõel rahutult ei liigu, kõrvalekaldumine aga suurem on kui harilikult, siis on liinil maaühendus ehk lühike ühendus piksekaitsja plaatides.

Et selgeks teha, kas viga liinil või telegraafiaparaadis, tuleb kõige pealt aparaat läbi proovida, järgmiselt talitades: Stöpsel pannakse piksekaitsja liini plaatide I ja II vahele; kui nüüd galvanoskoobinõel kõrvale kaldub ja stöpslit liini plaatide vahelt välja võttes nullile langeb, on arusaadav, et aparaat korras on.

Väljast tuleva juhtme ja maaühenduse proovimiseks lahutatakse esimese isolaatori küljes juhtme ots lahti ja ühendatakse proovipatarei ja galvanoskoobiga. Galvanoskoobinõela kõrvalekaldumisel on ühendus korras.

Kui aparaat ja maaühendus korras, tuleb liin läbi proovida. Et kindlaks teha, kas liin teistega kokkupuutumises, palutakse jaamasid, ligemast alates, isolatsiooni anda. Kui isolatsiooni ajal galvanoskoobinõel nullil seisab, on isolatsioon puhas ja kokkupuutumist ei ole.

Et näha, kas juhe maaga ühenduses on, palutakse jaamasid endises järjekorras maad anda. Kui galvanos-

koobinõela kõrvalekaldumine takistusega võrreldes harilik, on esimeste jaamade vahel juhe korras. On aga kõrvalekaldumine suurem kui harilik, siis on juhe enne teist jaama maaga ühenduses. Kui maaga proovimise ajal galvanoskoobinõel sugugi kõrvale ei kaldu, on juhe katkenud.

Et piksekaitsjat proovida, võetakse voolukommutaatorist stöpsel välja, maa-, patarei- ja liinide-ühendused tehakse klemmide küljest lahti, siis võetakse proovipatarei galvanoskoobiga ja ühendatakse piksekaitsja plaatidega. Kui galvanoskoobinõel kõrvale kaldub, on plaadid isekeskis ühenduses. Samati proovitakse piksekaitsja plaatisid üksikult kaanega.

### Telefoniaparaadi vigastused.

Et aparadi vigastusi leida, peab kõige pealt selle aparadi ühenduste kava tundma; muidu võib parandamise asemel aparadi hoopis ära rikkuda. Aparaatide vigade tundmine ja ülesleidmine tarvitab suurt oskust ja vilumust, sest et osa vigastusi ilma tunnismärkideta on.

Katsume siinkohal sagedamate vigastuste kohta otsekoheseid vastuseid anda. 1) Välja kõlistatakse, kuid kõnet ei kuule: a) telefoni vooluring on katki; b) teise jaama mikrofonühenduses katkestus; c) teise jaama induktioonipool rikutud ehk elemendid välja töötanud.

2) Kell kõliseb, aga ei vastata: a) oma aparadi telefonis katkendus; b) piksekaitsja plaatides lühike ühendus; c) liinil maaühendus; d) kaheliinilisel — liinid koos.

3) Väljakutset ja kõnet kuuleme, aga meid ei kuulda: a) meie mikrofonis voolukatkestus; b) meie induktioonipoolis katkestus; c) teise telefonis katkestus.

4) Välja kutsuda ei saa, rääkida saab: a) induktori vooluringis katkestus; b) halb maaühendus; c) kella pendel rikutud.

5) Väljakutse ja kõne kostavad halvasti: a) halb maaühendus; b) liinil kerge maaühendus; c) ühendus teiste juhtmetega.

6) Ühendused on korras, aga ei kuule: telefoni membraan on tugevasti vastu magneteid.

7) Võõraid hääli ja kõnet telefonis kuulda: liin teistega kokkupuutumises.

8) Piiksumine ja praging telefonis: vool patareis liiga tugev.

9) Liin, mikrofon ja telefon üksikult korras, aga rääkida ei saa: viga patareis või induktioonipoolis.

10) Telefonis naksumine, meid ei kuulda: mikrofonikapsli all lühike ühendus.

11) Summer ei häälitse: a) kontaktid eemale nihkunud ehk mustust täis; b) patarei välja töötanud; c) ühendused lahti läinud.

12) Summeri häälitsemine nõrk ehk madal: üks kontakt kaugelt nihkunud ehk patarei nõrgenenud.

### Vigade proovimine.

Vigade proovimist toimetatakse patarei ja galvanoskoobi abil. Galvanoskoobi asemel võib ka telefoni kuuldetoru tarvitada, mida proovimise ajal kõrva lähedal peab hoidma. Kui proovitav osa terve, siis on telefonis krõbisemine, galvanoskoobi juures aga nõela kõrvalekaldumine.

Üleüldine proovimine pea-vooluringides jaguneb kolme osasse:

1) Indukti vooluringi proovimine: Ühendatakse liini klemmid kokku, vajutatakse mikrotelefoni kang maha ja vändatakse induktorit. Kui vooluring korras, hakkab telefonikell kõlisma; ei sünni seda mitte, tuleb proovimist kava järele üksikasjalisemalt ette võtta.

2) Telefoni vooluringi proovimine: Tõstetakse mikrotelefoni kang üles ja ühendatakse patarei nabad liini klemide külge. Korras telefonis on ühendamise ja katkestamise silmapilkudel naksumist kuulda; ei ole seda mitte, siis on vigastus telefoniühendustes. Telefoni võib veel

kahvli kontaktidest proovida. Kui esimesel juhtumisel krõbinat ei olnud, teisel aga on, siis on telefoniühendus aparaadi sees katkestatud, mille väljaselgitamiseks üksikasjaline proovimine kava järele ette tuleb võtta.

3) Mikrofoni vooluringi proovimine: Kui teada, et telefon korras, siis võib mikrofoni seisukorda õige lihtsalt teada saada. Selleks ühendatakse liini klemmid kokku, tõstetakse mikrotelefoni kang üles ja puhutakse mikrofoni. Korras olevasse mikrofoni puhumisel on telefonis sahinat kuulda. Mikrotelefoni nõõri proovitakse sellega, et kahvliks üks mikrofoni ja teine telefoni kontakt kokku ja vabaks jäänud kontaktide külge patarei ühendatakse. Kui ühendamise ja katkestamise silmapilkudel telefonis prõginat ja mikrofonisse puhumisel sahinat kuulda, on nõõr terve.

### Liini vigastused ja proovimine.

Liinidel võivad peajasjalikult järgmised vigastused olla: 1) liin katkenud ja seisab õhus; 2) liin maaga ühenduses; 3) teiste juhtmetega koos; 4) perioodiline liini katkemine.

Proovimine sünnib alalise ehk vahelduva vooluga, teatavaid võtteid ja kombinatsioone tarvitades. Proovimise tagajärgede tähelepanemiseks on alalise voolu juures galvanoskoop, vahelduval voolul aga telefon.

Et liini vigastusi kergem oleks üles leida, jaotatakse liinid proovimis-jaoskondadeks. Iga jaoskond lõpeb ja algab kontroll- ehk proovimispostiga, millede kaugus üksteisest maakohast, kust liinid läbi käivad, ära ripub. Oletame, et kahe punkti A ja B vahel liin ei tööta. Punktis A hakatakse proovima ja palutakse punktis B maad anda. Proovipatareid galvanoskoobiga liinisse ühendades selgus, et maad ei saa, tähendab, galvanoskoobinõel kõrvale ei kaldu. Siis on selge, et liin on katkenud ja ühendust teise punktiga ei ole. Nüüd ühendab montöör liini otsapunkti A maaga ja sõidab esimese proovipostini, siit punkt A poole proovima hakates. Kui proovigalvanoskoop voolu punkt A poole ei

näita, küll aga punkt B poole, on montöör juba katkenud kohast mööda tulnud, mille ta tagasi minnes üles peab otsima. Punktide A ja B vahel on liini rike. Punktist B hakatakse proovima ja palutakse A maad anda. Maad saab, aga töö läbi ei käi. Punkt B palub A isolatsiooni anda. Kui proovigalvanoskoobi nõel ikka kõrvale kaldub, ei ole isolatsiooni ja juhe on kas maaga või teiste juhtmetega ühenduses. Vea otsimiseks tuleb proovipostideni sõita ja ühele ning teisele poole proovida. Samati proovitakse ka siis, kui selge on, et juhe teistega kokkupuutumises. Perioodiline liini katkemine tuleb halvadest juhtme sõlmedest, mis hästi kontakti ei anna.

### Väljakaabli vigastused.

Väljakaablil võivad järgmised vigastused sündida: 1) soone katkemine ja 2) isolatsiooni katkemise tagajärjel maa- ehk küljeühendus.

Soone katkemisel on liinil isolatsioon. Et katkenud kohta üles leida, ühendatakse jaamas kaabli ots üle patarei maaga, võetakse tundlik galvanoskoop, millel ühe näpitsa küljes terav nõel, ja minnakse kaabli sihis. Soovitav maa ära käidud, pistetakse nõel kaabli soonde ja ühendatakse galvanoskoobi vaba klemm maaga. Kui galvanoskoobi-nõel kõrvale kaldub, on kaabli soon läbikäidud raionis terve, vastasel korral on katkenud kohast mööda mindud. Niisugusel proovimisel peab hoolega galvanoskoobinõela kaldumissihti tähele panema; on väga võimalik, et teises jaamas samati proovimisele asuti ja meie juba teise jaama voolu saame. Katkenud koha ülesleidmisel tulevad otsad metalliläikeri ära puhastada, kokku siduda ja sõlm tugevasti isoleerida. Proovimisel ühendatakse patarei positiivne naba proovitava liini peale.

Maa-ühenduse leidmine: Jaamas, kus kõrvalist maa-ühendust tähele pandi, tehakse kaabli ots aparadi küljest lahti ja jäetakse õhku (isoleeritakse). Liinile minnes võe-

takse kaasa galvanoskoop, millele patarei ja nõel klemmide külge ühendatud. Esimese kaablijätkuni minnes lahutatakse see ja proovitakse jaama poole. Kui proovimisel galvanoskoobinõel kõrvale kaldub, on viga jaama pool; ei kaldu nõel kõrvale, on isolatsioon puhas. Viimasel juhtumisel tuleb proovimist liini poole jätkata. Selleks ühendatakse liinipoolse kaabli ots galvanoskoobi patarei ja maaga, montöör tõstab kaabli käe peale ja läheb, seda läbi käe lastes, liini sihis edasi; teine peab sel ajal hoolega galvanoskoobinõela järele valvama. Sellel momendil, kui edasiminev montöör ühendust läbiandva kohani jõudes kaabli õhku õstab, langeb galvanoskoobinõel nullile, mida proovija tähele paneb, ja vigastus on üles leitud. Väljakaablis võib ka perioodiline katkemine ette tulla, mis halbadest sõlmedest tuleb.

### **Väljakaabli isolatsiooni proovimine.**

Enne väljakaabli ülespanemist on soovitav selle isolatsiooni vastupidavust proovida. Selleks asetatakse kaabli kera 24 tunniks nõrga väävelhappega täidetud vanni, kaabli otsasid vedelikust välja jättes. On kaabel teatud aeg vannis seisnud, võetakse tugev patarei (150 volti), mille miinusnaba vanni vedelikku asetatud, plussnaba aga läbi galvanoskoobi ühendatakse kaabli ühe otsaga, teist kaabli otsa isoleerides. Kui nüüd galvanoskoop voolu näitab, annab isolatsioon läbi. Et vigastatud kohta üles leida, hakatakse kaablit isoleeritud otsast vannist välja tõmbama. Nõndapea kui vigastatud koht vedelikust välja tõmmatakse, langeb galvanoskoobinõel nulli peale ja isolatsioon tuleb sealt kohast hoolega läbi vaadata ja ära parandada.

### **Jõekaabli vigastuste otsimine.**

Et veealuse kaabli soone katkenud kohta üles leida, isoleeritakse kaabli soone ots selles jaamas, kust paran-

dama minnakse, teises jaamas aga ühendatakse maaga. Kui montöör kaablit läbi käe lastes paadiga jõe keskko-  
hani on sõitnud, võtab ta proovipatarei nõelaga, maa-  
ühendust vette lastes, ja torkab nõela kaabli soonde. Kui  
galvanoskoobinõel voolu näitab, on katkenud kohast läbi  
sõidetud ja ühendus teises jaamas antud maaga. Montöör  
parandab nõelaga läbipistetud isolatsiooni ära ja hakkab  
tagasi sõitma, sagedasti proovides, kuni vigastatud koha  
üles leiab. Proovimise tagajärgi võib ka kaldal galvanos-  
koobiga tähele panna, kuid see on märguandmiste poo-  
lest tülikam.

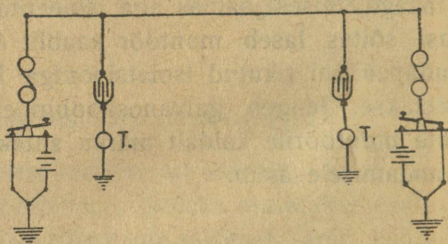
Isolatsiooni rikke otsimisel ühendatakse seal jaamas,  
kust välja sõidetakse, kaabli soon patarei galvanoskoobi  
ja maaga, teises jaamas aga isoleeritakse. Paadiga kaldalt  
edasi sõites laseb montöör kaablit õhku tõstes läbi käe;  
nõndapea kui rikutud isolatsiooniga koht vee seest välja  
tõstetakse, langeb galvanoskoobinõel nulli peale, mille  
kohta montöörile kaldalt märku antakse, kes siis vigastuse  
parandamisele asub.

## Simultaanliinid.

### Telefon telegraafiliinil.

Telegraafiliini peale võib kondensaatorite abil foonilised telefonid ühendada ja nendega rääkida, ilma et see samal ajal telegrafeerimist takistaks. Selleks ühendatakse (joonis 140) telefoniaparaadi liini klemm I-se ja telegraafiliini vahele

kondensaator; klemm II ühendatakse otsekohe maaga. Kondensaator võib ka telefoniaparaadi maaühenduse vahel



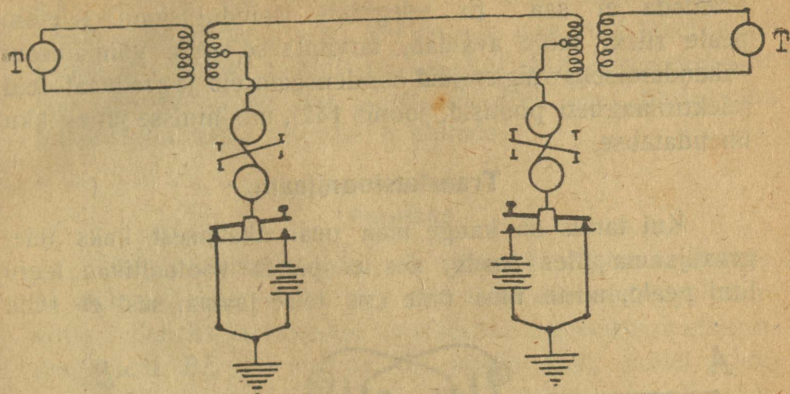
140. joonis.

olla, mis üks välja teeb. Et kondensaator ainult indukt-sioonivooluga töötab ja alalist telegraafivoolu läbi ei lase, siis on võimalik ühel ajal telegrafeerida ja telefonidel rääkida. Telegrafeerimise ajal ilmub induktsoon igal voolu andmise ja lõpetamise momendil, siis on sellest telefonides prõksu-mist kuulda; telefon telegraafi peale aga tuntavat mõju ei avalda. Induktorilist telefoni kondensaatorite abil ühejuht-melisesse liini ei ühendata.

### Telegraaf telefoniliinil.

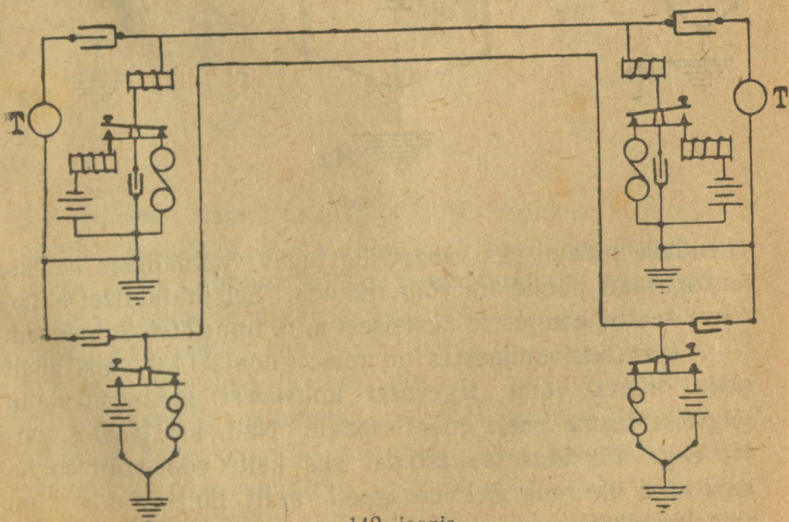
Kahejuhtmelise telefoniliini peale võib telegraafiaparaadid ühendada, kui on sellekohased 5 klemmiga transfor-

maatorid olemas. Selleks tuleb transformatori kahe klemmi külge schleif, transformatori teises otsas olevate kahe klemmi



141. joonis.

külge induktoriline telefoniaparaat (joonis 141) ja keskel oleva klemmi külge telegraafiaparaat ühendada. Keskmise klemmi ühendus on transformatori esipooli keskpaigast

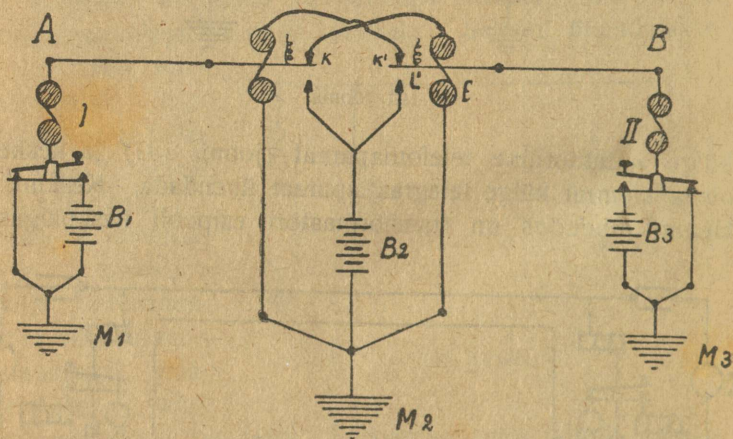


142. joonis.

võetud, nõnda et telegraafivool, mis kahtepidi üle esipooli käib, tugevamat induktsioonilist mõju teisendpooli peale avaldada ei saa. Et telegraafi iseinduktsioon telefoni peale siiski mõju avaldab, tarvitatakse selle võimaluseni vähendamiseks vaigistajaid kondensaatoreid ja graduaatoreid (elektromagneti poolisid, joonis 142), mis liinisse järjestikku ühendatakse.

### Translatsioonijaam.

Kui tarvis on kauge maa peal üksteisest kaks telegraafijaama üles seada, siis ei panda vooluallikas teerv liini peale, mitte üksi ühte ega teise jaama, sest et selle



143. joonis.

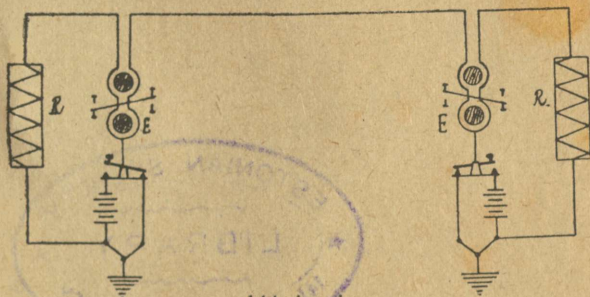
ühenduse pidamiseks vahest liig tugev vooluallikas läheks, mis aparadi poolid ära võib rikkuda. Sel juhtumisel ehitatakse teatud kaugusele üksteisest n. n. translatsioonijaamad.

Translatsioonijaamas on relee (joonis 143), mis ühelt poolt tuleva voolu tegevusel kohalisest patareist voolu järgmise jaama peale edasi saadab. Näit. kui jaam A soovib B-ga ühendusesse astuda, siis käib vool võtit maha vajutades üle oma elektromagneti, sealt liini mööda kuni translatsioonijaama releekangisse, mis vedru abil kontakti

k vastas seisab, ja sealt üle elektromagneti E maase. Sel ajal, kui vool üle elektromagneti E käis, tõmbub link L vastu kohalise patarei B<sub>2</sub> kontakti ja uus vool läheb edasi jaama B. Samati sünnib ka siis, kui jaam B telegraferib. Kui jaamade vahe liig suur, siis võib liini peale mitu tranlatsioonijaama järjestikku ehitada.

### Dupleks.

Kaht telegraafiaparaati on võimalik nõnda ühendada, et mõlemail aparaatidel ühel ajal saab üle anda ja vastu võtta. Selleks tarvitatakse kahekordse mässivusega elektromagneteid EE ja reostaati R (joonis 144), millel sama suur takistus peab olema kui liini ja teise aparaadi takis-



144. joonis.

tus kokku. Patarei nabad peavad mõlemas jaamas vastamisi ühendatud olema, nõnda et kui ühes jaamas positiivne naba võtmekontaktiga ühendatud, siis peab seda ka teises jaamas olema; vastasel korral ei ole võimalik töötada. Kui ainult üks jaam töötab ja teine vastu võtab, siis käib vool seal jaamas, kus üle antakse, elektromagneti mõlemaist mähistest, s. o. vool jaguneb üks osa liini peale ja teine osa üle reostaadi, oma aparaadi elektromagneteid polariseerides; teises jaamas käib vool ühest ainsast mähisest üle võtme vaikse puute maasse ja magnetiseerib pooli E liinipoolse mähise, millest järgneb üle-

antavate märkide ilmumine lindile. Samati sünnib ka siis, kui teine jaam esimesega töötab. Kui aga mõlemad jaamad korraga vastamisi töötavad, siis töötab iga aparaat oma vooluga, sedamööda kuidas teisest jaamast voolu lastakse. Sel ajal, kui võtmed mõlemas jaamas maha vajutatakse, voolud pealiinis sugugi ei ilmu (patarei positiivsed nabad vastamisi), iga patarei vool käib ainult üle reostaadipoolse elektromagneti mähise ja mõlemas jaamas sünnib lindile kriips. Nõndapea kui üks nendest võtme üles tõstab, pääseb teise jaama vool liinile (oma magnetid polariseerides) ja seal jaamas, kus võti üles tõsteti, kestab kriips edasi, niikaua kui teine voolu annab. Nõnda võib ühe aparaadiga mõlemas jaamas korraga üle anda ja vastu võtta.

