



⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
30.11.94 Patentblatt 94/48

⑤ Int. Cl.⁵ : **H03M 7/30, H04B 1/66**

① Anmeldenummer : **88101359.3**

② Anmeldetag : **30.01.88**

④ Verfahren zur Übertragung eines Audiosignals.

③ Priorität : **03.02.87 DE 3703143**

④ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
10.08.88 Patentblatt 88/32

④ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
30.11.94 Patentblatt 94/48

④ Benannte Vertragsstaaten :
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

⑤ Entgegenhaltungen :
EP-A- 0 193 143
EP-A- 0 251 028

⑤ Entgegenhaltungen :
RUNDFUNKTECHISCHE MITTEILUNGEN,
Band 30, Nr. 3, Mai/Juni 1986, Seiten 117-
123;D. KRAHE: "Ein Verfahren zur Datenre-
duktion bei digitalen Audiosignalen unter Aus-
nutzung psychoakustischer Phänomene"

⑦ Patentinhaber : **Deutsche Thomson-Brandt**
GmbH
Postfach 1307
D-78003 Villingen-Schwenningen (DE)

⑦ Erfinder : **Schröder, Ernst, Dipl.-Ing.**
Pinkenburger Strasse 25D
D-3000 Hannover 91 (DE)
Erfinder : **Voessing, Walter, Dipl.-Ing.**
Am Weingarten 14
D-3015 Wennigsen 1 (DE)

EP 0 277 613 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

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Übertragung eines Audiosignals, bei dem unterhalb vorgegebener Schwellen liegende Anteile dieses Signals bei der Codierung nicht berücksichtigt werden.

Ein derartiges Verfahren ist bereits aus der EP-A-0 193 143 bekannt. Mit Hilfe dieses Verfahrens ist es möglich, die für die Übertragung notwendige Bandbreite klein zu halten, um mit einem schmalbandigen Kanal auszukommen, auf einem vorhandenen Kanal möglichst viele Audiosignale gleichzeitig übertragen zu können oder einen vorhandenen Massenspeicher möglichst wirtschaftlich ausnutzen zu können. Dabei wird die Erkenntnis ausgenutzt, daß aufgrund psycho-akustischer Eigenschaften des Gehörs nicht alle Komponenten einer Schalldarbietung vom Hörer wahrgenommen werden, also im nachrichtentechnischen Sinn irrelevant sind. Diese Komponenten, die einen beträchtlichen Teil der sonst erforderlichen Übertragungskapazität beanspruchen würden, werden weggelassen.

In EP-A-0 251 028 (veröffentlicht am 07.01.88) und in D. Krahé, Rundfunktech. Mitteilungen, 30(1986), Heft 3, S. 117-123, werden im Kurzzeit-Spektrum eines Audiosignals unterhalb vorgegebener Schwellen liegende Anteile dieses Signals bei der Codierung nicht berücksichtigt.

Es hat sich gezeigt, daß zur Entscheidung der Frage, welche Komponenten weggelassen werden können, verschiedene Kriterien für sich oder in Kombination mit anderen Kriterien berücksichtigt werden müssen. Unterbleibt diese Berücksichtigung, kann das Weglassen bestimmter Komponenten bei bestimmten ungewöhnlichen Schallereignissen zu unbefriedigenden Hörergebnissen führen.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Übertragung eines Audiosignals anzugeben, bei dem eine Datenreduktion so vorgenommen wird, daß auch bei außergewöhnlichen Schallereignissen keine Verschlechterung des Höreindrucks eintritt.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch die im kennzeichnenden Teil angegebenen Merkmale gelöst.

Bei der Umwandlung des Signals in ein das Kurzzeitspektrum darstellende Signal, was durch blockweise Transformation erfolgt, können Spektralkomponenten entstehen, die im Langzeitspektrum nicht vorhanden sind. Die Berücksichtigung dieser Spektralkomponenten bei der Rückstransformation ist wichtig, um wieder ein getreues Abbild des ursprünglichen Signals zu erhalten. Würden die Spektralkomponenten im Zuge der Datenreduktion unterdrückt, so würde dies zu einer wahrnehmbaren Verfälschung der Tondarbietung führen.

Eine der Maßnahmen zur Datenreduktion besteht aber gerade darin, Spektralkomponenten mit einem Betragswert unterhalb einer vorgegebenen Schwelle zu unterdrücken oder nicht zu berücksichtigen. Die grundsätzliche Zulässigkeit dieser Maßnahme angesichts der widersprechenden Forderungen nach hoher Wiedergabequalität beruht auf dem psycho-akustischen Verdeckungseffekt.

Es hat sich nun aber gezeigt, daß dieser Verdeckungseffekt dann nicht immer ausgenutzt werden kann, wenn von der Unterdrückung Spektralkomponenten betroffen sind, die ursächlich durch die blockweise Transformation zusätzlich im Kurzzeitspektrum entstanden sind. Dies gilt selbst dann, wenn die Spektralkomponenten unterhalb derjenigen Schwelle liegen, bei der die Unterdrückung anderer Spektralkomponenten zu keiner hörbaren Qualitätseinbuße führen würde.

Es wäre wünschenswert, wenn die durch blockweise Transformation entstandenen zusätzlichen Spektralkomponenten von den anderen unterschieden werden könnten, so daß eine identifizierbare Einteilung in "wesentliche" und "unwesentliche" Spektralkomponenten möglich wäre. Dies ist jedoch nicht der Fall.

Daher muß eine Unterdrückung der Spektralkomponenten in solchen Frequenzbereichen eingeschränkt werden, in denen ein Verdeckungseffekt nicht sicher gewährleistet ist. Um die Datenreduktion durch Unterdrückung von Spektralkomponenten geringer Betragswerte aber trotzdem beibehalten zu können, wird diese Maßnahme unterhalb einer ersten definierten Schwelle nur in außerhalb psycho-akustisch differenzierbarer Frequenzbereiche liegenden Frequenzbereichen durchgeführt.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht konkrete Frequenzbereiche vor, in denen der Verdeckungseffekt nicht sicher wirksam wird und daher eine Unterdrückung von Spektralkomponenten nachteilig sein kann. Es handelt sich hierbei zum einen um den niedrigen Frequenzbereich unterhalb etwa 1 kHz und zum anderen um die unmittelbare Umgebung der größten Spektralkomponente des Tonsignals. Die Angabe des letzteren Frequenzbereichs beruht auf der Erkenntnis, daß hier die "wesentlichen" Spektralkomponenten mit besonders hoher Wahrscheinlichkeit auftreten und deren Unterdrückung auch dann noch von qualitätsminderndem Einfluß ist, wenn ihre Betragswerte weit unterhalb der vorgegebenen Schwelle liegen.

Zusätzliche Weiterbildungen und vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, der Beschreibung sowie der Zeichnung, die ein Ausführungsbeispiel veranschaulicht.

In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 einen Block eines in den Frequenzbereich transformierten Audiosignals in Betragsdarstellung,

Fig. 2 ein Flußdiagramm zur Veranschaulichung des

Fig. 2 ein Flußdiagramm zur Veranschaulichung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Das in Fig. 1 dargestellte Signal ergibt sich, indem ein tiefpaßgefiltertes Audiosignal durch einen Analog/Digital-Wandler in ein Digitalsignal umgewandelt, durch ein Zeitfenster ein bestimmter Abschnitt des digitalen Audiosignals aus dem Langzeitsignal ausgeschnitten wird und der so erhaltene Block vom Zeitbereich in den Frequenzbereich transformiert wird.

Im Ausführungsbeispiel ist die Frequenzachse in 513 Orte mit den Indizes 0 ... 512 unterteilt, denen Spektralkomponenten zugeordnet werden können. Mehrere dieser Orte sind zu Frequenzgruppen zusammengefaßt, von denen es insgesamt 26 gibt. Die Anzahl der Orte für Spektralkomponenten in den einzelnen Frequenzgruppen g ist unterschiedlich und steigt von niedrigen Frequenzgruppen zu höheren Frequenzgruppen hin an.

Wegen der Vielzahl der Orte wurde auf eine maßstäbliche Darstellung über der Frequenzachse verzichtet. Es sind nur die Bereiche gedehnt gezeichnet, welche für die Erläuterung der erfindungsgemäßen Lösung bedeutend sind. Es handelt sich hierbei um den Frequenzbereich unterhalb von etwas über 1 kHz, den hier die Gruppen 0 bis 12 repräsentieren, sowie den übrigen Frequenzbereich, aus dem beispielshalber die Gruppen 16, 17 und 18 ausgewählt worden sind.

In der Ordinate sind die Beträge der Spektralkomponenten logarithmiert und auf den Wert des absoluten Maximums bezogen. Das in der Zeichnung dargestellte Spektrum ist ein Kurzzeitspektrum, dessen Spektrallinien einmal durch das Originalsignal hervorgerufen, zum anderen aber auch durch die blockweise Transformation, also durch Faltung der Signalfunktion mit der Transformaten der Zeitfensterfunktion entstanden sind.

Auch die bei der blockweisen Transformation zusätzlich entstandenen Spektrallinien sind von Bedeutung, um nach der Übertragung und Rücktransformation des Signals vom Frequenzbereich in den Zeitbereich wieder ein getreues Abbild des ursprünglichen Signals zu erhalten.

Um bei der Übertragung oder Speicherung Übertragungs- bzw. Speicherkapazität einzusparen, wurde bisher so vorgegangen, daß Spektralanteile unterhalb einer Schwelle 1, welche in jeder Gruppe g gesondert auf den maximalen Betragswert der Spektralkomponenten dieser Gruppe g bezogen ist und durch das logarithmierte Verhältnis von Effektivwert des maximalen Betragswertes zur Wurzel aus der mittleren Energie aller Spektralkomponenten dieser Gruppe, multipliziert mit einem Faktor 3 definiert ist, nicht berücksichtigt oder unterdrückt, z.B. auf einen sehr kleinen Betragswert oder zu Null gesetzt wurden. Dies kann jedoch dann zu unbefriedigenden Ergebnissen führen, wenn die nicht berücksichtigten Spektralkomponenten durch die blockweise Transformation zusätzlich entstanden sind. Da diese aber nicht von den anderen Spektralkomponenten unterschieden werden können, wird abweichend von der generellen nicht Berücksichtigung oder Unterdrückung von Spektralkomponenten, die unterhalb der Schwelle 1 liegen, das Verfahren in folgender Weise modifiziert.

Im Bereich unter etwa 1 kHz, das sind hier die Gruppen 1 bis 10 wird eine zusätzliche Schwelle 2 definiert, welche unterhalb der Schwelle 1, vorzugsweise 10 dB darunter angeordnet ist. Liegen Spektralkomponenten, z.B. die mit 3 bezeichneten Spektralkomponenten oberhalb der Schwelle 1, so werden sie codiert und übertragen. Liegen sie unterhalb der Schwelle 1 aber noch oberhalb der Schwelle 2, wie es bei der Spektralkomponente 4 der Fall ist, werden sie ebenfalls übertragen. Erst bei den mit 5 bezeichneten Spektralkomponenten, die auch unterhalb der Schwelle 2 liegen, erfolgt eine Unterdrückung.

Eine weitere Modifizierung erfolgt in der näheren Umgebung des absoluten Maximums der Betragswerte des Spektrums. Bei dem als Beispiel dienenden Spektrum befindet sich die Spektralkomponente mit dem höchsten Betragswert 6 in der Gruppe 17. Unabhängig davon, ob die benachbarten Spektralkomponenten 7 und 8 oberhalb der Schwelle 1, wie bei den Spektralkomponenten 7 der Fall, oder unterhalb der Schwelle 1, wie bei den Spektralkomponenten 8 der Fall, liegen, findet eine Unterdrückung nicht statt. Dies gilt unabhängig davon, in welcher Gruppe g die Spektralkomponente 6 mit dem absoluten Maximum des Amplitudenwerts liegt. Auch wenn dies im Frequenzbereich der Gruppen 0 bis 10 der Fall ist, findet keine Unterdrückung der Spektralkomponenten statt.

In den sich anschließenden unteren bzw. oberen Gruppen 16 und 18 dagegen werden die oberhalb der Schwelle 1 liegenden Spektralkomponenten, hier mit 9 bezeichnet, übertragen und die unterhalb gelegenen Spektralkomponenten 10 unterdrückt.

Die Durchführung des Verfahrens wird zweckmäßig mit demselben Rechner durchgeführt, mit dem auch die Transformation und Codierung erfolgt. Zur Erläuterung des Verfahrensablaufs wird auf Fig. 2 Bezug genommen, welches ein Flußdiagramm darstellt. Nach dem Start in 11 wird in 12 die Gruppe mit der Gruppennummer $g = 1$ angesteuert. Die Gruppe $g = 0$ nimmt eine Sonderstellung ein, da sie einen Gleichanteil darstellt und für den Verfahrensablauf nicht weiter von Bedeutung ist. In 13 wird dann eine Entscheidung getroffen, ob die untersuchte Gruppe 9 das absolute Maximum des Betragswertes enthält.

Ist das der Fall, wird keine Unterdrückung der in dieser Gruppe befindlichen Spektralkomponenten durchgeführt, sondern nach 14 verzweigt, die zu untersuchende Gruppennummer in die nächstfolgende Nummer geändert und bei 15 eine Entscheidung herbeigeführt, ob alle Gruppen untersucht sind. Ist dies der Fall, so

ist die Untersuchung für den betreffenden Block abgeschlossen und die Routine 16 beendet. Es erfolgt dann bei der Gewinnung des nächsten Blocks ein Rücksprung zum Start 11 und die Routine beginnt erneut.

Ist dies noch nicht der Fall, so wird nach 13 zurückgesprungen und geprüft, ob die jetzt untersuchte Gruppe g das absolute Maximum enthält. Enthält die Gruppe g das absolute Maximum, wird in 17 geprüft, ob die untersuchte Gruppe im Bereich der Ordnungszahlen 1 bis 10 liegt. Ist dies der Fall, so ist in 18 die Schwelle 2 für die nicht Berücksichtigung oder Unterdrückung der Spektralkomponenten maßgebend, welche um 10 dB tiefer liegt als die Schwelle 1. Liegt die Gruppe außerhalb des Bereichs der Gruppen 1 bis 10 ist die Schwelle 1 in 19 maßgebend.

In 20 wird nun bei der Gerade untersuchten Gruppe g das Gruppenmaximum, d.h. die Spektralkomponente des maximalen Betragswerts in derselben Gruppe bestimmt. Anschließend findet eine Prüfung der weiteren Spektralkomponenten dieser Gruppe statt. Dazu wird in 21 zunächst die Spektralkomponente mit dem kleinsten Index innerhalb der gerade untersuchten Gruppe g untersucht. In 22 wird geprüft, ob die Spektralkomponente unterhalb der Schwelle 1 oder 2 liegt. Diese Prüfung erfolgt unter Berücksichtigung des Gruppenmaximums. Zu diesem Zweck wird die Differenz aus dem Gruppenmaximum und aus dem Betrag der jeweiligen Spektralkomponente gebildet. Ist die Differenz größer als die Schwelle, d.h. liegt die Spektralkomponente unterhalb der Schwelle 1 oder 2, wird die Spektralkomponente in 24 zum Unterdrücken markiert. Im anderen Fall erfolgt keine Markierung.

In 25 wird der Index der gerade untersuchten Spektralkomponente um 1 weitergezählt und in 26 geprüft, ob der Index i größer als der maximale Index der Gruppe ist. Ist das nicht der Fall, wird die nächste Gruppe 9 angesteuert. Ist das der Fall, wird die Spektralkomponente mit dem nächsten Index in gleicher Weise geprüft.

Nach Prüfung der Spektralkomponente mit dem Index 512 in der Gruppe der Nr. 25 ist, wie bereits erwähnt, die Prüfung beendet und es erfolgt bei der nun folgenden Codierung der transformierten Signalblöcke eine entsprechende Unterdrückung der markierten Spektralkomponenten. Bei Vorliegen des nächsten transformierten Signalblocks läuft das Verfahren dann wieder von vorne mit dem Start 11 ab.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Übertragung eines Audiosignals, bei dem das analoge Signal in ein digitales Signal umgewandelt, digital übertragen und wieder in ein analoges Signal umgesetzt wird, wobei vor der Übertragung das Signal in ein das Kurzzeitspektrum darstellendes Signal umgewandelt wird und Anteile dieses Signals auf Basis psycho-akustischer Gesetzmäßigkeiten bei der Codierung des zu übertragenden digitalen Signals unterhalb vorgegebener Schwellen nicht berücksichtigt werden, wobei der gesamte Frequenzbereich des Kurzzeitspektrums in Frequenzgruppen (g) aufgeteilt ist, die jeweils wenigstens eine Spektralkomponente enthalten und in jeder Gruppe (g) wenigstens eine erste Schwelle (1) definiert ist, die insbesondere auf den maximalen Betragswert der Spektralkomponenten der betreffenden Gruppe (g) bezogen ist,
dadurch gekennzeichnet, daß für die außerhalb psycho-akustisch differenzierbarer Frequenzbereiche liegenden Frequenzgruppen die Betragswerte des Kurzzeitspektrums die unterhalb dieser ersten Schwelle (1) liegen nicht berücksichtigt werden, und daß für die innerhalb eines ausgewählten Teilbereichs des psycho-akustisch differenzierbaren Frequenzbereiches liegenden Frequenzgruppen eine zweite, unterhalb der ersten Schwelle (1) liegende Schwelle (2) definiert ist, unterhalb der die Betragswerte des Kurzzeitspektrums ebenfalls nicht berücksichtigt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein psycho-akustisch differenzierbarer Frequenzbereich durch den Frequenzbereich vorzugsweise unterhalb von 1 kHz und/oder durch die Umgebung des absoluten Maximums (6) der Betragswerte des Kurzzeitspektrums gebildet sind.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der ausgewählte Teilbereich innerhalb des psycho-akustisch differenzierbaren Frequenzbereichs durch den Frequenzbereich unterhalb von 1 kHz gebildet ist.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Schwelle (2) um vorzugsweise 10 dB unterhalb der ersten Schwelle (1) liegt.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Schwelle (1) durch das logarithmierte Verhältnis von Effektivwert des maximalen Betragswertes der Spektralkomponenten jeder Gruppe (g) zur Wurzel aus der mittleren Energie aller Spektralkomponenten dieser Gruppe (g), multipliziert mit einem

konstanten Faktor von vorzugsweise 3 definiert ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Schwelle (1) auf einen Variationsbereich des logarithmierten Verhältnisses zwischen 30 dB und 70 dB begrenzt ist.
7. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der durch die Umgebung des absoluten Maximums (6) der Betragswerte des Kurzzeitspektrums gebildete Frequenzbereich mit dem Frequenzbereich übereinstimmt, den die das absolute Maximum der Betragswerte enthaltende Gruppe (g) einnimmt.

Claims

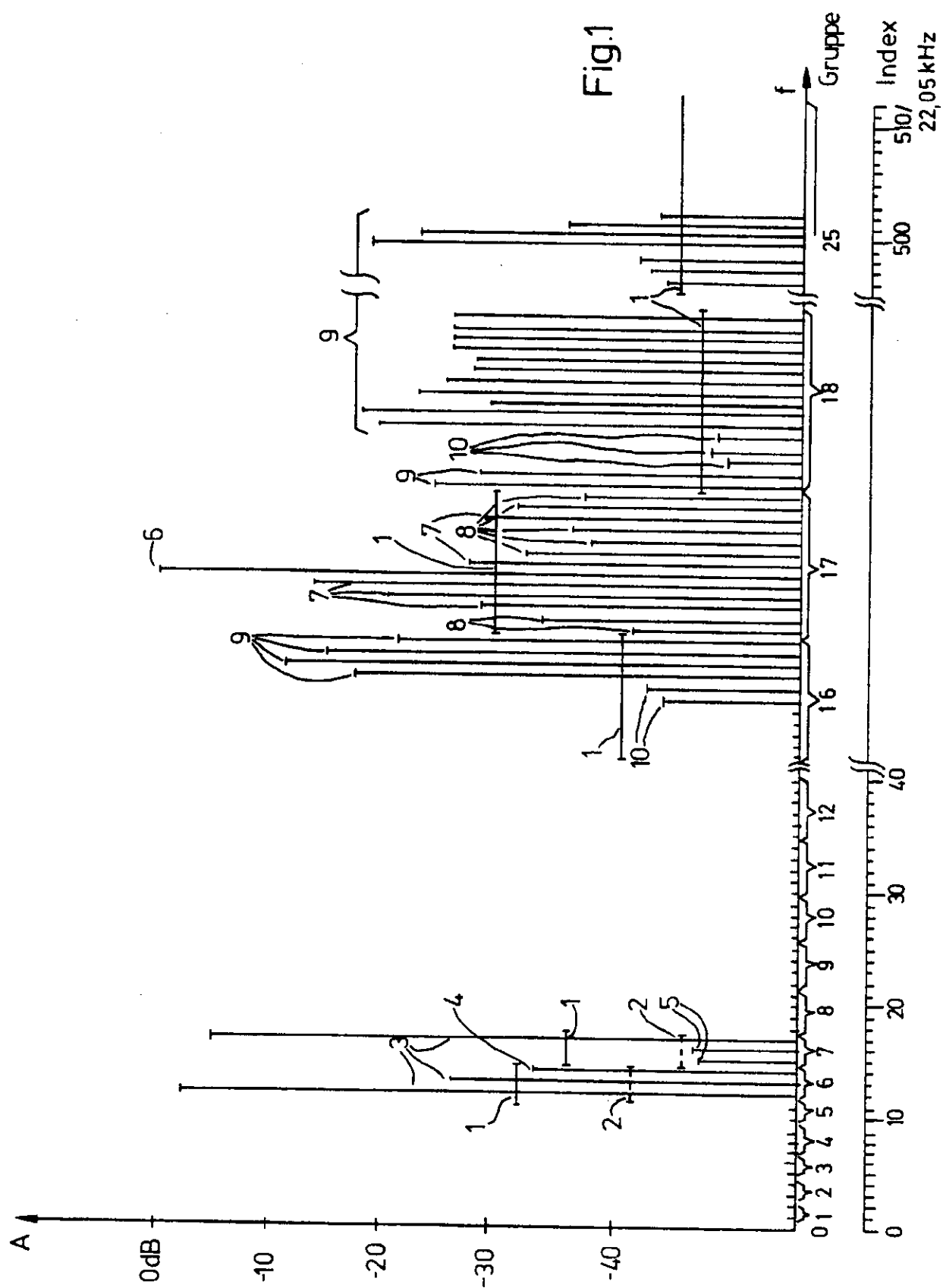
1. A method of transmitting an audio signal wherein the analogue signal is converted into a digital signal, is transmitted in digital form and is reconverted into an analogue signal, where prior to the transmission the signal is converted into a signal representing the short-term spectrum and on the basis of psycho-acoustic laws components of this signal are not taken into consideration in the coding of the digital signal to be transmitted below predetermined thresholds, where the entire frequency range of the short-term spectrum is divided into frequency groups (g) which in each case contain at least one spectral component and in each group (g) at least one first threshold (1) is defined which relates in particular to the maximum amount value of the spectral components of the respective group (g), characterised in that for the frequency groups lying outside of psycho-acoustically differentiable frequency ranges the amount values of the short-term spectrum which lie below this first threshold (1) are not taken into consideration and that for the frequency groups lying inside a selected sub-range of the psycho-acoustically differentiable frequency range a second threshold (2) is defined which lies below the first threshold (1) and below which the amount values of the short-term spectrum likewise are not taken into consideration.
2. A method as claimed in Claim 1, characterised in that a psycho-acoustically differentiable frequency range is formed by the frequency range preferably below 1 kHz and/or by the neighbourhood of the absolute maximum (6) of the amount values of the short-term spectrum.
3. A method as claimed in Claim 1, characterised in that the selected sub-range within the psycho-acoustically differentiable frequency range is formed by the frequency range below 1 kHz.
4. A method as claimed in one of Claims 1 to 3, characterised in that the second threshold (2) lies preferably 10 dB below the first threshold (1).
5. A method as claimed in Claim 1, characterised in that the first threshold (1) is defined by the logarithmized ratio of the effective value of the maximum amount value of the spectrum components of each group (g) to the root of the mean energy of all the spectral components of this group (g), multiplied by a constant factor of preferably 3.
6. A method as claimed in Claim 5, characterised in that the first threshold (1) is limited to a variation range of the logarithmized ratio between 30 dB and 70 dB.
7. A method as claimed in Claim 3, characterised in that the frequency range formed by the neighbourhood of the absolute maximum (6) of the amount values of the short-term spectrum is identical to the frequency range assumed by the group (g) containing the absolute maximum of the amount values.

Revendications

1. Procédé pour la transmission d'un signal audio, selon lequel le signal analogique est converti en un signal numérique, transmis par voie numérique et ensuite reconverti en un signal analogique, le signal étant transformé, avant la transmission, en un signal représentant le spectre instantané et des composantes de ce signal se trouvant en-dessous de seuils prédéterminés étant négligées lors du codage du signal numérique à transmettre, sur la base de lois naturelles psycho-acoustiques, la plage de fréquences entière du spectre instantané étant répartie en des groupes de fréquences (g) contenant au moins une composante spectrale et au moins un premier seuil (1) étant défini dans chaque groupe (g), qui se rapporte spécialement à la valeur absolue maximale des composantes spectrales du groupe concerné (g),

caractérisé en ce que pour les groupes de fréquences situées en-dehors des plages de fréquences discernables suivant des règles psychoacoustiques, les valeurs absolues du spectre instantané situées en-dessous de ce premier seuil (1), ne sont pas prises en considération, et que pour les groupes de fréquences situés à l'intérieur d'une plage de fréquences sélectionnée de la plage de fréquences psycho-acoustiquement discernable, il y a définition d'un deuxième seuil (2) situé en-dessous du premier seuil (1), en-dessous duquel les valeurs absolues du spectre instantané ne sont pas non plus prises en considération.

2. Procédé selon revendication 1, caractérisé en ce que,
une plage de fréquences psycho-acoustiquement discernable est formée de préférence en-dessous de 1kHz et/ou par l'environnement du maximum absolu (6) des valeurs absolues du spectre instantané.
3. Procédé selon revendication 1, caractérisé en ce que le segment sélectionné au sein de la plage de fréquences psycho-acoustiquement discernable est formé par la plage de fréquences située en-dessous de 1 kHz.
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'un deuxième seuil (2) est agencé de préférence à 10 dB en-dessous du premier seuil (1).
5. Procédé selon revendication 1, caractérisé en ce que le premier seuil (1) est défini par le rapport logarithmique entre la valeur effective de la valeur absolue maximale des composantes spectrales de chaque groupe (g) et la racine de l'énergie moyenne de toutes les composantes spectrales de ce groupe (g), multiplié par un facteur constant, de préférence 3.
6. Procédé selon revendication 5, caractérisé en ce que le premier seuil (1) est limité à un domaine de variation du rapport logarithmique entre 30dB et 70dB.
7. Procédé selon revendication 3, caractérisé en ce que la plage de fréquences formée par l'environnement du maximum absolu (6) des valeurs absolues du spectre instantané correspond à la plage de fréquences occupée par le groupe g contenant le maximum absolu des valeurs absolues.



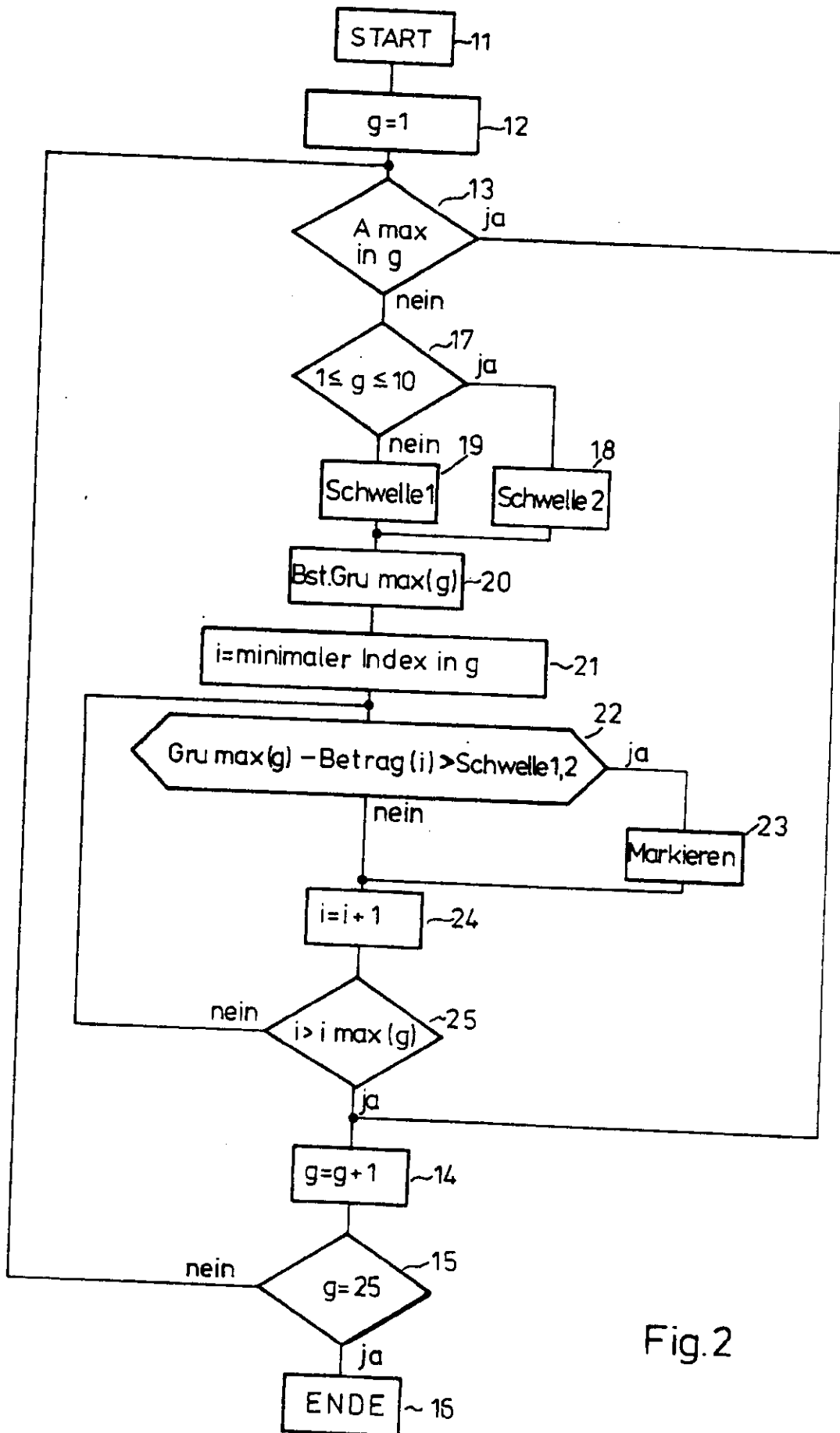
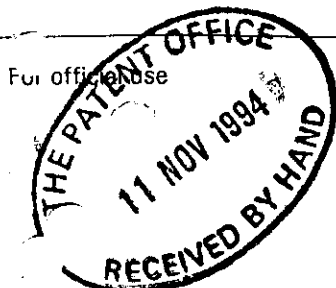


Fig.2

For office use



RECEIVED IN

17 NOV 1994

EUROPEAN
TRANSLATIONS

15NOV94 E101972-4 D02910
P54/7700 35.00

Your reference SP/N2716

Notes

Please type, or write in dark ink
using CAPITAL letters.

A prescribed fee is payable with
this form. For details, please
contact the Patent Office
(telephone 071 438 4700).

Paragraph 1 of Schedule 4 to the
Patents Rules 1990 governs the
completion and filing of this form.

This form must be filed in duplicate
and must be accompanied by a
translation into English, in duplicate,
of:

the whole description

those claims appropriate to
the UK (in the language of the
proceedings)

including all drawings, whether or
not these contain any textual
matter but excluding the front page
which contains bibliographic
information. The translation must
be verified to the satisfaction of the
Comptroller as corresponding to the
original text.

The
Patent
Office

Filing of translation of European Patent (UK) under Section 77(6)(a)

Form 54/77

Patents Act 1977

1 European Patent number

- 1 Please give the European Patent number:
0 277 613

2 Proprietor's details

- 2 Please give the full name(s) and address(es) of the proprietor(s) of the
European Patent (UK):

Name
DEUTSCHE THOMSON-BRANDT GMBH
Address
POSTFACH 1307
D-78003 VILLINGEN-SCHWENNINGEN
DE

Postcode

ADP number (if known):

3 European Patent Bulletin date

- 3 Please give the date on which the mention of the grant of the European Patent
(UK) was published in the European Patent Bulletin or, if it has not yet been
published, the date on which it will be published:

Date

30/11/1994

(day month year)

Please turn over



017DCS

4 Agent's details

4 Please give name of agent (if any):

WILLIAMS, POWELL & ASSOCIATES

5 Address for service

Please give a name and address in the United Kingdom to which all correspondence will be sent:

Name

WILLIAMS, POWELL & ASSOCIATES

Address

34 TAVISTOCK STREET
LONDON

Postcode WC2E 7PB

ADP number (if known) 5830310001

Signature

Signed



Date 10/11/1994

(day month year)

Reminder

Have you attached:

- ☒ one duplicate copy of this form?
- ☒ two copies of the translation including any drawing (verified to the satisfaction of the Comptroller)?
- ☐ any continuation sheets (if appropriate)?

5 An address for service in the United Kingdom must be supplied.

Please sign here



GREAT BRITAIN)
ENGLAND)
LONDON)

IN THE MATTER OF an Application
for a Hong Kong Registration
Patent

I, Derek Ernest LIGHT BA BDÜ,
do hereby certify:

THAT I am a Technical Translator to RWS Translations Ltd., of
Europa House, Marsham Way, Gerrards Cross, Buckinghamshire,
England and known as such to the undersigned Notary Public;
THAT I have a competent knowledge of the German and English
languages;

AND THAT, to the best of my knowledge and belief, the attached
document is a true and correct translation of the cover page of
the European Patent in the name of
Deutsche Thomson-Brandt GmbH
granted under No. 0,277,613

Signed by DEREK ERNEST LIGHT)
For and on behalf of RWS Translations Ltd.)
This 21st day of November)
1995)

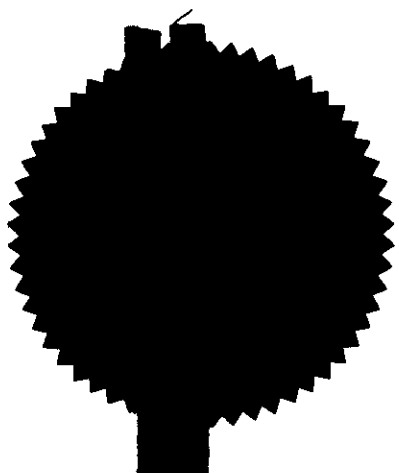
D. Light
DEREK ERNEST LIGHT

I hereby certify the authenticity of the above signature of
DEREK ERNEST LIGHT whose identity I attest.

London, the 21st day of November 1995

Nicholas R R Smith
NOTARY PUBLIC OF LONDON ENGLAND

NICHOLAS R R SMITH



19 European Patent Office
European Patent Office
European Patent Office

11 Publication No.: 0 277 613 B1

12 EUROPEAN PATENT SPECIFICATION

45 Date of publication of the
patent specification:
30.11.94 Bulletin 94/48

51 Int. Cl.⁵: H03M 7/30, H04B 1/66

21 Application No.: 88101359.3

22 Filing date: 30.01.88

54 Audio signal transmission method.
[Title as printed]

30 Priority: 03.02.87 DE 3703143

56 Cited documents:
RUNDFUNKTECHNISCHE MITTEILUNGEN,
volume 30, No. 3, May/June 1986,
pages 117-123; D. KRAHE: "Ein
Verfahren zur Datenreduktion bei
digitalen Audiosignalen unter
Ausnutzung psychoakustischer
Phänomene"

43 Date of publication of the
application:
10.08.88 Bulletin 88/32

45 Publication of the notice
of the patent grant:
30.11.94 Bulletin 94/48

73 Patent proprietor: Deutsche
Thomson-Brandt GmbH
P.O. Box 1307
D-78003 Villingen-Schwenningen (DE)

84 Designated contracting States:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

56 Cited documents:
EP-A- 0 193 143
EP-A- 0 251 028

72 Inventor: Ernst Schröder Dipl.-Ing.
Pinkenburger Strasse 250
D-3000 Hannover 91 (DE)
Inventor: Walter Voessing Dipl.-Ing.
Am Weingarten 14
D-3015 Wennigsen 1 (DE)

EP 0 277 613 B1

Note: Within nine months from the publication of the notice of the grant of the European patent in the European Patent Bulletin, any person may lodge opposition to the granted European patent at the European Patent Office. The opposition shall be filed in writing and the grounds thereof shall be stated. It shall be deemed to have been filed only when the opposition fee has been paid (Art. 99(1) of the European Patent Convention).

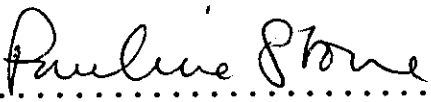
Jouve, 18, rue Saint-Denis, 75001 PARIS

**PATENTS ACT - 1977
AND PATENTS (AMENDMENT) RULES 1987**

IN THE MATTER OF
EUROPEAN PATENT (UK)
No. 0 277 613

I, Pauline Stone MITI, of 7 Hillbrow Road, Brighton,
East Sussex, BN1 5JP, Great Britain, fully conversant with
the German and English languages, hereby certify that to the
best of my knowledge and belief the following is a true
translation into the English language of the above-mentioned
European Patent.

Signed this 8th day of September 1994


.....
(Pauline Stone)

The invention relates to a method of transmitting an audio signal wherein components of this signal lying below predetermined thresholds are not taken into consideration in the coding.

Such a method has already been disclosed in EP-A-0 193 143.

With the aid of this method it is possible to keep small the band width required for the transmission in order to manage with a narrow-band channel, to be able to simultaneously transmit as many audio signals as possible on an existing channel or to enable an existing mass memory to be utilized as efficiently as possible. Here use is made of the recognition that on the basis of psycho-acoustic characteristics of hearing not all components of an audio presentation are perceived by the listener, and thus are irrelevant from the standpoint of information technology. These components, which would occupy a substantial part of the normally required transmission capacity, are omitted.

In EP-A-0 251 028 (published on 7.1.88) and in D. Krahé, Rundfunktech. Mitteilungen, 30 (1986), Vol. 3, p. 117-123, in the short-term spectrum of an audio signal, components of this signal lying below predetermined thresholds are not taken into consideration in the coding.

It has proved that in order to decide which components can be omitted, various criteria must be considered individually or in combination with other criteria. If this consideration is not made, in the event of specific, unusual sound phenomena the omission of specific components can lead to unsatisfactory audio effects.

Therefore the aim of the invention is to provide a method of transmitting an audio signal wherein a data reduction is effected in such manner that even in the case of unusual sound phenomena no impairment of the audio impression occurs.

This aim is fulfilled in a method according to the preamble of Claim 1 by the features described in the characterising part of the Claim.

In the conversion of the signal into a signal representing the short-term spectrum, which takes place by block-by-block transformation, spectral components can arise which are not present in the long-term spectrum. The taking into consideration of these spectrum components in the reconversion is important in order to regain a true image of the original signal. If the spectral components were suppressed in the course of the data reduction, this would lead to a perceptible adulteration of the audio presentation.

However, one of the measures for data reduction consists precisely in suppressing or not taking into consideration spectral components with an amount value below a predetermined threshold. The basic permissibility of this measure in the face of the contradictory requirement of high playback quality is based on the psycho-acoustic masking effect.

However, it has now proved that this masking effect cannot always be utilized when the suppression relates to spectral components which have additionally arisen as a result of the block-by-block transformation in the short-term spectrum. This applies even when the spectral components lie below the threshold at which the suppression of other spectral components would not lead to audible reductions in quality.

It would be desirable to be able to distinguish the additional spectral components produced as a result of the block-by-block transformation from the other spectral components, thereby facilitating an identifiable classification into "essential" and "unessential" spectral components. This is not the case however.

Therefore suppression of the spectral components must be limited in those frequency ranges in which a masking effect is not definitely assured. In order nevertheless to be able to retain the data reduction by suppression of spectral components of a small amount values, below a first defined threshold this measure is carried out only in frequency ranges lying outside of psycho-acoustically differentiatable frequency ranges.

A further development of the invention provides concrete frequency ranges in which the masking effect is not assured and therefore suppression of spectral components can be disadvantageous. These consist on the one hand of the low frequency range below approximately 1 kHz and on the other

hand of the direct vicinity of the largest spectral component of the audio signal. The specification of the latter frequency range is based on the recognition that here the "essential" spectral components occur with a particularly high degree of probability and their suppression is still of a quality-reducing influence even when their amount values are well below the predetermined threshold.

Additional further developments and advantageous embodiments of the invention are described in the claims, the description and the drawing which illustrates an exemplary embodiment.

In the drawing:

Fig. 1 illustrates a block of an audio signal transformed into the frequency domain in an amount value diagram; Fig. 2 is a flow diagram illustrating the method according to the invention.

The signal illustrated in Fig. 1 occurs in that a low-pass-filtered audio signal is converted by an analogue-digital converter into a digital signal, a specific portion of the digital audio signal is cut out of the long-term signal through a time window, and the block thus obtained is transformed from the time domain into the frequency domain.

In the exemplary embodiment the frequency axis is divided into 513 locations with the indices 0 ... 512 which can be assigned spectral components. Several of these locations

are combined to form frequency groups of which there are a total of 26. The number of locations for spectral components in the individual frequency groups g differs and increases from low frequency groups in the direction of higher frequency groups.

Because of the large number of locations, a scale representation over the frequency axis has been omitted. Only those ranges which are of significance in terms of the explanation of the solution according to the invention have been shown in expanded form. This is the frequency range below somewhat above 1 kHz, represented here by the groups 0 to 12, and the other frequency range from which as an example the groups 16, 17 and 18 have been selected.

On the ordinate the amounts of the spectral components have been logarithmized and related to the value of the absolute maximum. The spectrum illustrated in the drawing is a short-term spectrum, the spectral lines of which on the one hand have been produced by the original signal, but on the other hand have also been produced as a result of the block-by-block transformation, thus by convolution of the signal function with the transform of the time window function.

The spectral lines additionally produced as a result of the block-by-block transformation are also of significance in order to regain a true image of the original signal after the transmission and reconversion of the signal from the frequency domain into the time domain.

In order to save transmission- and storage capacity during transmission or storage, previously spectral components below a threshold 1, which latter in each group g relates specifically to the maximum amount value of the spectral components of this group g and is defined by the logarithmized ratio of the effective value of the maximum amount value to the root of the mean energy of all the spectral components of this group multiplied by a factor 3, have not been taken into consideration or have been suppressed, e.g. set at a very small amount value or zero. However, this can lead to unsatisfactory results if those spectral components which are not taken into consideration have additionally arisen as a result of the block-by-block transformation. As these spectral components cannot however be distinguished from the other spectral components, as a deviation from the general practice of not taking into consideration or suppressing spectral components which lie below the threshold 1, the method is modified in the following manner.

In the range below approximately 1 kHz, i.e. here the groups 1 to 10, an additional threshold 2 is defined which is arranged below the threshold 1, preferably 10 dB below this threshold. If spectral components, e.g. the spectral components designated 3, lie above the threshold 1, they are coded and transmitted. If they lie below the threshold 1 but still above the threshold 2, as is the case with the spectral component 4, they are likewise transmitted. Only in the case of the spectral components designated 5, which also lie below the threshold 2, does suppression take place.

A further modification occurs in the close vicinity of the absolute maximum of the amount values of the spectrum. In the case of the spectrum serving as an example, the spectral component with the highest amount value 6 is present in group 17. Irrespectively of whether the adjacent spectral components 7 and 8 lie above the threshold 1 as in the case of the spectral components 7, or below the threshold 1 as in the case of the spectral components 8, no suppression takes place. This applies independently of which group g the spectral component 6 with the absolute maximum of the amplitude value occurs in. Even when this is the case in the frequency range of groups 0 to 10, no suppression of the spectral components takes place.

In the adjoining lower and upper groups 16 and 18 on the other hand, the spectral components lying above the threshold 1, here designated 9, are transmitted and those spectral components 10 lying below the threshold 1 are suppressed.

The implementation of the method is expediently carried out using the same computer with which the transformation and coding are carried out. In explanation of the process flow reference is made to Fig. 2 which represents a flow diagram.

After the start at 11, the group with the group number $g=1$ is addressed at 12. The group $g=0$ assumes a special position as it represents a direct component and is of no further significance to the process flow. Then at 13 a

decision is made whether the investigated group 9 contains the absolute maximum of the amount value.

If this is so, no suppression of the spectral components present in this group is carried out, but a branch is made to 14, the group number to be investigated is changed to the following number and at 15 a decision is made as to whether all the groups have been investigated. If this is so, this completes the investigation for the respective block and the routine 16 is ended. Then in the acquisition of the next block a jump-back is made to the start 11 and the routine recommences.

If this is not so, a jump-back is made to 13 and it is checked whether the group g now being investigated contains the absolute maximum. If the group g contains the absolute maximum, at 17 it is checked whether the group being investigated is in the range of the ordinal numbers 1 to 10.

If so, at 18 the threshold 2 determines the non-consideration or suppression of the spectral components, which threshold 2 is 10 dB lower than the threshold 1. If the group lies outside of the range of the groups 1 to 10, the threshold 1 is determinative at 19.

At 20, in the case of group g currently being investigated the group maximum, i.e. the spectral component of the maximum amount value in the same group, is defined. Then the other spectral components of this group are checked. For this purpose at 21 firstly the spectral component with the smallest index within the group g currently being

investigated is examined. At 22 it is checked whether the spectral component lies below the threshold 1 or 2. This checking procedure takes place taking into consideration the group maximum. For this purpose the difference is formed between the group maximum and the amount of the respective spectral component. If the difference is greater than the threshold, i.e. if the spectral component is below the threshold 1 or 2, the spectral component is marked at 24 for suppression. Otherwise no marking takes place.

At 25 the index of the spectral component currently being investigated is advanced by 1 and at 26 it is checked whether the index i is greater than the maximum index of the group. If this is not so, the next group 9 is addressed. If this is so, the spectral component with the next index is checked in the same way.

Following the checking of the spectral component with the index 512 in group number 26, as already mentioned the checking procedure is completed and in the coding of the transformed signal blocks which now follows a corresponding suppression of the marked spectral components takes place. On the occurrence of the next transformed signal block, the process then recommences from the start 11.

Claims

1. A method of transmitting an audio signal wherein the analogue signal is converted into a digital signal, is transmitted in digital form and is reconverted into an analogue signal, where prior to the transmission the signal is converted into a signal representing the short-term spectrum and on the basis of psycho-acoustic laws components of this signal are not taken into consideration in the coding of the digital signal to be transmitted below predetermined thresholds, where the entire frequency range of the short-term spectrum is divided into frequency groups (g) which in each case contain at least one spectral component and in each group (g) at least one first threshold (1) is defined which relates in particular to the maximum amount value of the spectral components of the respective group (g), characterised in that for the frequency groups lying outside of psycho-acoustically differentiable frequency ranges the amount values of the short-term spectrum which lie below this first threshold (1) are not taken into consideration and that for the frequency groups lying inside a selected sub-range of the psycho-acoustically differentiable frequency range a second threshold (2) is defined which lies below the first threshold (1) and below which the amount values of the short-term spectrum likewise are not taken into consideration.

2. A method as claimed in Claim 1, characterised in that a psycho-acoustically differentiable frequency range is formed by the frequency range preferably below 1 kHz and/or by the

neighbourhood of the absolute maximum (6) of the amount values of the short-term spectrum.

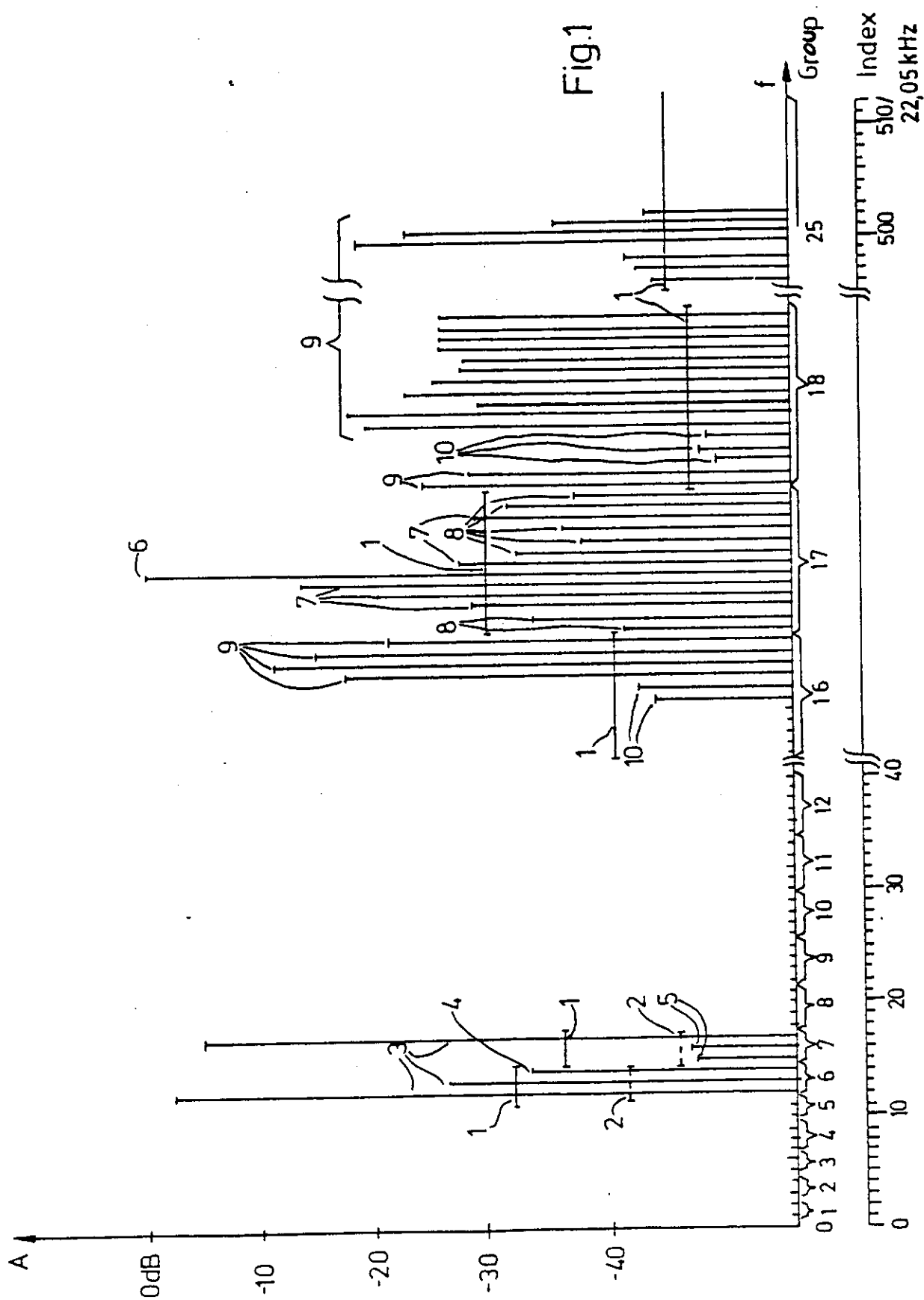
3. A method as claimed in Claim 1, characterised in that the selected sub-range within the psycho-acoustically differentiable frequency range is formed by the frequency range below 1 kHz.

4. A method as claimed in one of Claims 1 to 3, characterised in that the second threshold (2) lies preferably 10 dB below the first threshold (1).

5. A method as claimed in Claim 1, characterised in that the first threshold (1) is defined by the logarithmized ratio of the effective value of the maximum amount value of the spectrum components of each group (g) to the root of the mean energy of all the spectral components of this group (g), multiplied by a constant factor of preferably 3.

6. A method as claimed in Claim 5, characterised in that the first threshold (1) is limited to a variation range of the logarithmized ratio between 30 dB and 70 dB.

7. A method as claimed in Claim 3, characterised in that the frequency range formed by the neighbourhood of the absolute maximum (6) of the amount values of the short-term spectrum is identical to the frequency range assumed by the group (g) containing the absolute maximum of the amount values.



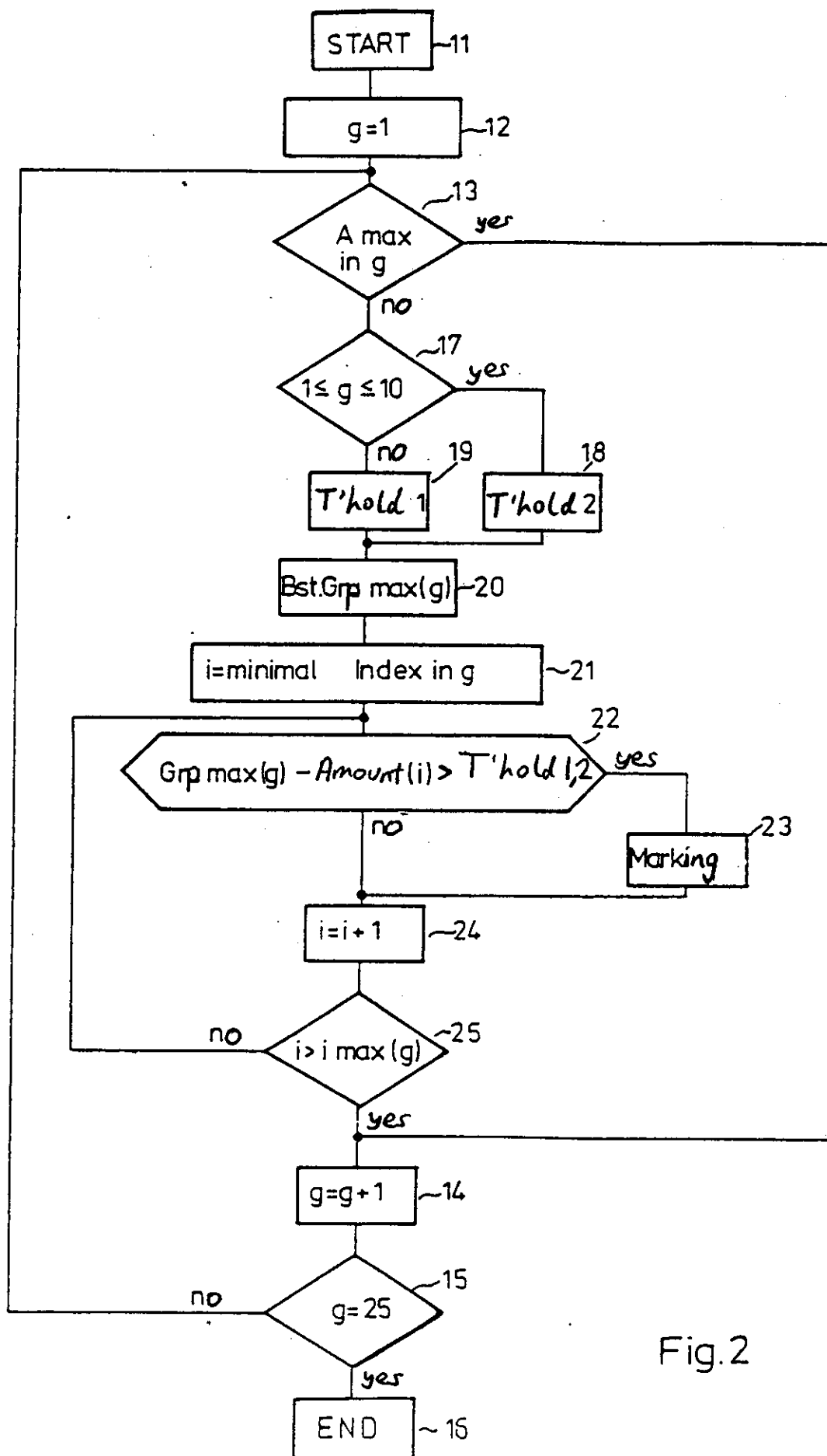


Fig.2

REGISTER ENTRY FOR EP0277613

European Application No EP88101359.3 filing date 30.01.1988

Application in German

Priority claimed:

03.02.1987 in Federal Republic of Germany - doc: 3703143

Designated States BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE AT

Title AUDIO SIGNAL TRANSMISSION METHOD

Applicant/Proprietor

DEUTSCHE THOMSON-BRANDT GMBH, Postfach 1307, D-7730

Villingen-Schwenningen, Federal Republic of Germany [ADP No. 50257070003]

Inventors

ERNST SCHRÖDER DIPL.-ING., Pinkenburger Strasse 25D, D-3000 Hannover 91,
Federal Republic of Germany [ADP No. 55868806001]

WALTER VOESSING DIPL.-ING., Am Weingarten 14, D-3015 Wennigsen 1, Federal
Republic of Germany [ADP No. 55868814001]

Classified to

H4R

H03M H04B

Address for Service

WILLIAMS, POWELL & ASSOCIATES, 34 Tavistock Street, LONDON, WC2E 7PB,
United Kingdom [ADP No. 05830310001]

EPO Representative

DIPL.-ING. PETER KÖRNER, Deutsche Thomson-Brandt GmbH Patent- und
Lizenzabteilung Göttinger Chaussee 76, D-3000 Hannover 91, Federal
Republic of Germany [ADP No. 50408582001]

Publication No EP0277613 dated 10.08.1988 and granted by EPO 30.11.1994.

Publication in German

Examination requested 30.10.1990

Patent Granted with effect from 30.11.1994 (Section 25(1)) with title AUDIO
SIGNAL TRANSMISSION METHOD. Translation filed 11.11.1994

11.12.1989 Notification from EPO of change of Applicant/Proprietor details
from

DEUTSCHE THOMSON-BRANDT GMBH, Postfach 1307, D-7730
Villingen-Schwenningen, Federal Republic of Germany

[ADP No. 50257070003]

to

DEUTSCHE THOMSON-BRANDT GMBH, Hermann-Schwer-Strasse 3 Postfach
1307, D-7730 Villingen-Schwenningen, Federal Republic of Germany

[ADP No. 50257070001]

Entry Type 25.14 Staff ID. RD06 Auth ID. EPT

18.06.1990 EPO: Search report published on 18.07.1990

Entry Type 25.11 Staff ID.

Auth ID. EPT

REGISTER ENTRY FOR EP0277613 (Cont.)

PAGE: 2

28.10.1994 Notification from EPO of change of Applicant/Proprietor details
from

DEUTSCHE THOMSON-BRANDT GMBH, Hermann-Schwer-Strasse 3 Postfach
1307, D-7730 Villingen-Schwenningen, Federal Republic of Germany

[ADP No. 50257070001]

to

DEUTSCHE THOMSON-BRANDT GMBH, Postfach 1307, D-78003
Villingen-Schwenningen, Federal Republic of Germany

[ADP No. 50257070001]

Entry Type 25.14 Staff ID. RD06 Auth ID. EPT

**** END OF REGISTER ENTRY ****

OA80-01
EP

OPTICS - PATENTS

10/11/95 14:16:43
PAGE: 1

RENEWAL DETAILS

PUBLICATION NUMBER EP0277613 /

PROPRIETOR(S)

Deutsche Thomson-Brandt GmbH, Postfach 1307, D-78003
Villingen-Schwenningen, Federal Republic of Germany

DATE FILED 30.01.1988 /

DATE GRANTED 30.11.1994 /

DATE NEXT RENEWAL DUE 30.01.1996

DATE NOT IN FORCE

DATE OF LAST RENEWAL 09.01.1995

YEAR OF LAST RENEWAL 08

STATUS PATENT IN FORCE /

**** END OF REPORT **** /