



NORGE

(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **318581**

(13) **B1**

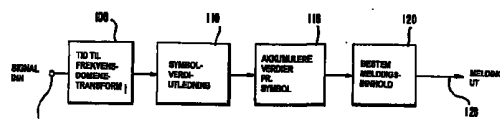
(51) Int Cl⁷

G 10 L 19/00

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20015709	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2000.05.22 PCT/US00/14057
(22)	Inng.dag	2001.11.22	(85)	Videreføringsdag	2001.11.22
(24)	Løpedag	2000.05.22	(30)	Prioritet	1999.05.25, US, 318045
(41)	Alm.tilgj	2001.12.28			
(45)	Meddelt	2005.04.11			
(73)	Innehaver	Arbitron Inc , 9705 Patuxent Woods Drive, Columbia, MD 21046, US			
(72)	Oppfinner	James M. Jensen, Columbia, MD, US Wendell D. Lynch, Silver Spring, MD, US Alan R Neuhauser, 1512 Flora Court, Silver Spring, MD 20910, US			
(74)	Fullmektig	Zacco Norway AS , Postboks 765 Sentrum, 0106 OSLO, NO			
(54)	Benevnelse	Dekoding av informasjon i audiosignaler			
(56)	Anførte publikasjoner	US 5450409			
(57)	Sammendrag				

Systemer og fremgangsmåter er gitt for å dekode et meldingssymbol i et audiosignal. Dette meldingssymboler er representert med et første og andre kodesymbol forskjøvet i tid. Verdier som representerer kodesignalene blir akkumulert (116) og den akkumulerte verdien blir undersøkt for å detektere meldingssymboler (120).



Foreliggende oppfinnelse er området for fremgangsmåter og apparater for å trekke ut et informasjonssignal fra et kodet audiosignal i henhold til de vedlagte, selvstendige krav 1, 13 og 16.

- 5 Det er forskjellige motivasjoner for permanent eller uutslettelig å innarbeide informasjonssignaler i et audiosignal som blir referert til som "vannmerking". Et slikt vannmerke kan gi for eksempel, en indikasjon på forfatterskap, innhold, generasjonsnummer, eksistens av copyright eller dess like for audiosignalene som er merket slik. Alternativt kan annen informasjon være innarbeidet i audiosignalet enten
10 som angår signalet i seg selv eller er uten relasjon til det. Informasjonen kan være inkorporert i et audiosignal for forskjellige formål slik som identifikasjon eller som en adresse eller kommando som enten er eller ikke er relatert til signalet i seg selv.

- Det er en betraktelig interesse i kodede audiosignaler med informasjon for å produsere
15 kodede audiosignaler som har substansielt den samme iakttagbare karakteristikk som det originale ukodede audiosignalet. De siste suksessfulle teknikker utnytter den psykoakustiske maskeringseffekten til det menneskelige hørselssystemet hvor noen lyder er menneskelig umerkelige når de blir mottatt sammen med andre lyder.

- 20 En spesielt suksessfull utnyttelse av den psykoakustiske maskeringseffekten er beskrevet i US patent nr. 5,450,490 og nr. 5,764,763 (Jensen et al.), hvor informasjonen blir representert ved et multippel, frekvenskodet signal som er inkorporert i et audiosignal basert på maskemuligheten til audiosignalet. US patent nr. 5,450,490 beskriver et system og en metode for koding og dekoding av et talesignal, der
25 talesignalet inkluderer to forskjellige kodede frekvenskomponenter i forskjellige tidsintervaller, hvor disse frekvenskomponentene blir detektert og dekodet i anordninger som frembringer og utmatter et kodesignal på basis av de kodede frekvenskomponentene. Det kodede audiosignalet er egnet for kringkastingsutsendelse og mottak så vel som for opptak og reproduksjon. Når audiosignalet blir mottatt, blir
30 det så prosessert for å detektere tilstedeværelsen av det multiple, frekvenskodede signalet. Noen ganger vil bare en del av det multiple, frekvenskodede signalet, det vil si et antall av enkeltfrekvenskodekomponenter innsatt i det originale audiosignalet, bli detektert i det mottatte audiosignalet. Dersom et tilstrekkelig antall av kodekomponenter blir detektert kan informasjonssignalet i seg selv kunne bli
35 gjenvunnet.

Generelt vil et akustisk signal som har lave amplitudenivåer kunne ha minimal kapasitet, om det har noen i det hele tatt, for akustisk å maskere et informasjonssignal. For eksempel vil et slikt lavt amplitudenivå kunne opptre under en pause i en samtale, under et mellomspill mellom segmenter av musikk, eller selv innenfor visse typer av musikk. I løpet av en lengre periode med lave amplitudenivåer kan det være vanskelig å inkorporere et kodesignal i et audiosignal uten å forårsake at det kodede audiosignalet skiller seg fra originalen på en akustisk oppfattbar måte.

Et annet problem er at det opptrer skurfeil under oversendelsen eller reproduksjonen av kodede audiosignaler. Skurfeil kan opptre som temporære sammenhengende segmenter med signalfeil. Slike feil er generelt ikke mulig å forutsi og substansielt påvirker det innholdet av det kodede audiosignalet. Skurfeil opptrer typisk fra feil i en transmisjonskanal eller reproduksjonsenhet på grunn av alvorlig ekstern påvirkning slik som overlapping av signaler fra forskjellige transmisjonskanaler, en tilstedeværelse av systemeffektspekere, et avbrudd i normal operasjon, en introduksjon av støyforurensning (med hensikt eller tilsvarende) og dess like. I et transmisjonssystem kan slike omstendigheter forårsake at en del av overførte kodede audiosignaler bli helt ugjenkjennelig eller signifikant forandret. Fravær av retransmisjon av det kodede audiosignalet kan etterlate det påvirkede kodede audiosignalet helt ugjenkjennbart, mens i andre tilfeller vil forandringen i det kodede audiosignalet kunne etterlate det innbygde informasjonssignalet udetekterbart. I mange applikasjoner, slik som radio og televisjonskringkasting, vil sann tids retransmisjon av kodede audiosignaler enkelt være upraktisk.

I et system for akustisk reproduksjon av audiosignaler innspilt på et medium vil et utall av faktorer kunne forårsake skurfeil i det reproduserte, akustiske signalet. Vanlig er irregulareteter i innspillingsmedia forårsaket av skade, hindringer eller slitasje som resulterer i at deler av det innspilte audiosignalet er ureproduserbart eller signifikant forandret ved reproduksjon. Også feiljusteringer av eller interferens med opptak eller reproduksjonsmekanismen relativ til innspillingsmediet kan forårsake skurtypefeil under en akustisk reproduksjon eller innspilling av audiosignaler. Videre kan den akustiske begrensningen til en høyttaler så vel som den akustiske karakteristikken i lytermiljøet kunne resultere i romlig irregularetet i distribusjonen av akustisk energi. Slike irregulareteter kan forårsake at skurfeil opptrer i mottatte akustiske signaler som interfererer med kodegjenvinningen.

Derfor er en hensikt med den foreliggende oppfinnelsen å gi systemer og fremgangsmåter for å detektere kodesymboler i audiosignaler som letter problemene forårsaket av perioder med lave signalnivåer og skurfeil.

- 5 En annen hensikt med den foreliggende oppfinnelsen er å gi slike systemer og fremgangsmåter som tillater pålitelig operasjon under ugunstige betingelser.

Det er en videre hensikt med oppfinnelsen å gi slike systemer og fremgangsmåter som er robuste.

10

- I henhold til en utførelse av den foreliggende oppfinnelsen er det gitt systemer og fremgangsmåter som gir dekoding av i det minste et meldingssymbol representert av et mangfold av kodesymboler i et audiosignal. Systemene og fremgangsmåtene inneholder anordninger for og trinn for respektivt å motta første og andre kodesymbol som representerer et felles meldingssymbol hvor det første og andre kodesymbolet er
15 forskjøvet i tid i audiosignalet og som akkumulerer en første signalverdi som representerer det første kodesymbolet og en andre signalverdi som representerer det andre kodesymbolet og som undersøker den akkumulerte første og andre signalverdien for å bestemme det felles meldingssymbolet.

20

- I henhold til en annen utførelse av den foreliggende oppfinnelsen vil et system være gitt for å dekode i det minste et meldingssymbol representert av et mangfold av kodesymboler i et audiosignal. Systemet inneholder en inngangsenhet for mottak av første og andre kodesymbol som representerer et felles meldingssymbol hvor det første
25 og andre kodesymbolet er forskjøvet i tid i audiosignalet; og en digital prosessor i kommunikasjon med inngangsenheten for å motta data derfra som representerer det første og andre kodesymbolet hvor den digitale prosessoren er programmert til å akkumulere en første signalverdi som representerer det første kodesymbolet og en andre signalverdi som representerer det andre kodesymbolet og hvor den digitale prosessoren
30 videre er programmert til å undersøke den akkumulerte første og andre signalverdien for å detektere det felles meldingssymbolet.

- I visse utførelser vil den første og andre signalverdien bli akkumulert ved lagring av verdiene separat og det felles meldingssymbolet blir detektert ved å undersøke begge de
35 separat lagrede verdiene. Den første og andre signalverdien kan representere signalverdien utledet fra multiple andre signalverdier slik som verdier av individuelle kodefrekvenskomponenter eller en enkel signalverdi slik som en måling av

størrelsesorden til en enkel kodefrekvenskomponent. Videre kan en utledet verdi kunne bli oppnådd som en lineær kombinasjon av multiple signalverdier slik som en summering av veide eller utveide verdier som en ikke lineær funksjon av disse.

- 5 I andre utførelser vil den første og andre signalverdien bli akkumulert ved å produsere en tredje signalverdi utledet fra den første og andre verdien. Den tredje signalverdien er i noen utførelser utledet gjennom en lineær kombinasjon av den første og andre signalverdien slik som en veid eller uveid summering av disse eller som en lineær funksjon av disse.

10

Andre hensikter, egenskaper og fordeler i henhold til den foreliggende oppfinnelsen, vil bli åpenbare fra den følgende detaljerte beskrivelsen av visse fordelaktige utførelser når de blir lest i samband med de medfølgende tegningene hvor samme komponenter er identifisert med det samme referansetallet.

15

Figur 1 er et funksjonelt blokkdiagram av et kodeapparat;

figur 2 er en tabell som det vil bli referert til når man forklarer en metode for å kode informasjon i et audiosignal;

20

figurene 3A, 3B og 3C er skjematiske diagrammer som illustrerer en audiosignalkodefremgangsmåte;

- figur 4 er en annen tabell som det blir referert til når man forklarer en fremgangsmåte for å kode informasjon i et audiosignal;

25

figur 5 er et blokkdiagram som illustrerer et multipletrinn audiosignalkodesystem;

figur 6 er et funksjonelt blokkdiagram av en personlig portabel meter;

30

figur 7 er et funksjonelt blokkdiagram som illustrerer et dekodingsapparat;

figur 8 er et flytdiagram som illustrerer en fremgangsmåte for å gjenvinne en informasjonskode fra et kodet audiosignal;

35

figur 9 er et skjematisk diagram av en sirkulær SNR buffer brukt til å utføre fremgangsmåten i figur 8;

figur 10 er et flytdiagram som illustrerer en annen fremgangsmåte for å gjenvinne en informasjonskode fra et kodet audiosignal.

- 5 Den foreliggende oppfinnelsen vedrører bruken av spesielt robuste koder som konverterer informasjon til redundanssekvenser av kodesymboler. I noen utførelser vil slike symboler være representert ved et sett av forskjellige forhåndsbestemte enkeltfrekvenskodesignaler. Imidlertid vil det i andre utførelser være forskjellige kodesymboler som opsjonelt deler visse enkeltfrekvenskodesignaler eller være gitt av
- 10 en fremgangsmåte som ikke tildeler forhåndsbestemte frekvenskomponenter til et gitt symbol. Redundanssekvensen av symboler er innarbeidet i audiosignalet for å produsere kodede audiosignaler som er ubemerket av lytteren, men ikke desto mindre gjenvinnbare.
- 15 Den redundante kodesymbolsekvensen er spesielt tilpasset for innarbeidelse i audiosignaler som har lav maskekapasitet slik som audiosignaler som har mange lavamplitudedeler eller dess like. I tillegg når det blir innarbeidet i audiosignaler vil redundanssekvensen av kodesymboler motstå degradering av skurfeil som kan påvirke temporært kontinuerlige audiosignaler. Som beskrevet ovenfor kan slike feil være
- 20 resultatet av unøyaktig audiosignalinnspilling, reproduksjon, og/eller lagringsprosesser, transmisjon av audiosignaler gjennom en taps- og/eller støykanal, irregulariteter i et akustisk miljø eller dess like.

For å gjenvinne den kodede informasjonen i visse fordelaktige utførelser vil det kodede

25 audiosignalet bli eksaminert i et forsøk på å detektere tilstedeværelsen av en forhåndsbestemt enkeltfrekvenskodekomponent. Under kodeprosessen vil noen enkeltfrekvenskodekomponenter kunne bli inkorporert i audiosignalet i visse signalintervaller på grunn av utilstrekkelig maskekapasitet i audiosignalet i disse intervallene. Skurfeil som kan ha ødelagt deler av det kodede audiosignalet kan

30 resultere i fjerning av visse kodesignaler fra det kodede audiosignalet eller i innsetting av feilsignaler slik som støy i det kodede audiosignalet. Dermed vil en undersøkelse av det kodede audiosignalet sannsynligvis avsløre mange forstyrrede versjoner av den opprinnelige sekvensen av sett av enkeltfrekvenskodesignaler som representerte informasjonen.

35

Enkeltfrekvenskodekomponentene som blir gjenvunnet sammen med feiltillleggssignalene er detektert ved mistak som kodesignaler og blir prosessert for å

skjelne den opprinnelige sekvensen av kodesymboler dersom mulig.

Kodesignaldeteksjonen og prosesseringsoperasjonene er spesielt tilpasset til å utnytte styrken til kodefremgangsmåten. Som et resultat vil deteksjon og prosesseringsfremgangsmåten i den foreliggende oppfinnelsen gi økt feiltoleranse.

5

Figur 1 er et funksjonelt blokkdiagram av en audiosignalkoder 10. Koderen 10 implementerer en opsjonell symbolgenereringsfunksjon 12, en symbolsekvensgenereringsfunksjon 14, en symbolkodefunksjon 16, en akustisk maskeeffektevaluering/justeringsfunksjon 18, og en audiosignalinkluderingsfunksjon 20. Foretrukket vil koderen 10 inneholde et programstyrt datamaskinsystem.

10

Datamaskinen kan ha en analog prosessor for sampling av et analogt audiosignal som skal kodes eller en inngang til audiosignalet direkte i digital form med eller uten presampling. Alternativt kan koderen 10 inneholde en eller flere diskrete signalprosesseringskomponenter.

15

Symbolgenereringsfunksjonen 12, når anvendt, oversetter et informasjonssignal til et sett av kodesymboler. Denne funksjonen kan bli utført med bruk av en hukommelsesenheter slik som en halvleder EPROM i datamaskinsystemet som er forhåndslagret med en tabell av kodesymboler passende for indeksering med hensyn til et informasjonssignal. Et eksempel på en tabell for å oversette et informasjonssignal til et kodesymbol for visse applikasjoner er vist i figur 2. Tabellen kan være lagret på en harddisk eller en annen passende lagringsenhet i datamaskinsystemet.

20

Symbolgenereringsfunksjonen kan også bli utført med en eller flere diskrete komponenter slik som EPROM og tilhørende kontrollenheter, av en logikkmatrise, av en applikasjonsspesifikk, integrert krets, eller andre passende enheter eller kombinasjoner av enheter. Symbolgenereringsfunksjonen kan også bli implementert med en eller flere enheter som også implementerer en eller flere av de gjenværende funksjonene illustrert i figur 1.

25

Symbolfrekvensgenereringsfunksjonen 14 formaterer symbolene produsert i symbolgenereringsfunksjonen (eller innganger direkte til koderen 10) til en redundant sekvens av kode eller informasjonssymboler. Som en del av formateringsprosessen vil i visse utførelser en markør og/eller synkroniseringssymbol bli lagt tilsekvensen av kodesymboler. Den redundante sekvensen av kodesymboler er konstruert til å være spesielt motstandsdyktige for skurfeil og audiosignalkodeprosesser. Videre forklaring av redundant sekvens av kodesymboler i henhold til visse utspøringer vil bli gitt i samband med diskusjonen av figurene 3A, 3B og 3C nedenfor. Foretrukket vil

35

genereringsfunksjonen 14 bli implementert i en prosesseringsinnretning slik som et mikroprosessorsystem eller i en dedikert formateringsinnretning slik som en applikasjonsspesifikk, integrert krets eller logikkmatrise ved et mangfold av komponenter eller kombinasjoner av de foregående.

- 5 Symbolsekvensgenereringsfunksjonen kan også bli implementert i en eller flere innretninger som også implementerer en eller flere av de gjenstående funksjonene illustrert i figur 1.

- 10 Som vist ovenfor vil symbolsekvensgenereringsfunksjonen 14 være valgfri. For eksempel kan kodingsprosessen kunne bli utført slik at informasjonssignalet er oversatt direkte til en forhåndsbestemt symbolsekvens uten å implementere separate symbolgenererings- og symbolsekvensgenereringsfunksjoner.

- 15 Hvert symbol i sekvensen av symboler vil så bli produsert og konvertert ved symbolkodingsfunksjonen 16 til et mangfold av enkeltfrekvenskodesignaler. I visse fordelaktige utførelser vil symbolkodefunksjonen bli utført av en anordning i en hukommelsesinnretning til datamaskinsystemet slik som en halvleder EPROM som vil være forhåndslagret med et sett av enkeltfrekvenskodesignaler som korresponderer med hvert symbol. Et eksempel på en tabell med symboler og korresponderende sett av
20 enkeltfrekvenskodesignaler er vist i figur 4.

- Alternativt vil settet av kodesignaler kunne bli lagret på en harddisk eller en annen passende lagringsinnretning i datamaskinsystemet. Kodefunksjonen kan også bli implementert med en eller flere diskrete komponenter slik som en EPROM og
25 tilhørende kontrollinnretninger, i en logikkmatrise, i en applikasjonsspesifikk, integrert krets eller en annen passende innretning eller kombinasjon av innretninger. Kodefunksjonen kan også bli utført i en eller flere innretninger som også implementerer en eller flere av de gjenværende funksjonene illustrert i figur 1.

- 30 I alternativet vil den kodede sekvensen kunne bli generert direkte fra informasjonssignalet uten å implementere separasjonsfunksjonene 12, 14 og 16.

- Den akustiske maskeringeffektevalueringen/justeringsfunksjonen 18 bestemmer kapasiteten til et inngangsaudiosignal å maskere enkeltfrekvenskodesignaler produsert
35 av symbolkodefunksjonen 16. Basert på en bestemmelse av masketilgjengeligheten til audiosignalet vil funksjonen 18 generere justeringsparametere som justerer den relative størrelsen på enkeltfrekvenskodesignalene slik at kodesignalene vil bli gjengitt uhørbare

av en menneskelig lytter når det blir inkorporert i audiosignalet. Når audiosignalet blir bestemt å ha lav maskekapasitet på grunn av lav signalamplitude eller andre signalkarakteristikker vil justeringsparametrene kunne redusere størrelsesordenen på visse kodesignaler for ekstremt lave nivåer eller kunne nullifisere slike signaler helt. Motsatt
5 hvor audiosignalet blir bestemt å ha en større maskekapasitet vil slik kapasitet kunne bli utnyttet gjennom generering av justeringsparametere som øker størrelsesordenen på et bestemt kodesignal. Kodesignaler som har økt størrelsesordenen er generelt mer sannsynlig å være sjeldnebare fra støy og dermed detekterbare i en dekodingsinnretning. Flere detaljer til visse fordelaktige utførelser av slike evaluerings-/justeringsfunksjoner
10 blir fremlagt i US patent nr. 5,764,763 og nr. 5,450,490 av Jensen et al. med tittelen: apparater og fremgangsmåter for å inkludere koder i audiosignaler og dekoding av disse.

I visse utførelser vil funksjonen 18 bli anvendt til å justere parametrene til
15 enkeltfrekvenskodesignalene for å produsere justerte enkeltfrekvenskodesignaler. Det justerte kodesignalet er inkludert i audiosignalet i funksjonen 20. Alternativt kan funksjonen 18 supplere justeringsparametrene sammen med enkeltfrekvenskodesignaler for justering og inkludering i audiosignalet i funksjonen 20. I en annen utførelse vil funksjonen 18 være kombinert med en eller flere av funksjonene 12, 14 og 16 for å
20 produsere størrelsesordenjusterte enkeltfrekvenskodesignaler direkte. I visse utførelser vil den akustiske maskeeffektevaluerings-/justeringsfunksjonen 18 bli implementert i en prosesseringsinnretning slik som et mikroprosessorssystem som også kan implementere en eller flere av tilleggfunksjonene illustrert i figur 1. Funksjonen 18 kan også bli utført i en dedikert innretning slik som en applikasjonsspesifikk, integrert krets eller en
25 logikkmatrise, eller av et mangfold av diskrete komponenter eller kombinasjonen av de foregående.

Kodeinkluderingsfunksjonen 20 kombinerer enkeltfrekvenskodekomponentene med audiosignalet for å produsere et kodet audiosignal. I en rett frem implementering vil
30 funksjonen 20 enkelt legge enkeltfrekvenskodesignalet direkte til audiosignalet. Imidlertid kan funksjonen 20 ha overlagrede kodesignaler på audiosignalet. Alternativt kan en modulator 20 kunne modifisere amplituden til frekvensene inne i audiosignalet i henhold til en inngang fra akustisk maskeeffektevalueringsfunksjonen 18 for å produsere et kodet audiosignal som inkluderer de justerte kodesignalene. Videre kan
35 kodeinkluderingsfunksjonen kunne bli utført enten i tidsdomenet eller i frekvensdomenet. Kodeinkluderingsfunksjonen 20 kan bli implementert ved anordninger til en addisjonskrets eller med anordninger til en prosessor. Denne

funksjonen kan også bli implementert av en eller flere innretninger som beskrevet ovenfor som også implementerer en eller flere av de gjenværende funksjonene illustrert i figur 1.

- 5 En eller flere av funksjonene 12 til 20 kan bli implementert i en enkel innretning. I visse fordelaktige utførelser vil funksjonene 12, 14, 16 og 18 være implementert i en enkel prosessor og andre i en enkel prosessor som utfører alle funksjonene illustrert i figur 1. Videre vil to eller flere av funksjonene 12, 14, 16 og 18 kunne bli implementert med anordninger i en enkel tabell vedlikeholdt i en passende lagringsinnretning.

10

Figur 2 illustrerer et eksempel på en translasjonstabell for å konvertere et informasjonssignal et kodesymbol. Som vist vil et informasjonssignal kunne inneholde informasjon med hensyn til innholdet av, karakteristikken til, eller andre betraktninger relatert til et bestemt audiosignal. For eksempel kan det være tiltenkt at et audiosignal skal kunne modifiseres til å inkludere en uhearer indikasjon om copyright som krevd i 15 audioprogrammet. Tilsvarende kan et symbol slik S_1 kunne bli utnyttet til å indikere at copyright er krevd i et bestemt arbeide. Tilsvarende kan en forfatter kunne bli identifisert med et unikt symbol S_2 eller en kringkastingsstasjon identifisert med et unikt symbol S_3 . Videre kan en spesiell dato kunne bli representert ved et symbol S_4 .

- 20 Selvsagt kan mange andre typer av informasjon være inkludert i et informasjonssignal og omsatt til et symbol. For eksempel kan informasjon, slik som adresse, kommandoer, krypteringsnøkkel etc., bli kodet i slike symboler. Alternativt kan et sett av eller sekvenser av symboler i tillegg til eller istedenfor individuelle symboler kunne bli utnyttet til å representere bestemte typer av informasjon. Som et annet alternativ kan 25 hele symbolspråket kunne være implementert for å representere en hvilken som helst type av informasjonssignal. Også må den kodede informasjonen bli relatert til audiosignalet.

- Figur 3A er et skjematisk diagram som illustrerer en strøm av symboler som kan bli 30 generert i symbolgenereringsfunksjonen 12 i figur 1, mens figur 3B og 3C er skjematisk diagrammer som illustrerer sekvenser av symboler som kan være generert i symbolsekvensgenereringsfunksjonen 14 i figur 1 som svar på symbolstrømmen i figur 3A. I figurene 3A til 3C vil S_1 , S_2 , S_3 og S_4 være brukt som eksempler på symboler som illustrerer egenskaper til den foreliggende oppfinnelsen og er ikke ment å være 35 begrensende til denne anvendelsen. For eksempel kan informasjonen representert ved en av eller flere av symbolene S_1 , S_2 , S_3 eller S_4 kunne bli valgt tilfeldig uten hensyn til hva som representeres ved en eller flere av de andre symbolene.

Figur 3B illustrerer et eksempel på en kjerneenhet til en redundant symbolsekvens som er representativ for et inngangssett av fire symboler S_1 , S_2 , S_3 og S_4 . Kjerneenheten begynner med et første meldingssegment som har en sekvens eller markørsymbol, S_A , etterfulgt av fire inngangsdatasymboler etterfulgt av tre repeterende meldingssegmenter som hver inneholder en sekvens av markørsymbol, S_B , og de fire inngangssymbolene. I mange applikasjoner vil denne kjerneenheten alene være tilstrekkelig redundant for å gi det påkrevde nivået av overlevelse. Alternativt vil denne kjerneenheten kunne i seg selv være repetert for å øke overlevelsen. Videre vil kjerneenheten kunne ha mer eller mindre enn fire meldingssegmenter så vel som segmenter som har mer eller mindre enn fire eller fem symboler.

Generalisert fra dette eksempelet kan man betrakte et inngangssett av N symboler, S_1 , S_2 , $S_3, \dots, S_{N-1}$, S_N , som representerer de redundante symbolsekvensene som inneholder S_A , S_1 , S_2 , $S_3, \dots, S_{N-1}$, S_N , etterfulgt av $(P-1)$ repeterende segmenter som inneholder S_B , S_1 , S_2 , $S_3, \dots, S_{N-1}$, S_N . Som i eksempelet vil denne kjerneenheten kunne repetere seg selv for å øke overlevelsen. I tillegg vil sekvensen av symboler i meldingssegmentet kunne bli variert fra segment til segment så lenge som dekoderen er anordnet til gjenkjenne tilsvarende symboler i de forskjellige segmentene. Videre vil forskjellige sekvenser eller markørsymboler og kombinasjoner av disse kunne bli anvendt og posisjonen av markørene, men hensyn til datasymbolene kan bli arrangert forskjellig. For eksempel kan sekvensen ta formen $S_1, S_2, \dots, S_A, \dots, S_N$ eller formen $S_1, S_2, \dots, S_N, S_A$.

Figur 3C illustrerer et eksempel på en fordelaktig kjerneenhet for en redundant symbolsekvens som er representativ for et inngangssett av fire datasymboler S_1 , S_2 , S_3 og S_4 . Kjerneenheten begynner med en sekvens eller markørsymbol S_A etterfulgt av de fire inngangsdatasymbolene etterfulgt av en sekvens eller markørsymbol S_B etterfulgt av $S_{(1+\delta) \bmod M}$, $S_{(2+\delta) \bmod M}$, $S_{(3+\delta) \bmod M}$, $S_{(4+\delta) \bmod M}$, hvor M er antallet av forskjellige symboler tilgjengelig i utførelsen og hvor avviket δ er valgt som en CRC sjekksum. I en annen utførelse vil verdien av avviket δ bli variert fra tid til annen for å kode tilleggsinformasjon i meldingen. For eksempel dersom avviket kan variere fra 0 til 9, vil ni forskjellige informasjonstilstander kunne bli kodet i avviket.

Generalisert fra dette eksempelet kan et inngangssett av N symboler S_1 , S_2 , $S_3, \dots, S_{N-1}$, S_N være representert med den redundante symbolsekvensen som inneholder S_A , S_1 , S_2 , $S_3, \dots, S_{N-1}$, S_N , S_B , $S_{(1+\delta) \bmod M}$, $S_{(2+\delta) \bmod M}$, $S_{(3+\delta) \bmod M}$, $\dots, S_{(N-1+\delta) \bmod M}$, $S_{(N+\delta) \bmod M}$. Det vil si at den samme informasjonen er representert ved to eller flere forskjellige symboler i

den samme kjerneenheten og gjenkjent i henhold til sin rekkefølge deri. I tillegg vil disse kjerneenhetene kunne i seg selv bli repetert for å øke overlevelsesmulighetene. Siden den samme informasjonen er representert i multiple forskjellige symboler vil koden være gjort substansielt mer robust. For eksempel kan strukturen til et audiosignal etterligne frekvenskomponentene i en av datasymbolene S_N , mens sannsynligheten at audiosignalet også vil etterligne sitt tilsvarende avvik $S_{(N+\delta) \bmod M}$ og en forhåndsbestemt opptreden er meget mindre. Også siden avviket er det samme for alle symboler i et gitt segment vil denne informasjonen i videre sjekk av gyldigheten til det detekterte symbolet i dette segmentet. Følgelig vil kodingsformatet i figur 3C substansielt redusere sannsynligheten for falske deteksjoner induisert i strukturen til audiosignalet.

En spesiell styrke til den redundante sekvensen er eksemplifisert i figur 3 som er en utnyttelse av inngangssymbolene i sin originale rekkefølge etterfulgt av (a) et forskjellig arrangement av inngangssymbolene, (b) et arrangement av symboler som inkluderer andre symboler isteden for en eller flere av inngangssymbolene som er uten rearrangement av inngangsrekkefølgen, eller (c) et arrangement av symboler som er forskjellig fra inngangssymbolene. Arrangementene (b) og (c) er spesielt robuste siden, ved symbolkodingen, får en økt forskjell i enkeltfrekvenskodesignaler. Antatt at inngangssymbolene er kodet kollektivt fra blant den første gruppe av kodesignaler, vil kodesymbolarrangementene (b) og (c) bli kodet med en annen gruppe av kodesignaler som en viss utstrekning ikke overlapper den første gruppen. En større forskjell i kodesignaler generelt vil øke sannsynligheten for at noen kodesignaler er innenfor maskekapasiteten til audiosignalet.

Tabellen i figur 4 illustrerer et eksempel på konvertering av en sekvens eller markørsymbol S_A , et sekvens- eller markørsymbol S_B , og N datasymboler $S_1, S_2, S_3, \dots, S_{N-1}, S_N$ til et tilsvarende sett av M enkeltfrekvenskodesignaler $f_{1x}, f_{2x}, f_{3x}, \dots, f_{(m-1)x}, f_{mx}$ hvor x refererer til den identifiserende indeksen til det bestemte symbolet. Selv om enkeltfrekvenskodesignalene kan opptre gjennom frekvensområdet til audiosignalet og til en viss utstrekning utenfor dette frekvensområdet, kan kodesignalene til denne utførelsen være innenfor frekvensområdet 500 Hz til 5500 Hz, men kan bli valgt som et forskjellig frekvensområde. I en utførelse vil settet av M enkeltfrekvenskodesignaler kunne bli delt med visse enkeltfrekvenskodesignaler; imidlertid i en foretrukket utførelse vil enkeltfrekvenskodesignalene være komplett ikke overlappende. Videre er det ikke nødvendig at alle symboler er representert med det samme antallet av frekvenskomponenter.

Figur 5 illustrerer et multipelt trinn audiosignalkodesystem 50. Dette systemet implementerer multiple audiosignalkoder for suksessivt å kode et audiosignal 52 etter hvert som det går i et typisk audiosignaldistribusjonsnettverk. Ved hvert trinn i distribusjonen vil audiosignalet være suksessivt kodet med et informasjonssignal aktuelt for det bestemte trinnet. Foretrukket vil den suksessive kodingen av de respektive informasjonssignalene ikke produsere kodesignaler som overlapper i frekvens. Ikke desto mindre, på grunn av den robuste naturen til kodefremgangsmåten, vil bestemte overlapp blant frekvenskomponentene til de respektive kodede informasjonssignalene være tolererbare. System 50 inkluderer en opptaksenhet 54; en kringkaster 66; en relèstasjon 76; audiosignalkodere 58, 70 og 80; en audiosignalopptaker 62; en lytterenhet 86; og en audiosignaldekoder 88.

Opptaksenheten 54 inkluderer apparater for mottak og koding av audiosignaler og opptak av kodede audiosignaler på et lagringsmedium. Spesifikt vil innretningen 54 inkludere audiosignalkoderen 58 og audiosignalopptakeren 62. Audiosignalkoderen 54 mottar et audiomatesignal 52 og et opptaksinformasjonssignal 56 og koder audiosignalet 52 med informasjonssignalet 56 for å produsere et kodet audiosignal 60. Audiomatesignalet 52 kan bli produsert i en hvilken som helst konvensjonell kilde av audiosignaler slik som en mikrofon, et apparat for å reprodusere innspilte audiosignaler og dess like. Opptaksinformasjonssignalet 56 er foretrukket å inneholde informasjon med hensyn til audiomatesignalet 52 slik som sitt forfatterskap, innhold, eller generasjonsnummer eller eksistensen av copyright eller dess like. Alternativt kan opptaksinformasjonssignalet 56 kunne inneholde hvilken som helst type av data.

Opptakeren 62 er en konvensjonell innretning for opptak av kodede audiosignaler 60 på et lagringsmedium som er passende for distribusjon til en eller flere kringkastere 66. Alternativt kan audiosignalopptakeren 62 kunne bli utelatt helt. Kodede audiosignaler 60 kan bli distribuert via distribusjon av de innspilte lagringsmedia eller via en kommunikasjonslink 64. Kommunikasjonslinken 64 strekker seg mellom opptaksenheten 54 og kringkasteren 66 og kan inneholde en kringkastingskanal, en mikrobølgelink, en ledning eller fiberoptisk forbindelse eller dess like.

Kringkasteren 66 er en kringkastingsstasjon som mottar kodede audiosignaler 60 som videre koder slike signaler 60 med et kringkasterinformasjonssignal 68 for å produsere et dobbeltkodet audiosignal 72 og kringkaste det dobbeltkodede audiosignalet 72 langs en transmisjonsvei 74. Kringkasteren 66 inkluderer en audiosignalkoder 70 som mottar kodede audiosignaler 60 fra en opptaksenhet 54 og et kringkastingsinformasjonssignal

68. Kringkasterinformasjonssignalet 68 kan inneholde informasjon med hensyn til kringkasteren 66 slik som en identifikasjonskode eller med hensyn til kringkastingsprosessen slik som tidspunktet, dato eller karakteristik av kringkastingen, eller den påtenkte mottageren av kringkastingssignalet eller dess like. Koderen 70
- 5 koder kodede audiosignaler 60 med informasjonssignalet 68 for å produsere det dobbeltkodede audiosignalet 72. Transmisjonsveien 74 strekker seg ut mellom kringkasteren 66 og relèstasjonen 76 som kan inneholde en kringkastingskanal, en mikrobølgelink, en ledning eller fiberoptisk forbindelse eller dess like.
- 10 Relèstasjonen 76 mottar et dobbeltkodet audiosignal 72 fra kringkasteren 66 og koder det videre med et relèstasjonsinformasjonssignal 78, og sender det trippelkodede audiosignalet 82 til en lytterfaseenhet 86 via en transmisjonsvei 84. Relèstasjonen 76 inkluderer en audiosignalkoder 80 som mottar det dobbeltkodede audiosignalet 72 fra kringkasteren 66 og et relèstasjonsinformasjonssignal 78.
- 15 Relèstasjonsinformasjonssignalet 78 er foretrukket inneholdende informasjon med hensyn til relèstasjonen 76 slik som en identifikasjonskode eller med hensyn til prosessen med å sende kringkastingssignalet videre slik som tidspunktet, dato eller karakteristikken til relèstasjonen, den påtenkte mottakeren av det videresendte signalet eller dess like. Koderen 80 koder det dobbeltkodede audiosignalet 70 med
- 20 relèstasjonsinformasjonssignalet 78 for å produsere et trippelkodet audiosignal 82. Transmisjonsveien 84 strekker seg ut mellom relèstasjonen 76 og kan inneholde en kringkastingskanal, en mikrobølgelink, en ledning eller fiberoptisk forbindelse eller dess like. Opsjonelt kan transmisjonsveien 84 være en akustisk transmisjonsvei.
- 25 Lytterenheten 86 mottar det trippelkodede audiosignalet 82 fra relèstasjonen 76. I lytterestimeringsapplikasjoner vil lytterenheten 86 være plassert hvor et menneske kan lytte til og motta en akustisk reproduksjon av audiosignalet 82. Dersom audiosignalet 82 blir sendt som et elektromagnetisk signal vil lytterenheten 86 foretrukket inkludere en innretning for akustisk å reprodusere dette signalet for menneskelige lyttere.
- 30 Imidlertid dersom audiosignalet 82 blir lagret på et lagringsmedium vil lytterenheten 86 foretrukket inkludere en innretning for å reprodusere signalet 82 fra lagringsmediet.
- I andre applikasjoner slik som en musikkidentifikasjon og kommersiell monitorering vil en monitoreringsinnretning bli anvendt heller enn en lytter 86. I en slik
- 35 monitoreringsinnretning vil audiosignalet 82 foretrukket bli prosessert for å motta den kodede meldingen uten akustisk reproduksjon.

Audiosignaldekoderen 88 kan motta det trippelkodete audiosignalet 82 som et audiosignal eller opsjonelt som et akustisk signal. Dekoderen 88 dekode audiosignalet 82 for å gjenvinne en eller flere av informasjonssignalene kodet i signalet. Foretrukket vil det gjenvunne informasjonssignalet bli prosessert i en lytterenhet 86 eller innspilt på et lagringsmedium for senere prosessering.

Alternativt kan det gjenvunne informasjonssignalet bli konvertert til et bilde for visuell fremvisning til lytteren.

I en alternativ utførelse vil innspillingsenheten 54 bli utelatt fra systemet 50. Audiomatesignalet 52 representerer for eksempel en levende audioutførelse gitt direkte til kringkasteren 66 for koding og kringkasting. Følgelig vil kringkasterinformasjonssignalet 68 kunne videre inneholde informasjon med hensyn til audiomatesignalet 52 slik som dets forfatterskap, innhold eller generasjonsnummer eller eksistens av copyright eller dess like.

I en annen alternativ utførelse vil relèstasjonen 76 kunne utelates fra systemet 50. Kringkasteren 66 gir dobbeltkodete audiosignal 72 direkte til lytteren 86 via transmisjonsveien 74 som er modifisert til å strekke seg ut mellom dem. Som et videre alternativ kan både innspillingsenheten 54 og relèstasjonen 76 kunne utelates fra systemet 50. I en annen alternativ utførelse kan kringkasteren 66 og relèstasjonen 76 bli utelatt fra systemet 50. Opsjonelt kan kommunikasjonslinken 64 bli modifisert til å strekke seg ut mellom innspillingsenheten 54 og en lytterenhet 86 og bære kodete audiosignaler 60 mellom dem. Foretrukket er at audiosignalinnspilleren 62 spiller inn kodete audiosignaler 60 på et lagringsmedium som deretter blir overført til en lytterinnretning 86. En opsjonell reproduksjonsinnretning i lytterinnretningen 86 reproducerer det kodete audiosignalet fra lagringsmediet for dekoding og/eller annen akustisk reproduksjon.

Figur 6 gir et eksempel på et personlig bærbar meter 40 for bruk i lytterestimeringsapplikasjoner. Meteren 90 inkluderer et hus 92 illustrert med fantomlinjer som har en størrelse og form som tillater det å bli båret på en person som er et publikum. For eksempel kan huset ha den samme størrelsen og formen som en personsøkerenhet.

35

En mikrofon 93 er plassert i huset 92 og tjener som en akustisk signalomformer som omformer mottatt akustisk energi inkludert kodete audiosignaler til analoge elektriske

- signaler. De analoge signalene blir konvertert til digital form i en analog til en digital konverter og de digitale signalene blir så supplert til en digital signalprosessor (DSP) 95. DSP 95 implementerer en dekode i samsvar med den foreliggende oppfinnelsen med den hensikt å detektere tilstedeværelsen av forhåndsbestemte koder i audioenergien mottatt i mikrofonen 93 som indikerer at personen som bærer den personlige, portable meteren 90 har blitt utsatt for en kringkasting av en viss stasjon eller kanal. Dersom det er slik, kan DSP 95 lagre et signal som representerer en slik deteksjon i sin interne hukommelse sammen med et assosiert tidssignal.
- 10 Meteren 90 kan også inkludere en datasender/mottager som en infrarød sender/mottager 97 koblet til DSP 95. Senderen/mottageren 97 gjør DSP 95 i stand til å gi sine data til en enhet for prosessering slik som data fra multiple metere 90 for å produsere lytterestimeringer så vel som å motta instruksjoner og data for eksempel for å sette opp meteren 90 for å bære ut de nye publikumsundersøkelser.
- 15 Dekodere som samsvarer med visse fordelaktige utførelser av den foreliggende oppfinnelsen er illustrert med sitt funksjonelle blokkdiagram i figur 7. Et audiosignal som kan bli kodet som beskrevet ovenfor med et mangfold av kodesymboler blir mottatt ved en inngang 102. Det mottatte audiosignalet kan være et kringkastingssignal,
- 20 Internett eller tilsvarende kommunikasjonssignal eller et reproduisert signal. Det kan være et direkte koblet eller et akustisk koblet signal. Fra den følgende beskrivelsen i samband med de medfølgende tegningene vil det være å forstå at dekodere 100 er i stand til å detektere koder i tillegg til de som er arrangert i formatene fremlagt her ovenfor.
- 25 For mottatte audiosignaler i tidsdomenet vil dekodere 100 transformere slike signaler til frekvensdomenet ved hjelp av en funksjon 106. Funksjonen 106 er foretrukket utført i en digital prosessor som implementerer en fast Fourier transform (FFT) selv om en direkte cosinus transform, en chip transform eller en Winograd transform algoritme (WFTA) kan bli anvendt i alternativer. Enhver annen tid til
- 30 frekvensdomenetransformasjonsfunksjon som gir den nødvendige oppløsningen kan bli anvendt isteden for disse. Det er å forstå at isteden for visse implementeringer kan funksjonen 106 også bli utført av analoge eller digitale filtre, ved en applikasjonsspesifikk, integrert krets eller en annen passende innretning eller
- 35 kombinasjon av innretninger. Funksjonen 106 kan også bli implementert med en eller flere innretninger som også implementerer en eller flere av de gjenværende funksjonene illustrert i figur 7.

Frekvensdomenekonverterte audiosignaler blir prosessert i en symbolverdiutledningsfunksjon 110 for å produsere en strøm av symbolverdier for hvert kodesymbol inkludert i det motsatte audiosignalet. De produserte symbolverdiene kan representere for eksempel signalenergi, effekt, lydtrykknivå, amplitude etc. målt instantant eller over en periode av tid på en absolutt eller relativ skala og kan bli uttrykt som en enkel verdi eller som multiple verdier. Hvor symbolene er kodet som grupper eller enkeltfrekvenskomponenter og som hver har en forhåndsutsendt frekvens vil symbolverdiene foretrukket representere enten enkeltfrekvenskomponentverdier eller en eller flere verdier basert på en enkel frekvenskomponentverdi.

Funksjonen 110 kan bli utført i en digital prosessor slik som en digital signalprosessor (DSP) som fordelaktig utfører en eller flere av de andre funksjonene i dekoderen 100. Imidlertid kan funksjonen 110 også bli utført i en applikasjonsspesifikk, integrert krets, eller ved en annen passende innretning eller kombinasjon av innretninger og kan bli implementert i apparater adskilt fra anordningene som implementerer de gjenværende funksjonene i dekoderen 100.

Symbolstrømverdiene produsert i funksjonen 110 blir akkumulert over tid i en passende lagringsinnretning på symbolbasis som indikert i funksjonen 116. Spesielt vil funksjonen 116 være fordelaktig for bruk i dekodning av kodede symboler som blir gjentatt periodisk. Ved periodisk å akkumulere symbolverdier for de forskjellige mulige symbolene. For eksempel dersom et gitt symbol er antatt å opptre hver X sekund kan funksjonen 116 kunne tjene til å lagre en strøm av symbolverdier for en periode på nX sekunder ($n > 1$), og å legge til de lagrede verdiene til en eller flere symbolverdistrømmer av nX sekunds varighet slik at toppsymbolverdien akkumulert over tid forbedrer signal-til-støyforholdet i de lagrede verdiene.

Funksjonen 116 kan bli utført i en digital prosessor slik som en DSP som fordelaktig utfører en eller flere av de andre funksjonene i dekoderen 100. Imidlertid kan funksjonen 110 også bli utført ved å bruke en hukommelsesinnretning separat fra en slik prosessor eller i en applikasjonsspesifikk, integrert krets eller i en eller annen passende innretning eller kombinasjon av innretninger og kan bli implementert i et apparat adskilt fra anordninger som implementerer de gjenværende funksjonene i dekoderen 100.

De akkumulerte symbolverdiene lagret i funksjonen 116 blir så eksaminert i funksjonen 120 for å detektere tilstedeværelsen av en kodet melding og sende ut den detekterte

meldingen i en utgang 126. Funksjonen 120 kan bli utført ved å sammenligne den lagrede, akkumulerte verdien eller en prosessert versjon av en slik verdi mot et lagret mønster enten ved korrelasjon eller ved andre mønstersammenligningsteknikker. Imidlertid vil funksjonen 120 fordelaktig bli utført ved å eksaminere toppakkumulerte symbolverdier og deres relative tidsinformasjon for å rekonstruere deres kodede meldinger. Denne funksjonen kan bli utført enten i den første strømmen av symbolverdier som her blir lagret i funksjonen 116 og/eller etter hvert påfølgende strøm som har blitt lagt til denne slik at meldingen blir detektert med en gang signal til støyforholdet av den lagrede, akkumulerte strømmen av symbolverdier avslører et gyldig meldingsmønster.

Figur 8 er et flytdiagram for en dekode i henhold til en fordelaktig utførelse av den foreliggende implementeringen ved hjelp av en DSP. Trinn 130 er gitt for de applikasjoner hvor det kodede audiosignalet er mottatt i analog form, for eksempel hvor det har blitt plukket opp av en mikrofon (som i figur 6) eller en RF mottager.

Dekoderen i figur 8 er spesielt vel tilpasset for å detektere kodesymboler hvor hver inkluderer et mangfold av forhåndsbestemte frekvenskomponenter, det vil si ti komponenter i et frekvensområde av 1000 Hz til 3000 Hz. Den er konstruert spesifikt til å detektere en melding som har en sekvens illustrert i figur 3C hvor hvert symbol opptar et intervall på et halvt sekund. I dette eksempelet på utførelse er det antatt at symbolsettet inneholder tolv symboler hvor hver har ti forhåndsbestemte frekvenskomponenter og hvor ingen er delt med noen andre symboler i symbolsettet. Det er å forstå at i figur 8 vil dekodeen enkelt kunne bli modifisert til å detektere forskjellige antall av kodesymboler, forskjellig antall av komponenter, forskjellige symbolsekvenser og symbolvarigheter så vel som komponenter arrangert i forskjellige frekvensbånd.

Med den hensikt å separere de forskjellige komponentene kan DSPen gjentatte ganger utføre FFTer på audiosignalsamplere som faller innenfor suksessive forhåndsbestemte intervaller. Intervallene kan overlappe selv om dette ikke er påkrevd. I et eksempel på utførelse vil ti overlappende FFTer bli utført under hver sekund av dekodeoperasjoner. Følgelig vil energien til hver symbolperiode falle innenfor fem FFT perioder. FFTen kan ha tidsvinduer selv om dette kan bli utelatt med den hensikt å forenkle dekodeen. Samplene blir lagret og når et tilstrekkelig antall av dem er tilgjengelige kan en ny FFT bli utført som indikert i trinnene 134 og 138.

I denne utførelsen vil frekvenskomponentverdiene bli produsert på en relativ basis. Det vil si hver komponentverdi blir representert som et signal-til-støyforholdstall (SNR) produsert som vist i det følgende. Energien innenfor hvert frekvensområde til FFTen hvor en frekvenskomponent til ethvert symbol kan falle, gir telleren for hver tilsvarende

5 SNR. Dens nevner blir bestemt som et gjennomsnitt av tilstøtende frekvensområdeverdier. For eksempel kan gjennomsnittet av syv av de åtte omkringliggende frekvensområdeenergiverdiene kunne bli brukt, slik at den største verdien av de åtte blir ignorert med den hensikt å unngå influering av mulige store frekvensområdeenergiverdier som kan være et resultat for eksempel fra en

10 audiosignalkomponent i nabolaget til kodefrekvenskomponenten. Også gitt at en stor energiverdi også kan opptre i kodekomponentfrekvensområdet for eksempel, på grunn av støy eller en audiosignalkomponent, vil SNRen bli korrekt begrenset. I denne utførelsen vil, dersom $SNR \Rightarrow 6,0$ være slik at SNR er begrenset til 6,0, selv om en forskjellig maksimumverdi kan bli valgt.

15 De ti SNRer for hver FFT og de tilsvarende for hvert symbol som kan være tilstede er kombinert til å forme symbol SNRen som blir lagret i en sirkulær symbol SNR buffer som indikert i trinn 142 og illustrert skjematisk i figur 9. I visse utførelser vil ti SNRer for et gitt symbol være enkelt lagt til selv om andre måter å kombinere SNRer kan bli

20 anvendt.

Som indikert i figur 9 vil symbolene til SNRene for hver av de tolv symbolene A, B og 0-9 være lagret i symbol SNR buffere som separate sekvenser, et symbol SNR for hver FFT for 50 FFTer. Etter at verdiene produsert i de 50 FFTer har blitt lagret i symbol

25 SNR buffere vil nye symbol SNRer bli kombinert med de tidligere lagrede verdiene som beskrevet nedenfor.

Når symbol SNR buffere blir fylt, blir dette detektert i trinn 146. I visse fordelaktige utførelser vil de lagrede SNRer bli justert for å redusere påvirkningen av støy i trinn 152 selv om dette trinnet er opsjonelt i mange applikasjoner. I dette opsjonelle trinnet vil

30 støyverdien bli funnet for hvert symbol (rad) i buffere ved å finne gjennomsnittet av alle lagrede symbol SNRer i de respektive radene hver gang et buffer blir fylt. Så for å kompensere for effekten av støy vil dette gjennomsnittet eller "støy" verdi bli trukket fra hver av de lagrede symbol SNR verdiene i den tilsvarende raden. På denne måten

35 vil et "symbol" opptre bare sjelden og dermed vil en ikke gyldig deteksjon bli jevnet ut i gjennomsnittet over tid. Med referanse også til figur 3C vil man med den hensikt å unngå å flate ut støyverdien i dekoderen foretrukket ha kodeplanen begrenset slik at det

samme symbolet ikke opptrer to ganger i den første halvdel av meldingen. (dvs. innenfor symbolsekvensen S_A, S_1, S_2, S_3, S_4).

- Etter at symbol SNRene har blitt justert ved å trekke fra støynivået vil dekodere
- 5 forsøke å gjenvinne meldingen ved å undersøke mønsteret til maksimum SNR verdiene i buffere i trinn 156. I visse utførelser vil maksimum SNR verdiene for hvert symbol være plassert i en prosess av suksessiv kombinerings av grupper av fem tilstøtende SNRer ved å veie verdien i sekvensen i proporsjoner til den sekvensielle veiingen (6 10 10 10 6) og så å legge til de veide SNRer for å produsere en sammenlignbar SNR
 - 10 sentrert i tidsperioden til den tredje SNR i sekvensen. Denne prosessen blir utført progressivt gjennom hele de 50 FFT periodene for hvert symbol. For eksempel vil for en første gruppe av fem SNRer for "A" symbolet i FFT periode 1 til 5 bli veid og lagt til for å produsere en sammenlignings SNR for FFT periode 3. Så vil en videre sammenlignings SNR bli produsert ved å bruke SNRer fra FFT periode 2-6 og så videre
 - 15 helt til sammenligningsverdier har blitt funnet sentrert om FFT periodene 3-48. Imidlertid vil andre anordninger kunne bli anvendt for å gjenvinne meldingen. For eksempel enten mer eller mindre enn fem SNRer kan bli kombinert slik at de kan bli kombinert uten veiing og dermed kan de bli kombinert i en ikke lineær måte.
 - 20 Etter at sammenlignings SNR verdiene har blitt funnet vil dekodere undersøke sammenlignings SNR verdiene for et meldingsmønster. Først vil markørkodesymbolene S_A og S_B bli lokalisert. Med en gang denne informasjonen er funnet vil dekodere forsøke å detektere toppene til datasymbolene. Bruken av forhåndsbestemt avvik mellom hvert datasymbol i det første segmentet og det
 - 25 tilsvarende datasymbolet i det andre segmentet gir en kontroll på gyldigheten til den detekterte meldingen. Det vil si dersom begge markører er detektert og det samme avviket er observert mellom hvert datasymbol i det første segmentet og sitt tilsvarende datasymbol i det andre segmentet er det høyst sannsynlig at en gyldig melding har blitt mottatt.
 - 30 Med referanse til både figurene 3C og 9 er det antatt at begynnelsen av buffere samsvarer med begynnelsen av meldingen (noe som vanligvis ikke er tilfellet), en topp P i sammenlignings SNRene for "A" symbolet bør opptre i den tredje FFT perioden som indikert. Så vil dekodere forvente at den neste toppen vil opptre i posisjon som
 - 35 korresponderer til det første datasymbolet 0-9 i de åtte FFT periodene. I dette eksempelet er det antatt at det første datasymbolet er "3". Dersom det siste datasymbolet er "4" og verdien til δ er 2, vil dekodere finne en topp til symbolet "6" u

FFT periode 48 som indikert i figur 9. Dersom meldingen så blir detektert (dvs. markørene blir detektert), med datasymboler som opptrer der hvor det er forventet og med det samme avviket igjennom det hele. Som indikert i trinnene 162 og 166 vil meldingen bli logget eller sendt ut og SNR buffere vil bli nullstilt.

5

Imidlertid, dersom meldingen ikke blir funnet, vil en videre femti overlappende FFTer bli utført på den følgende delen av audiosignalet og symbol SNRene som blir produsert blir lagt til de som allerede er de sirkulære buffere. Støyjusteringsprosessen blir utført som før og dekodere forsøker å detektere meldingsmønsteret igjen. Denne prosessen
10 blir gjentatt kontinuerlig helt til en melding blir detektert. I et alternativ vil denne prosessen bli utført et begrenset antall ganger.

Det vil være åpenbart fra det foregående at man kan modifisere operasjonen til dekodere avhengig av strukturen av meldingen, dens tidsinformasjon, dens signalvei,
15 modus av deteksjonen etc., uten å fravike omfanget av den foreliggende oppfinnelsen. For eksempel, istedenfor å lagre SNRer, kan FFT resultatene bli lagret direkte for deteksjon av en melding.

Figur 10 er et flytdiagram for en annen dekode i henhold til en videre fordelaktig utførelse som likeledes er implementert ved hjelp av en DSP. Dekodere i figur 10 er
20 spesielt tilpasset til å detektere en gjentakende sekvens av fem kodesymboler som inneholder et markørsymbol etterfulgt av fire datasymboler hvor hvert av kodesymbolene inkluderer et mangfold av forhåndsbestemte frekvenskomponenter og som har en varighet på et halvt sekund i meldingssekvensen. Det er antatt at hvert
25 symbol er representert av ti unike frekvenskomponenter og at symbolsettet inkluderer tolv forskjellige symboler A, B og 0-9, som i koden til figur 3C. Imidlertid vil figur 10 vise en utførelse som enkelt kan bli modifisert til å detektere et hvilket som helst antall av symboler hvert representert ved en eller flere frekvenskomponenter.

Trinn anvendt i dekodingsprosessen illustrert i figur 10 som korresponderer til de i figur 8 er indikert med det samme referansetallet og disse trinnene vil konsekvent ikke bli videre beskrevet her. Figur 10 inneholder bruk av en sirkulær buffer som er tolv symboler bredt ved 150 FFT perioder lang. Med en gang buffere har blitt fylt vil et nytt symbol SNR hver erstatte hva som er den eldste symbol SNR verdien. Som effekt vil
35 buffere lagre et femten sekunders vindu med symbol SNR verdier.

Som indikert i trinn 174 vil med en gang den sirkulære bufferen er full være slik at dens innhold blir undersøkt i trinn 178 for å detektere tilstedeværelsen av meldingsmønsteret. Med en gang det er fullt vil bufferen forbli full kontinuerlig slik at mønstersøket i trinn 170 kan bli utført for hver eneste FFT.

5

Siden hver femte symbolmelding gjentas hvert $2 \frac{1}{2}$ sekund vil hvert symbol bli gjentatt med intervaller på $2 \frac{1}{2}$ sekund for hver 25. FFT. Med den hensikt å kompensere for effekter som skurstøy og dess like, vil SNR R_1 til R_{150} bli kombinert ved å legge sammen korresponderende verdier til de gjentatte meldingene for å oppnå 25

10 kombinerte SNR verdier SNR_n , $n=1,2\dots25$, som følger:

$$SNR_n = \sum_{i=0}^5 R_{n+25i}$$

15

Følgelig, dersom en skurfeil skulle resultere i tapet av signalintervallet i , bare være en av de seks meldingsintervallene som vil bli tapt og den essensielle karakteristikken av de kombinerte SNR verdiene vil sannsynlig være upåvirket av denne hendelsen.

20 Med en gang den kombinerte SNR verdien har blitt bestemt vil dekodere detektere posisjonen til markørsymbollets topp som indikert i den kombinerte SNR verdien og utlede datasymbolsekvensene basert på markørens posisjon og toppverdien til datasymbolene.

25 Med en gang meldingen så har blitt formet som indikert i trinnene 182 og 183, vil meldingen bli logget. Imidlertid ulikt de andre utførelsene i figur 8 vil buffere ikke nå bli nullstilt. I stedet vil dekodere laste inn et nytt sett av SNRer i buffere og fortsette å søke for en melding.

30 Som i dekodere i figur 8 vil det være opplagt fra det foregående at man kan modifisere dekodere i figur 10 for forskjellige meldingsstrukturer, meldingstidsinformasjon, signalveier, deteksjonsmodus etc. uten å fravike omfanget av den foreliggende oppfinnelsen. For eksempel kan buffere i utførelsen i figur 10 kunne bli erstattet med en annen passende lagringsinnretning; størrelsen på buffere kan varieres; størrelsen på SNR verdivindu kan bli variert; og/eller symbolrepetisjonskilden kan variere. Også
35 isteden for å beregne å lagre signal SNRer for å representere de respektive symbolverdiene, kan et mål på hvert symbols verdi relativ til andre mulige symboler,

for eksempel en rangering av hvert mulige symbols størrelsesorden, bli brukt istedenfor i visse fordelaktige utførelser.

- I en videre variasjon som er spesielt brukbar i lyttermålingsapplikasjoner, vil et relativt
- 5 stort antall av meldingsintervaller være separert lagret for å tillate en retrospektiv analyse av deres innhold for å bestemme en kanalförändring. I andre utførelser vil multiple buffere bli brukt hvor hver akkumulerer data for et forskjellig antall av intervaller for bruk i dekodingsfremgangsmåten i figur 8. For eksempel en buffer kan lagre enkeltmeldingsintervaller mens andre lager to akkumulerte intervaller, et tredje
- 10 fire intervaller og et fjerde åtte intervaller. Separat deteksjon basert på innholdet av hver buffer blir så brukt for å detektere en kanalförändring.

P a t e n t k r a v

1.

System for å dekode et forhåndsbestemt meldingssymbol av et flertall av
5 meldingssymboler innesluttet i et audiosignal, k a r a k t e r i s e r t
v e d å innbefatte:
middel (106, 110) for å ta imot et audiosignal hvor et flertall av
meldingssystemsymboler har blitt innarbeidet slik at meldingssymbolene er uhørbare
når audiosignalet blir reprodusert for å høres, flertallet av meldingssymboler er
10 inneholdt i en forhåndsbestemt melding som er et flertall av kodesymboler, der det
forhåndsbestemte meldingssymbolet er representert av første og andre kodesymboler
innarbeidet i og forskjøvet i tid i audiosignalet med i det minste et kodesymbol som
representerer et forskjellig et av meldingssymbolene som er innarbeidet i audiosignalet
og posisjonert i tid mellom det første og andre kodesymbolet,
15 middel (116) for å akkumulere en første signalverdi for det første kodesymbolet som
representerer det forhåndsbestemte meldingssymbolet og en andre signalverdi for det
andre kodesymbolet som representerer det forhåndsbestemte meldingssymbolet, og
middel (120) for å undersøke de akkumulerte første og andre signalverdiene for å
detektere det forhåndsbestemte meldingssymbolet, representert av de første og andre
20 kodesymbolene.

2.

System i henhold til krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at
akkumuleringsmiddelet er operativt til å produsere en tredje signalverdi utledet fra de
25 første og andre signalverdiene og undersøkelsesmiddelet er operativt til å detektere det
forhåndsbestemte meldingssymbolet basert på den tredje signalverdien.

3.

System i henhold til krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at
30 akkumuleringsmiddelet er operativt til å produsere den tredje signalverdien ved lineært
å kombinere de første og andre signalverdiene.

4.

System i henhold til krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at
35 akkumuleringsmiddelet er operativt til å produsere den tredje signalverdien som en
ikke-lineær funksjon av de første og andre signalverdiene.

5.

System i henhold til krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at de første og andre kodesymbolene hver innbefatter et forhåndsbestemt antall av frekvenskomponenter, og videre innbefatter middel for å produsere første og andre sett
5 av komponentverdier, der hvert sett korresponderer til et respektivt et av de første og andre kodesymbolene og hver komponentverdi for hvert sett representerer en karakteristikk for en respektiv frekvenskomponent for det korresponderende symbolet, og middel for å produsere den første signalverdien basert på det første settet av komponentverdier og å produsere den andre signalverdien basert på det andre settet av
10 komponentverdier.

6.

System i henhold til krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at flertallet av meldingssymboler er representert av flertallssett av første og andre
15 kodesymboler, flertallsettene for første og andre kodesymboler er anordnet som meldinger som har en forhåndsbestemt sekvens inkludert i det minste et markørsymbol og i det minste et datasymbol, og hvor akkumuleringsmiddelet er operativt til å akkumulere sett av første og andre signalverdier, der hvert signalverdisett korresponderer til et respektivt ett av settene av første og andre kodesymboler og
20 inkluderer en første signalverdi som representerer det første kodesymbolet for det respektive kodesymbolsettet og en andre signalverdi som representerer det andre kodesymbolet av dette og undersøkelsesmiddelet er operativt til å detektere meldingen ved å detektere tilstedeværelsen av markørsymbolet basert på dets signalverdisett og å detektere i det minste et datasymbol basert på den detekterte tilstedeværelsen av
25 markørsymbolet og det korresponderende signalverdisettet for i det minste et datasymbol.

7.

System i henhold til krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at akkumuleringsmiddelet er operativt til lagre de første og andre signalverdiene, og
30 undersøkelsesmiddelet er operativt til å detektere det forhåndsbestemte meldingssymbolet ved å undersøke både de første og andre signalverdiene.

8.

System i henhold til krav 7, k a r a k t e r i s e r t v e d at akkumuleringsmiddelet er operativt til å produsere de første og andre signalverdiene basert på multiple andre signalverdier.

9.

System i henhold til krav 8, k a r a k t e r i s e r t v e d at de første og andre signalverdiene er produsert fra respektive sett av tidsforkjøvne

- 5 signalverdier, der hver av de tidsforkjøvne signalverdiene representerer en verdi for et respektivt ett av de første og andre kodesymbolene under en tilsvarende tidsperiode av det.

10.

- 10 System i henhold til krav 8, k a r a k t e r i s e r t v e d at de første og andre kodesymbolene hver innbefatter et forhåndsbestemt antall av frekvenskomponenter, og videre innbefatter middel for å produsere første og andre sett av komponentverdier, der hvert sett korresponderer til et respektivt ett av de første og andre kodesymbolene og hver komponentverdi for hvert sett representerer en
- 15 karakteristikk for en respektiv frekvenskomponent av det korresponderende symbolet, og middel for å produsere den første signalverdien basert på det første settet av komponentverdier og å produsere den andre signalverdien basert på det andre settet av komponentverdier.

20 11.

System i henhold til krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at mottakermiddelet innbefatter en akustisk transduser for å omsette et akustisk audiosignal til et elektrisk signal, det akustiske audiosignalet har et flertall av kodesymboler som representerer et flertall av meldingssymboler innbefattende kildedata

25 for det akustiske audiosignalet, og videre innbefatter en hukommelse for å indikasjoner av detekterte meldingssymboler.

12.

- System i henhold til krav 11, videre innbefattende et hus for systemet tilpasset til å bli
- 30 båret på personen for et medlem av en lytterskare og middel for å sende de lagrede data for bruk i å produsere lytterestimer.

13.

- Fremgangsmåte for å dekode et forhåndsbestemt meldingssymbol av et flertall av meldingssymboler innarbeidet i et audiosignal, k a r a k t e r i s e r t
- 35 v e d å innbefatte trinnene:

å ta imot et audiosignal hvor et flertall av meldingssymboler har blitt innarbeidet slik at meldingssymbolene er uhørbare når audiosignalet blir reprodusert for å høres, der flertallet av meldingssymboler er inneholdt i en forhåndsbestemt melding som er et flertall av kodesymboler, der det forhåndsbestemte meldingssymbolet er representert av første og andre kodesymboler innarbeidet i og forskjøvet i tid i audiosignalet med i det minste et kodesymbol som representerer en forskjellig ett av meldingssymbolene som er innarbeidet i audiosignalet og posisjonert i tid mellom det første og andre kodesymbolet,

å akkumulere en første signalverdi for det første kodesymbolet som representerer det forhåndsbestemte meldingssymbolet og den andre signalverdien for det andre kodesymbolet som representerer det forhåndsbestemte meldingssymbolet, og å undersøke de akkumulerte første og andre signalverdiene for å detektere det forhåndsbestemte meldingssymbolet.

14.

Fremgangsmåte i henhold til krav 13, videre k a r a k t e r i s e r t v e d å innbefatte å ta imot de første og andre kodesymbolene ved å omsette et akustisk audiosignal til et elektrisk signal, der det akustiske audiosignalet har et flertall av meldingssymboler innbefattende kildedata for det akustiske audiosignalet, og å lagre data som representerer indikasjoner av detekterte meldingssymboler.

15.

Fremgangsmåte i henhold til krav 14, videre k a r a k t e r i s e r t v e d å innbefatte å sende de lagrede dataene for bruk i å produsere lytterestimer.

16.

System for å dekode et forhåndsbestemt meldingssymbol av et flertall av meldingssymboler innarbeidet i et audiosignal, k a r a k t e r i s e r t v e d å innbefatte.

en innmatningsinnretning (93) for et audiosignal hvor et flertall av meldingssymboler har blitt innarbeidet slik at meldingssymbolet er uhørbart når audiosignalet blir reprodusert for å høres, der flertallet av meldingssymboler er inneholdt i en forhåndsbestemt melding som er et flertall av kodesymboler, det forhåndsbestemte meldingssymbolet er representert av første og andre kodesymboler innarbeidet i og forskjøvet i tid i audiosignalet med i det minste et kodesymbol som representerer et forskjellig ett av meldingssymbolene som er innarbeidet i audiosignalet og posisjonert i tid mellom det første og andre kodesymbolet, og

en digital prosessor (95) i kommunikasjon med inngangsinneleiningen (93) for å ta imot audiosignalet herfra, den digitale prosessoren (95) er programmert til å akkumulere en første signalverdi som representerer det første kodesymbolet og en andre signalverdi som representerer det andre kodesymbolet, der den digitale prosessoren videre er
5 programmert til å undersøke de akkumulerte første og andre signalverdiene for å detektere det forhåndsbestemte meldingssymbolet.

17.

System i henhold til krav 16, k a r a k t e r i s e r t v e d a t
10 innmatningsinneleiningen innbefatter en akustisk transduser for å omsette et akustisk signal til et elektrisk signal, der det akustiske audiosignalet har et flertall av kodesymboler som representerer et flertall av meldingssymboler innbefattende kildedata for det akustiske audiosignalet, der den digitale prosessoren har en hukommelse for å lagre data som representerer indikasjoner av detekterte meldingssymboler.

15

18.

System i henhold til krav 17, videre k a r a k t e r i s e r t v e d
å innbefatte et hus for systemet tilpasset til å båret på personen som er medlem av en lytterskare og middel for å sende de lagrede dataene for bruk i å produsere
20 lytterestimer.

1/10

FIG. 1

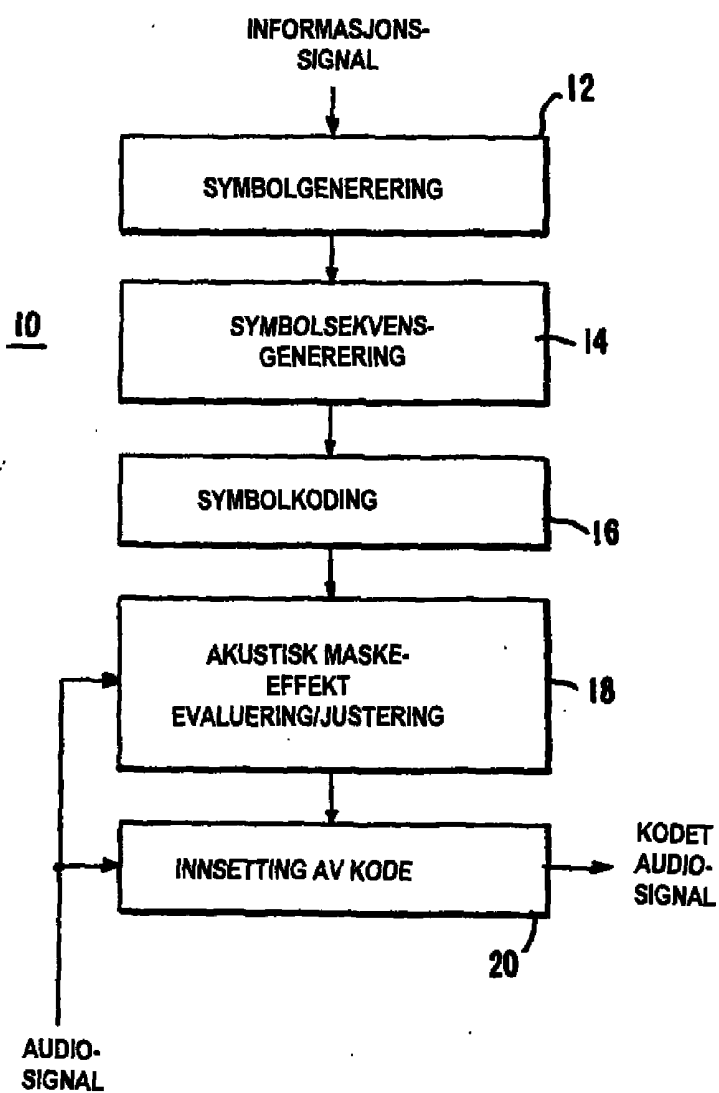


FIG. 2

INFORMASJONS- SIGNAL	SYMBOL
COPYRIGHT BESKYTTET ARBEID	S ₁
FORFATTER	S ₂
KRINGKASTINGS- STASJON	S ₃
DATO	S ₄

FIG. 3A



FIG. 3B

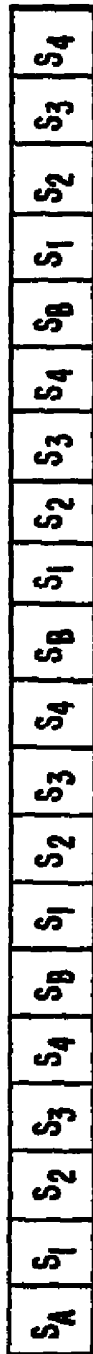


FIG. 3C

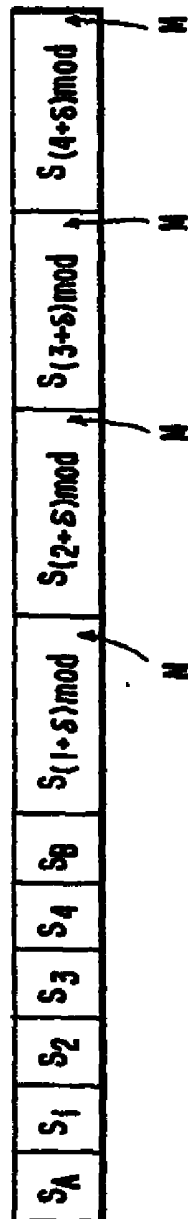


FIG. 4

4/10

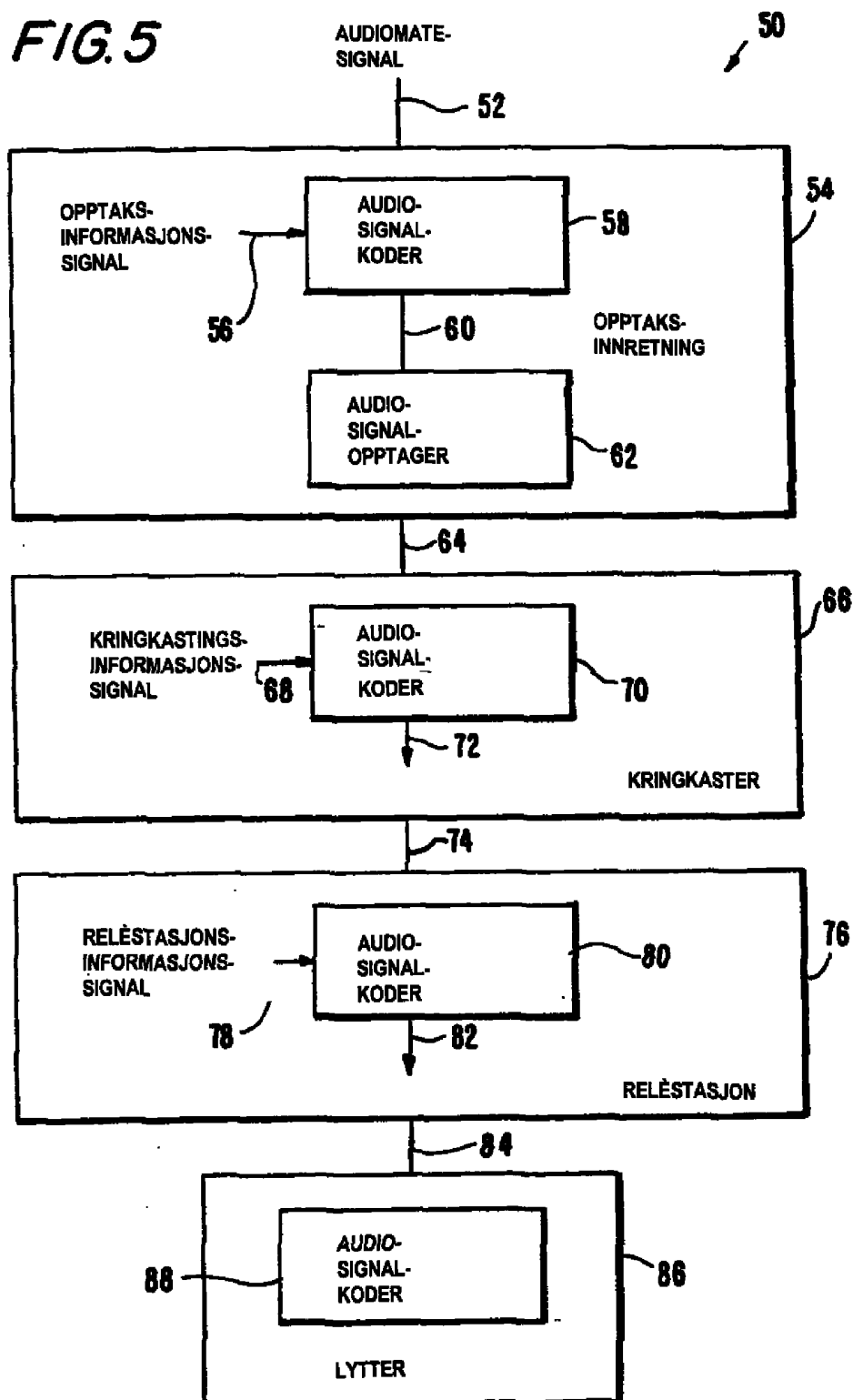
FREKVENS-
KOMPONENT

SYMBOL

	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}
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
N-1	$f_{(N-1)A}$	$f_{(N-1)B}$	$f_{(N-1)1}$	$f_{(N-1)2}$	$f_{(N-1)3}$	$f_{(N-1)4}$	.	.	$f_{(N-1)(N-1)}$	$f_{(N-1)N}$
N	f_{NA}	f_{NB}	f_{N1}	f_{N2}	f_{N3}	f_{N4}	.	.	$f_{N(N-1)}$	f_{NN}

FREKVENSS-
KOMPONENT

FIG. 5



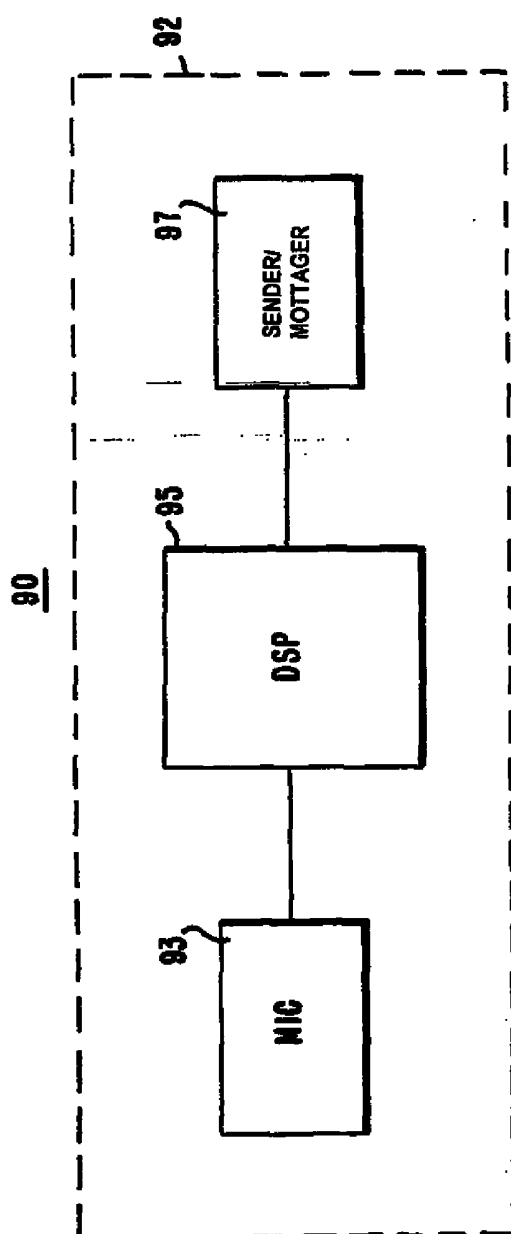


FIG. 6

FIG. 7

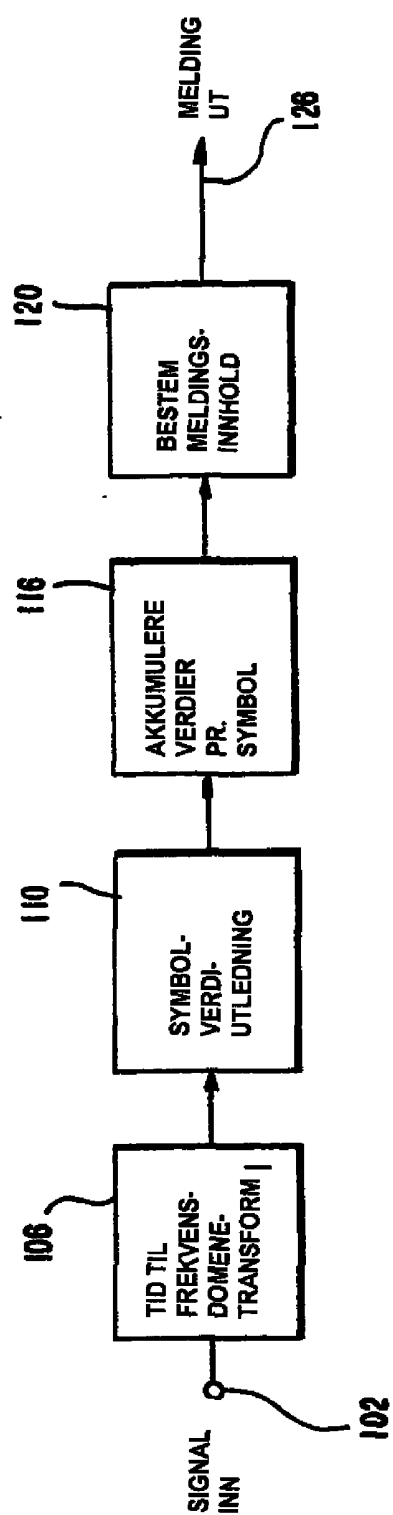


FIG. 8

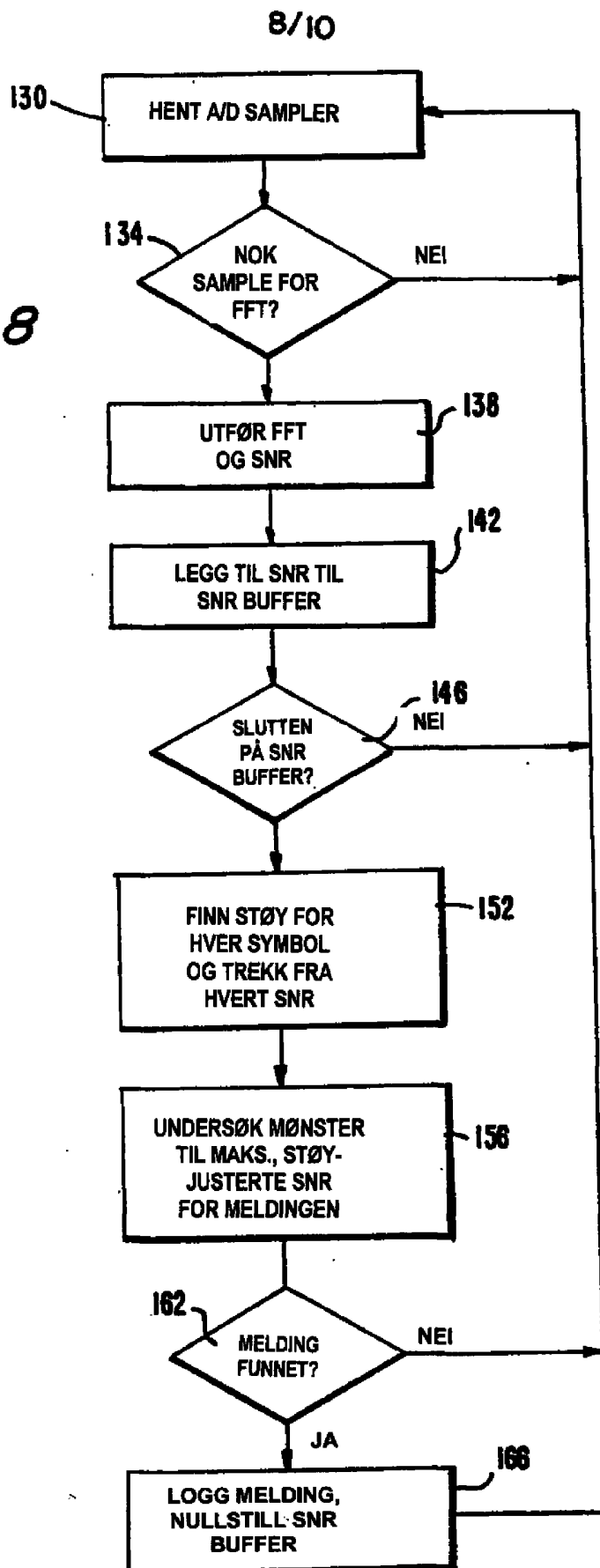


FIG. 9

SYMBOLER

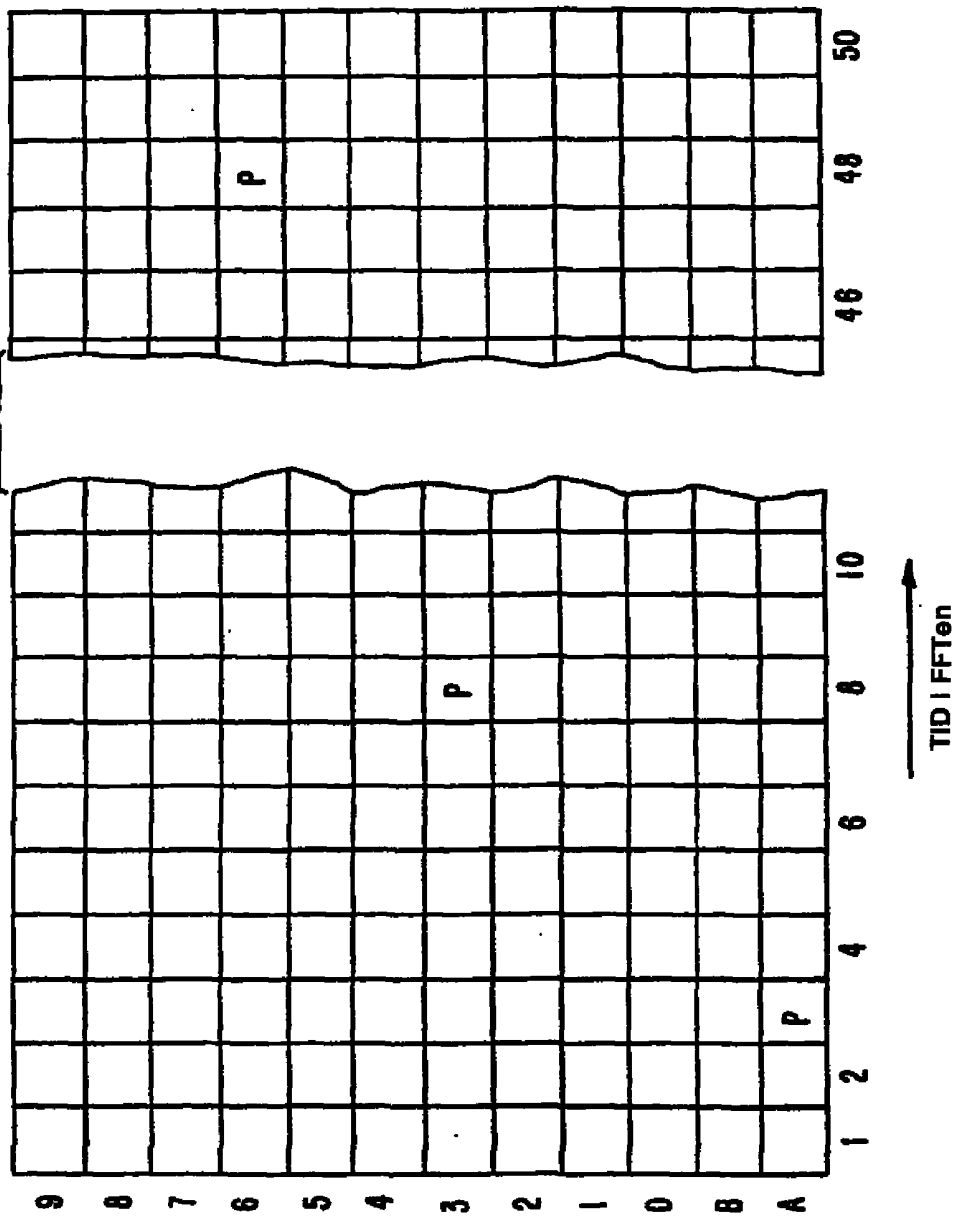


FIG. 10

10/10

