



FI000090704B

SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLAGGNINGSSKRIFT 90704C (45) Patentti myönnetty
Patent beviljat 10 00 1991

(51) Kv.lk.5 - Int.cl.5

H 04L 1/00, H 04B 7/12

| | |
|---|----------------------|
| (21) Patentihakemus - Patentansökning | 864315 |
| (22) Hakemispäivä - Ansökningsdag | 24.10.86 |
| (24) Alkupäivä - Löpdag | 21.02.86 |
| (41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig | 24.10.86 |
| (44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad | 30.11.93 |
| (86) Kv. hakemus - Int. ansökan | PCT/US86/00363 |
| (32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet | 27.02.85 US 706195 P |

(71) Hakija - Sökande

1. Scientific Atlanta, Inc., One Technology Parkway, Box 105600, Atlanta, Ga. 30348, USA, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Lucas, Keith, 41 Beaufort Hills Road, Oak Ridges, Ontario L0G 1PQ, Canada, (CA)

(74) Asiamies - Ombud: Berggren Oy Ab

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Menetelmä tietosignaalin virheiden ilmaisemiseksi ja piilottamiseksi
Förfarande för detektering och täckning av fel i en informationssignal

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

GB A 2090408 (G 01V 1/36), US A 4141034 (H 04N 9/32), US A 4179659 (H 03K 13/22),
US A 4470072 (H 04N 7/12), US A 4475213 (H 04L 25/16)

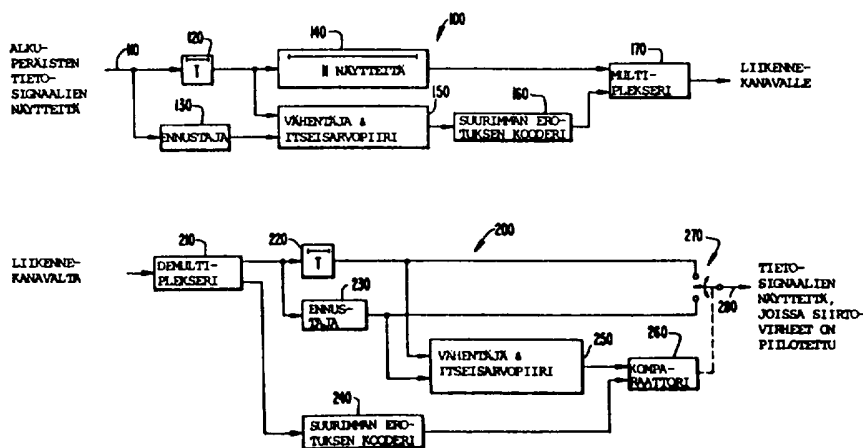
(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Virheiden ilmaisu ja piilotus käyttäen ennustettuja signaaliarvoja, jossa järjestelmä siirtää N-signaaliarvon lohkoja, joita edeltää lohkon koodisanat, joita käytetään vastaanottimessa (200) virheen ilmaimmiseksi. Lähettimessä (100) lähetetään lähetettävän tiedustelu-signaalin digitaalinen arvo ennustajaan (130), komparaattorille (150) ja N-sana viivelinjaan (140). Ennustaja (130) ennustaa seuraavan signaaliarvon, joka on sopivasti viivästetty siten, että sen senhetkinen arvo ja tämän ennustettu arvo on verrattavissa toisiinsa. Komparaattori (150) vähentää kunkin ennustetun arvon vastaavasta todellisesta arvosta, ja tallettaa väliaikaisesti erotuksen, jota kutsutaan "erotusarvoksi", samalla kun käsitellään koko N-sanan lohkoa. "Suurimman erotuksen kooderi" (160) koodaa (sopivalla virheenkorojauksella) kaikkien N-sanojen suurimman erotusarvon itseisarvon. Näin saatu lohkokoodisana limitetään tietokanavaan ennen N-sanan ryhmää, johon tämä kuuluu.

"N-näyte viivettä" käytetään N-sanojen viivästyttämiseksi siten, että lohkokoodisana sijaitsee ennen näitä. Vastaanottimessa (200) demultipleksoidaan lohkokoodisana ja virheet korjataan seuraavan N-sanojen ryhmän suurimman erotusarvon itseisarvon poistamiseksi. Kun kukin N-sanoista on vastaanotettu vähennetään ne ennustetusta arvosta, joka on generoitu ennustajapiirissä (230), joka on samanlainen kuin lähettimessä (100) käytetty ennustajapiiri. Mikäli erotus on suurempi kuin lohkon erotusarvo, edustaa vastaanotettu signaaliarvo virhettä. Virhe piilotetaan tämän jälkeen korvaamalla se ennustetulla arvolla. Mikäli erotus on pienempi tai yhtä suuri kuin suurin erotusarvo, hyväksytään vastaanotettu signaali oikeana.

Detektering och gömning av fel genom användning av förutspådda värden, varvid systemet överför block med N signalvärden, vilka föregås av blockkodord, vilka används i mottagaren (200) för fel-detektering. I sändaren (100) sänds digitalvärdet för informationssignalen som sänds till en spåkrets (130), en komparator (150) och en fördröjningslinje (140) för N ord. Spåkretsen (130) förutspår följande signalvärde, som är lämpligt fördröjt så att dess nuvärde och det förutspådda värdet kan jämföras med varandra. Komparatorn (150) subtraherar det förutspådda värdet från respektive verkliga värde, och lagrar tillfälligt differensen, vilken kallas för "differensvärdet", samtidigt som hela blocket med N ord behandlas. En "maximivärdes koder" (160) kodar (med lämplig felkorrigering) absoluta värdet för det största differensvärdet hos samtliga N ord. Det på detta sätt erhållna blockkodordet multiplexas i datakanalen före den grupp av N ord till vilken detta hör. En "N stickprovs fördröjning" används för att fördröja N ord så att blockkodordet befinner sig före dessa. I mottagaren (200) demultiplexas blockkodordet och felen rättas till för att avlägsna absoluta värdet hos det största differensvärdet hos den följande gruppen av N ord. Då alla N ord har mottagits, subtraheras dessa från det förutspådda värdet som genererats i spåkretsen (230), som är likadan som spå-

kretsen som används i sändaren (100). Om differensen är större än blockets största differensvärde, representerar det mottagna signalvärdet ett fel. Felet göms efter detta genom att ersätta det med det förutspådda värdet. Om felet är mindre eller lika stort som differensvärdet, godkänns den mottagna signalen som riktig.



Menetelmä tietosignaalin virheiden ilmaisemiseksi ja piilottamiseksi - Förfarande för detektering och täckning av fel i en informationssignal

Esillä olevan keksinnön kohteena on menetelmä virheiden ilmaisemisen mahdollistamiseksi, jotka virheet ovat tulleet tietosignaaliin tämän kulkiessa liikennekanavassa vastaanotimelle.

Tunnetaan lukuisia menetelmiä virheiden ilmaisemiseksi ja korjaamiseksi vastaanotetussa signaalissa. Voidaan esim. lisätä pariteettitietoa tietosignaaliin ennen lähetystä, jotta aikaansaataisiin keino siirron aikana tapahtuneiden virheiden ilmaisemiseksi ja vaihtoehtoisesti myös korjaamiseksi. Esim. lohkokoodauksessa voidaan yksi ainoa virhe, joka esiintyy $(2^M - M - 1)$ bitin jonossa, korjata käyttäen M pariteettibittiä, jotka lisätään siirrettyyn bittijonoon. k -kappaleen usean virheen korjaus $(2^M - kM - 1)$ bitin jonossa vaatii ainakin kM pariteettibittiä.

Useiden virheiden korjaus vaatii kuitenkin järjestelmän, joka on hyvin kallis toteuttaa. Edelleen kaikki nämä menetelmät ovat tehottomia liikennekanavan yhteydessä. Pariteettibitit, jotka lisätään siirrettävän tiedon jonoon, vähentävät kanavan varsinaisten tietosignaalien siirtokapasiteettia. Mikäli siirrosta esiintyy hyvin paljon virheitä, muodostuu pariteettibittien siirtoon tarvittava kanavakapasiteetti liian suureksi. Edelleen kaikki tunnetut menetelmät eivät toimi mikäli kanavan virhenopeus ylittää tietyn rajan. Äänisignaalien tapauksessa käytetyt menetelmät tuottavat häiritsevän "klik"-äänien mikäli virhenopeus on jo lähellä suunniteltua rajaa.

On myös kehitetty vaihtoehtoisia järjestelmiä, jotka mahdollistavat virheiden ilmaisun mutta eivät niiden korjausta. Havaitut virheet piilotetaan sen sijaan korvaamalla virheellinen tieto arviolla. Tällainen järjestelmä on esitetty esim.

julkaisussa R. Steele and N.S. Jayant, "Statistical Block Protection Coding for DPCM-AQF Speech", Report of the IEEE 1980 National Telecommunications Conference (johon tämän jälkeen viitataan sanalla "Steele"). Steele esittää menetelmää differentiaalipulssikoodin moduloidun (DPCM) puheen lohkosuojauskoodaamiseksi. Lähettimessä sijaitsevat piirit laskevat sekä lohkoissa sijaitsevien viereisten puhenäytteiden maksimierotusten suuruuden että lohkoissa sijaitsevien kaikkien vierekkäisten erotusten neliöllisen keskiarvon (rms). Nämä arvot siirretään siirretyn puhenäytelohkon päähän. Vastaanottimessa todetaan, onko kunkin näytteen erotus oikea, ja seuraava näyte lasketaan, ja mikäli erotus on suurempi kuin ennen lähetystä laskettu maksimi, todetaan, että seuraava näyte on virheellinen. Piilotus aikaansaadaan lisäämällä erotusten neliöllinen keskiarvo oikeaan (aikaisempaan) näytteeseen.

Keksinnön tarkoituksena on varmistaa tiedon eheys esim. siirretyssä tietosignaalin. Keksinnön tarkoituksena on myös tarjota järjestelmä, jossa liikennekanavassa esiintyvät virheet ilmaistaan tai peitetään vastaanottimessa.

Keksinnön tarkoituksena on edelleen hyödyntää tietosignaalin ennustetun arvon ja vastaavan todellisen arvon välinen erotus virheen läsnäolon määrittämiseksi. Lisäksi hyödynnetään ennustettua arvoa vastaanotetun tietosignaalin virheellisen todellisen arvon piilottamiseksi.

Keksinnön tunnusmerkit selviävät oheisista patenttivaatimuksista.

Keksintö kohdistuu siis sellaisten virheiden ilmaisuun ja piilotukseen, jotka esiintyvät tietosignaalien siirrossa, kuten esim. sähkösignaalien yhteydessä, jotka edustavat puhetta. Keksintö pyrkii vähentämään tarvittavan tiedon määrää virheiden ilmaisussa ja piilotuksessa hyödyntämällä itse

tietosignaalin tilastollisia ominaisuuksia niiden virheiden ilmaisemiseksi, jotka ovat kiusallisimpia. Käytetään ennustajaa siirrettävien virheiden ilmaisemiseksi ja myös näiden piilottamiseksi.

Siirrettävien tietosignaalien tilastolliset ominaisuudet sisältyvät kahteen samanlaiseen ennustajaan, toinen lähettimessä ja toinen vastaanottimessa. Kukin ennustaja laskee tiettyinä ajankohtana tietosignaalin ennustettavan arvon yhdestä tai useammasta aikaisemmasta arvosta. Lähettimen ennustaja käyttää senhetkisen siirrettävän tietosignaalin todellisia arvoja useiden tällaisten arvojen ennustamiseksi; se määrittää tämän jälkeen ennustetun arvon ja vastaavan todellisen arvon erotuksen. Vastaanottimen ennustaja käyttää vastaanotetun tietosignaalin todellisia arvoja näiden arvojen ennustamiseksi, ja määrittää vastaavalla tavalla kunkin ennustetun arvon ja vastaavan todellisen arvon erotuksen.

Mikäli ei esiinny virheitä tietosignaalissa tämän kulkiessa liikennekanavassa, on vastaanotettujen tietosignaalien arvot samat kuin siirretyt, ja molemmat ennustajat aikaansaavat samat arvot, jolloin lähettimen määrittämät erotukset ovat samat kuin vastaanottimen määrittämät erotukset. Yleensä kuitenkin esiintyy virheitä; ja näissä tapauksissa vastaanottimessa määritetyt erotukset virheellisesti vastaanotetun tietosignaalin arvon ja tämän vastaavan ennustetun arvon välillä on suurempi tai pienempi kuin todettu erotus lähettimessä oikean arvon ja vastaavan ennustetun arvon välillä. Ollaan todettu, että yleensä pahimmat virheet ovat ne, jotka aiheuttavat suuren erotuksen vastaanotetun tietosignaalin arvon ja sen vastaavan ennustuksen välillä. Tämä keksintö piilottaa nämä virheet.

Ennalta määrätyn aikajakson ajan lähetinpiiri arvioi määritettyjen erotusten maksimi-arvon. Tämä maksimi-arvo siirretään vastaanottimelle, joka käyttää sitä virheen ilmaisuun ja piilotukseen. Vastaanotinpiiri vertaa kutakin

havaittua erotusta vastaanotettuun maksimiarvoon kyseisellä aikajaksolla. Mikäli erotus ei ole suurempi kuin maksimi, ei suoriteta mitään toimenpiteitä. Mikäli erotus on suurempi, todetaan, että vastaanotettu tietosignaaliarvo, jota käytetään erotuksen laskemiseen, on virheellinen. Tämä arvo korvataan tämän jälkeen vastaavalla ennustetulla arvolla.

Lähettimessä lähetetään siirrettävän tiedustelusignaalin digitaalinen arvo ennustajalle, komparaattorille, ja N-sanan viivelinjalle. Ennustaja ennustaa seuraavan signaaliarvon, jota sopivasti viivytetään jotta sitä voidaan verrata vastaavaan todellisen arvoon. Komparaattori vähentää kunkin arvioidun arvon vastaavasta todellisesta arvosta, tallettaa väliaikaisesti erotuksen, jota kutsutaan "erotusarvoksi", samalla kun käsitellään koko N-sanan lohkoa. "Suurimman erotuksen kooderi" koodaa (käyttäen virheiden korjausta) kaikkien N-sanojen suurimpien erotusarvojen itseisarvo. Näin saatu lohkokoodisana limitetään tietokanavaan ennen N-sanan ryhmää, johon se kuuluu. Käytetään "N-näytteen viivettä" N-sanan viivytämiseksi siten, että lohkokoodisana sijaitsee ennen tätä.

Vastaanottimessa demultipleksoidaan lohkokoodisana ja korjataan virheet tätä seuraavan N-sanan ryhmän suurimman erotusarvon itseisarvon takaisinsaamiseksi. Kunkin N-sanan vastaanoton yhteydessä vähennetään se ennustetusta arvosta, joka on generoitu ennustajapiirissä, joka on samanlainen kuin lähettimessä. Mikäli erotus on suurempi kuin lohkon suurin erotusarvo, edustaa vastaanotettu signaaliarvo virhettä. Virhe piilotetaan tämän jälkeen korvaamalla se ennustetulla arvolla. Mikäli erotus on pienempi tai yhtä suuri kuin suurin erotusarvo, hyväksytään vastaanotettu signaali.

Keksintö tarjoaa järjestelmän, joka hyödyntää liikennekanavaa tehokkaasti siirtämällä pienin mahdollinen tieto, jota tarvitaan ainoastaan niiden virheiden ilmaisemiseksi

ja piilottamiseksi, jotka ovat häiritseviä. Keksintö pystyy saamaan aikaan hyväksyttäviä signaaleja kanavassa, jossa esiintyy hyvin paljon virheitä. Keksinnön mukainen järjestelmä on myös edullinen kustannuksiltaan.

Kuviossa 1 on esitetty lohkokaavio keksinnön mukaisesta edullisesta suoritusmuodosta keksinnön lähetinpäässä, kuvio 2 on lohkokaavio keksinnön mukaisesta edullisesta suoritusmuodosta keksinnön vastaanotinpäässä.

Kuvio 1 esittää keksinnön lähetinpiirin edullista suoritusmuotoa. Jaksottaiset tietosignaalinäytteet viedään viivepiiriin 120 ja ennustajalle 130. Tietosignaali on edullisesti vastaavuussuhteinen signaali, kuten ääni tai kuvasignaali; mutta se voi myös olla ei-vastaavuussuhteinen signaali ja jopa satunnainen prosessi. Vastaavuussuhteessa olevat signaalit ovat ne, joissa yksi tai usea tietoparametri, joka tullaan vastaanottamaan on, ainakin osittain, ennustettavissa jo saapuneen tiedon perusteella. (Ääni ja kuvatelevisiosignaalit ovat esimerkkejä vastaavuussuhteisista signaaleista.) Signaali voi olla analoginen, kvantisoitu tai digitaalinen, ja se on edullisesti digitaalinen.

Ennustaja 130 laskee ennustetun arvon, joka vastaa tietosignaalin seuraavaa todellista arvoa. Tämä suoritetaan käyttäen yhtä tai useita aikaisempia todellisia arvoja, ja myös tietosignaalin tilastollisia ominaisuuksia. Tällaisia ennustajia tunnetaan hyvin esim. patenttijulkaisusta US-2 732 424 (Oliver) (usean edeltävän signaaliarvon painotettu summa, jota käytetään televisiosiiirron ennustamiseen); patenttijulkaisusta US-3 631 520 (Atal), (ennustaja, jolla on useita ennustusparametrejä, jotka koskevat signaaleja, joilla on vaihtelevat tilastolliset ominaisuudet, kuten puhe); ja US-patentista 3 026 375 (Graham), (rekursiivinen ennustus, joka käsittelee nopeita signaalinvaihteluja television siirrossa), jotka kaikki sisällytetään tähän tällä viittauksella.

Viivepiiri 120 viivästyttää signaalin arvoa ajan T, joka vastaa ennustuspiirin kaksinkertaista viiveaikaa. Ennustajan anto on seuraavan signaaliarvon ennustusarvo. Viiveaika T, joka on kaksi kertaa pidempi kuin ennustuspiirin viive, varmistaa, että viivepiirin 120 anto ja ennustuspiirin 130 anto koskevat samaa signaaliarvoa. Viivepiiri 120 voi olla tavanomainen piiri, joka pystyy tuottamaan tarvittavan viiveen.

Viivästetty signaali syötetään sekä N-näyte viivelinjaan 140 että vähentäjään 150. Todellisen ja ennustetun signaaliarvon erotuksen itseisarvo (erotusarvo) syötetään kooderille 160, joka tallettaa suurimman erotusarvon, joka on todettu kussakin N-näytteen lohkoissa, N-näytteen lohkon lopulla, koodaa tämän suurimman erotusarvon sopivilla virheen korjausbiteillä.

Koodattu suurin erotusarvo syötetään multiplekserille 170, joka limittää suurimman erotusarvon ennen N-näytearvoa, johon tämä kuuluu. N-näyte viivelinja 40 varmistaa, että koodattu suurin erotusarvo edeltää N-näytettä. Multiplekserin 170 anto viedään liikennekanavaan. On myös mahdollista siirtää koodattu suurin erotusarvo eri kanavaa pitkin.

Kuviossa 2 on esitetty esillä olevan keksinnön vastaanotinpiirin edullinen suoritusmuoto. N-tietosanan lohko, joita edeltää koodattu suurin erotusarvo, vastaanotetaan demultiplekseriin 210, ja koodattu suurin erotusarvo viedään dekodeerille 240, joka koodaa ja korjaa virheet. N-tietosanaa, jotka edustavat tietosignaalinäytteitä, viedään viivepiiriin 220 ja ennustajaan 230. Viivepiiri 220 ja ennustaja 230 ovat identtiset viivepiirin 120 ja ennustajan 130 kanssa, vastaavasti kuvion 1 esittämässä lähettimessä, jota selostettiin yllä.

Ennustaja 230 laskee seuraavan signaaliarvon, ja viivepiiri 220 viivästyttää tulevan signaaliarvon ajan T siten, että

ennustettu signaaliarvo ja sen vastaava todellinen signaaliarvo ovat samaan aikaan saatavilla. Ennustettu signaaliarvo viedään sekä vähentäjään 250 että yhteen kahdesta toisensa poissulkevasta yliheittimen 270 liittimestä. Vastaava todellinen signaaliarvo viedään toiseen liittimeen.

Vähentäjä 250, joka on samanlainen kuin kuvion 1 vähentäjä 150, määrittää ennustetun signaaliarvon ja vastaavan vastaanotetun todellisen arvon erotuksen itseisarvon, ja lähettää tämän itseisarvon (senhetkinen erotusarvo) komparaattorille 260.

Komparaattori 260 vertaa kaksi ottoarvoa, ja määrittää, että virheitä ei esiinny mikäli sen hetkinen erotusarvo on pienempi tai yhtä suuri kuin suurin erotusarvo. Tämän jälkeen se saa aikaan sen, että kytkin 270 kytkee vastaanotetun todellisen signaaliarvon antolinjaan 280.

Mikäli, ja ainoastaan mikäli senhetkinen erotusarvo on suurempi kuin suurin erotusarvo komparaattori 260 toteaa virheen virheensiirossa. Virhe peitetään korvaamalla virheellinen signaaliarvo vastaavalla ennustetulla signaaliarvolla. Tämä suoritetaan komparaattorissa 260 kytkemällä kytkin 270 siten, että ennustettu signaaliarvo kytkeytyy linjaan 280.

Tällä tavalla vastaanotetut signaaliarvot, jotka eroavat vastaavista ennustetuista signaaliarvoista enemmän kuin suurin erotus, joka on laskettu ennen siirtoa käsitellään virheellisinä. Virheellinen signaaliarvo piilotetaan korvaamalla se vastaavalla ennustetulla signaaliarvolla.

Edullista suoritusmuotoa on selostettu käyttäen digitaalista tietoa ottosignaalina. On myös mahdollista valmistaa tämä järjestelmä käyttäen analogisia tai kvantisoituja ottosignaaleja yksinkertaisesti korvaamalla piirien 150 ja 250 vähentäjät differentiaalivahvistimilla.

Tällöin signaalit voidaan siirtää analogisina tai digitaalisina.

Lisäksi signaalit voidaan siirtää analogisina vaikka suurinta erotusarvoa siirretään digitaalisena, tai molemmat voivat olla analogisia signaaleja. Edelleen suurin erotusarvo voidaan siirtää erillisessä liikennekanavassa. Keksintöä voidaan soveltaa myös käyttäen joko sarja tai rinnakkaislaskentaa ja/tai siirtomenetelmiä. Vaikkakin yllä on selostettu keksinnön edullinen suoritusmuoto yksityiskohtaisesti viittaamalla oheisiin kuvioihin, on ymmärrettävä, että tämä suoritusmuoto ei rajoita keksintöä, ja että alan ammattimies voi modifioida sitä keksinnön puitteissa.

Rakenne voi vaihdella sovellutuksista riippuen. Äänisignaalien ollessa kysymyksessä oletetaan, että käytetään täysdigitaalisovellutusta, vaikkakin osittaiset analogimenetelmät ovat mahdollisia. Videotiedon ollessa kysymyksessä voidaan suurin erotusarvo siirtää digitaalisesti juovasammutusjakson aikana, tai jossain muussa digitaalisessa kanavassa, joka liittyy videosignaaliin. Tässä tapauksessa ennustaja voi aikaansaada videosignaalin aikaisemman TV-juovan.

Menetelmää voidaan yhdistää muihin virheenilmaisu/piilotusmenetelmiin. Menetelmää voidaan kehittää siten, että aikaansaadaan virheiden korjaus (eikä ainoastaan virheiden piilotus). On olemassa virheiden ilmaisumenetelmiä, jotka erittelevät esiintyneen virheen tyyppin, mutta eivät pysty määrittämään sen täsmällistä sijaintia. Suurinta erotusarvoa voidaan käyttää tähän tarkoitukseen. Eräs tällainen menetelmä vaatii yhden ainoan lisätietosanan lisäämistä N-sanaryhmään. Tämä sana on ryhmän N muiden sanojen modulo 1 lisäys.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä virheiden ilmaisemisen mahdollistamiseksi, jotka virheet ovat tulleet tietosignaaliin tämän kulkiessa liikennekanavassa vastaanottimelle, **tunnettu** siitä, että se käsittää seuraavat askeleet:
siirtämättömästä tietosignaalista ennustetaan useita tietosignaalin todellisia arvoja;
määritetään kunkin todellisen arvon ja vastaavan ennustusarvon erotus;
aikaansaadaan virheiden ilmaisusignaali perustuen kunkin todellisen arvon ja vastaavan ennustusarvon välisten määritettyjen erotuksien vertailuun;
siirretään useat todelliset arvot kanavaa pitkin vastaanottimelle; ja
siirretään virheiden ilmaisusignaali vastaanottimelle.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että tietosignaali on vastaavuussuhteinen signaali.
3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että se käsittää lisäksi seuraavat askeleet:
vastaanotetaan siirretyt todelliset arvot ja siirretyt virheiden ilmaisusignaalit vastaanottimella;
ennustetaan vastaanotetuista todellisista arvoista vastaanotetun tietosignaalin vastaavat todelliset arvot;
määritetään kunkin vastaanotetun todellisen arvon ja vastaavan ennustusarvon erotus; ja
verrataan vastaanotettua virheiden ilmaisusignaalia määritettyyn erotukseen kunkin vastaanotetun todellisen arvon ja vastaavan ennustusarvon välillä virheiden ilmaisemiseksi.
4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että tietosignaali on vastaavuussuhteinen signaali.
5. Menetelmä virheiden ilmaisemisen mahdollistamiseksi, jotka virheet ovat tulleet tietosignaaliin tämän kulkiessa liikennekanavassa vastaanottimelle, **tunnettu** siitä, että se käsittää seuraavat askeleet:
otetaan jaksottain näytteitä tietosignaalista;

lasketaan siirtämättömistä näytteistä ennustettu arvo, joka vastaa kutakin näytettä;
määritetään kunkin näytteen ja vastaavan ennustetun arvon erotus;
aikaansaadaan virheiden ilmaisusignaali perustuen kunkin näytteen ja vastaavan ennustetun arvon välisten määritettyjen erotuksien vertailuun;
siirretään näytteet kanavaa pitkin vastaanottimelle; ja
siirretään virheiden ilmaisusignaali vastaanottimelle.

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että tietosignaalilla on tunnetut tilastolliset ominaisuudet, ja että mainittu askel ennustetun arvon laskemiseksi ei-siirretyistä näytteistä sisältää ennustetun arvon laskemisen perustuen ainoastaan yhden tai useamman siirtämättömän aikaisemman näytteen arvoon ja tietosignaalin tilastollisiin ominaisuuksiin.

7. Patenttivaatimuksen 5 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että se käsittää lisäksi seuraavat askeleet:
vastaanotetaan siirretyt näytteet ja siirretty virheen ilmaisusignaali vastaanottimella;
lasketaan vastaanotetuista näytteistä ennustettu arvo, joka vastaa kutakin näytettä;
määritetään kunkin vastaanotetun näytteen ja vastaavan ennustetun arvon välinen erotus; ja
verrataan vastaanotettu virheen ilmaisusignaali määritettyihin kunkin vastaanotetun näytteen ja vastaavan ennustetun arvon välisiin erotuksiin virheiden ilmaisemiseksi.

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että
tietosignaalilla on tunnetut tilastolliset ominaisuudet;
mainittu askel ennustetun arvon laskemiseksi siirtämättömistä näytteistä sisältää ennustetun arvon laskemisen perustuen pelkästään yhden tai useamman aikaisemmin siirtämättömän näytteen arvoon ja tietosignaalin tilastollisiin ominaisuuksiin; ja

mainittu askel ennustetun arvon laskemiseksi vastaanotetuista näytteistä sisältää ennustetun arvon laskemisen perustuen pelkästään yhden tai useamman aikaisemmin vastaanotetun näytteen arvoon ja tietosignaalin tilastollisiin ominaisuuksiin.

9. Menetelmä virheiden ilmaisemiseksi ja piilottamiseksi, jotka virheet ovat tulleet tietosignaaliin tämän kulkiessa liikennekanavassa vastaanottimelle, **tunnettu** siitä, että se käsittää seuraavat askeleet:

vastaanotetaan tietosignaalin todellisia arvoja;
ennustetaan vastaanotetuista todellisista arvoista vastaanotetun tietosignaalin vastaavat useat todelliset arvot;
määritetään kunkin vastaanotetun todellisen arvon ja vastaavan ennustusarvon erotus;
saadaan maksimierotusarvo;
verrataan vastaanotettu maksimierotusarvo määritettyyn erotukseen kunkin vastaanotetun todellisen arvon ja vastaavan ennustusarvon välillä virheiden ilmaisemiseksi; ja
korvataan kukin vastaanotettu todellinen arvo, joka on todettu virheelliseksi, vastaavalla ennustetulla arvolla.

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että se käsittää lisäksi seuraavat askeleet:

siirtämättömästä tietosignaalista ennustetaan useita tietosignaalin todellisia arvoja;
määritetään kunkin siirtämättömän tietosignaalin todellisen arvon ja vastaavan ennustuksen välinen erotus;
arvioidaan määritettyjen kunkin siirtämättömän tietosignaalin todellisen arvon ja vastaavan ennustuksen välisten erotusten maksimiarvo tietyllä aikavälillä; ja
siirretään arvioitu maksimiarvo vastaanottimelle suurimpana erotusarvona.

11. Menetelmä virheiden ilmaisemiseksi, jotka virheet ovat tulleet tietosignaaliin tämän kulkiessa liikennekanavassa vastaanottimelle, **tunnettu** siitä, että se käsittää seuraavat askeleet:

otetaan jaksottain vastaanotetusta signaalista näytteitä useiden todellisten signaaliarvojen muodostamiseksi; ennustetaan todellinen signaaliarvo perustuen mainittuihin useihin todellisiin signaaliarvoihin; verrataan ennustettua signaaliarvoa todelliseen signaaliarvoon, josta saadaan erotusarvo; määritetään suurin erotusarvo N :lle peräkkäiselle näytteelle, jossa N on positiivinen kokonaisluku; ja ilmaistaan virhe ainoastaan, mikäli saatu erotusarvo on suurempi kuin ennalta määrätty suurin erotusarvo.

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että N on suurempi kuin 1.

13. Menetelmä virheiden ilmaisemiseksi ja piilottamiseksi todellisissa signaaliarvoissa, **tunnettu** siitä, että se käsittää askeleet:
ennustetaan todellinen signaaliarvo perustuen ainakin yhteen aikaisempaan todelliseen signaaliarvoon;
verrataan ennustettua signaaliarvoa todelliseen vastaavaan signaaliarvoon, josta saadaan erotusarvo;
verrataan erotusarvoa ennalta määrättyyn suurimpaan erotusarvoon;
ilmaistaan virhe ainoastaan, mikäli saatu erotusarvo on suurempi kuin ennalta määrätty suurin erotusarvo; ja mikäli virhe on todettu, piilotetaan virhe korvaamalla todellinen signaaliarvo vastaavalla ennustetulla arvolla.

14. Patenttivaatimuksen 13 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että todelliset signaaliarvot ovat jaksottaisia näytteitä ja että ennalta määrätty suurin erotusarvo on määritetty N :lle peräkkäiselle jaksolle, jossa N on positiivinen kokonaisluku.

15. Patenttivaatimuksen 11 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että N on suurempi kuin 1.

16. Menetelmä virheiden ilmaisutietojen generoimiseksi jaksottain otetuista todellisista signaaliarvoista, **tunnettu** siitä, että se käsittää askeleet:
ennustetaan todellinen signaaliarvo perustuen ainakin yhteen aikaisempaan todelliseen signaaliarvoon;
verrataan ennustettua signaaliarvoa todelliseen signaaliarvoon, josta saadaan erotusarvo;
toistetaan ennustus- ja vertailuaskeleet N todelliselle signaaliarvolle, jossa N on positiivinen kokonaisluku, jolloin viivästetään todellista signaaliarvoa aikajakso, joka vastaa näytteenottonopeutta N; ja
tallennetaan suurin erotusarvo virheidenilmaisutietona.

Patentkrav

1. Förfarande för att möjliggöra detektering av fel som inkommit i en informationssignal under överföring av informationssignalen genom en kommunikationskanal till en mottagare, **kännetecknat** av att det omfattar följande steg:
att från den icke överförda informationssignalen förutsågs ett flertal verkliga värden för informationssignalen;
att man bestämmer skillnaden mellan vart och ett av flertalet av de verkliga värdena och den motsvarande förutsägelsen;
att man utvecklar en feldetekteringssignal på basen av en jämförelse av de bestämda differenserna mellan vart och ett verkligt värde och den motsvarande förutsägelsen;
att man överför flertalet verkliga värden genom kanalen till mottagaren; och
överför feldetektionssignalen till mottagaren.
2. Förfarande enligt patentkravet 1, **kännetecknat** av att informationssignalen är en korrelerad signal.
3. Förfarande enligt patentkravet 1, **kännetecknat** av att det därtill omfattar följande steg:
att man mottar de överförda verkliga värdena och den överförda feldetektionssignalen vid mottagaren;

att man från de mottagna aktuella värdena förutsäger de motsvarande aktuella värdena hos den mottagna informationssignalen;

att man bestämmer differensen mellan vart och ett av flertalet mottagna verkliga värden och den motsvarande förutsägelsen; samt

att man jämför den mottagna feldetektionssignalen med de bestämda differenserna mellan vart och ett av de mottagna verkliga värdena och den motsvarande förutsägelsen för att detektera fel.

4. Förfarande enligt patentkravet 3, **kännetecknat** av att informationssignalen är en korrelerad signal.

5. Förfarande för att möjliggöra detektion av fel som introducerats i en informationssignal under transmission av informationssignalen genom en kommunikationskanal till en mottagare, **kännetecknat** av att det omfattar stegen:

att periodiskt sampla informationssignalen;

att från de icke överförda samplen kalkylera ett förutsagt värde motsvarande vart och ett sampel;

att bestämma differensen mellan vart och ett sampel och det motsvarande förutsagda värdet;

att utveckla en feldetektionssignal på basen av en jämförelse av de bestämda differenserna mellan vart och ett sampel och det motsvarande förutsagda värdet;

att överföra samplen genom kanalen till mottagaren; och

att överföra feldetektionssignalen till mottagaren.

6. Förfarande enligt patentkravet 5, **kännetecknat** av att informationssignalen besitter kända statistiska egenskaper och sagda steg omfattande kalkylering av ett förutsagt värde från de icke överförda samplen omfattar kalkylering av det förutsagda värdet baserat enbart på värdet av ett eller flere tidigare icke överförda sampel och de statistiska egenskaperna hos informationssignalen.

7. Förfarande enligt patentkravet 5, **kännetecknat** av att den därtill omfattar stegen:

att motta de överförda samplen och den överförda feldetektionssignalen vid mottagaren;
att från de mottagna samplen kalkylera ett förutsagt värde motsvarande vart och ett sampel;
att bestämma differensen mellan vart och ett mottaget sampel och det motsvarande förutsagda värdet; och
att jämföra den mottagna feldetektionssignalen med de bestämda differenserna mellan vart och ett mottaget sampel och det motsvarande förutsagda värdet för att detektera fel.

8. Förfarande enligt patentkravet 7, **kännetecknat** av att informationssignalen besitter kända statistiska egenskaper; steget att från de icke överförda samplen kalkylera ett förutsagt värde omfattar kalkylering av det förutsagda värdet endast på basen av värdet hos ett eller flere tidigare icke transmitterade sampel och de statistiska egenskaperna hos informationssignalen; och
att sagda steg beträffande kalkylering av ett förutsagt värde från de mottagna samplen omfattar kalkylering av det förutsagda värdet baserad enbart på värdet hos ett eller flere tidigare mottagna sampel och de statistiska egenskaperna hos informationssignalen.

9. Förfarande för detektering och täckning av fel som introducerats i en informationssignal under informationssignalens passerande genom en kommunikationskanal till en mottagare, **kännetecknat** av att det omfattar stegen:
att motta ett flertal verkliga värden hos informationssignalen;
att från de mottagna verkliga värdena förutsäga vart och ett av ett flertal verkliga värden hos den mottagna informationssignalen;
att bestämma differensen mellan vart och ett av flertalet mottagna verkliga värden och den motsvarande förutsägelsen;
att motta ett maximalt differensvärde;
att jämföra det mottagna maximala differensvärdet med den bestämda differensen mellan vart och ett av flertalet mottagna verkliga värden och den motsvarande förutsägelsen i och för detektering av fel; och

att för vart och ett mottaget verkligt värde som detekteras såsom felaktigt substituera den motsvarande förutsägelsen.

10. Förfarande enligt patentkravet 9, **kännetecknat** av att det därtill omfattar stegen:
att från den icke överförda informationssignalen förutsäga ett flertal verkliga värden hos informationssignalen;
att bestämma differensen mellan vart och ett av flertalet verkliga värden hos den icke överförda informationssignalen och den motsvarande förutsägelsen;
att beräkna ett maximalt värde för de bestämda differenserna mellan vart och ett av flertalet verkliga värden hos den icke överförda informationssignalen och den motsvarande förutsägelsen över en bestämd tidsperiod; och
att överföra det beräknade maximala värdet till mottagaren såsom ett maximalt differensvärde.

11. Förfarande för detektering av fel som introducerats i en informationssignal under informationssignalens passerande genom en kommunikationskanal till en mottagare, **kännetecknat** av att det omfattar stegen:
att från den mottagna signalen periodvis ta sampel för att bilda ett flertal verkliga signalvärden;
att förutsäga ett aktuellt signalvärde baserat på nämnda flertal aktuella signalvärden;
att jämföra det förutsagda signalvärdet med det verkliga signalvärdet och producera ett differensvärde;
att bestämma ett maximalt differensvärde för en grupp om N successiva perioder, där N är ett positivt heltal; och
att detektera ett fel endast ifall det producerade differensvärdet är större än ett förutbestämt maximalt differensvärde.

12. Förfarande enligt patentkravet 11, **kännetecknat** av att N är större än 1.

13. Förfarande för detektering och täckning av fel i verkliga signalvärden, **kännetecknat** av att det omfattar stegen:

att förutsäga ett verkligt signalvärde baserat på åtminstone ett tidigare verkligt signalvärde;
att jämföra det förutsagda signalvärdet med det motsvarande verkliga signalvärdet och att producera ett differensvärde;
att jämföra differensvärdet med ett på förhand bestämt maximalt differensvärde;
att detektera ett fel ifall och endast ifall differensvärdet är större än det på förhand bestämda maximala differensvärdet; och
att ifall ett fel detekteras felet täcks genom att det verkliga signalvärdet ersätts med det motsvarande förutsagda signalvärdet.

14. Förfarande enligt patentkravet 13, **kännetecknat** av att de aktuella signalvärdena representeras av periodiska sampel, varvid det på förhand bestämda maximala differensvärdet bestäms för en grupp om N successiva perioder, där N är ett positivt heltal.

15. Förfarande enligt patentkravet 11, **kännetecknat** av att N är större än 1.

16. Förfarande för generering av feldetektionsinformation från periodiskt samplade verkliga signalvärden, **kännetecknat** av att det omfattar stegen:
att förutsäga ett verkligt signalvärde baserat på åtminstone ett tidigare verkligt signalvärde;
att jämföra det förutsagda signalvärdet med det motsvarande verkliga signalvärdet och att producera ett differensvärde;
och
att repetera sagda steg att förutsäga och jämföra för ett totalantal om N verkliga signalvärden, där N är ett positivt heltal, varvid det verkliga signalvärdet fördröjs en tidsperiod motsvarande N samplingsperioder; och
det största differensvärdet lagras såsom en feldetektionsinformation.

FIG. 1.

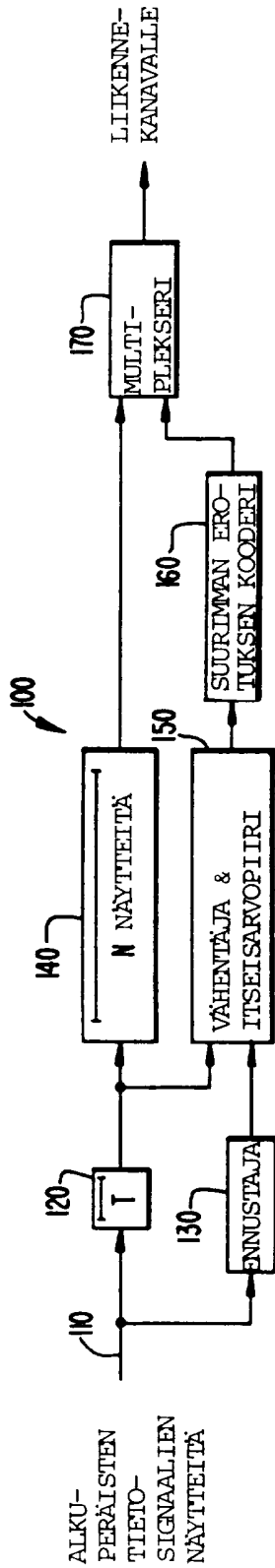


FIG. 2.

