

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
21. Februar 2002 (21.02.2002)

PCT

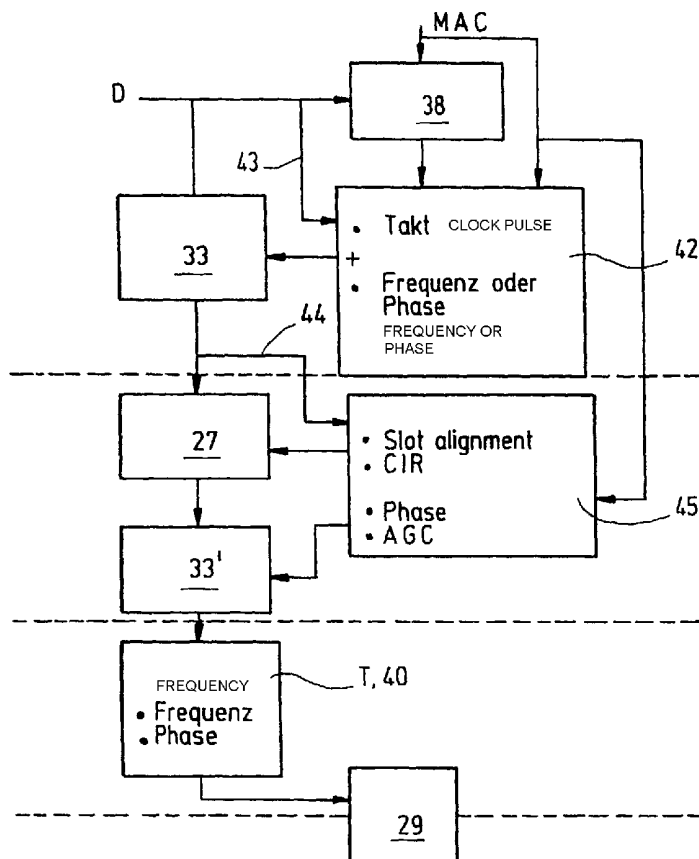
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 02/15065 A2**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **G06F 17/60** (72) **Erfinder; und**  
(75) **Erfinder/Anmelder (nur für US): FAZEL, Khaled** [DE/DE]; Im Stockrain 3, 71549 Auenwald (DE). **HES-PELT, Volker** [DE/DE]; Lichtensteinstrasse 44, 71522 Backnang (DE). **ENGELS, Volker** [DE/DE]; Lessingstrasse 11, 71522 Backnang (DE). **FREIDRICH, Bernd** [DE/DE]; Ahornweg 40, 71522 Backnang (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/IB01/01760
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
13. August 2001 (13.08.2001)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (74) **Anwalt: WEBB, Peter, Reginald**; Marconi Intellectual Property, Marrable House, The Vineyards, Great Baddow, Chelmsford, Essex CM2 7QS (GB).
- (30) Angaben zur Priorität:  
P 100 40 222.4 17. August 2000 (17.08.2000) DE
- (71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): MARCONI COMMUNICATIONS GBMH** [DE/DE]; Gerberstrasse 33, 71522 Backnang (DE). (81) **Bestimmungsstaaten (national): CN, NO, US.**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD OF OPERATING A MESSAGE RECEIVER

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES NACHRICHTEN-EMPFÄNGERS



(57) **Abstract:** The invention relates to a method of operating a message receiver for receiving a message that is available as a burst that comprises at least one training sequence and user data. The inventive method is characterized in that the receiver, when receiving the burst, is synchronized stepwise onto said burst.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Nachrichten-Empfängers für eine Nachricht, die als Burst vorliegt, der zumindest eine Trainingssequenz und Nutzdaten umfasst, das sich dadurch auszeichnet, dass der Empfänger beim Empfangen des Bursts stufenweise auf den Burst aufsynchronisiert wird.



WO 02/15065 A2



**(84) Bestimmungsstaaten** (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

5

**Verfahren zum Betreiben eines Nachrichten-Empfängers**

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Nachrichten-Empfängers für eine Nachricht, die als Burst vorliegt, der zumindest eine Trainingssequenz und Nutzdaten umfasst.

15

Stand der Technik

Derartige Verfahren sind in den verschiedensten Ausführungsformen bekannt. In einem Netzwerk mit point-to-multi-point-Zugriff, das als zelluläres Netzwerk vorliegen kann, werden Bursts zur Nachrichten- beziehungsweise Datenübertragung genutzt. Diese Bursts werden in aneinandergereihten, festen Zeitschlitzten nach dem an sich bekannten TDMA-Verfahren (time division multiple access) übertragen. Bei derartigen TDMA-Signalen umfasst ein Burst zumindest eine Trainingssequenz und Nutz- beziehungsweise Signalisierungsdaten, wobei die Trainingssequenz den Nutzdaten vorgelagert sein kann. Diese Trainingssequenz wird daher auch als Preamble bezeichnet. Es sind jedoch auch andere TDMA-Verfahren bekannt, bei denen die Trainingssequenz in der Mitte zweier Nutzdatenblöcke als Midambel

übertragen wird. Selbstverständlich kann die Trainingssequenz auch am Ende des Nutzdatenblockes angehängt werden.

- 5 Die Trainingssequenz dient am Nachrichten-Empfänger dazu, dass sich dieser auf den zu empfangenden Burst aufsynchronisieren kann, so dass die Datenübertragung von einer Basisstation zu einer Terminalstation und umgekehrt über eine Luftschnittstelle möglich ist. Für die Synchronisierung des Nachrichten-Empfängers muss dieser zumindest auf die Trägerfrequenz und die Phasenlage der Trägerfrequenz des Bursts aufsynchronisiert werden. Außerdem muss gewährleistet sein, dass der Empfänger auf den  
10 festen, vorgegebenen Zeitschlitz synchronisiert wird, in dem der Burst gesendet wurde, um eine Demodulation und Decodierung der gesendeten Daten durchführen zu können.
- 20 Für die Synchronisierung sind grundsätzlich zwei Techniken bekannt, wobei bei der einen Variante für die Synchronisation der Nutzdatenstrom, insbesondere statistisch, ausgewertet wird. Diese Variante wird auch als Daten unterstützte Synchronisation  
25 bezeichnet. Bei einer anderen Variante erfolgt die Synchronisation anhand von Pilottönen, die als Trainingssequenz gesendet werden.

Bei der Daten unterstützten Synchronisierung werden  
30 die Parameter für die Synchronisation anhand von Statistikauswertungen des gesendeten beziehungsweise empfangenen Signals ermittelt. Hierfür sind verschiedene Techniken bekannt, beispielsweise die maximum likelyhood sequenz estimation (MLSE). Bei ei-

nem anderen Algorithmus wird eine geschlossene Regelschleife verwendet, um eine genaue Berechnung der Synchronisations-Parameter durchführen zu können. Diese statistische Auswertung benötigt jedoch  
5 einen hohen Zeitaufwand, so dass bei einer hohen zu übertragenden Nutzdatenrate diese bekannte Technik nur mit sehr großem Aufwand beziehungsweise Komplexität verwendet werden kann.

10 Insbesondere für Multimediasysteme, bei denen also Bilder beziehungsweise Bild- und Tonfolgen übertragen werden sollen, ist eine Synchronisation des Nachrichten-Empfängers mit dem MLSE-Verfahren nicht ohne weiteres möglich, da eine Echtzeit-Demodulation beziehungsweise Decodierung der Nutzdaten  
15 nahezu unmöglich ist.

Eine andere Daten unterstützte Synchronisation beruht auf einem Verfahren von Viterbi & Viterbi, bei dem anhand MPSK-modulierter Symbole mittels einer nicht linearen Transformation der empfangenen, als komplexe Symbole vorliegenden Nachricht, einer Durchschnittswertbildung und Phasenlagebestimmung der Empfänger synchronisiert wird. Der nach diesem  
25 Viterbi & Viterbi-Verfahren verwendete Algorithmus benötigt ein vorgegebenes Intervall von Daten, um die Durchschnittswertbildung zu ermöglichen. Nachteilig bei diesem Verfahren ist, dass die Phasenlage nur dann ermittelt werden kann, wenn ein  
30 geringer Frequenzoffset zwischen Sender und Empfänger vorliegt. Insbesondere bei der Datenübertragung über Luftschnittstellen ist dies jedoch in den seltensten Fällen gewährleistet, da es zu Mehrwegausbreitungen der gesendeten Signale kommt und darüber

hinaus eine Frequenzkopplung zwischen Nachrichten-Empfänger und Sender nicht vorliegt.

Mit der Pilottöne unterstützten Synchronisation  
5 werden sehr lange Trainingssequenzen mit den Nutz-  
daten übermittelt, damit die Synchronisations-  
Algorithmen die Synchronisations-Parameter akkurat  
ermitteln können. Dadurch geht jedoch Bandbreite  
für die Nutzdatenübertragung verloren, da durch die  
10 sehr langen Trainingssequenzen entsprechend Band-  
breite verloren geht.

Im GSM-Mobilfunk werden Nutzdaten und Signalisie-  
rungs- und Steuerinformationen ebenfalls nach dem  
15 bekannten TDMA-Verfahren übertragen. Dadurch, dass  
im Wesentlichen nur Sprache übertragen werden soll,  
liegt eine geringe Datenrate bei den Nutzdaten vor.  
Der physikalische Kanal (Zeitschlitz auf einer vor-  
gegebenen Frequenz) wird für die Übertragung der  
20 Steuer- und Signalisierungsinformationen in mehrere  
logische Kanäle aufgeteilt. Das heißt, dass bei ei-  
nem zugeteilten Zeitschlitz einmal Signalisierungs-  
und Steuerinformationen übertragen werden und bei  
dem nächsten Zeitschlitz an derselben Schlitzstelle  
25 Nutzdaten übertragen werden. Sowohl bei den Nutzda-  
ten als auch bei den Signalisierungs- und Steuerin-  
formationen wird eine Trainingssequenz mitgesendet,  
die im GSM-Mobilfunk in der Mitte zwischen zwei  
Nutzdatenpaketen liegt, und daher als Midambel be-  
30 zeichnet wird. Dadurch, dass der physikalische Ka-  
nal, also der Zeitschlitz auf einer Frequenz, in  
mehrere logische Kanäle aufgeteilt wird, in denen  
sämtliche notwendigen Daten übertragen werden, ist

die Übertragungsrate für die Nutzdaten jedoch für Multimedia-Anwendungen zu gering.

Bei einem Pilottöne unterstützten Synchronisationsverfahren ist es außerdem bekannt, spezielle Trainingssequenzen zu verwenden, um die Trägerfrequenz und die Abtastfrequenz beziehungsweise Taktfrequenz bei Burst-Übertragungen zu ermitteln. Dieses Verfahren basiert auf einer Kombination von Filterung und linearer Rückkopplung der empfangenen Symbole innerhalb eines Zeitschlitzes. Diese Technik ist sehr ähnlich der vorstehend beschriebenen Pilotton-technik, bei der sämtliche Berechnungen in der Zeitdomäne durchgeführt werden. Bei dem nun zu beschreibenden bekannten Verfahren werden in sich periodische Trainingssequenzen übermittelt, bei denen sich also ungleiche Symbole in vorgegebenen Abständen abwechseln. Das empfangene Signal dieser Frequenz korrespondiert zu einem Signal, das Kosinus-Form aufweist. Die Fouriertransformation der empfangenen Frequenz liefert zwei Pilottöne. Nach der Filterung des empfangenen Signals und der Durchführung der linearen Rückkopplung kann die Symbol-Zeit (Takt) und die Frequenzlage (Frequenzoffset) abgeleitet werden. Nachteilig bei diesem Verfahren ist, dass die Übertragungskanal-Impulsantwort und die Zeitschlitzsynchronisation nicht durchgeführt werden können.

Ferner ist eine Synchronisation bekannt, bei der beispielsweise zwei Pseudo-Noise-Sequenzen als Midambel in einem Zeitschlitz übertragen werden. Nach diesen Auswert-Algorithmien ist eine Synchronisation sowohl für die Trägerfrequenz als auch für die

Phasenlage möglich, für die Zeitsynchronisation muss jedoch erheblicher Aufwand betrieben werden.

#### Vorteile der Erfindung

5

Mit dem Verfahren, das die in Anspruch 1 genannten Merkmale besitzt, ist es in vorteilhafter Weise möglich, bei einem zu empfangenden Burst, der Nutzdaten und zumindest eine Trainingssequenz umfasst, den Empfänger sehr schnell auf den Burst aufzusynchronisieren. Der Empfänger wird erfindungsgemäß vorsynchronisiert, so dass weitere Synchronisations-Parameter schneller ermittelt werden können, da die Symbolauswertung durch den vorsynchronisierten Empfänger leichter bewerkstelligt werden kann. Die Gesamtsynchronisationsdauer wird somit in vorteilhafter Weise reduziert. Damit ist es möglich, den Nachrichten-Empfänger in einem Multimedia-Übertragungssystem einzusetzen, bei dem eine hohe Datenrate an Nutzdaten übertragen werden muss, um Bilder beziehungsweise Bild- und/oder Tonfolgen effizient darstellen zu können. Natürlich lässt sich das erfindungsgemäße Verfahren auch in anderen Übertragungssystemen mit hohen Datenübertragungsraten anwenden.

10  
15  
20  
25

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird der Empfänger bei seiner stufenweisen Aufsynchronisierung während einer ersten Synchronisierstufe auf den Takt der Nachricht und die Phasenlage der Trägerfrequenz des Bursts synchronisiert. Bevorzugt wird diese Ausführungsform, wenn der Frequenzoffset gering beziehungsweise vernachlässigbar ist.

30



Bei einem anderen Ausführungsbeispiel wird der Empfänger während der ersten Synchronisierstufe auf den Takt der Nachricht und die Trägerfrequenz des Bursts synchronisiert. Dieser Variante wird dann  
5 der Vorzug gegeben, wenn der Phasenversatz gering ausfällt.

Bevorzugt wird in einer Ausführungsform, dass der Empfänger während einer zweiten Synchronisierstufe  
10 auf den Zeitschlitz des Bursts synchronisiert wird. Der Empfänger wird dabei also auf den physikalischen Kanal aufsynchronisiert.

In einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass während der zweiten Synchronisierstufe die Übertragungskanal-Impulsantwort und/oder die automatische Eingangsverstärkungskontrolle (AGC; Automatic Gain Control) berechnet wird. Anhand dieser Synchronisations-Parameter kann die Luft-  
15 schnittstelle, also die Funkübertragungsstrecke überwacht werden, so dass ein Kanalabgleich möglich ist.  
20

Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Empfänger während der zweiten Synchronisierstufe auf die Trägerfrequenz des Bursts aufsynchronisiert wird. Insbesondere wird diese Variante dann verwendet, wenn während der ersten Synchronisierstufe der Takt und die Phasenlage ermit-  
25 telt wurden. Somit ist während der zweiten Synchronisierstufe eine Feinjustierung des Empfängers auf die Trägerfrequenz möglich.  
30

Wurde in der ersten Synchronisierstufe der Takt und die Trägerfrequenz ermittelt und der Empfänger entsprechend vorsynchronisiert, wird während der zweiten Synchronisierstufe der Empfänger auf die Phasenlage der Trägerfrequenz aufsynchronisiert. Insbesondere ist die Nachsynchronisierung der Phasenlage beziehungsweise der Trägerfrequenz dann vorgesehen, wenn die Nutzdaten ausgewertet werden sollen.

10

Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass nach der ersten Synchronisierstufe und/oder während oder nach der zweiten Synchronisierstufe der Empfänger auf Gleichlauf mit der Phase und/oder Frequenz der Trägerfrequenz synchronisiert wird. Diese auch als Tracking bezeichnete Gleichlaufherstellung ist insbesondere dann vorgesehen, wenn die Phasenlage und/oder Frequenz des Trägersignals während eines Bursts schwanken. Das Tracking wird also in bevorzugter Ausführungsform während der Decodierung der Nutzdaten durchgeführt.

15

In bevorzugter Ausführungsform wird für das Tracking und die Decodierung der Nutzdaten ein Viterbi-Decoder verwendet. Alternativ oder zusätzlich kann das Tracking auch nach den an sich bekannten Viterbi & Viterbi-Algorithmen erfolgen. Der Viterbi-Decoder beziehungsweise die Viterbi & Viterbi-Algorithmen zeichnen sich insbesondere dadurch aus, dass mit ihnen Vorabentscheidungen getroffen werden können, die das Tracking letztlich ermöglichen.

25

Bei einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass die Trainingssequenz zumindest

zwei Teilsequenzen umfasst. Die Teilsequenzen sind dabei so ausgelegt, dass die stufenweise Aufsynchronisierung des Empfängers erleichtert wird. So kann beispielsweise vorgesehen sein, dass eine der  
5 Teilsequenzen in sich periodisch ist, wodurch besonders einfach und schnell die Phasenlage und/oder die Trägerfrequenz und/oder der Symbol-Takt ermittelt werden können. In bevorzugter Ausführungsform wird also während der ersten Synchronisierstufe eine  
10 der Teilsequenzen ausgewertet, die in sich periodisch ist.

In bevorzugter Ausführungsform ist ferner vorgesehen, dass zumindest eine der Teilsequenzen eine  
15 Symbolfolge umfasst, die einen Abgleich des Zeitschlitzes des Bursts und eine Berechnung der Übertragungskanal-Impulsantwort, der Phasenlage, der automatischen Eingangsverstärkung (AGC) sowie der Sendeleistung ermöglicht. Hierfür können entweder  
20 Teilsequenzen vorgesehen sein, die Pilottöne umfassen, oder Teilsequenzen, die Pseudo-Noise-Sequenzen (PN-Sequenzen) aufweisen. Selbstverständlich sind auch Kombinationsmöglichkeiten möglich, so dass eine Teilsequenz Pilottöne und die andere Teilsequenz  
25 die Pseudo-Noise-Sequenzen aufweist. Selbstverständlich können beide Teilsequenzen Pilottöne oder die Pseudo-Noise-Sequenzen aufweisen.

Bei einem anderen Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass für die zweite Synchronisierstufe die  
30 Nutzdaten statistisch ausgewertet werden. Es würde dann beispielsweise genügen, lediglich eine Teilsequenz mit Pilottönen zu senden, so dass die erste Synchronisierstufe durchgeführt werden kann. Aus

den empfangenen Nutzdaten können dann durch statistische Auswertung die übrigen Synchronisationsparameter ermittelt und die zweite Synchronisierungsstufe durchgeführt werden.

5

Bevorzugt wird ein Ausführungsbeispiel, bei dem unabhängig von der Anzahl der Teilsequenzen die Trainingssequenz eine konstante Dauer beziehungsweise Symbolanzahl aufweist. Damit lässt sich der Empfänger anhand der ihm bekannten Trainingssequenzcodierungen beziehungsweise Symbolfolgen leicht aufsynchronisieren.

Bei einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel wird ein ankommender Burst mittels einer Leistungsdetektion am Empfängereingang erfasst. Die Leistungsdetektion dient also quasi als Trigger-(Start)Signal für den Start der stufenweisen Aufsynchronisierung des Empfängers.

20

Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass beim ankommenden Burst die Zeitschlitzstruktur ermittelt wird. Das heißt, dass die Symbolanzahl der Nutzdaten ausgewertet wird. Somit kann leicht ermittelt werden, ob tatsächlich Nutzdaten übertragen werden, oder ob Steuerbeziehungsweise Signalisierungsinformationen übermittelt werden, die üblicherweise eine geringere Symbolanzahl innerhalb des Datenpakets aufweisen.

30

Bevorzugt wird ein Ausführungsbeispiel, bei dem die Übertragungskanal-Impulsantwort durch Kreuzkorrelation des Bursts und der zweiten Teilsequenz berechnet wird. Insbesondere ist hierbei also vorgesehen,

dass eine Korrelation zwischen den Nutzdaten und der zweiten Teilsequenz erfolgt, woraus die Übertragungskanal-Impulsantwort ermittelt werden kann.

- 5 In einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass bei der Kreuzkorrelation die Trainingssequenz um eine vorgebbare Anzahl von Symbolen verschoben wird, um die entsprechende Anzahl von Mehrwegausbreitungsechos zu ermitteln, aus denen dann  
10 in bevorzugter Ausführungsform die Phasenlage und Amplitude jeder Mehrwegausbreitung ermittelt werden können.

Aus der Phasenlage und der Amplitude der einzelnen  
15 Mehrwegausbreitungsechos können auf besonders einfache Art und Weise die AGC-Parameter ermittelt werden.

Außerdem kann vorgesehen sein, dass für jede Mehrwegausbreitung die konstante Phasenlage ermittelt  
20 wird, die auch als statische Phasenlage bezeichnet wird.

Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist  
25 vorgesehen, dass die Auswertung der periodischen Teilsequenz in der Zeitdomäne erfolgt. Damit können die Pilottöne ermittelt werden, aus denen die Frequenz- und/oder Phasenlage ermittelt werden kann.

30 Die andere Teilsequenz, die insbesondere für die zweite Synchronisierstufe verwendet wird, wird in bevorzugter Ausführungsform im komplexen Zahlenbereich ausgewertet, so dass aus dem komplexen Zah-

lenpaar mit Real- und Imaginärteil direkt die Phasenlage und Frequenz abgeleitet werden kann.

Besonders bevorzugt wird ein Ausführungsbeispiel, bei dem der Burst die Trainingssequenz als Preamble aufweist. Selbstverständlich ist es jedoch auch möglich, die Trainingssequenz als Midambel zu senden. Werden zumindest zwei Teilsequenzen als Trainingssequenz mit dem Burst übermittelt, können die beiden Teilsequenzen auch an unterschiedlichen Stellen an den Nutzdaten angehängt beziehungsweise eingefügt sein.

Zeichnung

15

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

20 Figur 1 ein Datenübertragungsnetzwerk mit einer Basisstation und mehreren Terminalstationen,

Figur 2a die Struktur eines Bursts,

25

Figur 2b verschiedene Paketstrukturen einer Nachricht für die Übertragung von der Basisstation zu den Terminalstationen,

30 Figur 2c verschiedene Paketstrukturen für die Übertragungsrichtung von einer Terminalstation zu der Basisstation,

- Figur 3 als Blockschaltbild eine Übertragungs-  
kette von einer Terminalstation zu der  
Basisstation,
- 5 Figur 4 ein Blockdiagramm für die Synchronisation  
eines Bursts,
- Figur 5 ein Ablaufdiagramm einer Burstsynchroni-  
sation,
- 10 Figur 6 ein Blockdiagramm für die erste Synchro-  
nisationsstufe nach einem ersten Ausführ-  
ungsbeispiel,
- 15 Figur 7 ein Blockdiagramm der ersten Synchronisa-  
tionsstufe nach einem zweiten Ausführ-  
ungsbeispiel,
- Figur 8 ein Blockdiagramm für die zweite Synchro-  
nisationsstufe,
- 20 Figur 9 ein Blockschaltbild für das Tracking nach  
einem ersten Ausführungsbeispiel,
- 25 Figur 10 ein Blockschaltbild für die zweite Syn-  
chronisationsstufe nach einem zweiten  
Ausführungsbeispiel, und
- Figur 11 die Burst-Synchronisation eines Empfän-  
gers in einer Gesamtübersicht.
- 30

## Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Figur 1 zeigt ausschnittsweise ein Datenübertra-  
5 gungsnetzwerk 1, welches als Netzelemente zumindest  
eine Basisstation 2 und eine oder mehrere Terminal-  
stationen 3 aufweist, die über eine Luftschnitt-  
stelle 4 mit der Basisstation 2 Daten austauschen  
können. Über die Schnittstelle 4 ist auch eine Da-  
10 tenübertragung von der Basisstation 2 zu den Termi-  
nalstationen 3 möglich. Somit besitzt die Basissta-  
tion zumindest einen Sender 5 und einen Empfänger  
6. Entsprechend sind die Terminalstationen 3 je-  
weils mit zumindest einem Sender 7 und einem Emp-  
15 fänger 8 ausgestattet.

Die Basisstation 2 kann an ein Netzwerk 9 angekop-  
pelt sein, das beispielsweise ein öffentliches Kom-  
munikationsnetz ist. Die Übertragungstrecken in  
20 diesem Netzwerk 9 können leitungsgebunden sein oder  
als Luftschnittstellen realisiert sein. Die Termi-  
nalstationen 3 können an ein Netzwerk 10 ange-  
schlossen sein, wobei jedes der Netzwerke 10 vor-  
zugsweise ein lokales Netzwerk ist, an dem mehrere  
25 Endabnehmereinrichtungen (nicht dargestellt) ange-  
bunden sein können. Die Terminalstationen 3 sind  
bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ortsun-  
veränderlich angeordnet. Denkbar wäre es allerdings  
auch, dass die Terminalstationen 3 als Mobilstatio-  
30 nen ausgebildet sind. Die Basisstation 2 ist vor-  
zugsweise ebenfalls ortsunveränderlich. Das Daten-  
übertragungsnetzwerk 1 ist in bevorzugter Ausfüh-  
rungsform als zelluläres Netzwerk ausgebildet, in  
dem die Terminalstationen 3 in unterschiedlichen



Abständen zu der Basisstation 2 angeordnet sein können. Besonders bevorzugt wird das Datenübertragungsnetzwerk 1 für die Übertragung von Multimedia-Diensten eingesetzt, bei dem eine entsprechend hohe  
5 Datenübertragungsrate realisiert werden soll, um Multimedia-Dienste in Echtzeit bereitstellen zu können. Für die Übertragung der Daten ist bei diesem Datenübertragungsnetzwerk 1 ein Burst-Betrieb  
10 vorgesehen, bei dem über die Luftschnittstellen 4 auch als Burst bezeichnete Signalbündel übertragen werden. Diese Bursts werden vorzugsweise in TDMA-Technik übertragen, bei der auf einer Übertragungsbeziehungsweise Trägerfrequenz mehrere Zeitschlitzze bereitgestellt werden, wobei vorzugsweise vorgese-  
15 hen ist, dass auf zumindest einen Zeitschlitz eine der Terminalstationen 3 Zugriff hat.

Bei diesem sogenannten point-to-multi-point-Datenübertragungsnetzwerk 1 mit zellulärer Auftei-  
20 lung einzelner Netzwerksektoren besitzt die Basisstation 2 für die Übertragung vorzugsweise eine oder mehrere Richtantennen, die auf die Terminalstationen 3 gerichtet beziehungsweise ausrichtbar sind. Es können mehrere Frequenzkanäle für beide  
25 Übertragungsrichtungen gegeben sein. Die einzelnen Frequenzkanäle liegen vorzugsweise in einem Frequenzträger von 3,5 bis 28 GHz. Selbstverständlich können andere Frequenzbereiche gewählt werden.

30 Für die Datenübertragung von den Terminalstationen 3 zu der Basisstation 2 werden die Daten als Bursts nach dem TDMA-Verfahren übertragen. Jede der Terminalstationen 3 erhält hierfür zumindest einen Zeitschlitz zugeordnet, in dem ein TDMA-Burst übertra-

gen wird, der in Figur 2a mit dem Bezugszeichen 11 gekennzeichnet ist. Ein derartiger TDMA-Burst 11 umfasst zumindest ein Nutzdatenpaket 12, zumindest eine Trainingssequenz 13 und eine Schutzzeit 14, während der nichts übertragen wird, um eine Beeinflussung benachbarter Zeitschlitzze zu vermeiden. Der Burst 11 weist dabei folgende bevorzugte Struktur auf: Die Trainingssequenz 13 wird als Preamble 13' gesendet, das heißt, dass sie dem Nutzdatenpaket 12 vorgeschaltet ist, wobei das Nutzdatenpaket 12 vor der Schutzzeit 14 liegt. Denkbar wäre es allerdings nach einer anderen Ausführungsform auch, dass die Trainingssequenz 13 zwischen zwei Teilnutzdatenpaketen liegt, also als Midambel gesendet wird. Überdies wäre es denkbar, dass die Trainingssequenz 13 an das Nutzdatenpaket 12 angehängt wird, wobei sie vorzugsweise zwischen dem Nutzdatenpaket 12 und der Schutzzeit 14 gesendet wird.

Um eine hohe Datenübertragungsrate von den Terminalstationen 3 zu der Basisstation 2 zu ermöglichen, ist es von entscheidender Wichtigkeit, dass der Empfänger 6 in der Basisstation 2 sich sehr schnell auf den von den Terminalstationen 3 gesendeten Burst aufsynchronisieren kann, so dass eine schnelle Demodulation und Decodierung des Bursts 11 gewährleistet ist, da die Datenübertragungsgeschwindigkeit letztlich davon abhängt. Um dies zu erreichen, wird in erfindungsgemäßer Ausführungsform der Empfänger 6 der Basisstation 2 stufenweise auf den empfangenen Burst 11 aufsynchronisiert. Hierzu ist vorgesehen, dass die Trainingssequenz 13 in zwei Teilsequenzen 15 und 16 aufgeteilt wird, wobei die in den beiden Teilsequenzen 15 und 16

enthaltenen Symbole beziehungsweise die durch die Symbole wiedergespiegelte Information so codiert beziehungsweise moduliert ist, dass jede Teilsequenz 15 und 16 für sich alleine decodiert und ausgewertet werden kann, so dass die in den Teilsequenzen 15 und 16 enthaltenen Informationen für die stufenweise Aufsynchronisierung des Empfängers 6 verwendet werden können. Die Teilsequenz 15 weist eine Anzahl  $N$  von Symbolen auf; die Teilsequenz 16 eine Anzahl  $M$  von Symbolen, wobei  $N$  und  $M$  unterschiedlich oder gleich sein können.

In bevorzugter Ausführungsform enthält die erste Teilsequenz 15 Pilottöne, mit denen die erste Synchronisierstufe des Empfängers 6 ausgeführt werden kann, derart, dass zuerst auf den Symbol-Takt des Bursts 11 und auf die Phasenlage der Trägerfrequenz des Bursts synchronisiert wird. Es kann jedoch auch zuerst auf den Symbol-Takt der Nachricht und auf die Trägerfrequenz des Bursts synchronisiert werden. Dadurch, dass diese erste Synchronisierstufe am Empfänger 6 der Basisstation 2 durchgeführt wird, kann die zweite Teilsequenz 16 schneller und zuverlässiger für die zweite Synchronisierstufe ausgewertet werden, da durch die Vorsynchronisation beziehungsweise die erste Synchronisierstufe eine schnellere und sichere Decodierung der in der zweiten Teilsequenz enthaltenen Informationen möglich ist. Wie vorstehend erwähnt, werden bevorzugt in der ersten Teilsequenz Pilottöne gesendet. In der zweiten Teilsequenz 16 sind vorzugsweise Symbolfolgen enthalten, die einen Abgleich des Zeitschlitzes des Bursts und eine Berechnung der Übertragungskanal-Impulsantwort ermöglichen. Hierzu werden vor-

zugsweise Symbolfolgen übermittelt, die zumindest zwei Sequenzen einer Pseudo-Noise umfassen. Während der zweiten Synchronisierstufe kann neben der Übertragungskanal-Impulsantwort (CIR; Channel Impulse Response) auch der analoge Verstärkungsfaktor (AGC, Automatic Gain Control) am Empfänger 6 berechnet werden. Außerdem kann während der ersten und/oder zweiten Synchronisierstufe beziehungsweise nach der zweiten Synchronisierstufe der Empfänger 6 auf Gleichlauf mit der Phase und/oder Frequenz der Trägersequenz synchronisiert werden.

Die Terminalstationen 3 und die Basisstation 2 enthalten für die Sende- und Empfangssteuerung eine Protokolleinheit, die nach dem ATM/MAC-Protokoll arbeitet. Außerdem umfassen die Terminalstationen 3 und die Basisstation 2 ein Modem, mit dem die TDMA-Bursts 11 empfangen und gesendet werden können. Außerdem sind an sich bekannte Zwischenfrequenz- und Hochfrequenzteile in den Sendern beziehungsweise Empfängern der Basisstation 2 und der Terminalstation 3 enthalten. Die Übertragungskanal-Zugriffskontrolleinheit (MAC) kontrolliert den Zugriff einzelner Sender beziehungsweise Empfänger auf den aufgeteilten TDMA-Kanal. Außerdem verwaltet dieser MAC-Controller die Zugriffsanforderungen auf den Übertragungskanal sowie die verfügbaren Kanalreserven.

Für die Übertragungsrichtung von den Terminalstationen 3 zu der Basisstation 2 (uplink) benötigt die MAC-Kontrolleinheit Übertragungsreserven für die Signalisierungs-Überwachung (signalling overhead). Für die Datenübertragung ist jede Terminalstation 3

und die Basisstation 2 mit einer ATM-Schnittstelle verbunden. Nach dieser ATM-Schnittstelle liegt das vorstehend erwähnte Modem, von dem ATM-Zellen und Signalisierungsdaten empfangen und gesendet werden können. Dafür ist für das MAC-Protokoll die dynamische Zeitschlitzzuweisung (DSA, Dynamic Slot Allocation) vorgesehen.

Um den Kanalzugriff für den uplink zu koordinieren, werden die dafür vorgesehenen Zeitschlitzze in Signalisierungsperioden aufgeteilt. Für diese Gruppierung beziehungsweise Aufteilung wird das DSA-MAC-Protokoll verwendet. Eine Signalisierungsperiode wird eingeleitet durch einen Perioden-Kontroll-PDU in der Übertragungsrichtung von der Basisstation 2 zu den Terminalstationen 3. Diese Übertragungsrichtung wird auch als downlink bezeichnet. Die Perioden-Kontroll-PDU signalisiert die Anzahl von Zeitschlitzzen in der nächsten Signalisierungsperiode und die zugeordnete MAC-Verbindung. Eine Signalisierungsperiode kann eine variable Anzahl von sehr kurzen Schlitzzen, insbesondere für den request channel (RQCH) enthalten. Grundsätzlich sind für die MAC-Kontrolleinheit die in den Figuren 2b und 2c gezeichneten Datenpaketstrukturen zu beachten. In Figur 2b sind die Signalpaketstrukturen für den downlink wiedergegeben. Figur 2c zeigt die Paketstrukturen für den uplink. Es ist ersichtlich, dass für den downlink lediglich eine Signalpaketlänge, beispielsweise 53 Bytes, vorgesehen ist. Für den uplink sind jedoch zumindest zwei Datenpakettypen existent. Der erste, in Figur 2c obenliegend dargestellt, kann eine variable Länge aufweisen und enthält ein MAC-Identifikations-Byte (M-Id) und vier

request channel Bytes (RQCH). Außerdem sind eine Anzahl  $n \times 53$  ATM-Zellen Bytes vorgesehen. Insgesamt werden also  $n \times 53 + 5$  Bytes übertragen.

5 Der zweite Paketstrukturtyp ist in Figur 2c unten dargestellt. Dieses Datenpaket weist lediglich fünf Bytes auf, wobei ein Byte für die MAC-Identifikation (MAC-Id) und vier Bytes für den request channel (Anfragekanal) vorgesehen sind. Dieser Datenpaket-Typ wird üblicherweise für den Zufalls-Zugriff (random access) oder den Abrufbetrieb (polling mode) verwendet.

Es wird also klar, dass die in der Figur 2c dargestellten Paketstrukturen innerhalb des Nutzdatenpakets 12 in Figur 2a übertragen werden können. Das heißt, dass die in Figur 2c dargestellten Datenpakete innerhalb des Bursts 11 übertragen werden können. Selbstverständlich wäre es auch denkbar, dass die in Figur 2b dargestellten Paketstrukturen ebenfalls in dem in Figur 2a dargestellten Burst 11 übertragen werden. Das heißt, dass die stufenweise Synchronisierung des Empfängers sowohl für den uplink als auch für den downlink vorgesehen sein kann. Für die weitere Betrachtung wird jedoch rein beispielhaft lediglich die stufenweise Synchronisierung des Empfängers anhand der Figuren 3 bis 11 beim uplink beschrieben, wobei Figur 11 ein Gesamtübersicht der in den Figuren 3 bis 10 separat dargestellten Komponenten zeigt.

Nach Figur 3 weist der Sender 8 einer Terminalstation 3 mehrere Baueinheiten auf, die als Blockschaltbild dargestellt sind. Einer Codierungsein-

richtung 17 werden digitale Informationen D zugeführt, die dann in der Codiereinrichtung 17 codiert werden. Hierzu kann die Codiereinrichtung eine Block-Codiereinrichtung 18 umfassen, in der die digitalen Informationen D mit einem (äußeren) Block-Code codiert werden, der zur Korrektur/Erkennung von Fehlern dient. Die Codiereinrichtung 17 kann außerdem eine Faltungscode-Codiereinrichtung 19 aufweisen, in der die digitalen Informationen D mit einem Fehler korrigierenden (inneren) Code versehen werden können. Der Codiereinrichtung 17 nachgeschaltet ist eine Modulationseinheit 20, die auch als Symbol-Mapper bezeichnet wird, in der die codierten digitalen Informationen entsprechend den Modulationsvorgaben moduliert werden. Hierbei sind verschiedene Modulationsverfahren möglich: Beispielsweise kann die QPSK-Modulation verwendet werden; selbstverständlich sind auch Modulationsarten bis hin zur 16 APSK-Modulation denkbar. Der Modulationseinheit 20 ist eine Einrichtung 21 nachgeordnet, die die Rahmenstruktur eines Bursts 11 festlegt beziehungsweise herstellt. Das heißt, dass den modulierten digitalen Informationen, also dem Nutzdatenpaket 12, die Trainingssequenz 13 sowie Start- und End-Bits hinzugefügt werden. In der Einrichtung 21 ist außerdem ein Multiplexer vorhanden, der die fertiggestellten Bursts 11 auf den richtigen Zeitschlitz setzt. Für die Hinzufügung der Trainingssequenz zu einem Nutzdatenpaket 12 sind in einer Speichereinrichtung 22 eine oder mehrere Trainingssequenzen 13 abgespeichert. Vorzugsweise werden derartige Trainingssequenzen verwendet, deren Symbolfolge durch ein Nutzdatenpaket nicht gebildet werden kann, so dass eine Verwechslung zwischen

Nutzdatenpaket und Trainingssequenz ausgeschlossen ist. Der Einrichtung 21 nachgeschaltet ist ein Sendefilter 23, an das sich ein digitaler Mischer 24 anschließt, in dem ein Burst 11 auf eine digitale  
5 Zwischenfrequenz ZF gesetzt wird. An den digitalen Mischer 24 schließt sich ein Digital-Analogwandler an, von dem aus die nunmehr analog vorliegenden Signale über die Luftschnittstelle 4 zu dem Empfänger 6 der Basisstation 2 übertragen werden.

10

Der Empfänger 6 weist eingangsseitig einen Analog-Digitalwandler auf, dem ein digitaler Mischer 25 nachgeschaltet ist, der die nunmehr digital vorliegenden Signale mit einer digitalen Zwischenfrequenz  
15 ZF mischt. Um die an dem Empfänger 6 ankommende Nachricht auswerten zu können, sind entsprechend der sendeseitig vorgesehenen Codierung und Modulation empfängerseitig entsprechende Demodulations- und Decodierungseinrichtungen vorgesehen. Im Einzelnen sind dies ein Eingangsfilter 26, der auch als matched-filter beziehungsweise signalangepasstes Filter bezeichnet wird, das als Quadratwurzel-Nyquist-Filter ausgebildet sein kann. Ferner ist ein Demultiplexer 27 empfängerseitig vorgesehen.  
25 Für die Rückgewinnung der ursprünglichen Information ist eine Rückgewinnungseinrichtung 28 vorhanden, die einen Viterbi-Decoder 29 und Blockcode-Decodierer 30 umfasst.

30 Nach dem Analog-Digitalwandler wird die digitale Nachricht auf die digitale Zwischenfrequenz ZF mittels des digitalen Mischers 25 heruntergemischt. Um nun die Demodulation beziehungsweise Decodierung durchführen zu können, ist eine Synchronisiererein-



richtung 31 vorgesehen, die den gesamten Empfänger 6 auf die empfangene Nachricht aufsynchronisiert. Hierzu wird nach dem Eingangsfilter 26 von der Syn-

5 chronisiereinrichtung 31 die Trainingssequenz empfangen, um daraus zumindest die Taktfrequenz, die Trägerfrequenz und/oder die Trägerphase zu ermitteln, so dass über Synchronisieransteuerleitungen 32 die empfängerseitigen Bauteile aufsynchronisiert werden können. Für die Frequenz- beziehungsweise

10 Phasenkorrektur ist eine Frequenz-Phasenkorrektur-einrichtung 33 zwischen dem Eingangsfilter 26 und dem Demultiplexer 27 vorgesehen. Mittels des Viterbi-Decodierers 29 kann nach der Synchronisation noch das Tracking ausgeführt werden, bei dem der

15 Gleichlauf für die Phase und/oder die Frequenz hergestellt wird. Die von dem Viterbi-Decodierer 29 ermittelten Parameter für das Tracking werden der Synchronisiereinheit 31 übermittelt, die somit die empfängerseitigen Module nachsynchronisieren kann.

20

In Figur 4 ist der Sender 8 teilweise wiedergegeben. Gleiche beziehungsweise gleichwirkende Teile wie in den vorangegangenen Figuren sind mit identischen Bezugszeichen versehen. Die sendeseitige Ein-

25 richtung mit dem Multiplexer 21 umfasst hier einen Interpolationsfilter 34, dem ein Nyquist-Filter mit einem roll-off von beispielsweise  $r=0,3$  nachgeschaltet ist. Das Nyquist-Filter ist in Figur 4 mit dem Bezugszeichen 35 versehen. Dieses Filter 35

30 dient der Impulsformgebung. Das Interpolationsfilter 34 weist einen Interpolationsfaktor I auf.

Der in Figur 4 im Detail dargestellte Empfänger 6 weist den Analog/Digitalwandler und den digitalen

Mischer 25 auf, dem die digitale Zwischenfrequenz ZF zugeführt ist. Ferner ist das Eingangsfilter 26 dargestellt, das ein Nyquist-Filter 36 und ein Dezimierungsfilter 37 umfassen kann, das einen Dezimierungsfaktor  $d$  aufweist. Die Synchronisiereinrichtung 31 weist hier im Einzelnen einen Powerbeziehungsweise Energiedetektor 38 auf, der einen am Empfänger 6 eingehenden Burst detektiert. Diesem Detektor 38 sind Informationen aus dem MAC-Protokoll zugeführt. In der Synchronisiereinrichtung 31 ist weiterhin eine Erfassungseinrichtung für die Trägerfrequenz, Taktfrequenz beziehungsweise Phasenlage der Trägerfrequenz angeordnet, die in Figur 4 mit dem Bezugszeichen 39 versehen ist. Die Erfassungseinrichtung 39 ermittelt aus dem nach dem Filter 36 abgenommenen Signal die entsprechenden Synchronisierungsparameter und übermittelt Steuerimpulse an den digitalen Mischer 25 und eine Einrichtung 40 für die Gleichlaufherstellung der Phase beziehungsweise Frequenz. Der Erfassungseinrichtung 39 und der Gleichlaufherstellungseinrichtung 40 ist ferner das nach dem Dezimierungsfilter 37 vorliegende Signal zugeführt. Für die Gleichlaufherstellung erhält die Einrichtung 40 Informationen aus dem Viterbi-Decoder 29. Zwischen dem Dezimierungsfilter 37 und dem Demultiplexer 27 liegt eine Phasen/Frequenz-Korrekturereinheit oder ein Komplex-Multiplizierer 25', um den Gleichlauf bezüglich Phase beziehungsweise Frequenz herzustellen. Zwischen dem Dezimierungsfilter 37 und dem Demultiplexer 27 ist ein Abgriff für eine Einrichtung 41 vorgesehen, die die Übertragungskanal-Impulsantwort und die Zeitschlitzsynchronisation ausführt und entsprechende Informationen an den Demultiplexer 27

übermittelt. Aus der Einrichtung 41 werden außerdem Informationen bereitgestellt für die Zeitschlitzausrichtung und die Eingangs-Verstärkung (AGC).

5    Figur 5 zeigt ein Blockschaltbild für die stufenweise Aufsynchonisierung des Empfängers 6. Das empfangene Signal D wird von dem Powerdetektor 38 erfasst. Während der ersten Synchronisierstufe 42 wird die grobe Synchronisation bezüglich Takt und  
10    Frequenz oder Phasenlage der Trägerfrequenz durchgeführt. Hierzu wird aus dem empfangenen Signal D die erste Teilsequenz 15 ausgewertet, was durch einen Flusspfeil 43 dargestellt ist. Mittels der Korrektur-  
15    einrichtung 33 wird der Demultiplexer 27 bezüglich Phase oder Frequenz und Takt synchronisiert.

Die zweite Teilsequenz 16 wird in der zweiten Synchronisierstufe 45 ausgewertet. Die Übermittlung  
20    der zweiten Trainingssequenz ist durch den Diagrammflusspfeil 44 gekennzeichnet. Während der zweiten Synchronisierstufe 45 wird die Zeitschlitzausrichtung und die Übertragungskanal-Impulsantwort (CIR) ausgewertet. Mittels einer zweiten Korrektur-  
25    einrichtung 33' wird dann der Empfänger somit bezüglich der Schlitzausrichtung und der Übertragungskanal-Impulsantwort synchronisiert.

An die zweite Synchronisierstufe kann sich das Tracking T anschließen, bei dem der Empfänger bezüglich  
30    Frequenz und/oder Phase auf Gleichlauf eingestellt wird. Das empfangene synchronisierte Signal wird anschließend an den Viterbi-Decoder 29 übermittelt.

In den Ablaufschritten 42 und 45 werden also die für die Synchronisation des Empfängers notwendigen Parameter ermittelt. Während des Schrittes 42 werden entweder der Takt oder die Frequenz oder der Takt und die Phase des empfangenen Bursts ermittelt, wobei hierfür die erste Trainingssequenz verwendet wird. Im Verfahrensschritt 45 werden die notwendigen Parameter für die Zeitschlitz-Ausrichtung und die Übertragungskanal-Impulsantwort ermittelt. Außerdem kann in der zweiten Synchronisierstufe 45 noch die Phase ermittelt werden, insbesondere dann, wenn im ersten Synchronisierschritt der Takt und die Frequenz ermittelt wurden. Außerdem kann noch die vorstehend erwähnte AGC ermittelt werden.

Nach Figur 6 erfolgt die Auswertung der ersten Teilsequenz 15, die hier rein beispielhaft durch Pilottöne (++)--++--...) dargestellt ist, derart, dass die empfangene erste Teilsequenz 15 zwei Tiefpassfiltern 46a und 46b zugeführt wird, wobei jedem Filter 46a und 46b eine lineare Rückbildungseinheit 47 nachgeschaltet ist. In einer Berechnungseinheit 48 werden dann der Takt und Frequenzversatz ermittelt, so dass die gewonnenen Parameter an die der Berechnungseinheit 48 nachgeschalteten Elemente übermittelt werden können. Die erste Teilsequenz 15 ist hier durch Pilottöne gebildet. Aus diesen Pilottöne werden die vorstehend erwähnten Parameter ermittelt. Dieses Verfahren ist sehr ähnlich der an sich bekannten Pilotton-Technik, bei der sämtliche Verfahrensabläufe in der Zeitdomäne durchgeführt werden. Da die erste Teilsequenz 15 diese Pilottöne

+ und - umfasst, korrespondiert das empfangene Signal zu einem Signal mit im Wesentlichen kosinusförmiger Gestalt, so dass die Fouriertransformation dieses Signals zwei Pilottöne ergibt, die den Frequenzversatz und die Takt-Information beinhalten. Nach der Filterung des Signals bei den zwei unterschiedlich ausgelegten Filterelementen 46a und 46b und durch die Ausführung der linearen Rückbildung in den Einheiten 47 können der Takt und Frequenzoffset abgeleitet werden. Bei diesem Ausführungsbeispiel der ersten Synchronisierstufe 1S nach Figur 6 erfolgt vorzugsweise die Berechnung des Phasenoffsets während der zweiten Synchronisierstufe 2S mittels der zweiten Teilsequenz 16.

15

Im Blockdiagramm nach Figur 7 werden bei der ersten Synchronisierstufe (alternativ zum Ausführungsbeispiel nach Figur 6) zunächst der Phasenversatz und Takt ermittelt. Hierzu wird die erste Teilsequenz 15 wiederum zwei Filtern 46a und 46b zugeführt, wobei dem Filter 46a ein Phasendetektor 49 und dem Filter 46b ein Zeitdetektor 50 angehängt ist. In einer Durchschnittswertermittlungseinrichtung 51 werden dann der Phasenversatz und Takt ermittelt und an die nachgeschalteten Einrichtungen weitergegeben. Wird dieser Variante der Vorzug gegeben, wird vorzugsweise während der zweiten Synchronisierstufe der Frequenzversatz berechnet und der Empfänger darauf synchronisiert.

30

Das bereits vorsynchronisierte Signal wird -gemäß Figur 8- für die Durchführung der zweiten Synchronisierstufe 2S weiterbehandelt. Für die Zeitschlitz-Synchronisation (slot alignment), basierend

auf einem Korrelations-Prozess, wird die zweite Teilsequenz 16 verwendet. Für eine grundlegende Such- oder Monitor-Funktion, um alle Symbole innerhalb des Zeitschlitzes detektieren zu können, muss  
5 der Zeitschlitz symbolweise ausgewertet werden. Reduzierte Symbol-Intervalle werden dabei dadurch berücksichtigt, dass durch das MAC-Protokoll bekannt ist, ob es sich um einen Zeitschlitz mit Nutzdaten oder lediglich um einen Burst mit einer Kanalanfrageinformation handelt, wobei hierfür die MAC-Id  
10 (Figur 2c) ausgewertet werden kann. In einem Korrelationsbereich 52 werden die empfangenen Nutzdaten mit der zweiten Teilsequenz in einer Einrichtung 53 korreliert. Eine parallele beziehungsweise anschließende Suche nach einem maximalen Ausschlag (Peak) wird in einer Einrichtung 54 durchgeführt, um die Zeitschlitz-Synchronisation in einem Verfahrensschritt 55 durchführen zu können. Anschließend wird der empfangene Zeitschlitz und die zweite  
15 Teilsequenz 16 erneut miteinander korreliert, wobei hier vorzugsweise die Kreuzkorrelation verwendet wird, wobei dies durch Verschieben um eine Anzahl P von Symbolen der ersten Trainingssequenz in einem Verfahrensschritt 56 erfolgt. Daraus kann dann in  
20 nachgeschalteten Verfahrensschritten 57 und 58 die Übertragungskanal-Impulsantwort beziehungsweise der Verstärkungsfaktor (AGC) ermittelt werden.

Anhand von Figur 9 wird im Folgenden die Gleich-  
30 laufherstellung bezüglich Frequenz/Phase beschrieben. Das empfangene Signal wird in einem Verfahrensschritt 59 um eine Anzahl von samples verzögert. Parallel hierzu erfolgt in einem Verfahrensschritt 60 eine nicht lineare Transformation des

empfangenen Signals. Eine Durchschnittsermittlung über die gesamte Anzahl der samples erfolgt in einem Verfahrensschritt 61. In einem Kombinierschritt 62 werden die berechneten Phasenparameter und die statische Phase miteinander kombiniert, wobei die statische Phase aus der Trainingssequenz in einem Verfahrensschritt 63 durch Korrelation ermittelt wurde. Über den Komplex-Multiplizierer 25' werden dann die kombinierten Werte für die Gleichlaufstellung verwendet. In Figur 9 sind im Übrigen gleiche beziehungsweise gleichwirkende Teile wie in den übrigen Figuren mit identischen Bezugszeichen versehen.

Die Gleichlaufherstellung bezüglich Frequenz und/oder Phase ist deshalb in vielen Fällen notwendig, da Einflüsse aus den an sich bekannten Jitter- und Dopplereffekten oder dergleichen gegeben sein können, wodurch die Phasenlage über die Länge eines Zeitschlitzes, insbesondere bei einem Nutzdatenzeitschlitz, wechseln kann, so dass lediglich eine einmalige Korrektur auf die entsprechende Phasenlage mit einmal berechnetem Wert nicht in allen Fällen zufriedenstellend ist. Mit der Gleichlaufherstellung bezüglich Phase und/oder Frequenz kann somit die Bit-Fehlerrate reduziert werden. Eine Verbesserung kann außerdem erreicht werden, wenn eine Kombination der ersten und zweiten Teilsequenzen berücksichtigt derart wird, dass eine der Teilsequenzen die Pilottöne umfasst und in der zweiten Teilsequenz Symbole enthalten sind, die gute Korrelationsergebnisse liefern. Für die Gleichlaufherstellung bezüglich Phase und/oder Frequenz kann auch ein Viterbi & Viterbi Algorithmus verwendet

werden, der in einer V & V Einrichtung (Figur 11) abgearbeitet wird. Die von dieser Einrichtung V & V gelieferten Parameter werden dann für das Tracking herangezogen.

5

Eine Alternative zu dem in Figur 9 beschriebenen Verfahren kann darin gesehen werden, dass ein Wiederaufbau eines äquivalenten Eingangssignals D' (Figur 10) mittels des Viterbi-Decoders 29 durchgeführt wird, wobei anschließend ein Phasenvergleich zwischen dem empfangenen Signal und dem rekonstruierten (wieder aufgebauten) Signal durchgeführt wird. Hierzu wird vorzugsweise ein Startwert verwendet, nämlich der, der während der ersten Synchronisierstufe 18 als Phasenversatz berechnet wurde. Sofern der Phasenversatz während der zweiten Synchronisierstufe ermittelt wurde, kann dieser Wert selbstverständlich auch als Startwert verwendet werden. Dieses Verfahren ist als Ablaufdiagramm in Figur 10 dargestellt. Gleiche beziehungsweise gleichwirkende Teile wie in den übrigen Figuren sind mit denselben Bezugszeichen versehen.

Eine Signal-Rekonstruierungseinrichtung 64 und ein Phasenvergleich 65 sind vorgesehen, um das nach dem Demultiplexer 27 abgegriffene Signal mit dem aus der Einrichtung 64 rekonstruierten Signal zu vergleichen, um die verschiedenen Phasenlageoffsets während des Trackings zu berechnen. Mit der Kombiniereinrichtung 62 kann dann der Empfänger entsprechend aufsynchronisiert werden.

30



**Patentansprüche**

5

1. Verfahren zum Betreiben eines Nachrichten-Empfängers für eine Nachricht, die als Burst vorliegt, der zumindest eine Trainingssequenz und Nutzdaten umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Empfänger beim Empfangen des Bursts stufenweise auf den Burst aufsynchronisiert wird.

10

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Empfänger der ersten Synchronisierstufe auf die Taktfrequenz der Nachricht und die Phasenlage der Trägerfrequenz des Bursts synchronisiert wird.

15

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Empfänger während der ersten Synchronisierstufe auf die Taktfrequenz der Nachricht und die Trägerfrequenz des Bursts synchronisiert wird.

20

4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Empfänger während der zweiten Synchronisierstufe auf den Zeitschlitz des Bursts synchronisiert wird.

25

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass während der zweiten Synchronisierstufe die Übertragungskanal-Impulsantwort und/oder der Analogverstärkungsfaktor (AGC) berechnet wird.

30

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Empfänger während der zweiten Synchronisierstufe auf die Trägerfrequenz des Bursts synchronisiert wird.
- 5
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Empfänger während der zweiten Synchronisierstufe auf die Phasenlage der Trägerfrequenz synchronisiert wird.
- 10
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach der ersten Synchronisierstufe und/oder während oder nach der zweiten Synchronisierstufe der Empfänger auf
- 15 Gleichlauf (Tracking) mit der Phase und/oder der Frequenz der Trägerfrequenz synchronisiert wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Tracking während der Decodierung der Nachricht erfolgt.
- 20
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Tracking und die Decodierung mittels eines Viterbi-Decoders und
- 25 nach Viterbi & Viterbi-Algorithmen erfolgt.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trainingssequenz zumindest zwei Teilsequenzen umfasst.
- 30
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine der Teilsequenzen periodisch ist.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine der Teilsequenzen eine Symbolfolge umfasst, die einen Abgleich des Zeitschlitzes des Bursts und eine  
5 Berechnung der Übertragungskanal-Impuls-Antwort, der Phasenlage, des Eingangsverstärkungsfaktors (AGC) sowie der Sendeleistung ermöglicht.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
10 **dadurch gekennzeichnet**, dass eine der beiden Teilsequenzen Pilottöne umfasst.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine oder beide  
15 Teilsequenzen zumindest Pseudo-Noise-Sequenzen umfasst.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass für die zweite  
20 Synchronisierstufe die Nutzdaten der Nachricht statistisch ausgewertet werden.

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trainingssequenz eine konstante Dauer beziehungsweise Symbolanzahl aufweist.  
25

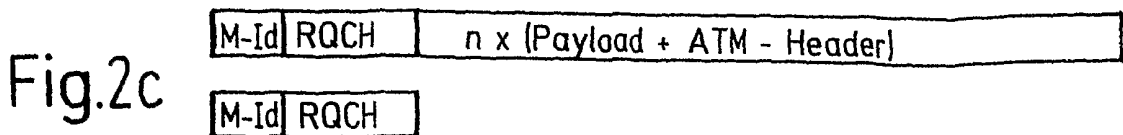
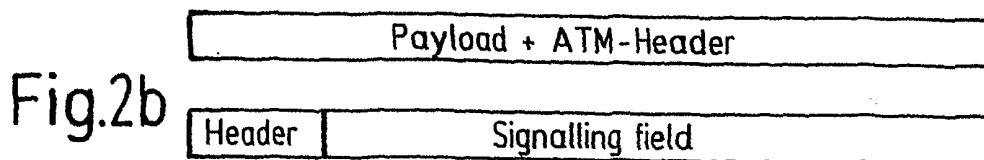
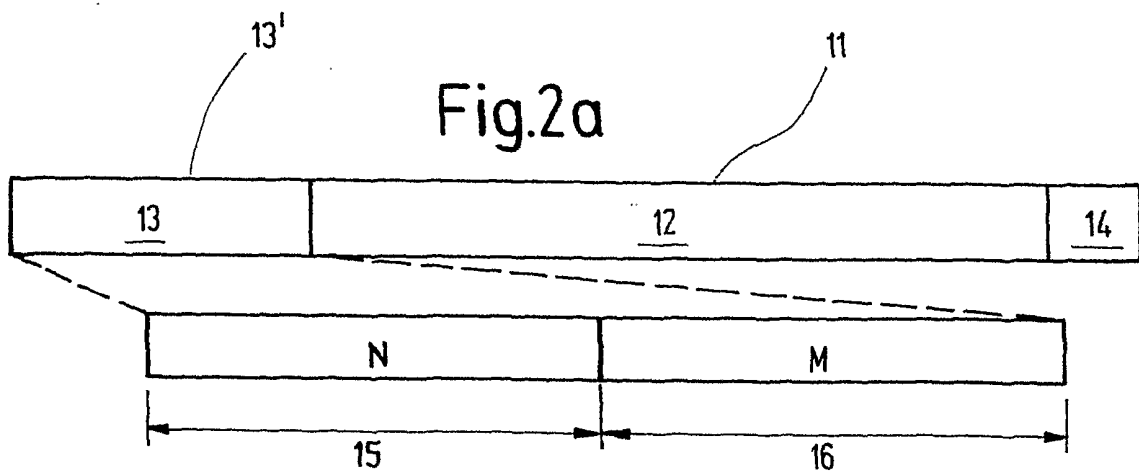
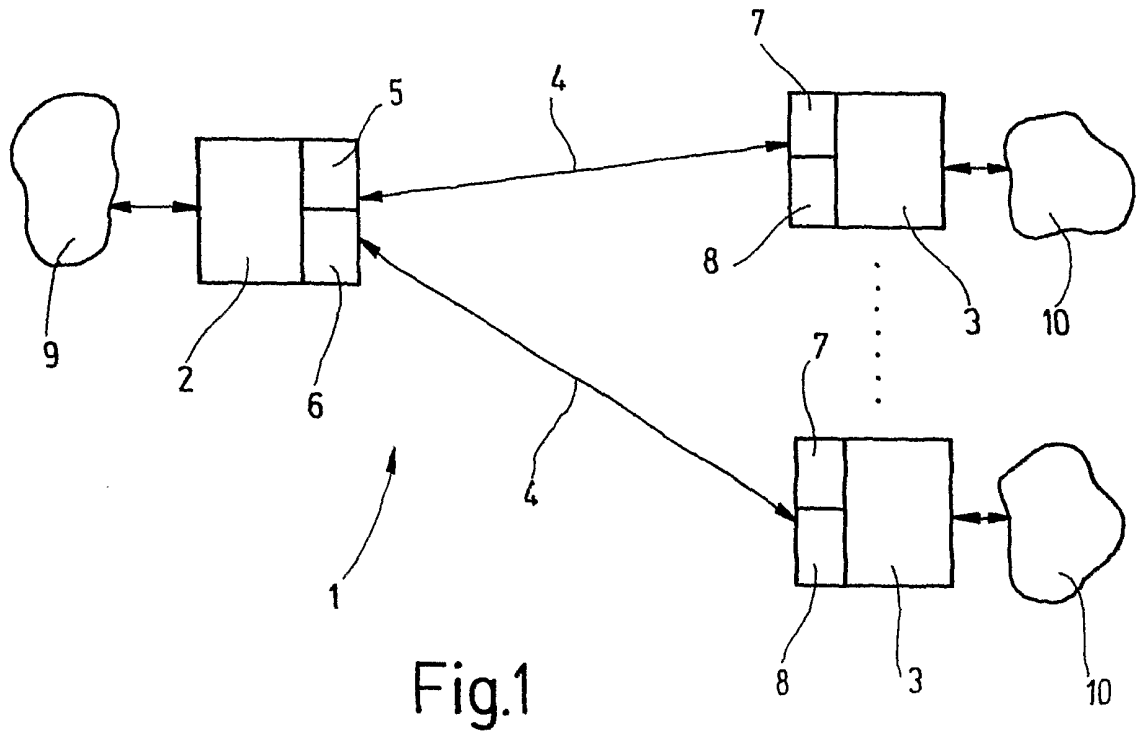
18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Empfänger mittels Leistungsdetektion ein ankommender Bursts erfasst wird.  
30

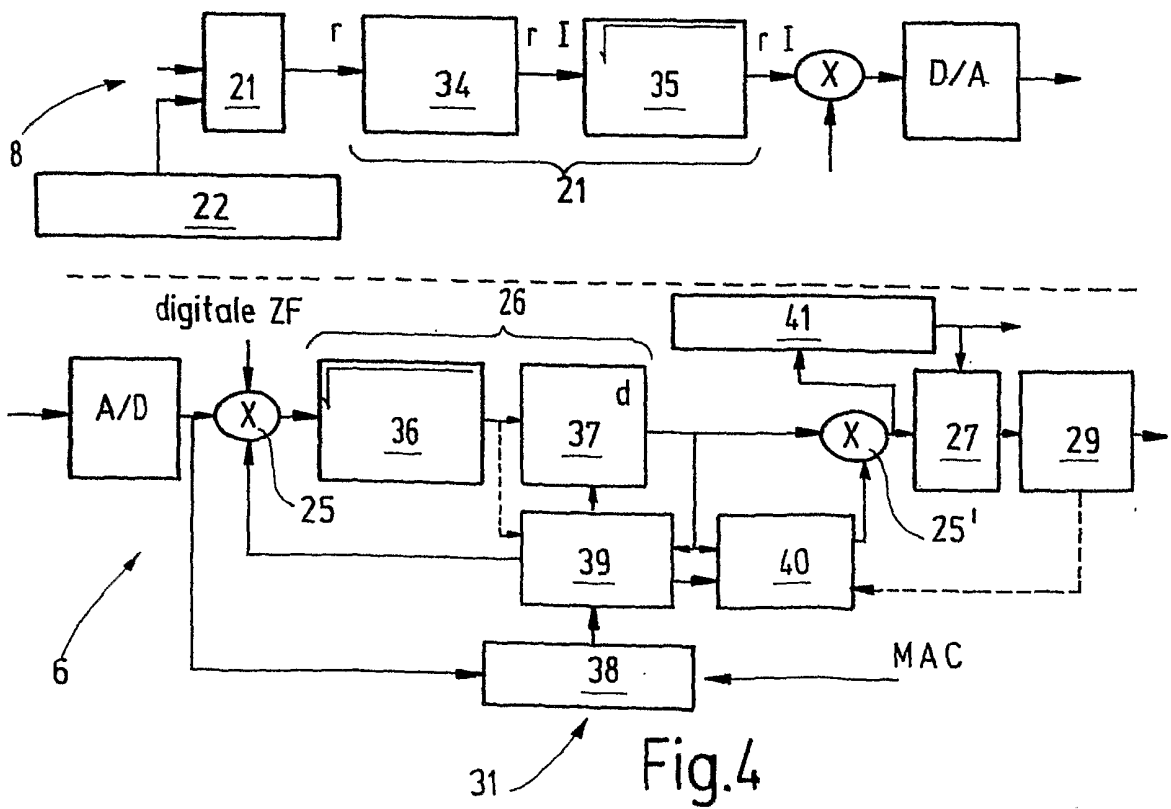
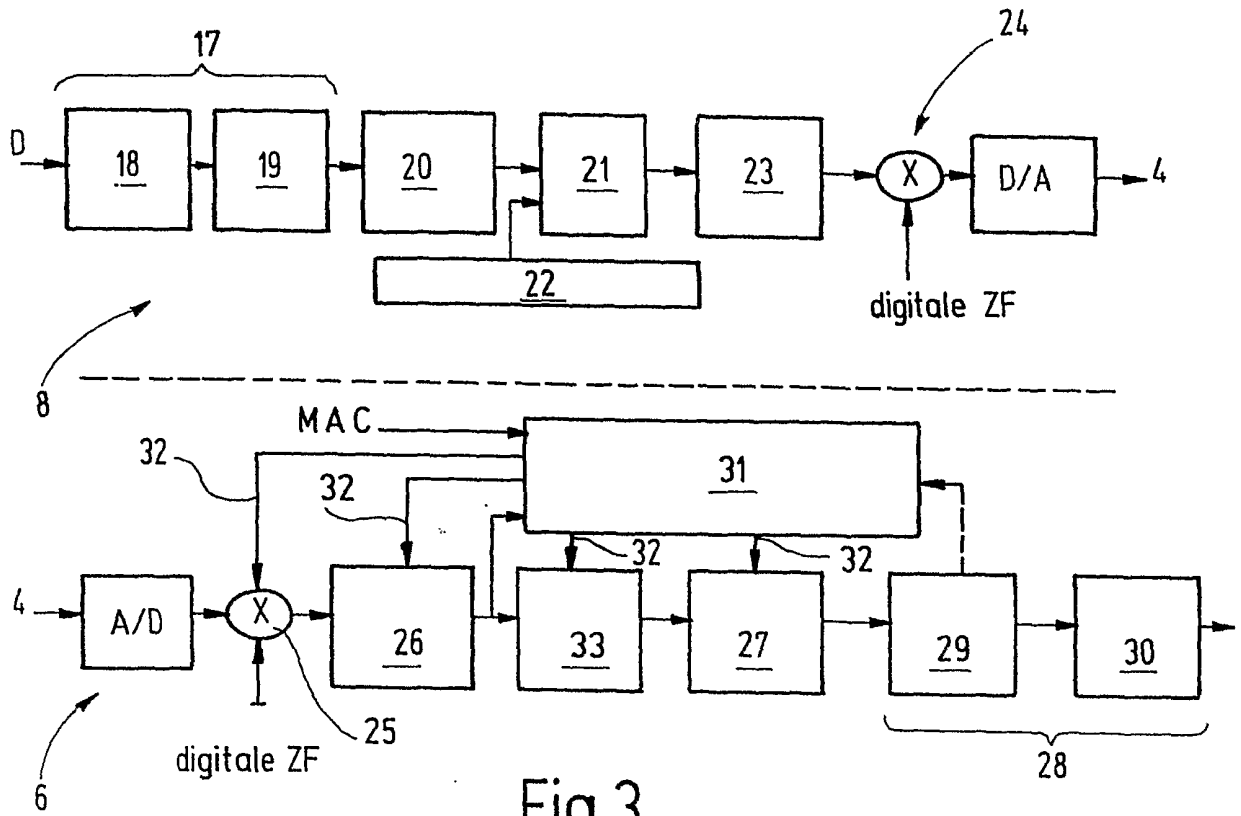
19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass beim ankommenden Burst die Zeitschlitzstruktur ermittelt wird.
- 5 20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Übertragungskanal-Impulsantwort durch Kreuzkorrelation des Bursts und der zweiten Teilsequenz berechnet wird.
- 10 21. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei der Kreuzkorrelation die Trainingssequenz um eine vorgebbare Anzahl von Symbolen verschoben wird, um die entsprechende Anzahl von Mehrwegausbreitungsechos zu  
15 ermitteln.
22. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus den Echos die Phasenlage und Amplitude jeder Mehrwegausbreitung  
20 ermittelt wird.
23. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus jeder Phasenlage und jeder Amplitude der Eingangsverstärkungsfaktor ermittelt wird.  
25
24. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass für jede Mehrwegausbreitung die konstante Phasenlage ermittelt  
30 wird.
25. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Auswertung

der periodischen Teilsequenz in der Zeitdomäne erfolgt.

26. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Auswertung  
5 der anderen Teilsequenz im komplexen Zahlenbereich erfolgt.

27. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
10 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trainingssequenz als Preamble den Nutzdaten hinzugefügt wird.





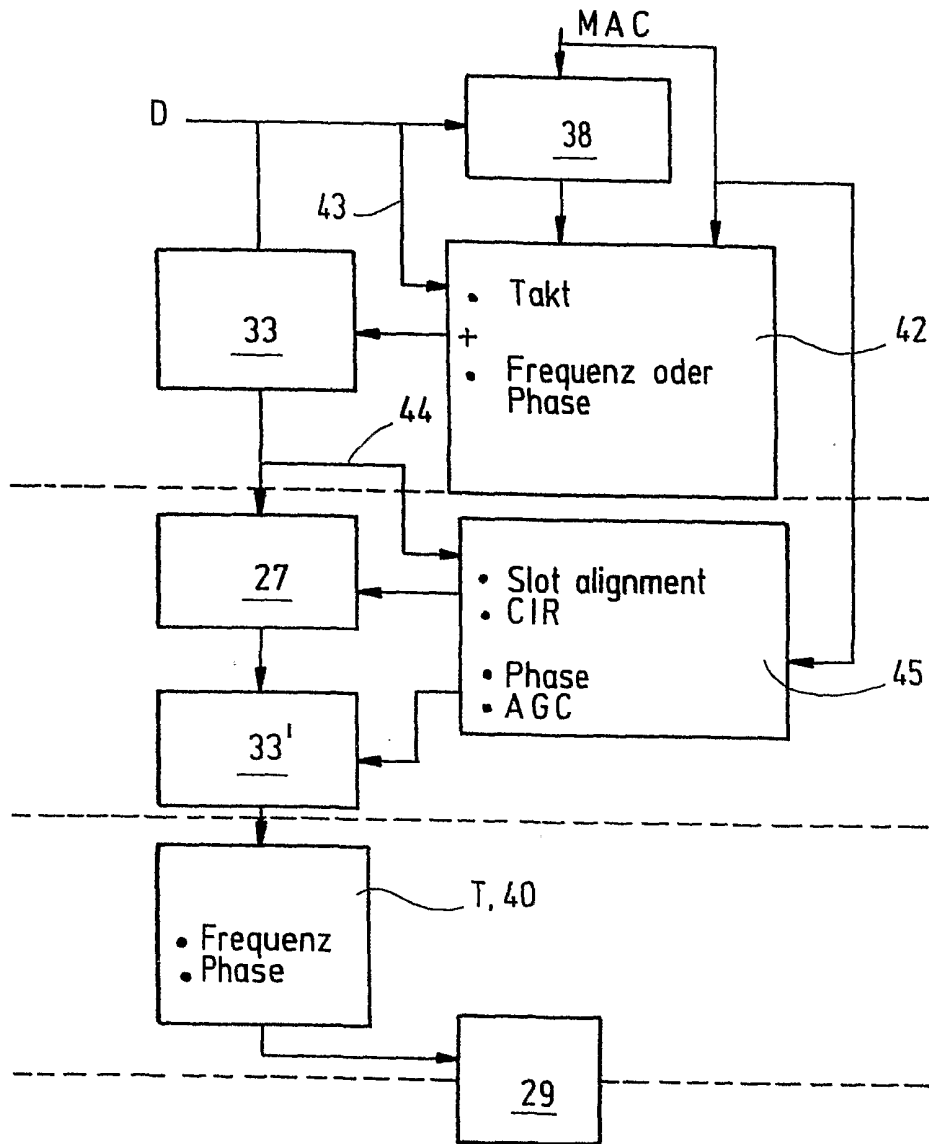


Fig.5

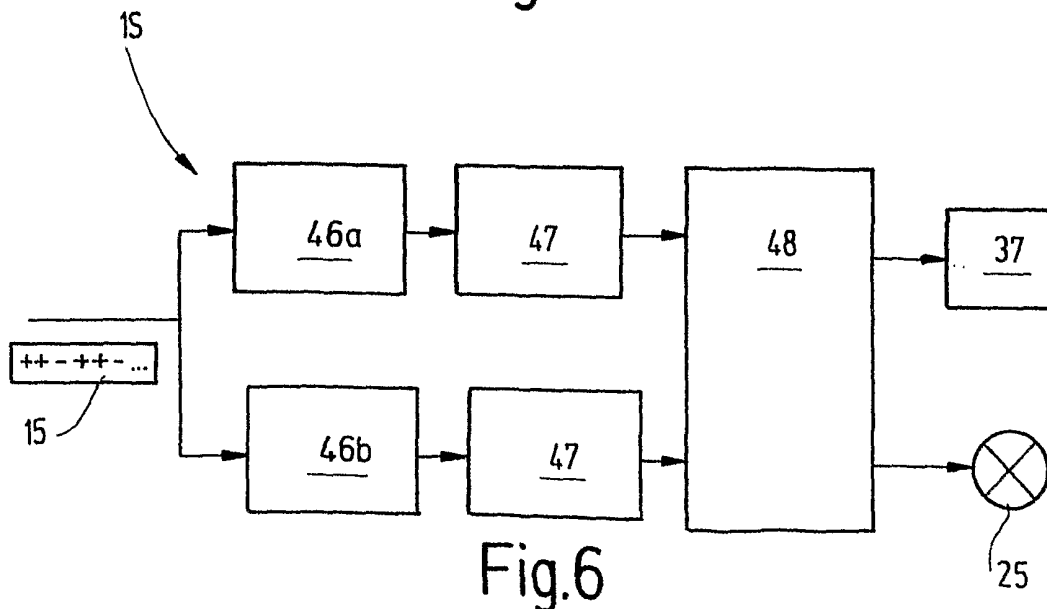


Fig.6



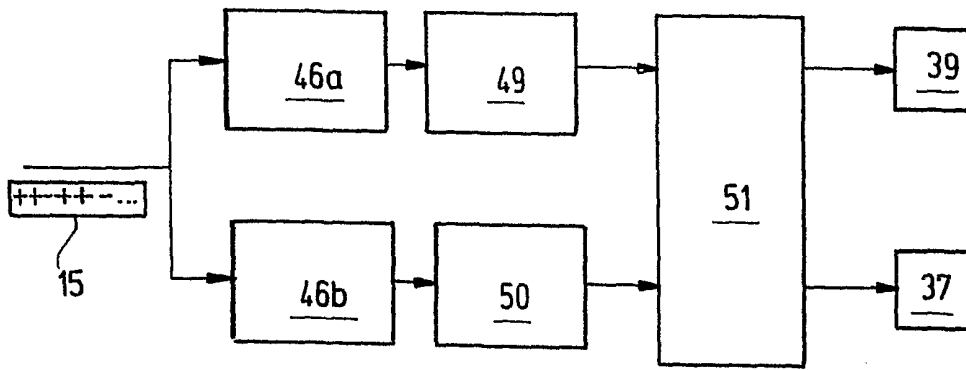


Fig.7

15

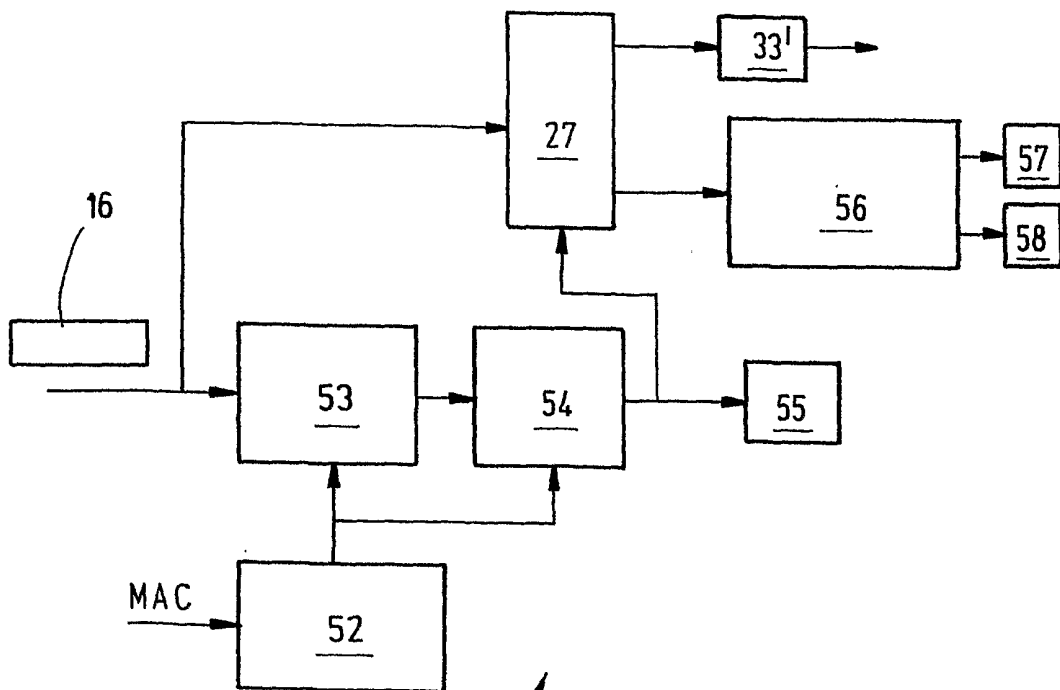
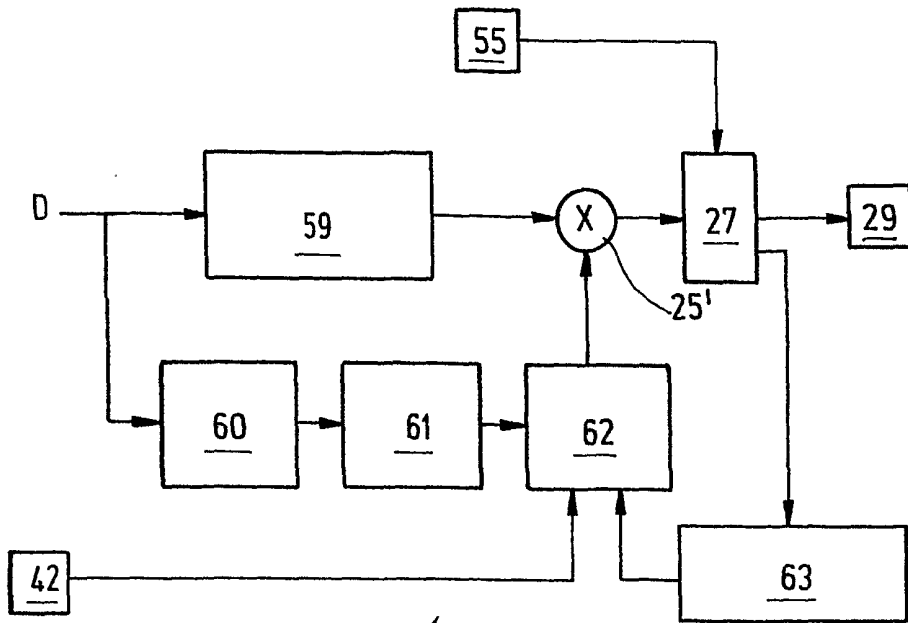


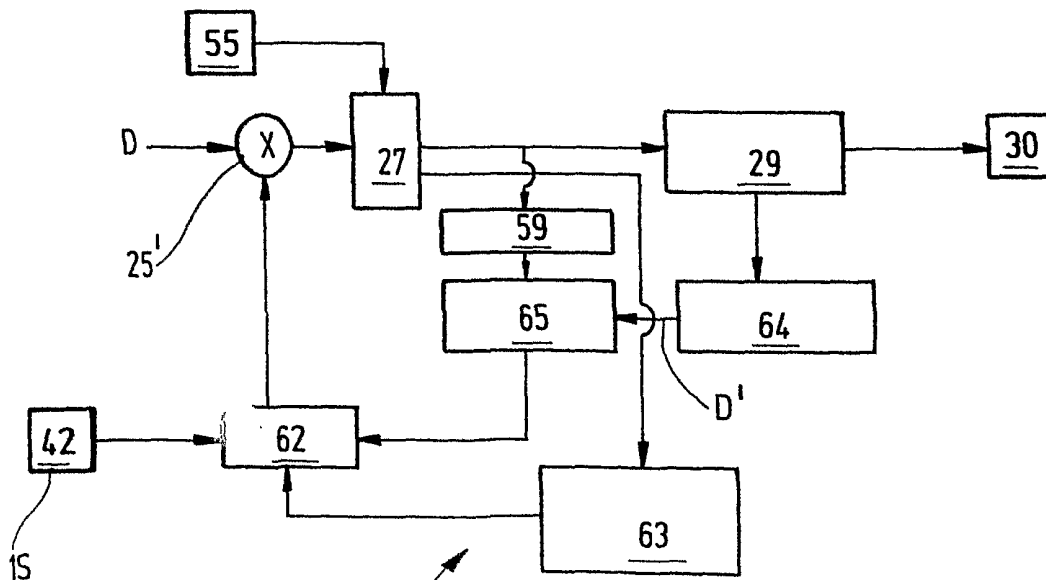
Fig.8

25



T, 40

Fig.9



15

T, 40

Fig.10

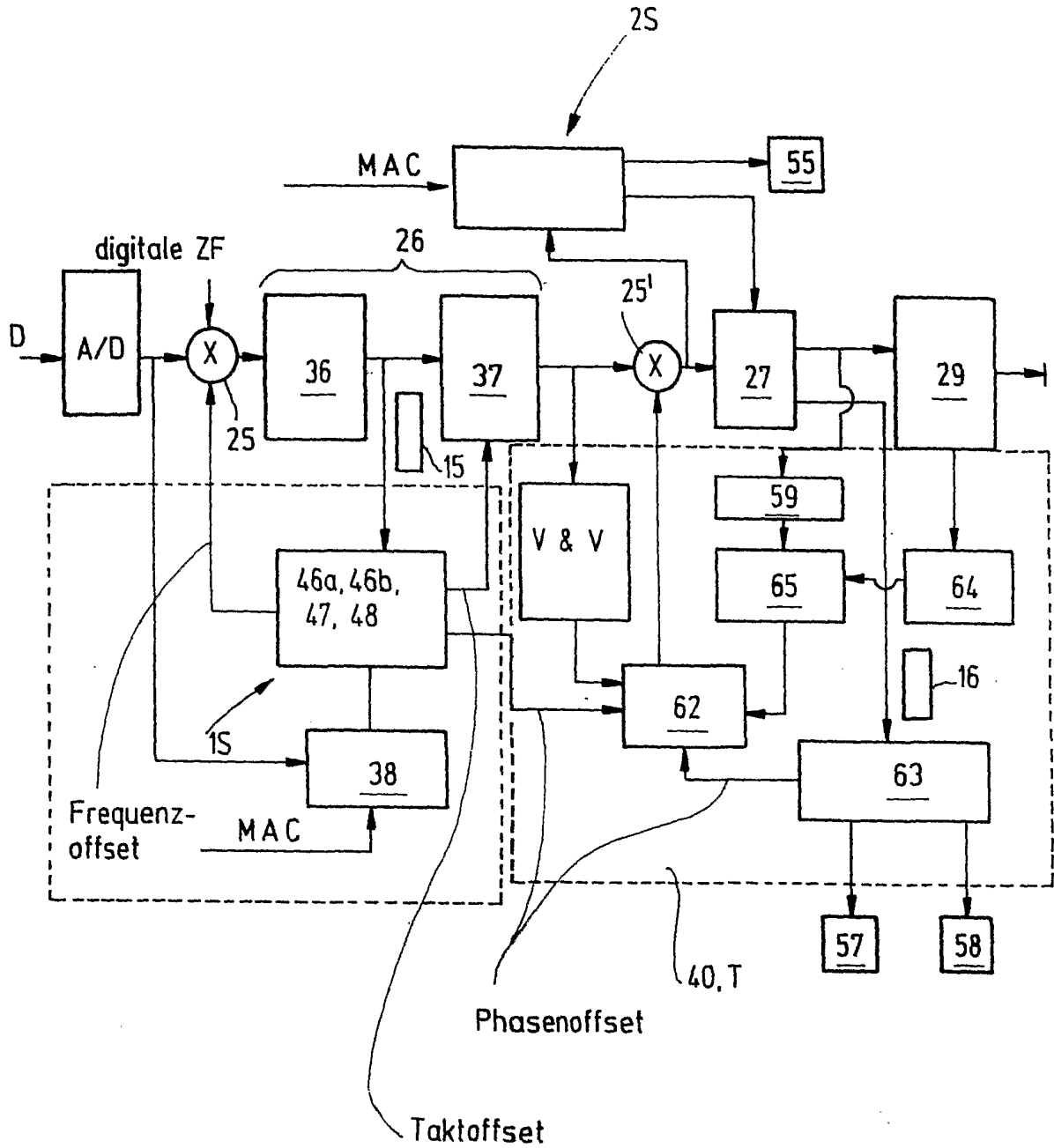


Fig.11