

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 953707 A7**

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

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application **953707**

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

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **01.12.1994**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **03.08.1995**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **03.08.1995**

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

(86) Kansainvälinen hakemus - **01.12.1994 PCT/SE1994/001157**
Internationell ansökan - International
application

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

07.12.1993 US 162605

(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 • Mustel, Peter Alexander, Sverige, SVERIGE, (SE)

3 • Nilsson, Hans Bertil, Sverige, SVERIGE, (SE)

4 • Lagerqvist, Tomas Georg, Sverige, SVERIGE, (SE)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kolster Oy Ab, Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

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

Pehmeä virheenkorjaus TDMA-radiojärjestelmässä

Mjuk felkorrigering i ett TDMA-radiosystem

Pehmeä virheenkorjaus TDMA-radiojärjestelmässä

Keksinnön ala

5 Keksintö liittyy yleisesti puhedatan virheiden piilotukseen radiojärjestelmässä ja erityisesti menetelmään virheellisen puhekehysdatan parantamiseksi TDMA-solukkopuhelinjärjestelmässä.

Keksinnön tausta

10 Aikajakomonipääsyä (esim. TDMA, Time Division Multiple Access) käyttävässä radiojärjestelmässä data- ja ohjaussanomat lähetetään purskeina tietyissä aikaväleissä tukiaseman ja yhden tai useamman matkaviestimen välillä. Tukiasemalla ja matkaviestimellä kummallakin on lähetinpuoli ja vastaanotinpuoli. Lähetinpuoli sisältää puhekooderin, kanavakooderin ja modulaattorin. Vastaanotinpuoli
15 sisältää vastaavat yksiköt, nimittäin demodulaattorin, kanavadekooderin ja puhedekooderin.

 Matkaviestimeltä tukiasemalle lähetettävä puhepuhekoodataan matkaviestimen lähetinpuolella ja se jaetaan
20 puhekehysiin ennen kanavakoodausta ja lähetystä purskeiden muodossa, käytetyn pääsymenetelmän (TDMA) mukaisesti. Tällaisissa lähetysjärjestelmissä, joissa näitä tekniikoita käytetään, äänisignaali koodataan ensin digitaalseksi dataksi yleensä kehysittäin, esimerkiksi 20 ms:n kehysväleillä, mikä vastaa 160 näytettä 8 kHz:n näytteistystaajuudella. Seuraavaksi digitaalinen äänidata kanavakoodataan ja lähetetään kanavan kautta. Vastaanotinpuolella demoduloitu data kanavadekoodataan ja korjataan, jos se on vääristynyt. Lopuksi vastaanotettu data johdetaan puhedekooderille, joka palauttaa puheen äänidatasta. Jos vastaanotettu äänidata on virheellinen, puheento vääristyy.
30

 Tällaisten järjestelmien suorituskyvyn parantamiseksi käytettyjä menetelmiä kutsutaan yleensä virheenpiilotusalgoritmeiksi (error concealment algorithm) tai huo-
35 non kehysten naamiointitekniikoiksi (bad frame masking

technique). Virheenpiilottusmenetelmät yleensä käsittelevät puhedekooderille johdettua äänidataa pienentääkseen lähetysvirheiden vaikutusta vastaanotettuun dataan. Ol-
 5 lakseen tehokkaita nämä tekniikat ovat suuresti riippu-
 vaisia tarkasta laadun mittauksesta. Toimiin ryhdytään
 vain, jos virheen syntyminen havaitaan. Virheenpiilottus-
 algoritmin muu syöte kuin äänidata on tietoa datan "laa-
 dusta".

Yleisesti tunnetaan ns. huonon kehyksen osoittimen
 10 (Bad Frame Indicator, BFI) liittäminen kanavadekooderiin
 useissa solukkoradiojärjestelmissä, kuten GSM tai ADC
 (American Digital Cellular system). Tämä antaa vastaan-
 otinpuolen puhedekooderille binäärisignaalin muodossa
 osoituksen siitä, onko kehysvirhettä esiintynyt vai ei.

15 Tähän hakemukseen viittauksena sisältyvä, 23.6.1993
 jätetty US-patenttihakemus nro 08/079 865, "A Method and
 an Arrangement for Frame Detection Quality Estimation in
 the Receiver of a Radio Communication System", esittää
 laadun arviointimenetelmän, joka on parannus tekniikan ta-
 20 son mukaiseen BFI-osoitukseen. Rinnakkaisen hakemuksen
 menetelmää voidaan käyttää joko GSM- tai ADC-järjestelmis-
 sä, mutta menetelmä kuvataan GSM-järjestelmän yhteydessä.
 Rinnakkaisen hakemuksen menetelmä parantaa laadun arvioin-
 tia tietokehyksiä (puhe tai data) ilmaistaessa käyttämällä
 25 vastaanottimen signaalitiellä käytettävissä olevaa pehmeää
 tietoa ns. hermoverkon (neural net) yhteydessä, jolloin
 tarkoituksena on tuottaa parempi ja tarkempi virheen osoi-
 tus kuin esimerkiksi se, jonka yllä mainittu BFI tuottaa.
 Tällaisia hermoverkkoja tunnetaan sinänsä, mutta niitä
 30 sovelletaan radiovastaanottimessa tuottamaan vastaanotet-
 tujen tietokehysten (puhe tai data) parempaa laadun ar-
 viointia yksinkertaisella tavalla. Rinnakkaisen hakemuksen
 menetelmää voidaan myös soveltaa puhekehysten osien, esi-
 merkiksi tietyn puhekehysten lohkon tai lohkon osan laadun
 35 arvioinnin parantamiseksi.

Pohjois-Amerikan digitaalisessa solukkojärjestelmässä, joka perustuu Electronic Industries Associationin väliaikaiseen standardiin 54 (EIA IS-54), suositellaan virheenpiilotusalgoritmia. Virheellisen puhedatakehysten ilmaisemiseen käytetty laadun mittari on CRC-lippu. Ellei virheitä ilmaista, vastaanotettu äänidatakehys johdetaan puhedekooderille. Jos CRC-lippu ilmaisee virheen suoja-
 5 tuimmissa la-luokan biteissä, edellisen puhekehysten energia- ja spektriparametrit toistetaan ja johdetaan puhedekooderille. Muut dekodatut kehysten bitit johdetaan puhe-
 10 dekodooderille muuttamattomina.

EIA IS-54:n ehdotetussa virheenpiilotusalgoritmis-
 sa sekä ilmaisu- että naamiointitekniikat perustuvat ko-
 viin toimenpiteisiin. Kun CRC havaitsee virheen, käyte-
 15 tään edellistä hyväksyttyä kehystä tai kun CRC-virhettä ei havaita, käytetään nykyistä kehystä. Ei kuitenkaan ole välttämättä totta, että optimaalisin ratkaisu olisi käyt-
 tää (1) muuttamatonta nykyistä kehystä, jos CRC arvostel-
 laan "hyväksi" tai (2) edellistä kehystä, jos CRC-virhe on
 20 ilmaistu.

CRC-tarkastus on kova päätös, joka perustuu muuta-
 maan bittiin (herkimpiin la-luokan bitteihin) eikä se il-
 maise virhettä muissa biteissä. On myös mahdollista, että
 CRC ilmaisee virheitä, jotka ovat vain CRC-biteissä tai ei
 25 ilmaise virheitä, vaikka niitä on herkimmissäkin biteissä. On myös mahdollisuus, että demoduloidaan toista, vahvempaa signaalia. Jos se demoduloidaan oikein, CRC-virheitä ei ilmaista. Tässä tapauksessa mahdollisesti ilmaistu CRC-
 virhe osoittaa virhettä tässä toisessa, vahvemmassa
 30 signaalissa.

Koska EIA IS-54:n virheenpiilotustekniikka on kova
 päätös, joka perustuu CRC-tarkastuksen on/ei-päätökseen,
 toimenpiteet eivät vastaa virheiden todennäköisyyttä eri
 parametreissa. Ei ole mahdollista tarkemmin ilmaista ja
 35 naamioida parametrivirheitä eikä määrittää toimintaa eri

parametrejä varten. Pehmeämpää sekoitusta hyvän edellisen kehyksen ja mahdollisesti virheellisen nykyisen kehyksen välillä ei voida toteuttaa helposti ja tehokkaasti.

Käyttämällä pehmeää virheenpiilotustekniikkaa parannetaan puheen laatua. Havaittu puheen laatu kohoa, jos
5 käytetään pehmeää sekoitusta edellisen ja nykyisen parametrijoukon välillä. Tämänäyttöinen huonon kehyksen naamiointi vaatii pehmeämpää virheen ilmaisuja ja laadun mittausta. Palautetun puheen laatu paranee myös, jos naamiointin määrä vastaa virheen todennäköisyyttä koko parametrijoukolle tai yksittäiselle parametrille. Yleinen
10 ongelma on löytää pehmeä naamiointimenetelmä, joka käyttää tehokkaasti pehmeää laadun mittausta.

Keksinnön yhteenveto

Keksintö liittyy menetelmään, joka käyttää parametrien interpolointia havaittua puheen laatua parantaakseen virheellisten äänidatakehysten kohdalla TDMA-järjestelmässä. Interpoloinnin määrää ohjaa laadun mittaus, joka vastaa virheen todennäköisyyttä. Interpolointi suoritetaan
15 edellisten kehysten parametrien ja juuri vastaanotetun kehyksen välillä. Suuremmilla pehmeän laatumittauksen arvioimilla virhetodennäköisyyksillä annetaan enemmän huomiota (painoa) edellisen kehyksen parametreille.

Kuvioluettelo

25 Kuvio 1 on puhekehyksen koostumusta havainnollistava kaavio;

Kuvio 2 on radiovastaanottimen lohkokaaavio;

Kuvio 3 on keksinnön toiminnan selostamisessa hyödyllinen kaavio;

30 Kuvio 4 on tilakoneen lohkokaaavio; ja

Kuvio 5 on keksinnön toiminnan selittämässä hyödyllinen kaavio.

Keksinnön yksityiskohtainen selostus

35 Kuvion 1 yläreunassa näytetään puhekehyksen koostumus, joka sisältää alunperin 260 bittiä GSM-suosituksen

mukaisesti, joskin tätä puhekehystä käytetään kuvatussa suoritusmuodossa vain esimerkin vuoksi, koska keksintö soveltuu muihinkin järjestelmiin, esimerkiksi ADC (American Digital Cellular) -järjestelmään.

5 Puhekehys jakaantuu kolmeen lohkoon, joista kukin määrittelee yhden kolmesta luokasta. Yksi 50 bitin lohko osoitetaan luokalle 1a, yksi 132 bitin lohko osoitetaan luokalle 1b ja viimeinen 78 bitin lohko osoitetaan luokalle 2. 260 bittiä tulevat puhekooderilta ja muodostavat
10 digitoidun puheen puhekoodauksen jälkeen. Toinen tällainen puhekehys on käytettävissä 20 ms:n kuluttua, mikä johtaa nettobittitaajuuteen 13 kbit/s.

Luokka 1a: niiden 50 bitin lohko, jotka ovat herkimpiä lähetysvirheille ja jotka voivat aiheuttaa vakavimpia seurauksia lähetyn ja dekodatun puheen tajuttavuudelle. Löydettyäessä virheitä näistä biteistä toistetaan (downtoning) suuria osia välittömästi edeltävästä, virheettömästä puhekehuksesta, niin kuin GSM-suosituksessa 06.11 selostetaan. Tämä virheen ilmaisu tapahtuu kolmen pariteettibitin avulla, jotka lisätään 50 databittiin ohjausbiteiksi.

Luokka 1b: niiden 132 bitin lohko, joita ei suojata pariteettibiteillä. Neljä bittiä lisätään ns. häntäbitteinä. Nämä 132 databittiä eivät ole tajuttavuuden suhteen yhtä herkkiä esiintyvälle lähetysbittivirheille kuin lohkon 1a bitit.

Konvoluutiokoodia käytetään luokkien 1a ja 1b lohkojen bitteihin, kolmeen pariteettibittiin ja neljään häntäbittiin.

30 Luokka 2: nämä 78 bittiä ovat vähiten alttiita bittejä eikä niitä suojata lainkaan lisäbiteillä, toisin kuin luokkien 1a ja 1b tapauksessa.

Nämä kolme puhekehysten lohkoa siis sisältävät
50 + 132 + 78 = 260 bittiä kolmen pariteetti- ja neljän häntäbitin lisäksi. 267:stä (260 + 7) bitistä 53 + 136 =
35

189 bittiä on konvoluutiokoodattu suhteella $= 1/2$, ts. lisätään toiset 189 bittiä.

5 Kanavakooderin puhekehys sisältää siis yhteensä $378 + 78 = 456$ koodattua bittiä, jotka voidaan lomittaa joukoksi fyysisiä TDMA-kehysiksi tunnetulla tavalla.

Kuvio 2 on lohkokaavio, joka kuvaa sitä osaa aikajakomonipääsyisestä (esim. TDMA) radiovastaanottimesta, joka liittyy esitettävään menetelmään; lisäksi se näyttää keksinnön mukaisen sovitelman.

10 Esimerkiksi liikkuvan puhelinkojeen vastaanottimen antenni 10 vastaanottaa radiosignaaleja tietyllä radiokanavalla. Tällä kanavalla lähetetyt signaalit (data/puhe/sanomat) voivat vääristyä pahasti, esimerkiksi häipymisen vuoksi, niin että TDMA-purskeet synnyttävät pahasti vääristyneitä puhekehysiksi.

15 Demodulointi tapahtuu radiovastaanottimeen 11 tietyllä radiotaajuudella (GSM-järjestelmässä 865 - 935 MHz) tunnetulla tavalla, jotta tuotettaisiin kantataajuinen moduloitu signaali. Radiovastaanottimeen 11 tulevien
20 signaalien taso voidaan mitata ja sitä kutsutaan s_m :ksi kuviossa 2.

Kantataajuinen moduloitu signaali demoduloidaan demodulaattorissa 12 välitaajuusalueella, jolloin tämä demodulaattori sisältää myös tasaimen (equalizer) sen monitie-etenemisen kompensoimiseksi tai korjaamiseksi, jonka
25 tuleva signaali on kokenut lähetysten aikana. Tässä suhteessa voidaan käyttää esimerkiksi Viterbi-tasainta.

30 Ns. pehmeä informaatio, jota kuvataan lähemmin yllä mainitussa rinnakkaisessa hakemuksessa, saadaan demodulaattorin 12 tasaimelta, jolloin tämä pehmeä informaatio on käytettävissä ja siihen viitataan s_j :llä kuviossa 2. Tämä pehmeä informaatio voi koostua erityisesti tiedosta, joka saadaan kantataajuussignaalin ensimmäistä alustavaa tasausta seuraavasta tiedosta.

Lomituksen poistaja (deinterleaver) 13 on kytketty demodulaattori/tasaimesta 12 myötäsuuntaan ja se palauttaa vastaanottimelle tarkoitetut aikajaetut purskeet tunnetulla tavalla.

- 5 Kanavadekooderin 14 päätehtävä on suorittaa lähettipuolen kanavakooderille käänteinen toiminto, ts. palauttaa lähetetty informaatio tunnetuista redundanteista biteistä ja tunnetusta kanavakoodauksesta (esimerkiksi konvoluutiokoodista). Kanavadekooderi 14 voi myös arvioida bittivirhetaajuutta (BER), esimerkiksi koodaamalla vastaanotetut ja dekodatut informaatiobitit ja vertaamalla tulosta lomituksen poistajalta 13 vastaanotettuihin bittieihin. Erotus tuottaa bittivirhetaajuuden mittauksen. Kanavadekooderi 14 mittaa myös kuinka huono eli virheel-
- 10 linen täysi puhekehys on, eli ns. huonon kehyksen osoittimen (Bad Frame Indicator, BFI). Tämä CRC:ksi (Cyclic Redundancy Check) kutsuttu suure määritellään GSM-suosituksessa 05.05. Kanavadekooderista 14 voidaan siis palauttaa signaali s_b , joka vastaa bittivirhetaajuutta (BER) vastaanotetussa, demoduloidussa ja tasatussa radiosignaalis-
- 15 sa; sekä signaali s_{CRC} , joka osoittaa, onko esiintynyt virhe luokan 1a lohossa. Muitakin pehmeitä arvoja voidaan käyttää, kuten myöhemmin mainitaan.

- Dekodatut puhekehykset johdetaan yksi kerrallaan
- 25 kanavadekooderilta 14 puhedekooderille 17 pehmeän virheen piilotusvälineen 16 kautta. Pehmeän virheen piilotusväline 16 on mieluiten ohjelmana toteutettu tilakone, ja se vastaa keksinnön toimintojen suorittamisesta. Vastaanotettujen puhekehysten täydellinen synteesi tapahtuu puhedekooderissa 17 puhesignaalien kuljettamiseksi matkaviestimen äänentoistoyksikköön.
- 30

- Matkaviestimen vastaanotinpuoolelle voidaan järjestää ns. hermoverkko tai jokin muu pehmeiden arvojen laskin 15 niin, että tämä laskin toimii yhdessä puhedekooderin 17 ja pehmeän virheen piilotusvälineen 16 kanssa, jol-
- 35

lolin tarkoituksena on tuottaa parempi ja täsmällisempi arvio vastaanotettujen puhekehysten laadusta kuin se, joka saadaan aikaan esimerkiksi yllä mainitulla kehysosoittimella BFI.

5 Keksinnön tarkoituksena on parantaa puheen laatua käyttämällä muita laadun mittareita kuin CRC-lippu silloin, kun CRC-lippu ei osoita virhettä; sekä suorittamalla pehmeä kehysten naamiointi puhekehysten dataa interpoloimalla.

10 Pohjimmiltaan keksinnön mukainen menetelmä voidaan kuvata seuraavalla formuloinnilla:

$$P_i(0) = \text{IFUNC}(P_i(j), q(j), P(0), q(0))$$

15 $P_i(0)$ on nykyisen kehysten, $j = 0$, interpoloitu parametri. IFUNC on interpolointifunktio; $P_i(j)$ ovat edellisen kehysten parametreit, missä j on kehysten numero $j = -1, -2, \dots$; $q(j)$ on laadun mittari edellisille kehyksille; $P(0)$ on vastaanotettu parametri nykyiselle kehykselle $j =$
 20 0; ja $q(0)$ on laadun mittari nykyiselle kehykselle $j = 0$. Funktio $P_i(0)$ voi olla minkä tyyppinen interpolointifunktio tahansa eikä keksintö rajoitu tiettyyn interpolointifunktioon.

 Tähän formulointiin sisältyy, että interpolointifunktio voi olla erilainen eri parametreille. Siksi on mahdollista, että keksintö voi hyödyntää useita parametrejä ja eri interpolointifunktioita. Tässä keksinnössä käytettynä ilmaus parametriarvo tarkoittaa puhedekoodausprosessin kerrointa, joka kvantisoidaan ja lähetetään lähettimeltä vastaanottimelle. Interpoloinnin määrä, käytetyt aiemmat parametreit ja laatumittarien tyypit riippuvat parametristä ja menetelmä voidaan optimoida erikseen kullekin parametrille. Muunkin tyyppisiä virheidenkorjauksen strategioita parametrille tai rekonstruoidulle signaalille voidaan käyttää tämän interpolointimenetelmän yhtey-

35

dessä. Esimerkiksi myöhemmin kuvatus kaltaisen tilakone voidaan yhdistää tämän menetelmän kanssa.

Interpolointi voi tuottaa rekonstruoidun arvon parametrille $P_i(0)$, jota puhedekooderi voi käyttää suoraan, esimerkiksi kun puhedekooderi on sijoitettu tukiasemaan. Interpolointi voi tuottaa myös parametrille koodisanan, joka on dekoodattava ja rekonstruoitava parametriarvoksi puhedekooderissa. Tätä käytetään, jos virheenpiilotusalgoritmia ja puhedekooderia erottaa liikennekanava, esimerkiksi kun puhedekooderi sijaitsee matkaviestintakeskuksessa (MSC) ja virheenpiilotusalgoritmia käytetään tukiasemassa.

Samalla tavoin interpolointifunktion käyttämät arvot $P_i(j)$, $q(j)$, $P(0)$ ja $q(0)$ voivat olla joko rekonstruointiarvoja tai koodisanoja. Interpolointifunktio suorittaa sitten dekoodauksen ja rekonstruoinnin, jos arvot ovat koodisanoja. Dekoodaus on yleensä haku taulukosta.

Interpolointifunktio voi olla lineaarinen tai epälineaarinen. Lineaarisessa tapauksessa interpoloitu arvo on edellisen ja nykyisen kehyksen parametrien lineaarinen kombinaatio. Lineaarisen kombinaation painokertoimia ohjaa laadun mittaus. Lineaarinen kombinaatio näytetään alla.

$$\begin{aligned}
 & \quad \quad \quad -N \\
 25 \quad & P_i(0) = \sum_{j=-1} w_j P_i(j) + w_0 P(0)
 \end{aligned}$$

w_j on kehyksen j paino, jolloin N on edellisten käytettyjen kehysten määrä. Painot w_j ovat laadun mittarin $q(0)$ funktio.

$$w_j = w(q(0)) \quad j = 0 \dots -N$$

Yleensä painojen summa on

```

-N
SUM wj = 1
5      j=0

```

10 Eräs esimerkki epälineaarista interpoloinnista on antaa painojen riippua edellisistä parametreistä $P_i(j)$ ja edellisistä laadun mittareista $q(j)$, eli olla näiden funktioita.

15 Painojen laskemiseen laadun mittareista käytetty funktio voi olla porraskunktio. Porraskunktio on helppo toteuttaa taulukosta hakemalla, kuten kvantisointiprosessi. Esimerkkinä voidaan antaa kaksi painoa, w_0 ja w_{-1} . w_0 on nykyisen kehysparametrin paino ja w_{-1} on edellisen kehysparametrin paino. $w_{-1} = 1 - w_0$, missä funktio $w_0(q(0))$ näytetään kuviossa 3.

20 Prosessi taulukosta hakemiseksi toteutetaan talentamalla syötetyt laatumittauksen päätösarvot $q_1 - q_4$ niihin liittyvine painoineen $w_0(0) - w_0(4)$ ($w_0(0) = 0,0$; $w_0(4) = 1,0$). Laskentafunktio voidaan sitten toteuttaa näin:

```

25      i=1
      WHILE q(0) > qi DO
          i=i+1
          w0 = w0(i-1)

```

30 Lineaarisisessa tapauksessa painojen laskenta on muunnos laadun mittauksesta painokertoimeen jatkuvalla kartoituksella.

35 Annetussa esimerkissä korkea $q(0)$:n arvo osoittaa virheettömästi vastaanotettua parametriä ja niinpä paino w_0 on 1,0. Alhainen $q(0)$:n arvo osoittaa alhaista luotettavuutta ja paino asetetaan nolllaksi. Tällä välillä paino

lisääntyy portaina laadun mittauksen mukaan vastatakseen lisääntyvää luotettavuutta.

CRC-lipun tapainen binäärinen päätös voi joko syrjäyttää tämän painolaskelman (looginen TAI) tai se voidaan yhdistää painofunktioon (lähinnä kuten looginen JA).

5 Ensimmäisessä tapauksessa painolaskelmaa käytetään vain, jos binäärinen lippu osoittaa virheettömästi vastaanotettua parametriä. Toisessa tapauksessa painofunktiota voidaan käyttää kun laadun mittari on tietyn kynnyksen yläpuolella. Kynnyksen alapuolella binäärinen päätös syrjäyttää painolaskelman. Tämä voidaan toteuttaa myös porrasfunktion siirtona oikealle kuviossa 3. Tässä tapauksessa päätösarvot $q_j = q_{j0} + s(\text{lippu})$, missä q_{j0} on sama kuin kuviossa 3 ja $s(\text{lippu}) = \text{siirron arvo} > 0$, kun lippu = 1

10 ja $s(\text{lippu}) = 0$, kun lippu = 0. Tämä tarkoittaa, että CRC-lipun ilmaistaessa virheen, ts. CRC-lippu = 1, parametrin laadun mittarin on oltava suurempi tuottaakseen saman painotuksen.

Laadun mittari voi olla yksinkertainen parametri tai eri parametrien yhdistelmä. Tärkeä näkökohta on mittauksen tarkkuus ja hyvä vastaavuus (korrelaatio) mittauksen ja virheen todennäköisyyden välillä. Laadun mittaus voi olla voimassa koko kehykselle, sen alilohkoille, eri parametrijoukoille tai yksinkertaisille parametreille.

20

Eri laatumittareiden (pehmeän tiedon) yhdistämiseksi voidaan käyttää hermoverkkoa, niin kuin rinnakkaisessa patenttihakemuksessa nro 08/079 865 ja kuviossa 2 on esitetty. Tässä tapauksessa erilaisia pehmeitä arvoja johdetaan ottoina hermoverkolle, joka on opetettu muodostamaan yksinkertaisia laatumittauksia. Pehmeä tieto, jota voidaan käyttää ottona hermoverkolle tai laadun mittareina rinnakkaisessa patenttihakemuksessa nro 08/079 865 mainittujen Viterbi-dekooderin mittausten, arvioidun BER:n, signaalinvoimakkuuden, arvioidun vaihevirheen radiosignaalin tason

30 ja CRC-lippujen lisäksi, ovat DVCC-lippu (Digital Verifica-

35

tion Color Code), tahdistusvirhe ja arvioitu häipymänopeus. Jotkut näistä arvoista ovat voimassa koko kehykselle ja jotkut on yksilöity kehyksen yhdelle bitille. Yhtä bittiä koskevat arvot voidaan yhdistää muodostamaan yksi pehmeä arvo parametrille tai joukolle parametrejä. Tämä yhdistäminen voidaan laskea alla näytettynä painotettuna lineaarisena kombinaationa.

$$\begin{array}{l}
 \text{B-1} \\
 10 \quad q(0) = \sum_{i=0} w(i) * qb(i)
 \end{array}$$

Tässä $q(0)$ on yksinkertainen parametrin pehmeä arvo, B on bittien määrä parametrissa, $w(i)$ ovat yksinkertaisten pehmeiden bittien painot ja $qb(i)$ ovat yksinkertaisten pehmeiden bittien arvot. Painoja käytetään yhdistelmässä osoittamaan parametrin kunkin bitin tärkeyttä laatunäkökulmasta ja kuinka paljon ne vaikuttavat lopulliseen parametrin arvoon.

Parametreilla, joille tämä virheenpiilotustekniikka on käyttökelpoinen, on oltava jotakin korrelaatiota peräkkäisten kehysten tai kehyksen alilohkojen välillä. Tämä menetelmä voidaan käyttää minkä tyyppiseen puheenkoodaustekniikkaan tahansa. Esimerkkinä voidaan käyttää CELP (Code Excited Linear Predictive) koodekkia (codec), kuten EIA:n väliaikaisessa standardissa IS-54. Tällaisessa kooderissa tätä virheenpiilotustekniikkaa voidaan käyttää kehyksen energiaparametrille, LPC (Linear Predictive Coding) -parametreille, LTP (Long Term Prediction) -parametreille ja keksinnön mukaisille koodikirjan vahvistuksille. Kehyksen energiaparametrit ja LPC-parametrit päivitetään yleensä joka kehystä kohti ja siksi käytetään interpolointitekniikkaa peräkkäisten kehysten yli. Tässä tapauksessa tarvitaan yksinkertaista laadun mittaria kehykselle tai laatumittareita kullekin parametrille. LPC-parametrin in-

terpolointi voidaan suorittaa millä alueella tahansa, kuten heijastuskertoimille, logaritmisille pinta-alasuhteille, juovaspektritaajuuksille tai poikittaisille suodinkertoimille. LTP-predictor-parametrit ja koodikirjan vahvistukset päivitetään yleensä (esim. neljän alilohkon) kehyksen jokaiselle alilohkolle. Tässä tapauksessa interpolointi suoritetaan peräkkäisille alilohkoille ja tämän takia painotuslaskelmassa tarvitaan yksinkertainen laadun mittari alilohkolle tai laadun mittarit kullekin parametrille.

Eräs keino huonon kehyksen naamiointitekniikan toteuttamiseksi on yhdistää tämä 8-tilaisen tilakoneen kanssa, joka kuvataan kuviossa 4. Tila päivitetään joka kehystä kohti. Keksinnön erityinen toteutus selostetaan nyt kuvioiden 4 ja 5 yhteydessä, jolloin keksintö toteutetaan tilakoneella.

Normaalitila on tila 0. Kun vastaanotettu informaatio arvioidaan huonoksi, ts. (1) CRC-tarkistussumma ei ole oikea tai (2) pehmeä laadun arvo on alhaisempi kuin kynnyks Q1 (ks. kuvio 5) tai (3) kehys koostuu FACCH-datasta, tilakone siirtyy seuraavaan tilaan. Tässä keksinnössä käytettynä ilmaus "laatuarvo" tarkoittaa mittausta, joka edustaa lohkon, parametrin tai bitin vastaanotettua laatua. Jos pehmeä laatuarvo on korkeampi kuin Q1, mutta alhaisempi kuin Q3, niin tuleva kehysdata interpoloidaan viimeksi hyväksytyn kehyksen kanssa (ks. kuvio 5). Interpoloitua kehystä pidetään kuitenkin hyvänä, ja puhedekooderi pysyy tilassa 0.

Jos hyvä kehys vastaanotetaan huonon kehyksen jälkeen, tilakone palaa tilaan 0, muuten se etenee seuraavaan tilaan.

Jos kuusi peräkkäistä kehystä on arvioitu huonoksi, tilakone on tilassa 6. Tilaan 0 palaamiseksi yksi kehys on arvioitava hyväksi.

Eri toimiin ryhdytään riippuen siitä, missä tilassa kone on:

Tilassa 0 ei suoriteta mitään toimenpiteitä.

Tilassa 1 vastaanotetut kehysparametrit (RC ja LPC1-LPC10) korvataan edellisillä, hyvän kehyksen parametreilla.

5 Tilassa 2 suoritetaan samat toimet kuin tilassa 1.

Tilassa 3 kehyksen parametrien korvaus tapahtuu uudestaan. Lisäksi R0:n arvoa pienennetään kahdella, mikä vaimentaa kehyksen energiaa 4 dB.

10 Tilassa 4 korvaus tapahtuu uudestaan ja R0:n arvoa pienennetään taas kahdella.

Tilassa 5 suoritetaan samat toimet kuin tilassa 4.

Tilassa 6 R0:n arvo asetetaan nolllaksi, mikä tarkoittaa, että puhesignaalia ei kuulla.

Tilassa 7 R0 on yhä asetettu nolllaksi.

15 Kuten yllä mainittiin, kuvion 4 tilakone on vain keksinnön tietyn toteutuksen esitys eikä keksintö rajoitu kuviossa 4 ja 5 kuvattuihin rakennemuotoihin.

20 Vaikka keksintö on kuvattu edullisissa suoritusmuodoissaan, tulee ymmärtää, että käytetyt sanat ovat kuvaavia eivätkä rajoittavia ja että muutoksia voidaan tehdä oheisten patenttivaatimusten sisällä poikkeamatta keksinnön todellisesta suojapiiristä ja hengestä täydessä laajuudessaan.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä nykyisen puhekehyksen laadun parantamiseksi TDMA-radiojärjestelmässä, määrittämällä nykyisen
5 puhekehyksen interpoloitu parametri, jolloin menetelmä käsittää vaiheet:

määritetään nykyisen puhekehyksen laatuarvo ja valittu parametriarvo;

10 määritetään ainakin yhden edellisen puhekehyksen laatuarvo ja valittu parametriarvo; ja

lasketaan nykyisen puhekehyksen interpoloitu parametri käyttämällä interpolointifunktiota, joka käyttää ainakin nykyisen puhekehyksen ja ensimmäisen edellisen puhekehyksen laatuarvoa ja valittua parametriarvoa.

15 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, joka lisäksi sisältää vaiheen, jossa määritetään ainakin yhden toisen edellisen puhekehyksen laatuarvo ja valittu parametriarvo.

20 3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, jossa interpolointifunktio on lineaarinen funktio.

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, jossa lineaarinen interpolointifunktio sisältää ainakin yhden painon, joka on nykyisen kehyksen laatuarvon funktio.

25 5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, jossa painoarvo lasketaan porraskäyrästä, joka toteutetaan hakutaulukolla.

6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, jossa interpolointifunktio on epälineaarinen funktio.

30 7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen menetelmä, jossa lineaarinen interpolointifunktio sisältää ainakin yhden painon, joka on edellisen puhekehyksen parametriarvon ja laatuarvon funktio.

8. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, jossa interpolointifunktiota käytetään rekonstruoitujen arvojen

yhteydessä, jotta puhedekooderi voisi suoraan käyttää nykyistä puhekehystä.

9. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, jossa interpolointifunktiota käytetään koodisanojen yhteydessä.

5 10. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, jossa käytetään joukkoa parametriarvoja ja erilaisia interpolointifunktioita.

11. Radiojärjestelmä TDMA-signaalien vastaanottamiseksi, joka käsittää:

10 välineen vastaanottamaan signaaleja, jotka on koodattu kanaviksi;

 välineen demoduloimaan mainitun vastaanottimen vastaanottamat signaalit;

15 välineen dekodamaan demoduloitujen signaalien kanavien puhekeh्यiksi;

 välineen piilottamaan virheet puhekeh्यksiin sisältyvässä informaatiossa; mainitun virheenpiilotusvälineen sisältäessä välineen määrittämään nykyisen puhekeh�ksen laatuarvo ja valittu parametriarvo; välineen määrittämään ainakin yhden edellisen puhekeh�ksen laatuarvo ja valittu parametriarvo; ja välineen laskemaan nykyisen puhekeh�ksen interpoloitu arvo käyttämällä interpolointifunktiota, joka käyttää ainakin nykyisen puhekeh�ksen ja ensimmäisen edellisen puhekeh�ksen laatuarvoa ja valittua parametriarvoa;

25 välineen dekodamaan puhekehys mainitun virheenkorjaamisvälineen laskeman interpoloidun arvon mukaisesti; ja

 välineen tuottamaan signaalit dekodattujen puhekehysten mukaisesti.

30 12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen radiojärjestelmä, joka lisäksi sisältää välineen määrittämään ainakin yhden toisen edellisen puhekeh�ksen laatuarvo ja valittu parametriarvo.

35 13. Patenttivaatimuksen 11 mukainen radiojärjestelmä, jossa interpolointifunktio on lineaarinen funktio.

14. Patenttivaatimuksen 13 mukainen radiojärjestelmä, jossa lineaarinen interpolointifunktio sisältää ainakin yhden painon, joka on nykyisen kehyksen laatuarvon funktio.

5 15. Patenttivaatimuksen 14 mukainen radiojärjestelmä, jossa painoarvo lasketaan porraskäyrästä, joka toteutetaan hakutaulukolla.

10 16. Patenttivaatimuksen 11 mukainen radiojärjestelmä, jossa interpolointifunktio on epälineaarinen funktio.

17. Patenttivaatimuksen 16 mukainen radiojärjestelmä, jossa interpolointifunktio sisältää ainakin yhden painon, joka on edellisen puhekehyksen parametriarvon ja laatuarvon funktio.

15 18. Patenttivaatimuksen 11 mukainen radiojärjestelmä, jossa interpolointifunktiota käytetään rekonstruoitujen arvojen yhteydessä, jotta dekodausväline voisi suoraan käyttää nykyistä puhekehystä.

20 19. Patenttivaatimuksen 11 mukainen radiojärjestelmä, jossa interpolointifunktiota käytetään koodisanojen yhteydessä.

20. Patenttivaatimuksen 11 mukainen radiojärjestelmä, jossa käytetään joukkoa parametriarvoja ja erilaisia interpolointifunktiota.

Fig. 1

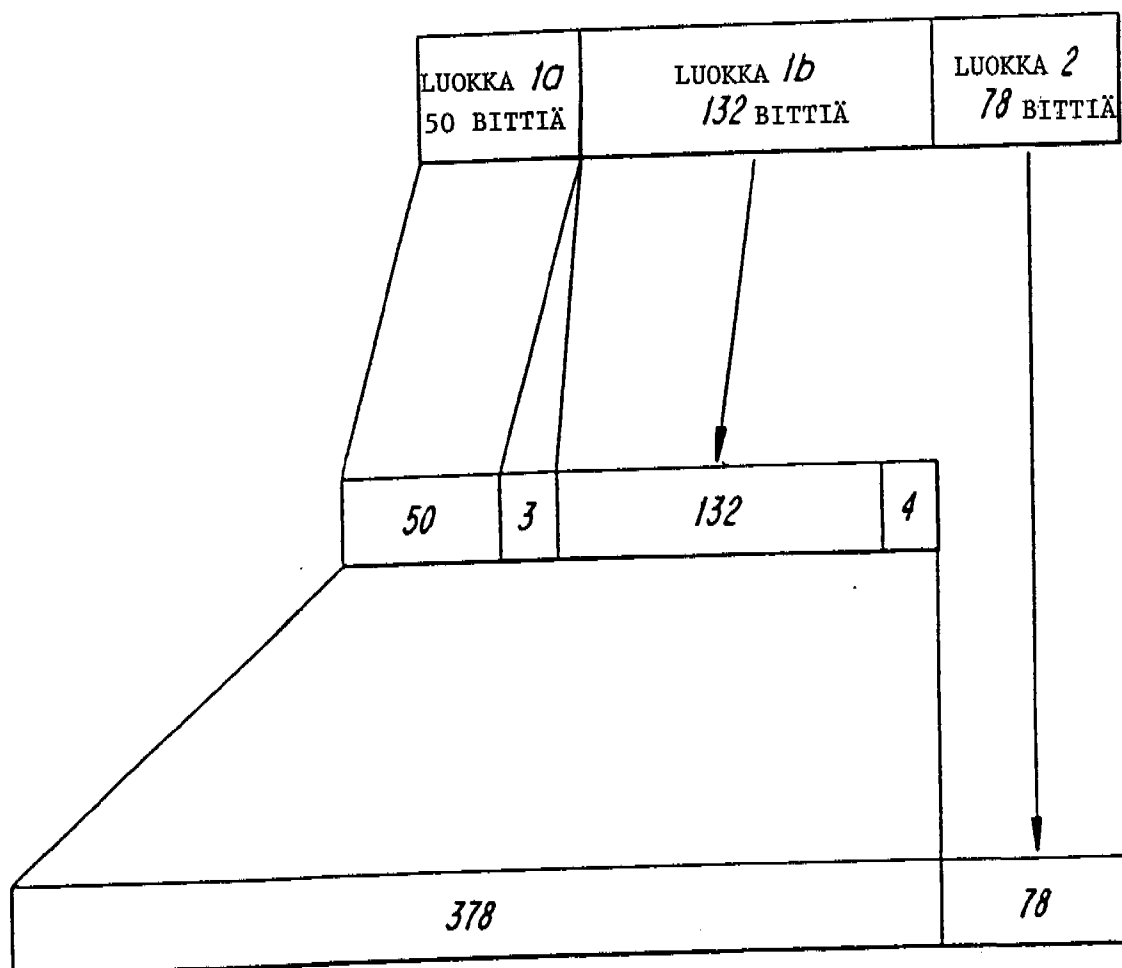


Fig. 2

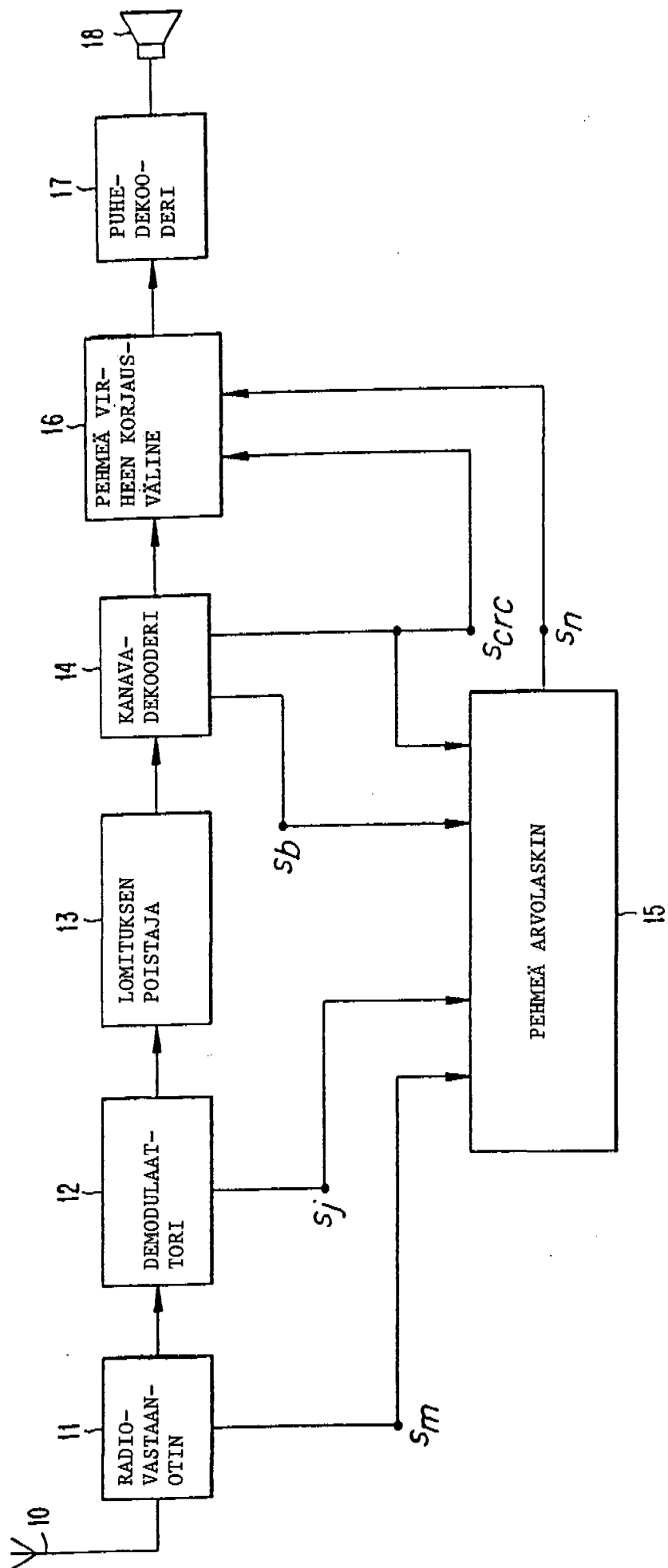


Fig. 3

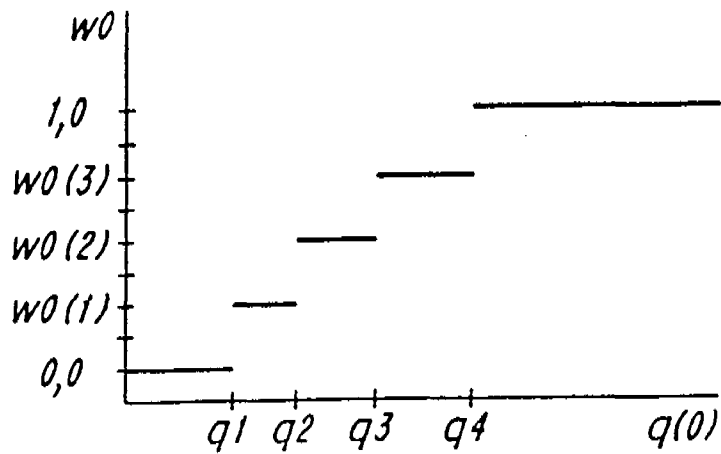


Fig. 5

PEHMEÄ LAATU

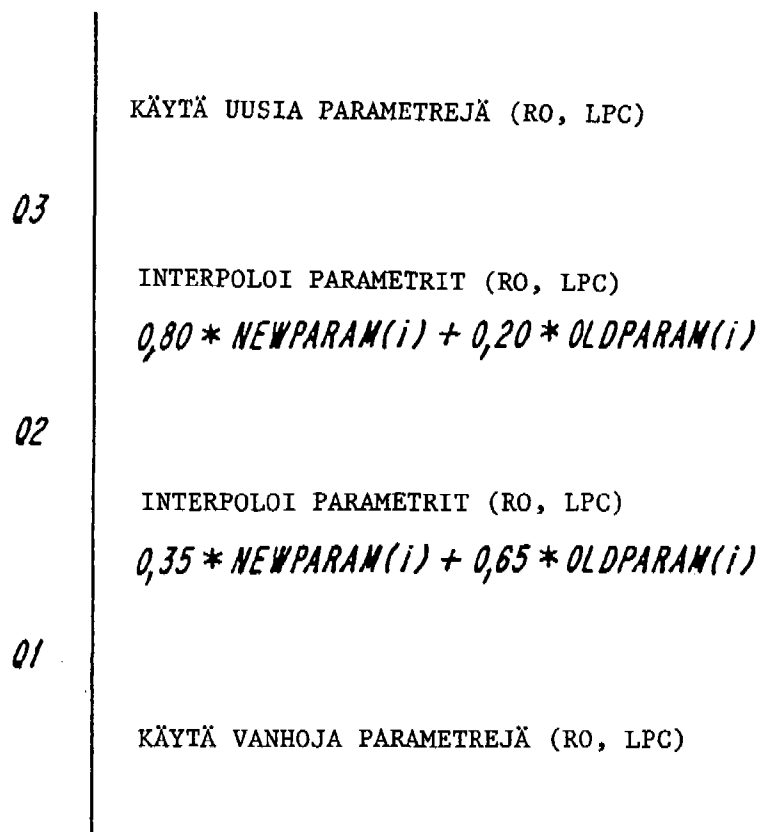
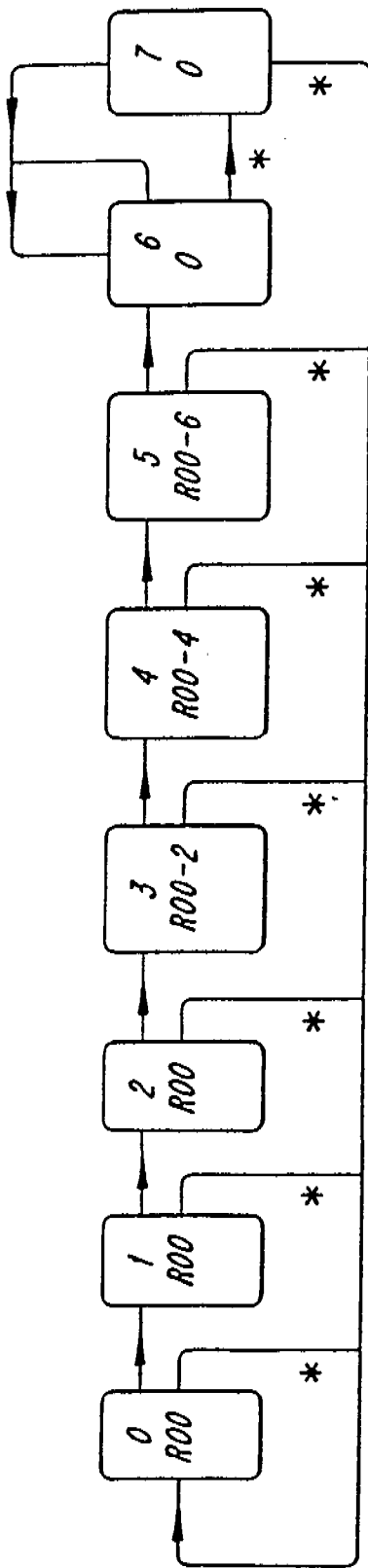


Fig. 4



* - VASTAANOTETTU KEHYS ARVIOIDAAN HYVÄKSI

R00 - R0 TILASSA 0