

(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

10. November 2016 (10.11.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2016/177815 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
*H04L 5/00* (2006.01) *H04L 27/00* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/060064
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
4. Mai 2016 (04.05.2016)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2015 208 344.6 6. Mai 2015 (06.05.2015) DE  
92709 6. Mai 2015 (06.05.2015) LU
- (71) Anmelder: UNIVERSITÄT BREMEN [DE/DE];  
Bibliothekstraße 1, 28359 Bremen (DE).
- (72) Erfinder: MONSEES, Fabian; Schwachhauser  
Heerstraße 87, 28211 Bremen (DE). WOLTERING,  
Matthias; Klattenweg 24, 28213 Bremen (DE).  
DEKORSY, Armin; Bekassienstraße 26, 28357 Bremen  
(DE). BOCKELMANN, Carsten; Sperlingsweg 10,  
28832 Achim (DE).
- (74) Anwalt: SCHMELCHER, Thilo; TPH III Eingang B,  
Kaiserstraße 100, 52118 Herzogenrath (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MULTICARRIER, MULTI-USER MTC SYSTEM USING COMPRESSED SIGNAL SENSING

(54) Bezeichnung : MEHRTRÄGER, MEHRNUTZER-MTC-SYSTEM UNTER VERWENDUNG KOMPRIMIERTER SIGNALERFASSUNG

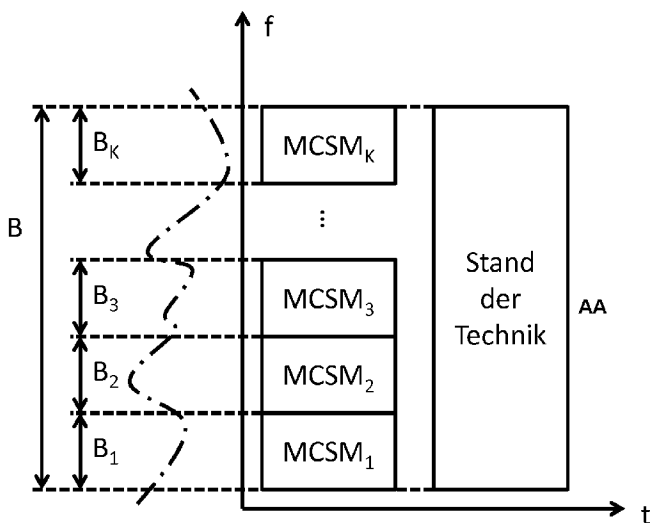


Fig. 6

AA Prior art

(57) Abstract: The invention relates to a multicarrier compressed sensing multi-user system, wherein the system provides links between a base station (BSS) and a multiplicity of terminals (UE<sub>1</sub>, UE<sub>2</sub>,...), wherein several of the multiplicity of terminals (UE<sub>1</sub>, UE<sub>2</sub>,...) simultaneously access the same transmission medium, wherein the system uses a multicarrier modulation (MCM) with a set N of carriers, wherein one terminal from the multiplicity of terminals (UE<sub>1</sub>; UE<sub>2</sub>;...) uses at least one respective subset M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>,... of carriers from the set N of carriers, wherein M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> is < N, and wherein a 1st terminal (UE<sub>1</sub>) from the multiplicity of terminals (UE<sub>1</sub>; UE<sub>2</sub>;...) uses a 1st subset M<sub>1</sub> of carriers, and a 2nd terminal (UE<sub>2</sub>) from the multiplicity of terminals (UE<sub>1</sub>; UE<sub>2</sub>;...) uses a 2nd subset M<sub>2</sub> of carriers, wherein at least one carrier from the 1st subset M<sub>1</sub> is also part of the 2nd subset M<sub>2</sub>, wherein, furthermore, the base station (BSS) uses compressed sensing multi-user detection (CS-MUD) to detect a transmission from the 1st terminal (UE<sub>1</sub>; UE<sub>2</sub>;...) and a transmission from the 2nd terminal (UE<sub>1</sub>; UE<sub>2</sub>;...) from the multiplicity of the received set N of carriers.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/177815 A1

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

— *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii)*

**Veröffentlicht:**

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

---

Die Erfindung betrifft ein Mehrträger Compressed Sensing Multi-User System, wobei das System Verbindungen zwischen einer Basisstation (BSS) und einer Vielzahl von Endgeräten ( $UE_1, UE_2, \dots$ ) bereitstellt, wobei mehrere der Vielzahl von Endgeräten ( $UE_1, UE_2, \dots$ ) gleichzeitig auf dasselbe Übertragungsmedium zugreifen, wobei das System eine Mehrträger-Modulation (MCM) mit einer Menge  $N$  von Trägern verwendet, wobei ein Endgerät der Vielzahl von Endgeräten ( $UE_1; UE_2; \dots$ ) jeweils mindestens eine Untermenge  $M_1, M_2, \dots$  von Trägern der Menge  $N$  von Trägern verwendet, wobei  $M_1, M_2 < N$  ist, und wobei ein erstes Endgerät ( $UE_1$ ) der Vielzahl von Endgeräten ( $UE_1; UE_2; \dots$ ) eine erste Untermenge  $M_1$  von Trägern verwendet und ein zweites Endgerät ( $UE_2$ ) der Vielzahl von Endgeräten ( $UE_1; UE_2; \dots$ ) eine zweite Untermenge  $M_2$  von Trägern verwendet, wobei zumindest ein Träger der ersten Untermenge  $M_1$  auch Teil der zweiten Untermenge  $M_2$  ist, wobei weiterhin die Basisstation (BSS) mittels Compressed Sensing Multiuser Detection (CS-MUD) eine Übertragung des ersten Endgerätes ( $UE_1; UE_2; \dots$ ) und eine Übertragung des zweiten Endgerätes ( $UE_1; UE_2; \dots$ ) aus der Vielzahl der empfangenen Menge  $N$  von Trägern detektiert.

---

MEHRTRÄGER, MEHRNUTZER-MTC-SYSTEM UNTER VERWENDUNG KOMPRIMIERTER SIGNALERFASSUNG

---

5

Universität Bremen, Bremen

Die Erfindung betrifft ein Mehrträger Compressed Sensing Multi-User System.

10 Hintergrund der Erfindung

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt zeichnet sich eine massive Bedarfszunahme an Kommunikation im Allgemeinen und insbesondere Datenkommunikation ab, wobei die zu übertragende Informationsmenge eher gering ist.

15 Ein beispielhafter Vertreter dieses Kommunikationstypus ist die sogenannte Kommunikation vom Maschinentyp (engl. Machine Type Communication), die eine Ausformung in der Maschine-zu-Maschine-Kommunikation (im Englischen auch als Machine-to-Machine-communication oder kurz M2M bezeichnet) findet. Dies wird oft auch als Internet der Dinge beschrieben.

20 Hierbei zeichnet sich ab, dass von einer Vielzahl von Geräten nur sporadisch Daten versandt werden.

Dabei stellt der massive Zugriff durch eine Vielzahl von Geräten auf das Übertragungsmedium – im ISO/OSI-Modell auf den Physical Layer PHY - ein ernstes Problem dar.

25 Dies soll nachfolgend an Hand der Figuren 1 und 2 näher illustriert werden.

In Figur 1 ist ein typisches Szenario zu sehen, in dem ein Vielzahl von Endgeräten  $UE_1$ ,  $UE_2$ ,  $UE_3$ , ...  $UE_K$  über ein nicht näher spezifiziertes Übertragungsmedium mit einer Zentralstation BSS kommunizieren. D.h. das System ist ein Mehrbenutzer-System.

30 Die Zeiten  $t$ , in denen ein Endgerät  $UE_1$ ,  $UE_2$ ,  $UE_3$ , ...  $UE_K$  mit der Zentralstation BSS kommunizieren sind in den jeweiligen Diagrammen rechts des jeweiligen Endgerätes durch ein schräg schraffierten Bereich gekennzeichnet.

Dabei wäre es im Prinzip wünschenswert, wenn mehrere Endgeräte wie in Figur 1 gezeigt parallel mit der Zentralstation BSS kommunizieren könnten. D.h. mehrere Endgeräten UE<sub>1</sub>, UE<sub>2</sub>, ... könnten gleichzeitig auf dasselbe Übertragungsmedium zugreifen.

Am Beispiel einer drahtlosen Kommunikation, wie sie z.B. in einem drahtlosen Mobilfunkkommunikationssystem des 3rd Generation Partnership Project (3GPP) stattfinden könnte, soll nun der typische Ablauf gemäß Stand der Technik aufgezeigt werden.

Wie in Figur 2 gezeigt, würde ein Endgerät UE<sub>1</sub>, UE<sub>2</sub>, ... zunächst den Zugriff auf ein Datenübertragungsmedium sich sichern.

In einem drahtlosen Kommunikationssystem kann dies beispielsweise über eine Access Reservation über einen Kontroll-Kanal vorgenommen werden. Je nach verwendetem Zugriffs-Schema (z.B. orderly TDMA) kann zudem ein Scheduled Access Request verwendet werden. Typischerweise wird der sichere Erhalt einer Access Reservation durch ein Reservation Ack bzw. die Gewährung eines Access Requests durch ein Ack dem betreffenden Endgerät signalisiert.

Erst nachdem das Datenübertragungsmedium für die Übertragung von Daten von dem Endgerät an die Zentralstation BSS allokiert ist können nun die Daten tatsächlich versandt werden.

In einem solchen Szenario steht die jeweils verfügbare Bandbreite B häufig nur einem Endgerät zur Verfügung.

Ohne weiteres ist ersichtlich, dass in dem gegebenen Rahmen – sei er drahtlos oder drahtgebunden – der Aufwand für den Versand von Nutz-Daten erheblich ist und in Zweifel sogar die Datenmenge, die für die Allokation versandt werden, größer oder sogar deutlich größer als die Menge der Nutz-Daten ist.

Ausgehend von dieser Situation ist es Aufgabe der Erfindung ein System und zugehörige Verfahren zur Verfügung zu stellen, die eine verbesserte Nutzung der zur Verfügung stehenden Bandbreite ermöglicht.

Die Aufgabe wird gelöst, durch ein System gemäß Anspruch 1 bzw. durch Verfahren gemäß Anspruch 4 und 7. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind insbesondere Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Nachfolgend wird die Erfindung näher unter Bezug auf die Figuren erläutert. In diesen zeigt:

Fig. 1 eine beispielhafte Situation eines Kommunikationssystems in dem die Erfindung Verwendung finden kann,

5 Fig. 2 einen beispielhaften Kommunikationsablauf in Systemen gemäß Stand der Technik,

Fig. 3 einen beispielhaften Kommunikationsablauf in Systemen gemäß der Erfindung,

Fig. 4 einen beispielhaften Vergleich des Ressourcenverbrauchs bei einem erfindungsgemäßen System gegenüber Systemen aus dem Stand der Technik,

10 Fig. 5 eine beispielhafte schematische Aufteilung von Schritten gemäß Ausführungsformen der Erfindung in Bezug auf erfindungsgemäße Endgeräte,

Fig. 6 einen beispielhaften Vergleich des Ressourcenverbrauchs bei einem erfindungsgemäßen System gegenüber Systemen aus dem Stand der Technik, und

Fig. 7 eine beispielhafte schematische Aufteilung von Schritten gemäß Ausführungsformen der Erfindung in Bezug auf erfindungsgemäße Basisstationen.

15

Obwohl nachfolgend die Erfindung in Bezug auf ein drahtloses Kommunikationssystem beschrieben werden wird ist die erfinderische Idee in gleicher Weise auch in drahtgebunden Kommunikationssystemen anwendbar. Insofern ist die nachfolgende Beschreibung nicht auf drahtlose Kommunikationssysteme beschränkt.

20 Weiterhin, obwohl nachfolgend die Erfindung in Bezug auf Kommunikationssysteme des 3<sup>rd</sup> Generation Partnership Projects (3GPP) beschrieben wird, ist die Erfindung nicht auf diese Kommunikationssysteme beschränkt. Insbesondere ist die Erfindung auf alle Mehrträger-Übertragungssysteme mit einer Vielzahl von Nutzern anwendbar.

25 Ohne Beschränkung der Allgemeinheit der Erfindung ist diese auf unterschiedliche Zugriffsarten anwendbar. D.h. soweit in der folgenden Beschreibung auf eine Zugriffsart Bezug genommen wird, ist diese immer nur exemplarisch zu verstehen.

Ganz allgemein bezieht sich die Erfindung auf den physikalischen Zugriff auf das Übertragungsmedium.

Nunmehr soll in Bezug auf die Figur 4 die Erfindung näher erläutert werden.

30 In einem erfindungsgemäßen Mehrträger Compressed Sensing Multi-User System werden Verbindungen zwischen einer Basisstation BSS und einer Vielzahl von Endgeräten UE<sub>1</sub>,

UE<sub>2</sub>, ... ermöglicht. Dabei ist die Bezeichnung Basisstation BSS als auch die Bezeichnung Endgerät UE<sub>1</sub>, UE<sub>2</sub>, ... stark an den typischen Sprachgebrauch des Mobilfunks angelehnt.

Allerdings ist die Erfindung hierauf nicht beschränkt. Beispielsweise findet eine Übertragung mittels Mehrträger (engl. Multi-Carrier) auch in anderen, drahtgebundenen Systemen Verwendung, beispielsweise DSL oder Powerline, als auch in anderen drahtlosen Systemen, beispielsweise WLAN (z.B. IEEE 802.11 a/g/n), WiMax (z.B. IEEE 802.16.2-2004) oder Bluetooth. Insofern ist die Basisstation BSS in Bezug auf die Kommunikation einer Zentralstation wie eingangs beschrieben vergleichbar.

In einem Mehrträger System werden die zu versendenden Daten in der Frequenzdomäne anstatt in der Zeitdomäne übertragen.

Innerhalb des Systems können mehrere Endgeräten UE<sub>1</sub>, UE<sub>2</sub>, ... gleichzeitig auf dasselbe Übertragungsmedium zugreifen. Zudem können mehrere Endgeräten UE<sub>1</sub>, UE<sub>2</sub>, ... die gleiche physikalische Ressource (Zeit und Frequenz) verwenden.

Ein typischer Ablauf eines Zugriffs eines Endgerätes UE<sub>1</sub> wird in Figur 3 gezeigt. Dabei sendet das Endgerät UE<sub>1</sub> unmittelbar, d.h. ohne vorherige Allokation des Mediums, seine Daten an die Basisstation BSS. Werden diese erfolgreich aufgenommen kann je nach Art des Verbindungsprotokolls eine Bestätigung Ack von der Basisstation BSS an das Endgerät UE<sub>1</sub> zurück gesandt werden (verbindungsorientiert, bestätigt) oder eine solche Meldung kann unterbleiben (verbindungslos, unbestätigt). Ein derartiger Zugriff kann auch als direct random access bezeichnet werden.

Werden beispielsweise allgemeine Zustandsdaten eines Endgerätes versandt, die nicht sicherheitsrelevant sind, kann eine Meldung unterbleiben.

Je nach Ausgestaltung ist das Endgerät UE<sub>1</sub> in der Lage, z.B. bei einem verbindungsorientiertem Aufbau, die Nachricht nach Abwarten, ob eine Bestätigung Ack erhalten wurde, erneut zu versenden.

Das System selbst verwendet eine Mehrträger-Modulation (MCM) mit einer Menge N von Trägern. Die Art und Weise wie diese Träger moduliert werden (z.B. Discrete Multitone, COFDM, etc.) ist für das Verständnis der Anmeldung nicht nötig.

Dabei verwenden die Endgeräten UE<sub>1</sub>; UE<sub>2</sub>; ... jeweils mindestens eine Untermenge M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, ... von Trägern der Menge N von Trägern. D.h. Endgerät UE<sub>1</sub> verwendet Untermenge M<sub>1</sub>, Endgerät UE<sub>2</sub> verwendet Untermenge M<sub>2</sub>, usw. Dabei stellen die jeweiligen Untermengen immer nur einen Teil der Gesamtmenge N an Trägern dar, d.h. es gilt  $M_1, M_2 < N$ . Ohne weiteres können Teilmengen sowohl gleiche Anzahlen ( $M_1 = M_2$ ) als auch unterschiedliche Anzahlen ( $M_1 \neq M_2$ ) von Trägern aufweisen.

Im nachfolgenden wird angenommen, dass ein erstes Endgerät  $UE_1$  eine erste Untermenge  $M_1$  von Trägern verwendet und ein zweites Endgerät  $UE_2$  eine zweite Untermenge  $M_2$  von Trägern verwendet, wobei zumindest ein Träger der ersten Untermenge  $M_1$  auch Teil der zweiten Untermenge  $M_2$  ist.

5 In bisherigen Ansätzen wurde stets die gesamte Bandbreite an  $N$  Trägern als Medienzugriff verwendet. D.h. in einem CDMA System hätte jedes Endgerät  $UE_1; UE_2; \dots$  die volle Bandbreite allokiert und die Daten auf die Frequenzdomäne verteilt. Hiermit wird angesichts der geringen Datenmenge ein erheblicher Aufwand getrieben, denn die Ressource Bandbreite ist durch ein einzelnes Endgerät ausgelastet, wobei die Bandbreite tatsächlich  
10 nicht benötigt wird. Da die volle Bandbreite genutzt wird, muss auch die Frequenzantwort des physikalischen Kanals, dass die Übertragungsfunktion, am Empfänger bestimmt werden. Dies ist eine komplexe Aufgabe, die sehr viel Aufwand erfordert.

Wie aus Figur 4 ersichtlich wird, benötigt ein MCSM System, welches der Bandbreite eines Endgerätes  $UE_1; UE_2; \dots$  entspricht, auf Grund der geringeren Anzahl von Trägern  $M_1, M_2, \dots$   
15 eine deutlich geringere Bandbreite als ein System aus dem Stand der Technik.

In dem nun vorgeschlagen System kann man die Eigenschaft des Sender / der Sender TX, d.h. der Endgeräte  $UE_1; UE_2; \dots$ , vorteilhaft ausgenutzt werden, nämlich, dass die Signale als dünn besetzt (engl. sparse) wahrgenommen werden.

Diese Eigenschaft der Signale - die „dünnbesetztheit“ der Signale - wird durch eine geringe  
20 Aktivität der Endgeräte  $UE_1; UE_2; \dots$ , z.B. von Sensoren, hervorgerufen, sodass zu einem bestimmten Zeitpunkt nur eine kleine Menge der gesamten Endgeräte  $UE_1; UE_2; \dots$  aktiv ist, wie es z.B. in Fig.1 zu sehen ist.

Nunmehr kann die Basisstation BSS mittels Compressed Sensing Multiuser Detection (CS-MUD) eine Übertragung des Endgerätes  $UE_1; UE_2; \dots$  aus der Vielzahl der empfangenen  
25 Menge  $N$  von Trägern detektieren.

Es sei zudem angemerkt, dass die Zahl der Träger der Untermengen  $M_1, M_2, \dots$  nicht notwendigerweise identisch sein muss. Bei der Wahl können der Trägeranzahl können auch Erwägungen der zu übertragenden Datenmenge, der Datenrate, der Übertragungssicherheit, etc., Anforderungen höherer Schichten im ISO/OSI-Modell, etc. Berücksichtigung finden.  
30 Zudem ist das Prinzip des Compressed Sensing Multiuser Detection (CS-MUD) nicht auf Untermengen  $M_1, M_2, \dots < N$  beschränkt, sondern das Prinzip kann in gleicher Weise auch auf  $M_1, M_2, \dots \leq N$  angewendet werden.

In einer Ausgestaltung der Erfindung können die Träger zumindest einer der Untermenge  $M_1, M_2, \dots$  benachbart sein. In Figur 6 ist eine beispielhafte Verwendung der Bandbreite  $B$  im

Vergleich zum Stand der Technik in Bezug auf ein Zeit-Frequenz-Raster (engl. Time-frequency grid) in einem beispielhaften CDMA-System gezeigt.

Hier verwenden jeweils einzelne Endgeräte  $UE_1$ ;  $UE_2$ ; ... zusammen jeweils einen Teil der zur Verfügung stehenden Bandbreite  $B$ . Beispielsweise könnte Endgerät  $UE_1$  hier den Bandbreitenanteil  $B_1$  entsprechend einem Mehrträger Compressed Sensing Multi-User System (engl. Multicarrier Compressed Sensing Multiuser System)  $MCSM_1$  verwenden, während ein weiteres Endgerät  $UE_2$  hier den Bandbreitenanteil  $B_2$  entsprechend einem Mehrträger Compressed Sensing Multi-User System  $MCSM_2$  verwendet, .... D.h. die jeweiligen Endgerät  $UE_1$ ;  $UE_2$ ; ... können zeitlich parallel Kontakt zur Basisstation BSS aufnehmen. Beispielsweise verwenden die Endgerät  $UE_1$ ,  $UE_2$  die gleichen Unterträger und somit die gleiche Bandbreite, d.h. die Endgerät  $UE_1$ ,  $UE_2$  verwenden die gleiche physikalische Ressource (Zeit –Frequenz Ressource). Da beide Endgerät  $UE_1$ ,  $UE_2$  in einem System befindlich sind, wird durch die gegenüber dem Stand der Technik erfolgende Mehrfachbelegung von Ressourcen Bandbreite gespart. Somit wird eine deutliche höhere Granularität bei gleichzeitig geringer Komplexität und effektiverer Bandbreitennutzung ermöglicht.

Ein beispielhafter Base-Station-Empfänger BSS-RX für ein solches Mehrträger Compressed Sensing Multi-User System ist demnach wie in Figur 7 beispielhaft gezeigt zum Empfang der Menge  $N$  von Trägern eingerichtet. Dieser Empfang unterscheidet sich nicht von üblichen Systemen und kann entsprechend einer typischen Mehrträger-Verarbeitung im Block MT-Verarbeitung ausgestaltet sein und z.B. eine Umwandlung der Daten aus der Zeitdomäne in die Frequenzdomäne zur Verfügung stellen.

Hierzu nachgeschaltet kann die Untermenge  $M_1$ ,  $M_2$ , ... von Trägern der Menge  $N$  von Trägern mittels Compressed Sensing Multiuser Detection im Block CS-MUD verarbeitet werden.

Dabei ist die Verarbeitung in jeglicher Weise möglich, d.h. es kann eine parallel Verarbeitung von verschiedene Teilübertragungssystemen  $MCSM_1$ ,  $MCSM_2$ , ... entsprechend den Endgeräte  $UE_1$ ;  $UE_2$ ; ... oder eine serielle Verarbeitung oder Mischformen hiervon vorgesehen sein.

Wesentlich ist, dass die Verarbeitung wiederum die Eigenschaft des Sender / der Sender TX, d.h. der Endgeräte  $UE_1$ ;  $UE_2$ ; ..., vorteilhaft ausnutzt, nämlich, dass die Signale als dünn besetzt (engl. sparse) wahrgenommen werden.



Nunmehr kann die Basisstation BSS mittels Compressed Sensing Multiuser Detection (CS-MUD) eine Übertragung des Endgerätes  $UE_1; UE_2; \dots$  aus der Vielzahl der empfangenen Menge  $N$  von Trägern detektieren.

5 Dabei wird die Eigenschaft typischer Maschinenkommunikation genutzt, dass ein typisches Endgerät eher nur sporadisch aktiv ist, sodass in aller Regel selbst bei einer hohen Anzahl von Endgeräten lediglich ein (kleiner) Bruchteil zu einem gegebenen Zeitpunkt Daten sendet. Eine derartig sporadische Nutzung kann auch als dünn besetzte Mehrbenutzer-Signale (engl. sparse multiuser signals) an der Basisstation BSS verstanden werden.

10 Ganz allgemein kann man dies auch mit den nachfolgenden Verfahrensschritten beschreiben. Zunächst werden durch den Base-Station-Empfänger BSS-RX eine Menge  $N$  von Trägern empfangen. Anschließend wird aus mindestens einer Untermenge  $M_1, M_2, \dots$  der Menge  $N$  von Trägern mittels Compressed Sensing Multiuser Detection (CS-MUD) eine Übertragung eines Endgerätes  $UE_1; UE_2; \dots$  aus der Vielzahl der empfangenen Menge  $N$  von Trägern detektiert.

15 Ohne weiteres kann der Detektionsschritt sowohl eine Aktivitätsdetektion als auch eine Datenschätzung aus einem dünn besetzten Multi-User-Signal bereitstellen. Vorteilhafterweise kann dabei zunächst eine Aktivitätsdetektion (MUD) vorgenommen werden, z.B.  $MCSM_3$  ist aktiv, und anschließend wird zumindest auf die hiervon betroffenen Untermenge  $M_3$  der Träger  $N$  das Compressed Sensing (CS) angewendet werden.

20 Compressed Sensing ist eine Methode der Signalverarbeitung, die es erlaubt effizient ein Signal zu erhalten und zu rekonstruieren, indem Lösungen zu einem unterbestimmten linearen System gesucht werden. Dabei wird ausgenutzt, dass hierfür durch Optimierung in Bezug auf die dünne Besetztheit (engl. sparsity) es ausreicht erheblich weniger Samples auszuwerten, als es durch das Shannon-Nyquist Abtast-Theorem ansonsten zu erwarten  
25 wäre.

Je nach verwendetem höherem Übertragungsprotokoll (im ISO/OSI-Modell) kann nunmehr der erfolgte Empfang wie in Figur 3 gezeigt durch den Versand einer Bestätigung ACK an das Endgerät  $UE_1; UE_2; \dots$  berichtet werden und somit angezeigt werden, dass das Senden erfolgreich war.

30 In einem entsprechend ausgestalteten Endgerät, welches in Bezug auf den Sender TX des Endgerätes  $UE_1; UE_2; \dots$  beispielhaft schematisch in Figur 5 gezeigt ist, können in entsprechender Weise die nachfolgenden Schritte implementiert sein.

Zunächst wird zumindest eine Untermenge  $M_1, M_2, \dots$  von Trägern der Menge  $N$  von Trägern ausgewählt, wobei  $M_1, M_2 < N$  ist. Die Auswahl kann beispielsweise seitens einer höheren

Schicht (im ISO/OSI-Modell) zuvor bestimmt oder ausgehandelt worden sein und ist für das weitere Verständnis der Erfindung nicht nötig.

Anschließend können die zu versendenden Daten des Endgerätes in einem Block Mod moduliert auf eine Vielzahl von (logischen) Trägern in einem Block Spread aufgeteilt und diese mittels eines Block Map auf die Untermenge  $M_1, M_2, \dots$  von (physikalischen) Trägern der Menge  $N$  von Trägern verteilt werden. Dies ist natürlich lediglich beispielhaft zu verstehen und abhängig vom verwandten Modulationsschema kann dies geeignet in einem oder mehreren Blöcken implementiert sein.

Anschließend können die so modulierten und verteilten Daten an die Basisstation BSS gesendet werden.

Je nach verwendetem höherem Übertragungsprotokoll (im ISO/OSI-Modell) kann nunmehr der erfolgte Empfang wie in Figur 3 gezeigt durch den Empfang einer Bestätigung ACK von der Basisstation BSS berichtet werden und somit angezeigt werden, dass das Senden erfolgreich war.

Weiterhin kann vorgesehen sein, dass das Endgerät  $UE_1, UE_2, \dots$  vor dem Senden zunächst versucht Aktivität auf einem oder mehreren Trägern der Menge  $N$  von Trägern zu detektieren. Dies kann z.B. dazu verwendet werden, die Kanalqualität in der entsprechenden Bandbreite  $B_1, B_2, \dots B_k$  abzuschätzen, und/oder die Auswahl einer Untermenge  $M_1, M_2, \dots$  oder aber generell die Freigabe zum Senden bei Nichtaktivität auf der entsprechenden Bandbreite zu erhalten.

Besonders vorteilhaft kann die Erfindung dann eingesetzt werden, wenn die Bandbreite der Untermenge  $M_1, M_2, \dots$  von Trägern der Menge  $N$  von Trägern kleiner oder gleich der Kohärenzbandbreite  $B_C$  des (Teil-)Kanals ist.

Die Kohärenzbandbreite  $B_C$  (in Hertz) kann mittels

$$B_C \approx \frac{1}{\tau_{max}}$$

berechnet werden. Hierbei ist  $\tau_{max}$  die Zeitdifferenz zwischen dem Beginn und dem Ende der Kanalimpulsantwort. Dieses wird auch als Delay Spread bezeichnet.

Der Vorteil hiervon ist, dass wenn die Bandbreite  $B_1, B_2, \dots B_k \leq B_C$  ist, dass man nun innerhalb der Bandbreite  $B_1, B_2, \dots B_k$  wenn überhaupt nur eine sehr einfache Kanalabschätzung benötigt, womit der Design- und Implementierungsaufwand sinkt. Zudem können dann nicht-kohärente Modulationskonzepte, wie z.B. ein differentielles Modulationsschema, verwenden kann, die wiederum zu einer verringerten Komplexität führen, da beispielsweise keine Kanalabschätzung mehr nötig ist. D.h. wenn in Figur 6 die

Bedingung  $B_1, B_2, \dots, B_k \leq B_C$  erfüllt ist, verwendet jedes der Teil-System  $MCSM_1, MCSM_2, \dots$  nur eine kleine Bandbreite des Gesamtkanals, sodass die strich-punktierte Übertragungsfunktion des Kanals innerhalb der jeweiligen Bandbreite  $B_1, B_2, \dots, B_k$  als (nahezu) konstant angenommen werden kann.

- 5 Es sei angemerkt, dass das System zudem erlaubt, die Untermenge  $M$  zu variieren, d.h. bei einer ersten Aussendung eine Untermenge  $M_1$  und bei einer zweiten Untermenge eine andere Untermenge  $M_2 \dots$  zu verwenden. Hierdurch kann Bezug auf die Zeit Diversität gewonnen werden.

Wie bereits eingangs beschrieben kann die Erfindung auf unterschiedlichsten drahtlosen  
10 oder drahtgebundenen Systemen Anwendung finden. Sie ist jedoch insbesondere zur Verwendung in einem drahtlosen Kommunikationssystem, und insbesondere zur Verwendung in einem UMTS, LTE, Mobilfunksystem der 5. Generation, WiFi, oder iDEN Kommunikationssystem geeignet. Allgemein kann die Erfindung in jedem Mehrträgerschema Verwendung finden, insbesondere können orthogonale Mehrträgerschemata in Kombination  
15 mit CDMA, auch als MC/OFDM-CDMA bezeichnet, als Basis dienen.

Beispielsweise kann in einem LTE System (oder vergleichbaren Systemen) die Erfindung wie folgt Anwendung finden. Aus dem typischerweise vorhanden  $N$  Trägern für eine normale Bandbreite  $B$  wird eine Untermenge  $M$  gebildet. Die modulierten Daten werden sodann mittels einer Spreizsequenz auf  $M$  Unterträger abgebildet. In einem CDMA (Code Division  
20 Multiple Access) System werden beispielsweise die CDMA Sequenzen in der Frequenzdomäne (Senderseitig) nur auf die Untermenge  $M$  angewendet. Die Empfängerseite verwendet Compressed Sensing - Multi User Detection und nutzt so die Eigenschaft aus, dass das Signal als dünn besetzt erscheint.

Mittels der Verwendung von CS-MUD ist es zudem möglich sowohl eine Aktivitäts-Detektion  
25 als auch eine Ableitung der gesendeten Daten in einem bereitzustellen. Hierdurch wird eine sichere Datenübertragung erheblich erleichtert.

Mittels der Erfindung wird die Eigenschaft typischer Maschine-zu-Maschine-Kommunikation, nämlich, dass die Kommunikation eher dünn besetzt ist, ausgenutzt. Hierdurch können dramatische Bandbreiteneinsparungen gegenüber dem Stand der Technik von mehr als 50  
30 % realisiert werden, wobei der Bandbreitengewinn im Wesentlichen eine Funktion der Anzahl der verwendeten Untermenge  $M_1, M_2, \dots$  von Trägern in Bezug zu der Anzahl  $N$  von Trägern insgesamt ist.

Zudem kann nunmehr das tatsächlich für diese Träger verwendet Modulationsschema nicht-kohärent gewählt werden, da die Bandbreite der verwendeten Untermenge kleiner oder

gleich der Kohärenzbandbreite  $B_C$  gewählt werden kann. Hierdurch kann die Kanalabschätzung dramatisch vereinfacht werden oder entfallen.

Zudem kann, wenn die Bandbreite der verwendeten Untermenge kleiner oder gleich der Kohärenzbandbreite  $B_C$  gewählt ist, die Kanalabschätzung sogar entfallen.

- 5 Mittels der Erfindung wird zudem die zur Verfügung stehende Bandbreite besser als in herkömmlichem System genutzt, da nun eine Vielzahl von Endgeräten  $UE_1; UE_2; \dots$  mit einer Basisstation BSS entsprechende Teil-Systemen  $MCSM_1; MCSM_2; \dots$  bilden und somit die gesamte Bandbreite  $B$  besser nutzen können, da diese nun parallel mit der Basisstation kommunizieren können. Hierdurch wird es z.B. in einem CDMA-System auch ermöglicht
- 10 das Zeit-Frequenz-Raster (engl. time-frequency grid) dynamisch zu allokkieren.

Da das erfindungsgemäße System auch als Direktzugriffs-System wie in Figur 3 dargestellt ausgelegt ist, sinkt der Nachrichtenoverhead (control signaling), sodass auch hierdurch eine verbesserte Bandbreitennutzung ermöglicht wird.

Ansprüche

1. Mehrträger Compressed Sensing Multi-User System,
  - 5 • wobei das System Verbindungen zwischen einer Basisstation (BSS) und einer Vielzahl von Endgeräten ( $UE_1, UE_2, \dots$ ) bereitstellt, wobei mehrere Endgeräten ( $UE_1, UE_2, \dots$ ) gleichzeitig auf das selbe Übertragungsmedium zugreifen,
  - wobei das System eine Mehrträger-Modulation (MCM) mit einer Menge  $N$  von Trägern verwendet,
  - 10 • wobei ein Endgerät ( $UE_1; UE_2; \dots$ ) jeweils mindestens eine Untermenge  $M_1, M_2, \dots$  von Trägern der Menge  $N$  von Trägern verwendet,
  - wobei  $M_1, M_2 < N$  ist, und wobei ein erstes Endgerät ( $UE_1$ ) eine erste Untermenge  $M_1$  von Trägern verwendet und ein zweites Endgerät ( $UE_2$ ) eine zweite Untermenge  $M_2$  von Trägern verwendet, wobei zumindest ein Träger der ersten  
15 Untermenge  $M_1$  auch Teil der zweiten Untermenge  $M_2$  ist,
  - wobei weiterhin die Basisstation (BSS) mittels Compressed Sensing Multiuser Detection (CS-MUD) eine Übertragung des ersten Endgerätes ( $UE_1$ ) und eine Übertragung des zweiten Endgerätes ( $UE_2; \dots$ ) aus der Vielzahl der empfangenen Menge  $N$  von Trägern detektiert.  
20
2. Mehrträger Compressed Sensing Multi-User System gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Träger zumindest einer der Untermenge benachbart sind.
- 25 3. Base-Station-Empfänger (BSS-RX) für ein Mehrträger Compressed Sensing Multi-User System gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Base-Station-Empfänger (BSS-RX) zum Empfang der Menge  $N$  von Trägern eingerichtet ist, wobei nachgeschaltet die Untermenge  $M_1, M_2, \dots$  von Trägern der Menge  $N$  von Trägern mittels Compressed Sensing Multiuser Detection verarbeitet wird, um eine Übertragung  
30 des ersten Endgerätes ( $UE_1$ ) und eine Übertragung des zweiten Endgerätes ( $UE_2; \dots$ ) aus der Vielzahl der empfangenen Menge  $N$  von Trägern zu detektieren.
4. Verfahren für einen Base-Station-Empfänger (BSS-RX) gemäß Anspruch 3, aufweisend die Schritte:

35

- Empfangen einer Menge  $N$  von Trägern,
  - wobei anschließend aus mindestens einer Untermenge  $M_1, M_2, \dots$  der Menge  $N$  von Trägern mittels Compressed Sensing Multiuser Detection (CS-MUD) eine Übertragung eines Endgerätes ( $UE_1; UE_2; \dots$ ) aus der Vielzahl der empfangenen Menge  $N$  von Trägern detektiert wird, wobei hierbei sowohl eine Aktivitätsdetektion als auch eine Datenschätzung aus einem dünn besetzten Multi-User-Signal vorgenommen wird.
- 5
5. Verfahren für einen Base-Station-Empfänger (BSS-RX) nach Anspruch 4, weiterhin aufweisend den Schritt des Verarbeitens der Menge  $N$  von Trägern, wobei ein in der Zeitdomäne vorliegendes Signal in die Frequenzdomäne transferiert wird.
- 10
6. Verfahren für einen Base-Station-Empfänger (BSS-RX) nach einem der Ansprüche 4 oder 5, weiterhin aufweisend den Schritt des Versendens einer Bestätigung (ACK) an das Endgerät ( $UE_1; UE_2; \dots$ ), dass das Senden erfolgreich war.
- 15
7. Verfahren für ein Endgerät ( $UE_1, UE_2, \dots$ ) in einem System nach Anspruch 1 oder 2, aufweisend die Schritte:
- Auswählen zumindest einer Untermenge  $M_1, M_2, \dots$  von Trägern der Menge  $N$  von Trägern verwendet, wobei  $M_1, M_2 < N$  ist,
  - Modulation und Verteilung von zu sendenden Daten des Endgeräts ( $UE_1, UE_2, \dots$ ) auf die Untermenge  $M_1, M_2, \dots$  von Trägern der Menge  $N$  von Trägern,
  - Senden der modulierten und verteilten Daten an eine Basisstation (BSS).
- 20
8. Verfahren für ein Endgerät ( $UE_1, UE_2, \dots$ ) nach Anspruch 7, weiterhin aufweisend den Schritt des Detektierens von Aktivität auf einem oder mehreren Trägern der Menge  $N$  von Trägern.
- 25
9. Verfahren für ein Endgerät ( $UE_1, UE_2, \dots$ ) nach Anspruch 7 oder 8, weiterhin aufweisend den Schritt des Abwartens einer Bestätigung (ACK) seitens der Basisstation (BSS), dass das Senden erfolgreich war.
- 30
10. Verfahren für ein Endgerät ( $UE_1, UE_2, \dots$ ) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 7 bis 9, wobei die Auswahl auf Basis einer Kanalqualitätsabschätzung in Bezug auf ein Untermenge  $M_1, M_2, \dots$  von Trägern der Menge  $N$  von Trägern vorgenommen wird.
- 35

11. Verfahren für ein Endgerät ( $UE_1, UE_2, \dots$ ) nach einem der Ansprüche 7 bis 10, wobei die Bandbreite der Untermenge  $M_1, M_2, \dots$  von Trägern der Menge  $N$  von Trägern kleiner oder gleich der Kohärenzbandbreite des Kanals ist.
- 5 12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Untermenge  $M_1, M_2, \dots$  von Trägern der Menge  $N$  von Trägern mit einem nicht-kohärentem differenziellen Modulationsschema moduliert werden.
- 10 13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 5 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren in einem drahtlosen Kommunikationssystem verwendet wird.
- 15 14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 5 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren in einem UMTS, LTE, Mobilfunksystem der 5. Generation, WiFi, oder iDEN Kommunikationssystem verwendet wird.
- 15 15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 5 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der Träger in den Untermengen  $M_1, M_2, \dots$  gleich ist.
- 20 16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 5 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Endgerät ( $UE_1, UE_2, \dots$ ) Maschinenkommunikation zur Verfügung stellt.

1/4

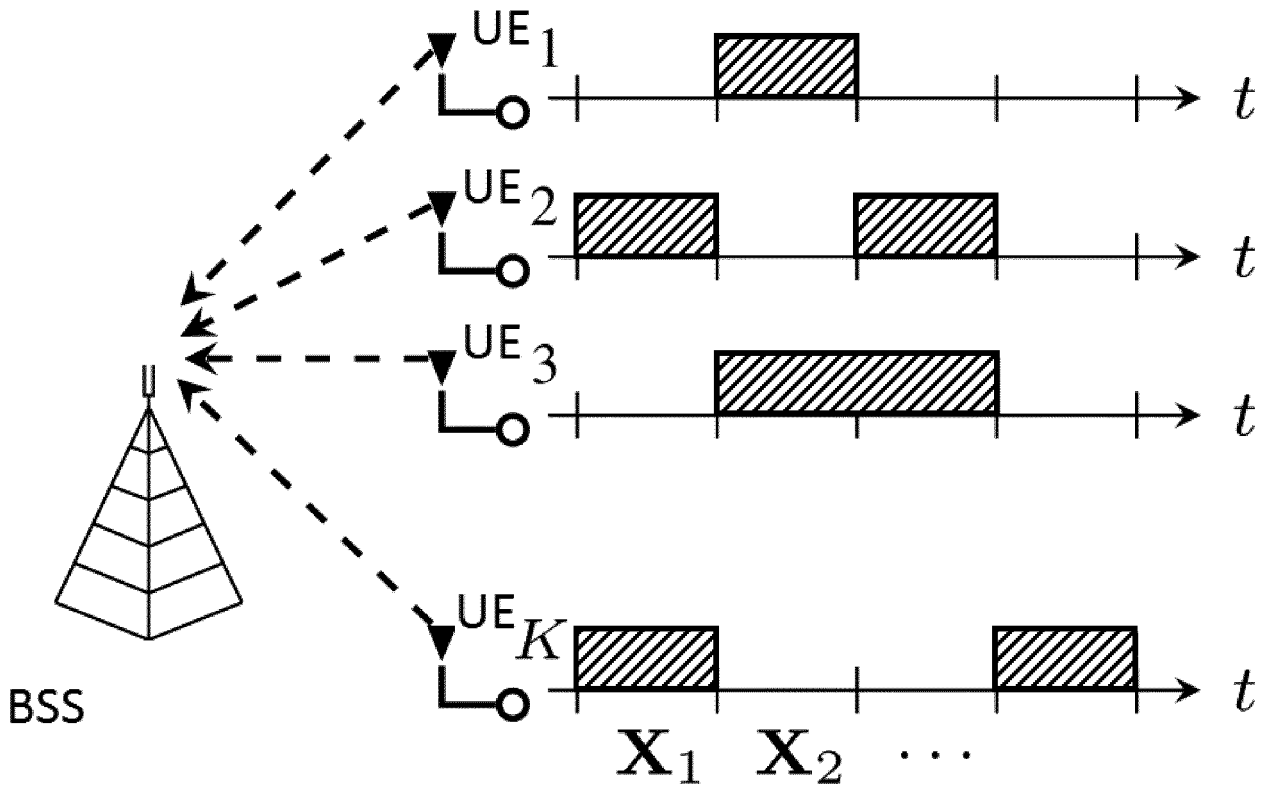


Fig. 1



2/4

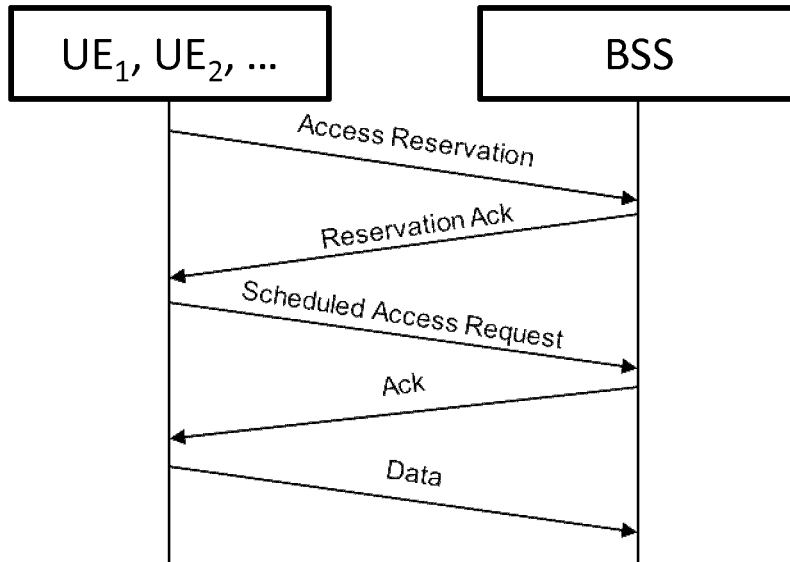


Fig. 2

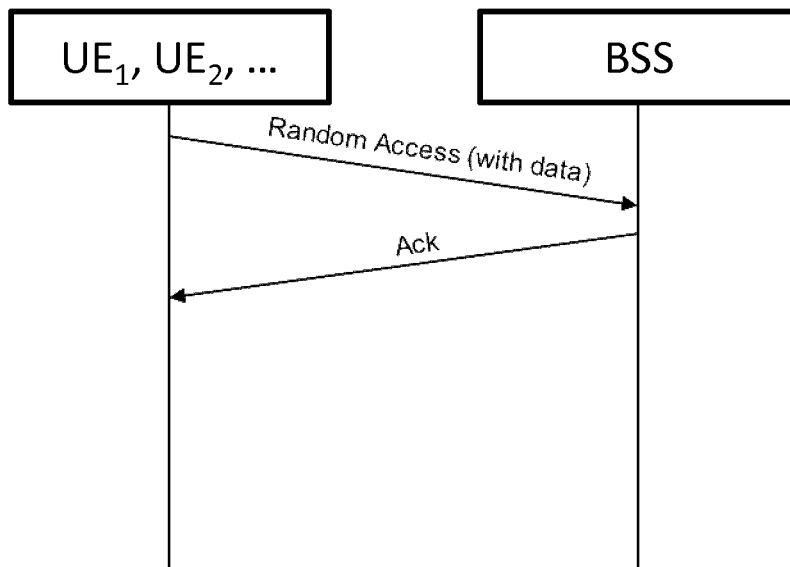


Fig. 3

3/4

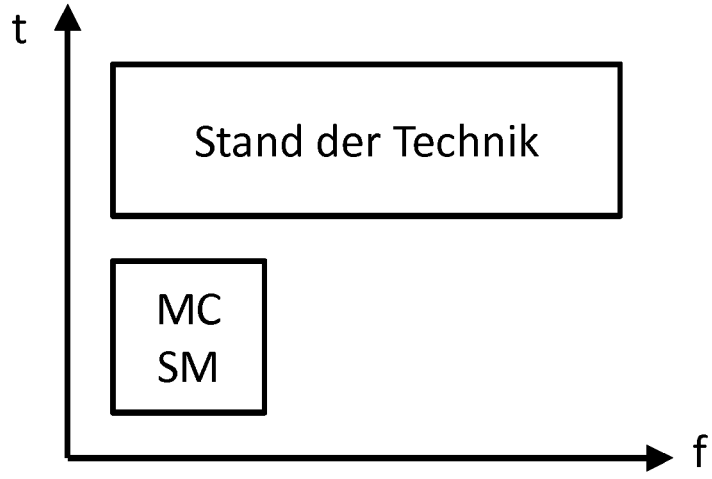


Fig. 4

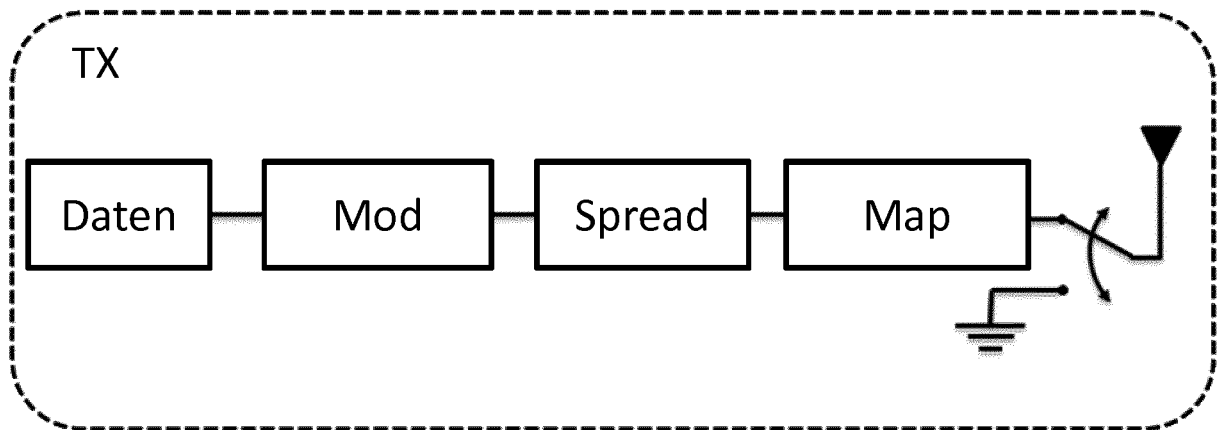


Fig. 5

4/4

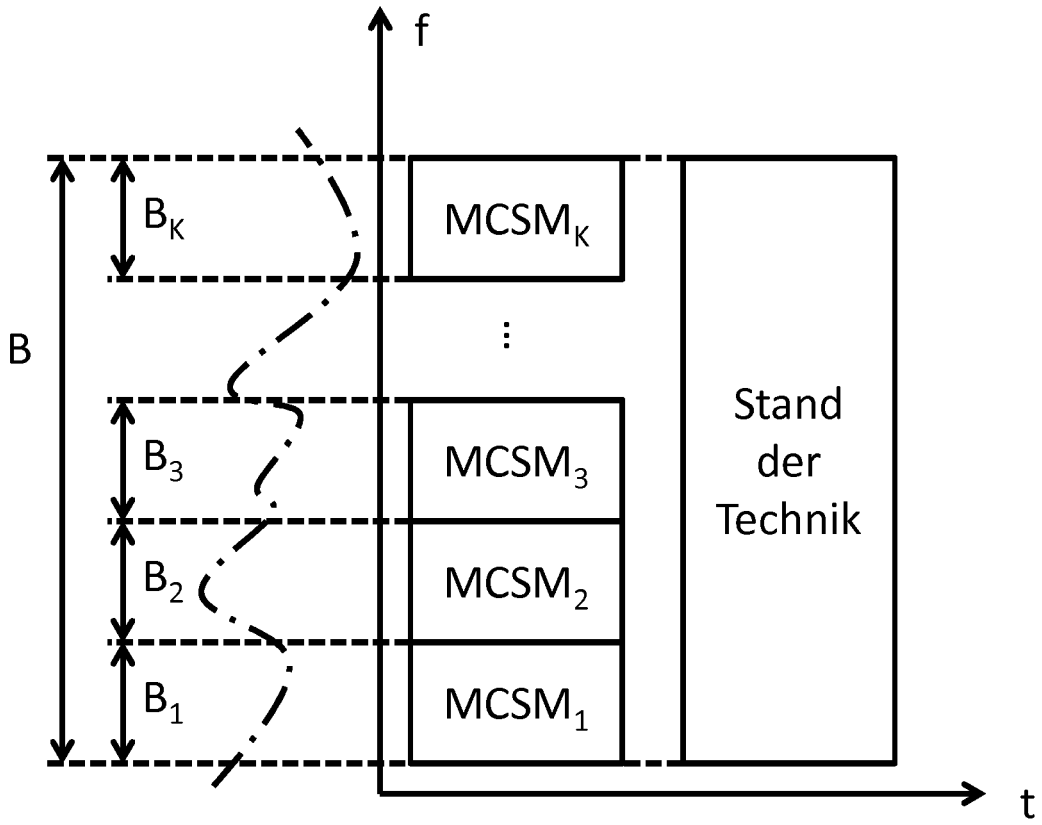


Fig. 6

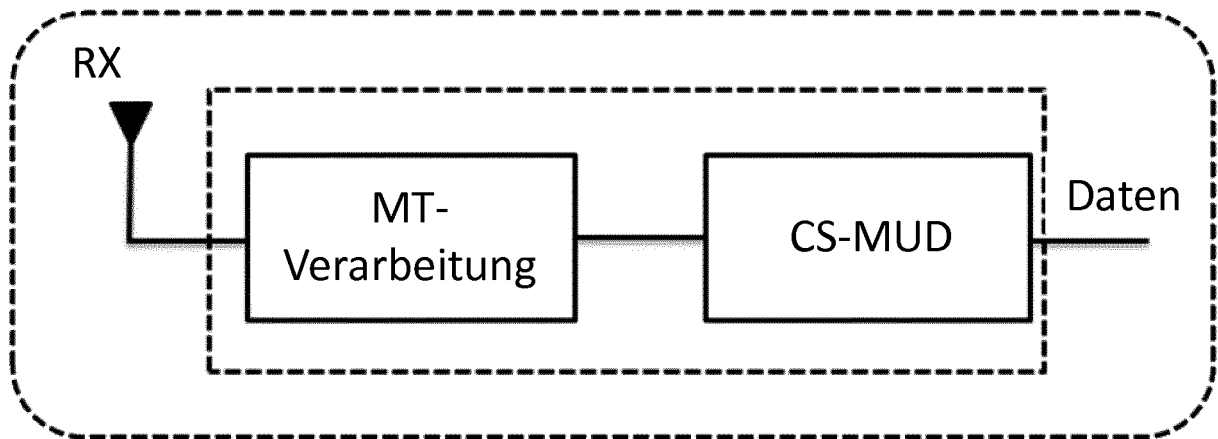


Fig. 7

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/EP2016/060064

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 INV. H04L5/00 H04L27/00  
 ADD.  
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**  
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 H04L H04W

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
 EPO-Internal, WPI Data, COMPENDEX, INSPEC

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	C. BOCKELMANN ET AL: "Compressive sensing based multi-user detection for machine-to-machine communication", TRANSACTIONS ON EMERGING TELECOMMUNICATIONS TECHNOLOGIES, vol. 24, no. 4, 18 June 2013 (2013-06-18), pages 389-400, XP055240540, ISSN: 2161-3915, DOI: 10.1002/ett.2633 abstract Sections 1-6.  -----  -/--	1-16

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  17 June 2016	Date of mailing of the international search report  28/06/2016
---	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Dhibi, Youssef
--	--

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2016/060064

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>MONSEES FABIAN ET AL: "Reliable activity detection for massive machine to machine communication via multiple measurement vector compressed sensing", 2014 IEEE GLOBECOM WORKSHOPS (GC WKSHPs), IEEE, 8 December 2014 (2014-12-08), pages 1057-1062, XP032747966, DOI: 10.1109/GLOCOMW.2014.7063573 abstract Sections I-V.</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-16
A	<p>ALI ANUM ET AL: "Compressed Sensing Based Joint-Compensation of Power Amplifier's Distortions in OFDMA Cognitive Radio Systems", IEEE JOURNAL ON EMERGING AND SELECTED TOPICS IN CIRCUITS AND SYSTEMS, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, vol. 3, no. 4, 1 December 2013 (2013-12-01), pages 508-520, XP011533543, ISSN: 2156-3357, DOI: 10.1109/JETCAS.2013.2284614 [retrieved on 2013-12-09] abstract Sections I-VII</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-16

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. H04L5/00 H04L27/00  
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 H04L H04W

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, COMPENDEX, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>C. BOCKELMANN ET AL: "Compressive sensing based multi-user detection for machine-to-machine communication",            TRANSACTIONS ON EMERGING TELECOMMUNICATIONS TECHNOLOGIES,            Bd. 24, Nr. 4, 18. Juni 2013 (2013-06-18),            Seiten 389-400, XP055240540,            ISSN: 2161-3915, DOI: 10.1002/ett.2633            Zusammenfassung            Sections 1-6.</p> <p style="text-align: center;">----- -/--</p>	1-16



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. Juni 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

28/06/2016

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Dhibi, Youssef

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>MONSEES FABIAN ET AL: "Reliable activity detection for massive machine to machine communication via multiple measurement vector compressed sensing", 2014 IEEE GLOBECOM WORKSHOPS (GC WKSHPs), IEEE, 8. Dezember 2014 (2014-12-08), Seiten 1057-1062, XP032747966, DOI: 10.1109/GLOCOMW.2014.7063573 Zusammenfassung Sections I-V.</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-16
A	<p>ALI ANUM ET AL: "Compressed Sensing Based Joint-Compensation of Power Amplifier's Distortions in OFDMA Cognitive Radio Systems", IEEE JOURNAL ON EMERGING AND SELECTED TOPICS IN CIRCUITS AND SYSTEMS, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, Bd. 3, Nr. 4, 1. Dezember 2013 (2013-12-01), Seiten 508-520, XP011533543, ISSN: 2156-3357, DOI: 10.1109/JETCAS.2013.2284614 [gefunden am 2013-12-09] Zusammenfassung Sections I-VII</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-16