

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 0 588 179 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**27.01.1999 Patentblatt 1999/04**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **H01Q 3/42**, H01Q 21/00,  
H01Q 3/36

(21) Anmeldenummer: **93114114.7**

(22) Anmeldetag: **03.09.1993**

(54) **Schaltungsanordnung zum Betreiben einer breitbandigen phasengesteuerten Gruppenantenne**

Device for operating a wideband phased array antenna

Dispositif pour mettre en service un réseau d'antennes à commande de phase à large bande

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB NL**

(30) Priorität: **10.09.1992 DE 4230252**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**23.03.1994 Patentblatt 1994/12**

(73) Patentinhaber: **Daimler-Benz Aerospace Aktiengesellschaft**  
**81663 München (DE)**

(72) Erfinder:

- **Ludwig, Michael, Dipl.-Ing.**  
D-89077 Ulm (DE)
- **Schweizer, Bernhard, Dipl.-Ing.**  
D-89077 Ulm (DE)
- **Reber, Rolf, Dipl.-Ing.**  
D-89073 Ulm (DE)
- **Feldle, Heinz-Peter, Dr.**  
D-89250 Senden (DE)

(74) Vertreter: **Fröhling, Werner Otto, Dr. et al**  
**Daimler-Benz Aerospace AG**  
**Patentabteilung**  
**Sedanstrasse 10**  
**89077 Ulm (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**EP-A- 0 359 238**                      **US-A- 3 750 175**  
**US-A- 4 749 995**                      **US-A- 4 951 060**

- **IEEE TRANSACTIONS ON CONSUMER ELECTRONICS** Bd. 36, Nr. 3, August 1990, **NEW YORK US** Seiten 707 - 711 **INAMORI ET AL. 'A 2GHz DOWN CONVERTER IC FABRICATED BY AN ADVANCED Si BIPOLAR PROCESS (DNP-III)'**
- **PROCEEDINGS OF THE IEEE** Bd. 80, Nr. 1, Januar 1992, **NEW YORK US** Seiten 173 - 182 **TANG ET AL. 'Array Technology'**

**EP 0 588 179 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 Schaltungsanordnung zum Betreiben einer breitbandigen phasengesteuerten Gruppenantenne nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Eine phasengesteuerte Gruppenantenne besteht aus mehreren, im allgemeinen matrixförmig angeordneten Einzelantennen, die als Sende- und/oder Empfangsantennen ausgebildet sind. Wird nun beispielsweise an diese Einzelantennen ein gemeinsames Sendesignal gelegt, so ist die Richtung des von der Gruppenantenne ausgesandten Sendesignales (Sendekeule) von den zwischen den Einzelantennen eingestellten elektrischen Phasendifferenzen abhängig. Entsprechendes gilt für die sogenannte Empfangskeule der Gruppenantenne beim Empfang elektromagnetischer Signale.

In einigen Anwendungsfällen, z.B. in der Richtfunk- und/oder Radartechnik, ist es erforderlich, die Sende- und/oder Empfangskeule schwenkbar zu gestalten. Die dafür erforderliche Veränderung der Phasendifferenzen wird mit einstellbaren Phasenstellgliedern vorgenommen. Weiterhin ist es oftmals erforderlich, die Gruppenantenne möglichst breitbandig zu gestalten, so daß in einem möglichst breitem Sende- und/oder Empfangsband gesendet und/oder empfangen werden kann.

Aus der US 4 951 060 ist ein Sende-/Empfangsmodul für eine aktive Radar-Antenne bekannt, welcher mit zwei zueinander harmonischen (Sende-/Empfangs-) Frequenzen arbeitet. Dabei ist jeder Sende-/Empfangsstrahler der Radar-Antenne an einen solchen Sende-/Empfangsmodul angeschlossen. Dabei wird ein empfangenes (Radar-)Signal an einen Eingang eines Mischers gelegt. Dem anderen Eingang wird über einen Phasenschieber ein Oszillator-Signal zugeführt. Am Ausgang des Mischers entsteht ein Zwischenfrequenzsignal, das ausgewertet wird.

Aus der US 4 749 995 ist eine elektronisch steuerbare phasengesteuerte Radar-Antenne bekannt. Dabei wird für die Sende-/Empfangs-Signale benachbarter Sende-/Empfangs-Arrays ein Phasenunterschied erzeugt. Dafür wird ein Mischer verwendet, an dessen einem Eingang ein moduliertes (Sende-) Signal anliegt. Dem anderen Eingang wird über einen elektronisch steuerbaren Phasenschieber ein weiteres Signal zugeführt. Das Ausgangs-Signal des Mischers wird dem Sende- und dem Empfangspfad zugeführt. Mit einer solchen Anordnung ist eine elektronisch gesteuerte Schwenkung der Sende-/Empfangs-Richtung möglich.

Aus der US 3 750 175 ist weiterhin ein Kommunikations-System bekannt, bei dem ein Array aus Sende-/Empfangsstrahlern verwendet wird. Bei diesem System wird ein empfangenes Signal an einen Eingang eines Mischers gelegt. Dem anderen Eingang wird über einen steuerbaren Phasenschieber ein Oszillatorsignal zugeführt. Am Ausgang des Mischers entsteht ein Zwischen-

frequenzsignal, das ausgewertet wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemäße Schaltungsanordnung anzugeben, die es ermöglicht, mit einem kostengünstig herstellbarem und genau einstellbarem Phasenstellglied die Herstellung einer möglichst breitbandigen Gruppenantenne mit einer hochgenau schwenkbaren Sende- und/oder Empfangskeule zu verwirklichen.

Diese Aufgabe wird gelöst durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale. Vorteilhafte Ausgestaltungen und/oder Weiterbildungen sind den Unteransprüchen entnehmbar.

Ein erster Vorteil der Erfindung besteht darin, daß ein Phasenstellglied verwendet wird, das im wesentlichen auf eine Frequenz abgestimmt ist. Ein solches Phasenstellglied ist kostengünstig und zuverlässig herstellbar insbesondere in einer industriellen Massenfertigung und besitzt in reproduzierbarer Weise eine hohe Phasen- und Amplitudengenauigkeit.

Ein zweiter Vorteil besteht darin, daß beim Verstellen des Phasenstellgliedes möglicherweise entstehende Amplitudenänderungen allenfalls vernachlässigbare Veränderungen der Sende- und/oder Empfangskeule bewirken.

Ein dritter Vorteil besteht darin, daß die Sende- und/oder Empfangskeule (Richtcharakteristik) der Gruppenantenne hochgenau und mit einem hohem Haupt- zu Nebenzipfelverhältnis eingestellt werden kann und daß diese Einstellung im wesentlichen im ganzen Schwenkbereich der Sende- und/oder Empfangskeule erhalten bleibt.

Ein vierter Vorteil besteht darin, daß mit einer einzigen Gruppenantenne mehrere Sende- und/oder Empfangskeulen unabhängig voneinander schwenkbar sind.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf schematisch dargestellte Figuren näher erläutert. Es zeigen:

40 FIG. 1 eine vorgeschlagene Schaltungsanordnung mit einem breitbandig arbeitenden Phasenstellglied;

45 FIG. 2-5 Ausführungsbeispiele zur Erläuterung der Erfindung.

FIG. 1 zeigt eine vorgeschlagene Schaltungsanordnung, die mit einem breitbandig arbeitenden Phasenstellglied arbeitet, die in monolithischer Technologie herstellbar ist und die insbesondere zum Betreiben einer aktiven (Sende- und/oder Empfangs-) Einzelantenne geeignet ist. Eine solche aktive Einzelantenne besteht aus einer passiven Sende- und/oder Empfangs-einzelantenne, die auf das zu sendende und/oder zu empfangende Frequenzband, z.B. den Frequenzbereich von 11 GHz bis 13 GHz, abgestimmt ist. An diese ist in unmittelbarer räumlicher Nähe ein Sende- und/oder Empfangsverstärker angekoppelt. Eine solche bei-

spielhaft angegebene aktive Einzelantenne kann an den im folgenden mit P4 bezeichneten Ein-/Ausgangs-port angeschlossen werden.

Zur Erläuterung der vorgeschlagenen Schaltungs-anordnung gemäß FIG. 1 wird angenommen, daß an dem weiteren Ein-/Ausgangs-port P1 ein zu sendendes Signal in einem ersten Zwischenfrequenzbereich, der z. B. eine Mittenfrequenz von 3 GHz und eine Bandbreite von 2 GHz besitzt, anliegt. Dieses Zwischenfrequenzsignal gelangt über ein daran angepaßtes Bandpaßfilter BPZF auf einen Eingang eines ersten Mischers M1, der z. B. als bidirektionaler Mischer, z. B. als Diodenmischer, ausgebildet ist. An einem weiteren Eingang des ersten Mischers M1 liegt ein von einem Oszillator OSC erzeugtes Oszillatorsignal an, das z. B. eine Frequenz von 9 GHz besitzt. In dem ersten Mischer M1 erfolgt eine sogenannte Aufwärtsmischung, so daß ein Signal in dem bereits erwähnten ersten Zwischenfrequenzbereich entsteht. Dieses Signal gelangt über ein daran angepaßtes weiteres Bandpaßfilter BPA und ein Phasenstellglied PH an den bereits erwähnten Ein-/Ausgangs-port P4 und kann an eine aktive Einzelantenne angeschlossen werden.

Das Oszillatorsignal wird über eine Verzweigung VER weiteren Sende-/Empfangsmodulen zur Verfügung gestellt, damit die Phasenkohärenz gewährleistet ist. Dieses ist in FIG. 1 durch die von der Verzweigung VER ausgehenden Verbindungslinien dargestellt.

Die Schaltungsanordnung ist auch in umgekehrter Richtung nutzbar, daß heißt, aus einem an dem Ein-/Ausgangs-port P4 anliegendes Empfangssignal wird durch eine sogenannte Abwärtsmischung in dem ersten Mischer M1 in den ersten Zwischenfrequenzbereich umgesetzt und liegt dann zur Weiterverarbeitung an dem Ein-/Ausgangs-port P1 an.

Diese Schaltungsanordnung hat den Nachteil, daß das Phasenstellglied PH sehr breitbandig sein muß, das heißt zumindest den ganzen Frequenzbereich der Sende- bzw. Empfangsfrequenz umfassen muß. Außerdem sollte bei der Verstellung des Phasenstellgliedes PH eine hohe Amplituden- und Phasengenauigkeit erreicht werden. Diese Forderungen sind gleichzeitig allenfalls mit einem hohen Kostenaufwand zu erfüllen und erfordern einen hohen Schaltungs- und Raumbedarf für das Phasenstellglied PH. Weiterhin ist ein hoher Aufwand für die Kalibrierung, d.h. die Kompensation möglicher Phasen- und Amplitudenfehler in den Einzelmodulen nötig.

Diese Nachteile sind vermeidbar durch eine Schaltungsanordnung entsprechend FIG. 2. Diese unterscheidet sich von derjenigen entsprechend FIG. 1 dadurch, daß das Phasenstellglied PH im Oszillatorpfad angeordnet ist. Ein dem Phasenstellglied PH nachgeschalteter Verstärker V dient lediglich zur Impedanzanpassung und/oder zur Entkopplung der Signale sowie zur Erzeugung der notwendigen Leistung zur Ansteuerung des Mischers M1. Diese scheinbar geringfügige Änderung hat jedoch erhebliche Vorteile. Denn das

Phasenstellglied braucht vorteilhafterweise nur noch auf eine Frequenz, nämlich die Oszillatorfrequenz abgestimmt werden. Ein solches Phasenstellglied PH kann z.B. als schaltbare Filterstruktur gemäß FIG. 5 ausgebildet sein. Ein derartiges Phasenstellglied hat notwendiger Weise mindestens einen Phasenhub von 360°. Weiterhin wirken sich bei einer Phasenverstellung möglicherweise entstehende Amplitudenänderungen der Amplitude des Oszillatorsignals allenfalls vernachlässigbar aus, da während der Mischung in dem ersten Mischer M1 notwendigerweise eine Amplitudenbegrenzung vorhanden ist.

FIG. 3 zeigt eine Schaltungsanordnung, bei der im Oszillatorpfad kein Phasenstellglied PH entsprechend den Figuren 2 und 5 benötigt wird. Das dem ersten Mischer M1 zugeführte Oszillatorsignal wird ebenfalls durch eine Mischung erzeugt. Dazu wird in dem Oszillator OSC ein Signal z.B. mit einer Frequenz von 6 GHz erzeugt. Dieses wird einem ersten Eingang eines zweiten Mischers M2, der z.B. ebenfalls ein Diodenmischer ist, zugeführt. Weiterhin wird das Signal des Oszillators OSC auch allen anderen aktiven Sende/Empfangsmodulen zur Verfügung gestellt, damit die Phasenkohärenz gewährleistet ist. Der Synthetisierer DDS erzeugt ein Signal, z.B. bei einer fest Frequenz von 3 GHz, das an die Frequenz und die Phase eines von einem Referenz-Oszillator REF ausgesandten Signals gekoppelt ist. Dieses Signal ist allen S/E-Modulen gemeinsam (Kohärenz). Das von dem Synthetisierer DDS erzeugte Ausgangssignal wird an einen zweiten Eingang des zweiten Mischers M2 gelegt. An dessen Ausgang entsteht dann das eigentliche Oszillatorsignal, das z.B. eine Frequenz von 9 GHz besitzt. Aufgrund dieser Mischung ist daher dieses eigentliche Oszillatorsignal in weiten Grenzen sowohl in der Frequenz, z.B. von 8 GHz bis 10 GHz, als auch in der Phasenlage, hochgenau veränderbar. Dieses eigentliche Oszillatorsignal wird dann über ein Bandpaßfilter BPOS sowie einen (Treiber-)Verstärker V dem ersten Mischer M1 zugeführt.

Die Schaltungsanordnung gemäß FIG. 3 ermöglicht in vorteilhafter Weise eine genau wiederholbare und schnelle Einstellung der Frequenz- und der Phasenlage des eigentlichen Oszillatorsignals, z.B. mit Hilfe einer nicht dargestellten Datenverarbeitungsanlage (Mikroprozessor), durch welche z.B. der Synthetisierer DDS und der Oszillator OSC verstellt wird. Mit einer solchen Schaltungsanordnung ist z.B. ein schneller Wechsel der Frequenz des eigentlichen Oszillatorsignals möglich, so z.B. ein sogenannter Multibeambetrieb im Zeitmultiplexbetrieb möglich ist.

FIG. 4 zeigt eine beispielhafte Schaltungsanordnung zum Ansteuern einer einzigen (aktiven) Einzelantenne EA mit beispielsweise drei verschiedenen Zwischenfrequenzsignalen ZF1 bis ZF3, die sich durch ihre Mittenfrequenz unterscheiden und die an den Eingängen P1 bis P3 anliegen. Diese Zwischenfrequenzsignale gelangen über zugehörige Bandpaßfilter BPZF 1 bis BPZF 3 an erste Eingänge der ersten Mischer M11 bis

M13. An deren zweiten Eingängen (Oszillatoreingängen) liegen nun Oszillatorsignale OS 1 bis OS 3 an, die von dem Ausgangssignal eines einzigen Oszillators OSC abgeleitet sind. Die Oszillatorsignale OS 1 bis OS 3 besitzen daher alle dieselbe Frequenz, jedoch unterschiedliche Phasenlagen, die durch die Phasenstellglieder PH 1 bis PH 3 einstellbar sind. Die Verstärker V 1 bis V 3 dienen, entsprechend FIG. 2, zur Entkopplung und Verstärkung der Signale. Die Ausgangssignale der ersten Mischer M 11 bis M 13 gelangen über zugehörige Bandpässe BPA 1 bis BPA 3 auf ein Koppelglied KO, z. B. eine aus mehreren Kopplern bestehende Verzweigungsanordnung. An dessen Ausgang P4 ist die Einzelantenne EA angeschlossen.

Die beschriebene Schaltungsanordnung besteht also aus einer Kopplung mehrerer, hier drei, Schaltungsanordnungen gemäß FIG. 2 an eine Einzelantenne EA. Werden nun mehrere derart angesteuerte Einzelantennen zu einer eingangs erwähnten Gruppenantenne zusammengefaßt, so kann diese vorteilhafterweise gleichzeitig mit drei verschiedenen Sende- und/oder Empfangskeulen betrieben werden. Diese sind vorteilhafterweise völlig unabhängig voneinander und können daher z. B. in drei verschiedenen Richtungen gleichzeitig senden und/oder empfangen. In diesem Fall ist lediglich eine einmalige Einstellung der Phasenstellglieder erforderlich. Eine solche Gruppenantenne ist z. B. als Richtfunkantenne verwendbar, mit der gleichzeitig in drei verschiedene fest eingestellte Richtungen unabhängig voneinander gesendet und/oder empfangen werden kann, sofern die ersten Mischer M 11 bis M 13 als bidirektionale Mischer ausgebildet sind.

Werden diese dagegen zeitabhängig verändert, so ist z. B. ein voneinander unabhängiges Schwenken der beispielhaft erwähnten drei Sende- und/oder Empfangskeulen möglich. Mit einer solchen Gruppenantenne, die als Radarantenne ausgebildet ist, kann z. B. ein vorgegebbarer Raumbereich mit voneinander unabhängigen Antennenkeulen (Richtdiagrammen) in verschiedenen Frequenzbereichen überwacht werden.

Es ist ersichtlich, daß das Beispiel gemäß FIG. 4 wahlweise auch auf eine andere Anzahl von unabhängigen Mischanordnungen abwandelbar ist.

In dem Beispiel entsprechend FIG. 4 werden Mischanordnungen entsprechend FIG. 2 verwendet. Alternativ dazu ist eine Verwendung von Mischanordnungen entsprechend FIG. 3 möglich. In diesem Fall werden insbesondere für eine Radaranlage, bedingt durch die Verwendung von digitalen Synthetisierern DDS, sehr hohe Phasenauflösungen, z. B.  $< 1^\circ$ , möglich sowie ein hochgenaues sogenanntes Nulling des Antennendiagramm. Das bedeutet, daß allenfalls vernachlässigbare Nebenzipfel vorhanden sind, so daß eine hervorragende Störsignalunterdrückung erreicht wird. Eine derart ausgerüstete Radaranlage ist daher vorteilhaft in sehr vielseitiger Weise einsetzbar.

Durch die dezentrale Anordnung, daß heißt jeweils ein digitaler Synthetisierer pro Einzelantenne, kann die

weitere Signalverarbeitung, insbesondere diejenige des empfangenen Signals, vorteilhafterweise wesentlich vereinfacht werden. Beispielsweise kann der vorhandene ansonsten sehr aufwendige Signalprozessor durch eine kostengünstigere Ausführung ersetzt werden.

Die beschriebenen Ausführungsbeispiele ermöglichen insbesondere bei mit hohen Frequenzen, z. B. 12 GHz, arbeitenden Radaranlagen in unmittelbarer räumlicher Nähe einer (Einzel-)Antenne eine vorteilhafte Frequenzumsetzung in eine niedrigere ZF-Frequenzlage, z. B. 3 GHz. Dadurch wird die weitere Signalverarbeitung, z. B. Aufbereitung von Sende- und/oder Empfangssignalen, stark vereinfacht, denn störende Auswirkungen von möglicherweise vorhandenen Phasenfehlern treten allenfalls in vernachlässigbarer Form auf. In der niedrigen ZF-Frequenzlage ist vorteilhafterweise eine kostengünstigere Herstellung der erwähnten Signalverarbeitungsanlage möglich, da die benötigten Bauelemente sowie Baugruppen kostengünstiger sind.

Derartige Schaltungsanordnungen sind vorteilhafterweise monolithisch auf einem Chip integrierbar, so daß räumlich kompakte und mechanisch robuste Baueinheiten herstellbar sind, die zuverlässig und reproduzierbar arbeiten.

FIG. 5 zeigt Ausführungsbeispiele für ein Phasenstellglied PH (FIG. 2, FIG. 4), das für eine Frequenz von 5 GHz bis 6 GHz und einen Phasenhub von  $360^\circ$  geeignet ist und das außerdem monolithisch integriert werden kann. Die Ausführungsbeispiele zeigen geschaltete Filterstrukturen (linker Teil der FIG. 5), die Feldeffekttransistoren enthalten und damit sowohl als Hochpaß HP als auch als Tiefpaß LP verwendbar sind. Die Umschaltung erfolgt durch Schaltspannungen  $U_1$ ,  $U_2$ . Im rechten Teil der FIG. 5 sind die zugehörigen Funktionsprinzipien dargestellt.

Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern sinngemäß auf weitere anwendbar.

#### Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zum Betreiben einer breitbandigen phasengesteuerten Gruppenantenne, die aus mehreren breitbandigen Einzelantennen besteht, wobei
  - an jede Einzelantenne ein zugehöriges Antennensignal anlegbar ist und wobei sich bei benachbarten Einzelantennen diejenigen Antennensignale, die zu einer Frequenz gehören, durch eine Phasendifferenz unterscheiden,
  - jeder Einzelantenne eine Mischeranordnung, zumindest bestehend aus einem ersten Mischer, der mit jeweils einem Ende eines Zwischenfrequenzpfades, eines Oszillatorpfades sowie eines Antennenpfades verbunden ist,

zugeordnet ist,

- in der Mischeranordnung eine Amplitudenbegrenzer-Schaltung vorhanden ist und
- in dem Oszillatorpfad ein entsprechend der Phasendifferenz zwischen den Antennensignalen einstellbares Phasenstellglied vorhanden ist, dadurch gekennzeichnet,
- daß das Phasenstellglied (PH) zumindest aus
  - einem zweiten Mischer (M2), dessen erster Eingang mit dem Oszillator (OSC) des Oszillatorpfades verbunden ist und dessen Ausgang an einen Oszillatoreingang des ersten Mixers (M1) angekoppelt ist, und
  - einem Hilfsoszillator (DDS), der an den zweiten Eingang des zweiten Mixers (M2) angeschlossen ist und dessen Frequenz- und Phasenlage einstellbar und mit denjenigen des Oszillators (OSC) gekoppelt sind, wobei die Frequenz- und Phasenlagen entsprechend der einzustellenden Phasendifferenz gewählt werden,

besteht,

- daß zum Ansteuern einer Einzelantenne (EA) mit einer vorgebbaren Anzahl von verschiedenen Zwischenfrequenzsignalen diesen entsprechende Zwischenfrequenzpfade vorhanden sind,
- daß zu jedem Zwischenfrequenzpfad eine Mischanordnung vorhanden ist,
- daß die Oszillatorpfade der Mischanordnungen zusammengefaßt und an einen Oszillator (OSC) angeschlossen sind und
- daß die Antennenpfade der Mischanordnungen über ein Koppelglied (KO) zusammengefaßt und an die Einzelantenne (EA) gekoppelt sind.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Hilfsoszillator (DDS) als digitaler Synthesizer ausgebildet ist.
3. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Mischer (M1) als bidirektionaler Mischer ausgebildet ist.
4. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß

die Mischanordnung als monolithische Schaltungsanordnung ausgebildet ist.

5. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Gruppenantenne als Radarantenne ausgebildet ist.
6. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Gruppenantenne als Richtfunkantenne ausgebildet ist.
7. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Gruppenantenne für einen Multifrequenzbetrieb ausgelegt ist.
8. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine der Zwischenfrequenzen für den Radarbereich ausgelegt ist.

## 25 Claims

1. Circuit arrangement for operating a wide-band phase-controlled antenna array, which consists of several wide-band individual antennae, wherein
  - an associated antenna signal can be applied at each individual antenna and wherein those signals, which belong to a different frequency, differ at adjacent individual antennae by a phase difference,
  - each individual antenna is associated with a mixer arrangement, at least consisting of a first mixer, which is connected each time with one end of an intermediate frequency path, an oscillator path as well as an antenna path,
  - an amplitude-limiting circuit is present in the mixer arrangement,
  - a phase setting element, which is settable in correspondence with the phase difference between the antennae signals, is present in the oscillator path, characterised thereby
  - that the phase setting element (PH) consists at least of
  - a second mixer (M2), the first input of which is connected with the oscillator (OSC) of the oscillator path and the output of which is coupled to an oscillator input of the first mixer (M1), and

- an auxiliary oscillator (DDS), which is connected to the second input of the second mixer (M2) and the frequency position and phase position of which are settable and coupled with those of the oscillator (OSC), wherein the frequency and phase positions are selected in correspondence with the phase difference to be set,
  - that, for control of an individual antenna (EA) with a presettable number of different intermediate frequency signals, intermediate frequency paths corresponding thereto are present,
  - that a mixer arrangement is present for each intermediate frequency path,
  - that the oscillator paths of the mixer arrangements are combined and connected to an oscillator (OSC) and
  - that the antenna paths of the mixer arrangements are combined by way of a coupling element (KO) and coupled to the individual antennae (EA).
2. Circuit arrangement according to claim 1, characterised thereby that the auxiliary oscillator (DDS) is constructed as a digital synthesiser.
  3. Circuit arrangement according to one of the preceding claims, characterised thereby that the first mixer (M1) is constructed as a bidirectional mixer.
  4. Circuit arrangement according to one of the preceding claims, characterised thereby that the mixer arrangement is constructed as a monolithic circuit arrangement.
  5. Circuit arrangement according to one of the preceding claims, characterised thereby that the antenna array is constructed as a radar antenna.
  6. Circuit arrangement according to one of the preceding claims, characterised thereby that the antenna array is constructed as a directional radio antenna.
  7. Circuit arrangement according to one of the preceding claims, characterised thereby that the antenna array is designed for a multi-frequency operation.
  8. Circuit arrangement according to one of the preceding claims, characterised thereby that one of the intermediate frequencies is designed for the radar range.

## Revendications

1. Circuit de commande d'une antenne multiple à large bande commandée en phase, qui se compose de plusieurs antennes élémentaires à large bande,
  - à chaque antenne élémentaire pouvant être appliqué un signal d'antenne associé et dans le cas d'antennes élémentaires adjacentes, les signaux d'antenne qui appartiennent à une fréquence se différencient par une différence de phase,
  - à chaque antenne élémentaire est associé un dispositif de mélange, se composant au moins d'un premier mélangeur, qui est relié à une extrémité d'un trajet de fréquence intermédiaire, d'un trajet d'oscillateur et d'un trajet d'antenne, dans le dispositif de mélange est prévu un circuit limiteur d'amplitude et
  - dans le trajet d'oscillateur est prévu un élément de réglage de phase réglable selon la différence de phase entre les signaux d'antenne, caractérisé,
  - en ce que l'élément de réglage de phase (PH) se compose au moins
  - d'un second mélangeur (M2), dont la première entrée est reliée à l'oscillateur (OSC) du trajet d'oscillateur et dont la sortie est couplée à une entrée d'oscillateur du premier mélangeur (M1), et
  - d'un oscillateur auxiliaire (DDS), qui est relié à la seconde entrée du second mélangeur (M2) et dont la fréquence et la phase sont réglables et couplés à celle de l'oscillateur (OSC), la fréquence et la phase étant choisies de façon correspondante à la différence de phase à régler,
  - en ce qu'en vue de la commande d'une antenne élémentaire (EA) avec un nombre prédéterminé de signaux de fréquence intermédiaire différents, sont prévus des trajets de fréquence intermédiaire correspondants à ceux-ci,
  - en ce que pour chaque trajet de fréquence intermédiaire est prévu un dispositif de mélange,
  - en ce que les trajets d'oscillateur des dispositifs de mélange sont réunis et reliés à un oscillateur (OSC) et
  - en ce que les trajets d'antenne des dispositifs de mélange sont réunis par l'intermédiaire d'un élément de couplage ((KO) et sont couplés aux antennes élémentaires (EA).
2. Circuit selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'oscillateur auxiliaire (DDS) est réalisé sous la forme d'un synthétiseur numérique.
3. Circuit selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le premier mélangeur (M1) est réalisé sous la forme d'un mélan-

geur bidirectionnel.

4. Circuit selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif de mélange est réalisé sous la forme d'un circuit monolithique. 5
5. Circuit selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'antenne multiple est réalisée sous la forme d'une antenne radar. 10
6. Circuit selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'antenne multiple est réalisée sous la forme d'une antenne directive. 15
7. Circuit selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'antenne multiple est dimensionnée pour un fonctionnement à fréquences multiples. 20
8. Circuit selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'une des fréquences intermédiaires est dimensionnée pour la bande radar. 25

30

35

40

45

50

55

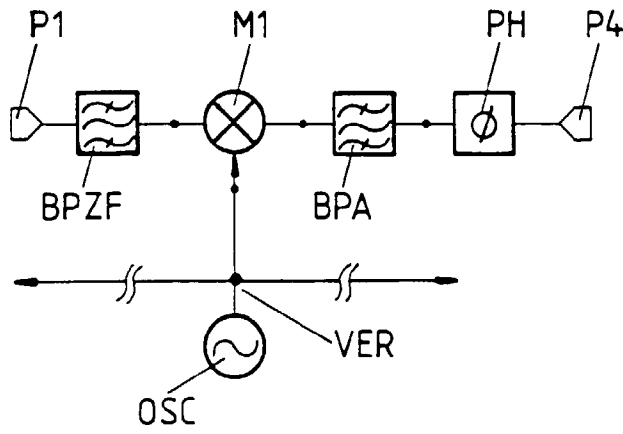


FIG. 1

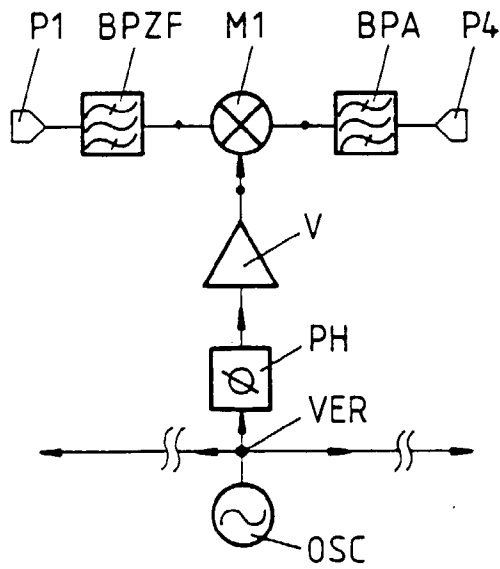


FIG. 2

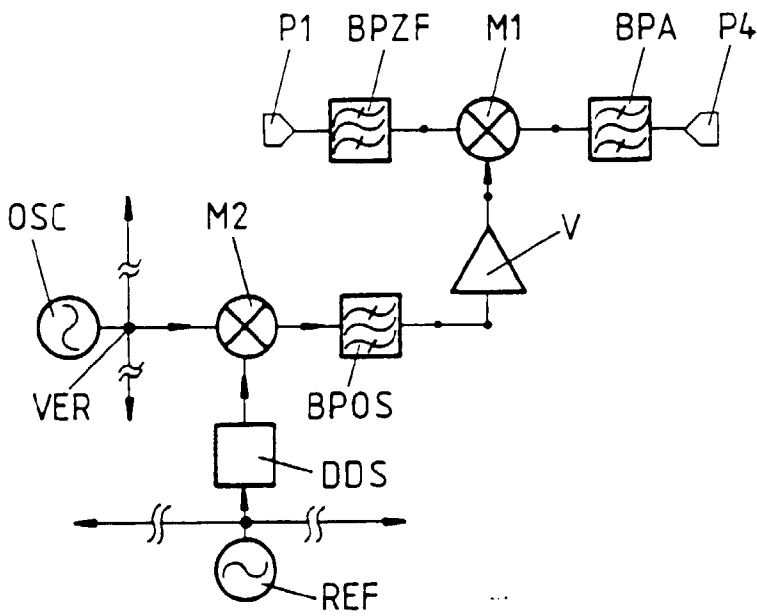


FIG. 3

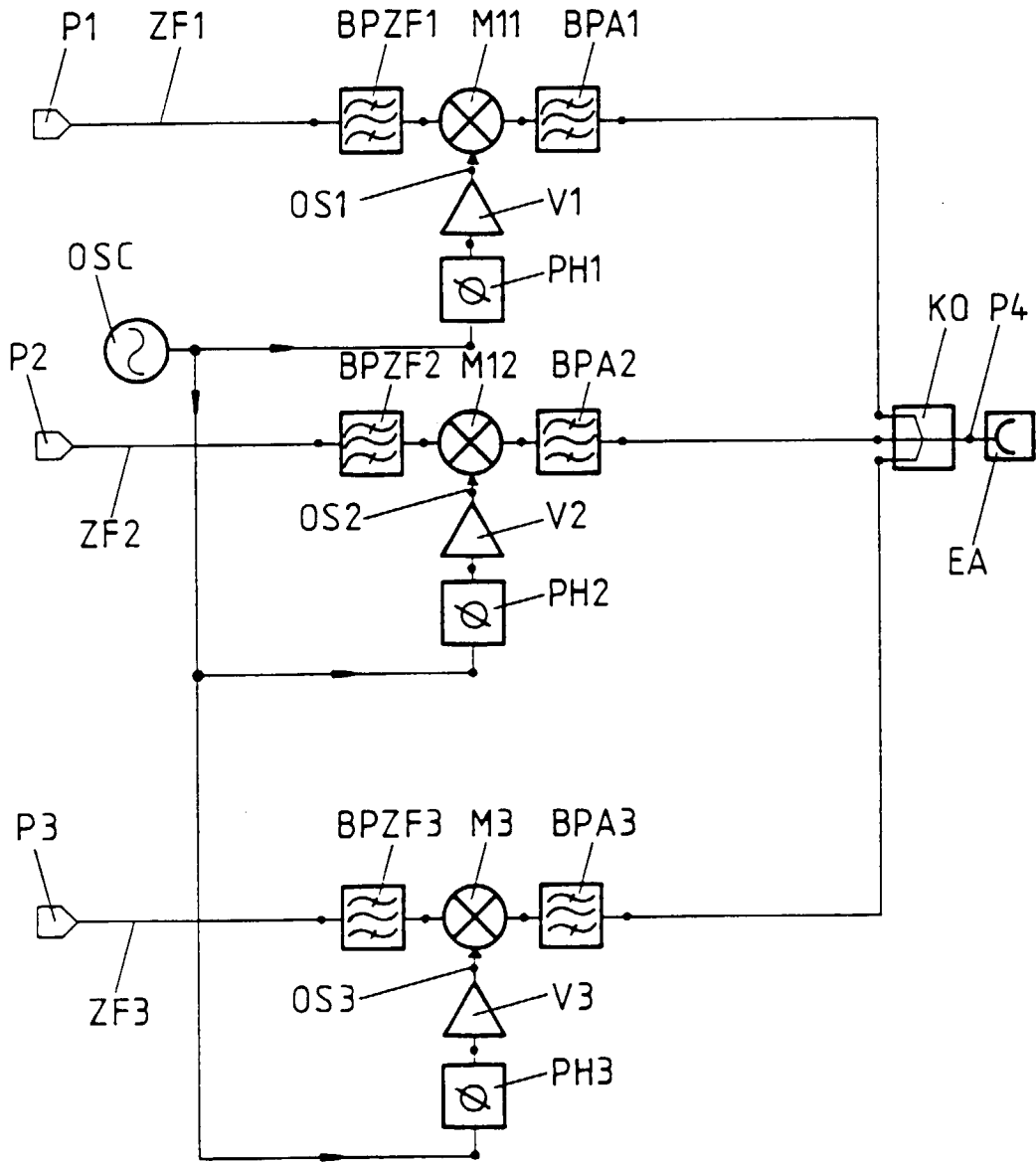


FIG.4

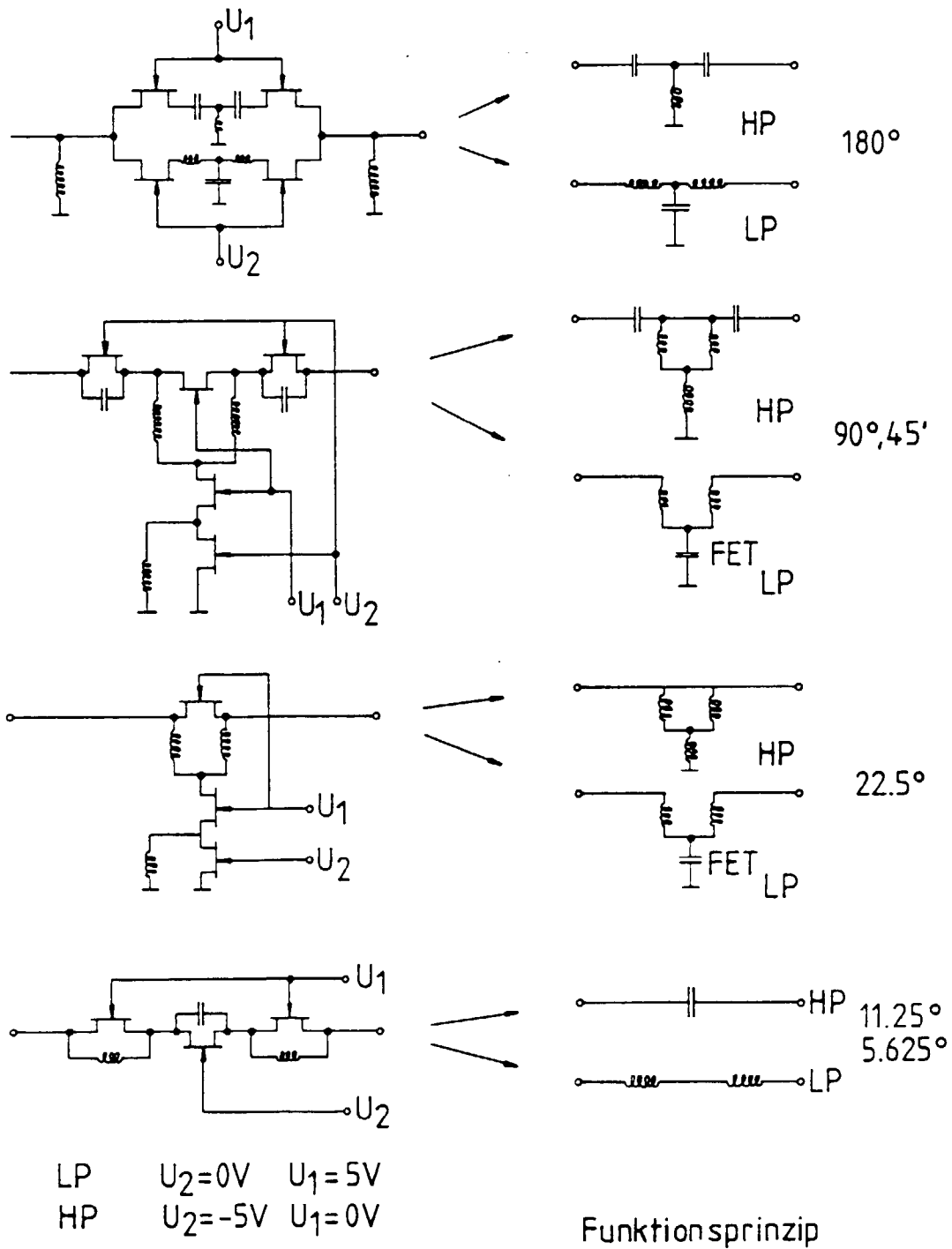


FIG. 5