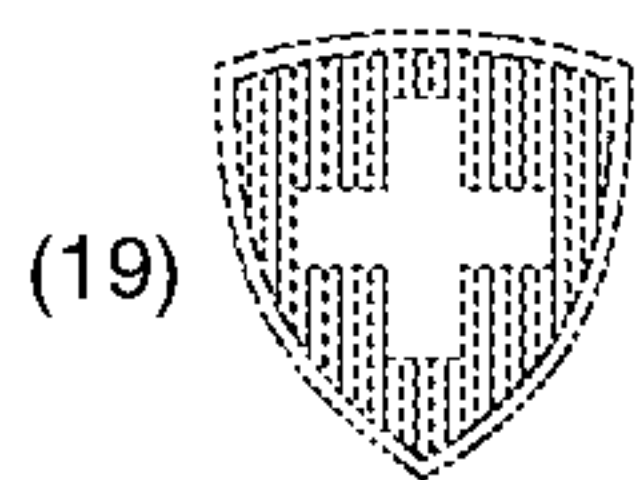




SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 716 941 A2

(51) Int. Cl.: H04L 27/26 (2006.01)
H04L 5/00 (2006.01)
H04W 72/04 (2009.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 01317/20

(22) Anmeldedatum: 15.10.2020

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.06.2021

(30) Priorität: 13.12.2019
CN 201911279176.4

(71) Anmelder:
Guangdong University of Technology,
No. 729 Dongfeng East Road
Yuexiu District, Guangzhou, Guangdong 510060 (CN)

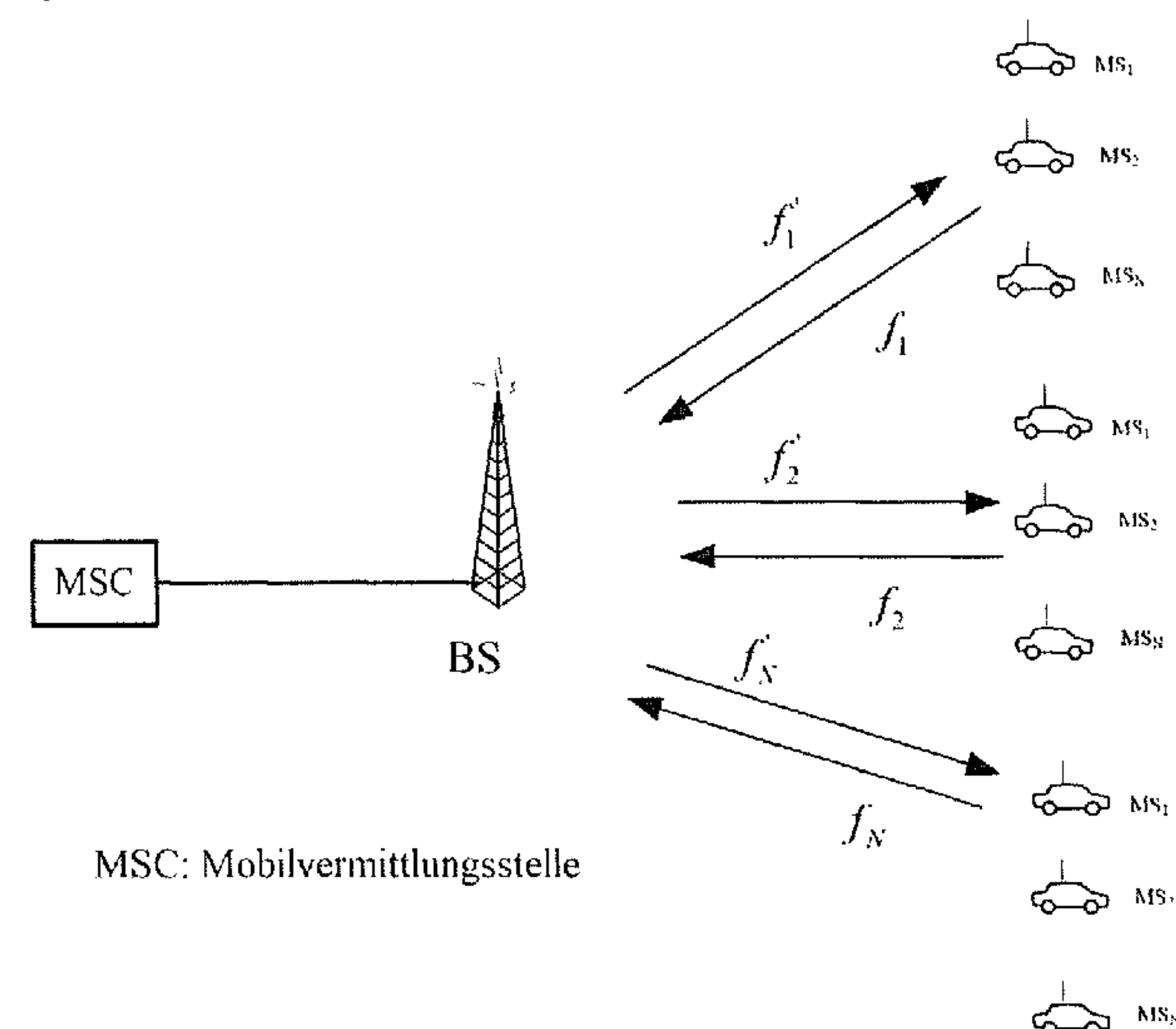
(72) Erfinder:
Jianguo Ma,
Yuexiu District, Guangzhou, Guangdong 510060 (CN)
Shaohua Zhou,
Yuexiu District, Guangzhou, Guangdong 510060 (CN)

(74) Vertreter:
OFFICE ERNEST T. FREYLINGER S.A.,
c/o SCHLUEP & DEGEN P.O. BOX 8062
3001 Bern (CH)

(54) FDMA-Kommunikationsverfahren mit Verwendung einer Grundfrequenz und deren Harmonischen.

(57) Die vorliegende Erfindung offenbart ein FDMA-Kommunikationsverfahren basierend auf harmonischer Modulation. Das Gesamtfrequenzband eines Kommunikationssystems wird in mehrere gleichmäßig beabstandete, sich einander nicht überlappende Kanäle unterteilt, die unterschiedlichen Benutzern zur Verfügung steht, wobei die Kanäle und die Nutzer eineindeutig korrespondierend sind. Anhand der Frequenzen werden Benutzersignale aus verschiedenen Adressen unterschieden, sodass eine Mehrfachzugriffsverbindung implementiert wird. Die Duplex-Kommunikation zwischen zwei Benutzern jeweils verwendet die Grundfrequenz und die Harmonischen für die Informationsübertragung. Die Informationsübertragung läuft so ab: Vor allem werden verschiedene Informationen moduliert und dann jeweils auf unterschiedliche harmonische Komponenten geladen. Durch unterschiedliche harmonische Komponenten oder Kombinationen von Komponenten werden verschiedene Informationen derart übertragen, dass jedes Paar von Kanälen ($f_1, f_1', \dots, f_N, f_N'$) gleichzeitig N Gruppen verschiedener Informationen übertragen kann. Schließlich werden die von einem Empfänger empfangenen Gesamtfrequenz- und harmonischen Informationen demoduliert, wodurch alle übertragenen Informationen erhältlich sind. In der vorliegenden Erfindung wird die Fähigkeit, Informationen durch Harmonische zu übertragen, ausgenutzt, der Nutzungsgrad von vorhandenen Frequenzspektrumressourcen wird

erheblich erhöht, und die Situation des Mangels an Frequenzspektrumressourcen erleichtert.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft das technische Gebiet der Kommunikation, und betrifft insbesondere ein FDMA-Kommunikationsverfahren basierend auf harmonischer Modulation.

Stand der Technik

[0002] Es ist einem bekannt, dass Fahrzeuge auf Straßen fahren und gewisse Fahrspuren belegen müssen. Normalerweise fahren auf breiten Straßen mehr Fahrzeuge und dementsprechend sind mehr Fahrspuren dabei vorhanden, wobei sie in der Regel 4 Fahrspuren, 6 Fahrspuren und 8 Fahrspuren unterteilt sind. Analog dazu wird eine im Signalübertragungsprozess belegte „Fahrspur“ als Frequenzspektrum genannt. Wenn eine Straße von einem örtlichen Tyrannen für Heirat unter Vertrag genommen wird, wird die Straße belegt; insbesondere wenn Führer aus verschiedenen Ländern zu einem Treffen in unserem Land kommen, werden Straßen belegt. Analog dazu, belegen Sie ein entsprechendes Frequenzspektrum, wenn Sie telefonieren. Je mehr Frequenzspektrum Sie belegen, desto weniger Frequenzspektrum können die anderen verwenden. Das von Ihnen belegte Spektrum heißt Bandbreite. Wenn die Gesamtbandbreite relativ groß ist und eine Person beim Telefonieren eine kleine Gesamtbandbreite belegt, können somit mehrere Personen gleichzeitig anrufen. Daher kann man so verstehen, dass eines der gegenwärtig kritisch zu lösenden Kernproblemen darin besteht, wie unter begrenzten Frequenzspektrumressourcen der Nutzungsgrad des Frequenzspektrums hinreichend erhöht wird.

[0003] Beim traditionellen FDMA (Frequency Division Multiple Access)-Kommunikationsverfahren wird das Übertragungsfrequenzband in mehrere schmale und einander nicht überlappende Subfrequenzbänder unterteilt, jedem Nutzer wird ein festes Subfrequenzband zugewiesen, ein Signal wird auf einem Subfrequenzband moduliert, um Informationen für einen entsprechenden Benutzer zu übermitteln. Zwischen den jeweiligen Subfrequenzbändern muss noch ein ausreichendes Intervall vorgesehen werden, um Interferenzen zu vermeiden. Es ist ersichtlich, dass beim traditionellen FDMA-Kommunikationsverfahren erstens keine Harmonische sondern nur eine Grundfrequenz (f_0) zur Informationsübertragung verwendet wird; zweitens zwischen den jeweiligen Subfrequenzbändern noch ein ausreichendes Intervall vorgesehen werden muss, um Interferenzen zu vermeiden. Daraufhin führt es zur erheblichen Verschwendung von den Frequenzspektrumressourcen. Es ist absehbar, dass im 5G-Zeitalter der mobile Datenverkehr ein explosionsartiges Wachstum zeigt und die Anzahl des benötigten Frequenzspektrums auch bei weitem die Summe von den früheren Generationen der Mobilkommunikationstechnologie übersteigen wird. Der Widerspruch zwischen dem Angebot und der Nachfrage von Frequenzspektrum wird in der 5G-Zeitalter immer deutlicher. Daher wird es im gegenwärtigen 5G-Zeitalter dringend erfordert, wie der Nutzungsgrad des Frequenzspektrums des traditionellen FDMA-Kommunikationsverfahrens erhöht wird.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, Nachteile im Stand der Technik zu überwinden, ein FDMA-Kommunikationsverfahren basierend auf harmonischer Modulation mit einem hohen Frequenzspektrum-Nutzungsgrad bereitzustellen.

[0005] Zum obigen Zweck geht es bei der in der vorliegenden Erfindung bereitgestellten technischen Lösung darum:

Ein FDMA-Kommunikationsverfahren basierend auf harmonischer Modulation, bei dem das Gesamtfrequenzband eines Kommunikationssystems in mehrere gleichmäßig beabstandete, sich einander nicht überlappende Kanäle unterteilt wird, wobei die unterschiedlichen Benutzern zur Verfügung steht, wobei die Kanäle und die Nutzer eineindeutig korrespondierend sind, wobei anhand der Frequenzen Benutzersignale aus verschiedenen Adressen unterschieden werden, sodass eine Mehrfachzugriffsverbindung implementiert wird, wobei die Duplex-Kommunikation zwischen zwei Benutzern jeweils die Grundfrequenz und die Harmonischen für die Informationsübertragung verwendet, so dass ein Paar von Kanälen verwendet werden kann, um gleichzeitig mit verschiedenen Benutzern zu kommunizieren.

[0006] Des Weiteren läuft die Informationsübertragung so ab: Vor allem werden verschiedene Informationen moduliert und dann jeweils auf unterschiedliche harmonische Komponenten geladen. Durch die unterschiedlichen harmonischen Komponenten werden verschiedene Informationen derart übertragen, dass jedes Paar von Kanälen gleichzeitig N Gruppen verschiedener Informationen übertragen kann. Schließlich werden die von einem Empfänger empfangenen Gesamtfrequenz- und Harmonischeninformationen demoduliert, wodurch alle übertragenen Informationen erhältlich sind.

[0007] Des Weiteren wird vor der Informationsübertragung ein fester Harmonischemodus vorgespeichert. Unter Verwendung einer gegebenen Harmonischen Komponente werden alle unterschiedlichen Signale ausgerechnet, so dass aus anderen Signalen ein gefordertes Signal demoduliert werden kann.

[0008] Des Weiteren läuft der konkrete Vorgang, dass aufgrund des vorgespeicherten festen Harmonischemodus unter Verwendung einer gegebenen Harmonischen Komponente beide zwei unterschiedlichen Signale ausgerechnet werden, so dass aus anderen Signalen ein gefordertes Signal demoduliert werden kann, wie folgt ab:

[0009] Es wird angenommen, dass alle Harmonischenmodi bekannt sind:

$$V_{out} = a_0 f_0 + a_2 f_2 + a_3 f_3 + a_4 f_4 + a_5 f_5 + \dots + a_n f_m \quad (1)$$

wobei a_n einen n-ten harmonischen Koeffizienten repräsentiert, $n=0,2,3,4, \dots$; f_0 eine

[0010] Grundfrequenz repräsentiert, f_m eine m-te harmonischen Komponente repräsentiert, $m=2,3,4, \dots$

[0011] Dabei werden Signal 1 und Signal 2 jeweils auf eine geradzahlige und eine ungeradzahlige Harmonische zur Übertragung geladen, wodurch erhältlich ist:

$$V_{out}^p = a_0^p f_0 + a_2^p f_2 + a_4^p f_4 + a_6^p f_6 + a_8^p f_8 + \dots \quad (2)$$

$$V_{out}^v = a_0^v f_0 + a_3^v f_3 + a_5^v f_5 + a_7^v f_7 + a_9^v f_9 + \dots \quad (3)$$

und schließlich ein Mischsignal von Signal 1 und Signal 2, die an einem Signalempfänger gleichzeitig empfangen sind, ist:

$$V_{out} = a_0^v f_0 + a_0^p f_0 + a_2^p f_2 + a_3^v f_3 + a_4^p f_4 + a_5^v f_5 + a_6^p f_6 + a_7^v f_7 + a_8^p f_8 + a_9^v f_9 + \dots \quad (4)$$

[0012] Aus (1) und (4) ist erkennbar:

$$a_0^v f_0 + a_0^p f_0 = a_0 f_0 \quad (5)$$

$$a_2^p f_2 = a_2 f_2; a_4^p f_4 = a_4 f_4; a_6^p f_6 = a_6 f_6; a_8^p f_8 = a_8 f_8; \dots \quad (6)$$

$$a_3^v f_3 = a_3 f_3; a_5^v f_5 = a_5 f_5; a_7^v f_7 = a_7 f_7; a_9^v f_9 = a_9 f_9; \dots \quad (7)$$

$$a_0^v f_0 = a_0^p f_0 = \frac{1}{2} a_0 f_0 \quad (8)$$

[0013] Daher kann der Empfänger anhand der Formeln (6)-(8) Signal 1 und Signal 2 beide demodulieren.

[0014] Wenn verschiedene Informationen weiter moduliert und dann zur Signalübertragung jeweils auf unterschiedliche harmonische Komponenten geladen werden, können unterschiedliche Kombinationen von harmonischen Komponenten bei Bedarf ausgewählt werden, um Signale zu übertragen.

[0015] Im Vergleich zum Stand der Technik liegen das Prinzip und die Vorteile dieser Lösung darin:

In der vorliegenden Lösung werden zu übertragende Signale unter Verwendung der harmonischen Modulationstechnik auf unterschiedliche harmonische Komponenten oder Kombinationen von Komponenten geladen, durch die verschiedene Informationen derart übertragen werden, dass jedes Paar von Kanälen gleichzeitig N Gruppen verschiedener Informationen übertragen kann. Somit wird ermöglicht, dass mittels eines Paares von Kanälen eine Kommunikation gleichzeitig mit unterschiedlichen Benutzern durchgeführt wird, und die Kommunikationen zwischen Nutzern einander nicht stören, sodass der Nutzungsgrad von vorhandenen Frequenzspektrumressourcen erheblich erhöht wird, und die Situation des Mangels an Frequenzspektrumressourcen erleichtert.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0016] Um die erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiele bzw. technische Lösungen im Stand der Technik klarer zustellen, werden die in Ausführungsbeispielen bzw. in technischen Darstellungen anzuwendenden Services wie folgt einfach vorgestellt. Es ist offenbar, dass die Figuren in den folgenden Darstellungen nur einige Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung betreffen. Der Fachmann auf dem Gebiet kann ohne erfinderisches Zutun anhand dieser Figuren andere Figuren erhalten.

- Fig. 1 ist eine schematische Darstellung für das Arbeitsprinzip eines traditionellen FDMA-Kommunikationsverfahrens.
- Fig. 2 ist eine schematische Darstellung für das Arbeitsprinzip eines auf einer harmonischen Modulationstechnik basierenden FDMA-Kommunikationsverfahrens.
- Fig. 3 ist ein Schaltbild einer harmonischen Modulation.

Ausführliche Ausführungsformen

[0017] Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung in Verbindung mit dem traditionellen FDMA-Kommunikationsverfahren und konkreten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung näher beschrieben.

[0018] Beim traditionellen FDMA-Kommunikationsverfahren wird jedem Benutzer ein spezifischer Kanal zugewiesen. Solche Kanäle werden nach Bedarf Benutzern, die einen Service anfordern, zugeordnet. Im ganzen Vorgang des Anrufens können andere Benutzer dieses Frequenzband nicht gemeinsam benutzen. Aus Fig. 1 ist erkennbar, dass in einem FDD (Frequency Division Duplex, FDD) -System ein Kanal, nämlich ein Paar von Frequenzkanälen, einem Benutzer zugeordnet wird. Einer der Frequenzkanäle dient als Vorwärts (Downlink)-Kanal, nämlich ein Kanal in der Richtung von einer Basisstation (BS) zu einer Mobilstation (MS). Ein anderer der Frequenzkanäle dient als Rückwärts (Uplink)-Kanal, nämlich ein Kanal in der Richtung von der Mobilstation zu der Basisstation. Die Basisstation eines solchen Kommunikationssystems muss gleichzeitig mehrere Signale mit unterschiedlichen Frequenzen senden und empfangen. Kommunikation zwischen irgendzwei mobilen Benutzern muss über die Basisstation weitervermittelt, daher müssen gleichzeitig zwei Kanäle (ein Paar von Frequenzkanälen) belegt werden, um eine Duplex-Kommunikation zu realisieren. Da ein Paar von Frequenzkanälen nur die Kommunikation mit einem Benutzer ermöglichen kann, führt es zur Verschwendung von Frequenzspektrumressourcen.

[0019] In der Erwägung der natürlichen Kommunikation zwischen Menschen, die 7 Milliarden Menschen betreffen, beträgt ihre Frequenzbandbreite nur 20Hz-20kHz! Alle Töne in der Natur wie Geräusch, Tiere, Wind, Bäume oder dergleichen belegen lediglich diese Bandbreite, die man jedoch mühelos erkennen kann. Z.B. in einem Konzert spielt eine Mehrzahl von unterschiedlichen Instrumenten dieselbe Melodie, und man kann jedes Instrument identifizieren. Der Grund ist, dass jedes Instrument die gleiche Tonhöhe (die gleiche Grundfrequenz) spielt, während die Harmonischenmodi unterschiedlich sind. Dies zeigt an, dass Harmonischen tatsächlich auch Informationen tragen können und es nicht geht, dass nur die gegenwärtig allgemein benutzte Grundfrequenz eine Information tragen kann.

[0020] Auf dieser Grundlage, wie in Fig. 2 gezeigt, stellt dieses Ausführungsbeispiel ein FDMA-Kommunikationsverfahren basierend auf harmonischer Modulation dar. Konkret geht es wie folgt:

Das Gesamtfrequenzband eines Kommunikationssystems wird in eine mehrere gleichmäßig beabstandete, sich einander nicht überlappende Kanäle unterteilt, die unterschiedlichen Benutzern zur Verfügung steht, wobei die Kanäle und die Nutzer eineindeutig korrespondierend sind, wobei anhand der Frequenzen Benutzersignale aus verschiedenen Adressen unterschieden werden können, sodass eine Mehrfachzugriffsverbindung implementiert wird, wobei die Duplex-Kommunikation zwischen zwei Benutzern jeweils die Grundfrequenz und die Harmonischen für die Informationsübertragung verwendet, so dass ein Paar von Kanälen verwendet werden kann, um gleichzeitig mit verschiedenen Benutzern zu kommunizieren.

[0021] Konkret läuft die Informationsübertragung so ab:

Vor allem werden verschiedene Informationen moduliert und dann jeweils auf unterschiedliche harmonische Komponenten geladen. Durch die unterschiedlichen harmonischen Komponenten werden verschiedene Informationen derart übertragen, dass jedes Paar von Kanälen gleichzeitig N Gruppen verschiedener Informationen übertragen kann. Schließlich werden die von einem Empfänger empfangenen Gesamtfrequenz- und Harmonischeninformationen demoduliert, wodurch alle übertragenen Informationen erhältlich sind.

[0022] Dabei wird eine harmonische Modulationsschaltung wie in Fig. 3 gezeigt, deren Ausgabe die Summe von allen Eingangsspannungen ist. Für Eingaben, die die gleiche Grundfrequenz und jedoch unterschiedliche harmonischen Komponenten aufweisen, gelten unterschiedliche Ausgaben. Vor der Informationsübertragung muss ein fester Harmonischenmodus vorgespeichert werden, somit werden unter Verwendung einer gegebenen harmonischen Komponente alle unterschiedlichen Signale ausgerechnet, so dass aus anderen Signalen ein gefordertes Signal demoduliert werden kann.

[0023] Für ein besseres Verständnis wäre es besser, anzunehmen, dass alle Harmonischenmodi bekannt sind (es gibt zweierlei zu berechnende Signale):

$$V_{out} = a_0 f_0 + a_2 f_2 + a_3 f_3 + a_4 f_4 + a_5 f_5 + \dots + a_n f_m \quad (1)$$

wobei a_n einen n-ten harmonischen Koeffizienten repräsentiert, $n=0,2,3,4, \dots$; f_0 eine

[0024] Grundfrequenz repräsentiert, f_m eine m-te harmonischen Komponente repräsentiert, $m=2,3,4, \dots$

[0025] Dabei werden Signal 1 und Signal 2 jeweils auf eine geradzahlige und eine ungeradzahlige Harmonische zur Übertragung geladen, wodurch erhältlich ist:

[0026]

$$V_{out}^p = a_0^p f_0 + a_2^p f_2 + a_4^p f_4 + a_6^p f_6 + a_8^p f_8 + \dots \quad (2)$$

$$V_{out}^v = a_0^v f_0 + a_3^v f_3 + a_5^v f_5 + a_7^v f_7 + a_9^v f_9 + \dots \quad (3)$$

und schließlich ein Mischsignal von Signal 1 und Signal 2, die an einem Signalempfänger gleichzeitig empfangen sind, ist:

$$V_{out} = a_0^v f_0 + a_0^p f_0 + a_2^p f_2 + a_3^v f_3 + a_4^p f_4 + a_5^v f_5 + a_6^p f_6 + a_7^v f_7 + a_8^p f_8 + a_9^v f_9 + \dots \quad (4)$$

[0027] Aus (1) und (4) ist erkennbar:

$$a_0^v f_0 + a_0^p f_0 = a_0 f_0 \quad (5)$$

$$a_2^p f_2 = a_2 f_2; a_4^p f_4 = a_4 f_4; a_6^p f_6 = a_6 f_6; a_8^p f_8 = a_8 f_8; \dots \quad (6)$$

$$a_3^v f_3 = a_3 f_3; a_5^v f_5 = a_5 f_5; a_7^v f_7 = a_7 f_7; a_9^v f_9 = a_9 f_9; \dots \quad (7)$$

[0028] Da bei der Übertragung von Signal 1 und Signal 2 die gleiche Grundfrequenz benutzt wird und nur die harmonischen Komponenten unterschiedlich sind, kann aus (5) Folgendes abgeleitet werden:

$$a_0^v f_0 = a_0^p f_0 = \frac{1}{2} a_0 f_0 \quad (8)$$

[0029] Daher kann der Empfänger anhand der Formeln (6)-(8) Signal 1 und Signal 2 beide demodulieren.

[0030] Darüber hinaus können Signal 1 und Signal 2 noch mittels unterschiedlicher Kombinationen übertragen werden, z.B. mittels einer zweiten und einer dritten harmonischen Komponente wird Signal 1 geladen und mittels einer vierten harmonischen Komponente wird Signal 2 geladen. In der Praxis können unterschiedliche Kombinationen von harmonischen Komponenten bei Bedarf ausgewählt werden, um Signale zu übertragen.

[0031] In diesem Ausführungsbeispiel erfolgt hauptsächlich eine harmonische Modulation auf jedem Paar von Frequenzkanälen (z.B. f_1 und f_2) mittels der harmonischen Modulationstechnik. Die zu übertragenden Informationen auf unterschiedliche harmonische Komponenten oder Kombinationen von Komponenten derart geladen werden, dass jedes Paar von Kanälen gleichzeitig N Gruppen verschiedener Informationen übertragen kann. Somit kann mittels jedes Paar von Frequenzkanälen Kommunikationen von N Benutzer gleichzeitig ermöglicht werden und sie nicht einander stören, sodass der Nutzungsgrad von vorhandenen Frequenzspektrumressourcen erheblich erhöht wird, und die Situation des Mangels an Frequenzspektrumressourcen erleichtert.

[0032] Das obige vorgestellte Ausführungsbeispiel ist nur ein optimaler Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung und dient nicht zur Beschränkung des erfindungsgemäßen Ausführungsumfangs. Daher sollen alle Varianten in Formen, Prinzipien gemäß der vorliegenden Erfindung unter dem Schutzbereich der vorliegenden Erfindung fallen.

Patentansprüche

1. FDMA-Kommunikationsverfahren basierend auf harmonischer Modulation, dadurch gekennzeichnet, dass das Gesamtfrequenzband eines Kommunikationssystems in mehrere gleichmäßig beabstandete, sich einander nicht überlappende Kanäle unterteilt wird, die unterschiedlichen Benutzern zur Verfügung steht, wobei die Kanäle und die Nutzer eineindeutig korrespondierend sind, wobei anhand der Frequenzen Benutzersignale aus verschiedenen Adressen unterschieden werden, sodass eine Mehrfachzugriffsverbindung implementiert wird, wobei die Duplex-Kommunikation zwischen zwei Benutzern jeweils die Grundfrequenz und die Harmonischen für die Informationsübertragung verwendet, so dass ein Paar von Kanälen verwendet werden kann, um gleichzeitig mit verschiedenen Benutzern zu kommunizieren.
2. FDMA-Kommunikationsverfahren basierend auf harmonischer Modulation nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Informationsübertragung so abläuft:
vor allem verschiedene Informationen moduliert und dann jeweils auf unterschiedliche harmonische Komponenten geladen werden, wobei durch die unterschiedlichen harmonischen Komponenten verschiedene Informationen derart übertragen werden, dass jedes Paar von Kanälen gleichzeitig N Gruppen verschiedener Informationen übertragen kann, und schließlich die von einem Empfänger empfangenen Gesamtfrequenz- und Harmonischen Informationen demoduliert werden, wodurch alle übertragenen Informationen erhältlich sind.
3. FDMA-Kommunikationsverfahren basierend auf harmonischer Modulation nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass vor der Informationsübertragung ein fester Harmonischemodus vorgespeichert wird, wobei unter Verwendung einer gegebenen harmonischen Komponente alle unterschiedlichen Signale ausgerechnet werden, so dass aus anderen Signalen ein gefordertes Signal demoduliert werden kann.

4. FDMA-Kommunikationsverfahren basierend auf harmonischer Modulation nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der konkrete Vorgang, dass aufgrund des vorgespeicherten festen Harmonischemodus unter Verwendung einer gegebenen harmonischen Komponente beide zwei unterschiedlichen Signale ausgerechnet werden, so dass aus anderen Signalen ein gefordertes Signal demoduliert werden kann, wie folgt abläuft:
es angenommen wird, dass alle Harmonischenmodi bekannt sind:

$$V_{out} = a_0 f_0 + a_2 f_2 + a_3 f_3 + a_4 f_4 + a_5 f_5 + \dots + a_n f_m \quad (1)$$

wobei a_n einen n-ten harmonischen Koeffizienten repräsentiert, $n=0,2,3,4, \dots$; f_0 eine Grundfrequenz repräsentiert, f_m eine m-te harmonischen Komponente repräsentiert, $m=2,3,4, \dots$;
wobei Signal 1 und Signal 2 jeweils auf eine geradzahlige und eine ungeradzahlige Harmonische zur Übertragung geladen werden, wodurch erhältlich ist:

$$V_{out}^p = a_0^p f_0 + a_2^p f_2 + a_4^p f_4 + a_6^p f_6 + a_8^p f_8 + \dots \quad (2)$$

$$V_{out}^v = a_0^v f_0 + a_3^v f_3 + a_5^v f_5 + a_7^v f_7 + a_9^v f_9 + \dots \quad (3)$$

und schließlich ein Mischsignal von Signal 1 und Signal 2, die an einem Signalempfänger gleichzeitig empfangen sind, ist:

$$V_{out} = a_0^v f_0 + a_0^p f_0 + a_2^p f_2 + a_3^v f_3 + a_4^p f_4 + a_5^v f_5 + a_6^p f_6 + a_7^v f_7 + a_8^p f_8 + a_9^v f_9 + \dots \quad (4)$$

wobei aus (1) und (4) erkennbar ist:

$$a_0^v f_0 + a_0^p f_0 = a_0 f_0 \quad (5)$$

$$a_2^p f_2 = a_2 f_2; a_4^p f_4 = a_4 f_4; a_6^p f_6 = a_6 f_6; a_8^p f_8 = a_8 f_8; \dots \quad (6)$$

$$a_3^v f_3 = a_3 f_3; a_5^v f_5 = a_5 f_5; a_7^v f_7 = a_7 f_7; a_9^v f_9 = a_9 f_9; \dots \quad (7)$$

da bei der Übertragung von Signal 1 und Signal 2 die gleiche Grundfrequenz benutzt wird und nur die harmonischen Komponenten unterschiedlich sind, aus (5) Folgendes abgeleitet werden kann:

$$a_0^v f_0 = a_0^p f_0 = \frac{1}{2} a_0 f_0 \quad (8)$$

daher anhand der Formeln (6)-(8) der Empfänger das Signal 1 und das Signal 2 beide demodulieren kann.

5. FDMA-Kommunikationsverfahren basierend auf harmonischer Modulation nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass wenn verschiedene Informationen moduliert und dann zur Signalübertragung jeweils auf unterschiedliche harmonische Komponenten geladen werden, unterschiedliche Kombinationen von harmonischen Komponenten bei Bedarf ausgewählt werden können, um Signale zu übertragen.

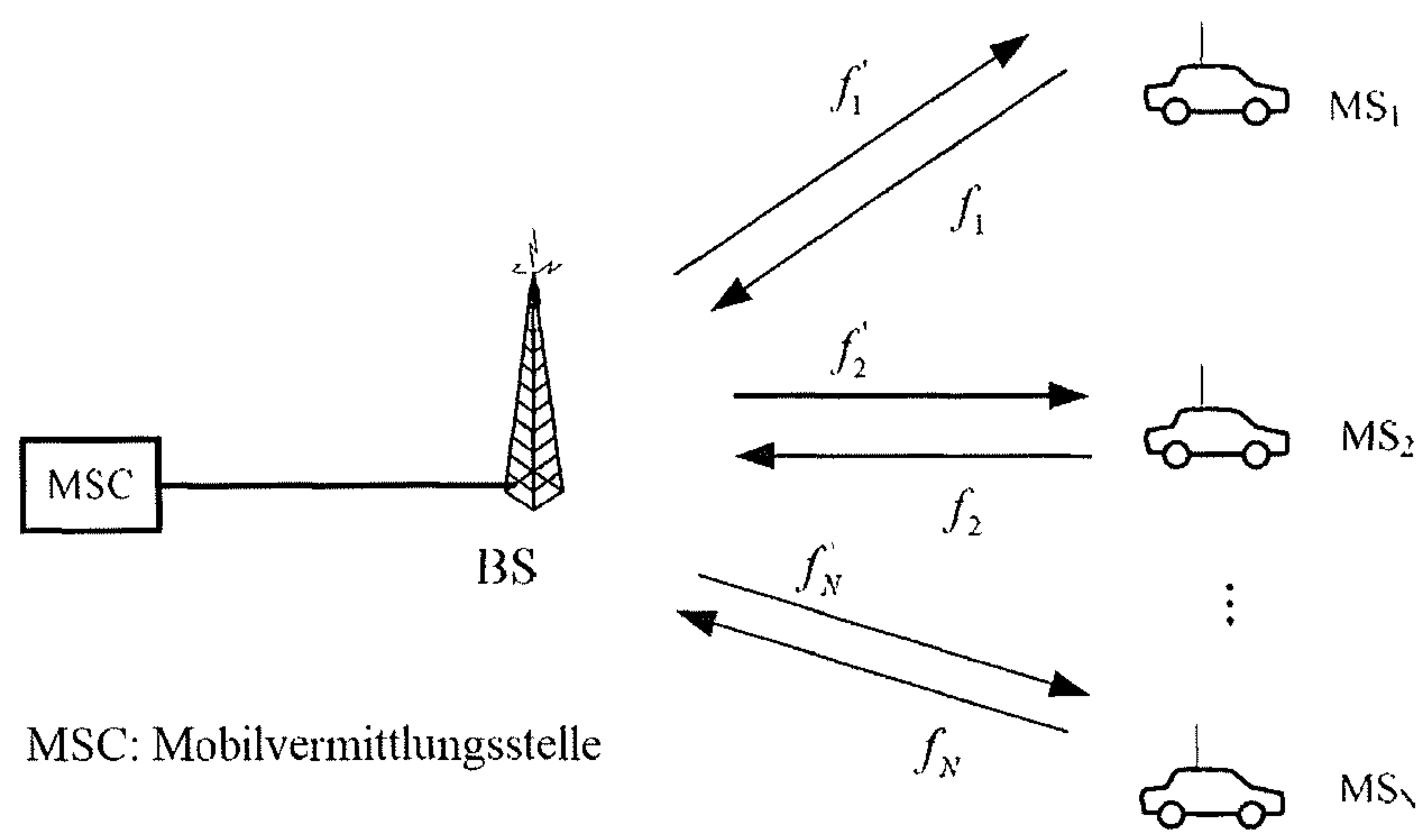


Fig.1

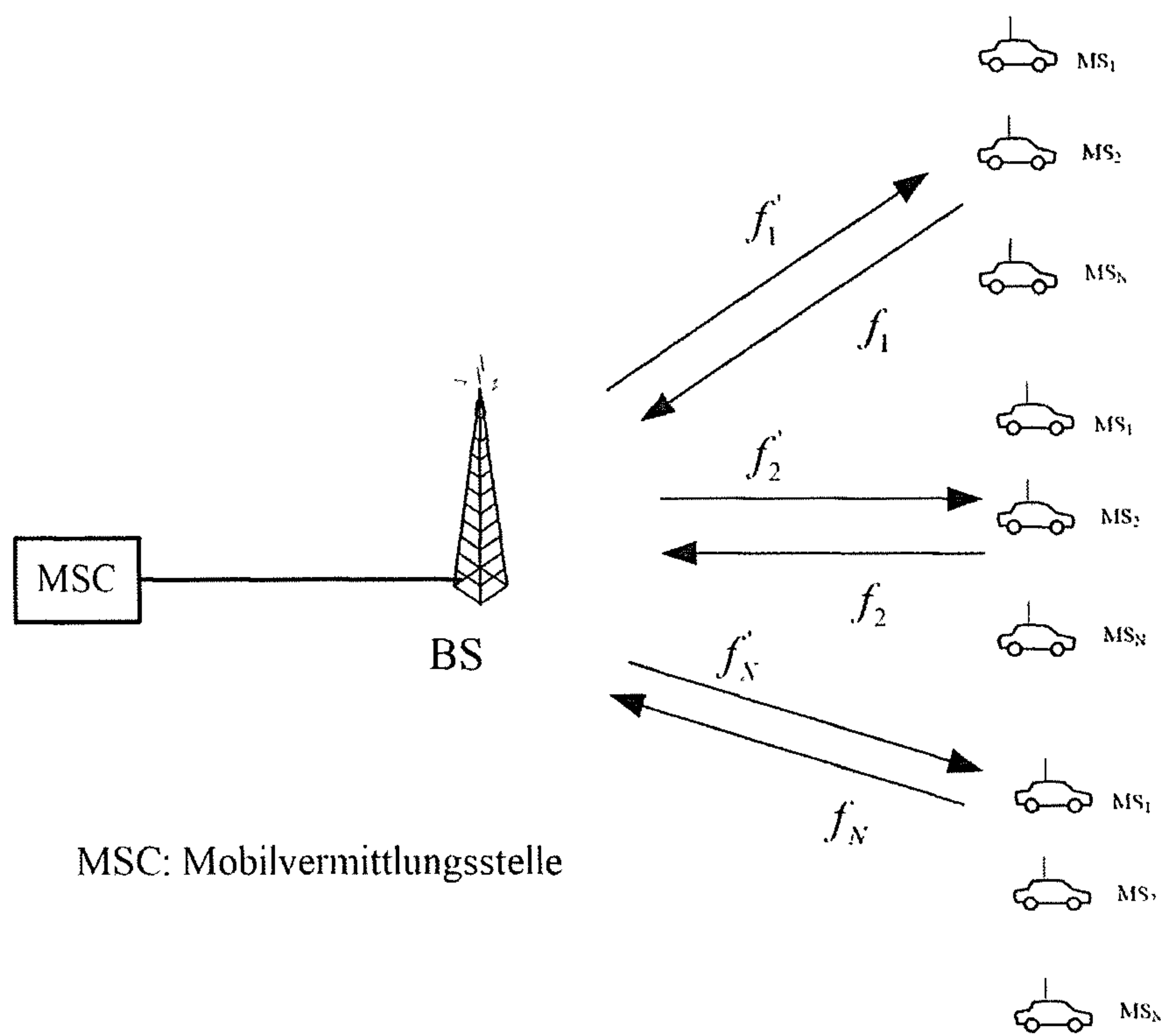


Fig.2

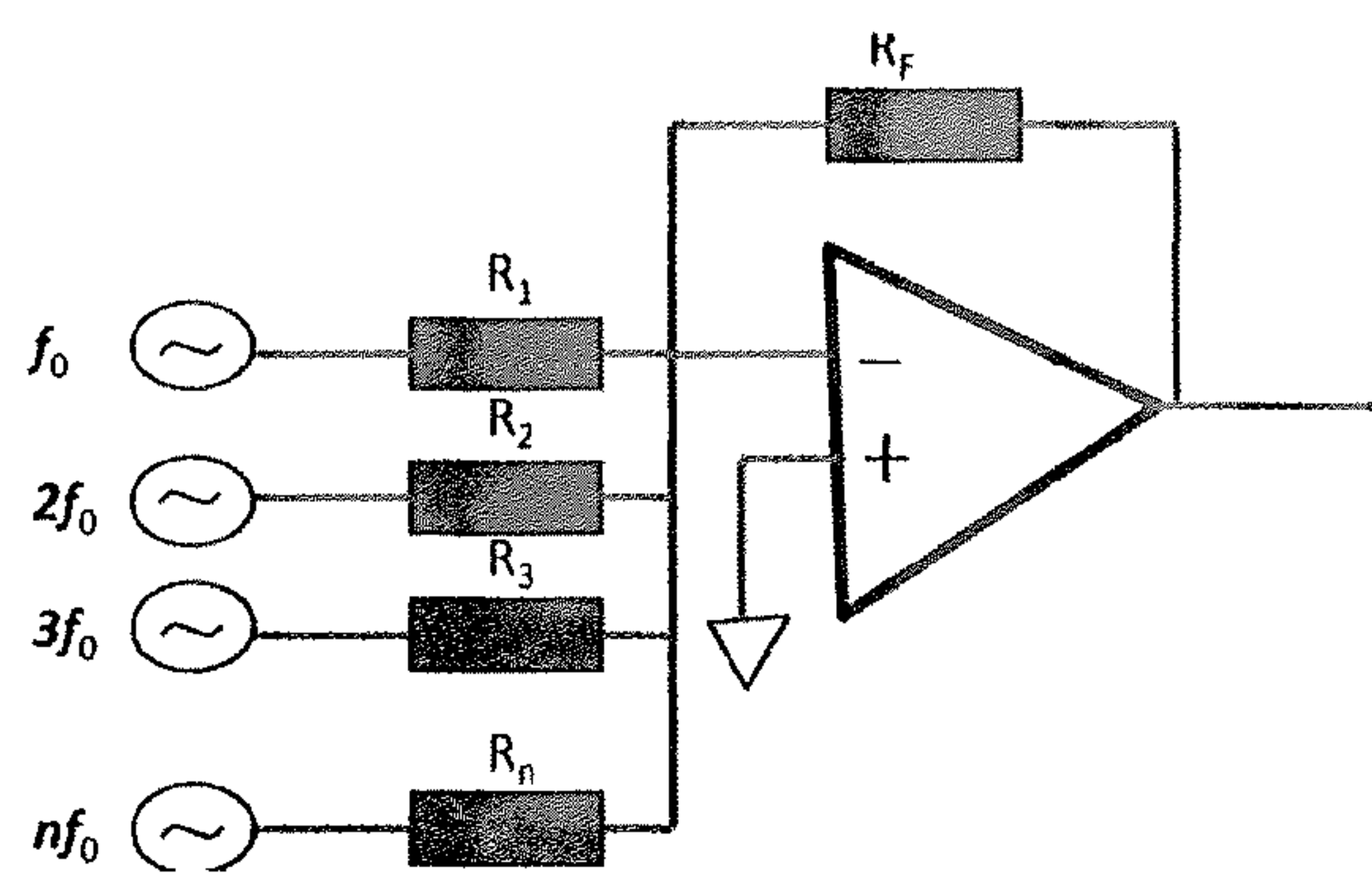


Fig.3