



①②

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
19.10.94 Patentblatt 94/42

⑤① Int. Cl.⁵ : **H01Q 3/26**

②① Anmeldenummer : **91105723.0**

②② Anmeldetag : **11.04.91**

⑤④ **Verfahren und Vorrichtung zur automatischen Kalibrierung einer phasengesteuerten Gruppenantenne.**

③⑩ Priorität : **14.04.90 DE 4012101**
04.05.90 DE 4014320

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
23.10.91 Patentblatt 91/43

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
19.10.94 Patentblatt 94/42

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :
DE FR GB IT

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
US-A- 4 453 164
US-A- 4 488 155
US-A- 4 926 186

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems vol. 18, no. 4, November 1982, Seiten 736 - 739; Rice et al.: "Quadrature sampling with high dynamic range" IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION. vol. 33, no. 12, Dezember 1985, NEW YORK US Seiten 1313 - 1327; Ronen et al.: "Monitoring Techniques for Phased-Array Antennas "

⑦③ Patentinhaber : **Alcatel SEL**
Aktiengesellschaft
Lorenzstrasse 10
D-70435 Stuttgart (DE)

⑦② Erfinder : **Kölzer, Peter, Dr.**
Weilimdorfer Strasse 10
W-7015 Korntal (DE)

⑦④ Vertreter : **Pohl, Herbert, Dipl.-Ing et al**
Alcatel SEL AG
Patent- und Lizenzwesen
Postfach 30 09 29
D-70449 Stuttgart (DE)

EP 0 452 799 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 eine Verfahren und eine Vorrichtung zur automatischen Kalibrierung einer phasengesteuerten Gruppenantenne, insbesondere von Gruppenantennen für Mikrowellenlandesysteme.

5 An die Genauigkeit von Landehilfen in der Luftfahrt, insbesondere an die Genauigkeit von Mikrowellenlandesystemen, werden sehr hohe Anforderungen gestellt. Um diesen Anforderungen gerecht werden zu können, müssen die für die Landesysteme verwendeten Antennen sehr gut kalibriert sein. Dies gilt sowohl für Azimutantennen (AZ-Antennen), als auch für die Elevations-Antennen (EL-Antennen).

10 Aus der US-4,520,361 ist ein Verfahren zur Kalibrierung einer phasengesteuerten Gruppenantenne bekannt, bei dem jeder Phasenschieber einzeln, unter Abschaltung aller anderen Phasenschieber betrieben und sein Anteil am Gesamtstrahlungsfeld dem Ausgang eines Integralmonitorhohlleiters entnommen und zur Kalibrierung benutzt wird. Eine Kalibrierung aller Strahler der gesamten Antenne ist damit aber nur nacheinander, unter Außerdienstnahme der Antenne möglich.

15 Es ist ferner bekannt, zur Kalibrierung einer Gruppenantenne eine Messung der Ausgangssignale einzelner Hohlleiterstrahler mit Hilfe von in diese eingeführten Testsonden vorzunehmen.

Es hat sich jedoch gezeigt, daß die Reproduzierbarkeit der Messungen mit Hilfe von Testsonden bei phasengesteuerten Gruppenantennen mit 6-Bit-Auflösung keine zufriedenstellenden Ergebnisse liefert. Eine solche Antenne ließe sich besser kalibrieren, kennte man ihre Aperturbelegung nach Betrag und Phase. Zur Gewinnung der Aperturbelegung einer phasengesteuerten Gruppenantenne bedient man sich eines Integralmonitorhohlleiters. In einen Integralmonitorhohlleiter werden über Koppellöcher Signalanteile aus jedem Strahlerelement entweder kurz vor der Abstrahlung oder unmittelbar nach der Abstrahlung eingekoppelt. Das Ausgangssignal des Integralmonitorhohlleiters entspricht in erster Näherung dem Verlauf des Fernfeldes der Antenne. Der Verlauf des Fernfeldes und die Aperturbelegung der Antenne sind durch Fourier-Transformation miteinander verknüpft. Aus dem Ausgangssignal des Integralmonitorhohlleiters kann daher die komplexe Aperturbelegung der Antenne ermittelt werden. Bekannte Verfahren benutzen dazu die Quadraturmethode. (I/Q-Konverter). Bei dieser Methode wird das Signal eines lokalen Oszillators mit dem Ausgangssignal des Integralmonitorhohlleiters einmal unter einem Winkel von 0° , und ein zweites Mal mit einer Phasenverschiebung von 90° gemischt. Die Mischung mit 0° Phasenverschiebung liefert den Realteil des Ausgangssignales, die Mischung unter 90° Phasenverschiebung den Imaginärteil des Ausgangssignales des Integralmonitorhohlleiters. Anschließende Fourier-Transformation von Real- und Imaginärteil des Ausgangssignales liefert die Aperturbelegung der Antenne. Nachteilig an diesem Verfahren ist die Verwendung von zwei Mischern.

20 Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, um phasengesteuerte Gruppenantennen reproduzierbar und mit einer für die Sicherheit erforderlichen Genauigkeit zu kalibrieren. Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren und eine Vorrichtung mit den Merkmalskombinationen der unabhängigen Ansprüche. Die abhängigen Ansprüche enthalten Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung.

Die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung liegen darin, daß die Antenne auch während des Betriebes kalibriert werden kann. Ein weiterer Vorteil ist darin zu sehen, daß durch die Wahl der Hilbert-Transformation zur Gewinnung der Aperturbelegung nur ein Mischer verwendet werden muß. Dadurch verbessert sich das Signal-/Rauschverhältnis des Nutzsignales.

40 Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der Figuren 1 bis 5 näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 Prinzip einer Gruppenantenne mit Integralmonitorhohlleiter,
- Fig. 2 einen I/Q-Konverter,
- Fig. 3 den prinzipiellen Aufbau eines homodynen Meßsystemes,
- Fig. 4 eine Überwachungseinrichtung für eine phasengesteuerte Gruppenantenne.
- 45 Fig. 5 eine Regeleinrichtung zur Kalibrierung einer phasengesteuerten Gruppenantenne.

In Fig. 1 ist ein Teil einer phasengesteuerten Gruppenantenne dargestellt. Mit 11 sind Strahler der Antenne bezeichnet. Mit 10 ist ein Integralmonitorhohlleiter bezeichnet, in den über Koppellöcher Signalanteile von jedem Strahlerelement eingekoppelt werden. Die Signalanteile überlagern sich im Integralmonitorhohlleiter zu einem komplexen, zeitabhängigen Signal. Bei den in den Integralmonitorhohlleiter eingekoppelten Signalanteilen handelt es sich entweder um Signalanteile kurz vor der Abstrahlung (bei Azimuth-Antennen) oder unmittelbar nach der Abstrahlung (bei Elevations-Antennen). Das am Ausgang 12 des Integralmonitorhohlleiters 10 anstehende Signal entspricht in erster Näherung dem Verlauf des Fernfelddiagrammes der Antenne. Wegen des durch die Fourier-Transformation gegebenen Zusammenhanges zwischen Aperturbelegung einer Antenne und dem Fernfelddiagramm derselben Antenne kann die komplexe Aperturbelegung aus dem Ausgangssignal des Integralmonitorhohlleiters berechnet werden.

55 Bei bekannten Einrichtungen wird dazu das Ausgangssignal des Integralmonitorhohlleiters in einer nach Fig. 2 dargestellten Weise aufbereitet. In Fig. 2 sind mit 20 und 21 Mischer bezeichnet, denen Signale aus Hybriden 22 und 23 zugeführt werden. Beim Hybrid 22 handelt es sich beispielsweise um ein 3 dB- 0° -Hybrid, beim

Hybrid 23 um ein 3 dB-90°-Hybrid. Über einen mit 24 bezeichneten Eingang wird dem Hybrid 23 ein Signal eines lokalen Oszillators zugeführt. Über einen mit 25 bezeichneten Eingang wird dem Hybrid 22 das Ausgangssignal des Integralmonitorhohlleiters zugeführt. Mit 26 und 27 sind HF-Abschlüsse bezeichnet, die man auch HF-Sumpf nennt. Sie dienen dazu, Bauelemente für Hochfrequenz reflexionsfrei abzuschließen. Am Ausgang des Mischers 20 steht dann der Realteil, am Ausgang des Mischers 21 der Imaginärteil des am Eingang 25 liegenden Signales an. Die beschriebene Einrichtung nennt man I/Q-Konverter, die Ausgangssignale der beiden Mischer heißen Quadraturkomponenten. Durch Fourier-Transformation wird dann in einem weiteren Schritt die Aperturbelegung der Antenne ermittelt. Die soeben beschriebene Einrichtung braucht zur Darstellung des komplexen Ausgangssignales des Integralmonitorhohlleiters zwei Mischer.

In Fig. 3 ist der prinzipielle Aufbau eines homodynen Meßsystems dargestellt. Mit 30 ist ein Mischer bezeichnet, dem über Leitungen 35 und 36 Signale zugeführt werden. Der Ausgang des Mischers 30 wird einem Tiefpaß 31 zugeführt, an dessen Ausgang 37 das gewünschte Signal ansteht. Mit 32 ist ein Übertragungselement bezeichnet, dessen komplexe Übertragungsfunktion mit der gezeigten Anordnung bestimmt werden soll. Mit 33 ist ein Hochfrequenzgenerator bezeichnet, dessen Ausgangssignal dem Mischer 30 über die Leitung 36 zugeführt wird. Gleichzeitig wird das Ausgangssignal des Generators 33 über einen Koppler 34 in das Übertragungselement 32 eingekoppelt. Ziel der gesamten Anordnung ist es, den Realteil der komplexen Übertragungsfunktion des Übertragungselementes 32 am Ausgang 37 zu erhalten. Setzt man voraus, daß der Betrag des Signales am Eingang 35 wesentlich kleiner als der Betrag des Signales am Eingang 36 ist, das heißt, daß der Mischer 30 im linearen Betrieb arbeitet, so ergibt sich folgendes:

Über die Leitung 35 gelangt ein Signal \underline{A}_M an den Mischer 30. Über die Leitung 36 gelangt ein Signal \underline{A}_R ebenfalls an den Mischer 30. Mit

$\psi_M = \omega_0 t + \alpha_M + \phi(t)$: Phase des Monitorsignales

$\psi_R = \omega_0 t + \alpha_R$: Phase des Referenzsignales

$\phi(t)$: allgemeine Phasenfunktion des Systems 32

$$\Delta\alpha = \alpha_M - \alpha_R$$

gilt für eine Spannung U am Ausgang 37 die Beziehung:

$$\begin{aligned} U &\sim |\underline{A}_M(t)| \cos(\psi_M - \psi_R) \\ &\sim |\underline{A}_M(t)| \cos(\Delta\alpha + \psi(t)). \end{aligned}$$

Wie oben bereits erwähnt, steht am Ausgang 37 der Realteil der komplexen Übertragungsfunktion des Übertragungselementes 32 zur Verfügung.

Real- und Imaginärteil des Spektrums komplexer, kausaler Zeitfunktionen hängen über eine Integraltransformation, die sogenannte Hilbert-Transformation, zusammen. Das heißt mit anderen Worten, daß es ausreichend, den Realteil solcher Funktionen zu messen, da der Imaginärteil vermöge der Hilbert-Transformation berechnet werden kann.

Fig. 4 zeigt eine Antenne eines Mikrowellenlandesystems (MLS-System), bei der zur Gewinnung der Aperturbelegung der Antenne das homodyne Meßverfahren nach Fig. 3 benutzt wird. Im folgenden bezeichnen gleiche Bezugszeichen die gleichen Elemente wie in den anderen Figuren. In Fig. 4 sind die bereits aus Fig. 3 bekannten Elemente Mischer 30, Tiefpaß 31, Hochfrequenzsignalquelle 33 und Koppelement 34 bezeichnet. Mit 40 ist ein Monitor bezeichnet, beispielsweise ausgeführt als Integralmonitorhohlleiter, wie Nummer 10 in Fig. 1. Mit 41 ist ein Netzwerk bezeichnet, das die aus der Hochfrequenzquelle 33 stammende elektrische Energie über mit 42 bezeichnete Phasenschieber auf mit 43 bezeichnete Antennenelemente der Gruppenantenne verteilt. Mit 43' ist die Gesamtheit der Strahler und der Phasenschieber bezeichnet. Aus den Antennenelementen werden Signale in den Integralmonitorhohlleiter 40 übergekoppelt. Das Ausgangssignal des Integralmonitorhohlleiters wird dem Mischer 30 zugeführt, in den gleichzeitig auch das mit Hilfe des Kopplers 34 eingekoppelte Hochfrequenzsignal gelangt. Hinter dem Tiefpaß 31 steht die im Zusammenhang mit Fig. 3 beschriebene Spannung U zur Verfügung. Bei dieser Spannung U handelt es sich um den Realteil des Ausgangssignales des Integralmonitorhohlleiters 40. Die am Ausgang des Tiefpasses 31 anstehende Spannung U wird mittels eines sample-and-hold-Gliedes 44 und eines Analog/Digital-Wandlers 45 digitalisiert. Am Ausgang des Analog/Digital-Wandlers 45 steht damit ein zeit- und wertdiskretes Signal zur Verfügung. Aus diesem zeit- und wertdiskreten Signal wird mit Hilfe eines Signalprozessors 46 vermöge der diskreten Hilbert-Transformation der noch fehlende Imaginärteil des Ausgangssignales des Integralmonitorhohlleiters 40 berechnet. Nach dieser Operation steht das vollständige komplexe Fernfeldsignal der phasengesteuerten Gruppenantenne zur Verfügung. Anwendung der diskreten Fourier-Transformation (DFT) oder der schnellen Fourier-Transformation

(FFT) liefert dann die Rücktransformation zur Aperturbelegung der Antenne.

Zur Ausführung der diskreten Hilbert-Transformation oder der diskreten Fourier-Transformation und der schnellen Fourier-Transformation sei der Fachmann auf dem Gebiet der Signalverarbeitung auf eine Fülle fachspezifischer Literatur zu diesem Thema verwiesen, wie z.B. auf den Artikel "Quadrature Sampling with High Dynamic Range", erschienen in den IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, Vol. AES-18, No. 4, November 1982, Seiten 736 bis 739.

In Fig. 5 wird nun näher ausgeführt, in welcher Weise die phasengesteuerte Gruppenantenne nach Fig. 4 kalibriert wird. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen gleiche Elemente wie in Fig. 4. Die phasengesteuerte Gruppenantenne mit ihren Strahlern 43 ist hier als Block mit dem Bezugszeichen 43 versehen. Ebenfalls als Block erscheinen die Phasenschieber mit dem Bezugszeichen 42. Mit 50 ist ein am Ausgang des Integralhohlleiters 40 anstehendes Signal bezeichnet, das dem Fernfeld der Antenne entspricht. Dieses dem Fernfeld der Antenne entsprechende Signal 50 wird in einer mit 46' bezeichneten Recheneinheit einer Integraltransformation unterworfen, um die Aperturbelegung der Antenne zu gewinnen. Mit 51 ist eine Regeleinrichtung bezeichnet, der das Ausgangssignal der Recheneinheit 46' zugeführt wird. Über eine mit 52 bezeichnete Leitung wird einem mit 53 bezeichneten Summenpunkt der Sollwert für die Phaseneinstellung des mit 42 bezeichneten Phasenschiebers eingegeben. Über eine mit 54 bezeichnete Leitung wird von diesem Sollwert das Ausgangssignal der Regeleinrichtung 51 subtrahiert. Damit gelangt auf den Phasenschieber das Differenzsignal zwischen dem Sollwert auf Leitung 52 und dem Ausgangssignal der Regeleinrichtung 51 über Leitung 54. Die in Fig. 4 gesondert bezeichnete Recheneinheit 46', die Regeleinrichtung 51, der Summenpunkt 53 und die Leitung mit den Sollwerten 52 können je nach Ausführung in einem Signalprozessor als Programm realisiert sein. Alle die zur Durchführung des Verfahrens erforderlichen Schritte können beispielsweise im Signalprozessor 46 in Fig. 4 ausgeführt werden. Aus Fig. 5 wird deutlich, daß jedem einzelnen Strahler 43 der phasengesteuerten Gruppenantenne ein Regelkreis nach Fig. 5 zugeordnet ist. Zum Abgleich der Antenne wird in einem ersten Schritt ein Vergleich zwischen Soll- und Istwert der Aperturbelegung durchgeführt. Gleichzeitig werden von der Regeleinrichtung Korrekturwerte erzeugt. Sollte mit diesen Korrekturwerten eine vollständige Übereinstimmung zwischen Soll- und Istwerten nicht erreicht werden können, werden die Regelparameter verändert (adaptiver Regelkreis) und das eben beschriebene Verfahren wird wiederholt. Das Verfahren wird insgesamt so lange wiederholt, bis Soll- und Istwert der Aperturbelegung nur noch innerhalb vorgeschriebener Toleranzbereiche voneinander abweichen. Bei der Durchführung des Verfahrens muß die Abtastrate des Monitorsignales so hoch sein, daß unmittelbare Aliasing-Effekte in der rekonstruierten Belegungsfunktion vernachlässigbar klein werden, also deutlich über der Nyquist-Rate.

Die Aperturbelegung wird durch Hilbert-Transformation des Ausgangssignals eines Integralmonitorhohlleiters gewonnen.

Patentansprüche

1. Iteratives Verfahren zur Kalibrierung einer mittels Phasenschiebern (42) gesteuerten Gruppenantenne (43'), insbesondere für Mikrowellenlandesysteme (MLS), bei dem dem Fernfeld der Gruppenantenne entsprechende erste Signale aus einem Integralmonitorhohlleiter (10, 40) abgeleitet und durch Integral-Transformation in zweite Signale transformiert werden, die der Aperturbelegung der Antenne entsprechen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zweiten Signale mit in Speichermitteln abgespeicherten dritten Signalen verglichen werden und ein der Abweichung der zweiten Signale von den dritten Signalen entsprechendes Differenzsignal erzeugt wird, das einer Regeleinrichtung (51) zugeführt wird, deren Ausgangssignal auf die mit der Gruppenantenne verbundenen Phasenschieber wirkt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten, zweiten und dritten Signale zeitdiskrete Signale sind.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung der Aperturbelegung die diskrete Fourier-Transformation oder die schnelle Fourier-Transformation (Fast Fourier Transformation (FFT)) benutzt wird.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Gewinnung einer komplexen Aperturbelegung eine homodyne Detektion des Realteiles des Ausgangssignales des Integralmonitorhohlleiters erfolgt und der Imaginärteil dieses Signales über eine Hilbert-Transformation ermittelt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch die Anwendung der diskreten Hilbert-Transformation.
6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5 zur Kalibrierung einer mittels Phasenschieber (42) gesteuerten Gruppenantenne (43'), insbesondere für Mikrowellenlandesysteme (MLS), mit einem Integralmonitorhohlleiter (10, 40); bei der dem Fernfeld der Gruppenantenne (43') entsprechende Ausgangssignale aus dem Integralmonitorhohlleiter (10, 40) abgeleitet werden und, mit ersten Mitteln (30, 31, 33, 41, 45, 46), die die Ausgangssignale des Integralmonitorhohlleiters (10, 40) durch Integral-Transformation in eine Aperturbelegung der Gruppenantenne (43') umwandeln, gekennzeichnet durch Speichermittel zur Speicherung einer Soll-Aperturbelegung, durch Vergleichsmittel, die die Soll-Aperturbelegung mit der Aperturbelegung der Gruppenantenne vergleichen, und durch Regelmittel (51), die jeden einzelnen elektronischen Phasenschieber (42) abhängig von der Abweichung zwischen der Soll-Aperturbelegung und der Aperturbelegung der Antenne beeinflussen.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Regel- und Vergleichsmittel ein Mikroprozessor oder ein Personal Computer (PC) vorgesehen ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten Mittel eine Hochfrequenzquelle (33) einer Frequenz f_0 , ein die Hochfrequenzenergie auf die Antennenelemente verteilendes Netzwerk (41), Mittel (30) zum Multiplizieren des Ausgangssignales des Integralmonitorhohlleiters mit dem Ausgangssignal der Hochfrequenzquelle, einen den Multipliziermitteln nachgeschalteten Tiefpaß (31) und einen über einen A/D-Wandler (45) an den Ausgang des Tiefpasses angeschalteten Signalprozessor (46) umfassen, der das Ausgangssignal des A/D-Wandlers einer Hilbert-Transformation unterwirft.

Claims

1. Iterative method of calibrating an array antenna (43') controlled by means of phase shifters (42), particularly for microwave landing systems (MLS), wherein first signals corresponding to the far field of the array antenna are derived from an integral monitor waveguide (10, 40), and wherein second signals corresponding to the aperture illumination of the antenna are transformed by integral transformation, **characterized in** that the second signals are compared with third signals stored in storage means, and that a difference signal corresponding to the deviation of the second signals from the third signals is produced which is fed to a controller (51) whose output acts on phase shifters connected to the array antenna.
2. A method as claimed in claim 1, characterized in that the first, second, and third signals are discrete-time signals.
3. A method as claimed in claim 1 or 2, characterized in that the aperture illumination is determined using a fast Fourier transform (FFT).
4. A method as claimed in any one of the preceding claims, characterized in that to derive a complex aperture illumination, homodyne detection of the real part of the output of the integral monitor waveguide is performed and the imaginary part of said signal is determined via a Hilbert transform.
5. A method as claimed in any one of claims 1 to 5, characterized by the use of the discrete Hilbert transform.
6. Apparatus for carrying out the method claimed in any one of claims 1 to 5 for calibrating a phased-array antenna (43') controlled by means of phase shifters (42), particularly for microwave landing systems (MLS), with an integral monitor waveguide (10, 40), wherein output signals corresponding to the far field of the array antenna (43') are derived from the integral monitor waveguide (10, 40), and with first means (30, 31, 33, 41, 45, 46) which convert the output of the integral monitor waveguide (10, 40) into an aperture illumination of the array antenna (43') by way of an integral transform, characterized by storage means for storing a desired aperture illumination, comparing means which compare the desired aperture illumination with the aperture illumination of the array antenna, and control means (51) which act on each of the electronic phase shifters (42) in accordance with the deviation between the desired aperture illumination and the aperture illumination of the antenna.
7. Apparatus as claimed in claim 6, characterized in that the control and comparing means are implemented with a microprocessor or a personal computer (PC).

8. Apparatus as claimed in claim 6 or 7, characterized in that the first means comprise a radio-frequency source (33) of frequency f_0 , a network (41) distributing the radio-frequency energy to the radiating elements, means (30) for multiplying the output of the integral monitor waveguide by the output of the radio-frequency source, a low-pass filter (31) succeeding the multiplying means, and a signal processor (46) which is connected to the output of the low-pass filter via an A/D converter and performs a Hilbert transform of the output of the A/D converter.

Revendications

1. Procédé itératif d'étalonnage d'une antenne en réseau (43') commandée par des déphaseurs (42), en particulier pour système d'atterrissage hyperfréquence (MLS), dans le cas duquel on dérive d'un guide d'ondes creux formant moniteur intégral (10, 40) des premiers signaux correspondant au champ lointain de l'antenne en réseau et, par une transformation intégrale, on les transforme en seconds signaux qui correspondent à la répartition du champ d'ouverture de l'antenne, caractérisé par le fait que l'on compare les seconds signaux avec des troisièmes signaux mémorisés dans des moyens de mémorisation et que l'on produit un signal de différence qui correspond à l'écart entre les seconds signaux et les troisièmes signaux et que l'on amène à un dispositif de régulation (51) dont le signal de sortie agit sur les déphaseurs reliés à l'antenne en réseau.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les premiers, les seconds et les troisièmes signaux sont des signaux discrets dans le temps.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que pour obtenir la répartition du champ d'ouverture, on utilise la transformation discrète de Fourier ou la transformation rapide de Fourier (FFT).
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que pour obtenir une répartition complexe du champ d'ouverture, on procède à une détection homodyne, sans battement, de la partie réelle du signal de sortie du conducteur d'ondes creux formant moniteur intégral et que l'on détermine la partie imaginaire de ce signal au moyen d'une transformation de Hilbert.
5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé par l'emploi de la transformation discrète de Hilbert.
6. Appareil pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 5, pour l'étalonnage d'une antenne en réseau (33') commandée par des déphaseurs (42), en particulier pour des systèmes d'atterrissage hyperfréquence (MLS), comportant un guide d'ondes creux formant moniteur intégral (10, 40); dans le cas duquel on dérive du guide d'ondes creux formant moniteur intégral (10, 40) des signaux de sortie correspondant au champ lointain de l'antenne en réseau (43') et comportant des premiers moyens (30, 31, 33, 41, 45, 46) qui, par une transformation intégrale, convertissent en une répartition du champ d'ouverture de l'antenne en réseau (43') les signaux de sortie du guide d'ondes creux formant moniteur intégral (10, 40), caractérisé par des moyens de mémorisation pour mémoriser une répartition prescrite du champ d'ouverture, par des moyens de comparaison qui comparent la répartition prescrite du champ d'ouverture avec la répartition du champ d'ouverture de l'antenne en réseau et par des moyens de régulation (51) qui influencent chacun des différents déphaseurs électroniques (42) en fonction de l'écart entre la répartition prescrite du champ d'ouverture et la répartition du champ d'ouverture de l'antenne.
7. Appareil selon la revendication 6, caractérisé par le fait que comme moyen de régulation et de comparaison on prévoit un microprocesseur ou un ordinateur personnel (PC).
8. Appareil selon la revendication 6 ou 7, caractérisé par le fait que les premiers moyens comportent une source haute fréquence (33) d'une fréquence f_0 , un réseau (41) qui répartit l'énergie haute fréquence sur les éléments de l'antenne, des moyens (30) pour multiplier le signal de sortie du conducteur d'ondes creux formant moniteur intégral par le signal de sortie de la source haute fréquence, un filtre passe-bas (31) monté en aval des moyens de multiplication et un processeur du signal (46) qui est relié à la sortie du filtre passe-bas par l'intermédiaire d'un convertisseur analogique-numérique (45) et qui soumet le signal de sortie du convertisseur analogique-numérique à une transformation de Hilbert.

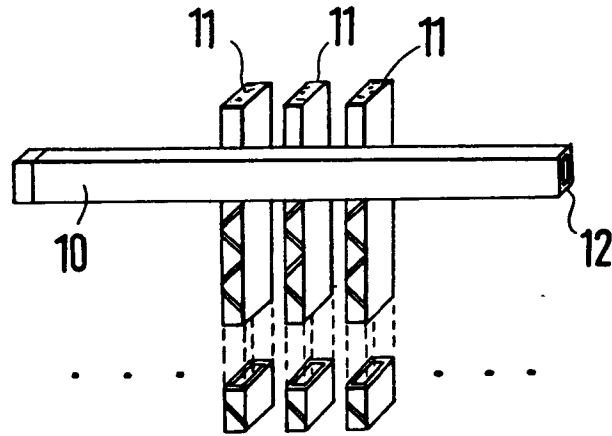


FIG. 1

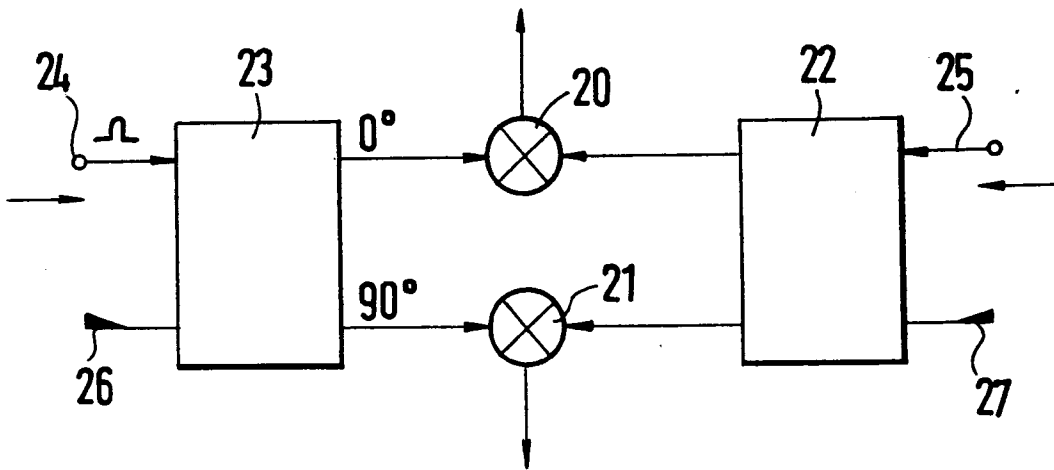
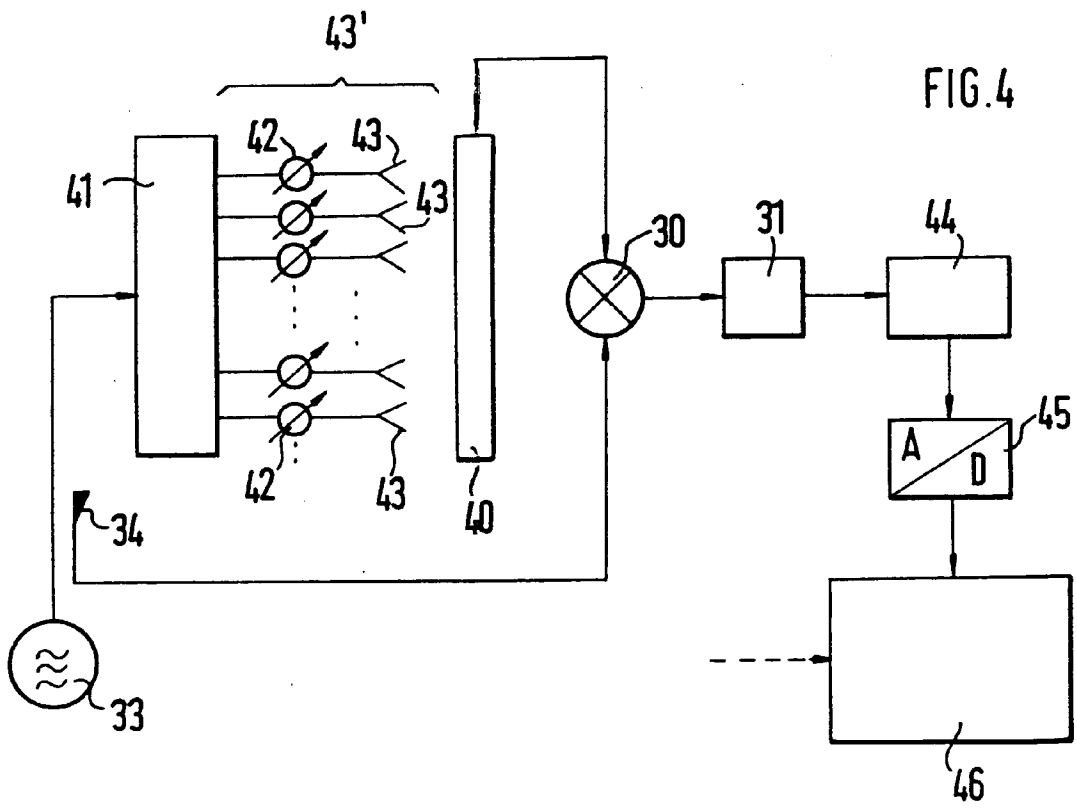
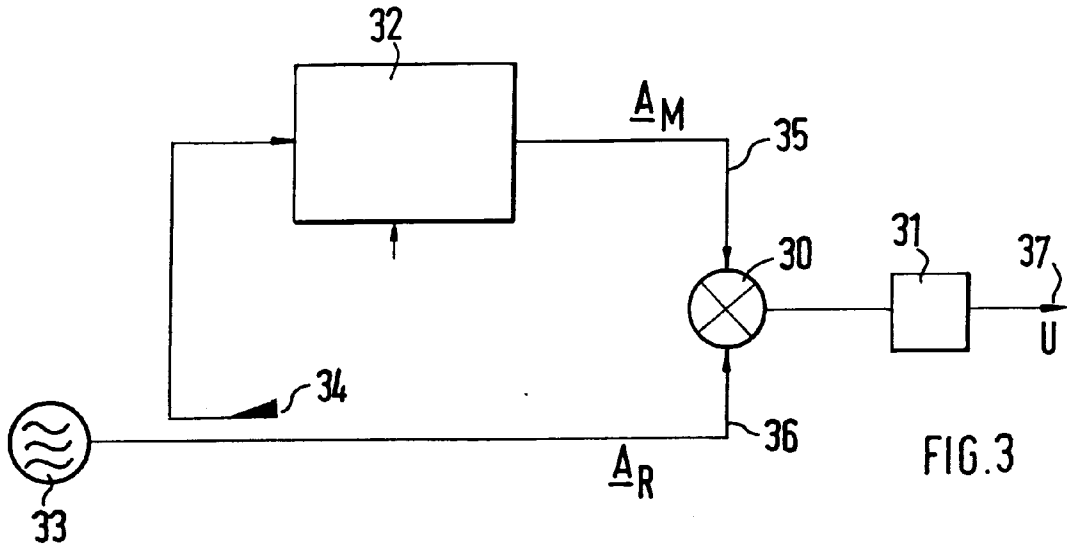


FIG. 2



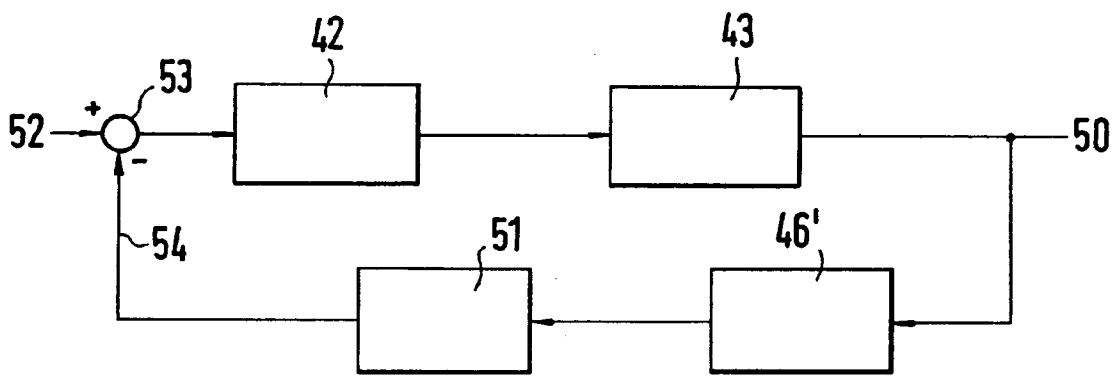


FIG.5