

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 866 514 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
02.05.2001 Patentblatt 2001/18

(51) Int Cl.7: **H01Q 1/00**

(21) Anmeldenummer: **98104845.7**

(22) Anmeldetag: **17.03.1998**

(54) **Antenne für den Hör- und Fernsehroundfunkempfang in Kraftfahrzeugen**

Antenna for radio and television broadcast reception in motor vehicles

Antenne pour la réception de transmission de radio et télévision dans des véhicules

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT SE

(30) Priorität: **22.03.1997 DE 19712197**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.09.1998 Patentblatt 1998/39

(73) Patentinhaber: **FUBA Automotive GmbH & Co. KG**
31162 Bad Salzdetfurth (DE)

(72) Erfinder:
• **Lindenmeier, Heinz**
82152 Planegg (DE)
• **Hopf, Jochen**
85540 Haar (DE)
• **Reiter, Leopold**
82205 Gilching (DE)

• **Kronberger, Rainer**
85635 Höhenkirchen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
US-A- 4 914 446

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 506 (E-1148), 20.Dezember 1991 & JP 03 220825 A (TOYOTA MOTOR CORP), 30.September 1991,**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 213 (E-1538), 15.April 1994 & JP 06 013951 A (NIPPON TELEGR & TELEPH CORP), 21.Januar 1994,**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 002, no. 062 (E-032), 11.Mai 1978 & JP 53 027348 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 14.März 1978,**

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).

EP 0 866 514 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Antenne in Kraftfahrzeugen im Meter- und Dezimeterwellenbereich z.B. für den Hör- bzw. Fernsehempfänger. Sie geht aus von einem Mehrantennensystem, wie es z.B. für die Gestaltung eines Antennen-Diversitysystems verwendet wird. Solche Mehrantennensysteme sind z. B. beschrieben in EP 0 269 723, DE 36 18 452, DE 39 14 424, Fig. 14, DE 37 19 692, P 36 19 704 und können unterschiedliche Antennenarten, wie Stabantennen, Windschutzscheibenantennen o.ä. verwenden. Bei hinreichender HF-mäßiger Entkopplung der Antennen treten Empfangsstörungen, welche im Zusammenhang mit zeitlichen Pegelbrüchen aufgrund der Mehrwegeausbreitung der elektromagnetischen Wellen erfolgen, bei unterschiedlicher Positionierung des Fahrzeugs im Empfangsfeld auf. Dieser Effekt ist beispielhaft anhand der Figuren 3 und 4 in EP 0 269 723 erläutert.

[0002] Die Wirkungsweise eines Scanning-Antennen-Diversitysystems besteht darin, bei Auftreten einer Empfangsstörung im Signal der aufgeschalteten Antenne auf eine andere Antenne umzuschalten und in einem vorgegebenem Empfangsfeld die Zahl der zu Empfangsstörungen führenden Pegelunterschreitungen am Empfängereingang so klein wie möglich zu gestalten. Dieses Verfahren ist äußerst wirkungsvoll, benötigt jedoch einen Indikator für die auftretende Störung und eine Einrichtung zur Umschaltung der Antennen und die Antennen selbst. Insbesondere der mit dem Störungsindikator und der Umschalteinrichtung in Verbindung mit dem im Empfänger nötigen Aufwand kann in manchen Fällen nicht geleistet werden. Andererseits ist es gerade auch bei Einsatz eines Antennen-Diversitysystems wünschenswert, die Empfangsqualität so groß wie möglich zu gestalten.

[0003] Aufgrund der statistischen Überlagerung der am Fahrzeug einfallenden elektromagnetischen Wellen, welche nach Rayleigh aus allen azimutalen Raumrichtungen mit statistisch verteilten Amplituden und Phasen vorliegen, ergeben sich bekanntlich örtlich begrenzte Pegelbrüche des Empfangssignals jeder am Fahrzeug befindlichen Antenne. Bei der Fahrt entstehen dadurch die bekannten kurzzeitigen Empfangsstörungen, welche beim Empfang mit nur einer Antenne als äußerst lästig empfunden werden.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist deshalb, mit einer Antennenanlage nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 in einem Fahrzeug, welches in einem Empfangsfeld mit statistisch einfallenden und überlagerten Teilwellen auf üblichen Verkehrswegen bewegt wird, im statistischen zeitlichen Mittel ohne zeitliche Veränderung der Antennenanlage durch Schalt- oder Einstellelemente eine möglichst große Empfangsqualität zu erreichen bzw. bei Einsatz eines Antennen-Diversitysystems während der Ruhephasen - d.h. während der Aufschaltzeit eines der verfügbaren Empfangssignale - die Empfangsqualität zu verbessern.

[0005] Diese Aufgabe wird durch den kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 der Erfindung gelöst.

[0006] Insbesondere in urbanen Gebieten und in hügeligen und bergigen Gebieten fallen die elektromagnetischen Wellen eines Hörfunk- bzw. Fernsehsenders aus allen azimutalen Raumrichtungen mit gleicher Wahrscheinlichkeit ein. Hieraus resultiert, daß der während einer Fahrt über der Zeit aufgezeichnete Verlauf des Empfangspegel jeder der Antennen gleiches statistisches Verhalten zeigt, welches praktisch unabhängig ist von der Form des relativen azimutalen Richtdiagramms. Aufgrund der unterschiedlichen Richtdiagramme der einzelnen Antennen und aufgrund ihrer unterschiedlichen räumlichen Position und unterschiedlichen Gestaltung am Fahrzeug treten die Empfangspegelbrüche der einzelnen Antennen, aufgetragen über der Fahrstrecke und somit auch über der Zeit nicht deckungsgleich auf (sh. Fig. 1b).

[0007] Im Gegensatz hierzu sind jedoch die Kurven der Pegelüberschreitungswahrscheinlichkeiten praktisch deckungsgleich, wenn sich die zeitlichen Mittelwerte der Empfangspegel nicht voneinander unterscheiden, und unabhängig von der Form der verschiedenen Richtdiagramme (sh. Fig. 1a). Ein Unterschied der zeitlichen Mittelwerte der logarithmischen Empfangspegel zweier Antennen ($S_{\text{meddB2}} - S_{\text{meddB1}}$) zeigt sich somit als eine gegenseitige Verschiebung der beiden ansonsten deckungsgleichen Kurven der Pegelüberschreitungswahrscheinlichkeiten der zugehörigen Antennen. (sh. Fig. 1a). Die Empfindlichkeit einer Empfangsanlage mißt sich an ihrem Eigenrauschen und der aktuelle Signal-Rauschabstand S/N ist durch das Verhältnis des empfangenen Effektivwerts des Nutzpegels am Antenneneingang zu dem auf den Empfängereingang bezogenen Effektivwert des Eigenrauschpegels der Empfangsanlage bestimmt. Fordert man für ungestörten Empfang das Überschreiten eines bestimmten Mindestwerts SNR_{min} , so kann die Wahrscheinlichkeit p für das Unterschreiten dieses Werts bei einer Fahrt in einem Gebiet mit einem Medianwert S_{med} des Empfangspegels und einem Rauschpegel N , woraus ein Medianwert S_{med}/N resultiert, wie folgt angegeben werden:

$$p = 1 - \exp(-\text{SNR}_{\text{min}}^2 / (S_{\text{med}}/N)^2) \quad (1)$$

[0008] Drückt man beide Werte, wie üblich im logarithmischen Maß in dB aus, so erhält man:

$$\text{SNR}_{\text{mindB}} = 20 \cdot \log(\text{SNR}_{\text{min}}) \quad \text{und} \quad (S_{\text{med}}/N)_{\text{dB}} = 20 \cdot \log(S_{\text{med}}/N) \quad (2)$$

[0009] Für die Wahrscheinlichkeit p für das Unterschreiten dieses SNR_{min} in dB bei einer Fahrt in einem Gebiet ergibt sich somit:

$$p = 1 - \exp(-10^{(\text{SNR}_{\text{mindB}} - (S_{\text{med}}/N)_{\text{dB}})/10}) \quad (3)$$

[0010] Die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer Störung im Sinne der Unterschreitung des minimal geforderten Signal-Rauschverhältnisses ist gleichbedeutend mit der relativen Störzeit mit der Maßgabe, daß sich die prozentuale Störzeit zu $p\% = p \cdot 100$ ergibt. Zur Veranschaulichung der Empfangsqualität wurde in der Vergangenheit der Wert

$$Q = 1/p \quad (4)$$

definiert, welcher sich als Q_{dB} prägnant auch im logarithmischen Maß ausdrücken läßt mit:

$$Q_{\text{dB}} = -20 \cdot \log[1 - \exp(-10^{(\text{SNR}_{\text{mindB}} - (S_{\text{med}}/N)_{\text{dB}})/10})] \quad (5)$$

[0011] Für ein vollkommen statistisches Wellenfeld nach Rayleigh gilt diese Gesetzmäßigkeit für die Empfangsqualität, die in Fig. 1c dargestellt ist, streng und ist von der Form des Richtdiagramms der Antenne unabhängig. Reale Ausbreitungsverhältnisse führen lediglich zu geringen Abweichungen hiervon. Auch hier zeigen die Untersuchungen, daß aufgrund der begrenzten Anzahl von Wellen nur extrem bündelnde Antennenrichtdiagramme mit sehr kleinen Öffnungswinkeln der Hauptkeulen zu einem Einfluß der Antennenrichtdiagramme auf die Empfangsqualität in einem bestimmten Fahrgebiet führen.

[0012] Mit Stabantennen, Fensterscheibenantennen und den weiteren Typen derzeit bekannter Autoantennen, welche derartige Richtdiagramme nicht besitzen, zeigen von der beschriebenen Gesetzmäßigkeit praktisch keine Abweichung. Insbesondere die typischen Einzüge des azimutalen Richtdiagramms über einen Winkelbereich von bis zu 30 Grad, wie sie häufig bei Antennen auftreten, haben in der Praxis aufgrund des Rayleigh-Wellenfelds kaum eine herausragende negative Wirkung. Im Gegensatz hierzu werden beim gegenwärtigen Stand der Technik häufig erhöhte Anstrengungen unternommen, um zu omnidirektionalen Azimutdiagrammen zu kommen, obwohl dieses Kriterium nicht zur Beurteilung der Empfangsqualität geeignet ist. Als Beispiel hierfür sei die Patentschrift US 4,260,989 genannt, worin in den Figuren 28a bis 29e azimutale Richtdiagramme ohne nennenswerte Einzüge dargestellt sind, welche mit den dort angegebenen bizarren Antennenstrukturen erreicht werden können.

[0013] Aufgrund der Rayleigh-Verteilung treten jedoch bei der Fahrt mit solchen Antennen ebenso die bekannten Pegelbrüche auf, weil sich die statistisch einfallenden Wellen an verschiedenen Orten auslöschen und bei Bewertung all dieser Wellen mit einem azimutalen Runddiagramm an diesen Orten zu Pegelbrüchen führen. Damit ist gezeigt, daß die Forderung nach einem Diagramm ohne Einzüge wenig hilfreich ist. Vielmehr hat es sich gezeigt, daß eine solche Forderung der Optimierung der Empfangsqualität - wie sie oben beschrieben ist - insbesondere bei der Gestaltung von Antennen für einen gesamten Rundfunkfrequenzbereich entgegensteht. Die Optimierungsmöglichkeit wird dadurch unzulässig eingeeengt.

[0014] Im Gegensatz zu dieser häufig anzutreffenden Meinung, daß die azimutale Rundheit des Antennendiagramms für den UKW-Rundfunkempfang die einzig wichtige Antenneneigenschaft sei, zeigt sich also, daß - in weiten Grenzen unabhängig von der Form des azimutalen Richtdiagramms - der Ausdruck

$$(S_{\text{med}}/S_{\text{min}})_{\text{dB}} = (S_{\text{med}}/N)_{\text{dB}} - \text{SNR}_{\text{mindB}}, \quad (6)$$

welcher, eingesetzt in Gleichung 5 für die Empfangsqualität

$$Q_{\text{dB}} = -20 \cdot \log[1 - \exp(-10^{-(S_{\text{med}}/S_{\text{min}})_{\text{dB}}/10})] \quad (7)$$

ergibt, als maßgebliches Merkmal für die Empfangsqualität steht. Hierin ist S_{min} der Minimalwert des geforderten Signalpegels, um die Forderung nach einem bestimmten Wert für das Signal-Störverhältnis $\text{SNR}_{\text{mindB}}$ zu erfüllen. Der

Zusammenhang zwischen der Empfangsqualität Q_{dB} und dem Mittelwert des logarithmischen Signalschutzabstands $(S_{med}/S_{min})_{dB}$ ist in Fig. 1c aufgetragen und zeigt, daß in Bereichen mit empfangswürdiger Signalqualität Q_{dB} diese bei einem Anstieg von $(S_{med}/S_{min})_{dB}$ um den doppelten Wert dieses Zuwachses ansteigt.

[0015] Geht man davon aus, daß sich mit dem passiv gestalteten Teil einer Empfangsantenne am Fahrzeug - sei die Antenne passiv oder mit integriertem Verstärker aktiv gestaltet - im Empfangssystem ein Eigenrauschpegel N ergibt, so ist diejenige passive Antennenstruktur optimal, mit der sich in einem Empfangsgebiet ein größtmöglicher Wert von $(S_{med}/S_{min})_{dB}$ ergibt.

[0016] Dies bedeutet, daß der verfügbare Mittelwert der Empfangsleistung einer Antennenstruktur in einem Empfangsgebiet mit Rayleigh-Verteilung möglichst groß sein soll. Dieses Optimierungskriterium stellt sicher, daß in allen urbanen Gebieten und auch im hügeligen Land der Empfang optimal ist.

[0017] Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zur Findung einer aus einer Mehrzahl von Einzelantennen optimal gebildeten Antennenanlage am Fahrzeug vorgestellt. Die beim Rundfunkempfang mit einer Antenne zu erwartende Signalqualität kann im Vergleich zu einer Referenzantenne - wie z.B. der bekannten Stabantenne - aus der Differenz der mittleren logarithmischen Werte der verfügbaren Empfangspegel (S_{meddB}) beider Antennen aus den Werten für alle azimutalen Einfallswinkel ermittelt werden. Dieser Wert kann auf besonders effektive Weise durch rechnergestützte vergleichende Messungen an den auf dem Fahrzeug angebrachten Antennen erfaßt werden, wobei das Fahrzeug auf einem Drehstand in definierten und in hinreichend kleinen Winkelschritten gegenüber der Einfallsrichtung einer definierten Welle gedreht wird.

[0018] Der über alle azimutalen Winkelwerte gemittelte Wert S_{meddB} (z.B. in dB μ V) des um den gesamten Azimutbereich von 360 Grad gedrehten Fahrzeugs ermöglicht mit Hilfe der in Fig.1c angegebenen Kurve eine Abschätzung der Unterschiede der Empfangsqualitäten des auf normalen Verkehrswegen bewegten Fahrzeugs. In der Praxis hat sich gezeigt, daß sich in fast allen Gebieten - sei es durch Beugung und Reflexion an natürlichen Unebenheiten des Geländes oder an installierten Einrichtungen bedingt, in der Umgebung des Fahrzeugs eine Rayleigh -Feldverteilung ausbildet, welche die Betrachtung des Medianwerts S_{meddB} als einen für die Bewertung der Antennenleistung relevanten Wert bedingt. Abgesehen von wenigen Ausnahmen einer vollkommen ebenen Topographie des Geländes mit einem naturgemäß niedrigen Verkehrsaufkommen weitab von urbanen Gebieten, für welche diese Aussage relativiert werden müßte, liefert eine Antenne mit optimiertem S_{meddB} somit schwerpunktmäßig den bestmöglichen Empfang für alle Anwender, auch wenn das azimutale Richtdiagramm tiefe, jedoch nicht zu breite Einzüge besitzt.

[0019] Neben dieser besonders effektiven Methode, welche es erlaubt, mit Hilfe von rechnergesteuerten und schnell arbeitenden Meßgeräten in Verbindung mit einer im Computer durchgeführten Variationsrechnung in äußerst kurzer Zeit die Phasen- und Amplitudenwerte der Phasenglieder und Amplitudenbewertungsglieder zu ermitteln, wäre es denkbar, daß die Phasen- und Amplitudenwerte auch empirisch anhand von Meßfahrten in einem Empfangsfeld mit statistisch einfallenden und überlagerten Teilwellen ermittelt werden. Der damit verbundene große Zeitaufwand und die mangelhafte Treffsicherheit lassen diese Methode jedoch als in der Praxis kaum durchführbar erscheinen.

[0020] Eine Meßfahrt dieser Art kann jedoch ebenso rechnerisch durch Vorgabe eines durch statistisch aus allen azimutalen Richtungen mit statistisch gewählten Amplituden einfallende und sich überlagernde Teilwellen gebildeten Empfangsfelds simuliert werden. Abhängig vom Empfangsort des in diesem Wellenfeld bewegten Fahrzeugs führen die Teilwellen entsprechend der komplexen Richtcharakteristiken der einzelnen Antennen und der Phasen- und Amplitudenwerte der Phasenglieder und Amplitudenbewertungsglieder 12 zu Beiträgen, welche sich an der Sammelanschlußstelle 5 nach Betrag und Phase überlagern und das Empfangssignal bilden. Der Medianwert der Empfangspegel kann dann anhand einer im Computer durchgeführten Variation der Einstellung der Phasen- und Amplitudenwerte rechnerisch optimiert werden. Bei hinreichend großer Anzahl und gleichförmiger azimutaler Verteilung der einfallenden Teilwellen führt die so durchgeführte Optimierung des Medianwerts in der Praxis zum gleichen Ergebnis wie die Optimierung des Medianwerts S_{meddB} aus der Auswertung der azimutalen Richtdiagramme. Für die Optimierung des Empfangsverhaltens in einem nach Rayleigh verteilten Wellenfeld genügt es also, die Antenne durch Variation der Phasen- und Amplitudenwerte der Phasenglieder und Amplitudenbewertungsglieder 12 im Hinblick auf den Medianwert S_{meddB} an der Sammelanschlußstelle 5 zu optimieren, der sich aus der Auswertung des azimutalen Richtdiagramms ergibt.

[0021] Als Grundlage für die Optimierung der Empfangsqualität einer nach dem kennzeichnenden Teil des Hauptanspruchs optimierten Antennenanlage können Messungen der komplexen Streuparameter der Übertragungsstrecke Sendeantenne-Testantenne für alle azimutalen Winkelwerte dienen. Hierzu werden die Antennenanschlußstellen 4 für die Messung als Anschlußstore im Sinne der Theorie elektrischer Schaltungen betrachtet und deren komplexe Gesamtmatrix zur Beschreibung der Zusammenhänge zwischen den elektrischen Größen an diesen Anschlußstoren, an welche später die Leitungen 11 und das Leitungs- und Sammelnetzwerk 9 mit Sammelanschlußstelle 5 angeschlossen werden, ermittelt. Ferner wird die Erregung im Empfangsfall durch eine im wesentlichen horizontal einfallende Welle für alle Azimutalwinkel nach Betrag und Phase zueinander erfaßt. Damit sind die Parameter einer Matrix, welche die fern abliegende Sendeantenne beinhaltet, zur Beschreibung der elektrischen Größen an den Anschlußstoren 4, bezogen auf die einfallende Welle, für alle Azimutalwinkel bekannt.

[0022] Hierbei erweist sich die Anwendung der gängigen Meßtechnik zur Erfassung von Streuparametern zur Be-

schreibung der elektrischen Kenngrößen insbesondere auch aus Gründen der Verfügbarkeit solcher Meßsysteme als besonders vorteilhaft. Mit Hilfe dieser Parameter können die Empfangssignale der einzelnen Antennen 1 über ein rechnerisch angesetztes Leitungs- und Sammelnetzwerk 9 mit Phasenglieder und Amplitudenbewertungsglieder 12 zu einem Gesamtempfangssignal 10 zusammengefaßt werden.

[0023] Durch Anwendung rechnerischer Optimierungsmethoden, wie z.B. der Variationsrechnung, lassen sich daraus die optimalen Phasenwerte und die Amplitudenbewertungsfaktoren des Leitungs- und Sammelnetzwerks 9 im Hinblick auf einen maximalen Wert von $(S_{\text{med}}/S_{\text{min}})_{\text{dB}}$ in kurzer Rechenzeit ermitteln. Die Realisierung der Phasenglieder und Amplitudenbewertungsglieder 12 im Leitungs- und Sammelnetzwerk 9 kann nach bekannten Methoden der Schaltungstechnik erfolgen. Beispiele hierfür sind in Fig. 9 dargestellt. Für die Optimierung können unterschiedliche Ziele verfolgt werden. Bei Schmalbandoptimierung wird man den Medianwert $(S_{\text{med}}/S_{\text{min}})_{\text{dB}}$ bezüglich einer vollen azimutalen Umdrehung rechnerisch darstellen und diesen Wert durch Variationsrechnung optimieren. Bei Optimierung eines vorgegebenen Frequenzbereichs, (z.B. UKW-Bereich) wird man den Medianwert $(S_{\text{med}}/S_{\text{min}})_{\text{dB}}$ über alle vollen azimutalen Umdrehungen bei allen möglichen Empfangskanälen rechnerisch darstellen und diesen Wert durch Variationsrechnung optimieren.

[0024] Erläuterungen und Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen der Figuren 1 bis 10 dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben.

[0025] Es zeigen:

Fig. 1a: Überschreitungswahrscheinlichkeit der Empfangspegel von zwei Antennen mit unterschiedlichen Medianwerten (S_{meddB}) der Empfangspegel.

Fig. 1b: Typischer Verlauf der Empfangspegel von zwei Antennen an einem Fahrzeug längs eines Fahrwegs.

Fig. 1c: Zusammenhang zwischen der Empfangsqualität Q_{dB} und dem Mittelwert des Signalschutzabstands $(S_{\text{med}}/S_{\text{min}})_{\text{dB}}$.

Fig. 2: Antennenanlage mit Antennen auf dem Rückfenster und Antennen auf den dem Rückfenster benachbarten Seitenfenstern.

Fig. 3: Fensterscheiben-Antennenanlage mit an der Glasscheibe aufgebrachten flächenhaft verlegten bzw. aufgedruckten drahtförmigen elektrischen Heizleitern zur Bildung von vier Antennen mit Hilfe von Leitern quer zu den Heizleitern 20, mit Antennenanschlußstellen 4. Zur Erläuterung der hochfrequenztechnisch entkoppelnden Wirkungsweise der Heizleiter zwischen den Antennen sind die induktive und die resistive Wirkung der Heizleiter durch Induktivitäten und Widerstände dargestellt. Die gestrichelten Kreisabschnitte kennzeichnen qualitativ die als kapazitive Flächen wirkenden Regionen der einzelnen Antennen.

Fig. 4a: Fensterscheiben-Antennenanlage mit an der Glasscheibe aufgebrachter flächiger leitfähiger Schicht als leitende Fläche 7 zur Bildung von vier Antennen mit Antennenanschlußstellen 4. Aufgrund der unterschiedlichen Positionen der Antennenanschlußstellen 4 am Rand der im Vergleich zur Wellenlänge nicht kleinen Fensteröffnung ist die mit der Antennenanlage erreichbare Empfangsqualität größer als mit jeder der Fenster-Einzelantennen.

Fig. 4b: Fensterscheiben-Antennenanlage nach der Erfindung mit an der Glasscheibe aufgebrachten flächenhaft verlegten bzw. aufgedruckten drahtförmigen elektrischen Heizleitern zur Bildung von vier Antennen mit Antennenanschlußstellen 4, Verbindungsleitungen 11, Leitungs- und Sammelnetzwerk 9 mit Phasen- und Amplitudenbewertungsgliedern 12, Verbindungsstelle 14 und Sammelanschlußstelle 5.

Fig. 5: Auf die Fensterscheibe gedruckte Verbindungsleitung 11 im Randbereich des Fensters a: Koplanare Ausführungsform der Verbindungsleitung 11 auf einer Seite der Glasfläche. b: Verbindungsleitung 11 aus mit aufeinander gegenüberliegenden Flächen des Glases aufgedruckten Leitern. Der breite Leiter 7 ist als Masseleiter ausgeführt und ist mindestens hochfrequent kapazitiv mit dem leitenden Fensterrahmen 25 verbunden.

Fig. 6: Antennenanlage nach der Erfindung mit Antennen auf einer Fensterfläche zur Bildung eines Antennendiversitysystems mit Schaltnetzwerken 15 zur Abschaltung einer Antenne bei Vorliegen eines gestörten Gesamtsignals 10 an der Sammelanschlußstelle 5.

Fig. 7: Antennenanlage nach der Erfindung mit einem Vielfach von Phasen- und Amplitudenbewertungsgliedern

12 mit Schaltnetzwerken 15 zur Bildung von mehreren Gesamtempfangssignalen 10, welche zur Bildung einer Antennendiversityanlage mit einem Schalter 16 der Sammelschlußstelle 5 alternativ zugeführt sind.

5 Fig. 8: Antennenanlage nach der Erfindung mit einem Vielfach von Phasen- und Amplitudenbewertungsgliedern 12 mit Verstärkern 26 zur Bildung von mehreren Gesamtempfangssignalen 10, welche zur Bildung einer Antennendiversityanlage mit einem Schalter 16 der Sammelschlußstelle 5 alternativ zugeführt sind.

10 Fig. 9: Beispielhafte Ausführungsformen von Leitungs- und Sammelnetzwerken 9

a) Erfindungsgemäße Anordnung mit Verbindungsleitungen 11, Phasen- und Amplitudenbewertungsglieder 12, Verbindungsstelle 14 und Sammelschlußstelle 5.

15 b) Vorteilhafte Ausführungsform der Verbindungsleitungen 11 und der Phasen- und Amplitudenbewertungsglieder 12 als Leitungen mit passenden Wellenwiderständen und elektrischen Längen mit nachgeschalteter Verbindungsstelle 14 mit ImpedanzAnpaßelementen und der Sammelschlußstelle 5 am Ausgang.

c) Beispielhafte Dimensionierung einer Anordnung nach b) für eine realisierte Antennenanlage mit drei Antennen.

20 Fig. 10: Beispiel einer Antennenanlage nach der Erfindung ohne Antennendiversity mit drei aktiven Antennen für den UKW-Empfang und einer aktiven Antenne (AM) für den LMK-Empfang.

[0026] Mit einer Antennenanlage nach der Erfindung wird der Vorteil erreicht, daß die Empfangsqualität im zeitlichen Mittel stets größer ist, als sie jeweils mit einer der Einzelantennen erreicht werden kann. Dieser Vorteil kann einerseits
25 in einer Antennenanlage verwendet werden, in der keine Diversitymaßnahmen vorgesehen sind. Dies ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn keine Einzelantenne verfügbar ist, welche die geforderte Empfangsqualität liefert. Durch Bildung mehrerer Einzelantennen, wie z. B. in Fig.2, kann dann mit Hilfe der Erfindung die geforderte Empfangsqualität erreicht werden. Vielfach ist eine Verbesserung der Empfangsqualität jedoch auch gewünscht, wenn jede der Einzelantennen die Empfangsqualität bekannter qualitativ hochwertiger Antennen besitzt. Dieses Bestreben wird durch die
30 in der Praxis häufig angewandte Technik des Antennendiversity bestätigt.

[0027] Die vorliegende Erfindung läßt sich jedoch auch zur Steigerung der Empfangsqualität bei Einsatz von Antennendiversity anwenden. Eine Anordnung dieser Art ist beispielhaft in Fig. 6 dargestellt und Elemente zur Abschaltung von Signalen sind als Schaltnetzwerke 15 gekennzeichnet. In diesem Fall werden z.B. die Einzelantennen unter Anwendung des Erfindungsgedankens zur Bildung einer Antennenanlage zusammengefaßt und für leitend geschaltete
35 Schaltnetzwerke 15 (Dioden) die Phasenglieder und Amplitudenbewertungsglieder 12 entsprechend gestaltet. In dieser besonders wenig aufwendigen Ausführungsform der Erfindung werden in Situationen, in denen sich die Empfangsbeiträge zu Null ergeben und somit Pegel einbrüche im Gesamtsignal auftreten, alternierend Signale einzelner Antennen abgeschaltet, so daß diese nicht mehr zum Gesamtsignal beitragen und der Pegel einbruch im Gesamtsignal verschwindet. Somit liefert auch bei Anwendung der Erfindung in Diversitytechniken das Gesamtsignal im zeitlichen
40 Mittel eine bessere Signalqualität, weil während der Ruhephasen des Diversitysystems eine bessere Signalqualität erzielt ist, wie es in der Aufgabe der Erfindung gefordert ist.

[0028] Hinsichtlich des erreichbaren Maßes an Verbesserung der Empfangsqualität ist festzustellen, daß es vorteilhaft ist, wenn die einzelnen Antennen unterschiedliche azimutale Richtdiagramme bei möglichst großem azimutalem mittleren Gewinn bei niedriger Elevation der einfallenden Wellen besitzen und wenn sie bezüglich ihrer Strahlungszentren nicht zu nahe benachbart sind derart, daß ein hinreichender Gangunterschied von mehr als 1/10 der Betriebswellenlänge der die Antenne erregenden Wellen wirksam ist. Andererseits ist es vorteilhaft, den Gangunterschied nicht groß gegen die Betriebswellenlänge zu gestalten, um ein zu großes Auffächern des an der Sammelschlußstelle 5 meßbaren azimutalen Richtdiagramms zu vermeiden. Dies wäre zwar in einem vollkommenen Rayleigh-Empfangsfeld mit in sehr großer Zahl einfallender Wellen nicht problematisch, kann jedoch in ebenen Empfangsgebieten, in denen
50 häufig eine Rice-Verteilung mit einem starken Bündel aus einem Winkelbereich einfallender Wellen vorliegt, störend sein.

[0029] Bei einer Fenster-Antennenanlage ist es deshalb günstig, auch Antennen auf benachbarten Fenstern zur Bildung der Anlage heranzuziehen. Dies ist in Fig. 2 beispielhaft gezeigt. Hierbei ist es zweckmäßig, die Antennen 1 nicht in zu großem räumlichen Abständen voneinander anzuordnen, damit die an der Sammelschlußstelle 5 meßbaren azimutalen Richtdiagramme nicht zu sehr auffächern. Es zeigt sich, daß der geometrische Abstand aller Antennen 1 voneinander in einer günstigen Ausführungsform der Erfindung nicht größer sein soll als die Betriebswellenlänge. In der äußerst bedeutsamen Anwendung des UKW-Rundfunkempfangs ist diese Bedingung für eine Antennenanlage nach Fig. 2 in der Regel erfüllt.

[0030] Eine für die Anwendung besonders wichtige Ausführungsform der Erfindung ist die Anbringung mehrerer Antennen 1 auf einer Fensterscheibe. Die Bildung solcher Antennen 1 aus einem Heizfeld auf der Heckfenserscheibe eines Autos ist beispielhaft in Fig.3 dargestellt. Hierzu sind auf der Glasscheibe flächenhaft verlegte bzw. aufgedruckte drahtförmige elektrische Heizleiter zur Bildung von vier Antennen 1 mit Hilfe von Leitern quer zu den Heizleitern 20 aufgebracht. Zur Erläuterung der hochfrequenztechnisch entkoppelnden Wirkungsweise der Heizleiter zwischen den Antennen 1 sind die induktive und die resistive Wirkung der Heizleiter durch Induktivitäten und Widerstände dargestellt. Die gestrichelten Kreisabschnitte kennzeichnen qualitativ die als kapazitive Flächen wirkenden Regionen der einzelnen Antennen 1. An die Antennenanschlußstellen 4 werden die Verbindungsleitungen 11 angeschlossen, wie dies für eine Antennenanlage nach der Erfindung in Fig.4a oder in Fig.4b dargestellt ist. Die über die geeignet dimensionierten Phasenglieder und Amplitudenbewertungsglieder 12 bewerteten Empfangssignale am Ende der Verbindungsleitungen 11 werden im Leitungs- und Sammelnetzwerk 9 in der Verbindungsstelle 14 zusammengefaßt und bilden das an der Sammelanschlußstelle 5 vorliegende Gesamtempfangssignal 10 mit der verbesserten Empfangsqualität.

[0031] Eine Antennenanordnung wie in Fig. 3, die bezüglich der Tore 4 in ihrem Gesamtverhalten durch Streuparameter beschrieben ist, kann auf ähnliche Weise wie die Antennen 1 in Fig. 2 zu einer Antenne mit Sammelanschlußstelle 5 gestaltet werden. Hierzu können die Tore 4 über Verbindungsleitungen, ähnlich wie in Fig. 2, mit einem Leitungs- und Sammelnetzwerk 9 verbunden werden, welches Phasenglieder und Amplitudenbewertungsglieder 12 beinhaltet. Zusätzlich können im Leitungs- und Sammelnetzwerk 9 auch Verstärkerschaltungen 26 enthalten sein. Wesentlich für die Erfindung ist, daß das in der Aufgabe der Erfindung beschriebene Kriterium im Signal an der Sammelanschlußstelle 5 erfüllt ist. Der wirksame relative Abstand der Antennen 1 voneinander soll jedoch groß gewählt werden, damit eine Beeinflussung der Richtcharakteristik durch Zusammenfassung der Antennensignale an der Antennenanschlußstelle gegeben ist

[0032] Neuere Technologien ermöglichen es, mit Hilfe extrem dünner leitender Schichten auf Fensterscheiben die Infrarottransmission des Lichtes zu mindern. In einer vorteilhaften Anwendung der Erfindung kann eine derartige Schicht, welche eine nur begrenzt leitende Fläche 7 darstellt, als Antennenanlage mit guten Eigenschaften gestaltet werden. Eine solche Antennenanlage ist in Fig. 4a beschrieben. Mit Hilfe niederohmiger längsgestreckter Elektroden entlang der abgedeckten Fensterscheibenberandung werden mit in der Nähe befindlichen Karosserie-Massepunkten 3 mehrere Tore 4 vorzugsweise an der oberen und unteren Berandung sowie an den Seitenberandungen des Fensters gebildet. Mit Zuleitungen 11 zum Leitungs- und Sammelnetzwerk 9 werden die Antennensignale über Phasenglieder und Amplitudenbewertungsglieder 12 an der Verbindungsstelle 14 zusammengefaßt und stehen an der Sammelanschlußstelle 5 zur Weiterleitung zum Empfänger zur Verfügung. Durch geeignete Wahl der Phasen- und Amplitudenwerte in den Gliedern 12 mit Hilfe des oben angegebenen Optimierungsverfahrens läßt sich die Empfangsqualität einer so gebildeten Antennenanlage soweit steigern, daß sie z.B. im UKW-Bereich einer bekannten Stabantenne ebenbürtig ist, obgleich der Oberflächenwiderstand der dünnen Schicht zwischen 5 und 10 Ohm liegt. Die schraffierten Halbkreise um die Elektroden 2 in Bild 4a kennzeichnen qualitativ die diesen Elektroden jeweils zugeordneten Zonen, welche in der Hauptsache das Verhalten der Antennen 1 bezüglich des jeweiligen Tores 4 bestimmen.

[0033] Als weiteres Beispiel einer erfindungsgemäßen Antennenanlage ist ein entsprechend gestaltetes Heizfeld einer Rückfenserscheibe mit parallelen gedruckten Heizleitern in Fig. 4b dargestellt. Hier sind die Tore 4 jeweils am Scheibenrand durch Bildung von Anschlußpunkten 2 am Scheibenrand realisiert. Die Ankopplung an das Heizfeld erfolgt entweder über die Sammelschiene oder über Leiter quer zu den Heizleitern 20. Am Ende jeder der Verbindungsleitungen 11 ist am Eingang des Leitungs- und Sammelnetzwerks 9 ein rauscharmer Leistungsverstärker 26 geschaltet, dessen Ausgangssignal jeweils einem Phasenglied und Amplitudenbewertungsglied 12 zugeführt ist. Die über die Verbindungsstelle 14 zusammengeführten Signale liegen dann an der Sammelanschlußstelle 5 nach Optimierung der Phasen- und Amplitudenwerte mit günstigstem Signal-Rauschverhältnis im Sinne des erfindungsgemäß zu erfüllenden Kriteriums vor. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind unmittelbar an die Tore rauscharme Antennenverstärkerschaltungen 13 nach dem Prinzip der aktiven Antenne angebracht. Durch wellenwiderstandsrichtige Gestaltung des Ausgangswiderstands dieser Verstärker gemäß dem Wellenwiderstand der Verbindungsleitungen 11, kann das oft störende frequenzabhängige Verhalten dieser Leitungen weitgehend eliminiert werden und die Leistungsverstärker 26 in Fig. 4b können entfallen.

[0034] Eine besonders kostengünstige Ausführungsform der Leitungen 11 bei einer Antenne gemäß Fig. 4a sind gedruckte Leitungen, wie sie in den Figuren 5a und 5b entlang dem Rand der Glasscheibe 6 dargestellt sind. Fig. 5a zeigt eine koplanare Ausführungsform der Verbindungsleitung 11, wobei der am Rand befindliche Leiter vorzugsweise als Masseleiter verwendet ist. Der Anschlußpunkt 2 kann als kapazitive Fläche ausgeführt werden, welche auf der gegenüberliegenden Glasfläche aufgebracht ist und kapazitiv mit dem spannungsführenden Leiter der Verbindungsleitung 11 verbunden ist. In Fig. 5b liegen der Masseleiter 7 und der spannungsführende Leiter 11 auf beiden Seiten der Glasfläche einander gegenüber.

[0035] In Fig. 6 ist eine vorteilhaft ausgestaltete Antenne nach der Erfindung für die Anwendung in einem Diversitysystem gezeigt. Die Anschlußpunkte 2 der Antennen 1 werden mit Hilfe von Schaltnetzwerken, welche als Dioden dargestellt sind und vom Diversityprozessor 21 gesteuert werden, an das Leitungs- und Sammelnetzwerk 9 über die

Verbindungsleitungen 11 angeschlossen. Die Phasenglieder und Amplitudenbewertungsglieder 12 sind in einer beispielhaften Ausführungsform dahingehend optimiert, daß bei Durchlässigkeit aller Schaltnetzwerke 15 an der Sammelanschlußstelle 5 ein Signal verfügbar ist, welches den erfindungsgemäßen Kriterien genügt. In diesem Schaltungszustand wirkt die Gesamtanordnung wie eine Antenne, bei der sich im Falle des Auftretens eines Pegel einbruchs die Signale an den Toren 4 im Gesamtsignal weitgehend aufheben. Durch sukzessives Öffnen eines oder mehrerer der Schaltnetzwerke 15 werden Beiträge, welche zur Kompensation des Gesamtsignals führen, weggenommen, so daß der Pegel einbruch verschwindet. Dem Empfänger wird somit in der Stellung des Diversityprozessors, in welcher die Dioden 15 leitend sind, ein verbessertes Signal gemäß der Erfindung angeboten und im Falle des Auftretens eines Pegel einbruchs, letzterer durch die Diversitywirkung aufgehoben.

[0036] In einer weiterführenden Diversityanordnung mit Antennenanlagen nach der Erfindung, werden in Fig. 7 die Ausgangssignale der Tore 4 die Schaltnetzwerke 15 derart geschaltet, daß in jeder Stellung der Schaltnetzwerke mit Hilfe der Phasenglieder und Amplitudenbewertungsglieder 12 günstigere Signale an einem Antennenauswahlschalter 16 vorliegen, als sie die einzelnen Tore 4 zur Verfügung stellen. Es lassen sich somit unterschiedliche Richtdiagramme mit hohem azimuthalen Medianwert für den Diversitybetrieb am Antennenauswahlschalter bilden, aus denen mit Hilfe des Diversityprozessors 21 das zum jeweiligen Zeitpunkt am wenigsten gestörte Signal an der Sammelanschlußstelle 5 ausgewählt ist. In einer weiterführenden Diversityanordnung dieser Art wird, wie in Fig. 8, am Ende jeder Verbindungsleitung 11 ein Leistungsverstärker 26 eingesetzt, dessen Ausgang es erlaubt, jeweils ein Vielfach von Phasengliedern und Amplitudenbewertungsgliedern 19 anzuschalten, so daß wiederum über die Verbindung der entsprechenden Ausgänge der Phasenglieder und Amplitudenbewertungsglieder 12 am Antennenauswahlschalter 16 mehrere Signale mit Richtdiagrammen von hohem Medianwert verfügbar sind und vom Diversityprozessor 21 für die Fortleitung zum Empfänger an der Sammelanschlußstelle 5 ausgewählt werden.

[0037] Fig. 9 zeigt Ausführungsformen von Leitungs- und Sammelnetzwerken 9. Hierin zeigt Fig. 9a) eine erfindungsgemäße Anordnung mit Verbindungsleitungen 11, Phasen- und Amplitudenbewertungsglieder 12, einer Verbindungsstelle 14, in der die Signale zum Gesamtsignal an der Sammelanschlußstelle 5 zusammengefaßt sind. Für die Einstellung der Phasen- und Amplitudenwerte in 12 sind die durch die Verbindungsleitungen 11 bedingten Phasenverschiebungen naturgemäß zu berücksichtigen. In Fig. 9b) sind die Verbindungsleitungen 11 und die Phasen- und Amplitudenbewertungsglieder 12 vorteilhaft als Leitungen mit passenden Wellenwiderständen und elektrischen Längen mit nachgeschalteter Verbindungsstelle 14 und mit Impedanzanpaßelementen X_{P1} , X_{P2} und X_S ausgeführt. In Fig. 9c) ist die beispielhafte Dimensionierung einer Anordnung nach Fig. 9b) für eine realisierte Antennenanlage mit drei Antennen 1 gezeigt. Zur ergänzenden Optimierung kann das in Fig. 10 links unten gezeigte Tor mit in die Gesamtmatrix und in die Variationsrechnung mit einbezogen werden und durch Beschaltung mit einer optimalen Impedanz - meist eines Blindwiderstands - auf diese Weise den Empfang im Sinne der Erfindung verbessern. Dieser Blindwiderstand X ist somit Teil des zu optimierenden Leitungs- und Sammelnetzwerkes 9, ohne in diesem gegenständlich enthalten zu sein.

[0038] Schließlich ist in Fig. 10 eine Rundfunkempfangsantenne nach der Erfindung drei Antennen ohne Antennendiversity gezeigt, wobei in einer Komponente ein Antennenverstärker 13, zwei Leistungsverstärker 26, ein Leitungs- und Sammelnetzwerk 9 zur Bildung einer erfindungsgemäßen Antenne für den FM-Bereich sowie ein AM-Verstärker und eine AM/FM-Frequenzweiche 22 untergebracht sind.

Patentansprüche

1. Antennenanlage für den Hör- und Fernsehgrundfunkempfang in Kraftfahrzeugen im Meter-Dezimeterwellenbereich, mit mehr als einer auf dem Fahrzeug befindlichen Antenne mit jeweils einem Anschlußpunkt,

dadurch gekennzeichnet, daß

die an den Anschlußpunkten (2) der Antennen (1) vorliegenden Empfangssignale jeweils über ein Leitungs- und Sammelnetzwerk einer im Sammelnetzwerk enthaltenen Sammelanschlußstelle (5) zugeführt und in dieser zu einem Gesamtempfangssignal (10) zusammengefaßt sind, wobei der Beitrag der einzelnen Empfangssignale zum Gesamtsignal durch im Leitungs- und Sammelnetzwerk enthaltene Phasenglieder und Amplitudenbewertungsglieder fest eingestellt ist, und die Werte der Phasenglieder und der Amplitudenbewertungsglieder (12) so gewählt sind, daß, wenn das Fahrzeug sich durch ein aus allen azimuthalen Richtungen mit gleicher Wahrscheinlichkeit einfallendes, aus sich überlagernden Teilwellen zusammensetzendes Wellenfeld, das ist ein Rayleigh-Empfangsfeld, bewegt, im statistischen Mittel ein Maximum der Empfangsqualität vorliegt, wobei die hierzu erforderlichen Werte der Phasenglieder und der Amplitudenbewertungsglieder (12) im Hinblick auf einen an der Sammelanschlußstelle (5) der auf dem Fahrzeug angebrachten Antennen gemessenen, über alle azimuthalen Winkel gemittelten möglichst hohen Medianwert S_{meddB} ermittelt sind, oder sich rechnerisch aus der rechnerischen Simulation des genannten Meßvorgangs unter Vorgabe statistisch gewählter Amplituden eines aus allen azimuthalen Richtungen einfallenden Empfangsfeldes ergeben.

2. Antennenanlage nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß
 der geometrische Abstand aller Antennen (1) voneinander nicht größer ist als die Betriebswellenlänge.

3. Antennenanlage nach Anspruch 1 bis 2,
dadurch gekennzeichnet, daß
 die Antennen (1) als Fensterscheibenantennen ausgeführt sind mit jeweils einem Anschlußpunkt (2) in der Nähe
 eines die Glasscheibe (6) umgebenden elektrisch leitenden Rahmens, auf dem der die HF-Bezugsmasse bildende
 Massepunkt (3) auf dem Rahmen gebildet ist und dieser Massepunkt (3) zusammen mit dem Anschlußpunkt (2)
 die Antennenanschlußstelle (4) bildet und alle Antennen (1) entweder auf demselben ersten Fenster angebracht
 sind, oder eine oder mehrere Antennen (1) auf einem oder /und einem zweiten, dem ersten Fenster benachbarten
 Fenster des Kraftfahrzeugs angebracht ist bzw. sind.

4. Antennenanlage nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, daß
 an der Glasscheibe (6) drahtförmige elektrische Leiter angebracht sind und diese drahtförmigen elektrischen Leiter
 darauf in einem größeren Bereich der Glasfläche flächenhaft verlegt sind, so daß eine mindestens eindimensional
 leitende Fläche (7) gegeben ist und Antennen (1) dadurch gebildet sind, daß am Rande der leitenden Fläche für
 jede Antenne (1) ein Ankoppelpunkt (8), welcher hochfrequent mit je einem Anschlußpunkt (2) in der Nähe eines
 die Glasscheibe (6) umgebenden elektrisch leitenden Rahmens mit einem die HF-Bezugsmasse bildenden Mas-
 sepunkt (3) vorhanden ist und Massepunkt (3) und Anschlußpunkt (2) die Antennenanschlußstelle (4) bilden.

5. Antennenanlage nach Anspruch 3 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, daß
 die auf der Glasfläche (6) flächenhaft verlegten bzw. aufgedruckten drahtförmigen elektrischen Leiter durch das
 Heizfeld gegeben sind und daß zur Verbesserung der Ankopplung an das Heizfeld zur Bildung mindestens einer
 der Antennen (1) ein bzw. mehrere Querleiter (20) im wesentlichen senkrecht zu den Heizleitern geführt ist bzw.
 sind und der Ankoppelpunkt (8) in der Nähe des Auftreffpunkts des Querleiters (20) oder eines Querleiters (20)
 am äußersten Heizleiter am Rande der leitenden Fläche gebildet ist.

6. Antennenanlage nach Anspruch 3 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, daß
 an der Glasscheibe (6) eine flächenhaft aufgebrachte bzw. beigelegte niederohmig leitfähige Schicht vorhanden
 ist, so daß eine zweidimensional leitende Fläche (7) gegeben ist und Antennen (1) dadurch gebildet sind, daß am
 Rande der leitenden Fläche für jede Antenne (1) ein Ankoppelpunkt (8), welcher hochfrequent mit je einem An-
 schlußpunkt (2) in der Nähe eines die Glasscheibe (6) umgebenden elektrisch leitenden Rahmens mit einem die
 HF-Bezugsmasse bildenden Massepunkt (3) vorhanden ist und Massepunkt (3) und Anschlußpunkt (2) die An-
 tentennenanschlußstelle (4) bilden.

7. Antennenanlage nach Anspruch 3 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, daß
 der Abstand zwischen den Ankoppelpunkten (8) mindestens $1/10$ der Wellenlänge beträgt und das Leitungs- und
 Sammelnetzwerk (9) Phasen- und Amplitudenbewertungsglieder (12) enthält und die an den Anschlußpunkten (2)
 vorliegenden Empfangssignale dementsprechend nach bestimmten Phasenlagen und Amplituden zusammenge-
 faßt sind und die Phasenglieder und Amplitudenbewertungsglieder (12) für ein Rayleigh-Empfangsfeld eingestellt
 sind.

8. Antennenanlage nach Anspruch 3 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, daß
 eine Fensterscheibenantenne auf einem Fenster angebracht ist, welches von horizontalen und von im wesentli-
 chen vertikalen Fensterrahmenteilern umgeben ist, und sowohl in der Nähe des oberen horizontalen Fensterrah-
 menteils als auch auf einem der im wesentlichen vertikalen Fensterrahmenteile jeweils mindestens ein
 Anschlußpunkt (2) vorhanden ist.

9. Antennenanlage nach Anspruch 3 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, daß
 auch in der Nähe des unteren horizontalen Fensterrahmenteils mindestens ein Anschlußpunkt (2) vorhanden ist.

10. Antennenanlage nach Anspruch 3 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, daß
auch in der Nähe des weiteren im wesentlichen vertikalen Fensterrahmenteils mindestens ein Anschlußpunkt (2) vorhanden ist.
11. Antennenanlage nach Anspruch 3 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, daß
von jeder Antennenanschlußstelle (4) eine elektrische Verbindungsleitung (11) außerhalb des Sichtfeldes der Fensterscheibe zu einem gemeinsamen Netzwerk geführt ist, welches Phasenglieder und Amplitudenbewertungsglieder (12) und die Sammelanschlußstelle (5) enthält und die Phasendreheigenschaften der Verbindungsleitungen (11) jeweils in die Einstellung der Phasenwerte der Phasendrehglieder einbezogen sind.
12. Antennenanlage nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Wellenwiderstand der Verbindungsleitungen (11) derart gewählt ist, daß er der zwischen den Anschlußpunkten und dem benachbarten Massepunkt (3) auf dem leitenden Rahmen vorliegenden Impedanz möglichst nahe kommt.
13. Antennenanlage nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, daß
bei mindestens einer Antennenanschlußstelle (4) zwischen dieser einerseits und der betreffenden Verbindungsleitung (11) andererseits ein passives Anpaßnetzwerk (21) geschaltet ist, dessen Phaseneigenschaften in die Gestaltung des betreffenden Phasendrehgliedes im Netzwerk mit einbezogen ist.
14. Antennenanlage nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsleitungen (11) außerhalb des Sichtfeldes (24) des Fensters längs des Randes
der Fensterscheibe als koplanare Leitung auf Glas aufgedruckt oder auf einer nichtleitenden Folie am Glas befestigt ist.
15. Antennenanlage nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Verbindungsleitung (11) außerhalb des Sichtfeldes des Fensters längs des Randes der Fensterscheibe als Streifenleitung auf einander gegenüberliegenden Flächen des Glases aufgedruckt oder als Leiter am Glas befestigt sind und deren Masseleitung als kapazitiv mit dem leitenden Fensterrahmen in Verbindung stehende leitende Fläche (7) ausgeführt ist.
16. Antennenanlage nach Anspruch 3 bis 15,
dadurch gekennzeichnet, daß
der leitende Rahmen außerhalb des Sichtfeldes des Fensters längs des Randes der Fensterscheibe als leitender Streifen aufgedruckt oder am Glas befestigt ist.
17. Antennenanlage nach Anspruch 1 bis 2,
dadurch gekennzeichnet, daß
mindestens eine der Antennen (1) als stabförmige Antenne und mindestens eine der Antennen (1) als Fensterscheibenantenne ausgebildet ist und alle Antennen (1) entweder in der vorderen oder der hinteren Fahrzeughälfte angebracht sind.
18. Antennenanlage nach Anspruch 1 bis 2,
dadurch gekennzeichnet, daß
alle Antennen (1) als stabförmige Antennen ausgebildet sind und alle entweder in der vorderen oder der hinteren Fahrzeughälfte angebracht sind.
19. Antennenanlage nach Anspruch 1 bis 18,
dadurch gekennzeichnet, daß
zur Bildung eines Antennendiversitysystems mindestens einer Antenne (1) am Anschlußpunkt (2) ein Schaltnetzwerk (15) geschaltet ist, welche bei Vorliegen eines gestörten Gesamtsignals ein Abschalten des betreffenden Antennensignals bewirkt.

20. Antennenanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 18,

dadurch gekennzeichnet, daß

zur Bildung einer Diversityantenne die an den Anschlußpunkten (2) der Antennen (1) vorliegenden Empfangssignale über jeweils mindestens ein weiteres Leitungs- und Sammelnetzwerk je einer weiteren im Sammelnetzwerk enthaltenen Sammelanschlußstelle (5) zugeführt und in dieser zu einem weiteren Gesamtempfangssignal (10) zusammengefaßt sind, daß in jedes Leitungs- und Sammelnetzwerk ein Schaltnetzwerk (15) mit nachgeschaltetem Phasenglied und Amplitudenbewertungsglied eingefügt ist und jeweils eines der Schaltnetzwerke (15) in einem vielfach (18) auf Durchlaß geschaltet ist, daß ferner alle Sammelanschlußstellen (5) mit einem Antennenauswahlschalter (16) des Antennen-Diversitysystems verbunden sind, der synchron mit den Schaltnetzwerken (15) vom Antennen-Diversitysystem geschaltet ist, derart, daß in jeder Schaltstellung ein unterschiedlich zusammengefaßtes Antennengesamtssignal zur Verfügung steht, das günstiger ist als das von den einzelnen Antennen zur Verfügung gestellte.

21. Antennenanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 18,

dadurch gekennzeichnet, daß

zur Bildung einer Diversityantenne die an den Anschlußpunkten (2) der Antenne (1) vorliegenden Empfangssignale jeweils einem Antennenverstärker (26) zugeführt sind und dessen Ausgangssignale jeweils über mindestens ein weiteres Leitungs- und Sammelnetzwerk je einer weiteren im Sammelnetzwerk enthaltenen Sammelanschlußstelle (5) zugeführt und in dieser zu einem weiteren Gesamtempfangssignal (10) zusammengefaßt sind, daß ferner alle Sammelanschlußstellen (5) mit einem Antennenauswahlschalter (16) verbunden sind, der vom Antennen-Diversitysystem geschaltet ist, derart, daß in jeder Schaltstellung ein unterschiedlich zusammengefaßtes Antennengesamtssignal zur Verfügung steht, das günstiger ist als das von den einzelnen Antennen zur Verfügung gestellte.

22. Antennenanlage nach Anspruch 1 bis 21,

dadurch gekennzeichnet, daß

daß an den Anschlußpunkten (2) der Antennen (1) Anschlußtore (4) gebildet sind, deren komplexe Gesamtmatrix zur Beschreibung der Zusammenhänge zwischen den elektrischen Größen an diesen Anschlußtoren, an welche die Leitungen des Leitungs- und Sammelnetzwerks (9) mit Antennenanschlußstelle (4) angeschlossen sind, ermittelt ist und deren Erregungen im Empfangsfall durch eine im wesentlichen horizontal einfallende Welle für alle Azimutalwinkel nach Betrag und Phase zueinander erfaßt sind, so daß die Parameter zur Beschreibung der elektrischen Größen an den Anschlußtoren (4), bezogen auf die einfallende Welle für alle Azimutalwinkel bekannt sind und durch Variationsrechnung der Phasen- und Amplitudenbeiträge der Einzelspannungen zu einem Gesamtempfangssignal (10) zusammengefaßt sind und das Leitungs- und Sammelnetzwerk (9) derart gestaltet ist, daß im statistischen Mittel ein Maximum der Empfangsqualität vorliegt, wenn das Fahrzeug sich durch ein aus allen azimutalen Richtungen mit gleicher Wahrscheinlichkeit einfallendes, aus sich überlagernden Teilwellen zusammensetzendes Wellenfeld, das ist ein Rayleigh-Empfangsfeld, bewegt.

Claims

1. An antenna system for radio and television transmission reception in motor vehicles within the VHF and microwave range, having more than one antenna on the vehicle with one connection point in each case, characterised in that the reception signals present at the connection points (2) of the antennae (1) are each supplied via a supply and collection network to a collective connection position (5) which is contained in a collection network where they are combined into a joint reception signal (10) wherein the contribution of the individual reception signals to the joint signal is fixed by phase members and amplitude evaluation members contained in the supply and collection network, and the values of the phase members and amplitude evaluation members (12) are selected so that if the vehicle moves through a wave field which comprises overlaid partial waves and which is incident from all azimuthal directions with equal probability, i.e. a Rayleigh reception field, on a statistical average a maximum of reception quality is present, wherein the values of the phase members and the amplitude evaluation members (12) which are necessary for this purpose are determined with regard to a median value S_{meddB} - determined over all azimuthal angles and with as high a value as possible - measured at the collective connection position (5) of an antenna disposed on the vehicle, or obtained by calculation from the computer simulation of the named measuring process, given statistically-selected amplitudes of a reception field which is incident from all azimuthal angles.
2. An antenna system according to claim 1, characterised in that the geometrical spacing between all antennae (1) is not greater than the operating wavelength.

3. An antenna system according to claim 1 to 2,
characterised in that the antennae (1) are configured as window pane antennae with in each case one connection
point (2) in the vicinity of an electrically-conductive frame which surrounds the glass pane (6) on which the earth
point (3) which forms the HF reference earth is formed on the frame and this earth point (3), together with the
connection point (2), forms the antenna connection position (4) and all antennae (1) are either all disposed on the
same window or one or more antennae (1) is/are disposed on one and/or a second window adjacent to the first
window of the motor vehicle.
4. An antenna system according to claim 3,
characterised in that wire-shaped electrical conductors are disposed on the glass pane (6) and these wire-shaped
electrical conductors are laid thereon in a laminar fashion over a larger area of the glass surface so that at least
a one-dimensional conductive surface (7) is produced and antennae (1) are formed in that a coupling point (8) is
present at the edge of the conductive surface for each antenna (1), this coupling point being at high-frequency
with a connection point (2) in each case in the vicinity of one of the electrically-conductive frames which surround
the glass pane (6) with an earth point (3) which forms the HF reference earth and that the earth point (3) and the
connection point (2) form the antenna connection position (4).
5. An-antenna system according to claim 3 to 4,
characterised in that the wire-shaped electrical conductors laid out or printed in a laminar fashion on the glass
surface (6) are formed by the heating field and that in order to improve the coupling to the heating field for the
formation of at least one of the antennae (1) one or more transverse conductors (20) is/are guided substantially
perpendicular to the heating conductors and the coupling point (8) is formed in the vicinity of the meeting point of
the transverse conductor (20), or a transverse conductor (20), on the outermost heating conductor at the edge of
the conductive surface.
6. An antenna system according to claim 3 to 5,
characterised in that a low-impedance, conductive layer is applied or attached in a laminar manner to the glass
pane (6) in such a way that a two-dimensional conductive surface (7) is formed, and antennae (1) are formed in
that a coupling point (8) is present at the edge of the conductive surface for each antenna (1), this coupling point
being at high-frequency with a connection point (2) in each case in the vicinity of one of the electrically-conductive
frames which surround the glass pane (6) with an earth point (3) which forms the HF reference earth and that the
earth point (3) and the connection point (2) form the antenna connection position (4).
7. An antenna system according to claim 3 to 6,
characterised in that the spacing between the coupling points (8) is at least 1/10 of the wavelength and the supply
and collection network (9) contains phase and amplitude evaluation members (12) and the reception signals
present at the connection points (2) are combined correspondingly according to certain phase positions and am-
plitudes and the phase members and amplitude evaluation members (12) are set for a Rayleigh reception field.
8. An antenna system according to claim 3 to 7,
characterised in that a window pane antenna is disposed on a window which is surrounded by horizontal and
substantially vertical window frame parts and, in each case, at least one connection point (2) is present both in
the vicinity of the upper horizontal window frame part and also on one of the substantially vertical window frame
parts.
9. An antenna system according to claim 3 to 8,
characterised in that at least one connection point (2) is also present in the vicinity of the lower horizontal frame part.
10. An antenna system according to claim 3 to 9,
characterised in that at least one connection point (2) is also present in the vicinity of the further substantially
vertical window frame part.
11. An antenna system according to claim 3 to 10,
characterised in that an electrical connection line (11) is guided from each antenna connection position (4), outside
of the window pane's viewing field, to a common network which contains phase members and amplitude evaluation
members (12) and the collective connection position (5), and the phase rotation characteristics of the connection
lines (11) are included in each case in setting the phase values of the phase rotation members.

12. An antenna system according to claim 11,
characterised in that the intrinsic impedance of the connection lines (11) is selected so that it comes as close as possible to the impedance present on the conductive frame between the connection points and the adjacent earth point (3).
13. An antenna system according to claim 11,
characterised in that in the case of at least one antenna connection position (4), a passive adaptive network (21) is connected between this on the one hand and the associated connection line (11) on the other hand, the phase characteristics of which are included in the shaping of the associated phase rotation member in the network.
14. An antenna system according to claim 11,
characterised in that the connection lines (11) are printed along the edge of the window pane as a coplanar line on the glass, or are attached to a non-conductive foil on the glass, outside of the window pane's viewing field (24).
15. An antenna system according to claim 11,
characterised in that outside of the window pane's viewing field the connection lines (11) are printed along the edge of the window pane as a strip line on opposing surfaces of the glass, or are attached to the glass as conductors, the earth line of which is configured capacitatively with the conductive surface (7) which is in contact with the conductive window frame.
16. An antenna system according to claim 3 to 15,
characterised in that the conductive frame is printed, or is attached to the glass, as a conductive strip outside of the window pane's viewing field along the edge of the window pane.
17. An antenna system according to claim 1 to 2,
characterised in that at least one of the antennae (1) is configured as a rod antenna and at least one of the antennae (1) is configured as a window pane antenna and that all antennae (1) are disposed either in the front or the rear half of the vehicle.
18. An antenna system according to claim 1 to 2,
characterised in that all antennae (1) are configured as rod antennae and are disposed either in the front or the rear half of the vehicle.
19. An antenna system according to claim 1 to 18,
characterised in that in order to form an antenna diversity system of at least one antenna (1), a combination circuit (15) is connected to the connection point (2) which effects a shut-down of the associated antenna signal in the event of interference in a joint signal.
20. An antenna system according to one of claims 1 to 18, characterised in that in order to form a diversity antenna, the reception signals present at the connection points (2) of the antennae (1) are fed in each case via at least one further supply and collection network to a further collective connection position (5) contained in the collective network and are combined herein into a further joint reception signal (10), that a combination circuit (15) with downstream phase member and amplitude evaluation member is inserted in each supply and collection network and in each case one of the combination circuits (15) in a multiple (18) is set open, that furthermore, all collective connection positions (5) are connected with an antenna selection switch (16) of the antenna diversity system, which is connected synchronously with the combination circuits (15) of the antenna diversity system in such a way that a differently-combined antenna joint signal is available in each switch position which is more favourable than that provided by the individual antennae.
21. An antenna system according to one of claims 1 to 18, characterised in that in order to form a diversity antenna, the reception signals present at the connection points (2) of the antennae (1) are supplied in each case to an antenna amplifier (26) and its output signals are fed in each case via at least one further supply and collection network, in each case to a further collective connection position (5) which is contained in a collection network and are combined in this into a further joint reception signal (10), that furthermore all collective connection positions (5) are connected to an antenna selection switch (16) which is switched by the antenna diversity system in such a way that a differently-combined antenna joint signal is available in each switch position which is more favourable than that provided by the individual antennae.

22. An antenna system according to claim 1 to 21, characterised in that connection gates (4) are formed at the connection points (2) of the antennae (1), the complex total matrix of which is determined to describe the connection between the electrical variables at these connection gates on which the lines of the supply and collection network (9) are connected to the antenna connection position (4), and the excitations of which in the event of receiving are recorded by a wave, which is substantially horizontally incident, for all azimuthal angles according to amount and phase to one another so that the parameters are known for describing the electrical variables at the connection gates (4), based on the incident wave for all azimuthal angles, and are combined into a joint reception signal (10) by variation calculation of the phase and amplitude contributions of the individual voltages and the supply and collection network (9) is configured in such a way that a maximum of reception quality is present, on statistical average, if the vehicle moves through a wave field which comprises overlaid partial waves and which is incident from all azimuthal directions with equal probability, i.e. a Rayleigh reception field.

Revendications

1. Installation d'antenne pour la réception de radiodiffusion sonore et visuelle dans des véhicules automobiles dans la bande d'ondes décimétriques, comportant plus d'une antenne se trouvant sur le véhicule et ayant à chaque fois un point de connexion,

caractérisée en ce que les signaux reçus présents aux points de connexion (2) des antennes (1) sont envoyés à chaque fois par l'intermédiaire d'un réseau de transmission et de collecte à un point de connexion collecteur (5) contenu dans le réseau de collecte et sont regroupés dans ce point de connexion collecteur en un signal reçu total (10), la contribution des différents signaux reçus au signal total étant fixée par des éléments d'évaluation de phase et d'amplitude contenus dans le réseau de transmission et de collecte et les valeurs des éléments d'évaluation de phase et d'amplitude (12) étant choisies de telle sorte que, lorsque le véhicule se déplace à travers un champ d'ondes arrivant de toutes les directions azimutales avec la même probabilité et se composant d'ondes partielles se superposant, c'est-à-dire à travers un champ de réception de Rayleigh, il y a en moyenne statistique un maximum de la qualité de réception, les valeurs nécessaires à cet effet pour les éléments d'évaluation de phase et d'amplitude (12) étant déterminées par rapport à une valeur médiane S_{meddB} la plus élevée possible, mesurée au point de connexion collecteur (5) des antennes agencées sur le véhicule et prise en valeur moyenne sur tous les angles d'azimut, ou résultant par calcul de la simulation mathématique de ladite opération de mesure avec prescription d'amplitudes choisies statistiquement d'un champ de réception provenant de toutes les directions azimutales.
2. Installation d'antenne selon la revendication 1,

caractérisée en ce que la distance géométrique de toutes les antennes (1) les unes par rapport aux autres n'est pas supérieure à la longueur d'onde de fonctionnement.
3. Installation d'antenne selon la revendication 1 ou 2,

caractérisée en ce que les antennes (1) sont conçues comme des antennes de vitre avec à chaque fois un point de connexion (2) à proximité d'un cadre électriquement conducteur qui entoure la vitre (6) et sur lequel est formé le point masse (3) formant la masse de référence HF, en ce que ce point masse (3) forme avec le point de connexion (2) le point de connexion d'antenne (4) et en ce que soit toutes les antennes (1) sont agencées sur la même première fenêtre, soit une ou plusieurs antennes (1) sont agencées sur une ou/et une deuxième fenêtre de véhicule voisine de la première fenêtre.
4. Installation d'antenne selon la revendication 3,

caractérisée en ce que des conducteurs électriques sous forme de fils sont agencés sur la vitre (6) et en ce que ces conducteurs électriques sous forme de fils sont posés en surface dans une grande zone de la surface de vitre de telle sorte qu'il existe une surface conductrice (7) à au moins une dimension et que des antennes (1) sont formées par le fait qu'il y a au bord de la surface conductrice pour chaque antenne (1) un point de raccordement (8) qui est relié en haute fréquence à chaque fois à un point de connexion (2) à proximité d'un cadre électriquement conducteur entourant la vitre (6) et comportant un point masse (3) formant la masse de référence HF et que le point masse (3) et le point de connexion (2) forment le point de connexion d'antenne (4).
5. Installation d'antenne selon les revendications 3 ou 4,

caractérisée en ce que les conducteurs électriques sous forme de fils posés ou imprimés en surface sur la surface de vitre (6) sont donnés par le champ de chauffage, en ce que, pour améliorer le couplage au champ de chauffage afin de former au moins l'une des antennes (1), un ou plusieurs conducteurs transversaux (20) sont

guidés sensiblement perpendiculairement aux conducteurs de chauffage et en ce que le point de raccordement (8) est formé à proximité du point d'incidence du conducteur transversal (20) ou d'un conducteur transversal (20) sur le conducteur de chauffage le plus à l'extérieur au bord de la surface conductrice.

- 5 **6.** Installation d'antenne selon les revendications 3 à 5,
 caractérisée en ce qu'il y a sur la vitre (6) une couche conductrice à basse impédance appliquée ou ajoutée en surface de telle sorte qu'il y a une surface conductrice (7) à deux dimensions et que des antennes (1) sont formées par le fait qu'il y a au bord de la surface conductrice pour chaque antenne (1) un point de raccordement (8) qui est relié en haute fréquence à chaque fois à un point de connexion (2) à proximité d'un cadre électriquement conducteur entourant la vitre (6) et comportant un point masse (3) formant la masse de référence HF et que le point masse (3) et le point de connexion (2) forment le point de connexion d'antenne (4).
- 10
- 7.** Installation d'antenne selon les revendications 3 à 6,
 caractérisée en ce que la distance entre les points de raccordement (8) vaut au moins 1/10 de la longueur d'onde, en ce que le réseau de transmission et de collecte (9) contient des éléments d'évaluation de phase et d'amplitude (12), en ce que les signaux reçus présents aux points de connexion (2) sont regroupés en conséquence selon certaines positions de phases et d'amplitudes et en ce que les éléments d'évaluation de phase et d'amplitude (12) sont réglés pour un champ de réception de Rayleigh.
- 15
- 8.** Installation d'antenne selon les revendications 3 à 7,
 caractérisée en ce qu'une antenne de vitre est agencée sur une fenêtre qui est entourée par des parties de cadre de fenêtre horizontales et par des parties de cadre de fenêtre sensiblement verticales et en ce qu'il y a aussi bien à proximité de la partie de cadre de fenêtre horizontale supérieure que sur une des parties de cadre de fenêtre sensiblement verticales à chaque fois au moins un point de raccordement (2).
- 20
- 9.** Installation d'antenne selon les revendications 3 à 8,
 caractérisée en ce qu'il y a aussi à proximité de la partie de cadre de fenêtre horizontale inférieure au moins un point de connexion (2).
- 25
- 10.** Installation d'antenne selon les revendications 3 à 9,
 caractérisée en ce qu'il y a aussi à proximité de l'autre partie de cadre de fenêtre sensiblement verticale au moins un point de connexion (2).
- 30
- 11.** Installation d'antenne selon les revendications 3 à 10,
 caractérisée en ce que, à partir de chaque point de connexion d'antenne (4), un conducteur de liaison électrique (11) est guidé en dehors du champ de vision de la vitre vers un réseau commun qui contient des éléments d'évaluation de phase et d'amplitude (12) et le point de connexion collecteur (5) et en ce que les propriétés de rotation de phase des conducteurs de liaison (11) sont incluses à chaque fois dans le réglage des valeurs de phase des éléments de rotation de phase.
- 35
- 12.** Installation d'antenne selon la revendication 11,
 caractérisée en ce que l'impédance caractéristique des conducteurs de liaison (11) est choisie de telle sorte qu'elle soit la plus voisine possible de l'impédance existant entre les points de connexion et le point masse voisin (3) sur le cadre conducteur.
- 40
- 13.** Installation d'antenne selon la revendication 11,
 caractérisée en ce que, pour au moins un point de connexion d'antenne (4), un réseau d'adaptation passif (21) dont les propriétés de phase sont incluses dans la conception de l'élément de rotation de phase concerné dans le réseau est branché entre ledit point de connexion d'antenne d'une part et le conducteur de liaison (11) concerné d'autre part.
- 45
- 14.** Installation d'antenne selon la revendication 11,
 caractérisée en ce que les conducteurs de liaison (11) sont imprimés sur verre en dehors du champ de vision (24) de la fenêtre le long du bord de la vitre, sous forme de conducteur coplanaire ou sont fixés au verre sur une feuille non conductrice.
- 50
- 15.** Installation d'antenne selon la revendication 11,
 caractérisée en ce que les conducteurs de liaison (11) sont imprimés comme conducteurs en bandes sur
- 55

des surfaces opposées du verre en dehors du champ de vision de la fenêtre le long du bord de la vitre ou sont fixés comme conducteurs au verre et en ce que leur conducteur de masse est conçu comme une surface conductrice (7) en liaison capacitive avec le cadre de fenêtre conducteur.

5 **16.** Installation d'antenne selon les revendications 3 à 15,

caractérisée en ce que le cadre conducteur est imprimé sous forme de bandes conductrices le long du bord de la vitre en dehors du champ de vision de la fenêtre ou est fixé au verre.

10 **17.** Installation d'antenne selon la revendication 1 ou 2,

caractérisée en ce qu'au moins l'une des antennes (1) est conçue comme une antenne tige et au moins l'une des antennes (1) comme une antenne de vitre et en ce que toutes les antennes (1) sont agencées soit dans la moitié avant du véhicule soit dans la moitié arrière du véhicule.

15 **18.** Installation d'antenne selon la revendication 1 ou 2,

caractérisée en ce que toutes les antennes (1) sont conçues comme des antennes tiges et sont agencées soit dans la moitié avant du véhicule soit dans la moitié arrière du véhicule.

20 **19.** Installation d'antenne selon les revendications 1 à 18,

caractérisée en ce que, pour former un système à diversité d'antenne à au moins une antenne (1), il est branché au point de connexion (2) un réseau de commutation (15) qui, en présence d'un signal total perturbé, provoque une coupure du signal d'antenne concerné.

25 **20.** Installation d'antenne selon l'une des revendications 1 à 18,

caractérisée en ce que, pour former une antenne à diversité, les signaux reçus présents aux points de connexion (2) des antennes (1) sont envoyés à chaque fois par l'intermédiaire d'un autre réseau de transmission et de collecte à chaque fois à un autre point de connexion collecteur (5) contenu dans le réseau de collecte et sont regroupés dans ce point de connexion collecteur en un autre signal reçu total (10), en ce qu'un réseau de commutation (15) ayant un élément d'évaluation de phase et d'amplitude branché en aval est inséré dans chaque réseau de transmission et de collecte, en ce qu'à chaque fois l'un des réseaux de commutation (15) parmi une multitude (18) est commuté à l'état passant et en ce qu'en plus tous les points de connexion collecteurs (5) sont reliés à un commutateur de sélection d'antenne (16) du système à diversité d'antennes, lequel commutateur de sélection d'antenne est commuté en synchronisme avec les réseaux de commutation (15) par le système à diversité d'antenne, de telle sorte que, dans chaque position de commutation, on dispose d'un signal total d'antenne regroupé différemment et plus intéressant que celui mis à disposition par les antennes individuelles.

35 **21.** Installation d'antenne selon l'une des revendications 1 à 18,

caractérisée en ce que, pour former une antenne à diversité, les signaux reçus présents aux points de connexion (2) de l'antenne (1) sont envoyés à chaque fois à un amplificateur d'antenne (26), en ce que les signaux de sortie de ces amplificateurs d'antenne sont envoyés à chaque fois par l'intermédiaire d'au moins un autre réseau de transmission et de collecte à chaque fois à un autre point de connexion collecteur (5) contenu dans le réseau de collecte et sont regroupés dans ce point de connexion collecteur en un autre signal reçu total (10) et en ce qu'en plus tous les points de connexion collecteurs (5) sont reliés à un commutateur de sélection d'antenne (16) qui est commuté par le système à diversité d'antennes de telle sorte que, dans chaque position de commutation, on dispose d'un signal total d'antenne regroupé différemment et plus intéressant que celui mis à disposition par les antennes individuelles.

45 **22.** Installation d'antenne selon les revendications 1 à 21,

caractérisée en ce qu'il est formé aux points de connexion (2) des antennes (1) des portes de connexion (4) dont la matrice globale complexe est déterminée pour décrire les relations entre les grandeurs électriques à ces portes de connexion auxquelles sont raccordés les conducteurs du réseau de transmission et de collecte (9) avec point de connexion d'antenne (4) et dont les excitations en cas de réception par une onde de réception arrivant sensiblement horizontalement sont détectées en amplitude et en phase les unes par rapport aux autres pour tous les angles d'azimut, de telle sorte que les paramètres de description des grandeurs électriques aux portes de connexion (4), rapportés à l'onde incidente, sont connus pour tous les angles d'azimut et sont regroupés par calcul de variation des contributions en phase et en amplitude des tensions individuelles en un signal reçu total (10) et en ce que le réseau de transmission et de collecte (9) est conçu de telle sorte qu'il y a en moyenne statistique un maximum de la qualité de réception lorsque le véhicule se déplace à travers un champ d'ondes arrivant de toutes les directions azimutales avec la même probabilité et se composant d'ondes partielles se superposant, c'est-à-

dire à travers un champ de réception de Rayleigh.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

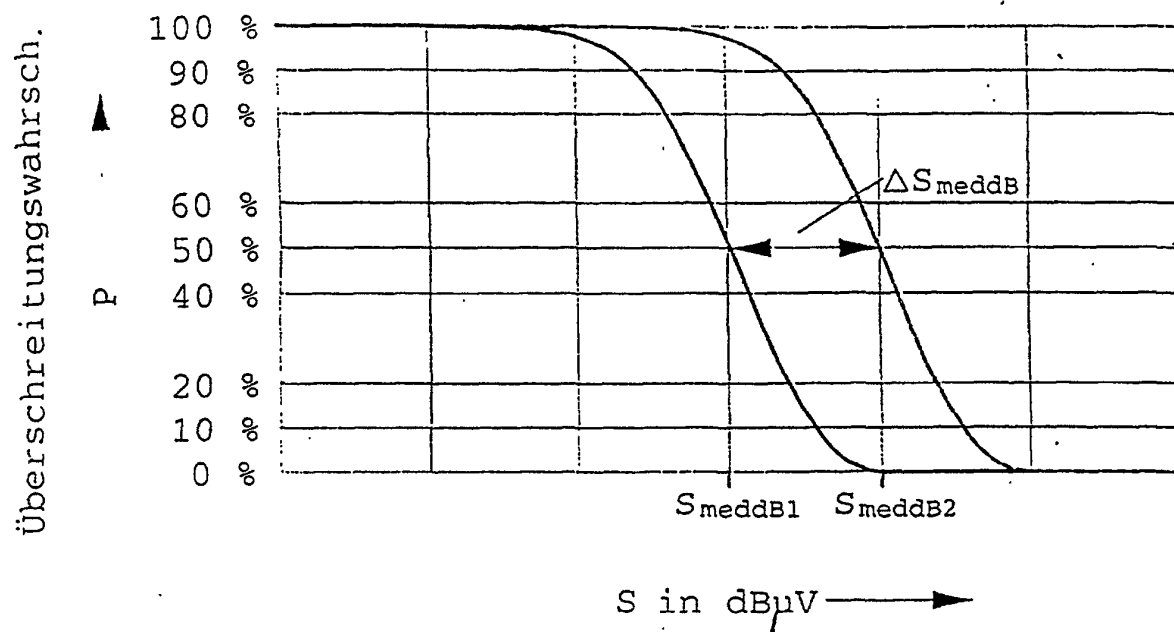
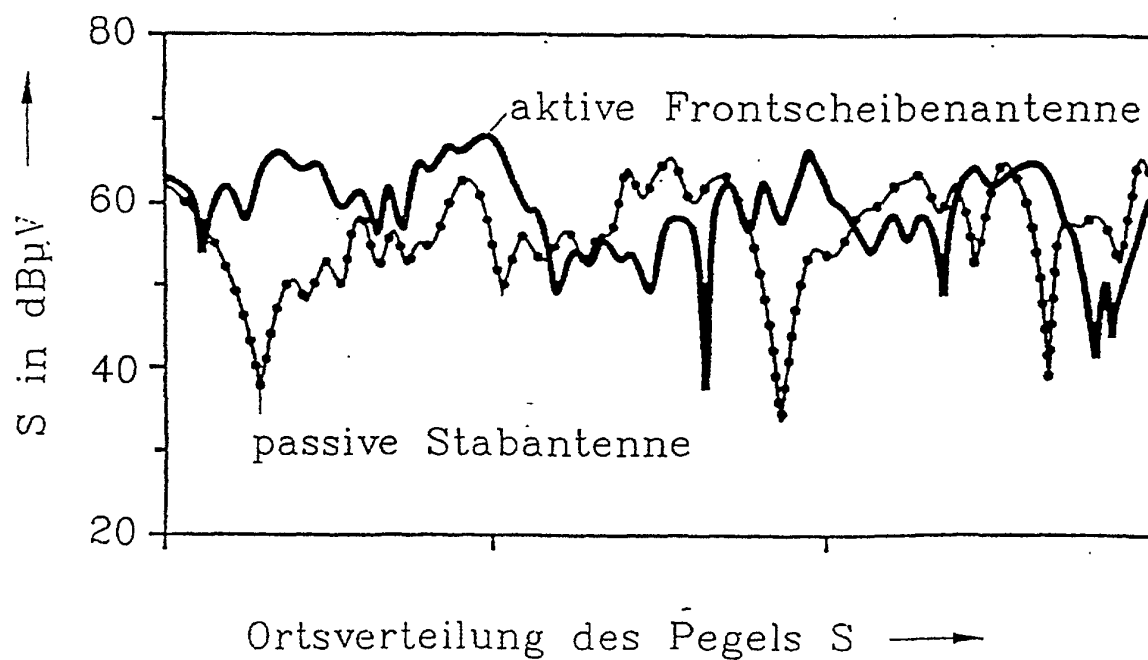


Fig. 1a



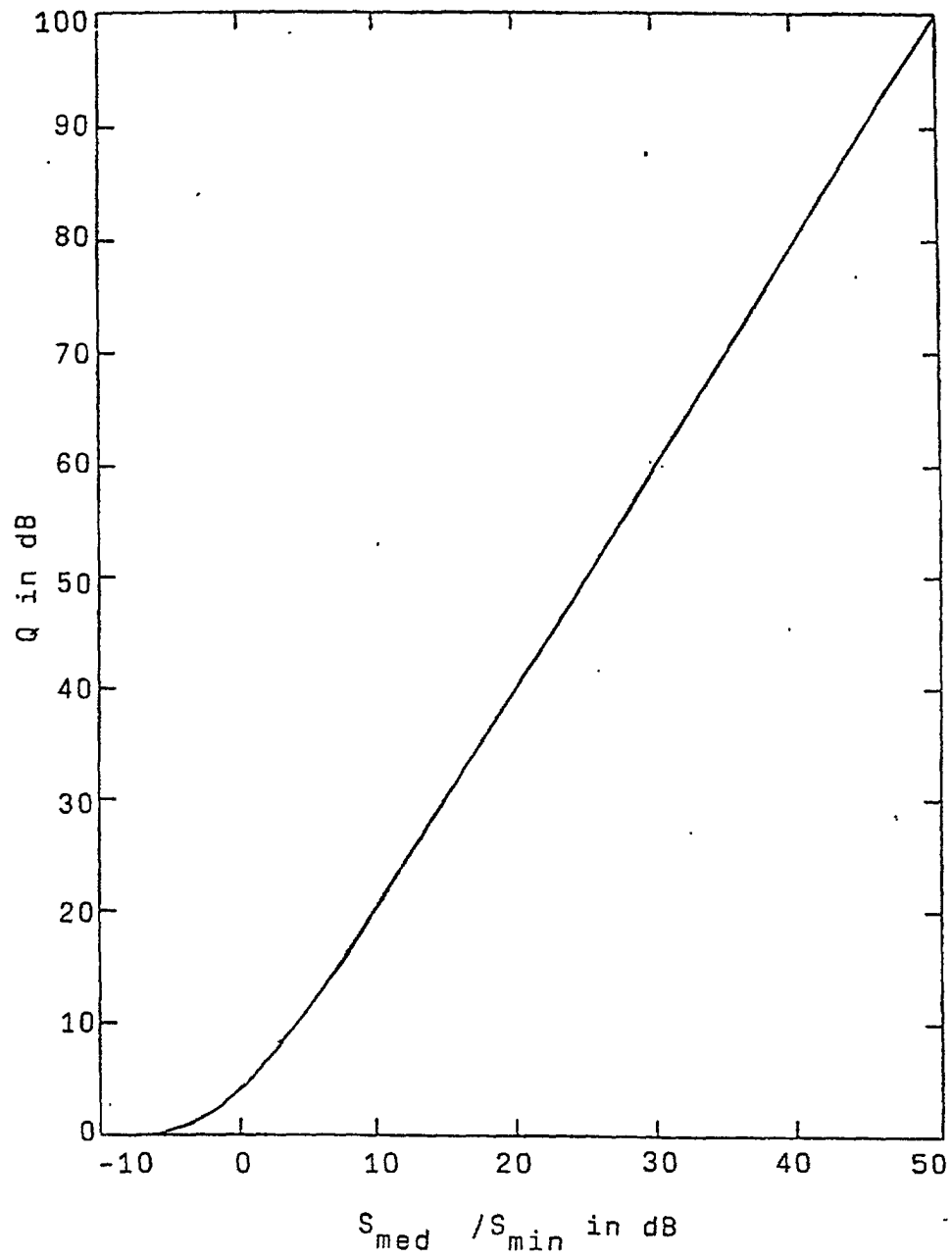


Fig. 1c

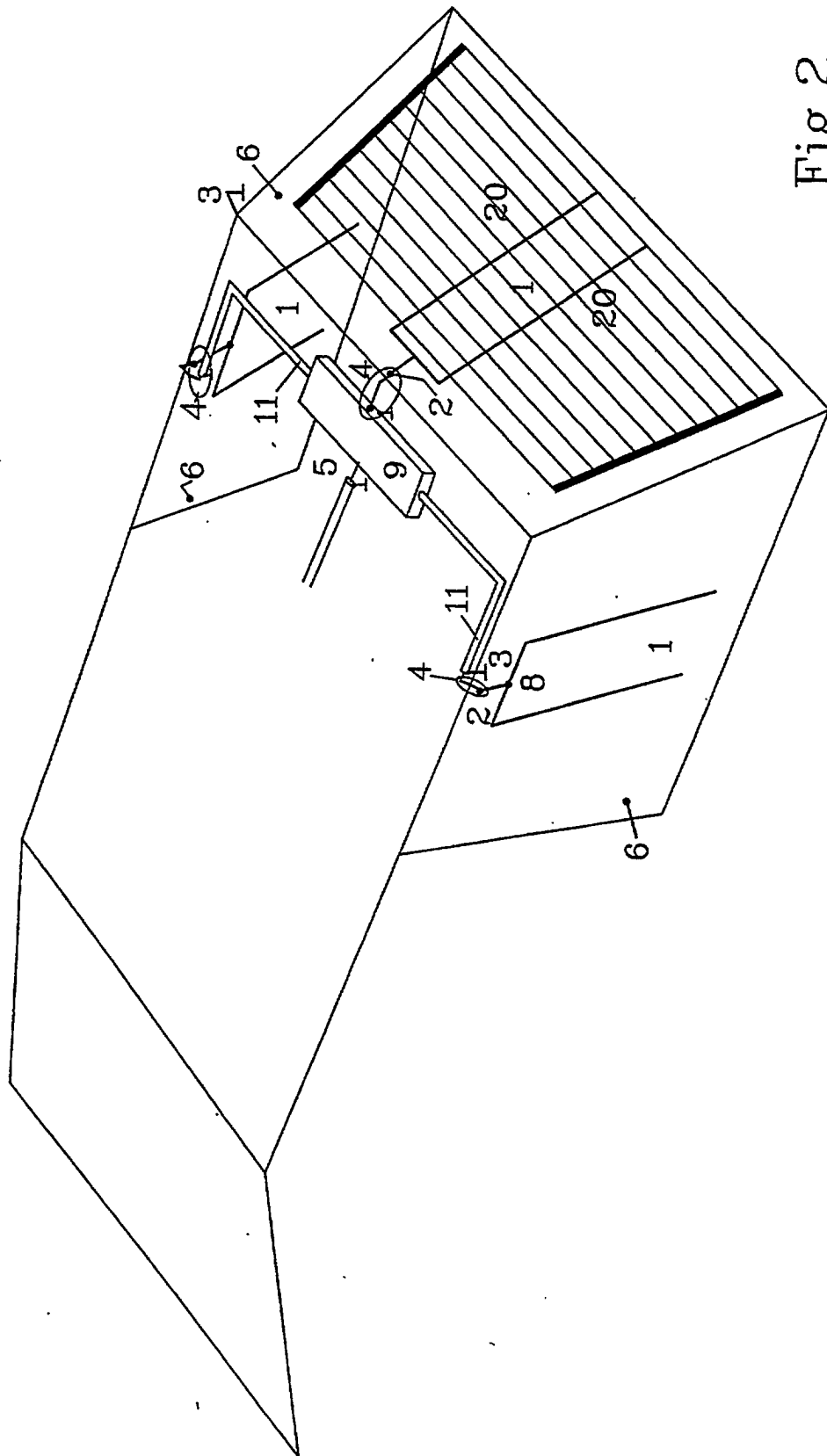


Fig. 2

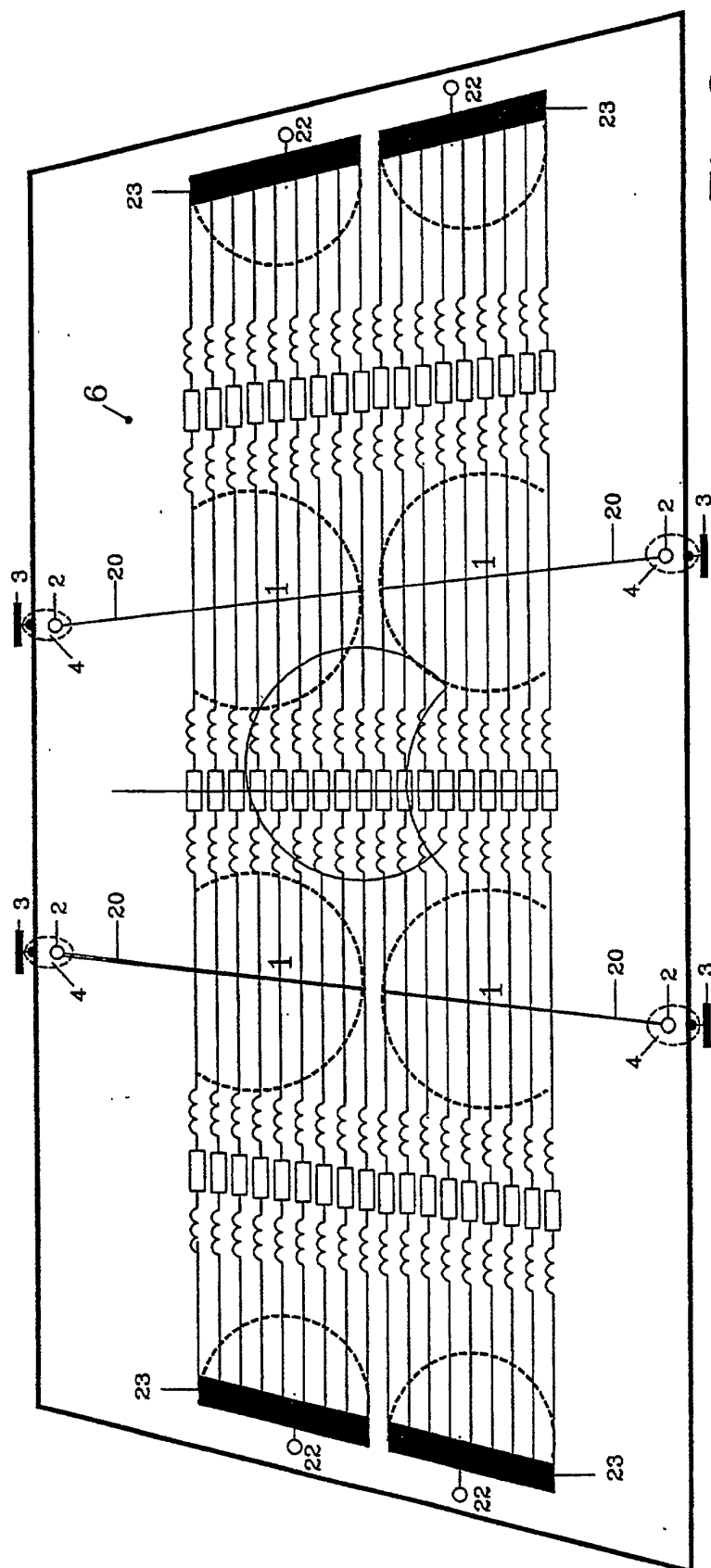


Fig. 3

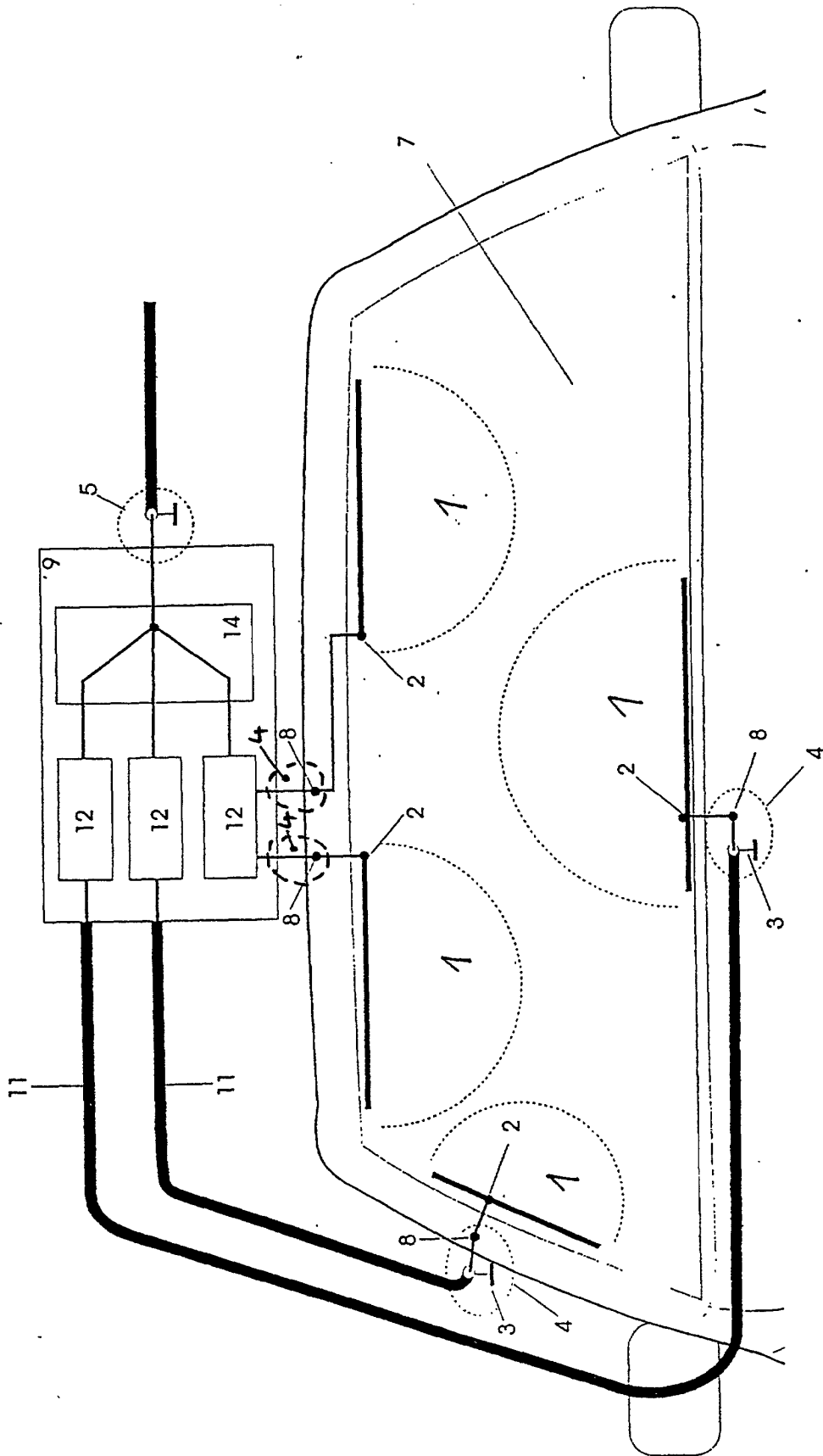


Fig. 4a

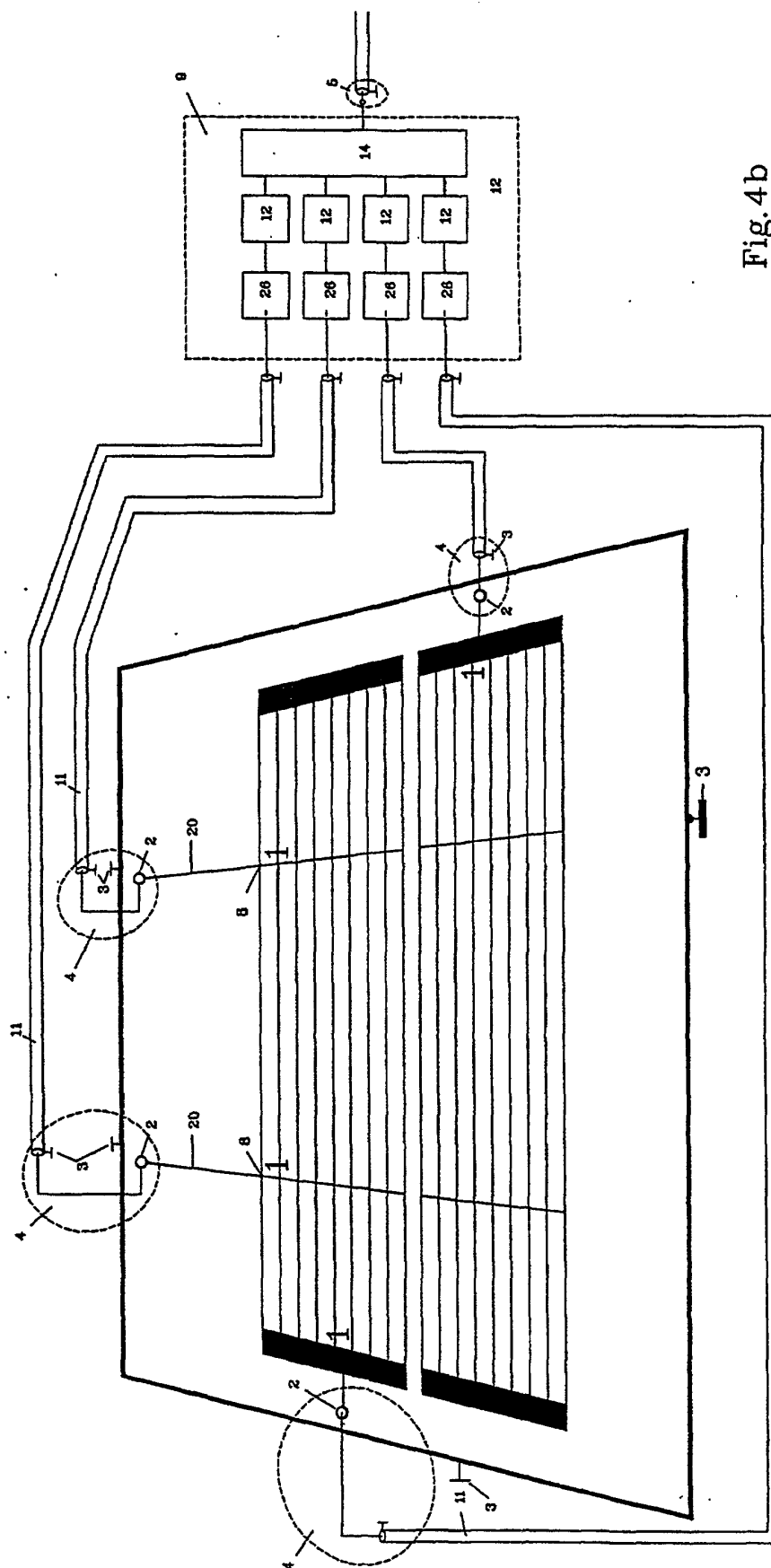


Fig. 4b

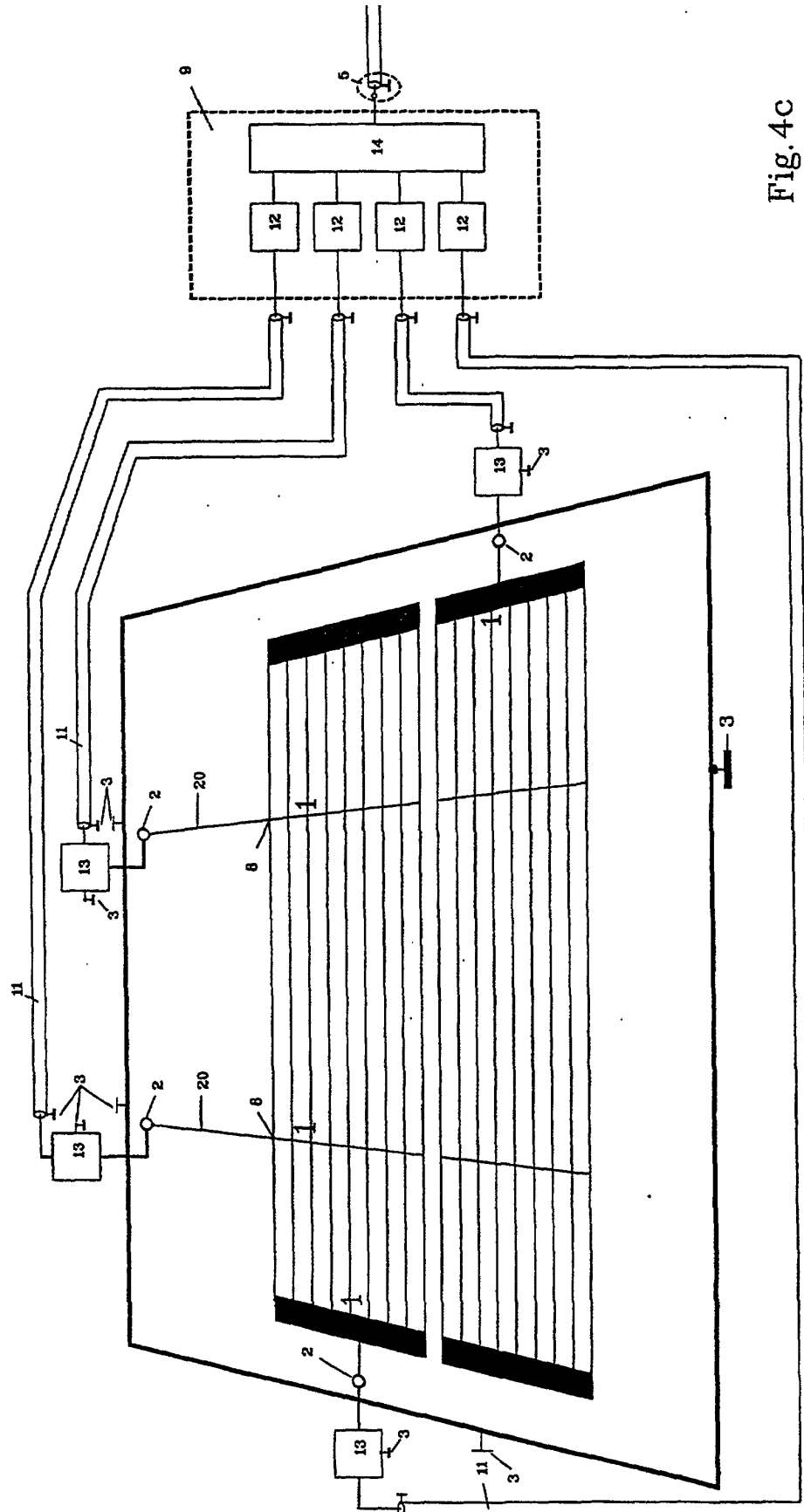


Fig. 4c

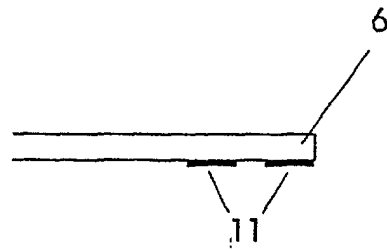


Fig. 5a

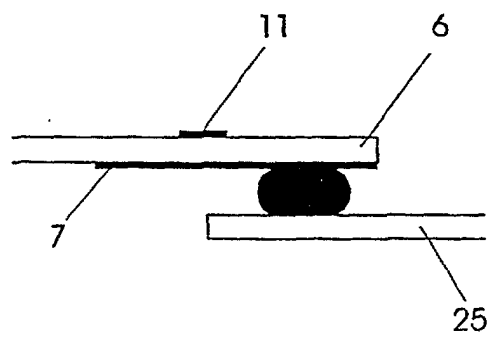


Fig. 5b

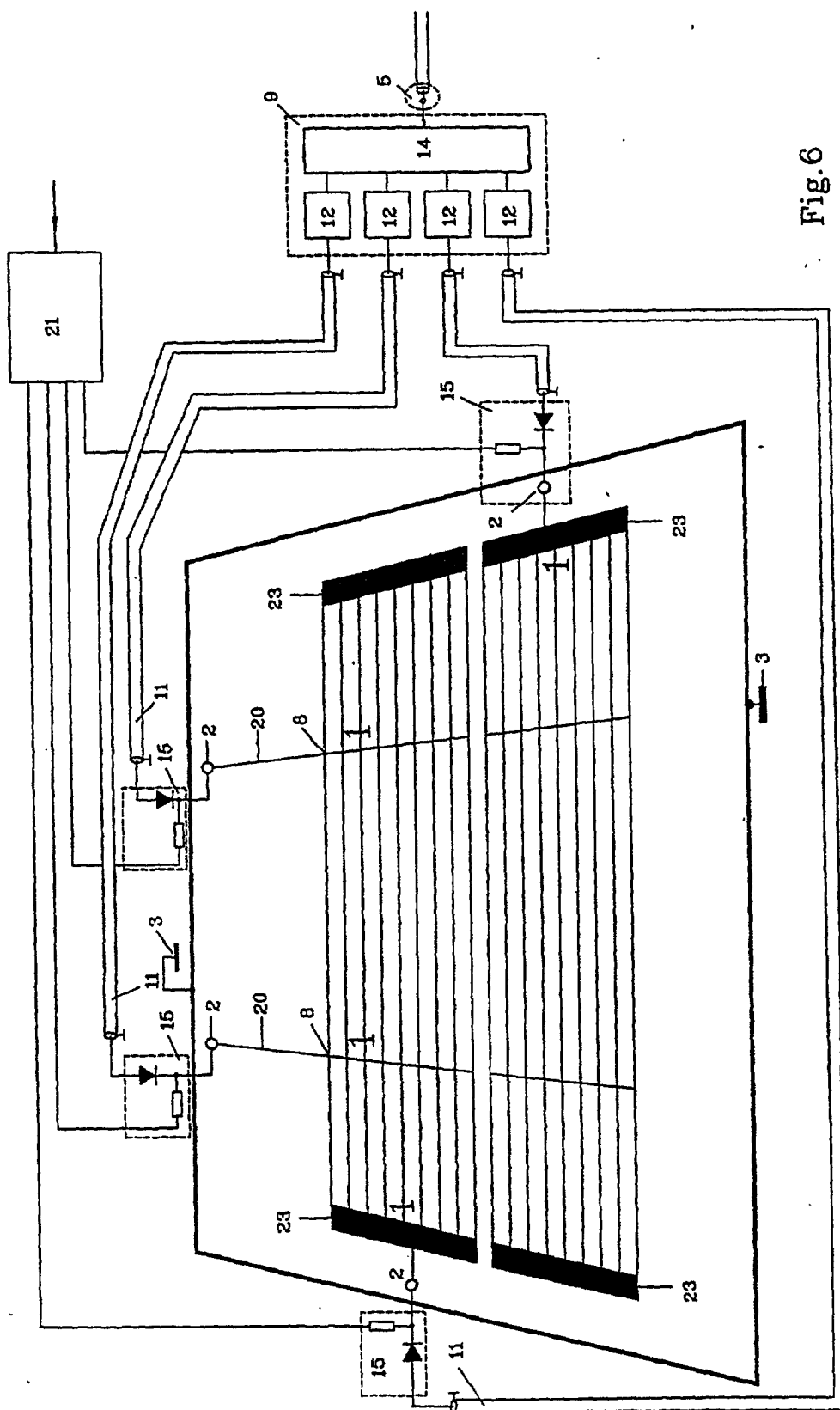


Fig.6

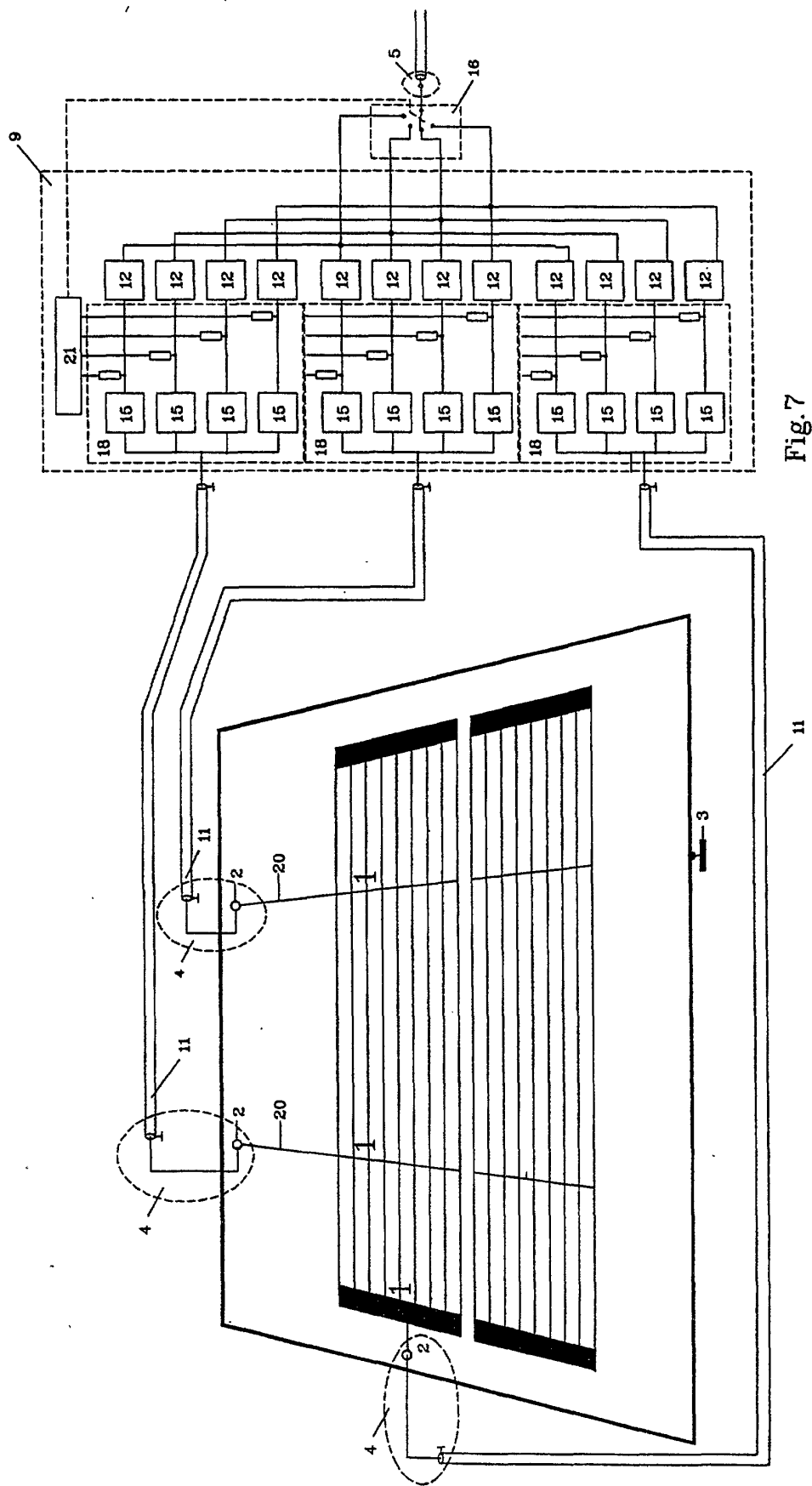


Fig. 7

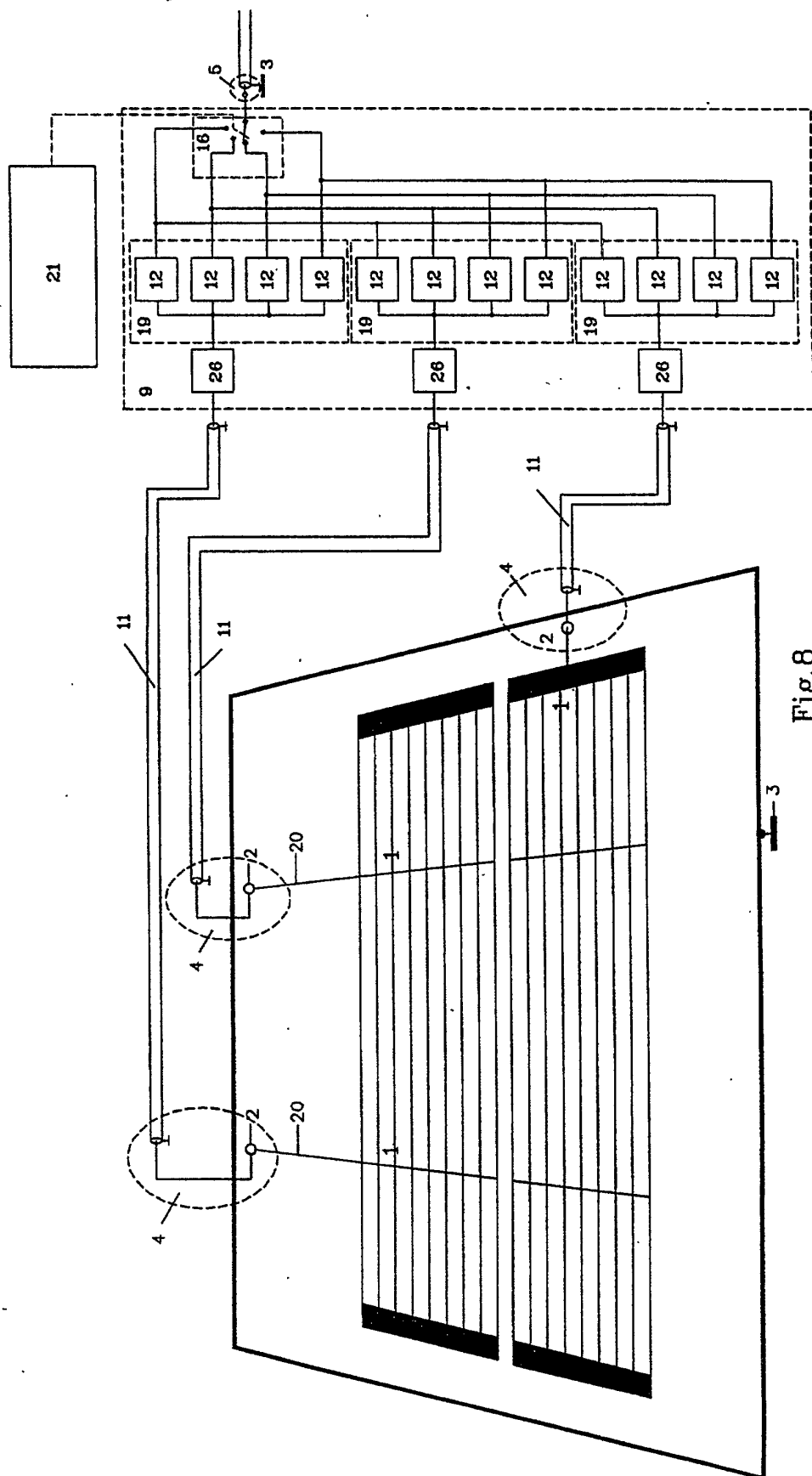


Fig. 8

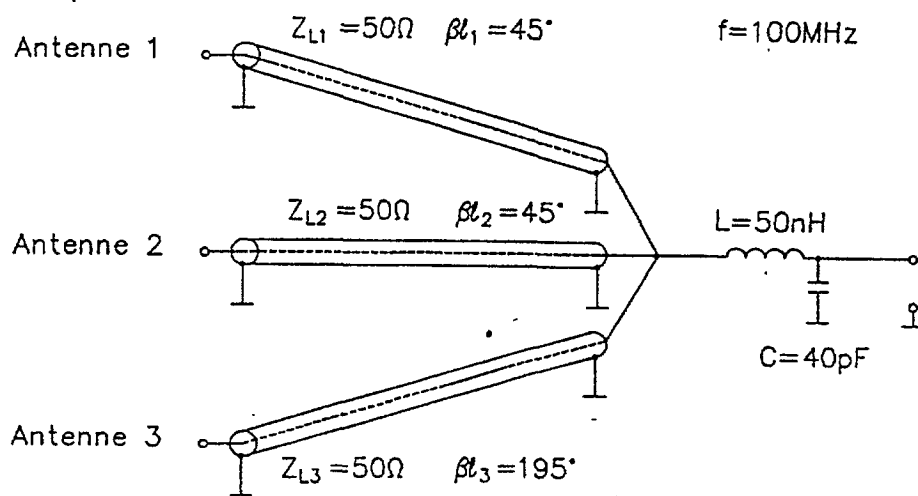
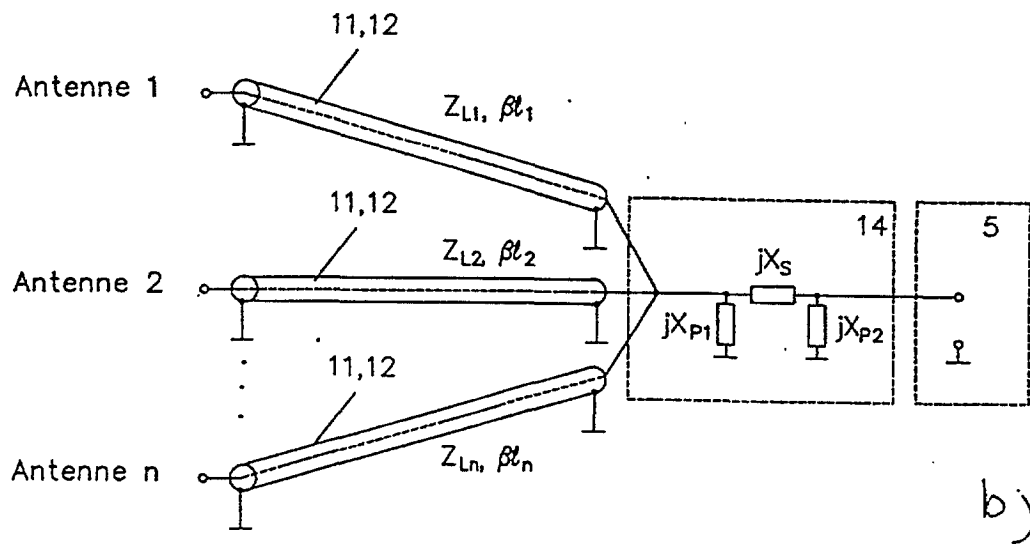
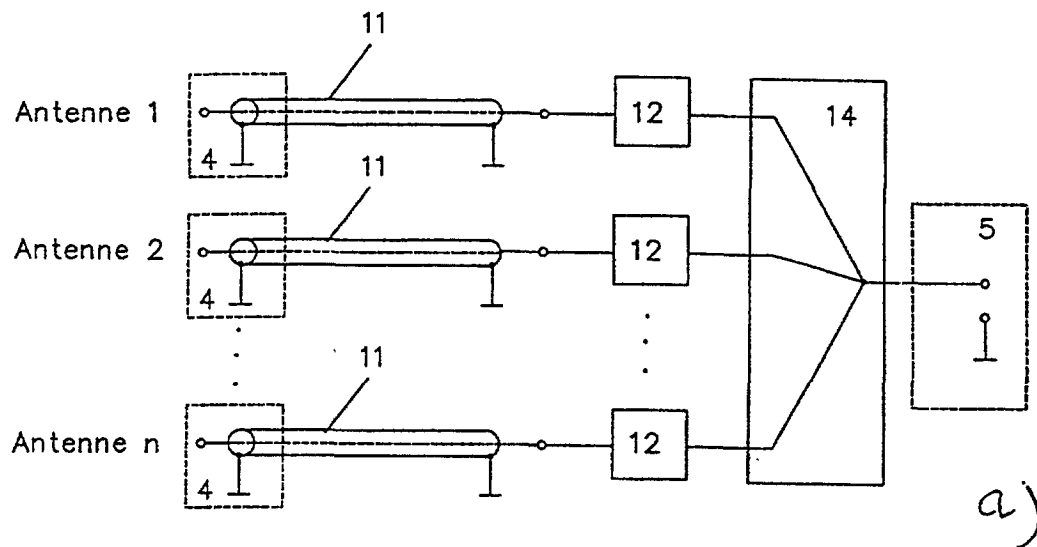


Fig. 9

Fig.10

