



F 1 0 0 0 1 1 2 8 3 0 B



SUOMI – FINLAND  
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS  
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(12) PATENTTIJULKAISU  
PATENTSKRIFT

(10) FI 112830 B

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats

15.01.2004

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

G08C 15/02, G01W 1/08

(21) Patentihakemus - Patentansökning

20021149

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag

13.06.2002

(24) Alkupäivä - Löpdag

13.06.2002

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

25.11.2003

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet

24.05.2002 FI 20020983 P

(73) Haltija - Innehavare

1 •Vaisala Oyj, Vantaa, PL 26, 00421 Helsinki, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •Andersson, Henry, Luhtatie 38, 02760 Espoo, SUOMI - FINLAND, (FI)

2 •Jaatinen, Juhana, Adolf Lindforsin tie 1 A 34, 00400 Helsinki, SUOMI - FINLAND, (FI)

3 •Åkerberg, Jussi, Lintupihä 2 C, 02660 Espoo, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Seppo Laine Oy  
Itämerenkatu 3 B, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Sondijärjestelmä, sondijärjestelmän vastaanotin sekä signaalinkäsittelymenetelmä sondivastaanottimessa  
Sondsystem, sondersystemsmottagare samt signalbehandlingsförfarande i en sondmottagare

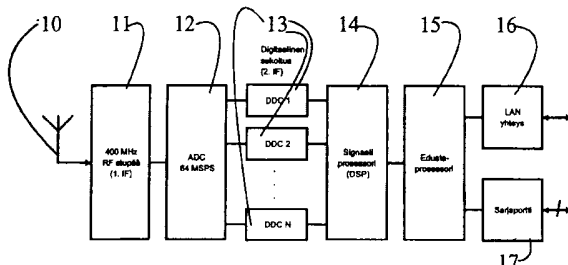
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

EP 0339242 A2, US 4481514 A, US 4907449 A, US 6421010 B1

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Tässä julkaisussa on kuvattu sondijärjestelmä, sondijärjestelmän vastaanotin ja signaalinkäsittelymenetelmä sondijärjestelmässä. Sondijärjestelmä käsittää ainakin yhden sondin (1), jossa on välineet paikannustiedon ja/tai säätiedon muodostamiseksi ja lähettämiseksi radioteitse eteenpäin, signaalin vastaanottoelimet (2, 3) sää- ja/tai paikannustiedon vastaanottamiseksi, vastaanotinvälineet (4) vastaanotettujen signaalien käsittelemiseksi, jotka käsittävät RF-elimet (11) vastaanotetun signaalin taajuuden laske-  
miseksi alemmaksi, ensimmäiselle välitaajuudelle. Keksinnön mukaan vastaanotinvälineet (4) käsittävät näytteistysvälineet (12) näytteistyksen toteuttamiseksi välitaajuudella, ainakin kaksi digitaalista sekoitusvälinettä (13) haluttujen taajuuskaistojen valitsemiseksi näytteistetystä signaalista, ja prosessointivälineet (14) haluttujen taajuuskaistojen käsittelemiseksi rinnakkaisesti.

I denna publikation är beskrivet ett sondsystem, en sondersystemsmottagare och ett signalbehandlingsförfarande i ett sondsystem. Sondsystemet omfattar åtminstone en sond (1) med organ för utformning av lokaliseringsinformation och/eller väderleksinformation och för vidareändring därav medelst radio, signalmottagningsorgan (2, 3) för mottagning av väderleks- och/eller lokaliseringsinformation, mottagningsdon (4) för behandling av de mottagna signalerna, vilka don omfattar RF-organ (11) för att sänka signalens frekvens till en lägre, första mellanfrekvens. Enligt uppfinningen omfattar mottagningsdonen (4) visualiseringsorgan (12) för förverkligande av en visualisering på en mellanfrekvens, åtminstone två digitala blandningsorgan (13) för val av önskade frekvensband från den visualiserade signalen, och bearbetningsorgan (14) för en parallell behandling av de önskade frekvensbanden.



Sondijärjestelmä, sondijärjestelmän vastaanotin sekä signaalinkäsittelymenetelmä sondivastaanottimessa

Keksinnön kohteena on patenttivaatimuksen 1 johdannon mukainen sondijärjestelmä.

5

Keksinnön kohteena on myös sondijärjestelmän vastaanotin sekä signaalinkäsittelymenetelmä sondivastaanottimessa.

10

Yläilmakehän säähavaintojen tekoon käytetään säähavaintopalloon kiinnitettyä radiosondia. Säähavaintopallo on tavallisesti vedyllä (tai heliumilla) täytetty kumista valmistettu pallo, joka on mitoitettu kantamaan radiosondi jopa 40 km korkeuteen saakka. Radiosondissa on radiolähetin ja erilaisia mittalaitteita ilmakehän ilmiöiden havainnointiin. Tavallisesti mitataan painetta, kosteutta ja lämpötilaa (ns. PTU-mittaus, Pressure, Temperature, Humidity) sekä tuulen nopeutta ja suuntaa.

15

Tuulenmittaus perustuu oletukseen, jonka mukaan säähavaintopallo liikkuu ilmakehässä tuulen mukana samalla nopeudella kuin tuuli. Tuulen nopeuden ja suunnan mittaus palautuu siis radiosondin liikkeen mittaamiseen. Tähän voidaan käyttää esimerkiksi navigointijärjestelmiä, joista yleisimpiä ovat Loran-C ja GPS.

20

Luotauksen tuloksena saadaan profiili, joka kertoo PTU-arvot sekä tuulen eri korkeuksilla ilmakehässä.

25

Tunnetun tekniikan puutteena on se, että normaali luotaus kestää noin 2 tuntia ja radiosondin etäisyys luotaukseen käytetystä maakalustosta voi tällöin olla maksimissaan esimerkiksi 200 km. Tämä aiheuttaa erityisiä vaatimuksia radiosondin paristolle sekä suorituskyvyille. Paristoina käytetään erikoisvalmisteisia paristoja ja suorituskykyä parannetaan käyttämällä maa-aseman vastaanottoantennina suunta-antennia.

30

Sekä radiosondin paristo että suuntaava vastaanottoantenni ovat suhteessa kalliita elementtejä. Jos voitaisiin siirtyä käyttämään riittävän edullisia kaupallisia paristoja ja ympärisäteilevää antennia, saavutettaisiin huomattavia kustannussäästöjä.

Laitteiston hinnan ja suorituskyvyn lisäksi ongelmana voi joissakin tapauksissa olla laitteiston koko. Paras esimerkki tästä lienee ns. dropsondi-luotaukset, joiden avulla tutkitaan mm. hurrikaanien kehittymistä. Lentokoneesta pudotetaan useita radiosondeja tietyin väliajoin, siten että ilmassa on samaan aikaan useita radiosondeja. Radiosondien seuraamiseen käytetään useita yksikanavaisia radiosondilaitteistoja. Paras ratkaisu tilan säästämiseksi ja laitteistojen painon minimoimiseksi lentokoneessa olisi pienikokoinen monikanavainen radiosondivastaanotin.

10 Tunnetuissa radiosondivastaanottimissa signaalia ei näytteistetä välitaajuudella kuten esitetyssä ratkaisussa, vaan digitaalisen modulaation purkamiseen käytetään modeemiä. Tämä rajoittaa signaalin digitaalista jatkokäsittelyä radiossa. Monikanavaisia toteutuksia ei tunneta.

15 Keksinnön tarkoituksena on aikaansaada aivan uudentyyppinen sondijärjestelmä, sondijärjestelmän vastaanotin sekä signaalinkäsittelymenetelmä sondijärjestelmän vastaanottimessa, joiden avulla edellä kuvatut tunnetun tekniikan ongelmat on mahdollista ratkaista.

20 Keksintö perustuu siihen, että käytetään käyttötarkoituksesta riippuen yksi- tai useampikanavaista digitaalista vastaanotinta.

Täsmällisemmin sanottuna keksinnön mukaiselle sondijärjestelmälle on tunnusomaista se, mikä on esitetty patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa.

25 Keksinnön mukaiselle sondijärjestelmän vastaanottimelle puolestaan on tunnusomaista se, mikä on esitetty patenttivaatimuksen 3 tunnusmerkkiosassa.

Keksinnön mukaiselle signaalinkäsittelymenetelmälle taas on tunnusomaista se, mikä on esitetty patenttivaatimuksen 5 tunnusmerkkiosassa.

30 Keksinnön avulla saavutetaan huomattavia etuja.

Luotauslaitteiston hintaan, kokoon ja suorituskykyyn liittyvät ongelmat voidaan ratkaista käyttämällä keksinnön mukaista monikanavaista digitaalista vastaanotinta, johon luotauskäyttö tuo omat erityispiirteensä.

- 5 Digitaalinen vastaanotin mahdollistaa tehokkaiden virheenkorjausalgoritmien käytön, jolloin onnistuneesti vastaanotetun lähettimen signaalin laatu ja voimakkuus voi olla selvästi alhaisempi kuin tunnetussa tekniikassa.

10 Tästä seurauksena vastaanotinantenni voidaan tehdä yksinkertaisemmaksi ja halvemmaksi. Samoin radiosondien lähetysteho voidaan alentaa ja siirtyä käyttämään edullisia kaupallisesti saatavia paristoja.

Keksintöä tarkastellaan seuraavassa esimerkkien avulla ja oheisiin piirustuksiin viitaten.

15

Kuvio 1 esittää kaaviollisesti yhtä keksinnön mukaista järjestelmää.

Kuvio 2 esittää lohkoakaaviona keksinnön mukaista luotauskäyttöön tarkoitettua digitaalista vastaanotinta.

20

Kuvio 3 esittää vuokaaviota keksinnön mukaisesta signaalinkäsittelymenetelmästä.

Kuvion 1 mukaisesti sondijärjestelmä käsittää sondin 1, joka tunnetun tekniikan mukaisesti lähetetään ilmakehään kaasutäytteisen (helium tai vety) pallon nostamana. Sondin 1 lähetin lähettää maa-asemalle tyypillisesti 400 MHz:n kanta-aallon avulla digitaalisesti moduloidun signaalin, joka sisältää tyypillisesti paine-, kosteus ja lämpötilatiedon. Sondi 1 siis sisältää tarvittavat laitteet säätiedon ja paikkatiedon hankkimiseksi sekä lähettimen näiden tietojen lähettämiseksi edelleen käsiteltäväksi joko maa-asemalle tai esimerkiksi lentokoneen vastaanottavalle asemalle. Keksinnön mukaisesti signaali voidaan vastaanottaa ympärisäteilevällä antennilla 2 vastaanottimen paremman herkkyyden, digitaalisen modulaation sekä virheenkorjausmenetelmien ansiosta. Sondin 1 sijaintisignaali vastaanotetaan tyypillisesti itsenäisellä antennilla 3. Digitaalisessa vastaanottimessa 4 molempien antennien 2 ja 3 signaali käsitellään

25

30

edelleen. Säätidon mittaussignaalin jatkokäsittely tapahtuu vastaanottimen radiotaajuusmoduulissa 6 ja sijaintitiedon käsittely sijaintitietomoduulissa 5. Molempia tietoja prosessoidaan edelleen laskentamoduulissa 7, jonka jälkeen signaali viedään edelleen maakaluston loppukäsittelylaitteistolle 8. Sijaintitietona voidaan käyttää niin  
5 GPS-järjestelmää kuin Loran-C:tä tai jotain muuta vastaavaa paikantamisjärjestelmää.

Luotaukseen tarkoitettujen digitaalisen vastaanottimen periaate on esitetty kuviossa 2. Vastaanottimella voidaan erilaisten etupäaelementtien 11 avulla ottaa antennista 10 vastaan eri taajuuksilla olevaa dataa. Esimerkiksi Euroopassa radiosondeille on  
10 varattu seuraavat taajuuksikaistat:

400,15 - 406 MHz

1668,4 - 1700 MHz

15 Kuviossa 1 esitetyssä 400 MHz:n vastaanottimessa signaali sekoitetaan alas ensimmäiselle välitaajuudelle (IF) radiotaajuusalueella 11. Tämän jälkeen signaali näytteistetään analogia-digitaalimuuntimella 12 ja sekoitetaan uudelleen alas toiselle välitaajuudelle käyttäen digitaalista sekoitinta 13 (DDC). 1680 MHz:n vastaanottimessa vastaanotettu signaali sekoitetaan alas useita kertoja ennen näytteistystä.  
20 Muuten signaalinkäsittely tapahtuu samoin kuin 400 MHz:n vastaanottimessa.

Monikanavainen toteutus saadaan aikaan käyttämällä useita digitaalisia sekoittimia 13. Tällöin muuntimelle 12 otetaan sisään esimerkiksi koko 400 MHz:n radiosondikaista ja kanavaerottelu suoritetaan digitaalisten sekoittimien 13 avulla. Signaalin jatkokäsittely suoritetaan signaaliprosessorilla 14. Edustaprosessorin 15 avulla signaalia muokataan  
25 edelleen LAN (Local Area Network) yhteyttä 16 tai sarjaporttia 17 varten, jotta sää- ja paikannustiedot voitaisiin esittää normaalissa tietokoneympäristössä, kuten Windows-, NT- tai Linux-käyttöjärjestelmissä ja/tai näiden alla toimivissa ohjelmistoissa. Käytännössä edustaprosessori 15 vastaa tavallista pöytätietokonetta (PC) varustettuna  
30 sopivalla ohjelmistolla, esimerkiksi NT-käyttöjärjestelmällä.

Jatkokäsittely yhden kanavan osalta on esitetty kuvion 3 lohkokaaviossa.

Kuvion 3 mukaisesti näytteistetylle signaalille suoritetaan digitaalinen alassekoitus 31 sekoittimessa 13. Signaaliprosessori 14 puolestaan huolehtii seuraavista menetelmävaiheista:

- 5       – automaattinen taajuuden seuranta 32,
- demodulointi 33,
- kanavan ekvalisointi 34 kanavan epäideaalisuuksien kompensoimiseksi,
- virheen korjaus 35, ja
- virheen tarkistus 36.

10

Lopuksi edustaprosessori 15 huolehtii datan lähetyksestä 37 asiakkaalle.

Yleensä radiosondin lähetteen keskitaajuutta seurataan ja keskitaajuuden muutokset kompensoidaan automaattisesti, mikä mahdollistaa halvan oskillaattorin käytön radiosondissa. Keskitaajuuden seuranta ei kuitenkaan ole keksinnölle välttämätön toimenpide, mikäli radiosondin oskillaattori on riittävän korkeatasoinen.

15

Signaali demoduloidaan signaaliprosessorilla. Tiedonsiirtoon käytetään digitaalista modulaatiota (esimerkiksi GMSK).

20

Demoduloinnin jälkeen signaalin sisältämä data korjataan mahdollisuuksien mukaan. Käytettäessä digitaalista signaalia on mahdollista hyödyntää moderneja virheenkoraustekniikoita kuten Reed-Solomon -algoritmia.

25

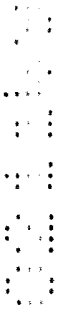
Virheenkorausalgoritmeilla pystytään korjaamaan rajallinen määrä virheitä, joten data täytyy vielä tarkastetaa virheiden varalta esimerkiksi käyttämällä tarkistussummia. Tällöin dataan on lisätty yksi tai useampia tarkistussummia joiden avulla pystytään tarkistamaan onko vastaanotettu data oikein. Tarkistussumman laskemiseen on olemassa useita algoritmeja.

30

Kanava voidaan myös ekvalisoida läheteessä olevan tunnetun opetusmerkkijonon avulla. Siirtokanavalle lasketaan siirtofunktio tunnetun merkkijonon ja vastaanotetun merkkijonon avulla ja signaalia korjataan tämän siirtofunktion perusteella. Kanavan

ekvalisointi ei ole keksinnölle välttämätön toimenpide, mutta se parantaa edelleen suorituskykyä.

5 Signaaliprosessori 14 lähettää datan edelleen edusta-prosessorin 15 palvelinprosessille, joka puolestaan välittää datan asiakasprosesseille paikallisverkon 16 välityksellä.



Patenttivaatimukset:

1. Sondijärjestelmä, joka käsittää

- 5           – ainakin yhden sondin (1), jossa on välineet paikannustiedon ja/tai säätiedon muodostamiseksi ja lähettämiseksi radioteitse eteenpäin,
- signaalin vastaanottoelimet (2, 3) sää- ja/tai paikannustiedon vastaanottamiseksi,
- vastaanotinvälineet (4) vastaanotettujen signaalien käsittelemiseksi, jotka käsittävät
- 10           – RF-elimet (11) vastaanotetun signaalin taajuuden alassekoittamiseksi näytteistettävälle välitaajuudelle,

**tunnettu** siitä, että vastaanotinvälineet (4) käsittävät

- 15           – näytteistysvälineet (12) näytteistyksen toteuttamiseksi välitaajuudella,
- yksi tai useampia digitaalisia sekoitusvälineitä (13) haluttujen taajuuskaistojen valitsemiseksi näytteistetyistä signaaleista, ja
- prosessointivälineet (14) haluttujen taajuuskaistojen käsittelemiseksi rinnakkaisesti.

20

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen sondijärjestelmä, **tunnettu** siitä, että järjestelmä käsittää jatkoprosessointivälineet (15, 16, 17) sää- ja paikannusinformaation esittämiseksi esimerkiksi PC-tietokoneympäristössä.

25 3. Sondijärjestelmän vastaanotin (4) paikka- ja/tai säätietojen vastaanottamiseksi radiosondeilta, joka vastaanotin (4) käsittää

- signaalin vastaanottoelimet (2, 3) sää- ja/tai paikannustiedon vastaanottamiseksi,
- välineet (4) vastaanotettujen signaalien käsittelemiseksi, jotka käsittävät
- 30           – RF-elimet (11) vastaanotetun signaalin alassekoittamiseksi näytteistettävälle välitaajuudelle,



**tunnettu** siitä, että vastaanotin (4) käsittää

- näytteistysvälineet (12) näytteistyksen toteuttamiseksi välitaajuudella,
- 5 – yksi tai useampia digitaalisia sekoitusvälineitä (13) haluttujen taajuuskaistojen valitsemiseksi näytteistetyistä signaalista ja
- prosessointivälineet (14) haluttujen taajuuskaistojen käsittelemiseksi rinnakkaisesti.

10 4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen sondijärjestelmän vastaanotin (4), **tunnettu** siitä, että vastaanotin (4) käsittää jatkoprosessointivälineet (15, 16, 17) sää- ja paikannusinformaation esittämiseksi esimerkiksi PC-tietokoneympäristössä.

15 5. Signaalinkäsittelymenetelmä sondijärjestelmän vastaanottimessa (4), jossa menetelmässä

- signaali vastaanotetaan sondista (1) vastaanottovälineillä (2, 3),
- lasketaan vastaanotetun signaalin taajuus näytteistettävälle välitaajuudelle,

20 **tunnettu** siitä, että

- näytteistys toteutetaan välitaajuudella,
- halutut taajuuskaistat valitaan näytteistetyistä signaalista, ja
- halutut taajuuskaistat prosessoidaan rinnakkaisesti.

25

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen signaalinkäsittelymenetelmä **tunnettu** siitä, että näytteistetty signaali (30) sekoitetaan alas digitaalisesti (31).

30 7. Patenttivaatimuksen 5 tai 6 mukainen signaalinkäsittelymenetelmä **tunnettu** siitä, että signaalille tehdään automaattinen taajuuden seuranta (32).

8. Patenttivaatimuksen 5 tai 6 tai 7 mukainen signaalinkäsittelymenetelmä **tunnettu** siitä, että signaalille tehdään kanavan ekvalisointi (34) siirtokanavan epäideaalisuuksien korjaamiseksi
- 5 9. Jonkin edellisen menetelmävaatimuksen signaalinkäsittelymenetelmä **tunnettu** siitä, että signaalille tehdään virheen korjaus (35) ja virheen tarkistus (36).

Patentkrav:

1. Sondsysteem, omfattande:

- åtminstone en sond (1) med organ för bildande av lokaliseringsinformation och/eller väderleksinformation och för vidareändning därav medelst radio,
- 5 - signalmottagningsorgan (2, 3) för mottagning av väderleks- och/eller lokaliseringsinformation,
- mottagningsdon (4) för behandling av de mottagna signalerna, vilka don omfattar
  - RF-organ (11) för nedblandning av den mottagna signalens frekvens en
  - 10 visualiserbar mellanfrekvens,

**kännetecknat** av att mottagningsdonen (4) omfattar

- visualiseringsorgan (12) för förverkligande av visualiseringen på mellanfrekvensen,
- ett eller flera digitala blandningsorgan (13) för val av önskade frekvensband från
- 15 den visualiserade signalen, och
- bearbetningsorgan (14) för en parallell behandling av de önskade frekvensbanden.

2. Sondsysteem enligt patentkrav 1, **kännetecknat** av att systemet omfattar vidarebehandlingsorgan (15, 16, 17) för presentation av väderleks- och lokaliseringsinformation t.ex. i en PC-miljö.

20

3. Sondsysteemsmottagare (4) för mottagning av plats- och/eller väderleksinformation från radiosonder, vilken mottagare (4) omfattar

- signalmottagningsorgan (2, 3) för mottagning av väderleks- och/eller lokaliseringsinformation,
- 25 - don (4) för behandling av de mottagna signalerna, vilka don omfattar

- RF-organ (11) för nedblandning av den mottagna signalen till en visualiserbar mellanfrekvens,

**kännetecknad** av att mottagaren (4) omfattar

- 5 - visualiseringsorgan (12) för förverkligande av visualiseringen på mellanfrekvensen,
- ett eller flera digitala blandningsorgan (13) för val av önskade frekvensband från den visualiserade signalen, och
- bearbetningsorgan (14) för en parallell behandling av de önskade frekvensbanden.

10 4. Sondsysteemsmottagare (4) enligt patentkrav 3, **kännetecknad** av att mottagaren (4) omfattar vidarebehandlingsorgan (15, 16, 17) för presentation av väderleks- och lokaliseringsinformation t.ex. i en PC-miljö.

5. Signalbehandlingsförfarande i en sonsysteemsmottagare (4), vid vilket förfarande

- 15 - signalen mottas från sonden (1) medelst mottagningsdon (2, 3),
- den mottagna signalens frekvens sänks till en visualiserbar mellanfrekvens,

**kännetecknat** av att

- visualiseringen förverkligas på mellanfrekvensen,
- önskade frekvensband väljs från den visualiserade signalen, och
- de önskade frekvensbanden behandlas parallellt.

20 6. Signalbehandlingsförfarande enligt patentkrav 5, **kännetecknat** av att den visualiserade signalen (30) nedblandas digitalt (31).

7. Signalbehandlingsförfarande enligt patentkrav 5 eller 6, **kännetecknat** av att för signalen genomförs en automatisk uppföljning (32) av frekvensen.

8. Signalbehandlingsförfarande enligt patentkrav 5 eller 6 eller 7, **kännetecknat** av att för signalen genomförs en kanalekvalisering (34) för korrigerig av transmissionskanalens oidealiteter.
9. Signalbehandlingsförfarande enligt något av de föregående förfarandekraven, **kännetecknat** av att för signalen genomförs en felkorrigerig (35) och en felkontroll (36).

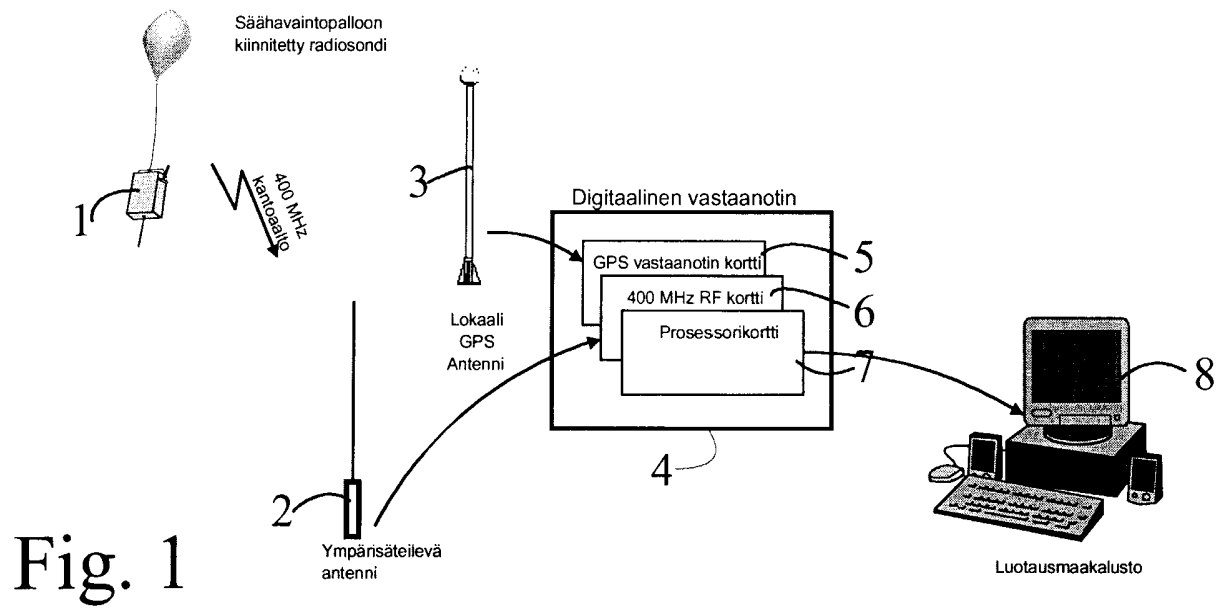
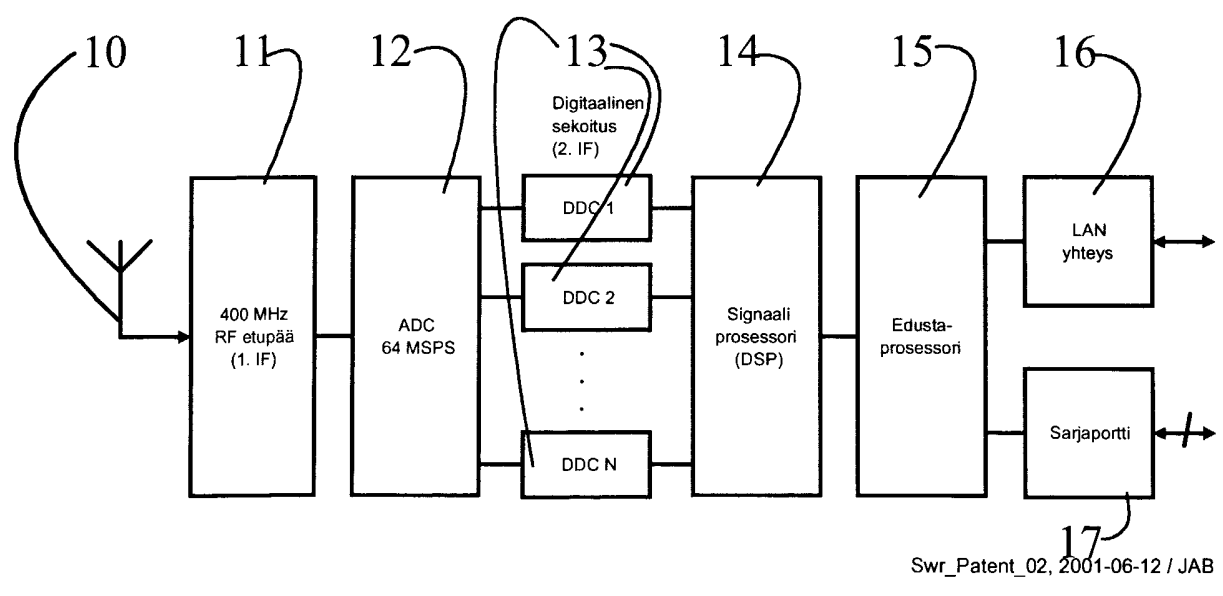


Fig. 1

SWR\_patent\_01.gif, 2002-02-01 / JAB



Swr\_Patent\_02, 2001-06-12 / JAB

Fig. 2

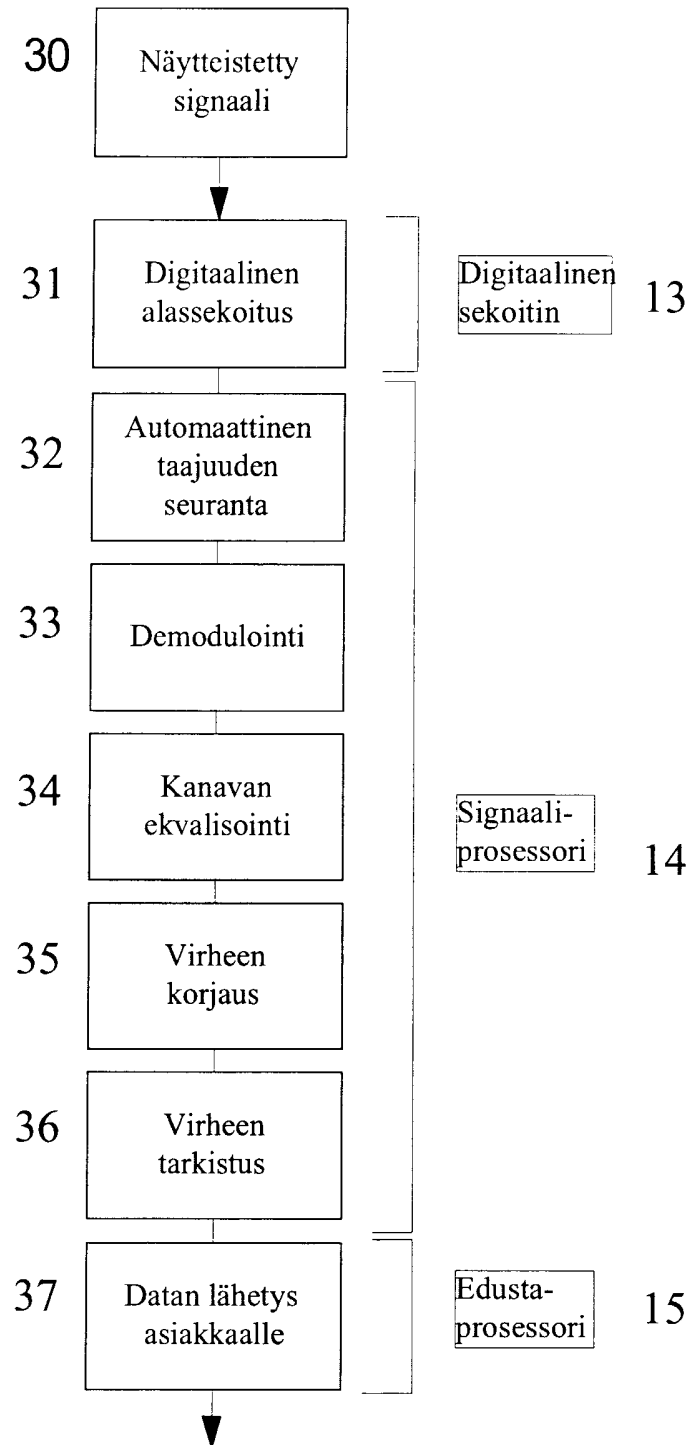


Fig. 3