



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2005 044 970 A1 2007.03.22

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2005 044 970.0

(22) Anmeldetag: 20.09.2005

(43) Offenlegungstag: 22.03.2007

(51) Int Cl.⁸: H04J 11/00 (2006.01)

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

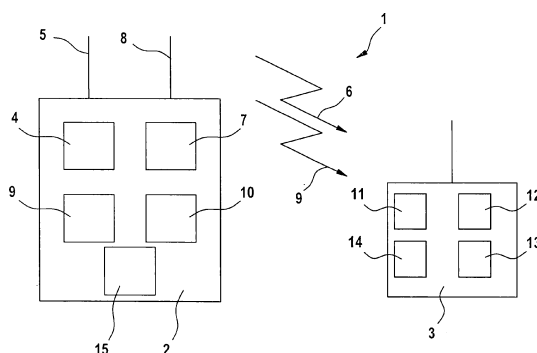
(72) Erfinder:

Hofmann, Frank, 31139 Hildesheim, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Übertragen und Empfangen von Informationen in einem digitalen Übertragungssystem sowie eine Empfangseinrichtung und eine Sendeeinrichtung für ein digitales Übertragungssystem**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Übertragen eines Datenstromes in einem digitalen Übertragungssystem, wobei der Datenstrom in einem Sendesignal mit aufeinanderfolgenden OFDM-Symbolen übertragen wird, wobei eine Anzahl von OFDM-Symbolen in einem Übertragungsrahmen zusammengefasst sind, wobei eine Anzahl von Übertragungsrahmen in einem Übertragungs-Superrahmen übertragen werden, wobei jeder Übertragungs-Superrahmen einen Informationsblock mit einem oder mehreren OFDM-Symbolen an einer festgelegten Position des Übertragungs-Superrahmens aufweist, wobei ein erstes Sendesignal (6) mit einem ersten Datenstrom in einem ersten Trägerfrequenzbereich und ein zweites Sendesignal mit einem zweiten Datenstrom mit gleichem Informationsgehalt wie der erste Datenstrom in einem zweiten Trägerfrequenzbereich übertragen werden, wobei die Zeitdauer der Übertragungs-Superrahmen des ersten Sendesignals (6) ein ganzzahliges Vielfaches der Zeitdauer der Übertragungs-Superrahmen des zweiten Sendesignals ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Übertragen von Informationen in einem digitalen Übertragungssystem, insbesondere in einem DRM-Übertragungssystem (DRM: Digital Radio Mondiale). Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Wechseln des Empfangs zwischen zwei Empfangssignalen auf verschiedenen Trägerfrequenzen in einem digitalen Übertragungssystem. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Empfangseinrichtung in einem digitalen Übertragungssystem sowie eine Sendeeinrichtung zum Übertragen von Informationen in einem digitalen Übertragungssystem.

Stand der Technik

[0002] Das digitale Übertragungssystem Digital Radio Mondiale (DRM-System) wurde für die Frequenzbänder unterhalb 30 MHz von einem weltweiten Konsortium entwickelt und im Jahr 2001 standardisiert (ETSI TS 101980). Das DRM-System wurde von der Übertragungstechnik und den Übertragungsparametern speziell für die Lang-, Mittel- und Kurzwelle ausgelegt. Inzwischen gibt es Bestrebungen für eine Erweiterung des Systems auf das VHF-Band. Da sich die Ausbreitungseigenschaften in diesem erweiterten Frequenzband aber wesentlich von denen der herkömmlichen Frequenzbänder unterscheiden, muss für eine effektive Übertragung das System erweitert werden.

[0003] Ein wichtiges Merkmal beim DRM-Übertragungssystem ist die Alternativfrequenz-Umschaltung. Unter Alternativfrequenz-Umschaltung versteht man das Umschalten von einem Sendesignal auf einer ersten Trägerfrequenz auf ein Sendesignal auf einer zweiten Trägerfrequenz. Ein solches Umschalten wird z.B. durchgeführt, wenn sich auf der ersten Trägerfrequenz die Empfangsqualität verschlechtert oder niedrig ist und ein Programm gleichen Informationsgehalts auf einer weiteren Trägerfrequenz gesendet wird. Eine solche Vorgehensweise ist auch beim herkömmlichen analogen Rundfunk als FM-RDS bekannt.

[0004] Da es sich bei einem DRM-System üblicherweise um ein Ein-Empfänger-System handelt, das zu einem Zeitpunkt nur ein Sendesignal auf einer Trägerfrequenz empfangen und dekodieren kann, besteht ein Problem darin, so zwischen Trägerfrequenzen umzuschalten, dass z.B. beim Radioempfang keine hörbare Störung des Ausgabesignals auftritt, bzw., dass der übertragene Datenstrom im wesentlichen lückenlos empfangen wird.

[0005] Das DRM-System nutzt als Übertragungsverfahren OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), welches aus dem Stand der Technik bekannt ist. Die Übertragung der Daten erfolgt an-

hand von nacheinander gesendeten OFDM-Symbolen. Bei der Anpassung des DRM-Systems auf erweiterte Trägerfrequenzen ist es sinnvoll, die OFDM-Symboldauer aufgrund anderer Kanaleigenschaften unterschiedlich zu wählen. Für die Erweiterung des DRM-Systems auf Trägerfrequenzen in einem weiteren Übertragungsband sind daher also neue OFDM-Parameter festzulegen. Bei höheren Trägerfrequenzen, wie z.B. im VHF-Band, ist z.B. die Symboldauer wesentlich kürzer zu wählen. Folglich wird eine größere Anzahl von OFDM-Symbolen in einer bestimmten Zeitdauer gesendet.

[0006] Um die OFDM-Symbole dekodieren zu können, ist beim Wechsel auf eine solche weitere Trägerfrequenz eine erneute Kanalschätzung notwendig, da die Kanalschätzung auf der Trägerfrequenz des Sendesignals nicht weitergeführt werden kann und noch keine aktuelle Kanalschätzung für das Sendesignal auf der weiteren Trägerfrequenz, auf das gewechselt wird, vorliegt.

Aufgabenstellung

[0007] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Übertragen von Informationen in einem digitalen Übertragungssystem zur Verfügung zu stellen, das es ermöglicht, empfängerseitig eine nicht wahrnehmbare bzw. lückenlose Umschaltung zwischen zwei Trägerfrequenzen durchzuführen. Es ist weiterhin Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Wechseln des Empfangens zwischen zwei Empfangssignalen in einem digitalen Übertragungssystem zur Verfügung zu stellen. Es ist weiterhin Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Empfangseinrichtung für ein digitales Übertragungssystem zur Verfügung zu stellen, mit der ein Wechsel des Empfangens zwischen Sendesignalen durchgeführt werden kann. Es ist weiterhin Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Sendeeinrichtung zur Verfügung zu stellen, die es ermöglicht, empfängerseitig eine möglichst nicht wahrnehmbare bzw. lückenlose Umschaltung beim Wechsel zwischen dem Empfangen von zwei Sendesignalen auf verschiedenen Trägerfrequenzen durchzuführen.

[0008] Diese Aufgaben werden durch das Verfahren zum Übertragen von Informationen in einem digitalen Übertragungssystem nach Anspruch 1, das Verfahren zum Wechsel des Empfangens zwischen zwei Empfangssignalen nach Anspruch 6, die Empfangseinrichtung für ein digitales Übertragungssystem nach Anspruch 9 sowie die Sendeeinrichtung zum Übertragen von Informationen in einem digitalen Übertragungssystem nach Anspruch 12 gelöst.

[0009] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0010] Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zum Übertragen eines Datenstromes in einem digitalen Übertragungssystem vorgesehen. Der Datenstrom wird in einem Sendesignal mit aufeinander folgenden OFDM-Symbolen übertragen, wobei eine Anzahl von OFDM-Symbolen in einem Übertragungsrahmen zusammengefasst sind. Eine Anzahl von Übertragungsrahmen werden in einem Übertragungs-Superrahmen übertragen, wobei jeder Übertragungs-Superrahmen einen Informationsblock mit einem oder mehreren OFDM-Symbolen in einer festgelegten Position des jeweiligen Übertragungs-Superrahmens aufweist, wobei ein erstes Sendesignal mit einem ersten Datenstrom in einem ersten Trägerfrequenzbereich und ein zweites Sendesignal mit einem zweiten Datenstrom mit gleichem Informationsgehalt wie der erste Datenstrom in einem zweiten Trägerfrequenzbereich übertragen werden. Die Zeitdauer der Übertragungs-Superrahmen des ersten Sendesignals ist ein ganzzahliges Vielfaches der Zeitdauer der Übertragungs-Superrahmen des zweiten Sendesignals.

[0011] Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, dass beim Wechsel zwischen dem Empfangen von Sendesignalen auf verschiedenen Trägerfrequenzen möglichst keine Unterbrechung im übertragenen Datenstrom auftritt.

[0012] Vorzugsweise wird der Informationsblock der Übertragungs-Superrahmen des ersten Sendesignals zumindest teilweise zeitlich überlappend mit einem der Informationsblöcke der Übertragungs-Superrahmen des zweiten Sendesignals gesendet. Dies ermöglicht ein Umschalten des Empfangens zwischen den Sendesignalen während des Informationsblockes.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird mindestens einem der Informationsblöcke der Übertragungs-Superrahmen des zweiten Sendesignals eine Wechselinformation hinzugefügt, die angibt, bei welchen Informationsblöcken des zweiten Sendesignals ein Informationsblock des ersten Sendesignals zeitlich überlappend gesendet wird.

[0014] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform können zur Unterstützung einer Kanalschätzung in den ersten und in den zweiten Übertragungs-Superrahmen Pilotsignale vorgesehen werden, wobei die zweite Trägerfrequenz höher ist als die erste Trägerfrequenz, wobei zur Durchführung der Kanalschätzung bestimmte Dichten der Pilotsignale in den Sendesignalen in den Übertragungs-Superrahmen abhängig von Kanaleigenschaften der Sendesignale benötigt werden, wobei die Dichte der Pilotsignale des zweiten Sendesignals gegenüber der bestimmten Dichte der Pilotsignale in den Übertragungs-Superrahmen des zweiten Sendesignals erhöht gewählt

wird.

[0015] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zum Wechseln des Empfangens zwischen zwei Empfangssignalen vorgesehen, wobei die Empfangssignale OFDM-Symbole umfassen, wobei eine Anzahl von OFDM-Symbolen in einem Übertragungsrahmen zusammengefasst sind, wobei eine Anzahl von Übertragungsrahmen in einem Übertragungs-Superrahmen übertragen werden. Jeder Übertragungs-Superrahmen weist einen Informationsblock mit einem oder mehreren OFDM-Symbolen an einer festgelegten Position des Übertragungs-Superrahmen auf wobei zwischen dem Empfangen eines ersten der Empfangssignale und des Empfangens eines zweiten der Empfangssignale während eines Zeitbereichs gewechselt wird, in dem sowohl in dem ersten als auch in dem zweiten Empfangssignal der Informationsblock übertragen wird.

[0016] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine Empfangseinrichtung in einem digitalen Übertragungssystem zum Empfangen eines Empfangssignals vorgesehen. Die Empfangseinrichtung umfasst eine Empfangseinheit zum Empfangen wahlweise eines ersten Empfangssignals in einem ersten Trägerfrequenzbereich und eines zweiten Empfangssignals in einem zweiten Trägerfrequenzbereich. Die Empfangssignale umfassen OFDM-Symbole, wobei jeweils eine Anzahl von OFDM-Symbolen in einem Übertragungsrahmen zusammengefasst sind, wobei eine Anzahl von Übertragungsrahmen in einem Übertragungs-Superrahmen enthalten sind. Jeder Übertragungs-Superrahmen weist einen Informationsblock mit einem oder mehreren OFDM-Symbolen an einer festgelegten Position des Übertragungs-Superrahmen auf. Die Empfangseinrichtung umfasst weiterhin eine Wechseleinrichtung zum Durchführen eines Wechsels zwischen dem Empfangen des ersten und des zweiten Empfangssignals, wobei die Wechseleinrichtung gestaltet ist, um den Wechsel zwischen den Empfangssignalen während eines Zeitbereichs durchzuführen, wobei der Zeitbereich dadurch definiert ist, dass sowohl in dem ersten als auch in dem zweiten Empfangssignal der Informationsblock übertragen wird.

[0017] Vorzugsweise ist eine Detektionseinheit zum Auswerten einer in dem Informationsblock des zweiten Empfangssignals enthaltenen Wechselinformation vorgesehen, wobei die Wechselinformation zumindest angibt, bei welchen Informationsblöcken des zweiten Empfangssignals der Informationsblock des ersten Empfangssignals zumindest teilweise überlappend gesendet wird. Die Detektionseinheit steuert die Wechseleinrichtung an, um einen Wechsel zwischen den Empfangssignalen durchzuführen, während in beiden Empfangssignalen der Informations-

block übertragen wird.

[0018] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist eine Kanalschätzeinheit vorgesehen, um eine Kanalschätzung zumindest mit Hilfe von in dem ersten und in dem zweiten Empfangssignal vorgesehenen Informationsblöcken enthaltenen Pilotsignalen durchzuführen.

[0019] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine Sendeeinrichtung zum Übertragen eines Datenstromes in einem digitalen Übertragungssystem vorgesehen. Der Datenstrom in einem Sendesignal wird mit aufeinanderfolgenden OFDM-Symbolen übertragen, wobei jeweils eine Anzahl von OFDM-Symbolen in einem Übertragungsrahmen zusammengefasst sind, wobei eine Anzahl von Übertragungsrahmen in einem Übertragungs-Superrahmen zusammengefasst sind, wobei der Übertragungs-Superrahmen einen Informationsblock mit einem oder mehreren OFDM-Symbolen an einer festgelegten Position des Übertragungs-Superrahmen aufweist. Die Sendeeinrichtung umfasst eine erste Sendeeinheit zum Übertragen eines ersten Datenstromes in einem ersten Trägerfrequenzbereich und eine zweite Sendeeinheit zum Übertragen eines zweiten Datenstromes in einem zweiten Trägerfrequenzbereich. Die erste und die zweite Sendeeinheit sind so aufeinander abgestimmt, dass die Zeitdauern der Übertragungs-Superrahmen des ersten Sendesignals auf ein ganzzahliges Vielfaches der Zeitdauer des Übertragungs-Superrahmen des zweiten Sendesignals eingestellt sind. Weiterhin ist eine Synchronisationseinheit vorgesehen, um die Übertragungs-Superrahmen des ersten Sendesignals und die Übertragungs-Superrahmen des zweiten Sendesignals so aufeinander anzugleichen, dass sich die Informationsblöcke der Übertragungs-Superrahmen des ersten Sendesignals und mindestens einer der Informationsblöcke der Übertragungs-Superrahmen des zweiten Sendesignals zeitlich überlappen.

[0020] Vorzugsweise ist eine Modifizierungseinheit vorgesehen, um den Informationsblöcken in dem zweiten Sendesignal eine Wechselsinformation hinzuzufügen, die angibt, bei welchen Informationsblöcken des zweiten Sendesignals der Informationsblock des ersten Übertragungs-Superrahmen zeitgleich gesendet wird.

[0021] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist eine Pilotsignaleinheit vorgesehen, um Pilotsignale zur Durchführung einer Kanalschätzung dem ersten und dem zweiten Sendesignal hinzuzufügen, wobei die Dichte der Pilotsignale in den Informationsblöcken des zweiten Sendesignals gegenüber der Dichte der Pilotsignale, die mindestens benötigt wird, um eine Kanalschätzung durchführen zu können, in den Informationsblöcken des ersten

Sendesignals erhöht ist.

Ausführungsbeispiel

[0022] Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0023] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines DRM-Übertragungssystems mit einer Sende- und Empfangseinrichtung gemäß einer bevorzugtem Ausführungsform der Erfindung;

[0024] [Fig. 2A](#) und [2B](#) schematische Darstellungen von Rahmenstrukturen von DRM-Sendesignalen in verschiedenen Trägerfrequenzbereichen;

[0025] [Fig. 3](#) die Verteilung von Pilotsignalen in einem OFDM-Sendesignal; und

[0026] [Fig. 4A](#) und [4B](#) die Verteilung von Pilotsignalen in den Informationsblöcken der Übertragungs-Superrahmen in den Sendesignalen bei verschiedenen Trägerfrequenzen.

[0027] In [Fig. 1](#) ist ein DRM-Übertragungssystem **1** mit einer Sendeeinrichtung **2** und einer Empfangseinrichtung **3** dargestellt. Die Sendeeinrichtung weist eine erste Sendeeinheit **4** auf mit der über eine erste Antenne **5** ein erstes Sendesignal **6** in einem ersten Trägerfrequenzbereich ausgesendet wird. Weiterhin umfasst die Sendeeinrichtung **2** eine zweite Sendeeinheit **7**, mit der über eine zweite Antenne **8** ein zweites Sendesignal **9** in einem zweiten Trägerfrequenzbereich ausgesendet wird.

[0028] Der erste Trägerfrequenzbereich befindet sich beispielsweise in einem der Frequenzbereiche für Lang-, Mittel- und/oder Kurzwelle. Der zweite Trägerfrequenzbereich befindet sich beispielsweise in dem VHF-Band. Die Sendeeinheiten **4**, **7** können gemeinsam aufgebaut sein, aber auch örtlich voneinander getrennt vorliegen.

[0029] Die Empfangseinrichtung **3** ist so gestaltet, um entweder das erste oder das zweite Sendesignal **6**, **9** in dem jeweiligen Trägerfrequenzbereich zu empfangen. Die Empfangseinrichtung **3** ist in Form einer sogenannten Ein-Empfänger-Empfangseinrichtung ausgebildet, d.h. die Empfangseinrichtung **3** weist lediglich eine Empfangseinheit **11** auf um das erste oder das zweite Sendesignal **6**, **9** zu empfangen, indem die Empfangseinheit **11** auf die Trägerfrequenz des jeweiligen Sendesignals eingestellt wird.

[0030] Ein DRM-Übertragungssystem nützt als Übertragungsverfahren OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Bei OFDM wird eine Information als Datenstrom in verschiedenen aufeinanderfolgenden Symbolen, sogenannte OFDM-Symbo-

len, in dem jeweiligen Sendesignal auf einer Anzahl von Unterträgerfrequenzen übertragen, wobei das Sendesignal eine Information in einem OFDM-Symbol durch eine Phasenlage und einer Amplitudengröße kodiert. Die Unterträgerfrequenzen sind abhängig von der Trägerfrequenz mit bestimmten Frequenzabständen eingestellt. Beim DRM-Übertragungssystem werden die OFDM-Symbole kohärent übertragen, so dass in der Empfangseinrichtung **3** eine Kanalschätzung durchgeführt werden muss, bei der die Unterträgerfrequenzen der einzelnen Symbole ermittelt werden. Dies erfolgt üblicherweise, indem in das OFDM-Signal Pilotsignale eingebettet werden, die eine der Sendeeinrichtung und Empfangseinrichtung vorbestimmte Phase und Amplitude aufweisen, die durch die Empfangseinrichtung detektiert werden können.

[0031] Mehrere OFDM-Symbole werden zu einem Übertragungsrahmen zusammengefasst. Entsprechend der vier verschiedenen im Standard beschriebenen Übertragungsmodi A, B, C und D enthält der Übertragungsrahmen **15**, **15**, **20** bzw. **24** OFDM-Symbole, so dass sich jeweils eine Rahmendauer von 400 ms ergibt.

[0032] In **Fig. 2A** ist als Beispiel die Rahmenstruktur des ersten Sendesignals **6** dargestellt. Drei Übertragungsrahmen werden zu einem Übertragungs-Superrahmen mit einer Dauer von 1200 ms zusammengefasst. Die ersten zwei OFDM-Symbole im Übertragungsmodus A und B bzw. die ersten drei OFDM-Symbole im Übertragungsmodus C und D in einem Übertragungs-Superrahmen bilden den SDC-Block. Jeder Übertragungs-Superrahmen weist einen SDC-Block (SDC: Service Description Channel) als Informationsblock auf der Informationen über die Multiplex-Struktur des Sendesignals und weitere Programminformationen, wie z.B. den Programmnamen, enthält. Die Empfangseinrichtung **3** dekodiert den SDC-Block mit den notwendigen Informationen zur Wiedergabe des Audioprogramms. Der SDC-Block wird jedem Übertragungs-Superrahmen hinzugefügt. Nach dem Übertragen des SDC-Blockes folgt ein MSC-Block (MSC: Main Service Channel), der die eigentlichen Daten der Programme enthält. Der FAC-Block (FAC: Fast Access Channel) enthält Informationen zum schnellen Finden von Programmen beim Tune-Vorgang wie die Service ID.

[0033] Der SDC-Block ist in diesem Ausführungsbeispiel als Informationsblock zu Beginn eines jeden Übertragungs-Superrahmens vorgesehen. Die darin enthaltenen Daten entsprechen sich, da in einem Sendesignal üblicherweise kontinuierlich die gleichen Sendungsprogramme übertragen werden. Daher kann die Empfangseinrichtung die Dekodierung des SDC-Blocks teilweise aussetzen und während der Zeitdauer des SDC-Blocks zum Empfangen eines weiteren Sendesignals umschalten. Z.B. kann

die Empfangseinrichtung dabei die Feldstärke des zweiten Sendesignals auf der alternativen zweiten Trägerfrequenz ermitteln und somit auf die Signalqualität des zweiten Sendesignals schließen. Enthält das zweite Sendesignal **6** die gleichen Daten im SDC-Block wie das erste Sendesignal auf der Empfangsfrequenz und beide Sendeeinheiten **4**, **7** sind mit Hilfe einer Synchronisationseinheit **15** zueinander synchronisiert, so kann die Empfangseinrichtung **3** über Korrelationsverfahren feststellen, dass das zweite Sendesignal **9** auf der zweiten Trägerfrequenz das gleiche Programm enthält, ohne den SDC-Block des zweiten Sendesignals **9** zu dekodieren.

[0034] Beim Bereitstellen eines DRM-Sendesignals in einem alternativen Frequenzband, wie z.B. dem VHF-Band, muss das DRM-System auf eine entsprechende Trägerfrequenz eingestellt werden. D.h., die OFDM-Symboldauer wird aufgrund anderer Kanaleigenschaften verschieden von den bisher üblichen OFDM-Symboldauern gewählt. Für eine Erweiterung des DRM-Systems auf ein weiteres Trägerfrequenzband werden daher neue OFDM-Parameter festgelegt. Bei höheren Trägerfrequenzen wird beispielsweise die Symboldauer wesentlich kürzer gewählt. Folglich wird eine größere Anzahl an OFDM-Symbolen einem Übertragungs-Superrahmen entsprechen. Dies ist in **Fig. 2B** dargestellt, wobei die Zeitdauer für die Übertragung des Übertragungs-Superrahmens bei einem Sendesignal in dem erweiterten Frequenzband nur noch der Hälfte der Zeitdauer des Übertragungs-Superrahmens des herkömmlichen Frequenzbandes (**Fig. 2A**) entspricht.

[0035] Die Sendeeinrichtung **2** weist eine Synchronisationseinheit **9** auf, die das erste und das zweite Sendesignal **6**, **9** zueinander so synchronisiert, dass mindestens einer der SDC-Blöcke (Informationsblock) des zweiten Sendesignals synchron, d.h. zeitgleich bzw. zeitlich überlappend zu dem SDC-Block des ersten Sendesignals **6** gesendet wird.

[0036] Dazu wird die Dauer des Übertragungs-Superrahmens kürzer gewählt, um im Empfänger zügiger eine Audiowiedergabe zu erreichen. Vorteile ergeben sich, wenn hierzu mehrere Kriterien eingehalten werden. Die Länge des Übertragungs-Superrahmens sollte vorzugsweise um den Faktor $1/n$ (n : ganze Zahl) festgelegt werden. Für die Erweiterung des DRM-Systems bedeutet dies eine Dauer von 600 ms, 400 ms, 300 ms, entsprechend $n = 2, 3, 4$ usw. Daraus ergibt sich der Vorteil, dass an den Stellen, an denen das erste Sendesignal **6** einen SDC-Block aufweist, auch ein SDC-Block des zweiten Sendesignals **9** gesendet wird. Dies ist in den **Fig. 2A** und **2B** durch die übereinander dargestellten Übertragungs-Superrahmen des ersten Sendesignals **6** und des zweiten Sendesignals **9** anschaulich dargestellt, wobei der SDC-Block eines Übertragungs-Superrahmens des ersten Sendesignals **6** synchron zu einem der

SDC-Blöcke eines der Übertragungs-Superrahmen des zweiten Sendesignals **9** gesendet wird. Eine Umschaltung der Empfangseinrichtung **3** zwischen dem ersten und dem zweiten Sendesignal **6, 9** zum Nutzen einer alternativen Trägerfrequenz wird damit erleichtert. Zusätzlich sollte die Dauer der Übertragungsrahmen verkürzt werden. Die Dauer sollte vorzugsweise $1/m$ (m : ganze Zahl) bezüglich des Übertragungs-Superrahmens betragen.

[0037] Weiterhin ist es sinnvoll, eine Zählerinformation oder eine sonstige Wechselinformation für die Übertragungs-Superrahmen einzuführen, damit die Empfangseinrichtung beim Umschalten zwischen dem zweiten Sendesignal **9** und dem ersten Sendesignal **6** erkennt, bei welchen SDC-Blöcken des zweiten Sendesignals gleichzeitig ein SDC-Block des ersten Sendesignals **6** gesendet wird. Bei dem in den **Fig. 2A** und **2B** dargestellten Ausführungsbeispiel wäre eine Umschaltung bei jedem zweiten SDC-Block, d.h. bei jedem zweiten Übertragungs-Superrahmen des zweiten Sendesignals, möglich.

[0038] Die Wechselinformation, d.h. der Zähler für die SDC-Blöcke, kann beispielsweise durch eine in der Sendeeinrichtung **2** vorgesehene Modifizierungseinheit **10** dem SDC-Block des zweiten Sendesignals **9** hinzugefügt werden. Die Wechselinformation gibt an, zu welchen SDC-Blöcken des zweiten Sendesignals der SDC-Block des ersten Sendesignals zumindest teilweise überlappend gesendet wird, wobei die Detektionseinheit **13** die Wechseleinrichtung **12** ansteuert, so dass ein Wechsel zwischen den Sendesignalen durchgeführt wird, wenn in beiden Sendesignalen der Informationsblock gesendet wird. Auf diese Weise kann vermieden werden, dass ein Wechsel zwischen dem Sendesignal zu einem Informationsverlust führt, der im Fall, dass ein Rundfunksignal empfangen werden soll, wahrnehmbar sein kann.

[0039] Die Empfangseinrichtung **3** weist weiterhin eine Wechseleinrichtung **12** auf, die die Empfangseinheit **11** anweist, von dem Empfangen des ersten Sendesignals **6** zu dem Empfangen des zweiten Sendesignals **9** zu wechseln, wobei der Wechsel zwischen dem Empfang der Sendesignale **6, 9** während eines Zeitbereichs durchgeführt wird, der dadurch definiert ist, das sowohl in dem ersten als auch in dem zweiten Empfangssignal der SDC-Block (Informationsblock) übertragen wird. Beim Empfangen des ersten Sendesignals **6** durch die Empfangseinheit **11** kann erkannt werden, wann der SDC-Block im zweiten Sendesignal gesendet wird. Soll ein Wechsel auf die zweite Trägerfrequenz vorgenommen werden, ermittelt nun die Wechseleinrichtung, dass die Empfangseinheit **11** sich auf das zweite Sendesignal **9** einstellen soll, um das zweite Sendesignal **9** zu demodulieren und zu dekodieren. Um die Wechselinfor-

mation, die vorzugsweise in dem SDC-Block des empfangenen Sendesignals enthalten ist, zu detektieren und auszuwerten, ist eine Detektionseinheit **13** vorgesehen.

[0040] Beim Umschalten des Empfangens zwischen den Sendesignalen besteht die Notwendigkeit, dass eine erneute Kanalschätzung durchgeführt werden muss, um das Sendesignal, auf das umgeschaltet wird, zu demodulieren und zu dekodieren. Die Kanalschätzung wird mit Hilfe einer Kanalschätzeinheit **14** durchgeführt und erfolgt üblicherweise anhand von Pilotsignalen, die in das OFDM-Signal in bestimmten zeitlichen Abständen und Unterfrequenz-Abständen eingebettet werden. Dies ist beispielsweise in **Fig. 3** anhand der Kreise dargestellt (OFDM-Symbole sind als Punkte dargestellt). Punkte sind Datenzellen, d.h. Unterträger eines OFDM-Symbols mit Nutzdaten. OFDM-Symbole entsprechen also einer Reihe von Kreisen und Punkten in horizontaler Richtung. Eine Verteilung der Pilotsignale in dem OFDM-Sendesignal erfolgt in regelmäßigen Abständen sowohl in zeitlicher Richtung als auch in Richtung der Unterträgerfrequenzen, die jeweils einen festgelegten Frequenzabstand aufweisen. Die Kanalschätzung für die Datenzellen wird durch Interpolation in bekannter Weise ermittelt. Bei der Kanalschätzung wird zuerst in Zeitrichtung interpoliert und anschließend in Frequenzrichtung. Der Abstand der Stützstellen zur Interpolation in Zeitrichtung beträgt im Beispiel 3 Symbole und in der anschließenden Interpolation in Frequenzrichtung **2** Träger.

[0041] Beim OFDM-Verfahren muss die Pilotsignaldichte in Frequenz- und in Zeitrichtung beim Systementwurf festgelegt werden. Die Pilotsignaldichte in Frequenzrichtung bestimmt die Anzahl der Pilotsignale innerhalb der Reihe der OFDM-Symbole. Die Pilotsignaldichte in Zeitrichtung bestimmt die Anzahl der Pilotsignale auf einer OFDM-Unterträgerfrequenz. Die Pilotsignaldichte in Frequenzrichtung wird beim Systementwurf abhängig vom zu erwartenden Verzögerungs-, Leitungs- und Dichtespektrum, d.h. abhängig von den Mehrwege-Ausbreitungsbedingungen des Kanals, spezifiziert. Die Pilotsignaldichte in Zeitrichtung wird abhängig vom zu erwartenden Doppler-Leistungsdichtespektrum, d.h. abhängig von der maximalen Dopplerfrequenz des Kanals spezifiziert. Für eine vollständige Kanalschätzung muss eine Interpolation in Zeit- und Frequenzrichtung durchgeführt werden. Die Kanalschätzung ist Grundlage, um die Demodulation der Sendesignale in der Empfangseinrichtung durchführen zu können.

[0042] Das Umschalten auf den Empfang eines anderen Sendesignals auf eine verschiedene Trägerfrequenz kann dazu führen, dass das erste OFDM-Symbol in dem SDC-Block nicht erkannt wird, so dass auch keine Interpolation beim Empfangen des darauffolgenden OFDM-Symbols durchgeführt werden

kann. Dazu wird, wie in den **Fig. 4A** und **4B** dargestellt ist, vorgeschlagen, eine größere Pilotsignaldichte für die Symbole innerhalb des SDC-Blocks und/oder in den ersten MSC-Symbolen vorzusehen. In **Fig. 4A** ist ein SDC-Block mit drei aufeinanderfolgenden Symbolreihen dargestellt, bei denen weitere Pilotsignale eingefügt sind. Bei den **Fig. 4A** und **4B** sind Pilotsignale als ausgefüllte Kreise und Datenzellen als einfache Kreise dargestellt.

[0043] Aus den **Fig. 4A** und **4B** wird ersichtlich, dass bei dem verwendeten diagonalen Pilotsignalmuster $X_t = G_t + D_f + 1$ (G_t : Abstand der Pilotsignale in Zeitrichtung; D_f : Abstand der Pilotsignale in Frequenzrichtung) OFDM-Symbole notwendig sind, um eine vollständige Kanalschätzung zu erreichen. Am Beispiel der **Fig. 4A** und **4B** ergibt sich $X_t = 6$.

[0044] Es wird vorgeschlagen, zusätzliche Pilotsignale in einzelnen OFDM-Symbole zu verwenden. Das Ziel ist, innerhalb kurzer Zeit, d.h. mit weniger OFDM-Symbolen, eine vollständige Kanalschätzung zu erreichen. Bei der Umschaltung auf eine alternative (höhere) Trägerfrequenz wird in den Beispielen der **Fig. 4A** und **4B** davon ausgegangen, dass das OFDM-Symbol Nr. 3 das erste zu empfangende Symbol ist. Die ersten beiden Symbole können aufgrund unterschiedlicher Laufzeiten der Signale der Trägerfrequenz des ersten Sendesignals und der Trägerfrequenz des zweiten Sendesignals nicht dekodiert werden. Zusätzlich benötigt die in der Empfangseinrichtung vorgesehene PLL (Phase Locked Loop) eine gewisse Zeit für die Frequenzumstellung. Bei der Pilotverteilung der **Fig. 4A** werden nur fünf, bei der Pilotverteilung der **Fig. 4B** nur vier OFDM-Symbole benötigt, um eine vollständige Kanalschätzung zu erreichen, wenn jeweils das Symbol $N_{\text{START}} = 3$ das erste zu empfangende Symbol ist. Die zusätzlichen Piloten werden gemäß einer der folgenden Regeln hinzugefügt:

- Es werden dem letzten OFDM-Symbol im SDC-Block (in diesem Fall Symbol Nr. 3) auf jedem G_t -Unterträger (in diesem Fall $G_t = 2$), welcher im OFDM-Symbol N_{start} (in diesem Fall Symbol Nr. 3) oder $N_{\text{start}} + 1$ (in diesem Fall Symbol Nr. 4) keine Piloten aufweist, zusätzliche Piloten zugefügt. Die zusätzlichen Piloten werden im Beispiel also im OFDM-Symbol Nr.3 auf jedem $G_t \cdot D_f$ -Unterträger (in diesem Fall auf den Unterträgern Nr. 3, 9, 15, ...) hinzugefügt.
- Es werden dem ersten OFDM-Symbol des MSC (in diesem Fall Symbol Nr. 4) auf jedem G_t -Unterträger (in diesem Fall $G_t = 2$) welcher im OFDM-Symbol N_{start} (in diesem Fall Symbol Nr. 3) keine Piloten aufweist zusätzliche Piloten zugefügt. Die zusätzlichen Piloten werden im Beispiel also im OFDM-Symbol Nr.4 hinzugefügt (in diesem Fall auf den Unterträgern Nr. 1, 3, 7, 9, ...).

[0045] Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die

Kanalschätzung schnellstmöglich nach dem Umschalten auf die alternative Trägerfrequenz vorgenommen werden kann.

[0046] Allgemein sind auf einigen Unterträgern des ersten zu dekodierenden Symbols des weiteren Sendesignals zusätzliche Piloten eingefügt. Dies ist sowohl beim Umschalten auf das Sendesignal der alternativen Trägerfrequenz als auch beim Zurückschalten auf das Sendesignal der ursprünglichen Trägerfrequenz notwendig. Die zusätzlichen Pilotsignale müssen so verteilt sein, dass keine Datenzelle auf einer Unterträgerfrequenz gesendet wird, bevor nicht ein Pilotsignal so empfangen wurde, dass zumindest die Unterträgerfrequenz durch Interpolation ermittelbar ist.

[0047] Der Empfangseinrichtung **3** muss das geänderte Pilotsignalmuster bekannt sein. Vorzugsweise sind zusätzliche Interpolationsfilter in der Empfangseinrichtung **3** vorgesehen, um das empfangene Sendesignal in Zeitrichtung zu interpolieren. Beim dargestellten Beispiel ist $D_t = 3$. Bei **Abb. 4A** und **4B** ergeben sich aber auf manchen Trägern Pilotabstände von $D_t = 2$.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Übertragen eines Datenstromes in einem digitalen Übertragungssystem, wobei der Datenstrom in einem Sendesignal mit aufeinanderfolgenden OFDM-Symbolen übertragen wird, wobei eine Anzahl von OFDM-Symbolen in einem Übertragungsrahmen zusammengefasst sind, wobei eine Anzahl von Übertragungsrahmen in einem Übertragungs-Superrahmen übertragen werden, wobei jeder Übertragungs-Superrahmen einen Informationsblock mit einem oder mehreren OFDM-Symbolen an einer festgelegten Position des Übertragungs-Superrahmen aufweist, wobei ein erstes Sendesignal (**6**) mit einem ersten Datenstrom in einem ersten Trägerfrequenzbereich und ein zweites Sendesignal (**9**) mit einem zweiten Datenstrom mit gleichem Informationsgehalt wie der erste Datenstrom in einem zweiten Trägerfrequenzbereiches übertragen werden, wobei die Zeitdauer der Übertragungs-Superrahmen des ersten Sendesignals (**6**) ein ganzzahliges Vielfaches der Zeitdauer der Übertragungs-Superrahmen des zweiten Sendesignals (**9**) ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Informationsblock in den Übertragungs-Superrahmen des ersten Sendesignals (**6**) zumindest teilweise zeitlich überlappend, insbesondere zeitgleich, mit einem der Informationsblöcke des Übertragungs-Superrahmen des zweiten Sendesignals (**9**) gesendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Zeitdauer der Übertragungsrahmen des ersten Sen-

designals ein weiteres ganzzahliges Vielfaches der Zeitdauer der Übertragungsrahmen des zweiten Sendesignals ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei jedem Informationsblock der Übertragungs-Superrahmen des zweiten Sendesignals (9) eine Wechselinformation hinzugefügt wird, wobei die Wechselinformation angibt, bei welchen Informationsblöcken des zweiten Sendesignals (9) ein Informationsblock des ersten Sendesignals (6) zeitlich überlappend gesendet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die zweite Trägerfrequenz höher ist als die erste Trägerfrequenz, wobei zur Unterstützung einer Kanalschätzung in den Übertragungs-Superrahmen des ersten und des zweiten Sendesignals (6,9) Pilotsignale vorgesehen werden, wobei zur Durchführung der Kanalschätzung bestimmte Dichten der Pilotsignale in den zweiten Sendesignalen (6,9) in den Übertragungs-Superrahmen abhängig von Kanaleigenschaften der Sendesignale notwendig sind, wobei die Dichte der Pilotsignale der zweiten Sendesignale gegenüber der bestimmten Dichte des Pilotsignals des zweiten Sendesignals erhöht gewählt wird.

6. Verfahren zum Wechseln des Empfangens zwischen zwei Empfangssignalen, wobei die Empfangssignale OFDM-Symbole umfassen, wobei eine Anzahl von OFDM-Symbolen in einem Übertragungsrahmen zusammengefasst sind, wobei eine Anzahl von Übertragungsrahmen in einem Übertragungs-Superrahmen übertragen werden, wobei jeder Übertragungs-Superrahmen einen Informationsblock mit einem oder mehreren OFDM-Symbolen an einer festgelegten Position des Übertragungs-Superrahmen aufweist, wobei zwischen dem Empfangen eines ersten der Empfangssignale (6) und des Empfangens eines zweiten der Empfangssignale (9) während eines Zeitbereichs gewechselt wird, in dem sowohl in dem ersten als auch in dem zweiten Empfangssignal (9) der Informationsblock übertragen wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei in den Informationsblöcken des zweiten Empfangssignals (9) eine Wechselinformation empfangen wird, die angibt, zu welchen Informationsblöcken des zweiten Übertragungs-Superrahmens der Informationsblock des ersten Übertragungs-Superrahmens zeitgleich gesendet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, wobei unmittelbar nach dem Wechsel zwischen den Empfangssignalen (6, 9) eine Kanalschätzung mit Hilfe von in dem ersten und in dem zweiten Empfangssignal (6, 9) vorgesehenen Informationsblöcken enthaltenen Pilotsignalen durchgeführt wird.

9. Empfangseinrichtung (3) in einem digitalen Übertragungssystem zum Empfangen eines Empfangssignals, umfassend:

– eine Empfangseinheit (11) zum Empfangen wahlweise eines ersten Empfangssignals (6) in einem ersten Trägerfrequenzbereich und eines zweiten Empfangssignals (9) in einem zweiten Trägerfrequenzbereich, wobei die Empfangssignale (6, 9) OFDM-Symbole umfassen, wobei jeweils eine Anzahl von OFDM-Symbolen in einem Übertragungsrahmen zusammengefasst sind, wobei eine Anzahl von Übertragungsrahmen in einem Übertragungs-Superrahmen enthalten sind,

wobei jeder Übertragungs-Superrahmen einen Informationsblock mit einem oder mehreren OFDM-Symbolen an einer festgelegten Position des Übertragungs-Superrahmen aufweist,

– eine Wechseleinrichtung (12) zum Durchführen eines Wechsels zwischen dem Empfangen des ersten und des zweiten Empfangssignals (6, 9), wobei die Wechseleinrichtung (12) gestaltet ist, um den Wechsel zwischen den Empfangssignalen während eines Zeitbereichs durchzuführen, wobei der Zeitbereich dadurch definiert ist, dass sowohl in dem ersten als auch in dem zweiten Empfangssignal (6, 9) der Informationsblock übertragen wird.

10. Empfangseinrichtung (3) nach Anspruch 9, mit einer Detektionseinheit (13) zum Auswerten einer in dem Informationsblock des zweiten Empfangssignals (9) enthaltenen Wechselinformation, wobei die Wechselinformation zumindest angibt, bei welchen Informationsblöcken des zweiten Empfangssignals (9) der Informationsblock des ersten Empfangssignals (6) zumindest teilweise überlappend gesendet wird, wobei die Detektionseinheit (13) die Wechseleinrichtung ansteuert, um einen Wechsel zwischen den Empfangssignalen (6, 9) durchzuführen, während in beiden Empfangssignalen der Informationsblock übertragen wird.

11. Empfangseinrichtung (3) nach Anspruch 9 oder 10, wobei eine Kanalschätzeinheit vorgesehen ist, um eine Kanalschätzung zumindest mit Hilfe von in dem ersten und in dem zweiten Empfangssignal vorgesehenen Informationsblöcken enthaltenen Pilotsignalen durchzuführen.

12. Sendeeinrichtung (2) zum Übertragen eines Datenstromes in einem digitalen Übertragungssystem, wobei der Datenstrom in einem Sendesignal mit aufeinanderfolgenden OFDM-Symbolen übertragen werden, wobei jeweils eine Anzahl von OFDM-Symbolen in einem Übertragungsrahmen zusammengefasst sind, wobei eine Anzahl von Übertragungsrahmen in einem Übertragungs-Superrahmen zusammengefasst sind, wobei der Übertragungs-Superrahmen einen Informationsblock mit einem oder mehreren OFDM-Symbolen an einer festgelegten Position des Übertragungs-Superrahmen aufweist, umfas-

send:

eine erste Sendeeinheit (4) zum Übertragen eines ersten Datenstromes in einem ersten Trägerfrequenzbereich;

eine zweite Sendeeinheit (7) zum Übertragen eines zweiten Datenstromes in einem zweiten Trägerfrequenzbereich, wobei die erste und die zweite Sendeeinheit (4, 7) so aufeinander abgestimmt sind, dass die Zeitdauern der Übertragungs-Superrahmen des ersten Sendesignals (6) auf ein ganzzahliges Vielfaches der Zeitdauer des Übertragungs-Superrahmens des zweiten Sendesignals (9) eingestellt ist; und eine Synchronisationseinheit (15), um die Übertragungs-Superrahmen des ersten Sendesignals (6) und die Übertragungs-Superrahmen des zweiten Sendesignals (9) so aufeinander anzugleichen, dass sich die Informationsblöcke der Übertragungs-Superrahmen des ersten Sendesignals und mindestens einer der Informationsblöcke der Übertragungs-Superrahmen des zweiten Sendesignals (9) zeitlich überlappen.

13. Sendeeinrichtung (2) nach Anspruch 12, wobei eine Modifizierungseinheit (10) vorgesehen ist, um den Informationsblöcken in dem zweiten Sendesignal (9) eine Wechselinformation hinzuzufügen, die angibt, bei welchen Informationsblöcken des zweiten Sendesignals (9) der Informationsblock des ersten Sendesignals (6) zeitgleich gesendet wird.

14. Sendeeinrichtung (2) nach Anspruch 12 oder 13, wobei eine Pilotsignaleinheit vorgesehen ist, um Pilotsignale zur Durchführung einer Kanalschätzung dem ersten und dem zweiten Sendesignal (6, 9) hinzuzufügen, wobei zur Durchführung der Kanalschätzung bestimmte Dichten der Pilotsignale in den Informationsblöcken der Sendesignale (6, 9) in den Übertragungs-Superrahmen abhängig von Kanaleigenschaften der Sendesignale notwendig sind, wobei die Pilotsignaleinheit so gestaltet ist, um zusätzliche Pilotsignale in das zweite Sendesignal einzufügen.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

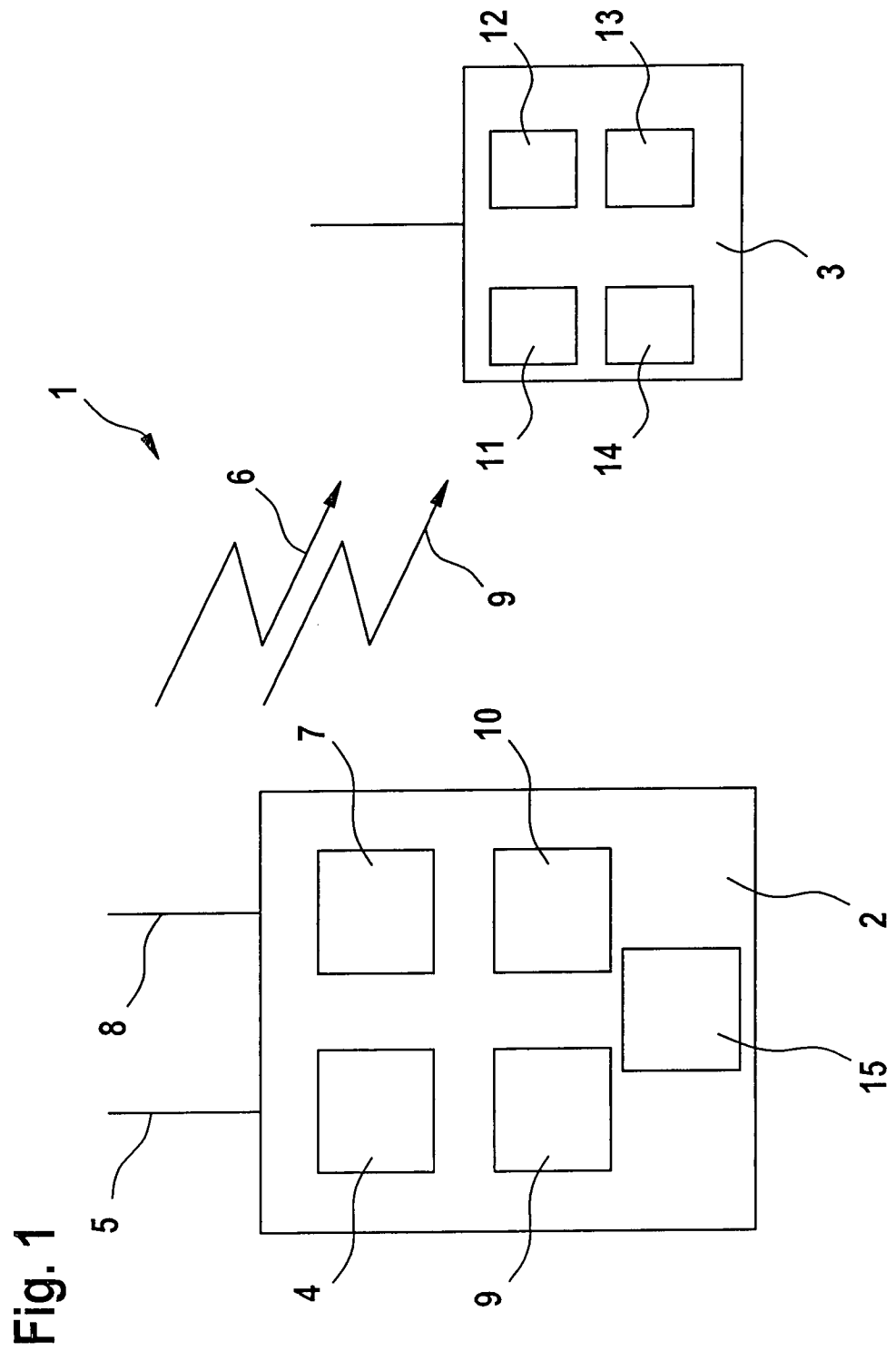


Fig. 2

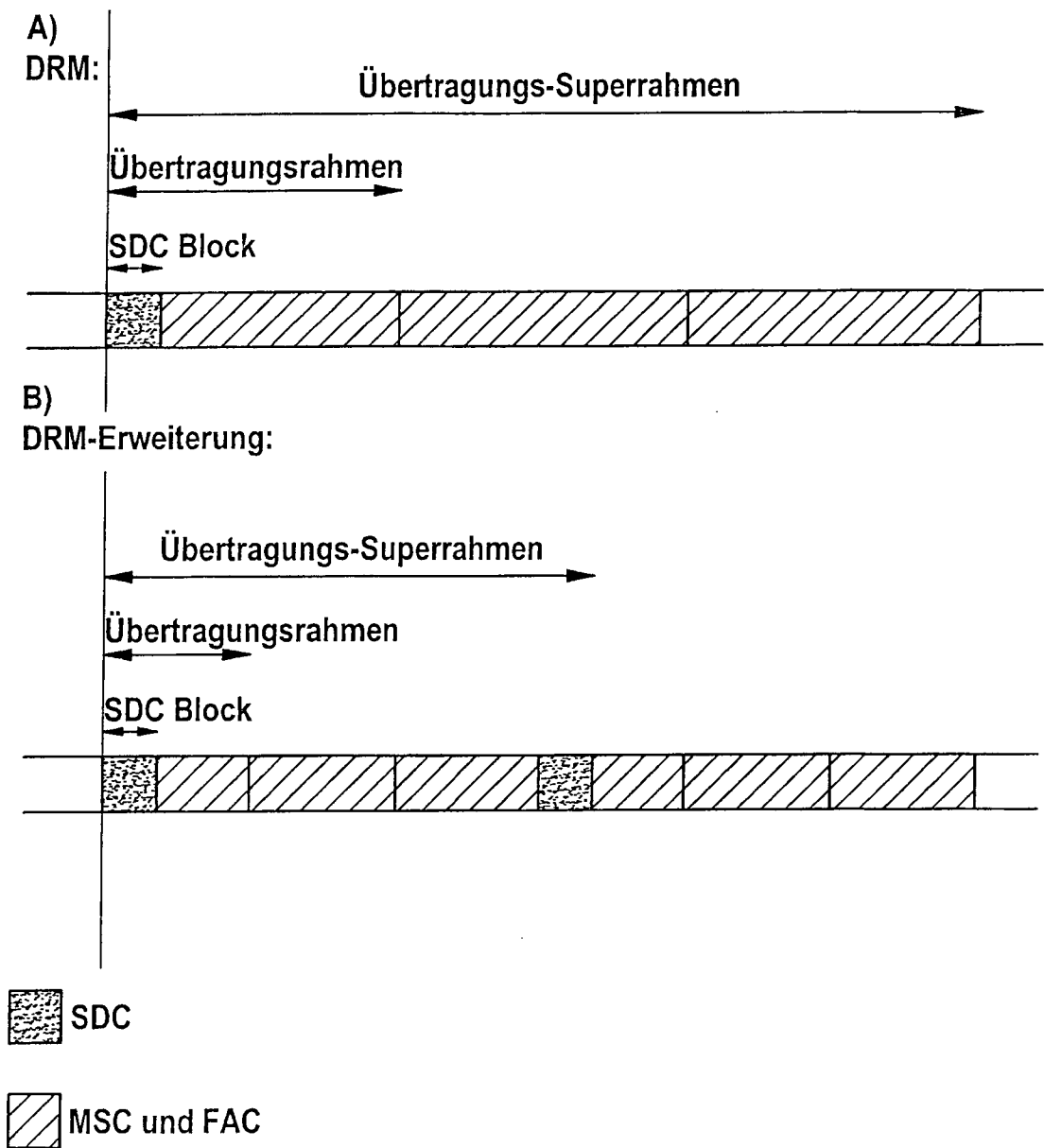


Fig. 4

