

(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
14. Mai 2009 (14.05.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/059790 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01B 21/04 (2006.01) B23Q 17/22 (2006.01)
G08C 17/00 (2006.01) H04W 52/00 (2009.01)

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): BLUM-NOVOTEST GMBH [DE/DE]; Kaufstrasse 14, 88287 Grünkraut-Gullen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/009430

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): REISER, Wolfgang [DE/DE]; Mühlwies 20, 88267 Vogt (DE). HÄFELE, Stefan [DE/DE]; Fünfkirchener Strasse 49, 88069 Tettnang (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:

7. November 2008 (07.11.2008)

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(74) Anwalt: SCHMIDT, Steffen, J.; Wuesthoff & Wuesthoff, Schweigerstrasse 2, 81541 München (DE).

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,

(30) Angaben zur Priorität:

10 2007 053 330.8

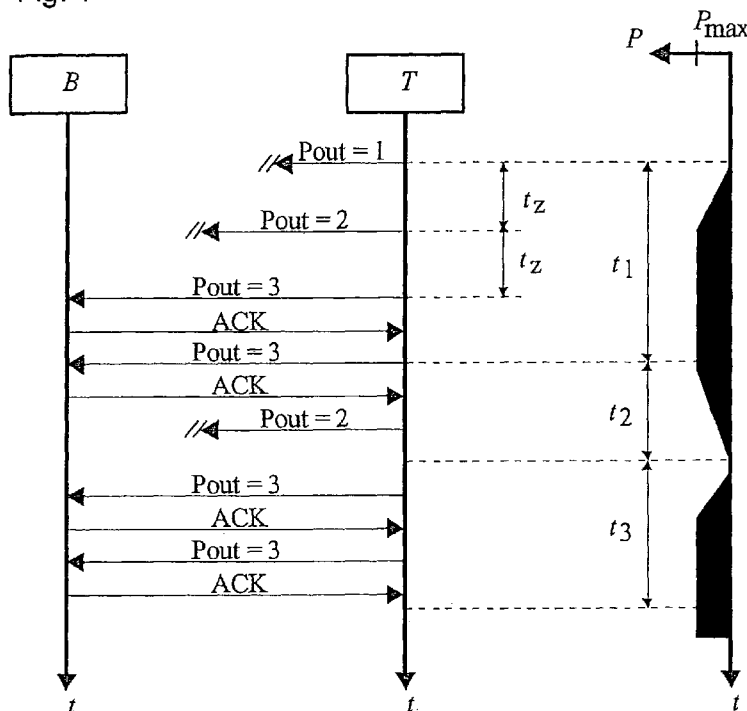
8. November 2007 (08.11.2007) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING THE TRANSMITTER POWER OF A TRANSMISSION/RECEPTION DEVICE IN A POSITION MEASURING SYSTEM FOR A MACHINE AND TRANSMISSION/RECEPTION DEVICE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR REGELUNG DER SENDELEISTUNG EINER SENDE-/EMPFANGSVORRICHTUNG IN EINEM POSITIONSMESSSYSTEM FÜR EINE MASCHINE UND SENDE-/EMPFANGSVORRICHTUNG

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to a method for controlling the transmitter power of a transmission/reception device (T) for a position measuring system of a machine. Said transmission/reception device (T) is connected to a base station (B) and carries out the following steps: a first transmitter power message is transmitted to a first transmitter power (P_{out}), and a second transmitter power message is sent to a second transmitter power (P_{out}). The second transmitter power is lower than the first transmitter power if a transmitter power acknowledgement message (ACK) has been captured as the response to the sent first transmitter power message, and the second transmitter power is higher than the first transmitter power if no transmitter power acknowledgement message (ACK) has been captured as the response to the sent first transmitter power message.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung der Sendeleistung einer Sende-/Empfangsvorrichtung (T) für ein Positionsmesssystem einer Maschine. Die Sende-/Empfangsvorrichtung (T) steht mit einer Basisstation (B) in

Verbindung und führt die folgenden Verfahrensschritte aus: Senden einer ersten Sendeleistungsnachricht mit einer ersten Sendeleistung (P_{out}), und Senden einer zweiten Sendeleistungsnachricht mit einer zweiten Sendeleistung (P_{out}), wobei die zweite Sendeleistung kleiner als die erste Sendeleistung ist, falls eine Sendeleistungsbestätigungsnachricht (ACK)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2009/059790 A2



HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,

Veröffentlicht:

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

**Verfahren zur Regelung der Sendeleistung einer Sende-
/Empfangsvorrichtung in einem Positionsmesssystem für eine Maschine
und Sende-/Empfangsvorrichtung**

5

Beschreibung

Hintergrund

10 Nachstehend wird eine Technik zur Regelung der Sendeleistung einer Sende-
/Empfangsvorrichtung in einem Positionsmesssystem für eine Maschine beschrieben.
Die Technik kann in einem Messsystem zum berührenden und berührungslosen Mes-
sen an stehenden und rotierenden Werkzeugen in einer Werkzeugmaschine verwen-
det werden.

15

Stand der Technik

20 Messsysteme zum Einsatz in spanabhebenden oder materialabtragenden (zum Bei-
spiel Fräsen, Drehen, Schleifen, Hobeln, Bohren, Senken, Reiben, Erodieren und
dergleichen) Bearbeitungsmaschinen sind bekannt.

25

Zur Positionsbestimmung oder zur Bestimmung der längsten Schneide eines rotie-
renden Werkzeuges in Werkzeugmaschinen werden Lichtschranken, insbesondere
Laserlichtschranken, bzw. für drückende oder ziehende Messungen Messtaster ver-
wendet. Die gemessenen Positionsdaten werden an eine zentrale Steuerung weiter-
geleitet, welche diese Positionsdaten zur Steuerung des Werkzeugs der
Werkzeugmaschine verwendet.

Zur Vermeidung von umfangreichen Verkabelungen ist es bekannt, für die Datenübertragung zwischen dem Messsystem, das heißt Lichtschranke oder Messtaster, und Steuerungseinheit eine Funkverbindung vorzusehen.

5 So ist aus der Druckschrift WO 2007/028964 A1 ein Messsystem bekannt, bei dem Messdaten zwischen einem Messtaster und einer Steuerung mit Hilfe einer Funkverbindung übertragen werden. Bei der Funkverbindung handelt es sich um eine Frequenzspreizverbindung mit einem Frequenzsprungverfahren. Nachteilig bei diesem Messsystem ist jedoch, dass Echtzeiterfordernisse, welche in der Werkzeugmaschine
10 aufgrund von Messungen und davon abhängigen Werkzeug-Steuerungsvorgängen erforderlich sind, nicht immer eingehalten werden können. Frequenzsprungverfahren haben eine Verzögerungszeit von ungefähr 20ms. Solche Verzögerungszeiten können insbesondere beim Antasten eines Messtasters an ein zu messendes Objekt Probleme bereiten. Darüber hinaus haben solche Systeme eine gewisse Störanfälligkeit. Dies
15 kann insbesondere in einem Messsystem in einer Werkzeugmaschine Interferenzprobleme ergeben, bei dem eine Vielzahl von Messtastern Signale an eine Steuerungseinheit senden. Da keine Regelung der Sendeleistung vorgesehen ist hat das vorgeschlagene Messsystem darüber hinaus einen erhöhten Energiebedarf, was bei einem batteriebetriebenen mobilen Messsystem zu Nachteilen führt.

20 Aus der Druckschrift WO 2004/057552 A1 ist ein weiteres Messsystem mit einem Messtaster, der über eine Funkverbindung mit einer Steuerungseinheit in Verbindung steht, bekannt. Um eine erste Verbindung zwischen der Funkeinheit des Messtasters und der Steuerungseinheit herzustellen wird eine erste Nachricht mit einer normalen
25 Sendeleistung gesendet. Falls die erste Sendung erfolglos ist, so wird bei nachfolgenden Sendungen die Sendeleistung Schritt für Schritt erhöht, bis eine Verbindung zwischen Funkeinheit des Messtasters und Steuerung aufgebaut ist. Dieses Verfahren hat jedoch den Nachteil, dass eine Verbindung zwischen Funkeinheit des Messtasters und Steuerung nur sehr langsam aufgebaut wird. Abhängig davon, ob eine Verbindung
30 zwischen Funkeinheit des Messtasters und Steuerung zustande kommt, werden nachfolgende Nachrichten mit einer sukzessiv erhöhten Sendeleistung gesendet bis

eine Kommunikation möglich ist. Da jeweils gewartet werden muss, ob eine Verbindung zwischen Funkeinheit des Messtasters und Steuerung zustande kommt, hat dieses Messsystem den Nachteil, dass in einem Messsystem für eine Werkzeugmaschine notwendige Echtzeitvoraussetzungen nicht eingehalten werden können. Darüber hinaus ist der Energieverbrauch bei ständig erhöhter Sendeleistung auf Dauer zu hoch, da keine Reduzierung der Sendeleistung vorgesehen ist. Die führt bei einem mobilen Messsystem zu dem Erfordernis eines häufigen Batteriewechsels.

10 Aufgabe

Ausgehend von dem oben genannten Stand der Technik besteht die Aufgabe darin, eine Technik zur Regelung der Sendeleistung einer Sende-/Empfangsvorrichtung bereitzustellen, welche bei geringem Energieverbrauch eine robuste und zeitkritische Datenübertragung und einen schnellen Verbindungsaufbau ermöglicht.

Lösung

20 Die Aufgabe wird mit einem Verfahren zur Regelung der Sendeleistung einer Sende-/Empfangsvorrichtung in einem Positionsmesssystem für eine Maschine gelöst. Das Verfahren weist die Verfahrensschritte auf: Senden einer ersten Sendeleistungsnachricht mit einer ersten Sendeleistung und Senden einer zweiten Sendeleistungsnachricht mit einer zweiten Sendeleistung, wobei die zweite Sendeleistung kleiner als die erste Sendeleistung ist, falls eine Sendeleistungsbestätigungsnachricht als Antwort auf die gesendete erste Sendeleistungsnachricht empfangen wurde, und wobei die zweite Sendeleistung größer als die erste Sendeleistung ist, falls keine Sendeleistungsbestätigungsnachricht als Antwort auf die gesendete erste Sendeleistungsnachricht empfangen wurde. Bei der Sende-/Empfangsvorrichtung kann es sich um jede Art vom integriertem Sender und Empfänger handeln, der in der Lage ist, mit einer Basisstation zu kommunizieren. Zum Einsatz in einem Messsystem bei einem Mess-

taster kann es sich bei der Sende-/Empfangsvorrichtung um eine mobile, batteriebetriebene Sende-/Empfangsvorrichtung handeln.

Die Sendeleistungsnachrichten dienen zur Bestimmung, ob eine Funkkommunikation zwischen Sende-/Empfangsvorrichtung und einer Basisstation mit der aktuellen Sendeleistung möglich ist. Abhängig von den Übertragsbedingungen über die Luftschnittstelle, das heißt bei Interferenzen mit anderen Signalen, wird die Sendeleistung der Sende-/Empfangsvorrichtung nachgeregelt. Mit Hilfe der vorgeschlagenen Lösung kann die untere Sendeleistungsgrenze, d.h. die Sendeleistung mit der noch eine Kommunikation zwischen Sende-/Empfangsvorrichtung und Basisstation möglich ist, ermittelt werden. Dies vermeidet ein permanentes Senden mit einer überhöhten Sendeleistung. Dadurch wird Energie in der Sende-/Empfangsvorrichtung eingespart. Die Sende-/Empfangsvorrichtung sendet die Sendeleistungsnachrichten an eine mit der Sende-/Empfangsvorrichtung in Verbindung stehende Basisstation. Nach Aussenden der Sendeleistungsnachricht wartet die Sende-/Empfangsvorrichtung auf den Empfang einer Sendeleistungsbestätigungsnachricht. Falls die Sendeleistungsnachricht von einer mit der Sende-/Empfangsvorrichtung in Verbindung stehenden Basisstation empfangen wird, so sendet die Basisstation eine Sendeleistungsbestätigungsnachricht. Abhängig von dem Empfang der Sendeleistungsbestätigungsnachricht weiß die Sende-/Empfangsvorrichtung, ob eine Funkverbindung zwischen Sende-/Empfangsvorrichtung und Basisstation möglich ist. Abhängig von dieser Information kann die Sende-/Empfangsvorrichtung die Sendeleistung für eine nachfolgende Sendeleistungsnachricht erhöhen oder verringern.

Gemäß eines weiteren Verfahrensschrittes kann nach der zweiten Sendeleistungsnachricht eine dritte Sendeleistungsnachricht mit einer dritten Sendeleistung gesendet werden. Falls die Sendeleistung der zweiten Sendeleistungsnachricht kleiner als die Sendeleistung der ersten Sendeleistungsnachricht war und eine Sendeleistungsbestätigungsnachricht auf die zweite Sendeleistungsnachricht eingeht, so ist die dritte Sendeleistung kleiner als die zweite Sendeleistung. Falls die Sendeleistung der zweiten Sendeleistungsnachricht kleiner als die Sendeleistung der ersten Sendeleis-

tungsnachricht war und keine Sendeleistungsbestätigungsnachricht auf die zweite Sendeleistungsnachricht eingeht, so ist die dritte Sendeleistung größer als die zweite Sendeleistung. Falls die Sendeleistung der zweiten Sendeleistungsnachricht größer als die Sendeleistung der ersten Sendeleistungsnachricht war und eine Sendeleistungsbestätigungsnachricht auf die zweite Sendeleistungsnachricht eingeht, so ist die dritte Sendeleistung gleich der zweiten Sendeleistung. Falls die Sendeleistung der zweiten Sendeleistungsnachricht größer als die Sendeleistung der ersten Sendeleistungsnachricht war und keine Sendeleistungsbestätigungsnachricht auf die zweite Sendeleistungsnachricht eingeht, so ist die dritte Sendeleistung größer als die zweite Sendeleistung.

Gemäß eines weiteren Verfahrensschrittes wird eine weitere Sendeleistungsnachricht gesendet. Falls die Sendeleistungen der beiden der weiteren Sendeleistungsnachricht direkt vorausgegangenen Sendeleistungsnachrichten gleich sind und ein vorbestimmtes Zeitintervall nicht verstrichen ist, so ist die Sendeleistung der weiteren Sendeleistungsnachricht gleich der Sendeleistung der beiden vorausgegangenen Sendeleistungsnachrichten. Bei dem Zeitintervall kann es sich um ein Zeitintervall seit dem ersten Senden einer Sendeleistungsnachricht handeln.

Alternativ kann die Sendeleistung der Sendeleistungsnachrichten ein vorbestimmtes Zeitintervall lang nur nach oben oder nur nach unten geregelt werden bis eine Sendeleistungsbestätigungsnachricht als Antwort auf eine Sendeleistungsnachricht empfangen wird und dann die Sendeleistung der Sendeleistungsnachrichten bis zum Ende des vorbestimmten Zeitintervalls unverändert bleibt. Eine Erhöhung der Sendeleistung der Sendeleistungsnachrichten vor Ende des vorbestimmten Zeitintervalls findet in diesem Fall nur dann statt, falls keine Sendeleistungsbestätigungsnachricht als Antwort auf eine Sendeleistungsnachricht empfangen wird. Nach Ablauf des vorbestimmten Zeitintervalls kann die Sendeleistung der Sendeleistungsnachrichten wieder erhöht oder verringert werden.

Nach Erhalt einer Sendeleistungsbestätigungsnachricht als Antwort auf eine Sendeleistungsnachricht kann die Sendeleistung der Sendeleistungsnachrichten auch konstant bleiben, und nach Ablauf eines vorbestimmten Zeitintervalls ohne ein Ausbleiben einer Sendeleistungsbestätigungsnachricht als Antwort auf eine Sendeleistungsnachricht die Sendeleistung der nachfolgenden Sendeleistungsnachricht verringert werden. Die Verringerung der Sendeleistung der Sendeleistungsnachrichten kann in diesem Fall wieder sukzessive so lange erfolgen, bis keine Sendeleistungsbestätigungsnachricht als Antwort auf eine Sendeleistungsnachricht empfangen wird.

Des Weiteren können auch Aufwärtsregelungsphasen, d.h. Zeitintervalle, in denen die Sendeleistung der Sendeleistungsnachrichten nur nach oben geregelt wird und/oder gleich bleibt, und/oder Abwärtsregelungsphasen, d.h. Zeitintervalle, in denen die Sendeleistung der Sendeleistungsnachrichten nur nach unten geregelt wird und/oder gleich bleibt, vorgegeben sein.

Da, falls keine Verbindung zwischen Sende-/Empfangsvorrichtung und Basisstation vorhanden ist, auch keine Sendeleistungsbestätigungsnachricht von der Basisstation an die Sende-/Empfangsvorrichtung gesendet wird, geht die Sende-/Empfangsvorrichtung nach dem Ablauf eines vorbestimmten Zeitintervalls ohne Empfang einer Sendeleistungsbestätigungsnachricht als Antwort auf die gesendete erste Sendeleistungsnachricht davon aus, dass keine Sendeleistungsbestätigungsnachricht empfangen wurde. Dadurch werden Kollisionen von Bestätigungsnachrichten und Synchronisationsprobleme vermieden.

Bevorzugt ist die zweite Sendeleistung einen vorbestimmten Sendeleistungswert kleiner oder größer als die erste Sendeleistung. Die Veränderungen der Sendeleistungen zwischen nachfolgenden Sendeleistungsnachrichten können sich um einen vorbestimmten Sendeleistungswert unterscheiden. Zwischen den nachfolgenden Sendeleistungsnachrichten können auch eine oder mehrere Sendeleistungsnachrichten mit einem konstanten Sendeleistungswert gesendet werden.

Damit beim Start des Verfahrens immer eine Verbindung zwischen Sende-
/Empfangsvorrichtung und Basisstation möglich ist wird beim Start des Verfahrens
eine Sendeleistungsnachricht mit einer maximalen bzw. nahezu maximalen Sende-
leistung der Sende-/Empfangsvorrichtung gesendet. Bei dem Start des Verfahrens
5 kann es sich um einen Anlernvorgang der Sende-/Empfangsvorrichtung an eine Ba-
sisstation oder ein erstes Senden einer Sendeleistungsnachricht nach Einschalten
einer Werkzeugmaschine oder bei Beginn eines neuen Messzyklusses handeln. Nach-
folgende Sendeleistungsnachrichten können solange mit jeweils sukzessive verringer-
ter Sendeleistung gesendet werden, bis keine Sendeleistungsbestätigungsnachricht
10 auf eine Sendeleistungsnachricht eingeht. Somit beginnt die Regelung der Sendeleis-
tung der Sende-/Empfangsvorrichtung mit einem maximalen Wert und tastet sich
sukzessive an die untere Sendeleistungsgrenze heran. Sobald die untere Sendeleis-
tungsgrenze bestimmt wurde, erfolgt eine sukzessive Regelung der Sendeleistung
nach oben bzw. unten entlang des Grenzwerts der Sendeleistung für eine sichere
15 Datenübertragung.

Zum Anlernen bzw. zur Registrierung einer Sende-/Empfangsvorrichtung an eine
Basisstation und/oder zum Wecken eines mit der Sende-/Empfangsvorrichtung ver-
20 bundenen Messtasters wird ferner eine Anfragenachricht von der Sende-
/Empfangsvorrichtung an die Basisstation gesendet.

Bevorzugt wird die Anfragenachricht mit einer Sendeleistung gesendet, die einen
vorbestimmten Sendeleistungswert über der Sendeleistung der Sendeleistungsnach-
25 richt liegt. Die aktuelle Sendeleistung der Sendeleistungsnachricht gibt die untere
Sendeleistungsgrenze an. Die Anfragenachricht soll jedoch, um Echtzeiterfordernis-
sen zu genügen, immer von der Basisstation erfolgreich empfangen werden. Aus
diesem Grund wird die Anfragenachricht mit einer Sendeleistung gesendet, welche
der Sendeleistung der Sendeleistungsnachricht und zusätzlich einem Sicherheitswert
30 entspricht. Der Sicherheitswert der Sendeleistung wird so gewählt, dass ein Empfang

der Anfragenachricht in der Basisstation auch bei plötzlich erhöhten Interferenzen auf der Luftschnittstelle noch gewährleistet ist.

Falls die Basisstation mit der Sende-/Empfangsvorrichtung kommunizieren will bzw. der Messtaster aus einem Energiesparmodus geweckt werden soll, so antwortet die Basisstation auf die Anfragenachricht mit einer Anfragebestätigungsnachricht. Die Sende-/Empfangsvorrichtung empfängt die Anfragebestätigungsnachricht als Antwort auf die gesendete Anfragenachricht jedoch nur innerhalb eines vorbestimmten Zeitintervalls nach dem Senden der Anfragenachricht. Wird keine Anfragebestätigungsnachricht innerhalb des vorbestimmten Zeitintervalls nach dem Senden der Anfragenachricht von der Sende-/Empfangsvorrichtung empfangen, so geht die Sende-/Empfangsvorrichtung davon aus, dass die Basisstation keine Kommunikation mit der Sende-/Empfangsvorrichtung wünscht. Entsprechend würde eine nach dem vorbestimmten Zeitintervall eingehende Anfragebestätigungsnachricht verworfen werden. Dies ermöglicht eine weitere Energieeinsparung auf Seiten der Sende-/Empfangsvorrichtung. Dies hat beispielsweise gegenüber bekannten Lösungen bei Infrarotsystemen, bei denen ständig nach entsprechenden Nachrichten von einer Basisstation gesucht wird, den Vorteil, dass in der Sende-/Empfangsvorrichtung nur beim Senden der Anfragenachricht Energie verbraucht, nach Ablauf des vorbestimmten Zeitintervalls bis zum Senden einer erneuten Anfragenachricht jedoch für die Anfragenachricht keine weitere Energie benötigt wird. Darüber hinaus werden Nachrichtenüberlappungen vermieden.

Falls innerhalb des vorbestimmten Zeitintervalls auf die gesendete Anfragenachricht eine Anfragebestätigungsnachricht empfangen wird, so gibt die Sende-/Empfangsvorrichtung ein Wecksignal aus. Durch dieses Wecksignal kann der mit der Sende-/Empfangsvorrichtung in Verbindung stehende Messtaster der Werkzeugmaschine von einem Energiesparmodus in einen Betriebsmodus versetzt werden.

Bevorzugt werden die Anfragenachrichten und/oder die Sendeleistungsnachrichten zyklisch bzw. periodisch von der Sende-/Empfangsvorrichtung gesendet. Dadurch ist eine synchronisierte Regelung der Sendeleistung möglich.

5 Um die Kommunikation zwischen Sende-/Empfangsvorrichtung und Basisstation robust gegenüber Störungen zu gestalten und bei geringem Energieverbrauch auch die notwendigen Echtzeitkriterien einzuhalten werden die Nachrichten mit Hilfe von Chirp-Signalen in einem Frequenzspreizverfahren übertragen. Bei der Frequenzsprei-
10 zung handelt es sich um ein Verfahren zur Datenübertragung per Funk bei dem ein schmalbandiges Signal in ein breitbandiges Signal umgewandelt wird. Die Sende-
energie, die zuvor in einem kleinen Frequenzbereich konzentriert war, wird dabei auf
einen größeren Frequenzbereich verteilt. Dies liefert eine hohe Robustheit gegenüber
schmalbandigen Störungen, beispielsweise durch Bluetooth (R)- oder W-LAN-Signale.
Bei einem Chirp-Signal handelt es sich um ein Signal, welches innerhalb eines defi-
15 nierten Zeitintervalls mit einer (konstanten) Frequenzänderung beginnend bei einem definierten Frequenzstartwert hin zu einem definierten Frequenzendwert übertragen
wird. In Abhängigkeit von dem Frequenzstartwert und dem Frequenzendwert spricht
man von einem „Upchirp“ oder einem „Downchirp“. Eine Nachrichtenübertragung mit
Hilfe von Chirp-Signalen hat den Vorteil einer hohen Robustheit gegenüber schmal-
20 bandigen Störungen. Die Signale werden bevorzugt im Industrial, Scientific and Me-
dical (ISM)-Frequenzband (beginnend bei 2,4 GHz) übertragen. Informationen
werden als logische Informationen („0“ oder „1“) übertragen, wodurch das gesamte
Industrial, Scientific and Medical (ISM)-Frequenzband genutzt werden kann. Das
ISM-Frequenzband ist ein lizenzfreies Frequenzband in dem ohne Lizenzkosten ge-
25 sendet werden kann. Es erfolgt ferner eine energieeffiziente Übertragung, da das
Frequenzspektrum über die verfügbare Bandbreite nahezu ideal ausgenutzt werden
kann. Darüber hinaus ist die Signalenergie pro Frequenz gering, wodurch kaum eine
Beeinflussung anderer Funkssysteme, zum Beispiel W-LAN oder Bluetooth (R), statt-
findet. Dies ist insbesondere von Vorteil z.B. in einer Werkshalle, in der eine Vielzahl
30 von Werkzeugmaschinen und Kommunikationssysteme senden und ein hohes Inter-
ferenzpotential vorhanden ist. Darüber hinaus ermöglichen Chirp-Signale geringere

Verzögerungszeiten als beispielsweise Frequenzsprungverfahren. Dies ist insbesondere beim Antasten eines Messtasters an ein Werkstück von Vorteil. Es ist keine Wartezeit auf einen Sende-Zeitschlitz erforderlich, so dass keine Synchronisation notwendig ist. Bei der Übertragung mit Hilfe von Chirp-Signalen sind Verzögerungszeiten von 1 bis 1,5ms möglich. Somit ist ein optimiertes Echtzeitverhalten bei geringer Störungsanfälligkeit möglich. Durch die bekannte Verzögerung wird des weiteren die Notwendigkeit eines wiederholten Sendens von Nachrichten aufgrund von Störungen reduziert.

Damit eine Sende-/Empfangsvorrichtung mit einer Basisstation kommunizieren kann, muss die Sende-/Empfangsvorrichtung an der Basisstation angelernt bzw. registriert werden. Dazu empfängt die Sende-/Empfangsvorrichtung von der Basisstation eine Basis-Seriennummer und berechnet eine Gruppen ID aus der empfangenen Basis-Seriennummer. Bei der Basis-Seriennummer kann es sich um jede Art von Nummer handeln, welche die Basisstation eindeutig identifiziert.

Für den weiteren Anlernvorgang wird die Seriennummer der Sende-/Empfangsvorrichtung von der Sende-/Empfangsvorrichtung an die Basisstation gesendet. Aus der empfangenen Basis-Seriennummer wird ferner eine Basis ID und aus der Seriennummer der Sende-/Empfangsvorrichtung eine Geräte ID berechnet. Bei der Seriennummer der Sende-/Empfangsvorrichtung kann es sich um jede Art von Nummer handeln, welche die Sende-/Empfangsvorrichtung eindeutig identifiziert.

Nach Abschluss der vorangegangenen Verfahrensschritte ist die Sende-/Empfangsvorrichtung an die Basisstation angelernt und kann mit dieser kommunizieren. Zur Kommunikation empfängt die Sende-/Empfangsvorrichtung ein Datenpaket von der Basisstation. Das Datenpaket enthält eine Gruppen ID, eine Geräte ID einer Basisstation und eine Geräte ID einer Sende-/Empfangsvorrichtung.

Die Gruppen ID kennzeichnet eindeutig die Basisstation und sämtliche Sende-/Empfangseinrichtungen einer Werkzeugmaschine. Somit ist mit Hilfe der Gruppen ID

eindeutig identifizierbar, ob es sich bei einer Nachricht bzw. einem Datenpaket um eine Nachricht der eigenen Werkzeugmaschine handelt. Dazu wird in einem ersten Verfahrensschritt ein Datenpaket empfangen. Anschließend wird die in dem Datenpaket enthaltene Gruppen ID ausgewertet. Falls das Datenpaket eine unbekannte Gruppen ID enthält, so wird das Datenpaket von der Sende-/Empfangsvorrichtung verworfen. In diesem Fall wird davon ausgegangen werden, dass es sich um ein Datenpaket einer anderen Werkzeugmaschine handelt.

Die Geräte ID kennzeichnet jeweils ein Gerät, das heißt die Basisstation oder eine Sende-/Empfangsvorrichtung, einer Werkzeugmaschine. Zur Identifikation ob ein Datenpaket für eine Sende-/Empfangsvorrichtung bestimmt ist, wird in einem ersten Verfahrensschritt ein Datenpaket empfangen. Anschließend wird die in dem Datenpaket enthaltene Geräte ID ausgewertet. Falls das Datenpaket eine unbekannte Geräte ID enthält, wird das Datenpaket verworfen. In diesem Fall wird davon ausgegangen, dass das Datenpaket nicht für die Sende-/Empfangsvorrichtung bestimmt war.

Durch die Verwendung von Gruppen IDs und Geräte IDs ist ein gruppenweises Ansprechen von Sende-/Empfangsvorrichtungen durch eine Basisstation möglich. Zusätzlich ist auch ein gezieltes Ansprechen einer Sende-/Empfangsvorrichtung möglich. Dadurch wird die Prozessorlast der Basisstation verringert.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Steuerung einer mit einer Sende-/Empfangsvorrichtung in Verbindung stehenden Basisstation in einem Positionsmesssystem für eine Maschine. Die Basisstation führt die folgenden Verfahrensschritte aus: Senden der Basis-Seriennummer der Basisstation, Empfangen der Seriennummer der Sende-/Empfangsvorrichtung und Berechnen einer Geräte ID aus der empfangenen Seriennummer der Sende-/Empfangsvorrichtung.

Als weitere Verfahrensschritte werden eine Gruppen ID und eine Geräte ID aus der Seriennummer der Basisstation berechnet. Dadurch ist ein Anlernvorgang einer Sende-/Empfangsvorrichtung an die Basisstation möglich.

- 5 Nach dem Anlernvorgang kann ein Datenpaket enthaltend eine Gruppen ID, eine Geräte ID der Basisstation und eine Geräte ID einer Sende-/Empfangsvorrichtung gesendet werden.

10 Die vorliegende Erfindung kann in der Form von Hardware, in der Form von Software oder in der Form einer kombinierten Hardware/Software realisiert werden.

Hinsichtlich der Software wird ein Computerprogrammprodukt vorgeschlagen. Das Computerprogrammprodukt weist Programmcode zum Ausführen einer oder mehrerer der erfindungsgemäßen Verfahrensschritte auf, wenn das Computerprogrammprodukt in einem Computer ausgeführt wird.

Das Computerprogrammprodukt kann auf einem maschinenlesbaren Träger gespeichert sein.

20 Hinsichtlich eines Hardwareaspekts wird die oben genannte Aufgabe mit einer Sende-/Empfangsvorrichtung für ein Positionsmesssystem einer Maschine gelöst. Die Sende-/Empfangsvorrichtung weist auf eine Sendeeinheit zum Senden einer ersten Sendeleistungsnachricht mit einer ersten Sendeleistung und eine Empfangseinheit zum Empfangen einer Bestätigungsnachricht als Antwort auf die gesendete erste
25 Sendeleistungsnachricht, wobei die Sendeeinheit dazu ausgelegt ist, eine zweite Sendeleistungsnachricht mit einer zweiten Sendeleistung zu senden, wobei die zweite Sendeleistung kleiner als die erste Sendeleistung ist, falls eine Sendeleistungsbestätigungsnachricht als Antwort auf die erste Sendeleistungsnachricht empfangen wurde,
30 und wobei die zweite Sendeleistung größer als die erste Sendeleistung ist, falls keine Sendeleistungsbestätigungsnachricht als Antwort auf die erste Sendeleistungsnachricht empfangen wurde.

Die oben genannte Aufgabe wird auch mit Hilfe einer Basisstation für ein Positionsmesssystem einer Maschine gelöst. Die Basisstation umfasst eine Sendeeinheit zum Senden der Basis-Seriennummer der Basisstation, eine Empfangseinheit zum Empfangen der Seriennummer einer Sende-/Empfangsvorrichtung und eine Berechnungseinheit zum Berechnen einer Geräte ID aus der empfangenen Seriennummer der Sende-/Empfangsvorrichtung.

Die Erfindung betrifft ferner ein Positionsmesssystem für eine Maschine mit einer erfindungsgemäßen Sende-/Empfangsvorrichtung und einer erfindungsgemäßen Basisstation.

Die vorliegende Erfindung betrifft auch ein Datenpaket zur Verwendung in einem erfindungsgemäßen Verfahren und/oder einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer Gruppen ID, einer Geräte ID einer Basisstation und einer Geräte ID einer Sende-/Empfangsvorrichtung.

Weitere Merkmale, Eigenschaften, Vorteile und mögliche Abwandlungen der Technik zur Regelung der Sendeleistung einer Sende-/Empfangsvorrichtung werden anhand der nachstehenden Beschreibung verdeutlicht, in der auf die beigefügten Zeichnungen Bezug genommen ist.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 zeigt ein Diagramm der Steuerung der Sendeleistung einer Sende-/Empfangsvorrichtung über der Zeit;

Fig. 2 zeigt ein Leistungsdiagramm einer Steuerung der Sendeleistung einer Sende-/Empfangsvorrichtung über der Zeit;

- Fig. 3 zeigt ein Zeitdiagramm eines Weckvorgangs;
- Fig. 4 zeigt die Struktur eines Datenpakets;
- 5 Fig. 5 zeigt die Struktur eines MAC-Rahmens eines Datenpakets;
- Fig. 6 zeigt eine erste Variante eines Messsystems in schematischer Darstellung;
- 10 Fig. 7 zeigt eine zweite Variante eines Messsystems in schematischer Darstellung;
- Fig. 8 zeigt eine dritte Variante eines Messsystems in schematischer Darstellung;
- 15 Fig. 9 zeigt eine vierte Variante eines Messsystems in schematischer Darstellung; und
- Fig. 10 zeigt ein Diagramm eines Anlernvorgangs einer Sende-/Empfangsvorrichtung an einer Basisstation über der Zeit.
- 20

Detaillierte Beschreibung

- 25 Fig. 1 zeigt den Ablauf einer Regelung der Sendeleistung einer mobilen Sende-/Empfangsvorrichtung T über der Zeit. Die mobile Sende-/Empfangsvorrichtung T kommuniziert mit einer Basisstation B. In dem Diagramm ist ferner die Sendeleistung P über der Zeit dargestellt.
- 30 Zu Beginn der Regelung der Sendeleistung wird eine erste Sendeleistungsnachricht mit einer Sendeleistung $P_{\text{out}} = 1$ von der Sende-/Empfangsvorrichtung T an die Ba-

sisstation B gesendet. Nach Ablauf eines vorbestimmten Zeitintervalls wird keine Sendeleistungsbestätigungsnachricht ACK von der Sende-/Empfangsvorrichtung T empfangen. Somit kann davon ausgegangen werden, dass die Basisstation B die erste Sendeleistungsnachricht nicht erhalten hat. Folglich wird nach Ablauf eines

5 zyklischen Zeitintervalls t_z eine zweite Sendeleistungsnachricht mit der Sendeleistung $P_{\text{out}} = 2$ von der Sende-/Empfangsvorrichtung T an die Basisstation B gesendet. Auch auf diese Sendeleistungsnachricht wird keine Sendeleistungsbestätigungsnachricht ACK von der Sende-/Empfangsvorrichtung T empfangen. Somit wird erneut nach

10 Ablauf eines Zeitintervalls t_z eine Sendeleistungsnachricht, diesmal mit der Sendeleistung $P_{\text{out}} = 3$, von der Sende-/Empfangsvorrichtung T an die Basisstation B gesendet. Diesmal erreicht die Sendeleistungsnachricht die Basisstation B. Als Antwort auf die Sendeleistungsnachricht sendet die Basisstation B eine Sendeleistungsbestätigungsnachricht ACK an die Sende-/Empfangsvorrichtung T. Somit ist nach Ablauf des Zeit-

15 intervalls t_1 die untere Sendeleistungsgrenze für eine Kommunikation zwischen Sende-/Empfangsvorrichtung T und Basisstation B gefunden. Anschließend sendet die Sende-/Empfangsvorrichtung T nach Ablauf eines Zeitintervalls t_z erneut eine Sendeleistungsnachricht mit der Sendeleistung $P_{\text{out}} = 3$. Die Sendebedingungen haben sich nicht verschlechtert und die Basisstation B empfängt die Sendeleistungsnachricht. Als Antwort auf die Sendeleistungsnachricht sendet sie eine

20 Sendeleistungsbestätigungsnachricht ACK zurück an die Sende-/Empfangsvorrichtung T. Die Sende-/Empfangsvorrichtung T versucht sodann, ob eine Sendeleistungsnachricht mit einer geringeren Sendeleistung noch empfangen wird. Dazu sendet sie innerhalb des Zeitintervalls t_2 eine Sendeleistungsnachricht mit der Sendeleistung $P_{\text{out}} = 2$. Nach Ablauf eines vorbestimmten Zeitintervalls empfängt die Sende-

25 /Empfangsvorrichtung T jedoch keine Sendeleistungsbestätigungsnachricht ACK von der Basisstation B. Folglich weiß die Sende-/Empfangsvorrichtung T, dass sich die Sendeleistung $P_{\text{out}} = 2$ unterhalb der gegenwärtigen unteren Sendeleistungsgrenze befindet. Somit sendet die Sende-/Empfangsvorrichtung T erneut eine Sendeleistungsnachricht mit der Sendeleistung $P_{\text{out}} = 3$. Diese Sendeleistungsnachricht wird

30 mit Hilfe einer Sendeleistungsbestätigungsnachricht ACK bestätigt. Das Verfahren wird fortgesetzt, in dem erneut eine Sendeleistungsnachricht mit der Sendeleistung

$P_{\text{out}} = 3$ von der Sende-/Empfangsvorrichtung T an die Basisstation B gesendet und mit Hilfe einer Sendeleistungsbestätigungsnachricht ACK bestätigt wird. Innerhalb des Zeitintervalls t_1 folgt somit eine sukzessive Erhöhung der Sendeleistung, innerhalb des Zeitintervalls t_2 eine sukzessiver Verringerung der Sendeleistung und innerhalb des Zeitintervalls t_3 wiederum eine sukzessiver Erhöhung der Sendeleistung. Die Erhöhung der Sendeleistung erfolgt bis zu einem Sendeleistungswert P_{max} , der $P_{\text{out}} = 3$ entspricht, und die Verringerung der Sendeleistung erfolgt von dem Sendeleistungswert P_{max} .

Die Sendeleistungsnachrichten werden zyklisch, d.h. jeweils nach Ablauf des Zeitintervalls t_z , gesendet. Bei den Sendeleistungsnachrichten und den Sendeleistungsbestätigungsnachrichten handelt es sich um Chirp - Signale, die mit Hilfe eines Frequenzspreizverfahrens im ISM-Frequenzband übertragen werden. Die Signale können beispielsweise mit Hilfe eines drahtlosen nanoNET Netzwerkes der Firma nanotron TECHNOLOGIES übertragen werden.

Die Regelung der Sendeleistung der Sende-/Empfangsvorrichtung T verringert die Störung anderer Funkssysteme. Darüber hinaus werden Eigenstörungen, das heißt Eigenüberlagerungen durch Reflexion mit Laufzeiteffekten, vermieden. Des Weiteren wird der Stromverbrauch der Sende-/Empfangsvorrichtung durch das Regelungsverfahren verringert.

Fig. 2 zeigt ein Diagramm einer Regelung der Sendeleistung der Sende-/Empfangsvorrichtung über der Zeit. P_{out} bezeichnet die Sendeleistung, mit der Sendeleistungsnachrichten gesendet werden, P_s bezeichnet die Sendeleistung, mit der Anfragenachrichten gesendet werden und G bezeichnet den Grenzwert der Sendeleistung für eine sichere Datenübertragung. Die Sendeleistung P_s , mit der Anfragenachrichten von der Sende-/Empfangsvorrichtung an die Basisstation gesendet werden ist jeweils einen Sendeleistungswert ΔP_2 höher als die aktuelle Sendeleistung P_{out} , mit der Sendeleistungsnachrichten gesendet werden. Damit auch im Falle einer Sendeleistung nahe dem Grenzwert G kritische Schaltungsnachrichten sicher über-

tragen werden können, werden die Anfragennachrichten mit dem zusätzlichen Sicherheitswert ΔP_2 an Sendeleistung übertragen.

Das Verfahren zur Regelung der Sendeleistung der mobilen Sende-/Empfangsvorrichtung beginnt mit dem Senden einer Sendeleistungsnachricht mit einer maximalen Sendeleistung P_{\max} der Sende-/Empfangsvorrichtung. Dadurch wird eine erste Sendeleistungsnachricht mit einer hohen Wahrscheinlichkeit von der Basisstation empfangen. Die Sendeleistungsnachrichten werden zyklisch nach jeweiligen Zeitintervallen t_z gesendet. Bevorzugt beträgt das Zeitintervall t_z 10 bis 30ms. Bei dem Zeitintervall t_5 handelt es sich um eine Startphase. Diese Startphase wird bei einem Wechsel von einem Energiesparmodus in einen Betriebsmodus einmalig durchlaufen. Die eingestellte Sendeleistung der Sendeleistungsnachricht wird sukzessive an den niedrigsten Sendeleistungswert, das heißt den Grenzwert G , bei dem eine sichere Datenübertragung zwischen Sende-/Empfangsvorrichtung und Basisstation noch möglich ist, herangetastet. Eine Erhöhung bzw. Verringerung der Sendeleistung erfolgt jeweils um einen vorbestimmten Sendeleistungswert ΔP_1 . In einer zweiten Zeitphase t_6 wird die Sendeleistung P_{out} mit jeder zyklischen Sendeleistungsnachricht nach Bedarf sukzessive erhöht. Eine Absenkung der Sendeleistung der Sendeleistungsnachricht P_{out} geschieht in dieser Zeitphase t_6 nicht. Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, muss nicht nach jedem Zeitintervall t_z , das heißt nach jedem Senden einer Sendeleistungsnachricht die Sendeleistung nach oben bzw. nach unten geregelt werden. Es ist auch denkbar, dass die Sendeleistung P_{out} zumindest innerhalb einer vorbestimmten Zeitphase bei eingehenden Sendeleistungsbestätigungsnachrichten konstant bleibt.

Nach Ablauf der Zeitphase t_6 wird in eine Zeitphase t_7 übergegangen, in der versucht wird, die Sendeleistung P_{out} möglichst gering zu halten. Dazu wird sukzessive die Sendeleistung reduziert, bis keine Kommunikation mit der Basisstation mehr möglich ist. In der Zeitphase t_7 erfolgt nur eine Verringerung der Sendeleistung der Sendeleistungsnachrichten und somit auch der Anfragennachrichten.

Nach Erreichen der unteren Grenze, das heißt wenn die Sendeleistung P_{out} unterhalb des Grenzwertes G der Sendeleistung ist, wird in die Zeitphase t_8 übergegangen, in der wiederum eine sukzessive Erhöhung der Sendeleistung P_{out} stattfindet. Der Grenzwert G der Sendeleistung ist jeweils von den Interferenzen über die Luft-

5 schnittstelle abhängig. Beispielsweise kann es bei einem hohen Aufkommen von Sendungen über die Luftschnittstelle zwischen einer Vielzahl von Sende-/Empfangsvorrichtungen und Basisstationen, insbesondere in einer Werkshalle, zu Interferenzen kommen. Entsprechend kann bei hohen Interferenzen der Grenzwert G steigen und bei geringen Interferenzen fallen.

10

Bei den Zeitintervallen t_5 , t_6 , t_7 und/oder t_8 kann es sich um vorbestimmte Zeitintervalle handeln.

Mit der in der Fig. 2 gezeigten Sendeleistung P_s können Anfragenachrichten von der

15 Sende-/Empfangsvorrichtung an die Basisstation gesendet werden, mit deren Hilfe ein mit der Sende-/Empfangsvorrichtung in Verbindung stehender Messtaster von einem Energiesparmodus in einen Betriebsmodus versetzt, das heißt geweckt, werden kann.

20

Fig. 3 zeigt den zeitlichen Ablauf eines Anlernvorgangs einer Sende-/Empfangsvorrichtung T an einer Basisstation B . Eine Anfragenachricht A wird dazu mit einer Sendeleistung P von der Sende-/Empfangsvorrichtung T an die Basisstation B gesendet. Die Anfragenachricht A hat eine Impulsdauer t_{10} und wird zyklisch jeweils nach Ablauf eines Zeitintervalls t_{12} gesendet. Innerhalb eines Zeitintervalls t_{11} wartet die

25 Sende-/Empfangsvorrichtung T auf den Empfang eine Anfragebestätigungsnachricht N . Das Zeitintervall t_{10} beträgt in diesem Ausführungsbeispiel $300\mu\text{s}$, das Zeitintervall t_{11} 2 bis $300\mu\text{s}$ und das Zeitintervall t_{12} 1000ms . Die Anfragebestätigungsnachricht N zeigt der Sende-/Empfangsvorrichtung T an, dass die Basisstation B mit ihr kommunizieren will. Wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, empfängt die Sende-/Empfangsvorrichtung

30 T nach dem zweiten Senden der Anfragenachricht A innerhalb des Zeitintervalls t_{11} eine Anfragebestätigungsnachricht N . Diese Anfragebestätigungsnachricht N hat eine

Impulsdauer t_{13} . Somit wird der Sende-/Empfangsvorrichtung T signalisiert, dass die Basisstation B mit der Sende-/Empfangsvorrichtung T kommunizieren will. Anschließend weckt die Sende-/Empfangsvorrichtung T einen mit ihr verbundenen Messtaster (nicht gezeigt), das heißt sie versetzt den Messtaster von einem Energiesparmodus in einen Betriebsmodus. Die Sende-/Empfangsvorrichtung T ist nur innerhalb des Zeitintervalls t_{11} zum Empfang der Anfragebestätigungsnachricht N bereit. Würde eine Anfragebestätigungsnachricht N nach Ablauf des Zeitintervalls t_{11} von der Basisstation B an die Sende-/Empfangsvorrichtung T gesendet werden, so würde kein Wecken des Messtasters erfolgen.

Eine Versetzung des Messtasters aus einem Betriebsmodus zurück in einen Energiesparmodus kann mit Hilfe einer Nachricht von der Basisstation B an die Sende-/Empfangsvorrichtung T oder nach Ablauf eines Zeitintervalls ohne Eingang einer Befehlsnachricht erfolgen.

Fig. 4 zeigt die Struktur eines Datenpakets. Das Datenpaket kann zum Senden von Nachrichten zwischen einer Sende-/Empfangsvorrichtung und einer Basisstation und in umgekehrte Richtung verwendet werden. Das Datenpaket umfasst eine Präambel, ein SyncWort, einen MAC (Media Access Control) - Rahmen und ein Tail. Die Präambel umfasst 30 Bit und wird benötigt, damit sich ein Funkchip auf ein Datenpaket synchronisieren kann. Dies wird beispielsweise für Automatic Gain Control (AGC) und zur Bitsynchronisation benötigt. Das SyncWort umfasst 64 Bit und wird benötigt, um die Paketsynchronisation aufrechtzuerhalten. Bei dem SyncWort handelt es sich um eine Gruppen ID. Alle Geräte, die in eine Maschine eingesetzt werden, benutzen das gleiche SyncWort. Dadurch wird eine logische Abgrenzung zu benachbarten Systemen ermöglicht. Durch eine gezielte Veränderung des SyncWortes kann erreicht werden, dass sich nur Funkchips auf die entsprechenden Datenpakete synchronisieren können, welche das entsprechend richtige SyncWort besitzen. Somit verhält sich das SyncWort wie ein physikalischer Filter. Der MAC-Rahmen umfasst 80 Bit und die Payload, welche Nutzdaten beinhaltet. Schließlich umfasst das Datenpaket noch ein Ende, eine sogenanntes Tail, mit 4 Bit.

Fig. 5 zeigt die Datenstruktur des MAC-Rahmens. Der MAC-Rahmen umfasst einen Header und die Payload. Der Header umfasst eine MAC-Zieladresse, eine MAC-Quellenadresse, sonstige Steuerdaten und ein Feld CRC1 (Cyclic Redundancy Check).

5 Die MAC-Zieladresse umfasst die Adresse des Ziels des Datenpakets, die MAC-Quellenadresse umfasst die Adresse des Absenders des Datenpakets, die sonstigen Steuerdaten umfassen Angaben über Paketlänge, Verschlüsselung, Fragmentierung, etc. und das Feld CRC1 umfasst einen Wert für die zyklische Redundanzprüfung des Headers. Die Payload umfasst Nutzdaten und ein Feld CRC2. Die Nutzdaten umfassen
10 die eigentlichen Nutzinformationen des Datenpakets und das Feld CRC2 umfasst einen Wert für die zyklische Redundanzprüfung der Nutzdaten. Die Verwendung von MAC-Adressen, beispielsweise gemäß dem IEEE 802-1990 Standard, erlaubt die Adressierung einzelner Geräte innerhalb einer Gruppen ID. Bei der MAC-Adresse handelt es sich um eine Geräte ID.

15

Die Fig. 6 bis 9 zeigen vier Varianten von Anlernvorgängen von Sende-/Empfangsvorrichtungen an eine Basisstationen in einem schematisch dargestellten Messsystem.

20 Fig. 6 zeigt eine Maschine M1 mit einer Basisstation B1 und einer Sende-/Empfangsvorrichtung C. Über die Gruppen ID wird die Maschine M1 definiert. Das heißt beide Elemente B1 und C gehören über die Gruppen ID = 1 zur Maschine M1. Folglich weiß die Sende-/Empfangsvorrichtung C, dass sie nur Datenpakete mit der Gruppen ID = 1 empfangen und verarbeiten muss.

25

Fig. 7 zeigt eine weitere Maschine M2 mit einer Basisstation B2 und drei damit in Verbindung stehende Sende-/Empfangsvorrichtungen D, E, F. Über die Gruppen ID = 2 wird festgelegt, dass sämtliche Vorrichtungen B2, D, E, F zur Maschine M2 gehören. So kann die Basisstation B2 einen Gruppenruf an sämtliche Sende-
30 /Empfangsvorrichtungen D, E, F aussenden, wobei die Sende-

/Empfangsvorrichtungen D, E und F das Datenpaket als für sie bestimmt über die Gruppen ID = 2 ausfiltern können.

Fig. 8 zeigt eine Ausführungsform eines Sendens eines Datenpakets in der Maschine M1 gemäß Fig. 6. Die Basisstation B1 sendet eine Nachricht mit der Gruppen ID = 1, dem Feld „Source“ = B1 und dem Feld „Dest“ = C an die Sende-/Empfangsvorrichtung C. Das Feld „Source“ bezeichnet dabei den Absender und das Feld „Dest“ den Empfänger des Datenpakets. Die Sende-/Empfangsvorrichtung C wertet folglich zuerst die Gruppen ID aus. Die Gruppen ID = 1 zeigt der Sende-/Empfangsvorrichtung an, dass es sich um eine Nachricht der Maschine M1 handelt. Anschließend wird das Feld „Source“ ausgelesen. Durch Auslesen des Feldes „Source“ weiß die Sende-/Empfangsvorrichtung, dass die Nachricht von der Basisstation B1 stammt und durch Auslesen des Feldes „Dest“ weiß sie, dass die Nachricht für sie bestimmt ist.

Fig. 9 zeigt eine Ausführungsform der Maschine M2 gemäß Fig. 7. Die Basisstation B2 der Maschine M2 kommuniziert mit den Sende-/Empfangsvorrichtungen D, E und F. Über die Gruppen ID = 2 wird festgelegt, dass es sich um Datenpakete der Maschine M2 handelt. Die Datenpakete von der Basisstation B2 weisen jeweils die Geräte ID „Dest“ = B2 und die Geräte IDs „Source“ = D, E, oder F auf. Somit können mit Hilfe der Datenpakete sämtliche Sende-/Empfangsvorrichtungen D, E, F bzw. damit in Verbindung stehende Messtastköpfe (nicht gezeigt) der Maschine M2 adressiert werden.

Fig. 10 zeigt schematisch den Ablauf eines Anlernvorgangs einer Sende-/Empfangsvorrichtung T an einer Basisstation B. Zuerst wird in einem Verfahrensschritt 10 aus der eigenen Seriennummer der Basisstation eine Gruppen ID berechnet. Die Seriennummer der Basisstation wird, wie durch den Pfeil 12 gezeigt, von der Basisstation B an die Sende-/Empfangsvorrichtung T gesendet. In Schritt 14 wird in der Sende-/Empfangsvorrichtung T mit Hilfe der empfangenen Basis-Seriennummer eine Gruppen ID berechnet. Anschließend wird in einem Schritt 16 die Seriennummer der Sen-

- de-/Empfangsvorrichtung T an die Basisstation B gesendet. Aus der empfangenen Seriennummer der Sende-/Empfangsvorrichtung wird eine Geräte ID der Sende-/Empfangsvorrichtung T berechnet (Schritt 18). Des Weiteren wird in Schritt 18 eine eigene Geräte ID aus der Seriennummer der Basisstation berechnet. In Schritt 20
- 5 wird in der Sende-/Empfangsvorrichtung aus der Seriennummer der Sende-/Empfangsvorrichtung eine eigene Geräte ID der Sende-/Empfangsvorrichtung T und aus der empfangenen Basis-Seriennummer der Basisstation B eine Basis-Geräte ID berechnet.
- 10 Durch den in Figur 10 gezeigten Anlernvorgang verfügen alle beteiligten Vorrichtungen B, T über die notwendigen Daten für eine gesicherte Kommunikation. Durch den Anlernvorgang sind auch die Gruppen ID und die Geräte ID der Basisstation B und der Sende-/Empfangsvorrichtung T in beiden Vorrichtungen bekannt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung der Sendeleistung einer Sende-/Empfangsvorrichtung (T) in einem Positionsmesssystem für eine Maschine, wobei die Sende-
5 /Empfangsvorrichtung (T) die folgenden Verfahrensschritte ausführt:
 - Senden einer ersten Sendeleistungsnachricht mit einer ersten Sendeleistung (P_{out}); und
 - Senden einer zweiten Sendeleistungsnachricht mit einer zweiten Sendeleistung (P_{out}), wobei
10 die zweite Sendeleistung kleiner als die erste Sendeleistung ist, falls eine Sendeleistungsbestätigungsnachricht (ACK) als Antwort auf die gesendete erste Sendeleistungsnachricht empfangen wurde, und wobei
die zweite Sendeleistung größer als die erste Sendeleistung ist, falls keine Sendeleistungsbestätigungsnachricht (ACK) als Antwort auf die gesendete erste
15 Sendeleistungsnachricht empfangen wurde.

2. Verfahren nach Anspruch 1 mit dem weiteren Verfahrensschritt
 - Senden einer dritten Sendeleistungsnachricht mit einer dritten Sendeleistung (P_{out}), wobei,
20 falls die Sendeleistung der zweiten Sendeleistungsnachricht kleiner als die Sendeleistung der ersten Sendeleistungsnachricht ist und eine Sendeleistungsbestätigungsnachricht (ACK) auf die zweite Sendeleistungsnachricht eingeht, die dritte Sendeleistung kleiner als die zweite Sendeleistung ist.

- 25 3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit dem weiteren Verfahrensschritt
 - Senden einer dritten Sendeleistungsnachricht mit einer dritten Sendeleistung (P_{out}), wobei,
falls die Sendeleistung der zweiten Sendeleistungsnachricht kleiner als die
30 Sendeleistung der ersten Sendeleistungsnachricht ist und keine Sendeleis-

tungsbestätigungsnachricht (ACK) auf die zweite Sendeleistungsnachricht eingeht, die dritte Sendeleistung größer als die zweite Sendeleistung ist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit dem weiteren Verfahrensschritt

- Senden einer dritten Sendeleistungsnachricht mit einer dritten Sendeleistung (P_{out}), wobei,
falls die Sendeleistung der zweiten Sendeleistungsnachricht größer als die Sendeleistung der ersten Sendeleistungsnachricht ist und eine Sendeleistungsnachricht (ACK) auf die zweite Sendeleistungsnachricht eingeht, die dritte Sendeleistung gleich der zweiten Sendeleistung ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit dem weiteren Verfahrensschritt

- Senden einer dritten Sendeleistungsnachricht mit einer dritten Sendeleistung (P_{out}), wobei,
falls die Sendeleistung der zweiten Sendeleistungsnachricht größer als die Sendeleistung der ersten Sendeleistungsnachricht ist und keine Sendeleistungsnachricht (ACK) auf die zweite Sendeleistungsnachricht eingeht, die dritte Sendeleistung größer als die zweite Sendeleistung ist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit dem weiteren Verfahrensschritt

- Senden einer weiteren Sendeleistungsnachricht, wobei
falls die Sendeleistungen der beiden direkt vorausgegangenen Sendeleistungsnachrichten gleich sind und ein vorbestimmtes Zeitintervall (t_6 , t_8) nicht verstrichen ist, die Sendeleistung der weiteren Sendeleistungsnachricht gleich der Sendeleistung der beiden vorausgegangenen Sendeleistungsnachrichten ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem

nach dem Ablauf eines vorbestimmten Zeitintervalls (t_z) ohne Empfang einer Sendeleistungsbestätigungsnachricht (ACK) als Antwort auf die gesendete erste Sendeleistungsnachricht davon ausgegangen wird, dass keine Sendeleistungsbestätigungsnachricht (ACK) empfangen wurde.

5

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die zweite Sendeleistung (P_{out}) einen vorbestimmten Sendeleistungswert (ΔP_1) kleiner oder größer als die erste Sendeleistung ist.

10

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei beim Start des Verfahrens eine Sendeleistungsnachricht mit einer maximalen bzw. nahezu maximalen Sendeleistung (P_{max}) der Sende-/Empfangsvorrichtung (T) gesendet wird.

15

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit dem weiteren Verfahrensschritt
- Senden einer Anfragenachricht (A).

20

11. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem die Anfragenachricht (A) mit einer Sendeleistung (P_s) gesendet wird, die einen vorbestimmten Sendeleistungswert (ΔP_2) über der Sendeleistung (P_{out}) der Sendeleistungsnachricht liegt.

25

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 oder 11, bei dem eine Anfragebestätigungsnachricht (N) als Antwort auf die gesendete Anfragenachricht (A) nur innerhalb eines vorbestimmten Zeitintervalls (t_{11}) nach dem Senden der Anfragenachricht (A) empfangen wird.

30

13. Verfahren nach Anspruch 12 mit dem weiteren Verfahrensschritt
- Ausgeben eines Wecksignals nach Empfang der Anfragebestätigungsnachricht (N).

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem Anfragenachrichten (A) und/oder die Sendeleistungsnachrichten zyklisch gesendet werden.

5

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Nachrichten (A, N) mit Hilfe von Chirp-Signalen in einem Frequenzspreizverfahren übertragen werden.

10

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit den weiteren Verfahrensschritten

- Empfangen (12) einer Basis-Seriennummer;
- Berechnen (14) einer Gruppen ID aus der empfangenen Basis-Seriennummer.

15

17. Verfahren nach Anspruch 16 mit den weiteren Verfahrensschritten

- Senden (16) der Seriennummer der Sende-/Empfangsvorrichtung;
- Berechnen (20) einer Basis ID aus der empfangenen Basis-Seriennummer; und
- Berechnen (20) einer Geräte ID aus der Seriennummer der Sende-/Empfangsvorrichtung.

20

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit den weiteren Verfahrensschritten

- Empfangen eines Datenpakets, wobei das Datenpaket eine Gruppen ID, eine Geräte ID (Dest) einer Basisstation und eine Geräte ID (Source) einer Sende-/Empfangsvorrichtung enthält.

25

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit den weiteren Verfahrensschritten

- Empfangen eines Datenpakets;
- Auswerten einer in dem Datenpaket enthaltenen Gruppen ID; und

30

- 27 -

- Werfen des Datenpakets, falls das Datenpaket eine unbekannte Gruppen ID enthält.

20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit den weiteren Verfahrensschritten

5

- Empfangen eines Datenpakets;
- Auswerten einer in dem Datenpaket enthaltenen Geräte ID (Dest, Source); und
- Werfen des Datenpakets, falls das Datenpaket eine unbekannte Geräte ID (Dest, Source) enthält.

10

21. Verfahren zur Steuerung einer mit einer Sende-/Empfangsvorrichtung (T) in Verbindung stehenden Basisstation (B) in einem Positionsmesssystem für eine Maschine, wobei die Basisstation (B) die folgenden Verfahrensschritte ausführt:

15

- Senden (12) der Basis-Seriennummer der Basisstation;
- Empfangen (16) der Seriennummer der Sende-/Empfangsvorrichtung; und
- Berechnen (18) einer Geräte ID aus der empfangenen Seriennummer der Sende-/Empfangsvorrichtung;

20

22. Verfahren nach Anspruch 21 mit den weiteren Verfahrensschritten

- Berechnen (10) einer Gruppen ID aus der Seriennummer der Basisstation; und
- Berechnen einer (18) Geräte ID aus der Seriennummer der Basisstation.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 oder 2 mit dem weiteren Verfahrensschritt

25

- Senden eines Datenpakets enthaltend eine Gruppen ID, eine Geräte ID (Dest) der Basisstation und eine Geräte ID (Source) einer Sende-/Empfangsvorrichtung.

24. Computerprogrammprodukt mit Programmcode zum Ausführen der Verfahrensschritte gemäß einem oder mehrerer der vorhergehenden Ansprüche, wenn das Computerprogrammprodukt in einem Computer ausgeführt wird.

5 25. Computerprogrammprodukt gemäß Anspruch 24, welches auf einem maschinenlesbaren Träger gespeichert ist.

26. Sende-/Empfangsvorrichtung (T; C; D, E, F) für ein Positionsmesssystem einer Maschine (M1; M2) mit

- 10
- einer Sendeeinheit zum Senden einer ersten Sendeleistungsnachricht mit einer ersten Sendeleistung (P_{out}); und
 - einer Empfangseinheit zum Empfangen einer Bestätigungsnachricht (ACK) als Antwort auf die gesendete erste Sendeleistungsnachricht; wobei die Sendeeinheit dazu ausgelegt ist, eine zweite Sendeleistungsnachricht mit
- 15
- einer zweiten Sendeleistung (P_{out}) zu senden, wobei die zweite Sendeleistung kleiner als die erste Sendeleistung ist, falls eine Sendeleistungsbestätigungsnachricht (ACK) als Antwort auf die erste Sendeleistungsnachricht empfangen wurde, und wobei die zweite Sendeleistung größer als die erste Sendeleistung
- 20
- ist, falls keine Sendeleistungsbestätigungsnachricht (ACK) als Antwort auf die erste Sendeleistungsnachricht empfangen wurde.

27. Basisstation (B; B1; B2) für ein Positionsmesssystem einer Maschine (M1; M2) mit

- einer Sendeeinheit zum Senden (12) der Basis-Seriennummer der Basisstation;
- 25
- einer Empfangseinheit zum Empfangen (16) der Seriennummer einer Sende-/Empfangsvorrichtung; und
 - einer Berechnungseinheit zum Berechnen (18) einer Geräte ID aus der empfangenen Seriennummer der Sende-/Empfangsvorrichtung;

28. Positionsmesssystem für eine Maschine (M1; M2) mit einer Sende-/Empfangsvorrichtung (T; C; D, E, F) nach Anspruch 26 und einer Basisstation (B; B1; B2) nach Anspruch 27.

- 5 29. Datenpaket zur Verwendung in einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 23 und/oder in einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 24 bis 28 mit einer Gruppen ID, einer Geräte ID (Dest) einer Basisstation und einer Geräte ID (Source) einer Sende-/Empfangsvorrichtung.

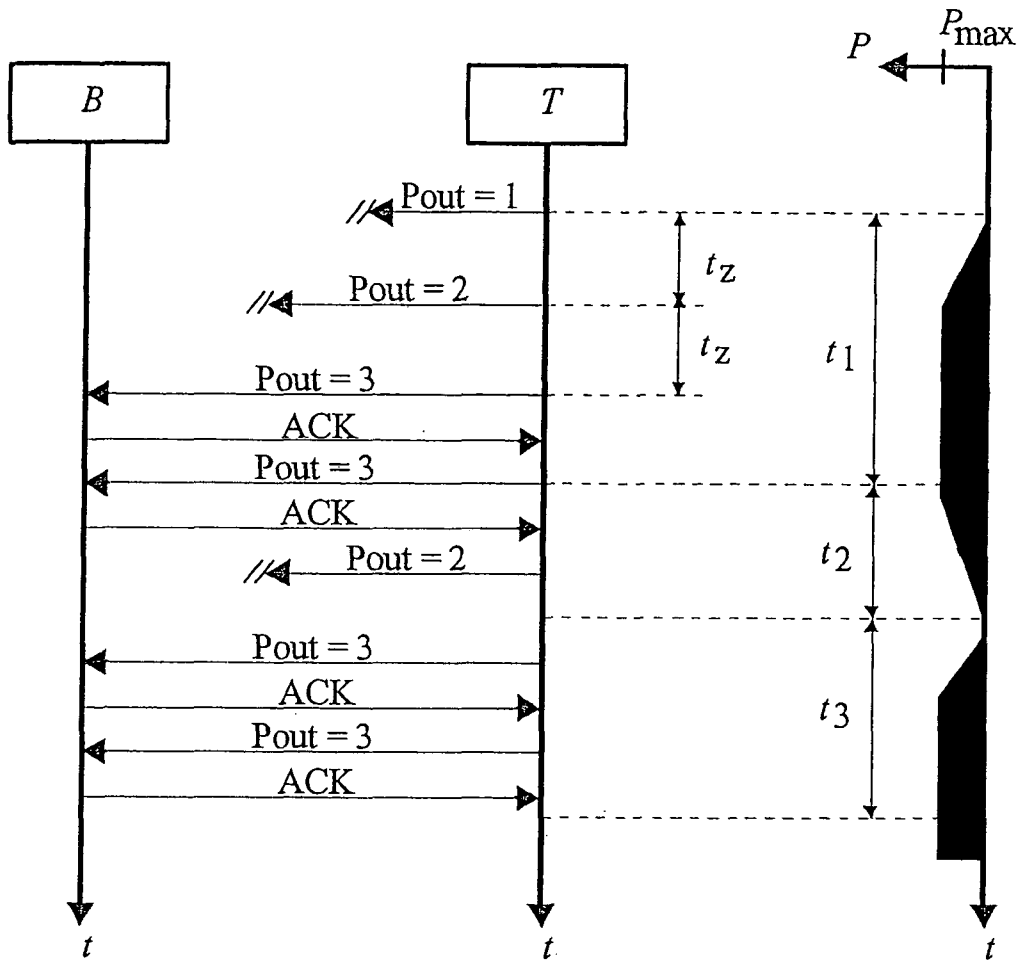


Fig. 1

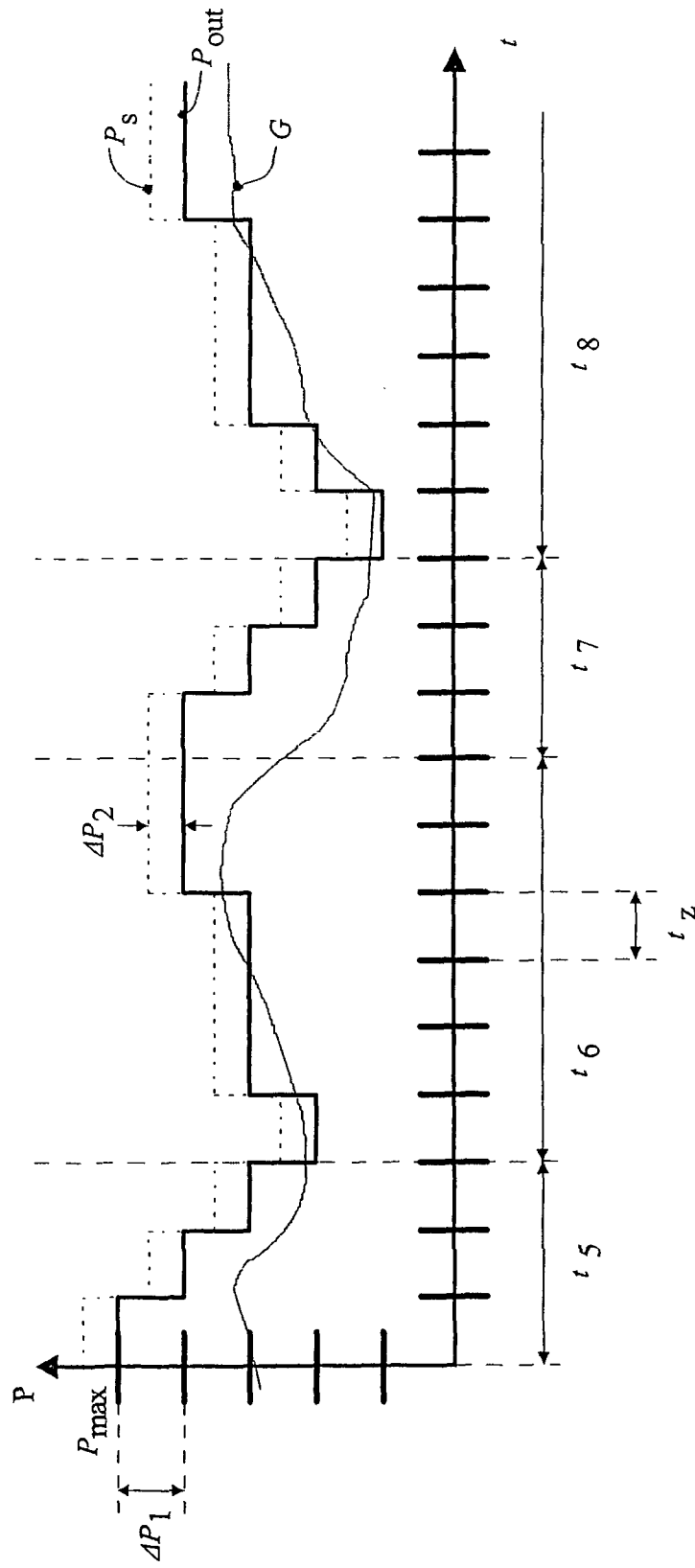


Fig. 2

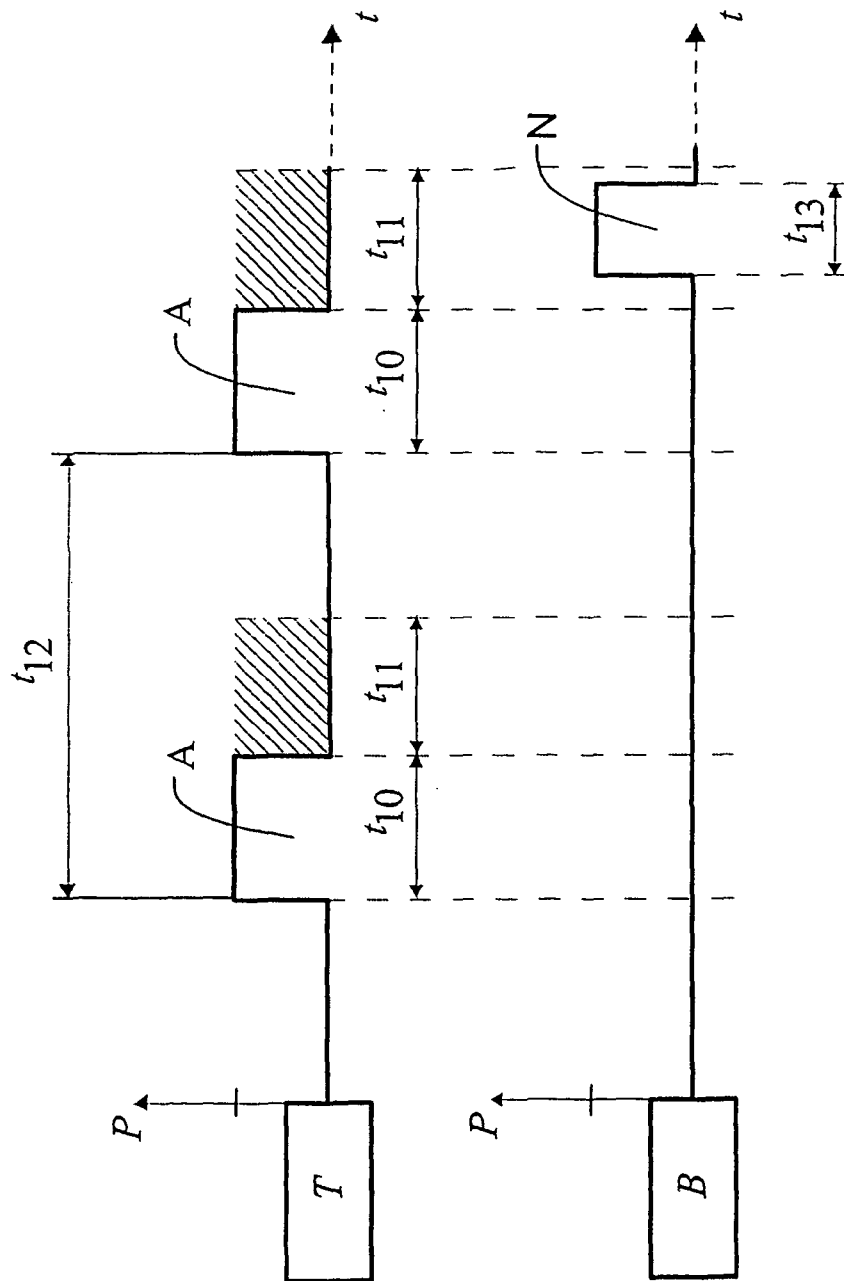


Fig. 3

Datenpaket

Präambel	SyncWord	MAC-Rahmen	Tail
30Bit	64Bit	80 Bit + Payload	4 Bit

Fig. 4

MAC-Rahmen

Header				Payload	
MAC-Ziel Adresse	MAC- Quellen Adresse	Sonstige Steuerdaten	CRC1	Nutzdaten	CRC2

Fig. 5

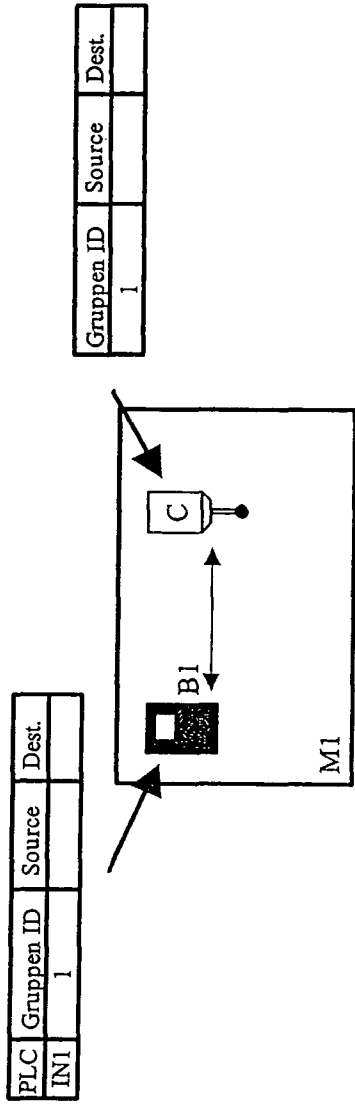


Fig. 6

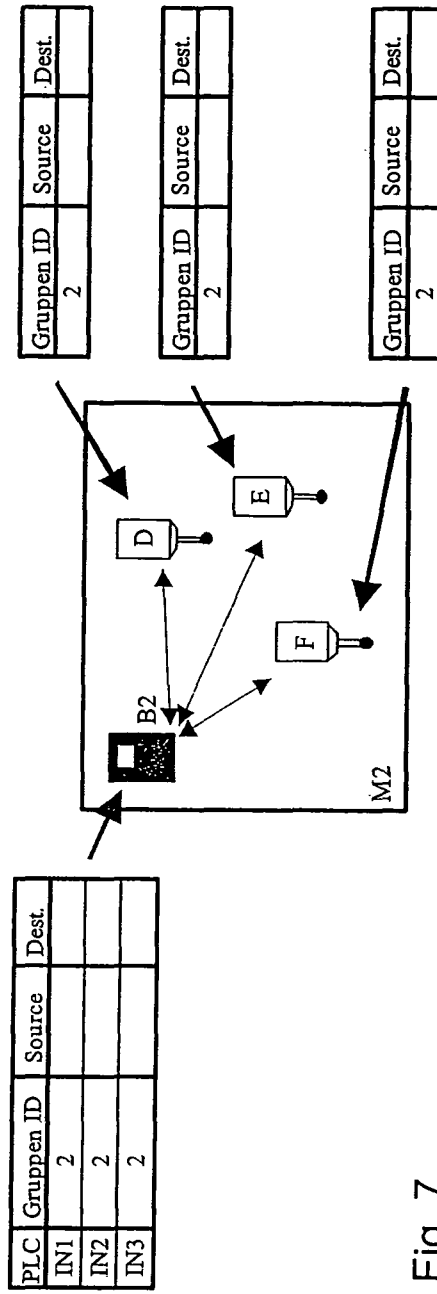


Fig. 7

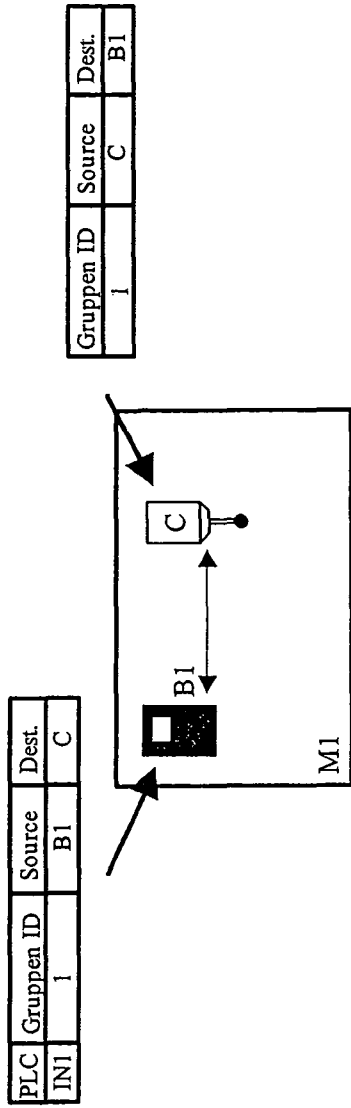


Fig. 8

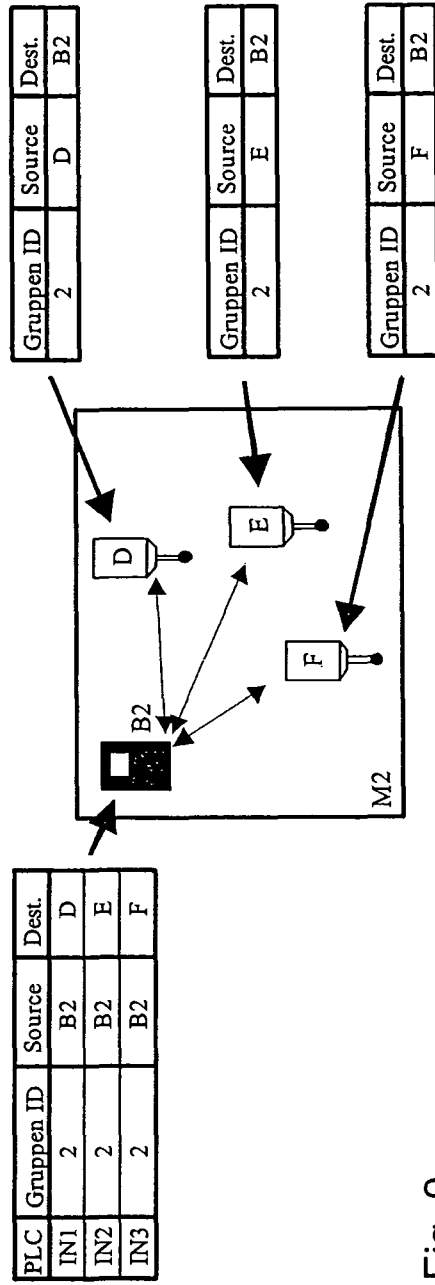


Fig. 9

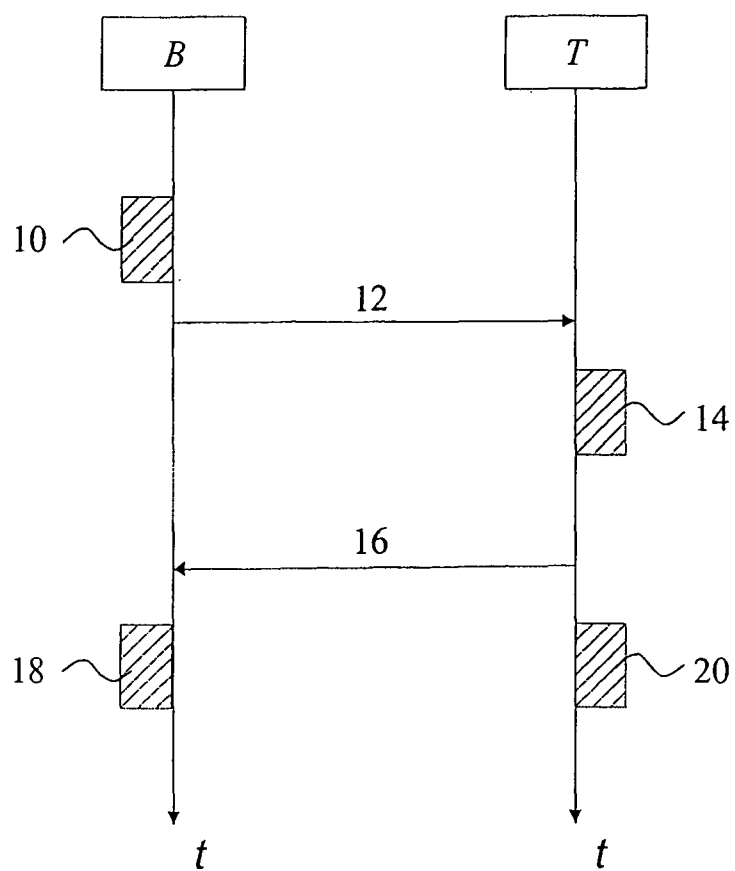


Fig. 10