

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 875 107 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

**01.09.1999 Patentblatt 1999/35**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **H04H 1/00**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP97/00338**

(21) Anmeldenummer: **97902223.3**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 97/33391 (12.09.1997 Gazette 1997/39)**

(22) Anmeldetag: **24.01.1997**

(54) **CODIERVERFAHREN ZUR EINBRINGUNG EINES NICHT HÖRBAREN DATENSIGNALS IN EIN AUDIOSIGNAL, DECODIERVERFAHREN, CODIERER UND DECODIERER**

CODING PROCESS FOR INSERTING AN INAUDIBLE DATA SIGNAL INTO AN AUDIO SIGNAL, DECODING PROCESS, CODER AND DECODER

PROCEDE DE CODAGE POUR INTRODUIRE UN SIGNAL DE DONNEES NON AUDIBLE DANS UN SIGNAL AUDIO, PROCEDE DE DECODAGE, CODEUR ET DECODEUR CORRESPONDANTS

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI NL PT SE**

(30) Priorität: **07.03.1996 DE 19608926**

**02.10.1996 DE 19640814**

**02.10.1996 DE 19640825**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

**04.11.1998 Patentblatt 1998/45**

(73) Patentinhaber: **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. 80636 München (DE)**

(72) Erfinder:

- **HEUBERGER, Albert**  
**D-91056 Erlangen (DE)**
- **GERHÄUSER, Heinz**  
**D-91344 Waischenfeld (DE)**

- **PERTHOLD, Rainer**  
**D-91052 Erlangen (DE)**
- **EBERLEIN, Ernst**  
**D-91091 Grossenseebach (DE)**
- **PLANKENBÜHLER, Roland**  
**D-90475 Nürnberg (DE)**
- **SCHOTT, Hartmut**  
**D-91054 Erlangen (DE)**
- **NEUBAUER, Christian**  
**D-90411 Nürnberg (DE)**

(74) Vertreter: **Schoppe, Fritz, Dipl.-Ing. Schoppe & Zimmermann Patentanwälte Postfach 71 08 67 81458 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**US-A- 3 885 217**

**US-A- 5 212 551**

**US-A- 5 450 490**

**US-A- 5 473 631**

**EP 0 875 107 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Codierverfahren zur Einbringung eines nicht hörbaren Datensignals in ein Audiosignal, auf ein Verfahren zum Decodieren eines nicht hörbar in einem Audiosignal enthaltenen Datensignals, auf einen Codierer und einen Decodierer.

[0002] Die Übertragung von nicht hörbaren Datensignalen in einem Audiosignal findet beispielsweise Anwendung bei der Reichweitenforschung für den Rundfunk. Die Reichweitenforschung dient dazu, die Zuhörerverteilung einzelner Radiostationen zuverlässig zu ermitteln. Im Stand der Technik sind unterschiedliche Verfahren bekannt, um die Zuhörerverteilung einzelner Radiostationen zu ermitteln.

[0003] Ein erstes Verfahren arbeitet derart, daß mittels eines Mikrophons, das von einem Hörer getragen wird, die Umgebungsgeräusche aufgezeichnet und mittels eines Referenzempfängers verglichen. Aus dem Vergleich läßt sich dann die Empfangsfrequenz des Rundfunkempfängers ermitteln.

[0004] Bei einem zweiten Verfahren werden die Umgebungsgeräusche in komprimierter Form mit der Information der genauen Uhrzeit in einem Speicher aufgezeichnet werden und anschließend an eine Zentrale übertragen werden. Dort werden die Daten von leistungsfähigen Rechnern mit Programmbeispielen verglichen, die während einer vorbestimmten Zeitdauer, beispielsweise eines Tages, aufgezeichnet wurden. Auf diese Art kann der gehörte Sender ermittelt werden.

[0005] Die oben beschriebenen Verfahren weisen die nachfolgenden Nachteile auf.

[0006] Das zuerst beschriebene System ist nicht anwendbar bei einem Mehrbandempfang, Mehrnormenempfang oder Mehrmedienempfang, da es nur auf die Übertragung von frequenzmodulierten Signalen beschränkt ist. Eine zusätzliche lokale Abstrahlung anderer Medien über freie FM-Kanäle ist aufgrund der Vielfalt der Programmquellen nur in Einzelfällen durchführbar. Ferner wird gemäß diesem Verfahren die gleiche Empfangsstärke benötigt, wie sie der Empfänger der Hörers aufweist. Bei einer guten Empfangsanlage oder z.B. im Auto ist diese Bedingung nicht zu realisieren. Ein weiterer Nachteil besteht in der Reaktionszeit zum Abstimmen des Referenzempfängers und der Korrelation, da diese mit dem Programmangebot anwächst und im Bereich von Minuten liegt. Der Stromverbrauch eines solchen Verfahrens ist durch die verwendeten Komponenten, den Empfänger, die Signalverarbeitung, usw., erheblich. Der Empfänger kann des weiteren nicht beliebig sparsam ausgestaltet werden, da durch den Stromverbrauch des Referenzempfängers unmittelbar die Großsignalfestigkeit bestimmt ist. Wiederum ein weiterer Nachteil besteht darin, daß durch das Vergleichsprinzip lediglich die Frequenz des empfangenen Signals bestimmt werden kann, wobei die Frequenzbelegung jedoch vom augenblicklichen Standort abhängt. Somit

ist es notwendig, eine Information hinsichtlich des Standorts des Hörers zu erhalten, beispielsweise über die aktuellen Sendertabellen.

[0007] Das zweite, oben beschriebene Verfahren weist den Nachteil eines erheblichen Speicherbedarfs auf, da sich bei einer Aufzeichnung über 24 Stunden eine Nettodatenmenge von ca. 150 MB ergibt. Selbst bei einer guten Komprimierung um z.B. den Faktor 10 fallen täglich ca. 15 MB an Daten an. Somit sind die zu verwendenden Speicher groß und damit teuer und haben auch eine hohe Stromaufnahme. Weiter ist die Ermittlung der Referenzprogramme schwierig, da sie dezentral landesweit erfolgen muß. Wiederum ein weiteres Problem besteht in der Problematik des Datenschutzes, da die Audioinformationen unmittelbar aus der Umgebung der Testperson gesammelt und zu einer zentralen Auswertung transportiert werden.

[0008] Um die oben beschriebenen Probleme zu vermeiden wurden im Stand der Technik bereits mehrere Verfahren vorgeschlagen, bei denen ein Kennungssignal eines Senders in der Form eines Datensignals in das zu übertragende Audiosignal eingebracht wird. Das zu übertragende Datensignal ist in diesem Fall für den Zuhörer nicht hörbar.

[0009] Solche Verfahren sind beispielsweise in der WO 94/11989, GB 2260246 A, GB 2292506 A und in der WO 95/04430 beschrieben. Der Nachteil dieser Verfahren besteht darin, daß nicht sichergestellt werden kann, daß das Datensignal zu jedem Zeitpunkt der Übertragung des Audiosignals für den Zuhörer nicht hörbar ist.

[0010] Die US-A-5,450,490 beschreibt eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Einschließen von Codes in Audiosignale und zum Decodieren derselben. Dieses System verwendet unterschiedliche Symbole, die mittels verschränkter Frequenzlinien codiert werden. Um sicherzustellen, daß die übertragenen Datensignale zu jeder Zeit nicht hörbar sind, wird hinsichtlich der einzelnen Frequenzen, aus denen sich die zu übertragenden Symbole zusammensetzen, eine Maskierungsbeurteilung durchgeführt. Der Nachteil dieses Verfahrens besteht darin, daß die Erzeugung von zu übertragenden Signalen sehr aufwendig ist.

[0011] Die US-A-5,473,631 betrifft ein Kommunikationssystem, um gleichzeitig Daten- und Audiosignale über einen herkömmlichen Audiokommunikationskanal zu senden, wobei psychoakustische Codiertechniken (perceptual coding) verwendet werden. Ein erstes Netzwerk wird verwendet, welches einen Audiokanal überwacht, um Möglichkeiten zu entdecken, um das Datensignal derart in das Audiosignal einzufügen, daß die eingefügten Signale durch das Audiosignal maskiert sind. Eine Steuerung ist vorgesehen, mittels der ein Datensignal bereitgestellt wird, welches anschließend in RAM-Speichern abgelegt wird. Das Datensignal wird entweder durch einen Spread-Spektrum-Codierer codiert. Das in dem RAM-Speicher gespeicherte Datensignal wird in einen Modulo2-Codierer eingegeben, in dem es

mit einem synchronen Pseudo-Noise-Code von einem PN-Code-Generator gemischt wird. Das sich ergebende Signal wird in einen Kopfsignalgenerator eingegeben, und das aus diesem Generator ausgegebene Signal wird an ein einstellbares Dämpfungsglied angelegt. Der Ausgang des einstellbaren Dämpfungsgliedes ist mit einem Summierer verbunden, der dazu dient, das Audiosignal und das Datensignal zusammenzufassen, um dann das Audio- und Datensignal am Ausgang auszugeben. Das Netzwerk wird verwendet, um Möglichkeiten zu erfassen, um ein Datensignal derart in das Audiosignal einzufügen, so daß die Datensignale von einem menschlichen Zuhörer nicht wahrgenommen werden.

**[0012]** Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Codieren eines nicht hörbar in einem Audiosignal enthaltenen Datensignals zu schaffen, bei dem sichergestellt ist, daß das zu übertragende Datensignal vom menschlichen Ohr nicht wahrgenommen wird, gegenüber Interferenzerscheinungen unanfällig ist und eine gute Kanalausnutzung bildet, wobei das Datensignal sicher und einfach decodiert werden kann.

**[0013]** Diese Aufgabe wird durch ein Codiervorgehen gemäß Anspruch 1 und durch ein Codiervorgehen gemäß Anspruch 2 gelöst.

**[0014]** Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung ferner die Aufgabe zugrunde, einen Codierer zum Einbringen und Herausziehen eines nicht hörbar in einem Audiosignal enthaltenen Datensignals zu schaffen, bei dem sichergestellt ist, daß das zu übertragende Datensignal vom menschlichen Ohr nicht wahrgenommen wird, gegenüber Interferenzerscheinungen unanfällig ist und eine gute Kanalausnutzung bildet, wobei das Datensignal sicher und einfach decodiert werden kann.

**[0015]** Diese Aufgabe wird durch einen Codierer gemäß Anspruch 14 und durch einen Codierer gemäß Anspruch 15 gelöst.

**[0016]** Ein Vorteil der erfindungsgemäßen Verfahren besteht darin, daß Informationen in ein Audiosignal eingebracht werden, ohne daß sie vom menschlichen Ohr wahrgenommen werden, aber von einem Detektor sicher decodiert werden. Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß die Spread-Spektrum-Modulation verwendet wird, bei der die Information bzw. das Datensignal in das gesamte Übertragungsband gespreizt wird, wodurch die Anfälligkeit gegenüber Interferenzerscheinungen und die Mehrwegausbreitung reduziert wird. Gleichzeitig ergibt sich eine gute Kanalausnutzung.

**[0017]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird die Nichthörbarkeit dadurch erreicht, daß das Audiosignal, welches beispielsweise ein Musiksignal ist, dem das Datensignal bzw. die Informationen beigelegt werden sollen, einer Psychoakustikberechnung unterzogen wird. Aus dieser wird die Maskierungsschwelle ermittelt und das Spread-Spektrum-Signal wird mit dieser ge-

wichtet. Dies stellt sicher, daß zu keinem Zeitpunkt mehr Energie zur Datenübertragung verwendet wird, als psychoakustisch zulässig ist.

**[0018]** Zum Decodieren des codierten Datensignals kann ein nicht-rekursives Filter (Matched-Filter) verwendet werden. Dieses Filter kann zur Korrelation und Rekonstruktion verwendet werden, so daß sich das Decodieren besonders einfach gestaltet, was im Hinblick auf eine spätere Hardwarerealisierung vorteilhaft ist. Der Decodierer kann beispielsweise in der Form einer Armbanduhr vorgesehen sein, der leicht von Testpersonen getragen werden kann.

**[0019]** Ein Vorteil des erfindungsgemäßen Codierers besteht darin, daß Informationen in ein Audiosignal eingebracht werden, ohne daß sie vom menschlichen Ohr wahrgenommen werden, aber von einem Detektor sicher decodiert werden. Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß die Spread-Spektrum-Modulation verwendet wird, bei der die Information bzw. das Datensignal in das gesamte Übertragungsband gespreizt wird, wodurch die Anfälligkeit gegenüber Interferenzerscheinungen und die Mehrwegausbreitung reduziert wird. Gleichzeitig ergibt sich eine gute Kanalausnutzung.

**[0020]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird die Nichthörbarkeit dadurch erreicht, daß das Audiosignal, welches beispielsweise ein Musiksignal ist, dem das Datensignal bzw. die Informationen beigelegt werden sollen, einer Psychoakustikberechnung unterzogen wird. Aus dieser wird die Maskierungsschwelle ermittelt und das Spread-Spektrum-Signal wird mit dieser gewichtet. Dies stellt sicher, daß zu keinem Zeitpunkt mehr Energie zur Datenübertragung verwendet wird, als psychoakustisch zulässig ist.

**[0021]** Der Decodierer kann ein nicht-rekursives Filter (Matched-Filter) verwenden. Dieses Filter kann zur Korrelation und Rekonstruktion verwendet werden, so daß sich das Decodieren besonders einfach gestaltet, was im Hinblick auf eine spätere Hardwarerealisierung vorteilhaft ist. Der Decodierer kann beispielsweise in der Form einer Armbanduhr vorgesehen sein, der leicht von Testpersonen getragen werden kann.

**[0022]** Bevorzugte Weiterbildungen sind in den Ansprüchen 27 - 34, 36 und 37 sowie in den Unteransprüchen definiert.

**[0023]** Nachfolgend werden anhand der beiliegenden Zeichnungen bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Codierers;

Fig. 2 eine Darstellung des Übertragungsrahmens, der zur Übertragung des Nutzsignals verwendet wird;

Fig. 3 ein Blockdiagramm des in Fig. 1 dargestellten Quellencodierungsblocks;

- Fig. 4 ein Beispiel eines Decodierers;
- Fig. 5 ein Blockdiagramm des in Fig. 4 dargestellten Datendekodierers;
- Fig. 6 ein Ausführungsbeispiel eines Systems zur Bestimmung der Zuhörerverteilung einer Radiostation, das die erfindungsgemäßen Verfahren zum Codieren verwendet;
- Fig. 7 ein Ausführungsbeispiel eines Systems zur Bestimmung der Zuhörerverteilung einer Radiostation, das die erfindungsgemäßen Verfahren zum Codieren verwendet;
- Fig. 8 ein Ausführungsbeispiel eines Systems zum Kennzeichnen von Audiosignalen mit einer eindeutigen Kennnummer zur Identifizierung von Tonträgern; und
- Fig. 9 ein Ausführungsbeispiel eines Systems zur Fernsteuerung von Audiogeräten, das die erfindungsgemäßen Verfahren zum Codieren verwendet.

**[0024]** Nachfolgend wird anhand der Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel eines Codierers näher beschrieben. Es wird darauf hingewiesen, daß die in Fig. 1 dargestellte Schaltung lediglich ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel darstellt, und die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt ist.

**[0025]** Die in Fig. 1 dargestellte Codierschaltung besteht aus einem Transformationsblock 100, einem Psychoakustikblock 102, einem Datensignalgenerator 104, einem Quellencodierungsblock 105, einem Pseudo-Noise-Signalgenerator 106, einem BPSK-Basisbandmodulator 108 (BPSK = Binary Phase Shift Keying = binäre Phasenverschiebungstastung), einem BPSK-Modulator 110, einer Einrichtung zum Gewichten von zwei Signalen 112, einem Rücktransformationsblock 114 und einer Superpositions- bzw. Überlagerungseinrichtung 116. Bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel sind der BPSK-Basisbandmodulator 108, der BPSK-Modulator 110 und die Einrichtung zum Gewichten von zwei Signalen 112 jeweils durch einen Multiplizierer gebildet. Ferner ist ein weiterer Transformationsblock 118 vorgesehen, der das Ausgangssignal  $s(l)$  des BPSK-Modulators 110 in den Spektralbereich transformiert.

**[0026]** Der Transformationsblock 100 ist mit einem Eingang EIN der Schaltung verbunden. Der Ausgang des Transformationsblock 100 ist mit dem Psychoakustikblock 102 verbunden. Der Eingang der Schaltung ist ferner mit einem Eingang der Superpositionseinrichtung 116 verbunden.

**[0027]** Der Ausgang des Pseudo-Noise-Signalgenerators 106 ist mit einem Eingang des BPSK-Basisbandmodulators 108 verbunden und der Ausgang des Da-

tensignalgenerators 104 mit dem Eingang des Quellencodierungsblocks 105 verbunden, dessen Ausgang wiederum mit dem anderen Eingang des BPSK-Basisbandmodulators 108 verbunden ist. Der Ausgang des BPSK-Basisbandmodulators 108 ist mit einem Eingang des BPSK-Modulators 110 verbunden, dessen anderer Eingang mit einem Signalgenerator (nicht dargestellt) verbunden ist, der ein cosinusförmiges Signal an den anderen Eingang des BPSK-Modulators 110 anlegt. Der Ausgang des BPSK-Modulators 110 ist mit dem weiteren Transformationsblock 118 verbunden, dessen Ausgang mit der Gewichtungseinrichtung 112 verbunden ist.

**[0028]** Der Ausgang des Psychoakustikblocks 102 ist ebenfalls mit der Gewichtungseinrichtung 112 verbunden. Der Ausgang der Gewichtungseinrichtung 112 ist mit einem Eingang des Rücktransformationsblocks 114 verbunden. Der Ausgang des Rücktransformationsblocks 114 ist mit einem weiteren Eingang der Superpositionseinrichtung 116 verbunden, wobei der Ausgang der Superpositionseinrichtung 116 mit einem Ausgang AUS der Schaltung verbunden ist.

**[0029]** Nachfolgend wird anhand der Fig. 1 ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Codierverfahrens näher beschrieben.

**[0030]** Zunächst wird am Eingang "EIN" ein Musiksingnal  $n(k)$  eingespeist, das beispielsweise als digitales PCM-Musiksingnal vorliegt (PCM = Pulsed Code Modulation). Im Transformationsblock 100 wird das Musiksingnal zunächst einer Fensterung mit Hanningfenster unterzogen und anschließend mittels einer schnellen Fourier-Transformation (FFT = fast fourier transformation) mit einer Länge von 1024 mit 50% Überlappung (Overlap) in den Spektralbereich umgewandelt. Danach liegt das Spektrum  $N(..)$  des Musiksingnals  $n(k)$  mit 512 Frequenzlinien vor, das als Eingangssingnal für die Psychoakustik 102 verwendet wird. Das Spektrum des Musiksingnals wird gleichzeitig an die Superpositionseinrichtung 116 angelegt, wie dies durch den Pfeil 120 verdeutlicht ist.

**[0031]** Im Psychoakustikblock 102 wird das Spektrum  $N(\omega)$  in kritische Bänder (critical bands) aufgeteilt. Diese Bänder haben eine Breite von  $1/3$  bark, was abhängig von Abtastfrequenz (im vorliegenden Beispiel beträgt diese z.B. 44,1 kHz oder 48 kHz) eine Bandanzahl von ca. 60 kritischen Bändern ergibt. Die Zuordnung der Frequenzen  $f(\text{Hz})$  in Bänder  $z(\text{bark})$  orientiert sich an der Bändeinteilung, die das menschliche Ohr beim Hörvorgang vornimmt und ist beispielsweise im Standard ISO/IEC 11172-3 tabellarisch notiert. In diesen kritischen Bändern wird die Bandenergie durch Summation des Realteils und des Imaginärteils des Spektrums  $N(..)$  gemäß der nachfolgenden Gleichung bestimmt:

$$E_i = \text{Re} (N(\omega_i))^2 + \text{Im} (N(\omega_i))^2$$

**[0032]** Diese Energieverteilung wird nun einer Sprei-

zung unterworfen. Hierfür wird für jedes Band die sogenannte Spreizungsfunktion berechnet, wobei die Berechnung dem Standard ISO/IEC 11172-3 (1993) folgt. Anschließend werden die 60 erhaltenen Spreizungsverläufe mit den Bandenergien gefaltet und man erhält den Verlauf der Erregung. Aus dieser läßt sich unter Berücksichtigung des Verdeckungsmaßes die Maskierungsschwelle  $W(z)$  für nichttonale Audiosignale mit einem Stützpunkt pro kritischem Band  $z$  berechnen.

**[0033]** Für tonale Audiosignale ist die Maskierungsschwelle  $W(z)$  erheblich niedriger anzusetzen. Daher wird mit Hilfe einer Signalprädiktion ein Maß für die Tonalität für jede Frequenzlinie bestimmt. Die Prädiktion bestimmt aus den beiden zurückliegenden FFTs für jede Linie eine prädierten Vektor durch Addition der Phasen- und Betragsdifferenz zum Vektor der letzten FFT-Linie. Anschließend wird ein Fehlervektor durch Differenzbildung von prädiertem Vektor und tatsächlich aus der FFT erhaltenen Vektor gebildet.

**[0034]** Durch linienweise Betragsbildung des Fehlervektors berechnet sich ein Maß für die Unvorhersagbarkeit des Signals (engl. Abk. cw = chaos measure) für jedes  $\omega$ . Aus dem "cw"-Wert, der Werte zwischen 0 - "sehr tonal" - und 1 - "nicht tonal" - annehmen kann, wird das Verdeckungsmaß, das bei der Berechnung der Maskierungsschwelle zu berücksichtigen ist, ausgerechnet.

**[0035]** Alternativ kann die Berechnung der Maskierungsschwelle auch anders erfolgen. Die aus der FFT erhaltenen Spektrallinien werden in kritische Bänder zusammengefaßt. Diese Bänder haben eine Breite von  $1/3$  bark, was abhängig von Abtastfrequenz (im vorliegenden Beispiel beträgt diese z.B. 44,1 kHz oder 48 kHz) eine Bandanzahl von ca. 60 kritischen Bändern ergibt. Die Zuordnung der Frequenzen  $f(\text{Hz})$  in Bänder  $z$  (bark) orientiert sich an der Bandeinteilung, die das menschliche Ohr beim Hörvorgang vornimmt und ist beispielsweise im Standard ISO/IEC 11172-3 tabellarisch notiert. In diesen kritischen Bändern wird die Bandenergie durch Summation des Realteils und des Imaginärteils des Spektrums  $N(\omega)$  gemäß der nachfolgenden Gleichung bestimmt:

$$E_i = \text{Re} (N(\omega_i))^2 + \text{Im} (N(\omega_i))^2$$

**[0036]** Es sei nun angenommen, daß in dem gesamten Band nur tonale Signale vorliegen. In diesem Fall (worst case) ergibt sich die Maskierungsschwelle um einen festen Betrag unter der Energieverteilung des Musiksignals. Als maximales Verdeckungsmaß können z. B. -18dB angenommen werden. Der Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, daß die Berechnung sehr einfach ist, da weder Faltungen noch Prädiktionen vorgenommen werden müssen. Der Nachteil ist, daß u.U. Energiereserven, die das Musiksignal an Verdeckung liefert nicht genutzt werden. Hat man jedoch eine ausreichende Verarbeitungsverstärkung (processing-gain) bereit-

gestellt, stört dieser Nachteil nicht.

**[0037]**  $W(z)$  wird nun in  $W(\omega)$  umgerechnet, wobei diese Umrechnung gemäß dem Standard ISO/IEC 11172-3 erfolgt. Der Verlauf der Maskierungsschwelle  $W(\omega)$  liegt somit am Ausgang des Blocks 102 an, und zeigt an, bis zu welchem Energiepegel an dem Signal an einer Stelle  $\omega$  Energie zugeführt werden darf, damit diese Änderung unhörbar bleibt.

**[0038]** Der Datensignalgenerator 104 (DSG) stellt das Nutzdatensignal  $x(n)$  zur Verfügung, das im Regelfall zyklisch wiederholt wird, um jederzeit eine Decodierung in einem Decoder zu ermöglichen. Das Datensignal hat eine Bandbreite von beispielsweise 50 Hz. Die Daten am Ausgang des DSG 104 liegen als Binärsignal vor und haben eine niedrige Bitrate  $1/T_x$  im Bereich von 1-100 Bit/s. Das Spektrum dieses Signals muß im Vergleich zum Spektrum des Signals, das von dem PN-Signalgenerator 106 mit  $\omega_x$  abgegeben wird, sehr schmalbandig sein.

**[0039]** Die Nutzdatensignale  $x(n)$  bestehen bei dem in Fig. 1 beschriebenen Ausführungsbeispiel aus Worten mit einer Länge von 11 Bit. Diese Datenworte sind in einem Rahmen (Frame) eingebaut, der eine Länge zwischen 26 und 29 Bit. In Fig. 2 ist der Aufbau eines solchen Übertragungsrahmens näher dargestellt. Der Übertragungsrahmen 200 umfaßt vier Abschnitte 202, 204, 206, 208. Der erste Abschnitt ist ein Synchronwort 202, das aus sieben Bits (Bits 0 bis 6) besteht und bei dem in Fig. 2 dargestellten Beispiel durch die Bitfolge 1111110 gebildet ist. Der zweite Abschnitt 202 dient dem Fehlerschutz und besteht aus vier Bits (Bits 7 bis 10). Der dritte Abschnitt 206 enthält das Datenwort, das eine Länge von 11 Bits hat (Bits 11 bis 21). Der vierte Abschnitt 208 enthält eine Überprüfungssumme (Checksumme) aus vier Bits (Bits 22 bis 25).

**[0040]** Der Fehlerschutz (Abschnitt 204 in Fig. 2) wird durch einen nichtsystematischen (15,11)-Hammingcode realisiert. Mit diesem Blockcode lassen sich alle 1-Bit-Fehler korrigieren. Bei Mehr-Bit-Fehlern wird das erhaltene Datenwort als falsch verworfen. Der Vorteil dieses Codes besteht darin, daß er ohne großen Recheneraufwand durch einfache Matrixmultiplikation realisierbar ist und damit auch hinsichtlich des Dekodierverfahrens geeignet ist.

**[0041]** Da der Übertragungskanal bitorientiert arbeitet muß der Übertragungsrahmen mit einem HDLC-Protokoll übertragen werden (HDLC = high-level data link control = hochstufige Datenverbindungssteuerung). Diese Protokoll ist derart modifiziert, daß nicht nur nach sechs aufeinanderfolgenden "1"-Bits eine "0" eingefügt wird, sondern auch nach sechs "0"-Bits eine "1". Diese Modifikation ist erforderlich, um Phasendrehungen, die auf dem Kanal auftreten können, zu erkennen und zu korrigieren.

**[0042]** Der Übertragungsrahmen 200 wird durch den Quellencodierungsblock 105 (Fig. 1) aufgebaut. In Fig. 3 ist der Quellencodierungsblock 105 im Detail dargestellt.

**[0043]** Dem Quellencodierungsblock 105 werden von dem Datensignalgenerator 104 die Datensignale bereitgestellt. Am Eingang 302 des Blocks 105 liegen die Daten als Datenworte mit 11 Bit Länge vor, wie dies in Fig. 3 dargestellt ist. Der Übertragungsrahmen wird nun derart aufgebaut, daß zunächst der Fehlerschutz in einem ersten Block 304 durch den (15,11)-Hammingcode realisiert wird. Der Rahmen hat nun eine Länge von 15 Bits. Anschließend wird in einem zweiten Block 306 die Überprüfungssumme dem Rahmen zugefügt. Die Länge ist danach 19 Bits. Im Block 318 erfolgt die erforderliche Codierung des Übertragungsrahmens durch einen HDLC-Codierer, was zu einer Länge des Rahmens von 19 bis 22 Bits führt. Das am Ausgang des Block 308 vorliegende Binärsignal wird nun in ein antipodisches Signal umgewandelt. Dies kann z.B. mit der Zuordnung  $0 \rightarrow 1$  und  $1 \rightarrow -1$  erfolgen. Um den Rahmen zu vervollständigen wird diesem im Block 310 das Synchronwort zugefügt. Am Ausgang 312 des Quellencodierungsblocks 105 liegt der Übertragungsrahmen mit einer Länge von 26 bis 29 Bits an, der dem BPSK-Basisbandmodulator 108 zugeführt wird.

**[0044]** Der Pseudo-Noise-Signalgenerator 106 (PNSG) stellt das Spreizungssignal  $g(l)$  mit der Bitrate  $1/T_g$  bereit. Die Bandbreite  $\omega_g$  dieses Signals bestimmt die Bandbreite  $\omega_s$  des Spread-Spektrum-Signals und legt bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel im Bereich von 6 kHz. Die höheren Frequenzen, die ein hochwertiges Musiksignal bietet, wurden unter Berücksichtigung des Frequenzgangs der Wiedergabegeräte (z.B. Kofferradios) außer Acht gelassen. Der PNSG 106 ist gemäß einem Ausführungsbeispiel als rückgekoppeltes Schieberegister aufgebaut und liefert eine pseudozufällige Pseudo-Noise-Sequenz (PN Sequenz) der Länge  $N$ . Diese Sequenz muß im Decoder zur Decodierung des Signals bekannt sein.

**[0045]** Das Verhältnis  $T_x/T_n$  wird als Spreizungsfaktor bezeichnet und bestimmt direkt das Signal-Rausch-Verhältnis, bis zu dem das Verfahren noch zuverlässig arbeitet. Gemäß dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel beträgt der Spreizungsfaktor 128 und damit das Signal-Rausch-Verhältnis  $S/N = 10\log_{10}(T_x/T_n) = -21$  dB.

**[0046]** Das vorliegende Binärsignal  $g(1)$  des PNSG 106 wird nun in ein antipodisches Signal umgewandelt. Dies kann z.B. mit der Zuordnung  $0 \rightarrow 1$  und  $1 \rightarrow -1$  erfolgen. Nach dieser Formattierung ist das Signal aufbereitet und wird dem BPSK-Basisbandmodulator zugeführt.

**[0047]** Der BPSK-Basisbandmodulator 108 gestaltet sich bei der Verwendung antipodischer Signale einfach, da eine Abtastwertweise Multiplikation der BPSK-Modulation entspricht. Das sich ergebende Signal  $h(l) = g(l)x'(n)$  hat eine Bandbreite von  $\omega_h \approx 6$  kHz. Die Amplitudenwerte sind -1 und 1. Das Signal hat das Hauptmaximum bei 0 Hz, liegt also im Basisband vor.

**[0048]** Das Basisbandsignal  $h(l)$  wird nun dem BPSK-Modulator 110 zugeführt. Dort wird das Basisbandsignal

$h(l)$  auf einen cosinusförmigen Träger  $\cos(\omega_T t)$  aufmoduliert. Die Frequenz des Trägers beträgt die Hälfte der Bandbreite des Spreizbandsignals im Basisband. Somit kommt die erste Nullstelle des modulierten Spektrums bei 0 Hz zu liegen. Dadurch kann das Signal auf Kanälen übertragen werden, deren Übertragungsfunktion im Bereich von 0 bis 100 Hz stark dämpft, wie dies bei Audioübertragungen über Lautsprecher und Mikrophon zu erwarten ist.

**[0049]** Alternativ kann die Modulation statt mit einem Trägercosinus auch durch geeignete Codierung erfolgen. Durch seine besondere Eigenschaft mittelfreiwertfrei zu sein, kann auch der Manchester-Code Verwendung finden. Durch seine Mittelwertfreiheit kommt somit hier auch bei 0 Hz keine Energie des Spreizbandsignals zu liegen, was für die Übertragbarkeit wichtig ist. Die Codierungsvorschrift für den Manchester-Code lautet  $0 \rightarrow 10$  und  $1 \rightarrow 01$ . Die Anzahl der Bits verdoppeln sich also.

**[0050]** Das Zeitsignal  $s(1)$ , das am Ausgang des BPSK-Modulators 110 anliegt, wird nun mittels einer schnellen Fourier-Transformation im Transformationsblock 118 in den Spektralbereich transformiert, so daß am Ausgang des Blocks 118  $S(\omega)$  anliegt.

**[0051]** Der spektrale Verlauf des gespreizten Nutzsingals  $S(\omega)$  wird nun mit dem Verlauf der Maskierungsschwelle  $W(\omega)$  durch den Gewichtungsbereich 112 gewichtet, was dazu führt, daß an keiner Stelle im Audiospektrum mehr Rauschenergie durch das Spread-Spektrum-Signal eingebracht wird, als das menschliche Ohr wahrnehmen kann. In Bezug auf die Demodulation des Nutzsingals wirkt sich der statisch verändernde Verlauf der Energieverteilung im Nutzsingal nur geringfügig aus, da das Verfahren gerade in diesem Zusammenhang besonders leistungsfähig ist.

**[0052]** Anschließend erfolgt eine Rücktransformation durch eine inverse schnelle Fourier-Transformation im Block 114, so daß das codierte Musiksignal wieder im Zeitbereich vorliegt. Bei der Rücktransformation sind die 50% Überlappung zu beachten.

**[0053]** Beim Block 116 wird das psychoakustisch gewichtete Nutzsingal im Zeitbereich zum Musiksignale  $n(k)$  addiert.

**[0054]** Am Ausgang "AUS" liefert der Codierer ein digitales PCM-Signal  $n_c(k)$ , das auf einer beliebigen Übertragungsstrecke übermittelt werden kann, solange diese eine Bandbreite von mindestens 6 kHz aufweist.

**[0055]** Alternativ zu dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel kann anstelle des Eingangs der Schaltung der Ausgang des Transformationsblocks 100 zusätzlich mit der Überlagerungseinrichtung 116 verbunden sein. In diesem Fall erfolgt eine Überlagerung des spektralen Spreizungssignals und des spektralen Audiosignals und anschließend die Rücktransformation in den Zeitbereich.

**[0056]** Nachfolgend wird eine Decodierschaltung beschrieben, die zum Decodieren eines nicht hörbar in einem Audiosignal enthaltenen Datensignals verwendet wird.

**[0057]** Der Decodierer umfaßt ein Mikrophon 400, das ein beispielsweise von einem Rundfunkempfänger abgestrahltes Musiksinal empfängt. Der Ausgang des Mikrophons 400 ist mit dem Eingang eines Tiefpasses 402 verbunden, dessen Ausgang mit einem Verstärker 404 mit automatischer Verstärkungssteuerung verbunden ist. Der Ausgang des Verstärkers 404 ist mit einem Analog/Digital-Wandler 406 verbunden. Der Ausgang des Analog/Digital-Wandler 406 ist mit dem Eingang eines nicht-rekursiven Filters 408 (matched FIR-Filter) verbunden, dessen Ausgang mit einem Eingang eines Bitsynchronisationssteuerungsblocks 410 verbunden ist. Der Ausgang des Blocks 410 ist mit dem Eingang eines Datendecodierers 412 verbunden. Am Ausgang des Datendecodierers 412 liegt das decodierte Datensignal vor.

**[0058]** Nachfolgend wird ein Decodierer anhand der Fig. 4 beschrieben. Das vom Rundfunkempfänger abgestrahlte Musiksinal  $n_c(k)$  wird vom Mikrophon 400 in elektrische Signale umgewandelt und dem Tiefpaß 402 zugeführt. Die Grenzfrequenz des Tiefpasses 402 ist so bemessen, daß die Frequenzanteile, in denen keine Daten einmoduliert sind, stark gedämpft werden. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Grenzfrequenz gleich 6 kHz. Die Tiefpaßfilterung dient dazu, Überfaltungen zu vermeiden, die durch das später stattfindende Abtasten des Signals entstehen können.

**[0059]** Der Verstärker 404 mit automatischer Verstärkungssteuerung (AGC = Automatic Gain Control) stellt eine konstante Momentanleistung des Eingangssignals vor dem A/D-Wandler 406 sicher. Dies ist erforderlich, um kanalbedingte zeitweise Dämpfungen ausgleichen zu können. Es wird darauf hingewiesen, daß der Decodierer sowohl hardwaremäßig als auf softwaremäßig realisierbar ist. Im Fall einer softwaremäßigen Realisierung kann auf den Verstärker 404 verzichtet werden.

**[0060]** Der A/D-Wandler führt eine Abtastung und Digitalisierung des Signals durch.

**[0061]** Das angepaßte (matched) Filter 408 besteht aus einem FIR-Filter bzw. einem nicht-rekursiven Filter. Das Filter 408 enthält als Koeffizienten die umgekehrte Folge der PN-Sequenz des Senders. Die PN-Sequenz des Pseudoräuschsignals kann beispielsweise manchestercodiert sein. In diesem Fall enthält das Filter 408 enthält als Koeffizienten die umgekehrte manchestercodierte Folge der PN-Sequenz des Senders. Somit erzeugt das Filter 408 bei maximaler Korrelation eine Spitze am Ausgang, deren Vorzeichen dem übertragenen Symbol entspricht. Der Filterausgang liefert also im Abstand der Länge  $2 \cdot N$  der PN-Sequenz Spitzen, die die übertragenen Daten darstellen. Da die Spitzen nicht zu jeder Zeit eindeutig zu bestimmen sind, ist dem Filter 408 der Bitsynchronisationssteuerungsblock 410 nachgeschaltet.

**[0062]** Die Synchronisationssteuerung im Block 410 sucht im Ausgangssignal des Filters 408 Spitzen, die sich eindeutig von dem Rauschgrund abheben. Ist eine solche Spitze gefunden, wird synchron zu der Länge der

PN-Sequenz in den Ausgang des Filters 408 hineingetastet, um die übertragenen Symbole zurückzugewinnen. Erscheint während dieser Zeit eine eindeutige Spitze, wird der Abtastzeitpunkt entsprechend korrigiert.

**[0063]** Der Ausgang des Blocks 410 liefert einen Bitstrom, der im nachfolgenden Datendecodierer 412 bearbeitet wird. Dieser Bitstrom stellt im Fall, daß am Eingang des Mikrophons 402 kein gültig codiertes Signal anliegt, eine zufällige Folge von Bits dar. Ist der Dekodierer bitsynchronisiert, enthält der Bitstrom die gesendeten Daten.

**[0064]** Im Datendecodierer 412 erfolgt die Dekodierung des Nutzdatensignals aus dem Bitstrom vom Block 410. Anhand der Fig. 5 wird nachfolgend der Datendecodierer näher beschrieben. Der Datendecodierer 412 umfaßt einen Eingang EIN, der mit einem Rahmensynchronisationsblock 502 und einem HDLC-Decodierblock 504 verbunden ist. Der Block 502 gibt ein Auslöse- bzw. Triggersignal an den Block 504 aus. Der Ausgang des Blocks 504 ist mit dem Eingang eines Hamming-Fehlerkorrekturblocks 506 verbunden, dessen Ausgang mit dem Eingang eines Überprüfungssummenblocks 508 verbunden ist. Anschließend an den Block 508 erfolgt eine Hammingdatenberechnung im Block 410. Der Ausgang des Blocks 410 ist mit dem Ausgang AUS des Datendecodierers 412 verbunden, an dessen Ausgang das Datenwort mit einer Länge von 11 Bits anliegt.

**[0065]** Der Rahmensynchronisationsblock 502 empfängt den Eingangsbitstrom und sucht darin das Synchronisationswort 202. Ist es gefunden, wird der HDLC-Decodierer 504 getriggert und die Eingangsdaten entsprechend decodiert. Anschließend erfolgt die Syndromberechnung und die Fehlerkorrektur durch den Hammingcode. Über das bitfehlerkorrigierte 15-Bitwort wird die Prüfsumme berechnet und mit den übertragenen Bits verglichen. Sind alle diese Operationen erfolgreich, werden die 15 Bits mit dem Hammingcode decodiert und die 11 übertragenen Datenbits aus dem Decodierer ausgegeben.

**[0066]** Es wird darauf hingewiesen, daß die im vorhergehenden beschriebenen Verfahren zum Codieren lediglich bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung darstellen, auf die die Erfindung nicht beschränkt ist.

**[0067]** Die wesentlichen Merkmale des erfindungsgemäßen Codiervorgangs zur Einbringung eines nicht hörbaren Datensignals in ein Audiosignal sind das Umwandeln des Audiosignals in den Spektralbereich, das Bestimmen der Maskierungsschwelle des Audiosignals, das Bereitstellen eines Pseudoräuschsignals, das Bereitstellen des Datensignals, das Multiplizieren des Pseudoräuschsignals mit dem Datensignal, um ein frequenzmäßig gespreiztes Datensignal zu schaffen, das Gewichten des gespreizten Datensignals mit der Maskierungsschwelle und das Überlagern des Audiosignals und des gewichteten Signals.

**[0068]** Die wesentlichen Merkmale des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Decodieren eines nicht hörbar

in einem Audiosignal enthaltenen Datensignals sind das Abtasten des Audiosignals, das nicht-rekursive Filtern des abgetasteten Audiosignals, und das Vergleichen des gefilterten Audiosignals mit einem Schwellenwert, um das Datensignal wiederzugewinnen.

**[0069]** Nachfolgend wird anhand der Fig. 6 ein System gemäß der vorliegenden Erfindung zum Bestimmen der Zuhörerverteilung einzelner Radiostationen anhand eines Kennungssignals näher beschrieben. Das anhand der Fig. 6 beschriebene System verwendet zum Einbringen des Kennungssignals in das übertragene Audiosignal, das im vorhergehenden beschriebene Codierungsverfahren, und verwendet zum Decodieren des Signals aus dem empfangenen Audiosignal, das oben beschriebene Decodierverfahren.

**[0070]** Das anhand der Fig. 6 beschriebene System ermöglicht es, die Zuhörerverteilung der einzelnen Radiostationen zuverlässig zu ermitteln. Das System ist unabhängig von den verwendeten Empfangsgeräten, so daß den unterschiedlichen Hörgewohnheiten Rechnung getragen werden kann.

**[0071]** Die Rundfunkübertragung kann ebenfalls über unterschiedliche Medien erfolgen:

- FM (analog)
- Kabel (analog und digital)
- DAB (220 MHz terrestrisch; 1,5 GHz terrestrisch und satellitengestützt)
- ADR
- Analoge Satelliten Unterträger (Fernsehsatelliten)
- LW/MW/KW
- Fernsehton

**[0072]** Es ist landesspezifisch, welche Medien für eine Auswertung relevant sind, jedoch ermöglicht es das in Fig. 6 dargestellte System die oben aufgeführten Medien zu unterstützen. Die Erfassung der Hörer-Reichweite erfolgt in einem vorbestimmten Zeitabstand, der abhängig vom jeweiligen Einzelfall einstellbar ist. Gemäß einem Beispiel kann der Zeitabstand 10 Sekunden betragen. Ferner muß festgelegt werden, wie aktuell die Auswertung zu sein hat. Gemäß dem in Fig. 6 dargestellten Beispiel eines Systems werden die Hörerdaten über Nacht erfaßt. Bei anderen Ausführungsbeispielen kann es ausreichend sein, das Erfassungsgerät alle 4 Wochen zur Datenauswertung einzusenden.

**[0073]** Das System, wie es in Fig. 6 näher dargestellt ist, umfaßt ein Erfassungsgerät, das seitens der Hörer eine hohe Akzeptanz erreicht, um die Zuverlässigkeit der Datenerhebung sicherzustellen. Um eine möglichst umfassende Datenermittlung sicherzustellen, wird das Erfassungsgerät am Körper des Testhörers bzw. Pro-

banden getragen, und es handelt sich hierbei um ein kleines Gerät mit ausreichender Batterieversorgung, wie beispielsweise durch Akkus, das im Design ansprechend und in der Handhabung einfach ist. Die Akkus werden in einer Lade- bzw Dockingstation nachgeladen.

**[0074]** Das erfindungsgemäße System ist in Fig. 6 in seiner Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 600 versehen. Das System 600 besteht aus folgenden Komponenten. Ein Audiosignal wird in einer Radiostation 602 erzeugt und mittels eines Kennungsgebers 604 mit einem Kennungssignal beaufschlagt. Die Beaufschlagung des Audiosignals durch den Kennungsgeber 604 erfolgt unter Verwendung des oben beschriebenen Codierverfahrens zum Einbringen eines nicht hörbaren Datensignals in ein Audiosignal. Das mit dem Kennungssignal beaufschlagte Audiosignal wird an eine Antenne 606 weitergeleitet, die eine Abstrahlung 608 des Audiosignals bewirkt. Ein Rundfunkempfänger 610 bestehend aus einer Antenne 612, einem Empfängergerät 614 und zwei Lautsprechern 616 empfängt das abgestrahlte Audiosignal. Das von der Antenne 612 empfangene Audiosignal wird über den Empfänger 614 und die Lautsprecher 616 in ein hörbares Audiosignal 618 umgewandelt, das von einem Erfassungsgerät 620 empfangen wird. Bei dem in Fig. 6 dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Empfangsgerät 620 in der Form einer Armbanduhr ausgestaltet. Das Erfassungsgerät 620 ist wirksam, um aus dem empfangenen Audiosignal 618 das Kennungssignal herauszuziehen. Dies erfolgt mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Decodieren eines nicht hörbar in einem Audiosignal enthaltenen Datensignals. Das Kennungssignal, das von dem Empfangsgerät 620 bestimmt wird, wird in dem Empfangsgerät zwischengespeichert. Eine sogenannte Docking-Station 622 ist vorgesehen, um die Armbanduhr 620 beispielsweise während der Nacht aufzunehmen, um eine Übertragung der gespeicherten Kennungsdaten zu bewirken. Die Docking-Station 622 ist über eine Leitung 624 und eine entsprechende Verbindungsstelle 626, an die auch noch ein Fernsprecher 628 anschließbar ist, mit einem Kommunikationsnetzwerk 630 verbunden, das bei einem Ausführungsbeispiel das Telephonnetz ist. Über das Kommunikationsnetzwerk 630 werden die von dem Empfangsgerät 620 gespeicherten Daten bzw. Kennungsdaten an eine Zentrale 632 gesendet, die einen Rechner 634 aufweist, um die empfangenen Daten auszuwerten. Der Rechner 634 ist über eine Leitung 636 mit einem Modem 638 verbunden, das seinerseits über eine Leitung 640 und eine weitere Verbindungseinrichtung 642 mit dem Kommunikationsnetzwerk 630 verbunden ist.

**[0075]** Mit dem in Fig. 6 dargestellten System ist es möglich, tagesaktuell die Hörerdaten von ausgewählten Radiostationen zuverlässig zu ermitteln, wobei die zeitliche Auflösung des Systems im Bereich weniger Sekunden liegt. Durch die wenig aufwendige Technik kann das System kostengünstig realisiert werden.

**[0076]** Nachfolgend wird anhand der Fig. 7 ein System gemäß der vorliegenden Erfindung zum Bestimmen der Senderreichweite einer Radiostation anhand eines Kennungssignals näher beschrieben. Das anhand der Fig. 7 beschriebene System verwendet zum Einbringen des Kennungssignals in das übertragene Audiosignal, das im vorhergehenden beschriebene Codierungsverfahren, und verwendet zum Decodieren des Signals aus dem empfangenen Audiosignal, das oben beschriebene Decodierverfahren.

**[0077]** Das erfindungsgemäße System ist in Fig. 7 in seiner Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 700 versehen. Bei dem System 700 wird ein Audiosignal in einer Radiostation 702 zum Beispiel in einem Studio 704 erzeugt und mittels eines Kennungsgebers bzw. Kodierers 706 mit einem Kennungssignal beaufschlagt. Die Beaufschlagung des Audiosignals durch den Kennungsgeber 706 erfolgt unter Verwendung des oben beschriebenen Codiervorgangs zum Einbringen eines nicht hörbaren Datensignals in ein Audiosignal. Das mit dem Kennungssignal beaufschlagte Audiosignal wird an eine Antenne 708 weitergeleitet, die eine Abstrahlung 710 des Audiosignals bewirkt. Ein Rundfunkempfänger 712, beispielsweise ein Testempfänger, bestehend aus einer Antenne 714 und einem Empfängergerät 716 empfängt das abgestrahlte Audiosignal. Der in Fig. 7 dargestellte Empfänger 716 dient lediglich dazu, das Audiosignal zu empfangen. Da es bei diesem Ausführungsbeispiel lediglich um die Feststellung der Senderreichweite geht, kann auf eine Wiedergabe des gesendeten Audiosignals verzichtet werden.

**[0078]** Ein Vorteil dieser Vorgehensweise besteht darin, das zum Feststellen der Senderreichweite nicht nur ein begrenzter Bandbereich in dem Audiosignal zur Übertragung des Datensignals verwendet werden kann. Es ist möglich, die gesamte Bandbreite des gesendeten Audiosignals zu verwenden. Dadurch kann entweder die Dekodiersicherheit oder die übertragene Datenmenge gesteigert werden.

**[0079]** Bei dem in Fig. 7 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Decodierer 718, der das Verfahren zum Decodieren ausführt, durch einen Computer 720 gebildet, der das Verfahren softwaretechnisch realisiert. Wie in Fig. 7 zu sehen ist, ist der Empfänger 716 wirksam über eine Leitung oder ein Kabel 722 mit einer sogenannten Soundkarte 724 in dem Computer verbunden, um eine Verarbeitung des Audiosignals durch den Computer zu ermöglichen. Die Übertragung von dem Empfänger 712 zu dem Decodierer 718 über die Leitung 722 erfolgt analog. Mit anderen Worten wird das empfangene Audiosignal direkt vom Empfänger 712 in den Decodierer 718 eingespeist.

**[0080]** Der Decodierer 718 ist über eine Leitung 724 mit einem Modem 728 verbunden, das seinerseits über eine weitere Leitung 730 mit einer entsprechenden Verbindungsstelle 732 verbunden ist. Die Verbindungsstelle 732 ist mit einem Kommunikationsnetzwerk 734, beispielsweise mit einem Fernsprechnet, verbunden.

Über das Kommunikationsnetzwerk 734 werden die aus dem Datensignal erfaßten Daten bzw. Kennungsdaten an eine Zentrale 736 gesendet, die einen Rechner 738 aufweist, um die empfangenen Daten auszuwerten. Der Rechner 738 ist über eine Leitung 740 mit einem Modem 742 verbunden, das seinerseits mit dem Kommunikationsnetzwerk 734 verbunden ist.

**[0081]** Anhand der Fig. 8 wird nachfolgend ein System zum Kennzeichnen von Audiosignalen beschrieben, das dazu dient, Tonträger und Kopien von Tonträgern anhand des in das Audiosignals eingebrachten Kennungssignals zu identifizieren. Der Vorteil besteht darin, daß dadurch ermöglicht wird, eventuelle Raubkopien ohne weiteres zu identifizieren, da jeder einzelne Tonträger mit einer individuellen Kennung ab Werk versehen ist.

**[0082]** In Fig. 8a ist schematisch die Herstellung eines Tonträgers, wie zum Beispiel einer Compact Disk "CD", in einem Presswerk 800 dargestellt. Das Presswerk 800 umfaßt eine Abspielvorrichtung 802, in der ein Masterband läuft, das die auf eine CD aufzubringenden Audiosignale enthält. Die CD wird in einem Preßwerk 804 gepreßt. Zwischen Preßwerk 804 und Abspielvorrichtung 802 ist ein Codierer 806 angeordnet. Durch den Codierer wird jeder CD ein Kennungssignal zugeordnet, das in das Audiosignal eingebracht wird. Die Codierung erfolgt gemäß dem oben beschriebenen Codiervorgang. Um die Erzeugung individueller Kennungssignale für einzelne CDs sicherzustellen, ist dem Codierer 806 ein Zähler zugeordnet, der beispielsweise fortlaufende Identifikationsnummern als Kennungssignal bereitstellt, das in das Audiosignal eingebracht wird.

**[0083]** Anhand der Fig. 8b wird die Wirkungsweise der Kennungen auf einzelnen CDs näher erläutert. Eine CD 808, die mit einer individuellen Kennung versehen ist, wird mehrmals kopiert, wie dies durch die schematisch dargestellten Abspielgeräte 810 angedeutet ist. Die Kopien können sowohl analog als auch digital erstellt werden.

**[0084]** Nach dem die Kennung in dem Audiosignal eingebaut ist, wird diese auch bei einer Übertragung des Audiosignals in Form einer Tondatei (Soundfile) über das Internet beibehalten, wie die in Fig. 8 durch das Bezugszeichen 812 angedeutet ist. Auf diese Weise können Rückschlüsse auf die Sounddatei auf dem Tonträger vorgenommen werden.

**[0085]** Nachfolgend wird ein weiteres Ausführungsbeispiel anhand der Fig. 9 beschrieben. In Fig. 9 ist ein System zur Fernsteuerung von Audiogeräten dargestellt, das die erfindungsgemäßen Verfahren zum Codieren und Decodieren verwendet.

**[0086]** Das erfindungsgemäße System ist in Fig. 9 in seiner Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 900 versehen. Bei dem System 900 wird ein Audiosignal in einer Radiostation 902 zum Beispiel in einem Studio 904 erzeugt. Mittels eines Kodierers 706 wird ein Datensignal bzw. Steuerungssignal in das Audiosignal eingebracht. Die Beaufschlagung des Audiosignals durch den Kodie-

rer 906 erfolgt unter Verwendung des oben beschriebenen Codierverfahrens zum Einbringen eines nicht hörbaren Datensignals in ein Audiosignal. Das mit dem Signal beaufschlagte Audiosignal wird an eine Antenne 908 weitergeleitet, die eine Abstrahlung 910 des Audiosignals bewirkt. Ein Empfänger 912, bestehend aus einer Antenne 914 und einem Empfängergerät 916 empfängt das abgestrahlte Audiosignal. In dem Empfänger 916 ist ein Decodierer vorgesehen, der das in dem Audiosignal enthaltene Datensignal gemäß dem oben beschriebenen Decodierverfahren herauszieht. Der Empfänger ist derart aufgebaut, daß er auf das Datensignal reagiert, um beispielsweise die Aufzeichnung eines Musikprogramms eines Radiosenders zu beginnen. Aufgrund des aus dem Audiosignal herausgezogenen Datensignals bewirkt der Empfänger, daß ein Aufnahme-  
 5  
 10  
 15  
 20  
 25  
 30

**[0087]** Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird ein System geschaffen, daß einen parallel zum Audiosignal arbeitenden Datenkanal in Audiogeräten, die digitale Daten verarbeiten, bereitstellt. Dieser Datenkanal hat eine niedrige Bitrate, in den Informationen gemäß dem oben beschriebenen Verfahren eingebracht werden, und gemäß dem oben beschriebenen Decodierverfahren herausgezogen werden.  
 35  
 40  
 45  
 50

**[0088]** Es wird darauf hingewiesen, daß der im vorhergehenden beschriebene Codierer und Decodierer lediglich bevorzugte Ausführungsbeispiele sind. Die wesentlichen Merkmale des Codierers zur Einbringung eines nicht hörbaren Datensignals in ein Audiosignal sind das Umwandeln des Audiosignals in den Spektralbereich, das Bestimmen der Maskierungsschwelle des Audiosignals, das Bereitstellen eines Pseudorauschsignals, das Bereitstellen des Datensignals, das Multiplizieren des Pseudorauschsignals mit dem Datensignal, um ein frequenzmäßig gespreiztes Datensignal zu schaffen, das Gewichten des gespreizten Datensignals mit der Maskierungsschwelle und das Überlagern des Audiosignals und des gewichteten Signals.  
 55

**[0089]** Die wesentlichen Merkmale des Decodierers zum Herausziehen nicht hörbar in einem Audiosignal enthaltenen Datensignals sind das Abtasten des Audiosignals, das nicht-rekursive Filtern des abgetasteten Audiosignals, und das Vergleichen des gefilterten Audiosignals mit einem Schwellenwert, um das Datensignal wiederzugewinnen.  
 60

## Patentansprüche

1. Codierverfahren zur Einbringung eines nicht hörbaren Datensignals ( $x(n)$ ) in ein Audiosignal ( $n(k)$ ), gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- a) Umwandeln (100) des Audiosignals ( $n(k)$ ) in den Spektralbereich;
- b) Bestimmen (102) des Spektrums der Maskierungsschwelle ( $W(\omega)$ ) ausschließlich aus dem Audiosignal;
- c) Bereitstellen (106) eines Pseudorauschsignals ( $g(l)$ );
- d) Bereitstellen (104) des Datensignals ( $x(n)$ );
- e) Multiplizieren (108) des Pseudorauschsignals ( $g(l)$ ) mit dem Datensignal ( $x(n)$ ), um ein frequenzmäßig gespreiztes Datensignal zu schaffen;
- f) Gewichten (112) des Spektrums des gespreizten Datensignals mit dem Spektrum der Maskierungsschwelle;
- g) Umwandeln (114) des gewichteten Datensignals in den Zeitbereich; und
- h) Überlagern (112) des Audiosignals und des gewichteten Datensignals.

2. Codierverfahren zur Einbringung eines nicht hörbaren Datensignals ( $x(n)$ ) in ein Audiosignal ( $n(k)$ ), gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- a) Umwandeln (100) des Audiosignals ( $n(k)$ ) in den Spektralbereich;
- b) Bestimmen (102) des Spektrums der Maskierungsschwelle ( $W(\omega)$ ) ausschließlich aus dem Audiosignal;
- c) Bereitstellen (106) eines Pseudorauschsignals ( $g(l)$ );
- d) Bereitstellen (104) des Datensignals ( $x(n)$ );
- e) Multiplizieren (108) des Pseudorauschsignals ( $g(l)$ ) mit dem Datensignal ( $x(n)$ ), um ein frequenzmäßig gespreiztes Datensignal zu schaffen;
- f) Gewichten (112) des Spektrums des gespreizten Datensignals mit der Maskierungsschwelle;
- g) Überlagern des Audiosignals und des gewichteten Datensignals im Spektralbereich; und
- h) Umwandeln des überlagerten Signals in den Zeitbereich.

3. Codiervorgahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem der Schritt a) das Anwenden einer schnellen Fourier-Transformation auf das Audiosignal ( $n(k)$ ) einschließt.
4. Codiervorgahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem der Schritt b) folgende Schritte umfaßt:
- b1) Aufteilen des Spektrums des Audiosignals in kritische Bänder ( $z$ );
  - b2) Bestimmen der Energie in jedem kritischen Band;
  - b3) Berechnen der Spreizungsfunktion für jedes kritische Band;
  - b4) Falten der Spreizungsverläufe aller kritischen Bänder mit den Bandenergien, um den Verlauf der Anregung zu erhalten;
  - b5) Bestimmen der Unvorhersagbarkeit des Signals;
  - b6) Falten der Unvorhersagbarkeit mit der Spreizungsfunktion, um ein Maß für die Tonalität zu gewinnen;
  - b7) Berechnen des Verdeckungsmaßes aus der Tonalität; und
  - b8) Berechnen der Maskierungsschwelle aus der Anregung unter Berücksichtigung des Verdeckungsmaßes.
5. Codiervorgahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem der Schritt b) folgende Schritte umfaßt:
- b1) Aufteilen des Spektrums des Audiosignals in kritische Bänder ( $z$ );
  - b2) Bestimmen der Energie in jedem kritischen Band; und
  - b3) Bestimmen der Maskierungsschwelle aus den Bandenergien unter Berücksichtigung des Verdeckungsmaßes für tonale Verdeckung.
6. Codiervorgahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem das Pseudorauschsignal ( $g(l)$ ) eine Bandbreite von 6 kHz hat.
7. Codiervorgahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem das Datensignal ( $x(n)$ ) eine Bandbreite von 50 Hz hat.
8. Codiervorgahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem das Datensignal ( $x(n)$ ) durch einen Blockcode kanalcodiert ist.
9. Codiervorgahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem vor dem Schritt e) das Pseudorauschsignal ( $g(l)$ ) und das Datensignal ( $x(n)$ ) in antipodische Signale umgewandelt werden.
10. Codiervorgahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem der Schritt e) folgende Schritte umfaßt:
- e1) BPSK-Basisbandmodulieren des Datensignals ( $x(n)$ ) mit dem Pseudorauschsignal ( $g(l)$ );
  - e2) BPSK-Modulieren des modulierten Signals aus dem Schritt e1) mit einem Trägersignal, dessen Frequenz im Bereich des hörbaren Audiospektrums liegt; und
  - e3) Umformen des modulierten Signals aus dem Schritt e2) in den Spektralbereich.
11. Codiervorgahren nach Anspruch 10, bei dem das Trägersignal cosinusförmig ist und eine Frequenz von 3 kHz hat.
12. Codiervorgahren nach Anspruch 10, bei dem der Schritt e1) durch eine Manchesterkodierung des Pseudorauschsignals realisiert wird.
13. Codiervorgahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Rücktransformation (114) in den Zeitbereich durch eine schnelle Fourier-Transformation erfolgt.
14. Codierer zur Einbringung eines nicht hörbaren Datensignals ( $x(n)$ ) in ein Audiosignal ( $n(k)$ ), gekennzeichnet durch
- eine Einrichtung (100) zum Umwandeln des Audiosignals ( $n(k)$ ) in den Spektralbereich;
  - eine Einrichtung (102) zum Bestimmen des Spektrums der Maskierungsschwelle ( $W(\omega)$ ) ausschließlich aus dem Audiosignal;
  - eine Pseudorauschsignalquelle (106);
  - eine Datensignal-Quelle (104);
  - eine Einrichtung (108) zum Multiplizieren des Pseudorauschsignals ( $g(l)$ ) mit dem Datensignal ( $x(n)$ ), um ein frequenzmäßig gespreiztes Datensignal zu schaffen;
  - eine Einrichtung (112) zum Gewichten des Spektrums des gespreizten Datensignals mit dem Spektrum der Maskierungsschwelle;
  - eine Einrichtung (114) zum Umwandeln des ge-

- wichteten Datensignals in den Zeitbereich; und
- eine Einrichtung (116) zum Überlagern des Audiosignals und des gewichteten Datensignals. 5
- 15.** Codierer zur Einbringung eines nicht hörbaren Datensignals ( $x(n)$ ) in ein Audiosignal ( $n(k)$ ), gekennzeichnet durch
- eine Einrichtung (100) zum Umwandeln des Audiosignals ( $n(k)$ ) in den Spektralbereich; 10
  - eine Einrichtung (102) zum Bestimmen des Spektrums der Maskierungsschwelle ( $W(\omega)$ ) ausschließlich aus dem Audiosignal; 15
  - eine Pseudoräuschsignalquelle (106);
  - eine Datensignal-Quelle (104); 20
  - eine Einrichtung (108) zum Multiplizieren des Pseudoräuschsignals ( $g(l)$ ) mit dem Datensignal ( $x(n)$ ), um ein frequenzmäßig gespreiztes Datensignal zu schaffen; 25
  - eine Einrichtung (112) zum Gewichten des Spektrums des gespreizten Datensignals mit der Maskierungsschwelle;
  - eine Einrichtung zum Überlagern des Audiosignals und des gewichteten Datensignals im Spektralbereich; und 30
  - eine Einrichtung zum Umwandeln des überlagerten Signals in den Zeitbereich. 35
- 16.** Codierer nach Anspruch 14 oder 15, bei dem die Einrichtung (100) zum Umwandeln des Audiosignals eine schnelle Fourier-Transformation durchführt. 40
- 17.** Codierer nach einem der Ansprüche 14 bis 16, bei dem die Einrichtung zum Bestimmen der Maskierungsschwelle folgende Merkmale ausweist:
- eine Einrichtung zum Aufteilen des Spektrums des Audiosignals in kritische Bänder ( $z$ ); 45
  - eine Einrichtung zum Bestimmen der Energie in jedem kritischen Band; 50
  - eine Einrichtung zum Berechnen der Spreizungsfunktion für jedes kritische Band;
  - eine Einrichtung zum Falten der Spreizungsverläufe aller kritischen Bänder mit den Bandenergien, um den Verlauf der Anregung zu erhalten; 55
- eine Einrichtung zum Bestimmen der Unvorhersagbarkeit des Signals;
  - eine Einrichtung zum Bestimmen des Verdeckungsmaßes aus der Tonalität; und
  - eine Einrichtung zum Berechnen der Maskierungsschwelle aus der Anregung unter Berücksichtigung des bestimmten Verdeckungsmaßes.
- 18.** Codierer nach einem der Ansprüche 14 bis 16, bei dem die Einrichtung zum Bestimmen der Maskierungsschwelle folgende Merkmale ausweist:
- eine Einrichtung zum Aufteilen des Spektrums des Audiosignals in kritische Bänder ( $z$ );
  - eine Einrichtung zum Bestimmen der Energie in jedem kritischen Band;
  - eine Einrichtung zum Bestimmen der Maskierungsschwelle aus den Bandenergien unter Berücksichtigung des Verdeckungsmaßes für die tonale Verdeckung.
- 19.** Codierer nach einem der Ansprüche 14 bis 18, bei dem das Pseudoräuschsignal ( $g(l)$ ) eine Bandbreite von 6 kHz hat.
- 20.** Codierer nach einem der Ansprüche 14 bis 19, bei dem das Datensignal ( $x(n)$ ) eine Bandbreite von 50 Hz hat.
- 21.** Codierer nach einem der Ansprüche 14 bis 20, der eine Einrichtung (105) aufweist, die das Datensignal durch einen Blockcode kanalcodiert.
- 22.** Codierer nach einem der Ansprüche 14 bis 21, der eine Einrichtung aufweist, die vor dem Multiplizieren des Pseudoräuschsignals mit dem Datensignal das Pseudoräuschsignal und das Datensignal in antipodische Signale umwandelt.
- 23.** Codierer nach einem der Ansprüche 14 bis 22, bei dem die Einrichtung zum Multiplizieren des Pseudoräuschsignals mit dem Datensignal
- eine BPSK-Basisbandmodulation des Datensignals mit dem Pseudoräuschsignal bewirkt;
  - eine BPSK-Modulation des modulierten Signals mit einem Trägersignal, dessen Frequenz im Bereich des hörbaren Audiospektrums liegt, bewirkt; und
  - das modulierte Signal in den Spektralbereich umwandelt.

- 24.** Codierer nach Anspruch 23, bei dem das Trägersignal cosinusförmig ist und eine Frequenz von 3 kHz hat.
- 25.** Codierer nach Anspruch 23, bei dem die Einrichtung (108) zum Multiplizieren des Pseudorauschsignals mit dem Datensignal durch eine Manchester-Codierung des Pseudorauschsignals erfolgt. 5
- 26.** Codierer nach Anspruch 14 oder 15, bei dem die Einrichtung (114) die Rücktransformation in den Zeitbereich durch eine schnelle Fourier-Transformation bewirkt. 10
- 27.** Vorrichtung (600) zum Bestimmen der Zuhörer-  
verteilung einzelner Radiostationen anhand eines  
Kennungssignals, gekennzeichnet durch  
einen Codierer (604), der das Kennungssignal in  
das Audiosignal einbringt und folgende Merkmale  
aufweist: 15
- eine Einrichtung (100) zum Umwandeln des  
Audiosignals ( $n(k)$ ) in den Spektralbereich;
  - eine Einrichtung (102) zum Bestimmen des  
Spektrums der Maskierungsschwelle ( $W(\omega)$ )  
ausschließlich aus dem Audiosignal;
  - eine Pseudorauschsignalquelle (106); 20
  - eine Datensignal-Quelle (104);
  - eine Einrichtung (108) zum Multiplizieren des  
Pseudorauschsignals ( $g(l)$ ) mit dem Datensig-  
nal ( $x(n)$ ), um ein frequenzmäßig gespreiztes  
Datensignal zu schaffen; 25
  - eine Einrichtung (112) zum Gewichten des  
Spektrums des gespreizten Datensignals mit  
dem Spektrum der Maskierungsschwelle; 30
  - eine Einrichtung (114) zum Umwandeln des ge-  
gewichteten Datensignals in den Zeitbereich; und
  - eine Einrichtung (116) zum Überlagern des Au-  
diosignals und des gewichteten Datensignals; 35
- einen Decodierer (620), der das Kennungssignal  
aus dem gesendeten Audiosignal herauszieht. 40
- 28.** Vorrichtung (600) zum Bestimmen der Zuhörer-  
verteilung einzelner Radiostationen (602) anhand ei-  
nes Kennungssignals, gekennzeichnet durch  
einen Codierer (604), der das Kennungssignal in  
das Audiosignal einbringt und folgende Merkmale  
aufweist: 45
- eine Einrichtung (100) zum Umwandeln des  
Audiosignals ( $n(k)$ ) in den Spektralbereich;
  - eine Einrichtung (102) zum Bestimmen des  
Spektrums der Maskierungsschwelle ( $W(\omega)$ )  
ausschließlich aus dem Audiosignal;
  - eine Pseudorauschsignalquelle (106);
  - eine Datensignal-Quelle (104);
  - eine Einrichtung (108) zum Multiplizieren des  
Pseudorauschsignals ( $g(l)$ ) mit dem Datensig-  
nal ( $x(n)$ ), um ein frequenzmäßig gespreiztes  
Datensignal zu schaffen; 50
  - eine Einrichtung (112) zum Gewichten des  
Spektrums des gespreizten Datensignals mit  
dem Spektrum der Maskierungsschwelle;
  - eine Einrichtung (114) zum Umwandeln des ge- 55
- 29.** Vorrichtung (700) zum Bestimmen der Senderreich-  
weite einer Radiostation (702) anhand eines Ken-  
nungssignals, gekennzeichnet durch  
einen Codierer (702), der das Kennungssignal in  
das Audiosignal einbringt und folgende Merkmale  
aufweist:
- eine Einrichtung (100) zum Umwandeln des  
Audiosignals ( $n(k)$ ) in den Spektralbereich;
  - eine Einrichtung (102) zum Bestimmen des  
Spektrums der Maskierungsschwelle ( $W(\omega)$ )  
ausschließlich aus dem Audiosignal;
  - eine Pseudorauschsignalquelle (106);
  - eine Datensignal-Quelle (104);
  - eine Einrichtung (108) zum Multiplizieren des  
Pseudorauschsignals ( $g(l)$ ) mit dem Datensig-  
nal ( $x(n)$ ), um ein frequenzmäßig gespreiztes  
Datensignal zu schaffen;
  - eine Einrichtung (112) zum Gewichten des  
Spektrums des gespreizten Datensignals mit  
dem Spektrum der Maskierungsschwelle;
  - eine Einrichtung (114) zum Umwandeln des ge-

wichteten Datensignals in den Zeitbereich; und

- eine Einrichtung (116) zum Überlagern des Audiosignals und des gewichteten Datensignals; und

5

einen Decodierer (718), der das Kennungssignal aus dem gesendeten Audiosignal herauszieht.

- 30.** Vorrichtung (700) zum Bestimmen der Senderreichweite einer Radiostation (702) anhand eines Kennungssignals, gekennzeichnet durch einen Codierer (704), der das Kennungssignal in das Audiosignal einbringt und folgende Merkmale aufweist:

10

- eine Einrichtung (100) zum Umwandeln des Audiosignals ( $n(k)$ ) in den Spektralbereich;

- eine Einrichtung (102) zum Bestimmen des Spektrums der Maskierungsschwelle ( $W(\omega)$ ) ausschließlich aus dem Audiosignal;

20

- eine Pseudoraussignalquelle (106);

25

- eine Datensignal-Quelle (104);

- eine Einrichtung (108) zum Multiplizieren des Pseudoraussignals ( $g(l)$ ) mit dem Datensignal ( $x(n)$ ), um ein frequenzmäßig gespreiztes Datensignal zu schaffen;

30

- eine Einrichtung (112) zum Gewichten des Spektrums des gespreizten Datensignals mit der Maskierungsschwelle;

35

- eine Einrichtung zum Überlagern des Audiosignals und des gewichteten Datensignals im Spektralbereich; und

40

- eine Einrichtung zum Umwandeln des überlagerten Signals in den Zeitbereich; und

einen Decodierer (718), der das Kennungssignal aus dem gesendeten Audiosignal herauszieht.

45

- 31.** Vorrichtung (800) zum Kennzeichnen von Audiosignalen mit einer eindeutigen Kennnummer zur Identifizierung der Quellen von Kopien von Tonträgern (808), gekennzeichnet durch einen Codierer (806), der die Kennnummer in das Audiosignal einbringt und folgende Merkmale aufweist:

50

- eine Einrichtung (100) zum Umwandeln des Audiosignals ( $n(k)$ ) in den Spektralbereich;

55

- eine Einrichtung (102) zum Bestimmen des

Spektrums der Maskierungsschwelle ( $W(\omega)$ ) ausschließlich aus dem Audiosignal;

- eine Pseudoraussignalquelle (106);

- eine Datensignal-Quelle (104);

- eine Einrichtung (108) zum Multiplizieren des Pseudoraussignals ( $g(l)$ ) mit dem Datensignal ( $x(n)$ ), um ein frequenzmäßig gespreiztes Datensignal zu schaffen;

- eine Einrichtung (112) zum Gewichten des Spektrums des gespreizten Datensignals mit dem Spektrum der Maskierungsschwelle;

- eine Einrichtung (114) zum Umwandeln des gewichteten Datensignals in den Zeitbereich; und

- eine Einrichtung (116) zum Überlagern des Audiosignals und des gewichteten Datensignals; und

einen Decodierer, der die Kennnummer aus dem gesendeten Audiosignal herauszieht.

- 32.** Vorrichtung (800) zum Kennzeichnen von Audiosignalen mit einer eindeutigen Kennnummer zur Identifizierung der Quellen von Kopien von Tonträgern (808), gekennzeichnet durch einen Codierer (806), der die Kennnummer in das Audiosignal einbringt und folgende Merkmale aufweist:

- eine Einrichtung (100) zum Umwandeln des Audiosignals ( $n(k)$ ) in den Spektralbereich;

- eine Einrichtung (102) zum Bestimmen des Spektrums der Maskierungsschwelle ( $W(\omega)$ ) ausschließlich aus dem Audiosignal;

- eine Pseudoraussignalquelle (106);

- eine Datensignal-Quelle (104);

- eine Einrichtung (108) zum Multiplizieren des Pseudoraussignals ( $g(l)$ ) mit dem Datensignal ( $x(n)$ ), um ein frequenzmäßig gespreiztes Datensignal zu schaffen;

- eine Einrichtung (112) zum Gewichten des Spektrums des gespreizten Datensignals mit der Maskierungsschwelle;

- eine Einrichtung zum Überlagern des Audiosignals und des gewichteten Datensignals im Spektralbereich; und

- eine Einrichtung zum Umwandeln des überlagerten Signals in den Zeitbereich; und

einen Decodierer, der die Kennnummer aus dem gesendeten Audiosignal herauszieht.

5

**33.** Vorrichtung (900) zum Fernsteuern von Audiogeräten (916, 918) anhand eines Steuerungssignals, gekennzeichnet durch  
einen Codierer (906), der das Steuerungssignal in das Audiosignal einbringt und folgende Merkmale aufweist:

10

- eine Einrichtung (100) zum Umwandeln des Audiosignals ( $n(k)$ ) in den Spektralbereich;
- eine Einrichtung (102) zum Bestimmen des Spektrums der Maskierungsschwelle ( $W(\omega)$ ) ausschließlich aus dem Audiosignal;
- eine Pseudorauchsignalquelle (106);

15

20

- eine Einrichtung (108) zum Multiplizieren des Pseudorauchsignals ( $g(l)$ ) mit dem Datensignal ( $x(n)$ ), um ein frequenzmäßig gespreiztes Datensignal zu schaffen;

25

- eine Einrichtung (112) zum Gewichten des Spektrums des gespreizten Datensignals mit dem Spektrum der Maskierungsschwelle;

30

- eine Einrichtung (114) zum Umwandeln des gewichteten Datensignals in den Zeitbereich; und

35

- eine Einrichtung (116) zum Überlagern des Audiosignals und des gewichteten Datensignals; und

40

einen Decodierer, der das Steuerungssignal aus dem gesendeten Audiosignal herauszieht.

**34.** Vorrichtung (900) zum Fernsteuern von Audiogeräten (916, 918) anhand eines Steuerungssignals, gekennzeichnet durch  
einen Codierer (906), der das Steuerungssignal in das Audiosignal einbringt und folgende Merkmale aufweist:

45

- eine Einrichtung (100) zum Umwandeln des Audiosignals ( $n(k)$ ) in den Spektralbereich;
- eine Einrichtung (102) zum Bestimmen des Spektrums der Maskierungsschwelle ( $W(\omega)$ ) ausschließlich aus dem Audiosignal;
- eine Pseudorauchsignalquelle (106);

50

55

- eine Datensignal-Quelle (104);

- eine Einrichtung (108) zum Multiplizieren des Pseudorauchsignals ( $g(l)$ ) mit dem Datensignal ( $x(n)$ ), um ein frequenzmäßig gespreiztes Datensignal zu schaffen;

- eine Einrichtung (112) zum Gewichten des Spektrums des gespreizten Datensignals mit der Maskierungsschwelle;

- eine Einrichtung zum Überlagern des Audiosignals und des gewichteten Datensignals im Spektralbereich; und

- eine Einrichtung zum Umwandeln des überlagerten Signals in den Zeitbereich; und

einen Decodierer, der das Steuerungssignal aus dem gesendeten Audiosignal herauszieht.

**35.** Vorrichtung (900) zum Fernsteuern von Audiogeräten anhand eines Steuerungssignals, nach Anspruch 33 oder 34, derart ausgestaltet, daß die Aufzeichnung eines Audiosignals in einem Aufnahmegerät durch das Steuerungssignal begonnen und/oder beendet wird.

**36.** Vorrichtung zum Bereitstellen eines zum Audiosignal parallel arbeitenden Datenkanals mit niedriger Bitrate in digital verarbeitenden Audiogeräten, gekennzeichnet durch  
einen Codierer, der ein Informationssignal in das Audiosignal einbringt und folgende Merkmale aufweist:

- eine Einrichtung (100) zum Umwandeln des Audiosignals ( $n(k)$ ) in den Spektralbereich;

- eine Einrichtung (102) zum Bestimmen des Spektrums der Maskierungsschwelle ( $W(\omega)$ ) ausschließlich aus dem Audiosignal;

- eine Pseudorauchsignalquelle (106);

- eine Datensignal-Quelle (104);

- eine Einrichtung (108) zum Multiplizieren des Pseudorauchsignals ( $g(l)$ ) mit dem Datensignal ( $x(n)$ ), um ein frequenzmäßig gespreiztes Datensignal zu schaffen;

- eine Einrichtung (112) zum Gewichten des Spektrums des gespreizten Datensignals mit dem Spektrum der Maskierungsschwelle;

- eine Einrichtung (114) zum Umwandeln des gewichteten Datensignals in den Zeitbereich; und

- eine Einrichtung (116) zum Überlagern des Audiosignals und des gewichteten Datensignals; und

einen Decodierer, der das Informationssignal aus dem gesendeten Audiosignal herauszieht.

37. Vorrichtung zum Bereitstellen eines zum Audiosignal parallel arbeitenden Datenkanals mit niedriger Bitrate in digital verarbeitenden Audiogeräten, gekennzeichnet durch
- einen Codierer, der ein Informationssignal in das Audiosignal einbringt und folgende Merkmale aufweist:

- eine Einrichtung (100) zum Umwandeln des Audiosignals ( $n(k)$ ) in den Spektralbereich;

- eine Einrichtung (102) zum Bestimmen des Spektrums der Maskierungsschwelle ( $W(\omega)$ ) ausschließlich aus dem Audiosignal;

- eine Pseudorausgangsquelle (106);

- eine Datensignal-Quelle (104);

- eine Einrichtung (108) zum Multiplizieren des Pseudorausgangs ( $g(l)$ ) mit dem Datensignal ( $x(n)$ ), um ein frequenzmäßig gespreiztes Datensignal zu schaffen;

- eine Einrichtung (112) zum Gewichten des Spektrums des gespreizten Datensignals mit der Maskierungsschwelle;

- eine Einrichtung zum Überlagern des Audiosignals und des gewichteten Datensignals im Spektralbereich; und

- eine Einrichtung zum Umwandeln des überlagerten Signals in den Zeitbereich; und

einen Decodierer, der das Informationssignal aus dem gesendeten Audiosignal herauszieht.

## Claims

1. A coding method for introducing a non-audible data signal ( $x(n)$ ) into an audio signal ( $n(k)$ ), said method comprising the following steps:

a) transforming (100) the audio signal ( $n(k)$ ) to the spectral range;

b) determining (102) the spectrum of the masking threshold ( $W(\cdot)$ ) exclusively on the basis of the audio signal;

c) providing (106) a pseudo-noise signal ( $g(l)$ );

d) providing (104) the data signal ( $x(n)$ );

e) multiplying (108) the pseudo-noise signal ( $g(l)$ ) by the data signal ( $x(n)$ ) so as to provide a frequency-spread data signal;

f) weighting (112) the spectrum of the spread data signal with the spectrum of the masking threshold;

g) transforming (114) the weighted data signal to the time domain; and

h) superimposing (112) the audio signal and the weighted signal.

2. A coding method for introducing a non-audible data signal ( $x(n)$ ) into an audio signal ( $n(k)$ ), said method comprising the following steps:

a) transforming (100) the audio signal ( $n(k)$ ) to the spectral range;

b) determining (102) the spectrum of the masking threshold ( $W(\cdot)$ ) exclusively on the basis of the audio signal;

c) providing (106) a pseudo-noise signal ( $g(l)$ );

d) providing (104) the data signal ( $x(n)$ );

e) multiplying (108) the pseudo-noise signal ( $g(l)$ ) by the data signal ( $x(n)$ ) so as to provide a frequency-spread data signal;

f) weighting (112) the spectrum of the spread data signal with the masking threshold;

g) superimposing the audio signal and the weighted signal in the spectral range; and

h) transforming the weighted data signal to the time domain.

3. The coding method of claim 1 or 2, wherein step a) includes applying a fast Fourier transform to the audio signal ( $n(k)$ ).

4. The coding method of any of claims 1 to 3, wherein step b) includes the following steps:

b1) splitting the spectrum of the audio signal into critical bands ( $z$ );

b2) determining the energy in each critical band;

- b3) calculating the spread function for each critical band;
- b4) convolution of the spread waveforms of all critical bands with the band energies for obtaining the waveform of the excitation; 5
- b5) determining the non-predictability of the signal;
- b6) convolution of the non-predictability with the spread function to obtain a measure for the tonality; 10
- b7) calculating the masking measure on the basis of the tonality; and 15
- b8) calculating the masking threshold on the basis of the excitation in consideration of the masking measure. 20
- 5.** The coding method of any of claims 1 to 3, wherein step b) comprises the following steps:
- b1) splitting the spectrum of the audio signal into critical bands (z); 25
- b2) determining the energy in each critical band; and 30
- b3) determining the masking threshold on the basis of the band energies in consideration of the masking measure for tonal masking.
- 6.** The coding method of any of claims 1 to 5, wherein the pseudo-noise signal (g(l)) has a bandwidth of 6 kHz. 35
- 7.** The coding method of any of claims 1 to 6, wherein the data signal (x(n)) has a bandwidth of 50 Hz. 40
- 8.** The coding method of any of claims 1 to 7, wherein the data signal (x(n)) is channel-coded by a block code. 45
- 9.** The coding method of any of claims 1 to 8, wherein prior to step e) the pseudo-noise signal (g(l)) and the data signal (x(n)) are converted to antipodal signals. 50
- 10.** The coding method of any of claims 1 to 9, wherein step e) comprises the following steps:
- e1) BPSK baseband modulation of the data signal (x(n)) with the pseudo-noise signal (g(l)); 55
- e2) BPSK modulation of the modulated signal from step e1) with a carrier signal having a frequency in the range of the audible audio spectrum; and
- e3) transforming the modulated signal of step e2) to the spectral range.
- 11.** The coding method of claim 10, wherein the carrier signal is cosinusoidal and has a frequency of 3 kHz.
- 12.** The coding method of claim 10, wherein step e1) is realized by Manchester coding of the pseudo-noise signal.
- 13.** The coding method of claim 1 or 2, wherein the re-transformation (114) to the time domain is effected by a fast Fourier transform.
- 14.** A coder for introducing a non-audible data signal (x(n)) into an audio signal (n(k)), comprising
- a means (100) for transforming the audio signal (n(k)) to the spectral range;
  - a means (102) for determining the spectrum of the masking threshold (W(.)) exclusively on the basis of the audio signal;
  - a pseudo-noise signal source (106);
  - a data signal source (104);
  - a means (108) for multiplying the pseudo-noise signal (g(l)) by the data signal (x(n)) so as to provide a frequency-spread data signal;
  - a means (112) for weighting the spectrum of the spread data signal with the spectrum of the masking threshold;
  - a means (114) for transforming the weighted signal to the time domain; and
  - a means (116) for superimposing the audio signal and the weighted data signal.
- 15.** A coder for introducing a non-audible data signal (x(n)) into an audio signal (n(k)), comprising
- a means (100) for transforming the audio signal (n(k)) to the spectral range;
  - a means (102) for determining the spectrum of the masking threshold (W(.)) exclusively on the basis of the audio signal;
  - a pseudo-noise signal source (106);
  - a data signal source (104);

- a means (108) for multiplying the pseudo-noise signal ( $g(l)$ ) by the data signal ( $x(n)$ ) so as to provide a frequency-spread data signal;
  - a means (112) for weighting the spectrum of the spread data signal with the masking threshold;
  - a means for superimposing the audio signal and the weighted data signal in the spectral range; and
  - a means for transforming the weighted signal to the time domain.
- 16.** The coder of claims 14 or 15, in which the means (100) for transforming the audio signal performs a fast Fourier transform.
- 17.** The coder of any of claims 14 to 16, in which the means for determining the masking threshold comprises the following features:
- a means for splitting the spectrum of the audio signal into critical bands ( $z$ );
  - a means for determining the energy in each critical band;
  - a means for calculating the spread function for each critical band;
  - a means for convolution of the spread waveforms of all critical bands with the band energies for obtaining the waveform of the excitation;
  - a means for determining the non-predictability of the signal;
  - a means for determining the masking measure on the basis of the tonality; and
  - a means for calculating the masking threshold on the basis of the excitation in consideration of the masking measure ascertained.
- 18.** The coder of any of claims 14 to 16, in which the means for determining the masking threshold comprises the following features:
- a means for splitting the spectrum of the audio signal into critical bands ( $z$ );
  - a means for determining the energy in each critical band;
  - a means for determining the masking threshold on the basis of the band energies in consideration of the masking measure for tonal masking.
- 19.** The coder of any of claims 14 to 18, wherein the pseudo-noise signal ( $g(l)$ ) has a bandwidth of 6 kHz.
- 20.** The coder of any of claims 14 to 19, wherein the data signal ( $x(n)$ ) has a bandwidth of 50 Hz.
- 21.** The coder of any of claims 14 to 20, comprising a means (105) for channel-coding the data signal by a block code.
- 22.** The coder of any of claims 14 to 21, comprising a means which prior to multiplication of the pseudo-noise signal by the data signal converts the pseudo-noise signal and the data signal to antipodal signals.
- 23.** The coder of any of claims 14 to 22, in which the means for multiplying the pseudo-noise signal by the data signal
- effects a BPSK baseband modulation of the data signal with the pseudo-noise signal;
  - effects a BPSK modulation of the modulated signal with a carrier signal having a frequency in the range of the audible audio spectrum; and
  - transforms the modulated signal to the spectral range.
- 24.** The coder of claim 23, in which the carrier signal is cosinusoidal and has a frequency of 3 kHz.
- 25.** The coder of claim 23, in which the means (108) for multiplying of the pseudo-noise signal by the data signal uses Manchester coding of the pseudo-noise signal.
- 26.** The coder of claims 14 or 15, in which said means (114) effects retransformation to the time domain by a fast Fourier transform.
- 27.** An apparatus (600) for determining the listener distribution of individual radio stations by way of an identification signal, comprising:
- a coder (604) which introduces the identification signal into the audio signal and has the following features:
    - a means (100) for transforming the audio signal ( $n(k)$ ) to the spectral range;
    - a means (102) for determining the spectrum of the masking threshold ( $W(\cdot)$ ) exclusively on the basis of the audio signal;

- a pseudo-noise signal source (106);
- a data signal source (104);
- a means (108) for multiplying the pseudo-noise signal ( $g(l)$ ) by the data signal ( $x(n)$ ) so as to provide a frequency-spread data signal;
- a means (112) for weighting the spectrum of the spread data signal with the spectrum of the masking threshold;
- a means (114) for transforming the weighted data signal to the time domain; and
- a means (116) for superimposing the audio signal and the weighted data signal;

and comprising a decoder (620) which extracts the identification signal from the audio signal transmitted.

- 28.** An apparatus (600) for determining the listener distribution of individual radio stations (602) by way of an identification signal, comprising:

- a coder (604) which introduces the identification signal into the audio signal and has the following features:
- a means (100) for transforming the audio signal ( $n(k)$ ) to the spectral range;
- a means (102) for determining the spectrum of the masking threshold ( $W(\cdot)$ ) exclusively on the basis of the audio signal;
- a pseudo-noise signal source (106);
- a data signal source (104);
- a means (108) for multiplying the pseudo-noise signal ( $g(l)$ ) by the data signal ( $x(n)$ ) so as to provide a frequency-spread data signal;
- a means (112) for weighting the spectrum of the spread data signal with the masking threshold;
- a means for superimposing the audio signal and the weighted data signal in the spectral range; and
- a means for transforming the superimposed signal to the time domain;

and comprising a decoder (620) which extracts the identification signal from the audio signal transmitted.

- 29.** An apparatus (700) for determining the transmitter reach of a radio station (702) by way of an identification signal, comprising

- a coder (702) which introduces the identification signal into the audio signal and has the following features:
- a means (100) for transforming the audio signal ( $n(k)$ ) to the spectral range;
- a means (102) for determining the spectrum of the masking threshold ( $W(\cdot)$ ) exclusively on the basis of the audio signal;
- a pseudo-noise signal source (106);
- a data signal source (104);
- a means (108) for multiplying the pseudo-noise signal ( $g(l)$ ) by the data signal ( $x(n)$ ) so as to provide a frequency-spread data signal;

- a means (112) for weighting the spectrum of the spread data signal with the spectrum of the masking threshold;

- a means (114) for transforming the weighted signal to the time domain; and

- a means (116) for superimposing the audio signal and the weighted data signal in the spectral range;

and comprising a decoder (718) which extracts the identification signal from the audio signal transmitted.

- 30.** An apparatus (700) for determining the transmitter reach of a radio station (702) by way of an identification signal, comprising

- a coder (704) which introduces the identification signal into the audio signal and has the following features:
- a means (100) for transforming the audio signal ( $n(k)$ ) to the spectral range;
- a means (102) for determining the spectrum of the masking threshold ( $W(\cdot)$ ) exclusively on the basis of the audio signal;
- a pseudo-noise signal source (106);
- a data signal source (104);
- a means (108) for multiplying the pseudo-noise signal ( $g(l)$ ) by the data signal ( $x(n)$ ) so as to provide a frequency-spread data signal;

- a means (112) for weighting the spectrum of the spread data signal with the masking threshold;
- a means for superimposing the audio signal and the weighted data signal in the spectral range; and
- a means for transforming the superimposed signal to the time domain;

and comprising a decoder (718) which extracts the identification signal from the audio signal transmitted.

**31.** An apparatus (800) for identifying audio signals with an unequivocal identification number for identifying the sources of copies of sound carriers (808), comprising:  
a coder (806) which introduces the identification signal into the audio signal and has the following features:

- a means (100) for transforming the audio signal (n(k)) to the spectral range;
- a means (102) for determining the spectrum of the masking threshold (W(.)) exclusively on the basis of the audio signal;
- a pseudo-noise signal source (106);
- a data signal source (104);
- a means (108) for multiplying the pseudo-noise signal (g(l)) by the data signal (x(n)) so as to provide a frequency-spread data signal;
- a means (112) for weighting the spectrum of the spread data signal with the spectrum of the masking threshold;
- a means (114) for transforming the weighted signal to the time domain; and
- a means (116) for superimposing the audio signal and the weighted data signal;

and comprising a decoder which extracts the identification signal from the audio signal transmitted.

**32.** An apparatus (800) for identifying audio signals with an unequivocal identification number for identifying the sources of copies of sound carriers (808), comprising  
a coder (806) which introduces the identification signal into the audio signal and has the following features:

- a means (100) for transforming the audio signal (n(k)) to the spectral range;
- a means (102) for determining the spectrum of the masking threshold (W(.)) exclusively on the basis of the audio signal;
- a pseudo-noise signal source (106);
- a data signal source (104);
- a means (108) for multiplying the pseudo-noise signal (g(l)) by the data signal (x(n)) so as to provide a frequency-spread data signal;
- a means (112) for weighting the spectrum of the spread data signal with the masking threshold;
- a means for superimposing the audio signal and the weighted data signal in the spectral range; and
- a means for transforming the superimposed signal to the time domain;

and comprising a decoder which extracts the identification signal from the audio signal transmitted.

**33.** An apparatus (900) for the remote control of audio apparatus (916, 918) by way of a control signal, comprising:  
a coder (906) which introduces the control signal into the audio signal and has the following features:

- a means (100) for transforming the audio signal (n(k)) to the spectral range;
- a means (102) for determining the spectrum of the masking threshold (W(.)) exclusively on the basis of the audio signal;
- a pseudo-noise signal source (106);
- a data signal source (104);
- a means (108) for multiplying the pseudo-noise signal (g(l)) by the data signal (x(n)) so as to provide a frequency-spread data signal;
- a means (112) for weighting the spectrum of the spread data signal with the spectrum of the masking threshold;
- a means (114) for transforming the weighted signal to the time domain; and
- a means (116) for superimposing the audio signal and the weighted data signal;

and comprising a decoder which extracts the control signal from the audio signal transmitted.

**34.** An apparatus (900) for the remote control of audio apparatus (916, 918) by means of a control signal, comprising

a coder (906) which introduces the control signal into the audio signal and has the following features:

- a means (100) for transforming the audio signal ( $n(k)$ ) to the spectral range;
- a means (102) for determining the spectrum of the masking threshold ( $W(\cdot)$ ) exclusively on the basis of the audio signal;
- a pseudo-noise signal source (106);
- a data signal source (104);
- a means (108) for multiplying the pseudo-noise signal ( $g(l)$ ) by the data signal ( $x(n)$ ) so as to provide a frequency-spread data signal;
- a means (112) for weighting the spectrum of the spread data signal with the masking threshold;
- a means for superimposing the audio signal and the weighted data signal in the spectral range; and
- a means for transforming the superimposed signal to the time domain;

and comprising a decoder which extracts the identification signal from the audio signal transmitted.

**35.** An apparatus (900) for the remote control of audio apparatus by means of a control signal, according to claim 33 or 34, characterized in that recording of an audio signal in a recording apparatus is started and/or terminated by the control signal.

**36.** An apparatus for providing a data channel of low bit rate in digitally operating audio apparatus, said data channel operating in parallel to the audio signal, comprising a coder which introduces an information signal into the audio signal and has the following features:

- a means (100) for transforming the audio signal ( $n(k)$ ) to the spectral range;
- a means (102) for determining the spectrum of the masking threshold ( $W(\cdot)$ ) exclusively on the basis of the audio signal;
- a pseudo-noise signal source (106);

- a data signal source (104);
- a means (108) for multiplying the pseudo-noise signal ( $g(l)$ ) by the data signal ( $x(n)$ ) so as to provide a frequency-spread data signal;
- a means (112) for weighting the spectrum of the spread data signal with the spectrum of the masking threshold;
- a means (114) for transforming the superimposed signal to the time domain; and
- a means (116) for superimposing the audio signal and the weighted data signal;

and comprising a decoder which extracts the information signal from the audio signal transmitted.

**37.** An apparatus for providing a data channel of low bit rate in digitally processing audio apparatus, said data channel operating in parallel to the audio signal, comprising a coder which introduces an information signal into the audio signal and has the following features:

- a means (100) for transforming the audio signal ( $n(k)$ ) to the spectral range;
- a means (102) for determining the spectrum of the masking threshold ( $W(\cdot)$ ) exclusively on the basis of the audio signal;
- a pseudo-noise signal source (106);
- a data signal source (104);
- a means (108) for multiplying the pseudo-noise signal ( $g(l)$ ) by the data signal ( $x(n)$ ) so as to provide a frequency-spread data signal;
- a means (112) for weighting the spectrum of the spread data signal with the masking threshold;
- a means for superimposing the audio signal and the weighted data signal in the spectral range; and
- a means for transforming the superimposed signal to the time domain;

and comprising a decoder which extracts the information signal from the audio signal transmitted.

## Revendications

1. Procédé de codage pour introduire un signal de

données inaudible ( $x(n)$ ) dans un signal audiofréquence ( $n(k)$ ), caractérisé par les étapes suivantes :

- a) la transposition (100) du signal audiofréquence ( $n(k)$ ) dans le domaine spectral ; 5
- b) la détermination (102) du spectre du seuil de masquage ( $W(\omega)$ ) exclusivement à partir du signal audiofréquence ; 10
- c) la préparation (106) d'un signal pseudoaléatoire ( $g(l)$ ) ;
- d) la préparation (104) du signal de données ( $x(n)$ ) ; 15
- e) la multiplication (108) du signal pseudoaléatoire ( $g(l)$ ) par le signal de données ( $x(n)$ ), pour obtenir un signal de données distribué en ce qui concerne la fréquence ; 20
- f) la pondération (112) du spectre du signal de données distribué par le spectre du seuil de masquage ; 25
- g) la transposition (114) du signal de données pondéré dans le domaine temporel ; et
- h) la superposition (112) du signal audiofréquence et du signal de données pondéré. 30

**2.** Procédé de codage pour introduire un signal de données ( $x(n)$ ) inaudible dans un signal audiofréquence ( $n(k)$ ), caractérisé par les étapes suivantes : 35

- a) la transposition (100) du signal audiofréquence ( $n(k)$ ) dans le domaine spectral ; 40
- b) la détermination (102) du spectre du seuil de masquage ( $W(\omega)$ ) exclusivement à partir du signal audiofréquence ;
- c) la préparation (106) d'un signal pseudoaléatoire ( $g(l)$ ) ; 45
- d) la préparation (104) du signal de données ( $x(n)$ ) ; 50
- e) la multiplication (108) du signal pseudoaléatoire ( $g(l)$ ) par le signal de données ( $x(n)$ ), pour obtenir un signal de données distribué en ce qui concerne la fréquence ; 55
- f) la pondération (112) du spectre du signal de données distribué par le seuil de masquage ;

g) la superposition du signal audiofréquence et du signal de données pondéré dans le domaine spectral ; et

h) la transposition du signal pondéré dans le domaine temporel.

**3.** Procédé de codage conforme à la revendication 1 ou à la revendication 2, dans lequel l'étape a) comprend l'application d'une transformée de Fourier rapide au signal audiofréquence ( $n(k)$ ).

**4.** Procédé de codage conforme à l'une des revendications de 1 à 3, dans lequel l'étape b) inclut les étapes suivantes :

b1) la répartition du spectre du signal audiofréquence en bandes critiques ( $z$ ) ;

b2) la détermination de l'énergie dans chaque bande critique ;

b3) le calcul de la fonction de distribution pour chaque bande critique ;

b4) le lien du développement de la distribution de toutes les bandes critiques avec l'énergie dans les bandes, pour conserver le développement de la stimulation ;

b5) la détermination de l'imprédictibilité du signal ;

b6) le lien de l'imprédictibilité avec la fonction de distribution, pour obtenir une mesure de tonalité ;

b7) le calcul de l'influence du masquage sur la tonalité ; et

b8) le calcul du seuil de masquage d'après la stimulation en prenant compte de l'influence du masquage.

**5.** Procédé de codage conforme à l'une des revendications de 1 à 3, dans lequel l'étape b) comporte les étapes suivantes :

b1) la répartition du spectre du signal audiofréquence en bandes critiques ( $z$ ) ;

b2) la détermination l'énergie dans chaque bande critique ; et

b3) la détermination du seuil de masquage d'après les énergies dans les bandes en tenant compte de l'influence du masquage pour un masquage tonal.

6. Procédé de codage conforme à l'une des revendications de 1 à 5, dans lequel le signal pseudoaléatoire ( $g(l)$ ) a une largeur de bande de 6 kHz.
7. Procédé de codage conforme à l'une des revendications de 1 à 6, dans lequel le signal de données ( $x(n)$ ) a une largeur de bande de 50 Hz. 5
8. Procédé de codage conforme à l'une des revendications de 1 à 7, dans lequel le signal de données ( $x(n)$ ) est codé dans les canaux à l'aide d'un codage par blocs. 10
9. Procédé de codage conforme à l'une des revendications de 1 à 8 dans lequel avant l'étape e) le signal pseudoaléatoire ( $g(l)$ ) et le signal de données ( $x(n)$ ) sont transformés en signaux opposés. 15
10. Procédé de codage conforme à l'une des revendications de 1 à 9 dans lequel l'étape e) comprend les étapes suivantes : 20
- e1) la modulation en bande de base selon une technique BPSK du signal de données ( $x(n)$ ) avec le signal pseudoaléatoire ( $g(l)$ ) ; 25
- e2) la modulation selon la technique BPSK du signal modulé issu de l'étape e1) avec un signal de porteuse, dont la fréquence se trouve dans la plage du spectre audiofréquence audible ; et 30
- e3) la transposition du signal modulé issu de l'étape e2) dans le domaine spectral.
11. Procédé de codage conforme à la revendication 10, dans lequel le signal porteur est de forme sinusoïdale et a une fréquence de 3 kHz. 35
12. Procédé de codage conforme à la revendication 10, dans lequel l'étape e1) est réalisée par un codage du signal pseudoaléatoire selon la technique de Manchester. 40
13. Procédé de codage conforme à la revendication 1 ou à la revendication 2, dans lequel la transformation (114) de retour dans le domaine temporel résulte d'une transformée de Fourier rapide. 45
14. Codeur pour introduire un signal de données ( $x(n)$ ) inaudible dans un signal audiofréquence ( $n(k)$ ), caractérisé par : 50
- ♦ un dispositif (100) pour transposer le signal audiofréquence ( $n(k)$ ) dans le domaine spectral ; 55
  - ♦ un dispositif (102) pour déterminer le spectre du seuil de masquage ( $W(\omega)$ ) exclusivement à
- partir du signal audiofréquence ;
- ♦ une source de signal pseudoaléatoire (106);
  - ♦ une source de signal de données (104);
  - ♦ un dispositif (108) pour multiplier le signal pseudoaléatoire ( $g(l)$ ) par le signal de données ( $x(n)$ ), pour obtenir un signal de données distribué en ce qui concerne la fréquence ;
  - ♦ un dispositif (112) pour pondérer le spectre du signal de données distribué avec le spectre du seuil de masquage ;
  - ♦ un dispositif (114) pour transposer le signal de données pondéré dans le domaine temporel ; et
  - ♦ un dispositif (116) pour superposer le signal audiofréquence et le signal de données pondéré.
15. Codeur pour introduire un signal de données inaudible ( $x(n)$ ) dans un signal audiofréquence ( $n(k)$ ), caractérisé par :
- ♦ un dispositif (100) pour transposer le signal audiofréquence ( $n(k)$ ) dans le domaine spectral ;
  - ♦ un dispositif (102) pour déterminer le spectre du seuil de masquage ( $W(\omega)$ ) exclusivement à partir du signal audiofréquence ;
  - ♦ une source de signal pseudoaléatoire (106);
  - ♦ une source de signal de données (104);
  - ♦ un dispositif (108) pour multiplier le signal pseudoaléatoire ( $g(l)$ ) par le signal de données ( $x(n)$ ), pour obtenir un signal de données distribué en ce qui concerne la fréquence ;
  - ♦ un dispositif (112) pour pondérer le spectre du signal de données distribué avec le seuil de masquage ;
  - ♦ un dispositif pour superposer le signal audiofréquence et le signal de données pondéré dans le domaine spectral ; et
  - ♦ un dispositif pour transposer le signal superposé dans le domaine temporel.
16. Codeur conforme à la revendication 14 ou à la revendication 15, dans lequel le dispositif (100) pour transposer le signal audiofréquence met en oeuvre

une transformée de Fourier rapide.

17. Codeur conforme à l'une des revendications de 14 à 16, dans lequel le dispositif pour déterminer le seuil de masquage présente les aménagements suivants :

- ♦ un dispositif pour répartir le spectre du signal audiofréquence en bandes critiques (z) ;
- ♦ un dispositif pour déterminer l'énergie dans chaque bande critique ;
- ♦ un dispositif pour calculer la fonction de distribution pour chaque bande critique ;
- ♦ un dispositif pour relier la disposition de la distribution de toutes les bandes critiques à l'énergie dans les bandes, pour conserver la distribution de la stimulation ;
- ♦ un dispositif pour déterminer l'imprédictibilité du signal ;
- ♦ un dispositif pour déterminer l'influence du masquage sur la tonalité ; et
- ♦ un dispositif pour calculer le seuil de masquage d'après la stimulation en tenant compte de l'influence du masquage déterminée.

18. Codeur conforme à l'une des revendications de 14 à 16, dans lequel le dispositif pour déterminer le seuil de masquage présente les aménagements suivants :

- ♦ un dispositif pour répartir le spectre audiofréquence en bandes critiques (z) ;
- ♦ un dispositif pour déterminer l'énergie dans chaque bande critique ;
- ♦ un dispositif pour déterminer le seuil de masquage d'après l'énergie dans les bandes en tenant compte de l'influence du masquage pour le masquage tonal.

19. Codeur conforme à l'une des revendications de 14 à 18, dans lequel le signal pseudoaléatoire (g(l)) a une largeur de bande de 6 kHz.

20. Codeur conforme à l'une des revendications de 14 à 19, dans lequel le signal de données (x(n)) a une largeur de bande de 50 Hz.

21. Codeur conforme à l'une des revendications de 14 à 20, qui présente un dispositif (105) qui code le signal de données selon des canaux à l'aide d'un

codage par blocs.

22. Codeur conforme à l'une des revendications de 14 à 21, qui présente un dispositif qui, avant de multiplier le signal pseudoaléatoire par le signal de données transpose le signal pseudoaléatoire et le signal de données en signaux opposés.

23. Codeur conforme à l'une des revendications de 14 à 22, dans lequel le dispositif pour multiplier le signal pseudoaléatoire par le signal de données

- ♦ opère une modulation en bande de base selon la technique BPSK du signal de données avec le signal pseudoaléatoire ;
- ♦ opère une modulation selon la technique BPSK sur celle-ci, avec un signal porteur, dont la fréquence se trouve dans la plage du spectre audiofréquence audible ; et
- ♦ transpose le signal modulé dans le domaine spectral.

24. Codeur conforme à la revendication 23, dans lequel le signal porteur est de forme sinusoïdale et a une fréquence de 3 kHz.

25. Codeur conforme à la revendication 23, dans lequel le dispositif (108) pour multiplier le signal pseudoaléatoire par le signal de données opère un codage du signal pseudoaléatoire selon la technique de Manchester.

26. Codeur conforme à la revendication 14 ou la revendication 15, dans lequel le dispositif (114) opère la transformation inverse dans le domaine temporel par l'intermédiaire d'une transformation de Fourier rapide.

27. Dispositif (600) pour déterminer la distribution des auditeurs de stations de radiodiffusion individuelles à l'aide d'un signal de reconnaissance, caractérisé par

- un codeur (604), qui incorpore le signal de reconnaissance dans le signal audiofréquence et présente les aménagements suivants :

- ♦ un dispositif (100) pour transposer le signal audiofréquence (n(k)) dans le domaine spectral ;
- ♦ un dispositif (102) pour déterminer le spectre du seuil de masquage (W( $\omega$ )) exclusivement à partir du signal audiofréquence ;
- ♦ une source de signal pseudoaléatoire

- (106);
- ♦ une source de signal de données (104);
  - ♦ un dispositif (108) pour multiplier le signal pseudoaléatoire ( $g(l)$ ) par le signal de données ( $x(n)$ ), pour obtenir un signal de données distribué en ce qui concerne la fréquence ; 5
  - ♦ un dispositif (112) pour pondérer le spectre du signal de données distribué avec le spectre du seuil de masquage ; 10
  - ♦ un dispositif (114) pour transposer le signal superposé dans le domaine temporel ; et 15
  - ♦ un dispositif (116) pour superposer le signal audiofréquence et le signal de données pondéré ; et 20
- un décodeur (620), qui extrait le signal de reconnaissance du signal audiofréquence émis.
- 28.** Dispositif (600) pour déterminer la distribution des auditeurs de stations de radiodiffusion individuelles (602) à l'aide d'un signal de reconnaissance, caractérisé par :
- un codeur (604), qui incorpore le signal de reconnaissance dans le signal audiofréquence et présente les aménagements suivants : 30
    - ♦ un dispositif (100) pour transposer le signal audiofréquence ( $n(k)$ ) dans le domaine spectral ; 35
    - ♦ un dispositif (102) pour déterminer le spectre du seuil de masquage ( $W(\omega)$ ) exclusivement à partir du signal audiofréquence ; 40
    - ♦ une source de signal pseudoaléatoire (106);
    - ♦ une source de signal de données (104); 45
    - ♦ un dispositif (108) pour multiplier le signal pseudoaléatoire ( $g(l)$ ) par le signal de données ( $x(n)$ ), pour obtenir un signal de données distribué en ce qui concerne la fréquence ; 50
    - ♦ un dispositif (112) pour pondérer le spectre du signal de données distribué avec le seuil de masquage ; 55
    - ♦ un dispositif pour superposer le signal audiofréquence et le signal de données

- pondéré dans le domaine spectral ; et
- ♦ un dispositif pour transposer le signal superposé dans le domaine temporel ; et
    - un décodeur (620), qui extrait le signal de reconnaissance du signal audiofréquence émis.
- 29.** Dispositif (700) pour déterminer la portée d'une station de radiodiffusion (702) à l'aide d'un signal de reconnaissance, caractérisé par
- un codeur (702), qui incorpore le signal de reconnaissance dans le signal audiofréquence, et présente les aménagements suivants :
    - ♦ un dispositif (100) pour transposer le signal audiofréquence ( $n(k)$ ) dans le domaine spectral ;
    - ♦ un dispositif (102) pour déterminer le spectre du seuil de masquage ( $W(\omega)$ ) exclusivement à partir du signal audiofréquence ;
    - ♦ une source de signal pseudoaléatoire (106);
    - ♦ une source de signal de données (104);
    - ♦ un dispositif (108) pour multiplier le signal pseudoaléatoire ( $g(l)$ ) par le signal de données ( $x(n)$ ), pour obtenir un signal de données distribué en ce qui concerne la fréquence ;
    - ♦ un dispositif (112) pour pondérer le spectre du signal de données distribué avec le spectre du seuil de masquage ;
    - ♦ un dispositif (114) pour transposer le signal superposé dans le domaine temporel ; et
    - ♦ un dispositif (116) pour superposer le signal audiofréquence et le signal de données pondéré ; et
  - un décodeur (718) qui extrait le signal de reconnaissance du signal audiofréquence émis.
- 30.** Dispositif (700) pour déterminer la portée d'une station de radiodiffusion (702) à l'aide d'un signal de reconnaissance, caractérisé par
- un codeur (704), qui incorpore le signal de reconnaissance dans le signal audiofréquence, et présente les aménagements suivants :
    - ♦ un dispositif (100) pour transposer le signal

- audiofréquence ( $n(k)$ ) dans le domaine spectral ;
- ♦ un dispositif (102) pour déterminer le spectre du seuil de masquage ( $W(\omega)$ ) exclusivement à partir du signal audiofréquence ; 5
  - ♦ une source de signal pseudoaléatoire (106); 10
  - ♦ une source de signal de données (104);
  - ♦ un dispositif (108) pour multiplier le signal pseudoaléatoire ( $g(l)$ ) par le signal de données ( $x(n)$ ), pour obtenir un signal de données distribué en ce qui concerne la fréquence ; 15
  - ♦ un dispositif (112) pour pondérer le spectre du signal distribué avec le seuil de masquage ; 20
  - ♦ un dispositif pour superposer le signal audiofréquence et le signal de données pondéré dans le domaine spectral ; et 25
  - ♦ un dispositif pour transposer le signal de données superposé dans le domaine temporel ; et 30
  - un décodeur (718) qui extrait le signal de reconnaissance du signal audiofréquence émis. 30
- 31.** Dispositif (800) pour marquer de manière distinctive des signaux audiofréquences à l'aide d'un numéro de reconnaissance univoque pour identifier la source de copies de porteuses de son (808), caractérisé par : 35
- un codeur (806), qui incorpore la marque distinctive dans le signal audiofréquence et présente les aménagements suivants : 40
  - ♦ un dispositif (100) pour transposer le signal audiofréquence ( $n(k)$ ) dans le domaine spectral ; 45
  - ♦ un dispositif (102) pour déterminer le spectre du seuil de masquage ( $W(\omega)$ ) exclusivement à partir du signal audiofréquence ; 50
  - ♦ une source de signal pseudoaléatoire (106);
  - ♦ une source de signal de données (104); 55
  - ♦ un dispositif (108) pour multiplier le signal pseudoaléatoire ( $g(l)$ ) par le signal de données ( $x(n)$ ), pour obtenir un signal de données distribué en ce qui concerne la fréquence ;
  - ♦ un dispositif (112) pour pondérer le spectre du signal distribué avec le seuil de masquage;
  - ♦ un dispositif pour superposer le signal audiofréquence et le signal de données pondéré dans le domaine spectral ; et
  - ♦ un dispositif pour transposer le signal de données superposé dans le domaine
- nées ( $x(n)$ ), pour obtenir un signal de données distribué en ce qui concerne la fréquence ;
- ♦ un dispositif (112) pour pondérer le spectre du signal de données distribué avec le spectre du seuil de masquage ;
  - ♦ un dispositif (114) pour transposer le signal superposé dans le domaine temporel ; et
  - ♦ un dispositif (116) pour superposer le signal audiofréquence et le signal de données pondéré ; et
  - un décodeur (718), qui extrait la marque de reconnaissance du signal audiofréquence transmis.
- 32.** Dispositif (800) pour marquer de manière distinctive des signaux audiofréquences à l'aide d'un numéro de reconnaissance univoque pour identifier la source de copies de porteuses de son (808), caractérisé par
- un codeur (806), qui incorpore la marque de reconnaissance dans le signal audiofréquence, et présente les aménagements suivants :
  - ♦ un dispositif (100) pour transposer le signal audiofréquence ( $n(k)$ ) dans le domaine spectral ;
  - ♦ un dispositif (102) pour déterminer le spectre du seuil de masquage ( $W(\omega)$ ) exclusivement à partir du signal audiofréquence ;
  - ♦ une source de signal pseudoaléatoire (106);
  - ♦ une source de signal de données (104);
  - ♦ un dispositif (108) pour multiplier le signal pseudoaléatoire ( $g(l)$ ) par le signal de données ( $x(n)$ ), pour obtenir un signal de données distribué en ce qui concerne la fréquence ;
  - ♦ un dispositif (112) pour pondérer le spectre du signal distribué avec le seuil de masquage;
  - ♦ un dispositif pour superposer le signal audiofréquence et le signal de données pondéré dans le domaine spectral ; et
  - ♦ un dispositif pour transposer le signal de données superposé dans le domaine

- temporel ; et
- un décodeur qui extrait la marque de reconnaissance du signal audiofréquence émis. 5
- 33.** Dispositif (900) pour télécommander des appareils audiofréquence (916, 918) à l'aide d'un signal de commande, caractérisé par
- un codeur (906), qui incorpore le signal de commande dans le signal audiofréquence et présente les aménagements suivants 10
    - ♦ un dispositif (100) pour transposer le signal audiofréquence ( $n(k)$ ) dans le domaine spectral ; 15
    - ♦ un dispositif (102) pour déterminer le spectre du seuil de masquage ( $W(\omega)$ ) exclusivement à partir du signal audiofréquence ; 20
    - ♦ une source de signal pseudoaléatoire (106);
    - ♦ une source de signal de données (104); 25
    - ♦ un dispositif (108) pour multiplier le signal pseudoaléatoire ( $g(l)$ ) par le signal de données ( $x(n)$ ), pour obtenir un signal de données distribué en ce qui concerne la fréquence; 30
    - ♦ un dispositif (112) pour pondérer le spectre du signal de données distribué avec le spectre du seuil de masquage ; 35
    - ♦ un dispositif (114) pour transposer le signal superposé dans le domaine temporel ; et
    - ♦ un dispositif (116) pour superposer le signal audiofréquence et le signal de données pondéré ; et 40
  - un décodeur, qui extrait le signal de commande du signal audiofréquence transmis. 45
- 34.** Dispositif (900) pour télécommander des appareils audiofréquence (916, 918) à l'aide d'un signal de commande, caractérisé par 50
- un codeur (906), qui incorpore le signal de commande dans le signal audiofréquence, et présente les aménagements suivants :
    - ♦ un dispositif (100) pour transposer le signal audiofréquence ( $n(k)$ ) dans le domaine spectral ; 55
- ♦ un dispositif (102) pour déterminer le spectre du seuil de masquage ( $W(\omega)$ ) exclusivement à partir du signal audiofréquence ;
  - ♦ une source de signal pseudoaléatoire
- ♦ un dispositif (102) pour déterminer le spectre du seuil de masquage ( $W(\omega)$ ) exclusivement à partir du signal audiofréquence ;
  - ♦ une source de signal pseudoaléatoire (106);
  - ♦ une source de signal de données (104);
  - ♦ un dispositif (108) pour multiplier le signal pseudoaléatoire ( $g(l)$ ) par le signal de données ( $x(n)$ ), pour obtenir un signal de données distribué en ce qui concerne la fréquence;
  - ♦ un dispositif (112) pour pondérer le spectre du signal distribué avec le seuil de masquage ;
  - ♦ un dispositif pour superposer le signal audiofréquence et le signal de données pondéré dans le domaine spectral ; et
  - ♦ un dispositif pour transposer le signal de données superposé dans le domaine temporel ; et
- un décodeur, qui extrait le signal de commande du signal audiofréquence émis.
- 35.** Dispositif (900) pour télécommander des appareils audiofréquence à l'aide d'un signal de commande, conformément à la revendication 33 ou à la revendication 34, aménagé de telle manière que l'enregistrement d'un signal audiofréquence dans un appareil d'enregistrement peut-être mis en marche eV ou arrêté par l'intermédiaire du signal de télécommande.
- 36.** Dispositif pour mettre un signal audiofréquence à la disposition d'un canal de données travaillant en parallèle ayant un débit binaire inférieur dans des appareils audiofréquence à traitement numérique, caractérisé par
- un codeur, qui incorpore un signal d'information dans le signal audiofréquence et présente les aménagements suivants :
    - ♦ un dispositif (100) pour transposer le signal audiofréquence ( $n(k)$ ) dans le domaine spectral ;
    - ♦ un dispositif (102) pour déterminer le spectre du seuil de masquage ( $W(\omega)$ ) exclusivement à partir du signal audiofréquence ;
    - ♦ une source de signal pseudoaléatoire

(106);

♦ une source de signal de données (104);

♦ un dispositif (108) pour multiplier le signal pseudoaléatoire ( $g(l)$ ) par le signal de données ( $x(n)$ ), pour obtenir un signal de données distribué en ce qui concerne la fréquence;

10

♦ un dispositif (112) pour pondérer le spectre du signal de données distribué avec le spectre du seuil de masquage ;

♦ un dispositif (114) pour transposer le signal superposé dans le domaine temporel ; et

15

♦ un dispositif (116) pour superposer le signal audiofréquence et le signal de données pondéré ; et

20

- un décodeur, qui extrait le signal d'information du signal audiofréquence transmis.

37. Dispositif pour mettre un signal audiofréquence à la disposition d'un canal de données travaillant en parallèle ayant un débit binaire inférieur dans des appareils audiofréquence à traitement numérique, caractérisé par:

25

30

- un codeur, qui incorpore un signal d'information dans le signal audiofréquence et présente les aménagements suivants :

♦ un dispositif (100) pour transposer le signal audiofréquence ( $n(k)$ ) dans le domaine spectral ;

35

♦ un dispositif (102) pour déterminer le spectre du seuil de masquage ( $W(\omega)$ ) exclusivement à partir du signal audiofréquence ;

40

♦ une source de signal pseudoaléatoire (106);

45

♦ une source de signal de données (104);

♦ un dispositif (108) pour multiplier le signal pseudoaléatoire ( $g(l)$ ) par le signal de données ( $x(n)$ ), pour obtenir un signal de données distribué en ce qui concerne la fréquence;

50

♦ un dispositif (112) pour pondérer le spectre du signal distribué avec le seuil de masquage;

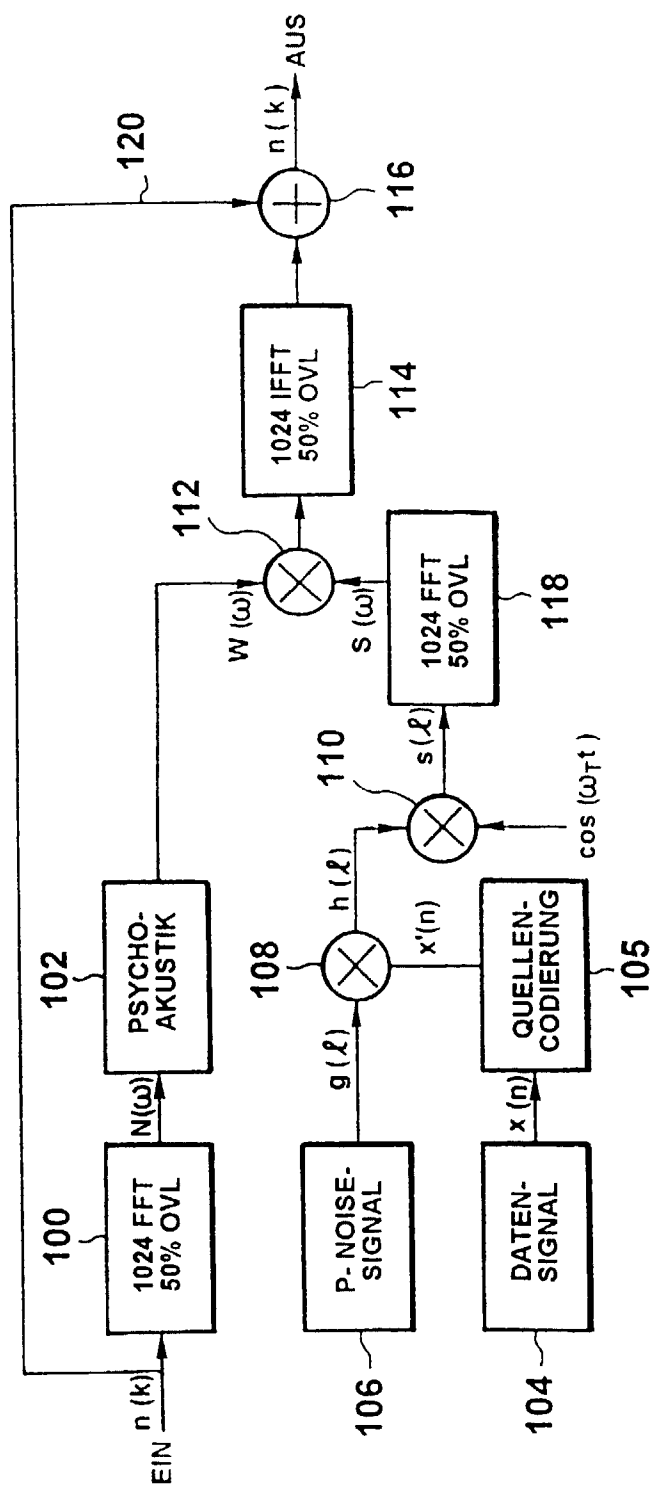
55

♦ un dispositif pour superposer le signal

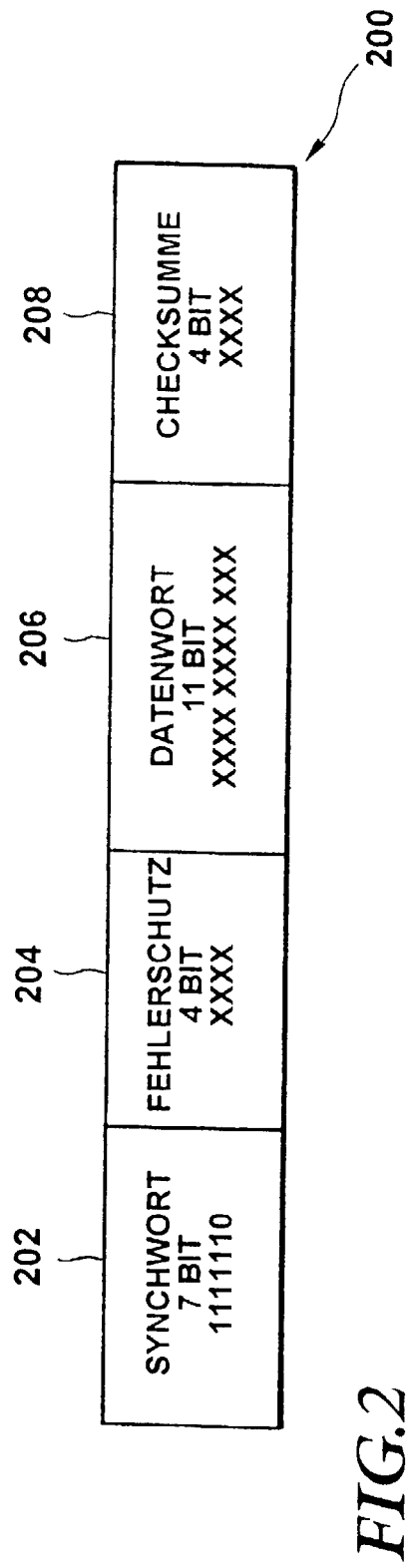
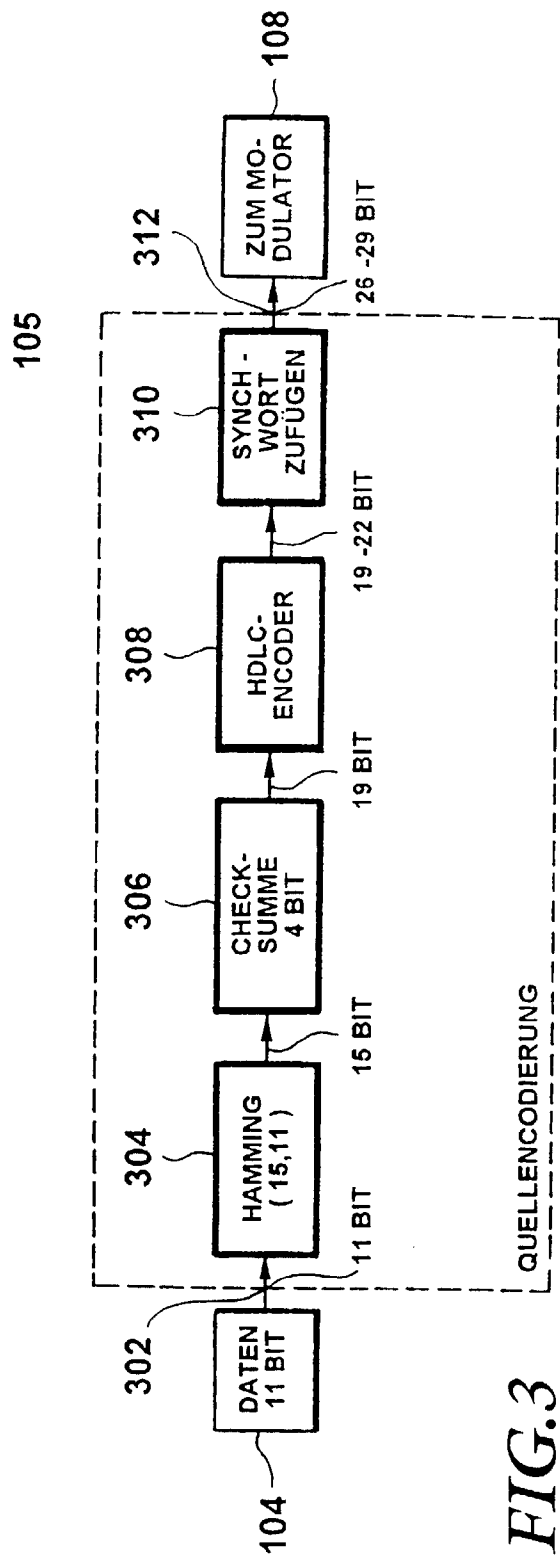
audiofréquence et le signal de données pondéré dans le domaine spectral ; et

♦ un dispositif pour transposer le signal de données superposé dans le domaine temporel ; et

- un décodeur, qui extrait le signal d'information du signal audiofréquence émis.



**FIG. 1**



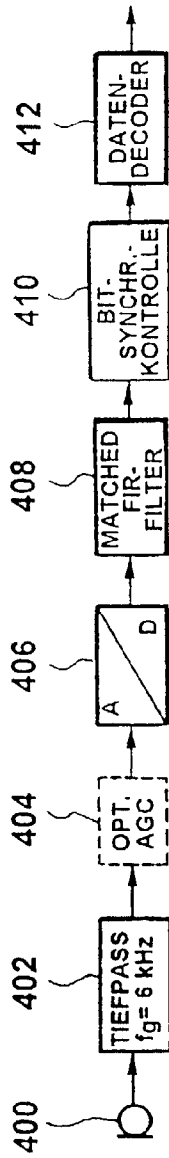


FIG. 4

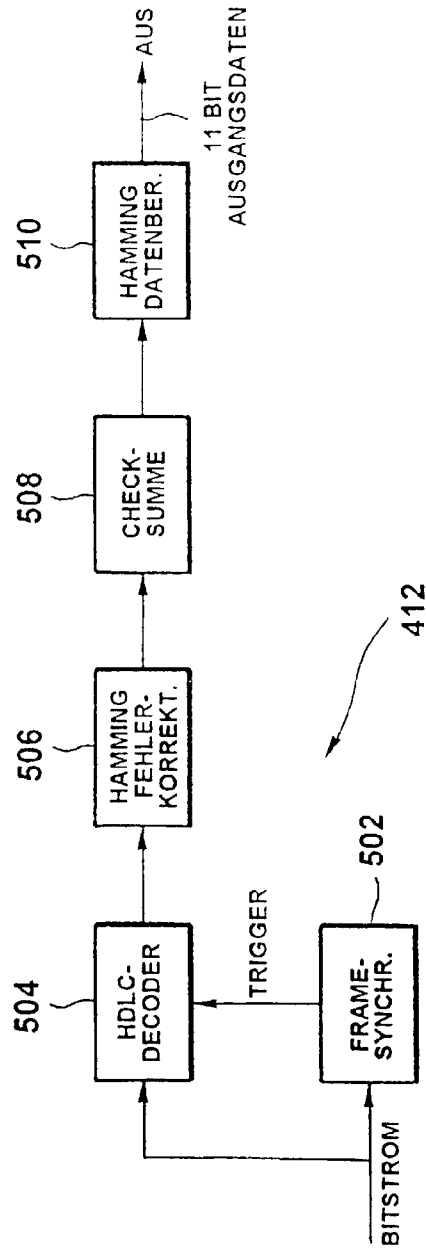
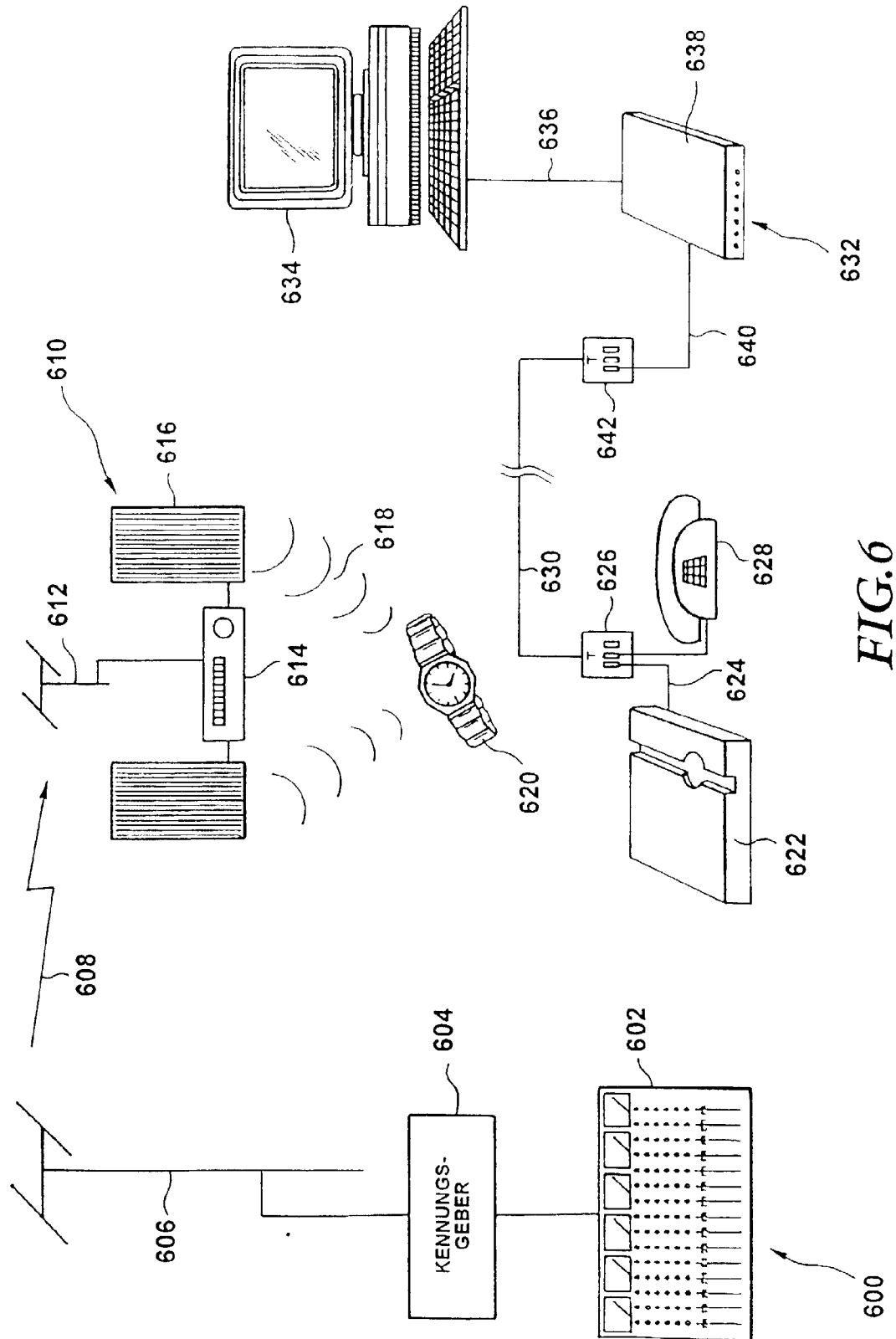


FIG. 5



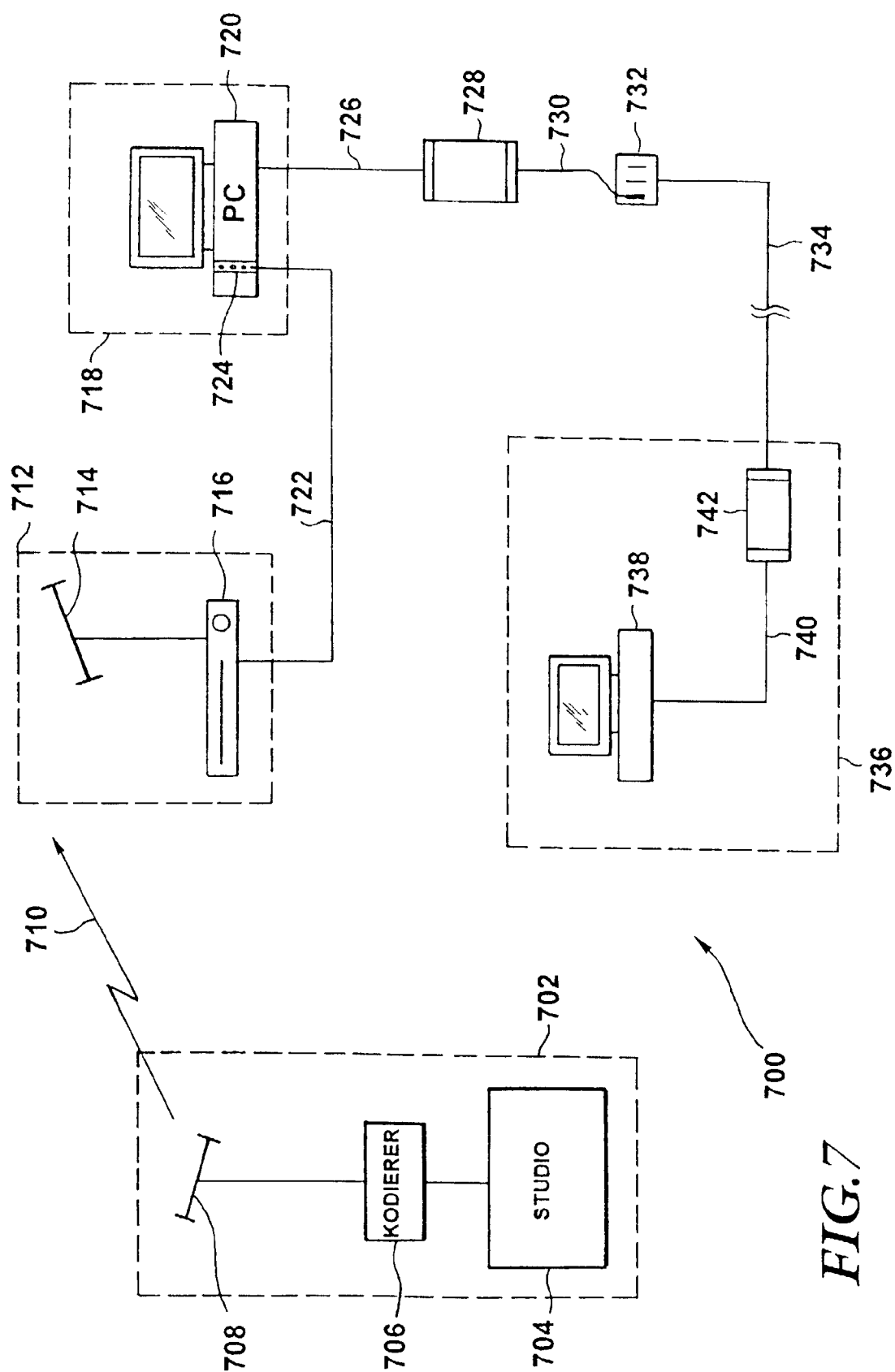


FIG. 7

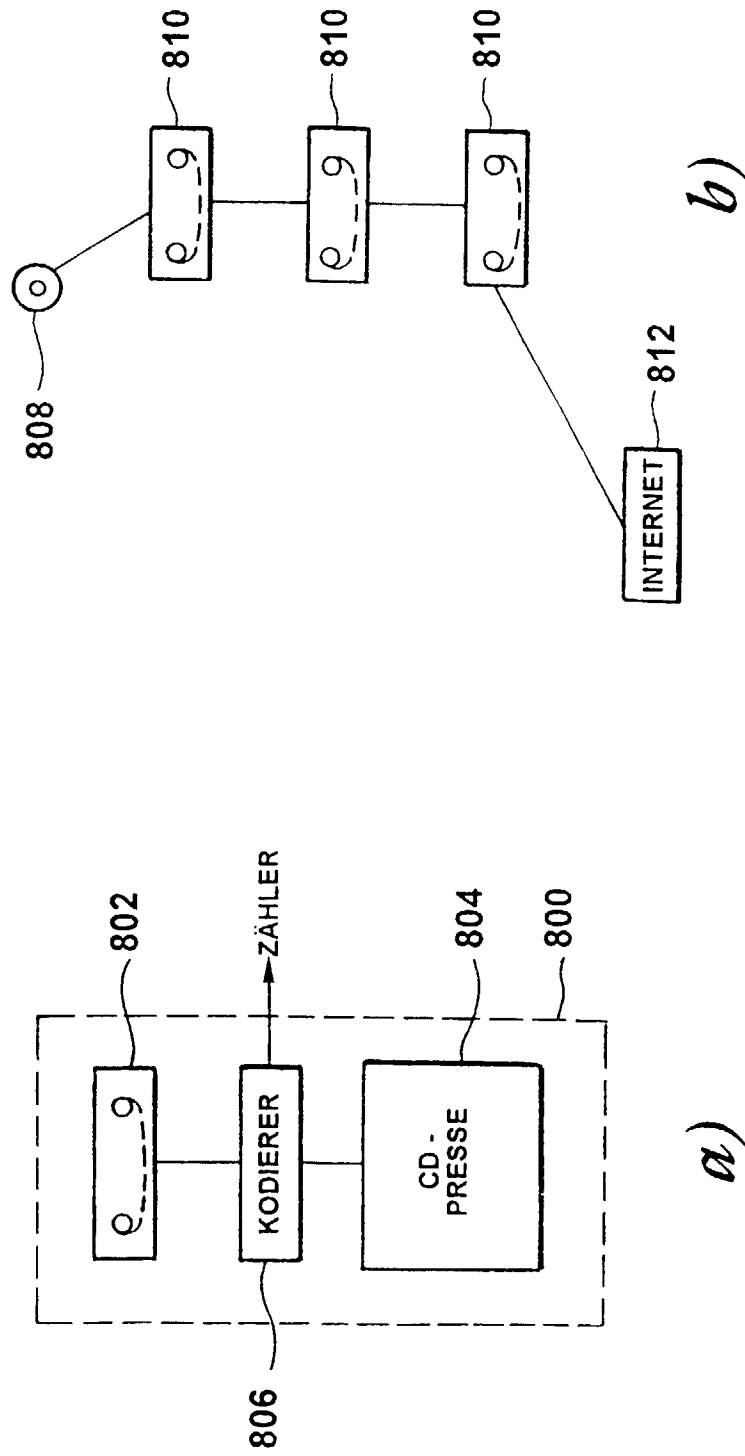


FIG.8

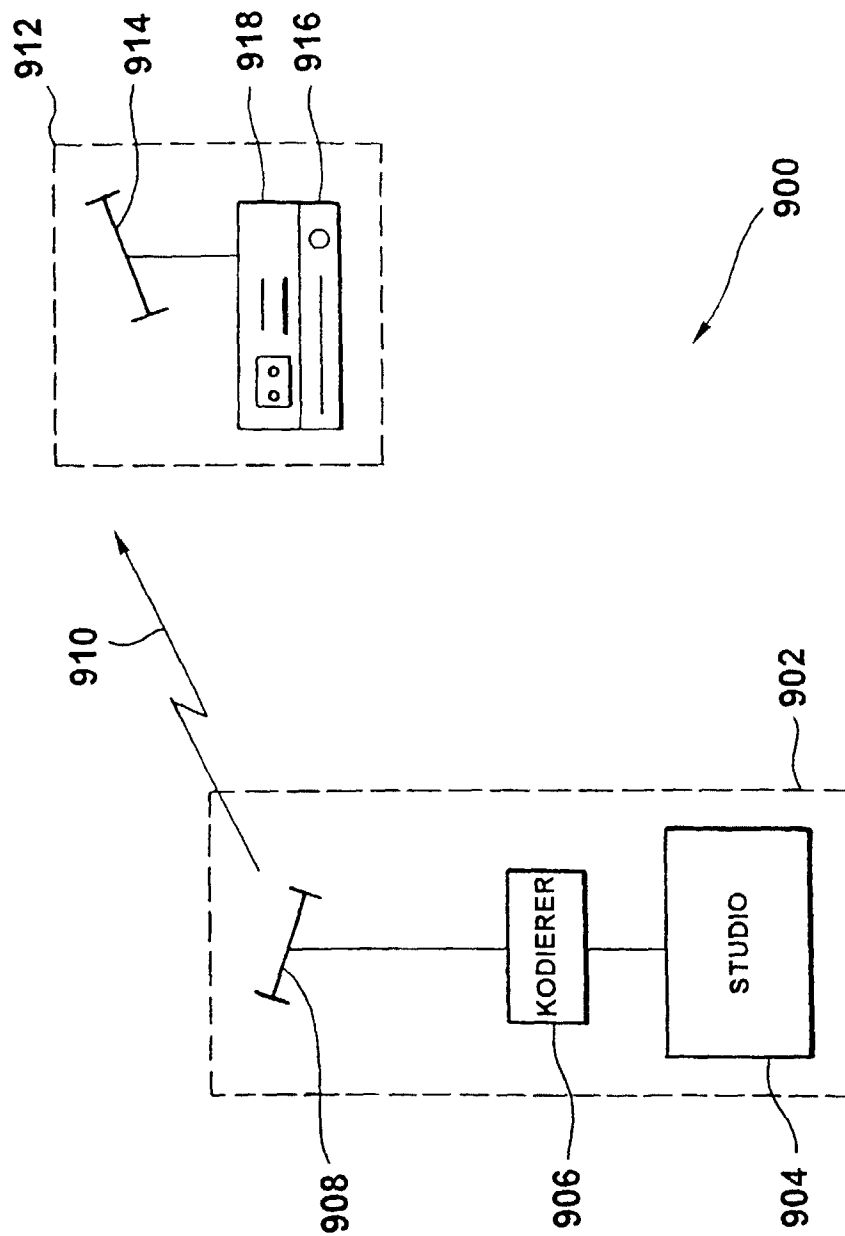


FIG. 9