

Katsaus viestialan teknilliseen kehitykseen

Yleisesikuntamajuri P Myyryläinen

I JOHDANTO

Viime vuosikymmenen aikana viestitekniikka kehittyi suunnattomasti, mutta siitä huolimatta viestialan teollisuuden voimat eivät tahdo riittää tyydyttämään tietoliikenteen kasvua. Tietoliikenteen määrä kasvaa — niin on laskettu — kymmenvuotiskautena 1960—70 kahdeksankertaiseksi koko maapallon huomioon ottaen, ja kasvu johtuu ensi sijassa kansojen taloudellisesta, poliittisesta, sotilaallisesta ja sosiaalisesta kehityksestä. Samalla tekniikan kehitys itsekin lisää vaikeuksia suurentamalla entistä nopeammin siirrettävien tietojen määrää. Kilpailu avaruuden valloittamisessa asettaa uusia vaatimuksia myös viestitekniikalle, eikä tässä kehityksen ”koskessa” enää aina nähdä mikä on syy, mikä seuraus.

Sotilasyhteyksille asetetaan määrän lisäämisen ohella entiset vaatimukset, ts niiden on toimittava taistelussa luotettavasti ja sovelluttava nykyaikaisten armeijoiden liikkuvuuteen. Koska yleisenä pyrkimyksenä on joukkojen hajoittaminen laajemmalle alueelle, on lisättävä viestivälineitä ja -yhteyksiä, jotta joukot pysyisivät johtajan käsissä. Ilmavoimien johtamiseksi tarvitaan nopeat ja kauaskantavat yhteydet lentokoneisiin sekä ilmassa että tukikohdissa. Monien erikoisaseiden käyttö vaatii uusia yhteyksiä, ja merivoimien pulmat ovat niin ikään monimutkaiset. Kaikille on yhteistä, että yksiköitä niiden sijainnista riippumatta on voitava johtaa ja valvoa kaikissa ilmasto-olosuhteissa ja ionosfäärin sähköisissä häiriötiloissa sekä riippumatta vihollisen häirinnästä.

Tämä katsaus noudattaa samaa perusrhmittelyä kuin vuonna 1956 Tiede ja Ase N:o 14:ssa julkaistu vuosikatsaus, ja sen perusteella tähän on sisällytetty myöskin kuvaus vahvavirtatoiminnan kehityksestä Suomessa, vaikka tämä muuten pitäisi jättää otsikon ulkopuolelle.

Katsauksen loppuun on liitetty ammattiterminologiaan kuuluvien käsitteiden selite, joka on pyritty ilmaisemaan kansantajuisesti.

II TELETEKNILLINEN KEHITYS ULKOMAILLA

1. Radiotekniikka

Taajuusalue 3—30 MHz (megahertsiä) alkaa olla kyllästymiseen asti täynnä käyttäjiä. Tämän lisäksi samojen taajuuksien yhteiskäyttö on pahentanut tilannetta siinä määrin, että on täytynyt kahdella rintamalla käydä ratkaisemaan syntyneitä vaikeuksia. Toinen ratkaisu pyrkii laajentamaan käytettävää taajuusaluetta yläpäästä ja toinen taajuusalueen tehokkaampaan käyttöön eli pienempiin kaistanleveyksiin.

Vaatus suuresta informaationsiirtokyvystä yhdistettynä pienen virheiden esiintymistodennäköisyyteen ja kohtuulliseen lähetystehoon johtaa luonnollisesti käyttämään leveäkaistaista lähetystä. Suorien pitkänmatkan yhteyksien tarve on johtanut hajatenemiseen perustuvien kajaste-järjestelmien tutkimiseen ja keksimiseen.

'Avaruusajan" alkaminen ja mahdollisuus lähettää suuriakin esineitä avaruuteen tarjoaa keinon uusiin yhteysmuotoihin, joilla ainakin teoreettisesti saadaan yli koko maapallon rajoittamattomat viestiyhteydet. Monet tähän liittyvistä pulmakysymyksistä ovat vielä ratkaisua vailla, mutta vaatimukset yli maapallon ulottuvista yhteyksistä ovat niin suuret, että varmuudella ennustetaan satelliittien avulla aikaansaatavien yhteyksien tulevan käyttöön viiden vuoden kuluessa.

Viestiyhteyksiin käytettävät satelliitit voidaan jakaa kahteen toisistaan täysin eroavaan tyyppiin. Toiseen

tyyppiin kuuluvat passiiviset heijastimet, jotka eivät kuljeta mitään elektronisia laitteita ja jotka toimivat heijastavien antennien tavoin välittämässä merkkien kulkua pisteestä toiseen maan pinnalla. Toisen tyyppin muodostavat satelliitit, joissa on aktiivisia elektronisia laitteita vastaanotettujen merkkien vahvistamista ja edelleen lähettämistä varten. Aktiivisen satelliitin eräessä muunnoksessa taltioidaan maasta lähetetty viesti siihen saakka, kunnes se toisen, maassa sijaitsevan vastaanottoaseman käskystä lähettää sen tälle. Tällöin satelliitin ei tarvitse olla samanaikaisesti molempien maa-asemien nähtävissä. Tällaisia viestisatelliitteja ovat lähettäneet ainakin amerikkalaiset vuoden 1960 ensi puoliskolla hyvin tuloksin.

Yksisivunauhälähetys (SSB) on ollut tunnettu jo kauan, mutta vasta viime vuosikymmenellä sitä on alettu käyttää myös laiva- ja lentokoneliikenteessä taajuusalueilla 30—3000 MHz. Sen käyttöön otto johtuu siitä, että lähettimen tehoa säästetään ja lähetys on tunteeton selektiiviselle häipymiselle, mikä haittaa tavallista AM-lähetystä. Vaikka tässä jätetään toinen sivunauhoista ja kantaalta lähettämättä, pystytään silti siirtämään koko viesti samalla kun säästetään puolet taajuuskaistan leveydestä ja vähintään 9 dB (desibeliä) tehoa. Vastaanottimen taajuuskaistan leveyttä voidaan myös pienentää puoleen, jolloin signaali-kohinasuhde paranee 3 dB.

Yksisivunauhälähetysten vastaanotossa merkit on demodulointa takaisin äänitaajuusalueelle. Tätä varten tarvitaan paikallinen kantaalto, jonka taajuuden tulee olla riittävän lähellä lähettimessä tukahdutetun kantaallon taajuutta. Mutta toisaalta niinkin pienet poikkeamat kuin 50 Hz saattavat vaikeuttaa puheen ymmärtämistä, varsinkin jos signaali-kohinasuhde samanaikaisesti on pieni.

Elektronisten laitteiden nykyisessä kehityksessä on nähtävissä viisi yleistä piirrettä.

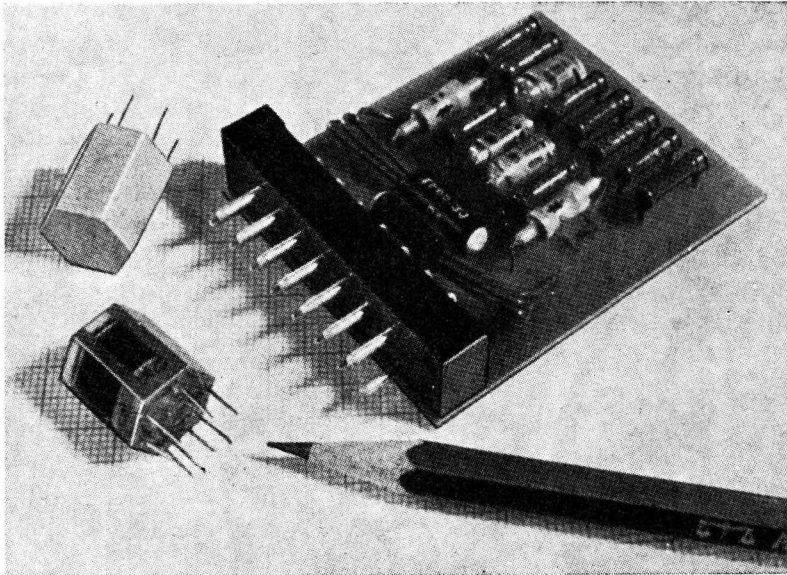
1. Laitteet pienenevät.
2. Käyttövarmuudelle asetetut vaatimukset suurenevät.
3. Kustannusten vähentämiseksi ja työvoiman säästämiseksi vaaditaan, että laitteiden rakenteen on sovelluttava automaattiseen asentamiseen.

4. Laitteiden ja rakenneryhmien kytkennän täytyy olla mahdollisimman muutos- ja sovituskkyinen.

5. Tehon tarpeen tulee pienentyä (transistorit putkien tilalle).

Nämä kohdat vaikuttavat suuresti toisiinsa, ja sen vuoksi niiden teknilliset ratkaisutkin ovat säännöllisesti sovittelun tuloksia, joissa kaikkia vaatimuksia ei ole voitu tyydyttää yhtä hyvin.

Transistorien käyttö johtaa tilavuuden huomattavaan pieneneeseen radioputkilaitteisiin verrattuna. Tähän ei vaikuta ainoastaan itse transistoreiden pienempi koko, vaan myöskin tilavuuden parempi hyväksikäyttö, sillä putkien jäähdyttämiseen aikaisemmin välttämätön ilmatila on nyt käytettävissä rakenneosia varten. Sitä paitsi ovat verkkoliitäntälaitteet pienempiä, mikä johtuu oleellisesti pienemmästä tehon tarpeesta ja matalampien jännitteiden käytöstä. Vähäiset häviötehot ja pienet jännitteet tekevät toisaalta mahdolliseksi pienikokoisten osien käytön ilman, että käyttövarmuus kärsii.



Kuva 1

Kaksiasentoinen pulssikytkin mikromodulirakenteena (vasemmalla) ja painettujen johtimien käyttöön perustuvana levy-yksikkönä.

Selvin kuva tämänhetkisestä tilanteesta syntyyneen tarkastelemalla teknillisiä yksityiskohtia uusista, jo saatavissa olevista laitteista.

Radiotekniikan viimeisimpiä kehitystuloksia ovat ns mikromodulirakenteet. Niille on ominaista kytkentöjen sijoittaminen päällekkäin kerroksiksi, jolloin levymuotoiset ja samankokoiset rakenneyksiköt pinotaan tiiviisti päällekkäin ja varustetaan pystysuorin kytkinjohdoin. Valmiiksi johdettu rakenneryhmä kastetaan valuhartsiin, ja siten se muodostaa tiiviin yksikön, mikä on kosteuden- ja sysäyksenkestävä. Mikromodulirakenteella päästään noin 10 kertaa pienempiin komponentteihin kuin tähänastisia pienoisyksiköitä ja painettuja piirejä käyttävällä rakennustavalla. Täysin transistoroitu mikromoduli-teknikka soveltuu erityisesti rakettien, laskukoneiden ja viestivälineiden rakenneyksiköitä varten. USA:n viestijoukoille näitä yksiköitä on alettu rakentaa vuoden 1958 alusta, ja käytettävien levyjen sivun pituus on 7,9 mm ja paksuus 0,25 mm. Aivan hiljattain ilmestyneen uutuuden vastaavat mitat ovat 12,5 mm ja 0,75 mm, mutta niinpä se sisältääkin jo täydellisen kytkennän, esimerkiksi multivibraattorin puolikkaan.

Tuskin enää paljain silmin nähtävissä ovat viimeisimmät suurtaajuustransistorit, joita mahtuu muutamia satoja 50-markkasen suuruiselle puolijohdelevylle. Näitä "Mesa"-transistoreita käytetään taajuusalueella 1000—3000 MHz. Täten voidaan mikromodulitekniikan avulla valmistaa taloudellisempia viestivälineitä ja tehdä sellaista, mikä tähän saakka on ollut mahdotonta.

Esimerkkinä yhden laitteen monipuolisesta käytöstä mainittakoon lyhytaaltoalueen vastaanotin, jolla voidaan vastaanottaa soinnitonta ja sointusähkötystä, kaksi- ja yksisivunauhaista puhetta sekä taajuus- tai amplitudimodulaatiota käyttävää kuvansiirtoa. Sillä on harvinaisen suuri taajuuden asettelutarkkuus ja pysyvyys, mitkä saavutetaan kideohjatulla oskillaattoreilla. Laite kuluttaa tehoa vain 70 W, ja sitä voidaan syöttää joko sähköverkosta tai erityisen transistori-muuttajan avulla 24 voltin akusta.



Kuva 2

Kuusikanavainen komppanianradio sveitsiläisen viestimiehen rinnalla

Esimerkki pienoislaitteista on 600 gramman painoinen FM-
ulälähetin yksisuuntaista puheyhteyttä varten. Lähetin toimii 80
MHz:n alueella lähetystehon ollessa 100 mW. Se on täysin transis-
toroitu, painetuin piirein aikaansaatu subminiatyyrirakenne. Lähe-
tin mahtuu helposti takin taskuun ja siinä on 33,5 cm:n pituinen
teleskooppiantenni. Kerrallaan voidaan käyttää yhtä kolmesta
kanavasta, joiden välit ovat 50 kHz, ja kantama on normaaliolo-
suhteissa 1—2 km.

Nykyaikaisista mittalaitteista esiteltäköön seuraava taskuko-
koinen yleismittari, joka on 4 cm:n paksuinen mutta muuten posti-
korttia pienempi. Siinä on

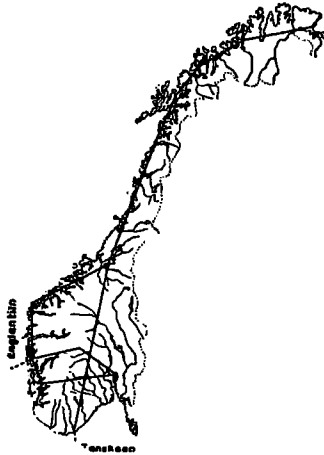
— tasajännitteen mitta-alue	1,5—1000 V
— vaihtojännitteen	3—1000 V
— tasavirran	100 μ A—5 A
— vaihtovirran	1 mA—5 A
— vastuksien	0—10 Mohm

Eräessä ilmavoimia varten valmistettavassa radiossa on 1750
kideohjattua kanavaa alueella 225—400 MHz lähetystehon ollessa

20 W. Toisessa, yhteyksiä varten maasta ja aluksilta lentokoneisiin tai alusten kesken, on 3500 kanavaa, joista mikä tahansa voidaan valita sähkömekaanisesti viidessä sekunnissa.

2. Suuntaradiotekniikka

Suuntaradiotekniikan piirissä kehitys on jatkunut yhä suurempia kanavamääriä, suurempaa käyttövarmuutta, lyhyempiä aallon-



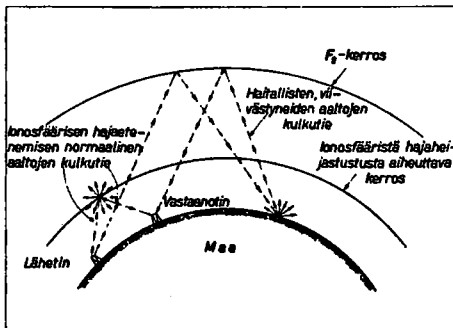
Kuva 3
Norjan suuntaradioverkon runko

pituuksia ja laitteiden laajenevaa käyttöä kohti. Hyvin suuret ja kalliit verkot on otettu käyttöön naapurimaissamme Ruotsissa ja Norjassa; viimemainitusta NATO on rahoittanut suurimman osan. Niinikään Neuvostoliitossa on suuntaradiokalustoa sekä kenttäjoukoilla että kiinteässä käytössä. Ainakin yksi yhteyssuunta Moskovasta etelään on rakennettu ranskalaisin laittein.

Uusina piirteinä on todettavissa kajaste- (scattering-) suuntaradioyhteyksien käyttöönotto sekä laitteiden erityisesti kanavointilaitteiden, transistorointi. Seuraavassa esitetään eräitä k a j a s t e t e k n i i k a n perusteita.

Tavallisia suuntaradioryhteyksiä rakennettaessa on pyrittävä saamaan yhteysketjun asemat niin lähelle toisiaan (välit noin 50 km), että antennien kesken saavutetaan optinen yhteys. Jos asemien väliä kuitenkin on pakko pidentää, on käytettävä vastaavasti korkeampia antennimastoja, joiden hinta jyrkästi nousee pituuden kasvaessa ja jotka tuovat mukanaan muitakin ei-toivottuja tekijöitä. Lyhyet jänneet puolestaan nostavat toistoasemien lukumäärää ja nekin tulevat kalliiksi, yleensä vielä kalliimmiksi kuin korkeatkaan mastot. Ratkaisua tähän pulmaan on haettu troposfääristä ja ionosfäärisestä hajaenenemisestä, joiden vaikutuksesta radiomerkkejä voidaan vastaanottaa taivaanrannan takanakin, kunhan vain käytetään tarpeeksi suurta lähetystehoä.

Vielä ei täysin tunneta, miten radioaallot voivat edetä heijastumalla troposfääristä, mutta se on selitettävissä kahdellakin tavalla. Toisen mukaan radioaallot osittain heijastuvat ja hajaantuvat niistä troposfäärin ilmakerroksista, joissa taitekerroin muuttuu voimakkaasti korkeussuunnassa lämpötila- ja kosteusolosuhteiden johdosta. Toinen selitys perustuu siihen, että oletetaan troposfääriässä olevan hajaantumista aiheuttavia tihentymiä tai pilviä, joissa taitekerroin poikkeaa ympäristön keskimääräisestä taite-



Kuva 4
Ionosfääristä hajaenenemistä käyttävän
kajastejärjestelmän kaaviokuva

kertoimesta. Radioaaltojen hajaantuminen eli sironta (scattering) tapahtuu lähetys- ja vastaanottoantennien suuntauskeilojen leikkaukskohdassa.

Tällaiselle hajaetenemiselle on ominaista suuri vaimennus. Siksi on tarpeen käyttää yhteyden molemmissa päissä antenni- ja joilla on suuri vahvistus ja terävä suuntaus. Antennikeilojen suuntaero pyritään saamaan mahdollisimman pieneksi valitsemalla antennien paikat siten, että niistä on esteetön näkyvyys taivaanrantaan. Troposfääristä hajaetenemistä käyttäen voidaan päästä yli 1000 kilometrin pituisiin yhteysväleihin, mutta häipyminen pakottaa käyttämään kaksoisvastaanottoa toisistaan erilleen sijoitetuin vastaanottoantennein.

Edellä kuvatun troposfäärin hajaetenemisen tärkeimmät ominaisuudet ovat seuraavat.

1. Vastaanotettavien merkkien voimakkuus vaihtelee jatkuvasti, koska antenniin saapuu yhtäaikaisesti useita satunnaisesti vaihtelevia aaltoja.

2. Vaihteluiden suuruus tunnin, vuorokauden ja kuukauden aikana saattaa nousta 20 desibeliin, jopa suuremmaksikin.

3. Jatkuvasti käyttökelpoisia merkkejä voidaan vastaanottaa yli 600 kilometrin päässä.

4. Sopiva taajuusalue on 100—10 000 MHz, vaikka pisimmät yhteydet usein saavutetaan alle 1000 MHz:n taajuuksilla.

5. Etenemistien vaimennus antennista antenniin saattaa olla 100 dB suurempi kuin suorinta tietä käyttäen.

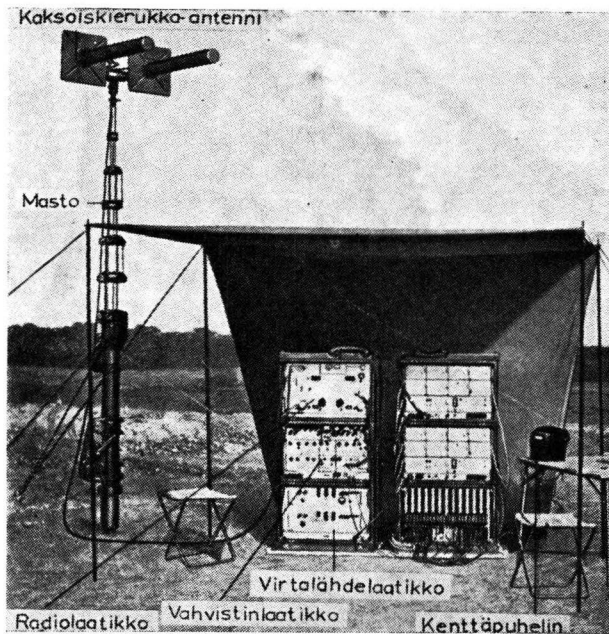
6. Se sallii siirtää leveitä taajuusalueita, esimerkiksi televisio-ohjelman tai useita satoja puhekanavia.

Toisena mahdollisuutena mainittu ionosfäärinen hajaeteneminen perustuu radioaaltojen heijastumiseen ionosfäärin häiriöalueista. Luotettavia yhteyksiä aina 2000 kilometrin etäisyyksiin asti on saavutettavissa 10—100 kilowatin lähetystehoin. Luotettavuus johtuu siitä, että käytettävä taajuudet, 30—300 MHz, ovat suurempia kuin häiriöalueen rajataajuus. Tämä pitää paikkansa maamagneettisilla napa-alueillakin, joilla äkilliset ionosfääriset häiriötilat voivat täysin katkaista pitkänmatkan yhteydet pitkillä aalloilla. Tällaisten häiriöiden aikana voi ionosfääriseen hajaetenemiseen perustuvien yhteyksien laatu jopa parantuakin. Toisaalta näissäkin on havaittu eräs paha haitta. Vastaanotinantenniin muualta kuin ionosfäärin varsinaiselta heijastusalueelta saapuvat

viivästyneet aallot aiheuttavat vääristymää, mikä häiritsee varsinkin kaukokirjoittimien käyttämää taajuusmoduloitua lähetystapaa.

Kajastesuuntaradioiden kanavamäärä on useimmiten 60—120. Antennit ovat suurikokoisia, läpimitta 10—40 m. Tunnetuimpiin kajasteyhteyksiin Euroopassa kuuluvat Länsi-Saksan ja Länsi-Berliinin väliset, yhteensä 240 kanavaa käsittävät järjestelmät. Bundespost hankki nämä sen vuoksi, ettei Itä-Saksan alueen poikki haluttu rakentaa kaapeliyhteyksiä eikä tavallisen suuntaradion toistoasemia. Lentoliikenteen tähden Berliiniin taas ei voitu rakentaa niin korkeaa tornia, että olisi päästy Länsi-Saksaan ilman toistoasemia.

Kajastekaluston hankinta- ja käyttökustannukset ovat nykyisin vielä suuret, mutta koska alan kehitys on nopeaa, lähivuosina on odotettavissa halpenemista.



Kuva 5

Kenttäsuuntaradio (vasemmalla) ja 12-kanavainen kantoaaltolaite telttakatoksessa

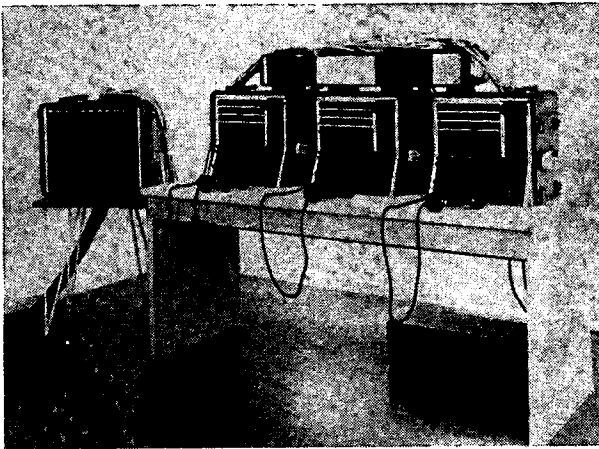
T r a n s i s t o r o i n t i puolestaan merkitsee laitteiden ja tehon tarpeen pienenemistä. Esimerkkinä mainittakoon eräs Ruotsin puolustusvoimien käyttämä 60-kanavainen kanavointiteline, joka vanhana radioputkilaitteena oli tilavuudeltaan 5,5-kertainen nykyiseen transistoroituun verrattuna. Uusi teline on samalla vanhaa halvempi.

Saksassa on kehitetty taajuusalueella 600—900 MHz toimiva kenttäsuuntaradio, johon voidaan kytkeä 4—24 puhekanavaa yhteyden laadusta ja yhteysvälineistä riippuen. Laitetta valmistetaan kahdessa tehtaassa ensi sijassa Naton joukoille. Osoituksena nykyaikaisen viestikaluston hinnoista mainittakoon, että tämä laite maksaa Suomeen tuotettuna 4 mmk/kpl. Laitteen erityinen arvo on siinä, että se soveltuu pienekin koulutuksen saaneiden henkilöiden käyttöön. Sen lähetin ja vastaanotin voidaan virittää yli koko taajuusalueen yhdestä nupista. Sen ansiosta kyetään nopeasti siirtymään taajuudelta toiselle, jos vihollinen häiritsee.

Nykyaikaiseen viestitoimistoon liittyy tutkatietojen välittäminen johto- ja käyttöpaikoille. Aikaisemmin on pidetty itse tutkakuvan siirtämistä välttämättömänä, ja sitä varten on kehitetty ja osittain vieläkin kehitetään sopivia viestilaitteita. Lentokoneiden nopeus on kuitenkin jatkuvasti kasvanut, ja tämä on johtanut siihen, että torjunnan suunnittelun apuvälineiksi on otettu matematiikkakoneita, koska entiset menetelmät ovat liian hitaita. Tällöin onkin tultu siihen, että johtokeskuksissa ei tehdä mitään raaoilla tutkakuvilla, vaan niihin on saatava tiedot valmiiksi käsiteltyinä. Viestiteknilliseltä kannalta tilanne siis muuttuu yksinkertaisemmaksi, sillä muokatut tiedot voidaan siirtää kaukokirjoitinkanavia pitkin, ja näiden lukua on helppo lisätä tavallisten puheyhteyksien avulla, koska yhdestä puhekanavasta saadaan jopa 24 lennätinkanavaa. Kehityksen kulku on todennäköisesti se, että käyttämällä lyhyen matkan kuvansiirtoon sopivia suuntaradioita, esimerkiksi 120-kanavaisia FM-laitteita, kerätään tiedot saman alueen tutkilta yhteen pisteeseen, josta ne valmiiksi käsiteltyinä lähetetään varsinaisiin johtokeskuksiin.

3. Puhelintekniikka

Kenttäarmeijan tarvitsemat puhelinkeskukset ovat edelleen paikallisparistokeskuksia. Luonnollisesti nekin ovat kehittyneet, ja kehityksen suuntana on nähtävissä koon pieneneminen, osien kestävämpi rakenne, tarkoituksen mukainen muotoilu sekä entistä parempi mahdollisuus koota pienistä keskuksista suurempia, jolloin tarvittavien tyyppien luku saadaan pysymään pienenä. Aivan yleistä on, että kuljetuslaatikot ovat tiiviitä ja siten mitoitettuja, että laiteyksiköt veteen joutuessaan kelluvat. Niin ikään kaikissa kenttäkeskuksissa on ratkaistuna nykyisin sängen todennäköinen mahdollisuus joutua liitetyksi automatisoituun puhelinverkkoon.



Kuva 6

Kolmesta kenttäkeskuksesta sekä multipell- ja ristikytkinyksiköistä muodostettu 100-linjan keskus

Kaukokirjoittimien käyttö ulkomaisten armeijoiden eri johtoportaisissa on suuresti lisääntynyt, samoin eri tarkoituksiin soveltuvien kirjoittimien määrä. Tähän on monia syitä, joista mainittakoon seuraavat.

1. Kun yhdestä puhekanavasta nykyisin laittein voidaan saada 4—24 kaukokirjoitinyhteyttä, on helpompaa saada aikaan riittävästi viimemainittuja kuin puheyhteyksiä.
2. Normaalisessa puhekanavassa voidaan suorittaa kerrallaan vain yksi puhelu, mutta sen häiriintymättä siinä samalla on mahdollista siirtää yksi kaukokirjoitinyhteys.
3. Tavallisesti yhteys on varattu sen ajan, mikä viestittäjältä kuluu kirjoittamiseen. Tällöin yhteyden viestituskapasiteetti on pieni. Viime aikoina on saanut yhä laajemman käytön sellainen menettely, että lähetettävästä sanomasta tehdään reikänauha, joka pikalähettimellä annetaan yhteyttä pitkin vastaanottopään nauhoittajaan ja siellä nauhasta kirjoitetaan sanoman muotoon. Tässä tulee ihmisen suoritettavaksi tosin yksi ylimääräinen työvaihe, mutta viestituskapasiteetti nousee moninkertaiseksi. Tällaiset pikalähettimet pystyvät lähettämään 60 kirjainta sekunnissa, mikä merkitsee, että yhden välittömästi kirjoitettavan sanoman viestitysajassa saadaan lähetetyksi 20—30 samanpituista sanomaa reikänauhalla.
4. Kaukokirjoittimien tekstin automaattinen salakirjoittaminen on ollut helpompaa ja luotettavampaa kuin puheen. Magnetofonien, matematiikkakoneiden yms käyttöön otto on helpottanut suuresti viestien salatekstin avaamista, ja sen vuoksi alkeelliset puheen salaamisen menetelmät ovat täysin menettäneet merkityksensä. Sellaisista on vain vahinkoa, sillä salakielialaa tuntemattomat johtajat luulevat keskustelujensa pysyvän salaisina ja puhuvat asioista, jotka he varmasti pitäisivät kielensä takana jos tietäisivät, että heidän salalaitteensa ei anna mitään suojaa nykyaikaista tiedustelua vastaan.

Aivan hiljattain on saatu tietoja sellaisten puheen salaamislaitteiden olemassa olost, jotka takaavat salaamisvarmuuden. Näiden yleistyminen voisi vähentää kaukokirjoittimien tarvetta. Tämä

tuntuu kuitenkin epätodennäköiseltä, sillä puheen salaamislaitteiden hinta tulee pysymään korkeana ja rajoittamaan menekkiä.

Kaukokirjoitinsanomien lähettäminen on mahdollista myös radioyhteyksillä. Tämä onnistuu varmemmin käyttämällä tiettyä kaukokirjoitintyyppiä, ja juuri tällaisten käyttö on lisääntynyt. On ymmärrettävää, että sähkötyradioliikenne, joka vaatii sanomien erillisen salakirjoittamisen, väistyy automaattisesti salakirjoittavan radiokaukokirjoittimen tieltä. Eräs tällainen kaukokirjoitin painaa 29 kg ja siihen liitettävä salakirjoituslaite 25 kg, joten ne painonsa puolesta kelpaavat kenttäoloihin.

Hiljattain on kehitetty kaukokirjoitinvaihdte, mikä kytkee yhteen keskusjohtoon vuorotellen kaksi kirjoitinta. Uusi kytketyminen tapahtuu vasta sitten, kun toinen kone on lopettanut kirjoittamisen. Eräs kaukokirjoitinkeskus suo edellisen lisäksi sen sangen toivotun mahdollisuuden, että molemmat kaukokirjoittimet samaan ulosmenojohtoon liittyneinä voivat vaihtaa sanomia keskenään. Tämä sisäinen kirjoittaminen keskeytyy itsestään heti, kun ulkoisesta verkosta tulee kutsu, ja saapuvan kirjoituksen ottaa toinen koneista heti täydellisenä vastaan.

Informaatioteorian avulla voidaan nykyisin tutkia, kuinka paljon kaistanleveyttä tarvitaan tietyn viestin, esimerkiksi puhelin keskustelun, välittämiseen. Siihenhän käytetään nykyisin kanavia, joiden siirtokapasiteetti on 20.000 bit/s, vaikka tutkimusten mukaan puheen informaation sisältö käsittää vain noin 60 bit/s, joten paljon vähemmällä kaistanleveydellä voidaan tulla toimeen. Tutkimukset ovatkin käynnissä sellaisten keinojen löytämiseksi, joilla puhe voitaisiin siirtää taajuuskaistaa vähemmän tuhlaavalla tavalla.

Tavallisen puhelimenkäyttäjän kannalta kulunut vuosikymmen ei ollut kovinkaan hämmästyttävä, mutta edistystä on kuitenkin tapahtunut leveällä rintamalla, esim. tilaajavalintaisen kaukoliikenteen voimakkaana jatkunut laajeneminen ja puhelumaksujen suhteellinen aleneminen. Samanaikaisesti ovat puheluolosuhteet melkoisesti parantuneet ja tilaajavaihteiden käyttö lisääntynyt. Puhelinkoneiden laatu on kohonnut, uusia malleja on ilmestynyt ja sivupuhelimien käyttö kodeissa yleistynyt. Teknillisesti ehkä

kaikkein arvostetuimmaksi on muodostunut Atlantin-kaapeleiden laskeminen, minkä ansiosta puhelut yli Atlantin nykyisin ovat laadultaan ensiluokkaisia.

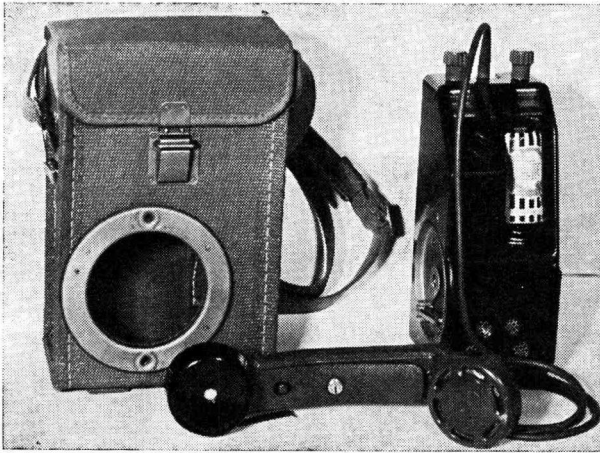
Puhelinteknillisten osien kehityksestä on sanottava, että puolijohteiden pintailmiöitä tutkitaan kaikkialla ja että jo on saavutettu hyvin käyttövarmoja komponentteja, joiden elinikä on tyydyttävä. Uskotaan, että tutkimukset johtavat vielä pitempään elinikään, jolloin päästään yksinkertaisempiin ja samalla halvempiin rasiarakenteisiin.

Elektronisia automaattilaitteita varten on kehitetty koko joukko uusia muistiyksiköitä, mm muistiputkia sekä erilaisia magneettisia ja dielektrisiä muistirakenteita. Lähivuosina voidaan odottaa tilanteen siinä suhteessa seestyvän, että vain parhaiten toteutettaviksi sopivat muistiratkaisut jäävät valmistukseen.

Puhelinkoneissa kehitys on kohdistunut lähetys- ja vastaanotto-ominaisuuksien parantamiseen. Siten suuremmat vaimennukset, toisin sanoen pitemmät tilaajalinjat ja niissä ohuemat poikkipinnat, ovat tulleet mahdollisiksi paikallisverkoissa. Hiilijauhemikrofonien lähtöteho on kasvanut noin 5 dB viime vuosina, ja lähitulevaisuudessa voidaan ehkä saada muutamia desibelejä lisää. Kuulokkeena käytetään edelleenkin vanhaa Bellin sähkömagneettista ratkaisua. Parempien raaka-aineiden ansiosta sen teho on muutaman viime vuoden kuluessa lisääntynyt noin 8 dB. Tasapainotetut sähkömagneettiset kuulokkeet antavat vielä 2—3 dB lisää tehoa, mutta sen paremmiksi kuulokkeita tuskin voidaan odottaa lähivuosina. Kaikkiaan puhelinkoneiden teho on noussut siis noin 15 dB. Tämä jakautuu kuitenkin eri tavalla lähetykselle ja vastaanotolle, minkä vuoksi koneen kytkennässä täytyy tehdä vaimennuksen jakoa koskeva muutos. Lisääntyneestä tehosta aiheutuu tiettyjä haittojakin. Lyhyillä linjoilla äänen voimakkuus on tullut häiritsevän suureksi ja sivuäänien vaimentumiselle on pitänyt asettaa suurempi vaatimus. Niinikään on jouduttu lisäämään ylikuulumisvaimennuksen arvoa puhelimissa ja kaapeleissa.

Kun meidän tuntemamme kenttäpuhelimet II maailmansodan aikana painoivat 4—5 kg, painaa Sveitsin armeijan nykyinen kenttäpuhelin enää 2,4 kg. Se ei kuitenkaan ole mikään lelu, vaan on

niin lujarakenteinen, että jeepin pyörä voi kulkea sen yli vahinkoa aiheuttamatta. Kenttäpuhelimien kaikki metalliosat ovat ruostumatonta terästä ja kosketinkärjet puhdasta platinaa. Sen käsi puhelin on litteä, joten kuuloke sopii kypärän ja korvan väliin, punos on luja ja paristo vain puolet siitä, mikä tarvitaan meidän kenttäpuhelimessamme. Kenttäpuhelimet ovat laitteina yleensä hyvin yksinkertaisia, mutta tässä sveitsiläisessä on useita teknillisiä hienouksia, jotka osoittavat, että puhelimen kehittäjä on tun-



Kuva 7
Sveitsiläinen kenttäpuhelin kotelostaan irroitettuna

tenut hyvin kenttäolosuhteiden vaatimukset ja nähnyt vaivaa hyvien sovellutusten löytämiseksi. Useinhan tavataan kenttäpuhelimia, jotka on kokoonpantu siviilikäyttöön tarkoitetuista osista ja joissa laatikko on oikeastaan ainoa kenttäoloihin suunniteltu osa.

Puhelinkoneista mainittakoon vielä, että klassillinen vaihtovirtakello nykyisin rakennetaan mekaanisella äänenvoimakkuuden säädöllä varustettuna, mikä jäänee tulevaisuudessakin vallitsevaksi. Ilman muuta voidaan myöskin ennustaa, että tällä vuosikymmenellä tullaan siirtymään numerolevystä painonapeilla suoritettavaan numeronvalintaan. Samoin voidaan odottaa, että koväänispuhelimet tulevat vallitseviksi siviilikäytössä.

V e r k o t e k n i i k a n piirissä tapahtuneesta kehityksestä on ennen muuta mainittava muovikaapeleiden huomattava yleistyminen. Missä vaimennusseikat suinkin sallivat, on siirrytty käyttämään 0,4 millimetrin johdinpaksuutta paikallisverkoissa, onpa jo käytetty 0,3 millimetrin johtimiakin. Viimemainittujen valmistus ja jatkaminen on kuitenkin vaivalloista, sillä johtimet katkeavat helposti. Kuparin korvaaminen alumiinilla ei näytä saavuttavan kannatusta, vaikka se vaimennuksen puolesta monin paikoin olisi ollut mahdollista. Alumiinijohtimia on vaikea jatkaa ja niistä valmistetut kaapelit tulisivat paksummiksi kuin vastaavat kupari-kaapelit.

Siirtotekniikan alaan kuuluvien kantoaaltojärjestelmien kehityksessä on ruvettu käyttämään suurempia kaistanleveyksiä koaksiaalikaapeleissa. Nyt on olemassa järjestelmiä, joilla päästään 12 MHz:iin. On epävarmaa, mennäänkö tätä korkeammalle, mutta muutamien vuosien kuluttua pitäisi sekä teknillisesti että taloudellisesti olla mahdollista siirtää 36 MHz:n kaista.

Viime vuosikymmenellä puhuttiin usein lyhyen matkan kantoaaltojärjestelmistä, joiden piti korvata nykyiset pupinikaapelit. Niiden kehitys on tuottanut kuitenkin pettymyksen, sillä hintaa ei ole pystytty painamaan kyllin alas. Vasta noin 40 kilometrin matkoilla ne kykenevät kilpailemaan hinnassa.

Puhelinyhteyksien äänensiirtokalustona esiintyvät nykyisin suuntaradiolaitteet laajassa mitassa, ja amerikkalaista ATT-konsernia pidetään alalla johtavana. Sen uudessa "TH"-suuntaradiossa on ratkaisevana uutuutena 5 watin kulkuaaltoputki. Muista ominaisuuksista mainittakoon taajuusalue 5925—6425 MHz ja 8 laajakaistaista FM-radiokanavaa, joissa kussakin voidaan siirtää 2280 puhekanavaa. Laitetta alettiin myydä viime vuonna.

A u t o m a a t t i t e k n i i k a n alalta voidaan havaita, että koordinaattijärjestelmä suoritti viime vuosikymmenellä laajan läpimurron. Samanaikaisesti alkoi elektronisten järjestelmien kehittäminen, ja Bell-konsernista on lähtöisin käsitys, että elektroninen järjestelmä tulee hyvin pian lyömään laudalta kaikki sähkömagneettiset järjestelmät. Mielenkiinto elektronisia laitteita koh-

taan johtuu lähinnä elektronisista laskukoneista, jotka kuuluvat aikamme suurimpiin keksintöihin.

Uutuuksista mainittakoon vielä puhelinliikenteen pulmakysymyksien selvittämiseen sopivat digitaalikoneet. Niitä käytetään runsaasti myös suodattimien laskemisessa, mikä tähän saakka onkin ollut erittäin vaikeaa, ja näin saadaan pienemmällä insinöörityöllä parempia ja halvempia suodattimia.

Seuraavassa esitellään vielä eräitä laite u u t u u k s i a puhelintekniikan alalta. Niitä kaikkia valmistetaan tehdasmaisesti.

Siemens on valmistanut eri puolille maailmaa jo useita miljoonia kappaleita jalometalli-moottorikiertovalitsijoita. Eri valintaportaiden valitsijat ovat täydelleen samanlaisia, joten ne ilman muuta ovat vaihtokelpoisia kaikkialla. Järjestelmä sallii numerojen valinnan kestoajalle ja pulssisuhteelle suuret välykset, on riippumaton tilaajien valinnassa pitämistä tauoista eikä ole arka huonoille tilaajalinjoille. Tässä nopeassa suoraan ohjatussa järjestelmässä yhtyvät myös rekisteri-ohjatun edut.

Automaattiverkossa toimivia tilaajavaihteita varten on kehitetty osittain elektroninen valvontalaite, mikä ilmaisee jokaisen tilaajaliittymän puhelumaksun. Laite antaa sekä kutsuvan että kutsutun tilaajan numerot, maksusykäysten luvun samoin kuin kaikki aikatie dot erääseen taltioon. Puhelun päätyttyä aineisto siirtyy edelleen rekisteröintilaitteeseen. Toiminta perustuu siihen, että tilaajajohdon rinnalle on kytketty kapasitiivisesti johdinsilmukka, joka on yhteydessä rengassydämiseen kytkinkenttään.

Kanavointilaitteista kuvailtakoon erästä täysin transistoroitua 12-kanavaista laitetta, joka on valmistettu sekä kaapeli- että avojohdinkäyttöä varten niin neli- kuin kaksijohdinyhteydelläkin. Kalustoon kuuluu yksi tai kaksi täydellistä päälaitetta varustettuina kahden pilotin muodostamalla automaattisella tasonsäädöllä, tarpeelliset pientaajuuspääte-elimet, joilla siirrytään 4-johdinkäytöstä 2-johdintiselle linjalle, sekä välityslaitteet vaihtovirtasoiton muuttamiseksi kanavointilaitteessa vaadituiksi tasavirtasykäyksiksi. Virtalähdeyksikkö ottaa käytön vaatimat syöttöjännitteet suoraan vaihtovirtaverkosta. Verkkohäiriöiden varalta on järjestetty myös akkusyöttö. Tämän järjestelmän siirtotietä varten on

kehitetty ja otettu käyttöön pilotin ohjaamia täysin transistoroituja välivahvistimia.

Yleisesti on todettavissa, että monia radioputkilla aikaisemmin toimineita kanavointilaitteita nykyisin valmistetaan transistoroituina.

Uutta on myös radion periaatteella toimiva henkilönhakulaite. Siihen kuuluu kolme osaa, nimittäin käyttölaite, verkkoliitäntälaitteella varustettu vahvistin ja latauslaite. Laitteella voidaan kutsua jopa 27:ää vastaanotinta, ja puhe siirretään FM-modulointuna. Meluisissa huoneissa käytetään vastaanottimissa lisäksi vilkkuvaloa. Vastaanottimet ovat putoamisen kestäviä ja vain 11 mm paksuja. Laitteessa on kaksi koodimerkkiä osoittamassa kiireellisyttä tai tulossa olevaa puhelua.

Käyttämällä tunnelidiodeja on valmistettu hyvin kohinattomia vahvistimia suurillekin taajuuksille. On odotettavissa, että tämä diodi saavuttaa käyttökelpoisuusrajansa vasta GHz-alueella.

Murtohälytyslaitteena on käytössä uusi ilmainen, mikä toimii sähkömagneettisen kentän muutoksen perusteella. Käyttämällä näkymätöntä sähkökenttää hyväkseen laite ilmaisee tulijat, jos he lähestyvät suojattavaa kohdetta tai koskettavat sitä. Täyden transistoroinnin vuoksi häirittevyys ja virran tarve ovat pieniä sekä käyttöikä suuri. Suojattavan kohteen kapasitanssi muodostaa osan viritettävän oskillaattoriasteen piirikapasitanssista. Kohteen lähestymisen tai koskettamisen aiheuttama kapasitanssin muutos synnyttää lopulta releosassa ilmaisen.

Puhelintekniikassa tarvitaan paljon magneettista raaka-ainetta ja erimuotoisia magneetteja. On onnistuttu valmistamaan kesto-magneetteja, jotka säilyttävät vetovoimansa aina 450 °C:n lämpötilaan saakka sekä käytännöllisesti katsoen rajattoman kauan. Ne ovat täysin tunteettomia magnetismia tavallisesti heikentäviä vaikutuksia, kuten tärinää ja vaihtokenttiä, vastaan.

Eräs amerikkalainen tehdas on kehittänyt releen, jossa on elohopeaan kastetut koskettimet ja jota voidaan käyttää erittäin hyvin mitta-, säätö-, ohjaus- ja laskulaitteisiin. Rele työskentelee täysin värähtelemättä ja kestää useita miljardeja kytkentöjä. Sen muodostaa kaasumpulli, jonka sisään on suljettu koskettimet ilma-

tiivisti. Ampullin alaosassa on elohopeaa, joka kapillaarivoimalla nousee putkessa ja jatkuvasti peittää platinakoskettimet ohuella kalvolla. Täten kuluminen ja vanheneminen on miltei mahdotonta. KytKentäteho nousee korkeintaan 250 voltiamperiin ja suurin kytKentätaajuus 200 herziin.

III TELETEKNIIKAN JA VAHVAVIRTATOIMINNAN KEHITYS KOTIMAASSA

1. Radiotoiminta, -tekniikka ja -teollisuus

Kenttäradiokaluston uudistaminen ajanmukaiseksi on ollut puolustuslaitoksen piirissä koko viestikaluston kehittämisen pääkohteena. Useita tyyppjeä on hankittu, ja niiden saaminen joukkojen käyttöön on helpottanut ja tehostanut koulutusta, samalla kun on totuttu niitä käyttämään ja niihin luottamaan. Vielä ei kuitenkaan ole käytettävissä kaikkia tarvittavia kenttäradiomalleja.

Yleisradio Oy on saanut melkein valmiiksi maamme ula-asema-verkon, ja ula-kuuntelu on nyt käytännöllisesti katsoen mahdollista koko maassa. Ula-lähetysasemia on Suomessa kaikkiaan 33 ja niillä samanaikaisesti toimivia lähettimiä 40 sekä varalähettimiä 23. Lapissa toimivien Pyhätunturin, Kaunispään, Sammaltunturin ja Pellon ula-asemien välialueille aiotaan myöhemmin rakentaa vielä joitakin asemia. Viimeinen Keski-Suomen ula-asema valmistui Pihtiputaalle vuoden 1960 lopulla. Radiokuuntelulupien määrä on kasvanut viime vuosina noin 40.000 kappaleella vuodessa, mikä merkitsee nousun hidastumista, ja oli vuoden 1960 päättyessä 1.227.368 kappaletta.

Televisiotoiminta on voimakkaassa nousussa. Lähetysasemien ja vastaanottimien määrät kasvavat niin, että vuoden 1959 lopussa oli viisinkertainen määrä lunastettuja katselulupia vuoden alkuun verrattuna. Vuoden 1961 alkaessa oli lunastettuja TV-lupia 92.508, mikä osoittaa lukumäärän kasvaneen vuoden 1960 aikana 2 ½-kertaiseksi. Ohjelma siirretään Turun ja Helsingin

välillä suuntaradioyhteyttä pitkin. Se on yksisuuntainen mutta siten käännettävissä, että ohjelmansiirto voi tapahtua joko Helsingistä Turkuun tai Turusta Helsinkiin. Eurovisiota varten on rakennettu yhteys Ruotsin itärannikolta Maarianhaminaan ja edelleen Turkuun. Useiden uusien lähetyksiasemien ja niiden välisten suuntaradioyhteyksien rakentaminen on käynnissä. Ylöjärvellä valmistui vuoden 1960 lopussa maamme tähän mennessä suurin TV-asema, missä 65 metrin korkuisen betonitornin päällä on 150-metrinen teräsristikkomasto ja sen huipussa antenni. Ylöjärven asema on kansainvälisenkin mittapuun mukaan suurasema, ja sen lähetykset näkyvät yli 100 kilometrin päässä. TV-ohjelmat tullaan siirtämään Ylöjärveltä Ähtäriin, josta edelleen Lapualle ja Jyväskylään. Viimemainituille paikkakunnille rakennetaan 320 metrin korkuiset antennimastot. Vuoden 1961 kuluessa pyritään TV-asemat saamaan valmiiksi myös Kuopiossa ja Joutsenossa, joihin ohjelma siirretään Jyväskylästä ja Lahdesta.

Puolustuslaitoksella on käytössään oloissamme laaja **s u u n t a r a d i o v e r k k o**, johon sisältyy useita tuhansia kanavakilometrejä. Posti- ja lennätinlaitoksen ensimmäinen suuntaradioyhteys valmistui vuoden 1958 lopulla Hyvinkään ja Mäntsälän välille. Se on 24-kanavainen. Posti- ja lennätinlaitoksen lähimpiin suunnitelmiin sisältyy suuntaradioyhteyksien rakentaminen väleille Tampere—Pori, Jyväskylä—Kuopio ja Turku—Maarianhamina, mistä yhteistoiminnassa Ruotsin Televerketin kanssa edelleen Tukholmaan. Yksityisillä puhelinyhtiöillä on käytössään 10 suuntaradiojännitettä, ja näyttää siltä, että yhtiöt entistä enemmän alkavat hankkia suuntaradiolaitteita verkkoryhmyyhteyksiään varten.

Suomen radioteollisuus — kaikkiaan on maassamme seitsemän radiotehdasta sekä useita pienyrittäjiä ja kokoonpanopajoja — on valmistanut hieman yli 100.000 yleisradiovastaanotinta vuodessa, mikä suurin piirtein vastaa maamme tarvetta. Vastaanottimissa käytetyistä osista on nykyisin suurin osa kotimaisia. Radioputket ovat merkittävimpiä ulkomaisista komponenteista, joiden osuus radiovastaanottimissa on noin 7 % ja televisiovastaanottimissa noin 12 % myyntihinnasta. Yleisradiovastaanottimen ja radiokomponenttien vähäistä vientiäkin on tapahtunut, ensi sijai-

sesti muihin pohjoismaihin. Kehitys radiovastaanottimien valmistuksessa on kulkenut eteenpäin ulatekniikan merkeissä. Eristysaineiden parantuessa komponenttien koko on pienentynyt, ja samalla niiden sijoitus on kehittynyt selväpiirteiseksi, mikä aikanaan helpottaa vastaanottimien korjaamista. Transistorit ovat kokonaan syrjäyttäneet radioputkien käytön matkaradioissa.

Maassamme on nyt VHF-radiopuhelinasemia kiinteässä liikenteessä noin 50 ja siirtyvässä noin 2800, joiden enemmistönä ovat autoradiot. Valittaa täytyy sitä, että käytössä olevat laitteet ovat sangen kirjavaisia — useita kymmeniä eri tyyppiä — mikä tuottaa huololle vaikeuksia.

Sotilaalliselta kannalta katsoen radio- ja televisiotoiminnan kasvua on pidettävä hyvänä, sillä se pakottaa erikoiskouluttamaan alalle teknillistä henkilökuntaa ja hankkimaan huollossa tarvittavia mittalaitteita. Vastaanottimien ula-tekniikkahan ei ole kovin kaukana siitä, mitä käytetään kenttäradioissa, ja kun viime mainittujen määrät kasvavat, lisääntyy kaikissa johtoportaisissa radioasentajien ja -tekniikoidenkin tarve.

2. Puhelintoiminta ja teollisuus

Yksityiselle puhelintoiminnalle luonteenomaisena piirteenä voidaan pitää puhelinlaitosten entistä suurempaa keskittymistä suuremmiksi, lähinnä yhden verkkoryhmän käsittäviksi yhtymiksi. Näin on yksityisten puhelinlaitosten lukumäärä laskenut vv 1959—60 lähes sadalla ollen nyt enää 201, joista 186 harjoittaa varsinaista puhelintoimintaa. Suurentuneilla laitoksilla on entistä paremmat mahdollisuudet hoitaa tehtävänsä teknillisessä ja taloudellisessa suhteessa täysipainoisesti. Käsikeskukset ovat hyvää vauhtia väistymässä automaattikeskusten tieltä, ja yksityisten puhelinlaitosten verkoissa on automatisoimisaste jo 90 %. Kaikkiin on yksityisissä laitoksissa noin 480.000 puhelinta, mikä merkitsee 80 % maamme kaikista puhelimista.

Paikallisliikenne on automatisoitu joko kokonaan tai suurimmaksi osaksi mm. seuraavissa verkkoryhmissä: Forssa, Helsinki, Hyvinkää, Hämeenlinna, Lohja, Nummela, Parkano, Porvoo, Ruovesi, Tammisaari, Tampere, Toijala, Turku ja

Vihti. Järjestelmällinen automatisointi on lisäksi käynnissä monen verkkoryhmän alueella.

Viime aikojen huomattavin tapahtuma puhelintoiminnan alalla on automaattisen kaukoliikenteen käyttöönotto Helsingin, Tampereen, Lahden, Hämeenlinnan, Hyvinkään ja Toijalan verkkoryhmien kesken marraskuussa 1959. Vuoden 1960 aikana siihen liittyivät myös Porvoon, Lohjan, Vihdin, Karjaan ja Tammisaaren verkkoryhmät. Koko maan puhelintilaajista kuuluu tilaajavalintaisen kaukoliikenteen piiriin nyt 45 %. Kaukoyhteydet on aikaansaatu pääasiassa Suomen Kaapelitehtaan valmistamilla koaksiaalikaapeleilla, jotka ulottuivat vuoden 1960 lopussa Vaasaan, Jyväskylään, Kouvolaan ja Kotkaan.

Kaikki koaksiaalikaapelit voidaan kuitenkin ottaa käyttöön vasta sitten, kun vahvistinasematyöt on saatu valmiiksi, mihin kulunee muutama vuosi. Helsingistä lähtee kaikkiaan 1236 kaukoyhteyttä, joista 476 on vielä käsivälitteisiä ja 6 radioyhteyksiä.

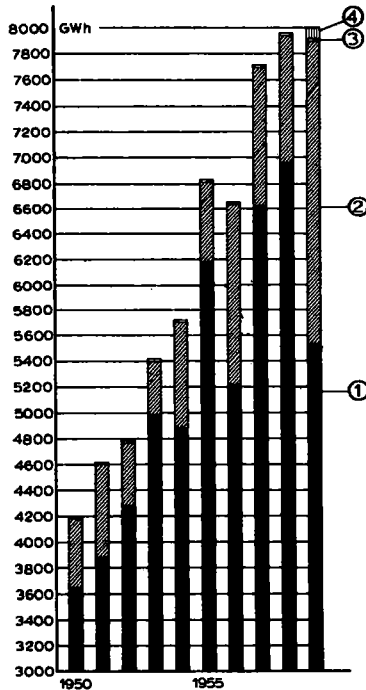
Valtion rautateiden puhelinliikenne muuttuu lähivuosina automatisoiduksi. Johdinverkko muodostuu pääasiassa kantoaaltoyhteyksistä ja on huomattavalta osalta kaapeloitu. Ratasalle Toijala—Haapamäki on tilattu radiolaitteet, joiden avulla kaikkiin sillä kulkeviin juniin saadaan puheradioyhteys milloin tahansa. Toisaalta tulee matkustajille mahdolliseksi puhua junasta jokaiseen maan automatisoidun kaukoverkon piirissä olevaan puhelimeen. Tukiasemien väliset yhteydet saadaan aikaan suuntaradioilla. Tämä kehitys on sotilaalliselta kannalta edullinen ja tervetullut.

Maamme puhelinteollisuus on lisännyt automaattisten puhelinkeskusten ja PABX-keskusten (tilaajavaihteiden) valmistusta. Puhelinteollisuutemme tyydyttää edelleenkin maan puhelin-koneiden tarpeen. Alan teollisuuden muista tuotteista on mainittava vakiojännitetasasuuntaajat, joilla pienemmissä tilaajavaihteissa korvataan akut.

3. Vahvavirtatoiminta

Sähkön käyttö maassamme on moniin muihin Euroopan maihin verrattuna varsin runsasta huolimatta elinkeinoelämämme vielä

suhteellisen alhaista teollistumisasteesta. Asukasta kohti laskettu sähköenergian tuotantomme on nykyisin noin 1800 kWh (kilowattituntia) vuodessa eli likimain sama kuin Euroopan johtaviin teollisuusmaihin kuuluvissa Länsi-Saksassa ja Englannissa, mutta kuitenkin vain neljännes Norjan sekä puolet Ruotsin ja USA:n vastaavalla tavalla lasketusta määrästä. Koska sähkön käyttö suuresti on riippuvainen paikallisista olosuhteista, kuten maan ilmastosta, teollisuuden laadusta, sähkön tuottamistavasta ym, ei esimerkiksi väestön elintasoa ja hyvinvointia koskevien suoranaisten johtopäätösten teko sähkön käytön määrien perusteella ole mahdollista. Niinpä oman maamme suhteellisesti runsas sähkön käyttö johtuu



Kuva 8

Sähköenergian kehitys Suomessa vuosina 1950—59

1-vesivoimalla, 2-höyryvoimalla, 3-polttovoimalla, 4-energiämäärä, joka on tuotu maahan vähennettynä maasta viedyllä määrällä.

pääasiassa paperi- ja massateollisuuden suuresta tarpeesta, kun taas Norjan poikkeuksellisen suuri sähkön käyttö, noin 7.000 kWh /vuosi asukasta kohti, aiheutuu laajasta, paljon sähköä kuluttavasta kemiallisesta teollisuudesta ja maan runsaista, halvalla hyväksikäytettävistä vesivoimavaroista, mikä tekee sähkön käytön kannattavaksi asuntojen lämmitykseen. Kuitenkin osoittaa vilkaisu maailman johtavien sähkökäyttömaiden luetteloon, johon jo edellä mainittujen maiden lisäksi kuuluvat mm Belgia, Itävalta, Ranska ja Sveitsi, että sähkön runsas tuotanto yleensä on teollistumisen ja hyvinvoinnin nousun edellytys. Tämä tosiasia ilmenee oman maamme talouselämän kehitystä koskevista tilastoista, jotka osoittavat, että on olemassa melko säännönmukainen yhteys koko kansantuoton ja sähkön tuotannon lisääntymisen välillä, esimerkiksi kansantuoton noin 5 % suuruinen keskimääräinen vuosittainen kasvu edellyttää olloissamme 9—10 % vuotuista sähkön tuotannon lisäystä.

Sähköenergiaa tuotettiin Suomessa v 1959 kaikkiaan 7.912 GWh (1 GWh = miljoona kWh), josta vesivoimalla 70 %, höyryvoimalla 29,6 % ja loput polttomoottoreilla. Kokonaistuotanto laski hieman verrattuna edelliseen vuoteen, sillä kesän kuivuuden vuoksi vesivoiman osuus pieneni noin 1400 GWh. Vuodesta 1959 lähtien alkoi höyryvoiman osuus suurentua, ja energian tarve kasvoi syksyllä 1960 hyvin jyrkästi, paljon nopeammin kuin uutta vesivoimaa tuli käyttöön. Erotus oli peitettävä lämpövoimalla.

Noin puolet vuosittain tuotettavasta sähköenergiasta kehitetään teollisuuslaitosten omistamissa voimalaitoksissa. Valtion voimayhtiöiden osuus on noin 40 %, ja loput kehitetään sähkön jakelulaitosten vesi- ja höyryvoimalaitoksissa. Maamme suurimmat sähköntuottajat ovat Oulujoki Oy, Imatran Voima Oy ja Kemijoki Oy, joissa kaikissa valtio omistaa osake-enemmistön välittömästi tai välillisesti, sekä Kymen Oy. Kulutukseen toimitetusta sähköstä käytettiin noin 75 % teollisuuden eri tarpeisiin sekä loput yksityisiin ja julkisiin tarpeisiin.

Tulevaisuuden näkymät ovat seuraavat. Suomen vesivoimavaroista ei kannata rakentaa enempää kuin 12.000 GWh vastaavat laitokset. Tähän päästään vuoteen 1970 mennessä, jolloin tarpeen

kuitenkin on laskettu olevan 20.000 GWh. Lämmöllä peitettäväksi jää siis 8.000 GWh. Vaikka kotimaisen polttoaineen kulutus teollisuuden vastapainevoiman kehityksessä jatkuvasti kasvaa, tulee kuitenkin ulkomailta tuotavan polttoaineen tarve alkaneella vuosikymmenellä nopeasti nousemaan niin suureksi, että on pakko etsiä keinoja uusien kotimaisten energiavarojen käyttöön ottamiseksi. Tällöin on ensi sijalle asetettava turve, jota maassamme on noin 300 miljoonaa hiilitonnia vastaava määrä. Suunnitelmia turvevoimalaitoksen rakentamiseksi onkin jo kehitelty. Lopulta päädytään kuitenkin siihen, ettei vesi- ja lämpövoimaa saada enää halvemmalla kuin atomivoimaa, jonka siis on astuttava entisten kehittämismuotojen rinnalle noin v 1970.

Maamme kaukovoimansiirtoverkko, jota yleisesti nimitetään myös kantaverkoksi, muodostuu 400, 220 ja 110 kilovoltin voimansiirtojohtoista sekä näihin liittyvistä kytkin- ja muuntoasemista. Sen selkärangan muodostavat Imatran Voima Oy:n omistamat, Kemi- ja Oulujoen voimalaitoksilta Helsingin liepeille ulottuvat 400 ja 220 kilovoltin johdot. Tähän runkoon liittyvät eri omistajien 110 kilovoltin verkot useissa pisteissä. 400 kilovoltin siirtojännite otettiin käyttöön Suomessa kesällä 1960, jota aikaisemmin tämä oli tapahtunut vasta neljässä maassa. Siirtyminen korkeampaan siirtojännitteeseen on kaikkialla aiheutunut puhtaasti taloudellisista syistä, koska sen avulla voidaan saavuttaa säästöjä voimansiirtoverkon rakennuskustannuksissa.

Kantaverkon tarkoituksena on paitsi voiman siirto voimalaitoksilta kulutuspaikoille myös erityyppisten ja eri alueilla sijaitsevien voimalaitosten ja verkkojen yhteiskäytön mahdollistaminen. Yhteiskäytöllä pyritään jokaisen verkkoon liitetyn vesi- ja höyryvoimalaitoksen sekä veden säännöstelymahdollisuuden tarkoituksenmukaiseen hyväksikäyttöön. Sen puitteissa voidaan esimerkiksi varastoida Kemijoen tulvaenergiaa Saimaaseen vähentämällä Saimaan veden juoksuttamista Vuoksen voimalaitoksiin ja siirtämällä vastaavasti enemmän Kemijoen voimalaitoksissa kehitettyä sähköenergiaa Kaakkois-Suomeen. Tähän samaan pyritään myös äskettäin alkaneella Ruotsin ja Suomen kantaverkon yhteiskäytöllä, jonka tavoitteena ensi vaiheessa on eräänlaiseen väljään

vastavuoroisuuteen perustuva ylijäämäenergia ja säännöstelykapasiteetin hyväksikäytön tehostaminen. Se saattaa myöhemmin kehittyä laajemmaksikin, yhteisten sähköntuotantosuunnitelmien toteuttamista palvelevaksi toiminnaksi.

Imatran Voima Oy:llä on Tammistossa keskusvalvomo eli käyttökeskus, jonka päivystävä insinööri näkee kaukomittauslaitteista valtakunnan verkon voimalaitosten kulloinkin kehittämät tehomäärät sekä johtoverkon kuormitustilanteen. Hän voi täten valvoa koko maan voimatilannetta ja tarvittaessa nopeasti antaa ohjeita ja määräyksiä kaikille asemille. Voimayhtiöillä on tätä varten omat viestiyhteytensä.

Maaseudun sähköistys on edistynyt rauhallisessa tahdissa, ja noin 90 % talouksista on nykyisin sähköistetyllä alueella. Vahvavirtateollisuudelle viime vuodet ovat merkinneet kysynnän osittaista supistumista ja kilpailun kiristymistä. Tämän ilmiön seurauksena tuotteiden laatu ja hinta lähestyvät kansainvälistä tasoa. Vientiä on ollut jonkin verran, ja esimerkiksi Suomen-Kaapelitehdas Oy:n tuotannosta on mennyt vientiin noin kolmasosa.

IV LOPPUTOTEAMUKSET

Jos muutamalla sanalla halutaan luonnehtia viestialan teknilistä kehitystä viime vuosina, pitänee ainakin sanoa, että pienikokoisten rakenneosien keksiminen on johtanut yhä pienempiin radioihin. Taskukoko on aivan tavallinen, ja vielä pienempään ollaan menossa. Samalla pystytään valmistamaan radiolaitteita, joissa on useita tuhansia kanavia. Puhelimet ovat entistä tehokkaampia, puhelintoiminta automatisoituu ja kaiken viestikaluston raaka-aineet, kestoikä ja muotoilu ovat parantuneet. Sähkön käyttö lisääntyy, tekniikka lyhentää monin muodoin välimatkoja ja kaikkalainen kiire vaatii järjestämään enemmän ja nopeampia viestiyhteyksiä kuin aikaisemmin. Kehitys jatkuu rinnan siviili- ja sotilastekniikassa, eivätkä edellä selostetut uutuudet muutaman vuoden kuluttua tunnu meistä sen erikoisemmilta kuin televisio tänään.

AMMATTITERMIEN SELITE

- A M - l ä h e t y s** merkitsee amplitudimodulaatiota, joka aikaisemmin on ollut yleisin modulointitapa eli keino liittää siirrettävä informaatio kantoaaltoon.
- Bit** on informaatiomäärän yksikkö. Bit/s on informaation siirtonopeuden tai -kyvyn mitta.
- Desibeli** on teleteknikassa yleisesti käytettävä logaritminen suhdeluku, joka yksinkertaistaa kahden teho- tai jännitetason keskinäistä vertailua. Esimerkiksi: Jos teho lähettimestä vastaanottiin mennessään valmenee viidessäsadasosaan, on vaimennus 27 desibeliä (10 Log 500).
- Digitaalikone** on numerolaskija, joka käsittelee ja ilmaisee suureet numeromuodossa, kuten esim auton km-mittari.
- Elektroninen järjestelmä** on uusi puhelinkeskuksissa käytettävä rakenne, jossa kytkennät saadaan alkaen ilman liikkuvia osia sähköisesti.
- Hajauteneminen** on uusi ja vielä tutkimuksen alainen radioaaltojen etenemistapa, joka perustuu suurten lähetystehojen käyttöön ja radioaaltojen heijastumiseen sähköisten hiukkasten muodostamista pilvistä korkealla ilmakehässä.
- Informaatiota** on yleisessä mielessä kaikki sellainen, joka vastaanotettuna lisää vastaanottajansa tietomäärää, siis esimerkiksi puhe ja sanoma.
- Informaatioteoria** tutkii tieteellisesti informaation rakennetta ja sen siirtämistapoja sekä osoittaa, miten eri menetelmiä on käytettävä optimituloksen saavuttamiseksi.
- Ionosfääri** on se osa maan ilmakehästä, missä esiintyy vapaita elektroneja. Ilmakehä on siellä sähköisesti johtava heijastaen ja vaimentaen radioaaltoja.
- Kaistanleveys** on se osa aallonpituuksien sarjasta, joka vaaditaan tai käytetään informaation siirtämiseen.
- Kaksoisvastaanotossa** on kaksi vastaanotinta omine antennineen sijoitettu vähän matkan päähän toisistaan. Hyödyksi käytetään sitä vastaanotinta, jonka saama merkki kullakin hetkellä on parempi.
- Kantoaalto** on se perusvärähtely, joka synnytetään oskillaattorissa ja johon informaatio liitetään eri tavoin moduloimalla

- Kantoaaltolaite** eli kanavointilaite mahdollistaa yhteyden samanaikaisen yhteiskäytön useiden puhelujen (vast) siirtämiseksi. Esimerkkeinä mainittakoon, että 50 % Suomen kaukopuhelinverkostosta on aikaansaatu kantaaltolaitteiden avulla ja suurissa suuntaradiojärjestelmissä käytetään monituhattakanavaisia kantaaltolaitteita.
- Koaksiaalikaapeli** sisältää keskijohtimen, sen ympärillä eristysaineen, sitten ulkojohtimen (sukan tai putken) ja päällimmäisenä tavallisesti suojakerroksen. Laatuja on monia. Niissä voidaan siirtää suurempia taajuuksia kuin muissa kaapeleissa.
- Koordinaattijärjestelmä** on eräs automaattipuhelinkeskuksen rakenneratkaisu.
- Kulkuaaltoputki** on verrattain uusi keksintö. Sitä käytetään laajakaistavahvistimena mikroaaltolaitteissa.
- Megaherzi** on eräs taajuuden yksikkö, miljoona jaksoa sekunnissa. Sitä vastaa radioaallonpituus 300 metriä.
- Moottorikiertovalitsija** on automaattikeskuksen rakenneosia, jota ohjataan puhelimen numerolevyllä.
- Multivibraattori** on kahdesta radioputkesta muodostettu erikois-kytkentä, jolla muodostetaan suorakaiteen muotoisia pulsseja.
- Oskillaattori** on radioaaltoja synnyttävä värähtelijä.
- Paikallisparistokeskus** ja induktoripuhelimet omine paristoinen kuuluvat yhteen. Viime sodissamme käytetyt kenttäkeskukset olivat paikallisparistokeskuksia.
- Painettu piiri** on eristeainelevylle erikoiskäsittelyllä aikaansaatu johdinryhmä komponentteineen.
- Pilotti** on laitteen oman toiminnan ohjaus- tai valvontamerkki.
- Puolijohde** on kiinteä aine, jossa sopivan lisäaineen läsnäolo tekee vapaiden elektronien esiintymisen ja liikkeen mahdolliseksi, esimerkiksi seostettu germanium ja pii. Tunnettu käyttösovellutus on transistori.
- Pupinikaapelissa** on induktanssia lisätty keinotekoisesti ja siten saatu vaimennus pienenemään.
- Rajataajuus**-käsite kuuluu radioaaltojen etenemiseen. Sen toiselle puolelle kuuluvat radioaallot etenevät helposti kun taas toisella puolella olevat vaimenevat.

Reikä nauha on mm kaukokirjoittimien ja salakirjoituskoneiden yhteydessä käytettävä paperinauha, johon koneellisesti tehdään erimuotoisia reikäryhmiä peräkkäin vastaamaan sanoman kirjaimia.

Signaali-kohinasuhde ilmaisee, kuinka paljon hyödyksi käytettävä värähtely on voimakkaampi haitallista kohinaa, jota aina syntyy laitteissa ja yhteysväliillä ja joka pyritään eri keinoin pitämään mahdollisimman pienenä.

Subminiatyyrirakenne on koottu erittäin pienikokoisista osista.

Taajuusmodulaatiossa eli jaksolukumodulaatioissa (FM) muutetaan kantoaallon taajuutta moduloivan informaation mukaan.

Tilaa j avavaihteksi kutsutaan pientä puhelinkeskusta, joka muutamien johdinparein on liitetty paikalliseen automaattikeskukseen ja jossa on suurempi määrä "sisäisiä" puhelintilaajia.

Troposfääri ulottuu noin 10 kilometrin korkeuteen maan pinnasta ja vaikuttaa merkittävästi sellaisten radioaaltojen etenemiseen, joiden pituus on alle 10 m.

Tunnelidiodi on mikroaalloilla toimiva 2-napainen oskillaattori tai vahvistin.

VHF (= Very high frequency) taajuusalue, joka vastaa metriaaltoja.

Käytetyt lähteet

1. **Pentti Tenhunen:**
Katsaus viestitekniikan tämänhetkisiin saavutuksiin.
Viestimies N:o 1/1960, ss 26—37.
2. **Erich Assmann:**
Mikro-Elektronik und Mikromodul Technik.
Siemens Zeitschrift Heft 11/1960, ss 766—771.
3. **Kalden, Merten, Wosnik:**
Nachschau auf die Deutsche Industriemesse Hannover 1960.
Nachrichtentechnische Zeitschrift, Heft 7, 1960.
4. **C Jacobaeus:**
Utvecklingslinjer inom telefonien.
Ericsson Review, Nr 4/1960, ss 102—113.

5. **Martti Tiuri:**
Radiotekniikka ja puhelintekniikka v 1959
Teknillinen Aikakauslehti N:o 1/1960, s 18 ja 20.
Teleteknikka v 1958
Teknillinen Aikakauslehti N:o 1/1959, ss 11—12.
6. **Aulis Hiekkö:**
Suomen sähkövoimahuolto.
Teknillinen Aikakauslehti N:o 23/1958, ss 649—656.
7. **Väinö Pulkkinen:**
Tilastollinen yleiskatsaus Suomen sähkölaitoksiin v 1959.
Voima ja Valo N:o 10/1960, ss 199—203.
8. **Posti- ja lennätinhallitus:**
Tilastotietoja.