

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 627 717 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
12.08.1998 Patentblatt 1998/33

(51) Int Cl.6: **G08G 1/017**, G07B 15/00

(21) Anmeldenummer: **94107433.8**

(22) Anmeldetag: **13.05.1994**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Durchführung eines drahtlosen Datenaustauschs zwischen einer Feststation und sich bewegenden Objekten**

Method and arrangement for wireless data exchange between a fixed station and moving objects

Méthode et dispositif pour échanger des données sans fil entre un poste fixe et des objets mobiles

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR IT LI

(30) Priorität: **01.06.1993 DE 4318109**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.12.1994 Patentblatt 1994/49

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:
• **Grabow, Wilhelm, Dr. Dipl.-Ing.
D-31171 Nordstemmen (DE)**

• **Dobias, Felix, Dipl.-Ing.
D-33100 Paderborn-Dahl (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 002 469 EP-A- 0 401 192
EP-A- 0 407 243 EP-A- 0 416 692
EP-A- 0 567 889 EP-A- 0 578 060
EP-A- 0 585 718 EP-A- 0 588 045

• **VNIS '91; VEHICLE NAVIGATION &
INFORMATION SYSTEMS CONFERENCE
PROCEEDINGS 1991, IEEE, 1. Oktober 1991, US
Seiten 977 - 987 KOMANECKY ET AL. 'IVHS
APPLICATIONS OF SMART CARDS'**

EP 0 627 717 B1

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

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Durchführung eines drahtlosen Datenaustausches zwischen einer Feststation und Sende-/Empfangsgeräten an Bord von sich relativ zur Feststation vorzugsweise in Fahrspuren bewegendem Objekten, insbesondere Fahrzeugen, mit Hilfe einer Antennenanordnung mit mehreren Antennen, deren Empfangsprofile elektronisch auf ein Fahrzeug ausrichtbar sind, wobei die Sende-/Empfangsgeräte auf ein empfangenes Signal ein Antwortsignal mit gleicher Trägerfrequenz aussenden, dessen Pegel proportional zum Pegel des empfangenen Signals ist.

Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Ein Verfahren der eingangs erwähnten Art ist aus DE 41 07 803 A1 bekannt. Als eine Anwendungsmöglichkeit der darin beschriebenen Abfrageanordnung ist automatische Zahlung von Mautgebühren aufgeführt. Jedes Fahrzeug, das eine Mautgebühren zu zahlen hat, ist mit einer automatischen Abbuchungseinrichtung ausgestattet, die mit dem Sende-/Empfangsgerät an Bord des Fahrzeugs zusammenwirkt. Zwischen der Feststation und dem Sende/Empfangsgerät findet ein Datenaustausch statt. Dabei verbucht zunächst die Abbuchungseinrichtung die Mautgebühr und sendet anschließend eine Quittung darüber an die Feststation. Während dieses Vorganges wird mit Antennenelementen der Antennen der Feststation für das betreffende Fahrzeug ein Empfangsprofil erzeugt. Das Empfangsprofil kann ggfs. dem sich bewegendem Fahrzeug nachgeführt werden. Die Sende-/Empfangsgeräte an Bord der Fahrzeuge arbeiten zweckmäßigerweise als Transponder, die das empfangene Signal in modulierter Form zurücksenden. Demgemäß weist das Antwortsignal die gleiche Trägerfrequenz wie das von der Feststation ausgesandte Signal auf. Darüber hinaus ist sein Pegel proportional zum Pegel des empfangenen Signals.

Da die Zuordnung von Fahrzeugen und die Ausblendung von zu anderen Fahrzeugen zugehörigen Störsignalen durch das Empfangsprofil der Empfangsantenne erreicht wird, muß die Empfangsantenne so ausgelegt sein, daß sich z. B. nur ein Fahrzeug innerhalb des zugehörigen Ausleuchtgebietes aufhalten kann. Die Ausrichteigenschaften der Empfangsantenne müssen sicherstellen, daß eine starke Dämpfung von Signalen außerhalb der gewünschten Ausleuchtzone vorgenommen wird, um eine falsche Zuordnung der Signale von benachbarten Fahrzeugen zu vermeiden. Eine in der Praxis erforderliche Reduktion der Signale außerhalb der Hauptkeule der Antenne beträgt beispielsweise -40dB. Um diesen Dämpfungswert zu erreichen, muß die Empfangsantenne mit einer großen Anzahl von Antennenelementen ausgebildet sein, so daß ein erheblicher Aufwand benötigt wird.

Die sich aus dem Stand der Technik ergebende Problemstellung besteht somit darin, den Aufwand für die

benötigte Nebenkeulenunterdrückung zu vermindern.

Zur Lösung dieses Problems ist das eingangs erwähnte Verfahren erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß eine Antenne (5) einen Empfangsantennenteil (7) und einen diesem zugeordneten Sendeantennenteil (6) umfasst, und daß jeder Empfangsantennenteil eine Sendeantenne zugeordnet ist und daß die Sendeantenne Signale mit einem dem Empfangsprofil der Empfangsantenne entsprechenden Sendeprofil aussendet.

Während bei den bekannten Verfahren die Nebenkeulendämpfung ausschließlich durch das Empfangsprofil der Empfangsantenne bewirkt wird und breitstrahlende, also mehrere Fahrzeuge erfassende Sendeantennen vorgesehen sind, wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren eine Mehrzahl von Sendeantennen vorgesehen, die ihre Signale mit einem Sendeprofil aussenden, das dem Empfangsprofil einer zugehörigen Empfangsantenne entspricht. Da auch die Sende-/Empfangsgeräte an Bord von anderen potentiell störenden bewegten Objekten die ausgesandten Signale nach dem Transponder-Prinzip zurücksenden, werden durch das Sendeprofil bereits stark gedämpfte Signale mit dem sich daraus ergebenden niedrigen Signalpegel zur Feststation zurückgesandt und durch das Empfangsprofil erneut gedämpft, so daß sich die Dämpfungen von Sendeprofil und Empfangsprofil multiplizieren. Bei Übereinstimmung von Sendeprofil und Empfangsprofil wird beispielsweise der Dämpfungswert von -40dB dadurch erreicht, daß die entsprechende Nebenkeulendämpfung bei Sendeprofil und bei Empfangsprofil jeweils -20dB beträgt. Diese Dämpfungswerte sind mit wesentlich einfacheren Antennenanordnungen zu realisieren.

Das der Erfindung zugrundeliegende Problem wird ferner mit einer Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gelöst, bei der in der Feststation jeder Empfangsantenne eine Sendeantenne zugeordnet ist und Empfangsantenne und Sendeantenne jeweils ein Strahlformungsnetzwerk aufweisen. Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn einander zugeordnete Sende- und Empfangsantennen in unmittelbarer räumlicher Nachbarschaft angeordnet sind und die Strahlformungsnetzwerke der einander zugeordneten Antennen von demselben Prozessor gesteuert werden.

Da erfindungsgemäß nunmehr eine Mehrzahl von Sendeantennen vorgesehen ist, kann in vorteilhafter Weise der Einfluß von Störsignalen wirksam dadurch herabgesetzt werden, daß benachbarte Sendeantennen Signale auf unterschiedlichen Trägerfrequenzen aussenden und daß von den zugehörigen Empfangsantennen nur Signale auf der Frequenz der zugeordneten Sendeantennen zur Auswertung weitergeleitet werden.

Bei der Verwendung eines Trägerfrequenzkanals im Frequenzbereich 5,8 GHz ist es zweckmäßig, vier Kanäle mit einer Bandbreite von 5 MHz vorzusehen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels nä-

her erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 eine schematische Darstellung einer Feststation mit mehreren Antennen und Fahrzeugen, die sich der Feststation nähern
- Figur 2 eine schematische Darstellung des Kommunikationsablaufes zwischen Feststation und Fahrzeug
- Figur 3 einen prinzipiellen Aufbau einer Empfangsantenne und einer Sendeantenne mit Strahlformungsnetzwerken
- Figur 4 eine schematische Darstellung der Ausleuchtgebiete für zwei Sende-/Empfangsantennen mit möglichen Fehlereinflüssen bei der Benutzung der gleichen Trägerfrequenz (a) und bei der Benutzung unterschiedlicher Trägerfrequenzen (b).

Figur 1 zeigt Fahrzeuge 1, die mit jeweils einem Sende-/Empfangsgerät 2 ausgestattet sind und sich vor einer Feststation 3 befinden, die Fahrbahnen 4 einer Straße brückenartig überspannt. Die Feststation weist eine Antennenanordnung mit mehreren Antennen 5 auf, wobei beispielsweise für jede Fahrbahn 4 eine Sende- und Empfangsantenne 5 vorgesehen ist.

Die Kommunikation zwischen der Feststation 3 und dem Fahrzeug 1 ist in Figur 2 verdeutlicht. Zum Beginn des Datenaustausches findet eine Signalübertragung von der Feststation 3 über den Sendeteil der Antenne 5 auf das Fahrzeug 1 statt. Dadurch kann das Sende-/Empfangsgerät 2 des Fahrzeugs 1 aktiviert werden. Darüber hinaus werden Daten von der Feststation 3 auf das Fahrzeug 1 übertragen, insbesondere die Abbuchung eines Gebührenbetrages durch das Sende-/Empfangsgerät 2 veranlaßt.

Wie im unteren Teil von Figur 2 dargestellt ist, wird anschließend ein Quittungssignal von dem Sende-/Empfangsgerät 2 des Fahrzeugs 1 an die Feststation 3 zurückgesandt, wobei für die Übersendung des Quittungssignals von einem Sendeteil 6 der Antenne 5 ein Signal mit einem kontinuierlichen Pegel ausgesandt wird, das von dem durch einen Transponder gebildeten Sende-/Empfangsgerät 2 als moduliertes Signal auf ein Empfangsteil 7 der Antenne 5 gelangt.

Wird ein ordnungsgemäßes Quittungssignal nicht von der Antenne 5 empfangen, können geeignete Maßnahmen initiiert werden, die die Identifikation des Fahrzeuges 1 zur Nacherhebung der Gebühren ermöglichen, beispielsweise die Abspeicherung eines Videobildes des Fahrzeuges o.ä..

Figur 3 zeigt den schematischen Aufbau einer Antenne 5 mit ihrem Sendeteil 6 und Empfangsteil 7. Der Sendeteil 6 enthält eine Mehrzahl von Sende-Antennenelementen 8, die über ein Strahlformungsnetzwerk 9 mit dem Ausgangssignal eines Senders 10 über eine

Aufteilschaltung 11 versorgt werden. In dem Strahlformungsnetzwerk 9 werden die einzelnen, auf die räumlich verteilten Sende-Antennenelemente 8 geleiteten Signale unterschiedlich gewichtet, wobei die Einstellung der Wichtung von einem Prozessor 12 vorgenommen wird. Aufgrund der unterschiedlichen vektoriellen Wichtung entsteht ein Sendeprofil des Sendeteils 6 der Antenne 5.

In analoger Weise weist das Empfangsteil 7 der Antenne 5 eine Mehrzahl von Empfangsantennenelementen 13 auf, die über ein Strahlformungsnetzwerk 14 und einen Summierer 15 mit einem Empfänger 16 verbunden sind. Aufgrund der von demselben Prozessor 12 gesteuerten Wichtung innerhalb des Strahlformungsnetzwerks 14 wird eine räumliche Empfindlichkeitsverteilung in Form eines Empfangsprofils bewirkt. An den Empfänger 16 ist eine Auswertungsschaltung 17 angeschlossen, die eine Reihe von Informationen 20 erstellen kann, die vom Prozessor 12 zur Erstellung geeigneter Sende- und Empfangsprofile verwendbar sind. Der Prozessor 12 kann ferner Informationen beispielsweise über die Wichtungsverteilung von Strahlformungsnetzwerken 9, 14 benachbarter Antennen 5 erhalten.

In dem in Figur 3 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Anzahl und Anordnung der Sende-Antennenelemente 8 gleich der Anzahl und Anordnung der Empfangsantennenelemente 13. Sendeteil 6 und Empfangsteil 7 sind in unmittelbar räumlicher Nähe angeordnet, so daß die Strahlformungsnetzwerke 9, 14 die selben Wichtungsvektoren von dem Prozessor 12 erhalten.

Figur 4 zeigt zwei benachbarte Antennen 5, 5' einer Feststation 3. Diese kommunizieren mit zwei Sende-/Empfangsgeräten 2, 2' in Fahrzeugen 1. Die Antennen 5, 5' definieren jeweils ein Ausleuchtgebiet 18, 18' in Form einer Hauptkeule, wobei die Hauptkeulen der Sendeteile 6 und der Empfangsteile 7 identisch sind und sich in ihrer Wirkung multiplizieren. Die Richtwirkung der Sende-/Empfangsgeräte 2, 2' ist gering, um eine wünschenswerte Freiheit für die Anbringung der Sende-/Empfangsgeräte 2, 2' in den Fahrzeugen 1 zu gewährleisten.

Die sachgemäße Kommunikation zwischen der Antenne 5 und dem Sende-/Empfangsgerät 2 findet auf dem Weg I in Figur 4 statt. Denkbare Störeinwirkungen entstehen durch Empfang von durch die benachbarte Antenne 5' ausgesandten und von einem benachbarten Sende-/Empfangsgerät 2' zurückgegebenen Signalen auf den Wegen II und III. Während auf dem Weg II die Dämpfung über das Empfangsprofil der Antenne 5 wirksam ist, findet praktisch keine Dämpfung auf dem Weg III statt, wenn innerhalb des Ausleuchtgebiets 18 der Antenne 5 das von dem Sende-/Empfangsgerät 2' zurückgeworfene Signal durch einen Reflektor 19 in Richtung auf die Antenne 5 reflektiert wird.

Die Störeinflüsse auf den Wegen II und III in Figur 4a treten nur mit einer geringen Wahrscheinlichkeit auf, haben daher nur selten Auswirkungen.

Diese können vermieden werden, wenn die benachbarte Antenne 5' auf einer anderen Trägerfrequenz ausstrahlt, die von dem Empfangsteil 6 der Antenne 5 nicht zur Auswertung weitergeleitet wird. In diesem Fall ist eine Störung durch ein benachbartes Sende-/Empfangsgerät 2' nur auf dem Weg IV möglich, auf dem das von der Antenne 5 ausgesandte Signal von dem benachbarten Sende-/Empfangsgerät 2' zum Empfangsteil 7 der Antenne 5 reflektiert wird. Da sowohl für das Aussenden wie auch für das Empfangen auf dem Wege IV die Nebenkeulenreduktion der Antenne 5 wirksam wird, wird ein Störeinfluß auf dem Weg IV hinreichend gedämpft, um eine praktische Auswirkung zu vermeiden. Die Verwendung unterschiedlicher Frequenzen für benachbarte Antennen 5, 5' reduziert daher die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Fehlern erheblich.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Durchführung eines drahtlosen Datenaustausches zwischen einer Feststation (3) und Sende-/Empfangsgeräten (2, 2') an Bord von sich relativ zur Feststation (3) vorzugsweise in Fahrspuren (4) bewegenden Objekten, insbesondere Fahrzeugen (1), mit Hilfe einer Antennenanordnung mit mehreren Antennen (5), deren Empfangsprofile elektronisch auf ein Objekt ausrichtbar sind, wobei die Sende-/Empfangsgeräte (2, 2') auf ein empfangenes Signal ein Antwortsignal mit gleicher Trägerfrequenz aussenden, dessen Pegel proportional zum Pegel des empfangenen Signals ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Antenne (5) einen Empfangsantennenteil (7) und einen diesem zugeordneten Sendeantennenteil (6) umfasst, und daß die Sendeantenne (6) Signale mit einem dem Empfangsprofil der Empfangsantenne (7) entsprechenden Sendeprofil aussendet.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß benachbarte Sendeantennen (6, 6') Signale auf unterschiedlichen Trägerfrequenzen aussenden und daß von den zugehörigen Empfangsantennen (7, 7') nur Signale auf der Frequenz der zugeordneten Sendeantenne (6, 6') zur Auswertung weitergeleitet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß vier unterschiedliche Frequenzen verwendet werden.
4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß in der Feststation (3) jeder Empfangsantenne (7) eine Sendeantenne (6) zugeordnet ist und das Empfangsantennen (7) und Sendeantennen (6) jeweils ein Strahlformungsnetzwerk (9, 14) aufweisen.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß einander zugeordnete Sende- und Empfangsantennen (6, 7) in unmittelbarer räumlicher Nachbarschaft angeordnet sind und daß die Strahlformungsnetzwerke (9, 14) der einander zugeordneten Antennen (6, 7) von demselben Prozessor (12) gesteuert werden.
6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, gekennzeichnet durch auf unterschiedlichen Frequenzen arbeitende Trägerfrequenzgeneratoren für benachbarte Sendeantennen (6,6').

15 Claims

1. Method for carrying out wireless data exchange between a fixed station (3) and transceiving units (2, 2') on board objects, in particular vehicles (1) moving relative to the fixed station (3), preferably in lanes (4), with the aid of an antenna arrangement having a plurality of antennas (5) whose receiving profiles can be aligned electronically with an object, the transceiving units (2, 2') emitting in response to a received signal a response signal which has the same carrier frequency and whose level is proportional to the level of the received signal, characterized in that an antenna (5) comprises a receiving antenna part (7) and a transmitting antenna part (6) assigned thereto, and in that the transmitting antenna (6) emits signals with a transmitting profile corresponding to the receiving profile of the receiving antenna (7).
2. Method according to Claim 1, characterized in that neighbouring transmitting antennas (6, 6') emit signals at different carrier frequencies, and in that only signals at the frequency of the assigned transmitting antenna (6, 6') are relayed for evaluation from the associated receiving antennas (7, 7').
3. Method according to Claim 1 or 2, characterized in that four different frequencies are used.
4. Device for carrying out the method according to one of Claims 1 to 3, characterized in that in the fixed station (3) each receiving antenna (7) is assigned a transmitting antenna (6) and the receiving antennas (7) and transmitting antennas (6) in each case have a beam-shaping network (9, 14).
5. Device according to Claim 4, characterized in that mutually assigned transmitting and receiving antennas (6, 7) are arranged in direct spatial proximity, and in that the beam-shaping networks (9, 14) of the mutually assigned antennas (6, 7) are controlled by the same processor (12).

6. Device according to Claim 4 or 5, characterized by carrier frequency generators for neighbouring transmitting antennas (6, 6') which operate at different frequencies.

associées, sont prévues au voisinage direct, et

- les réseaux de formation de faisceau (9, 14) des antennes associées (6, 7) sont commandés par le même processeur (12).

5

Revendications

1. Procédé de mise en oeuvre d'un échange de données par transmission sans fil entre un poste fixe (3) et un appareil émetteur/récepteur (2, 2') embarqué dans des objets se déplaçant par rapport à un poste fixe (3) de préférence dans des voies de circulation (4), notamment des véhicules (1), à l'aide d'un dispositif d'antenne comprenant plusieurs antennes (5) dont les profils de réception sont alignés électriquement sur un objet, les appareils émetteurs/récepteurs (2, 2') émettant un signal de réponse à un signal reçu sur la même fréquence porteuse, signal dont le niveau est proportionnel au niveau du signal reçu, caractérisé en ce qu'

10

15

20

une antenne (5) comprend une partie d'antenne de réception (7) et une partie d'antenne d'émission, (6) associée, et l'antenne d'émission (6) émet des signaux à profil d'émission correspondant au profil de réception de l'antenne de réception (7).

25

30

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que

- les antennes d'émission voisines (6, 6') émettent des signaux à des fréquences porteuses différentes, et
- les antennes de réception correspondantes (7, 7') ne transmettent, pour l'exploitation, que des signaux correspondant à la fréquence de l'antenne d'émission (6, 6') associée.

35

40

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'on utilise quatre fréquences différentes.

45

4. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que dans le poste fixe (3), une antenne d'émission (6) est associée à chaque antenne de réception (7), l'antenne de réception (7) et les antennes d'émission (6) ayant chaque fois un réseau de formation de faisceau (9, 14).

50

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que

55

- des antennes d'émission et de réception (6, 7)

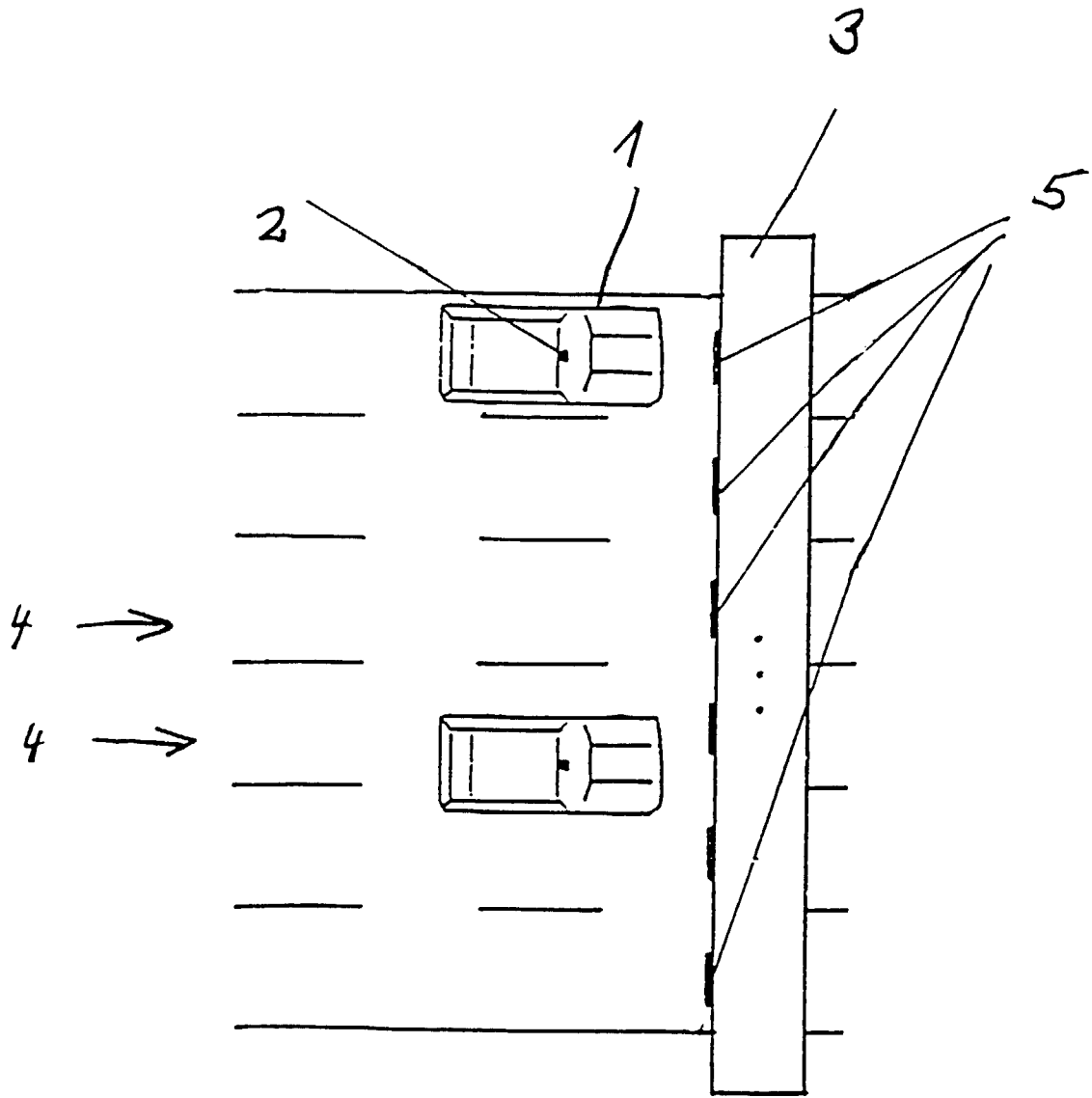
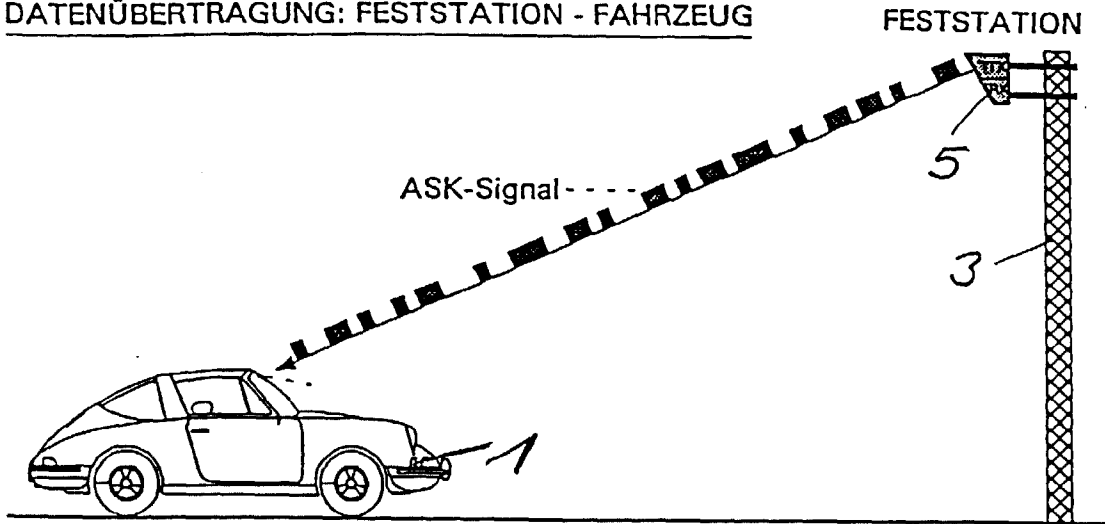


Fig 1

DATENÜBERTRAGUNG: FESTSTATION - FAHRZEUG



DATENÜBERTRAGUNG: FAHRZEUG - FESTSTATION

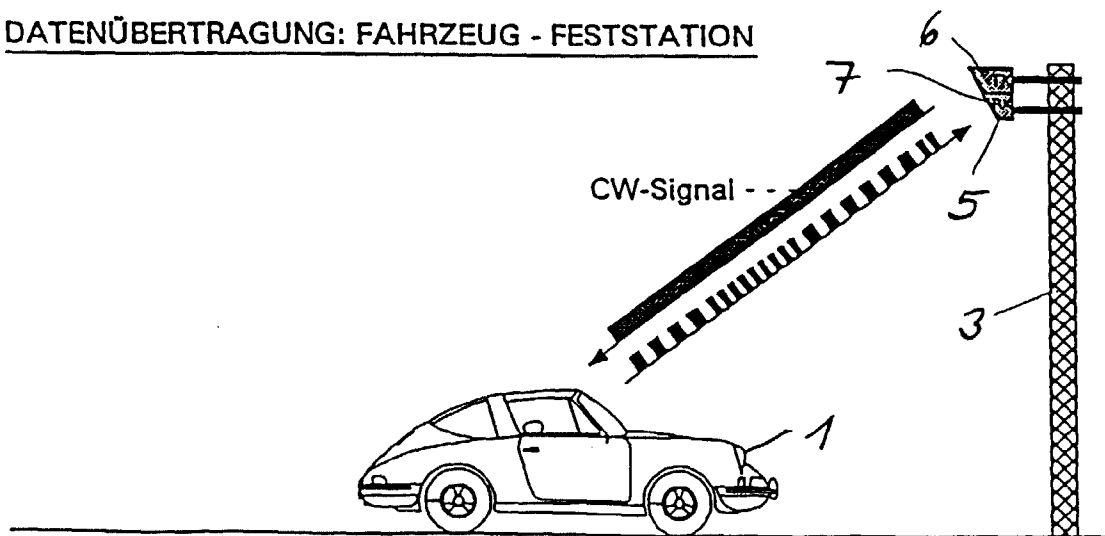


Fig. 2

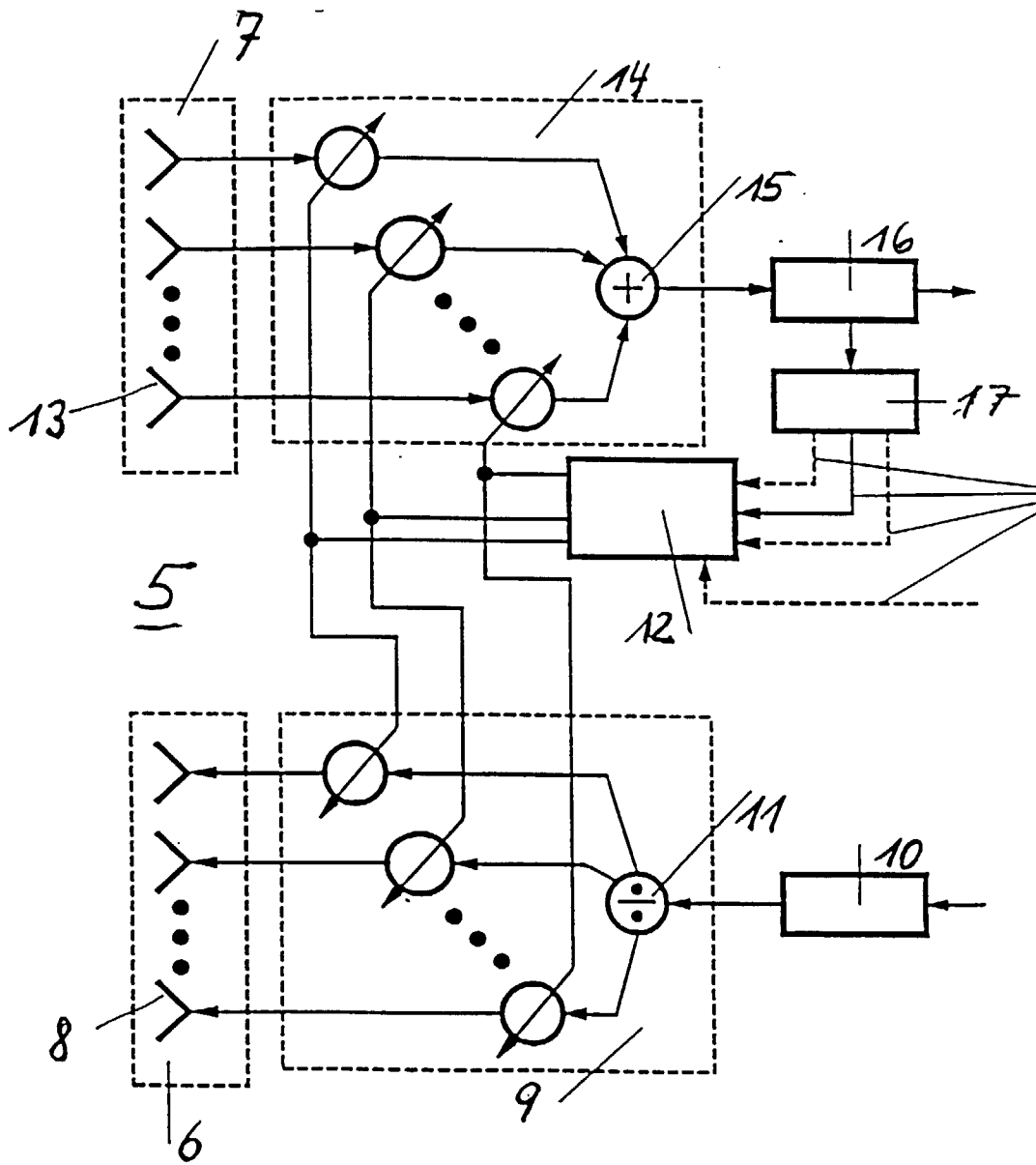


Fig 3

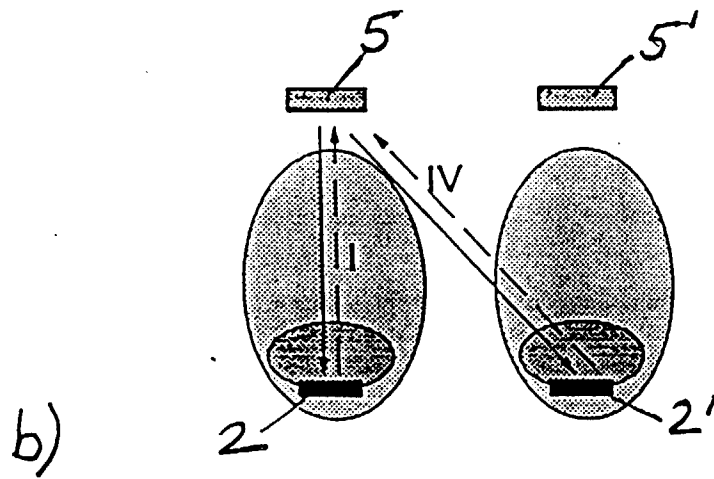
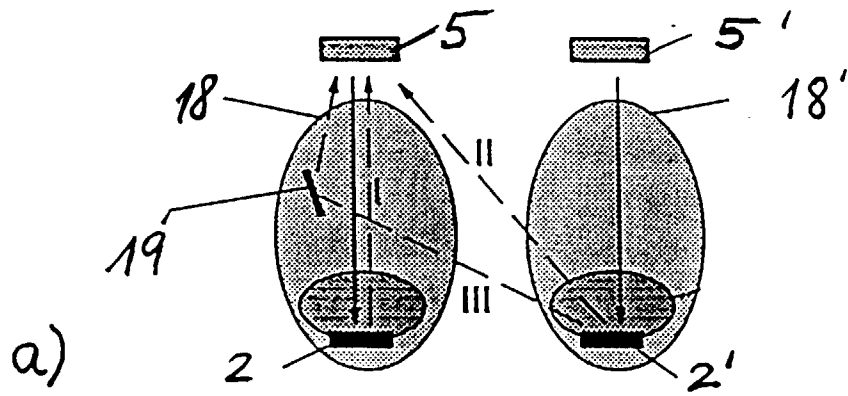


Fig. 4