



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 60 2004 011 479 T2** 2009.02.05

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 594 260 B1**

(51) Int Cl.⁸: **H04L 12/28** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2004 011 479.0**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 291 152.9**

(96) Europäischer Anmeldetag: **04.05.2004**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **09.11.2005**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **23.01.2008**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **05.02.2009**

(73) Patentinhaber:

Alcatel Lucent, Paris, FR

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR

(74) Vertreter:

Patentanwälte U. Knecht und Kollegen, 70435 Stuttgart

(72) Erfinder:

Gerlach, Christian Georg, 71254 Ditzingen, DE

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Interzell-Interferenzskoordination mit Leistungsplanung in einem OFDM-Mobilkommunikationssystem**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft drahtlose Kommunikationssysteme und konkret ein Verfahren zum Minimieren der Interferenzen zwischen verschiedenen Zellen in digitalen Funkzellen-Kommunikationssystemen, die Mehrträger-Übertragungstechniken wie beispielsweise Orthogonales Frequenzverteilungs-Multiplexing („Orthogonal Frequency Division Multiplexing“, OFDM) nutzen.

[0002] Kommunikationssysteme mit vielen Teilträgern wie beispielsweise Kommunikationssysteme, die mit der OFDM-Technologie arbeiten, werden derzeit für die Übertragung digitaler Hochgeschwindigkeits-Funk- und Fernsehsignale verwendet, z. B. in Systemen mit den Übertragungs-Betriebsmodi „Digital Audio Broadcasting“ (DAB) und „Digital Video Broadcasting Terrestrial“ (DVB-T). Darüber hinaus hat sich OFDM zu einem weithin akzeptierten Standard für Übertragungstechniken mit hoher Bitrate entwickelt zur Umsetzung drahtloser Breitband-schnittstellen für den drahtlosen Zugriff auf derzeitige lokale Netzwerke („Local Area Networks“, LAN), z. B. HiperLAN- und IEEE WLAN-Systeme. In gleicher Weise zieht das 3rd Generation Partnership Project (3GPP) in letzter Zeit die Anwendung von OFDM-Verfahren für die Funkschnittstellen-Kommunikation beim Hochgeschwindigkeits-Datenpaketzugang (High Speed Data Packet Access, HSDPA) zwischen dem Funkzugangsnetz („Radio Access Network“, RAN) und den Benutzereinrichtungen („User Equipment“, UE) in Betracht zur Standardisierung von drahtlosen mobilen Hochgeschwindigkeits-Breitbandkommunikationssystemen.

[0003] Da es sich bei OFDM um ein Mehrträger-Übertragungsverfahren handelt, ist das verfügbare Spektrum in viele Teilträger unterteilt, die jeweils durch Daten mit relativ niedriger Datenrate moduliert werden. OFDM unterstützt zahlreiche Zugriffe durch die Zuordnung verschiedener Teilzugriffe zu unterschiedlichen Benutzern. Die Teilträger für OFDM sind orthogonal und in einem engen Abstand zueinander angeordnet, um eine effiziente Nutzung des Spektrums sicherzustellen. Jeder Schmalband-Teilträger wird mithilfe verschiedener Modulationsformate moduliert, beispielsweise durch eine Quadraturphasenumtastung („Quadrature Phase-Shift Keying“, QPSK) und eine Quadratur-Amplitudenmodulation („Quadrature Amplitude Modulation“, QAM).

[0004] Wegen der steigenden Popularität der drahtlosen Breitband-Mobilkommunikation mit hoher Geschwindigkeit sind drahtlose Kommunikationssysteme mit Mehrfach-Zugriffsschemata mit effizienter Nutzung der Bandbreite von besonderem Interesse. Drahtlose Systeme sind Systeme mit gemeinsam genutzten Medien, d. h. es gibt eine fest verfügbare Bandbreite, die auf alle Benutzer des Systems verteilt

werden muss; daher ist es wünschenswert, dass Funkzugriffssysteme so effizient wie möglich arbeiten, um die Anzahl der zu bedienenden Benutzer und die Datenraten, mit denen der Dienst bereitgestellt wird, zu maximieren.

[0005] Typische Funkzugriffsnetze sind als so genannte „Zellensysteme“ implementiert, die eine Vielzahl von Basisstationen umfassen, die von einer Funknetzsteuerung („Radio Network Controller“, RNC) gesteuert werden, wobei die Basisstationen mit einer Vielzahl mobiler Benutzer-Endgeräte kommunizieren, die sich innerhalb ihres Zellen-Servicebereichs befinden. Gemäß dem Stand der Technik ist es auch bekannt, dass bei solchen drahtlosen Zellsystemen bestimmte Intra- und Inter-Zellen-Interferenzprobleme (Interferenzen innerhalb der Zellen oder zwischen verschiedenen Zellen) auftreten können, die die Kapazität des Systems begrenzen, wobei Intra-Zellen-Interferenzen die bei einem Benutzer auftretenden Interferenzen sind, die durch andere, in der selben Zelle kommunizierende Benutzer verursacht werden, und wobei Inter-Zellen-Interferenzen die bei einem Benutzer auftretenden Interferenzen sind, die durch andere Benutzer verursacht werden, die in anderen Zellen als der des Benutzers kommunizieren.

[0006] Bei Schmalband-TDMA-Systemen („Time Division Multiple Access“) gemäß dem Stand der Technik wie beispielsweise GSM-Systemen („Group Special Mobile“) verwenden benachbarte Basisstationen verschiedene nicht überlappende Teile der verfügbaren Bandbreite. Basisstationen, die ausreichend weit voneinander entfernt sind, um wesentliche Interferenzen zu vermeiden, d. h. nicht-benachbarte Basisstationen, können jedoch die gleichen Teile der verfügbaren Bandbreite verwenden. Ungeachtet einer solchen Frequenz-„Wiederverwendung“ ist die zur Verwendung in jeder Zelle verfügbare Bandbreite ein kleiner Teil des gesamten verfügbaren Spektrums. Als Ergebnis weist das System eine niedrige „Spektral“-Effizienz auf. Die Internationale Patentanmeldung WO 98/44754 beschreibt ein Mobilkommunikationssystem mit einem Frequenzplan, in dem ein relativ dichtes Frequenz-Wiederverwendungsmuster erzielt wird. Die Interferenzstufe wird optimiert durch Blockieren der zu verwendenden Sendeleistungen in Relation zu der Zeit.

[0007] In CDMA-Systemen („Code Division Multiple Access“) gemäß dem Stand der Technik wird zwar die gesamte Bandbreite von jeder Basisstation verwendet, was eine „Frequenz-Wiederverwendung Eins“ bedeutet, doch weist die Abwärts-Datenkommunikation in jeder Basisstationszelle nur eine kleine Anzahl anderer benachbarter Hochleistungs-Basisstationen auf, was die Kapazität des Zugriffssystems begrenzt. Dies wird besonders ernst im Randbereich einer Zelle, wo die sendende Basisstation und eine

störende Basisstation den gleichen Abstand zu dem Zielbenutzer aufweisen. Diese Situation wird durch einen „Soft-Netzwerkwechsel“ gelöst, wenn zwei oder mehr Basisstationen gleichzeitig Daten an den Benutzer senden. Der Mechanismus dieses Soft-Netzwerkwechsels steht jedoch für den jüngst standardisierten HSDPA-Dienst mit einem schnellen automatischen Wiederholungsanforderungs-Mechanismus (ARQ) nicht zur Verfügung, da ARQ nur effizient arbeitet, wenn nur eine Basisstation beteiligt ist.

[0008] Bei OFDM, wie auch bei CDMA, planen wir eine Netzwerknutzung auf der Basis einer Frequenz-Wiederverwendung von Eins, d. h. alle Frequenzen oder OFDM-Teilträger in der Kanalbandbreite von 5 MHz werden in allen Zellen verwendet. Bei einer solchen Frequenz-Wiederverwendung eines Mobilnetzwerks erzeugen die angrenzenden Basisstationen außerdem starke Interferenzen, insbesondere für Benutzer am Rand des Zellen-Versorgungsbereichs. Je nach der Datenverkehrsauslastung der umgebenden Zellen kann sich daher eine OFDM-Netzwerknutzung mit einer Basisfrequenz-Wiederverwendung von Eins ergeben, ähnlich wie bei CDMA, mit einer relativ geringen Dienstgüte und potenziell niedrigen Datenraten für Benutzer an den Rändern der Zelle.

[0009] Zur verbesserten Verteilung der Datenrate über die gesamte Zelle bei OFDM-Zugriffssystemen und zur gleichmäßigen Verteilung der Interferenzen auf alle Benutzer, insbesondere auf Benutzer am Rand der Zelle, wurden einige Verfahren zur Abschwächung der Inter-Zellen-Interferenzen vorgeschlagen. Im Dokument „Benefits of Frequency Hopping for the OFDM DL“ (Vorteile des Frequenz-Hopping für OFDM DL), 3GPP TSG-RAN1 Meeting #32, R1-030523, Marne La Vallee, Frankreich, 19.–23. Mai 2003, wird eine Lösung vorgeschlagen, deren Grundidee darin liegt, vor der Übertragung ein unterschiedliches Interleaving der übertragenen Teilträger in den OFDM-Symbolen über die gesamte Bandbreite oder einen Teil davon durchzuführen. Dieses variable Frequenz-Interleaving erfolgt durch ein einfaches Zuordnen einer eindeutigen Hopping-Sequenz, d. h. einer eindeutigen Frequenz-Interleaving-Sequenz, zu den einzelnen Zellen (oder Sektoren). Bei einer teilweisen Frequenzauslastung werden dadurch die Interferenzen abgeschwächt. Die benachbarten Zellen können unterschiedliche Frequenzgruppen verwenden, um eine Inter-Zellen-Interferenz zu vermeiden. Die Internationale Patentschrift WO 2004/019538 beschreibt ein Kommunikationsverfahren mit Frequenz-Hopping und Leistungskontrolle-Zuordnungsverfahren zur Lösung von Interferenzproblemen bei der Unterteilung von Zellen in Sektoren.

[0010] Eine weitere vorgeschlagene Lösung zur Reduzierung der Inter-Zellen-Interferenzen ist im Doku-

ment „Revised text proposal for OFDM Traffic Multiplexing Solutions“ (Überarbeiteter Textvorschlag für Multiplexing-Lösungen im OFDM-Datenverkehr), 3GPP TSG RAN 1 #34, R1-030970, Seoul, Korea, 6.–10. Okt. 2003, beschrieben. Diese Lösung basiert auf speziellen Zeit-Frequenz-Zuordnungsmustern, die gleichzeitig eine deutlich höhere Vielseitigkeit und geringe Quer-Interferenzen aufweist bei asynchronen störenden Übertragungen und einer teilweisen Frequenzauslastung.

[0011] Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung eines neuen Verfahrens für die Koordination von Inter-Zellen-Interferenzen, um eine höhere Dienstgüte zu erzielen, insbesondere für Benutzer, die den Dienst am Zellenrand in einem Mobilkommunikationssystem mit OFDM-Übertragungstechnologie nutzen.

[0012] Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung erfüllt durch ein Verfahren zur Koordination von Inter-Zellen-Interferenzen gemäß Anspruch 1. Sie wird außerdem erfüllt durch ein mobiles Funknetzwerk gemäß Anspruch 8 und ein Netzwerkelement gemäß Anspruch 9.

[0013] Vorteilhafte Konfigurationen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, den folgenden Beschreibungen und den Zeichnungen. Es wird beispielsweise als Vorteil betrachtet, dass durch Verwendung der vorgeschlagenen Erfindung eine effizientere Verwendung der Funkressourcen erzielt wird, insbesondere für Endgeräte im Randbereich der Zelle. Ebenfalls vorteilhaft ist, dass die Frequenznutzung im Bereich des inneren Kreises der Zelle nicht beeinträchtigt wird. Die Erfindung verbessert des Weiteren die Dienstgüte für den Benutzer und den Versorgungsbereich des Basisstations-Dienstes über den gesamten Zellenbereich. Durch die Verwendung der vorgeschlagenen Erfindung kann der Durchsatz des Zellen-Datenverkehrs gesteigert werden. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass Verfahren für schnelle und automatisierte Wiederholungsanforderungen („Automated Repeat Requests“, ARQ) für den gesamten Versorgungsbereich der Zelle verwendet werden können, d. h. auch für Endgeräte am Rand der Zelle.

[0014] Eine Ausführungsform der Erfindung ist anschließend mit Bezug auf die [Fig. 1](#) bis [Fig. 5](#) beschrieben.

[0015] [Fig. 1](#) zeigt ein Beispiel einer konventionellen Zuordnung von Teilträgern zu Benutzerkanälen in einem OFDM-Zeit-Frequenzraster.

[0016] [Fig. 2](#) zeigt ein Blockdiagramm eines konventionellen mobilen OFDM-Kommunikationssystems einschließlich des Netzwerks und der Benutzer-Endgeräte.

[0017] Fig. 3A, B, C zeigt exemplarische Unterteilungen des OFDM Zeit-Frequenz-Rasters in Zeit-Frequenz-Gruppen gemäß der Erfindung.

[0018] Fig. 4A, B zeigt ein Verfahren für die Koordination der Inter-Zellen-Interferenz mit Leistungsplanung gemäß der Erfindung.

[0019] Fig. 5 zeigt die Nutzung der Ressourcen für Endgeräte im Randbereich eines sechseckigen Zellenmusters bei Anwendung des Verfahrens für die Inter-Zellen-Koordination mit Leistungsplanung gemäß der Erfindung.

[0020] Fig. 1 zeigt eine exemplarische Zuordnung von Teilträgern S1 bis SN zu den vier Benutzerkanälen A, B, C und D im OFDM-Zeit-Frequenzraster (T-F).

[0021] OFDM bietet die Möglichkeit einer flexiblen Zuordnung von einem oder mehreren Teilträgern S1 bis SN zu einem Benutzer oder einem logischen Kanal A, B, C oder D zur Steuerung der Datenrate für diesen Benutzerkanal. Da diese sich im Lauf der Zeit auch in einem TDMA-System ändern kann (bei einer Änderungsperiode von K Symbolperioden T_s beispielsweise eine Periode von 2 ms), liegt ein zweidimensionales Raster für die Zuordnung von Ressourcen vor, das nachfolgend als T-F-Raster bezeichnet wird, wie in Fig. 1 angegeben.

[0022] Einige der Zeit-Frequenz-Rasterpositionen sind eventuell nicht für die Datenübertragung verfügbar, da sie für den Transport von Pilot- oder Signalisierungsinformationen verwendet werden. Die Benutzerzuordnung der verbleibenden Positionen kann auf der Basis der Frequenz oder der Zeit oder einer Kombination aus beiden erfolgen.

[0023] Fig. 2 zeigt ein Blockdiagramm eines Mobilkommunikationssystems, in dem ein mobiles Funknetzwerk N mit einer Vielzahl von Netzwerkelementen NE1 bis NEn und einer Vielzahl von Benutzer-Endgeräten T1 bis Tn über einen Funkschnittstellen-Abwärtskanal DC und einen Aufwärtskanal UC Dateninformationen austauschen mithilfe von Mehrträger-Modulationsschemata, zumindest in der Abwärtsrichtung wie beispielsweise OFDM. Die Netzwerkelemente NE1 bis NEn können beispielsweise Basisstationen, Funknetzwerk-Steuerungen, Kern-Netzwerk-Switches oder beliebige andere allgemein für die drahtlose Mobilkommunikation verwendete Kommunikationselemente sein.

[0024] Fig. 3A, B, C zeigt zwei exemplarische Unterteilungen des OFDM T-F-Rasters in einer Anzahl S von nicht zusammenhängenden „Teilgruppen“, die nachfolgend als „T-F-Gruppen“ TFG1 bis TFGS bezeichnet werden.

[0025] Gemäß der Erfindung ist das OFDM T-F-Raster in eine Reihe orthogonaler, nicht überlappender T-F-Muster unterteilt, wie in den Fig. 3A und 3B dargestellt, und diese T-F-Raster sind in einer Anzahl S von nicht zusammenhängenden Teilgruppen oder T-F-Gruppen TFG1 bis TFGS gruppiert, d. h. jede T-F-Gruppe TFG1 bis TFGS umfasst mindestens ein T-F-Muster, wie in Fig. 3C dargestellt. Die Unterteilung des OFDM T-F-Rasters kann über das mobile Netzwerk N erfolgen oder vor der Kommunikation von einem Bediener des Mobilnetzwerks N eingeführt und konfiguriert werden.

[0026] Fig. 3A zeigt eines von 15 möglichen T-F-Mustern, in die das OFDM T-F-Raster unterteilt werden kann und die 15 verschiedene Teilträger-Frequenz-Teilbänder FS1 bis FS15 umfassen, wobei jedes Teilband 40 Teilträger umfassen kann und wobei die Frequenz-Teilbänder im Lauf der Zeit geändert werden. Eine oder mehrere solcher T-F-Muster können anschließend zu einer T-F-Gruppe gruppiert werden.

[0027] Fig. 3B zeigt zwei von 16 möglichen T-F-Mustern FP1 bis FP16, in die das OFDM T-F-Raster unterteilt werden kann, wobei diese T-F-Muster die gleichen Teilträger über den Zeitraum T zuordnen. Wegen der konstanten Zuordnung der gleichen Teilträger über den Zeitraum werden diese T-F-Muster nachfolgend einfach als „Frequenzmuster“ bezeichnet.

[0028] Die Unterteilung des OFDM T-F-Rasters, so dass der OFDM-Kommunikationskanal so konzipiert ist, dass mindestens zwei Pilot-Kanäle gemäß der Erfindung parallel empfangen werden können, ist nachfolgend anhand einer exemplarischen Lösung beschrieben. Es wird beispielsweise ein OFDM-System mit 704 Teilträgern ohne Berücksichtigung des DC-Trägers („Direct Current“) in einem 5-MHz-Band und mit einer Anzahl K = 12 von OFDM-Symbolen in einem Zeitraum T_s von 2 ms untersucht.

[0029] Die Pilot- und Signalisierungsinformationen können nach jedem 12ten Teilträger platziert werden, beispielsweise nach den Nummern 0, 12, 24, 36, 48, 60, 72 etc. bis zu 696. So transportiert beispielsweise jedes gerade OFDM-Symbol der Teilträger 0, 24, 48, 72 Pilotinformationen, und die anderen geraden OFDM-Symbole der Teilträger 12, 36, 60, etc. transportieren Signalisierungsinformationen, während alle ungeraden OFDM-Symbole der Teilträger 12, 36, 60, etc. Pilotinformationen transportieren und die anderen ungeraden OFDM-Symbole der Teilträger 0, 24, 48, etc. die Signalisierungsinformationen transportieren. In einer benachbarten Zelle, z. B. in der Zelle C2, werden die Pilot-/Signalisierungsinformations-Teilträger um Eins in Frequenzrichtung verschoben, z. B. 1, 13, 25, 37, 49, 61, 73, etc. bis 697. Diese Konfiguration erlaubt 12 Verschiebungen, bis wieder die ur-

sprüngliche Position erreicht ist. Somit sind 12 verschiedene nichtüberlappende Interleaving-Pilot-/Signalmuster möglich, die in einem Bereich so verteilt werden können, dass benachbarte Zellen niemals die gleichen Pilot-/Signal-Teilträger verwenden.

[0030] Da $16 \times 44 = 704$, können 16 Frequenzmuster FP1 bis FP16 mit jeweils 44 Teilträgern definiert werden. Die 44 Teilträger können beispielsweise in 11 Frequenzstreifen FPN_{S1} bis FPN_{S11} über die Frequenzachse verteilt platziert werden, während jeder Streifen FPN_{Sn} 4 angrenzende Teilträger umfasst, wie in [Fig. 5](#) gezeigt. Der Abstand zwischen den Streifen FPN_{Sn} des gleichen Frequenzmusters FPN beträgt dann $16 \times 4 = 64$ Teilträger, so dass beispielsweise das erste Frequenzmuster FP1 die Teilträger 0 bis 3 umfasst, die in seinem ersten Frequenzstreifen FP1S1 angeordnet sind, während 64 bis 67 in seinem zweiten Frequenzstreifen FP1S2 und 128 bis 131 in seinem dritten Frequenzstreifen FP1S3 angeordnet sind, usw. Gemäß der oben beschriebenen Unterteilung umfasst jedes Frequenzmuster FP1 bis FP16 höchstens 4 Pilot- oder Signal-Teilträger an allen seinen Positionen, unabhängig von der Verschiebung des Pilotmusters. Für die Datenübertragung verbleiben somit immer 40 der 44 Teilträger in 12 OFDM-Symbolen für eine Gesamtrate pro 2-ms-Block von $12 \times 40 = 480$ komplexen Teilträgersymbolen (480 QAM-Symbole), die für die Datenübertragung verwendet werden können.

[0031] Jedes Basis-Frequenzmuster (FP1 bis FP16) belegt die gleichen Positionen in allen Zellen, unabhängig von dem zellenspezifischen Pilotmuster, und es umfasst des Weiteren genügend Platz in jedem Muster für die spezifischen Pilotpositionen der sendenden Zelle, so dass immer mindestens die Basisanzahl der Zeit-Frequenz-Positionen für die Basis-Kanalrate von 480 komplexen Teilträgersymbolen eines solchen Musters verbleibt und ein Basis-Frequenzmuster keine Interferenzen von den Pilotinformationen der sendenden Zellen erfährt, sondern nur Interferenzen von benachbarten Zellen mit unterschiedlichen Pilotmustern, und maximal in dem Umfang des Overhead-Platzes der 4 Teilträger $\times 12$ zum Senden von Pilotpositionen verbleibenden OFDM-Symbolen, d. h. die Differenz zwischen dem Gesamtplatz des Frequenzmusters (44×12) und der Basisanzahl der Zeit-Frequenz-Positionen (40×12) für die Basis-Kanalrate.

[0032] [Fig. 3C](#) ist ein vereinfachtes Diagramm, das die T-F-Gruppen TFG1 bis TFGS in einer Dimension über einer horizontalen Achse angeordnet zeigt entsprechend den T-F-Gruppenindizes I, wobei die vertikale Achse die Sendeleistung P ist. Um der einfacheren Darstellung der Figuren willen, jedoch ohne Verlust der in den [Fig. 3A](#) und [3B](#) beschriebenen Details, sind die T-F-Gruppen nachfolgend als Blöcke dargestellt.

[0033] Wie oben erwähnt, können ein oder mehrere T-F-Muster einer T-F-Gruppe zugeordnet werden. Mit Bezug auf [Fig. 3B](#) können beispielsweise die Frequenzmuster Eins FP1, Drei FP3 und Zehn FP10 einer T-F-Gruppe Eins TFG1 zugeordnet werden, die Frequenzmuster Zwei FP2, Sechs FP6, Sieben FP7 und Zwölf FP12 können einer T-F-Gruppe Zwei TFG2 zugeordnet werden, und die übrigen verfügbaren Frequenzmuster FP4, FP5, FP8, FP9, FP11, FP13, FP14, FP15, FP16 können einer T-F-Gruppe Drei TFG3 zugeordnet werden. Es gibt somit drei $S = 3$ nicht zusammenhängende Teilmengen oder T-F-Gruppen TFG1 bis TFG3, und ein oder mehrere T-F-Muster aus diesen T-F-Gruppen TFG1 bis TFG3 können später einem Benutzer-Endgerät T zugeordnet werden zur Kommunikation mit dem Mobilfunknetz N.

[0034] [Fig. 4A, B](#) zeigt ein Verfahren für die Koordination der Inter-Zellen-Interferenz gemäß der Erfindung. [Fig. 4A](#) zeigt ein Beispiel eines Zellenplanungs-Szenarios, falls das OFDM T-F-Raster gemäß der Erfindung in sieben T-F-Gruppen TFG1 bis TFG7 unterteilt ist, während [Fig. 4B](#) ein Beispiel der Leistungsbegrenzung in einer der Zellen C3 gemäß der Erfindung zeigt.

[0035] Wie bereits erwähnt, umfasst das Verfahren vor der Kommunikation ein Verfahren zur Ressourcenplanung, bei dem das OFDM T-F-Raster oder das Set aller T-F-Raster in einer Anzahl S nicht zusammenhängender Teilmengen angeordnet ist, die als T-F-Gruppen bezeichnet werden. Die Anzahl S der T-F-Teilmengen kann beispielsweise sieben ($S = 7$) oder zwölf ($S = 12$) sein, um eine gewisse Flexibilität zu haben, wenn neue Zellen in einem Bereich erstellt werden müssen.

[0036] In [Fig. 4A](#) ist ein exemplarisches Szenario zur Zellenplanung gemäß der Erfindung dargestellt, falls das OFDM T-F-Raster in sieben T-F-Teilmengen TFG1 bis TFG7 unterteilt ist. Auch wenn dies im Beispiel der Figur nicht dargestellt ist, wird davon ausgegangen, dass sich eine Basisstation in der Mitte jeder Zelle befindet, und dass sie die Informationssignale an die Endgeräte innerhalb der Zelle sendet bzw. diese Signale von diesen Endgeräten empfängt. Jeder Zellenbereich ist durch eine sechseckige Zelle C1 bis C7 gekennzeichnet, wobei jede Zelle einen inneren Zellenbereich IC aufweist, d. h. einen Bereich in der Nähe der Basisstation, in dem die Inter-Zellen-Interferenz so stark gedämpft ist, dass sie die Kapazität des Zugriffssystems nicht einschränkt, und einen Zellen-Randbereich OC, in dem die Inter-Zellen-Interferenz die Dienstgüte des vom Benutzer empfangenen Dienstes beeinträchtigt. Jeder Basisstation ist eine eigene Nummer C1 bis C7 zugeordnet, bevor sich die Zellennummern in größerer Entfernung wiederholen; dieses Konzept ist aus der klassischen Zellenplanung bekannt. Eine zu einer einzigen Zelle gehören-

de Zeit-Frequenz-Gruppe durchläuft eine spezielle Verarbeitung gemäß der Erfindung, d. h. sie wird nur mit begrenzter Leistung in dieser Zelle emittiert, so dass ihre Leistung niedriger ist als ein Leistungsbegrenzungswert PI, wobei dieser Leistungsbegrenzungswert PI außerdem niedriger ist als eine maximale Leistung Pmax, mit der die anderen T-F-Gruppen in dieser Zelle emittiert werden können. Im Beispiel von **Fig. 4A** wird insbesondere in Zelle Eins C1 die T-F-Gruppe Eins TFG1 mit reduzierter Leistung emittiert, während in der Zelle C1 die anderen T-F-Gruppen TFG2 bis TFG7 mit der maximalen Leistung Pmax emittiert werden können; in Zelle Zwei C2 ist die Leistung der T-F-Gruppe Zwei TFG2 begrenzt, während die anderen T-F-Gruppen TFG1 und TFG3 bis TFG7 mit der vollen Leistung emittiert werden können; und so weiter, so dass in Zelle Sieben C7 die T-F-Gruppe Sieben TFG7 mit reduzierter Leistung emittiert wird und die anderen T-F-Gruppen TFG1 bis TFG6 mit voller Leistung emittiert werden können.

[0037] Das in **Fig. 4A** dargestellte Zellenmuster, in dem eine erste Zelle C1 sechs angrenzende Zellen C2 bis C7 hat, kann wiederholt werden, um einen größeren Servicebereich abzudecken.

[0038] Die Erfindung basiert darauf, dass die Ressourcensituation im inneren Kreis IC einer Zelle nicht durch das Verhältnis Signal-zu-Interferenz („Signal-to-Interference Ratio“, SIR) stark eingeschränkt ist, sondern durch die Bandbreite, und dass außerhalb des inneren Kreises, insbesondere im Randbereich OC einer Zelle, die Kapazität stärker durch die Situation der Inter-Zellen-Interferenz eingeschränkt ist. Gemäß der Erfindung ist die Leistung, mit der eine Basisstationszelle Cn mithilfe einer bestimmten T-F-Gruppe TFGn Informationen an das Benutzer-Endgerät sendet, durch einen festgelegten Leistungswert PI begrenzt. Dieser Leistungswert sollte mit Blick auf die Situation am Zellenrand OC gewählt werden, wo das Signal und die Interferenz ungefähr gleich stark gedämpft sind. Der Wert sollte nicht so hoch gewählt werden, dass er eine wesentliche Inter-Zellen-Interferenz erzeugt für ein Benutzer-Endgerät im Randbereich OC einer Nachbarzelle, das diese T-F-Teilmenge TFGn zur Kommunikation mit seiner ursprünglichen Basisstation nutzt. Der Wert sollte ein SIR gewährleisten, das eine zufriedenstellende Übertragung erlaubt. Andererseits sollte er auch nicht zu niedrig gewählt werden, um nach Möglichkeit auch im inneren Kreis IC der Zelle eine zufriedenstellende Nutzung zu ermöglichen.

[0039] Dies wird anhand des Beispiels aus **Fig. 4A** detaillierter erläutert. Gemäß der Erfindung ist der OFDM-Kommunikationskanal so konzipiert, dass Endgeräte mindestens zwei Pilotkanäle parallel empfangen können. Wenn das Endgerät T beispielsweise von einer Basisstation der Zelle Sieben C7 versorgt

wird und sich aus dem inneren Kreis IC an den Zellenrand dieser Zelle in Richtung einer benachbarten Zelle, beispielsweise Zelle Eins OC71, bewegt, meldet es an die ursprüngliche Basisstation (der Zelle Sieben C7), welche andere Basisstation die stärkste Interferenz hervorruft; in diesem Fall ist dies die Basisstation der Zelle Eins C1. Die ursprüngliche Basisstation (von Zelle Sieben C7) ordnet anschließend dem Endgerät T in diesem äußeren Zellenbereich OC71 ein oder mehrere T-F-Muster aus der T-F-Gruppe Eins TFG1 zu und legt damit fest, welche Basisstation von Zelle Eins C1 mit reduzierter Leistung sendet, so dass das Verhältnis Signal-zu-Interferenz am Endgerät T, das von der Basisstation der Zelle Eins C1 gestört wird, oberhalb eines bestimmten Pegels bleibt und somit eine nützliche Übertragung aufrecht erhalten werden kann.

[0040] Darüber hinaus lässt sich allgemein sagen, dass einem Endgerät, das sich ausgehend von Zelle Cn dem Randbereich OCni in Richtung einer anderen Zelle nähert, beispielsweise Ci, ein oder mehrere T-F-Muster aus der T-F-Gruppe TFGi zugeordnet werden, die in dieser anderen Zelle Ci mit begrenzter Leistung emittiert werden. Vor der Kommunikation wird dann eine Ressourcenplanung durchgeführt, so dass jeder Basisstation eine andere Frequenzgruppe TFG1 bis TFG7 zugeordnet wird, die sie mit begrenzter Leistung emittiert, und jede Basisstation kennt alle geplanten Frequenzgruppen TFG1 bis TFG7, um Informationen innerhalb des inneren Kreises IC der Zelle zu übertragen, und ordnet den Endgeräten die geeignete T-F-Gruppe zu, wenn sich diese Endgeräte dem Randbereich OC nähern und eine Interferenz von einer spezifischen Zellennummer melden. Diese Prozedur wird vor dem Netzwerkwechsel durchgeführt.

[0041] Das Prinzip kann auch hinsichtlich der Zellencken (an denen drei Zellen zusammentreffen) erweitert werden, wenn die T-F-Gruppen weiter in Teilmengen aufgesplittet werden, z. B. TFG1 in die beiden Teilmengen TFG1a und TFG1b, mit unterschiedlicher Leistungsnutzung oberhalb eines Leistungsbegrenzungswerts PI, der von der Zellennummer abhängt.

[0042] Mit der vorgeschlagenen Soft-Netzwerkplanung bleiben alle Frequenzen im inneren Kreis unberührt. Einschränkungen durch die Netzwerkplanung liegen nur in den Randbereichen vor, wo die Verfügbarkeit der Frequenzen nur geringfügig verringert ist, z. B. auf 6/7) oder 6/12.

[0043] **Fig. 4B** zeigt ein Beispiel für die Leistungsemission in Zelle Drei C3 für jede T-F-Gruppe TFG1 bis TFG7 gemäß den Vorgaben der Erfindung. Die T-F-Gruppe Drei TFG3 wird mit reduzierter Leistung unterhalb eines Leistungsbegrenzungswerts PI emittiert im Vergleich zu einer maximalen Emissionsleis-

tung P_{\max} , die für die Kommunikation mit den anderen T-F-Gruppen TFG1, TFG2 und TFG4 bis TFG7 in dieser Zelle C3 verwendet werden kann.

[0044] Das Verhältnis P_{\max}/PI sollte ein SIR sicherstellen, das eine zufriedenstellende Übertragung mit der T-F-Gruppe Drei TFG3 ermöglicht bei Verwendung durch ein Endgerät, das sich von einer benachbarten Zelle aus dem Randbereich OC13 mit Richtung auf Zelle Drei nähert.

[0045] Zur Durchschnittsbildung der Interferenz für Benutzer-Endgeräte in benachbarten Zellen, die keine Koordination im inneren Zellenbereich IC verwenden, werden in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung das Zeit-Frequenz-Muster oder die Zeit-Frequenz-Gruppenzuordnungen zu diesen Endgeräten in zufälliger oder pseudo-zufälliger Weise regelmäßig geändert, beispielsweise nach jedem Änderungszeitraum einer Anzahl K von OFDM-Symbolen. Dadurch wird die erzeugte Inter-Zellen-Interferenz gleichmäßiger über alle Zeit-Frequenz-Muster verteilt.

[0046] Darüber hinaus liegt ein wesentlicherer Vorteil des Verfahrens der Inter-Zellen-Interferenzkoordination mit Leistungsplanungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung darin, dass es der ursprünglichen Basisstationszelle die Möglichkeit gibt, allein die Pakete für das Endgerät für den vollständigen Versorgungsbereich der Zelle einzuplanen. Da keine weitere Basisstation neben der ursprünglichen Basisstation an der Übertragung von Datenpaketen an das Endgerät beteiligt ist, ermöglicht dies die effiziente und schnelle Verwendung von Mechanismen zur automatisierten Wiederholungsanforderung („Automated Repeat Request“, ARQ) wie beispielsweise hybride automatisierte Wiederholungsanforderungen („Hybrid Automated Repeat Request“, HARQ), über die der Empfänger den Sender darüber informieren kann, dass bestimmte Pakete nicht empfangen wurden oder defekt waren, zum erneuten Senden dieser defekten Pakete von der ursprünglichen Basisstation an das Endgerät.

[0047] [Fig. 5](#) zeigt die Nutzung der Ressourcen für Endgeräte im Randbereich eines sechseckigen Zellenmusters mit einem Zellenwiederholungsfaktor Sieben bei Anwendung des Verfahrens für die Inter-Zellen-Koordination mit Leistungsplanung gemäß der Erfindung. Unter der Annahme einer isotropischen Weitergabe in einem ebenen Bereich und der Kennzeichnung der Streifen von anderen Zellen mit den zugeordneten Frequenzblocknummern, ist in [Fig. 5](#) erkennbar, dass alle Frequenzen 1 bis 7 gleichmäßig und vollständig symmetrisch über den Bereich verteilt sind, so dass sich (bei gleichmäßig verteilten Endgeräten) eine umfassende Nutzung der Ressourcen ergibt. So wird mit dem Verfahren gemäß der Erfindung eine gleichmäßige Nutzung der Ressourcen

erzielt. Dies zeigt auch, dass die Verfügbarkeit von T-F-Musterressourcen für diese Lösung bereits 6/7 beträgt, was einen relativ hohen Wert darstellt.

[0048] Zur Verallgemeinerung sollte klar sein, dass zur Erläuterung der vorliegenden Erfindung zwar ein OFDM-Modulationsschema verwendet wurde, dass die obigen Vorschläge jedoch im Prinzip auch an jedes beliebige Mehrträger-Modulationsschema angepasst werden können.

[0049] Darüber hinaus wurde die Erfindung für eine Situation mit sechseckigen Zellen mit Antennen in allen Richtungen dargestellt, sie kann jedoch auch für andere Muster und auch für Sektoren innerhalb einer Zelle verallgemeinert werden.

[0050] Außerdem sollte klar sein, dass die Mittel zur Ausführung der hier beschriebenen Verfahren an beliebigen Stellen im Mobilfunknetzwerk N platziert werden können, d. h. in einem Netzwerkelement NE wie beispielsweise einer Basisstation, in einer Funknetzwerksteuerung oder mithilfe einer Funk-Ressourcensteuerungseinheit innerhalb oder außerhalb der Netzwerkelemente NE. Diese Elemente können in Form von Hardware oder Software implementiert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Koordination der Inter-Zellen-Interferenz in einem Funkkommunikationssystem mithilfe von Mehrträgerverfahren, bei dem eine Vielzahl von Basisstationen (NE1 bis NE7) mit den Benutzer-Endgeräten (T1 bis Tn) innerhalb ihres jeweiligen Zellenversorgungsbereichs (C1 bis C7) kommuniziert, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- Partitionieren eines OFDM-Zeit-Frequenz-Rasters in einer Anzahl orthogonaler, nicht überlappender Zeit-Frequenz-Muster, und Gruppieren dieser Zeit-Frequenz-Muster in einer Anzahl (S) nicht zusammenhängender Teilmengen oder Zeit-Frequenz-Gruppen (TFG1 bis TFG7),
- Verringerung der Leistungsemission innerhalb einer bestimmten Zeit-Frequenz-Gruppe (TFG3) auf einen bestimmten Leistungswert (PI) kleiner als eine Maximalleistung (P_{\max}) zur Übertragung innerhalb der Zeit-Frequenz-Gruppen,
- ein Endgerät (T) zur Messung von Pilotsignalen von störenden benachbarten Zellen und Berichten von Informationen über die Empfangsstärke von diesen Zellen-Pilotsignalen an die zuständige Basisstation,
- auf der Basis der Informationen von den Endgeräten (T) zu den Netzkriterien Zuordnen der Zeit-Frequenz-Muster einer Zeit-Frequenz-Gruppe zum Endgerät (T),

dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren des Weiteren Folgendes umfasst:

- Synchronisieren aller benachbarten Zellen hinsicht-

lich der verwendeten Zeit-Frequenz-Gruppen und der Emissionsleistung für diese Zeit-Frequenz-Gruppen, wobei die Anzahl der Zeit-Frequenz-Gruppen der Anzahl von Zellen in einer für die Ressourcenplanung verwendeten Zellenmusteranordnung entspricht und das Zellenmuster Zellen umfasst, die so angeordnet sind, dass benachbarten Zellen eine unterschiedliche Zellennummer (C1 bis C7) zugeordnet wird, und Reduzieren der Leistungsemission für eine Zeit-Frequenz-Gruppe in allen Zellen dieser Zellenmusteranordnung, wobei diese Zeit-Frequenz-Gruppe für alle benachbarten Zellen des Zellenmusters unterschiedlich ist,

- Bereitstellen von Informationen zu dieser Zeit-Frequenz-Gruppensynchronisierung in benachbarten Zellen an alle Basisstationen der Zellenmusteranordnung,
- Zuordnen von Zeit-Frequenz-Mustern einer Zeit-Frequenz-Gruppe (TFG1), die eine benachbarte Zelle (C1) mit begrenzter Leistung emittiert, in einem Zellenrandbereich (OC71) an das Endgerät (T) zu.

2. Verfahren zur Koordination der Inter-Zellen-Interferenz gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die mit einem begrenzten Leistungswert (PI) emittierten Zeit-Frequenz-Gruppen (TFG1) des Weiteren in nicht zusammenhängende Teilmengen (TFG1a und TFG1b) unterteilt sind und jedem dieser Teilmengen ein anderer Leistungsbegrenzungswert oberhalb dieses begrenzten Leistungswerts (PI) und unterhalb der Maximalleistung (Pmax) zugewiesen wird für die Übertragung innerhalb der Zeit-Frequenz-Gruppen.

3. Verfahren zur Koordination der Inter-Zellen-Interferenz gemäß Anspruch 1, das des Weiteren einen ARQ-Mechanismus verwendet für das Endgerät (T) zum Neueinplanen von Paketen, die beim Senden an das Endgerät (T) fehlerhaft empfangen wurden.

4. Verfahren zur Koordination der Inter-Zellen-Interferenz gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuordnung zu Zeit-Frequenz-Mustern oder Zeit-Frequenz-Gruppen für die Endgeräte (T) in einem inneren Zellenbereich (IC), die keine Koordination verwenden, in zufälliger oder pseudo-zufälliger Weise regelmäßig geändert werden, um eine verursachte Inter-Zellen-Interferenz so zu formen, dass sie gleichmäßiger über das Zeit-Frequenz-Muster verteilt wird.

5. Verfahren zur Koordination der Inter-Zellen-Interferenz gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Basisstationen (NE1 bis NE7) keine Zeitsynchronisation erfahren.

6. Verfahren zur Koordination der Inter-Zellen-Interferenz gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das OFDM-Zeit-Frequenz-Raster in einer Reihe orthogonaler und nicht überlappender Fre-

quenz-Muster (FP1 bis FP16) unterteilt ist, die kein Frequenz-Hopping verwenden.

7. Verfahren zur Koordination der Inter-Zellen-Interferenz gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die vom Endgerät (T) in verschiedenen Zellen empfangenen System-Pilotkanäle in nicht überlappender Weise ohne Interleaving konzipiert sind mit Pilotsymbolen, die eine höhere Energie haben als die Daten.

8. Mobilfunknetzwerk (N), dadurch gekennzeichnet, dass es Mittel umfasst zur Unterteilung eines OFDM Zeit-Frequenz-Rasters in eine Reihe orthogonaler, nicht überlappender Zeit-Frequenz-Muster, und die Gruppierung dieser Zeit-Frequenz-Raster in eine Anzahl (S) nicht zusammenhängender Teilmengen oder Zeit-Frequenz-Gruppen (TFG1 bis TFGS), wobei eine Zeit-Frequenz-Gruppe mindestens eines dieser Zeit-Frequenz-Muster umfasst, und Zuordnen eines oder mehrerer Zeit-Frequenz-Raster zu einem Benutzer-Endgerät (T) zur Kommunikation; Mittel zum Übertragen innerhalb einer Zelle mithilfe aller Zeit-Frequenz-Gruppen (TFG1 bis TFGS) und zum Begrenzen der Emissionsleistung für eine dieser Gruppen in jeder Zelle; Mittel zum Empfangen von Signalisierungsinformationen von einem Endgerät (T) über die Stärke der Empfangsmessungen an Zellen-Pilotsignalen in einem Zellenrandbereich (OC71) und Mittel zum Analysieren dieser Informationen und zum Zuordnen einer Zeit-Frequenz-Gruppe (TFG1), mit der eine störende Zelle (C1) mit einer durch einen bestimmten Leistungswert (PI) begrenzten Leistung emittiert, zum Endgerät (T).

9. Netzwerkelement (NE), dadurch gekennzeichnet, dass es Mittel umfasst zum Empfangen von Informationen über ein bestimmtes Zellenmuster (C1 bis C7) und/oder einer OFDM-Zeit-Frequenz-Rasteranordnung in einer Anzahl (S) nicht zusammenhängender Teilmengen oder Zeit-Frequenz-Gruppen (TFG1 bis TFGS), wobei eine Zeit-Frequenz-Gruppe mindestens ein Zeit-Frequenz-Muster umfasst; Mittel zum Zuordnen eines oder mehrerer der besagten Zeit-Frequenz-Muster für die Kommunikation zu einem Benutzer-Endgerät (T); Mittel zum Senden innerhalb einer Zelle mithilfe aller Zeit-Frequenz-Gruppen (TFG1 bis TFG7) und zum Begrenzen der Emissionsleistung für eine dieser Gruppen in jeder Zelle; Mittel zum Empfangen von Signalisierungsinformationen von einem Endgerät (T) über die Stärke der Empfangsmessungen an Zellen-Pilotsignalen in einem Zellenrandbereich (OC71) und Mittel zum Analysieren dieser Informationen und zum Zuordnen einer Zeit-Frequenz-Gruppe (TFG1), mit der eine störende Zelle (C1) mit einer durch einen bestimmten Leistungswert (PI) begrenzten Leistung emittiert, zum Endgerät (T).

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Figure 1

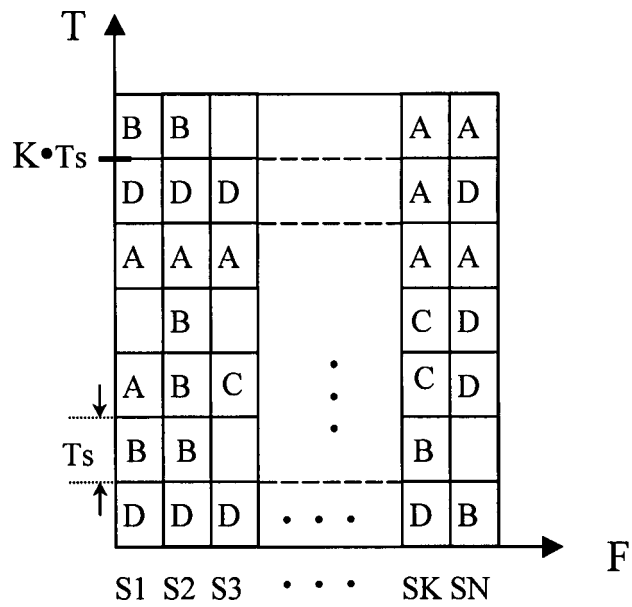


Figure 2

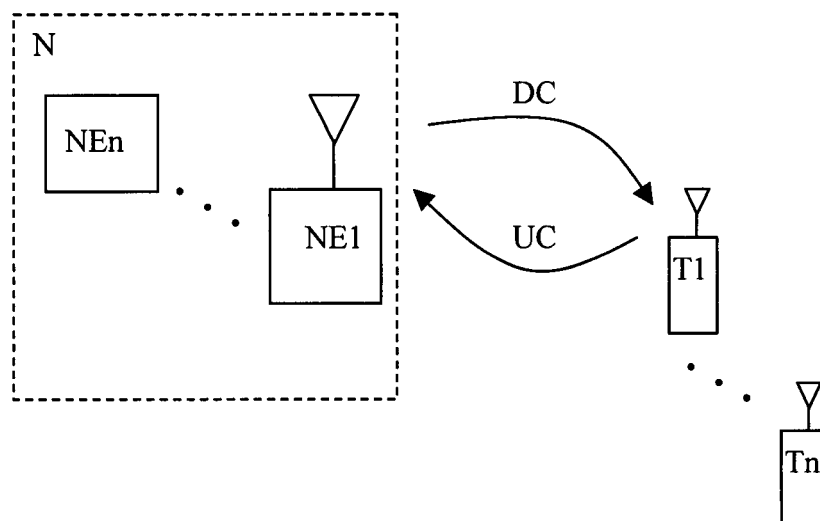


Figure 3

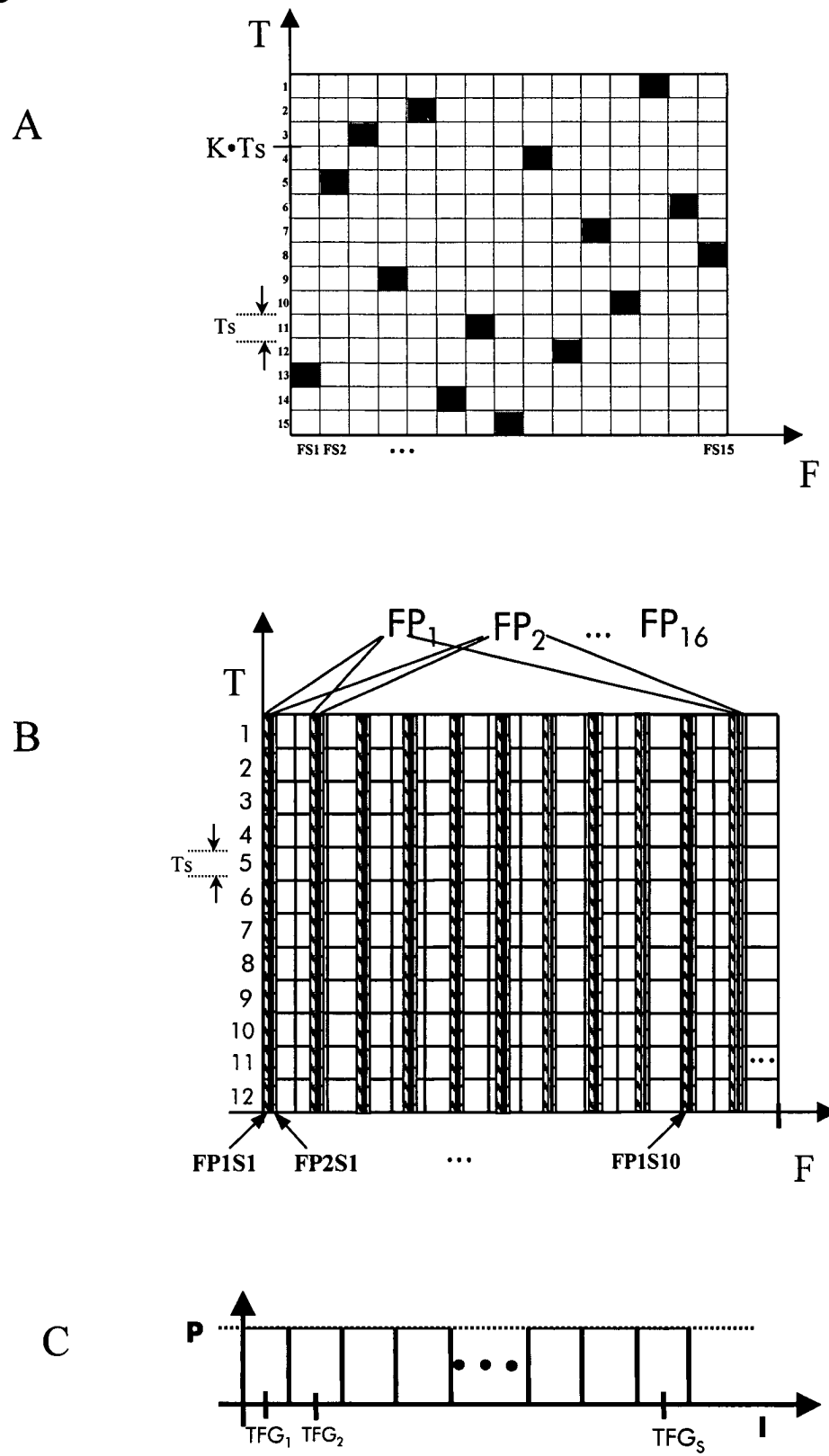


Figure 4

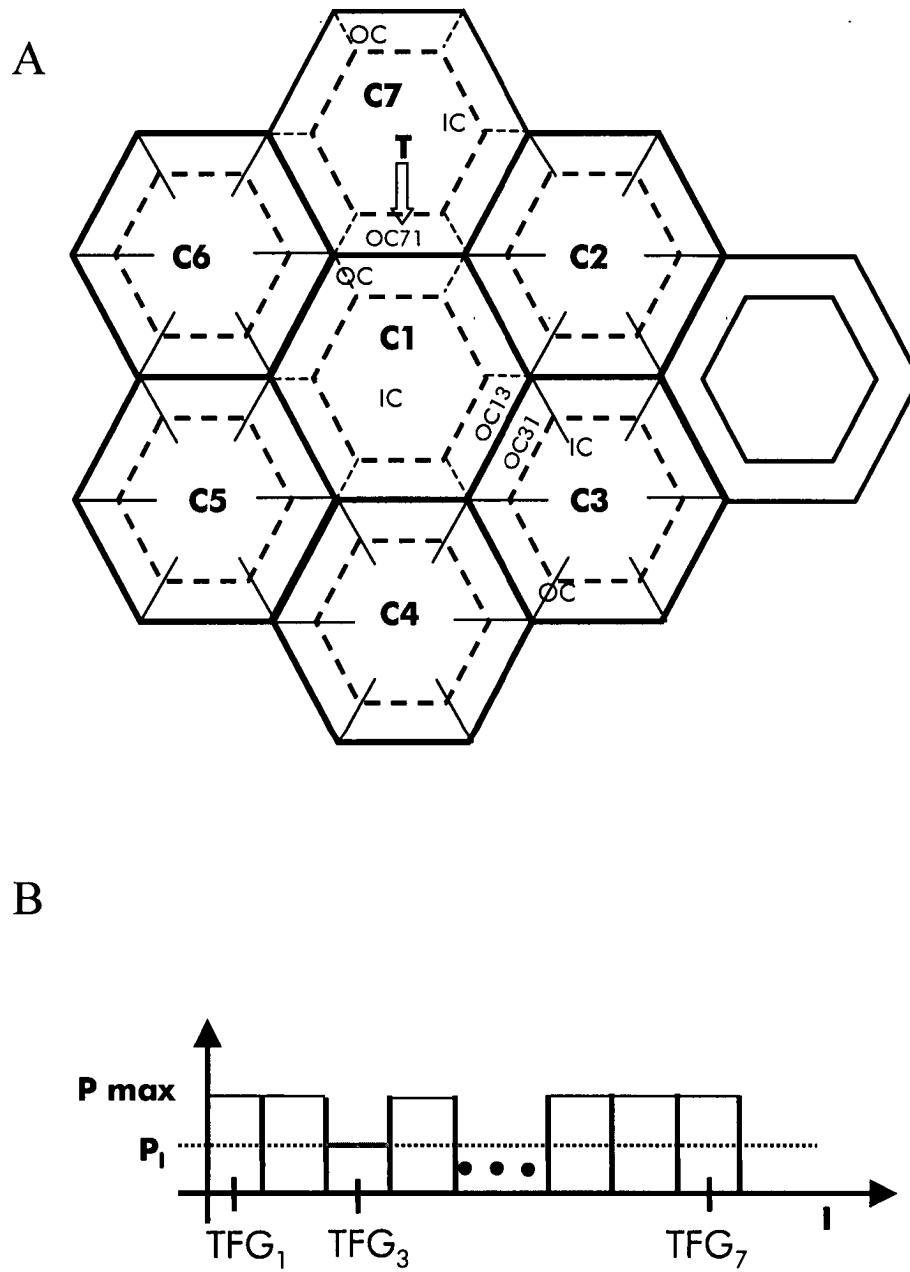


Figure 5

