



FI 000110658B



SUOMI – FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(12) **PATENTTIJULKAISU**
PATENTSKRIFT

(10) **FI 110658 B**

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats

28.02.2003

(51) Kv.lk.7 - Int.kl.7

H04Q 7/38, G01S 5/10

(21) Patentihakemus - Patentansökning

980077

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag

15.01.1998

(24) Alkupäivä - Löpdag

15.01.1998

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

16.07.1999

(73) Haltija - Innehavare

1 •Nokia Corporation, Helsinki, Keilalahdentie 4, 02150 Espoo, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

- 1 •Ruutu, Ville, Uudenkaupungintie 5 B 14, 00350 Helsinki, SUOMI - FINLAND, (FI)
- 2 •Rantalainen, Timo M., Meripuistotie 4 A 7, 00200 Helsinki, SUOMI - FINLAND, (FI)
- 3 •Alanen, Marko, Satamakatu 6 B 22, 33200 Tampere, SUOMI - FINLAND, (FI)
- 4 •Gunnarson, Gudni, Kalevanpuistotie 19 C 111, 33500 Tampere, SUOMI - FINLAND, (FI)
- 5 •Hyvärinen, Olli, Vesakonkatu 33, 33820 Tampere, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Forssén & Salomaa Oy
Eerikinkatu 2, 00100 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

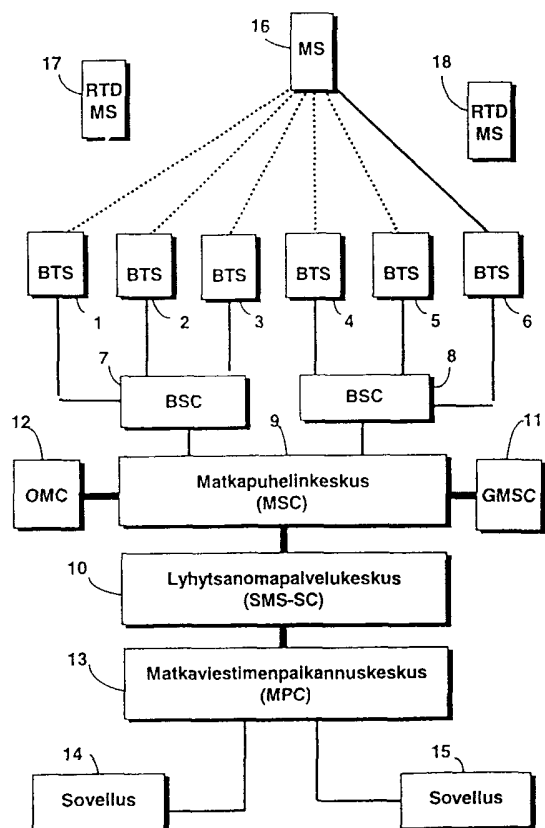
Parannettu paikannusgeometria ja solupohjainen paikannusjärjestelmä
Förbättrad positionsgeometri och ett cellbaserat positionssystem

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

EP A 767594 (H04Q 7/38), US A 5128925 (H04J 3/06), WO A 97/27711 (H04Q 7/20), WO A 96/35306 (H04Q 7/38)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Solukoverkkoon perustuva paikannusjärjestelmä matkaviestimen (16) paikan määrittämiseksi. Matkaviestimenpaikannuskeskus (Mobile Positioning Centre) (13) tallentaa pysyvän luettelon tukiasemista jokaiselle verkon tukiasemalle (1 – 5) tai solulle. Jokainen luettelo tunnistaa ne tukiasemat, jotka mahdollistavat vastaavan tukiaseman (6) palvelemaan matkaviestimen paikan optimaalisen määrittämisen. Luettelo lähetetään matkaviestimelle (16) palvelevan tukiaseman (6) kautta, ja matkaviestin määrittää kullekin luetteloon merkitylle tukiasemalle palvelemaan tukiasemaan liittyvän havaitun aikaeron (observed time difference) luetteloon merkittyjen tukiasemien lähettämistä signaaleista. Havaitut aikaerot lähetetään matkaviestimeltä (16) palvelevalle tukiasemalle (6), ja verkko käyttää niitä laskeakseen matkaviestimen (16) paikan.



110658

Ett positionsbestämningssystem baserat på ett cellulärt radionätverk för bestämning av en mobil stations position (16). Inom varje basstation (1 till 5) förvarar ett bestämningssystem för mobil position (13) en fast förteckning över basstationer. Varje förteckning identifierar de basstationer som gör det möjligt att optimalt bestämma positionen för en mobil station som betjänas av den motsvarande basstationen (6). Förteckningen sänds till den mobila stationen (16) via den betjänande basstationen (6) och den mobila stationen bestämmer en observerad tidsdifferens för var och en av de basstationer som finns i förteckningen i relation till den betjänande basstationen (6) med hjälp av signaler som sänds ut av de basstationer som finns i förteckningen. Den observerade tidsdifferensen sänds från den mobila stationen (16) till den betjänande basstationen (6) och används av nätverket för beräkning av den mobila stationens (16) position.

Parannettu paikannusgeometria ja solupohjainen paikannusjärjestelmä –
Förbättrad positionsgeometri och ett cellbaserat positionssystem

- 5 Esillä oleva keksintö koskee menetelmää ja laitetta matkaviestinlaitteen paikan määrittämiseksi solukoverkossa.

Solukoverkko koostuu tukiasemista (Base Transceiver Stations eli BTS), joista kukin palvelee vastaavaa maantieteellistä "solu"-aluetta. Useiden
10 vierekkäisten solujen ryhmät on järjestetty alueiksi, jotka tunnetaan nimellä "sijaintialueet" (Location Area eli LA). Jos matkaviestin MS viestii aktiivisesti verkon kanssa esimerkiksi niin, että käyttäjällä on menossa puhelu, verkko tuntee varsinaisen solun sijaintialueella LA, jossa matkaviestin on läsnä. Kuitenkin, kun matkaviestin kytketään päälle, mutta
15 sitä ei käytetä aktiivisesti (ts. se on YHTEYDETÖN tai "vapaa"), verkko tuntee ainoastaan LA:n, muttei varsinaista solua, jossa matkaviestin on läsnä. Solukoot vaihtelevat huomattavasti, ja vaikka verkko tunteeekin solun, jossa matkaviestin on läsnä, matkaviestimen paikka voidaan tunnistaa ainoastaan solun kokoa vastaavalla erottelutarkkuudella.

20 Tulevaisuuden solukkojärjestelmien voidaan edellyttää määrittävän matkaviestimen paikan huomattavasti suuremmalla tarkkuudella kuin nykyisin voidaan saavuttaa. Esimerkiksi Yhdysvaltain liittovaltion viestintäkomissio (Federal Communication Commission eli FCC) on
25 määrittänyt FCC 94-102:ssa, että kun matkaviestintä käytetään hätäpuhelun ottamiseen, verkon on pysyttävä paikantamaan matkaviestin 125 metrin tarkkuudella 67 prosentissa tapauksista. Tällaisella tarkalla paikanmäärityksellä on monia muita toivottavia sovelluksia, kuten taksin lähettäminen ja ajoneuvojen, esineiden, henkilöiden jne. sijainnin
30 valvominen.

Eräs mahdollinen tapa saada tarvittava tarkkuus on sisällyttää matkaviestimeen satelliittipohjainen paikannusjärjestelmä, kuten Global Positioning System (GPS). GPS:ää voidaan käyttää lähes ilman
35 maantieteellisiä rajoituksia, mutta tämä ratkaisu on monimutkainen ja lisää matkaviestimen kustannuksia, kokoa ja tehonkulutusta. Sitä paitsi GPS:ään liittyy lisäongelmia, kuten alhaiset signaalitasot rakennusten

sisällä, vaikeus löytää vapaa tie ainakin kolmeen satelliittiin täyteen rakennetuilla kaupunkialueilla ja suhteellisen pitkä aika ensimmäisen GPS-paikanmäärityksen saamiseksi päälle kytkemisen jälkeen.

- 5 Näyttää siltä, että matkaviestimen paikannusjärjestelmä, joka perustuu solukkojärjestelmään, tarjoaa parhaan ja käytännöllisimmän ratkaisun. On tehty useita ehdotuksia, jotka perustuvat joko suuntimiseen, kentän voimakkuuksien tai ajan mittauksiin. Erityisesti on tehty ehdotuksia, jotka ovat riippuvaisia matkaviestimen paikan määrittämisestä matkaviestimelle
- 10 sitä solua palvelevalta tukiasemalta, jossa matkaviestin on läsnä, ja/tai viereisiä soluja palvelevilta tukiasemilta lähetettyjen tietojen avulla.

- Eräs ehdotus sisältää matkaviestimen paikan kolmiomittauksen käyttämällä ainakin kahta suuntimisvastaanotinta verkon sisällä esim.
- 15 sisällytettynä vastaaviin tukiasemiin BTS. Täyteen rakennetuilla kaupunkialueilla monitiesignaalit heikentävät paikanmääritystarkkuutta, ellei häiritsevää monitievääristymää poisteta havaituista signaaleista. Hyvät suuntimisvastaanottimet, jotka pystyvät tähän, ovat kuitenkin kalliita ja tilaa vieviä, ja sellaisenaan tämä menetelmä on tuskin sopiva
- 20 laajamittaiseen solukkoradiopaikantamiseen.

- Eräs toinen ehdotus on riippuvainen matkaviestimen ainakin kolmelta tukiasemalta BTS vastaanotettujen signaalien suhteellisten kentän voimakkuuksien mittaamisesta. On kuitenkin ilmeistä, että kentän
- 25 voimakkuus vaihtelee todennäköisesti huomattavasti ja arvaamattomalla tavalla tukiaseman BTS maantieteellisellä peittoalueella. Tämä tekee menetelmästä käytännössä sopimattoman solukkoradiopaikannukseen.

- Eräs kolmas ehdotus edellyttää matkaviestimelle useilta vierekkäisiltä tukiasemilta BTS (tai päin vastoin) lähetettyjen signaalien aikaviiveiden mittaamista. Mitatut viiveet konvertoidaan vastaaviksi välimatkoiksi, ja matkaviestimen paikka voidaan määrittää käyttämällä yksinkertaista ympyränleikkausmenetelmää. Tällaista paikanmääritysmenetelmää, jota sovelletaan GSM-solukkojärjestelmään, kuvataan esimerkiksi WO
- 30 92/05672:ssa ja WO 97/27711:ssä. Menetelmä käyttää lähetysaikaennakkoarvoja (Time Advance eli TA), jotka on jo laskettu GSM-lähetyksissä varmistamaan matkaviestimen synkronointi tukiaseman
- 35

kanssa (ts. jotta lähetykset matkaviestimestä saapuvat tukiasemalle BTS oikeassa aikavälissä matkaviestimen ja tukiaseman välisestä matkasta riippumatta). Kuva 1 havainnollistaa TA-arvoon perustuvaa paikanmäärittämissä.

5

Kuva 2 havainnollistaa toista aikaviiveeseen perustuvaa paikannusjärjestelmää, jossa hyödynnetään havaittuja aikaeroja (Observed Time Differences eli OTD). EP0767594 kuvaa tällaista GSM-solukkojärjestelmään sovellettua järjestelmää. Järjestelmässä on se etu, että havaittuja aikaeroja OTD voidaan saada ilman, että matkaviestin on rekisteröitävä kaikkiin paikanmäärittämissä käytettäviin tukiasemiin, kuten TA-arvoon perustuvissa järjestelmissä.

Aikaviiveeseen perustuvat järjestelmät tarjoavat kannattavan ja yksinkertaisen ratkaisun ongelmaan suuritarkkuuksisen paikanmäärittämissä tarjoamiseksi. Tarkkuus on kuitenkin kriittisesti riippuvainen tukiaseman paikasta suhteessa matkaviestimeen, jonka paikka määritetään. Kuva 3a havainnollistaa esimerkkiä hyvästä mittausgeometriasta, jossa kukin tukiasemapari paikantaa matkaviestimen hyperbelillä, ja joukko hyperbelejä leikkaa toisiaan suurin kontaktikulmin. Sitä vastoin kuva 3b havainnollistaa esimerkkiä huonosta mittausgeometriasta, jossa hyperbelit leikkaavat toisiaan pienin kontaktikulmin.

Esillä olevan keksinnön pyrkimyksenä on poistaa edellä mainitut haitat tai ainakin vähentää niitä. Esillä oleva keksintö saavuttaa tämän ja muita päämääriä dynaamisesti tiedottamalla matkaviestimelle tukiasemista, jotka sopivat paikanmäärittämissä tarkoituksiin, milloin tahansa matkaviestimen paikka on määritettävä, tai tiedottamalla matkaviestimelle tukiasemista, jotka jätetään käyttämättä tällaisissa määrittämissä.

Esillä olevan keksinnön erään ensimmäisen aspektin mukaisesti menetelmämatkaviestinlaitteen paikan määrittämissä solukkoverkossa käsittää vaiheet, joissa:

35 lähetetään tietoja matkaviestinlaitteelle solukkoverkosta, jotka tiedot tunnistavat matkaviestinlaitteelle luettelon radiokanavista, jotka vastaavat solukkoverkon vastaavia radiolähtimiä, joka mainittu luettelo on ennalta

määritetty luettelo, joka on määritetty etukäteen matkaviestinlaitteen likimääräisen paikan perusteella; ja

saadaan matkaviestinlaite kuuntelemaan mainituilla tunnistetuilla kanavilla, tai muilla kanavilla kuin tunnistetuilla kanavilla, ja määrittämään
5 kuunneltujen kanavien yli lähetetyistä tiedoista matkaviestinlaitteen ja kuunneltuja kanavia lähettävien radiolähtimien suhteelliseen geometriaan liittyviä data-arvoja; ja

määritetään matkaviestinlaitteen paikka käyttämällä mainittuja määritettyjä data-arvoja.

10

Pakottamalla matkaviestinlaite käyttämään ennalta valittuja radiolähtimiä paikanmäärittämissä, tai jättämällä lukuunottamatta tiettyjä radiolähtimiä, mittausprosessi voidaan optimoida mille tahansa tietylle maantieteelliselle alueelle. Käytettävien radiolähtimien valintaa ei jätetä
15 pelkästään matkaviestimelle, ja riski valita radiolähtimiä, joilla on heikko mittausgeometria tai muita epäedullisia ominaisuuksia, pienenee.

Mainitut lähtimet tarjoaa edullisesti vastaavat tukiasemat, ja matkaviestimelle lähetettävät tiedot, jotka tunnistavat
20 radiokanavaluettelon, käsittävät joukon matkaviestimen tuntemia radiokanavanumeroita.

Mainitut data-arvot ovat edullisesti matkaviestimen ja kuunneltavia kanavia lähettävien radiolähtimien välisiin lähetysviiveaikoihin liittyviä
25 aikasuhteita. Vielä edullisemmin aikasuhteita ovat havaittuja aikaeroja (Observed Time Differences eli OTD). Jokainen OTD on matkaviestinlaitteen ja yhden kuunneltuja kanavia lähettävän radiolähtimen välisen lähetysviiveajan ja matkaviestinlaitteen ja matkaviestinlaitetta parhaillaan palvelevan tukiaseman radiolähtimen
30 välisen lähetysviiveajan erotus.

Esillä olevan keksinnön vaihtoehtoisissa suoritusmuodoissa aikasuhteita ovat ajoituksen ennakoarvoja (Timing Advance eli TA), jotka ovat yhtä suuria kuin kaksi kertaa matkaviestinlaitteen ja kuunneltuja
35 kanavia lähettävien radiolähtimien vastaavien välinen lähetysviiveaika.

Matkaviestinlaite lähettää edullisesti mainitut aikasuhteita verkkoon,

jossa mainittu määrittäsvaihe suoritetaan.

Esillä olevaa keksintöä voidaan myös soveltaa muihin paikanmäärittämenetelmiin, kuten sellaisiin, joihin liittyy suhteellisen
5 kentän voimakkuuden mittaamisia ja suuntimista.

Esillä olevan keksinnön edullisissa suoritusmuodoissa matkaviestinlaitteelle tunnistettu luettelo radiokanavista sisältää ne kanavat, joita matkaviestinlaitteen pitäisi yrittää kuunnella saadakseen
10 mainitut data-arvot, joista matkaviestinlaitteen paikka voidaan määrittää. Joissakin olosuhteissa matkaviestinlaite voi pystyä vain vastaanottamaan mainitut lähetetyt tiedot luetteloon merkittyjen kanavien osajoukolta (esim. koska toisten kanavien signaalitaso on liian matala matkaviestinlaitteella). Edellyttäen kuitenkin, että minimimäärä kanavia voidaan riittävästi
15 vastaanottaa (esim. kaksi), voi silti olla mahdollista määrittää matkaviestinlaitteen paikka.

Esillä olevan keksinnön muissa suoritusmuodoissa verkko tunnistaa matkaviestinlaitteelle yhden tai useampia radiokanavia, joita ei pitäisi
20 käyttää paikanmäärittämiseen. Tämä voi olla toivottavaa esimerkiksi sulkemaan pois moniradiolähettimien käytön samalla sijaintipaikalla. Matkaviestinlaite voi sitten itse valita sopivat radiokanavat ja jättää lukuunottamatta tunnistetut kanavat esimerkiksi tutkaamalla radiospektriä. Matkaviestinlaitteen valitsevat radiokanavat tai lähettimet tunnistetaan
25 verkolle yhdessä mittatietojen kanssa.

Esillä olevan keksinnön erään toisen aspektin mukaisesti laitteisto matkaviestinlaitteen paikan määrittämiseksi solukkoverkossa käsittää:

tukiaseman tietojen lähettämiseksi matkaviestinlaitteelle
30 solukkoverkosta, jotka mainitut tiedot tunnistavat matkaviestinlaitteelle luettelon radiokanavista, jotka vastaavat solukkoverkon vastaavia radiolähettäjiä, joka mainittu luettelo on ennalta määritetty luettelo, joka on määritetty etukäteen matkaviestinlaitteen likimääräisen paikan perusteella;

35 radiovastaanottimen matkaviestinlaitteella mainituilla tunnistetuilla kanavilla, tai muilla kanavilla kuin mainituilla tunnistetuilla kanavilla, kuuntelemiseksi;

ensimmäiset signaalinkäsittelyvälineet, jotka on liitetty mainittuun radiovastaanottimeen matkaviestinlaitteen ja kuunneltuja kanavia lähettävien radiolähtäjien suhteelliseen geometriaan liittyvien data-arvojen määrittämiseksi kuunneltujen kanavien yli lähetetyistä tiedoista; ja
5 toiset signaalinkäsittelyvälineet matkaviestinlaitteen paikan laskemiseksi käyttämällä mainittuja määritettyjä data-arvoja.

Esillä olevan keksinnön erään kolmannen aspektin mukaisesti matkaviestinlaite käsittää:

10 radiovastaanottimen solukoverkon palvelevasta tukiasemasta lähetettyjen tietojen vastaanottamiseksi, jotka mainitut tiedot tunnistavat matkaviestinlaitteelle luettelon radiokanavista, jotka vastaavat solukoverkon vastaavia radiolähtäjiä, ja joka mainittu luettelo on ennalta määritetty luettelo, joka on määritetty etukäteen
15 matkaviestinlaitteen likimääräisen paikan perusteella, ja mainittu radiovastaanotin on järjestetty kuuntelemaan mainituilla tunnistetuilla kanavilla tai muilla kanavilla kuin mainituilla tunnistetuilla kanavilla;

ensimmäiset signaalinkäsittelyvälineet, jotka on liitetty mainittuun radiovastaanottimeen matkaviestinlaitteen ja kuunneltuja kanavia
20 lähettävien radiolähtäjien suhteelliseen geometriaan liittyvien data-arvojen määrittämiseksi kuunneltujen kanavien yli lähetetyistä tiedoista; ja radiolähtäjien mainittujen määritettyjen data-arvojen lähettämiseksi mainitulle palvelevalle tukiasemalle matkaviestinlaitteen paikan määrittämiseksi käyttämällä mainittuja määritettyjä data-arvoja.

25 Jotta keksintö voitaisiin ymmärtää paremmin ja osoittaaksemme, kuinka se voidaan toteuttaa käytännössä, viittaamme esimerkinomaisesti oheisiin piirustuksiin, joissa

kuva 1 havainnollistaa lähetysaikaennakkoarvo –menetelmää
30 (Timing Advance value method) matkaviestimen paikan määrittämiseksi;

kuva 2 havainnollistaa havaittu aikaero -menetelmää (Observed Time Difference method) matkaviestimen paikan selville saamiseksi;

kuva 3 havainnollistaa kuvan 2 havaittu aikaero –menetelmässä käytettävää hyvää ja huonoa tukiasemageometriaa; ja

35 kuva 4 havainnollistaa GSM-järjestelmää, joka on järjestetty toteuttamaan esillä olevan keksinnön sisällyttämä menetelmä.

Kuva 4 esittää tyypillistä GSM-verkkoa, joka on suunniteltu toteuttamaan esillä oleva keksintö. Viittaamme "The GSM System for Mobile Communications", Mouly ja Pautet, ja "An introduction to GSM", Redl, Weber ja Oliphant, Artech House Publishers Inc. 1995, johdantona GSM:ään. Verkossa on muun muassa tukiasemat (Base Tranceiver Stations eli BTS) 1-6, tukiasemaohjaimet (Base Station Controller eli BSC) 7,8 (joista jokainen BSC ohjaa tukiasemien BTS osajoukkoa), matkapuhelinkeskus (Mobile Switching Centre eli MSC) 9, joka on linkitetty kahteen tukiasemaohjaimeen BSC 7,8 ja lyhytsanomapalvelu-
10 palvelukeskus (Short Message Service-Service Centre eli SMS-SC) 10.

Verkko käyttää kotirekisteriä (Home Location Register eli HLR) ja vierasrekisteriä (Visitor Location Register eli VLR), joita ei esitetä kuvassa 4, matkaviestimen tilan ja sijaintialueen ylläpitämiseksi tai vieraan verkon
15 osoitetta, jos matkaviestintä ei ole rekisteröity kotiverkkoonsa. Verkon MSC 9 viestii lisäverkkojen kanssa, mukaan lukien yleinen kytkentäinen puhelinverkko (Public Switched Telephone Network eli PSTN), yhdyskäytävän MSC (Gateway MSC eli GMSC) 11 kautta, sekä käyttö- ja kunnossapitokeskuksen (Operation and Maintenance Centre eli OMC) 12
20 kanssa. OMC 12 ylläpitää ja päivittää tietoja verkossa. Matkaviestimenpaikannuskeskus (Mobile Positioning Centre eli MPC) 13 lisätään tavanomaiseen GSM-verkkoarkkitehtuuriin ja sitä käyttää sijaintisovellukset 14,15, jotka myös lisätään tavanomaiseen GSM-
verkkoarkkitehtuuriin.

25 Kuva 4 esittää matkaviestintä MS 16, jonka tässä esitetyssä tarkoituksessa oletetaan pystyvän vastaanottamaan lähetyksiä jokaiselta tukiasemalta BTS 1-6. Tiettynä aikana matkaviestin MS on rekisteröitynyt ainoastaan yhteen tukiasemaan BTS (BTS 6 kuvassa 4), jota kutsutaan
30 "palvelevaksi" tukiasemaksi. Käyttäjätietoja ja signaalintietoja viestitään verkon ja matkaviestimen MS 16 välillä tämän palvelevan tukiaseman BTS 6 kautta. MS 16 seuraa kuitenkin myös jatkuvasti muilta ympäröiviltä tukiasemilta BTS 1-5 vastaanotettujen signaalien tasoja helpottaakseen kanavanvaihtoa esimerkiksi, kun MS 16 siirtyy yhden tukiaseman BTS
35 palvelualueelta toisen tukiaseman BTS palvelualueelle. Ohjaava tukiasemaohjain BSC 8 tunnistaa nämä ympäröivät tukiasemat BTS 1-5 matkaviestimelle MS 16 palvelevan tukiaseman BTS 6 välityksellä, kun

MS 16 viestii aktiivisesti verkon kanssa. MS 16 raportoi mitatut signaalitasot hitaan liitännäisohjauskanavan (Slow Associated Control Channel eli SACH) yli tukiasemaohjaimelle BSC 8 tukiaseman BTS 6 kautta. Vastaanotetuista signaalitasoista tukiasemaohjain BSC 8 voi
5 määrittää, pitäisikö matkaviestin MS 16 siirtää toiselle tukiasemalle BTS 1-5 ja/tai pitäisikö matkaviestimelle MS 16 lähettää uusi "kanavanvaihto"-luettelo tukiasemista BTS matkaviestimen MS 16 tarkkailtavaksi.

GSM-järjestelmä on aikajakoiseen monikäyttöön (Time Division Multiple Access eli TDMA) perustuva järjestelmä, jossa tietoja lähetetään verkon ja
10 matkaviestimien välillä matkaviestimille varatuissa aikaväleissä. TDMA-kehys on jaettu kahdeksaan aikaväliin. Tämän menetelmän johdosta matkaviestin MS 16 on synkronoitava palvelevan tukiaseman BTS 6 kanssa sen varmistamiseksi, että matkaviestimeltä MS 16 lähetetyt tiedot
15 vastaanotetaan tukiasemalla BTS 6 matkaviestimelle MS 16 varatussa aikavälissä ja, että matkaviestimen MS 16 vastaanottamat signaalit näytteistetään oikeissa kohdin ajassa. Tukiasemalta BTS 6 matkaviestimeen MS 16 lähetetyt tiedot sisältävät synkronointisekvenssejä, jotka matkaviestin MS 16 tuntee ja jotka sallivat
20 matkaviestimen MS 16 "seurata automaattisesti" tukiaseman BTS 6 lähetyksiä. Matkaviestimen MS 16 sisäinen kello synkronoidaan täten tukiaseman BTS 6 kellon kanssa, mutta säätöpoikkeamalla, joka vastaa palvelevan tukiaseman BTS 6 ja matkaviestimen 16 välistä lähetysviiveaikaa. Matkaviestimen MS 16 ja tukiaseman BTS 6 välinen
25 etenemisaikaviive lasketaan (säännöllisin aikavälein) ja lähetetään tukiasemalta BTS 6 matkaviestimeen MS 16 lähetysaikaennakkoarvona (Timing Advance Value eli TAV), jotta matkaviestin MS 16 voi kompensoida etenemisviiveen lähetyksissään.

30 Oletetaan, että toinen verkkosovelluksista 14,15 pyytää, että matkaviestimen MS 16 paikka on määritettävä. Tämän pyynnön voi panna alulle matkaviestin MS 16 itse, verkko tai kaukotilaaja tai -liittymä, ja se vieään matkaviestimenpaikannuskeskukselle MPC 13. Kullekin tukiasemalle matkaviestimenpaikannuskeskus MPC 13 pitää "sijainti"-
35 luetteloja muista tukiasemista, jotka sopivat tuon tukiaseman BTS palvelevan matkaviestimen paikan määrittämiseksi. Tämän tiedon matkaviestimenpaikannuskeskukselle MPC 13 antaa käyttö- ja

kunnossapitokeskus OMC 12. Vastaanotettuaan paikanmäärityspyynnön, matkaviestimenpaikannuskeskus MPC 13 tiedustelee matkapuhelinkeskuksessa MSC 9 olevista rekistereistä (HLR ja VLR) matkaviestimen MS 16 tilaa ja, jos MS 16 on aktiivinen, palvelevaa tukiasemaa BTS. Jos matkaviestin ei ole sillä hetkellä aktiivinen, mutta sen raportoidaan olevan kytketty päälle, MSC 9 hakee sitten LA:ssa olevat tukiasemat määrittääkseen palvelevan tukiaseman BTS. MPC 13 valitsee sen tukiasemien joukon, joka vastaa palvelevaa tukiasemaa, ja tämä joukko tai luettelo lähetetään matkaviestimelle MS 16 palvelevan tukiaseman BTS 6 kautta. Valittu sijaintiluettelo voi tunnistaa vähintään kaksi tukiasemaa. Nämä voivat olla jo kanavanvaihtoluettelossa tunnistettuja tukiasemia, ts. tukiasemia 1-5, tai sijaintiluettelo voi sisältää muita tukiasemia. On ymmärrettävissä, että tukiasemat, jotka sopivat käytettäväksi paikanmäärityksessä, voivat olla suhteellisen kaukana matkaviestimestä MS 16, koska tarvitaan ainoastaan yksisuuntainen radiolinkki tukiasemalta matkaviestimeen MS 16. Tärkeää on se, että tunnistetuilla tukiasemilla on optimaalinen, tai lähes optimaalinen, geometria paikanmääritykseen (katso kuva 3A).

20 Matkaviestimessä MS 16 on muisti vastaanotetun tukiasemien sijaintiluettelon tallentamiseksi. Tämä muisti voi olla sama muisti, jota käytetään tallentamaan tukiasemien kanavanvaihtoluettelo. Matkaviestin MS 16 kuuntelee vastaavien luetteloon merkittyjen tukiasemien kutakin radiokanavaa (BroadCast Channels BCCH) vuorollaan tunnistaaakseen 25 tunnettujen synkronointisekvenssien vastaanottoajan (suhteessa matkaviestimen sisäiseen kelloon). Jos oletetaan, että synkronointisekvenssit lähettää palveleva tukiasema BTS 6 ja yksi luettelossa olevista tukiasemista saman aikaisesti, silloin ero sekvenssin saapumisajassa matkaviestimeen MS 16 (havaittu aikaero eli Observed 30 Time Difference OTD) vastaisi eroa matkaviestimen MS 16 ja kahden tukiaseman välisessä etenemisviiveessä. Tämä sallisi sen, että matkaviestimen MS 16 paikka sijoitettaisiin hyperbelille, kuten kuvassa 2 on esitetty. On kuitenkin epätodennäköistä, että eri tukiasemat lähettävät synkronointisekvenssejä saman aikaisesti, ts. palvelevan tukiaseman BTS 35 6 ja kunkin luetteloon merkityn tukiaseman välillä on olemassa reaaliaikaero (Real Time Difference eli RTD) –poikkeama. Tämän vuoksi varsinaisen etenemisviive-eron (geometrinen aikaero eli Geometric Time

Difference GTD) antaa $GTD = OTD - RTD$.

RTD:n määrittämiseksi palvelevan tukiaseman BTS 6 ja jonkin luetteloon merkityn tukiaseman välillä käytetään radiopäätettä, jonka paikka on
 5 kiinteä ja jonka verkko tuntee. Kuva 4 havainnollistaa kahta tällaista päätettä 17,18. Koska päätteen paikka on tunnettu, tunnetaan myös GTD mille tahansa kahdelle tukiasemalle. Saamalla OTD-mitta tukiasemaparille, tuolle parille voidaan johtaa RTD-arvo. Kun OTD-mitta on saatu matkaviestimelle MS 16, jonka paikkaa ei tunneta ja joka pitäisi
 10 määrittää, vastaava GTD voidaan saada käyttämällä mitattua OTD:tä ja laskettua RTD:tä. Luetteloa lähitukiasemista, joille tarvitaan RTD:t, lähetetään palvelevalta tukiasemalta RTD matkaviestimille MS 17,18. Tämä laskutoimituksen yksityiskohtaisemman kuvauksen osalta viittaamme EP0767594:ään.

15

Kuten on jo mainittu, kuva 4 esittää järjestelmäresurssia 5, jota kutsutaan lyhytsanomapalvelu-palvelukeskukseksi (Short Message Service-Service Centre eli SMS-SC). Lyhytsanoma on 160-merkin pituinen, ainoastaan tekstiä sisältävä viestimuoto, joka toimii erillisenä GSM-
 20 matkaviestinverkon puhopalvelusta ja sen on määritellyt ETSI:n GSM-suositus GSM 03.40. Tämä suositus kuvaa palvelukeskuksen (Service Centre) liityntää matkapuhelinkeskukseen (Mobile Switching Centre eli MSC), kuten MSC 9 kuvassa 4, ja se kuvaa myös palvelukeskuksen (Service Centre eli SC) toiminnan lyhytsanomien lähettämisen ja
 25 releoimisen yhteydessä. Tätä olemassa olevaa palvelua voidaan hyödyllisesti käyttää releoimaan matkaviestimen MS 16 OTD-arvot matkaviestimenpaikannuskeskukseen MPC 13, jossa arvoja käytetään matkaviestimen MS 16 paikan laskemiseksi.

30 Ainoa merkittävä lisä yllä kuvatun parannetun solukkoradiopaikannusmenetelmän toteuttamiseksi on täten matkaviestimenpaikannuskeskus MPC 13. MPC voidaan toteuttaa erillisenä sovelluksena (kuten kuvassa 4 on esitetty) tai se voi olla esimerkiksi SMS-palvelukeskuksessa 10. Kummassakin tapauksessa
 35 MPC 13 on tietokanta, joka sisältää ohjaus-, laskenta- ja ylläpito-ohjelmia, jotka suorittavat sovellusohjelmien 14,15 alulle panemat tehtävät. MPC suorittaa seuraavat kohdat:

vastaanottaa paikanmäärityspyynnön sovellukselta 14,15;
pyytää matkaviestintä palvelevan tukiaseman identiteetin GSM-järjestelmältä;

5 valitsee palvelevan tukiaseman identiteettiin perustuvan luettelon tukiasemista tietokannasta;

sisällyttää valitun luettelon raportointikomeroon;

pyytää GSM-järjestelmää lähettämään raporttikomennon matkaviestimelle;

10 odottaa vastausta sillä aikaa, kun käsittelee muita vireillä olevia paikanmäärityspyyntöjä;

vastaanottaa vastauksen lyhytsanomamuodossa matkaviestimeltä SMS-palvelukeskuksen kautta;

laskee paikan käyttämällä matkaviestimen raportoimia mittoja; ja lähettää lasketun paikan sovelluksiin 14,15.

15

Vaihtoehtona lyhytsanomaviestin käytölle paikkatietojen lähettämiseksi palvelevan tukiaseman BTS 6 ja matkaviestimen MS 16 välillä, tietoja voidaan lähettää esimerkiksi pakettitietokanavalla (packet data channel) (esim. yleisessä pakettiradiopalvelussa eli General Packet Radio Service 20 GPRS) tai käyttämällä rakenteetonta lisätietopalvelua (Unstructured Supplementary Data eli USSD).

25

Joissakin olosuhteissa matkaviestin voi määrittää OTD:t tukiasemille itsestään, esim. käyttämällä kanavanvaihtoluetteloa. Nämä voidaan sitten lähettää verkkoon, jossa matkaviestimen paikka määritetään. Jos määritetty paikka ei ole riittävän tarkka verkon tarpeita varten, luettelo tukiasemista voidaan silloin lähettää matkaviestimelle MPC:ltä, jolloin on mahdollista määrittää uusi OTD-joukko. Tätä toistoa voidaan suorittaa useita kertoja. On myös mahdollista, että matkaviestin voisi jatkuvasti 30 määrittää OTD:eitä tukiasemille, jotka on sisällytetty kanavanvaihtoluetteloon tai muualle. Sen hetkinen luettelo voitaisiin sitten lähettää verkkoon matkaviestimen vastaanotettua paikanmäärityspyynnön. Toistoprosessia voidaan sitten suorittaa alkuperäisen likimääräisen määrittämisen perusteella.

35

Edellä kuvatussa suoritusmuodossa "raa'at" OTD-arvot lähetetään matkaviestimenpaikannuskeskukseen MPC 13, jossa matkaviestimen MS

16 paikka lasketaan. Matkaviestin MS 16 voi tietysti itse laskea oman paikkansa, jos se tietää sijaintiluettelossa tunnistettujen tukiasemien sijainnin ja eri RTD:t. Nämä ylimääräiset tiedot voidaan lähettää matkaviestimelle yhdessä sijaintiluettelon kanssa tai erikseen
5 signalointikanavalla.

Paikanmääritysmittauksen tarkkuuden parantamiseksi voidaan tehdä useita erillisiä mittauksia käyttämällä tukiasemien eri osajoukkoja. Matkaviestin MS 16 voi vastaanottaa ensimmäisen sijaintiluettelon,
10 suorittaa ensimmäisen tähän luetteloon perustuvan mittauksen, vastaanottaa sitten toisen luettelon, suorittaa toisen mittauksen jne, kunnes on saatu riittävän tarkka keskimääräinen paikkamitta. Tätä keskimääräistämismenetelmää voidaan soveltaa myös RTD:ien mittaukseen.

15 Yllä kuvatun suoritusmuodon eräessä muunnelmassa sen sijaan, että matkaviestimelle MS 16 lähetetään luettelo tukiasemista, joita pitäisi käyttää paikanmäärittämisessä, verkko voi lähettää luettelon tukiasemista, joita ei pitäisi käyttää. Matkaviestimen MS 16 käyttämät tukiasemat
20 voidaan sitten valita esim. ei-poissuljetuista tukiasemista, jotka on sisällytetty kanavanvaihtoluetteloon. Tätä muunnelmaa voidaan käyttää edullisesti estämään useiden samalla sijaintipaikalla läsnäolevien tukiasemien käyttö (useita tukiasemia on usein asennettu samaan mastoon).

25 Esillä olevaa keksintöä voidaan käyttää "varustamaan osoitelapulla" liikkuvia esineitä, henkilöitä tai eläimiä. Tällaisissa sovelluksissa ei tarvita puheviestintää, ja matkaviestimen laitteisto voi olla huomattavasti pelkistetty.

30 On ilmeistä, että vaikka esillä olevaa keksintöä on havainnollistettu edellä viittaamalla GSM-matkapuhelinstandardiin, keksintöä voidaan soveltaa muihin matkapuhelinstandardeihin, kuten US CDMA -standardit ja japanilainen PCN-standardi.

35

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä matkaviestinlaitteen (16) paikan määrittämiseksi
5 solukoverkossa, joka menetelmä käsittää vaiheet, joissa:
 lähetetään tietoja matkaviestinlaitteelle (16) solukoverkosta, jotka
tiedot tunnistavat matkaviestinlaitteelle (16) luettelon radiokanavista, jotka
vastaavat solukoverkon vastaavia radiolähtimiä (1-6), **tunnettu** siitä,
että mainittu luettelo on ennalta määritetty luettelo, joka on määritetty
10 etukäteen matkaviestinlaitteen (16) likimääräisen paikan perusteella; ja
 saadaan matkaviestinlaite (16) kuuntelemaan mainituilla
tunnistetuilla kanavilla, tai muilla kanavilla kuin tunnistetuilla kanavilla, ja
määrittämään kuunneltujen kanavien yli lähetetyistä tiedoista
matkaviestinlaitteen (16) ja kuunneltuja kanavia lähettävien
15 radiolähtimien suhteelliseen geometriaan liittyviä data-arvoja; ja
 määritetään matkaviestinlaitteen (16) paikka käyttämällä mainittuja
määritettyjä data-arvoja.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että
20 vastaavat tukiasemat (1-6) tarjoavat mainitut lähettimet ja
matkaviestinlaitteelle (16) lähetettävät radiokanavaluettelon tunnistavat
tiedot käsittävät joukon radiokanavanumeroita, jotka matkaviestinlaite
tuntee.
- 25 3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä,
että mainitut data-arvot ovat matkaviestinlaitteen (16) ja kuunneltuja
kanavia lähettävien radiolähtimien (1-6) välisiin lähetysviiveaikoihin
liittyviä aikasuhteearvoja.
- 30 4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että
aikasuhdearvot ovat havaittuja aikaeroja (Observed Time Differences eli
OTD), joista kukin on matkaviestinlaitteen (16) ja yhden kuunneltuja
kanavia lähettävän radiolähtimen (1-6) välisen lähetysviiveajan ja
matkaviestinlaitteen ja matkaviestinlaitetta parhaillaan palvelevan
35 tukiaseman radiolähtimen välisen lähetysviiveajan erotus.

5. Patenttivaatimuksen 3 tai 4 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että matkaviestinlaite (16) lähettää mainitut aikasuhteet verkkoon, jossa mainittu määrittäsvaihe suoritetaan.

5 6. Minkä tahansa edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että matkaviestinlaitteelle (16) tunnistettu luettelo radiokanavista sisältää ne kanavat, joita matkaviestinlaitteen pitäisi yrittää kuunnella saadakseen mainitut data-arvot, joista matkaviestinlaitteen (16) paikka määritetään.

10

7. Laitteisto matkaviestinlaitteen (16) paikan määrittämiseksi solukoverkossa, joka laitteisto käsittää:

tukiaseman (1-6) tietojen lähettämiseksi matkaviestinlaitteelle (16) solukoverkosta, jotka mainitut tiedot tunnistavat matkaviestinlaitteelle (16) luettelon radiokanavista, jotka vastaavat solukoverkon vastaavia radiolähtimiä (1-6), **tunnettu** siitä, että mainittu luettelo on ennalta määritetty luettelo, joka on määritetty etukäteen matkaviestinlaitteen likimääräisen paikan perusteella;

20 radiovastaanottimen matkaviestinlaitteella (16) mainituilla tunnistetuilla kanavilla, tai muilla kanavilla kuin mainituilla tunnistetuilla kanavilla, kuuntelemiseksi;

ensimmäiset signaalinkäsittelyvälineet, jotka on liitetty mainittuun radiovastaanottoon matkaviestinlaitteen (16) ja kuunneltuja kanavia lähettävien radiolähtimien suhteelliseen geometriaan liittyvien data-arvojen määrittämiseksi kuunneltujen kanavien yli lähetetyistä tiedoista; ja

25 toiset signaalinkäsittelyvälineet matkaviestinlaitteen paikan laskemiseksi käyttämällä mainittuja määritettyjä data-arvoja.

8. Matkaviestinlaite (16), joka käsittää:

30 radiovastaanottimen solukoverkon palvelevasta tukiasemasta (6) lähetettyjen tietojen vastaanottamiseksi, jotka tiedot tunnistavat matkaviestinlaitteelle (16) luettelon radiokanavista, jotka vastaavat solukoverkon vastaavia radiolähtimiä (1-6), **tunnettu** siitä, että mainittu luettelo on ennalta määritetty luettelo, joka on määritetty etukäteen
35 matkaviestinlaitteen likimääräisen paikan perusteella, ja mainittu radiovastaanotin on järjestetty kuuntelemaan mainituilla tunnistetuilla kanavilla tai muilla kuin mainituilla tunnistetuilla kanavilla;

- ensimmäiset signaalinkäsittelyvälineet, jotka on liitetty mainittuun radiovastaanottimeen matkaviestinlaitteen (16) ja kuunneltuja kanavia lähettävien radiolähtimien suhteelliseen geometriaan liittyvien data-arvojen määrittämiseksi kuunneltujen kanavien yli lähetetyistä tiedoista; ja
- 5 radiolähtimen mainittujen määritettyjen data-arvojen lähettämiseksi mainitulle palvelevalle tukiasemalle matkaviestinlaitteen (16) paikan määrittämiseksi käyttämällä mainittuja määritettyjä data-arvoja.

Patentkrav

1. En metod för att bestämma positionen av en mobil kommunikationsapparat (16) inom ett cellulärt nätverk, vilken metod
5 omfattar följande steg:

sändning av data från det cellulära nätverket till den mobila kommunikationsapparaten (16) där den sända datan för den mobila kommunikationsapparaten (16) identifierar en lista över radiokanaler som överensstämmer med respektive radiosändare (1-6) i det cellulära
10 nätverket, **kännetecknad** därav, att den nämnda listan är en förutbestämd lista som har bestämts på förhand på basis av den mobila kommunikationsapparaten (16) ungefärliga position; och

orsakande av den mobila kommunikationsapparaten (16) att lyssna på de nämnda identifierade kanalerna, eller andra kanaler som utesluter
15 de nämnda identifierade kanalerna, och bestämma med utnyttjande av den information som de avlyssnade kanalerna sände datavärden relaterade till den relativa geometrin hos den mobila kommunikationsapparaten (16) och den radiosändare som sänder de avlyssnade kanalerna; och

20 bestämning av den mobila kommunikationsapparaten (16) position med användning av nämnda bestämda datavärden.

2. En metod enligt patentkrav 1, **kännetecknad** därav, att respektive basstationer (1-6) tillhandahåller de nämnda sändarna och att den data
25 som sänds till den mobila kommunikationsapparaten (16) och identifierar listan över radiokanaler innehåller en sats radiokanalnummer som är kända av den mobila kommunikationsapparaten.

3. En metod enligt patentkrav 1 eller 2, **kännetecknad** därav, att
30 nämnda datavärden är tidsrelationsvärden relaterade till fördröjningstiden i transmissionen mellan den mobila kommunikationsapparaten (16) och de radiosändare (1-6) som sänder de avlyssnade kanalerna.

4. En metod enligt patentkrav 3, **kännetecknad** därav, att
35 tidsrelationsvärdena är Observerade Tidsdifferenser (OTD) där varje värde är differensen mellan fördröjningstiden i transmissionen mellan den mobila kommunikationsapparaten (16) och en av radiosändarna (1-6) som

sänder de avlyssnade kanalerna och fördröjningstiden i transmissionen mellan den mobila kommunikationsapparaten och den av basstationens radiosändare som för tillfället betjänar den mobila kommunikationsapparaten.

5

5. En metod enligt patentkrav 3 eller 4, **kännetecknad** därav, att nämnda tidsrelationsvärden sänds från den mobila kommunikationsapparaten (16) till nätverket där nämnda steg för bestämning utförs.

10

6. En metod enligt något av de föregående patentkraven, **kännetecknad** därav, att listan över radiokanaler som identifieras för den mobila kommunikationsapparaten (16) innehåller de kanaler som den mobila apparaten borde försöka avlyssna för att erhålla nämnda datavärden ur vilka den mobila kommunikationsapparats (16) position kan bestämmas.

15

7. En anordning för bestämning av en mobil kommunikationsapparats (16) position inom ett cellulärt nätverk, vilken anordning omfattar:

20

en basstation (1-6) som sänder data till den mobila kommunikationsapparaten (16) från det cellulära nätverket, där nämnda data för den mobila kommunikationsapparaten (16) identifierar en lista av radiokanaler som överensstämmer med respektive radiosändare (1-6) i det cellulära nätverket, **kännetecknad** därav, att den nämnda listan är en förutbestämd lista som har bestämts på förhand på basis av den mobila kommunikationsapparats ungefärliga position;

25

en radiomottagare i den mobila kommunikationsapparaten (16) för avlyssning av nämnda identifierade kanaler, eller för avlyssning av andra kanaler som utesluter de nämnda identifierade kanalerna;

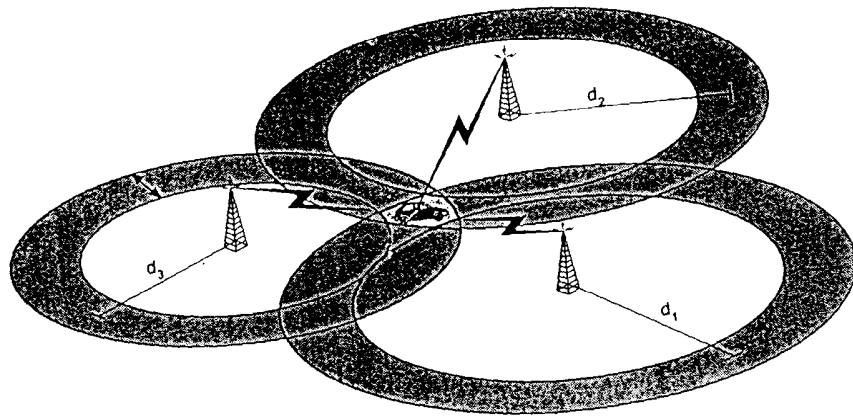
30

ett första signalbehandlingsmedel kopplat till nämnda radiomottagare för bestämning av, ur den information som sänts över de avlyssnade kanalerna, datavärden relaterade till den relativa geometrin hos den mobila kommunikationsapparaten (16) och radiosändaren som sänder de avlyssnade kanalerna; och

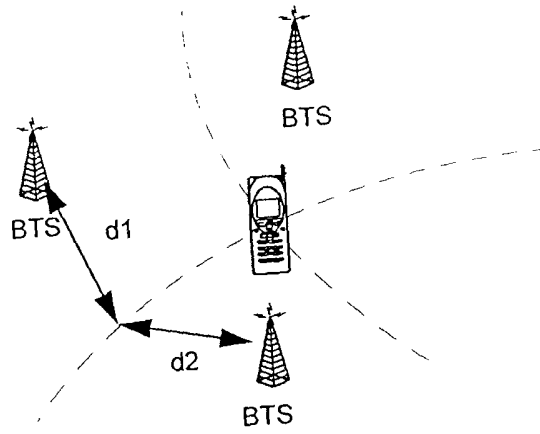
35

ett andra signalbehandlingsmedel för uträkning av den mobila kommunikationsapparats position med användning av nämnda bestämda datavärden.

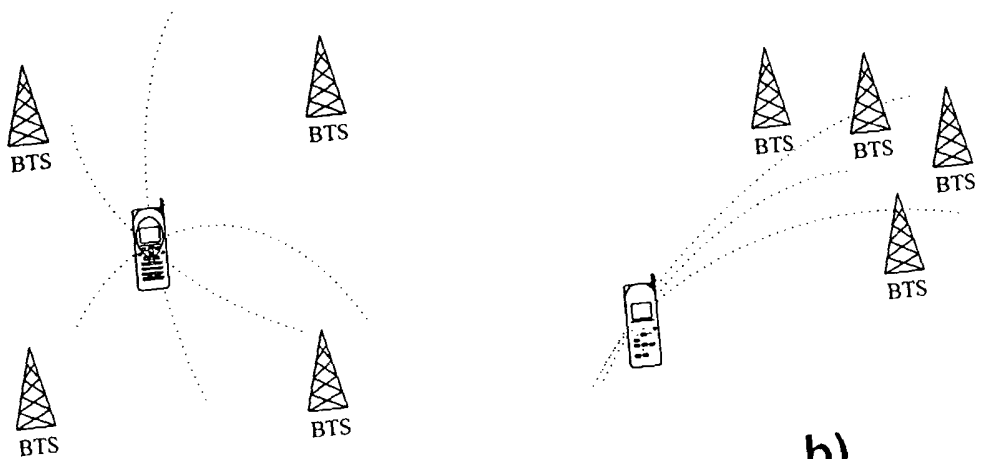
8. En mobil kommunikationsapparat (16) som omfattar:
- en radiomottagare för mottagning av data utsända av en betjänande basstation (6) tillhörande ett cellulärt radionätverk, där nämnda data för
- 5 den mobila kommunikationsapparaten (16) identifierar en lista av radiokanaler som överensstämmer med respektive radiosändare (1-6) i det cellulära nätverket, **kännetecknad** därav, att den nämnda listan är en förutbestämd lista som har bestämts på förhand på basis av den mobila kommunikationsapparats ungefärliga position och nämnda
- 10 radiomottagare är anordnad för att avlyssna de nämnda identifierade kanalerna, eller för avlyssning av andra kanaler som utesluter de nämnda identifierade kanalerna;
- ett första signalbehandlingsmedel kopplat till nämnda radiomottagare som bestämmer, ur den information som sänts över de avlyssnade
- 15 kanalerna, datavärden relaterade till den relativa geometrin hos den mobila kommunikationsapparaten (16) och radiosändaren som sänder de avlyssnade kanalerna; och
- en radiosändare för sändning av nämnda bestämda datavärden till den nämnda betjänande basstationen för bestämning av den mobila
- 20 kommunikationsapparats (16) position med användning av nämnda bestämda datavärden.



Kuva 1



Kuva 2

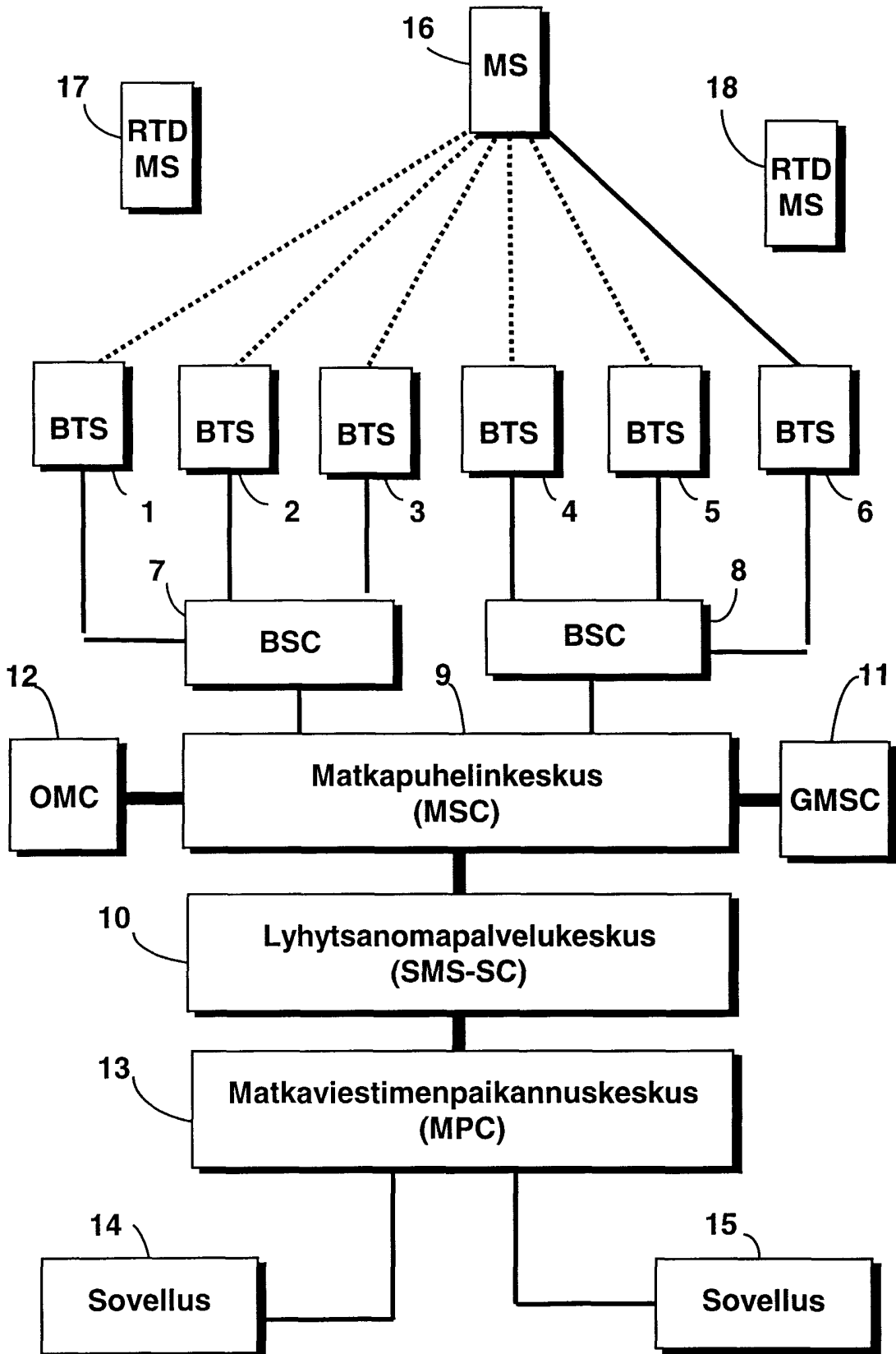


a)

b)

Kuva 3

110658



Kuva 4