



(10) **DE 10 2018 206 558 B4** 2020.06.04

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 206 558.6**
(22) Anmeldetag: **27.04.2018**
(43) Offenlegungstag: **31.10.2019**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **04.06.2020**

(51) Int Cl.: **B60L 53/38 (2019.01)**
G01C 21/36 (2006.01)
G08C 17/04 (2006.01)
H04L 7/00 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Continental Automotive GmbH, 30165 Hannover, DE

(72) Erfinder:
Dietz, Sebastian, 93055 Regensburg, DE; Bartz, Stephan, 93152 Nittendorf, DE; Röhl, Thomas, 93092 Barbing, DE; Mayer, Daniel Wilhelm, 93053 Regensburg, DE

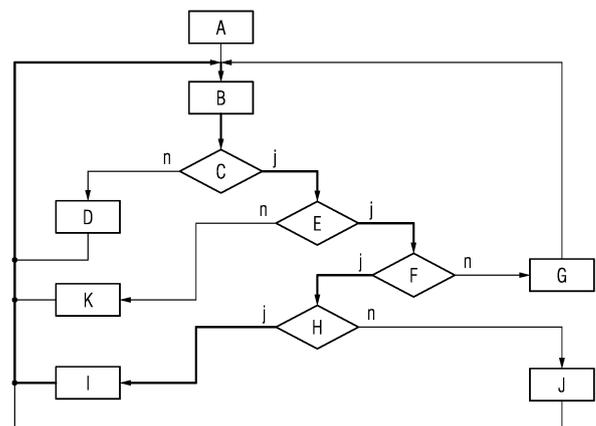
(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2014 207 412	A1
DE	10 2015 215 403	A1
US	2015 / 0 073 642	A1

GESSLER, Ralf ; KRAUSE, Thomas: Wireless-Netzwerke für den Nahbereich - Eingebettete Funksysteme: Vergleich von standardisierten und proprietären Verfahren. 2. Aufl.. Wiesbaden : Springer Vieweg, 2015. S. 69-72, S. 222-224. - ISBN 978-3-8348-2075-4

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Synchronisieren von Messpulssignalen zumindest zweier Teilnehmer eines Fahrzeugpositionierungssystems**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Synchronisieren von Messpulssignalen (SP; SP, MP1, MP2, MP3, MP4) zumindest zweier Teilnehmer eines Fahrzeugpositionierungssystems, bei dem ein Messpulssignal (SP; SP, MP1, MP2, MP3, MP4) einen Startpuls (SP) mit zumindest einem Identifikationsdatum einer Teilnehmer-einheit und systematisch aufeinanderfolgende Messpulse (MP1, MP2, MP3, MP4) aufweist, wobei durch Erkennung eines durch benachbarte Teilnehmer gestörten Startpulses (SP) oder eines gestörten Messpulses (MP1, MP2, MP3, MP4) eine definierte zeitliche Verschiebung des Sendens des Messpulssignals innerhalb einer Periodendauer einer Wiederholrate in jedem Teilnehmer initiiert wird. Hierdurch ordnen sich die (SP, MP1, MP2, MP3, MP4) der einzelnen Teilnehmer hintereinander in einer Periodendauer an und können synchronisiert gesendet werden.



Beschreibung

[0001] Das induktive Laden von Elektrofahrzeugen hat ein großes Potential, in der Zukunft in privaten Garagen und auch auf öffentlichen Parkplätzen eine einfache Aufladung des Energiespeichers des Fahrzeugs zu ermöglichen.

[0002] Die Übertragung der Energie erfolgt gemäß der schematischen Darstellung in der **Fig. 1** von einer Primärspule, die in einer sogenannten Bodenplatte **3** verbaut ist und im oder auf dem Boden eines Parkplatzes **1** montiert ist, zu einer Sekundärspule, die in einer Fahrzeugplatte **6** im Fahrzeug **2** verbaut ist. Die Primär- und die Sekundärspule sind dabei oft mit Kondensatoren zu Resonatoren verschaltet, um eine Blindleistungskompensation zu erreichen. Die beiden Spulen bzw. die Boden- und die Fahrzeugplatte **3, 6** haben keinen mechanischen Kontakt und die Energie wird über den Luftspalt zwischen den Spulen bzw. Platten übertragen.

[0003] Die Versorgung der Primärspule mit Energie erfolgt dabei aus dem Wechselspannungsversorgungsnetz **5**, aus Solarzellen oder anderen Energiequellen, die zur Verfügung stehen. Die Umrichtung der jeweils zur Verfügung stehenden Spannung wird von einer Ladestation **4** (oft Wallbox genannt) übernommen, die aus der zur Verfügung stehenden Spannung von beispielsweise 50Hz Wechselspannung des Netzes eine beispielsweise 85kHz Wechselspannung erzeugt, die über den aus den beiden Resonatoren gebildeten Transformator zum Fahrzeug **2** übertragen wird. Auf der Fahrzeugseite wird die empfangene Spannung in einem Ladegerät **7** gleichgerichtet und dem Energiespeicher **8**, beispielsweise einer Lithium-Ionen-Batterie, zugeführt. Aus diesem Energiespeicher **8** wird dann ein Elektromotor **9** für das Fahrzeug **2** versorgt.

[0004] Beim induktiven Laden spielt die Positionierung der Fahrzeugplatte über der Bodenplatte eine entscheidende Rolle, um die Energieübertragung zu ermöglichen. Nur wenn die beiden Platten mit einer Toleranz von wenigen Zentimetern übereinander positioniert sind, ist eine Energieübertragung mit ausreichender Effektivität möglich. Denn je schlechter die beiden Spulen übereinander liegen, desto schlechter wird die Energieübertragung sein, da der Kopplungsfaktor des Transformators geringer wird und folglich dessen Wirkungsgrad abnimmt, während die unerwünschten Streufelder zunehmen.

[0005] Der Fahrer kann kaum abschätzen, ob eine exakte Positionierung zwischen den beiden Spulen unter dem Fahrzeug erfolgt ist, da er ohne Sichtkontakt auf einige Zentimeter genau manövrieren muss, was ohne Hilfsmittel nur schwer zu gewährleisten ist.

[0006] Die US 2015 / 0 073 642 A1 offenbart ein Fahrzeugpositionierungssystem bei einer Vorrichtung zur induktiven Energieübertragung, bei der Positioniersignale zwischen Baken in der Bodenplatte und in der Fahrzeugplatte ausgetauscht werden, wobei jedoch für verschiedene Teilnehmer verschiedene Frequenzen verwendet werden, was einen erheblichen Aufwand erfordert.

[0007] Wird statt dessen ein Zeitmultiplexverfahren verwendet, besteht das Problem, dass die einzelnen Fahrzeuge, die sich in Nachbarschaft zueinander positionieren bzw. einparken wollen, durch die jeweiligen Positionierungssignale der Nachbarn gestört werden, da die einzelnen Parkvorgänge asynchron zueinander verlaufen.

[0008] Die DE 10 2015 215 403 A1 offenbart ein Verfahren mit Messpulssignalen zumindest zweier Teilnehmer eines Fahrzeugpositionierungssystems, bei dem jeder Teilnehmer eine erste Einheit zum Senden eines Messpulssignals definierter Stärke über eine erste drahtlose Schnittstelle und zum Empfangen von Information über die Stärke des Messpulssignals am Ort einer zweiten Einheit über eine zweite drahtlose Schnittstelle und eine zweite Einheit zum Empfangen des Messpulssignals über die erste drahtlose Schnittstelle und zum Senden der Information über die Stärke des Messpulssignals am Ort der zweiten Einheit **1** über die zweite drahtlose Schnittstelle aufweist, wobei das Messpulssignal ein Identifikationsdatum der ersten und/oder der zweiten Einheit, eine Information über die Periodendauer und eine Checksumme zur Überprüfung der Integrität aufweist, wobei von jedem Teilnehmer des Fahrzeugpositionierungssystems ein Kommunikationskanal zwischen der ersten Einheit eines Teilnehmers und dessen zweiter Einheit über die zweite drahtlose Schnittstelle hergestellt und ein Identifikationsdatum der zweiten Einheit von der zweiten Einheit an die erste Einheit übermittelt wird.

[0009] Die DE 10 2014 207 412 A1 beschreibt ein Verfahren zur Identifikation und Zuordnung von Induktivladestellflächen für Fahrzeuge mit einer Ladeanfrage. Hierzu findet ein Austausch von Pulsen für die Kommunikation zwischen der Ladestation und den Fahrzeugen sowie eine Feldstärke-Ortung der Ladestellfläche statt. Es erfolgt die Abgabe einer Ladeanfrage (Startpuls) durch ein Fahrzeug sowie einer von der Ladestation ausgesendeten Bake mit einer Wiederholrate. Bei der bidirektionalen Kommunikation über modulierte Pulse werden eine Identifikation des Fahrzeugs sowie der Induktivladestellfläche ausgetauscht.

[0010] Die Veröffentlichung GESSLER, Ralf; KRAUSE, Thomas: Wireless-Netzwerke für den Nahbereich - Eingebettete Funkssysteme: Vergleich von standardisierten und proprietären Verfahren. 2. Aufl. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2015. -ISBN 978-

3-8348-2075-4 zeigt das bekannte Vielfachzugriffsverfahren CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection), welches eine Datenkollisionsdetektion bei mehreren zeitgleich aussendenden Kommunikationsteilnehmern beinhaltet und für den Kollisionsfall den Beginn einer Aussendung eines Teilnehmers mit einer Verzögerung um eine zufällig gewählte Zeitspanne vorsieht.

[0011] Die Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren zum Synchronisieren von Messpulssignalen zumindest zweier Teilnehmer eines Fahrzeugpositionierungssystems anzugeben.

[0012] Die Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0013] Die Erfindung ist demnach ein Verfahren zum Synchronisieren von Messpulssignalen zumindest zweier Teilnehmer eines Fahrzeugpositionierungssystems,

bei dem jeder Teilnehmer eine erste Einheit zum Senden eines Messpulssignals definierter Stärke über eine erste drahtlose Schnittstelle und zum Empfangen von Information über die Stärke des Messpulssignals am Ort einer zweiten Einheit über eine zweite drahtlose Schnittstelle

und eine zweite Einheit zum Empfangen des Messpulssignals über die erste drahtlose Schnittstelle und zum Senden der Information über die Stärke des Messpulssignals am Ort der zweiten Einheit über die zweite drahtlose Schnittstelle aufweist,

wobei das Messpulssignal zumindest aus einem Startpuls besteht und mit einer ersten Wiederholrate, die zu einer ersten Periodendauer umgekehrt proportional ist, ausgesendet wird, und der Startpuls ein Identifikationsdatum der ersten Einheit und/oder der zweiten Einheit, eine Information über eine Periodendauer und eine Checksumme zur Überprüfung der Integrität des Startpulses aufweist,

wobei die erste Periodendauer so gewählt ist, dass alle sowohl einen Startpuls als auch Messpulse umfassenden Messpulssignale auch benachbarter Teilnehmer des Fahrzeugpositionierungssystems zeitlich aneinandergereiht darin Platz haben,

wobei von jedem Teilnehmer des Fahrzeugpositionierungssystems folgende Schritte zur Synchronisation aller von dem Teilnehmer empfangbaren Messpulssignale durchgeführt werden:

- A Es wird ein Kommunikationskanal zwischen der ersten Einheit eines Teilnehmers und dessen zweiter Einheit über die zweite drahtlose Schnittstelle hergestellt und ein Identifikationsdatum ID der ersten und/oder der zweiten Einheit von der zweiten an die erste Einheit und umgekehrt übermittelt;

- B Es wird von der ersten Einheit zyklisch mit der Wiederholrate ein Messpulssignal mit zumindest einem Startpuls gesendet;
- C Es wird von der zweiten Einheit ein empfangener Startpuls anhand der Checksumme überprüft, ob er fehlerfrei ist;
- D Falls die Überprüfung einen Fehler ergibt, wird der ersten Einheit über die zweite Schnittstelle mitgeteilt, dass der Beginn des Startpulses um eine zufällig gewählte Zeitspanne verschoben werden soll, wobei auch ein vollständiges Messpulssignal noch innerhalb der Periodendauer liegen muss; danach wird das Verfahren wieder bei **B** begonnen;
- E Falls die Überprüfung keinen Fehler ergibt, wird in der zweiten Einheit anhand des Identifikationsdatums ID überprüft, ob ein Startpuls mit dem Identifikationsdatum ID der zweiten Einheit empfangen wurde;
- F Falls ein Startpuls mit dem Identifikationsdatum ID der zweiten Einheit empfangen wurde, wird anhand der Länge des Informationspulses überprüft, ob auch Messpulse empfangen wurden;
- G Falls keine Messpulse empfangen wurden, wird über die zweite Schnittstelle von der zweiten an die erste Einheit die Information über einen korrekt empfangenen Startpuls gesandt, worauf die erste Einheit im nächsten Zyklus das gesamte Messpulssignal also einschließlich von Messpulsen definierter Stärke und Reihenfolge sendet; danach wird das Verfahren wieder bei **B** begonnen;
- H Falls Messpulse empfangen wurden, wird überprüft, ob die Messpulse ungestört sind;
- I Falls die Messpulse ungestört sind, wird das Verfahren wieder bei **B** begonnen und das Messpulssignal periodisch bis zur Beendigung des Verfahrens versandt;
- J Falls die Messpulse gestört sind, wird der Zeitpunkt der Störung ermittelt und der Beginn des Startpulses wird um eine Zeitspanne, die der Dauer eines Messpulssignals plus einer Pause plus dem Zeitpunkt des Beginns der Störung entspricht, verschoben; danach wird das Verfahren wieder bei **B** begonnen;
- K Falls kein Startpuls mit dem Identifikationsdatum ID der zweiten Einheit empfangen wurde, wird das Verfahren wieder bei **B** begonnen.

[0014] Dieser Ablauf ist in der **Fig. 12** als schematisches Flussdiagramm dargestellt.

[0015] Es ist also ein Fahrzeugpositionierungssystem vorgesehen, bei dem mehrere Teilnehmer unabhängig voneinander positioniert werden, wobei ein

Teilnehmer mit einer ersten Einheit, die die Fahrzeugplatte sein kann und Sendeantennen zum Senden der Messpulssignale aufweist, und eine zweite Einheit, die die Bodenplatte in Verbindung mit einer Ladestation sein kann und Empfangsantennen zum Empfangen der Messpulssignale aufweist, gebildet ist. Die Übertragungsstrecke für die Messpulssignale ist dabei eine erste drahtlose Schnittstelle. Eine Kommunikation zur gegenseitigen Übertragung von Identifikationsdaten der ersten und der zweiten Einheit und zur Übertragung der gemessenen Stärke der empfangenen Messpulssignale von der zweiten Einheit zur ersten Einheit findet über eine zweite drahtlose Schnittstelle statt, die in einer Ausführung der Erfindung eine WLAN-Verbindung sein kann.

[0016] Die erste Einheit kann auch die Bodenplatten-Ladestation und die zweite Einheit die Fahrzeugplatte sein. In der weiteren Beschreibung wird von der ersten Variante ausgegangen.

[0017] In einer sinnvollen Ausbildung des Fahrzeugpositionierungssystems sind bis zu vier Sendeantennen im Fahrzeug vorgesehen. Die von diesen Antennen erzeugten Magnetfelder definierter Feldstärke werden von bis zu vier Sensoren in der Bodenplatte gemessen und an die damit verbundene Ladestation weitergeleitet. Um diese Information dem Fahrzeug zur Verfügung zu stellen, wird eine vorher aufgebaute Kommunikations-Verbindung über die zweite Schnittstelle genutzt.

[0018] Anhand der gemessenen Magnetfeldstärken kann dann im Fahrzeug die Position zwischen Fahrzeug und Bodenplatte und damit zwischen der Primär- und der Sekundärspule des Energieübertragungstransformators ermittelt werden.

[0019] Die Sendeantennen erzeugen ihre Magnetfelder nicht zeitgleich sondern nacheinander. Das Messpulssignal besteht dabei gemäß **Fig. 2** aus einem Startpuls **SP** und vier Messpulsen **MP1**, **MP2**, **MP3**, **MP4**, falls vier Sendeantennen verwendet werden. Jeder Messimpuls hat im dargestellten Beispiel eine Dauer von 4 ms, wobei zwischen den Messpulsen eine Pause von 1 ms ist, damit ergibt sich für den Messpulsteil des Messpulssignals eine Dauer von 20 ms. Dieses Signal wird zyklisch wiederholt, um eine kontinuierliche Positionsmessung zu gewährleisten.

[0020] Würden nur die Messpulse **MP1**, **MP2**, **MP3**, **MP4** gesendet, wäre es der Bodenplatten-Ladestation nicht möglich, herauszufinden, welche Signale für sie bestimmt sind und welche ggf. für zweite Einheiten benachbarter Teilnehmer bestimmt sind. Auch nur vorbeifahrende Fahrzeuge, die weiter weg parken wollen, können bereits das Positionierverfahren störende Messpulse aussenden.

[0021] Daher wird den Messpulsen **MP1**, **MP2**, **MP3**, **MP4** ein Startpuls **SP** vorangestellt, welcher der Station zur Identifikation der Herkunft jeweils empfangener Messpulssignale dient.

[0022] Der Startpuls **SP**, im englischen oft „Header“ genannt, enthält neben einem Identifikationsdatum der zweiten Einheit Station_ID vorzugsweise ein Identifikationsdatum der ersten Einheit Auto_ID sowie eine CRC-Checksumme **CRC**. Passt diese nicht zu den restlichen Bits des Startpulses **SP**, muss davon ausgegangen werden, dass es zu einem Überlapp oder anderen Fehlern während des Empfangs des Startpulses gekommen ist. Außerdem wird im Startpuls eine Information über die Länge der Periodendauer **T** der Wiederholfrequenz der Messpulssignale übertragen. Der Startpuls hat außerdem ein Start- und ein Stoppbit. Dies ist in der **Fig. 3** dargestellt. Der Startpuls **SP** hat dort eine Länge von 6,15 ms womit das gesamte Messpulssignal eine Länge von 26,15 ms hat.

[0023] Sobald mehrere Fahrzeuge auf benachbarten Parkplätzen einparken, kann es zur zeitlichen Überschneidung der Messpulssignale der einzelnen Teilnehmer des gesamten Fahrzeugpositioniersystems kommen. Dies würde zu einer Überlagerung der Startpulse und/oder der Messpulse und zu einer falschen oder keiner Positionsberechnung führen.

[0024] Weder die Fahrzeuge noch die Stationen untereinander haben eine gemeinsame Kommunikationsverbindung, wodurch eine Synchronisierung mittels einer solchen Schnittstelle nicht möglich ist. Wenn beispielsweise in einem Parkhaus mehrere Ladestationen mit zugehörigen Bodenplatten an benachbarten Parkplätzen verbaut sind, eliminiert jedoch das erfindungsgemäße Verfahren diese gegenseitige Beeinflussung.

[0025] Bei dem erfindungsgemäßen Zeitmultiplexverfahren senden die Fahrzeuge ihre Messpulssignale auf der gleichen Frequenz, jedoch zu unterschiedlichen Zeitpunkten. Kann die Ladestation das für sie bestimmte Messpulssignal eindeutig identifizieren, können ungestörte Positionsmessungen durchgeführt werden. Hierfür ist es jedoch zwingend notwendig, dass kein Messpulssignal eines anderen Fahrzeuges gleichzeitig an der Station ankommt. Wäre dies der Fall, würden das eigentliche Nutzsignal und das Signal des störenden Fahrzeugs interferieren und eine Positionsbestimmung wäre ggf. stark fehlerbelastet. Wird jedoch durch das hier vorgestellte Verfahren sichergestellt, dass eine zeitliche Überschneidung der Positionssignale vermieden wird, ist eine fehlerfreie Positionierung möglich.

[0026] Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren ist vor dem Parkvorgang bereits ein Kommunikationskanal (z.B. WLAN) über die zweite Schnittstelle zwi-

schen einem Fahrzeug und der Ladestation an dem Parkplatz, auf das das Fahrzeug geparkt und geladen werden soll, geöffnet. Meldet sich ein Fahrzeug bei einer Ladestation an, teilt die Ladestation dem Fahrzeug sein Identifikationsdatum Stations_ID mit. Zudem kann das Fahrzeug auch der Station sein Identifikationsdatum Auto_ID mitschicken. Dieses Fahrzeug-Identifikationsdatum kann vorgegeben sein oder vom Fahrzeug nach dem Zufallsprinzip aus einem Satz von Fahrzeug-Identifikationsdaten gewählt werden. Sendet das Fahrzeug nun diese Informationen in dem Startsignal **SP** des Messpulssignals mit, kann die Ladestation das Messpulssignal, welches für sie bestimmt ist, eindeutig identifizieren. Somit können Messpulssignale, welche nicht für die Ladestation bestimmt sind, von dieser verworfen werden.

[0027] Parken mehrere Fahrzeuge gleichzeitig ein, sind jedoch weder die Fahrzeuge untereinander, noch die Ladestationen untereinander synchronisiert. Dies hat zur Folge, dass die von den Fahrzeugen ausgesandten Messpulssignale zeitlich zufällig verteilt sind. Zeitlich gesehen sind die Wiederholraten bzw. Periodendauern so ausgelegt, dass Messpulssignale mehrerer Fahrzeuge zwar nacheinander gesendet werden können, bevor diese Sequenz wiederholt wird. Durch die fehlende Synchronisierung der Sender untereinander, wird es jedoch häufig trotzdem zunächst zur Überlappung der Messpulssignale der einzelnen Fahrzeuge kommen.

[0028] Überlappen beide Messpulssignale im Startpuls, kann keines der Messpulssignale mehr einer Ladestation zugeordnet werden. Erfolgt ein Überlapp während der Messpulse, kann dies zu einer fehlerhaften oder ausbleibenden Positionierung des einen Fahrzeuges und zu einem unleserlichen Startpuls für das andere Fahrzeug führen.

[0029] Wie in **Fig. 2** und **Fig. 3** dargestellt ist, ist der Startpuls **SP** zeitlich länger als ein Messpuls **MP1**, **MP2**, **MP3**, **MP4** plus einer Pausenzeit. In den **Fig. 4** bis **Fig. 7** sind verschiedene Fälle einer gegenseitigen Beeinflussung der Messpulssignale zweier Teilnehmer dargestellt. Der Einfachheit halber wird in den **Fig. 4** bis **Fig. 7** auf die Messpulse des Fahrzeugs **B** verzichtet. Das Messpulssignal des Fahrzeugs **A** ist mit durchgezogener Linie gezeichnet, während das Messpulssignal des Fahrzeugs **B** strichliert gezeichnet ist.

[0030] Wird der Startpuls **SP_B** des einen Fahrzeugs zeitgleich mit den Messpulsen **MP1**, **MP2**, **MP3**, **MP4** des anderen Fahrzeugs ausgesandt, überlappt dieser Startpuls **SP_B** folglich immer mit mindestens einer der Pausenzeiten zwischen den Messpulsen **MP1**, **MP2**, **MP3**, **MP4**. Wird durch entsprechende Codierung (z.B. Manchester-Code) sichergestellt, dass ein Startpuls innerhalb der Dauer

einer Pausenzeit nicht dauerhaft den Wert Null annehmen kann, ergibt sich folglich ein messbarer Unterschied zur ungestörten Pausenzeit.

[0031] Somit kann ein Überlapp zweier Messpulssignale in jedem Fall detektiert werden. Zusätzlich ist dann auch bekannt, an welcher Stelle bzw. zu welchem Zeitpunkt ein solcher Überlapp aufgetreten ist (welcher Messpuls oder bereits am Startpuls). Für zwei Fahrzeuge **A** und **B** ergeben sich hierfür zwei verschiedene Fälle.

1. Ein Startpuls ist lesbar und der zweite Startpuls liegt in den Messpulsen des ersten Messpulssignals.
2. Beide Startpulse überlappen und ggf. alle Messpulse.

[0032] Im ersten Fall, der in den **Fig. 5** bis **Fig. 7** i.V.m. **Fig. 8** dargestellt ist, ist der Startpuls **SP_A** des Fahrzeugs **A** lesbar. Der Startpuls **SP_B** des Fahrzeugs **B** ist durch zumindest einen Messpuls des Fahrzeugs **A** gestört und kann folglich keiner Station zugewiesen werden.

[0033] Da die dem Fahrzeug **A** zugeordnete Ladestation jedoch weiß, wann die Störung durch das Fahrzeug **B** aufgetreten ist ($t_{\text{Überlapp}}$), ist die zeitliche Differenz zwischen den beiden überlappenden Messpulssignalen bekannt. Auch die Länge (t_{Signal}) des Störsignals ist bekannt, bzw. kann gemessen werden. Da sich beide Messpulssignale zyklisch mit der Periodendauer **T** wiederholen und diese bekannt ist, kann die Ladestation des Fahrzeugs **A** berechnen, um wieviel das Messpulssignal des Fahrzeugs **A** verzögert werden muss, um nicht mit dem des Fahrzeugs **B** zu kollidieren. Sendet die Station **A** diese berechnete Verzögerung, bezogen auf den Wiederholzeitpunkt des Messpulssignals des Fahrzeugs **A**, über die zweite (Kommunikations-) Schnittstelle an das Fahrzeug **A**, kann das Messpulssignal des Fahrzeugs **A** im nächsten Zyklus entsprechend einmalig verzögert werden. Somit senden die Fahrzeuge **A** und **B** nach einmaliger Überlappung zueinander synchronisiert und überlappen nicht.

[0034] Wichtig hierbei ist, dass nur die Messpulssignale, welche eindeutig aufgrund eines dekodierbaren Startpulses einer Ladestation zugewiesen werden können, entsprechend verzögert werden dürfen. Messpulssignale, deren Startpulse nicht dekodierbar bzw. lesbar sind, können nicht verschoben werden, da sie nicht eindeutig zuzuweisen sind.

[0035] Im zweiten Fall, der in **Fig. 4** dargestellt ist, überlappen die Messpulssignale von Fahrzeug **A** und Fahrzeug **B** bereits in ihren beiden Startpulsen **SP_A**, **SP_B**. Da somit kein Messpulssignal zuzuordnen ist, würde keines der Messpulssignale verschoben werden, was zu einer dauerhaften Störung der Posi-

tionierung führen würde. Daher müssen, wenn kein Messpulssignal lesbar ist, alle Messpulssignale um eine zufällige Zeit verzögert werden. Dies wird solange fortgeführt, bis sich die Messpulssignale entweder nicht mehr stören oder der erste Fall eintritt.

[0036] Da die zweite Schnittstelle üblicherweise eine bedeutend größere Reichweite (z.B. 50m) als die erste Schnittstelle zwischen den Sende- und Empfangsantennen in der Fahrzeugplatte bzw. der Bodenplatte hat (z.B. 5 m), stellt sich auch die Kommunikation über die zweite Schnittstelle vor dem eigentlichen Positionierungsvorgang über die erste Schnittstelle ein.

[0037] Da nach dem Übertragen der Identifikationsdaten Fahrzeug_ID, Auto_ID das Aussenden der Messpulssignale startet, sendet ein Fahrzeug schon eine ganze Zeit, bis das Fahrzeug in Positionierungreichweite seiner Ladestation kommt. Außerhalb seiner Positionierungreichweite stört das Fahrzeug potentiell andere Positionierungsvorgänge an Parkplätzen, auf welchen ebenfalls Fahrzeuge parken wollen. Da das Fahrzeug zudem nicht in Reichweite seiner eigenen Ladestation ist, kann diese auch nicht die zeitliche Lage des Messpulssignals zu anderen Störsignalen messen. Die Folge ist, dass das Fahrzeug in diesem Bereich seine Signale nicht verzögern kann. Wäre in **Fig. 8** das Fahrzeug **A** außer Reichweite seiner Ladestation könnte das Fahrzeug **B** nie ungestört einparken, da Fahrzeug **A** keinen Verzögerungsbeleg seiner Ladestation erhält.

[0038] Um dies zu vermeiden, wird erfindungsgemäß anfangs nur den Startpuls des Messpulssignals gesendet. Erst wenn die zugehörige Ladestation diesen Startpuls detektiert und dem Fahrzeug dies über die zweite Schnittstelle mitteilt, werden die Messpulse mit versandt. Da ein Startpuls nur einen Bruchteil der Messpulssignalesamtlänge ausmacht, ergibt sich somit eine kürzere Störung anderer Messpulssignale.

[0039] Zudem hat dieses Vorgehen den Vorteil, dass Messpulssignale, welche aufgrund von Reichweiteproblemen nicht verschoben werden können, von anderen Ladestationen identifiziert werden können. Der Fall aus **Fig. 8**, dass das Messpulssignal **B** nicht lesbar ist, weil das Messpulssignal **A** nicht verzögert werden kann, kann gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren nicht auftreten. Der Startpuls des Messpulssignals des Fahrzeugs **A**, das außer Reichweite seiner Ladestation ist, könnte hier nur den Startpuls des Messpulssignals von Fahrzeug **B** oder dessen Messpulse stören. Würde der Startpuls des Messpulssignals von Fahrzeug **B** gestört, müssten die Messpulssignale sowohl des Fahrzeugs **B** als auch des Fahrzeugs **A** zufällig verzögert werden. Da das Messpulssignal von Fahrzeug **A** nicht verzögert werden kann, das von Fahrzeug **B** jedoch schon, wird das Problem gelöst. Liegt der Startpuls des Mess-

pulssignals von Fahrzeug **A** in den Messpulsen des Messpulssignals von Fahrzeug von **B**, ist der Startpuls des Messpulssignals von Fahrzeug **B** lesbar und das Messpulssignal von Fahrzeug **B** könnte um die gemessene Zeit verschoben werden.

[0040] Gemäß einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist zunächst eine zweite veränderbare Periodendauer vorgesehen, die eine geringere Dauer hat als die erste Periodendauer, wobei von der zweiten Einheit die zeitliche Länge des empfangenen Messpulssignals gemessen wird und daraus ermittelt wird, wie viele erste Einheiten Messpulssignale senden und überprüft wird, ob die zweite Periodendauer ausreichend lange ist, um alle Messpulssignale zu umfassen oder zu lange ist, und falls keine Übereinstimmung gegeben ist, an die erste Einheit die Information übermittelt wird, wie lange die zweite Periodendauer sein soll.

[0041] Bisher wurde angenommen, dass die Periodendauer der Messpulssignale fest ist und dass nur zwei Fahrzeuge gleichzeitig Messpulssignale senden. In der Realität hingegen können mehrere Fahrzeuge gleichzeitig in Reichweite ihrer Ladestationen senden. Sollte die Periodendauer so aussehen, dass alle Messpulssignale in einer Periodendauer Platz finden, würde man unnötig zeitliche Performance des Systems verschenken. Vor allem da dieser Fall äußerst selten auftreten sollte. In der Realität können gemäß **Fig. 9** sechs benachbarte Parkplätze **A** bis **F** mit Ladestationen und Bodenplatten ausgerüstet sein, um ein induktives Laden und ein erfindungsgemäßes Positionieren zu ermöglichen. Diese benachbarten Positionierungsvorgänge können sich gegenseitig beeinflussen.

[0042] Um trotzdem eine schnelle Wiederholungsrate der Positionsdaten zu gewährleisten, wird gemäß der Weiterbildung der Erfindung die Periodendauer anpassbar gemacht. Hierfür sind gemäß **Fig. 3** im Startpuls **SP** ebenfalls ein paar wenige Datenbits **T** für die Periodendauer vorgesehen.

[0043] Sendet ein Fahrzeug beispielsweise ohne Pausenzeit ein Messpulssignal aus, welches von einem Messpulssignal eines zweiten Fahrzeugs gestört wird, so muss die Periodendauer **T** mindestens so weit erhöht werden, dass beide Messpulssignale inklusive eines Sicherheitsabstandes Platz finden. Dies wird einem Fahrzeug eines jeden Teilnehmers über dessen zweite Schnittstelle mitgeteilt. Ist dies geschehen, sendet das Fahrzeug mit der neuen Periodendauer und eine Synchronisierung jedes Teilnehmers ist erneut möglich. Bei zusätzlichen Fahrzeugen muss dasselbe Prinzip für Periodendauererhöhung und Synchronisierung erneut angewandt werden. Dies ist immer möglich, da alle Teilnehmer die Startpulse nicht nur der ihnen zugeordneten Messpulssignale sondern auch der anderen Teilnehmer

empfangen und dekodieren können und auf diese Weise erkennen können, wie viele Teilnehmer aktuell Positionsverfahren durchführen und sich eventuell stören können.

[0044] In gleicher Weise wird die Periodendauer wieder verringert, wenn nach erfolgreichem Positionieren ein Teilnehmer wegfällt und der für ihn zuvor reservierte Zeitschlitz nun ungenutzt die Wiederholrate für die verbleibenden Teilnehmer auf einem geringer als erforderlichen Wert halten würde. Auf diese Weise wird in erfindungsgemäßer Weise die Periodendauer immer an die aktuell erforderliche Länge bei maximal möglicher Wiederholrate angepasst.

[0045] Auch für den Fall, dass in einem zuerst gemessenen Signal kein Identifikationsdatum zu erkennen ist, kann in einer Ausbildung der Erfindung die zweite Periodendauer um zumindest die Dauer eines Messpulssignals verlängert werden. Es kann vorkommen, dass bereits zwei Teilnehmer aktiv sind und die eingestellte Periodendauer für diese zwei Teilnehmer eingestellt ist. Wenn nun ein dritter Teilnehmer dazukommt, kann dessen Messpulssignal beide Startpulse der zuerst aktiven Teilnehmer stören, so dass kein Startpuls erkennbar ist. In diesem Fall wird trotzdem die Periodendauer verlängert, da anzunehmen ist, dass mehr als zwei Teilnehmer aktiv sind.

[0046] In einer weiteren Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird, falls von der zweiten Einheit eines Teilnehmers zumindest ein weiterer Startpuls eines anderen Teilnehmers mit einem zur zweiten Einheit gehörenden Identifikationsdatum Stations_ID erkannt wird, das Identifikationsdatum Stations_ID geändert und der ersten Einheit über die zweite Schnittstelle mitgeteilt.

[0047] Es kann vorkommen, dass eine neu installierte Ladestation zufälligerweise das gleiche vorprogrammierte Identifikationsdatum Stations_ID wie eine Nachbarstation aufweist. Der erfindungsgemäße adaptive Algorithmus erkennt die Identifikationsdaten der Nachbarstationen und kann anhand der Erkenntnisse sein eigenes Identifikationsdatum Stations_ID anpassen, wenn dies nötig ist.

[0048] Die Ladestation kann anhand der vorbeifahrenden positionierenden Fahrzeugen erkennen, welche anderen Identifikationsdaten in der Umgebung bereits vergeben sind. Wenn die eigene Ladestation ein bestimmtes Identifikationsdatum besitzt und ein Fahrzeug mit dem gleichen Identifikationsdatum vorbeifährt, das jedoch nicht an die erkennende Ladestation fahren will, wird ein Wechsel des Identifikationsdatums der Ladestation auf ein anderes freies Identifikationsdatum erfolgen. Hierbei ist die Regel, dass die Ladestation, die zuerst das gleiche Identifikationsdatum wie ihr eigenes durch ihre Sensoren erkennt, ihr Identifikationsdatum zufällig auf ein freies

Identifikationsdatum anpasst. Welche Identifikationsdaten frei sind, speichert ein Teilnehmer selbstständig für jedes von den Sensoren gemessene Signal der anderen Teilnehmer.

[0049] Durch die Verwendung eines zufälligen Fahrzeug-Identifikationsdatums im Startpuls wird eine Identifizierung des zufällig gleichen Stations-Identifikationsdatums einer anderen Station ermöglicht.

[0050] Neben der Erkennung, welche anderen Identifikationsdaten anderer Teilnehmer bzw. Ladestationen auf dem Parkareal vorhanden sind, kann eine Erkennung erfolgen, welche Identifikationsdaten die Ladestationen der Parkplätze in der Nähe jeweils aufweisen. Es wird also gezielt ein Identifikationsdatum einer bestimmten Ladestation, deren Lage ermittelt wird, zugeordnet. Dies erfolgt über die Feldstärken der vorbeifahrenden Fahrzeuge und das Umschalten der Messpulssignale, die zunächst nur den Startpuls senden, auf das komplette Messpulssignal, sobald die Ladestation in Reichweite ist. Daraus kann abgeschätzt werden, wo sich die Ladestation befinden muss, zu der dieses Fahrzeug unterwegs ist.

[0051] In der **Fig. 9** ist ein solches Szenario aufgezeigt. Das Fahrzeug möchte in Parkplatz C einparken. Wenn das Fahrzeug noch keine Rückmeldung seiner Ladestation am Parkplatz C erhalten hat, wird es nur den Startpuls ohne Messpulse senden. Wenn das Fahrzeug den Messbereich der Ladestation am Parkplatz A verlässt, ohne dass dessen Messpulse angeschaltet wurden, erkennt die Ladestation am Parkplatz A, dass der Parkplatz C kein direkter Nachbar ist und er nicht bei der zeitlichen Verschiebung die Messpulse mit vorzusehen ist, sondern kann ihr Messpulssignal direkt hinter den erkannten Startpuls des Fahrzeugs verschieben. Hierdurch kann eine schnellere Erkennung der Verschiebezeiten in der Zukunft erfolgen.

[0052] Wenn entsprechend der Abbildung der **Fig. 9** das Fahrzeug in den Parkplatz B einparken möchte, werden die Messpulse in Reichweite der Ladestation am Parkplatz A eingeschaltet. Hierdurch merkt die Ladestation am Parkplatz A, dass sie in Zukunft die Verschiebezeit ihres eigenen Signals an das Messpulssignal der Ladestation am Parkplatz B anpassen muss. Des Weiteren kann das Messpulssignal des Fahrzeugs auch in der Ladestation am Parkplatz A ausgewertet werden und durch die Feldstärke auch eine Aussage über die ungefähre Entfernung des Fahrzeuges zur eigenen Ladestation getroffen werden. Hierdurch kann je nachdem, ob eine Ladestation in der Nähe ist oder nicht, die Verschiebezeit angepasst werden.

[0053] Durch das erfindungsgemäße Verfahren kann die Verschiebezeit beim Zusammentreffen von zwei Startpulsen so angepasst werden und das bei

dem nächsten Vorfall mit der Ladestation am Nachbarparkplatz abgleichen, sodass jede Ladestation nicht zufällig sondern selbstlernend eine bessere Anpassung ermöglicht. Sobald zwei Startpulse zeitlich überlappend gesendet werden, wird eine zufällige Verschiebung der beiden Messpulssignale erfolgen. Die zufällige Verschiebung beim ersten Aufeinandertreffen der Messpulssignale kann als Grundlage für den nächsten Vorfall erfolgen.

[0054] Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen mit Hilfe von Figuren näher erläutert werden. Dabei zeigen

Fig. 1 einen Teilnehmer eines Fahrzeugpositionierungssystems mit einem Fahrzeug und einer Ladestation mit damit verbundener Bodenplatte nach dem Stand der Technik,

Fig. 2 ein schematisches Messpulssignal,

Fig. 3 einen detaillierteren Startpuls,

Fig. 4 ein erstes Beispiel einer Überlappung eines gesamten Messpulssignals mit einem weiteren Startpuls,

Fig. 5 ein zweites Beispiel einer Überlappung eines gesamten Messpulssignals mit einem weiteren Startpuls,

Fig. 6 ein drittes Beispiel einer Überlappung eines gesamten Messpulssignals mit einem weiteren Startpuls,

Fig. 7 ein viertes Beispiel einer Überlappung eines gesamten Messpulssignals mit einem weiteren Startpuls,

Fig. 8 ein Beispiel einer Überlappung zweier Messpulssignale mit zeitlichen Bezügen,

Fig. 9 ein Parkareal mit mehreren Parkplätzen und einem z parkenden Fahrzeug,

Fig. 10a bis **Fig. 10 c** ein erstes Beispiel eines Ablaufs des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 11a bis **Fig. 11e** ein zweites Beispiel eines Ablaufs des erfindungsgemäßen Verfahrens, und

Fig. 12 ein Flussdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0055] Die **Fig. 10a** bis **Fig. 10 c** zeigen die anfängliche Überlappung der Messpulssignale zweier Teilnehmer einer Fahrzeugpositionierung sowie deren Synchronisation entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren in einem ersten Ausführungsbeispiel. Dabei ist der Vorgang wie folgt:

Ein erstes Fahrzeug will einparken, am Nachbarstellplatz ist ein Einparkvorgang eines zweiten Fahrzeugs in Gange. Das erste Fahrzeug hat das Identifikationsdatum **7D** und die zugehörige Ladestation das Identifikationsdatum **5A**, der so

gebildete erste Teilnehmer hat also das Identifikationsdatum **5A-7D**. Der zweite Teilnehmer soll das auf die gleiche Weise gebildete Identifikationsdatum **B6-4F** haben.

[0056] Das Messpulssignal mit dem Identifikationsdatum **B6-4F** des zweiten Teilnehmers, das strichliert gezeichnet ist, kommt an beiden Ladestationen als erstes an. Das Messpulssignal mit dem Identifikationsdatum **5A-7D** des ersten Teilnehmers soll 15ms später kommen.

[0057] Das erfindungsgemäße Verfahren läuft dabei in einem Teilnehmer folgendermaßen ab. Es sollen bereits Kommunikationskanäle zwischen den ersten und zweiten Einheiten der beiden Teilnehmer hergestellt und die Identifikationsdaten ausgetauscht sein (Schritt **A**). Die Ladestation des ersten Teilnehmers beginnt die Messung zum Zeitpunkt des Eintritts des ersten Messpulssignals an den Empfangsantennen der zugeordneten Bodenplatte. Da beide Signale um 15ms verschoben sind, endet das empfangene Signal bei $t_E = 41,15\text{ms}$. Die Dauer des empfangenen Signals ist also größer als die erwartete Signaldauer von 26,15ms.

[0058] Die Ladestation des ersten Teilnehmers führt einen CRC-Check über das ankommende Signal und bekommt ein positives Ergebnis (Schritt **C** -> Schritt **E**). Sie liest das komplette Identifikationsdatum (Ladestation + Fahrzeug) ein und bemerkt, dass es nicht ihr Identifikationsdatum (**5A-7D**) ist. Sie führt also keine Verschiebung durch und beginnt erneut eine Messung (Schritt **K** -> Schritt **B**).

[0059] Der Ladestation des zweiten Teilnehmers führt ebenfalls das erfindungsgemäße Verfahren durch, wobei bereits Messpulse gesendet wurden (Schritt **C** -> Schritt **E** -> Schritt **F** -> Schritt **H**), sieht dagegen ihr Identifikationsdatum (**B6-4F**) und erkennt gestörte Messpulse und initiiert die Verschiebungsfunktion (Schritt **C** -> Schritt **E** -> Schritt **F** -> Schritt **H** -> Schritt **J**).

[0060] Die Ladestation des zweiten Teilnehmers prüft dabei, ob noch Platz für ihr Messpulssignal in der eingestellten Periodendauer **T**, die für vier Teilnehmer ausgelegt ist, vorhanden ist, bzw. anhand der empfangenen Signallänge, wie viele Teilnehmer gerade aktiv sind.

[0061] Sie erkennt aber nur ihr eigenes Messpulssignal und ein weiteres, das die Messpulse stört. Also führt sie keine Periodendaueranpassung durch.

[0062] Da die Ladestation des zweiten Teilnehmers ihr Identifikationsdatum eindeutig lesen konnte, wird keine zufällige Zeitverzögerung ermittelt, sondern lediglich die notwendige Verschiebung mittels Formel berechnet. Mit der Verschiebungsformel ist $t_{\text{Verschieb}}$

bung = 41,15 ms + 5 ms = 46,15 ms. Diese Verzögerung wird dem Fahrzeug über die zweite Schnittstelle mitgeteilt. Dabei ergibt sich der zeitliche Bezug gemäß **Fig. 10b**. Im nächsten Messpulssignal-Sendezyklus wird wieder gemäß **Fig. 10c** der Beginn des ersten Messpulssignals als Zeitpunkt Null angenommen. Eine Periodendauer wäre aufgrund der aktuellen Einstellung für vier Teilnehmer doppelt so lange wie die dargestellte Dauer der beiden aufeinanderfolgenden und synchronisierten Messpulssignaldauern. Die Störung ist somit bei der nächsten Messung eines Messpulssignals in beiden Teilnehmern durch unabhängigen und parallelen Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens in beiden Teilnehmern aufgehoben. Der dann synchronisierte Ablauf folgt in allen Teilnehmern den in der **Fig. 12** fett eingezeichneten Schritten.

[0063] Im Folgenden werden noch einige zusätzlichen Messungen und Einstellungen durchgeführt. Die Ladestation des ersten Teilnehmers mit dem Identifikationsdatum **5A-7D** empfängt auch das Messpulssignal des zweiten Teilnehmers mit dem Identifikationsdatum **B6-4F** und merkt sich den Teil der Ladestation (**B6**) aber nicht den des aktuell teilnehmenden Fahrzeugs, sowie die Feldstärke. Die Ladestation des ersten Teilnehmers hatte bisher noch kein Messpulssignal dieser Ladestation empfangen.

[0064] Die Ladestation des ersten Teilnehmers beobachtet dieses Messpulssignal bis es endet und speichert die empfangenen Feldstärken oder überschreibt sie zumindest mit dem zuletzt empfangenen. Da das letzte empfangene gespeicherte Messpulssignal von der Ladestation des zweiten Teilnehmers mit dem Identifikationsdatum **B6-4F** eine Feldstärke mit einem Wert viel größer als •Null hat, wird diese Ladestation als sich in er Nähe befindend vermutete und entsprechend in einer Datenbank der Ladestation des ersten Teilnehmers gespeichert.

[0065] Die Bodenplatten der Teilnehmer in dem betrachteten Parkareal sollen jeweils zwei Empfangsantennen je eine auf der linken und rechten Seite bezogen auf die Längsachse eines Parkplatzes bzw. eines geparkten Fahrzeugs haben. Die Ladestation des ersten Teilnehmers vergleicht die Feldstärken des zuletzt empfangenen Messpulssignals des zweiten Teilnehmers auf ihren beiden Sensoren (links und rechts). Es soll eine größere Feldstärke im linken als im rechten Sensor gemessen worden sein, somit muss diese neue Ladestation (**B6**) links von der Ladestation (**5A**) des ersten Teilnehmers liegen.

[0066] Zuvor hatte die Ladestation des ersten Teilnehmers schon einen linken Nachbarn gespeichert, demzufolge vergleicht sie die beide Werte der zuletzt von diesen Ladestationen empfangenen Feldstärken und da die neuen Werte größer sind als die vom alten Nachbarn weist sie dem neuen Nachbarn die Positi-

on direkt links von ihr und dem alten Nachbarn die Position links schräg gegenüber von ihr zu.

[0067] Der gleiche Vorgang läuft auch im zweiten Teilnehmer ab, so dass auch in der dortigen Ladestation der Nachbarschaftsbezug gespeichert ist und bei zukünftigen Positionierungsvorgängen zur schnelleren Synchronisierung berücksichtigt werden kann, wenn die entsprechenden Identifikationsdaten in empfangenen Startpulsen von Messpulssignalen erkannt wurden.

[0068] Ein zweites Ausführungsbeispiel wird mit Hilfe der **Fig. 11a** bis **Fig. 11e** verdeutlicht. In diesem Fall wollen zwei benachbarte Fahrzeuge einparken, während ein drittes an den Parkplätzen vorbeifährt und dessen Startpuls stört. Auch hier sollen die Kommunikationskanäle hergestellt und die Identifikationsdaten ausgetauscht sein und die Fahrzeuge entsprechend Startpulse mit diesen Identifikationsdaten zunächst nicht synchronisiert senden. Das erste Fahrzeug sendet dabei das Identifikationsdatum 28-FD, sein Messpulssignal ist in den **Fig. 11a** bis **Fig. 11e** durchgezogen dargestellt, das zweite Fahrzeug sendet das Identifikationsdatum **9E-37**, sein Messpulssignal ist strichliert dargestellt, und das dritte Fahrzeug sendet das Identifikationsdatum 9E-A9, sein Messpulssignal ist punktiert dargestellt. Die Messpulssignale des ersten und des zweiten Fahrzeugs haben einen Versatz von 3 ms, 24 ms nach dem Beginn des Startpulses des ersten Fahrzeugs wird der Startpuls des dritten Fahrzeugs gesendet. Die Messpulssignale überlappen sich und stören folglich die Positionierungsvorgänge. Außerdem haben die zweite und die dritte Ladestation das gleiche Identifikationsdatum (**9E**).

[0069] Das zweite Fahrzeug mit dem Identifikationsdatum **37** möchte auf den Parkplatz mit der Ladestation mit dem Identifikationsdatum **9E** einparken, sendet deshalb das komplette Identifikationsdatum **9E-37**. Auf dem Parkplatz gegenüber mit der Ladestation mit dem Identifikationsdatum **28** positioniert sich bereits ein erstes Fahrzeug mit dem Identifikationsdatum FD, dieses sendet also 28-FD in seinem Startpuls. Später fährt ein drittes Fahrzeug mit dem Identifikationsdatum **A9** vorbei, das zu einer Ladestation mit demselben Identifikationsdatum **9E** wie die zweite Ladestation **100** m weiter vor fahren möchte. Da die dritte Ladestation noch nicht in Reichweite ist, sendet das dritte Fahrzeug nur den Startpuls in seinem Messpulssignal (Schritt **B**).

[0070] Die zweite Ladestation (9E(1)) bekommt ein negatives Ergebnis bei dem CRC-Check (Schritt C → Schritt D). Sie teilt dem zweiten Fahrzeug mit dem Identifikationsdatum **37** also mit, das Messpulssignal um eine zufällige Zeit $t_{9E} = 37$ ms zu verschieben.

[0071] Die Gesamtlänge des empfangenen Signals beträgt 30,15 ms und ist damit kleiner als vier Mess-

pulssignale. Die zweite Ladestation (9E(1)) führt damit keine Periodendaueranpassung durch. Der zweite Teilnehmer beginnt wieder bei Schritt **B** des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0072] Die erste Ladestation (**28**) bekommt ebenfalls ein negatives Ergebnis beim CRC-Check, da sich die Startpulse des ersten und des zweiten Teilnehmers überlappen und nicht dekodiert werden können. Sie führt ebenfalls keine Periodendaueranpassung durch und veranlasst das erste Fahrzeug (FD), das Messpulssignal ihr Signal um eine zufällige Zeit $t_{28} = 4$ ms zu verschieben. Die dritte Ladestation (9E(2)) ist nicht in Reichweite und veranlasst deswegen keine Änderungen.

[0073] Dies ist in **Fig. 11b** dargestellt.

[0074] Im nächsten Messzyklus gemäß **Fig. 11c** erkennt die erste Ladestation (**28**) den für sie bestimmten Startpuls in dem empfangenen Signal, erkennt aber auch eine Störung in den Messpulsen und führt eine normale Verzögerung mit Berücksichtigung des schon störungsfreien Messpulssignals mit dem Identifikationsdatum **9E-37** durch. Dabei ist die Verschiebungszeit $t_{\text{Verschiebung-28}} = 59,15 \text{ ms} + 5 \text{ ms} = 64,15 \text{ ms}$ (Schritt J). Damit ergibt sich ein synchronisiertes Signal mit drei Messpulssignalen gemäß **Fig. 11d**, das im nächsten Zyklus wieder bei Null beginnt, wie in **Fig. 11e** dargestellt ist. Auch hier wurde durch den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens in allen drei Teilnehmern eine Synchronisation erreicht, obwohl die drei Teilnehmer keinen direkten Kontakt zueinander haben sondern nur gegenseitig die jeweils gesendeten Messpulssignale empfangen können und entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren darauf reagieren. Auch hier folgt dann der synchronisierte Ablauf in allen Teilnehmern den in der **Fig. 12** fett eingezeichneten Schritten.

[0075] Nach der Synchronisation korrigiert die zweite Ladestation ihr Identifikationsdatum, da sie die erste ist, die die Übereinstimmung mit dem Identifikationsdatum der dritten Ladestation erkennt.

[0076] Sie ruft die Identifikationsanpassungsfunktion auf und sucht in zufälliger Weise ein neues gültiges Identifikationsdatum. Dieses vergleicht sie mit ihrer Datenbank, ob sie schon vergeben und früher erkannt ist.

[0077] Nach erfolgter Positionierung sendet das erste Fahrzeug (FD) keine Messpulssignale mehr, so dass die Ladestation des zweiten Teilnehmers plötzlich dieses Messpulssignal nicht mehr empfängt. Die Ladestation des zweiten Teilnehmers speicherte, wie oben bereits beschrieben, die zuletzt gemessene Feldstärke des Messpulssignals des ersten Teilnehmers, wobei diese viel größer als Null ist. Sie spei-

chert deshalb die erste Ladestation (**28**) als einen Nachbarn und sucht ihre Position im Parkareal aus.

[0078] Schließlich sinkt die Feldstärke des Messpulssignals des dritten Teilnehmers (9E-A9) bis es verschwindet. Die Ladestation des dritten Teilnehmers kann daher nicht in direkter Nähe zum zweiten Teilnehmer liegen, da lediglich der Startpuls gesendet worden war und keine Messpulse angehängt wurden.

[0079] Die oben beschriebenen Mechanismen, um ein Zeitmultiplexing zu gewährleisten, können - wie bereits ausgeführt - auch dann verwendet werden, wenn die Ladestation-Bodenplatte-Einheit eines Teilnehmers die Messpulssignale aussendet und die Fahrzeugplatte bzw. das Fahrzeug diese entsprechend empfängt. Dabei drehen sich dann natürlich auch die Richtungen der Kommunikationen über die zweite Schnittstelle um.

[0080] Der Vorteil des vorgeschlagenen Verfahrens besteht darin, dass je nach gewähltem Positionierungssystemaufbau keiner oder kein großer Hardwareaufwand notwendig ist, um mehreren Teilnehmern gleichzeitig eine Positionierung zu ermöglichen. Lediglich eine Anpassung der Software ist notwendig, um mittels des vorgeschlagenen Verfahrens die Messpulssignale zeitlich zu synchronisieren. Im Gegensatz dazu ist für verschiedene Frequenzen ein sehr großer Aufwand bei Soft- und Hardware notwendig. Dieser spiegelt sich auch in den Kosten für ein solches System wieder. Durch weniger Komponenten kann der Systempreis gesenkt werden.

[0081] Durch das Senden der Startpulse alleine, wenn noch keine Verbindung über die erste Schnittstelle besteht, also noch keine Rückmeldung über empfangene Startpulse erfolgen kann, kann eine erhöhte Robustheit erreicht werden, da diese Startpulse weniger zeitlichen Einfluss auf die übrigen Messpulssignale haben und die zeitliche Verschiebung vereinfacht.

[0082] Durch den adaptiven Lernalgorithmus kann ebenfalls die Verschiebung nach dem Lernprozess schneller erfolgen, da alle zu einem Zeitpunkt beteiligten Teilnehmer das Verhalten der jeweils anderen präzisieren kann.

[0083] Die Aufteilung der Identifikationsdaten in einen von der Ladestation und einen von dem Fahrzeug eines Teilnehmers erzeugten Teil sorgt für eine geringe Fehlerwahrscheinlichkeit, selbst wenn zwei Ladestationen mit dem gleichen Identifikationsdatum sich auf einem Parkareal befinden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Synchronisieren von Messpulssignalen (SP; SP, MP1, MP2, MP3, MP4) zumindest zweier Teilnehmer eines Fahrzeugpositionierungssystems,

bei dem jeder Teilnehmer eine erste Einheit (6) zum Senden eines Messpulssignals (SP; SP, MP1, MP2, MP3, MP4) definierter Stärke über eine erste drahtlose Schnittstelle und zum Empfangen von Information über die Stärke des Messpulssignals (SP; SP, MP1, MP2, MP3, MP4) am Ort (3) einer zweiten Einheit (3, 4) über eine zweite drahtlose Schnittstelle

und eine zweite Einheit (3, 4) zum Empfangen des Messpulssignals (SP; SP, MP1, MP2, MP3, MP4) über die erste drahtlose Schnittstelle und zum Senden der Information über die Stärke des Messpulssignals (SP; SP, MP1, MP2, MP3, MP4) am Ort (3) der zweiten Einheit (3, 4) über die zweite drahtlose Schnittstelle aufweist,

wobei das Messpulssignal (SP; SP, MP1, MP2, MP3, MP4) zumindest aus einem Startpuls (SP) besteht und mit einer ersten Wiederholrate, die zu einer ersten Periodendauer umgekehrt proportional ist, ausgesendet wird,

und der Startpuls (SP) ein Identifikationsdatum (Auto_ID, Station_ID) der ersten (6) und/oder der zweiten Einheit (3, 4), eine Information über die Periodendauer (T) und eine Checksumme (CRC) zur Überprüfung der Integrität des Startpulses (SP) aufweist,

wobei die erste Periodendauer so gewählt ist, dass alle sowohl einen Startpuls (SP) als auch Messpulse (MP1, MP2, MP3, MP4) umfassenden Messpulssignale (SP; SP, MP1, MP2, MP3, MP4) auch benachbarter Teilnehmer des Fahrzeugpositionierungssystems zeitlich aneinandergereiht darin Platz haben, wobei von jedem Teilnehmer des Fahrzeugpositionierungssystems folgende Schritte zur Synchronisation aller von einem Teilnehmer empfangbaren Messpulssignale (SP; SP, MP1, MP2, MP3, MP4) durchgeführt werden:

A Es wird ein Kommunikationskanal zwischen der ersten Einheit (6) eines Teilnehmers und dessen zweiter Einheit (3, 4) über die zweite drahtlose Schnittstelle hergestellt und ein Identifikationsdatum (Station_ID) der zweiten Einheit (3, 4) von der zweiten (3, 4) an die erste Einheit (6) übermittelt;

B Es wird von der ersten Einheit (6) zyklisch mit der Wiederholrate ein Messpulssignal (SP; SP, MP1, MP2, MP3, MP4) mit zumindest einem Startpuls (SP) gesendet;

C Es wird von der zweiten Einheit (3, 4) ein empfangener Startpuls (SP) anhand der Checksumme (CRC) überprüft, ob er fehlerfrei ist;

D Falls die Überprüfung einen Fehler ergibt, wird der ersten Einheit (6) über die zweite Schnittstelle mitgeteilt, dass der Beginn des Startpulses (SP) um eine zufällig gewählte Zeitspanne verschoben werden soll, wobei auch ein vollständiges Messpulssignal (SP, MP1, MP2, MP3, MP4) noch innerhalb der

Periodendauer (T) liegen muss; danach wird das Verfahren wieder bei B begonnen;

E Falls die Überprüfung keinen Fehler ergibt, wird in der zweiten Einheit (3, 4) anhand des Identifikationsdatums (Station_ID) überprüft, ob ein Startpuls (SP) mit dem Identifikationsdatum (Station_ID) der zweiten Einheit (3, 4) empfangen wurde;

F Falls ein Startpuls (SP) mit dem Identifikationsdatum (Station_ID) der zweiten Einheit (3, 4) empfangen wurde, wird anhand der Länge des Messpulssignals (SP; SP, MP1, MP2, MP3, MP4) überprüft, ob auch Messpulse (MP1, MP2, MP3, MP4) empfangen wurden;

G Falls keine Messpulse (MP1, MP2, MP3, MP4) empfangen wurden, wird über die zweite Schnittstelle von der zweiten (3, 4) an die erste Einheit (6) die Information über einen korrekt empfangenen Startpuls (SP) gesandt, worauf die erste Einheit (6) im nächsten Zyklus das gesamte Messpulssignal (SP, MP1, MP2, MP3, MP4) also einschließlich von Messpulsen (MP1, MP2, MP3, MP4) definierter Stärke und Reihenfolge sendet; danach wird das Verfahren wieder bei B begonnen;

H Falls Messpulse (MP1, MP2, MP3, MP4) empfangen wurden, wird überprüft, ob die Messpulse (MP1, MP2, MP3, MP4) ungestört sind;

I Falls die Messpulse (MP1, MP2, MP3, MP4) ungestört sind, wird das Verfahren wieder bei B begonnen und das Messpulssignal (SP, MP1, MP2, MP3, MP4) periodisch bis zur Beendigung des Verfahrens versandt;

J Falls die Messpulse (MP1, MP2, MP3, MP4) gestört sind, wird der Zeitpunkt der Störung ermittelt und der Beginn des Startpulses (SP) wird um eine Zeitspanne, die der Dauer eines Messpulssignals (SP; SP, MP1, MP2, MP3, MP4) plus einer Pause plus dem Zeitpunkt des Beginns der Störung entspricht, verschoben; danach wird das Verfahren wieder bei B begonnen;

K Falls kein Startpuls (SP) mit dem Identifikationsdatum (Station_ID) der zweiten Einheit (3, 4) empfangen wurde, wird das Verfahren wieder bei B begonnen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die erste Einheit (6) eine mobile Einheit und die zweite Einheit (3, 4) eine stationäre Einheit ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem die mobile Einheit ein Sekundärspulenmodul eines Fahrzeugs (2) zur induktiven Energieübertragung und die stationäre Einheit ein Primärspulenmodul in einer mit einer Ladestation (4) verbundenen Bodenplatte (3) ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die zweite Schnittstelle eine WLAN-Schnittstelle ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem zunächst eine zweite veränderbare Periodendauer vorgesehen ist, die eine geringere Dauer hat

als die erste Periodendauer, wobei von der zweiten Einheit die zeitliche Länge des empfangenen Messpulssignals (SP; SP, MP1, MP2, MP3, MP4) gemessen wird und daraus ermittelt wird, wie viele erste Einheiten (6) Messpulssignale (SP; SP, MP1, MP2, MP3, MP4) senden und überprüft wird, ob die zweite Periodendauer ausreichend lange ist, um alle Messpulssignale (SP; SP, MP1, MP2, MP3, MP4) zu umfassen oder zu lange ist, und falls keine Übereinstimmung gegeben ist, an die erste Einheit (6) die Information übermittelt wird, wie lange die zweite Periodendauer sein soll.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem, falls von der zweiten Einheit (3, 4) eines Teilnehmers zumindest ein weiterer Startpuls (SP) eines anderen Teilnehmers mit einem zur zweiten Einheit (3, 4) gehörenden Identifikationsdatum (Station_ID) erkannt wird, das Identifikationsdatum (Station_ID) geändert und der ersten Einheit (6) über die zweite Schnittstelle mitgeteilt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem das neue Identifikationsdatum (Station_ID) zufällig aus einem Datensatz mit freien Identifikationsdaten ausgewählt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem, falls von einem Teilnehmer ein Identifikationsdatum (Station_ID) in einem Startpuls (SP) eines anderen Teilnehmers erkannt wird, das nicht der dem Identifikationsdatum (Station_ID) der zweiten Einheit des erkennenden Teilnehmers entspricht, und nach dem Empfangen dieses Startpulses (SP) kein dieses Identifikationsdatum (Station_ID) enthaltendes Messpulssignal (SP) mit zusätzlichen Messpulsen (MP1, MP2, MP3, MP4) gemessen wird, der zu diesem Identifikationsdatum (Station_ID) gehörende Teilnehmer als nicht benachbart eingestuft und entsprechend in einem Speicher gekennzeichnet wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem, falls von einem Teilnehmer ein Identifikationsdatum (Station_ID) in einem Startpuls (SP) erkannt wird, das nicht dem Identifikationsdatum (Station_ID) der stationären Einheit (3, 4) des Teilnehmers entspricht, und nach dem Empfangen des Startpulses (SP) ein dieses Identifikationsdatum (Station_ID) enthaltendes Messpulssignal (SP; SP, MP1, MP2, MP3, MP4) mit zusätzlichen Messpulsen (MP1, MP2, MP3, MP4) gemessen wird, die zu diesem Identifikationsdatum (Station_ID) gehörende stationäre Einheit (3, 4) als benachbart eingestuft und entsprechend in einem Speicher gekennzeichnet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem die Stärke des zuletzt von dem anderen Teilnehmer empfangenen Messpulssignals (SP; SP, MP1, MP2, MP3, MP4) mit anderen früher empfangenen und gespeicherten Stärken von Messpulssignalen (SP; SP,

MP1, MP2, MP3, MP4) weiterer Teilnehmer verglichen wird und diesen Messpulssignalen (SP; SP, MP1, MP2, MP3, MP4) zugeordnete, aus deren Stärken geschätzte Entfernungen und Positionen den benachbarten Teilnehmern entsprechend zugeordnet und gespeichert werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem ein Teilnehmer in der Einheit zum Empfangen der Messpulssignale (SP; SP, MP1, MP2, MP3, MP4) zumindest zwei Empfangsantennen hat, wobei bei unterschiedlichen von den Empfangsantennen zuletzt empfangenen Stärken der Messpulssignale (SP; SP, MP1, MP2, MP3, MP4) eines benachbarten Teilnehmers dessen Nachbarschaftsverhältnis abhängig von der jeweiligen Stärke in den Empfangsantennen bestimmt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 11, bei dem für den Fall, dass in einem zuerst gemessenen Signal kein Startpuls (SP) zu erkennen ist, die zweite Periodendauer um zumindest die Dauer eines Messpulssignals (SP; SP, MP1, MP2, MP3, MP4) verlängert wird.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

Stand der Technik

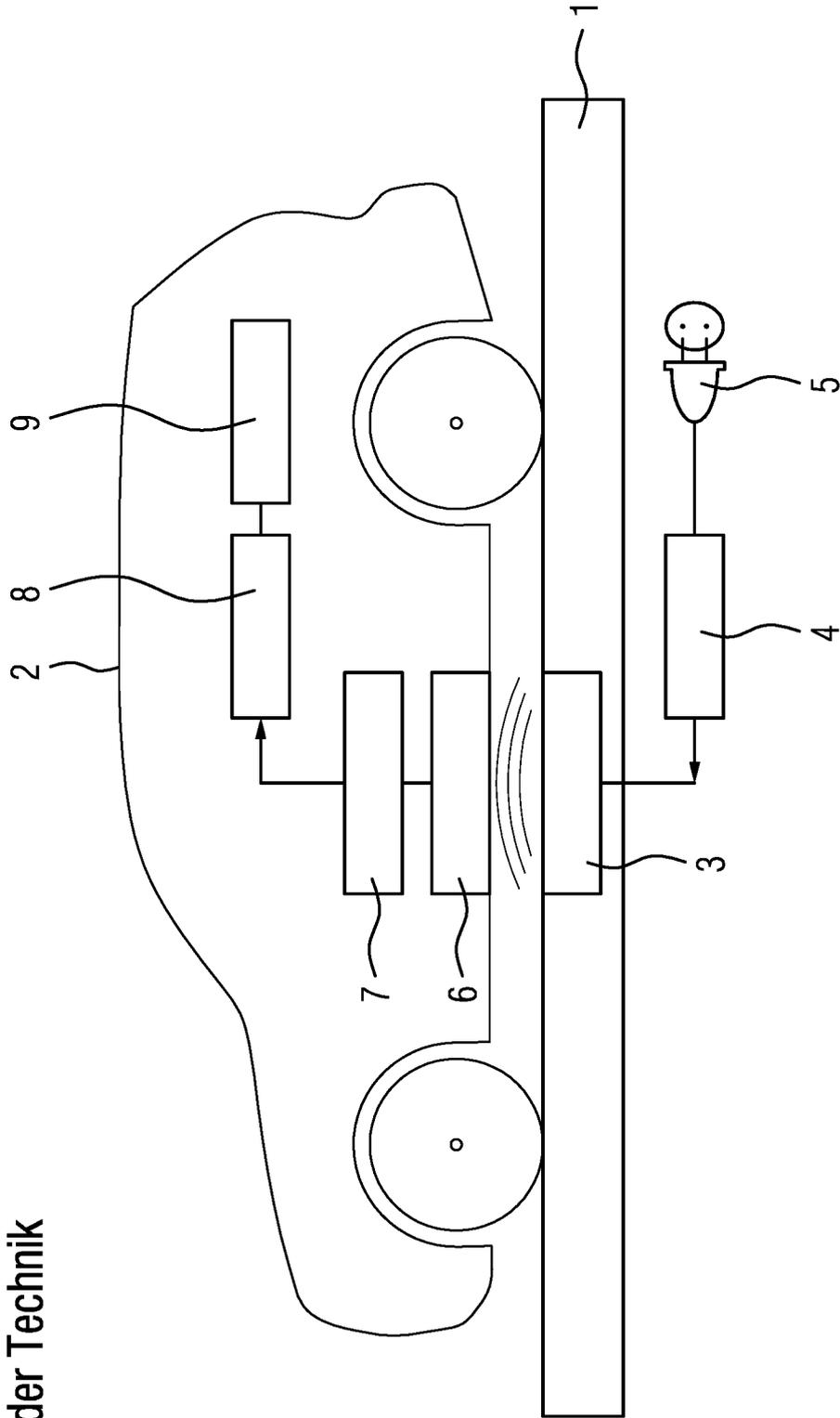


FIG 2

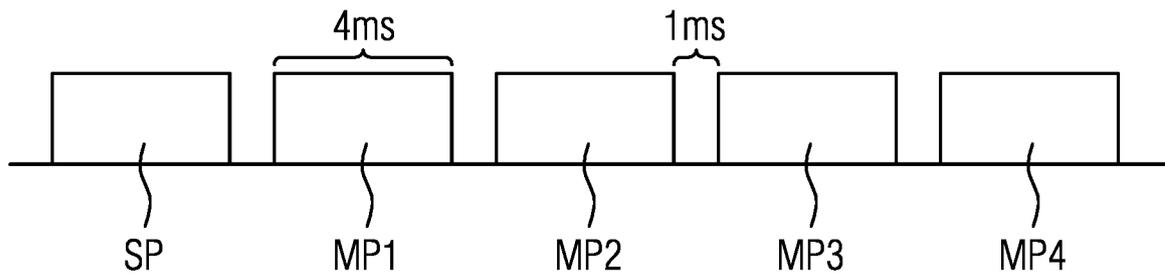


FIG 3

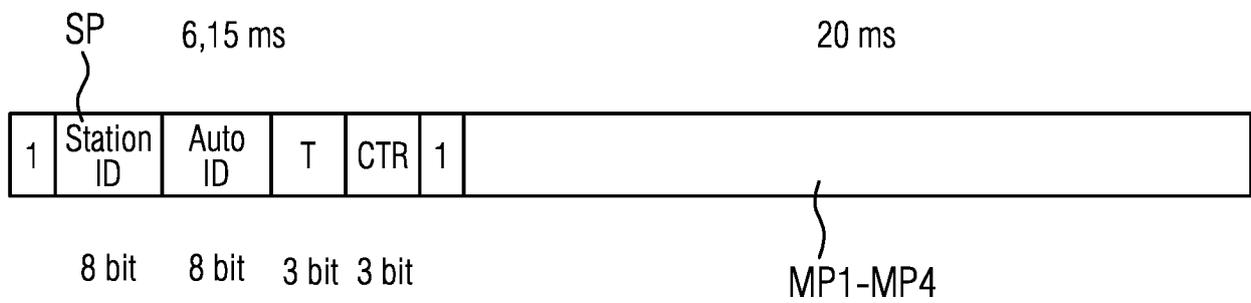


FIG 4



FIG 5

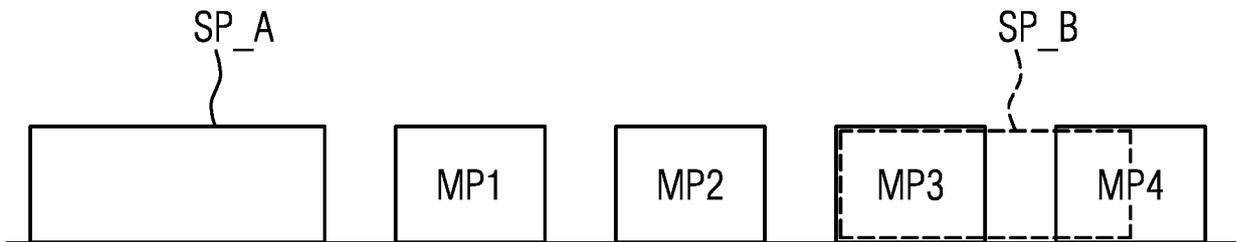


FIG 6

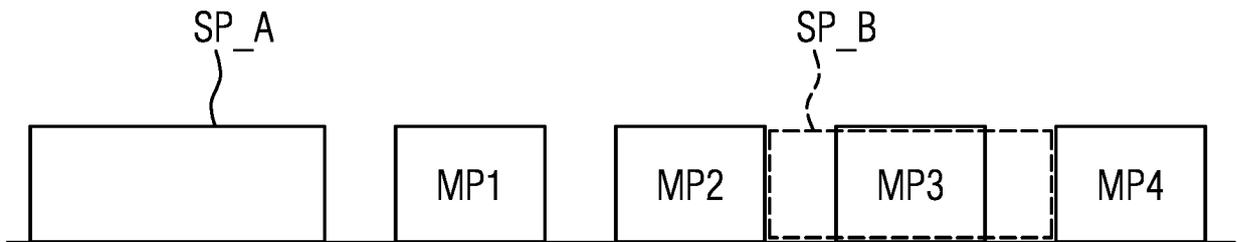


FIG 7

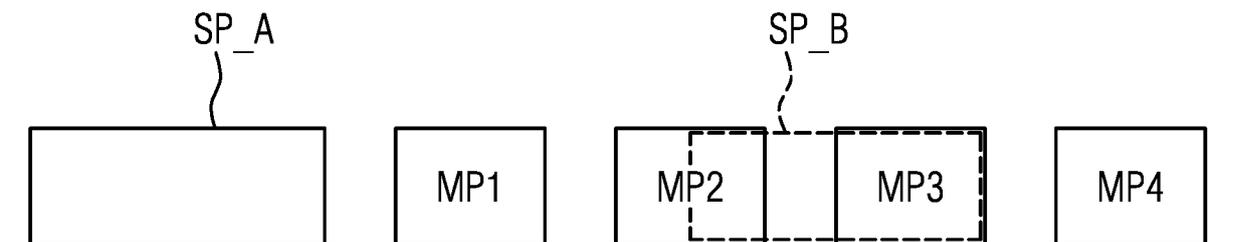


FIG 8

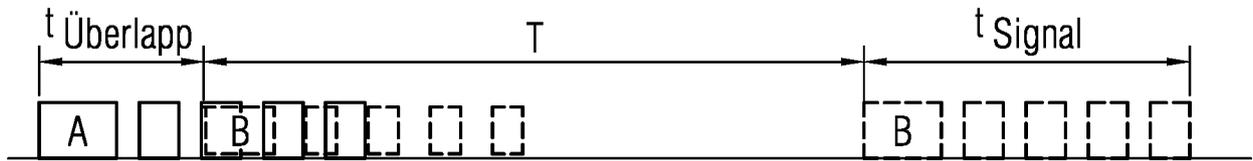


FIG 9

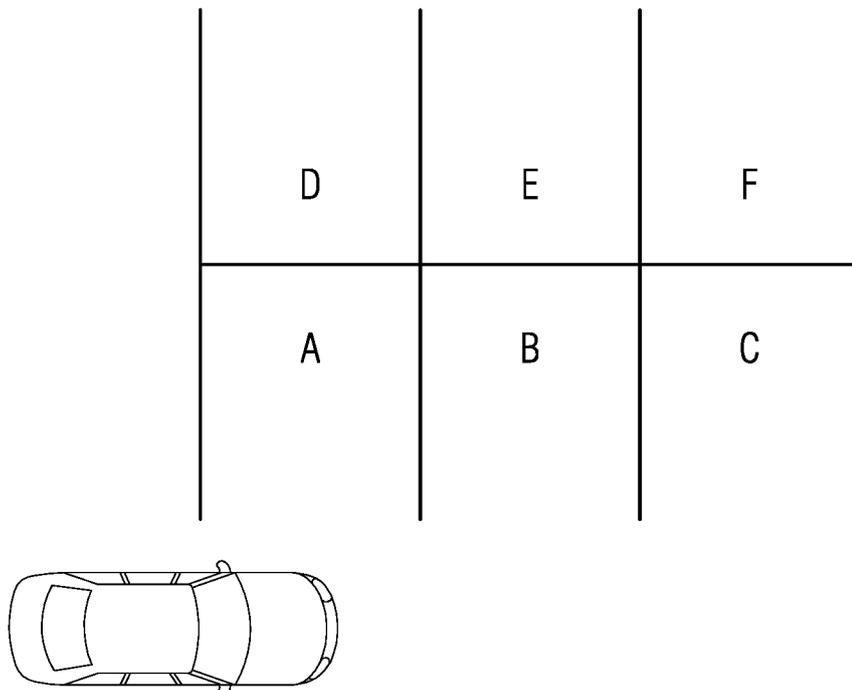


FIG 10A

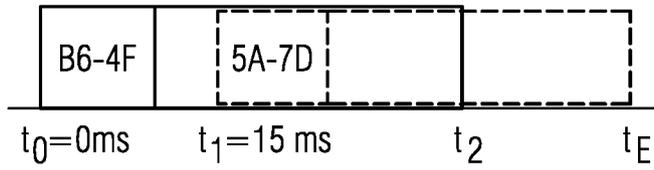


FIG10B

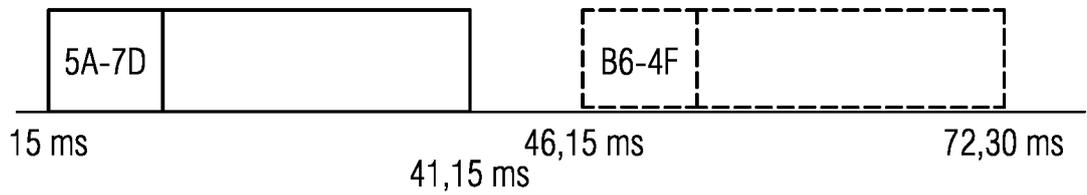


FIG 10C

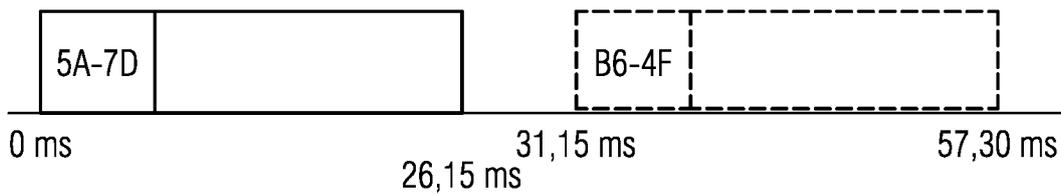


FIG 11A

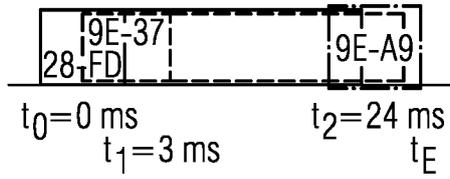


FIG 11B

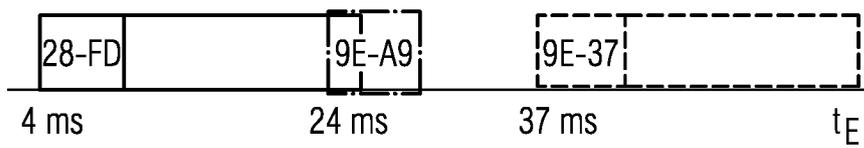


FIG 11C

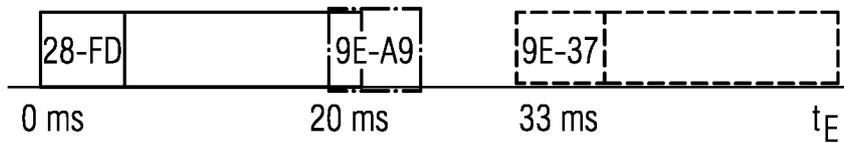


FIG 11D

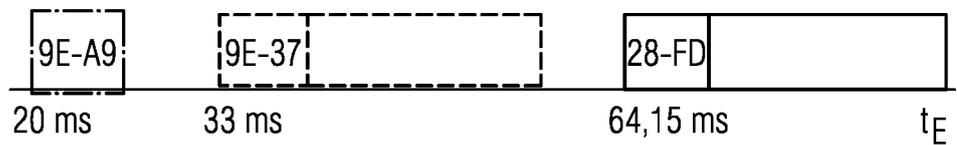


FIG 11E

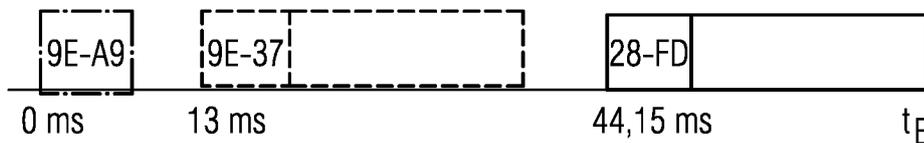


FIG 12

