

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 584 635 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
29.01.1997 Patentblatt 1997/05

(51) Int Cl.⁶: **H01Q 3/26**

(21) Anmeldenummer: **93112787.2**

(22) Anmeldetag: **10.08.1993**

(54) **Einrichtung zur Gewinnung der Aperturbelegung einer phasengesteuerten Gruppenantenne**

Device for obtaining the aperture configuration of a phased array antenna

Dispositif pour l'obtention de la configuration d'ouverture d'un réseau d'antennes à commande de phase

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **22.08.1992 DE 4227857**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.03.1994 Patentblatt 1994/09

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

(72) Erfinder:
• **Kölzer, Peter, Dr.**
D-70825 Korntal-München (DE)

• **Mundt, Rolf-Hans**
D-71254 Ditzingen (DE)

(74) Vertreter: **Pechhold, Eberhard, Dipl.-Phys. et al**
Alcatel Alsthom
Intellectual Property Department,
Postfach 30 09 29
70449 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 126 626 **EP-A- 0 452 799**
US-A- 4 926 186

EP 0 584 635 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 Einrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Eine solche Einrichtung ist sowohl aus der DE-OS 40 12 101 A1 als auch aus der US-PS 4 926 186 bekannt. Sie wird z.B. zur Überwachung von phasengesteuerten Gruppenantennen in Mikrowellen-Landesystemen (MLS-Systemen) eingesetzt.

In MLS-Systemen ist es aus Sicherheitsgründen wichtig, das einwandfreie Arbeiten der Sendevorrichtungen, insbesondere auch die Funktion der einzelnen Antennenelemente der Gruppenantennen, ständig zu überwachen. Dies geschieht in älteren MLS-Anlagen z. B. durch Überwachung von Strömen, die durch den einzelnen Antennenelementen als Phasenschieber vorgeschaltete PIN-Dioden fließen.

In den in den oben genannten Druckschriften beschriebenen Vorrichtungen wird, zusätzlich zu dieser Diodenstromüberwachung, der Verlauf des Antennenfernfeldes überwacht. Da das Antennenfernfeld mit der Aperturbelegung der Antenne über eine Fourier-Transformation verknüpft ist, lassen sich durch Überwachung des Fernfeldes neben Abweichungen in der Phasenbelegung auch Abweichungen in der Amplitudenbelegung der einzelnen Antennenelemente erkennen.

Der Verlauf des Fernfeldes einer phasengesteuerten Gruppenantenne läßt sich außer durch direkte Feldmessungen auch mittels eines sogenannten Integralmonitorhohlleiters erfassen, einem Hohlleiterbauelement, das parallel zur Gruppenachse der Antenne in der Nähe der Antennenelemente (Strahler) angeordnet und mit den Strahlungsfeldern der einzelnen Antennenelemente über Koppelöffnungen gekoppelt ist. In einem solchen Integralmonitorhohlleiter überlagern sich die von den einzelnen Antennenelementen stammenden Feldanteile zu einem Monitorsignal, das einem Ausgang des Integralmonitorhohlleiters entnommen werden kann und dessen Verlauf bei ausreichend großem Schwenkbereich der Antennenkeule bis auf einen Winkelversatz gegenüber der Senkrechten zur Antennengruppenachse, dem sogenannten Monitorwinkel oder Beobachtungswinkel, in guter Näherung dem Fernfelddiagramm entspricht.

Der Beobachtungswinkel, um den das Monitorsignal gegenüber der Senkrechten der Antennengruppenachse versetzt ist, läßt sich in gewissen Grenzen durch die Abmessungen des Integralmonitorhohlleiters und durch die Gestaltung der Koppelöffnungen beeinflussen. Er kann bei der Berechnung der Aperturbelegung der Antenne berücksichtigt werden, so daß diese Berechnung, trotz Versatzes des Monitorsignals um den Beobachtungswinkel aus diesem Monitorsignal mittels Fourier-Transformation erfolgen kann.

Voraussetzung für eine gute Übereinstimmung des aus dem Integralmonitorhohlleiter gewonnenen Monitorsignals mit dem Fernfelddiagramm der Antenne und damit Voraussetzung für eine richtige Berechnung der

Aperturbelegung der Antenne ist, daß die Antenne über einen ausreichend großen Winkelbereich hinweg geschwenkt wird. Dieser Winkelbereich sollte wenigstens eine volle Periode des Fernfelddiagrammes abdecken, damit zur Ausführung der Fourier-Transformation Feldinformation von einer ganzen Periode des Fernfelddiagramms zur Verfügung steht.

In den meisten Fällen besitzen MLS-Antennen jedoch einen eingeschränkten Schwenkbereich, der oft nur einen Bruchteil einer Periode des Fernfelddiagrammes umfaßt. Die Ausführung der Fourier-Transformation des Monitorsignals wird in solchen Fällen fehlerhaft und damit unbrauchbar. Eine in der oben genannten US-PS, in Spalte 9, Zeile 34-42 vorgeschlagene Korrektur von durch einen zu engen Schwenkbereich hervorgerufenen Störungen durch Fensterung schafft keine grundsätzliche Abhilfe und ist allenfalls dann nützlich, wenn der Schwenkbereich nur sehr wenig kleiner als eine Periode des Fernfelddiagrammes ist.

Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung, eine Einrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 derart weiterzubilden, daß eine ausreichend genaue Berechnung der Aperturbelegung einer phasengesteuerten Gruppenantenne unter Verwendung eines Integralmonitorhohlleiters auch bei Antennen mit stark eingeschränktem Schwenkbereich möglich ist.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Durch den von dem ersten Ausgang räumlich getrennt vorgesehenen zweiten Ausgang des Integralmonitorhohlleiters und die zusätzliche Auswertung des dort entnommenen Monitorsignals wird der für die Berechnung der Aperturbelegung benötigte Schwenkbereich im günstigsten Falle auf das Doppelte erweitert. Werden die beiden Ausgänge z.B. an beiden Enden des Integralmonitorhohlleiters vorgesehen, wie im Patentanspruch 2 beansprucht, so liefert der erste Ausgang ein Monitorsignal, das nur Information aus einem der Breite des Schwenkbereiches entsprechenden Teilbereich des gesamten Fernfelddiagrammes enthält. Die Lage dieses Information liefernden, d.h. "sichtbaren" Bereiches innerhalb des Fernfelddiagrammes ist durch den Beobachtungswinkel θ bestimmt. Der zweite Ausgang am anderen Ende des Integralmonitorhohlleiters liefert ein Monitorsignal, das ebenfalls nur Information aus einem der Breite des Schwenkbereiches entsprechenden Teilbereich des Fernfelddiagrammes enthält. Dieser Teilbereich ist aber unter einem anderen Beobachtungswinkel, und zwar dem spiegelbildlich zu 0° , zur Mittelsenkrechten auf der Antennengruppenachse gelegenen Winkel $-\theta$ sichtbar. Bei nicht zu eingeschränktem Schwenkbereich ist es nun möglich, die an beiden Ausgängen gewonnenen Monitorsignale oder deren aufbereitete Signalteile einander ergänzend zu verwenden. Lassen sich die sichtbaren Teilbereiche in ihrer Lage und Breite so einstellen, daß sie zusammen eine Periode des Fernfelddiagrammes abdecken, so kann eine genaue Berechnung der Aperturbelegung der Antenne

durchgeführt werden. In extremen Fällen, z.B. bei MLS-Elevationsantennen ist der Schwenkbereich so stark begrenzt (z.B. nur 15°), daß selbst durch zusätzliche Auswertung des aus einem zweiten Ausgang des Integralmonitorhohlleiters gewonnenen Monitorsignals kein einer vollen Periode des Fernfelddiagrammes entsprechender sichtbarer Bereich zusammengesetzt werden kann.

In diesem Falle können gemäß einer in Patentanspruch 3 beschriebenen Weiterbildung der Erfindung ein oder mehrere weitere Signalmonitorhohlleiter eingesetzt werden, deren Monitorwinkel so eingestellt sind, daß die zugeordneten sichtbaren Bereiche des Fernfelddiagrammes insgesamt die durch die sichtbaren Bereiche des ersten Integralmonitorhohlleiters nicht erfaßten Winkelbereiche einer Periode überdecken.

Anhand mehrerer Figuren sollen nun Ausführungsbeispiele der Einrichtung nach der Erfindung beschrieben werden.

Fig. 1 zeigt schematisch eine Einrichtung zur Gewinnung der Aperturbelegung nach dem Stand der Technik

Fig. 2 zeigt ein mit der in Fig. 1 dargestellten Einrichtung gewonnenes Monitorsignal

Fig. 3 zeigt schematisch eine Einrichtung zur Gewinnung der Aperturbelegung nach der Erfindung

Fig. 4 zeigt mit der Einrichtung nach Fig. 3 gewonnene Monitorsignale

Fig. 5 zeigt schematisch eine weitere Einrichtung nach der Erfindung

Fig. 6 zeigt ein aus vier Monitorsignalen zusammengesetztes Gesamt-Monitorsignal

In Fig. 1 ist schematisch eine Einrichtung zur Gewinnung der Aperturbelegung einer MLS-Gruppenantenne dargestellt, wie sie aus dem Stand der Technik bekannt ist. Ein Sender S speist über ein Netzwerk N eine Anzahl von Antennenelementen (Strahlern) SE1...SEn. Die Zuführung der Hochfrequenzenergie zu den Antennenelementen erfolgt über den einzelnen Antennenelementen vorgeschaltete Phasenschieber PS1...PSn, in der Regel PIN-Dioden, die von einer Strahlsteuerereinheit SST zu individuell vorgegebenen Zeiten angesteuert werden und jeweils eine vorgegebene Phasenverschiebung einstellen.

In Strahlernähe ist parallel zur Gruppenachse der Antenne ein Integralmonitorhohlleiter MH angeordnet, der auf Höhe der einzelnen Strahler je eine in der Figur nicht dargestellte Koppelöffnung besitzt und dessen Ausgang A über eine Signalaufbereitungsschaltung SAB und einen nachgeschalteten Analog/Digitalumsetzer

AD mit einer Signalverarbeitungsschaltung SV verbunden ist. Die Signalverarbeitungsschaltung enthält einen schnellen Signalprozessor, der in der Lage ist, mathematische Operationen wie z.B. Fast-Fourier-Transformationen in Echtzeit auszuführen.

Die in Fig. 1 dargestellte bekannte Einrichtung wertet ein Monitorsignal aus, das in Fig. 2 wiedergegeben ist. Dieses Signal entsteht im Integralmonitorhohlleiter MH durch Überlagerung der von den einzelnen Antennenelementen stammenden, über die Koppelöffnungen in den Hohlleiter eingekoppelten, mit unterschiedlichen Phasenverschiebungen behafteten Anteile des MLS-Sendesignals. Das dem Ausgang A entnommene Monitorsignal entspricht bis auf einen Winkelversatz gegenüber der Senkrechten auf der Antennengruppenachse, dem Beobachtungswinkel θ_M , dem Fernfelddiagramm der MLS-Antenne. Wie aus dem Fernfelddiagramm kann somit auch aus diesem Monitorsignal mittels einer Fourier-Transformation die Aperturbelegung der Antenne berechnet werden und vorgegebene Prüfwerte können zur Überwachung der einwandfreien Funktion der Sendeeinrichtung mit abgespeicherten Sollwerten verglichen werden. Verschiedene Verfahren zur Signalaufbereitung und Berechnung der Aperturbelegung sind in der eingangs genannten DE-OS 40 12 101 beschrieben.

Zur Berechnung der Aperturbelegung aus dem Fernfelddiagramm oder dem mittels Integralmonitorhohlleiter gewonnenen Monitorsignal über eine Fourier-Transformation ist es erforderlich, daß von mindestens einer ganzen Periode des Fernfeldes oder eines diesem entsprechenden Monitorsignals Meßwerte bzw. Abtastwerte zur Verfügung stehen. Letzteres ist dann nicht der Fall, wenn der Schwenkbereich der Antenne nur einen Winkelbereich umfaßt, der kleiner als der von einer Periode des Fernfelddiagrammes eingenommene Winkelbereich ist. Die über eine Fourier-Transformation berechnete Aperturbelegung entspricht dann nicht deren wirklichem Verlauf und ist damit unbrauchbar.

In Fig. 3 besitzt der Integralmonitorhohlleiter MH im Gegensatz zu der in Fig. 1 wiedergegebenen Anordnung zwei einander gegenüberliegende Ausgänge A1 und A2. Jedem Eingang ist eine Signalaufbereitungsschaltung SAB1, SAB2 nachgeschaltet, die ein aufbereitetes Monitorsignal über einen Analog/Digitalumsetzer AD1, AD2 einer Signalverarbeitungsschaltung SV zuführt. Die an den Ausgängen A1 und A2 zu entnehmenden Monitorsignale MS1, MS2 unterscheiden sich voneinander in ihrem Beobachtungswinkel θ_M . Unter den unterschiedlichen Beobachtungswinkeln sind bei eingeschränktem Schwenkbereich jeweils unterschiedliche Bereiche MS1, MS2 des dem Fernfelddiagramm entsprechenden Gesamt-Monitorsignals sichtbar. Die Breite dieser sichtbaren Bereiche entspricht jeweils dem Schwenkbereich der Antenne. Ihre Lage geht aus Fig. 4a und Fig. 4b hervor:

In Fig. 4a erscheint das dem Ausgang A1 entnommene Monitorsignal MS1 unter einem Beobachtungs-

winkel θ_{M1} , von der Antennenmitte (Mittelsenkrechte auf der Antennengruppenachse) aus gesehen, somit nach rechts versetzt. Es bleiben damit auf der rechten Seite gelegene Teile des eine Periode breiten, zur Berechnung der Aperturbelegung notwendigen Gesamt-Monitorsignals unsichtbar. Die linke Signalseite ist dagegen bis zum Periodenbeginn sichtbar. Bei dem in Fig. 4b dargestellten, dem Ausgang A2 entnommenen Monitorsignal MS2 liegt der Beobachtungswinkel θ_{M2} bezüglich der Antennenmitte spiegelbildlich zu dem des Monitorsignals MS1, d.h. von der Antennenmitte aus nach links versetzt. Der vom Monitorsignal erfaßte sichtbare Bereich umfaßt damit Anteile des Gesamt-Monitorsignals, die bis zur rechten Grenze der Signalperiode reichen, während am linken Rand der Signalperiode Signalanteile unsichtbar bleiben. Aus Fig. 4a und Fig. 4b ist erkennbar, daß die Monitorsignale MS1 und MS2 hier zusammen genommen die gesamte Information einer Periode des Monitorsignals enthalten. Die zur Berechnung der Aperturbelegung erforderlichen Abtastwerte können damit bei numerischer Berücksichtigung der unterschiedlichen Beobachtungswinkel aus den beiden Monitorsignalen gewonnen werden.

In besonderen Fällen, z.B. bei Elevationsantennen, die einen Schwenkbereich von nur 15° überstreichen, reicht selbst eine Verdoppelung des sichtbaren Bereichs des Gesamt-Monitorsignals durch Erfassung eines unter einem gespiegelten Beobachtungswinkel gewonnenen zusätzlichen Monitorsignals nicht aus, um das einer ganzen Periode des Antennenfernfeldes entsprechende Gesamt-Monitorsignal sichtbar zu machen. Um auch hier Information für eine ganze Periode des Monitorsignals zu erhalten, ist in einem in Fig. 5 dargestellten Ausführungsbeispiel ein zweiter Integralmonitorhohlleiter MH2 vorgesehen, dessen, an beiden Enden befindlichen Ausgängen ebenfalls Monitorsignale entnommen werden. Da der Beobachtungswinkel eines Integralmonitorhohlleiters durch das Design des Hohlleiters sowie durch die Lage und Gestalt der Koppelöffnungen beeinflusst und eingestellt werden kann, ist es durch derartige Einstellung möglich, noch nicht durch auswertbare Monitorsignale sichtbar gemachte Teile eines eine Periode breiten Gesamt-Monitorsignals durch Monitorsignale eines weiteren Integralmonitorhohlleiters sichtbar zu machen.

In Fig. 6 ist dargestellt, wie bei einer Antenne mit stark eingeschränktem Schwenkbereich eine ganze Periode eines Gesamt-Monitorsignals aus vier in ihrer Breite eingeschränkten Monitorsignalen MS1...MSIV mit den Beobachtungswinkeln θ_A , $-\theta_A$, θ_B , $-\theta_B$ zusammengesetzt werden kann.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Gewinnung der Aperturbelegung einer phasengesteuerten Gruppenantenne, welche mehrere, über Koppelöffnungen mit einem Integral-

monitorhohlleiter (MH) gekoppelte Antennenelemente (SE1...SEn) besitzt, mit einer Signalaufbereitungsschaltung (SAB), die mit einem ersten Ausgang (A) des Integralmonitorhohlleiters verbunden ist und Realteil und Imaginärteil, zumindest aber den Realteil eines dem Integralmonitorhohlleiter entnehmbaren, zeitabhängigen komplexen Monitorsignals ermittelt und einer Signalverarbeitungsschaltung (SV) zuführt, die die Aperturbelegung der Gruppenantenne aus den von der Signalaufbereitungsschaltung ermittelten Monitorsignalanteilen mit Hilfe eines Signalprozessors fortlaufend berechnet, **dadurch gekennzeichnet,**

daß der Integralmonitorhohlleiter (MH1, MH2) mindestens einen von dem ersten Ausgang (A1) räumlich getrennten weiteren Ausgang (A2) besitzt, der mit einer weiteren Signalaufbereitungsschaltung (SAB2) verbunden ist, die Realteil und Imaginärteil oder nur den Realteil eines am weiteren Ausgang entnehmbaren, zeitabhängigen komplexen Monitorsignals ermittelt und ebenfalls der Signalverarbeitungsschaltung (SV) zuführt und daß der Signalprozessor der Signalverarbeitungsschaltung die von der weiteren Signalaufbereitungsschaltung (SAB2) ermittelten Monitorsignalanteile zur Berechnung der Aperturbelegung der Gruppenantenne mitverwendet.

2. Einrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Ausgänge (A1, A2) des Integralmonitorhohlleiters (MH) an einander gegenüberliegenden Enden dieses Bauelementes vorgesehen sind.
3. Einrichtung nach Patentanspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein oder mehrere weitere Integralmonitorhohlleiter (MH2) vorgesehen sind, deren Ausgängen Monitorsignale unter anderen Beobachtungswinkeln als die, unter denen an den Ausgängen des ersten Integralmonitorhohlleiters Monitorsignale abgegriffen werden, zu entnehmen sind, daß mit den Ausgängen dieses oder dieser weiteren Integralmonitorhohlleiter weitere Signalaufbereitungsschaltungen verbunden sind, welche jeweils Realteil und Imaginärteil oder nur den Realteil der den weiteren Integralmonitorhohlleitern entnommenen Monitorsignale (MSI...MSIV) ermitteln und dem Signalprozessor zuführen und daß der Signalprozessor die von den weiteren Signalaufbereitungsschaltungen ermittelten Monitorsignalanteile zur Berechnung der Aperturbelegung mitverwendet.

Claims

1. Apparatus for determining the aperture illumination of a phased-array antenna having a plurality of radiating elements (SE1...SEn) respectively coupled

via coupling apertures to an integral monitor waveguide (MH), said apparatus comprising a signal-conditioning circuit (SAB), connected to a first output (A) of the integral monitor waveguide, for determining a real part and an imaginary part, but at least the real part, of a time-dependent complex monitor signal provided by the integral monitor waveguide, said signal-conditioning circuit (SAB) feeding said real and imaginary parts, or only said real part, to a signal-processing circuit (SV) which continuously calculates, with the help of a signal processor, the aperture illumination of the array antenna from the monitor-signal parts determined by the signal-conditioning circuit,

characterized in

that the integral monitor waveguide (MH1, MH2) has at least one additional output (A2) which is spatially separated from the first output (A1), said additional output (A2) being connected to an additional signal-conditioning circuit (SAB2) which determines a real part and an imaginary part, or only the real part, of a time-dependent complex monitor signal provided at the additional output, and which feeds said real and imaginary parts, or only said real part, to the signal-processing circuit (SV), and that the signal processor of the signal-processing circuit uses the monitor-signal parts determined by the additional signal-processing circuit (SAB2) to calculate the aperture illumination of the array antenna.

2. Apparatus as claimed in claim 1, characterized in that two outputs (A1, A2) of the integral monitor waveguide (MH) are provided at opposite ends of this component.
3. Apparatus as claimed in claim 1 or 2, characterized in that one or more additional integral monitor waveguides (MH2) are provided whose outputs provide monitor signals at monitor angles different from those at which monitor signals are provided at the outputs of the first integral monitor waveguide, that the outputs of said additional integral monitor waveguide(s) are coupled to additional signal-conditioning circuits which determine a real part and an imaginary part, or only the real part, of the monitor signals provided by the additional integral monitor waveguides, and feed said real and imaginary parts, or only said real part, to the signal processor, and that the signal processor uses the monitor-signal parts determined by the additional signal-conditioning circuits to calculate the aperture illumination.

Revendications

1. Dispositif d'obtention de l'occupation du champ d'ouverture d'un réseau d'antennes à commande de phase, qui présente plusieurs antennes élémen-

taires (SE1...SEn) couplées par l'intermédiaire d'ouvertures de couplage à un guide d'ondes à moniteur intégral (MH), avec un circuit de préparation de signaux (SAB) qui est raccordé à une première sortie (A) du guide d'ondes à moniteur intégral et qui détermine et amène la partie réelle et la partie imaginaire, mais au moins la partie réelle, d'un signal moniteur complexe fonction du temps, prélevable au niveau de guide d'ondes à moniteur intégral, à un circuit de traitement de signaux (SV) qui calcule en permanence l'occupation du champ d'ouverture du réseau d'antennes à l'aide d'un processeur de signaux à partir des parties du signal moniteur déterminées par le circuit de préparation des signaux, caractérisé en ce que le guide d'ondes à moniteur intégral (MH1, MH2) présente au moins une autre sortie (A2) à distance de la première sortie (A1), qui est raccordée à un autre circuit de préparation de signaux (SAB2) qui détermine la partie réelle et la partie imaginaire, ou seulement la partie réelle, d'un signal moniteur complexe fonction du temps, prélevable à l'autre sortie et les amène au circuit de traitement de signaux (SV), et en ce que le processeur de signaux du circuit de préparation de signaux utilise pour le calcul de l'occupation du champ d'ouverture du réseau d'antennes les parties du signal moniteur déterminées par l'autre circuit de préparation de signaux (SAB2).

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que deux sorties (A1, A2) du guide d'ondes à moniteur intégral (MH) sont prévues aux extrémités opposées de cet élément.

3. Dispositif selon les revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que sont prévus un ou plusieurs guides d'ondes à moniteur intégral (MH2), aux sorties desquels sont à prélever des signaux moniteurs sous des angles d'observation autres que ceux sous lesquels les signaux moniteurs sont prélevés aux sorties du premier guide d'ondes à moniteur intégral, en ce qu'aux sorties de cet ou de ces autres guides d'ondes à moniteur intégral sont raccordés d'autres circuits de préparation de signaux qui déterminent et amènent au processeur de signaux la partie réelle et la partie imaginaire, ou seulement la partie réelle, des signaux moniteurs (MSI...MSIV) prélevés au niveau des autres guides d'ondes à moniteur intégral, et en ce que le processeur de signaux utilise pour le calcul de l'occupation du champ d'ouverture les parties des signaux moniteurs déterminées par les autres circuits de préparation des signaux.

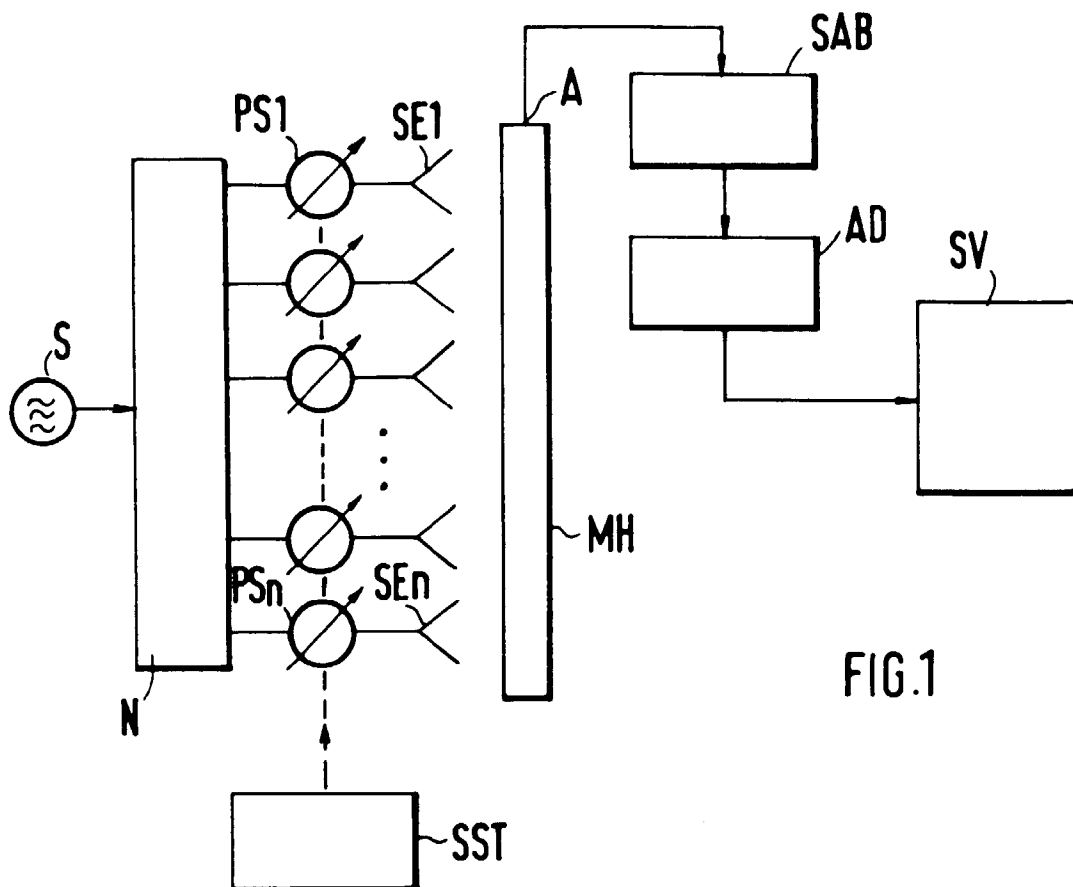


FIG.1

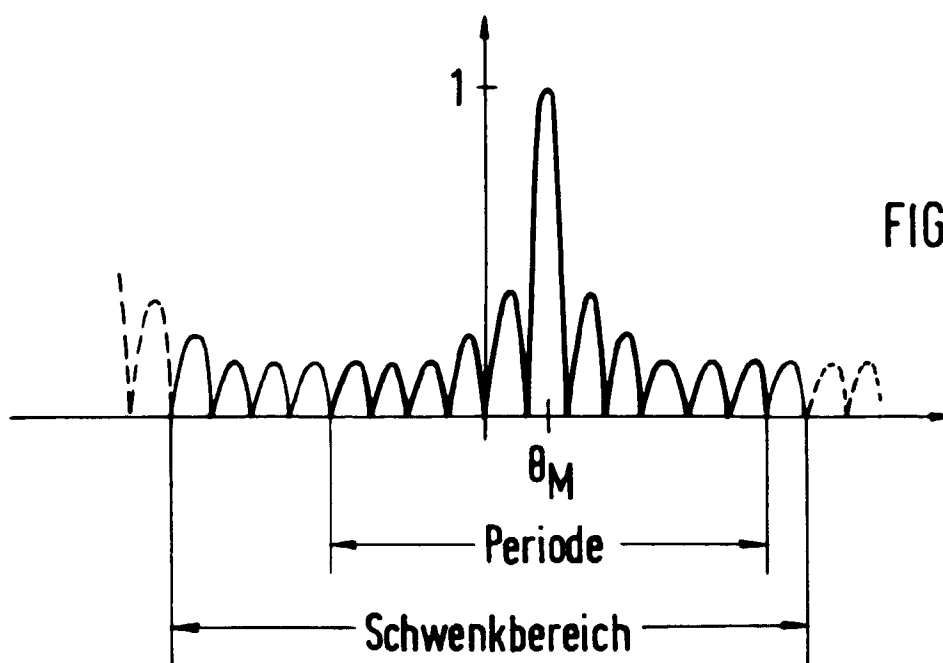


FIG.2

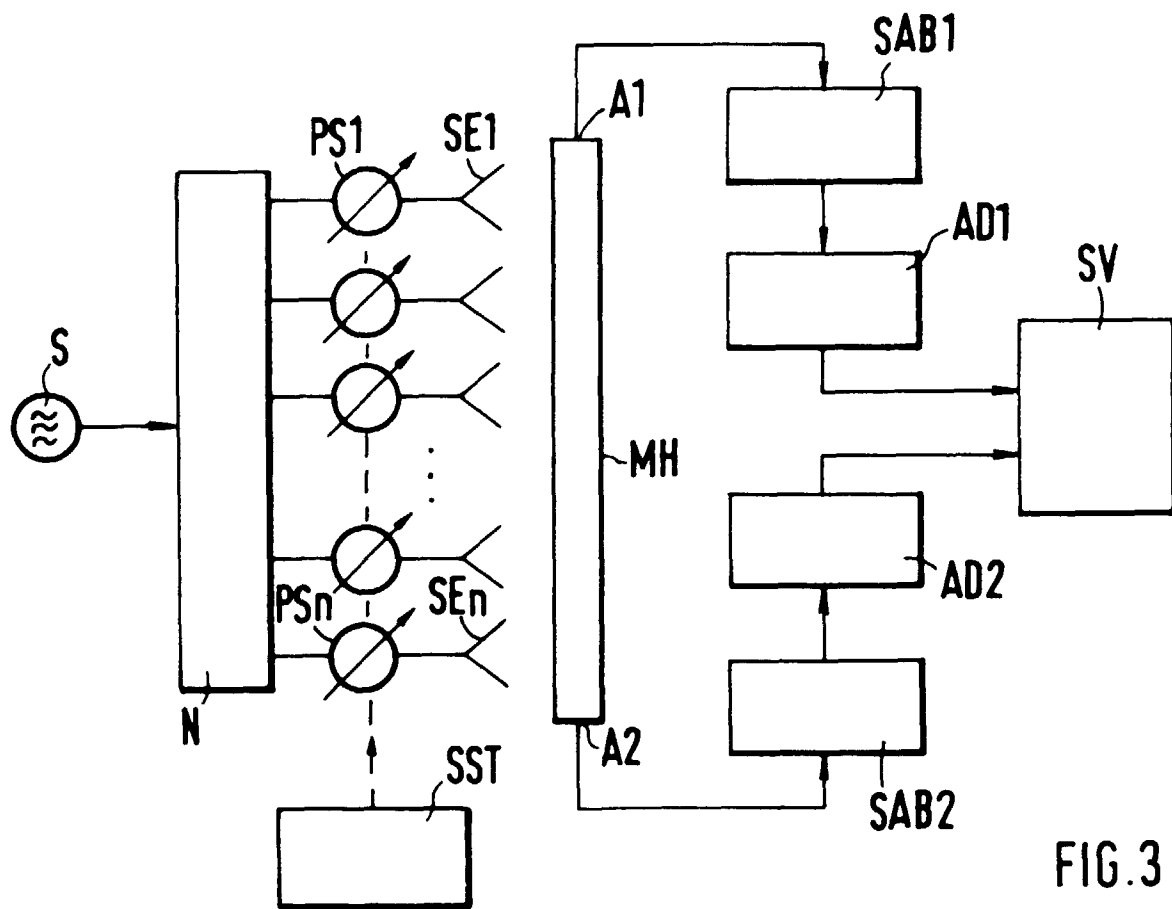


FIG.3

