

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) FI 940828 A7

**(12) JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE
PUBLIC**

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application **940828**

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
H04L 1/20

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **28.05.1993**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **22.02.1994**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **22.02.1994**

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date **13.06.2019**

(86) Kansainvälinen hakemus - **28.05.1993 PCT/SE1993/000476**
Internationell ansökan - International
application

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

23.06.1992 SE 9201923

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • Telefonaktiebolaget L M Ericsson, 126 25 Stockholm, SVERIGE, (SE)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • Minde, Tor Björn, Gammelstad, SVERIGE, (SE)

2 • Lundqvist, Nils Patrik, Ekerö, SVERIGE, (SE)

3 • Wahlberg, Ulf Torstensson, Sverige, SVERIGE, (SE)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kolster Oy Ab, Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention

Menetelmä ja järjestely kehyksen ilmaisemisen laadun estimointiin radi otietoliikennejärjestelmän vastaanottimessa

Metod jämte anordning att uppskatta kvaliteten vid ramfelsesdetektering i mottagaren hos ett radiokommunikationssystem

Menetelmä ja järjestely kehyksen ilmaisemisen laadun estimointiin radiotietoliikennejärjestelmän vastaanottimessa

Tekninen ala

5 Esillä oleva keksintö liittyy menetelmään, jonka avulla saadaan parantunut laadun estimointi ilmaistaessa informaatiokehyksiä, ja erityisesti kun ilmaistaan virheellisiä puhekehyksiä kanavan dekodauksen ja sitä seuraavan puhedekodauksen yhteydessä radiotietoliikennejärjestelmän vastaanottimessa, joka toimii esimerkiksi aikajakokilpavarauksella (niin kutsuttu TDMA). Keksinnön menetelmää voidaan kuitenkin käyttää myös taajuusjakoradiojärjestelmissä (FDMA). Keksintö liittyy myös radioasemalla olevaan järjestelyyn, joka käyttää menetelmää.

15 **Keksinnön taustaa**

 Radiojärjestelmässä, joka käyttää aikajakokilpavarauksia (esim. TDMA), datasanomat ja ohjaussanomat lähetetään purskeina tietyissä aikaraoissa ensioaseman (tukiasema) ja yhden tai useamman toisioaseman (liikkuvat) välillä.

20 Ensiö- ja toisioasemalla kummallakin on lähetin- ja vastaanotinpuoli. Lähetinpuoli sisältää puhekooderin, kanavakooderin ja modulaattorin. Vastaanotinpuoli sisältää vastaavat yksiköt, nimittäin demodulaattorin, kanavadekooderin ja puhedekooderin.

25 Puhe, joka tulee lähettää esimerkiksi toisioasemalta (liikkuva) tukiasemalle, puhekoodataan toisioaseman lähetyspuolella ja jaetaan puhekehyksiin ennen kanavakoodausta ja lähetystä purskemuodossa asianmukaisen varausmenetelmän (TDMA) mukaan.

30 Puhekoodatut signaalit voidaan esimerkiksi jakaa puhekehyksiin (jotka eivät ole samoja kuin TDMA-kehykset) koodatuin puhenäyttein ja lähettää annetun varausmenetelmän (TDMA) mukaan. Puhe esimerkiksi voidaan jakaa puhekehyksiin, joista kukin on 20 ms. Tämä antaa 160 näytettä

näytteistystaajuudella 8 kHz, mikä vuorostaan antaa 260 bittiä/puhekehykset puhekoodaustaajuudella 13 kbit/s.

Puhekehykset koodataan kanavakooderissa annetun koodin mukaan, joka voi olla lohkokoodi tai konvoluutio-
 5 koodi. Jotkut puhekehysten biteistä ovat herkempiä, t.s. ne kuljettavat tärkeämpää informaatiota, ja siten on tärkeämpää, että nämä bitit vastaanotetaan oikein.

Nämä herkemmat bitit voidaan suojata lisäämällä
 10 redundantteja pariteettibittejä kanavakooderissa. Näitä redundantteja bittejä voidaan käyttää bittivirheiden virheenilmaisuun ja/tai virheenkorjaukseen myöhemmin vastaanottimessa. Niin kutsuttu vastaanotetun sanoman, esim. puhekehysten, bittivirhetiheys (t.s. laatu) voidaan myös arvioida vastaanottimessa. Kun bittejä sisältävä kehys
 15 vastaanotetaan, kanavadekooderi käyttää redundantteja bittejä korjaamaan herkimmat bitit. Jos ei ole mahdollista korjata bittivirheitä, on välttämätön osoittaa, että puhekehysten (tai puhekehysten osan) koko bittisisältö on paha, t.s. virheellistä.

20 Kun puhetta dekoodataan vastaanottimessa (puhesynteesi), paha kehys voi saada aikaan suuresti huonontuneen puheen. Herkimmat tai altteimmat bitit kuuluvat sellaisille kehysparametreille kuin vahvistus ja spektrijakauma. Kun näitä parametrejä edustavissa biteissä tapahtuu virheitä, dekoodattua ja uloslähtevää puhetta vääristää voi-
 25 makkaasti paukahtava ääni ja häiritsevä kohina.

Yksi menetelmä subjektiivisen laadun parantamiseksi digitaalisessa solukkojärjestelmässä, jossa esimerkiksi häipyminen vääristää kokonaisen puhekehysten, on ryhtyä
 30 toimenpiteisiin, jolla vähennetään puheen vääristymistä. Eräs esimerkki tällaisesta toimenpiteestä on toistaa edellisen vastaanotetun virheettömän puhekehysten parametrit ja/tai antaa rajoituksia puhekehysparametreille.

35 Samaa tarkoitusta varten on myös tunnettua sijoittaa niin kutsuttu BFI (pahojen kehysten osoittaja) soluk-

koradiojärjestelmän GSM (liikkuvan tietoliikenteen yleis-
mailmallinen järjestelmä) kanavadekooderiin. Tämä antaa
vastaanotinpuolella puhedekooderiin binäärisignaalin muo-
dossa olevan osoituksen, joka ilmoittaa, onko kehysvirhe
5 sattunut vai ei.

Keksinnön yhteenveto

Jotta saavutettaisiin hyvät ominaisuudet mitä tulee
yllä mainittuihin tunnettuihin menetelmiin subjektiivisen
puheen laadun parantamiseksi, on välttämätöntä saada hyvä
10 ja tarkka estimointi vastaanotetun puhekehysdatan laadus-
ta. Esimerkiksi pahan kehysen osoittajan BFI:n, jota käy-
tetään GSM-järjestelmässä, antama virheosoitus on liian
karkea, koska BFI antaa ainoastaan loogisen "1":n virheet-
tömälle kehykselle ja loogisen "0":n pahalle eri virheel-
15 liselle kehykselle. Kehyksen ilmaiseminen, joka on enemmän
bittiherkkä, t.s. ilmaiseminen, joka osoittaa tarkemmin
kehysen ne osat, jotka sisältävät virheellisiä bittejä,
parantaisi suuresti puheen laatua. Tämän lisäksi BFI voi
itse olla virheellinen. Virheettömät kehykset, jotka tode-
20 taan virheellisiksi samoin kuin toteamattomat virheelliset
kehykset huonontavat mahdollisuuksia suorittaa virheen
korjaavia toimenpiteitä myöhemmässä puhedekoodausproses-
sissa (puhesynteesissä).

Edellä mainittu, aiemmin tunnettu virheen ilmai-
25 seva lohkokoodi edellyttää redundanttien bittien lisää-
mistä puheen databitteihin, mikä merkitsee, että bittiti-
heyttä tulee kasvattaa. Kun redundanttien bittien lukumää-
rä pienennetään, lohkokoodista tulee liian heikko antamaan
tydyttävä virheilmaisuus.

Muuan tunnettu menetelmä, johon esillä oleva mene-
30 telmä perustuu, sisältää niin kutsutun pehmeän informaa-
tion käytön kehysvirheen ilmaisemisprosessissa. Nämä arvot
ovat jo ilmaisemisprosessin käytettävissä, joten ylimää-
räisiä parametrejä tai bittejä, jotka voisivat vaikuttaa
35 bittitiheyteen, kuten lohkokodeja käytettäessä, ei lisä-

tä. Kuitenkaan pehmeän informaation yksinomainen käyttö virheenosoitusprosessissa, jollaisena se aiemmin tunnettiin, ei anna parannusta, joka saadaan lohkokoodoja käytettäessä. Pehmeän informaation ja bittivirheiden välinen korrelaatio ei useinkaan ole riittävän suuri vastaanotetuille kehyksille. Tämän lisäksi korrelaatio vaihtelee eri tyyppisten kanavien mukaan. Vastaanottimessa niin sanotusta Viterbi-dekooderista tuleva metriikka muodostaa esimerkin pehmeästä informaatiosta.

Esillä oleva keksintö liittyy radiovastaanottimessa menetelmään, jolla parannetaan laadun estimointia ilmais- taessa informaatio kehystä (puhetta tai dataa), käyttämäl- lä pehmeää informaatiota, joka käytettävissä vastaanot- timen signaalitiellä niin kutsutun neuraaliverkon yhtey- dessä, kun tarkoituksena on saada virheen osoitus, joka on parempi ja tarkempi kuin osoitus, jonka antaa esimerkiksi edellä mainittu pahan kehyksen osoittaja (BFI). Tällaiset neuraaliverkot ovat sinänsä tunnettuja, mutta tässä niitä sovelletaan radiovastaanottimessa antamaan vastaanotettu- jen informaatiokehysten (puhetta tai dataa) parempi laa- dun estimointi yksinkertaisella tavalla.

Ehdotettua menetelmää voidaan myös soveltaa anta- maan parempi laadun estimointi osista puhekehystä esimer- kiksi annetusta lohkoista tai osasta annettua lohkoa puhe- kehyksen sisällä.

Keksinnön menetelmällä ja keksinnön järjestelmällä on tunnusomaisia piirteitä, jotka esitetään seuraavissa vaatimuksissa.

Piirrosten lyhyt kuvaus

Keksintö kuvataan nyt yksityiskohtaisemmin viitaten oheisiin piirroksiin, joissa

kuvio 1 esittää puhekehysten konfiguraatiota;

kuvio 2 lohkokaavio, joka havainnollistaa radioase- man vastaanotinpuolta, jossa keksinnön menetelmää sovelle- taan;

kuvio 3 havainnollistaa yksityiskohtaisemmin yksinkertaistettua neuraaliverkkoa, jota käytetään kuviossa 2 esitetyllä vastaanotinpuolella; ja

5 kuvio 4 on lohkokaavio, joka havainnollistaa kuviossa 2 esitetyn kanssa saman kaltaisen radioaseman lähe-
tin-vastaanotinpuolta, jolla neuraaliverkkoa harjoitetaan.

Keksinnön parhaat toteuttamistavat

10 Kuvion 1 yläosassa on esitetty puhekehityksen konfiguraatio, joka sisältää alunperin 260 bittiä sen mukaisesti, mitä on määrätty GSM-suosituksessa, tätä kehystä käytettäessä havainnollistetussa toteutuksessa pelkästään esimerkin omaisesti.

15 Puhekehys on jaettu kolmeen lohkoon, joista kukin määrittelee yhden kolmesta eri luokasta. Yksi 50 bitin lohko nimetään luokaksi 1a, yksi 132 bitin lohko nimetään luokaksi 1b ja jäljelle jäävä 78 bitin lohko nimetään luokaksi 2. Nämä 260 bittiä saadaan puhekooderista ja muodostavat digitoidun puheen puhekoodauksen jälkeen. Seuraava tämän kaltainen puhekehys saadaan 20 ms jälkeen, mistä
20 saadaan nettobittitiheys 13 kbit/s.

25 Luokka 1a: bittien lohko (50 bittiä), jotka ovat kaikkein herkimpiä lähetysvirheelle ja jotka voivat aiheuttaa kaikkein vaikeimmat seuraukset mitä tulee lähetetyn ja dekodatun puheen ymmärrettävyyteen. Kun näistä biteistä löydetään virheitä, suuria osia välittömästi edeltäväs-
tä, oikeasta puhekehuksesta poistetaan (äänen siirto alas-
pään), kuten GSM-suosituksessa 06.11 kuvataan. Tämä virheen korjaus saadaan aikaan kolmen pariteettibitin avulla, jotka lisätään 50 databittiin ohjausbiteiksi.

30 Luokka 1b: bittien lohko (132 bittiä), jota ei suojata pariteettibiteillä. Neljä bittiä lisätään niin kutsutuiksi häntäbiteiksi. Nämä 132 databittiä eivät ole yhtä herkkiä kuin luokassa 1a olevat bitit, mitä tulee ymmärrettävyyteen lähetysbittivirheiden esiintyessä.

Konvoluutiokoodia käytetään luokan 1a, 1b lohkoihin sisältyvissä biteissä sekä kolmea pariteettibittiä ja neljää häntäbittiä.

5 Luokka 2: Nämä 78 bittiä ovat vähiteten alttiita bittejä, eikä niitä suojata ollenkaan ylimääräisillä biteillä, kuten luokan 1a ja 1b tapauksessa.

Nämä kolme puhekehyksessä olevaa lohkoa sisältävät siis $50 + 132 + 78 = 260$ bittiä ja lisäksi $3 + 4 = 7$ pariteettibittiä. 260 bitistä $53 + 136 = 189$ bittiä konvoluutiokoodataan tiheydellä $= 1/2$; t.s. bittejä lisätään edelleen.

10

Täten kanavakooderista tuleva puhekehys sisältää kaiken kaikkiaan $378 + 78 = 456$ koodattua bittiä, jotka voidaan limittää sijoittamista varten useisiin fyysisiin TDMA-kehyksiin tunnetulla tavalla.

15

Kuvio 2 on lohkokaavio, joka havainnollistaa aikajakokilpavarauks (esim. TDMA) radiovastaavaanottimen sitä osaa, johon keksinnön menetelmä kohdistuu, ja esittää myös esillä olevan keksinnön mukaisen järjestelyn.

20 Esimerkiksi liikkuvan puhelinalaitteen vastaanottimen antenni A vastaanottaa radiosignaaleja tietyllä radio-kanavalla. Tätä kanavaa pitkin lähetettävät signaalit (data/puhe -sanomat) saattavat voimakkaasti vääristyä, esimerkiksi häipymisen vuoksi siten, että TDMA-purskeet aiheuttavat voimakkaasti vääristyneen puhekehysten.

25

Demodulaatio tapahtuu radiovastaanottimeissa RM annetulla radiotaajuudella (GSM-järjestelmässä 865 - 935 MHz) tunnetulla tavalla siten, että saadaan kantakaistalle moduloitu signaali. Radiovastaanottimeen RM tulevien signaalien taso voidaan mitata ja ne on merkitty s_n kuviossa 2.

30

Kantakaistalle moduloitu signaali demoduloidaan demodulaattorissa DM IF-alueen sisällä, demodulaattorin sisältäessä myös tasaajan, jolla tunnetulla tavalla kompensoidaan tai korjataan monitie-eteneminen, jolle tuleva

35

signaali on altistunut lähetyksen aikana. Tässä suhteessa signaali voidaan tasata Viterbi-tasaajalla tunnetulla tavalla, esimerkiksi tavalla, joka on kuvattu patenttihakemuksessa SE 9 102 611-2.

5 Niin kutsuttu pehmeä informaatio saadaan demodulaattorissa DM olevasta tasaajasta, tämän pehmeän informaation ollessa käytettävissä ja merkittynä s_j kuviossa 2. Tämä pehmeä informaatio voi muodostua erityisesti informaatiosta, joka saadaan kantakaistasisignaalin ensimmäisestä
10 alustavasta tasauksesta WO-A 91/06165 :n mukaan.

Limityksenpoistaja DI on kytketty alavirtaan demodulaattori/tasaajasta DM ja palauttaa vastaanottimelle tarkoitettut aikajaetut purstit tunnetulla tavalla.

Kanavadekooderin tärkeimpänä tehtävänä on suorittaa
15 kanavakooderin lähetinpuolella suorittamalle toimenpiteelle vastakkainen toimenpide, t.s. palauttaa lähetetty informaatio tunnetuista redundanteista biteistä ja tunnetusta kanavakoodauksesta (esim konvoluutiokoodi). Kanavadekooderi KD saattaa myös estimoida bittivirheteriheyden
20 (BER), esimerkiksi dekoddaamalla vastaanotetut ja dekoddatut informaatiobitit ja vertaamalla lopputuloksia limityksen poistajasta DI saataviin bitteihin. Ero muodostaa bittivirheteriheyden mitan. Kanavadekooderi antaa myös mitan, kuin paha, eli virheellinen täysi puhekehys on, niin kutsutun pahan kehyksen osoittajan BFI. Kuten aiemmin mainittiin, tämä magnitudi määritellään GSM-suosituksessa 05.05. Täten kanavadekooderista KD voidaan palauttaa signaali s_b , joka om bittivirheteriheyden (BER) mitta vastaanotetussa demoduloidussa ja tasatussa radiosignaalissa, ja signaali
25 s_{CRC} , joka ilmaisee, onko virhe tapahtunut luokan la lohossa.

Dekoodatut puhekehykset toimitetaan kanavadekooderista KD puhedekooderiin TD tunnetulla tavalla, puhekehys puhekehykseltä missä vastaanotettujen puhekehysten täydellinen synteesi suoritetaan siten, että saadaan toimitettua
35

puhesignaalit toisioasemalla (liikkuva puhelinlaite) olevaan puheentoistoyksikköön H.

Ehdotetun keksinnön mukaan niin kutsuttu neuraaliverkko NT järjestetään toisioaseman vastaanotinpuoolelle, tämän verkon toimiessa puhekooderin TD kanssa tarkoituksena saada parempi ja tarkempi estimointi vastaanotettujen puhekehysten laadulle kuin mitä voidaan saada esimerkiksi edellä mainitulla kehyksen osoittajalla BFI.

Neuraaliverkko vastaanottaa yhden tai useamman pehmeiden arvojen parametreista s_a , s_j ja s_b , jotka saadaan vastaavasti radiovastaanotimesta RM, tasaaja demodulaattorista DM ja kanavadekooderista KD. Vaikkakaan ei ole esitetty, laskettua osoittajaa BFI voidaan käyttää syöttöarvona neuraaliverkolle NT.

Kuvio 3 esittää esimerkin neuraaliverkosta NT, jota voidaan käyttää vastaanotinpuoolella, joka esitettiin kuviossa 2. Tässä tapauksessa neuraaliverkolla on kolme tuloa v_1 , v_2 , v_3 . Kukin näistä kolmesta tulosta on kytketty summaajaan S11, S21 ja S31 ja kukin näistä summaajista vastaanottaa kytkennät jäljellä olevista tuloista.

Täten summaaja S11 vastaanottaa kytkennät tuloista v_2 ja v_3 sen lisäksi, että vastaanottaa kytkennän tulosta v_1 .

Vaikka ei olekaan esitetty, kussakin kytkennässä on kertoja, joka kertoo vastaavat tulosignaalit tekijällä $w_{k,j}^i$ seuraavan mukaisesti:

Indeksi i merkitsee neuraaliverkon kerroksia, joten ensimmäisessä kerroksessa ($i = 1$), tulosignaali v_1 kerrotaan tekijällä

w_{11}^1 ja tämä kerrottu signaali viedään summaajaan S11;
 w_{12}^1 ja tämä kerrottu signaali viedään summaajaan S12;
 w_{13}^1 ja tämä kerrottu signaali viedään summaajaan S13.

Vastaavasti tulosignaali v_2 kerrotaan tekijöillä w_{21}^1 , w_{22}^1 ja w_{23}^1

ennen kuin nämä signaalit viedään vastaaviin summaajiin S11, S21 ja S31.

Vastaavasti tulosignaali v_3 kerrotaan tekijöillä w_{31}^1 , w_{32}^1 ja w_{33}^1

5 ennen kuin nämä signaalit viedään vastaaviin summaajiin S11, S21 ja S31.

Rajoittimet L11, L21 ja L31 on kytketty vastaaviin summaajiin S11, S21, S31 vastaavien summaajien lähtösignaalien rajoittamiseksi.

10 Nämä rajoittimet ovat kätevästi muodoltaan epälineaarisia asteita, joilla on hyperboliset siirtofunktiot, esimerkiksi tanh -funktiot.

15 Kuviossa 3 esitetyllä neuraaliverkolla on kolme kerrosta, kolme solmukohtaa kahdessa ensimmäisessä kerroksessa ja yksi lähtösolmu. Luonnollisesti on mahdollista lisätä (tai vähentää) kerrosten ja solmukohtien lukumäärää ja käyttää useampaa kuin yhtä lähtöä verkosta.

20 Verkkoon voidaan valinnaisesti lisätä esiprosessointiyksiköt PP1-PP3 (katkolinjalohkot kuviossa 3). Esiprosessointiproseduuri voi käsittää alipäästäösuodatusta, normalisointia annetulle tasolle, keskiarvon muodostamista annetun bittivälin alapuolella olevien annettujen bittien lukumäärälle, varianttiestimointia ja näiden toimenpiteiden yhdistelmiä.

25 Tulot v_1-v_3 vastaanottavat esimerkiksi magnitudit s_m , s_j ja s_b kuvion 2 mukaisesti. Nämä kerrotaan vastaavilla tekijöillä $w_{k,j}^1$ yllä olevan mukaisesti ja summataan summaajissa S11-S31. Vastaavat summausarvot viedään sitten vastaavaan epälineaariseen rajoittimeen L11, L21 ja L31.

30 Lähtömagnitudit u_1 , u_2 ja u_3 vastaavista rajoittimista ovat sitten

$$u_1 = f[(v_1 \quad w_{11}^1 + v_2 \quad w_{21}^1 + v_3 \quad w_{31}^1) - b_1]$$

$$u_2 = f[(v_1 \quad w_{12}^1 + v_2 \quad w_{22}^1 + v_3 \quad w_{32}^1) - b_2]$$

$$u_3 = f[(v_1 \quad w_{13}^1 + v_2 \quad w_{23}^1 + v_3 \quad w_{33}^1) - b_3]$$

missä funktio f on kunkin epälineaarisen rajoittimen L11-L31 siirtofunktio (oletetaan samoiksi). Funktioksi voidaan esimerkiksi valita

$$f(x) = \tanh x$$

5 ja missä b_j^1 on vakio.

Kertominen, summaaminen ja epälineaarinen toimenpide ja magnitudien u_1 - u_3 rajoittaminen suoritetaan analogisella tavalla, näiden magnitudien muodostaessa nyt tulon neuraaliverkon toiselle kerrokselle.

10 Kuviossa 3 havainnollistettu yksinkertaistettu neuraaliverkko voidaan laajentaa mihin tahansa haluttuun lukumäärään tasoja m ja haluttuun lukumäärään solmukohtia n_m , kuten kuvataan julkaisussa R.P. Lippmann "An introduction to computing with neural nets", IEEE ASSP Magazine, huhtikuu 1987. Kuviossa 3 esitetyssä yksinkertaistetussa tapauksessa

$$m = 3$$

$$n_1 = 3$$

$$n_2 = 3$$

20 $n_3 = 1$

Ehdotettu neuraaliverkko mahdollistaa eri pehmeitten arvojen päätösalueitten raja-alueitten paremman erotamisen. Tämän suorittaminen on epälineaarinen ongelma, joka edellyttää epälineaarista ratkaisua ja koska neuraaliverkon päätösfunktiot (yksiköt S11, S21 ...) ovat epälineaarisia, tämä muodostaa sopivan ratkaisun ongelmalle.

Kuitenkin jotta kuviossa 3 esitetty neuraaliverkko voisi parantaa laatua, jolla kehysvirhe osoitetaan, verkko täytyy ensiksi harjoittaa, t.s. ensiksi on välttämätöntä määrittää parametrien $w_{k,j}^i$, b_k^i sopivat arvot, joita siten käytetään neuraaliverkossa signaalien vastaanottamiseen virtuaalisesta radiokanavasta.

35 Kuvio 4 on lohkokaavio radioaseman, esimerkiksi liikkuva puhelinlaite, lähettävästä ja vastaanottavasta puolesta, ja havainnollistaa, kuinka neuraaliverkon suun-

taus saadaan aikaan. Esimerkinomaisesti oletetaan, että radioasema lähettää ja vastaanottaa aikamultipleksattuja signaaleja kilpavarauksella (TDMA), vaikka neuraaliverkkoa voidaan soveltaa myös järjestelmässä, jossa koodattuja aikamultipleksattuja signaaleja, niin kutsuttuja CDMA-signaaleja, lähetetään/vastaanotetaan kilpavarauksella.

Lähetinpuoli sisältää puhekooderin TK, kanavakooderin KK, lohkon MD, joka sisältää kantakaistamodulaattorin ja TDMA-limittäjän, ja myös radiolähttimen RS, joka lähettää radiosignaalin (900 MHz-kaista GSM:lle) radioaseman antenniin. Kaikki edellä mainitut yksiköt ovat alalla tunnettuja.

Havainnollistetussa tapauksessa radiolähttimen RS lähtö on kytketty simulaattoriin CH, joka simuloi radiokanavaa häipymisen, aikadispersion, vaimentumisen j.n.e. osalta.

Radioaseman vastaanotinpuoli sisältää yksiköt, jotka aiemmin kuvattiin kuvion 2 yhteydessä, nimittäin radiovastaanottimen RM, demodulaattorin tasaimineen ja limityksen poistajineen, merkitty DMI, kanavadekooderin KD ja puhedekooderin TD. Kaikki nämä yksiköt ovat tunnettuja, eikä niitä tarvitse kuvata tässä yksityiskohtaisesti. Yksiköt, jotka sisältyvät kuviossa 4 esitettyyn lohkokaavioon ja toimivat neuraaliverkon NT suuntaamiseksi, ovat komparaattori JF, eronmuodostaja (summaaaja) S ja laskeva yksikkö SP.

Komparaattorin JF yksi tulo on kytketty puhekooderin TK lähtöön, jonka kautta haluttu puhesignaali saadaan. Toinen tulo on kytketty vastaanotinpuolella puhekooderin tuloon, jossa esiinty puhesignaali, jota häirittiin radiokanavalla CH, mutta joka ainakin osittain korjattiin vastaanottimessa. Nämä kaksi komparaattorin tuloihin toimitettavaa signaalia esiintyvät puhekehysten muodossa (kuvio 1).

Komparaattorin JF lähtösignaali s_f edustaa BFI-arvoa, joka on ominainen käytettävälle lähetin-vastaanottimelle ja joka on BFI-arvo, jota voidaan odottaa, kun käytetään yhtä sen tyyppistä radioasemaa virtuaalikanavan tapauksessa. Tätä BFI-arvoa parannetaan neuraaliverkon avulla.

Neuraaliverkko NT kytketään sen vuoksi kuviossa 3 esitetyllä tavalla, sen kolme tuloa kytkettäessä aikaisemmin kuvion 2 yhteydessä kuvatulla tavalla, ja sen lähtö s_n kytkettäessä tuloon eronmuodostajassa S, jonka toinen tulo vastaanottaa lähtösignaalin s_f . Tämä lähtösignaali muodostaa täten eron a) signaalin s_f , joka osoittaa kehysvirheen arvon, joka saatiin käyttämättä neuraaliverkko ja joka siten käsittää todellisen arvon, ja b) signaalin s_n , joka ilmaisee haluttua kehysvirhesoituksen parantunutta laatu-arvoa, t.s. asetuspiste- tai ohjausarvoa, välillä.

Signaalien s_f ja s_n välinen erotus tuottaa erosignaalin e , joka viedään laskevaan yksikköön SP. Tämä yksikkö laskee parametrien $w_{k,j}^i$ ja b_k^i arvot eri laskentavaiheissa asianomaisen eron e funktiona ja edellisissä laskentavaiheissa laskettuista parametreista $w_{ij,k}$ ja b_{ik} ja erosta e riippuen, kuten kuvattu edellä mainitussa viitteessä Lippmann (katso erityisesti sivu 17).

Edellä mainittu neuraaliverkon suuntaaminen voidaan saada aikaan yhdessä vastaavien paikallaan pysyvien yksiköiden virityksen yhteydessä ja se voi olla verrattain monimutkainen proseduuri, joka vie jonkin verran aikaa suorittaa. Neuraaliverkko on kuitenkin sinänsä verrattain yksinkertainen eikä aiheuta vastaanotinpulella tarpeetonta vaikeutta käytännössä, kun neuraaliverkon harjoittaminen on suoritettu.

Ehdotettu menetelmä ei pysty korjaamaan virheitä puhekehyksissä ja eikä se myöskään pysty suoraan parantamaan vastaanottimessa suoritettavaa virheenkorjausta. Menetelmä kuitenkin mahdollistaa virheen vapaamman esille

tulon puhekehyksiä vastaanotettaessa, kuin mitä esimerkiksi tunnettu BFI, ja toimii tällöin syöttäen parempaa virheinformaatiota virheen korjaaviin yksiköihin, pääsääntöisesti puhedekooderiin, mistä seuraa parempi puheen laatu.

Patenttivaatimukset:

1. Radiotietoliikennejärjestelmässä, jossa radio-
 5 signaaleja lähetetään ensiöaseman ja yhden tai useamman
 toisioaseman (MS) välillä annetun varausmenetelmän (TDMA)
 mukaan, menetelmä, jolla estimoidaan asianomaisen varaus-
 menetelmän (TDMA) mukaan lähetetyn informaatiokehysten
 laatua, jotta saataisiin parempi estimaatio mahdollisesta
 10 kehysvirheestä, kun dekodataan ainakin osa informaatio-
 kehyksestä ilmaisemisen ja virheen ilmaisevan ja/tai vir-
 heen korjaavan koodin mukaan tapahtuneen korjaamisen jäl-
 keen, t u n n e t t u siitä, että pehmeä informaatio pa-
 lautetaan muodoltaan joukkona signaaliarvoja radiosig-
 15 naalista, joka tulee ensiö- tai toisioaseman vastaanotin-
 puolelle ja jota prosessoidaan tiettyjen vastaanotinastei-
 den jälkeen, ja siitä, että

a) kerrotaan kukin palautetuista signaaliarvoista
 ennalta määrätyillä kertoimilla ($w_{j,k}$);

20 b) summataan kaikki palautetut ja a):n mukaan ker-
 rotut signaaliarvot toisiinsa annetun lukumäärän n sum-
 mausarvoja saamiseksi;

c) suoritetaan epälineaarinen toimenpide (L_{11} - L_{1n} ,
 L_{21} - L_{2n} , ...) kullekin b):n mukaan saadulle summausarvolle,
 25 jolloin saadaan sama lukumäärä n uusia arvoja; ja

d) ilmaistaan ainakin yksi näin saaduista arvoista
 lukuna, jotta saataisiin laadulle mitta.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä,
 t u n n e t t u siitä, että vaiheet a)-c) toistetaan an-
 30 netun lukumäärän m ($m > 1$) kertaa ennen kuin suoritetaan
 d):n mukainen lukuna ilmaiseminen.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä,
 t u n n e t t u siitä, että vaihdellaan summausarvojen
 lukumäärää n siitä, kuin vaiheet a) - c) on suoritettu
 35 kerran, siihen kuin kaikki vaiheet on jälleen suoritettu.

4. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ennalta määrätyt vakiot (b_k^i) vähennetään kustakin näistä arvoista vaiheen c) yhteydessä.

5 5. Minkä tahansa edeltävän patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että yhdistetään laadun mitta (S_{CRC}), joka saadaan lukuna ilmaisemisen jälkeen) saman laadun mittaukseen (s_n) mitattuna radiovastaanottimessa samalla tavoin.

10 6. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että yhdistetään lukuna ilmaistu laadun mittaus saman laadun mittauksen kanssa laskettuna vastaanotinpuoolella binäärin "OR"-funktion mukaan.

15 7. Minkä tahansa edeltävän patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että määritetään pehmeä informaatio yhdestä tai useammasta bittivirhetihedestä (BER) estimoituna vastaanotinpuolet dekodausmatriisilla, demodulaattorin lähtösignaalin signaalin voimakkuudesta, estimoidusta vaihevirrheestä demodulaattorissa, tulevan radiosignaalin tasosta ja CRC-lipuista.

20 8. Järjestely radioasemalla, joka sisältyy radiotietoliikennejärjestelmään, joka sisältää ensimmäisen radioyksikön (RM), joka tuottaa mitan vastaanottoon tulevan radiosignaalin tasosta, toisen radioyksikön (DM), joka tuottaa mitan tasauksen asteesta demoduloidessaan ensimmäisestä radioyksiköstä toimitettua signaalia, ja kolmannen radioyksikön (KD), joka tuottaa mitan toisesta radioyksiköstä toimitetun signaalin vastaanottolaadusta, t u n n e t t u siitä, että neuraaliverkolla (NT) on ainakin kaksi kerrosta ($m = 2$) ja ainakin kaksi solmukohtaa ($n_m = 2$), missä neuraaliverkon (NT) kaksi tuloa, jotka kuuluvat ainakin kahteen solmukohtaan, on tarkoitettu vastaanottamaan mitta ainakin kahdesta radioyksiköstä ja toimittamaan lähtösignaali neljanteen radioyksikköön (TD)

25

30

35

radiovastaanottimen vastaanottavalla puolella, neljännän radioyksikön toimiessa ilmaisten tämä lähtösignaali lukuna tarkoituksena parantaa toimintaa.

Patentkrav:

1. I ett radiokommunikationssystem, i vilket radio-
 5 signaler sänds mellan en primärstation och en eller flera
 sekundärstationer (MS) i överensstämmelse med en given åtkomstmetod (TDMA), ett förfarande för estimering av kvaliteten hos en informationsmatris sänd i överensstämmelse
 10 med ifrågavarande åtkomstmetod (TDMA) för åstadkommande av
 bättre estimering med hänsyn till ett eventuellt matrisfel
 vid dekodning av åtminstone en del av informationsmatrisen
 efter detektering och korrigering i överensstämmelse med
 en feldetekterings- och/eller felkorrigeringskod, k ä n n
 e t e c k n a t därav, att mjuk information återställs i
 15 form av ett antal signalvärden ur radiosignalen, som inkommer till mottagarsidan i en primär- eller sekundärstation och processeras efter vissa mottagarsteg, och av, att
 - a) varje återställt signalvärde multipliceras med förutbestämda koefficienter ($W_{j,k}$);
 - 20 b) alla återställda och enligt a) multiplicerade signalvärden summeras med varandra, för att ge ett givet antal n summeringsvärden;
 - c) en olineär operation (L_{11} - L_{1n} , L_{21} - L_{2n} , ...) utförs på varje enligt b) erhållna summeringsvärde, varvid
 25 samma antal n av nya värden, erhålls; och
 - d) åtminstone ett av de sålunda erhållna värdena evalueras för erhållande av ett mått på nämnda kvalitet.
2. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e -
 t e c k n a t därav, att stegen a) - c) upprepas ett givet
 30 antal m ($m > 1$) gånger innan evalueringen enligt d) utförs.
3. Förfarande enligt patentkrav 2, k ä n n e -
 t e c k n a t därav, att nämnda antal n av summeringsvärden varierar från det att stegen a) - c) har utförts en
 35 gång, tills alla steg återigen har utförts.

4. Förfarande enligt patentkrav 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t därav, att förutbestämda konstanter (b_k^i) subtraheras från alla dessa värden i samband med steg c).

5 5. Förfarande enligt något av föregående patentkrav, k ä n n e t e c k n a t därav, att måttet på kvalitet (S_{CRC}), som erhållits efter nämnda evaluering, kombineras med ett kvalitetsmått (s_n) för samma kvalitet mätt på samma sätt i radiomottagaren.

10 6. Förfarande enligt patentkrav 4, k ä n n e t e c k n a t därav, att nämnda evaluerade kvalitetsmätning kombineras med samma, på mottagarsidan kalkylerade kvalitetsmätning, enligt en binär "OR"-funktion.

15 7. Förfarande enligt något av föregående patentkrav, k ä n n e t e c k n a t därav, att den mjuka informationen bestäms från en eller flera, bitfelsfrekvenser (BER) estimerade med dekodningsmatrisen på mottagarsidan, signalstyrkan i demodulatorutsugnal, estimerat fasfel i demodulatorn, nivån i den inkommande radiosignalen och
20 CRC-flaggorna.

8. Arrangemang i en radiostation inkluderad i ett radiokommunikationssystem, som inkluderar en första radioenhet (RM) producerande ett mått på nivån i den till mottagaren inkommande radiosignalen, en andra radioenhet (DM) producerande ett mått på graden av utjämning vid demodulering av radiosignalen från den första radioenheten, och en
25 tredje radioenhet (KC) producerande ett mått på mottagningskvaliteten i den av den andra radioenheten avgivna signalen, k ä n n e t e c k n a t därav, att ett neuralnät (NT) har åtminstone två skikt ($m=2$) och åtminstone två
30 noder ($n_m=2$), varvid neuralnätets (NT) två till nämnda åtminstone två noder hörande ingångar är avsedda att motta nämnda, mått från åtminstone två av radioenheterna och avge en utsignal till en fjärde radioenhet (TD) på radiostationens mottagningssida, varvid den fjärde radioenheten
35 fungerar för evaluering av denna utsignal i avsikt att förbättra funktionen.

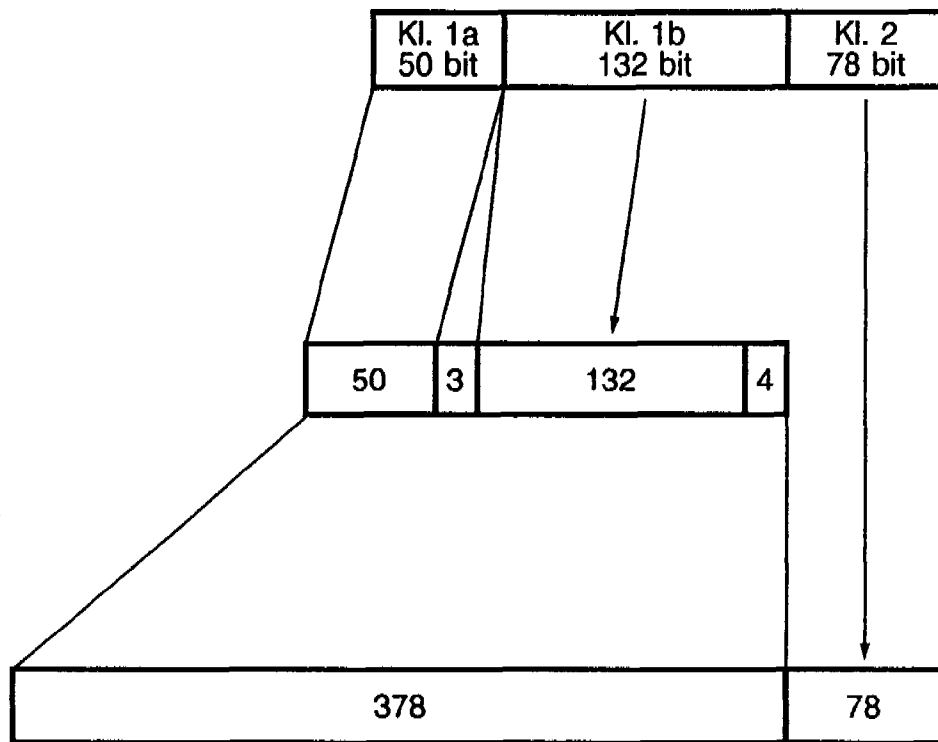


Fig. 1

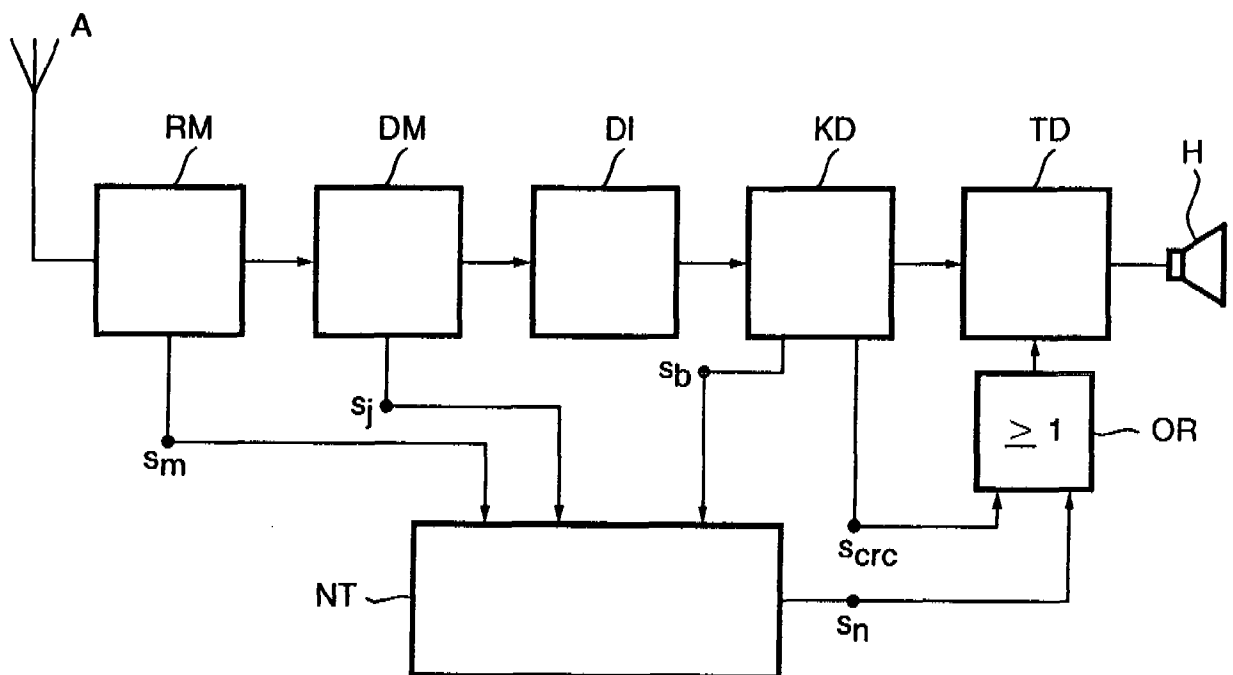


Fig. 2

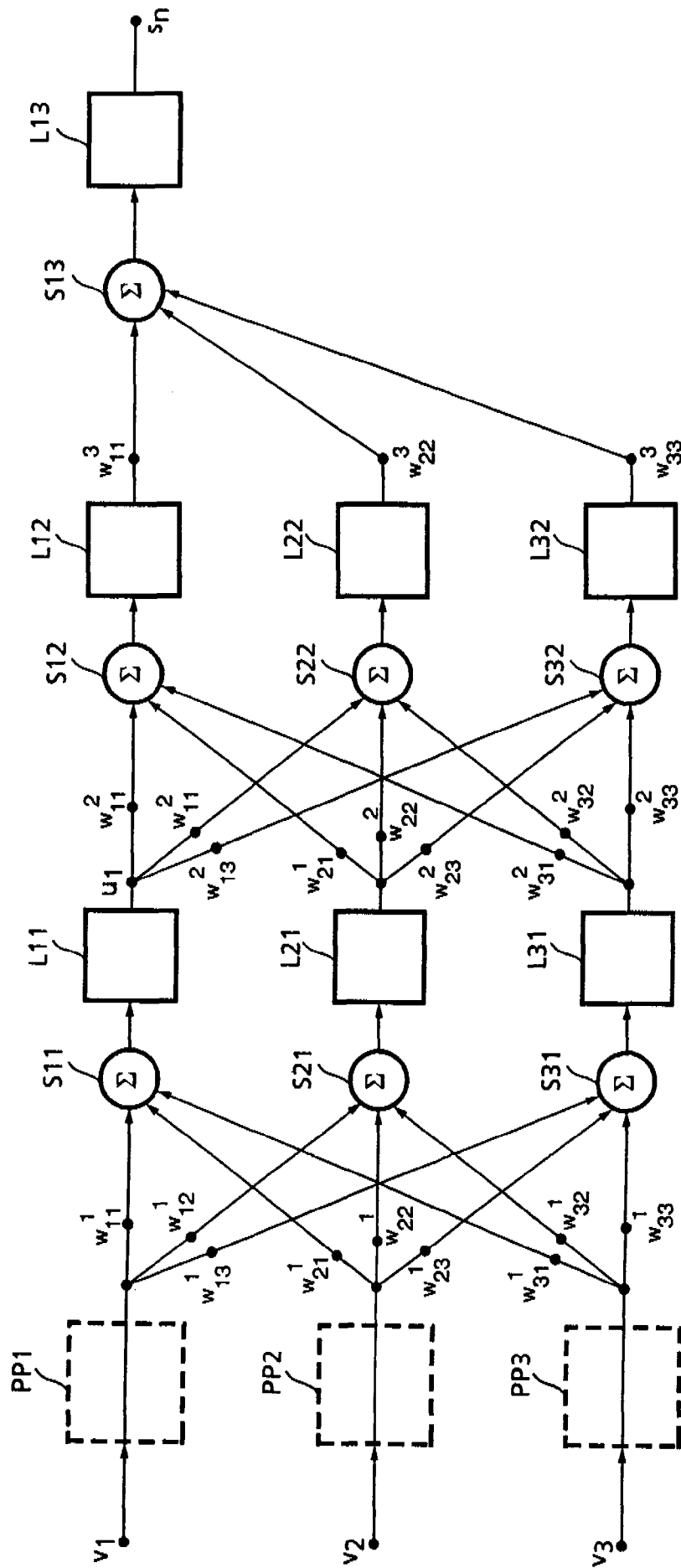


Fig. 3

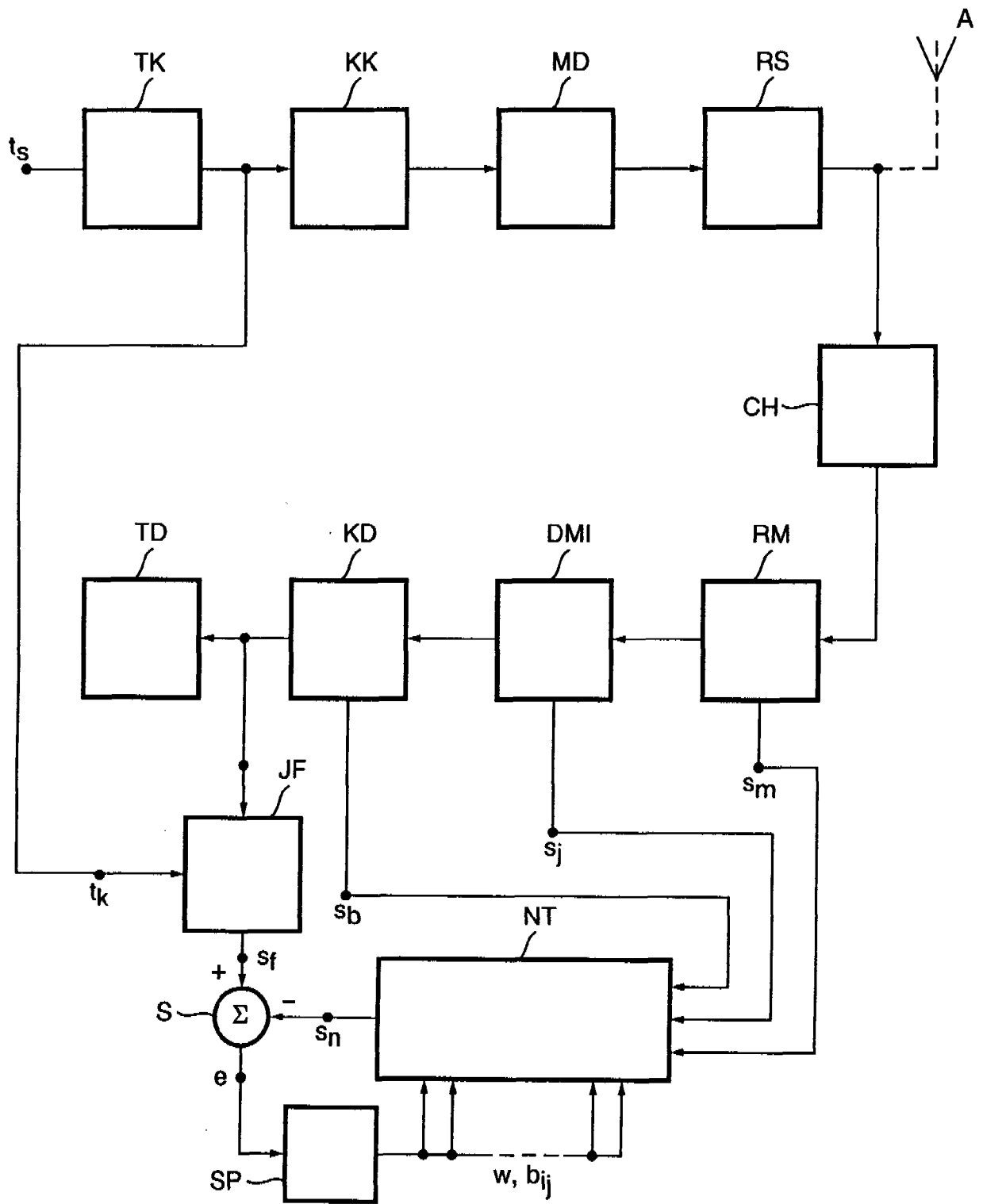


Fig. 4