

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

11

Veröffentlichungsnummer: **0 170 847**
B1

12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

45

Veröffentlichungstag der Patentschrift:
10.05.89

51

Int. Cl.4: **H 04 H 3/00**

21

Anmeldenummer: **85107696.8**

22

Anmeldetag: **21.06.85**

54

Verfahren zur phasenstarrten Uebertragung eines niederfrequenten Modulationssignals sowie Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens.

30

Priorität: **20.07.84 CH 3543/84**

73

Patentinhaber: **BBC Brown Boveri AG, Haselstrasse, CH- 5401 Baden (CH)**

43

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.02.86 Patentblatt 86/7

72

Erfinder: **Tiesnes, Manfred, Schlossbergweg 8, CH- 5400 Baden (CH)**
Erfinder: **Zimmerman, Willy, Rebbergstrasse 85, CH- 5400 Ennetbaden (CH)**

45

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
10.05.89 Patentblatt 89/19

64

Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI NL SE

56

Entgegenhaltungen:
DE-A-3 044 438
US-A-2 094 113

IEEE TRANSACTIONS ON VEHICULAR TECHNOLOGY, Band VT-32, Nr. 1, Februar 1983, Seiten 106-120, IEEE, New York, US; **J. McGEEHAN**: "Theoretical and experimental investigation of feedforward signal regeneration as a means of combating multipath propagation effects in Pilot-Bases SSB Mobile Radio systems"
JAPAN TELECOMMUNICATIONS REVIEW, Band 13, Nr. 1, Januar 1971, Seiten 15-19, Tokyo, JP; **TOSHIA NAKANO et al.**: "New satellite-repeater systems for Maritime Mobile Telephone Service"
BROWN BOVERI REVIEW, Band 70, Nr. 5/6, Mai/juni 1983, Seiten 186-188, Baden, CH; **W. ZIMMERMAN**: "Simultaneous radio transmission"

EP 0 170 847 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt 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 phasenstarreren Übertragung eines niederfrequenten Modulationssignals gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens. Ein Verfahren der genannten Art ist z. B. aus der Druckschrift Brown Boveri Mitt 5/6, 1983, S. 186 - 188 sowie aus der DE-A-3 044 438 bekannt.

Zur frequenzökonomischen Funkversorgung grossflächiger Gebiete wird häufig der Gleichwellenfunk verwendet, bei dem simultan eine Mehrzahl von zusammengeschalteten Basisstationen auf dem gleichen Frequenzkanal betrieben werden. Die Basisstationen sind dabei so verteilt, dass die von ihnen abgedeckten Bereiche aneinandergrenzen und das gesamte Funkversorgungsgebiet überdecken.

Um die Empfangsstörungen in den unvermeidbaren Überlappungsgebieten mehrerer Basisstationen möglichst gering zu halten, müssen bestimmte Bedingungen hinsichtlich der Synchronisation der Basisstationen eingehalten werden.

Bei einem vollsynchronen System, das mit einem hohen technischen Aufwand verbunden ist, sind die Trägerfrequenzen der verschiedenen Basisstationen untereinander verkoppelt und absolut gleich.

Bei einem quasisynchronen System ist in jeder Basisstation ein eigener hochstabiler Oszillator für die Trägerfrequenz vorgesehen, wobei die maximale Abweichung zwischen den Trägerfrequenzen verschiedener Basisstationen nicht mehr als 5 - 20 Hz betragen darf.

Neben die durch Trägerfrequenzdifferenzen bedingten Empfangsstörungen in den Überlappungsgebieten eines quasisynchronen Gleichwellensystems treten zusätzlich die modulationsabhängigen Störungen: Die Modulationssignale werden von einer zentralen Signalquelle über Zubringerverbindungen an die einzelnen Basisstationen übermittelt und modulieren dort den jeweiligen Träger. Da die Basisstationen unterschiedliche Entfernungen zu der zentralen Signalquelle haben und für die Zubringerverbindungen möglicherweise unterschiedliche technische Systeme (NF-Leitung, Richtfunkstrecke etc.) eingesetzt werden, ergeben sich insbesondere Laufzeit- und Phasenunterschiede zwischen den auf verschiedenen Zubringerverbindungen übermittelten Modulationssignalen, die auf geeignete Weise ausgeglichen werden müssen, um störende Interferenzerscheinungen in den Überlappungsgebieten zu begrenzen.

Es ist nun bekannt, bei der Verwendung von NF-Leitungen oder einkanaligen Richtfunkstrecken als Zubringerverbindungen die Phasenverschiebung durch geeignete, in die Verbindung eingefügte Phasenkorrekturglieder und Laufzeitglieder zu kompensieren, wobei jedes dieser Glieder auf die speziellen

Übertragungseigenschaften der jeweiligen Zubringerverbindungen abgestimmt sein muss (Brown Boveri Mitt. 5/6, 1983, S. 186 - 188). Dies erfordert für jedes Gleichwellen-Funksystem einen speziellen Aufbau in den einzelnen Zubringerverbindungen und führt daher zu einem erhöhten Aufwand.

Darüber hinaus können als Zubringerverbindungen keine beliebigen Trägerfrequenz-Übertragungssysteme verwendet werden, weil durch die Transponierung der verschiedenen Kanäle an den verschiedenen Standorten Signale mit unterschiedlicher Phase und Frequenz entstehen, die auf die bekannte Art durch Einfügen von Korrekturgliedern nicht aufeinander abgestimmt werden können.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur phasenstarreren Übertragung von Modulationssignalen von der zentralen Signalquelle zu den Basisstationen eines Gleichwellen-Funksystems anzugeben, bei dem der Ausgleich von auftretenden Phasenfehlern unabhängig von der Art der Zubringerverbindung erreicht wird, und welches daher auch die Verwendung von beliebigen Trägerfrequenz-Übertragungssystemen als Zubringerverbindungen gestattet.

Die Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art durch die Merkmale aus dem Kennzeichen des Anspruchs 1 gelöst.

Der Kern der Erfindung besteht darin, das Modulationssignal vor der Übermittlung mit einem Hilfsträger zu mischen, wenigstens eines der bei der Mischung entstehenden Seitenbänder zusammen mit dem Hilfsträger an die Basisstationen zu übermitteln und dort durch erneutes Mischen mit dem übermittelten Hilfsträger oder einem an diesen phasenstarr gekoppelten lokal erzeugten Hilfsträger zu demodulieren. Da das Seitenbandsignal und der Hilfsträger auf der Zubringerverbindung stets die gleichen Phasenverschiebungen erleiden, wird die Phasenverschiebung des Modulationssignals bei der Demodulation mittels des übermittelten Hilfsträgers automatisch kompensiert.

Vorzugsweise liegen Seitenband und Hilfsträger im selben Kanal, der als Telefoniekanal ausgebildet ist.

Die Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens weist hinter jeder Signalquelle einen Modulator mit Lokaloszillator, vorzugsweise einem Quarzoszillator, und einem ersten Mischer und vor jeder Basisstation einen entsprechenden Demodulator mit einem zweiten Mischer und Mitteln zur Wiedergewinnung des Hilfsträgers auf.

Die Erfindung soll nun nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1 das Blockschaltbild eines bekannten Gleichwellen-Funksystems mit verschiedenartigen Zubringerverbindungen,

- Fig. 2 das Blockschaltbild einer einzelnen Zubringerverbindung mit Trägerfrequenz-Übertragungssystem und Phasenkorrektur nach der Erfindung,
- Fig. 3 das Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels des Modulators aus Fig. 2,
- Fig. 4 das entsprechende Blockschaltbild für den Demodulator aus Fig. 2,
- Fig. 5a-c die in einem Modulator nach Fig. 3 auftretenden Frequenzen und Frequenzbänder,
- Fig. 6a-c die entsprechenden Frequenzen und Frequenzbänder im Demodulator nach Fig. 4.

In Fig. 1 ist ein beispielhaftes Gleichwellen-Funksystem nach dem Stand der Technik dargestellt. Die Funkversorgung eines grossflächigen Gebiets erfolgt über eine Mehrzahl von Basisstationen B1, ..., B3, die über entsprechende Antennen A1, ..., A3 simultan das mit einem niederfrequenten Modulationssignal modulierte Trägersignal aussenden.

Das Modulationssignal stammt aus einer niederfrequenten Signalquelle 1, z. B. einem Mikrophon, und wird über Zubringerverbindungen an die einzelnen Basisstationen B1, ..., B3 verteilt. Die Zubringerverbindungen können durch NF-Leitungen 11, 12 verschiedener Länge realisiert werden, aber auch durch eine einkanalige Richtfunkstrecke 13 mit einem Richtfunktaster 2 und einem Richtfunkempfänger 3.

Um die auf den verschiedenen Zubringerleitungen entstehenden Phasenunterschiede zu kompensieren, sind in den Leitungen Phasenkorrekturglieder 4 vorgesehen, die Phasendifferenzen durch Laufzeitunterschiede und Unterschiede im Phasengang ausgleichen. Jedes dieser Phasenkorrekturglieder ist auf die Laufzeit und den Phasengang des jeweiligen Übertragungsweges abgestimmt und erfüllt diese Funktion in einem Frequenzkanal mit relativ schmaler Bandbreite (z. B. Telefoniekanal mit $\Delta f = 3,1$ kHz).

Gemäss der Erfindung wird nun das Modulationssignal vor seiner Übermittlung über die Zubringerverbindung so verändert, dass die Phasenänderung durch die Zubringerverbindung an der Basisstation korrigiert werden kann, ohne die Eigenschaften der Verbindung selbst zu kennen. Dies ist besonders vorteilhaft für Anwendungsfälle, in denen beliebige Trägerfrequenzsysteme mit FDM (Frequency Division Multiplex) als Zubringerverbindungen eingesetzt werden.

Das Blockschaltbild einer einzelnen solchen FDM-Zubringerverbindung mit Phasenkorrektur nach der Erfindung ist in Fig. 2 wiedergegeben. Da ein FDM-System nur sinnvoll ist, wenn mehrere Kanäle gleichzeitig übertragen werden müssen, wird in Fig. 2 von einer Mehrzahl von niederfrequenten Signalquellen 1 ausgegangen. Jeder der Signalquellen ist ein eigener Kanal

zugeordnet. Die aus den Signalquellen 1 kommenden Modulationssignale werden zunächst innerhalb ihres Kanals durch einen nachfolgenden Modulator im Sinne des erfindungsgemässen Verfahrens modifiziert. Auf die Einzelheiten dieser Modifizierung wird später im Zusammenhang mit der Ausführung des Modulators 5 noch näher eingegangen.

Nach der Modifizierung der Modulationssignale in den Modulatoren 5 werden die einzelnen Kanäle durch einen Trägerfrequenz-Multiplexer 6 in an sich bekannter Weise zu höheren Frequenzen hin transponiert und frequenzmässig aneinandergereiht über einen Trägerfrequenzsender 7 und eine Trägerfrequenzstrecke 14 an einen Trägerfrequenzempfänger 8 übermittelt. Ein nachfolgender Trägerfrequenz-Demultiplexer 9 versetzt die Kanäle in ihre frequenzmässige Ausgangslage zurück und leitet sie getrennt an eine der Kanalzahl entsprechende Anzahl von Demodulatoren 10 weiter, in denen die jeweilige Phasenverschiebung korrigiert und das ursprüngliche Modulationssignal zurückgewonnen wird.

Die zurückgewonnenen Modulationssignale werden dann an eine Basisstation B weitergegeben und modulieren dort das über eine Antenne A abgestrahlte Trägersignal.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Modulators 5 aus Fig. 2 ist mit seinem Blockschaltbild in Fig. 3 dargestellt. Auf eine detaillierte Wiedergabe des schaltungstechnischen Aufbaus der einzelnen Blöcke ist hier wie auch beim entsprechenden Schaltbild des Demodulators 10 verzichtet worden, weil die Ausführung jedem Fachmann der Trägerfrequenztechnik bekannt ist.

Das Modulationssignal aus der Signalquelle 1 wird innerhalb des Modulators 5 zunächst über einen ersten Trenntransformator 15, der vorzugsweise ein Übertragungsverhältnis von 1 : 1 und eine Impedanz von 600 Ohm hat, auf den Eingang eines ersten Eingangsverstärkers 16 gegeben und dort auf ein für die weitere Signalverarbeitung günstiges Niveau verstärkt.

Dem ersten Eingangsverstärker 16 ist ein BandbegrenzungsfILTER 17 nachgeordnet, welches das Frequenzband des Modulationssignals begrenzt und vorzugsweise eine obere Grenzfrequenz von etwa 3 kHz aufweist. Die Durchlasskennlinie des Bandbegrenzungsfilters ist als gestrichelte Linie in der Fig. 5a eingetragen, die das aus der Begrenzung resultierende, zwischen 0,3 und 3 kHz liegende Niederfrequenzband NB des Modulationssignals zeigt.

Das Niederfrequenzband NB wird dem einen Eingang eines ersten Mischers 18 zugeführt, der das Modulationssignal mit einem Hilfsträger HT von vorzugsweise 3,3 kHz, dargestellt auf der Frequenzachse in Fig. 5b, mischt. Der Hilfsträger HT wird aus der Oszillatorfrequenz eines Lokaloszillators, vorzugsweise eines Quarzoszillators 20 abgeleitet, die z. B. 3,3792

MHz beträgt und durch einen nachfolgenden ersten Frequenzteiler 21 mit einem Teilverhältnis von $2^{10} : 1$ auf 3,3 kHz heruntergeteilt wird. Andere Oszillatorfrequenzen bedingen entsprechend andere Teilverhältnisse.

Bei der Mischung von Modulationssignal und Hilfsträger HT entstehen ein unteres Seitenband USB und ein oberes Seitenband OSB symmetrisch zur Frequenz des Hilfsträgers HT. Beide Seitenbänder sind in Fig. 5c dargestellt. Das untere Seitenband USB entspricht dem Niederfrequenzband NB in Kehrlage und enthält, für sich genommen, die gleiche Information. Zur Einsparung von Bandbreite ist daher vorzugsweise dem ersten Mischer 18 ein erstes Seitenbandfilter 19 mit einer in Fig. 5c gestrichelt eingezeichneten Durchlasskennlinie nachgeschaltet, welches mit einer oberen Grenzfrequenz von 3 kHz den Hilfsträger HT sowie das obere Seitenband OSB unterdrückt.

Das verbleibende untere Seitenband USB gelangt auf einen Eingang eines Addierverstärkers 23. Auf einen anderen Eingang des Addierverstärkers 23 wird ein in der Amplitude abgesenkter Hilfsträgerrest HTR gegeben, der über ein Oberwellenfilter 22 mit einer oberen Grenzfrequenz von z. B. 4 kHz, am Ausgang des ersten Frequenzteilers 21 entnommen wird.

Am Ausgang des Addierverstärkers 23 erscheint dann ein modifiziertes Modulationssignal, das sich aus dem unteren Seitenband USB und dem danebenliegenden Hilfsträgerrest HTR zusammensetzt. Beide sind in Fig. 5c durchgezogen dargestellt. Das modifizierte Modulationssignal kann nun über eine beliebige Zubringerverbindung mit entsprechender Bandbreite wie z. B. das FDM-System der Fig. 2 an die Basisstationen übermittelt werden, wo es zuvor im Demodulator 10 korrigiert und rückgewandelt wird.

Ein bevorzugtes zum Modulator der Fig. 3 passendes Ausführungsbeispiel des Demodulators 10 ist mit seinem Blockschaltbild in Fig. 4 wiedergegeben. Das modifizierte, über die Zubringerverbindung ankommende Modulationssignal der Fig. 6a wird innerhalb des Modulators 10 zunächst in einem zweiten Eingangsverstärker 24 verstärkt und einem zweiten Mischer 25 zugeführt. Gleichzeitig wird aus dem verstärkten Signal mittels eines Hochpassfilters 29, welches für die beispielhaften Frequenzen aus Fig. 6a eine untere Grenzfrequenz von 3,2 kHz aufweist, der Hilfsträgerrest HTR abgezweigt und zur lokalen Erzeugung eines phasenstarr gekoppelten Hilfsträgers im Demodulator 10 weiterverwendet.

Der abgezweigte Hilfsträgerrest HTR wird dazu in einem Trägersignalverstärker 30 verstärkt und zur Synchronisation einer PLL (Phase Locked Loop)-Schaltung 31 an deren Synchronisationseingang weitergeleitet. Die PLL-Schaltung erzeugt vorzugsweise eine Frequenz von 6,6 kHz, die in einem nachfolgenden zweiten Frequenzteiler 32 mit einem Teilverhältnis von 2 :

1 auf 3,3 kHz heruntergeteilt und über eine Rückkopplungsschleife auf den Rückkopplungseingang der PLL-Schaltung 31 gegeben wird.

5 Auf diese Weise steht am Ausgang des zweiten Frequenzteilers 32 ein lokal erzeugter ungestörter Hilfsträger von 3,3 kHz zur Verfügung, der an den im modifizierten Modulationssignal mitübertragenen

10 Hilfsträgerrest HTR phasenstarr gekoppelt ist.

Der lokale Hilfsträger wird im zweiten Mischer 25 mit dem verstärkten modifizierten Modulationssignal gemischt, wodurch gemäss Fig. 6b wieder ein unteres Seitenband USB und ein oberes Seitenband OSB entstehen. Das untere Seitenband USB entspricht dem ursprünglichen Niederfrequenzband NB aus Fig. 5a und wird durch ein zweites Seitenbandfilter 26 (obere Grenzfrequenz: 3 kHz), dessen Durchlasskennlinie in Fig. 6b eingetragen ist, absepariert (Fig. 6c), in einem Ausgangsverstärker 27 verstärkt und über einen zweiten Trenntransformator 28 (Übertragungsverhältnis: 1 : 1; Impedanz: 600 Ohm) an die nachfolgende Basisstation weitergegeben.

Da für die Mischung im zweiten Mischer 25 des Demodulators 10 mit dem übermittelten unteren Seitenband USB und dem an den übermittelten Hilfsträgerrest HTR phasenstarr gekoppelten, lokal erzeugten Hilfsträger zwei Signalgrößen verwendet werden, die beide der Phasenänderung durch die Zubringerverbindung in gleichem Masse unterliegen, kompensieren sich bei der Mischung diese Phasenänderungen automatisch.

Durch die bevorzugte Beschränkung des Niederfrequenzbandes auf Frequenzen zwischen 0,3 und 3 kHz und die Auswahl eines Hilfsträgers HT mit 3,3 kHz lässt sich das modifizierte Modulationssignal (unteres Seitenband USB in Kehrlage + Hilfsträgerrest HTR) über jeden international genormten Telefoniekanal übertragen, der eine Mindestbandbreite von 0,3 bis 3,4 kHz besitzt.

Insgesamt steht mit dem erfindungsgemässen Verfahren eine Methode zur Verfügung, um bei der Ansteuerung von Basissendern eines Gleichwellen-Funksystems unabhängig von der Art der Zubringerverbindung auf einfache Weise Phasendrehungen des zu übertragenden Modulationssignals auszugleichen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur phasenstarr Übertragung eines niederfrequenten Modulationssignals von einer zentralen Signalquelle über Zubringerverbindungen an eine Mehrzahl von räumlich verteilten Basisstationen eines Gleichwellen-Funksystems, bei welchem Verfahren Phasendrehungen des Modulationssignals in der Zubringerverbindung

kompensiert werden, dadurch gekennzeichnet, dass

- ein ausserhalb des Niederfrequenzbands (NB) des Modulationssignals liegender Hilfsträger (HT) erzeugt wird;

- der Hilfsträger (HT) mit dem Modulationssignal gemischt wird;

- das aus der Mischung resultierende untere Seitenband (USB) zusammen mit einem Hilfsträgerrest (MIR) zu den Basisstationen (B, B1, ..., B3) übertragen wird; und

- an den Basisstationen (B, B1, ..., B3) aus dem unteren Seitenband (USB) durch Mischen mit Hilfe des übertragenen Hilfsträgerrests (HTR) das ursprüngliche Modulationssignal zurückgewonnen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Niederfrequenzband (NB) des Modulationssignals und der Hilfsträger (HT) innerhalb eines Telefoniekanaals liegen, wobei das Niederfrequenzband (NB) vorzugsweise von 0,3 bis 3 kHz reicht und der Hilfsträger (HT) vorzugsweise eine Frequenz von 3,3 kHz aufweist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet dass an den Basisstationen (B, B1, ..., B3) der übertragene Hilfsträgerrest (HTR) von dem unteren Seitenband (USB) abgetrennt wird, und ein an den Hilfsträgerrest (HTR) phasenstarr gekoppelter lokaler Hilfsträger gleicher Frequenz erzeugt und zum Mischen mit dem unteren Seitenband (USB) verwendet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die unteren Seitenbänder (USB) mehrerer Modulationssignale mit den zugehörigen Hilfsträgern (HT) nach dem Trägerfrequenzverfahren multiplexiert und als Multiplexsignal zu den Basisstationen (B, B1, ..., B3) übertragen und dort vor der Rückgewinnung der ursprünglichen Modulationssignale demultiplexiert werden.

5. Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in jeder Zubringerverbindung von der Signalquelle (1) zu einer Basisstation (B, B1, ..., B3) hinter der Signalquelle (1) ein Modulator (5) und vor der Basisstation (B, B1, ..., B3) ein Demodulator (10) angeordnet ist, dass der Modulator (5) einen Lokaloszillator zur Erzeugung des Hilfsträgers (HT) und einen ersten Mischer (18) zur Mischung des Modulationssignals mit dem Hilfsträger (HT) enthält, und dass der Demodulator (10) ein Hochpassfilter (29) zur Abtrennung des übertragenen Hilfsträgerrests (HTR), einen zweiten Mischer (25) zur Rückgewinnung des ursprünglichen Modulationssignals mit Hilfe des übertragenen Hilfsträgerrests (HTR) und ein am Ausgang des zweiten Mixers (25) angeordnetes zweites Seitenbandfilter (26) zur Unterdrückung des Hilfsträgers (HT) und des beim Mischen entstehenden oberen Seitenbandes (OSB) aufweist.

6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass im Modulator (5)

hinter dem Ausgang des ersten Mixers (18) ein erstes Seitenbandfilter (19) zur Unterdrückung des Hilfsträgers (HT) und des beim Mischen entstehenden oberen Seitenbandes (OSB) vorgesehen ist, und dass dem verbleibenden unteren Seitenband (USB) in einem Addierverstärker (23) der Hilfsträgerrest (HTR) zugesetzt wird, welcher dem Quarzoszillator (20) entnommen wird.

7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Lokaloszillator ein Quarzoszillator (20) ist, auf einer Frequenz schwingt, die ein Vielfaches der Frequenz des Hilfsträgers (HT) ist, und dass dem Quarzoszillator (20) ein erster Frequenzteiler (21) zur Erzeugung des Hilfsträgers (HT) nachgeschaltet ist.

8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass im Demodulator (10) hinter dem Hochpassfilter (29) ein Trägersignalverstärker (30) und nachfolgend eine PLL (Phase Locked Loop)-Schaltung (31) angeordnet ist, die einen zum Hilfsträgerrest (HTR) phasenstarr gekoppelten lokalen Hilfsträger gleicher Frequenz erzeugt und an den zweiten Mischer (25) weiterleitet.

9. Schaltungsanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass

- der Quarzoszillator (20) eine Frequenz von 3,3792 MHz erzeugt,
- der erste Frequenzteiler (21) ein Teilverhältnis von $2^{10} : 1$ hat,
- das erste und zweite Seitenbandfilter (19, 26) eine obere Grenzfrequenz von 3 kHz aufweisen,
- das Hochpassfilter (29) eine untere Grenzfrequenz von 3,2 kHz aufweist, und
- vor dem ersten Mischer (18) ein Bandbegrenzungsfiler (17) mit einer Bandbreite von 0,3 bis 3 kHz angeordnet ist.

Claims

1. Method for the phase-locked transmission of a voice-frequency modulation signal from a central signal source via feeder connections to a plurality of spatially distributed base stations of a common-frequency radio system, in which method phase rotations of the modulation signal in the feeder connection are compensated, characterized in that

- an auxiliary carrier (AC) located outside the voice-frequency band (VB) of the modulation signal is generated;
- the auxiliary carrier (AC) is mixed with the modulation signal;
- the lower sideband (LSB) resulting from the mixing, together with a residual auxiliary carrier (RAC), is transmitted to the base stations (B, B1, ..., B3); and
- the original modulation signal is recovered at the base stations (B, B1, ..., B3) from the lower sideband (LSB) by mixing with the aid of the residual auxiliary carrier (RAC) transmitted.

2. Method according to Claim 1, characterized in that the voice frequency band (VB) of the modulation signal and the auxiliary carrier (AC) are located within a telephony channel, the voice frequency band (VB) preferably extending from 0.3 to 3 kHz and the auxiliary carrier (AC) preferably exhibiting a frequency of 3.3 kHz.

3. Method according to Claim 2, characterized in that at the base stations (B, B1, ..., B3), the transmitted residual auxiliary carrier (RAC) is separated from the lower sideband (LSB), and a local auxiliary carrier of the same frequency, which is coupled locked in phase to the residual auxiliary carrier (RAC), is generated and used for mixing with the lower sideband (LSB).

4. Method according to Claim 1, characterized in that the lower sidebands (LSB) of several modulation signals are multiplexed with the associated auxiliary carriers (AC) in accordance with the carrier frequency method and are transmitted as multiplex signal to the base stations (B, B1, ..., B3), where they are demultiplexed before the original modulation signals are recovered.

5. Circuit arrangement for carrying out the method according to Claim 1, characterized in that in each feeder connection from the signal source (1) to a base station (B, B1, ..., B3), a modulator (5) is arranged after the signal source (1) and a demodulator (10) is arranged before the base station (B, B1, ..., B3), in that the modulator (5) contains a local oscillator for generating the auxiliary carrier (AC) and a first mixer (18) for mixing the modulation signal with the auxiliary carrier (AC), and in that the demodulator (10) exhibits a high-pass filter (29) for separating out the transmitted residual auxiliary carrier (RAC), a second mixer (25) for recovering the original modulation signal with the aid of the transmitted residual auxiliary carrier (RAC), and a second sideband filter (26), which is arranged at the output of the second mixer (25), for suppressing the auxiliary carrier (AC) and the upper sideband (USB) produced during the mixing.

6. Circuit arrangement according to Claim 5, characterized in that in the modulator (5) after the output of the first mixer (18), a first sideband filter (19) is provided for suppressing the auxiliary carrier (AC) and the upper sideband (USB) produced during the mixing, and in that the residual auxiliary carrier (RAC), which is taken from the crystal oscillator (20), is added to the remaining lower sideband (LSB) in an adding amplifier (23).

7. Circuit arrangement according to Claim 6, characterized in that the local oscillator is a crystal oscillator (20), oscillates at a frequency which is a multiple of the frequency of the auxiliary carrier (AC), and in that the crystal oscillator (20) is followed by a first frequency divider (21) for generating the auxiliary carrier (AC).

8. Circuit arrangement according to Claim 7, characterized in that in the demodulator (10) following the high-pass filter (29), a carrier signal

amplifier (30) and subsequently a PLL (Phase Locked Loop) circuit (31) is arranged which generates a local auxiliary carrier of the same frequency, which is coupled locked in phase to the residual auxiliary carrier (RAC), and forwards it to the second mixer (25).

9. Circuit arrangement according to Claim 8, characterized in that

- the crystal oscillator (20) generates a frequency of 3.3792 MHz,
- the first frequency divider (21) has a dividing ratio of $2^{10} : 1$,
- the first and second sideband filter (19, 26) exhibit an upper cut-off frequency of 3 kHz,
- the high-pass filter (29) exhibits a lower cut-off frequency of 3.2 kHz, and
- before the first mixer (18), a band-limiting filter (17) having a band width of 0.3 to 3 kHz is arranged.

Revendications

1. Procédé pour la transmission à verrouillage de phase d'un signal de modulation basse fréquence d'une source de signaux centrale, par l'intermédiaire de liaisons de modulation, à plusieurs stations de base réparties dans l'espace d'un système de radio sur fréquence commune, dans lequel des rotations de phases du signal de modulation dans la liaison de modulation sont compensées, caractérisé en ce que:

- une sous-porteuse (HT), située en dehors de la bande de basse fréquence (NB) du signal de modulation, est produite;
- la sous-porteuse (HT) est mélangée avec le signal de modulation;
- la bande latérale inférieure (USB) résultant du mélange est transmise conjointement avec un résidu de sous-porteuse (HTR) aux stations de base (B, B1, ..., B3), et

- aux stations de base (B, B1, ..., B3), le signal de modulation initial est récupéré à partir de la bande latérale inférieure (USB) par mélange avec l'aide du résidu de sous-porteuse (HTR) transmis.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la bande de basse fréquence (NB) du signal de modulation et la sous-porteuse (HT) sont situées dans un canal téléphonique, la bande de basse fréquence (NB) s'étendant, de préférence, sur des fréquences de 0,3 à 3 kHz et la sous-porteuse (HT) présentant, de préférence, une fréquence de 3,3 kHz.

3. Procédé suivant la revendication 2, caractérisé en ce qu'aux stations de base (B, B1, ..., B3), le résidu de sous-porteuse (HTR) transmis est séparé de la bande latérale inférieure (USB) et une sous-porteuse locale de même fréquence, couplée avec verrouillage de phase au résidu de sous-porteuse (HTR), est produite et est utilisée pour le mélange avec la bande latérale inférieure (USB).

4. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les bandes latérales

inférieures (USB) de plusieurs signaux de modulation sont multiplexées avec les sous-porteuses (HT) associées selon le procédé à fréquence porteuse et sont transmises, en tant que signal multiplex, aux stations de base (B, B1, ..., B3) où elles sont démultiplexées avant la récupération des signaux de modulation initiaux. 5

5. Montage de circuit pour l'exécution du procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que, dans chaque liaison de modulation allant de la source de signaux (1) à une station de base (B, B1) ..., B3), en aval de la source de signaux (1), est installé un modulateur (5) et, en amont de la station de base (B, B1, ..., B3), un démodulateur (10), que le modulateur (5) contient un oscillateur local, destiné à produire la sous-porteuse (HT), et un premier mélangeur (18), destiné à mélanger le signal de modulation avec la sous-porteuse (HT), et que le démodulateur (10) comporte un filtre passe-haut (29) pour la séparation du résidu de sous-porteuse (HTR) transmis, un second mélangeur (25) pour la récupération du signal de modulation initial à l'aide du résidu de sous-porteuse (HTR) transmis et un second filtre de bande latérale (26) disposé à la sortie du second mélangeur (25) pour la suppression de la sous-porteuse (HT) et de la bande latérale supérieure (OSB) apparaissant lors du mélange. 10 15 20 25

6. Montage de circuit suivant la revendication 5, caractérisé en ce que, dans le modulateur (5), en aval de la sortie du premier mélangeur (18), est prévu un premier filtre de bande latérale (19), destiné à supprimer la sous-porteuse (HT) et la bande latérale supérieure (OSB) apparaissant lors du mélange, et qu'à la bande latérale inférieure (USB) restante est ajouté, dans un amplificateur sommateur (23), le résidu de sous-porteuse (HTR) qui est prélevé sur l'oscillateur à quartz (20). 30 35

7. Montage de circuit suivant la revendication 6, caractérisé en ce que l'oscillateur local est un oscillateur à quartz (20) et oscille à une fréquence qui est un multiple de la fréquence de la sous-porteuse (HT) et que l'oscillateur à quartz (20) est suivi d'un premier diviseur de fréquence (21) destiné à produire la sous-porteuse (HT). 40 45

8. Montage de circuit suivant la revendication 7, caractérisé en ce que, dans le démodulateur (10), en aval du filtre passe-haut (29), sont disposés un amplificateur de signal porteur (30), puis un circuit PLL (Phase Locked Loop ou boucle à verrouillage de phase) (31) qui produit une sous-porteuse locale de même fréquence, couplée avec verrouillage de phase au résidu de sous-porteuse (HTR), et la transmet au second mélangeur (25). 50 55

9. Montage de circuit suivant la revendication 8, caractérisé en ce que:
 - l'oscillateur à quartz (20) produit une fréquence de 3,3792 MHz; 60
 - le premier diviseur de fréquence (21) présente un rapport de division de $2^{10} : 1$;
 - le premier et le second filtre de bande latérale (19, 26) présentent une fréquence de coupure supérieure de 3 kHz; 65

- le filtre passe-haut (29) présente une fréquence de coupure inférieure de 3,2 kHz, et
 - en amont du premier mélangeur (18) est installé un filtre limiteur de bande (17) d'une largeur de bande de 0,3 à 3 kHz.

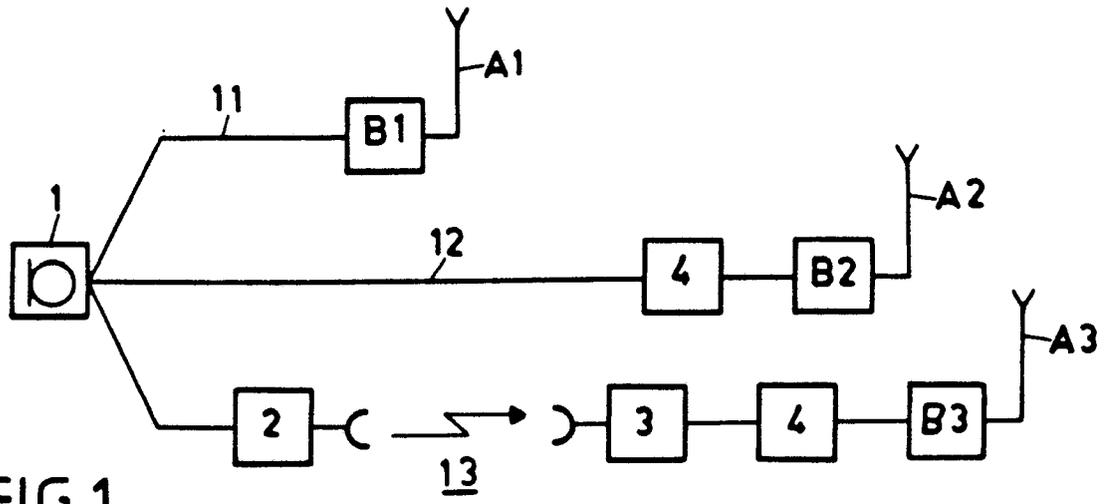


FIG. 1

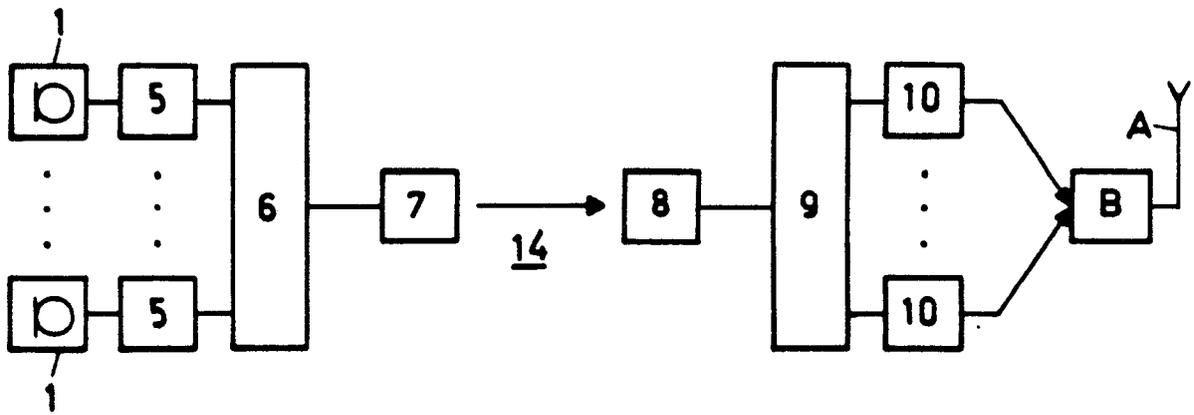


FIG. 2

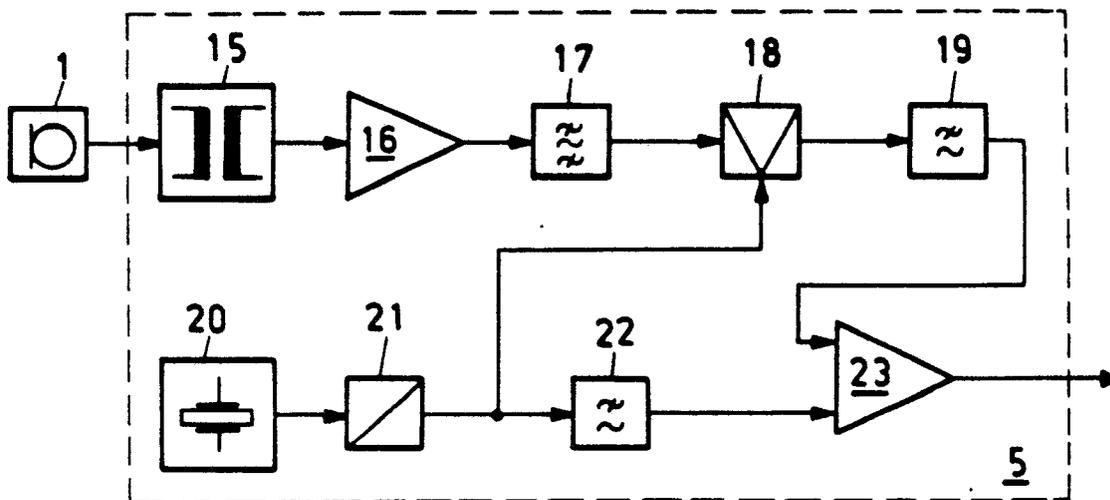


FIG. 3

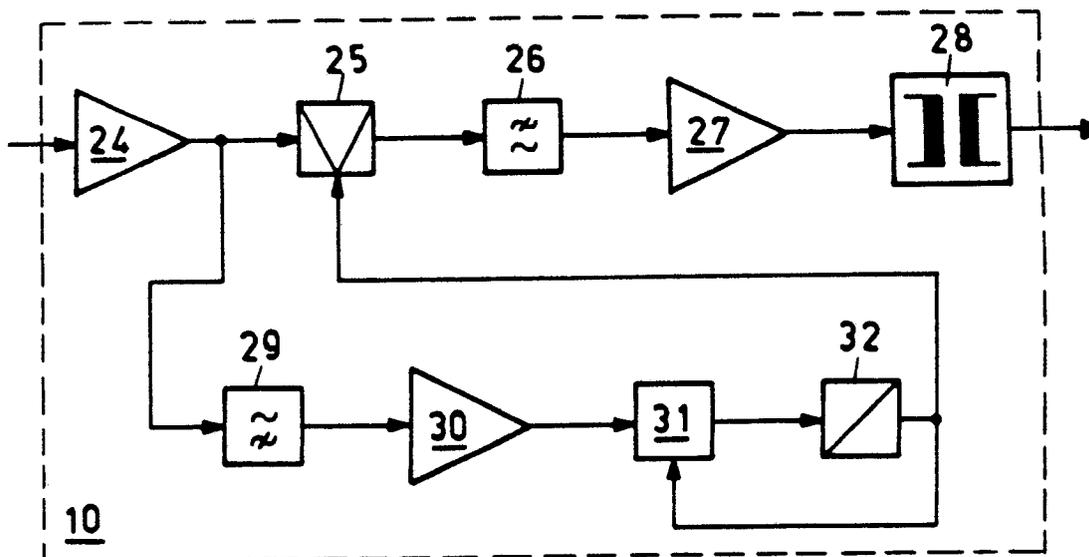


FIG. 4

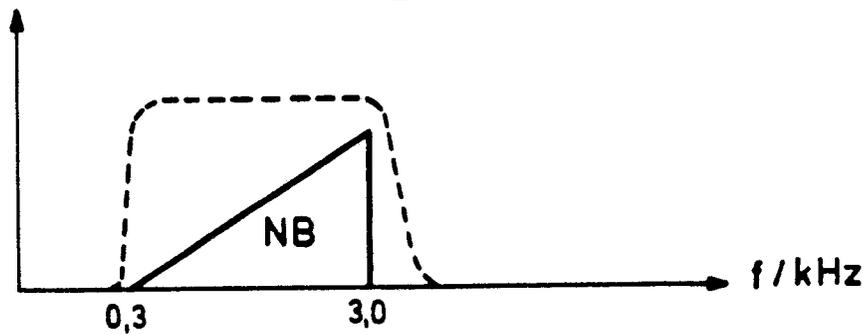


FIG. 5a

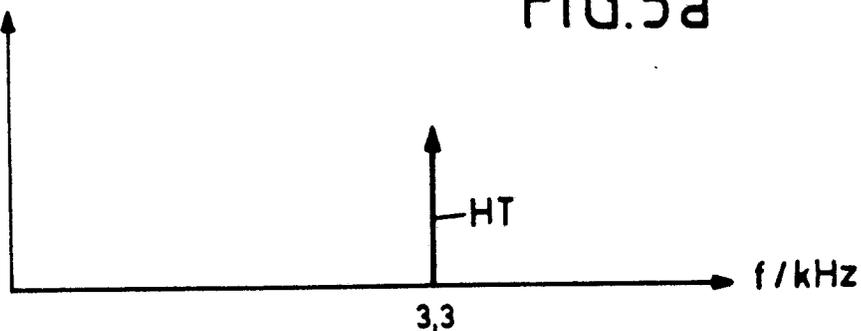


FIG. 5b

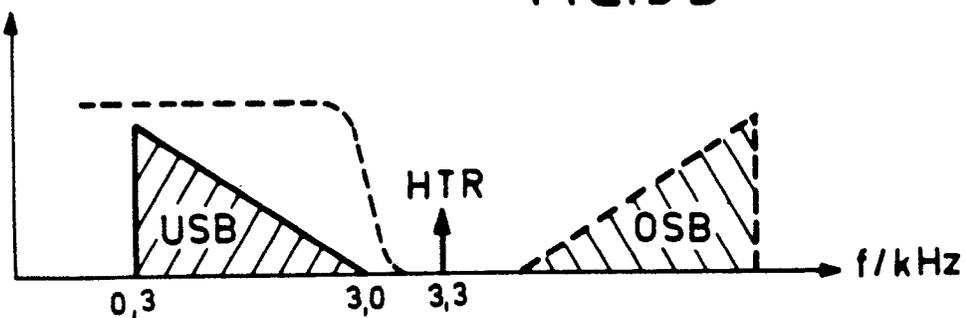


FIG. 5c

FIG. 6a



FIG. 6b

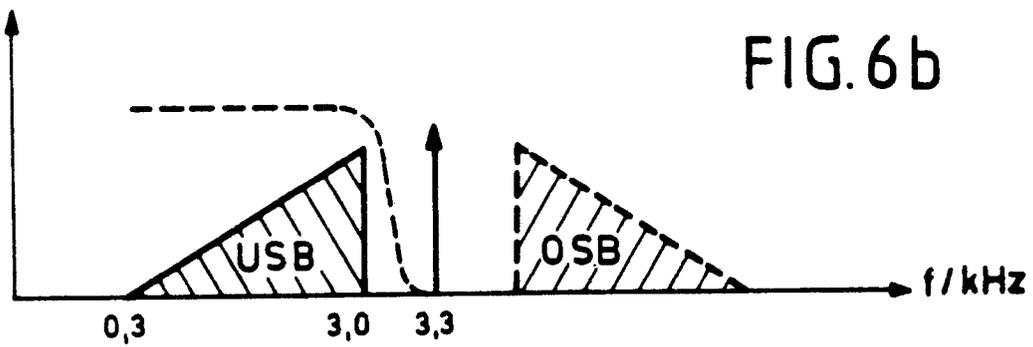


FIG. 6c

