



FI000120329B

(12) **PATENTTIJULKAISU**  
**PATENTSKRIFT**

(10) **FI 120329 B**

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats

15.09.2009

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

**H04H 1/00** (2006.01)

**H04H 9/00** (2006.01)

(21) Patenttihakemus - Patentansökning

20012297

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag

23.11.2001

(24) Alkupäivä - Löpdag

22.05.2000

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

23.01.2002

(86) Kv. hakemus - Int. ansökan

PCT/US2000/014057

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

25.05.1999 US 318045 P

**SUOMI – FINLAND**

**(FI)**

**PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS**  
**PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN**

(73) Haltija - Innehavare

**1 •Arbitron Inc.**, 9705 Patuxent Woods Drive, Columbia, MD 21046, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare

**1 •Neuhauser, Alan R.**, 1512 Flora Court, Silver Spring, MD 20910, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

**2 •Lynch, Wendell D.**, 103 Lynnmoor Drive, Silver Spring, MD 20910, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

**3 •Jensen, James M.**, 10702 Faulkner Ridge Circle, Columbia, MD 21044, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(74) Asiamies - Ombud

**Kolster Oy Ab**, Iso Roobertinkatu 23, 00120 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

**Audiosignaalien informaation dekodaus**

**Dekodning av information i audiosignaler**

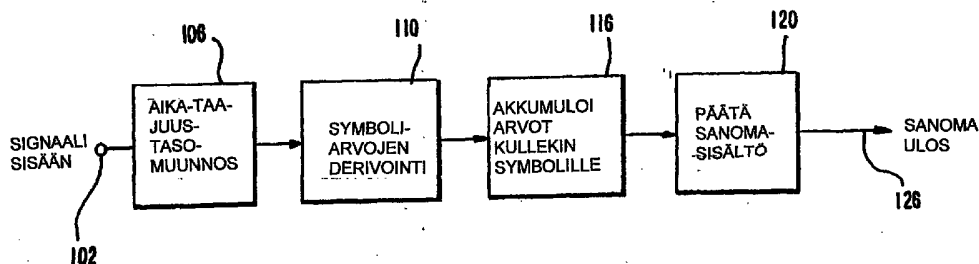
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

US 5450490 A

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksinnön kohteena on järjestelmät ja menetelmät audiosignaaliin olevan sanomasymbolin dekoddaamista varten. Tätä sanomasymbolia edustavat ensimmäinen ja toinen koodisymboli, jotka ovat ajallisesti erillään toisistaan. Koodisignaaleja edustavat arvot akkumuloidaan (116) ja akkumuloidut arvot tutkitaan sanomasymbolin ilmaisemiseksi (120).

Uppfinningen avser system och förfaranden för dekodning av en meddelandesymbol i en audiosignal. Denna meddelandesymbol representeras av en första och en andra kodsymbol, som är tidsmässigt förskjutna. Värden som representerar kodsymbolerna ackumuleras (116) och de ackumulerade värdena undersöks för att detektera (120) meddelandesymbolen.



## Audiosignaalien informaation dekodaus

### Keksinnön tausta

Esillä oleva keksintö liittyy menetelmiin ja laitteeseen informaatio-signaalin erottamiseksi koodatusta audiosignaalista.

5 On olemassa erilaisia motivoivia tekijöitä sille, että pysyvästi tai lähtemättömästi sisällytetään informaatio-signaaleja audiosignaaleihin, mitä kutsutaan "vesileimaukseksi" ("watermarking"). Tällainen audiovesileima voi esimerkiksi antaa tiedon tekijästä, sisällöstä, sukupuusta, tekijänoikeuden olemassaolosta tai muusta vastaavasta koskien näin merkittyjä audiosignaaleja. Vaihto-  
10 ehtoisesti audiosignaaleihin voi olla sisällytetty muuta informaatiota, joka koskee joko itse signaalia tai on siihen liittymätöntä. Tämä informaatio voi olla sisällytetty audiosignaaliin erilaisia tarkoituksia varten, kuten tunnistena tai osoitteena tai käskynä, riippumatta liittyykö se itse signaaliin vai ei.

On olemassa merkittävä kiinnostus audiosignaalien koodaamiseen  
15 informaatiolla sellaisten koodattujen audiosignaalien tuottamiseksi, joilla on oleellisesti samanlaiset havaittavat ominaisuudet kuin alkuperäisillä koodaamattomilla audiosignaaleilla. Viimeisimmät menestyksekkäät tekniikat hyödyntävät ihmisen kuulojärjestelmän psykoakustista maskausilmiötä, jolloin tietyt äänet eivät ole ihmisen aistittavissa, kun ne vastaanotetaan muiden äänien  
20 kanssa.

Yksi erityisen onnistunut psykoakustisen maskausilmiön hyödyntäminen on kuvattu US-patenteissa nro 5 450 490 ja nro 5 764 763 (Jensen et al.), jolloin informaatiota edustaa monitaajuinen koodisignaali, joka on sisällytetty audiosignaaliin perustuen audiosignaalin maskauskykyyn. Enkoodattu  
25 audiosignaali sopii yleislähetystä ja -vastaanottoa varten (broadcast) sekä tallennukseen ja toistoon. Kun audiosignaali vastaanotetaan, se käsitellään tämän monitaajuisen koodisignaalin läsnäolon ilmaisemiseksi. Toisinaan vastaanotetusta audiosignaalista ilmaistaan vain osa monitaajuisesta koodisignaalista, esim. joukko yksitaajuisia koodikomponentteja. Jos riittävä määrä koodi-  
30 komponentteja ilmaistaan, voidaan itse informaatio-signaali palauttaa.

Yleensä akustisella signaalilla, jolla on alhaiset amplituditasot, on ainoastaan minimaalinen kapasiteetti, jos lainkaan, maskata informaatio-signaali akustisesti. Esimerkiksi tällaisia matalia amplituditasoja voi esiintyä puheen tauon aikana, musiikkisegmenttien välisen tauon aikana tai jopa tietyn  
35 tyyppisen musiikin sisällä. Pitkän matalia amplituditasoja olevan jakson aikana voi olla vaikea sisällyttää koodisignaalia audiosignaaliin ilman että aiheutetaan

koodatun audiosignaalin erottuminen alkuperäisestä akustisesti aistittavalla tavalla.

Lisäongelma on purskevirheiden esiintyminen koodattujen audiosignaalien lähetyksen ja toiston aikana. Purskevirheitä voi esiintyä virhesignaalin väliaikaisesti jatkuvina segmentteinä. Tällaisia virheitä ei yleensä voida etukäteen ennustaa ja ne vaikuttavat oleellisesti koodatun audiosignaalin sisällöön. Purskevirheitä syntyy tyypillisesti virheestä siirtokanavassa tai toistolaitteissa vakavien ulkopuolisten häiriöiden seurauksena, kuten eri siirtokanavista tulevien signaalien päällekkäin menosta, järjestelmän tehopiikkien esiintymisestä, keskeytyksestä normaaleissa toiminnoissa, melusaasteen mukaantulosta (tahallisesti tai muutoin) ja muusta vastaavasta. Siirtojärjestelmässä tällaiset olosuhteet voivat aiheuttaa sen, että osa lähetetyistä koodatuista audiosignaaleista on täysin vastaanottokelvottomia tai merkittävästi muuttuneita. Koodatun audiosignaalin uudelleenlähetyksen puuttuessa koodatun audiosignaalin vahingoittunut osa voi olla täysin korjauskelvotonta, samalla kun muissa tapauksissa muutokset koodatussa audiosignaalin sisällä voi tehdä upotetusta informaatio-signaalista ilmaisukelvotonta. Monissa sovellutuksissa, kuten radio- ja televisioyöleislähetyksessä, koodattujen audiosignaalien reaaliaikainen uudelleenlähetyks on yksinkertaisesti mahdoton toteuttaa.

Järjestelmissä, jotka akustisesti toistavat medialle tallennettuja audiosignaaleja, erilaiset tekijät voivat aiheuttaa purskevirheitä toistettuun akustiseen signaaliin. Tavallisesti epäsäännöllisyys tallennusmediassa, jonka on aiheuttanut vaurio, este tai kuluminen, johtaa siihen, että tietyt osat tallennetuista audiosignaaleista ovat toistamiskelvottomia tai muuttuvat merkittävästi toiston aikana. Myöskin kohdistusvirhe tai häiriö tallennus- tai toistomekanismeissa suhteessa tallennusmediaan voi aiheuttaa pursketyyppisiä virheitä tallennettujen audiosignaalien akustisen toiston aikana. Lisäksi kaiuttimen akustiset rajoitukset sekä kuunteluympäristön akustiset ominaisuudet voivat aiheuttaaavaruudellisia epäsäännöllisyyksiä akustisen energian jakautumisessa. Tällaiset epäsäännöllisyydet voivat aiheuttaa purskevirheiden esiintymistä vastaanotetuissa akustisissa signaaleissa, mikä häiritsee koodin palautusta.

### **Keksinnön tavoitteet ja yhteenveto**

Tämän vuoksi esillä olevan keksinnön tavoitteena on aikaansaada audiosignaaleissa olevien koodisymbolien ilmaisemiseksi järjestelmät ja menetelmät, jotka lieventävät matalia signaalitasoja omaavien jaksojen sekä purskevirheiden aiheuttamia ongelmia.

Keksinnön toinen tavoite on aikaansaada sellaiset järjestelmät ja menetelmät, jotka tarjoavat luotettavan toiminnan vaikeissa olosuhteissa.

Keksinnön lisätavoitteena on aikaansaada sellaiset järjestelmät ja menetelmät, jotka eivät ole häiriöalttiita.

5 Esillä olevan keksinnön erään piirteen mukaisesti aikaansaadaan järjestelmät ja menetelmät ainakin yhden sanomasymbolin dekodeamiseksi, jota edustaa joukko koodisymboleja audiosignaalisissa. Nämä järjestelmät ja menetelmät käsittävät välineet ja vastaavasti vaiheet yhteistä sanomasymbolia edustavien ensimmäisen ja toisen koodisymbolin, jotka ovat ajallisesti erillään  
10 audiosignaalisissa, vastaanottamiseksi, ensimmäistä koodisymbolia edustavan ensimmäisen signaaliarvon keräämiseksi ja toista koodisymbolia edustavat toisen signaaliarvon keräämiseksi, ja näiden kerättyjen ensimmäisen ja toisen signaaliarvon tutkimiseksi tämän yhteisen sanomasymbolin ilmaisua varten.

Esillä olevan keksinnön toisen piirteen mukaisesti aikaansaadaan  
15 järjestelmä ainakin yhden sanomasymbolin dekodeamiseksi, jota edustaa joukko koodisymboleja audiosignaalisissa. Järjestelmä käsittää sisääntulolaitteen yhteistä sanomasymbolia edustavien ensimmäisten ja toisten koodisymbolien vastaanottamiseksi, näiden ensimmäisen ja toisen koodisymbolin ollessa ajallisesti erillään audiosignaalisissa; ja digitaalisen prosessorin, joka on yhteydessä sisääntulolaitteen kanssa ensimmäisiä ja toisia koodisymboleja edustavan datan vastaanottamiseksi siltä, tämän digitaalisen prosessorin ollessa ohjelmoitu keräämään ensimmäinen signaaliarvo, joka edustaa ensimmäistä koodisymbolia, ja toinen signaaliarvo, joka edustaa toista koodisymbolia, ja digitaalisen prosessin ollessa edelleen ohjelmoitu tutkimaan nämä kerätyt ensimmäiset ja toiset signaaliarvot mainitun yhteisen sanomasymbolin ilmaisua  
20 varten.

Tietyissä suoritusmuodoissa ensimmäiset ja toiset signaaliarvot kerätään tallentamalla arvot erikseen ja yhteinen sanomasymboli ilmaistaan tutkimalla kumpaakin näistä erikseen tallennetuista arvoista. Ensimmäinen ja toinen signaaliarvo voivat edustaa signaaliarvoja, jotka on johdettu monista muista signaaliarvoista, kuten yksittäisten kooditaajuuskomponenttien arvoista, tai yhdestä signaaliarvosta, kuten yhden kooditaajuuskomponentin suuruuden mitta. Lisäksi johdettu arvo voi olla saatu monien signaaliarvojen lineaarisena kombinaationa, kuten painotettujen tai painottamattomien arvojen summana,  
25 tai niiden epälineaarisena funktiona.

Lisäsuoritusmuodoissa ensimmäinen ja toinen signaaliarvo kerätään tuottamalla kolmas signaaliarvo, joka on johdettu ensimmäisistä ja toisista arvoista. Tämä kolmas signaaliarvo on joissakin suoritusmuodoissa johdettu ensimmäisen ja toisen signaaliarvon lineaarisen kombinaation kautta, kuten niiden painotettuna tai painottamattomana summana, tai niiden epälineaarisenä funktiona.

Esillä olevan keksinnön mukaiset muut tavoitteet, piirteet ja edut tulevat ilmeisiksi seuraavasta tiettyjen suoritusmuotojen yksityiskohtaisesta selityksestä, kun se luetaan yhdessä oheisten piirrosten kanssa, joissa samat komponentit on identifioitu samoilla viitenumeroilla.

### **Piirrosten lyhyt selitys**

- Kuvio 1 on koodauslaitteen toiminnallinen lohkokaavio;
- kuvio 2 on taulukko, johon viitataan, kun selitetään metodologia, joka liittyy informaation koodaamiseen audiosignaaliin;
- 15       kuviot 3A, 3B ja 3C ovat kaavioita, jotka havainnollistavat audiosignaalin koodausmetodologia ;
- kuvio 4 on toinen taulukko, johon viitataan, kun selitetään metodologiaa, joka liittyy informaation koodaamiseen audiosignaaliin;
- kuvio 5 on lohkokaavio, joka havainnollistaa moniasteista audiosignaalin koodausjärjestelmää;
- 20       kuvio 6 on henkilökohtaisen kannettavan mittarin toiminnallinen lohkokaavio;
- kuvio 7 on toiminnallinen lohkokaavio, joka havainnollistaa dekodauslaitetta;
- 25       kuvio 8 on vuokaavio, joka havainnollistaa metodologiaa, joka liittyy informaationkoodien hakemiseen koodatusta audiosignaalista;
- kuvio 9 on kaavio ympyrä-SNR-puskurista, jota käytetään kuvion 8 metodologian suorittamiseen;
- kuvio 10 on vuokaavio, joka havainnollistaa toista metodologiaa, joka liittyy informaatiokoodin hakemiseen koodatusta audiosignaalista.
- 30

### **Tiettyjen edullisten suoritusmuotojen yksityiskohtainen selitys**

Esillä oleva keksintö liittyy erityisen häiriösietoisen koodauksen käyttöön, joka konvertoi informaation koodisymbolien redundanteiksi sekvensseiksi. Tiettyissä suoritusmuodoissa kutakin koodisymbolia edustaa joukko erilaisia, ennalta määrättyjä yksitaajuisia koodisignaaleja; kuitenkin muissa suori-

tusmuodoissa eri koodisymbolit voivat vaihtoehtoisesti jakaa tiettyjä yksitaajuisia koodisignaaleja tai ne voi olla tuotettu metodologialla, joka ei varaa ennalta määrättyjä taajuuskomponentteja tietyille symbolille. Symbolien redundanttisekvenssi sisällytetään audiosignaaleihin tuottamaan koodattuja audiosignaaleja, joita kuulija ei havaitse mutta jotka ovat kuitenkin palautettavissa.

Tämä redundantti koodisymbolisekvenssi on erityisen sopiva sisällytettäväksi audiosignaaleihin, joilla on alhainen maskauskapasiteetti, kuten audiosignaaleihin, joissa on paljon matala-amplitudisia osuuksia tai vastaavia. Lisäksi, kun se sisällytetään audiosignaaleihin, koodisymbolien redundanttisekvenssi vastustaa purskevirheiden aiheuttamaa heikkenemistä, joka vaikuttaa väliaikaisesti jatkuviin audiosignaaleihin. Kuten yllä kuvattiin, tällaiset virheet voivat olla seurausta epätäydellisistä audiosignaalin tallennus-, toisto- ja/tai säilytysprosesseista, audiosignaalin siirrosta häviöitä aiheuttavan ja/tai kohinaisen kanavan kautta, epäsäännöllisyyksistä akustisessa ympäristössä, tai vastaavista.

Koodatun informaation palauttamiseksi tietyissä suoritusmuodoissa koodatut audiosignaalit tutkitaan yrityksenä ilmaista ennalta määrättyjen yksitaajuisien koodikomponenttien läsnäolo. Saattaa olla, että joitakin yksitaajuisia koodikomponentteja ei ole koodausprosessin aikana sisällytetty audiosignaaleihin tietyissä signaalijaksoissa johtuen audiosignaalin riittämättömästä maskauskapasiteetista näissä jaksoissa. Purskevirheet, jotka ovat huonontaneet osia koodatuista audiosignaaleista, voivat aiheuttaa tiettyjen koodisignaalin häviämisen koodatuista audiosignaaleista tai virheellisten signaalien, kuten kohinan, lisäämisen koodattuihin audiosignaaleihin. Täten koodattujen audiosignaalin tutkiminen todennäköisesti paljastaa informaatiota edustaneiden yksitaajuisien koodisignaalin ryhmien alkuperäisen sekvenssin hyvin vääristyneen version.

Ne yksitaajuiset koodikomponentit, jotka palautetaan, yhdessä sellaisten virheellisten lisäsignaalien kanssa, jotka on virheellisesti ilmaistu koodisignaaleina, käsitellään koodisymbolien alkuperäisen sekvenssin tunnistamiseksi, jos se on mahdollista. Koodisignaalin ilmaisu- ja käsittelyoperaatiota on erityisesti sovitettu hyödyntämään koodausmetodologian vahvuuksia. Tämän seurauksena esillä olevan keksinnön ilmaisu- ja käsittelymetodologia tuottaa parantuneen virhetoleranssin.

Kuvio 1 on toiminnallinen lohkokaavio audiosignaalikooderista 10. Kooderi 10 toteuttaa optionaalisen symbolin generointitoiminnon 12, symbo-

lisekvenssin generointitoiminnon 14, symbolin koodausfunktion 16, akustisen maskausilmiön arviointi-/säättötoiminnon 18 ja audiosignaalin sisällyttämistoiminnon 20. Edullisesti kooderi 10 käsittää ohjelmistolla ohjatun tietokonejärjestelmän. Tietokone voi olla varustettu analogisella prosessorilla koodattavan analogisen audiosignaalin näytteenottoa varten tai se voi saada audiosignaalin sisääntulona suoraan digitaalisessa muodossa, uudelleennäytteenotolla tai ilman sitä. Vaihtoehtoisesti kooderi 10 voi käsittää yhden tai useamman diskreetin signaalinkäsittelykomponentin.

Symbolin generointitoiminto 12, kun sitä käytetään, kääntää informaatio-  
 10 maatiosignaalin joukoksi koodisymboleja. Tämä toiminto voidaan suorittaa käyttämällä muistilaitetta, kuten tietokonejärjestelmän puolijohde-EPROMia, johon on ennalta tallennettu koodisymbolien taulukko, joka on sopiva indeksointiin informaatio-signaaliin nähden. Esimerkki taulukosta informaatio-signaalin kääntämiseksi koodisymboliksi tietyissä sovelluksissa on esitetty kuviossa  
 15 2. Taulukko voi olla tallennettu kovalevyllä tai muulle sopivalle tietokonejärjestelmän muistilaitteelle. Symbolin generointitoiminto voidaan myös suorittaa yhdellä tai useammalla diskreetillä komponentilla, kuten EPROMilla ja siihen liittyvillä ohjauslaitteilla, logiikkaverkolla, sovellusspesifisellä integroidulla piirillä, tai millä tahansa muulla sopivalla laitteella tai laitteiden yhdistelmällä. Symbolin  
 20 generointitoiminto voi myös olla toteutettu yhdellä tai useammalla laitteella, jotka myös toteuttavat yhden tai useamman muista toiminnoista, joita on havainnollistettu kuviossa 1.

Symbolisekvenssin generointitoiminto 14 formatoi symbolit, jotka symbolin generointitoiminto tuottaa (tai jotka on syötetty suoraan kooderille  
 25 10), koodi- tai informaatio-symboleiden redundantiksi sekvenssiksi. Tietyissä suoritustavoissa, merkki- ja/tai synkronointisymboleja lisätään koodisymbolien sekvenssiin osana formatointiprosessia. Koodisymbolien redundanttinen sekvenssi on suunniteltu olemaan erityisen vastustuskykyinen purskevirheille ja audiosignaalin koodausprosesseille. Tietyjen suoritustavojen koodisymbolien redundanttien sekvenssien tarkempi selitys tullaan antamaan alla kuvio-  
 30 oiden 3A, 3B ja 3C käsittelyn yhteydessä. Edullisesti generointitoiminto 14 on toteutettu käsittelylaitteessa, kuten mikroprosessorijärjestelmässä, tai erityisellä formatointilaitteella, kuten sovellusspesifisellä integroidulla piirillä tai logiikkaverkolla, useilla komponenteilla tai edellä olevien yhdistelmällä. Symbolisekvenssin generointitoiminto voidaan myös toteuttaa yhdellä tai useammalla  
 35

laitteella, jotka toteuttavat myös yhden tai useamman muista toiminnoista, joita on havainnollistettu kuviossa 1.

Kuten yllä todettiin, symbolisekvenssin generointitoiminto 14 on optionaalinen. Koodausprosessi voidaan suorittaa esimerkiksi siten, että informaatio-  
 5 maatiosignaali käännetään suoraan ennalta määrätyksi symbolisekvenssiksi, ilman että toteutetaan erillisiä symbolin generointi- ja symbolisekvenssin generointitoimintoja.

Jokainen näin tuotetun symbolisekvenssin symboli konvertoidaan symbolin koodaustoiminnolla 16 joukoksi yksitaajuisia koodisignaaleja. Tietyis-  
 10 sä edullisissa suoritusmuodoissa symbolin koodaustoiminto suoritetaan tietokonejärjestelmän muistilaitteen avulla, kuten puolijohde-EPROMilla, johon on ennalta tallennettu yksitaajuisien koodisignaalin ryhmiä, jotka vastaavat kutakin symbolia. Esimerkki symbolitaulukosta ja vastaavista yksitaajuisien koodisignaalien ryhmistä on esitetty kuviossa 4.

Vaihtoehtoisesti koodisignaalien ryhmät voi olla tallennettu kovalevylle tai muulle sopivalle tietokonejärjestelmän muistilaitteelle. Koodaustoiminto voi olla myös toteutettu yhdellä tai useammalla diskreetillä komponentilla, kuten EPROMilla ja siihen liittyvillä ohjauslaitteilla, loogisella verkolla, sovel-  
 15 lusspesifisellä integroidulla piirillä tai muulla sopivalla laitteella tai laitteiden yhdistelmällä. Koodaustoiminto voi myös olla suoritettu yhdellä tai useammalla laitteella, joka toteuttaa myös yhden tai useamman muista toiminnoista, joita on havainnollistettu kuviossa 1.

Vaihtoehtoisesti koodattu sekvenssi voi olla generoitu suoraan informaatio-  
 20 signaalista, ilman että toteutetaan erilliset toiminnot 12, 14 ja 16.

Akustisen maskausilmiön arviointi-/säätötoiminto 18 määrittää sääntö-  
 25 täulevan audiosignaalin kapasiteetin maskata yksitaajuiset koodisignaalit, jotka symbolin koodaustoiminto 16 tuottaa. Audiosignaalin maskauskyvyn määrittämisen perusteella funktio 18 generoi säätöparametrit, joilla säädetään yksitaajuisien koodisignaalien suhteellisia suuruuksia siten, että nämä koo-  
 30 disignaalit saadaan ihmiskuuntelijan kuulumattomiin, kun ne sisällytetään audiosignaaliin. Kun audiosignaali on määritetty olevan alhainen maskauskapasiteetti, johtuen matalasta signaali-  
 35 amplitudista tai muista signaaliominaisuuksista, säätöparametrit voivat pienentää tiettyjen koodisignaalien suuruuksia äärimmäisen alhaisille tasoille tai ne voivat nollata tällaiset signaalit kokonaan. Päinvastoin, kun audiosignaali on määritetty olevan suurempi maskauskapasiteetti, tällaista kapasiteettia voidaan hyödyntää generoimalla sää-



töparametreja, jotka kasvattavat tiettyjen koodisignaalien suuruuksia. Koodisignaalit, joiden suuruutta on kasvatettu, ovat yleensä todennäköisimmin erotettavissa kohinasta ja täten ilmaistavissa dekodauslaitteella. Lisäyksityiskoh-  
 5 esitetty US-patenteissa 5 764 763 ja 5 450 490, Jensen et al., joissa kummas-  
 sakin on otsikkona "Apparatus and Methods for Including Codes in Audio Sig-  
 nals and Decoding" ja jotka sisällytetään tähän kokonaisuutenaan viitteenä.

Tietyissä suoritusmuodoissa toiminto 18 soveltaa säätöparametreja yksitaajuisille koodisignaaleille tuottaakseen säädettyjä yksitaajuisia koodisig-  
 10 naaleja. Nämä säädetyt koodisignaalit sisällytetään audiosignaaliin toiminnolla  
 20. Vaihtoehtoisesti toiminto 18 syöttää säätöparametrit yhdessä yksitaajuisten  
 koodisignaalien kanssa toiminnon 20 suorittamaa säätöä ja audiosignaaliin si-  
 sällyttämistä varten. Vielä muissa suoritusmuodoissa toiminto 18 on yhdistetty  
 yhden tai useamman toiminnoista 12, 14 ja 16 kanssa tuottamaan suoraan  
 15 suuruudeltaan säädettyjä yksitaajuisia koodisignaaleja.

Tietyissä suoritusmuodoissa akustisen maskausilmiön arviointi-/säätötoiminto 18 on toteutettu käsittelylaitteessa, kuten mikroprosessorijärjestel-  
 mässä, joka voi myös toteuttaa yhden tai useamman kuviossa 1 havainnolliste-  
 tuista lisätoiminnoista. Toiminto 18 voi olla myös suoritettu tätä tarkoitusta var-  
 20 ten olevalla laitteella, kuten sovellusspesifisellä integroidulla piirillä tai logiikka-  
 verkolla, tai useilla diskreeteillä komponenteilla, tai edellä esitettyjen yhdistel-  
 mällä.

Koodin sisällyttämistoiminto 20 yhdistää yksitaajuiset koodikom-  
 ponentit audiosignaalin kanssa tuottaen koodatun audiosignaalin. Suoraviivai-  
 25 sessä toteutuksessa toiminto 20 yksinkertaisesti lisää yksitaajuiset koodisig-  
 naalit suoraan audiosignaaliin. Toiminto 20 voi kuitenkin sijoittaa koodisignaalit  
 audiosignaalin päälle. Vaihtoehtoisesti modulaattori 20 voi modifioida taajuuk-  
 sien amplitudeja audiosignaalin sisällä akustisen maskausilmiön arviointitoi-  
 minnolta tulevan sisääntulon mukaisesti tuottaen koodatun audiosignaalin, jo-  
 30 ka sisältää säädetyt koodisignaalit. Lisäksi koodin sisällyttämistoiminto voidaan  
 suorittaa joko aikatasossa tai taajuustasossa. Koodin sisällyttämistoiminto 20  
 voi olla toteutettu summauspiirin avulla tai prosessorin avulla. Tämä toiminto  
 voi olla myös toteutettu yhdellä tai useammalla yllä kuvatuilla laitteilla, jotka  
 myös toteuttavat yhden tai useamman muista kuviossa 1 esitetyistä toiminnois-  
 35 ta.

Yksi tai useampi toiminnoista 12-20 voi olla toteutettu yhdellä laitteella. Tietyissä edullisissa suoritusmuodoissa toiminnot 12, 14, 16 ja 18 on toteutettu yhdellä prosessorilla ja vielä muissa yksi prosessori suorittaa kaikki kuviossa 1 havainnollistetut toiminnot. Lisäksi kaksi tai useampia toiminnoista 12, 14, 16 ja 18 voi olla toteutettu yhdellä taulukolla, jota ylläpidetään sopivassa muistilaitteessa.

Kuvio 2 havainnollistaa esimerkin omaisen käännöstaulukon informaatiotieteen konvertoimiseksi koodisymboliksi. Kuten on esitetty, informaatiotieteen signaali voi käsittää informaatiota, joka liittyy tietyn audiosignaalin sisältöön, ominaisuuksiin tai muihin siihen liittyviin tekijöihin. Voidaan esimerkiksi ajatella, että audiosignaali voitaisiin modifioida sisältämään ei-kuultava indikaatio siitä, että audio-ohjelmassa vaaditaan tekijänoikeus. Vastaavasti symbolia, kuten  $S_1$ , voidaan käyttää indikoimaan, että tietyssä työssä vaaditaan tekijänoikeutta. Samalla tavoin tekijä voidaan identifioida uniikilla symbolilla  $S_2$  tai yleislähetysasema identifioida uniikilla symbolilla  $S_3$ . Lisäksi tietty päivämäärä voitaisiin esittää symbolilla  $S_4$ . Tietenkin monia muita informaatiotyyppisiä voitaisiin sisällyttää informaatiotieteen signaaliin ja kääntää symboliksi. Esimerkiksi informaatio, kuten osoitteet, käskyt, salausavaimet, jne. voitaisiin koodata tällaisissa symboleissa. Vaihtoehtoisesti voitaisiin käyttää symbolisekvenssijoukkoja, yksittäisten symboleiden lisäksi tai sijasta, edustamaan tiettyjä informaatiotyyppisiä. Toisena vaihtoehtona voitaisiin toteuttaa kokonainen symbolinen kieli edustamaan minkä tahansa tyyppistä informaatiotieteen signaalia. Koodatun informaation ei myöskään tarvitse liittyä audiosignaaliin.

Kuvio 3A on kaavio, joka havainnollistaa sellaisten symboleiden virtaa, jotka saattaisivat olla kuvion 1 symbolin generointitoiminnon 12 synnyttämiä, kun taas kuviot 3B ja 3C ovat kaavioita, jotka havainnollistavat symbolisekvenssejä, jotka saattaisivat olla kuvion 1 symbolisekvenssin generointitoiminnon 14 synnyttämiä vasteena kuvion 3A symbolivirrälle. Kuvioissa 3A-3C käytetään symboleja  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  ja  $S_4$  esimerkkeinä symboleista havainnollistamassa esillä olevan keksinnön piirteitä eikä niitä ole tarkoitettu rajoittamaan sen sovellettavuutta. Esimerkiksi yhden tai useamman symbolin  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  tai  $S_4$  edustama informaatio saatetaan valita satunnaisesti ilman suhdetta informaatioon, jota yksi tai useampi muista symboleista edustaa.

Kuvio 3B havainnollistaa esimerkkiä redundanttisen symbolisekvenssin ydinyksiköstä, joka edustaa neljän symbolin  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  ja  $S_4$  sisääntuloryhmää. Ydinyksikkö alkaa ensimmäisestä sanomasekvenssistä, jossa on

sekvenssi- tai merkkisymboli  $S_A$ , jota nämä neljä sisääntulodatasymbolia seuraavat, minkä jälkeen seuraa kolme toistavaa sanomasegmenttiä, joista kukin muodostuu sekvenssi- tai merkkisymbolista  $S_B$  ja neljästä sisääntulosymbolista. Monissa sovellutuksissa tämä ydinyksikkö on yksinään riittävän redundant-

5 tinen aikaansaadakseen riittävän selviytymistason. Vaihtoehtoisesti tämä ydinyksikkö voi itsessään olla toistettu selviytymiskyvyn kasvattamiseksi. Lisäksi tällä ydinyksiköllä voi olla enemmän tai vähemmän kuin neljä sanomasegmenttiä samoin kuin segmenttejä, joissa on enemmän tai vähemmän kuin neljä tai viisi symbolia.

10 Yleistämällä tämän esimerkin sisääntuloryhmä, joka käsittää  $N$  symbolia  $S_1, S_2, S_3, \dots, S_{N-1}, S_N$  on edustettu redundanttisella symbolisekvenssillä, joka käsittää  $S_A, S_1, S_2, S_3, \dots, S_{N-1}, S_N$ , mitä seuraa  $(P-1)$  toistavaa segmenttiä, jotka käsittävät symbolit  $S_B, S_1, S_2, S_3, \dots, S_{N-1}, S_N$ . Kuten tässä esimerkissä, tämä ydinyksikkö voi itsessään olla toistettu selviytymiskyvyn kasvattamiseksi. Lisäksi symbolisekvenssiä näissä sanomasegmenteissä saate-

15 taan varioida segmentistä toiseen niin kauan kuin dekooderi on järjestetty tunnistamaan vastaavat symbolit eri segmenteissä. Lisäksi erilaisia sekvenssi- tai merkkisymboleja ja niiden yhdistelmiä voidaan käyttää, ja merkkien sijainnit suhteessa datasymboleihin voi olla järjestetty eri tavoin. Esimerkiksi sekvenssi

20 voi saada muodon  $S_1, S_2, \dots, S_A, \dots, S_N$ , tai muodon  $S_1, S_2, \dots, S_N, S_A$ .

Kuvio 3C havainnollistaa esimerkkiä redundanttisen symbolisekvenssin edullisesta ydinyksiköstä, joka edustaa neljän datasymbolin  $S_1, S_2, S_3$  ja  $S_4$  sisääntuloryhmää. Ydinyksikkö alkaa sekvenssi- tai merkkisymbolilla  $S_A$ , jota seuraa neljä sisääntulodatasymbolia, joita seuraa sekvenssi- tai merkkisymboli  $S_B$ , jota seuraa  $S_{(1+\delta) \bmod M}, S_{(2+\delta) \bmod M}, S_{(3+\delta) \bmod M}, S_{(4+\delta) \bmod M}$ , missä  $M$

25 on erilaisten symbolien määrä käytettävissä olevassa symboliryhmässä ja missä  $\delta$  on offset, jolla on arvo välillä  $\emptyset$  ja  $M$ . Edullisessa suoritusmuodossa offset  $\delta$  valitaan CRC-tarkistussummana. Vielä muissa suoritusmuodoissa offsetin  $\delta$  arvoa vaihdellaan ajan mukana lisäinformaation koodaamiseksi sanomaan.

30 Esimerkiksi, jos offset voi vaihdella arvosta 0 arvoon 9, offsetiin voidaan koodata yhdeksän erilaista informaatiotilaa.

Tämän esimerkin yleistyksenä sisääntuloryhmä, jossa on  $N$  symbolia  $S_1, S_2, S_3, \dots, S_{N-1}, S_N$ , on edustettu redundantilla symbolisekvenssillä, joka käsittää  $S_A, S_1, S_2, S_3, \dots, S_{N-1}, S_N, S_B, S_{(1+\delta) \bmod M}, S_{(2+\delta) \bmod M}, S_{(3+\delta) \bmod M}, \dots, S_{(N-1+\delta) \bmod M}, S_{(N+\delta) \bmod M}$ . Toisin sanoen samaa informaatiota edustaa kaksi tai useampia eri symbolia samassa ydinyksikössä ja informaatiotunnistetta niiden järjes-

35

tyksen mukaan. Lisäksi nämä ydinyksiköt saatetaan itse toistaa selviytymisky-  
vyn kasvattamiseksi. Koska samaa informaatiota edustaa moni eri symboli,  
koodaus tehdään oleellisesti häiriösietoisemmaksi. Esimerkiksi audiosignaalin  
rakenne voi matkia yhden datasymbolin  $S_N$  taajuuskomponenttia, mutta toden-  
5 näköisyys, että audiosignaali matkisi myös sen vastaavaa offsetia  $S_{(N+\delta) \bmod M}$   
sen ennalta määrätyllä esiintymistavalla, on hyvin paljon alhaisempi. Myöskin  
koska offset on sama kaikille symboleille tietyn segmentin sisällä, tämä infor-  
maatio antaa lisätarkistuksen tämän segmentin sisällä ilmaistujen symbolien  
pätevyydestä. Tämän seurauksena kuvion 3C koodausformaatti oleellisesti  
10 pienentää virheellisten ilmaisujen todennäköisyyttä, joita audiosignaalin raken-  
ne synnyttää.

Kuviossa 3 esimerkkinä esitetty redundanttisen sekvenssin erityinen  
vahvuus on siinä, että se käyttää sisääntulosymboleja niiden alkuperäisessä  
järjestyksessä, mitä seuraa (a) sisääntulosymbolien erilainen järjestely, (b)  
15 symbolien järjestely, joka sisältää muita symboleja yhden tai useamman si-  
sääntulosymbolin tilalla, ilman sisääntulosymbolien järjestyksen uudelleenjär-  
jestelyä tai sen kanssa, tai (c) järjestelyn, jossa on eri symboleita kuin sisään-  
tulosymbolit. Järjestelyt (b) ja (c) ovat erityisen häiriösietoisia, koska symbolien  
koodauksen jälkeen saavutetaan yksitaajuisien koodisignaalien parantunut di-  
20 versiteetti. Olettaen, että sisääntulosymbolit koodataan kollektiivisesti ensim-  
mäisestä koodisignaalien ryhmästä, symbolit järjestelyissä (b) ja (c) koodataan  
toisella koodisignaalien ryhmällä joka jossain määrin ei mene ensimmäisen  
ryhmän päälle. Koodisignaalien suurempi diversiteetti yleensä kasvattaa to-  
dennäköisyyttä, että jotkin koodisignaalit ovat audiosignaalin maskauskapa-  
25 teetin sisällä.

Kuvion 4 taulukko havainnollistaa esimerkin omaista konversiota  
sekvenssi- tai merkkisymbolin  $S_A$ , sekvenssi- tai merkkisymbolin  $S_B$  ja  $N$ -  
datasymbolien  $S_1, S_2, S_3, \dots, S_{N-1}, S_N$  konvertoimiseksi vastaaviksi ryhmiksi, jois-  
sa on  $M$  yksitaajuisia koodisignaalia  $f_{1x}, f_{2x}, f_{3x}, \dots, f_{[M-1]x}, f_{Mx}$ , missä  $x$  viittaa tie-  
30 tyn symbolin tunnistealaviitteeseen. Vaikka yksitaajuiset koodisignaalit voivat  
esiintyä läpi koko audiosignaalin taajuusalueen ja, jossain määrin, tällaisen  
taajuusalueen ulkopuolelle, tämän suoritusmuodon koodisignaalit ovat taa-  
juusalueen 500 Hz - 5500 Hz sisällä, mutta ne voitaisiin valita erilaisena taa-  
juusalueena. Eräässä suoritusmuodossa  $M$  yksitaajuisen kooditaajuisen ryh-  
35 mät voivat jakaa tietyt yksitaajuiset koodisignaali; kuitenkin ensisijaisessa suo-  
ritusmuodossa nämä yksitaajuiset koodisignaalit eivät ole lainkaan päällekkäin.

Lisäksi ei ole tarpeen, että kaikkia symboleita edustaa sama määrä taajuuskomponentteja.

Kuvio 5 havainnollistaa moniasteista audiosignaalin koodausjärjestelmää 50. Tämä järjestelmä toteuttaa monta audiosignaalikooderia, jotka peräkkäin koodaavat audiosignaalin 52 kun se kulkee pitkin tyypillistä audiosignaalin jakeluverkkoa. Kussakin jakeluvaiheessa audiosignaali peräkkäisesti koodataan informaatio-signaalilla, jolla on merkitystä tälle tietylle vaiheelle. Edullisesti vastaavien informaatio-signaalien peräkkäiset koodaukset eivät tuota koodisignaaleja, jotka menevät päällekkäin taajuustasossa. Kuitenkin, johtuen koodausmenetelmän häiriösietoisesta luonteesta, näiden vastaavien koodattujen informaatio-signaalien taajuuskomponenttien osittainen päällekkäisyys on siedettävissä. Järjestelmä 50 sisältää tallennuslaitteiston 54; yleislähettimen 66; toistinaseman 76; audiosignaalikooderit 58, 70 ja 80; audiosignaalitallentimen 62; kuuntelijalaitteiston 86; ja audiosignaalikooderin 88.

Tallennuslaitteisto 54 sisältää laitteen audiosignaalien vastaanottamiseksi ja koodaamiseksi ja koodattujen audiosignaalien tallentamiseksi tallennusvälineeseen. Tarkemmin sanottuna laitteisto 54 sisältää audiosignaalikooderin 58 ja audiosignaalitallentimen 62. Audiosignaalikooderi 58 vastaanottaa audiosignaalisyytön 52 ja tallennusinformaatio-signaalin 56 ja koodaa audiosignaalin 52 informaatio-signaalilla 56 tuottaakseen koodatun audiosignaalin 60. Audiosignaalisyyttö 52 voi olla tuotettu millä tahansa perinteisellä audiosignaali-lähteellä, kuten mikrofonilla, tallennettuja audiosignaaleja toistavalla laitteella, tai vastaavalla. Tallennusinformaatio-signaali 56 edullisesti käsittää informaatiota, joka liittyy audiosignaalisyyttöön 52, kuten sen tekijän, sisällön tai sukupuun, tai tekijänoikeuden olemassaolon, tai vastaavaa. Vaihtoehtoisesti tallennusinformaatio-signaali 56 voi käsittää minkä tahansa tyyppistä dataa.

Tallennin 62 on perinteinen laite koodattujen audiosignaalien 60 tallentamiseksi tallennusvälineeseen, joka on sopiva jaettavaksi yhdelle tai useammalle yleislähtetimelle 66. Vaihtoehtoisesti audiosignaalitallennin 62 voidaan täysin jättää pois. Koodatut audiosignaalit 60 voivat olla jaettu tallennettujen tallennusvälineiden jakelun kautta tai tiedonsiirtolinkin 64 kautta. Tiedonsiirtolinkki 64 on tallennuslaitteiston 54 ja yleislähtetimen 66 välillä ja saattaa käsittää yleislähetyskanavan, mikroaaltolinkin, johdin- tai kuituoptisen yhteyden, tai vastaavan.

Yleislähtetin 66 on yleislähetysasema, joka vastaanottaa koodatut audiosignaalit 60, koodaa tällaiset signaalit 60 edelleen yleislähtetimen infor-

maatiosignaali 68 tuottaen kaksi kertaa koodatun audiosignaalin 72 ja yleislähetää tämän kaks kertaa koodatun audiosignaalin 72 lähetystietä 74 pitkin. Yleislähetin 66 sisältää audiosignaalikooderin 70, joka vastaanottaa koodatun audiosignaalin 60 tallennuslaitteistolta 54 ja yleislähetininformaatiosignaalin 68. Yleislähetininformaatiosignaali 68 voi käsittää lähetintä 66 koskevaa informaatiota, kuten tunnistekoodin, tai yleislähetysprosessiin liittyvää informaatiota, kuten ajan, päivämäärän tai yleislähetysprosessin ominaisuudet, yleislähetysprosessin aiotun vastaanottajan (vastaanottajat), ja vastaavaa informaatiota. Kooderi 70 koodaa koodatun audiosignaalin 60 informaatioinformaatiosignaali 68 tuottaen kahdesti koodatun audiosignaalin 72. Lähetystie 74 on yleislähetimen 66 ja toistinaseman 76 välillä ja voi käsittää yleislähetyskanavan, mikroaaltolinkin, johdin- tai kuituoptysen yhteyden, tai vastaavan.

Toistinasema 76 vastaanottaa kahdesti koodatun audiosignaalin 72 yleislähetimeltä 66, koodaa tämän signaalin edelleen toistinaseman informaatioinformaatiosignaali 78 ja lähettää tämän kolme kertaa koodatun audiosignaalin 82 kuuntelijalaitteistolle 86 siirtotien 84 kautta. Toistinasema 76 sisältää audiosignaalikooderin 82, joka vastaanottaa kaksi kertaa koodatun audiosignaalin 72 yleislähetimeltä 66 sekä toistinaseman informaatioinformaatiosignaalin 78. Toistinaseman informaatioinformaatiosignaali 78 edullisesti käsittää toistinasemaan 76 liittyvää informaatiota, kuten tunnistekoodin, tai yleislähetysprosessin toistamisprosessiin liittyvää informaatiota, kuten ajan, päivämäärän tai toistamisen ominaisuuksia, toistetun signaalin tarkoitetun vastaanottajan (vastaanottajat), tai muuta vastaavaa informaatiota. Kooderi 80 koodaa kaksi kertaa koodatun audiosignaalin 72 toistinaseman informaatioinformaatiosignaali 78 tuottaen kolme kertaa koodatun audiosignaalin 82. Siirtotie 84 on toistinaseman 76 ja kuuntelijalaitteiston 86 välissä ja voi käsittää yleislähetyskanavan, mikroaaltolinkin, johdin- tai kuituoptysen yhteyden, tai vastaavan. Vaihtoehtoisesti siirtotie 84 voi olla akustinen siirtotie.

Kuuntelijalaitteisto 86 vastaanottaa kolme kertaa koodatun audiosignaalin 82 toistinasemalta 76. Yleisöarviointisovelluksissa kuuntelijalaitteisto 86 on sijoitettu sinne, missä ihmiskuuntelija voi aistia audiosignaalin 82 akustisen toistamisen. Jos audiosignaali 82 lähetetään sähkömagneettisena signaalina, kuuntelijalaitteisto 86 edullisesti sisältää laitteen, joka tuottaa tämän signaalin akustisesti ihmiskuuntelijaa varten. Kuitenkin, jos audiosignaali 82 on tallennettu tallennusvälineeseen, kuuntelijalaitteisto 86 edullisesti sisältää laitteen, joka toistaa signaalin 82 tältä tallennusvälineeltä.

Muissa sovelluksissa, kuten musiikin tunnistamisessa ja kaupallissessa tarkkailussa, käytetään tarkkailulaitteistoa mieluummin kuin kuuntelijalaitteistoa 86. Tällaisessa tarkkailulaitteistossa audiosignaali 82 käsitellään edullisesti vastaanottamaan koodattu sanoma ilman akustista toistoa.

5 Audiosignaalidekooderi 88 voi vastaanottaa kolme kertaa koodatun audiosignaalin 82 audiosignaalin tai, vaihtoehtoisesti, akustisena signaalina. Dekooderi 88 dekodaa audiosignaalin 82 palauttaakseen yhden tai useamman siihen koodatuista informaatio-signaaleista. Edullisesti tämä palautettu informaatio-signaali (-signaalit) käsitellään kuuntelijalaitteistossa 86 tai tallennetaan tallennusvälineelle myöhempää käsittelyä varten.

Vaihtoehtoisesti tämä palautettu informaatio-signaali (-signaalit) voi olla konvertoitu kuviksi niiden näyttämiseksi visuaalisesti kuuntelijalle.

Vaihtoehtoisessa suoritusmuodossa tallennuslaitteisto 54 on jätetty pois järjestelmästä 50. Audiosignaalisyöttö 52, joka edustaa esimerkiksi elävää audioesitystä, tuotetaan suoraan yleislähettimelle 66 koodausta ja yleislähetystä varten. Tämän mukaisesti yleislähetysinformaatio-signaali 68 voi lisäksi käsitellä audiosignaalisyöttöön 52 liittyvää informaatiota, kuten sen tekijän, sisällön tai sukupuun tai tekijänoikeuden olemassaolon tai vastaavaa informaatiota.

20 Toisessa vaihtoehtoisessa suoritusmuodossa toistinasema 76 on jätetty pois järjestelmästä 50. Yleislähetin 66 tuottaa kaksi kertaa koodatun audiosignaalin 72 suoraan kuuntelijalle 86 siirtotien 74 kautta, joka on modifioitu olemaan niiden välissä. Lisävaihtoehtoina sekä tallennuslaitteisto 54 että toistinasema 76 voi olla jätetty pois järjestelmästä 50.

Toisessa vaihtoehtoisessa suoritusmuodossa yleislähetin 66 ja toistinasema 76 on jätetty pois järjestelmästä. Valinnaisesti tietoliikennelinkki 64 on modifioitu olemaan tallennuslaitteiston 54 ja kuuntelijalaitteiston 86 välissä ja kuljettamaan koodatun audiosignaalin 60 niiden välillä. Edullisesti audiosignaalitallennin 62 tallentaa koodatun audiosignaalin 60 tallennusvälineelle, joka tämän jälkeen kuljetetaan kuuntelijalaitteistolle 86. Optionaalinen toistolaitte 30 kuuntelijalaitteistossa 86 toistaa koodatun audiosignaalin tältä tallennusvälineeltä dekodaukselta ja/tai akustista toistoa varten.

Kuvio 6 antaa esimerkin henkilökohtaisesta kannettavasta mittarista 40, jota käytetään yleisöarviointisovelluksissa. Mittari 90 sisältää kotelon 90, joka on havainnollistettu katkoviivoilla ja jolla on koko ja muoto, joka sallii sen 35 kuljettamisen yleisön jäsenenä olevan henkilön mukana. Esimerkiksi kotelolla voi olla sama koko ja muoto kuin hakulaitteella.

Mikrofoni 93 on kotelon 92 sisällä ja palvelee akustisena muuttimena vastaanotetun akustisen energian, joka sisältää koodatut audiosignaalit, muuttamiseksi analogisiksi sähköisiksi signaaleiksi. Analogiset signaalit konvertoidaan digitaalisiksi analogia-digitaalimuuntimella ja nämä digitaaliset signaalit syötetään sitten digitaaliselle signaaliprosessorille (DSP) 95. DSP 95 toteuttaa esillä olevan keksinnön mukaisen dekooderin ilmaistakseen ennalta määrättyjen koodien läsnäolon mikrofonin 93 vastaanottamassa audioenergiassa, mikä osoittaa, että henkilökohtaista kannettavaa mittaria 90 kantava henkilö on altistunut tietyn aseman tai kanavan yleislähetykselle. Jos näin on, DSP 95 tallentaa sisäiseen muistiinsa signaalin, joka edustaa tällaista ilmaisu-  
 5 yhdessä siihen liittyvän aikasignaalin kanssa.

Mittari 90 sisältää myös datalähettimen/vastaanottimen, kuten infrapunalähettimen/-vastaanottimen 97, joka on kytketty digitaaliseen signaaliprosessoriin DSP 95. Lähetin/vastaanotin 97 mahdollistaa digitaalisen signaaliprosessorin DSP 95 antaa datansa laitteistolle, joka käsittelee tällaista dataa monilta mittareilta tuottaakseen yleisöarvioita, sekä vastaanottaa käskyjä ja dataa, esimerkiksi mittarin 90 alustamiseksi suorittamaan uusi yleisötutkimus.  
 15

Dekoodereita, jotka ovat esillä olevan keksinnön tiettyjen edullisten suoritusmuotojen mukaisia, on havainnollistettu kuvion 7 toiminnallisella lohko-  
 20 kaaviolla. Audiosignaali, joka voi olla yllä kuvatulla tavalla koodattu monilla koodisymboleilla, vastaanotetaan sisääntuloon 102. Tämä vastaanotettu audiosignaali voi olla yleislähetysignaali, internetsignaali tai muulla tavoin kommunikoitu signaali, tai toistettu signaali. Se voi olla suoraan kytketty tai akustisesti kytketty signaali. Edellä olevan selityksen perusteella, joka on tehty yhdessä oheisten piirrosten kanssa, ymmärretään, että dekooderi 100 kykenee ilmaisemaan koodeja niiden koodien lisäksi, jotka on järjestetty tässä edellä kuvattuihin formaatteihin.  
 25

Dekooderi 100 muuntaa aikatasossa vastaanotetut audiosignaalit taajuustasoon toiminnon 106 avulla. Toiminto 106 suoritetaan edullisesti digitaalisella prosessorilla, joka toteuttaa nopean Fourier-muunnoksen (FFT) vaikka suoraa kosini-muunnosta, chirp-muunnosta tai Winograd-muunnosalgoritmia (WFTA) saatetaan käyttää vaihtoehtona. Mitä tahansa muuta aika-  
 30 taajuustason muunnosfunktiota, joka tuottaa tarvittavan resoluution, voidaan käyttää näiden sijasta. On ymmärrettävä, että tietyissä toteutuksissa toiminto 106 voidaan suorittaa myös analogisilla tai digitaalisilla suodattimilla, sovel-lusspesifisellä integroidulla piirillä tai muulla sopivalla laitteella tai laitteiden yh-  
 35



distelmällä. Toiminto 106 voi olla myös toteutettu yhdellä tai useammalla laitteella, joka toteuttaa myös yhden tai useamman muista toiminnoista, joita on havainnollistettu kuviossa 7.

5 Taajuustasoon muunnetut audiosignaalit käsitellään symboliarvojen derivointitoiminnolla 110, jolloin tuotetaan symboliarvojen virta kullekin koodisymbolille, joka sisältyy vastaanotettuun audiosignaaliin. Nämä tuotetut symboliarvot voivat edustaa esimerkiksi signaalienergiaa, tehoa, äänenpainetasoa, amplitudia, jne., jotka on mitattu hetkellisesti tai aikajakson yli, absoluuttisella tai suhteellisella asteikolla, ja jotka voivat olla ilmaistu yhtenä arvona tai monina arvoina. Kun symbolit on koodattu yksitaajuuskomponenttien, joilla kullakin  
10 on ennalta määrätty taajuus, ryhminä, symboliarvot edullisesti edustavat joko yksitaajuuskomponenttiarvoja tai yhtä tai useampaa arvoa, jotka perustuvat yksitaajuuskomponenttiarvoihin.

Toiminto 110 voi olla suoritettu digitaalisella prosessorilla, kuten digitaalisella signaaliprosessorilla (DSP), joka edullisesti suorittaa joitakin tai  
15 kaikki muut dekooderin 100 toiminnot. Toiminto 110 voi kuitenkin myös olla suoritettu sovellusspesifisellä integroidulla piirillä tai millä tahansa muulla sopivalla laitteella tai laitteiden yhdistelmällä, ja se voi olla toteutettu laitteella, joka on erillään niistä välineistä, jotka toteuttavat dekooderin 100 muut toiminnot.

20 Symboliarvovirta, jonka toiminto 110 tuottaa, akkumuloidaan ajan yli sopivaan tallennuslaitteeseen symboli-symbolilta periaatteella, kuten on indikoitu toiminnolla 116. Tarkemmin sanottuna toimintoa 116 käytetään edullisesti dekoodaamaan koodatut symbolit, jotka toistuvat jaksottaisesti, akkumuloimalla symboliarvot jaksottaisesti erilaisille mahdollisille symboleille. Esimerkiksi jos  
25 tietyn symbolin odotetaan toistuvan joka X sekunti, toiminto 116 voi tallentaa symboliarvojen virran  $nX$  sekunnin ( $n > 1$ ) jakson ajan ja lisätä ne yhden tai useamman muun  $nX$  sekuntia kestäväen symboliarvovirran tallennettuihin arvoihin, niin että huippusymboliarvot akkumuloituvat ajan yli, mikä parantaa tallennettujen arvojen signaalikohinasuhdetta.

30 Toiminto 116 voi olla suoritettu digitaalisella prosessorilla, kuten DSP, joka edullisesti suorittaa joitakin tai kaikki muista dekooderin 100 toiminnoista. Toiminto 110 voidaan kuitenkin toteuttaa myös käyttäen tällaisesta prosessorista erillistä muistilaitetta tai sovellusspesifisellä integroidulla piirillä tai millä tahansa muulla sopivalla laitteella tai laitteiden yhdistelmällä tai se voi olla  
35 toteutettu laitteella, joka on erillään niistä välineistä, jotka toteuttavat dekooderin 100 muut toiminnot.

Toiminnon 116 tallentamat akkumuloituneet symboliarvot tutkitaan sitten toiminnolla 120, niin että ilmaistaan koodatun sanoman läsnäolo ja annetaan ilmaistu sanoma ulostulona ulostuloon 162. Toiminto 120 voidaan suorittaa tutkimalla vastaavatko tallennetut akkumuloituneet arvot tai tällaisten arvojen käsitellyt versiot tallennettuja kuvioita, joko korrelaatiolla tai muulla hahmontunnistusmenetelmällä. Toiminto 120 suoritetaan kuitenkin edullisesti tutkimalla akkumuloituneita huippusymboliarvoja ja niiden suhteellista ajoitusta niiden koodatun sanoman rekonstruoinniseksi. Tämä toiminto voidaan suorittaa sen jälkeen kun toiminto 116 on tallentanut ensimmäisen symboliarvojen virran ja/tai sen jälkeen kun kukin myöhempi virta on lisätty siihen, niin että sanoma ilmaistaan heti kun tallennettujen akkumuloituneiden symboliarvovirtojen signaalikohinasuhteet paljastavat pätevän sanomakuvion.

Kuvio 8 on vuokaavio keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaiselle dekooderille, joka on toteutettu digitaalisen signaaliprosessorin DSP avulla. Vaihe 130 on niitä sovelluksia varten, joissa koodattu audiosignaali vastaanotetaan analogisessa muodossa, esimerkiksi kun se on poimittu mikrofonilla (kuten kuvion 6 suoritusmuodossa) tai RF-vastaanottimella.

Kuvion 8 dekooderi on erityisen hyvin sovitettu ilmaisemaan koodisymbolit, joista kukin sisältää useita ennalta määrättyjä taajuuskomponentteja, esimerkiksi kymmenen komponenttia, taajuusalueella 1000 Hz - 3000 Hz. Se on suunniteltu erityisesti ilmaisemaan sanoma, jolla on kuviossa 3C havainnollistettu sekvenssi, jossa kukin symboli käyttää puolen sekunnin aikavälin. Tässä esimerkin omaisessa suoritusmuodossa oletetaan, että symboliryhmä koostuu kahdestatoista symbolista, joista kullakin on kymmenen ennalta määrättyä taajuuskomponenttia, joista yksikään ei ole jaettu symboliryhmän minkään toisen symbolin kanssa. On ymmärrettävä, että kuvion 8 dekooderi voi helposti olla modifioitu ilmaisemaan erilaisia koodisymbolien määriä, erilaisia komponenttimääriä, erilaisia symbolisekvenssejä ja symbolikestoajoja sekä komponentteja, jotka on järjestetty eri taajuuskaistoille.

Erilaisten komponenttien erottamiseksi DSP suorittaa toistuvasti FFT-muunnokset audiosignaalinäytteille, jotka osuvat peräkkäisten ennalta määrättyjen aikavälien sisälle. Nämä aikavälit voivat olla limittäisiä, vaikkakaan tätä ei vaadita. Esimerkin omaisessa suoritusmuodossa suoritetaan kymmenen limittäistä FFT-operaatiota dekooderin jokaisen toimintasekunnin aikana. Täten kunkin symbolijakson energia osuu viiden FFT-jakson sisälle. FFT-operaatio voi olla ikkunoitu, vakkakin tämä voi olla jätetty pois dekooderin yk-

sinkertaistamiseksi. Näytteet tallennetaan ja kun riittävä määrä on näin käytetty, suoritetaan uusi FFT, kuten on osoitettu vaiheilla 134 ja 138.

Tässä suoritusmuodossa taajuuskomponenttiarvot tuotetaan suhteellisella pohjalla. Tämä tarkoittaa sitä, että kutakin komponenttiarvoa edustaa signaalikohinasuhde (SNR), joka tuotetaan seuraavasti. Energia FFT:n kunkin taajuusvälin sisällä, johon minkä tahansa symbolin taajuuskomponentti voi osua, tuottaa osoittajan kullekin vastaavalle SNR:lle. Sen nimittäjä määritetään viereisten välien arvojen keskiarvona. Esimerkiksi kahdeksan viereisen välin energia-arvoista seitsemän keskiarvoa voidaan käyttää, jolloin kahdeksannen suurin arvo jätetään huomioimatta, jotta vältetään mahdollisen suuren välienergia-arvon vaikutus, joka voisi olla seurausta esimerkiksi audiosignaali-komponentista kooditaajuuskomponentin naapurustossa. Myöskin olettaen, että suuri energia-arvo voisi esiintyä myös koodikomponenttivälissä esimerkiksi kohinan tai audiosignaali-komponentin vuoksi, SNR:ää rajoitetaan asianmukaisesti. Tässä suoritusmuodossa, jos  $SNR \geq 6.0$ , niin SNR rajoitetaan arvoon 6.0, vaikka erilainenkin maksimi-arvo voidaan valita.

Kunkin FFT:n kymmenen SNR:ää, jotka vastaavat kutakin symbolia, joka voi olla läsnä, yhdistetään muodostamaan symbolien SNR:t, jotka tallennetaan ympyräsymboli-SNR-puskurissa, kuten on osoitettu vaiheessa 142 ja havainnollistettu kaavamaisesti kuviossa 9. Tietyissä suoritusmuodoissa tietyn symbolin SNR:ää yksinkertaisesti summataan, vaikka muitakin tapoja SNR:ien yhdistämiseen voitaisiin käyttää.

Kuvion kuviolla 9 on osoitettu, symboli-SNR:t kullekin kahdestatoista symbolista A, B ja 0-9 tallennetaan symboli-SNR-puskuriin eri sekvensseinä, yksi symboli SNR kullekin FFT:lle 50 FFT:n ajan. Sen jälkeen kun arvot, jotka on tuotettu näissä 50 FFT:ssä, on tallennettu symboli-SNR-puskuriin, uudet symboli-SNR:t yhdistetään aikaisemmin tallennettujen arvojen kanssa, kuten alla selitetään.

Kun symboli-SNR-puskuri on täytetty, tämä ilmaistaan vaiheessa 146. Tietyissä edullisissa suoritusmuodoissa tallennetut SNR:t säädetään pienentämään kohinan vaikutusta vaiheessa 152, vaikka tämä vaihe on valinnainen monissa sovelluksissa. Tässä valinnaisessa vaiheessa kohina-arvo saadaan jokaiselle symbolille (riville) puskurissa määrittämällä keskiarvo kaikille tallennetuille symboli-SNR:ille vastaavassa rivissä joka kerta kun puskur täyttyy. Sitten, kohinan vaikutusten kompensoimiseksi, tämä keskiarvo tai "kohina-arvo" vähennetään jokaisesta tallennetusta symboli-SNR-arvosta vastaavalla

5 rivillä. Tällä tavoin "symboli", joka esiintyy vain lyhyen aikaa eikä siten ole pätevä ilmaisu, keskiarvoistetaan pois ajan yli. Myös kuvioon 3C viitaten, jotta vältetään kohina-arvon laajeneminen dekooderissa koodausmenetelmä on edullisesti rajoitettu siten, että sama symboli ei esiinny kahta kertaa sanoman ensimmäisessä puoliskossa (ts. symbolisekvenssin  $S_A$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$  sisällä).

Sen jälkeen kun symboli-SNR:t on säädetty vähentämällä kohinataso, dekooderi yrittää palauttaa sanoman tutkimalla puskurissa olevien maksimi-SNR-arvojen kuviota vaiheessa 156. Tietyissä suoritusmuodoissa kunkin symbolin maksimi-SNR-arvot sijoitetaan prosessissa, jossa yhdistetään peräkkäin viiden vierekkäisen SNR:n ryhmiä painottamalla sekvenssissä olevia arvoja suhteessa sekventiaaliseen painotukseen (6 10 10 10 6) ja sitten summaamalla nämä painotetut SNR:t, niin että tuotetaan vertailu-SNR, joka on keskitetty sekvenssin kolmannen SNR:n aikajaksoon. Tämä prosessi suoritetaan progressiivisesti kunkin symbolin viidenkymmenen FFT-jakson läpi. Esimerkiksi ensimmäinen viiden SNR:n ryhmä symbolille "A" FFT-jaksoille 1-5 painotetaan ja summataan, niin että tuotetaan vertailu-SNR FFT-jaksolle 3. Sitten uusi vertailu-SNR tuotetaan käyttäen SNR-arvoja FFT-jaksoista 2-6, ja niin edelleen, kunnes on saatu vertailuarvot, jotka on keskitetty FFT-jaksoille 3-48. Kuitenkin muitakin välineitä voidaan käyttää sanoman palauttamiseen. Esimerkiksi useampia tai vähemmän kuin viisi SNR-arvoa voidaan yhdistää, ne voidaan yhdistää ilman painotusta tai ne voidaan yhdistää epälineaarilla tavalla.

Sen jälkeen kun vertailu-SNR-arvot on saatu, dekooderi tutkii vertailu-SNR-arvot sanomakuvion osalta. Ensimmäiseksi paikannetaan merkkikoodisymbolit  $S_A$  ja  $S_B$ . Kun tämä informaatio on saatu, dekooderi yrittää ilmaista datasympoleiden huiput. Ennalta määrätyn offsetin käyttö kunkin ensimmäisessä segmentissä olevan datasympolin ja vastaavan toisessa segmentissä olevan datasympolin välillä tuottaa ilmaistun sanoman pätevyuden tarkistuksen. Toisin sanoen, jos molemmat merkit ilmaistaan ja sama offset havaitaan kunkin ensimmäisessä segmentissä olevan datasympolin ja sitä vastaavan toisessa segmentissä olevan datasympolin välillä, on hyvin todennäköistä, että on vastaanotettu pätevä sanoma.

Nyt viitataan sekä kuvioihin 3C että 9 ja oletetaan, että puskurin alku vastaa sanoman alkua (mikä ei tavallisesti tapahdu), symbolin "A" vertailu-SNR:ien huippu P tulisi esiintyä kolmannessa-FFT-jaksossa, kuten on esitetty. Sitten dekooderi olettaa, että seuraava huippu esiintyy paikassa, joka vastaa ensimmäistä datasympolia 0-9 kahdeksannessa FFT-jaksossa. Tässä esimer-

kissä oletetaan, että ensimmäinen datasymboli on "3". Jos viimeinen datasymboli on "4" ja  $\delta$ :n arvo on 2, dekooderi löytää symbolin "6" huipun FFT-jaksossa 48, kuten on esitetty kuviossa 9. Jos sanoma on näin ilmaistu (ts. merkit on ilmaistu ja datasymbolit esiintyvät odotetuissa paikoissa ja samalla offsetilla  
 5 kaikkialla), kuten on esitetty vaiheissa 162 ja 166, sanoma kirjataan tai annetaan ulostulona ja SNR-puskuri tyhjäetään.

Kuitenkin, jos sanomaa ei näin löydetä, uudet viisikymmentä limitistä FFT-operaatiota suoritetaan audiosignaalin seuraaville osuuksille ja symboli-SNR:t, jotka näin tuotetaan, summataan niiden kanssa, jotka jo ovat  
 10 ympyräpuskurissa. Kohinansäätöprosessi suoritetaan kuten edellä ja dekoodeeri yrittää jälleen ilmaista sanomakuvion. Tämä prosessi toistetaan jatkuvasti kunnes sanoma on ilmaistu. Vaihtoehtoisesti prosessi saatetaan suorittaa rajoitetun määrän kertoja.

Edellä olevan perusteella on ilmeistä modifioida dekooderin toiminta  
 15 riippuen sanoman rakenteesta, sen ajoituksesta, sen signaalitiestä, sen ilmaisumoodista, jne., ilman että poiketaan esillä olevan keksinnön piiristä. Esimerkiksi sen sijaan, että tallennetaan SNR:t, voidaan tallentaa FFT-tulokset suoraan sanoman ilmaisua varten.

Kuvio 10 on vuokaavio edullisen lisäsuoritusmuodon mukaisesta  
 20 toisesta dekooderista, joka on samalla tavoin toteutettu digitaalisen signaaliprosessorin DSP avulla. Kuvion 10 dekooderi on erityisesti sovitettu ilmaisemaan viiden koodisymbolin toistuva sekvenssi, joka koostuu merkkisymbolista, jota seuraa neljä datasymbolia, jolloin kukin koodisymboleista sisältää useita ennalta määrättyjä taajuuskomponentteja ja omaa puolen sekunnin kestoajan  
 25 sanomasekvenssissä. Tässä oletetaan, että kutakin symbolia edustaa kymmenen uniikkia taajuuskomponenttia ja että symboliryhmä sisältää kaksitoista erilaista symbolia A, B ja 0-9, kuten kuvion 3C koodissa. Kuvion 9 suoritusmuotoa voidaan kuitenkin helposti modifioida ilmaisemaan mikä tahansa määrä symboleja, joista kutakin edustaa yksi tai useampi taajuuskomponentti.

30 Ne kuviossa 10 havainnollistetun dekodausprosessin vaiheet, jotka vastaavat kuvion 8 vaiheita, on ilmaistu samoilla viitenumeroilla eikä näitä vaiheita tämän vuoksi selitetä enempää. Kuvion 10 suoritusmuoto käyttää ympyräpuskuria, joka on kaksitoista symbolia leveä ja 150 FFT-jaksoa pitkä. Kun puskuuri on täytetty, uudet symboli-SNR:t korvaavat vanhimmat symboli-SNR-arvot. Käytännössä puskuuri tallentaa viidentoista sekunnin ikkunan verran  
 35 symboli-SNR:arvoja.

Kuten vaiheessa 174 on esitetty, kun ympyräpuskuri on täynnä, sen sisällöt tutkitaan vaiheessa 178 sanomakuvion läsnäolon ilmaisemiseksi. Kun se on täynnä, puskuri pysyy täynnä jatkuvasti, niin että vaiheen 178 kuviohaku voidaan suorittaa jokaisen FFT-operaation jälkeen.

- 5 Koska jokainen viiden symbolin sanoma toistuu  $2\frac{1}{2}$  sekunnin välein, kukin symboli toistuu  $2\frac{1}{2}$  sekunnin aikavälein tai 25 FFT-operaation välein. Jotta kompensoidaan purskevirheiden ja vastaavien vaikutus, SNR-arvot  $R_1$ - $R_{150}$  yhdistetään summaamalla toistuvien sanomien vastaavat arvot, niin että saadaan 25 yhdistettyä SNR-arvoa  $SNR_n$ ,  $n=1,2,\dots,25$ , seuraavasti:

10

$$SNR_n = \sum_{i=0}^{25} R_{n+25i}$$

- Tämän mukaisesti, jos purskevirheestä seuraisi signaaliaikavälin i menetys, menetettäisiin vain yksi kuudesta sanoma-aikavälistä ja tämä tapah-  
15 tuma ei todennäköisesti vaikuttaisi yhdistettyjen SNR-arvojen oleellisiin ominaisuuksiin.

Kun yhdistetyt SNR-arvot on määritetty, dekooderi ilmaisee merk-  
kisymbolin huipun paikan yhdistetyillä SNR-arvoilla ja johtaa datasymbolise-  
kvenssin tämän merkkipaikan ja datasymbolien huippuarvojen perusteella.

- 20 Kun sanoma on näin muodostettu, kuten on esitetty vaiheissa 182 ja 183, sanoma kirjataan. Puskuria ei kuitenkaan tyhjätä, toisin kuin kuvion 8 suoritusmuodossa. Sen sijaan dekooderi lataa uuden SNR-ryhmän puskurin ja jatkaa sanoman etsimistä.

- Kuten kuvion 8 dekooderissa, edellä olevan perusteella on ilmeistä  
25 modifioida kuvion 10 dekooderia erilaisille sanomarakenteille, sanoma-  
ajoituksille, signaaliereiteille, ilmaisumoodoille, jne. ilman että poiketaan esillä  
olevan keksinnön piiristä. Esimerkiksi kuvion 10 suoritusmuodon puskuri voi-  
daan korvata millä tahansa muulla sopivalla tallennuslaitteella; puskurin kokoa  
voidaan vaihdella; SNR-arvojen ikkunoiden kokoa voidaan vaihdella; ja/tai  
30 symbolitoistotaajuus voi vaihdella. Myöskin, sen sijaan että lasketaan ja tallen-  
netaan signaali-SNR-arvoja edustamaan vastaavia symboliarvoja, tietyissä  
edullisissa suoritusmuodoissa käytetään kunkin symbolin suhteellisen arvon  
mittaa muihin mahdollisiin symboleihin, esimerkiksi kunkin mahdollisen symbo-  
lin suuruuden mukaista suuruusjärjestystä.

- 35 Vielä eräässä variaatiossa, joka on erityisen käyttökelpoinen yleisön  
mittaussovelluksissa, suhteellisen suuri määrä sanoma-aikavälejä tallennetaan

erikseen, jotta sallitaan niiden sisältöjen takautuva analyysi kanavanvaihdon ilmaisemiseksi. Toisessa suoritusmuodossa käytetään monia puskureita, joista kukin akkumuloi dataa eri määrälle aikavälejä käytettäväksi kuvion 8 dekodausmenetelmässä. Esimerkiksi yksi puskuri voisi tallentaa yhden sanoma-  
5 aikavälin, toinen kaksi akkumuloitunutta aikaväliä, kolmas neljä aikaväliä ja neljäs kahdeksan aikaväliä. Kanavanvaihdoksen ilmaisuun käytetään sitten erillisiä ilmaisuja, jotka perustuvat kunkin puskurin sisältöihin.

Vaikka tässä on yksityiskohtaisesti selitetty esillä olevan keksinnön havainnollistavia suoritusmuotoja ja niiden muunnelmia, on ymmärrettävä, että  
10 tätä keksintöä ei ole rajoitettu näihin tiettyihin suoritusmuotoihin ja muunnelmiin ja että alan ammattilainen voi tehdä siihen muita muunnelmia ja variaatioita ilman että poiketaan oheisissa patenttivaatimuksissa määritellyn keksinnön suojapiiristä ja hengestä.

## Patenttivaatimukset

1. Järjestelmä ennalta määrätyn sanomasymbolin (S1-S4) dekoodaamiseksi (88) useista audiosignaaliin (52) sulautetuista sanomasymboleista (S1-S4), jotka useat ennalta määrätyt sanomasymbolit sisältyvät ennalta määrättyyn sanomaan joukkona koodisymboleita, **t u n n e t t u** siitä, että järjestelmä käsittää

välineet (54) audiosignaalin (52) vastaanottamiseksi, jolloin ennalta määrättyä sanomasymbolia (S1-S4) edustavat ensimmäinen ja toinen koodisymboli, joita on aikasekvenssissä siirretty audiosignaaliin ainakin yhdellä koodisymbolilla, joka edustaa eri sanomasymbolia audiosignaaliin (52) sisällytetyistä ja ajallisesti ensimmäisen ja toisen koodisymbolin väliin sijoitetuista sanomasymboleista (S1-S4);

välineet (70, 80) ensimmäisen koodisymbolin ensimmäisen signaaliarvon, joka edustaa ennalta määrättyä sanomasymbolia (S1-S4), ja toisen koodisymbolin toisen signaaliarvon, joka edustaa ennalta määrättyä sanomasymbolia, summaamiseksi; ja

välineet (88) ensimmäisen ja toisen summautuneen signaaliarvon tutkimiseksi ennalta määrätyn sanomasymbolin ilmaisua varten, jota ennalta määrättyä sanomasymbolia (S1-S4) edustavat ensimmäinen ja toinen koodisymboli.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen järjestelmä, **t u n n e t t u** siitä, että summaamisväline (70, 80, 116) toimii tuottaen kolmannen signaaliarvon, joka on johdettu ensimmäisestä ja toisesta signaaliarvosta, ja että tutkimusväline toimii ilmaistakseen ennalta määrätyn sanomasymbolin (S1-S4) kolmannen symboliarvon perusteella.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen järjestelmä, **t u n n e t t u** siitä, että summaamisväline (70, 80, 116) toimii tuottaakseen mainitun kolmannen signaaliarvon yhdistämällä ensimmäisen ja toisen signaaliarvon lineaarisesti.

4. Patenttivaatimuksen 2 mukainen järjestelmä, **t u n n e t t u** siitä, että summaamisväline (70, 80, 116) toimii tuottaakseen mainitun kolmannen signaaliarvon ensimmäisen ja toisen signaaliarvon epälineaarisenä funktiona.

5. Patenttivaatimuksen 2 mukainen järjestelmä, **t u n n e t t u** siitä, että ensimmäinen ja toinen koodisymboli kumpikin käsittävät ennalta määrätyn määrän taajuuskomponentteja (1-N), ja että järjestelmä lisäksi käsittää välineet ensimmäisen ja toisen komponenttiarvojen ryhmän tuottamiseksi, jolloin kukin ryhmä vastaa yhtä mainituista ensimmäisestä ja toisesta koodisymbolista ja



kunkin ryhmän kukin komponenttiarvo edustaa vastaavan symbolin vastaavan taajuuskomponentin (1-N) ominaisuutta, ja välineet ensimmäisen signaaliarvon tuottamiseksi ensimmäisen komponenttiarvojen ryhmän perusteella ja toisen signaaliarvon tuottamiseksi toisen komponenttiarvojen ryhmän perusteella.

5               6. Patenttivaatimuksen 2 mukainen järjestelmä, t u n n e t t u siitä, että useita sanomasymboleja (S1-S4) edustavat useat ensimmäisen ja toisen koodisymbolin ryhmät, jolloin kukin ryhmä edustaa yhtä tiettyä useista sanomasymboleista (S1-S4), jotka on järjestetty sanomaksi, jolla on ennalta määrätty sekvenssi, joka sisältää ainakin yhden merkkisymbolin ja ainakin yhden  
10 datasympolin, ja että summaamisväline (70, 80, 116) toimii summatakseen ensimmäisen ja toisen signaaliarvon ryhmät, jolloin kukin signaaliarvoryhmä vastaa tiettyä ryhmää ensimmäisen ja toisen koodisymbolin ryhmistä ja sisältää ensimmäisen signaaliarvon, joka edustaa vastaavan koodisymboliryhmän ensimmäistä koodisymbolia, ja toisen signaaliarvon, joka edustaa sen toista koodisymbolia, ja että tutkimisväline toimii ilmaistakseen sanoman ilmaisemalla merkkisymbolin läsnäolon sen signaaliarvoryhmän perusteella ja ilmaistakseen  
15 ainakin yhden datasympolin sen perusteella, että ilmaistaan merkkisymbolin ja ainakin yhtä datasympolia vastaavan signaaliarvoryhmän läsnäolo.

7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen järjestelmä, t u n n e t t u siitä, että summaamisväline (70, 80, 116) toimii tallentaakseen ensimmäiset ja toiset  
20 signaaliarvot, ja että tutkimisväline toimii ilmaistakseen ennalta määrätyn sanomasymbolin tutkimalla sekä ensimmäiset että toiset signaaliarvot.

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen järjestelmä, t u n n e t t u siitä, että summaamisväline (70, 80, 116) toimii tuottaakseen ensimmäiset ja toiset  
25 signaaliarvot useiden muiden signaaliarvojen pohjalta.

9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen järjestelmä, t u n n e t t u siitä, että ensimmäiset ja toiset signaaliarvot tuotetaan vastaavista ajallisesti erillisten signaaliarvojen ryhmistä, jolloin kukin ajallisesti erillinen signaaliarvo edustaa ensimmäisen tai toisen koodisymbolin arvoa sen vastaavan aikajakson aikana.  
30

10. Patenttivaatimuksen 8 mukainen järjestelmä, t u n n e t t u siitä, että ensimmäinen ja toinen koodisymboli kumpikin käsittää ennalta määrätyn määrän taajuuskomponentteja (1-N), ja että järjestelmä lisäksi käsittää välineet komponenttiarvojen ensimmäisen ja toisen ryhmän tuottamiseksi, jolloin kukin  
35 ryhmä vastaa vastaavaa mainituista ensimmäisestä ja toisesta koodisymbolista ja kunkin ryhmän kukin komponenttiarvo edustaa vastaavan symbolin vas-

taavan taajuuskomponentin (1-N) ominaisuutta, ja välineet ensimmäisen signaaliarvon tuottamiseksi ensimmäisen komponenttiarvojen ryhmän perusteella ja toisen signaaliarvon tuottamiseksi toisen komponenttiarvojen ryhmän perusteella.

5           11. Patenttivaatimuksen 1 mukainen järjestelmä, t u n n e t t u siitä, että vastaanottoväline (54) käsittää akustisen muuntimen akustisen audiosignaalin muuttamiseksi sähköiseksi signaaliksi, jolloin akustisella audiosignaali on useita koodisymboleja, jotka edustavat useita sanomasymboleja (S1-S4), jotka käsittävät lähdetietoja akustista audiosignaalia varten, ja että vastaanot-  
10   toväline (54) lisäksi käsittää muistin ilmaistujen sanomasymbolien (S1-S4) indikaatioiden tallentamiseksi.

          12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen järjestelmä, t u n n e t t u siitä, että se lisäksi käsittää kotelon (90) järjestelmälle, joka on sovitettu kannettavaksi yleisöön kuuluvan henkilön mukana, ja välineet tallennettujen tietojen  
15   lähettämiseksi käytettäväksi yleisöarvioiden tekemisessä.

          13. Menetelmä ennalta määrätyn sanomasymbolin dekoddaamiseksi useista audiosignaaliin sisällytetyistä sanomasymboleista (S1-S4), jotka useat ennalta määrätyt sanomasymbolit (S1-S4) sisältyvät ennalta määrättyyn sanomaan joukkona koodisymboleita, t u n n e t t u siitä, että menetelmä kä-  
20   sittää

          vastaanotetaan (54) audiosignaali (52), jolloin ennalta määrättyä sanomasymbolia (S1-S4) edustavat ensimmäinen ja toinen koodisymboli, joita on aikasekvenssissä siirretty audiosignaaliin (52) ainakin yhdellä koodisymbolilla, joka edustaa eri sanomasymbolia (S1-S4) audiosignaaliin (52) sisällytetyistä ja ajallisesti ensimmäisen ja toisen koodisymbolin väliin sijoitetuista sanomasymboleista (S1-S4);

          summataan (70, 80, 116) ensimmäisen koodisymbolin ensimmäinen signaaliarvo, joka edustaa ennalta määrättyä sanomasymbolia (S1-S4), ja toisen koodisymbolin toinen signaaliarvo, joka edustaa ennalta määrättyä sanomasymbolia (S1-S4); ja  
30   

          tutkitaan ensimmäinen ja toinen summutunut signaaliarvo ennalta määrätyn sanomasymbolin (S1-S4) ilmaisua varten.

          14. Patenttivaatimuksen 13 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että se käsittää ensimmäisen ja toisen koodisymbolin vastaanottamisen  
35   muuttamalla akustisen audiosignaalin sähköiseksi signaaliksi, jolloin akustisella audiosignaali on useita sanomasymboleja (S1-S4), jotka käsittävät lähde-

tietoja akustista audiosignaalia varten, ja tallentamalla ilmaistujen sanomasympoolien (S1-S4) indikaatioita edustavan datan.

15. Patenttivaatimuksen 14 mukainen menetelmä, *tunnettu* siitä, että se lisäksi käsittää tallennetun datan lähettämisen käytettäväksi yleisöarvioiden tekemisessä.

16. Patenttivaatimuksen 1 mukainen järjestelmä ennalta määrätyn sanomasymbolin (S1-S4) dekodaaamiseksi (88) useista audiosignaaliin (52) sulautetuista sanomasymboleista (S1-S4), jotka useat ennalta määrättyt sanomasympoolit (S1-S4) sisältyvät ennalta määrättyyn sanomaan joukkona koodisymboleita, *tunnettu* siitä, että järjestelmä käsittää

sisääntulolaitteen (54) audiosignaalia (52) varten, jolloin ennalta määrättyä sanomasymbolia (S1-S4) edustavat ensimmäinen ja toinen koodisymboli, joita on aikasekvenssissä siirretty audiosignaaliin (52) ainakin yhdellä koodisymbolilla, joka edustaa eri sanomasymbolia (S1-S4) audiosignaaliin sisällytetyistä ja ajallisesti ensimmäisen ja toisen koodisymbolin väliin sijoitetuista sanomasymboleista (S1-S4); ja

digitaalisen prosessorin (95), joka on yhteydessä sisääntulolaitteeseen (93) vastaanottaakseen siltä audiosignaalin (52), jolloin digitaalinen prosessori (95) on ohjelmoitu summaamaan (116) ensimmäistä koodisymbolia edustavan ensimmäisen signaaliarvon ja toista koodisymbolia edustavan toisen signaaliarvon, jolloin digitaalinen prosessori (95) on edelleen ohjelmoitu tutkimaan (120) summatut (116) ensimmäinen ja toinen signaaliarvo ennalta määrätyn sanomasymbolin (S1-S4) ilmaisemiseksi.

17. Patenttivaatimuksen 16 mukainen järjestelmä, *tunnettu* siitä, että sisääntulolaite (93) käsittää akustisen muuntimen akustisen audiosignaalin (52) muuttamiseksi sähköiseksi signaaliksi, jolloin akustisella audiosignaaliin (52) on useita koodisymboleja, jotka edustavat useita sanomasymboleja (S1-S4), jotka käsittävät akustisen audiosignaalin (52) lähdetiedot, ja että digitaalisella prosessorilla (95) on muisti ilmaistujen datasympoolien indikaatioita edustavan datan tallentamiseksi.

18. Patenttivaatimuksen 17 mukainen järjestelmä, *tunnettu* siitä, että se lisäksi käsittää kotelon (90) järjestelmälle, joka on sovitettu kannettavaksi yleisöön kuuluvan henkilön mukana, ja välineet tallennetun datan lähettämiseksi käytettäväksi yleisöarvioissa.

## Patentkrav

1. System för avkodning (88) av en förut bestämd meddelandesymbol (S1-S4) från flera i en audiosignal (52) fusionerade meddelandesymboler (S1-S4), vilka flera förut bestämda meddelandesymboler ingår i ett förut bestämt meddelande som en mängd kodsymboler, k ä n n e t e c k n a t av att systemet omfattar

medel (54) för att motta en audiosignal (52), varvid den förut bestämda meddelandesymbolen (S1-S4) representeras av en första och en andra kodsymbol, vilka i tidssekvens är förskjutna i audiosignalen med åtminstone en kodsymbol, som representerar en olik meddelandesymbol från de i audiosignalen (52) inkluderade och tidsmässigt mellan den första och andra kodsymbolen placerade meddelandesymbolerna (S1-S4);

medel (70, 80) för summering av den första kodsymbolens första signalvärde, som representerar den förut bestämda meddelandesymbolen (S1-S4), och den andra kodsymbolens andra signalvärde, som representerar den förut bestämda meddelandesymbolen; och

medel (88) för att undersöka det första och andra summerade signalvärdet för indikering av den förut bestämda meddelandesymbolen, vilken förut bestämda meddelandesymbol (S1-S4) representeras av den första och andra kodsymbolen.

2. System enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av att summeringsmedlet (70, 80, 116) fungerar så att det alstrar ett tredje signalvärde, som har härletts från det första och andra signalvärdet, och att undersökningsmedlet fungerar för att indikera den förut bestämda meddelandesymbolen (S1-S4) på basis av det tredje symbolvärdet.

3. System enligt patentkrav 2, k ä n n e t e c k n a t av att summeringsmedlet (70, 80, 116) fungerar för att alstra nämnda tredje signalvärde genom att kombinera det första och andra signalvärdet linjärt.

4. System enligt patentkrav 2, k ä n n e t e c k n a t av att summeringsmedlet (70, 80, 116) fungerar för att alstra nämnda tredje signalvärde som en olinjär funktion av det första och andra signalvärdet.

5. System enligt patentkrav 2, k ä n n e t e c k n a t av att den första och andra kodsymbolen omfattar vardera en förut bestämd mängd frekvenskomponenter (1-N), och att systemet dessutom omfattar medel för att alstra en första och andra grupp komponentvärden, varvid var och en grupp motsvarar

en av nämnda första och andra kodsymbol, och var och en grupps vart och ett komponentvärde representerar en egenskap hos motsvarande symbols motsvarande frekvenskomponent (1-N), och medel för att alstra det första signalvärdet på basis av den första gruppen komponentvärden och för att alstra det andra signalvärdet på basis av den andra gruppen komponentvärden.

6. System enligt patentkrav 2, kännetecknat av att flera meddelandesymboler (S1-S4) representeras av flera grupper av den första och andra kodsymbolen, varvid var och en grupp representerar en viss av flera meddelandesymboler (S1-S4), vilka har anordnats till ett meddelande med en förut bestämd sekvens, som innehåller åtminstone en teckensymbol och åtminstone en datasymbol, och att summeringsmedlet (70, 80, 116) fungerar för att summera det första och andra signalvärdets grupper, varvid var och en signalvärdesgrupp motsvarar en viss grupp av den första och andra kodsymbolens grupper och innehåller ett första signalvärde, som representerar motsvarande kodsymbolgrupps första kodsymbol, och ett andra signalvärde, som representerar dess andra kodsymbol, och att granskningsmedlet fungerar för att indikera meddelandet genom att indikera teckensymbolens närvaro på basis av dess signalvärdesgrupp och för att indikera åtminstone en datasymbol på basis av att närvaron av teckensymbolen och en signalvärdesgrupp som motsvarar åtminstone en datasymbol indikeras.

7. System enligt patentkrav 1, kännetecknat av att summeringsmedlet (70, 80, 116) fungerar för att lagra första och andra signalvärden, och att undersökningsmedlet fungerar för att indikera den förut bestämda meddelandesymbolen genom att undersöka både de första och andra signalvärdena.

8. System enligt patentkrav 7, kännetecknat av att summeringsmedlet (70, 80, 116) fungerar för att alstra första och andra signalvärden utgående från flera andra signalvärden.

9. System enligt patentkrav 8, kännetecknat av att de första och andra signalvärdena alstras från motsvarande grupper av tidsmässigt separata signalvärden, varvid vart och ett tidsmässigt separat signalvärde representerar den första eller andra kodsymbolens värde under dess motsvarande tidsperiod.

10. System enligt patentkrav 8, kännetecknat av att den första och andra kodsymbolen vardera omfattar en förut bestämd mängd frekvenskomponenter (1-N), och att systemet dessutom omfattar medel för att

alstra komponentvärdenas första och andra grupp, varvid var och en grupp motsvarar motsvarande av nämnda första och andra kodsymboler och var och en grupp vart och ett komponentvärde representerar en egenskap hos motsvarande symbols motsvarande frekvenskomponent (1-N), och medel för att  
 5 alstra det första signalvärdet på basis av den första gruppen komponentvärden och för att alstra det andra signalvärdet på basis av den andra gruppen komponentvärden.

11. System enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t av att mottagningsmedlet (54) omfattar en akustisk omvandlare för att omvandla en akustisk  
 10 audiosignal till en elektrisk signal, varvid den akustiska audiosignalen har flera kodsymboler, som representerar flera meddelandesymboler (S1-S4), vilka omfattar källdata för den akustiska audiosignalen, och att mottagningsmedlet (54) dessutom omfattar ett minne för lagring av de indikerade meddelandesymbolernas (S1-S4) indikationer.

12. System enligt patentkrav 11, k ä n n e t e c k n a t av att det dessutom omfattar ett hölje (90) för systemet, som är anordnat att bäras med  
 15 en person som hör till en publik, och medel för att sända lagrade data för att användas då man gör publikuppskattningar.

13. Förfarande för avkodning av en förut bestämd meddelandesymbol från flera i en audiosignal inkluderade meddelandesymboler (S1-S4), vilka  
 20 flera förut bestämda meddelandesymboler (S1-S4) ingår i ett förut bestämt meddelande som en mängd kodsymboler, k ä n n e t e c k n a t av att förfarandet omfattar

mottagning (54) av en audiosignal (52), varvid den förut bestämda meddelandesymbolen (S1-S4) representeras av en första och en andra kodsymbol, vilka i tidssekvens är förskjutna i audiosignalen (52) med åtminstone  
 25 en kodsymbol, som representerar en olik meddelandesymbol (S1-S4) från de i audiosignalen (52) inkluderade och tidsmässigt mellan den första och andra kodsymbolen placerade meddelandesymbolerna (S1-S4);

summering (70, 80, 116) av den första kodsymbolens första signalvärde, som representerar den förut bestämda meddelandesymbolen (S1-S4),  
 30 och den andra kodsymbolens andra signalvärde, som representerar den förut bestämda meddelandesymbolen (S1-S4); och

undersökning av det första och andra summerade signalvärdet för  
 35 indikering av den förut bestämda meddelandesymbolen (S1-S4).

14. Förfarande enligt patentkrav 13, k ä n n e t e c k n a t av att det omfattar mottagning av den första och andra kodsymbolen genom att omvandla den akustiska audiosignalen till en elektrisk signal, varvid den akustiska audiosignalen har flera meddelandesignaler (S1-S4), som omfattar källdata för den akustiska audiosignalen, och genom att lagra data som representerar de indikerade meddelandesymbolernas (S1-S4) indikationer.

15. Förfarande enligt patentkrav 14, k ä n n e t e c k n a t av att det dessutom omfattar sändning av lagrade data för att användas då man gör publikuppskattningar.

16. System enligt patentkrav 1 för avkodning (88) av en förut bestämd meddelandesymbol (S1-S4) från flera i en audiosignal (52) fusionerade meddelandesymboler (S1-S4), vilka flera förut bestämda meddelandesymboler (S1-S4) ingår i ett förut bestämt meddelande som en mängd kodsymboler, k ä n n e t e c k n a t av att systemet omfattar

en ingångsanordning (54) för en audiosignal (52), varvid den förut bestämda meddelandesymbolen (S1-S4) representeras av en första och andra kodsymbol, vilka är i tidssekvens förskjutna i audiosignalen (52) med åtminstone en kodsymbol, som representerar en olik meddelandesymbol (S1-S4) av de i audiosignalen inkluderade och tidsmässigt mellan den första och andra kodsymbolen placerade meddelandesymbolerna (s1-S4); och

en digital processor (95), som står i förbindelse med en ingångsanordning (93) för att från den ta emot audiosignalen (52), varvid den digitala processorn (95) är programmerad att summera (116) det första signalvärdet som representerar den första kodsymbolen och det andra signalvärdet som representerar den andra kodsymbolen, varvid den digitala processorn (95) vidare är programmerad att undersöka (120) de summerade (116) första och andra signalvärdena för att indikera den förut bestämda meddelandesymbolen (S1-S4).

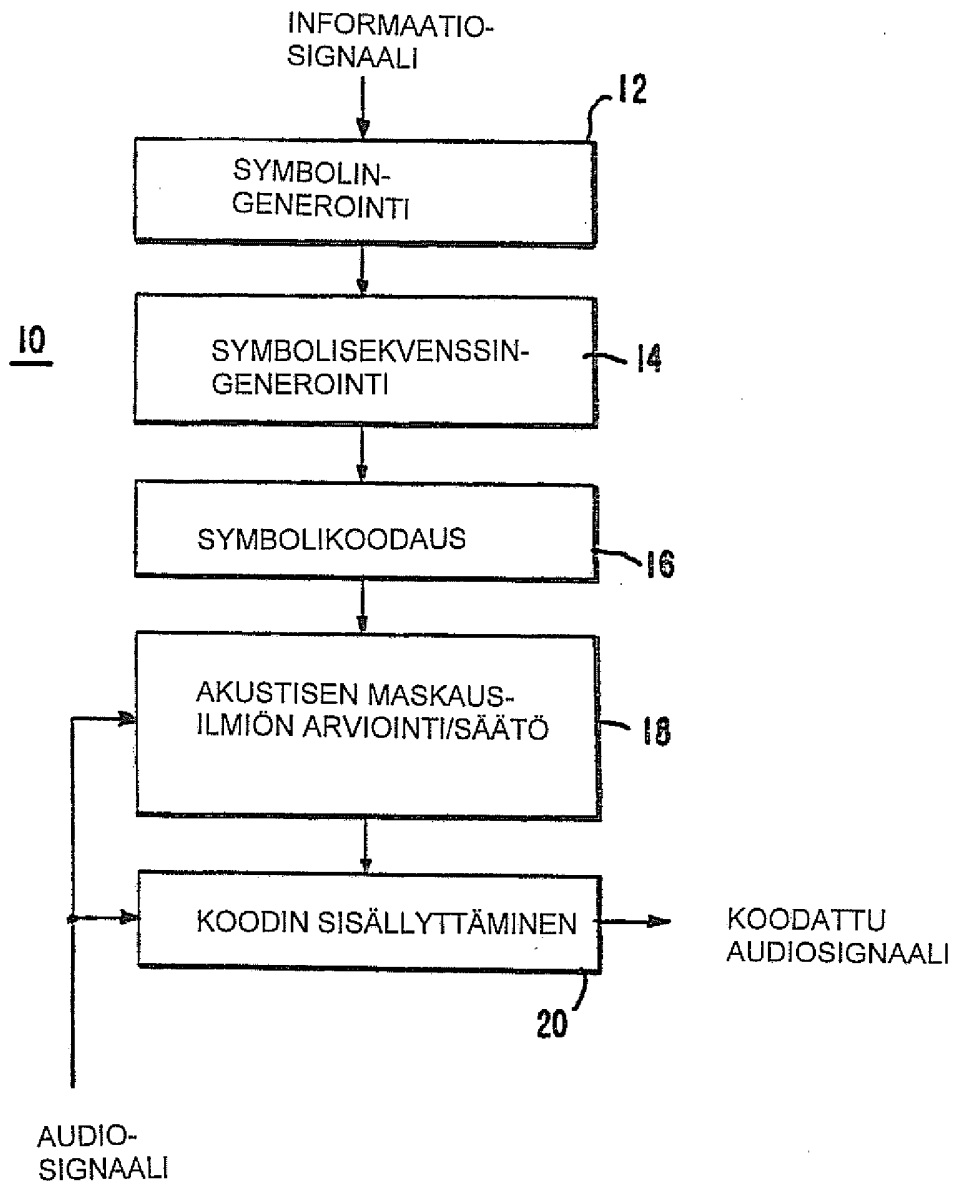
17. System enligt patentkrav 16, k ä n n e t e c k n a t av att ingångsanordningen (93) omfattar en akustisk omvandlare för att omvandla en akustisk audiosignal (52) till en elektrisk signal, varvid den akustiska audiosignalen (52) har flera kodsymboler, som representerar flera meddelandesymboler (S1-S4), vilka omfattar den akustiska audiosignalens (52) källdata, och att den digitala processorn (95) har ett minne för att lagra data som representerar de indikerade datasymbolernas indikationer.

18. System enligt patentkrav 17, kännetecknat av att det dessutom omfattar ett hölje (90) för systemet, som är anordnat att bäras med en person som hör till en publik, och medel för att sända lagrade data för att användas vid publikuppskattningar.



1/10

FIG. 1



*FIG. 2*

| INFORMAATIO-<br>SIGNAALI | SYMBOLI        |
|--------------------------|----------------|
| TEKIJÄNOIKEUS-<br>TYÖ    | S <sub>1</sub> |
| TEKIJÄ                   | S <sub>2</sub> |
| YLEISLÄHETYS-<br>ASEMA   | S <sub>3</sub> |
| PÄIVÄMÄÄRÄ               | S <sub>4</sub> |

FIG. 3A

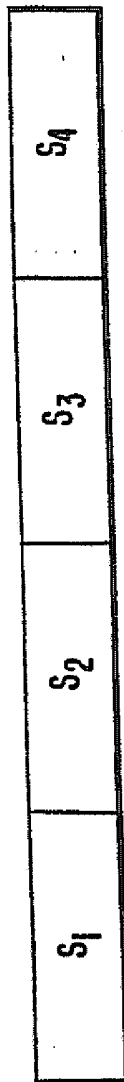


FIG. 3B

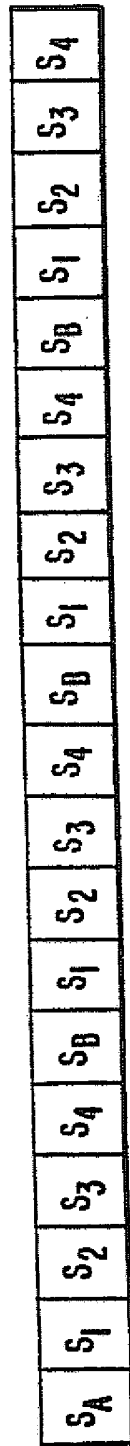


FIG. 3C

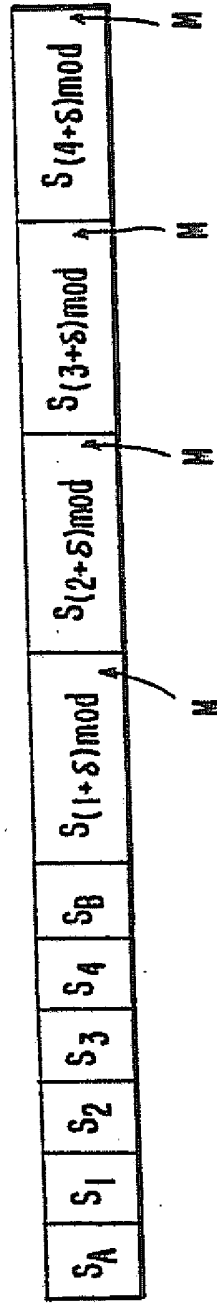


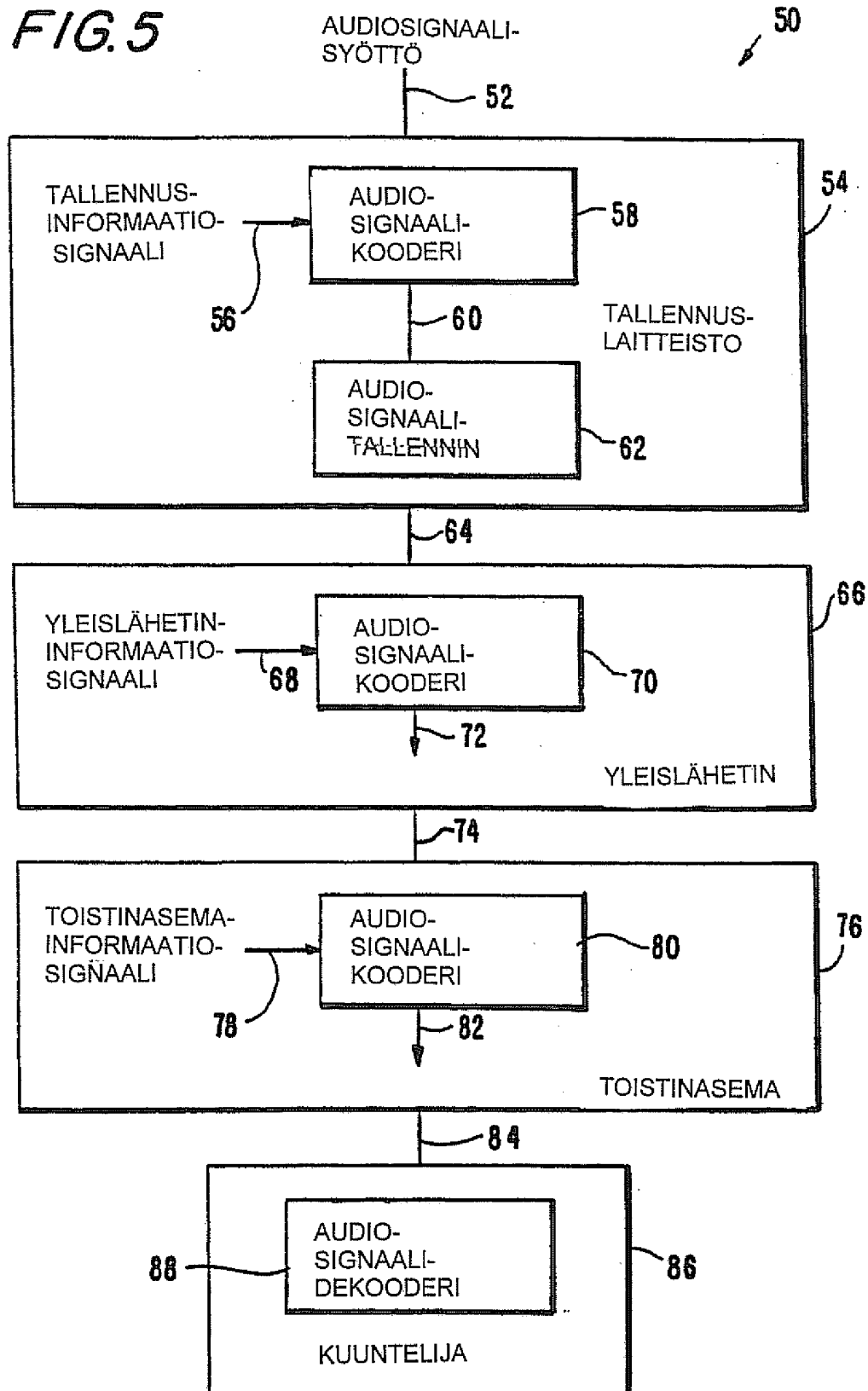
FIG. 4

TAAJUUS-KOMPONENTIT

| SYMBOLI |              |              |              |              |              |              |   |   |                  |              |
|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---|---|------------------|--------------|
|         | $S_A$        | $S_B$        | $S_1$        | $S_2$        | $S_3$        | $S_4$        | . | . | $S_{N-1}$        | $S_N$        |
| 1       | $f_{1A}$     | $f_{1B}$     | $f_{11}$     | $f_{12}$     | $f_{13}$     | $f_{14}$     | . | . | $f_{1(N-1)}$     | $f_{1N}$     |
| 2       | $f_{2A}$     | $f_{2B}$     | $f_{21}$     | $f_{22}$     | $f_{23}$     | $f_{24}$     | . | . | $f_{2(N-1)}$     | $f_{2N}$     |
| 3       | $f_{3A}$     | $f_{3B}$     | $f_{31}$     | $f_{32}$     | $f_{33}$     | $f_{34}$     | . | . | $f_{3(N-1)}$     | $f_{3N}$     |
| 4       | $f_{4A}$     | $f_{4B}$     | $f_{41}$     | $f_{42}$     | $f_{43}$     | $f_{44}$     | . | . | $f_{4(N-1)}$     | $f_{4N}$     |
| .       | .            | .            | .            | .            | .            | .            | . | . | .                | .            |
| .       | .            | .            | .            | .            | .            | .            | . | . | .                | .            |
| .       | .            | .            | .            | .            | .            | .            | . | . | .                | .            |
| $M-1$   | $f_{(M-1)A}$ | $f_{(M-1)B}$ | $f_{(M-1)1}$ | $f_{(M-1)2}$ | $f_{(M-1)3}$ | $f_{(M-1)4}$ | . | . | $f_{(M-1)(N-1)}$ | $f_{(M-1)N}$ |
| $M$     | $f_{MA}$     | $f_{MB}$     | $f_{m1}$     | $f_{m2}$     | $f_{m3}$     | $f_{m4}$     | . | . | $f_{M(N-1)}$     | $f_{MN}$     |

TAAJUUS-  
KOMPONENTTI

FIG. 5



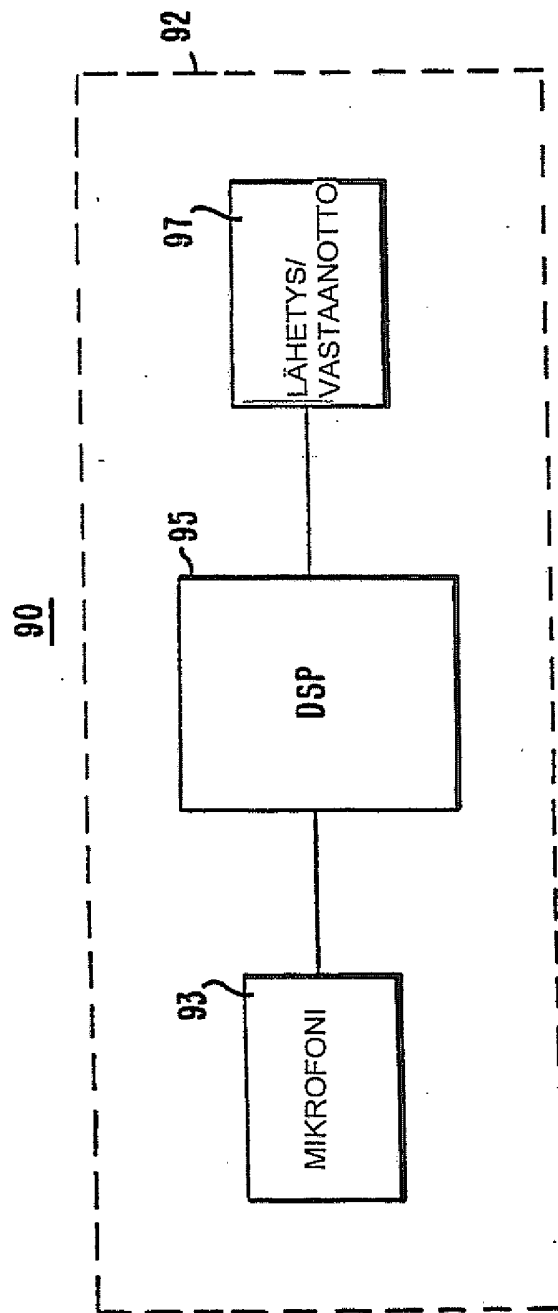
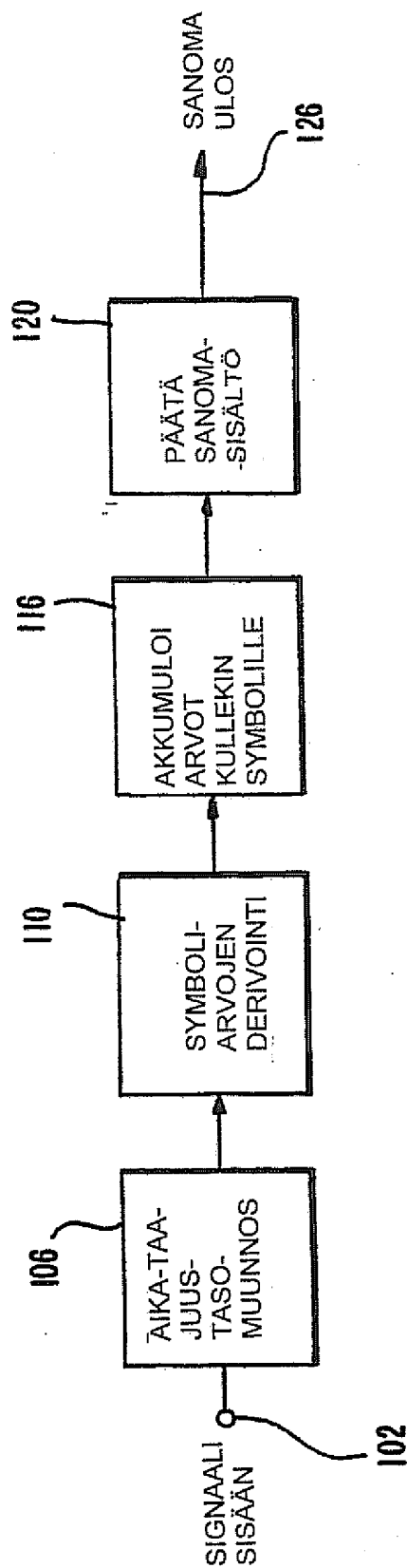


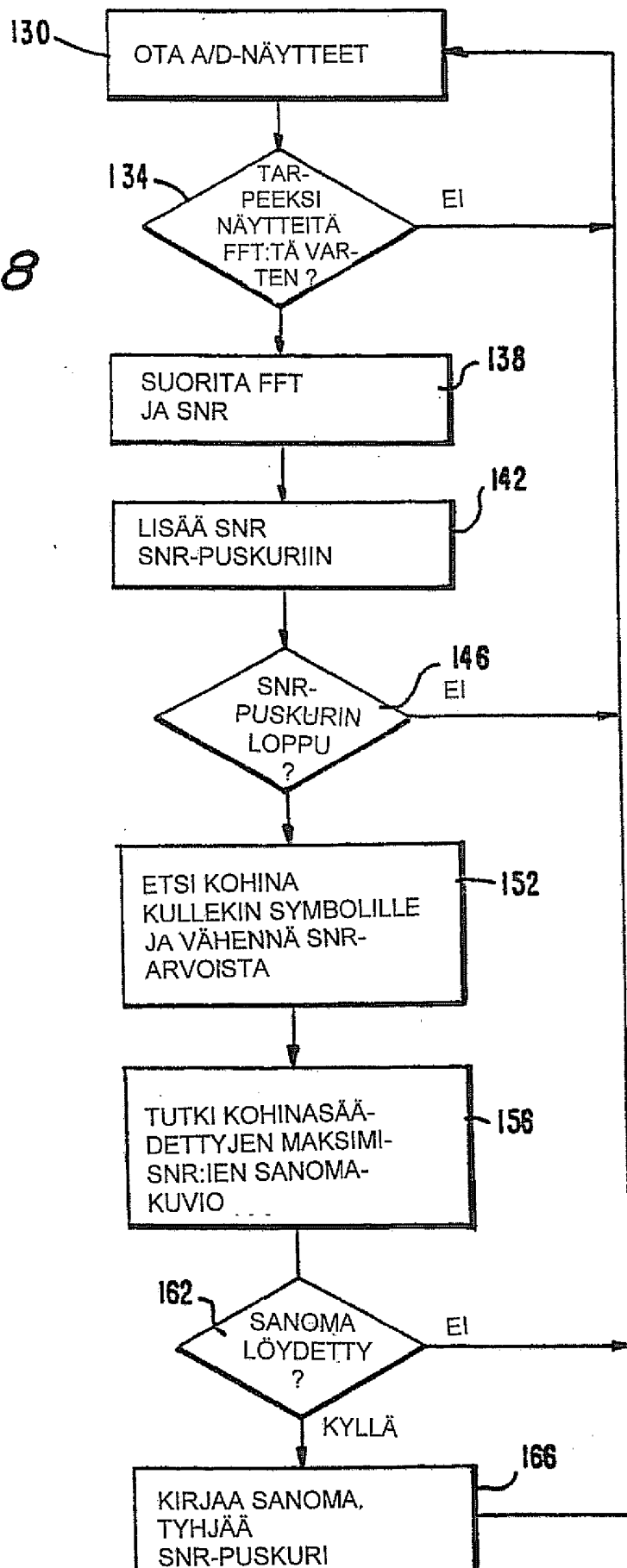
FIG.6

FIG. 7



8/10

FIG. 8





SYMBOLIT

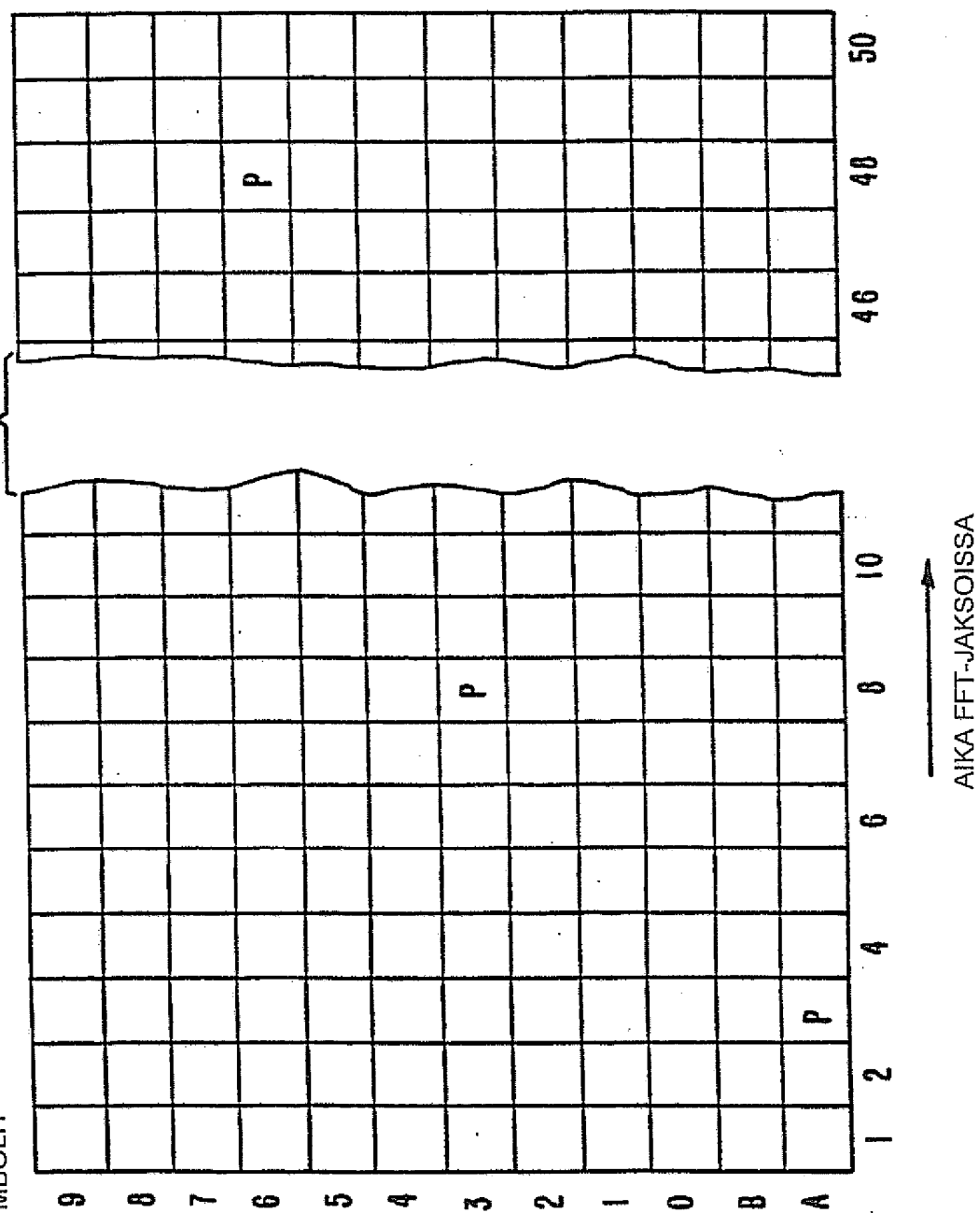


FIG. 10

10/10

