



SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus Patent- och registerstyrelsen

(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLAGGNINGSSKRIFT

88658

(11) Patenttiyhdistys
Patent meddelat 10 06 1988

(51) Kv.1k.5 - Int.cl.5

H 04B 7/155

(21) Patentihakemus - Patentansökning	883617
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	02.08.88
(24) Alkupäivä - Löpdag	02.08.88
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	04.02.89
(44) Nähtäväsipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	26.02.93
(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet	
	03.08.87 US 081120 P

(71) Hakija - Sökande

1. Orion Industries, Inc., 30500 Bruce Industrial Parkway, Solon, Ohio 44139-3996, USA, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Leslie, Samuel Augustus, 505 Wellington Drive, Forest, Va. 24551, USA, (US)
2. Gordon, Robert T., 3233 Downing Drive, Lynchburg, Va. 24503, USA, (US)

(74) Asiamies - Ombud: Berggren Oy Ab

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Menetelmä ja laite sähkömagneettisten signaalien lähettämiseksi ja vastaanottamiseksi sekä lähettimen/vastaanottimen peittoalueen laajentamiseksi
Förfarande och anordning för sändande och mottagande av elektromagnetiska signaler samt för utvidgande av täckningsområdet för en sändare/mottagare

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

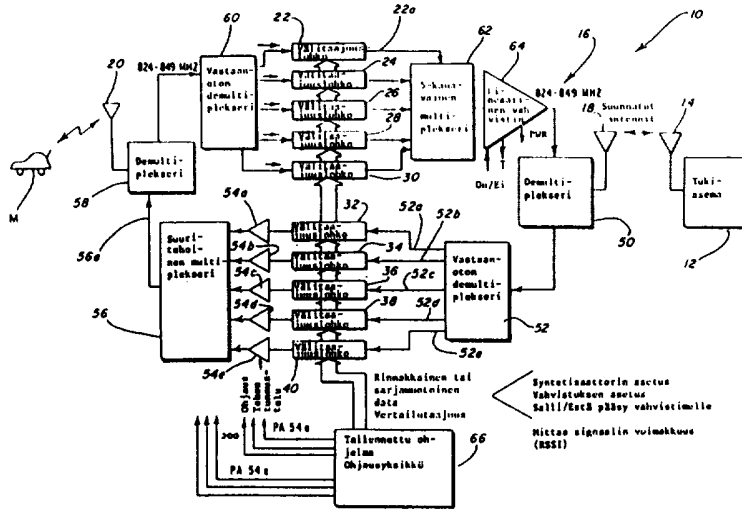
EP A 209185 (H 04B 7/26), GB A 2151883 (H 04Q 7/02), WO A 87/02538 (H 04Q 7/00)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Laite ja menetelmä tietyn määrän solukkojärjestelmän radiokanavia (22-30, 32-40) valitsemiseksi vahvistettavaksi annetulla maantieteellisellä alueella toiminnan tapahtuessa joko F1-F1- tai F1-F2-muotoisesti. Signaalit voidaan vahvistaa samalla taajuudella, kun oton jaannon välinen erotus kehitetään käyttämällä suunnattuja lähetys- ja vastaanottoantenneja (18), jotka on sijoitettu niin, että riittävä eristys saavutetaan. Kukin signaali suodatetaan ja vahvistetaan erikseen, ja signaalit yhdistetään uudelleen lähettämistä varten. Mikä tahansa määrä signaaleja voidaan käsitellä riippuen käytettävissä olevien uudelleenlähetyskanavien määrästä. Laite voi myös lähettää signaalin uudelleen eri taajuudella, kuin millä se on otettu vastaan.

En anordning och ett förfarande för utval av ett visst antal radiokanaler (22-30, 32-40) i ett cellulärt radiosystem att förstärkas inom ett geografiskt område, varvid funktionen sker i F1-F1- eller F1-F2-mod. Signalerna kan förstärkas med samma frekvens då separationen mellan ingång och utgång uppnås genom användande av riktade sändare och mottagarantennar (18), vilka placeras så att tillräcklig isolering erhålls. Var och en signal filtreras och förstärkas separat och signalerna kombineras i och för återutsändning. Vilken som helst mängd av signaler kan behandlas beroende på antalet tillgängliga återutsändningskanaler. Anordningen kan även återända en signal med en frekvens som avviker från den mottagna.

82658



Menetelmä ja laite sähkömagneettisten signaalien lähettämiseksi ja vastaanottamiseksi sekä lähettimen/vastaanottimen peittoalueen laajentamiseksi - Förfarande och anordning för sändande och mottagande av elektromagnetiska signaler samt för utvidgande av täckningsområdet för en sändare/mottagare

Keksintö koskee sähköisiä välivahvistimia, joita voidaan käyttää tunnustelemaan ja toistamaan tai lähettämään uudelleen valittuja sähköisiä signaaleja. Yksityiskohtaisemmin keksintö koskee välivahvistimia, joita voidaan käyttää autopuhelinverkon solukkojärjestelmissä parantamaan solujen välistä peittoa.

Nykyisiin solukkojärjestelmien toteutuksiin liittyy joidenkin tai lukuisien solujen käyttö peittämään annettu maantieteellinen alue. Solut on suunniteltu tuottamaan jossain määrin päällekkäiset peittoalueet. Ne on suunniteltu myös siten, että samoja kanavia voidaan käyttää uudelleen muutaman solun välein (mutta saman alueen sisällä).

Käytännössä solukkojärjestelmän solujen toteutus ei kata kokonaan haluttuja peittoalueita johtuen poikkeamista radioaaltojen etenemisessä. Esimerkiksi kapeissa maaston painaumuksissa kuten rotkoissa tai tiellä, joka kulkee pitkin joenuomaa, signaalien kuuluvuus ei ole riittävä lähimaaston aiheuttaman eston takia. Toinen esimerkki ovat maanalaiset pysäköintihallit tai myös suuret julkiset rakennukset, joissa tavallista voimakkaampi signaalien vaimentuminen voi johtaa riittämättömiin signaalitasoihin. Sitäpaitsi joissakin solukkojärjestelmissä soluja ei ole sijoitettu riittävän lähelle toisiaan, jolloin solujen välillä on huonoja kuuluvuusalueita.

Uusien solujen lisääminen tällaisten ongelmien korjaamiseksi ei monissa tapauksissa ole mahdollista. Tämä johtuu siitä, että tilaajien määrä näillä alueilla on yleensä riittämätön, jotta uusien solujen asentamiskustannukset voitaisiin perustella. Edullinen vaihtoehtoinen ratkaisu tähän ongelmaan on käyttää solukkojärjestelmässä toistinta tai välivahvistinta lähellä kyseessä olevaa peittoaluetta.

Tällainen toistin on tarkoitettu lähettämään uudelleen lähellä olevan solun (tukisolun (engl.: donor cell)) kanavat ongelma-alueelle. Asianomaiset autopuhelimet alueella voivat sitten ottaa vastaan uudelleen lähetetyt kanavat. Samalla tavoin välivahvistin voi lähettää uudelleen ongelma-alueella olevien autopuhelinten lähetykset, niin että tukisolun kanavien vastaanottimet voivat ne kuulla.

Koska autopuhelimet ovat aina solukkojärjestelmän ohjauksessa sen suhteen, mitkä kanavat niille varataan, suositeltava menetelmä signaalien välivahvistuksessa on lähettää signaalit uudelleen samalla kanavalla, jolla ne otettiin vastaan. Tällä menettelyllä ei vaikuteta lainkaan sen enempää solukkojärjestelmän kuin autopuhelimenkaan merkinantotoimintoihin, mutta edellytetään toisaalta huomion kiinnittämistä välivahvistimen asennukseen ja sen huolellista valvontaa, jotta estetään takaisinkytkettyvä radiotaajuinen värähtely. Jotta vastaanotettu ja uudelleen lähetetty signaali saadaan riittävän hyvin erotetuksi toisistaan, käytetään eristyksen maksimoimiseksi erillisiä antennoja. Radiotaajuuksien vahvistus kautta koko uudelleenlähetyksen siirtotien on rajoitettava nimellisarvoon, joka on pienempi kuin näiden kahden antennin välisen vaimenuksen nimellisarvo kaikissa toimintaolosuhteissa.

Ongelmaa mutkistaa myös solukkojärjestelmän spektrin nykyinen valinta. Spektri on tällä hetkellä jaettu kahtia "langallisen yhteyden" (engl.: "wireline") ja "langattoman yhteyden" (engl.: "non-wireline") kantoaaltojen välillä. Kummallakin kantoaallolla on käytettävissä vähintään 21 ohjauskanavaa, joita käytetään autopuhelimiensa ohjaamisessa puhelukanaville sekä kutsujen lähettämiseksi autopuhelimille ja kutsujen vastaanottamisessa niiltä. Kantoaaltojen ohjauskanavaryhmät ovat vieretysten solukkojärjestelmän kaistan keskellä. Ohjauskanavaryhmien sijainti vieretysten edellyttää näiden kahden kantoaallon välillä erityistä valvontaa ja koordinoitua, jotta estetään autopuhelinten epätoivottava reagointi toisen kantoaallon solujen laitteiden toimintaan.

Nykyisissä solukkojärjestelmien välivahvistimissa käytetään laajakaistaisia lineaarisia vahvistimia ja suodatusta kaistan ulkopuolisten signaalien eliminoimiseksi. Nämä lähestymistavat tuottavat yleensä tietynasteisen signaalin paranemisen välivahvistimen alueella noin kahden kilometrin säteellä, mikä yleisesti ottaen täyttää useimmissa tapauksissa asetetut vaatimukset. Tässä ratkaisussa on kuitenkin käytännössä havaittu useita ongelmia.

Monen signaalin yhtäaikainen vahvistaminen laajakaistaisessa lineaarisessa vahvistimessa tuottaa keskinäismodulaatiohäiriöitä. Keskinäismodulaatio voi aiheuttaa häiriöitä solukkojärjestelmän muissa tukiasemissa tai autopuhelimita, viereisessä tai kilpailevassa solukkojärjestelmässä tai solukkojärjestelmien kaistojen ulkopuolella muissa kuin solukkojärjestelmien palveluissa. Myös erittäin lineaarisissa vahvistimissa on puutteita, jotka aiheuttavat tällaisten epätoivottavien häiriötuotteiden kehittymistä.

Lisäksi kilpailevan järjestelmän ohjauskanavaryhmä on aivan kysymyksessä olevan toistettavan solukkojärjestelmän ohjauskanavaryhmän vieressä. Tämä asettaa vaikean suodatusvaatimuksen, jotta estetään väärin ohjauskanavien vahvistaminen. Laajakaistaiset välivahvistimet toistavat tyypillisesti molemmat ohjauskanavaryhmät. Tämä saattaa aiheuttaa menetettyjä autopuheluita kilpailevassa järjestelmässä, ellei välivahvistimen vahvistin kata kilpailevan järjestelmän koko puhelu-kaistaa.

Lopuksi syntyy häiriöalue niille ohjauskanaville, joilla alkulähteen (solun tai autopuhelimen) signaalien tasot ovat samat tai lähes samat kuin vahvistettujen signaalien tasot. Merkinantojen saattaminen loppuun näillä alueilla on vaikeaa, ja tuloksena on runsaasti menetettyjä kutsuja. Vaikutus vah-

vistettuihin puhelusignaaleihin näillä alueilla ei ole läheskään yhtä voimakas, koska ihmisen korva pystyy tasoittamaan pois nopeat signaalitason vaihtelut, jotka lähes samaa tasoa olevat signaalit aiheuttavat.

Nämä ongelmat rajoittavat tällaisten välivahvistimien käyttömahdollisuuksia ja sellaisten alueiden määrää, joille tällaisia välivahvistimia voidaan asentaa.

Nykyisissä tunnetuissa järjestelmissä käytetään laajakaistaisia lineaarisia vahvistimia halutun solukkojärjestelmän kaistan toistamiseen F1-F1-periaattella (ts. sama taajuus ulos kuin sisäänkin). Tavallisesti käytetään erillisiä tiukasti suunnattuja antenneita sekä hyvän eristyksen aikaansaamiseksi lähetys- ja vastaanottoantennien välille että häiriösignaalien säteilyn minimoimiseksi muualla kuin kohdealueella.

Viereisen tai kilpailevan solukkojärjestelmän ohjauskanavien toistamisen estämiseen liittyvän suodatusongelman voittamiseksi voidaan käyttää sarjaa kapeakaistaisia kanavavahvistimia halutuille ohjauskanaville yhdessä laajakaistaisen vahvistimen ja suhteellisen terävän suodattimen kanssa puhelukanaville. Tällä tavalla puhelukanavan laajakaistaisen suodattimen kaistanpäästövaste voidaan valita siten, että kilpailevan järjestelmän ohjauskanavia vaimennetaan riittävästi, jotta estetään kilpailevasta solukkojärjestelmästä johtuvat virhetoiminnot.

Myös laajakaistaisen vahvistimen vahvistuksen automaattista pienentämistä automaattisten analogisten vahvistuksensäätöpiirien avulla on käytetty epälineaarisen toiminnan (ja siitä johtuvan keskinäismodulaation liian suuren vaikutuksen) estämiseen. Tämän lähestymistavan haittana on kuitenkin, että heikommat toistettavat signaalit voivat vaimentua tasolle, jolla niitä ei hyväkytä, kun läheisyydessä olevat autopuhelimet lähettävät. Solukkojärjestelmän automaattisen tehonsäädön käyttö

saattaa auttaa tässä tapauksessa jossain määrin, mutta on tilanteita, jolloin läheisyydessä oleva autoradio saattaa toimia ollen yhteydessä muuhun kuin kyseiseen "tukisolun", ja siten se ei ole tukisolun ohjauksessa.

Erillisten kanavasuodattimien käyttö keskinäismodulaatio-ongelman voittamiseksi on katsottu epätaloudelliseksi, koska sellainen lähestymistapa vaatisi kanavakytkennät jokaiselle kanavalle, joka tukisolussa voi olla. Koska välivahvistimen kattamalla alueella yleensä on paljon pienempi "tilaajapopulaatio" kuin tukisolun kattamalla alueella, ei kuitenkaan olisi tarvetta toistaa kaikkia tukisolun kanavia. Itse asiassa on paljon alueita, jotka järjestelmän ylläpitäjä haluaisi saada peittoalueeseen, mutta joilla odotettavissa oleva tilaajien määrä on sellainen, että vain muutamia kanavia tarvitaan.

Solukkojärjestelmän toteuttaminen siten, että se pystyy määrämään, minkä kanavan tai mitkä kanavat solukossa olevan välivahvistimen tulisi toistaa, vaatisi normaalisti niin mutkikkaan järjestelmän ohjauksen, että se olisi tavallisen solun laitteiston luokkaa. Koska annetussa solukkojärjestelmässä saattaisi hyvin olla paljon enemmän välivahvistimia kuin soluja (ts. kattamassa yksittäisiä rakennuksia), solukkojärjestelmän laitteiston suunnittelijat olisivat ymmärrettävästi vastahakoisia varaamaan järjestelmän käsittelykapasiteettia kattamaan näitä välivahvistinasemia. Sellaisen solukon välivahvistimen suunnittelu olisi myös hyvin riippuvainen käytetävästä järjestelmätyypistä.

Siten tarvitaan edelleen hinnaltaan kilpailukykyisiä välivahvistimia, joita voidaan käyttää autopuhelinverkkojen solukkojärjestelmissä. Sellaisten välivahvistimien tulisi mieluummin toistaa rajoitettu määrä kanavia kehittämättä häiriösignaaleja.

Keksinnössä tuotetaan menetelmä ja laite sellaisen yhden tai useamman useista autopuhelinverkon solukkojärjestelmän signaaleista valitsemiseksi, jonka vahvistaminen olisi hyödyllistä. Laite sisältää useita siirtoteitä yhteyden aikaansaamiseksi solusta yhteen tai useampaan aktiiviseen autopuhelimeen solun peittoalueella. Laite sisältää myös useita siirtoteitä yhteyden aikaansaamiseksi yhden tai useamman aktiivisen autopuhelimen ja solun välille.

Solu on radiotaajuuksilla siirtoyhteydessä laitteen kanssa tiukasti suunnattujen antennien avulla. Solulta vastaanotetut signaalit taajuusalueella 824-849 MHz tulevat duplekserin kautta. Duplekserilta tulevat signaalit erotetaan demultiplekserissä. Demultiplekserin antosignaalit muodostavat useita rinnakkaisia samalla taajuusalueella 824-849 MHz toimivia siirtoteitä.

Kukin siirtotie sisältää välitaajuusvahvistinlohkon. Välitaajuusvahvistinlohko on radiotaajuisen signaalin kantaman ääni- taajuisen signaalin tai ohjaussignaalin vahvistamista varten. Kunkin välitaajuusvahvistinlohkon antamat vahvistetut radiotaajuiset signaalit vahvistetaan RF-vahvistimissa. RF-vahvistimien annot kultakin välitaajuusvahvistinlohkolta yhdistetään suuritehoisissa multiplekseereissä. Multiplekserin duplekserin kautta kytketty anto lähetetään antennin kautta autopuhelille.

Aktiivisilta autopuhelimilta tulevat signaalit kulkevat duplekserin läpi ja jaetaan demultiplekserissä. Erotetut rinnakkaiset signaalit kulkevat useiden rinnakkaisten, edellä mainittujen tyyppisten välitaajuuslohkojen kautta. Kunkin välitaajuuslohkon annosta tulevat vahvistetut radiotaajuiset signaalit yhdistetään multiplekserissä yhdeksi antosignaaliksi. Tämä antosignaali vahvistetaan lineaarisessa päätevahvistimissa ja lähetetään duplekserin kautta. Duplekserin anto lähetetään suunnatun antennin avulla solulle.

Laite toimii ohjausyksikköön tallennetun ohjelman ohjaamana. Tallennetun ohjelman sisältävä ohjausyksikkö voi sisältää mikroprosessorin sekä hakumuistin väliaikaista tallentamista varten, sähköisesti pyyhittävän lukumuistin haihtumattomana muistina ja sähköisesti ohjelmoitavan lukumuistin ohjausohjelman tallentamista varten. Mikroprosessorissa voi olla liitettä diagnoosi- ja testaustarkoituksia varten.

Keksinnön mukainen menetelmä sisältää lisäksi vaiheet, joissa asetetaan aluksi minimikynnys ja korkeampi "toimenpidekynnys". Aktiivisia autopuhelinkanavia etsitään selaamalla. Aktiivisen autopuhelinkanavan signaali testataan sen määrittämiseksi, ylittääkö se ennalta määrätyn minimikynnyksen. Ellei, se signaali ei ole ehdolla vahvistettavaksi tai toistettavaksi. Jos tunnusteltu signaali ylittää minimikynnyksen, sitä testataan sitten sen määrittämiseksi, ylittääkö se "toimenpidekynnyksen". Jos se ylittää "toimenpidekynnyksen" ja sitä toistetaan edelleen, niin sitten tarkastellaan seuraavalla aktiivisella kanavalla olevaa signaalia.

Jos signaali ylittää "toimenpidekynnyksen", mutta sitä ei toisteta, pinomuistissa olevat J viimeistä signaaliin liittyvää lukemaa asetetaan vallitsevaan lukema-arvoon. Sitten kyseisen kanavan tunnistin tallennetaan osoittamaan, että tämä kanava on mahdollinen ehdokas vahvistettavaksi.

Siinä tapauksessa, että signaali ei ylitä "toimenpidekynnyksen" tasoa, sen voimakkuuslukema tallennetaan asianomaiseen pinomuistiin. Siinä tapauksessa taas, että kyseessä olevaa kanavaa parhaillaan vahvistetaan, määritetään, ovatko I viimeistä K lukemasta ylittäneet minimikynnyksen. Jos eivät, niin kanava poistetaan vahvistettavien kanavien taulukosta. Jos I viimeistä K lukemasta ylittävät minimikynnyksen, niin tutkitaan seuraava kanava.

Siinä tapauksessa, että esillä olevaa signaalia ei sillä hetkellä vahvisteta, määritetään, ylittävätkö I viimeistä signaalin J lukemasta minimikynnyksen. Elleivät, kanava ei ole ehdolla vahvistettavaksi. Jos ylittävät, muodostetaan I viimeisen lukeman J lukemasta keskiarvo ja tallennetaan se listalle osoittaen, että kyseessä oleva kanava on mahdollinen ehdokas vahvistettavaksi.

Sitten tutkitaan jäljellä olevat kanavat. Sen jälkeen, kun kaikki kanavat on tutkittu, määritetään onko vahvistettavaksi enemmän ehdokkaita, kuin on käytettävissä olevia toistimen kanavia. Jos ei, niin määritetään, onko aktiivisten kanavien lista erilainen kuin vahvistettaviksi määritettyjen kanavien lista. Jos on, niin tarvittavat kanavat joko pudotetaan pois tai lisätään vahvistettaviksi määritettyjen kanavien listan perusteella. Jos ehdolla olevien kanavien lukumäärä ylittää käytettävissä olevien toistinkanavien lukumäärän "n", niin "n" voimakkainta ehdokassignaalia valitaan.

Edellä esitettyä menetelmää ja laitetta voidaan käyttää tuottamaan F1-F1-muotoinen toiminta, jolloin vahvistettu signaali lähetetään samalla taajuudella kuin se vastaanotetaan. Lisäksi edellä esitettyä menetelmää ja laitetta voidaan käyttää F1-F2-muotoisessa toiminnassa, jolloin tuleva signaali lähetetään uudelleen vahvistamisen jälkeen eri taajuudella kuin se otettiin vastaan.

Keksinnön monet muut edut ja tunnusmerkit käyvät ilmi seuraavasta keksinnön ja sen sovellutusmuotojen yksityiskohtaisesta kuvauksesta, vaatimuksista ja tähän selitykseen sen osana liittyvistä piirustuksista, joissa keksinnön yksityiskohdat on täydellisesti esitetty.

Kuvio 1 on lohkokkaavio, joka esittää keksinnön mukaisen välivahvistimen kokonaisuudessaan; kuviot 2A ja 2B muodostavat yhdessä kuvion 1 välivahvistimen

yksityiskohtaisemman piirikaavion;
kuviot 3A-3D muodostavat yhdessä vuokaavion, joka kuvaa kuvion 1 välivahvistimen eri toimintamuotoja;
kuvio 4 on kokonaiskuva laajennusjärjestelmästä, joka käsittelee useita kuviossa 1 kuvatun tyyppisiä välivahvistimia;
kuvio 5 on vuokaavio välivahvistimen suorittamasta ohjauskanavan toistamisesta kuvion 4 laajennusjärjestelmässä; ja
kuvio 6 on vuokaavio välivahvistimen suorittamasta puhelukanavan toistamisesta kuvion 4 laajennusjärjestelmässä.

Vaikka keksintöä voidaan soveltaa monissa eri muodoissa, piirustuksissa esitetään ja tässä kuvataan yksityiskohtaisesti sen erityinen sovellutusmuoto pitäen mielessä, että tätä selitystä on tarkasteltava havainnollistavana esimerkkinä keksinnön periaatteista, ja tarkoittamatta rajoittaa keksintöä kuvattuun erityiseen sovellutusmuotoon.

Kuvio 1 kuvaa keksinnön mukaista järjestelmää 10. Järjestelmä 10 sisältää solun kiinteän tukiaseman 12, joka on tavanomaisesti, radiopuhelinverkkojen solukkojärjestelmien yhteydessä käytettyä tyyppiä. Tukiasema 12 sisältää lähetys- ja vastaanottoantennin 14.

Kuviossa 1 on kuvattu välivahvistimen 16 kaksisuuntaiset yhteydet tukiasemaan 12 ja autopuhelimeen M. Välivahvistin 16 sisältää suunnatun lähetys- ja vastaanottoantennin 18, jota käytetään signaalien lähettämiseen tukiasemalle 12 ja niiden vastaanottamiseen tukiasemalta. Välivahvistin sisältää myös toisen antennin 20 signaalien lähettämiseksi autopuhelimelle M ja niiden vastaanottamiseksi siltä. Antenni 20 voi, mutta sen ei välttämättä tarvitse olla suunnattu antenni. Välivahvistin voi toistaa sekä puhelu- että ohjauskanavia toimiessaan autopuhelinverkon solukkojärjestelmässä. Kanava voidaan toistaa samalla taajuudella kuin se otetaan vastaan. Vaihtoehtoisesti välivahvistin 16 voi siirtää lähetetyn taajuuden sivuun vastaanotetusta taajuudesta.

Välivahvistin 16 sisältää useita siirtoteitä kuten esimerkiksi kanavat 22-30, jotka mahdollistavat viiden ohjaus- tai puhelukanavan rinnakkaisen siirron autopuhelimen M ja tukiaseman 12 välillä. Välivahvistin 16 sisältää myös useita siirtoteitä 32-40 tukiasemasta autopuhelimeen päin viiden ohjaus- tai puhelukanavan siirtämiseksi tukiaseman 12 ja autopuhelimen M välillä. Tukiasemalta 12 välivahvistimelle 16 lähetetyt ja antennin 18 ilmaiset signaalit kulkevat duplekserin 50 kautta ja tulevat demultiplekserille 52. Demultiplekseri 52 vahvistaa matalatasoisia radiotaajuisia signaaleja. Demultiplekserin 52 annot yhteyksillä 52a-e syötetään siirtoteille 32-40, jotka, kuten jäljempänä esitetään, on toteutettu välitaajuussiirtoteinä.

Kunkin kanavan 32-40 anto vahvistetaan päätevahvistimena olevassa RF-tehovahvistimessa 54a-e. Vahvistinten 54a-e vahvistetut annot yhdistetään häviöttömässä suuritehoisessa multiplekserissä 56. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää erillisiä antenneja kullekin RF-tehovahvistimelle tai hyvin suuritehoista lineaarista vahvistinta, jossa sovelletaan särönpoistotekniikkaa, yhden antennin kanssa. Multiplekserin 56 anto yhteydellä 56a on kytketty duplekserille 58. Duplekserin 58 anto lähetetään sitten antennin 20 avulla autopuhelimelle M.

Autopuhelimelta M antennilla 20 vastaanotetut signaalit on kytketty duplekserin 58 kautta demultiplekserille 60. Demultiplekserin 60 annot ohjaavat välitaajuussiirtoteitä 22-30. Kanavien 22-30 annot yhdistetään viisikanavaisessa multiplekserissä 62. Multiplekserin 62 yhdistetty anto vahvistetaan lineaarisessa vahvistimessa 64. Vahvistimen 64 anto muodostaa duplekserin 50 oton.

Duplekserin 50 anto on kytketty suunnatun antennin 18 välityksellä tukiasemalle 12. Välitaajuussiirtotiet 22-30 ja 32-40 toimivat ohjausyksikköön 66 tallennetun ohjelman ohjaimina. Kanavat 22-30 ovat identtisiä. Samoin kanavat 32-40 ovat keskenään identtisiä.

Välivahvistin 16 mahdollistaa erillisten kanavasuodattimien käytön välitaajuuskanavien kuten 22 tai 32 tapaan toteutettuina. Välitaajuuskanavat 22-30 ja 32-40 edustavat alaryhmää koko kanavamäärästä, joka normaalisti on tukiasemassa 12 käytettävissä olettaen, että autopuhelin M on hyvän kuuluvuuden alueella. Vahvistetut ohjaus- ja puhelukanavat voidaan lähettää välivahvistimen 16 ja tukiaseman 12 tai välivahvistimen 16 ja autopuhelimen M välillä samoilla taajuuksilla, joilla ne otetaan vastaan (F1-F1-muotoinen toiminta), tai eri taajuuksilla (F1-F2-muotoinen toiminta). Taajuuden muuttaminen helpottaa signaalin häviämisen ongelmaa vahvistettavan alueen reunoilla. Se sallii myös suuremman vahvistuksen käytön siirtoteilla 22-30 ja 32-40.

Välivahvistimen 16 toiminta perustuu sille tosiasialle, että mitä lähempänä autopuhelin M on solukon välivahvistinta 16, sitä todennäköisempää on, että se on ympäristössä, jossa suora kuuluvuus tukiasemalta 12 on marginaalinen. Lähellä solun välivahvistinta 16 olevilla autopuhelimilla on korkeammat signaalitasot kuin muualla olevilla autopuhelimilla. Tästä saadaan käyttöön keino sen määrittämiseen, mitkä kanavat vaativat toistamista. Niinpä peitto ongelma-alueella saadaan aikaan sijoittamalla käytettävissä olevat yksittäiset siirtotiet niille kanaville, joilla aktiivisten autopuhelinten signaalit ovat voimakkaimmat.

Solun välivahvistin selaa kaikkia käytettävissä olevia tukisolun kanavia lyhyin, vähemmän kuin muutaman sekunnin, aikavälein. Kunkin selatun kanavan kohdalla päivitetään niiden signaalien määrän juokseva arvo, jotka ylittävät minimikynnyksen. Arvo I kynnyksen ylittävää lukemaa J lukemasta on helposti toteutettava testi, jota voidaan käyttää sen määrittämiseen, mitkä signaalit tulisi toistaa ja mitkä signaalit pudottaa pois.

Autopuhelimia, jotka ovat tulossa välivahvistimen 16 palvelimelle alueelle, tarkkaillaan useiden selailukertojen ajan signaalitason kehityssuunnan määrittämiseksi ennen, kuin kyseisen autopuhelimen vahvistamista tai uudelleenlähettämistä yritetään. Tämän tuloksena kanavien erheellinen vahvistaminen hetkellisesti voimakkaiden autopuhelimen signaalien johdosta voidaan minimoida.

Välivahvistimen 16 peittoaluetta lähestyvät tilaajat poimitaan yleensä viiden tai kymmenen sekunnin sisällä. Tilaajat pudotetaan pois niiden jättäessä alueen joko siksi, että niiden signaalit putoavat alle ennalta määrätyn minimikynnyksen, tai siksi, että muut, lähempänä välivahvistinta 16 olevat voimakkaammat autopuhelinsignaalit pudottavat ne pois listalta.

Erityinen siirtotie voidaan varata tukiaseman 12 ohjauskanavalle, jotta mahdollistetaan puheluiden oton tai vastaanoton suorittaminen niille autopuhelimille, jotka ovat välivahvistimen 16 ympäristössä, mutta eivät ole sillä hetkellä aktiivisia. Ohjauskanavalle valitun siirtotien taajuutta voidaan tarkoituksellisesti siirtää F1-F2-toistintoiminnan aikaansaamiseksi. Samoillemme autopuhelimille on annettu "toimenpidekynnyksen" taso, jotta mahdollistetaan nopea toiminta muodostettaessa vahvistettua siirtotietä uudelle puhelulle. Tämä "toimenpidekynnyksen" taso on yleensä korkeampi kuin minimikynnyksen taso. Tämän tason ylittävä signaali varustetaan lipulla välittömiä toimenpiteitä varten selailukierroksen päätyttyä. Autopuhelin lähettää tukiaseman 12 varaamalla kanavalla enintään viisi sekuntia ilman, että välivahvistin 16 on ilmaissut oikean merkkiään kuulumisen.

Jos autopuhelimen signaali ylittää "toimenpidekynnyksen", niin vahvistettu siirtotie asetetaan kyseiselle kanavalle muutamassa sekunnissa. Jos signaali on mainitun kynnyksen alapuolella, mutta ylittää minimikynnyksen, vahvistettu siirtotie varataan noin viiden sekunnin kuluessa.

Heikkommat autopuhelinten signaalit, jotka lähestyvät minimikynnystä, ovat yleensä alueella, jossa on jonkinlainen kuuluvuus tukiasemalta 12. Tämä antaa välivahvistimelle 16 sopivasti aikaa arvioida signaalien lukemia ja määrittää, että uusi kanava tullaan vahvistamaan.

Siirtotie 22 on identtinen teiden 24-30 ja 32-40 kanssa. Siirtotien 22 rakenteen kuvaus soveltuu siten myös siirto-
teille 24-40.

Viitaten kuvioihin 2A ja 2B, siirtotie 22 sisältää ottokytken 70 ja antokytken 72. Syöttö tielle 22 yhteydellä 60a demultiplekseriltä 60 on moduloitu signaali taajuus-
alueella 824-849 MHz. Kytkenä 70 muuttaa tämän suuritaajuisen oton yhteydeltä 60a välitaajuudeksi, joka on luokkaa 70 MHz, jotta tuo signaali voidaan ohjatusti vahvistaa lähettäväksi uudelleen tukiasemalle 12.

Kytkenä 70 sisältää sekoittimen 70a. Sekoitin 70a voi olla malli SRA-1, jota markkinoi Mini-Circuits Corp., tai vastaava. Sekoitinta 70a ohjaa jänniteohjattu paikallisoskillaattori 70b, joka tuottaa paikallisen syöttötaajuuden yhteydeltä 60a saadun ottosignaalin muuttamiseksi 70 MHz välitaajuudeksi. Jänniteohjatun oskillaattorin anto muodostaa myös N:llä jakajapiirin 70c oton. N:llä jakajapiiri on taajuusjakajaelin, joka toimittaa valitut signaalit jänniteohjatulta oskillaattorilta 70b taajuussyntetisaattorille 70d. Taajuussyntetisaattori 70d voi olla toteutettu käyttäen esiskaalauspiiriä MC14159 muiden yleisesti käytettyjen komponenttien kuten jänniteohjattujen RF-oskillaattoreiden ja stabiilien vertailutaajuuden antavien värähtelylähteiden lisäksi.

Välitaajuudella 70 MHz lähtevä sekoitinkytkennän 70 anto yhteydelle 70e muodostaa sähköisen syötön välitaajuuskytkennälle 74. Välitaajuuskytkentä 74 sisältää välitaajuusvahvistimen 74a, jonka vahvistusta voidaan ohjata. Vahvistin 74a on ohjelmoitava, ja sen vahvistuksen asettaa mikroprosessori 74b. Mikroprosessori 74b tuottaa myös ohjaussignaaleita syntetisaattorille 70d.

Ohjelmoitavan vahvistimen 70a anto suodatetaan välitaajuussuodattimessa 74c, jonka kaistanleveys on 30 kHz. Suodatin 74c tuottaa viereisen kanavan eston signaaleille, joiden taajuus poikkeaa 30 kHz tai enemmän siirtotiellä 22 toistetun signaalin taajuudesta.

Välitaajuussuodattimen 74c anto ohjaa ohjelmoitavaa vahvistinta 74d, joka on identtinen vahvistimen 74a kanssa. Vahvistimet 74a ja 74d voivat olla tyyppiä Avantek 0885 tai vastaavia. 30 kHz kaistanpäästösuodatin 74c välitaajuuksille voi muodostua useista erillisistä kaksinapaisista kidesuodattimista, jotka ovat esimerkiksi tyyppiä NDK 70N20C.

Ohjelmoitava vahvistin 74d saa oton myös injektio-oskillaattorilta 74e. Oskillaattori 74e on stabiili kideoskillaattori, joka antaa välitaajuutta 70 MHz. Oskillaattoria 74e käytetään injektioimaan välitaajuussignaali ohjelmoitavalle vahvistimelle 74d, kun on lähetettävä dataa. Injektio-oskillaattori 74e toimii 63C05-mikroprosessorin 74b ohjaamana.

Signaalin voimakkuuden vahvistin 74f on välitaajuusvahvistin, joka toimii suodattimen 74c taajuuksia alemmalla taajuudella. Tämä vahvistin on vastaanotetun signaalin voimakkuuden ilmaisin (RSSI) (engl.: received signal strength indicator). Se tuottaa sekä taajuusmoduloidusta aallosta ilmaistun äänitajuaisen antosignaalin että analogisen tasajännitesignaalin, joka on verrannollinen vastaanotetun radiotaajuaisen signaalin tasoon. Signaalin voimakkuuden vahvistin 74f toimittaa anton-

sa mikroprosessorille 74b ja se sisältää oman paikallisoskillaattorinsa alemmalle välitaajuudelle siirtymistä varten.

Välitaajuuskytkentä 72 sisältää ohjaimena toimivan vahvistimen 72a. Vahvistin 72a on radiotaajuudella toimiva vahvistin, jota käytetään tuottamaan riittävän korkea signaalitaso taajuusalueella 824-849 MHz lineaarisen päätevahvistimen 64 ohjaamiseksi.

Referenssinä toimiva oskillaattori 76 toimittaa syötön kahdelle taajuussyntetisaattorille 70d ja 72d. Sen ansiosta, että käytetään kahta syntetisaattoria 70d ja 72d, jotka saavat signaalit yhteiseltä referenssioskillaattorilta 76, mikä tahansa siirtymä yhteydeltä 60a vastaanotetun vahvistettavan signaalin kantoaallon taajuudessa voidaan muuttaa antotaajuudeksi yhteydellä 22a. Lähetin/vastaanotin autopuhelimessa tai tukiasemalla 12 ohjaa tässä toteutuksessa vahvistetun signaalin perustarkkuutta.

Kahden taajuussyntetisaattorin 70d ja 72d käyttö sallii ohjauskanavan siirtämisen toiselle lähellä olevalle ohjauskanavalle yhtä hyvin kuin puhelukanavankin siirtämisen. Tämän ansiosta liian korkean datan bittivirhetason ongelma, kun signaalin lähteestä autopuhelimesta M tulevan signaalin ja välivahvistimen 16 antaman signaalin tasot ovat samat tai lähes samat tukiaseman 12 vastaanottimessa, voidaan minimoida.

Edellä olevat huomautukset pätevät myös siirtoteille 32-40, joita käytetään tukiasemalta 12 autopuhelimelle M lähetettyjen signaalien vahvistamiseen.

Ohjausyksikkö 66, johon ohjelma on tallennettu, sisältää mikroprosessorin 66a, jonka tyyppi on Intel 8031. Prosessori 66a huolehtii yleisesti välivahvistimen 16 ohjaamisesta. Se on sarjaliitântäkortin 66b kautta yhteydessä välivahvistimen 16 muihin kytkentöihin. Ohjausyksikkö 66 sisältää myös 10 ki-

lobitin datailmaisimen ja 6 kHz merkkiäänän (SAT) (engl.: 6 kHz supervisory audio tone) ilmaisimen 66c. Ilmaisim 66c sisältää kytkennän solukkojärjestelmässä käytetyn 10 kilobitin datavirran dekoddaamiseksi ja sen mittaamiseksi, minkä 6 kHz merkkiäänän kolmesta taajuudesta solukkojärjestelmän autopuhelin, esimerkiksi autopuhelin M, tunnistaa.

Ohjausyksikkö 66 sisältää myös suodatin/modulaattoriyksikön 66d. Yksikkö 66d sisältää alipäästösuodattimen ja liitännän datan lähettämiseksi nopeudella 10 kb/s solukkojärjestelmässä käytetyssä standardiformaatissa yhden välivahvistimen 16 siirtotien taajuusmodulointia varten.

Ohjausyksikkö 66 sisältää myös tehovahvistinten ohjausyksikön 66e. Tehovahvistinten ohjausyksikössä 66e on annot radiotaajuisten tehovahvistinten, esimerkiksi vahvistinten 54a-e ja vahvistimen 64, toiminnan sallimiseksi tai estämiseksi. Tehovahvistimen ohjausyksikössä 66e on myös otto kunkin tehovahvistimen lämpötilan tunnustelemista varten.

Ohjausyksikkö 66 sisältää myös antotehon näytteenottoyksikön 66f. Näytteenottoyksikkö 66f muuttaa analogisen tasajännitteen, joka on verrannollinen vahvistinten 54a-e ja 64 radiotaajuiseen antotehoon, digitaaliseksi sanaksi ohjausyksikön 66 käsittelyä varten.

Ohjausyksikkö 66 sisältää myös hakumuistiyksikön 66g, sähköisesti pyyhittävän lukumuistiyksikön 66h muuttuvien tietojen haihtumatonta tallentamista varten sekä sähköisesti ohjelmoitavan lukumuistiyksikön 66i ohjelman tallentamista varten. Varusteena on myös RS232-liitäntä 66j tietokonepäätteen tai solukkojärjestelmän liikkuvan testausyksikön liittämiseksi välivahvistimeen 16.

Ohjausyksikköä 66 käytetään hyväksi säilytettäessä signaalitason historiatietoa käsittelyä varten sekä myös taajuussyntetisaattoreiden, esimerkiksi syntetisaattoreiden 70d ja 72d, ohjaamiseen. Sitä käytetään myös signaalin vahvistuksen asettamiseen kullakin siirtotiellä yhtä hyvin kuin vastaanotetun signaalin tason mittaamiseen kullakin kanavalla sekä diagnostiikkaan ja parametrien asettamiseen liittyvien tehtävien suorittamiseen.

Kuvioiden 3A-3D vuokaavio kuvaa tapahtumasekvenssiä määritettäessä vahvistettavaksi ehdolle asetettavia kanavia. Tukiaseman 12 kaikkia kanavia selataan. Jos autopuhelimesta millä tahansa tukiaseman kanavista tulevan signaalin mitattu taso ylittää asetetun minimikynnyksen, ja sillä on myös oikea merkkiäänitaajuus (SAT-taajuus), niin sen kanavan numero ja sillä oleva signaalin taso tallennetaan. Eri autopuhelinten, jotka ovat aktiivisia, signaalitasojen historiaa seurataan jatkuvasti ja pidetään yllä taulukossa. Kunkin kanavaryhmän selaamisen lopussa taulukossa olevat tiedot analysoidaan signaalien asettamiseksi järjestykseen tason perusteella.

Jos ehdolla olevia kanavien lukemia on enemmän kuin välivahvistimessa on käytettävissä olevia kanavia, niin "n" korkeinta lukemaa järjestyksessä valitaan. "n" välivahvistimen siirtotietä asetetaan sitten kanaville, joille "n" korkeinta lukemaa kuuluvat.

Solun välivahvistin selaa kaikki tukisolun kanavat vähemmässä kuin parissa sekunnissa. Kullekin kanavalle se päivittää minimikynnyksen ylittävien signaalien juoksevan keskiarvon (keskiarvon J lukemasta otetuista I lukemasta, jotka ylittävät minimikynnyksen). Siten autopuhelimia, jotka tulevat kohditi aluetta, tarkkaillaan useiden selailukierrosten ajan signaalin tason kehityssuunnan määrittämiseksi ennen, kuin kyseisen autopuhelimen signaalin uudelleenlähettämiseen ryhdytään. Tällä tavoin minimoidaan toistinkanavien erheellinen sijoit-

taminen hetkellisesti voimakkaiden autopuhelimen signaalien seurauksena. Ongelmallista peittoaluetta lähestyvät tilaajat poimitaan yleensä 5 tai 10 sekunnin sisällä ja pudotetaan pois niiden jättäessä alueen joko siksi, että signaali putoaa minimikynnyksen alapuolelle, tai siksi, että muut voimakkaamat autopuhelinsignaalit "äänestävät" ne ulos.

Yksi siirtoteistä on varattu tukisolun ohjauskanavalle, jotta mahdollistetaan puheluiden ottaminen ja vastaanottaminen niille autopuhelimille, jotka ovat huonolla kuuluvuusalueella, mutta eivät ole sillä hetkellä aktiivisia. Näiden autopuhelinten takia käytetään "toimenpidekynnystä", jotta mahdollistetaan nopea toiminta varattaessa siirtotie uutta puhelua muodostettaessa. Tämän "toimenpidekynnyksen" taso on yleensä korkeampi kuin minimikynnyksen taso. Tämän tason ylittävä signaali varustetaan lipulla välittömiä toimenpiteitä varten selailukierroksen päätyttyä.

Autopuhelin lähettää tukiaseman varaamalla kanavalla enintään 5 sekuntia ilman, että on ilmaistu oikea merkkiäni (SAT), ennen kuin puhelu katkaistaan. Jos autopuhelimen signaali ylittää "toimenpidekynnyksen", siirtotie asetetaan sen kanavalle pariessa sekunnissa. Jos signaali on mainitun kynnyksen alapuolella, mutta selvästi minimikynnyksen yläpuolella, niin toistimen kanava varataan noin 5 sekunnin sisällä. Heikommat autopuhelinten signaalit, jotka lähestyvät minimikynnystä, tulevat yleensä alueelta, jolla on jonkinlainen kuuluvuus suoraan tukiasemalta, ja siten solun välivahvistimelle jää sopivasti aikaa arvioida lukemia ja määrittää, että uusi kanava on vahvistettava.

Rinnakkainen ratkaisu sen varmistamisessa, että kaikki uudet puheluyritykset vahvistettujen ohjauskanavien kautta on kytetty vahvistettujen puhelukanavien kautta, sisältää tukiaseman ohjauskanavan tietovirtaan kuuluvien uusien kanavanvarauksien ilmaisemisen. Kanavanvarausta vastaavan autopuheli-

men signaalin taso voidaan siten mitata välittömästi ja verrata sitä muiden vahvistettujen kanavien sillä hetkellä valitsemiin signaalitasojen "juokseviin keskiarvoihin". Siirtotie voidaan siten varata välittömästi, ellei kaikkia teitä ole jo varattu muille voimakkaammille signaaleille.

Tämä lähestymistapa perustuu sille olettamukselle, että siirtoteitä on käytettävissä riittävästi ongelmallisella peittoalueella huippukuormituksen aikana odotettavissa olevan puhelumäärän käsittelyyn. Jotain tasoa oleva palvelukerros valitsee silloin, kun lähistöllä olevien autopuhelinten runsaus johtaa huippukuormituksen aikana palvelun epäämiseen muilta autopuhelimilta, jotka saattavat tarvita välivahvistusta. Solukkojärjestelmän ylläpitäjä voi hyväksyä tämän palvelutason. Palvelutasoa voidaan toisaalta parantaa lisäämällä välivahvistimen siirtoteitä paljolti samalla tavalla kuin palveluastetta kohotetaan normaalin tukiaseman tapauksessa.

Tietty määrä hystereesiä on mukana, jotta estetään autopuhelinten tarpeeton pudottaminen vahvistuksen piiristä, kun ne liikkuvat ongelma-alueella. Uutta kriteeriä (I lukemaa K lukemasta kriteerin I lukemaa J lukemasta sijasta, jolloin K on suurempi kuin J) sovelletaan niihin kanaviin, joita sillä hetkellä vahvistetaan. Siten sallitaan suurempi määrä minimikynnyksen alapuolella olevia lukemia ennen, kuin puhelu pudotetaan pois.

Kuvioiden 3A-3D vuokaavio kuvaa myös menetelmän autopuhelinten sijoittamiseksi puhelukanaville, jotka ovat muita kuin tukisolun varaamat kanavat. Tämä edustaa F1-F2-muotoista toimintaa. Tämä toteutetaan lähettämällä autopuhelimelle "siirtosanoma" autopuhelimen asettamiseksi uudelle käyttämättömälle puhelukanavalle. Tukiasemalta lähetetty tieto muutetaan sitten uudelle kanavalle, jolle autopuhelin on asetettu. Autopuhelimen lähettämät signaalit muutetaan takaisin oikealle kanavalle, jotta tukiasema voi ne vastaanottaa. Jos autopuhe-

lin on alueella, jossa tukiasemalta tuleva signaali on josta-
kuinkin samaa tasoa tai voimakkaampi kuin välivahvistimen
signaali, niin siirtoa ei toteuteta. Tämä on toivottavaa,
koska tukiaseman signaalit ovat riittävän voimakkaita mahdol-
listamaan suoran yhteyden.

Autopuhelin, joka on yhteydessä tukiasemaan välivahvistimen
kautta (toimien F1-F2-muodossa) palautuu tukiaseman alunperin
varaamalle kanavalle, kun se poistuu välivahvistimen peitto-
alueen piiristä. Tämä antaa solukkojärjestelmälle mahdollisuu-
den jatkaa puhelun käsittelyä normaaleiden menettelyiden
avulla, jos autopuhelin vaatii vielä huomiota.

Viitaten kuvioihin 3A-3D kuvataan ensiksi välivahvistimen 16
toimintamuoto, jossa tuleva signaali lähetetään uudelleen sa-
amalla taajuudella, jolla se on vastaanotettu (F1-F1-muoto).
Välivahvistin voi toimia myös F1-F2-muotoisesti, kuten on ku-
vattu kuviossa 3D. Viitaten vuokaavioon, välivahvistin 16
alustetaan ensiksi manuaalisesti vaiheessa 100. Alustaminen
sisältää tukiasemalla 12 käytettävissä olevien kanavien koko-
naislukumäärän M määrittelyn. Seuraavaksi määritellään väli-
vahvistimessa 16 käytettävissä olevien siirtoteiden lukumäärä
N. Esimerkkinä olevassa sovellutusmuodossa yhteensä 5 siirto-
tietä on käytettävissä molempiin suuntiin. Seuraavaksi määri-
tellään joko tukiasemalta 12 tai autopuhelimelta M tulevan
signaalin minimikynnyksen taso. Tämä kynnyks voidaan määritel-
lä desibeleinä milliwatin suhteen. Tämän tason ylittävät sig-
naalit ovat ehdolla vahvistettaviksi tai toistettaviksi. Tä-
män tason alle jääviä signaaleita ei oteta huomioon.

Sitten määritellään "toimenpidekynnyksen" taso. "Toimenpide-
kynnyksen" taso on korkeampi kuin minimikynnyksen taso, ja
sitä käytetään erottamaan ne autopuhelimet, jotka ovat aivan
lähellä välivahvistinta 16 ja joille tulisi antaa palvelussa
etusija niihin autopuhelimiin nähden, jotka ovat kauempana ja
saattavat saada asianmukaisen palvelun suoraan tukiasemalta
12.

Seuraavaksi määritellään kullakin kanavalla tehtävien mit-
tausten, joiden tarkoituksena on seurata ja kirjata tunnus-
tellun tulevan signaalin kehityshistoriaa, lukumäärä J.
Hyväksyttävien mittausten minimimäärä I määritellään myös.
Laitteen toimiessa vähintään I mitatun signaalin yhteensä J
mitatusta signaalista täytyy olla ennalta asetetun minimikyn-
nyksen yläpuolella, jotta signaalin vahvistaminen aloitetaan.

Alustukseen yhteydessä määritellään myös hyväksyttävien mit-
tausten lukumäärä K. Luvun K käyttötarkoituksena on sen mää-
rittäminen, jatketaanko autopuhelimelle M lähetetyn ja siltä
saadun signaalin vahvistamista. K:n arvo on sama tai suurempi
kuin J:n arvo.

Alustusvaiheen jälkeen välivahvistin aloittaa selailun vai-
heessa 102 tutkimalla ensimmäisen kanavan selvittääkseen, on-
ko sillä aktiivisia autopuhelimia. Jos ilmaistaan autopuheli-
melta, esimerkiksi puhelimelta M, tuleva signaali, välivah-
vistin määrittää vaiheessa 104, onko otettu vastaan oikea
merkkiääni (SAT). Merkkiääni (SAT) määrää, onko tunnusteltu
signaali tukiasemalle 12 kuuluva signaali. Signaaleja, jotka
eivät kuulu tukiasemalle 12, ei vahvisteta.

Olettaen, että oikea merkkiäänisignaali on ilmaistu, välivah-
vistin määrittää seuraavassa vaiheessa 106, ollaanko sillä
hetkellä selattavaa kanavaa parhaillaan vahvistamassa. Jos
vahvistetaan, niin vaiheessa 108 käynnistetään viiden sekun-
nin merkkiääniajastin. Merkkiääniajastin antaa viiden sekun-
nin viiveen, jonka kuluttua, jos toistinkanava on aktiivinen,
voidaan sallia kanavan pudottaminen pois. Näin kävisi sellai-
sen signaalin kohdalla, jota aluksi vahvistettiin asianmukai-
sesti ja joka jollakin hetkellä lakkasi antamasta tukiasemal-
le 12 kuuluvaa merkkiääntä.

Vaiheessa 110 tulevaa signaalia verrataan ennalta asetettuun minimikynnykseen sen määrittämiseksi, ylitetäänkö kynnyks. Jos kynnystä ei ylitetä, niin sen signaalin vahvistamista ei yritetä. Jos signaali ylittää ennalta määritellyn minimikynnyksen, niin silloin kyseisen signaalin vahvistamista voidaan yrittää.

Seuraavassa vaiheessa 112 tulevaa signaalia verrataan ennalta asetettuun "toimenpidekynnyksen" tasoon sen määrittämiseksi, onko autopuhelin M erityisen lähellä välivahvistinta 16. Jos tuleva signaali ylittää "toimenpidekynnyksen" tason, toistin suorittaa vaiheessa 114 tarkistuksen sen määrittämiseksi, vahvistetaanko tulevaa signaalia jo. Jos vahvistetaan, toistin jatkaa tarkistamalla seuraavan kanavan vaiheessa 116.

Jos signaalia ei jo olla vahvistamassa, vaiheessa 118 asetetaan tälle kanavalle J viimeistä lukemaa sillä hetkellä valittuun arvoon, joka on juuri luettu vaiheessa 112. Asettamalla viimeiset J arvoa vaiheessa 118 viimeksi luettuun arvoon, signaali tulee ehdolle toistettavaksi hyvin suurella todennäköisyydellä välittömästi. Tämä vastaa autopuhelinta M, joka on aivan lähellä välivahvistinta 16 ja tavallisesti alueella, jolla tukiaseman 12 palvelu on riittämätön.

Siinä tapauksessa, että sillä hetkellä tunnusteltu signaali ei ylitä "toimenpidekynnyksen" tasoa vaiheessa 112, kyseinen arvo tallennetaan yhdessä kanavan numeron kanssa pinomuistiin vaiheessa 120. Vaiheessa 122 välivahvistinta 16 määrittää, vahvistetaanko tätä kanavaa parhaillaan. Ellei, niin se määrittää vaiheessa 124, ovatko viimeiset I lukemaa J lukemasta kyseessä olevalle kanavalle olleet ennalta määrätyn minimikynnyksen yläpuolella. Elleivät, signaali ei ole ehdolla vahvistettavaksi.

Jos I viimeistä J lukemasta ylittävät aikaisemmin määritellyn minimikynnyksen, niin signaali on ehdolla vahvistettavaksi. I viimeisen lukeman keskiarvo yhdessä kanavan numeron kanssa tallennetaan vaiheessa 126. Seuraava kanava testataan sitten samalla tavalla, kunnes kaikki tukiasemaan 12 liittyvät kanavat on tutkittu.

Jos signaalia parhaillaan vahvistetaan vaiheessa 122, niin välivahvistin määrittää vaiheessa 128, ylittävätkö I viimeistä lukemaa K lukemasta ennalta määrätyn minimikynnyksen. Jos eivät, niin vaiheessa 130 tämän kanavan vahvistaminen lopetetaan ja kanavan tunniste poistetaan taulukosta, jossa nimitään vahvistettavat kanavat. Toisaalta, jos vaiheessa 128 I viimeistä lukemaa K lukemasta kyseiselle signaalille ylittävät ennalta määrätyn minimikynnyksen, niin signaalia vahvistetaan edelleen, ja välivahvistin siirtyy vaiheeseen 116.

Viitaten kuvioon 3D, rinnakkainen prosessi, jossa signaalin tasoa koskeva informaatio voidaan määrittää nopeasti, on toteutettu tarkkailemalla jatkuvasti tukisolun ohjauskanavaa vaiheessa 142. Milloin tahansa tukisolun havaitaan varaavan kanavan, kysymyksessä olevan autopuhelimen signaalin taso mitataan vaiheessa 146. Jos autopuhelimen kanavan varaukseen vastaavan signaalin taso ylittää valitun minimikynnyksen vaiheessa 148, niin kanavataulukkoa päivitetään vaiheessa 150 lisäämällä tämä kanava välittömästi ehdokaslistalle. Minimikynnyksen taso voi olla sama kuin aikaisemmin kuvattun "toimenpidekynnyksen" taso. Se voisi olla myös erikseen ohjelmoitu taso, jonka joko operaattori antaa tai joka määritetään dynaamisesti niiden vastaanotettujen signaalitasojen taulukosta, joita aktiiviset toistinkanavat ottavat vastaan. Tämä toiminta on analoginen aikaisemmin kuvattujen vaiheiden 118 ja 126 kanssa, ja sitä käytetään näiden kahden vaiheen yhteydessä ehdokaslistan päivittämiseksi jatkuvasti.

Kun kaikki tukiasemaan 12 liittyvät kanavat on kertaalleen mitattu, välivahvistin määrittää vaiheessa 132, onko ehdokkaita vahvistettavaksi enemmän kuin välivahvistimessa on käytävissä siirtoteitä. Ellei, niin välivahvistin 16 tekee vaiheessa 134 testin sen määrittämiseksi, onko mahdollisesti vahvistettavien signaalien lista sama kuin sillä hetkellä vahvistettujen signaalien lista. Ellei, kaikkien kanavien toistamista jatketaan ja välivahvistin 16 palaa vaiheeseen 102.

Siinä tapauksessa, että välivahvistin määrittää vaiheessa 132, että ehdokkaita vahvistettavaksi on enemmän kuin käytävissä olevia siirtoteitä, vaiheessa 138 valitaan toistettavaksi ehdolla olevista signaaleista alaryhmä. Vaiheessa 140 vahvistettavaksi ehdolla olevien listaa verrataan sillä hetkellä varattuihin toistinkanaviin. Jos vaiheessa 134 todettu eroavuus havaitaan, niin seuraavaksi lisätään ja/tai pudotetaan pois kanavia kuviossa 3C kuvatussa prosessissa.

Ehdolla olevien kanavien lista tutkitaan vaiheessa 152 sen määrittämiseksi ensiksi, onko määrä pudottaa pois mitään kanavaa. Tämä on välttämätöntä siirtoteiden vapauttamiseksi uusille kanaville varattaviksi. Jos kanavia on määrä pudottaa pois, ensimmäinen pois pudotettava kanava listalta valitaan vaiheessa 153. Seuraavaksi tehdään päättely vaiheessa 154 sen toteamiseksi, onko tämä kanava, jota sillä hetkellä vahvistetaan, taajuudeltaan muutettu kanava (F1-F2) vai samalla taajuudella vahvistettu kanava (F1-F1). Jos se ei ole taajuudeltaan muutettu (F1-F2) kanava, niin kanavan toistimen toiminta estetään välittömästi vaiheessa 164 kanavakytkennän vapauttamiseksi uudelle puhelulle.

Jos pudotettavaksi määrätty kanava on taajuudeltaan muutettu, autopuhelimelle on ensin lähetettävä siirtosanoma vaiheessa 156 autopuhelimen asettamiseksi takaisin samalle kanavalle tukiaseman kanssa (ts. takaisin F1-F1-muotoiseen toimintaan).

Vaiheessa 158 tehdään testi sen määrittämiseksi, onko autopuhelin kuitannut siirtosanoman. Jos autopuhelin ei kuitannut siirtosanomaa, uudelleenyrityslaskuria kasvatetaan vaiheessa 160. Siirtosanoma toistetaan, jos uudelleenyrityslaskuri ei ole vuotanut yli vaiheessa 162. Joko siirtosanoman kuittaus tai uudelleenyrityslaskurin ylitys aiheuttaa toistimen toiminnan estämisen tällä kanavalla. Jos autopuhelin ei kuittaa siirtosanomaa, niin se on välivahvistimen alueen ulkopuolella.

Sen jälkeen, kun kanava on pudotettu pois, vaiheessa 166 tehdään tarkistus sen määrittämiseksi, onko mitään muuta kanavaa määrä pudottaa pois. Jos muitakin kanavia jää pois, uudelleenyrityslaskuri nollataan ja vaiheet 156-164 toistetaan kuten edellä siirtoteiden, joita ei enää tarvita, vapauttamiseksi signaalien vahvistamiseen.

Jos pudotettavia kanavia ei ole enempää, mikä määritetään vaiheessa 166, tai jos alunperin ei ollut pudotettavia kanavia lainkaan, mikä määritettiin vaiheessa 152, niin silloin tehdään vaiheessa 170 testi sen määrittämiseksi, onko lisättäviä kanavia. Ellei, niin välivahvistin palaa vaiheeseen 102. Uusien kanavanvarausten rinnakkainen tarkkailu vaiheissa 142-150 jatkuu uusien ehdokkaiden määrittämiseksi ja päivittämiseksi mahdollisia kanavanvarauksia varten.

Jos vaiheessa 170 tehdään määritys, että uusia kanavia on määrä lisätä, niin ensimmäinen ehdolla oleva kanava, joka on määrä lisätä, valitaan vaiheessa 172. Seuraavaksi tehdään vaiheessa 174 määritys sen toteamiseksi, onko tämän kanavan määrä olla taajuudeltaan muutettu (F1-F2) kanava vai samalla taajuudella vahvistettava (F1-F1) kanava. Jos sen ei ole määrä olla taajuudeltaan muutettu (F1-F2) kanava, niin käytettävissä oleva toistinkanava, siirtotie, varataan välittömästi tälle kanavalle vaiheessa 180.

Jos puhelukanavan taajuus on määrä muuttua, niin siirtosanoma, joka sisältää uuden kanavan määrittämisen, lähetetään vaiheessa 176 autopuhelimelle alkuperäisellä kanavalla, jonka tukiasema on varannut kyseiselle autopuhelimelle. Jos autopuhelin kuittaa siirtosanoman uudelleen määrättyllä kanavalla vaiheessa 178, niin kutsuun liittyvän kanavakytkennän toiminta sallitaan muutetun taajuuden F1-F2-toimintamuodossa vaiheessa 180.

Jos autopuhelin ei kuitannut siirtosanomaa, niin uudelleenyrityslaskuria kasvatetaan vaiheessa 184. Siirtosanoma kyseessä olevalle autopuhelimelle lähetetään uudelleen. Jos autopuhelin ei onnistu kuittaamaan siirtosanomaa "N" uudelleenyrityksen jälkeen vaiheessa 186, niin toistinkytkentää ei anneta tämän ehdokkaan käyttöön.

Vaiheessa 182 määritetään sitten, onko käsiteltävä muita ehdokkaita. Jos on, niin seuraava kanava valitaan ja uudelleenyrityslaskuri nollataan vaiheessa 188. Kanavakytkentä asetetaan, kuten edellä on kuvattu vaiheissa 174-180 ja 184-186. Kun kaikki kanavaehdokkaat on käsitelty, niin prosessissa palataan vaiheeseen 102. Uusien kanavanvarausten tarkkailu vaiheissa 142-150 jatkuu rinnakkaisesti uusien ehdokkaiden päivittämisen ja määrittämisen kanssa kanaville valittaviksi.

Aikaisemmin todetun ongelman, riittämättömän peiton solun esillä, lisäksi keksinnön mukaisille välivahvistimille voidaan osoittaa ratkaistavaksi toinen ongelma, riittämätön peitto tiettyjen maantieteellisten käytävien varrella. Tällainen riittämätön peitto voi kehittyä raskaasti liikennöidyille valtateille, jotka yhdistävät lähekkäisiä asutuskeskuksia. Sellaiset valtatie kuljettavat suurelta osin kauttakulkuliikennettä, joka käyttäisi autopuhelinverkon solukkojärjestelmän palveluita ohi kulkiessaan, jos niitä olisi saatavissa.

Riittämätön peitto sellaisten käytävien varrelle syntyy usein siksi, että ei onnistuta asentamaan tukiasemia käytävän viereen tai pitkin käytävää. Sellaiset käytävät eivät ehkä tuo riittävästi liikennettä solukkojärjestelmään, jotta yhden tai useamman tukiaseman kustannukset ensisijaisesti palveluiden aikaansaamiseksi viereisen käytävän alueelle voitaisiin perustella.

Laajennusjärjestelmä käytävälle voidaan toteuttaa käyttäen useita aikaisemmin kuvattua tyyppiä olevia välivahvistimia. Sellaiset välivahvistimet sarjaan kytkettyinä tuottavat hyvin suunnatun peittoalueen kilpailukykyisin kustannuksin mainitunlaisen käytävän varrelle.

Kuvio 4 on solun laajennusjärjestelmän 200 yleiskuva. Taajuudet on osoitettu kuviossa 4 puhelukanaville alaspäin ja puhelukanaville ylöspäin. Yläpilkulla "∧" merkitty taajuus on siirretty 45 MHz vastaavasta taajuudesta, jota ei ole merkitty yläpilkulla.

Järjestelmä 200 sisältää joukon 202 välivahvistimia 204-212, mikä laajentaa solun peittoaluetta toistamalla tukiasemalta S alaspäin lähetettyjä signaaleja autopuhelimelle M ja autopuhelimelta M ylöspäin lähetettyjä signaaleja tukiasemalle S. Toistetut signaalit välitetään välivahvistimelta toiselle käyttäen kahta taajuusryhmää, jotka eivät kuulu osana käytössä olevaan autopuhelintaajuuksien ryhmään. Välivahvistimen logiikka määrittää vastaanotettujen signaalien tasojen perusteella, toistaako välivahvistin autopuhelintaajuuksia vai välivahvistintaajuuksia.

Riippumatta siitä, kuinka monta välivahvistinta 204-212 on sarjassa, autopuhelin M voi aina käyttää vain yhtä puhelukanavien taajuusryhmää toimiessaan minkä tahansa välivahvistimen kautta. Tästä on se etu, että autopuhelimen siirtyminen taajuudelta toiselle ei ole tarpeen sen liikkua yhden vä-

livahevistimen peittoalueelta toisen välivehvistimen alueelle. Siirto tarvitaan, kun autopuhelin liikkuu välivehvistimen peittoalueelta tukiaseman peittoalueelle, koska tukiasema S käyttää toista taajuusryhmää puhelukanavilla.

Tukiasema S määrää, millä puhelukanavilla autopuhelimen tulee toimia puhelunmuodostuksen alkuvaiheissa. Normaalisissa toimintamuodossa välivehvistin, joka käsittelee puhelunmuodostusta autopuhelimelle tai autopuhelimelta, lähettää välittömästi siirtosanomana kyseiselle autopuhelimelle sen asettamiseksi jollekin f2-ryhmän kanavalle. Lähimpänä tukiasemaa S oleva välivehvistin muuttaa sitten autopuhelimen taajuuden takaisin sille alkuperäiselle kanavalle f1-taajuusryhmässä, jonka tukiasema S sille osoitti. Vaihtoehtoisessa toimintamuodossa edellä kuvattu siirtovaihe voidaan ohittaa sisällyttämällä f2-taajuusryhmä tukiaseman S kanavanmäärittelyluetteloon samalla, kun säilytetään f1-taajuusryhmä tarpeellisten puhelusanomien lähettämiseksi käytävän lähimmälle välivehvistimelle ja vastaanottamiseksi siltä. Kummassakin tapauksessa yksi taajuusryhmä (f2-ryhmä) autopuheluita varten ketjuun kuuluvassa välivehvistimessä yhdessä välivehvistimien sisältämän tallennetun ohjelman ohjaaman logiikan kanssa saa aikaan sen, että vain se välivehvistin, joka saa käyttökelpoisen signaalin autopuhelimelta ja on lähimpänä tukiasemaa S, on yhteydessä autopuhelimeen f2-taajuusryhmään kuuluvalla kanavalla.

Ohjauskanava tarvitsee kaksi tai useampia taajuuksia, koska alaspäin suuntautuva ohjauskanava täytyy toistaa jokaisessa välivehvistimessä jatkuvan peiton aikaansaamiseksi kautta koko välivehvistinkäytävän alueen. Jos välivehvistimen lähetyksiin autopuhelimelle tai autopuhelimelta käytetään ympäriseittelevää antennia, niin kolmas taajuusryhmä voi olla välttämätön häiriöiden estämiseksi järjestysluvultaan parillisten ja parittomien välivehvistimien välillä käytävän varrella.

Suunnattujen antennien käyttö sallii vain kahden taajuusryhmän käytön ohjauskanavilla tapahtuvassa siirrosta. Tukiasemalta S tuleva ohjauskanavasignaali voidaan siten toistaa vaihtoehtoisilla kanavilla kussakin ketjun välivahvistimessa.

Välivahvistimen logiikka ohjauskanavasignaalien välittämiseksi ylöspäin on samanlainen kuin puhelukanavien logiikka. Välivahvistin välittää autopuhelimen ylöspäin lähettämän signaalin, jos se saa käyttökelpoisen signaalin. Ellei, niin se lähettää edelleen alapuolella olevan välivahvistimen ylöspäin lähetetyn signaalin, jos sellainen on saatavilla. Muulloin ylöspäin suuntautuvan ohjauskanavan vahvistin on pois kytkettynä.

Järjestelmän 200 taajuuksien allokointiin tarvitaan neljä taajuusryhmää mukaan lukien tukiaseman taajuusryhmä ja joissakin tapauksissa yksi ylimääräinen ohjauskanavataajuus. Taajuusryhmien välillä on yksi yhteen -suhde. Alla oleva taulukko esittää esimerkin neljän välivahvistimen muodostamalle laajennusjärjestelmälle.

Taulukko I: Taajuuksien allokointi

Tukiasema		
- Lähetys	F1	f1
Välivahvistin 204		
- Vastaanotto	F1	f1
- Lähetys	F2	f2 tai f3
Välivahvistin 206		
- Vastaanotto	F2	f3
- Lähetys	F1	f2 tai f4
Välivahvistin 208		
- Vastaanotto	F1	f4
- Lähetys	F2	f2 tai f3

<u>Alaspäin</u>	<u>Ohjauskanava</u>	<u>Puhelukanava</u>
Välivahvioletin 210		
- Vastaanotto	F2	f3
- Lähetys	F1	F2

<u>Ylöspäin</u>	<u>Ohjauskanava</u>	<u>Puhelukanava</u>
Välivahvioletin 210		
- Vastaanotto	F1'	f2'
- Lähetys	F2'	f3'
Välivahvioletin 208		
- Vastaanotto	F2'	f2' tai f3'
- Lähetys	F1'	f4
Välivahvioletin 206		
- Vastaanotto	F1'	f2' tai f4'
- Lähetys	F2'	f3'
Välivahvioletin 204		
- Vastaanotto	F2'	f2' tai f3'
- Lähetys	F1'	f1'

Taulukko II kuvaa järjestelmän 200 toimintaa puhelua otettaessa, kun autopuhelin M on järjestelmän 200 peittoalueella. Autopuhelin M pysyy sille alunperin varatulla puhelutaajuudella, kun se liikkuu esimerkiksi välivahvistimen 206 peittoalueelta välivahvistimen 208 peittoalueelle.

Taulukko II

Autopuhelimen kutsusekvenssi ja taajuuskaavio neljän välivahvistimen järjestelmälle

<u>Tukiasemat</u>					
Ylöspäin R		B(F1)		D(f1)	F(f1)
Alaspäin X	A(F1)		C(F1)		E(f1) F(f1)
Välivahvistin 204					
Ylöspäin X		B(F1)		D(f1)	F(f1)
R		B(F3)		D(f3)	F(f3)
Alaspäin R	A(F1)		C(F1)		E(f1) F(f1)
X	A(F2)		C(F2)		E(F3) F(f3)
Välivahvistin 206					
Ylöspäin X		B(F3)		D(f3)	F(f3)
R		B(F4)		D(f4)	F(f4)
Alaspäin R	A(F2)		C(F2)		E(f3) F(f3)
X	A(F1)		C(F1)		E(f4) F(f4)
Välivahvistin 208					
Ylöspäin X		B(F4)		D(f4)	F(f4)
R		B(F2)		D(f2)	F(f3)
Alaspäin R	A(F1)		C(F1)		E(f4) F(f4)
X	A(F2)		C(F2)		E(f2) F(f3)
Välivahvistin 210					
Ylöspäin X				D(f3)	F(f3)
R				D(f2)	F(f2)
Alaspäin R	A(F2)		C(F2)		F(f3)
X	A(F1)		C(F1)		F(f2)
Autopuhelin M					
Ylöspäin X		B(F2)		D(f2)	F(f2)
Alaspäin R	A(F2)			E(F2)	

(Fx) = Ohjauskanava taajuusryhmässä x

(fx) = Puhelukanava taajuusryhmässä x

Puhelun oton vaiheet autopuhelimesta:

A: Tukiasema S lähettää alaspäin jatkuvana virtana ohjausdataa, joka toistetaan jokaisessa välivahvistimessa, ja läheiset tukiasemat käyttävät eri taajuuksia. Autopuhelin M selaa ja lukkiutuu voimakkaimpaan signaaliin.

B: Autopuhelin, joka ottaa puhelun, lähettää pyynnön ohjauskanavalla ylöspäin.

C: Tukiasema S ottaa vastaan pyynnön ja varaa vapaan puhelukanavan taajuusryhmästä f2 sekä lähettää varauksen ohjauskanavalla alaspäin.

D: Autopuhelin M ottaa vastaan kanavanvarauksen, kytkeytyy varatulle puhelukanavalle ja lähettää merkkiäänän (SAT). Jos tukiasemassa käytetään muutettua taajuutta autopuhelimen osoittamiseksi oikealle kanavalle f2-ryhmässä, niin välivahvistin 208 toistaa suoraan autopuhelimelta M vastaanotetun signaalin. Muutoin välivahvistin 208 lähettää ensin siirtosanon autopuhelimen asettamiseksi f2-ryhmän kanavalle, ennen kuin toistaa autopuhelimen signaalit takaisin tukiasemalle.

E: Tukiasema S ottaa vastaan merkkiäänän (SAT) varatulla puhelukanavalla ja viimeistelee puhelukanavan kytkemisen autopuhelimelle.

Välivahvistimelta välivahvistimelle siirron vaiheet:

F: Autopuhelin M liikkuu ulos välivahvistimen 208 alueelta välivahvistimen 210 peittoalueelle. Välivahvistin 208 kytkee vastaanotetun ylöspäin suuntautuvan taajuuden välivahvistimelta 210 ylöspäin suuntautuvalle signaalille (f3-ryhmä) ja kytkee alaspäin lähettämänsä taajuuden f3-taajuudeksi. Autopuhelin M pysyy f2-taajuisella puhelukanavalla.

Puhelinverkosta tulevan puhelun muodostuksen vaiheet:

G: Tukiasema S hakee autopuhelimen M ohjauskanavalla samaa tietä kuin vaiheessa A.

H: Autopuhelin M kuittaa haun ylöspäin suuntautuvalla ohjauskanavalla samaa tietä kuin vaiheessa B.

I: Tukiasema ottaa vastaan kuittauksen ja varaa vapaan puhelukanavan kuten vaiheessa C.

J: Seuraavat vaiheet ovat samanlaiset kuin vaiheet D ja E, paitsi että tukiasema S lähettää hälytyssanoman, joka saa autopuhelimen soimaan.

Siirrot autopuhelimessa M, kun se liikkuu tukiaseman peittoalueelta järjestelmän 200 peittoalueelle tai kun se liikkuu ulos järjestelmän 200 peittoalueelta, vaativat erilaisia toimintatapoja. Seuraavia kolmea menetelmää voidaan käyttää yksin tai yhdessä:

A. Viimeisen vaihtoehdon menetelmä

Kun autopuhelimen signaali välivahvistimelle 204 putoaa kynnystason alapuolelle eikä välivahvistimelta 206 saada ylöspäin suuntautuvaa signaalia, kehitetään siirtokomento autopuhelimen M kytkemiseksi f1-taajuudelle ja ylöspäin suuntautuvan signaalin siirtämiseksi tukiasemalle S. Jos autopuhelin on liikkunut tukiaseman S peittoalueelle, tukiasema alkaa ottaa vastaan autopuhelimen ylöspäin suuntautuvaa signaalia ja siirto on toteutettu onnistuneesti. Jos tukiasema ei onnistu ottamaan vastaan autopuhelinta, puhelu menetetään.

Kun autopuhelimen signaali tukiasemalle saa aikaan siirtorutiinin käynnistämisen, eikä mikään muu tukiasema ole ehdolla siirron vastaanottajaksi, tukiasema S siirtää autopuhelimen vapaalle puhelukanavalle f2-taajuuksryhmässä. Jos välivahvistin 204 alkaa toistaa autopuhelinta tukiasemalle sopivalla

ylöspäin suuntautuvalla f_1' -taajuudella, siirto on toteutettu onnistuneesti.

B. Vahvistuksen pienentämisen menetelmä

Jos autopuhelimen signaalin taso putoaa siten, että se ei ole pienimmän hyväksyttävän signaalin voimakkuuden yläpuolella missään välivahvistimessa 204-212, mutta yhteys silti säilyy, niin autopuhelimeen yhteydessä oleva välivahvistin pienentää vahvistustaan paluukanavalla tukisemalle S useita desibelejä. Kukin siirtotiellä oleva välivahvistin päästää tämän vahvistuksen pienentämisen läpi, ja vuorollaan sen ilmaisee tukiasema S. Jos signaali putoaa alle tukiaseman S pienimmän yhteydelle hyväksyttävän kynnyksen, niin tukiasema S käynnistää siirtopyynnöt viereisille tukiasemille määrittääkseen, mille, jos millekään, solulle autopuhelin voidaan siirrossa osoittaa.

Kun autopuhelin liikkuu solulta S järjestelmän 200 peitto-alueelle, edellä kuvattua viimeisen vaihtoehdon menetelmää voidaan käyttää.

C. Kauko-ohjaukseen perustuva sijoitusmenetelmä

Tässä menetelmässä perustetaan kaksisuuntainen datayhteys tukiaseman S ja halutun välivahvistimen välille, jossa signaalitasoja on tarkoitus mitata. Kun tukiasema S pyytää signaalin tason mittausta annetulta kanavalta, tämä tieto lähetetään kohdevälivahvistimelle, joka vuorostaan virittää käyttämättömän kanavanvastaanottimen pyydetylle kanavalle, mittaa signaalin tason ja sitten lähettää tukiasemalle S takaisin tiedon mitatusta signaalitasosta. Tässä kauko-ohjatussa signaalimittausmenetelmässä käytetty datayhteys voi olla joko käyttämätön solukkojärjestelmän kanavapari, tai se voi tapahtua solukkojärjestelmän ulkopuolisen yhteyden kautta (ts. mikroaalloilla, puhelinlinjaa pitkin, kuituoptiikalla jne.). Tämän datayhteyden kautta siten hankittua tietoa tukiasema S voi käyttää sen määrittämiseen, tulisiko autopuhelimia siirtää välivahvistinalueelle tai sieltä pois tai muille tukiasemille.

Kuvio 5 on kaikkia välivahvistimia 204-212 koskeva vuokaavio, jossa määritetään, mikä ylöspäin suuntautuva signaali tulee lähettää välivahvistimen ohjauskanavalla ylöspäin: autopuhelimen, seuraavan välivahvistimen vai ei mitään. Ohjauskanavan välivahvistin lähettää aina vastaanotetun alaspäin matkalla olevan signaalin autopuhelimen ohjauskanavan taajuudella. Ennen autopuhelimelle lähettämistä puhelukanavan varaus voi olla tarpeen modifioida välivahvistimen ja autopuhelimen välisen taajuuksiryhmän taajuuksille. Jos tapaus on tämä, tukiasema S lähinnä olevan välivahvistimen ohjauskanavalogiikan täytyy modifioida kanavanvaraus, koska se on ainoa välivahvistin, joka voi määrittää, mitkä puhelukanavat järjestelmälle 200 osoitetussa välivahvistintaajuuksien ryhmässä ovat vapaita varattaviksi. Jos kaikki puhelukanavat välivahvistinryhmässä ovat varattuja, sen täytyy kehittää varattu-signaali lähetettäväksi autopuhelimelle M.

Kuvio 6 on kaikkia välivahvistimia 204-212 koskeva vuokaavio, jossa määritetään, mitkä puhelukanavasignaali on toistettava: autopuhelimen, seuraavan välivahvistimen vai ei mitään. Jos välivahvistin ottaa vastaan autopuhelimen ylöspäin suuntautuvalla puhelukanavalla käyttökelpoisen signaalin, se toistaa aina autopuhelimen ylöspäin lähettämää signaalia ja lähettää puhelukanavan autopuhelimelle alaspäin suunnatulla taajuudella. Siinä tapauksessa, että ylöspäin menevä signaali on, mutta ei alaspäin menevää, vain ylöspäin menevä signaali toistetaan.

Selailuvastaanotinta käytetään tarkkailemaan autopuhelinkanavia sellaisen autopuhelimen ilmaisemiseksi, joka on liikkunut välivahvistimen peittoalueelle sen jälkeen, kun tukiaseman S ohjauskanava varasi sille puhelukanavan. Puhelukanavalogiikka pakottaa sen välivahvistimen, joka on lähimpänä tukiasemaa S, toistamaan autopuhelimen M signaalia, jos välivahvistin saa autopuhelimelta käyttökelpoisen ylöspäin suuntautuvan signaalin, vaikka seuraava välivahvistin saattaisikin ottaa vastaan voimakkaamman signaalin.

Edellä esitetystä havaitaan, että poikkeamatta keksinnön hen-
gestä ja siitä, mikä keksinnössä on uutta, voidaan toteuttaa
lukuisia muunnelmia ja variaatioita. On huomattava, että täs-
sä kuvattua erityistä laitetta ei ole tarkoitettu keksintöä
rajoittavaksi, eikä siitä tule tehdä rajoittavia päätelmiä.
Tarkoituksena on luonnollisesti, että oheen liitetyt patent-
tivaatimukset kattavat kaikki sellaiset muunnelmat, jotka
mahtuvat patenttivaatimusten asettamiin puitteisiin.

Patenttivaatimukset

1. Laite yhden tai useamman sähkömagneettisen signaalin vastaanottamiseksi ja lähettämiseksi, joka laite sisältää välineet (20, 58, 60) yhden tai useamman valitun signaalin tunnustelemiseksi, **tunnettu** siitä, että se edelleen sisältää välineet (22-30) listan muodostamiseksi, joka lista identifioi yhden tai useamman sanotuista valituista signaaleista ehdokkaiksi uudelleenlähetettäväksi ennalta määrätyn listanmuodostuskriteerin mukaisesti; välineet (66) yhden tai useamman signaalin valitsemiseksi sanotusta listasta ennalta määrätyn uudelleenlähetyskriteerin mukaisesti; ja välineet (62, 64, 50, 18) sanottujen valittujen signaalien lähettämiseksi.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että se sisältää välineet (60) sen määrittämiseksi, tuleeko tunnusteltu signaali ottaa tarkasteltavaksi uudelleenlähetämistä ajatellen, sekä yhden tai useamman valitun signaalin tunnistamiseksi.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että valintavälineet (66) sisältävät välineen (66a) sanotun listan signaalien tehotasojen vertaamiseksi toisiinsa ja ennalta määrätyn määrän listan signaaleja, joilla on korkeimmat tehotasot, valitsemiseksi.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että sanottu listanmuodostusväline (66a) sisältää välineen sen määrittämiseksi, onko kullakin sanotuista tunnustelluista signaaleista ominaisuus, joka ylittää ennalta määrätyn ensimmäisen kynnyksen, sekä ainakin joidenkin sanotuista signaaleista sisällyttämiseksi sanottuun listaan.

5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen laite, **tunnettu** siitä, että sanottu listanmuodostusväline (66a) sisältää välineen sen määrittämiseksi, onko kullakin sanotuista tunnustelluis-

ta signaaleista ominaisuus, joka ylittää ennalta määrätyn toisen kynnyksen.

6. Menetelmä useiden sähkömagneettisten signaalien vastaanottamiseksi ja valittujen niistä lähettämiseksi uudelleen, jossa menetelmässä tunnustellaan useita sähkömagneettisia signaaleja, **tunnettu** siitä, että se sisältää vaiheet, joissa:

verrataan kunkin tunnustellun signaalin ensimmäistä osoitinta ennalta määrättyyn kynnykseen;

tallennetaan kullekin signaalille toinen osoitin, joka ylittää kynnyksen;

valitaan yksi tai useampia tunnusteltuja signaaleja tallennettujen toisten osoitinten joukosta; ja

lähetetään uudelleen vain valitut yksi tai useampia tunnustelluista signaaleista.

7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että se sisältää sen määrittämisen ennalta asetetun kriteerin perusteella, mitä tunnustelluista signaaleista tulee verrata kynnykseen.

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että se sisältää:

sen määrittämisen, ylittääkö ennalta valitusta määrästä vertailuja tallennettujen toisten osoittimien lukumäärä tietylle tunnustellulle signaalille ennalta valitun arvon; ja annetun tunnustellun signaalin tunnisteiden tallentamisen tämän määrittämisen tuloksena.

9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että se sisältää:

juoksevan keskiarvon muodostamisen annetun tunnustellun signaalin tallennettujen toisten osoittimien arvoista; ja juoksevan keskiarvon arvon tallentamisen.

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että se sisältää:

useiden tunnustelluista signaaleista valittujen signaalien juoksevien keskiarvojen arvojen vertailun; ja yhden tai useamman signaalin valitsemisen lähetettäväksi uudelleen arvojen vertailun tuloksena.

11. Menetelmä kiinteän radiovastaanotin/lähettimen peittoalueen laajentamiseksi valittujen autoradiopuhelinten vastaanotin/lähettimille ennalta määrättyllä maantieteellisellä alueella, **tunnettu** siitä, että se sisältää vaiheet, joissa: toteutetaan useita signaalintoistimia; sijoitetaan signaalintoistimia vähintään osan maantieteellistä aluetta kattavasti sellaisin välein, että vähintään yksi toistin on radioyhteydessä lähettimen kanssa ja toinen toistin on radioyhteydessä ensimmäisen toistimen kanssa; ja tunnustellaan autoradiopuhelimen vastaanotin/lähettimeltä tulevaa signaalia toisessa toistimessa, lähetetään tämä signaali uudelleen ensimmäiselle toistimelle, tunnustellaan signaalia ensimmäisessä toistimessa ja lähetetään se uudelleen kiinteälle vastaanottimelle.

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen menetelmä peittoalueen laajentamiseksi, **tunnettu** siitä, että se sisältää autoradiopuhelimen lähetin/vastaanottimelta tulevan signaalin tunnustelemisen ensimmäisessä toistimessa ja tämän signaalin lähettämisen uudelleen toistimelta kiinteälle lähetin/vastaanottimelle.

13. Patenttivaatimuksen 11 mukainen menetelmä peittoalueen laajentamiseksi, **tunnettu** siitä, että kiinteän lähetin/vastaanottimen ja ensimmäisen toistimen välinen signaalinsiirto tapahtuu ensimmäisellä ryhmällä taajuuksia ja ensimmäisen toistimen ja toisen toistimen välinen signaalinsiirto tapahtuu toisella ryhmällä taajuuksia.

14. Patenttivaatimuksen 13 mukainen menetelmä peittoalueen laajentamiseksi, **tunnettu** siitä, että jokainen toistimista tunnustelee ja toistaa viereisen ylempänä (lähempänä kiinte-

ää lähetin/vastaanotinta) olevan toistimen tai kiinteän lähetin/vastaanottimen lähettämää ohjauskanavaa.

15. Patenttivaatimuksen 13 mukainen menetelmä peittoalueen laajentamiseksi, **tunnettu** siitä, että kukin toistin lähettää puhelun läheiselle autopuhelimen vastaanottimelle samalla taajuudella kuin kaikki muutkin toistimet.

16. Patenttivaatimuksen 15 mukainen menetelmä peittoalueen laajentamiseksi, **tunnettu** siitä, että kukin toistin ottaa vastaan puhelun läheiseltä autopuhelimen lähettimeltä samalla taajuudella kuin kaikki muutkin toistimet.

17. Laite kiinteän radiolähetin/vastaanottimen peittoalueen laajentamiseksi valittujen autoradiopuhelinten lähetin/vastaanottimille ennalta määrättyllä maantieteellisellä alueella, **tunnettu** siitä, että se sisältää useita signaalintoistimia (204-212), jotka on sijoitettu vähintään osan maantieteellistä aluetta kattavasti sellaisin välein, että vähintään yksi (204) sanotuista toistimista on radioyhteydessä lähetin/vastaanottimen (S) kanssa ja toinen (206) sanotuista toistimista on radioyhteydessä ensimmäisen toistimen (204) kanssa, toisen toistimen (206) sisältäessä välineet (20, 58, 60) liikkuvalla lähetin/vastaanottimelta (M) tulevan signaalin tunnuksitelemiseksi sekä välineet (62, 64, 50, 18) tämän signaalin lähettämiseksi uudelleen sanotulle ensimmäiselle toistimelle (204), ensimmäisen toistimen sisältäessä välineet (20, 58, 60) tämän signaalin tunnuksitelemiseksi ja välineet (62, 64, 18) sen lähettämiseksi uudelleen kiinteälle lähetin/vastaanottimelle (S).

18. Patenttivaatimuksen 17 mukainen laite peittoalueen laajentamiseksi, **tunnettu** siitä, että ensimmäinen toistin (204) sisältää välineet (20, 58, 60) liikkuvalla lähetin/vastaanottimelta (M) tulevan signaalin tunnuksitelemiseksi ja välineet (62, 64, 50, 18) tämän signaalin lähettämiseksi uudelleen kiinteälle lähetin/vastaanottimelle (S).

19. Patenttivaatimuksen 17 mukainen laite peittoalueen laajentamiseksi, **tunnettu** siitä, että signaalinsiirto kiinteään lähetin/vastaanottimen (S) ja ensimmäisen toistimen (204) välillä tapahtuu ensimmäisellä ryhmällä taajuuksia sekä signaalinsiirto ensimmäisen toistimen (204) ja toisen toistimen (206) välillä tapahtuu toisella ryhmällä taajuuksia.

Patentkrav

1. Anordning för mottagande och sändande av en eller flere elektromagnetiska signaler, vilken anordning innefattar organ (20, 58, 60) för avkänning av en eller flere utvalda signaler, **kännetecknad** av att den därtill innefattar organ (22-30) för bildande av en lista som identifierar en eller flere av de sagda utvalda signalerna såsom kandidat för att vidare sändas i enlighet med ett på förhand bestämt listgenereringskriterium;

organ (66) för utväljande av en eller flere signaler från sagda lista i enlighet med ett på förhand bestämt vidare-sändningskriterium; och

organ (62, 64, 50, 18) för utsändande av nämnda utvalda signaler.

2. Anordning enligt patentkravet 1, **kännetecknad** av att den innefattar organ (60) för att bestämma huruvida den avkända signalen bör granskas med tanke på vidareutsändningen, samt för att identifiera en eller flere av de valda signalerna.

3. Anordning enligt patentkravet 1, **kännetecknad** av att utvalsorganen (66) innefattar ett organ (66a) för att jämföra effektnivåerna hos signalerna enligt sagda lista med varandra och för att utvälja en bestämd mängd av signalerna på listan, vilka har högre effektvärden.

4. Anordning enligt patentkravet 1, **kännetecknad** av att sagda listbildningsorgan (66a) innefattar ett organ för att definiera huruvida var och en av de sagda avkända signalerna har en egenskap som överstiger en på förhand bestämd första

tröskel, samt för att införa åtminstone några av sagda signaler på sagda lista.

5. Anordning enligt patentkravet 4, **kännetecknad** av att sagda listbildningsorgan (66a) innefattar ett organ för att definiera huruvida var och en av de sagda avkända signalerna har en egenskap som överstiger en på förhand definierad andra tröskel.

6. Förfarande för mottagning av ett flertal elektromagnetiska signaler och utsändande av vissa utvalda av dessa vidare, vid vilket förfarande ett flertal elektromagnetiska signaler avkänns, **kännetecknat** av att det därtill innefattar stegen där: ett första indicium av var och en avkänd signal jämförs med en på förhand bestämd tröskel; för var och en signal registreras ett andra indicium, vilket överstiger tröskeln; ett eller ett flertal avkända signaler utväljs från gruppen av registrerade andra indicier; och de valda en eller flere av de avkända signalerna vidare-sänds.

7. Förfarande enligt patentkravet 6, **kännetecknat** av att det innefattar bestämning på basen av ett på förhand ställt kriterium av vilken av de avkända signalerna bör jämföras med tröskeln.

8. Förfarande enligt patentkravet 7, **kännetecknat** av att det innefattar: bestämning av huruvida antalet registrerade andra indicier för en bestämd avkänningssignal tagna ur ett på förhand bestämt antal jämförelser, överstiger ett på förhand bestämt värde; och registrering av en identifikation av den givna avkända signalen såsom resultat av sagda bestämning.

9. Förfarande enligt patentkravet 8, **kännetecknat** av att det innefattar:
bildande av ett löpande medelvärde av den avkända signalens registrerade andra indiciers värden; och
registrering av det löpande medelvärdet.
10. Förfarande enligt patentkravet 9, **kännetecknat** av att det innefattar:
en jämförelse av de löpande medelvärdena för utvalda signaler av de avkända signalerna; och
ett utval av en eller flera signaler för att på nytt utsändas såsom ett resultat av jämförelsen av värdena.
11. Förfarande för utvidgande av täckningsområdet för en fast radiomottagare/sändare till mottagare/sändare hos valda mobila radiotelefoner inom ett på förhand bestämt geografiskt område, **kännetecknat** av att det innefattar stegen där:
ett flertal signalrepeaterare inrättas;
signalrepeaterarna placeras för att täcka åtminstone en del av det geografiska området på sådana inbördes avstånd, att åtminstone en repeaterare står i radioförbindelse med sändaren och en annan repeaterare står i radioförbindelse med den första repeateraren; och
den från mobiltelefonens mottagare/sändare kommande signalen avkänns i den andra repeateraren, denna signal utsänds på nytt till den första repeateraren, signalen avkänns i den första repeateraren samt utsänds ånyo till den stationära mottagaren.
12. Förfarande enligt patentkravet 11 för utvidgande av täckningsområdet, **kännetecknat** av att det innefattar avkänning av den från mobiltelefonens sändare/mottagare kommande signalen i den första repeateraren och utsändning ånyo av denna signal från repeateraren till en stationär sändare/mottagare.
13. Förfarande enligt patentkravet 11 för utvidgande av täckningsområdet, **kännetecknat** av att signalöverföringen

mellan den stationära sändar/mottagaren och den första repeteraren sker med en första grupp av frekvenser och signalöverföringen mellan den första repeteraren och den andra repeteraren sker med en annan grupp av frekvenser.

14. Förfarande enligt patentkravet 13 för utvidgande av täckningsområdet, **kännetecknat** av att var och en av repeterarna avkänner och repeterar den av den närliggande ovanstående (närmare den fasta sändar/mottagaren) repeteraren eller fasta sändar/mottagaren utsända styrningskanalen.

15. Förfarande enligt patentkravet 13 för utvidgande av täckningsområdet, **kännetecknat** av att var och en repeterare sänder samtalet till den närbelägna mobiltelefonens mottagare på samma frekvens som alla övriga repeterare.

16. Förfarande enligt patentkravet 15 för utvidgande av täckningsområdet, **kännetecknat** av att var och en repeterare mottar samtalet från den närbelägna mobiltelefonens sändare på samma frekvens som alla övriga repeterare.

17. Anordning för utvidgande av täckningsområdet för en radiosändare/mottagare för valda mobiltelefoners sändar/mottagare inom ett på förhand bestämt geografisk område, **kännetecknad** av att den innefattar ett flertal signalrepeaterare (204-212), vilka är placerade för att täcka åtminstone en del av det geografiska området på sådana inbördes avstånd, att åtminstone en (204) av sagda repeterare står i radioförbindelse med sändar/mottagaren (S) och en annan (206) av sagda repeterare står i radioförbindelse med den första repeteraren (204), varvid den andra repeteraren (206) innefattar organ (20, 58, 60) för att avkänna signalen som kommer från den mobila sändar/mottagaren (M) samt organ (62, 64, 50, 18) för vidareutsändning av denna signal till sagda första repeterare (204), varvid den första repeteraren innefattar organ (20, 58, 60) för avkänning av denna signal och organ (62, 64, 18) för ånyo utsändning av densamma till den fasta sändar/mottagaren (S).

18. Anordning enligt patentkravet 17 för utvidgande av täckningsområdet, **kännetecknad** av att den första repeteraren (204) innefattar organ (20, 58, 60) för avkännande av signalen från den mobila sändar/mottagaren (M) och organ (62, 64, 50, 18) för vidareutsändning av denna signal till den fasta sändar/mottagaren (S).

19. Anordning enligt patentkravet 17 för utvidgande av täckningsområdet, **kännetecknad** av att signalöverföringen mellan den stationära sändar/mottagaren (S) och den första repeteraren (204) sker genom en första grupp av frekvenser samt signalöverföringen mellan den första repeteraren (204) och den andra repeteraren (206) sker med en andra grupp av frekvenser.

FIG. 2B

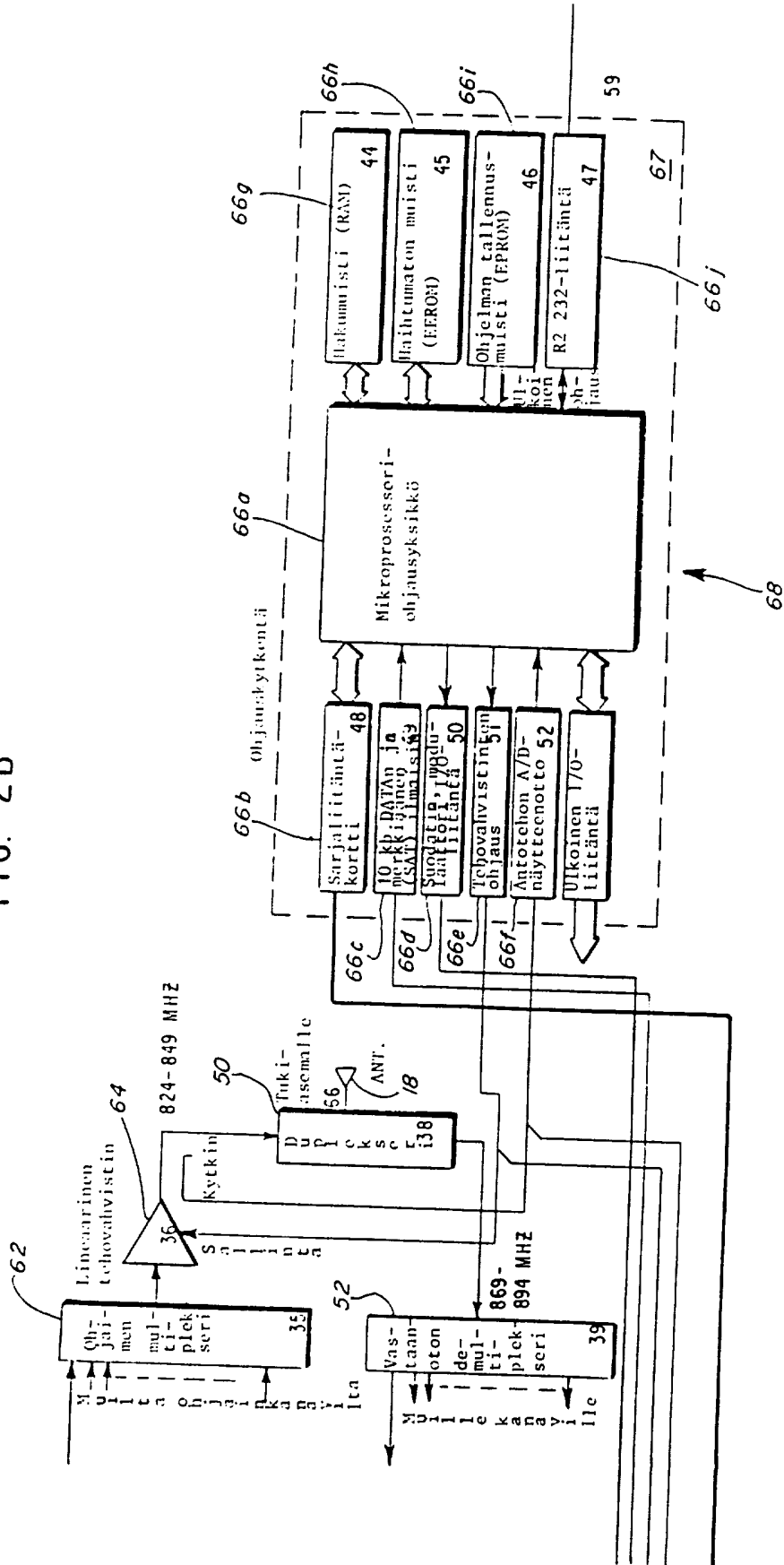
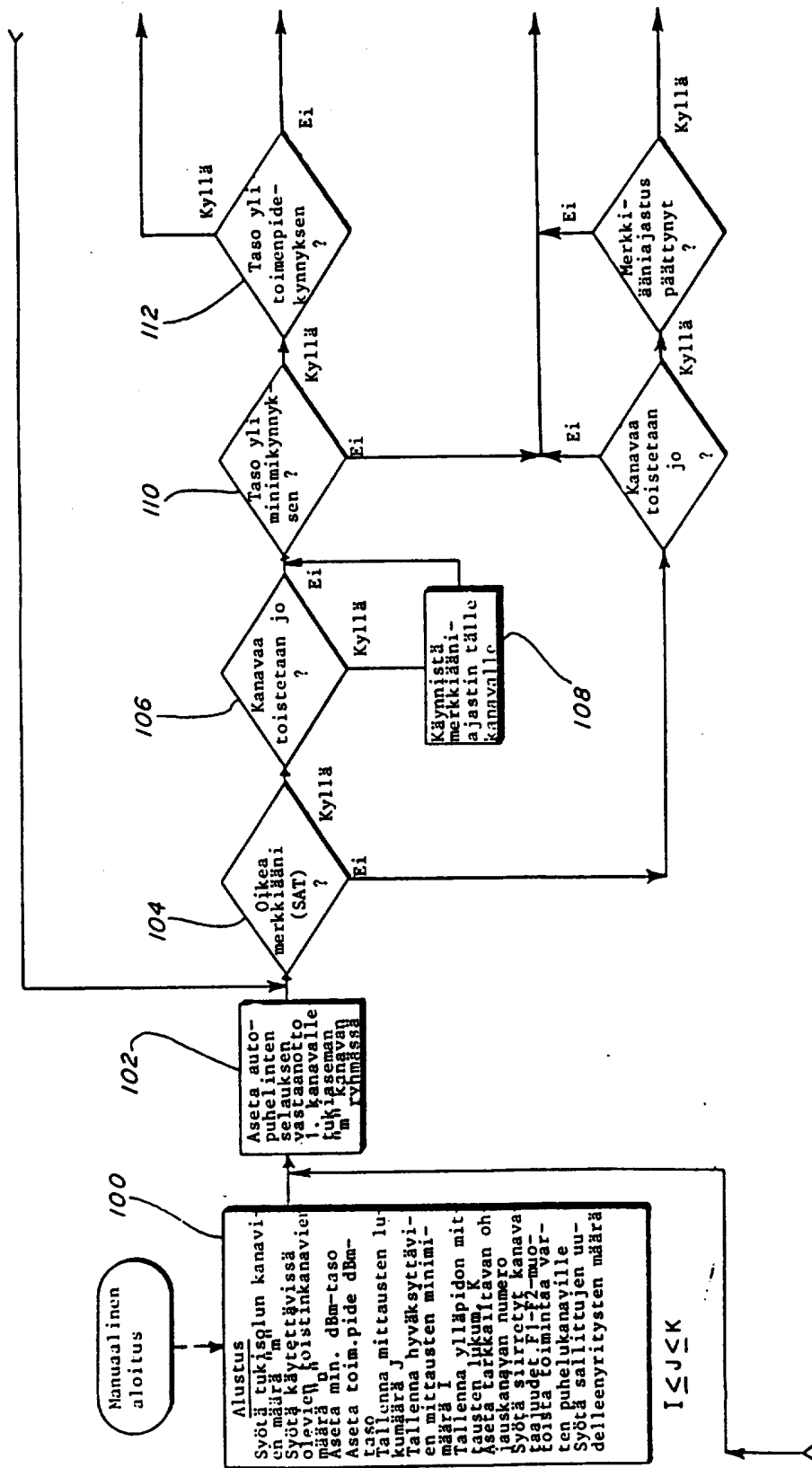


FIG. 3A



$$I \leq J \leq K$$

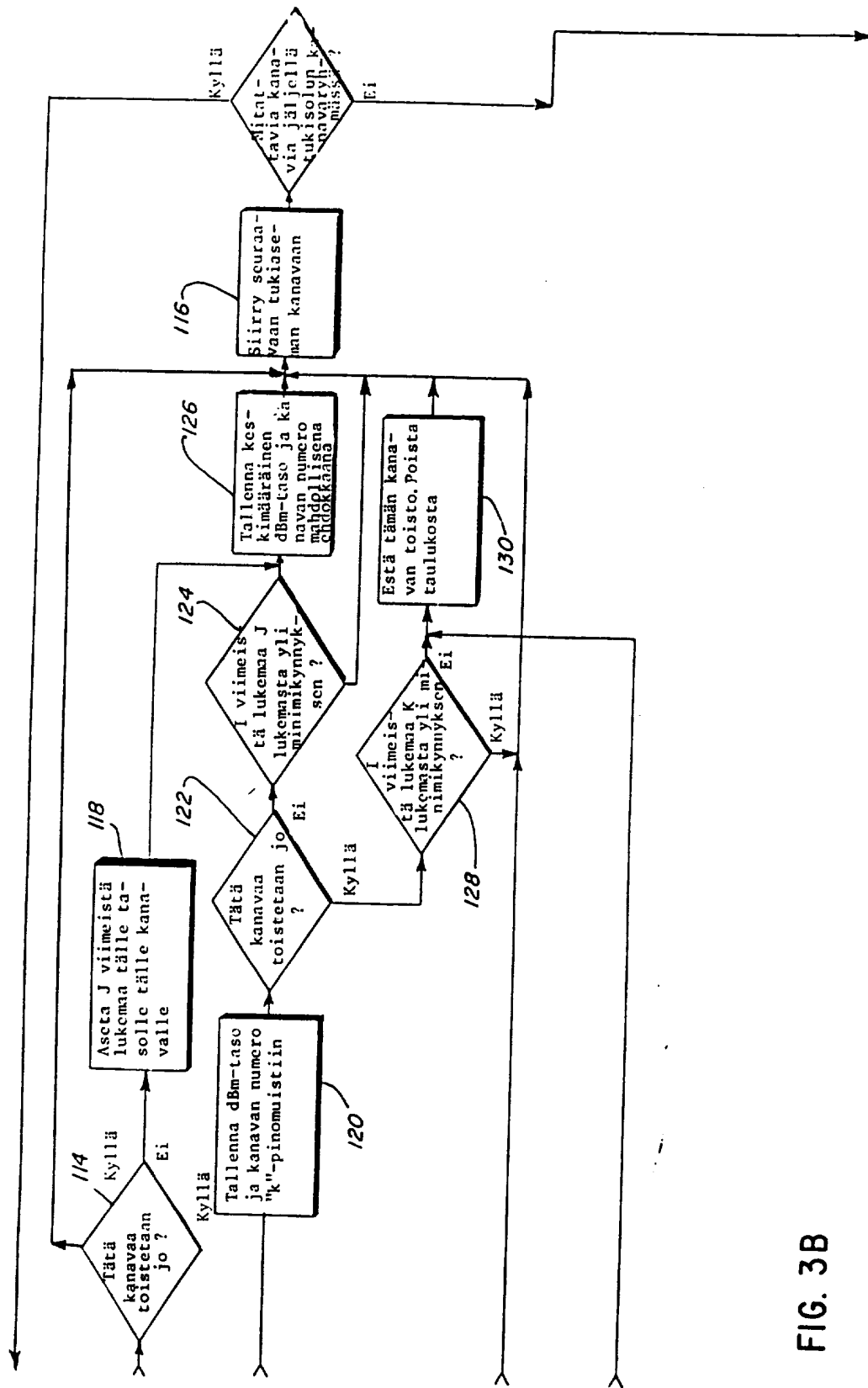


FIG. 3B

FIG. 3C

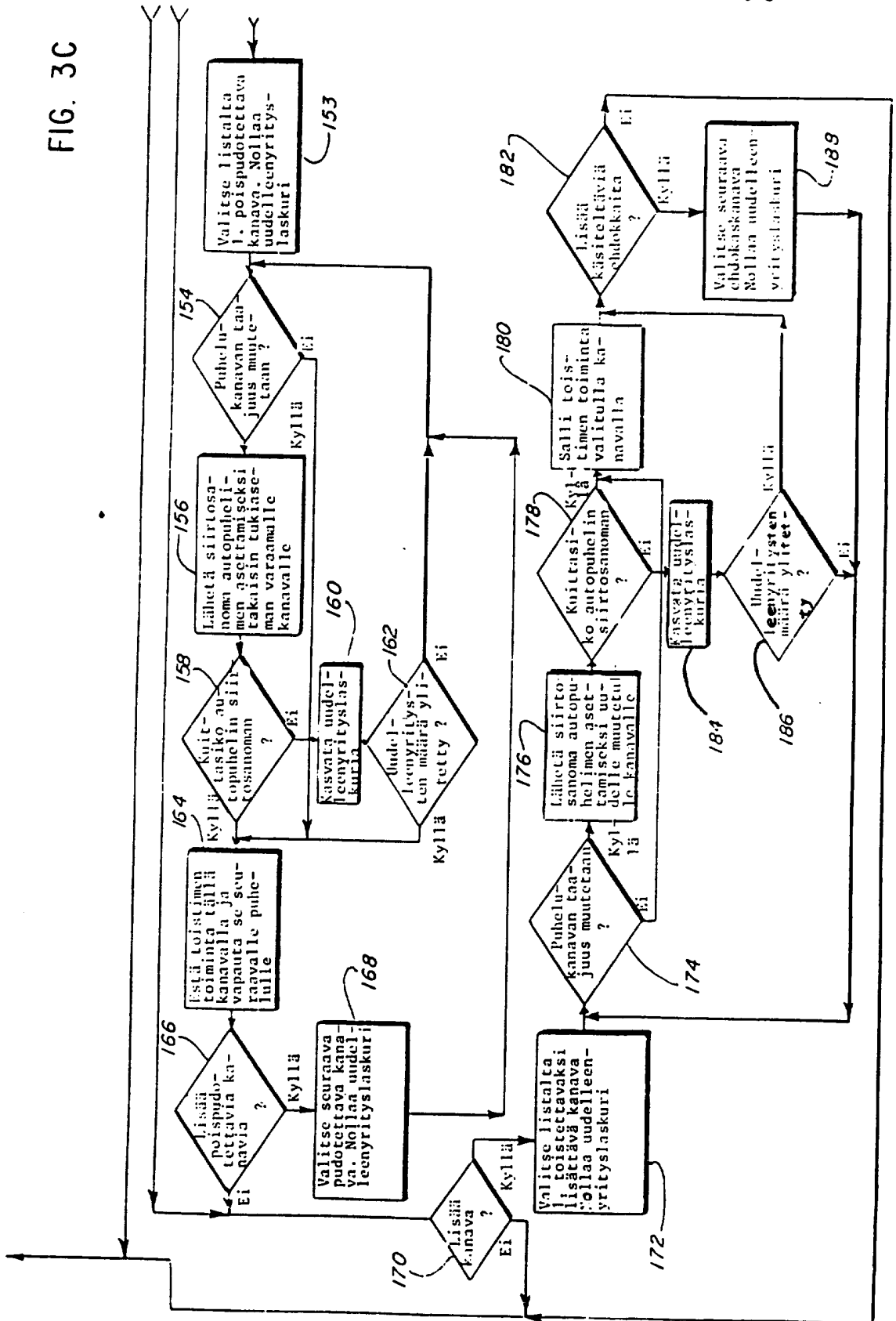
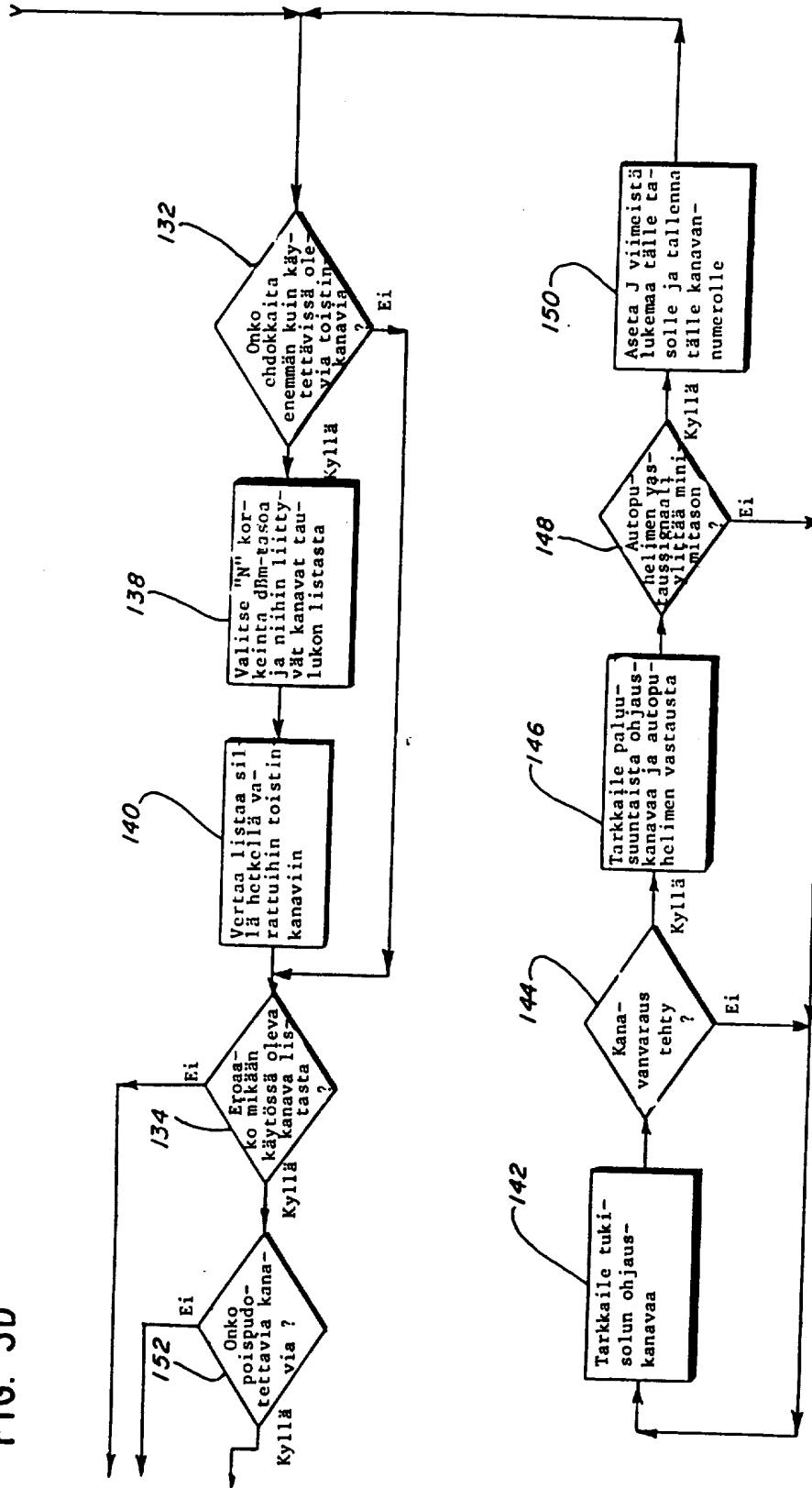


FIG. 3D



88658

88658

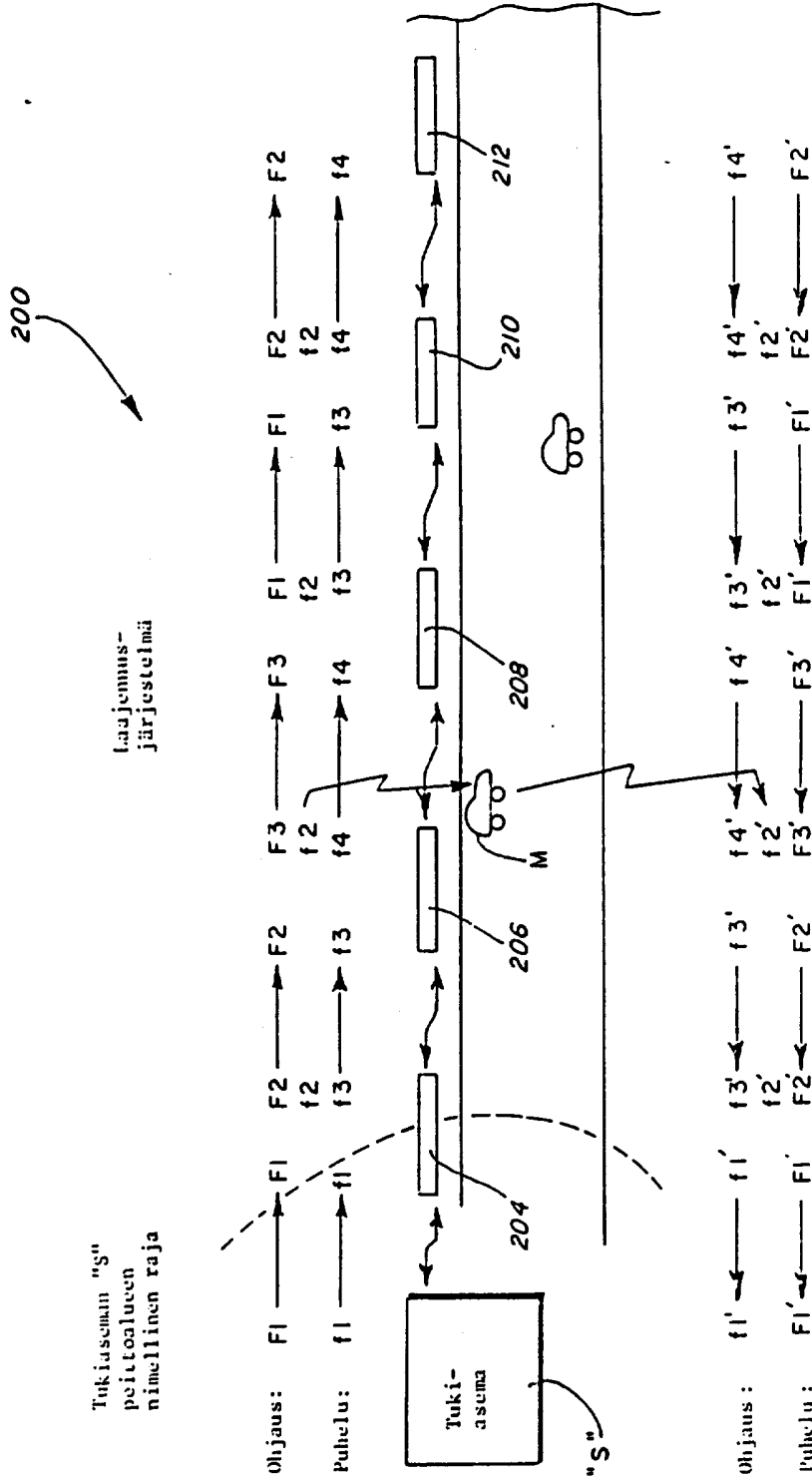


FIG. 4

Välivahvistimen ohjaus-
kanavalogiikka

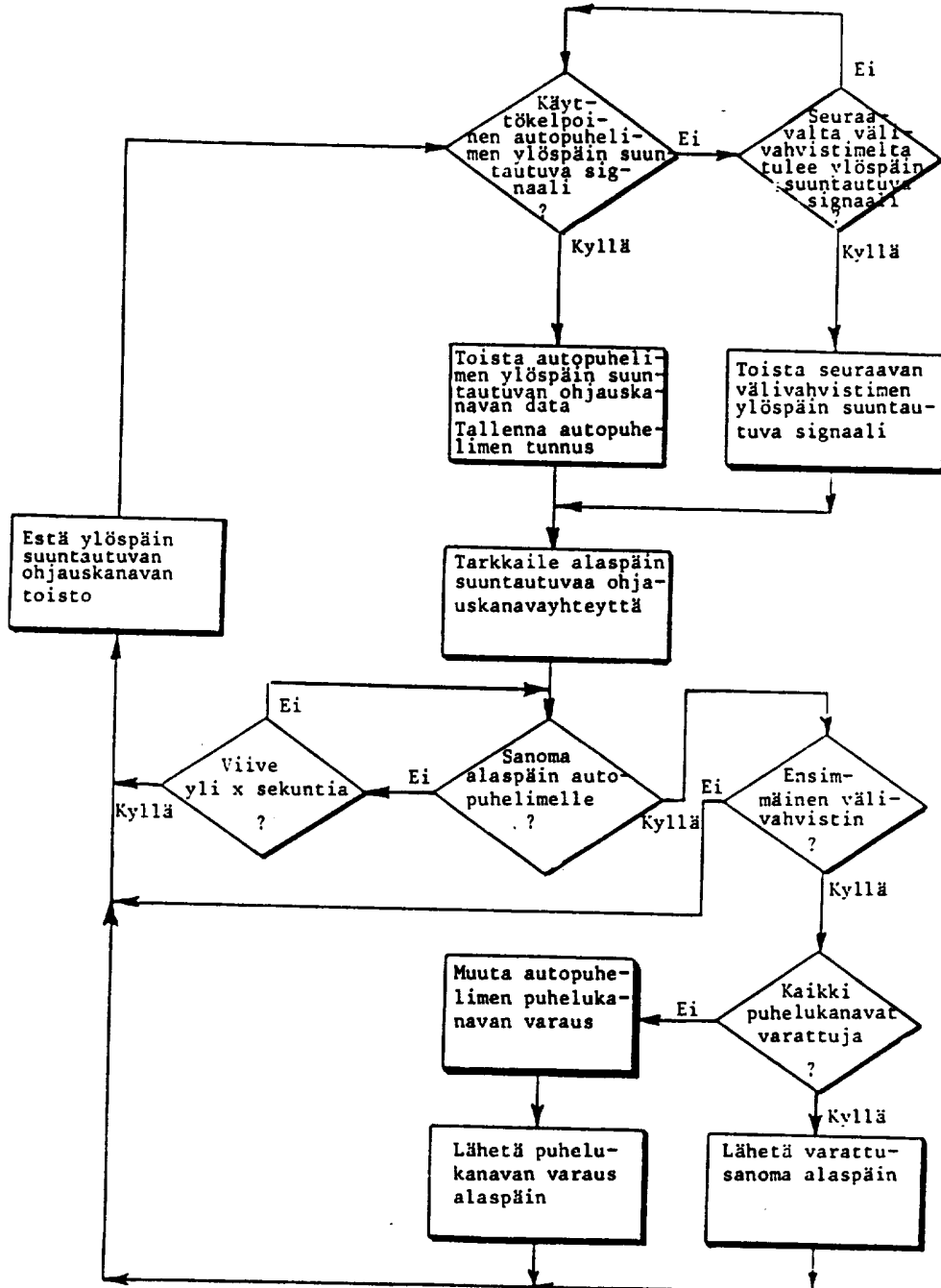


FIG. 5

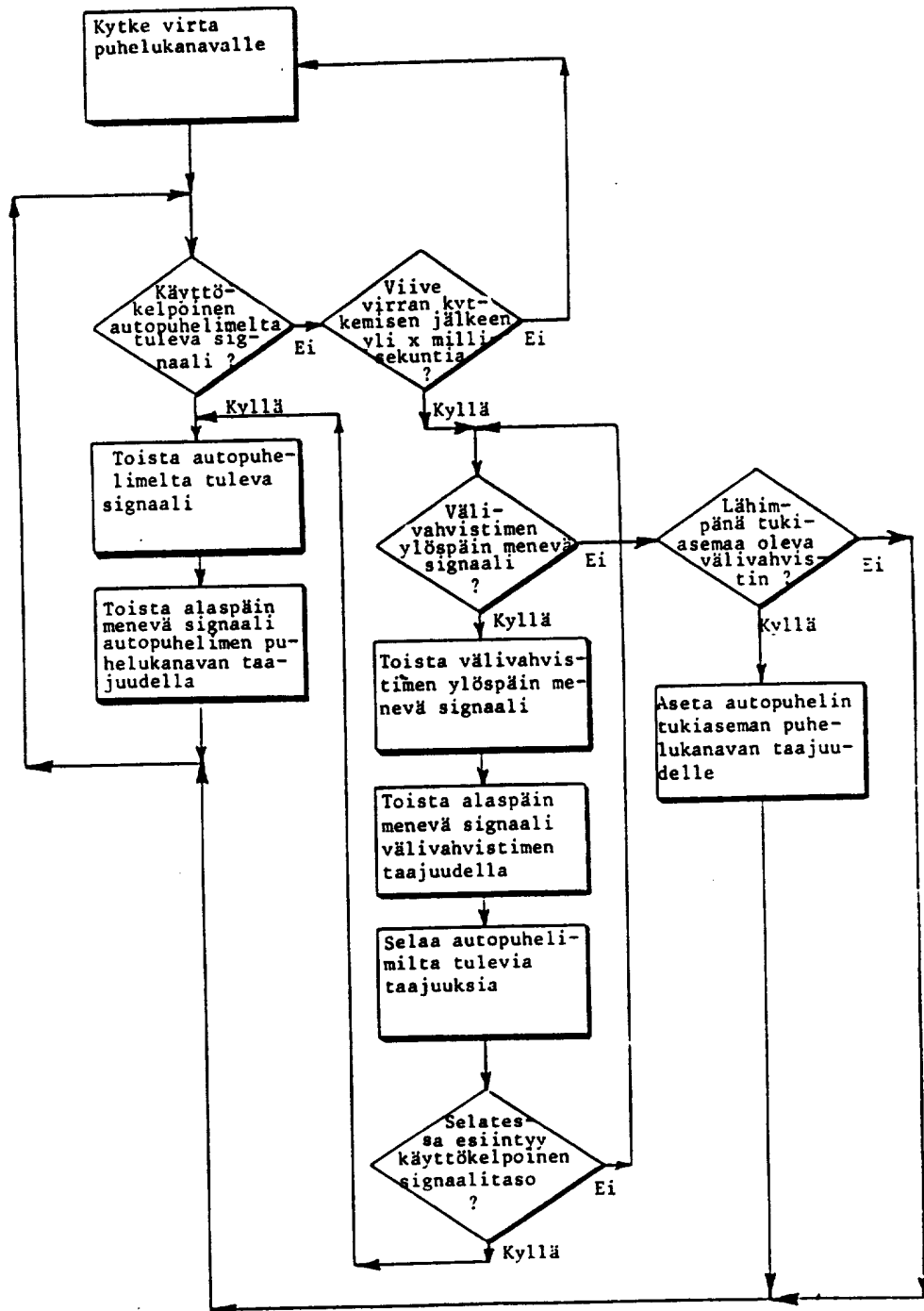


FIG. 6