

(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  
26. August 2021 (26.08.2021)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2021/165012 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

H04W 84/22 (2009.01) H04L 12/40 (2006.01)  
H04B 7/06 (2006.01) H04L 29/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/051995

(22) Internationales Anmeldedatum:

28. Januar 2021 (28.01.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2020 104 319.8

19. Februar 2020 (19.02.2020) DE

(71) Anmelder: ENDRESS+HAUSER SE+CO. KG [DE/DE];  
Hauptstr. 1, 79689 Maulburg (DE).

(72) Erfinder: PAUL, Tobias; Hans-Vetter-Str. 75, 79650 Schopfheim (DE).

(74) Anwalt: ANDRES, Angelika; Endress+Hauser Group Services (Deutschland) AG+Co. KG, Colmarer Str. 6, 79576 Weil am Rhein (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,

(54) Title: METHOD FOR TRANSMITTING DATA PACKETS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ÜBERTRAGUNG VON DATENPAKETEN

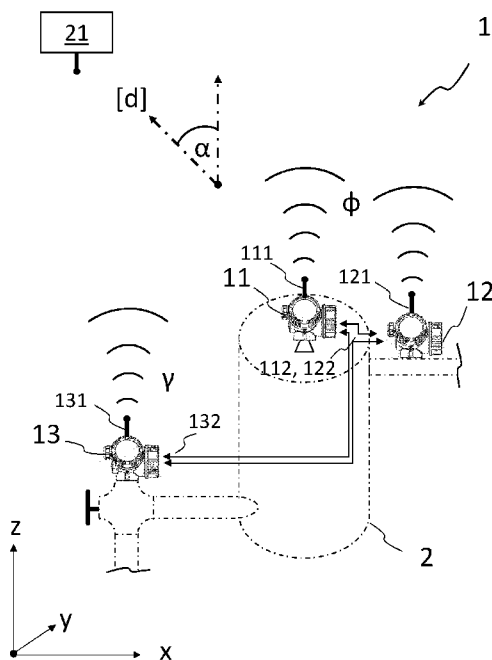


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for wirelessly transmitting data packets ([d]) within a measuring system (1) from multiple field devices (11, 12, 13) to a superordinate unit (21) via a wireless interface (111, 121, 131) of the device in each particular case. The method comprises the following method steps: distributing the data packet ([d]) to the field devices (11, 12, 13); synchronizing the wireless interfaces (111, 121, 131) of the field devices (11, 12, 13) such that the wireless interfaces (111, 121, 131) transmit with a defined phase shift ( $\phi$ ,  $\gamma$ ) relative to one another in each particular case, and; transmitting the data packet ([d]) to the superordinate unit (21) via the wireless interfaces (111, 121, 131) of the at least two field devices (11, 12, 13) in synchronized fashion. This allows the data packet ([d]) to be received by the superordinate unit (21) with increased transmission reliability according to the invention. This ensures the data transmission between one of the field devices (11, 12, 13) and the superordinate unit (21) without a repeater or other added complexity even when there are individual obstacles. (Fig. 1)

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur drahtlosen Übertragung von Datenpaketen ([d]) innerhalb eines Mess-Systems (1) von mehreren Feldgeräten (11, 12, 13) über jeweils eine Drahtlos-Schnittstelle (111, 121, 131) des Gerätes an eine übergeordnete Einheit (21). Dabei umfasst das Verfahren folgende Verfahrensschritte: Verteilen des Datenpaketes ([d]) auf die Feldgeräte (11, 12, 13); Derartiges Synchronisieren der Drahtlos-Schnittstellen (111, 121, 131) der Feldgeräte (11, 12, 13), dass die Drahtlos-Schnittstellen (111, 121, 131) mit jeweils einer definierten Phasenverschiebung ( $\phi$ ,  $\gamma$ ) zueinander senden, und; Synchronisiertes Senden des Datenpaketes ([d]) über die Drahtlos-Schnittstellen (111, 121, 131) der zumindest zwei Feldgeräte (11, 12, 13) an die übergeordnete Einheit (21). Hierdurch kann das



WO 2021/165012 A1

TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

## Verfahren zur Übertragung von Datenpaketen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Übertragung von Datenpaketen innerhalb eines Mess-Systems.

5

In der Automatisierungstechnik, insbesondere zur Prozessautomatisierung, werden vielfach Feldgeräte eingesetzt, die zur Erfassung verschiedener Messgrößen dienen. Bei der zu bestimmenden Messgröße kann es sich beispielsweise um einen Füllstand, einen Durchfluss, einen Druck, die  
10 Temperatur, den pH-Wert, das Redoxpotential, eine Leitfähigkeit oder den Dielektrizitätswert eines Mediums in einer Prozessanlage handeln. Zur Erfassung der entsprechenden Messwerte umfassen die Feldgeräte jeweils geeignete Sensoren bzw. basieren auf geeigneten Messprinzipien. Eine Vielzahl solcher Feldgeräte-Typen wird von der Firmen-Gruppe Endress +  
15 Hauser hergestellt und vertrieben.

In der jeweiligen Prozessanlage sind die einzelnen Feldgeräte innerhalb eines Mess-Systems mit einer übergeordneten Einheit zusammengeschaltet, um die korrespondierenden Prozessvariablen mit geeigneten Aktoren, wie Heitz-  
20 Elementen, Rührwerken, Ventilen oder Pumpen für Zu- und Abläufe koordinieren zu können. In diesem Zusammenhang werden unter dem Begriff „Übergeordnete Einheit“ neben Speicher-programmierbaren Einheiten („SPS“) auch Remote I/O's oder Edge Devices (elektrische Schnittstellen), bzw. allgemein Geräte wie auch Handheld Devices verstanden, die auf der  
25 Feldebene eingesetzt werden.

Zur Kommunikation innerhalb des Mess-Systems sind die Feldgeräte in der Regel nicht nur jeweils mit der übergeordneten Einheit verbunden, sondern auch untereinander, beispielsweise über eine „PROFIBUS“- , eine „(Wireless)  
30 HART“- oder eine industrielle „Ethernet“- Schnittstelle. Dabei kann die Kommunikation beispielsweise auf Basis einer „Star“- , „Mesh“- , oder die „Net“- Topologie realisiert werden.

Da die einzelnen Feldgeräte innerhalb der Prozessanlage oft auch an schwer zugänglichen Orten angeordnet sind, erfolgt die Kommunikation der Feldgeräte zur übergeordneten Einheit innerhalb des Mess-Systems vorzugsweise über Drahtlos-Schnittstellen, wie gemäß dem „*Wireless-HART*“- , dem „*Bluetooth*“- , oder einem „*WLAN*“-Protokoll. Hierüber können in  
5 jeweiligen Datenpaketen beispielsweise die erfassten Messwerte übermittelt werden. Mittels entsprechender Datenpakete können jedoch auch anderweitige betriebsrelevante Informationen des Feldgerätes kommuniziert werden, wie beispielsweise Status-Informationen, Kalibrier-Daten, oder  
10 Vergleichbares. Gerade im Falle drahtloser Kommunikation kann die Verbindung einzelner Feldgeräte zur übergeordneten Einheit jedoch durch Einbauten im Signalpfad gestört sein. Je nach Situation kann dies bis hin zu einer Gefahrenlage in der Prozessanlage führen.

15 Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bereitzustellen, das eine zuverlässige Verbindung aller Feldgeräte zur übergeordneten Einheit ermöglicht.

Die Erfindung löst diese Aufgabe durch ein Verfahren zur drahtlosen  
20 Übertragung zumindest eines Datenpaketes innerhalb eines Mess-Systems von zumindest zwei Feldgeräten über jeweils eine Drahtlos-Schnittstelle an eine übergeordnete Einheit. Dabei umfasst das Verfahren folgende Verfahrensschritte:

- 25 - Verteilen des Datenpaketes auf alle Feldgeräte, ausgehend von mindestens einem der Feldgeräte,
- Derartiges Synchronisieren der Drahtlos-Schnittstellen der Feldgeräte, dass die Drahtlos-Schnittstellen mit jeweils einer definierten Phasenverschiebung zueinander senden,
- Synchronisiertes Senden des Datenpaketes über die Drahtlos-  
30 Schnittstellen der zumindest zwei Feldgeräte an die übergeordnete Einheit, und
- Empfang des Datenpaketes durch die übergeordnete Einheit.

Durch das Verteilen des Datenpaketes unter allen Feldgeräten und dem gemeinsamen, synchronisierten Absenden des Datenpaketes wird erfindungsgemäß die Übertragungs-Leistung und somit die Übertragungs-Sicherheit erhöht.

5

Im Rahmen der Erfindung ist es nicht fest vorgegeben, mittels welcher Topologie die Feldgeräte untereinander verbunden sind, um das Datenpaket ausgehend von einem der Feldgeräte untereinander zu verteilen.

Beispielsweise können die Feldgeräte derart untereinander verbunden sein, dass das Datenpaket gemäß einer „Star“- , „Mesh“- , oder „Net“-Topologie unter den Feldgeräten verteilt wird. Auch das Synchronisieren kann über die Drahtlos-Schnittstellen selbst erfolgen, beispielsweise gemäß dem Standard IEEE 1588. Daneben ist es jedoch auch denkbar, dass die Synchronisation der Drahtlos-Schnittstellen über etwaige drahtgebundene Schnittstellen der Feldgeräte erfolgt, beispielsweise wiederum mittels dem Standard IEEE 1588.

15

Das erfindungsgemäße Verfahren kann dahingehen erweitert werden, dass die relativen Positionen der Feldgeräte und der übergeordneten Einheit zueinander ermittelt werden. Zur Bestimmung der relativen Positionen können die Feldgeräte und die übergeordnete Einheit beispielsweise jeweils ein GNSS-Modul umfassen. Alternativ zu GNSS können die Feldgeräte bzw. die übergeordnete Einheit auch so ausgelegt werden, dass die relativen Positionen mittels Triangulation bestimmbar ist. Hierzu können beispielsweise per Laufzeit-Messung eines entsprechenden Mess-Signals über die Drahtlos-Schnittstellen die Signallaufzeit oder die Signalstärke und dadurch der bei Triangulation erforderliche Abstand zwischen den Feldgeräten bzw. zur übergeordneten Einheit ermittelt werden.

20

25

Die Ermittlung der Positionen kann erfindungsgemäß genutzt werden, um die Drahtlos-Schnittstellen der Feldgeräte gemäß dem „Beamforming“-Prinzip auf derartige Phasenverschiebungen zu synchronisieren, dass das auszusendende Datenpaket mit einer gemeinsamen Hauptabstrahlkeule, die in Richtung der übergeordneten Einheit gerichtet ist, ausgesendet wird.

30

Hierdurch wird eine weitere Verbesserung der Übertragungs-Sicherheit bewirkt.

5 Ein entsprechendes Mess-System, das zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß einer der vorhergehenden Ausführungsvarianten geeignet ist, hat zumindest folgende Komponenten zu umfassen:

- Zumindest zwei Feldgeräte mit jeweils
  - einer synchronisierbaren Drahtlos-Schnittstelle,
  - 10 ○ einer Steuer-Einheit, die ausgelegt ist, um
    - die jeweilige Drahtlos-Schnittstelle mit der/den anderen Drahtlos-Schnittstelle/n entsprechend zu synchronisieren,
    - die Verteilung des Datenpaketes unter den Feldgeräten zu koordinieren, und
    - 15 ▪ das synchronisierte Aussenden des Datenpakets über die jeweilige Drahtlos-Schnittstelle zu steuern, und
  - eine übergeordnete Einheit, die ausgelegt ist, das Datenpaket zu empfangen.

20 Selbstverständlich kann das erfindungsgemäße Verfahren auf beliebig viele Feldgeräte eines Mess-Systems angewendet werden.

Unter den Begriffen „Einheit“ und „Schnittstelle“ werden im Rahmen der Erfindung prinzipiell alle elektronischen Schaltungen verstanden, die für den angedachten Einsatzzweck geeignet ausgelegt sind. Es kann sich also je nach  
25 Anforderung um eine Anlogschaltung zur Erzeugung bzw. Verarbeitung entsprechender analoger Signale handeln. Es kann sich jedoch auch um eine Digitalschaltung wie einem FPGA oder ein Speichermedium in Zusammenwirken mit einem Programm handeln. Dabei ist das Programm ausgelegt, die entsprechenden Verfahrensschritte durchzuführen bzw. die  
30 notwendigen Rechenoperationen der jeweiligen Einheit anzuwenden. In diesem Kontext können verschiedene elektronische Einheiten des Füllstandsmessgerätes im Sinne der Erfindung potenziell auch auf einen gemeinsamen physikalischen Speicher zurückgreifen bzw. mittels derselben physikalischen Digitalschaltung betrieben werden.

Das Protokoll, mit dem das Datenpaket versendet wird, ist im Rahmen der Erfindung nicht fest vorgeschrieben. Beispielsweise können die Drahtlos-Schnittstellen so ausgelegt sein, dass das Datenpaket gemäß dem „Wireless-HART“- , dem „Bluetooth“- , oder einem „WLAN“-Protokoll versendet wird. Die übergeordnete Einheit ist korrespondierend auszulegen, um das Datenpaket auf Basis des entsprechenden Protokolls zu empfangen.

Neben der Drahtlos-Schnittstelle können die zumindest zwei Feldgeräte außerdem jeweils eine drahtgebundene Schnittstelle umfassen, um beispielsweise die Drahtlos-Schnittstellen zu synchronisieren und/oder zur Verteilung des Datenpaketes auf die Feldgeräte. Dabei können die drahtgebundenen Schnittstellen auf dem „PROFIBUS“- , „HART“- oder einem industriellen „Ethernet“-Protokoll basieren.

Anhand der nachfolgenden Figur wird die Erfindung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1: Ein Mess-System mit drei Feldgeräten in einer Prozessanlage.

Zum allgemeinen Verständnis des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in Fig. 1 ein beispielhaftes Mess-System 1 gezeigt, das zur Überwachung einer Prozess-Anlage 2, wie beispielsweise einem Chemie-Reaktor, dient. Hierzu umfasst das exemplarische Mess-System 1 als Feldgeräte ein Durchflussmessgerät 12 an einem Zulauf des Reaktors 2, ein Füllstandsmessgerät 11 am Reaktor 2 selbst, und ein Temperaturmessgerät 13 an einem Ablauf des Reaktors 2. Dabei messen die Feldgeräte 11, 12, 13 die entsprechenden Messwerte jeweils mit einer individuell einstellbaren Mess-Rate, beispielsweise zwischen 1 Messung pro Minute und 1000 Messungen pro Sekunde.

Untereinander sind die in Fig. 1 gezeigten Feldgeräte 11, 12, 13 über entsprechende drahtgebundene Schnittstellen 112, 122, 132 verbunden. Da jedes der Feldgeräte 11, 12, 13 über die drahtgebundene Schnittstelle 112, 122, 132 jeweils mit jedem anderen Feldgerät 11, 12, 13 verbunden ist, entspricht die Verbindung der Feldgeräte 11, 12, 13 über die

drahtgebundenen Schnittstellen 112, 122, 132 bei dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel einer Mesh-Topologie. Als Protokoll, mittels dem über die drahtgebundenen 112, 122, 132 Schnittstellen kommuniziert wird, kann etwa „HART“, „PROFIBUS“ oder ein industrielles „Ethernet“ implementiert sein.

5 Trotz kabelgebundener Auslegung der Feldgeräte 11, 12, 13 können diese entsprechend mittels Batterie betrieben werden, so dass hierfür keine separate Verkabelung verlegt werden muss.

Bei der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsvariante umfasst das Mess-System 1 neben den Feldgeräten 11, 12, 13 eine übergeordnete Einheit 21, mit welcher die Feldgeräte 11, 12, 13 ebenfalls verbunden sind. Dabei kann es sich bei der übergeordneten Einheit 21 um das Prozessleitsystem der Prozessanlage handeln, beispielsweise in Form einer „SPS“. Zur Kommunikation mit der übergeordneten Einheit 21 umfassen die Feldgeräte 11, 12, 13 und die übergeordnete Einheit 21 jeweils eine Drahtlos-Schnittstelle 111, 121, 131, wobei als Übertragungs-Protokoll „Wireless-HART“- , dem „Bluetooth“- , oder „WLAN“ implementiert sein kann.

Über die Drahtlos-Schnittstellen 111, 121, 131 können mittels entsprechender Datenpakete [d] insbesondere die von den Feldgeräten 11, 12, 13 gemessenen Messwerte übermittelt werden. Auf Basis der erhaltenen Datenpakete [d] kann die übergeordnete Einheit 21 beispielsweise wiederum entsprechende Pumpen oder Ventile am Ablauf oder am Zulauf des Reaktors steuern, um den Füllstand bzw. die Reaktion zu kontrollieren. Die Übertragung der Messwerte bzw. der Datenpakete [d] kann allerdings dann gefährdet sein, wenn einzelne der Schnittstellen 111, 121, 131 nicht hinreichend leistungsstark senden können bzw. wenn die Distanz zur übergeordneten Einheit 21 zu groß ist. Auch Hindernisse zwischen einem der Feldgeräte 11, 12, 13 und der übergeordneten Einheit 21 können die Datenübertragung gefährden.

Erfindungsgemäß wird das Datenpaket [d] daher mit den jeweiligen Messwerten von einem der Feldgeräte 11, 12, 13 an alle weiteren Feldgeräte 11, 12, 13 übermittelt. Im Anschluss wird dieses Datenpaket [d] über die

Drahtlos-Schnittstellen 111, 121, 131 aller Feldgeräte 11, 12, 13 an die übergeordnete Einheit 21 gesendet. Ausgehend von den Drahtlos-Schnittstellen 111, 121, 131 erfolgt das Senden des Datenpaketes [d] dabei derart synchronisiert, dass das Datenpaket [d] in Bezug zur gemeinsamen  
5 Sendefrequenz mit jeweils einer definierten Phasenverschiebung  $\varphi$ ,  $\gamma$  zwischen den Drahtlos-Schnittstellen 111, 121, 131 erfolgt. Die vorherige Synchronisation der Drahtlos-Schnittstellen 111, 121, 131 aufeinander kann bei dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel entweder direkt über die Drahtlos-Schnittstellen 111, 121, 131 erfolgen, oder über die  
10 drahtgebundenen Schnittstellen 112, 122, 132. In beiden Fällen kann die Synchronisation beispielsweise auf Basis des Standards IEEE 1588 erfolgen.

Im einfachsten Fall können die Drahtlos-Schnittstellen 111, 121, 131 auf Phasenverschiebungen  $\varphi$ ,  $\gamma$  von  $0^\circ$  synchronisiert werden, um die Gesamt-  
15 Sendeleistung zu erhöhen, bzw. einzelne Hindernisse zu umgehen, so dass der Empfang des Datenpaketes [d] durch die übergeordnete Einheit 21 sichergestellt wird. Weiterentwickelt werden kann das erfindungsgemäße Übertragungsverfahren jedoch vor allem dahingehend, dass die relativen Positionen  $x$ ,  $y$ ,  $z$  der Feldgeräte 11, 12, 13 und der übergeordneten Einheit 21  
20 zueinander miteinbezogen werden. Dabei können die relativen Positionen  $x$ ,  $y$ ,  $z$  beispielsweise mittels jeweils eines in den Feldgeräten 11, 12, 13 und in der übergeordneten Einheit 21 implementierten GNSS-Moduls ermittelt werden.

Denkbar ist jedoch auch, dass die relativen Positionen  $x$ ,  $y$ ,  $z$  zwischen den  
25 Geräten 11, 12, 13, 21 mittels Triangulation ermittelt wird. Die Distanzen zwischen den einzelnen Geräten 11, 12, 13, die zur Triangulations-basierten Bestimmung der relativen Positionen  $x$ ,  $y$ ,  $z$  bekannt sein müssen, können hierzu beispielsweise durch Bestimmung der Signal-Laufzeiten oder der Signalstärke zwischen den einzelnen Drahtlos-Schnittstellen 111, 121, 131  
30 ermittelt werden. Denkbar ist in diesem Zusammenhang auch, die Triangulation durch Laufzeit-/Signalstärke-Messung in Bezug zu peripheren Geräten, wie Mobilfunkmasten oder WLAN-Routern, durchzuführen. Alternativ ist es zudem möglich, die Positionen an den Feldgeräten 11, 12, 13 und der

übergeordneten Einheit 14 manuell einzugeben, sofern die Einbauorte hinreichend genau bekannt sind.

5 Anhand der ermittelten Positionen x, y, z können die Feldgeräte 11, 12, 13 wiederum auf derartige Phasenverschiebungen  $\varphi$ ,  $\gamma$  zueinander synchronisiert werden, dass das Datenpaket [d] mit einer gemeinsamen Hauptabstrahlkeule, die in Richtung der übergeordneten Einheit 21 gerichtet ist, ausgesendet wird, wie in Fig. 1 schematisch angedeutet ist. Bekannt ist diese Art des Sendens auch unter dem Begriff „*Beamforming*“. Dabei sind beim Beamforming die  
10 Phasenverschiebungen  $\varphi$ ,  $\gamma$  gemäß der Formel

$$\alpha \sim \arcsin(\varphi, \gamma)$$

15 einzustellen, damit sich für die Gesamt-Hauptabstrahlkeule aller Drahtlos-Schnittstellen 111, 121, 131 in Richtung der übergeordneten Einheit 21 (in Bezug zu der Hauptabstrahlkeule der jeweils einzelnen Antenne) der korrekte Winkel  $\alpha$  ergibt. Im Gegensatz zu der schematischen Darstellung in Fig. 1 gilt diese Formel näherungsweise unter der Annahme, dass die Abstände zwischen den einzelnen Feldgeräten 11, 12, 13 im Vergleich zur Distanz zur  
20 übergeordneten Einheit 21 gering ist.

Das Verfahren des Beamforming ist im Rahmen der Erfindung insofern besonders vorteilhaft, als dass das Datenpaket [d] gezielt in Richtung der übergeordneten Einheit 21 ausgesandt wird. Somit wird nicht nur die  
25 Übertragungs-Sicherheit des Datenpaketes [d] weiter erhöht, sondern auch die Sende-Leistungen der einzelnen Drahtlos-Schnittstellen 111, 121, 131 können gegebenenfalls reduziert werden, um den Leistungs-Verbrauch des Mess-Systems 1 insgesamt zu minimieren.

**Bezugszeichenliste**

	1	Mess-System
	2	Prozess-Anlage
5	11	Füllstandsmessgerät
	12	Durchflussmessgerät
	13	Temperaturmessgerät
	21	Übergeordnete Einheit
	111	Erste Drahtlos-Schnittstelle
10	112	Erste drahtgebundene Schnittstelle
	121	Zweite Drahtlos-Schnittstelle
	122	Zweite drahtgebundene Schnittstelle
	131	Dritte Drahtlos-Schnittstelle
	132	Dritte drahtgebundene Schnittstelle
15	[d]	Datenpaket
	x,y,z	Position
	$\alpha$	Winkel
	$\gamma, \varphi$	Phasenverschiebungen

## Patentansprüche

1. Verfahren zur drahtlosen Übertragung zumindest eines Datenpaketes ([d]) innerhalb eines Mess-Systems (1) von zumindest zwei Feldgeräten (11, 12, 13) über jeweils eine Drahtlos-Schnittstelle (111, 121, 131) an eine übergeordnete Einheit (21), folgende Verfahrensschritte umfassend:
- Verteilen des Datenpaketes ([d]) auf die Feldgeräte (11, 12, 13),
  - Derartiges Synchronisieren der Drahtlos-Schnittstellen (111, 121, 131) der Feldgeräte (11, 12, 13), dass die Drahtlos-Schnittstellen (111, 121, 131) mit jeweils einer definierten Phasenverschiebung ( $\varphi$ ,  $\gamma$ ) zueinander senden,
  - Synchronisiertes Senden des Datenpaketes ([d]) über die Drahtlos-Schnittstellen (111, 121, 131) der zumindest zwei Feldgeräte (11, 12, 13) an die übergeordnete Einheit (21), und
  - Empfang des Datenpaketes [d] durch die übergeordnete Einheit (21).
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Datenpaket ([d]) gemäß einer „Star“- , „Mesh“- , oder „Net“-Topologie unter den Feldgeräten (11, 12, 13) verteilt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Drahtlos-Schnittstellen (111, 121, 131) gemäß dem Standard IEEE 1588 synchronisiert werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die relativen Positionen (x, y, z) der Feldgeräte (11, 12, 13) und der übergeordneten Einheit (21) zueinander ermittelt werden, und wobei anhand der ermittelten Positionen (x, y, z) die Feldgeräte (11, 12, 13) auf derartige Phasenverschiebungen ( $\varphi$ ,  $\gamma$ ) synchronisiert werden, dass das Datenpaket ([d]) mit einer gemeinsamen Hauptabstrahlkeule, die in Richtung der übergeordneten Einheit (21) gerichtet ist, ausgesendet wird.
5. Mess-System zur Ausführung des Verfahrens nach einem der vorherigen Ansprüche, umfassend:
- Zumindest zwei Feldgeräte (11, 12, 13) mit jeweils

- einer synchronisierbaren Drahtlos-Schnittstelle (111, 112, 113),
- einer Steuer-Einheit, die ausgelegt ist, um
  - die jeweilige Drahtlos-Schnittstelle (111, 112, 113) mit der/den anderen Drahtlos-Schnittstelle/n (111, 112, 113) entsprechend zu synchronisieren,
  - die Verteilung des Datenpaketes [d] unter den Feldgeräten (11, 12, 13) zu koordinieren, und
  - das synchronisierte Aussenden des Datenpakets ([d]) über die jeweilige Drahtlos-Schnittstelle (111, 121, 131) zu steuern, und
- eine übergeordnete Einheit (21), die ausgelegt ist, das Datenpaket ([d]) zu empfangen.

6. Mess-System nach Anspruch 5, wobei die zumindest zwei Feldgeräte (11, 12, 13) jeweils eine drahtgebundene Schnittstelle (112, 122, 132) zur Synchronisierung der Drahtlos-Schnittstellen (111, 112, 113) und/oder zur Verteilung des Datenpaketes auf die Feldgeräte (11, 12, 13) umfassen.

7. Mess-System nach Anspruch 6, wobei die drahtgebundenen Schnittstellen (112, 122, 132) auf dem „PROFIBUS“- , „HART“- oder einem industriellen „Ethernet“-Protokoll basieren.

8. Mess-System nach Anspruch 6 oder 7, wobei die Drahtlos-Schnittstellen ausgelegt sind, das Datenpaket [d] gemäß dem „Wireless-HART“- , dem „Bluetooth“- , oder einem „WLAN“-Protokoll zu versenden, und wobei die übergeordnete Einheit (21) ausgelegt ist, das Datenpaket ([d]) auf Basis des entsprechenden Protokolls zu empfangen.

9. Mess-System nach Anspruch 4 und zumindest einem der Ansprüche 5 bis 8, wobei die Feldgeräte (11, 12, 13) und die übergeordnete Einheit (21) zur Bestimmung der relativen Positionen (x, y, z) jeweils ein GNSS-Modul umfassen.

1/1

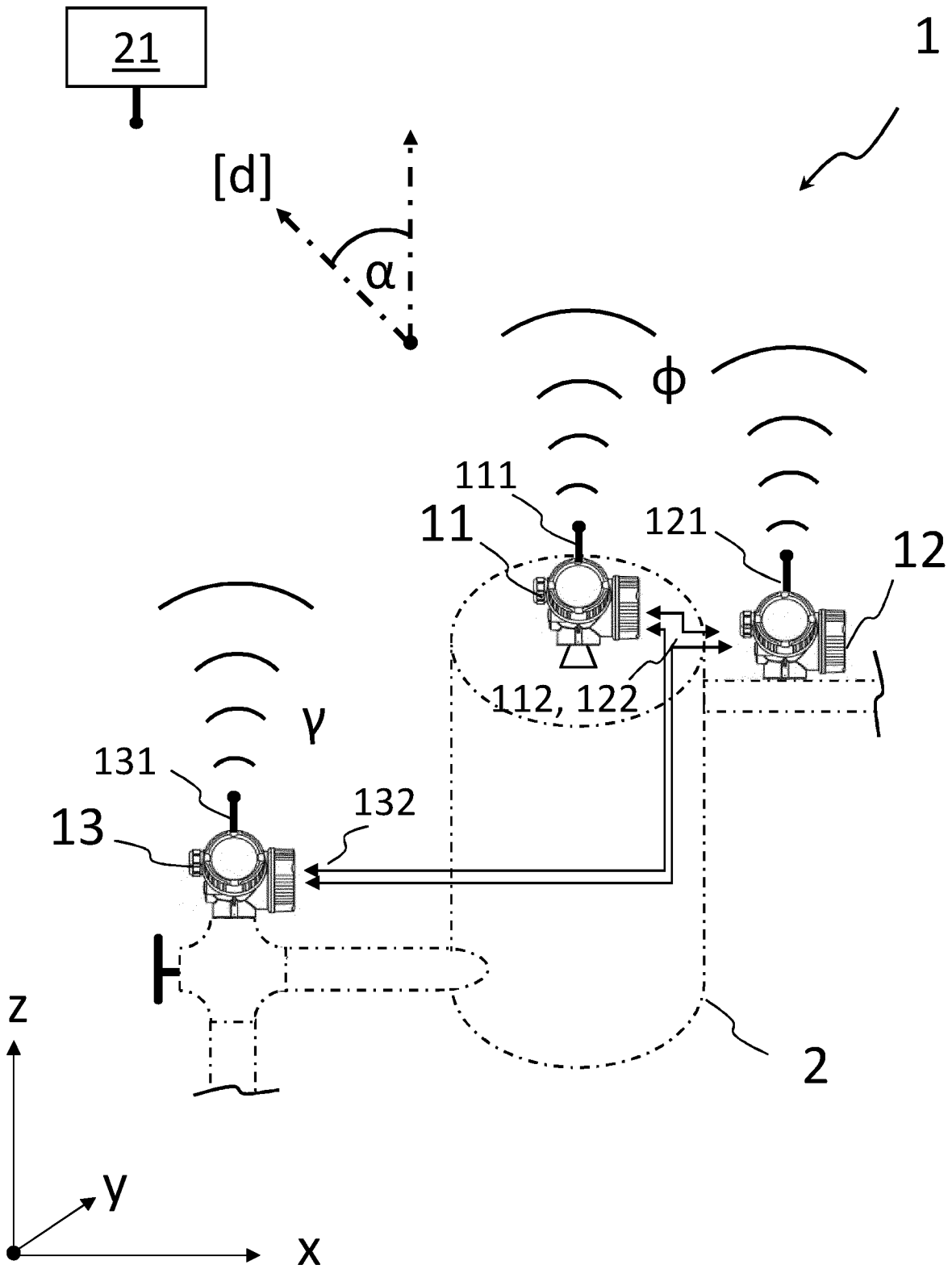


Fig. 1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/051995

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>H04W 84/22</i> (2009.01)i; <i>H04B 7/06</i> (2006.01)i; <i>H04L 12/40</i> (2006.01)n; <i>H04L 29/08</i> (2006.01)n		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04L; H04W; H04B		
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		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	MUDUMBAI R ET AL. "Distributed transmit beamforming: challenges and recent progress" <i>IEEE COMMUNICATIONS MAGAZINE, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, US</i> , Vol. 47, No. 2, 01 February 2009 (2009-02-01), pages 102-110 DOI: 10.1109/MCOM.2009.4785387 ISSN: 0163-6804, XP011280745	1,3,5
Y	the whole document	2,4,6-9
X	CN 207491221 U (UNIV JILIN) 12 June 2018 (2018-06-12)	1,3,5
Y	the whole document	2,4,6-9
Y	DE 102014117894 A1 (ENDRESS + HAUSER CONDUCTA GES FÜR MESS- UND REGELTECHNIK MBH + CO KG [ ]) 09 June 2016 (2016-06-09)	2,6-8
A	paragraph [0005] - paragraph [0007] paragraph [0026] - paragraph [0027]; figures 1-2	1,3-5,9
Y	US 2019190577 A1 (WANG JIBING [US] ET AL) 20 June 2019 (2019-06-20)	4,9
A	paragraph [0017] paragraph [0040] - paragraph [0043]; figure 3	1-3,5-8
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 <b>26 April 2021</b>		Date of mailing of the international search report <b>06 May 2021</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Fischer, Erik</b> Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2021/051995**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	207491221	U	12 June 2018	NONE			
DE	102014117894	A1	09 June 2016	CN	105892419	A	24 August 2016
				DE	102014117894	A1	09 June 2016
				US	2016161934	A1	09 June 2016
US	2019190577	A1	20 June 2019	CN	111247745	A	05 June 2020
				EP	3685513	A2	29 July 2020
				US	2019190577	A1	20 June 2019
				WO	2019118787	A2	20 June 2019

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> INV. H04W84/22 H04B7/06 ADD. H04L12/40 H04L29/08		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b> Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole ) H04L H04W H04B		
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		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	MUDUMBAI R ET AL: "Distributed transmit beamforming: challenges and recent progress", IEEE COMMUNICATIONS MAGAZINE, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, US, Bd. 47, Nr. 2, 1. Februar 2009 (2009-02-01), Seiten 102-110, XP011280745, ISSN: 0163-6804, DOI: 10.1109/MCOM.2009.4785387	1,3,5
Y	das ganze Dokument	2,4,6-9
X	CN 207 491 221 U (UNIV JILIN) 12. Juni 2018 (2018-06-12)	1,3,5
Y	das ganze Dokument	2,4,6-9
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
26. April 2021		06/05/2021
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  Fischer, Erik

## C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 10 2014 117894 A1 (ENDRESS + HAUSER CONDUCTA GES FÜR MESS- UND REGELTECHNIK MBH + CO KG [ ] 9. Juni 2016 (2016-06-09)	2,6-8
A	Absatz [0005] - Absatz [0007] Absatz [0026] - Absatz [0027]; Abbildungen 1-2	1,3-5,9
Y	----- US 2019/190577 A1 (WANG JIBING [US] ET AL) 20. Juni 2019 (2019-06-20)	4,9
A	Absatz [0017] Absatz [0040] - Absatz [0043]; Abbildung 3 -----	1-3,5-8

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2021/051995

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CN 207491221 U	12-06-2018	KEINE	
-----			
DE 102014117894 A1	09-06-2016	CN 105892419 A	24-08-2016
		DE 102014117894 A1	09-06-2016
		US 2016161934 A1	09-06-2016
-----			
US 2019190577 A1	20-06-2019	CN 111247745 A	05-06-2020
		EP 3685513 A2	29-07-2020
		US 2019190577 A1	20-06-2019
		WO 2019118787 A2	20-06-2019
-----			