



(B) (11) **KUULUTUSJULKAISU**  
**UTLAGGNINGSSKRIFT**

86236

C (45) Patentti myönnetty  
Patent meddelat 27 07 1992

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

H 04L 7/04

**SUOMI-FINLAND**

**(FI)**

**Patentti- ja rekisterihallitus**  
**Patent- och registerstyrelsen**

|                                                                                             |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| (21) Patenttihakemus - Patentansökning                                                      | 904388   |
| (22) Hakemispäivä - Ansökningsdag                                                           | 05.09.90 |
| (24) Alkupäivä - Löpdag                                                                     | 05.09.90 |
| (41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig                                                   | 06.03.92 |
| (44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. -<br>Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad | 15.04.92 |

(71) Hakija - Sökande

1. Nokia Matkapuhelimet Oy, PL 86, 24101 Salo, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Silander, Jussi, Polkustenkatu 32 A, 24100 Salo, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Berggren Oy Ab

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

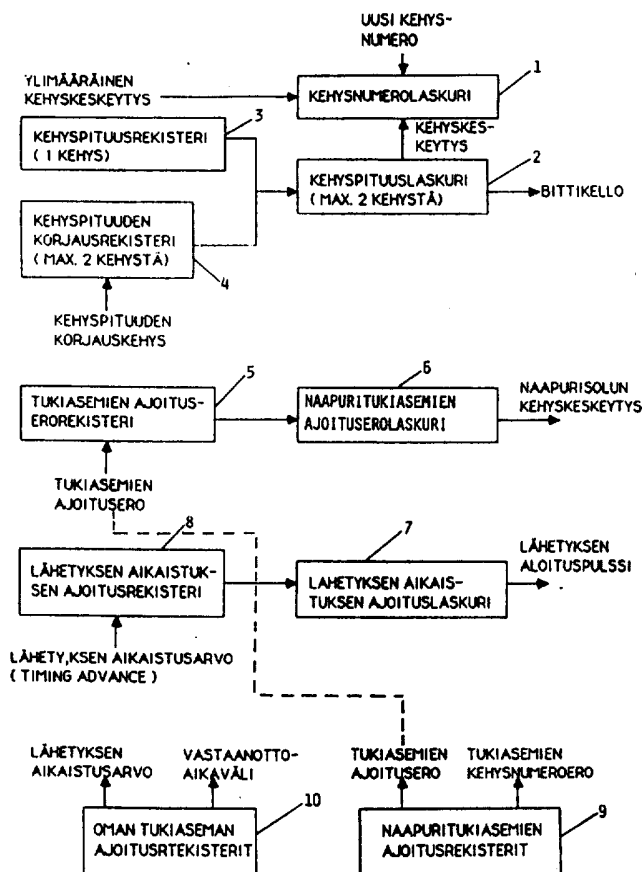
**Matkapuhelimen ajoituslogiikka GSM-järjestelmässä**  
**Tidsanpassningslogik för mobiltelefon i GSM-systemet**

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

DE A 3502942 (H 04B 7/26), WO A 89/06883 (H 04B 7/26)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksintö koskee ajoituslogiikkaa, joka toteuttaa matkapuhelimen synkronoitumisen GSM-verkkoon ja ylläpitää synkronointia puhelimen kaikissa toimintatiloissa. Logiikkaan kuuluu kehysnumerolaskuri (1), jota inkrementoidaan kehyspituuslaskurilta (2) saatavalla kehyskeskeytyksellä. Kehyspituuslaskuriin ladataan arvot rekistereistä (3 tai 4), jotka ilmoittavat, onko kehyspituus normaali vai poikkeava. Naapuritukiasemien ajoituserolaskurista (6) saadaan se hetki, jolloin naapuritukiasemien synkronointikehyksen tai BCCH-datan vastaanotto aloitetaan. Oman tukiaseman ja naapuritukiasemien kehysnumeroiden ero ja kehysaikaisten ajoitusero on tallennettu naapuritukiasemien ajoitusrekisteriin (9), josta ajoitusero ladataan ajoituserorekisterin (5) kautta naapuritukiasemien ajoituserolaskuriin (6). Lähetyksen aikaistuksen ajoituslaskuri (7) antaa lähetyksen aloituspulssin. Laskuri (7) saa aikaistusarvon oman tukiaseman ajoitusrekistereistä (10), joihin on tallennettu oman tukiaseman ilmoittama lähetyksen aikaistusarvo sekä absoluuttisen vastaanottoaikavälin arvo.



Uppfinningen berör tidsättningslogik, som förverkligar mobiltelefonens synkronisering in i GSM-nätet och upprätthåller synkronisering i telefonens alla funktionstillstånd. Till logiken hör en ramnummerräknare (1), som inkrementeras med ett ramavbrott som fås från ramlängdsräknaren (2). I ramlängdsräknaren laddas värdena från registren (3 eller 4), som meddelar om ramlängden är normal eller avvikande. Från grannbasstationernas tidsättningsskillnadsräknare (6) erhålls den tidpunkt varvid mottagandet av grannbasstationernas synkroniseringsram eller BCCH-datan påbörjas. Skillnaden av ramnumren av den egna basstationen och grannbasstationerna och ramtakernas tidsättningsskillnad har lagrats i grannbasstationernas tidsättningsregister (9), från vilket tidsättningsskillnaden laddas via tidsättningsskillnadsregistret i grannbasstationernas tidsättningsskillnadsräknare (6). Tidsättningsräknaren (7) för sändningens tidsättningsförsprång ger sändningens begynnelsepuls. Räknaren (7) får tidsättningsförsprångsvärdet från den egna basstationens tidsättningsregister (10), i vilka sändningens tidsättningsförsprångsvärde som anmälts av den egna basstationen och värdet av det absoluta mottagningstidsintervallet har lagrats.

Matkapuhelimen ajoituslogiikka GSM-järjestelmässä -  
Tidsanpassningslogik för mobiltelefon i GSM-systemet

- 5 Tämä keksintö koskee ajoituslogiikkaa, jolla voidaan toteuttaa GSM-matkapuhelimen synkronoituminen GSM-verkkoon ja ylläpitää synkronointia puhelimen kaikissa toimintatiloissa.
- 10 GSM poikkeaa nykyisin käytössä olevista matkapuhelinjärjestelmistä eniten juuri radiojärjestelmän osalta. Paitsi että radiotiellä sovelletaan täysin digitaalista siirtotekniikkaa käytetään tiedonsiirrossa myös aikajakokanavointia (TDMA). Radiojärjestelmän kanavat voidaan jakaa kahteen luokkaan:
- 15 liikennekanaviin (TCH, traffic channel), joilla välitetään puhetta ja käyttäjän dataa, sekä ohjauskanaviin (CCH, control channel). Ohjauskanavat voidaan puolestaan jakaa viiteen luokkaan, joista tämän keksinnön selostuksen yhteydessä viitataan lähinnä yleislähetyskanavaan (BCCH, broadcast
- 20 control channel), joka on yksisuuntainen kanava tukiasemalta (BS) liikkuvalla asemalla (MS) ja jolla lähetetään mm. synkronoitumis- ja taajuuskorjaustietoa, jonka avulla liikkuva asema lukittuu järjestelmään. Kanavarakenne koostuu peräkkäisistä kehyksistä. Yksi TDMA-kehys sisältää 8 aikaväliä.
- 25 Yhden aikavälin kesto on noin 576,9 ms eli 156,25 bitin kesto. 26 tai 51 TDMA-kehystä muodostavat multikehyksen ja vastaavasti 51 tai 26 multikehystä muodostavat ylikehyksen (=1326 TDMA-kehystä) ja lopuksi 2048 ylikehystä muodostavat hyperkehysten (=2 715 648 TDMA-kehystä), jonka kesto on 3
- 30 h 28 min 53 s 760 ms. TDMA-kehykset on numeroitu juoksevasti numerosta 0 numeroon 2 715 647 ja viimeisen numeron jälkeen numerointi alkaa uudelleen. Jokaisen TDMA-kehysten aikavälin bitit lähetetään purskeena, joita on neljänlaisia ja joista tukiaseman yleislähetyskanavalla BCCH lähettämää taajuus-
- 35 korjauspursketta (FB) käytetään liikkuvan aseman taajuussynkronointiin ja synkronontipursketta (SB) aikasykronointiin. Edellinen purske vastaa moduloimatonta kantoaaltoa ja jälkimmäiseen on sisällytetty mm. TDMA-kehysnumero (FN).

Aikaväliden, TDMA-kehysten, liikennekanava TCH- ja ohjauskanava CCH-kehysten ajoitus on suhteutettu yhteisiin laskureihin, jotka ovat käynnissä jatkuvasti riippumatta siitä, lähettääkö tukiasema ja liikkuva asema vai ei. Toisin sanoen, kun liikkuva asema on määrittänyt näiden laskureiden oikean asetuksen, on sen kaikki toiminnot synkronoitu sillä hetkellä palvelevaan tukiasemaan. MS ajoittaa lähetyksensä tukiasemalle siltä vastaanottamiensa lähetysten perusteella. Tukiasema lähettää jokaiselle liikkuvalla asemalla lähetyksen aikaistusarvon, jonka se on mitannut lähettämänsä ja vastaanottamansa signaalin etenemisviiveestä välillä BS-MS-BS. MS muuttaa ajoitustaan tämän mukaan, minkä tuloksena eri liikkuvilta asemilta tukiasemalle tulevat signaalit on kompensoitu etenemisviiveen suhteen.

GSM-spesifikaation mukaan tukiaseman ja liikkuvan aseman lähettämien signaalien ajoitustilan määrävät neljännesbittilaskuri QN, jonka laskentaväli on 0-624, bittilaskuri BN, jonka laskentaväli on 0-156, aikavälilaskuri TN, jonka laskentaväli on 0-7 ja TDMA-kehysnumerolaskuri FN, jonka laskentaväli on 0-2 715 647. Näiden laskureiden alkuasetusehdotus ja inkrementointi on esitetty spesifikaatioissa samoin kuin ehdotus taltioida läheisten tukiasemien vastaavat arvot handover-tilannetta silmällä pitäen. Liikkuva asema saa lähettää ainoastaan, jos sen kantoaaltotaajuus on sama kuin tukiaseman ja sen ajoitusero tukiasemaan nähden ei ylitä 2 mikrosekuntia. Ajoituseroa korjataan aika-askelein, joiden pituus vastaa 1/4 bitin kestoja ja säätö suoritetaan aikaportain, joka ei ole pienempi kuin 1 s eikä suurempi kuin 2 s, kunnes ajoitusero on pienempi kuin 1/2 bitin kesto.

Spesifikaatiot eivät anna tarkkoja ohjeita liikkuvan aseman synkronoimiseksi GSM-verkkoon, vaan valmistajat voivat itse ratkaista synkronoimisongelman spesifikaatioiden puitteissa. Esillä oleva keksintö on eräs ratkaisu synkronoimisongelmaan. Keksinnön mukainen ajoituslogiikka koostuu rekiste-

reistä ja laskureista ja sille on tunnusomaista, mitä on sanottu patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa.

5 Keksintöä selostetaan yksityiskohtaisesti viittamalla oheisiin kuviin, joissa

kuva 1 esittää ajoituslogiikan lohkokaaviota,  
kuvat 2a ja 2b kuvaavat suhteellisen kehystahdin sijaintia  
absoluuttiseen kehystahtiin nähden, kun  
10 vastaanottoaikaväli on 0 ja 3, ja  
kuvat 3a ja 3b kuvaavat kehysnumerolaskurin inkrementointia kuunteluaikavälin muuttuessa.

Tässä keksinnössä kuvattu ajoituslogiikka käyttää suhteellista kehystahtia. Tämä tarkoittaa sitä, että matkapuhelin  
15 näkee vastaanottoaikavälin aina aikavälinä 0 riippumatta siitä, mikä on absoluuttinen aikaväli, joka on tallennettuna tukiaseman ajoitusrekisteriin. Kuvassa 2a ja 2b on esitetty havainnollisesti, mitä suhteellinen kehystahti tarkoittaa. Kuvassa 2a ja 2b tarkoittaa merkintä Rx vastaanottoaikaväliä, Tx lähetysaikaväliä ja M monitorointiaikaväliä,  
20 jolloin matkapuhelin kuuntelee naapuritukiasemia. Kuvien 2a ja 2b ylempi aikavälijatkumo kuvaa absoluuttista kehystahtia ja alempi suhteellista kehystahtia. Kehystahtien pituus on siis 8 aikaväliä ja kuvissa kehystahdit on osoitettu nuolilla. Kuvassa 2a on vastaanottoaikaväli 0, jolloin  
25 tässä tapauksessa suhteellinen kehystahti on sama kuin absoluuttinen kehystahti. Kuvassa 2b onkin matkapuhelimen vastaanottoaikaväli Rx aikaväli n:o 3, joten suhteellinen kehystahti, jota ajoituslogiikka käyttää, poikkeaa 3 aikaväliä  
30 absoluuttisesta kehystahdistä, joka on tallennettuna ainoastaan oman tukiaseman ajoitusrekisteriin.

Kuvissa 3a ja 3b on esitetty havainnollisesti, miten kuunteluaikavälien muutokset otetaan huomioon kehysnumeroiden  
35 laskennassa. Aikavälijatkumoiden yläpuolella oleva juokseva numerointi 0-7 kuvaa absoluuttista aikavälinumerointia, joten väli 0-7 kuvaa yhtä absoluuttista kehystä. Puhelin

käyttää kuten edellä on todettu, suhteellista kehystahtia, jolloin sen kehysnumerolaskuria inkrementoidaan aina vastaanottoaikavälin  $R$  alussa ja tätä inkrementointia kuvaavat alaspäin osoittavat nuolet. Kuvissa 3a ja 3b ylinnä oleva

5 kehyksen keston pituisten aikajanojen numerointi  $n$ ,  $n+1$ ,  $n+2$  jne. kuvaa esim. absoluuttista kehysnumeroa. Jos nyt kehyksessä (kuva 3a), vastaanottoaikaväli muuttuu syystä tai toisesta pienemmästä suurempaan, esim. välistä  $n:o 0$  väliin  $n:o 3$  (kuva 3a), havaitaan, että kehysnumerolaskuri laskee

10 oikein muutoksesta huolimatta, mutta jos kuunteluaikaväli muuttuukin suuremmasta pienempään, esim. numerosta 4 numeroon 1 huomataan, että kehyksen  $n+2$  aikana ei inkrementointia suoritettaisi lainkaan. Tällöin kehyksen  $n+3$  kohdalla puhelimesta oleva kehysnumerolaskuri olisi jäänyt jälkeen

15 oikeasta kehysnumerosta. Tämän vuoksi kehyspituuden korjaus-kehyksen aikana suoritetaan ylimääräinen laskurin inkrementointi eli ylimääräinen kehyskeskeytys. Ylimääräinen kehyskeskeytys annetaan siis silloin, kun absoluuttinen kuunteluaikaväli  $R$  muuttuu negatiiviseen suuntaan, esimerkiksi

20  $4 - 1$ , jolloin mennään eteenpäin ja "hypätään" yhden kehyksen yli, kuten on havainnollisesti osoitettu kuvassa 3b. Tarkemmin tätä asiaa selostetaan jäljempänä.

Kuvassa 1 on esitetty keksinnön mukaisen ajoituslogiikan

25 laskureita ja rekistereitä lohkokaaaviona. Kuten sivulla 2 on mainittu, tarvitsee liikkuva asema synkronoitumistaan varten tiedon TDMA-kehysnumerosta FN (0-2 715 647), aikavälinumerosta TN (0-7) ja neljännesbittinumerosta QN (0-624), joilla synkronointi voidaan suorittaa. Lisäksi handover-

30 tilanteita varten tarvitaan vastaavat tiedot naapuritukiasemilta. Nämä tiedot puhelin saa tukiasemalta. Ajoituslogiikassa käytetään neljää laskuria: kehyspituuslaskuria 2, kehysnumerolaskuria 1, naapuritukiasemien ajoituserolaskuria 6 ja lähetyksen aikaistuksen ajoituslaskuria 7. Rekistereitä

35 on kuusi: kehyspituusrekisteri 3, johon mahtuu yksi TDMA-kehys eli 8 aikaväliä, joista kukin sisältää 156,25 bittiä, kehyspituuden korjausrekisteri 3, jonka maksimipituus on 2 TDMA-kehystä eli 16 aikaväliä, tukiasemien ajoituserorekis-

teri, lähetyksen aikaistuksen ajoitusrekisteri 5, oman tukiaseman ajoitusrekisterit 10 ja naapuritukiasemien ajoitusrekisterit 9.

- 5 Mainittujen rekistereiden ja laskureiden keskinäinen perustoiminta ja keskinäinen yhteys on seuraava, viitataan edelleen kuvaan 1.

10 Kehysnumerolaskuri 1 laskee hyperkehykseen sisältyvien TDMA-kehysten juoksevaa absoluuttista kehysnumeroa FN, joka saa, kuten sivulla 2 on mainittu, arvot välillä 0 - 2 715 647. Kehysnumerolaskuria 1 inkrementoidaan jokaisen suhteellisen TDMA-kehysten lopussa tulevalle ja kehyspituuslaskurilta 2 saatavalla kehyskeskeytyksellä tai sitä voidaan inkrementoida myös ylimääräisellä kehyskeskeytyksellä, joka generoidaan  
15 silloin, kun vastaanottoaikaväli muuttuu negatiiviseen suuntaan kuten jo edellä selostettiin kuviin 3a ja 3b liittyen. Tukiaseman vaihdon yhteydessä, handover-tilanteessa, uusi tukiasema ilmoittaa uuden kehysnumeron, joka tulee laskurin  
20 arvoksi ja josta lähtien matkapuhelin laskee itse kehysnumeroja.

Kehyspituusrekisteriin 3 on ladattu aina normaali kehyspituus eli 8 x 156,25 bittiä. Rekisterin tarkkuus on 1/4  
25 bittiä. Tämän rekisterin arvo ladataan kehyspituuslaskuriin 2 silloin, kun ajoituksessa ei tapahdu muutoksia.

Kehyspituuden korjausrekisteriin 4 ladataan korjauskehys, joka lasketaan ajoitusmuutoksesta. Kehyspituuden korjauskehysten pituus on kuunteluaikavälien ero, kun kuunteluaikaväli vaihtuu. Esimerkiksi kuvan 3b tapauksessa korjauskehys käsittää 13 aikaväliä eli 13 x 156,25 bittiä. Korjausrekisterin 4 maksimipituus on 2 kehystä ja sen arvo ladataan kehyspituuslaskuriin 2 silloin, kun aikaväli muuttuu tai  
35 ajoitus liukuu yli spesifikaatiossa sallitun määrän.

Kehyspituuslaskuriin 2 ladataan siis normaalisti kehyspituusrekisterin 3 arvo ja, kun tapahtuu muutoksia, kehyspi-

tuuden korjausrekisterin 4 arvo. Laskuri 2 laskee kehysten pituuden 1/4 bitin tarkkuudella ja siitä saadaan siten myös 1/4 bitin tarkkuinen bittikello puhelimen muuhun käyttöön.

Tämä tarkkuus on suurin tarkkuus, jonka GSM-spesifikaatio

5 vaatii. Kehyspituuslaskurin pituus on kaksi kehystä ja se generoi kehysnumerolaskurille 1 kehyskeskeytyksen ja inkrementoi siten tätä aina vuotaessaan yli. Kun nyt kehyspituuslaskuri 2 laskee kehyspituuden 1/4 bitin tarkkuudella ja inkrementoi kehysnumerolaskuria 1 niin, että kehysnumero  
10 on oikea, merkitsee se sitä, että tarkka ajoitus on saavutettu. Kehyksen bittinumero BN voidaan laskea spesifikaation mukaan niin, että se on kokonaisosa jaosta QN/4 ja aikavälilaskuri TN inkrementoituu aina, kun QN muuttuu arvosta 624 arvoon 0.

15

Ajoituksen tulee säilyä myös silloin, kun tukiasema vaihtuu ja näitä ns. handover-tilanteita varten tarvitaan keksinnön mukaisesti naapuritukiasemien ajoitusrekisterit 9, tukiasemien ajoituserorekisteri 5 sekä naapuritukiasemien ajoituserolaskuri 6. Tällaiseen handover-tilanteeseen liittyvää ajoitustoimintaa selostetaan nyt viitaten edelleen pääasiassa kuvaan 1. Kuvissa 2 ja 3 on aikavälillä M kuvattu aikaa, jolloin MS monitoroi naapuritukiasemia. MS skannaa kaikki lähetystaajuuDET lävitse, mittaa kullakin taajuudella naapuritukiasemien kantoaaltojen signaalitason ja asettaa sen  
25 jälkeen 6 voimakkainta asemaa järjestykseen. Järjestykseen saattamisen jälkeen se vastaanottaa yleislähetyskanavalla tukiasemien tarvittavat järjestelmäparametrit synkronointi- ja BCCH-purskeesta. Liikkuva asema MS suorittaa jatkuvaa  
30 järjestyksen päivitystä mittaamalla tehoa jatkuvasti ja tietyin väliajoin se vastaanottaa synkronointipurskeen. Kun mitattujen signaalitasojen joukkoon tulee signaalitaso, joka ylittää muistissa pidetyn kuuden aseman alimman signaalitason ja on taajuudeltaan eri kuin jonkin muistissa pidetyn kuuden aseman taajuus, tiedetään tällöin, että kyseessä  
35 on uusi naapuriasema ja tällöin aseman järjestystä päivitetään. Jos taajuus onkin sama kuin jonkin kuuden muistissa olevan aseman taajuus, saadaan dekoddaamalla synkronointi-

purske ja vertaamalla sitä samantaajuisen muistissa olevan  
aseman synkronointipurskeeseen selville, että kyseessä on  
uusi naapuriasema. Nämä asiat on selostettu tarkemmin GSM-  
järjestelmäspesifikaatiossa. Tällä tavalla ollaan valmiita  
5 siirtymään minkä tahansa naapuritukiaseman kuuluvuusalueel-  
le.

Tukiasemien ajoituserorekisteriin 5 talletetaan tieto oman  
tukiaseman ja naapuritukiaseman kehystahtien ajoituksen  
10 eroista silloin, kun vastaanotetaan informaatiota naapuritu-  
kiasemasta. Se lataa ajoituseron naapuritukiasemien ajoi-  
tuserolaskuriin 6, joka laskee oman tukiaseman ja naapuritu-  
kiasemien TDMA-kehyksien ajoituseron ja tulostaa naapuri-  
solun kehyskeskeytyksen vuotaessaan yli. Keskeytys kertoo  
15 sen hetken, jolloin naapuritukiaseman informaation vastaan-  
otto aloitetaan.

Tukiasemien ajoituserorekisteriin 5 tallennetaan edellä  
sanotun mukaisesti tukiasemien ajoitusero. Se saadaan naapu-  
20 ritukiasemien ajoitusrekistereistä 9, jotka sisältävät  
naapuritukiasemiin liittyvää ajoitustietoa. Kuudesta voimak-  
kaimmasta naapuritukiasemasta on pidettävä tallessa oman  
ja kunkin naapurin välinen ajoitusero sekä absoluuttisen  
kehysnumeron ero. Naapuritukiaseman absoluuttinen kehysnume-  
25 ro ja ajoitusero (oman tukiaseman kehyksen ja naapuritu-  
kiaseman kehyksen ero) saadaan monitorointiaikavälillä M  
vastaanotetusta informaatiosta, kuten edellä on kuvattu.

Jotta liikkuva asema MS voisi aloittaa lähetyksensä täsmäl-  
30 leen oikealla hetkellä, antaa lähetyksen aikaistuksen ajoi-  
tuslaskuri 7 lähetyksen aloituspulssin. Periaatteessa lasku-  
ri aloittaa laskemisen kehyksen alussa ja laskee lähetysai-  
kaväliin asti ja ottamalla huomioon lähetyksen aikaistusar-  
von, joka saadaan mittauksesta "signaalin etenemisviive  
35 välillä tukiasema - liikkuva asema - tukiasema", sekä puhe-  
limen oman logiikan viiveen laskee laskuri 7 lähetyksen ai-  
kaistusarvon ja vuotaessaan yli generoi lähetyksen aloitus-

pulssin. Lähetyksen aloituspulssi kertoo lähetettävän bittijonon aloitushetken.

- Aikaistusarvon ja viiveen lähetyksen aikaistuksen ajoitus-  
erolaskuri 7 saa lähetyksen aikaistuksen ajoitusrekisteristä  
8, johon on tallennettuna lähetyksen aikaistusarvo, jolla tukiasema ohjaa matkapuhelimen lähetyshetkeä. Matkapuhelin lisää aikaistusarvoon lähetysslogiikkansa viiveen. Ajoitusrekisteri 8 saa puolestaan lähetyksen aikaistusarvon oman tukiaseman ajoitusrekistereistä 10. Nämä rekisterit sisältävät käytettävään tukiasemaan liittyvää ajoitustietoa. Lähetyksen aikaistusarvo tulee tukiasemalta (tukiasema lähettää joka 13. kehys) ja sitä säilytetään rekisterissä, kunnes tukiasema lähettää uuden arvon. Ajoitusrekistereistä 10  
saatava vastaanottoaikaväli kertoo absoluuttisen vastaanottoaikavälin, jota käytetään suhteellisen ajoituksen perustana. Se pidetään tallessa oman tukiaseman ajoitusrekisterissä.
- Edellä on selostettu lyhyesti keksinnön mukaisessa ajoituksessa tarvittavia laskureita ja rekistereitä. Seuraavassa kuvataan yksityiskohtaisemmin niiden toimintaa puhelimen eri toimintatiloissa. Näitä toimintatiloja ovat:
- 1) alkusynkronointi, jossa matkapuhelin synkronoituu GSM-verkkoon,
  - 2) kuuntelutila, jossa matkapuhelin kuuntelee verkosta tulevaa yhteyskutsua,
  - 3) puhelun muodostus, jossa puheyhteys muodostetaan ja
  - 4) aktiivitila, jossa puhelu on käynnissä.
- Alkusynkronoinnissa tehdään seuraavat operaatiot: kanavien haku, jossa mitataan GSM-verkon kaikkien taajuuksien signaalinvoimakkuus ja asetetaan ne suuruusjärjestykseen, PSW-haku (pure sine wave), jossa haetaan yhdeltä kanavalta sen kehysrakenteessa esiintyvä siniaaltokehys, synkronointikehyksen haku, jossa haetaan kehysrakenteessa esiintyvä synkronointikehys ja BCCH-datan vastaanotto, jossa otetaan verkosta vastaan järjestelmäparametrit.

- Kytettäessä sähköt puhelimeen alustetaan aluksi kaikki ajoitusrekisterit. Kanavien haun ja PSW-haun aikana käytetään alustusarvoja eli kehyspituuslaskuri 2 ladataan kehyspituusrekisteristä 3, jossa on normaali kehyspituus. Kun kanavat on asetettu signaalivoimakkuuksien mukaiseen suuruusjärjestykseen, haetaan voimakkaimmalta kanavalta sini-aaltokehys (PSW-kehys), jonka paikasta voidaan laskea karkea kehystahti. Tällöin kirjoitetaan kehyspituuslaskuriin 2 kehyspituuden korjausrekisteristä 4 korjauskehys, jolla korjataan ajoitus karkeasti kohdalleen. Ajoitustarkkuus on tässä vaiheessa muutaman bitin luokkaa riippuen käytetystä laskenta-algoritmista. Tarkka ajoitus voidaan laskea samalta voimakkaimman signaalin omaavalta tukiasemalta vastaanotusta synkronointikehyksestä. Synkronointikehyksessä on pitkä opetusjakso (tunnettu bittijono), jota korreloimalla saadaan ajoitus  $1/4$  bitin tarkkuudella. Tarkan ajoituksen korjauskehys ladataan kehyspituuden korjausrekisterin 4 kautta kehyspituuslaskuriin 2. Synkronointikehyksen vastaanoton jälkeen on matkapuhelin synkronoitunut tarkasti ( $1/4$  bitin tarkkuudella) verkkoon. Synkronointikehyksestä laskeaan myös absoluuttinen kehysnumero FN, joka ladataan kehysnumerolaskuriin 1. BCCH-datan vastaanotto vaikuttaa ajoitukseen sikäli, että siitä saadaan selville, onko tukiasema, johon synkronoituminen on tehty, sallittu tukiasema kyseiselle matkapuhelimelle vai onko synkronoitumisproseduuri aloitettava uudelleen seuraavaksi voimakkaimpaan tukiasemaan. BCCH-datan vastaanotossa käytetään tarkkaa ajoitusta.
- Kun alkusynkronointi on suoritettu, ja jos puhelua ei muodosteta välittömästi, on puhelin kuuntelutilassa, jossa se kuuntelee verkosta tulevaa yhteyskutsua. Myös puheluiden välillä puhelin on tässä tilassa. Ajoituksen kannalta kuuntelutilassa on seuraavat operaatiot: tarkan ajoituksen korjaus, aikavälin muutos, naapuritukiasemien signaalivoimakkuuksien, synkronointikehyksen ja BCCH-datan vastaanotto sekä tukiaseman vaihto.

Tarkan ajoituksen korjaus on GSM-spesifikaation mukaisesti suoritettava, jos ajoitus liukuu yli kaksi mikrosekuntia (puoli bittiä) pois nykyisestä arvostaan. Liukuma mitataan keskiarvoistamalla vakioaika vastaanotettujen purskeiden opetusjaksojen impulssivasteiden energiamaksimien paikkoja. Jos keskiarvo poikkeaa yli 1/2 bittiä nykyisestä ajoitusarvosta, tehdään ajoituskorjaus. Korjaus tehdään lataamalla 1-2 sekunnin välein kehyspituuden korjausrekisteriin 4 korjauskehys, joka korjaa ajoitusta 1/4 bittiä. Korjauskehysiä käytetään, kunnes ajoitusvirhe on jälleen alle 1/2 bittiä.

Kuuntelutilassa operaatio aikavälin muutos tarkoittaa suhteellisen kehystahdin muuttamista. Suhteellinen kehys lasetaan alkavaksi kuunteluaikavälin alusta, kuten edellä sivuilla 3 ja 4 on selostettu. Jos kuunteluaikaväli muuttuu suuremmaksi, tehdään ajoituskorjaus lataamalla korjauskehys kehyspituuden korjausrekisterin 4 kautta kehyspituuslaskuriin 2, joka muuttaa ajoituksen ja suhteellisen kehystahdin uutta kuunteluaikaväliä vastaavaksi. Jos aikaväli muuttuu suuremmasta pienemmäksi, hypätään yhden kehyksen yli. Tällöin korjauskehyksen pituudessa on huomioitava yhden kehyksen yli hyppääminen. Kehyksen yli hypättäessä on ajoitusloogiikalle generoitava ylimääräinen kehyskeskeytys, jotta absoluuttista kehysnumeroa FN laskeva kehysnumerolaskuri 1 pysyisi oikeassa arvossa. Tätä asiaa on selostettu edellä sivulla 4 kuviin 3a ja 3b viitaten. Vastaanottoaikavälin muuttuessa talletetaan absoluuttinen vastaanottoaikaväli oman tukiaseman ajoitusrekisteriin 10.

30

Kolmannessa kuuntelutilan operaatiossa eli mitattaessa naapuritukiasemien signaalinvoimakkuuksia käytetään samaa ajoitusta. GSM-spesifikaatioiden mukaan on kuudelta voimakaimmalta naapurilta vastaanotettava myös synkronointikehys ja BCCH-dataa. Synkronointikehystä vastaanotettaessa haetaan ensin naapuritukiaseman siniaaltokehys, PSW-kehys, käyttäen oman tukiaseman ajoitusta. PSW-kehyksen paikasta saadaan selville naapuritukiaseman karkea ajoitus. Oman tukiaseman

35

- tarkan ajoituksen ja naapuritukiaseman karkean ajoituksen ero ladataan tukiasemien ajoituserorekisteriin 5, joka lataa sen naapuritukiasemien ajoituserolaskuriin 6. Vastaanotettaessa naapuritukiaseman synkronointiaikaväliä tukiasemien
- 5 ajoituserolaskuri 6 generoi ajoituseron perusteella naapurisolun kehyskeskeytyksen hetkellä, jolloin naapuritukiaseman synkronointikehyksen vastaanotto aloitetaan. Synkronointikehyksestä saadaan tarkka ero naapuritukiaseman ja oman tukiaseman väliselle ajoitukselle. Tämä tukiasemien
- 10 välinen tarkka ajoitusero ladataan tukiasemien ajoituserorekisteriin 5 ja sieltä tukiasemien ajoituserolaskuriin 6. Tämä laskuri 6 generoi naapurisolun kehyskeskeytyksen, joka kertoo BCCH-datan vastaanoton aloitushetken. Tukiasemien välinen ajoitusero talletetaan myös naapuritukiasemien
- 15 ajoitusrekisteriin 9. Vastaanotetusta synkronointikehyksestä lasketaan myös kehysnumeroero oman ja naapuritukiaseman kehysnumeroiden välillä ja talletetaan se naapuritukiasemien ajoitusrekisteriin 9. Tämä proseduuri tehdään kaikille kuudelle voimakkaimmalle naapurille. Kun kuuden voimakkaim-
- 20 man naapuritukiaseman joukkoon tulee uusi tukiasema, vastaanotetaan sen synkronointi- ja BCCH-kehykset ja lasketaan sille tukiasemien välinen ajoitusero ja kehysnumeroero edellä kuvatun proseduurin mukaisesti.
- 25 Tukiasemaa vaihdetaan, kun matkapuhelimen liikkua jokin naapuritukiasemista tulee paremmaksi kuin nykyinen oma tukiasema. Ajoituksessa tämä tarkoittaa sitä, että naapuritukiaseman ajoituseron perusteella lasketaan kehyspituuden korjauskehys, jolla tehdään ajoituskorjaus tukiaseman vaih-
- 30 don yhteydessä. Vastaavasti tukiasemien kehysnumeroeron perusteella lasketaan uuden tukiaseman absoluuttinen kehysnumero FN, joka ladataan kehysnumerolaskuriin 1. Koska entisestä omasta tukiasemasta tulee tukiaseman vaihdossa uusi naapuritukiasema, on sen ajoitusero ja kehysnumeroero
- 35 uuteen omaan tukiasemaan laskettava. Käytännössä tämä tehdään komplementoimalla ajoitus- ja kehysnumeroero ja liittämällä ne entiseen omaan tukiasemaan.

Edellä on selostettu ajoitusta alkusynkronoinnissa ja kuuntelutilassa. Kolmanneksi selostetaan nyt keksinnön mukaisen ajoituslogiikan toimintaa puhelun muodostuksessa. Ajoituksen kannalta puhelun muodostuksessa on seuraavat operaatiot:

- 5 tarkan ajoituksen korjaus, aikavälin muutos, lähetyksen ajoitus, naapuritukiasemien signaalinvoimakkuuksien ja synkronointikehyksen vastaanotto sekä tukiaseman vaihto.

- 10 Tarkan ajoituksen korjaus ja aikavälin muutos tehdään kuten edellisessä kappaleessa on kuuntelutilan kuvauksen yhteydessä selitetty.

- Lähetyksen aikaistusta käytetään, koska matkapuhelimen etäisyys tukiasemasta muuttuu jatkuvasti ja tukiasema korjaa  
15 liikkeestä johtuvan ajoitusmuutoksen lähetyksen aikaistusarvolla. Lähetettäessä ensimmäisen kerran dataa tukiasemalle matkapuhelin käyttää lähetyksen aikaistusarvoa 0. Vastaanotettuaan ensimmäisen matkapuhelimen lähettämän datapurskeen tukiasema BS mittaa lähetyksen aikaistusarvon ja lähettää sen matkapuhelimelle ohjauskehysessään. Lähetyksen  
20 aikaistusarvo + lähetyslogiikan viiveen korjausarvo kirjoitetaan lähetyksen aikaistuksen ajoitusrekisteriin 8, joka lataa sen lähetyksen aikaistuksen ajoituslaskuriin 7. Ajoituslaskuri 7 laskee aikaistusarvon ja generoi lähetyksen  
25 aloituspulssin hetkellä, jolloin lähetys on aloitettava. Lähetyksen aikaistusarvo talletetaan oman tukiaseman ajoitusrekisteriin 10. Kun tukiasema lähettää uuden lähetyksen aikaistusarvon, korjataan lähetyksen aikaistuksen ajoitusrekisterin 8 sisältöä ja talletetaan uusi aikaistusarvo oman  
30 tukiaseman ajoitusrekisteriin 10.

- Puhelun muodostuksen aikana naapuritukiasemien signaalinvoimakkuuksien mittausta ja kuuden voimakkaimman naapurin synkronointikehyksen vastaanotto tehdään kuten jo edellisessä  
35 kappaleessa on kuvattu.

Puhelun muodostuksen aikana tukiaseman vaihto tehdään kuten edellä on kuvattu.

Neljännessä toimintatilassa eli aktiivitilassa sisältää keksinnön mukainen ajoituslogiikka ajoituksen kannalta seuraavat operaatiot: tarkan ajoituksen korjaus, aikavälin  
5 muutos, lähetyksen ajoitus, naapuritukiasemien signaalinvoimakkuuksien ja synkronointikehyksen vastaanotto sekä tukiaseman vaihto.

Nämä operaatiot eivät poikkea siitä, mitä on jo edellä  
10 kuvattu alkusynkronoinnin, kuuntelutilan ja puhelun muodostuksen yhteydessä, joten ne ovat ammattimiehelle selviä, eikä niitä kuvata tässä tarkemmin uudelleen.

Edellä kuvatulla tavalla voidaan toteuttaa GSM-matkapuheli-  
15 men ajoitustoiminnot ja toiminta verkossa kaikissa toimintatiloissa. Keksinnön mukainen ajoituslogiikka voidaan toteuttaa joko ohjelmallisesti tai laitteistoratkaisuna. Ohjelmallisen ratkaisun etu on joustavuus, mutta se kuormittaa suuresti prosessoria, jolla ajoitus olisi toteutettava. Laitteistoratkaisun etuna olisi pieni koko ja tehonkulutus,  
20 mutta haittanan kalliit muutuskustannukset. Laitteistoratkaisu voidaan tehdä helposti osaksi VLSI-piiriä. Keksinnön mukaisen ajoituslogiikan modulaarisen luonteen vuoksi se voidaan toteuttaa laitteistoratkaisun ja ohjelmallisen  
25 ratkaisun yhdistelmänä, jolloin voidaan yhdistää molempien hyviä puolia.

Patenttivaatimukset

1. Ajoituslogiikka GSM-järjestelmän matkapuhelimessa, jossa järjestelmässä käytetään aikajakokanavointia ja kanavarakenne koostuu peräkkäisistä numeroiduista 8 aikavälin
- 5 TDMA-kehyksistä ja tukiasema lähettää matkapuhelinkohtaisesti lähetyksen aikaistusarvon ja yleislähetyskanavalla taajuudenkorjauspurskeen, synkronointipurskeen sekä järjestelmäparametrit, **tunnettu** siitä, että logiikkaan kuuluu
- kehyspituuslaskuri (2), joka vuotaessaan yli inkrementoi kehysnumerolaskuria (1) ja johon ladataan normaalin
- 10 kehyspituuden sisältävän kehyspituusrekisterin (3) tai korjausrekisterin (4) arvo,
- naapuritukiasemien ajoitusrekisteri (9), johon on tallennettu oman tukiaseman ja vähintään kuuden naapuritukiaseman kehysnumeron ero sekä kehystahtien ajoitusero ja josta
- 15 yhden kehystahdin ajoituseron arvo kerrallaan ladataan tukiasemien ajoituserektisteriin (5) ja siitä edelleen naapuritukiasemien ajoituserektisteriin (6), joka vuotaessaan yli ilmaisee hetken, josta naapuritukiaseman synkronointikehyksen tai BCCH-datan vastaanotto aloitetaan,
- 20 - oman tukiaseman ajoitusrekisterit (10), joihin on tallennettu oman tukiaseman ilmoittama lähetyksen aikaistusarvo sekä absoluuttisen vastaanottoaikavälin arvo ja joista aikaistusarvo ladataan lähetyksen aikaistuksen ajoitusrekisteriin (8), josta se ladataan lähetyksen aikaistuksen ajoituslaskuriin (7), joka vuotaessaan yli antaa lähetyksen aloituspulssin.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen ajoituslogiikka, **tunnettu** siitä, että kehyspituuden korjausrekisteriä (4) käytetään ajoituksen muuttamiseksi.
3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen ajoituslogiikka, **tunnettu** siitä, että jos vastaanottoaikaväli (Rx) muuttuu suurem-
- 35 masta pienemmäksi inkrementoidaan kehysnumerolaskuria (1) kehyspituuden korjauskehyksen aikana.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen ajoituslogiikka, **tunnettu** siitä, että vähintään kuuden voimakkaimman naapuritukiaseman ajoitusero ja kehysnumeroero omaan tukiasemaan nähden lasketaan siten, että taajuuskorjauspurskeeksi saatu  
5 ajoituseron karkea arvo ladataan tukiaseman ajoituserorekisteristä (5) naapuritukiasemien ajoituserolaskuriin (6), joka vastaanotettaessa kunkin naapuritukiaseman dataa generoi kehyskeskeytyksen naapuritukiaseman synkronointikehyksen vastaanottohetkellä ja synkronointikehyksestä lasketaan  
10 mainittu ajoitusero ja kehysnumeroero, jotka tallennetaan tukiasemien ajoituserorekisteriin (5) ja naapuritukiasemien ajoitusrekisteriin (9).

5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen ajoituslogiikka, **tunnettu** siitä, että tukiasemaa vaihdettaessa lasketaan naapuritukiasemien ajoitusrekisteriin (9) tallennetun ajoituseron perusteella kehyspituuden korjauskehys, joka ladataan kehyspituuden korjausrekisteriin (4) ja tukiasemien kehysnumeroerosta lasketaan uusi kehysnumero asetettavaksi kehysnumero-  
20 rolaskuriin (1).

6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen ajoituslogiikka, **tunnettu** siitä, että tukiaseman lähettämä aikaistusarvo tallennetaan oman tukiaseman ajoitusrekisteriin (10), josta se  
25 ladataan lähetyksen aikaistuksen ajoitusrekisteriin (7), jonka sisältö ladataan sitten lähetyksen aikaistuksen ajoituslaskuriin (7), joka generoi lähetyksen aloituspulssin.

7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen ajoituslogiikka, **tunnettu** siitä, että ajoituksessa käytetään suhteellista kehystah-  
30 tia, jolloin ajoituslogiikka pitää vastaanottoaikavälin (Rx) aina aikavälinä 0 riippumatta siitä, mikä on sen absoluuttinen aikaväli.

Patentkrav

1. Tidsättningslogik i GSM-systemets mobiltelefon, i vilket system används successiv tidsmultiplexering och kanalstrukturen består av successiva numrerade TDMA-ramar med 8 tidsintervall och basstationen sänder värdet för tidsättningsförsprång för varje mobiltelefon och en frekvenskorrigeringsburst, synkroniseringsburst och systemparametrar på en allmän sändningskanal, kännetecknad av att logiken omfattar

- en ramlängdsräknare (2), som vid spill inkrementerar en ramnummerräknare (1) och i vilken laddas värdet av ett ramlängdsregister (3) som innehåller den normala ramlängden eller av ett korrigeringsregister (4),  
- ett tidsättningsregister (9) av grannbasstationerna, i vilket register har lagrats skillnaden av ramnumret av den egna basstationen och minst sex grannbasstationer och basstationernas tidsättningskillnad, och från vilket värdet av tidsättningskillnaden av en ramtakt laddas åt gången i basstationernas tidsättningskillnadsregister (5) och därifrån vidare i grannbasstationernas tidsättningskillnadsräknare (6), vilken vid spill anger tidpunkten från vilken mottagandet av grannbasstationens synkroniseringsram eller BCCH-datan påbörjas,  
- den egna basstationens tidsättningsregister (10), i vilka har laddats sändningens tidsättningsförsprångsvärde som har anmälts av den egna basstationen och värdet av det absoluta mottagningstidsintervallet och från vilka tidsättningsförsprångsvärde laddas i tidsättningsregistret (8) av sändningens tidsättningsförsprång, från vilket register det laddas i tidsättningsräknaren (7) av sändningens tidsättningsförsprång, vilken räknare ger vid spill begynnelsepulsen för sändningen.

2. Tidsättningslogik enligt patentkravet 1, kännetecknad av att ramlängdens korrigeringsregister (4) används för att ändra tidsättningen.

3. Tidsättningslogik enligt patentkravet 2, kännetecknad av att ifall mottagningstidsintervallet (Rx) minskar inkrementeras ramnummerräknaren (1) under tiden för ramlängdens korrigeringsram.

5

4. Tidsättningslogik enligt patentkravet 1, kännetecknad av att tidsättningsskillnaden av åtminstone sex starkaste grannbasstationer och ramnummerskillnaden med avseende på den egna basstationen räknas så att det grova värdet av  
10 tidsättningsskillnaden som fåttts som frekvenskorrigeringsburst laddas från basstationens tidsättningsskillnadsregister (5) i grannbasstationernas tidsättningsskillnadsräknare (6), vilken vid mottagning av data av var och en grannbasstation genererar ett ramavbrott vid tidpunkten för mottagning  
15 av grannbasstationens synkroniseringsram och från synkroniseringsramen räknas den nämnda tidsättningsskillnaden och ramnummerskillnaden, vilka lagras i basstationernas tidsättningsskillnadsregister (5) och i grannbasstationernas tidsättningsregister (9).

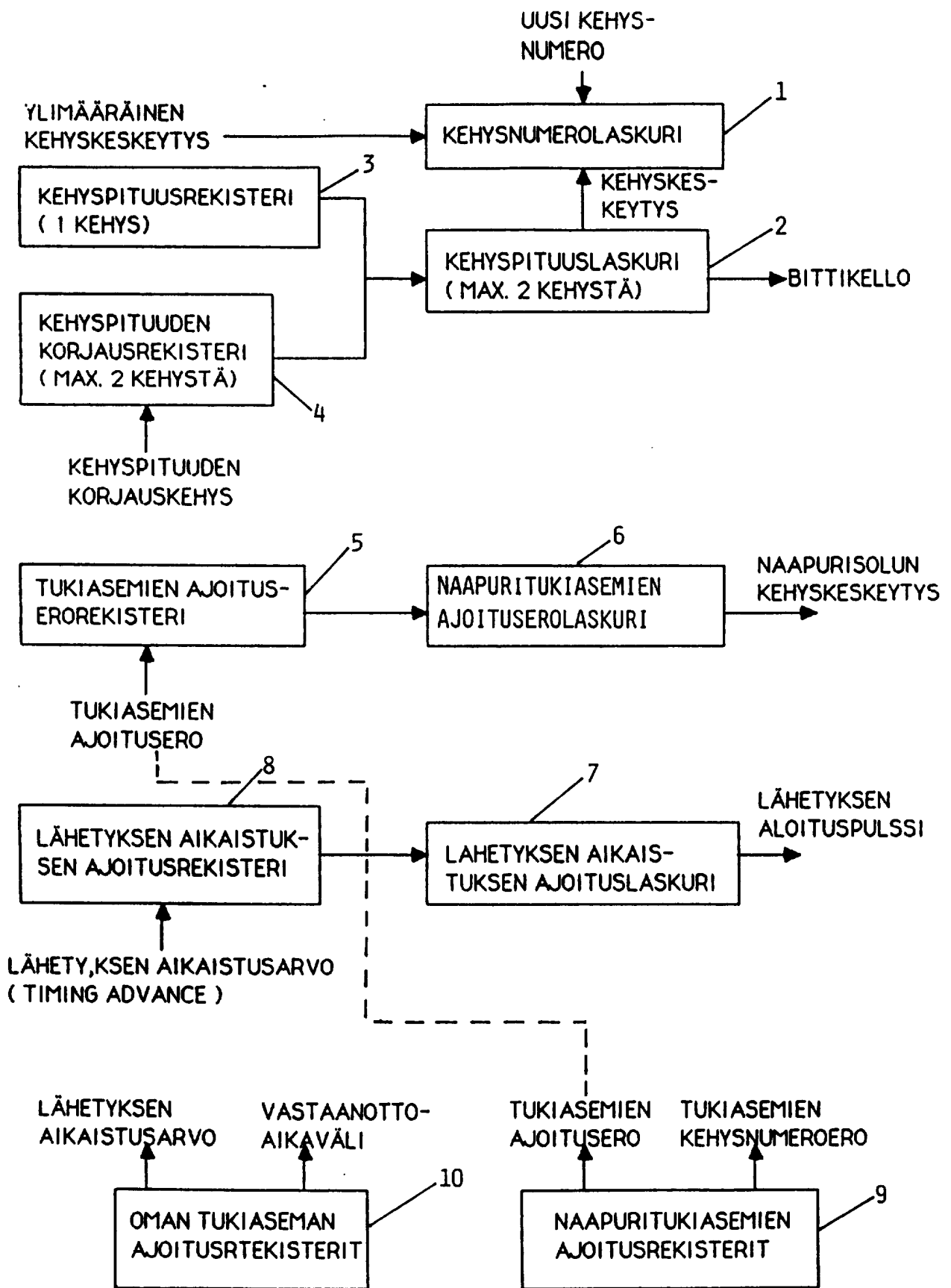
20

5. Tidsättningslogik enligt patentkravet 4, kännetecknad av att vid byte av basstation räknas ramlängdens korrigeringsram på basen av tidsättningsskillnaden som laddats i grannbasstationernas tidsättningsregister (9), vilken  
25 korrigeringsram laddas i ramlängdens korrigeringsregister (4) och från basstationernas ramnummerskillnad räknas ett nytt ramnummer för att placeras i ramnummerräknaren (1).

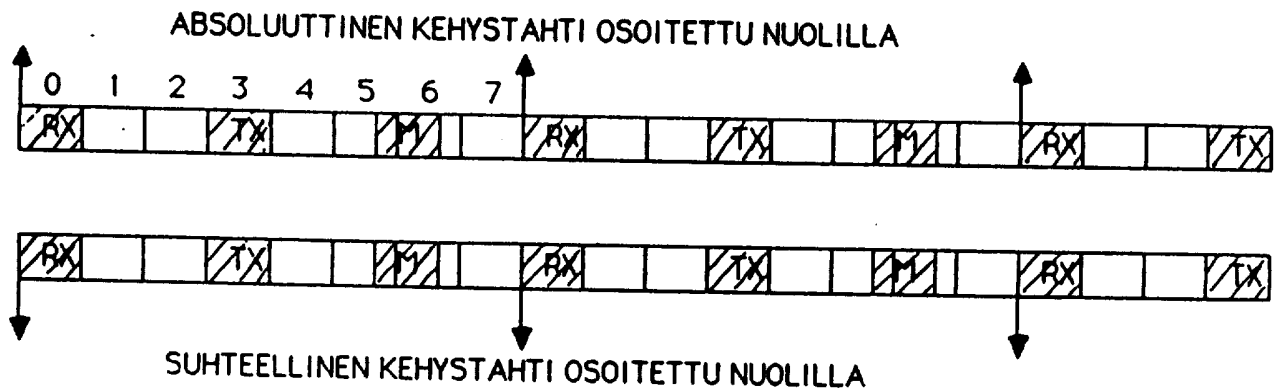
6. Tidsättningslogik enligt patentkravet 1, kännetecknad av att det av basstationen sända tidsättningsens försprångs-  
30 värde laddas i den egna basstationens tidsättningsregister (10), från vilket det laddas i tidsättningsregistret (7) för sändningens tidsättningsförsprång, vilket registers innehåll lagras sedan i tidsättningsräknaren (7) för sändningens tidsättningsförsprång, vilken räknare genererar  
35 sändningens begynnelsepuls.

7. Tidsättningslogik enligt patentkravet 1, kännetecknad av att en relativ ramtakt används vid tidsättningen, varvid tidsättningslogiken håller mottagningsintervallet ( $R_x$ ) alltid som tidsintervall 0 oberoende av vad som är dess absoluta tidsintervall.

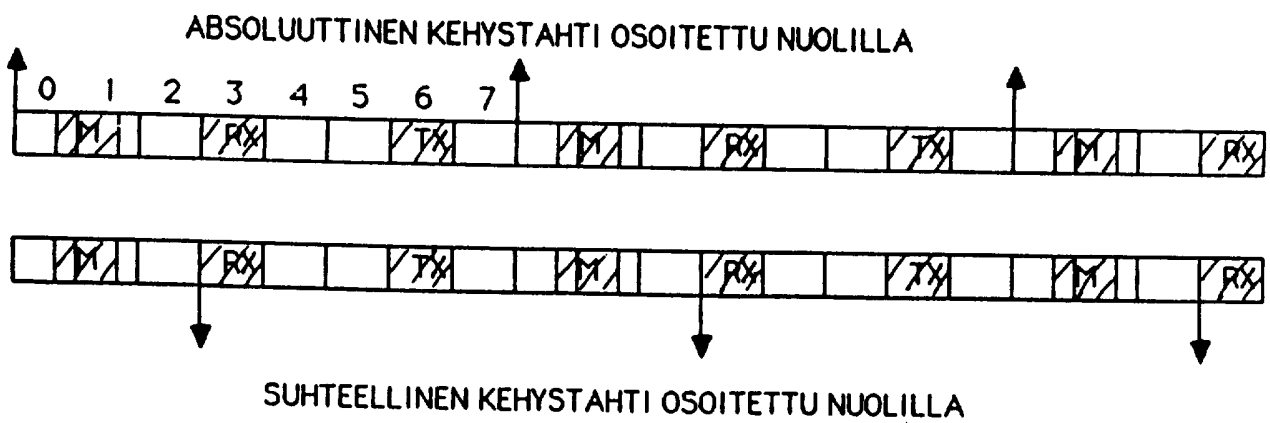
5



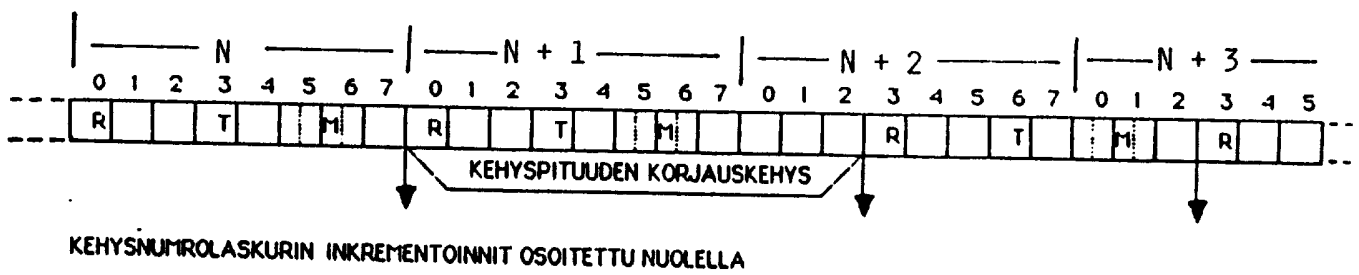
KUVA 1



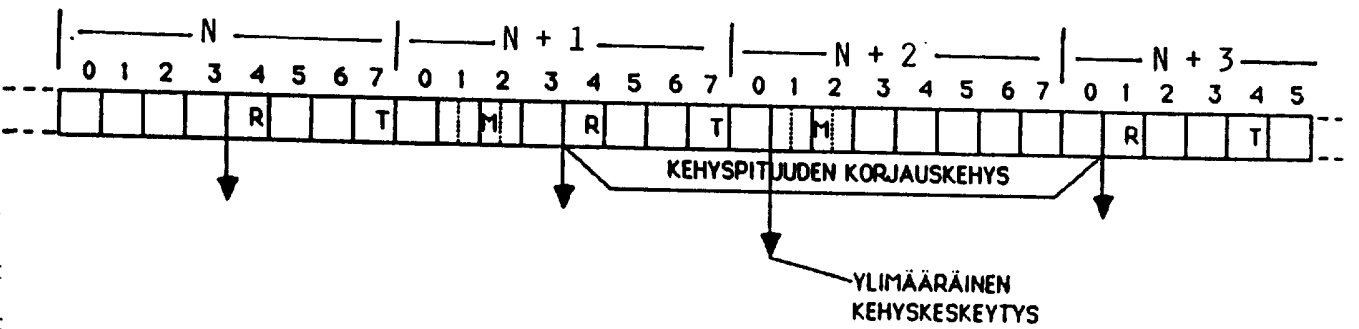
KUVA 2A



KUVA 2B



KUV 3A



KUV 3B