

Leitungsgespeiste phasengesteuerte Antenne

Die Erfindung bezieht sich auf eine leitungsgespeiste phasengesteuerte Antenne mit einer Vielzahl von in einer symmetrischen Fläche angeordneten Einzelstrahlern zur Erzeugung eines Summendiagramms und eines Differenzdiagramms, das durch gegenphasige Amplitudenbelegung der Einzelstrahler auf beiden Seiten der Symmetrielinie erzeugt wird, wobei entlang dieser Symmetrielinie noch eine Übergangszone zwischen den gegenphasigen Amplitudenbelegungen vorgesehen ist.

Elektronisch phasengesteuerte Antennen lassen sich wie übliche Radarantennen, die mit einem Primärstrahlersystem und einem Parabolreflektor ausgestattet sind, zur Erhöhung der Genauigkeit der Zielortung und zur Zielverfolgung im sogenannten Monopulsverfahren betreiben, bei dem ein Summendiagramm und gewöhnlich zwei Differenzdiagramme für die Azimutebene und die Elevationssebene benutzt werden. Zur Ermöglichung einer flachen Bauweise und zur Optimierung der Amplitudenbelegung und damit der Nebenzipfeldämpfung im Summendiagramm wird bei phasengesteuerten Antennen häufig die Leitungsspeisung angewandt, bei der jeder der Einzelstrahler über eine zu einem Verteilernetz gehörende Leitung angesteuert wird. Damit ist die für das Summendiagramm optimale Amplitudenbelegung über die Antennenfläche betragsmäßig allerdings auch für die Azimut- und Elevationsdifferenzdiagramme wirksam, für die sie nicht mehr optimal ist, sondern relativ hohe, von der Antennenachsrichtung aus nur langsam abfallende Nebenzipfel erzeugt.

Eine weitgehende Optimierung der Summen- und Differenz-Amplitudenbelegung kann bei Verwendung des Strahlungsspeisungsprinzips durch besondere Maßnahmen am Vierfach-Primärstrahler erreicht werden. Nachteilig ist aufgrund der Strahlungsspeisung die große Bautiefe der phasengesteuerten Antennenanordnung sowie die begrenzte Genauigkeit für das Erreichen einer Soll-Belegung, wie sie für einen maximalen Nebenzipfelpegel von z.B. -40 dB erforderlich ist.

Aus dem Aufsatz von H.Öttl und L.Thomanek: "Monopuls-Antenne der Bodenstation für Satellitenfunk der Deutschen Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt e.V." in der Zeitschrift "NTZ" 1968, Heft 10, S.631-634 ist eine leitungsgespeiste phasengesteuerte Antenne mit einer Anzahl von in einer symmetrischen Fläche angeordneten Einzelstrahlern zur Erzeugung eines Summendiagramms und zweier Differenzdiagramme bekannt, die durch gegenphasige Amplitudenbelegungen der Einzelstrahler auf den beiden Seiten zweier Symmetrielinien erzeugt werden. Die beiden Symmetrielinien teilen die Antennenfläche in vier Quadranten auf. Entlang dieser Symmetrielinien ist bei der Erzeugung der Differenzdiagramme noch eine Verzahnung der gegenphasigen Amplitudenbelegungen vorgesehen. Die Verzahnung ergibt sich dadurch, daß die beiden Symmetrielinien zwischen den Quadranten mit Einzelstrahlern bestückt sind und in abwechselnder Reihenfolge zu den benachbarten Quadranten gehören. Diese Phasenverzahnung für die Differenzdiagrammbildung trägt zur Verbesserung des Nebenzipfelverhaltens und der Unterdrückung von Diagrammschultern im Differenzdiagramm bei. Mit der bei dieser Monopuls-Antenne angewandten Phasenverzahnung lassen sich allerdings keine optimierten Summen-, Azimutdifferenz- und Elevationsdifferenzdiagramme bilden, insbesondere bei phasengesteuerten Antennenanordnungen mit sehr vielen Einzelstrahlern.

Ein Anwenden von drei getrennten Verteilersystemen für optimierte Summen-, Azimutdifferenz- und Elevationsdifferenzkanäle benötigt drei Eingänge pro Einzelstrahler mit großen Impedanz-, Verkopplungs- und Verlustproblemen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ohne ein solches Dreifach-Verteilersystem und damit ohne den damit verbundenen Aufwand und die sich durch diesen zusätzlichen Aufwand ergebenden Schwierigkeiten bei einer mit einer Vielzahl von Einzelstrahlern ausgestatteten, leitungsgespeisten phasengesteuerten Antenne eine Differenzbelegung zu erreichen, die weitgehend an die optimale Form (Bayliss) angepaßt ist und eine hohe Nebenzipfeldämpfung aufweist. Dabei soll die Summenbelegung ihre ursprüngliche optimale Form beibehalten.

Gemäß der Erfindung, die sich auf eine leitungsgespeiste phasengesteuerte Antenne der eingangs genannten Art bezieht, wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß in der zu beiden Seiten der Symmetrielinie gleich breit ausgebildeten, aus nebeneinander parallel zur Symmetrielinie verlaufenden Einzelstrahlerstreifen, z.B. senkrechten Spalten oder waagrechten Reihen, bestehenden Übergangszone, ausgehend von jedem der beiden Ränder der Übergangszone bis zur Symmetrielinie, die Anzahl der jeweils gegenphasig erregten Einzelstrahler in einem Streifen in bezug zur Anzahl aller Einzelstrahler in diesem Streifen von 0 % an jedem Rand bis 50 % an der Symmetrielinie in gleicher Weise zunimmt. Durch geeignete Ausbildung der Übergangszone läßt sich ein stetiger Amplitudenübergang zwischen den beiden Antennenhälften erreichen, so daß sich die optimale Differenzbelegung zumindest angenähert unter Beibehaltung der optimalen Summenbelegung erreichen läßt.

In vorteilhafter Weise sind die gegenphasig erregten Einzelstrahler in den parallel zur Symmetrielinie nebeneinander verlaufenden Streifen statistisch verteilt.

Die Übergangszone kann auch so ausgebildet werden, daß entlang der Symmetrielinie periodisch und abwechselnd einmal auf der einen Seite und dann wieder auf der anderen Seite der Symmetrielinie Bereiche vorgesehen sind, in welchen die Einzelstrahler gegenphasig erregt sind.

In vorteilhafter Weise haben in diesem Fall die gegenphasigen Einzelstrahlerbereiche zumindest angenähert die Form von gleichschenkeligen Dreiecken, deren Grundlinien mit der Symmetrielinie der Antennenfläche zusammenfallen. Der Flächenanteil der gegenüberliegenden gegenphasigen Hälfte wächst in diesem Fall keilförmig und damit stetig an. Die Amplitude des Differenzbelegungsdiagramms geht in diesem Fall vor der Symmetrielinie langsam zurück und überschreitet an der Symmetrielinie den Nullwert mit endlicher Steigung.

Die Zunahme der relativen Anzahl der jeweils in einem parallel zur Symmetrielinie verlaufenden Streifen gegenphasig erregten Einzelstrahler von 0 % an den Rändern bis 50 % an der in der Mitte der Übergangszone verlaufenden Symmetrielinie kann linear, aber auch nichtlinear sein.

Zur Erzeugung eines ersten Differenzdiagramms im Azimut und eines zweiten Differenzdiagramms in der Elevation sind eine senkrecht verlaufende und eine waagrecht verlaufende Symmetrielinie vorhanden, welche die Antennenfläche in vier Quadranten aufteilen. Zu diesen Quadranten gehören allerdings nicht diejenigen Einzelstrahler, die entlang den jeweiligen Symmetrielinienabschnitten in den Übergangszonen gegenphasig erregt sind, wogegen diejenigen Einzelstrahler dazugehören, die gleichphasig entlang den jeweiligen Symmetrielinienabschnitten in den Übergangszonen auf der anderen Seite dieser Linienabschnitte liegen. Zur Bildung des Differenzdiagramms im

Azimut sind die beiden im wesentlichen links von der senkrechten Symmetrielinie liegenden Quadranten zu den beiden anderen Quadranten gegenphasig belegt, wogegen zur Bildung des Differenzdiagramms in der Elevation die beiden im wesentlichen oberhalb der waagrechten Symmetrielinie liegenden Quadranten zu den beiden anderen Quadranten gegenphasig erregt werden. Zur Erzeugung des Summendigramms sind alle Einzelstrahler der Antennenfläche gleichphasig bzw. bei Strahlauslenkung mit einer linearen Phasenprogression erregt.

Eventuell auftretende kleine Orientierungsfehler der Azimut- und/oder der Elevationsachse der phasengesteuerten Antenne lassen sich durch geringe axiale Verdrehung der Antenne korrigieren. Die gegenphasigen periodischen Einzelstrahlerbereiche entlang der Symmetrielinien lassen sich auch so gestalten und/oder verteilen, daß keine Orientierungsfehler der Azimut- und/oder der Elevationsachse auftreten.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von sechs Figuren näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 ein Summenbelegungsdiagramm und zwei verschiedene Differenzbelegungsdiagramme,

Fig. 2 eine Quadrantenaufteilung bei einer phasengesteuerten Antenne nach der Erfindung zur Erzeugung nebenzipfelfarmer Differenzdiagramme,

Fig. 3 die Quadrantenzuordnung der Einzelstrahler bei einer Anordnung nach Fig. 2,

Fig. 4 bei einer phasengesteuerten Antenne nach der Erfindung eine Quadrantenaufteilung durch achsensymmetrische Trennlinien,

Fig. 5 eine Hälftenzuordnung der Einzelstrahler bei einer erfindungsgemäßen Antenne, bei der die gegenphasig erregten Einzelstrahler in der Übergangszone statistisch verteilt sind.

Fig. 6 ein vorteilhaftes Speisungsprinzip für eine gemäß der Erfindung ausgeführte phasengesteuerte Antenne mit vier Quadranten.

Fig. 1 zeigt die Amplitudenbelegungen Σ , Δ_0 und Δ_K zur Erzeugung eines optimalen Summendigramms und zweier verschiedener Differenzdiagramme in einer Ebene. Bei leitungsgespeisten phasengesteuerten Antennen weist jeder Einzelstrahler eine bestimmte relative Amplitude auf, die für den Summen- und den Differenzfall festliegt. Im Differenzfall wird an der Symmetrielinie der Antennenfläche ein Phasensprung von 180° erzwungen, wodurch zwar ein scharfes Minimum in der Hauptstrahlrichtung aber gleichzeitig eine sehr langsam abfallende äußere Diagrammflanke mit hohen Nebenzipfeln erzeugt wird. In Fig. 1 ist diese Differenzbelegung Δ_0 strichpunktiert dargestellt. Durch einen stetigen Übergang zwischen den beiden antisymmetrischen Hälften kann die Differenzbelegung weitgehend an die optimale Form (Bayliss) angeglichen werden und die Nebenzipfeldämpfung dadurch erhöht werden. Diese günstige Differenzbelegung ist in Fig. 1 mit Δ_K bezeichnet. Die Summenbelegung Σ muß jedoch ihre ursprüngliche optimale Form beibehalten.

Die in Fig. 1 dargestellten Belegungen Σ und Δ_K gelten für eine darunter in Fig. 2 dargestellte, entsprechend der Erfindung ausgebildete, phasengesteuerte Antennenfläche einer phasengesteuerten Monopulsantenne, welche ein Differenzdiagramm sowohl in der Azimut- als auch in der

Elevationsebene erzeugen soll. Die Differenzbelegung muß sowohl in der Azimut- als auch in der Elevationsebene verbessert werden, d.h. es muß sowohl über eine vertikale Symmetrieebene 1 als auch über eine horizontale Symmetrieebene 4 der Antenne hinweg ein stetiger Übergang zwischen den gegenphasigen Hälften geschaffen werden. Diesen stetigen Amplitudenübergang zwischen den jeweiligen Antennenhälften, d.h. zwischen den vier Quadranten einer phasengesteuerten Antennenfläche kann man entsprechend der Fig. 2 durch einen "stetigen Flächenübergang" in zwei Übergangszonen $\bar{U}_V$ und $\bar{U}_H$ zwischen den Quadranten A,B,C und D erzeugen. Zur Bildung des Differenzdiagramms im Azimut werden die beiden aus den Quadranten A und C bestehenden Hälften gegen die aus den beiden Quadranten B und D zusammengesetzten Hälften gegenphasig belegt. Zur Bildung des Differenzdiagramms in der Elevation wird dagegen die aus den beiden Quadranten A und B bestehende Antennenhälfte gegen die aus den beiden Quadranten C und D zusammengesetzte Antennenhälfte gegenphasig erregt.

Der Quadrant A reicht beispielsweise mit seinen beiden dreiecksförmig ausgebildeten Bereichen 3 noch über die Symmetrielinie 1 hinweg, wogegen die ebenfalls dreiecksförmigen Bereiche 2, die links von der Symmetrielinie 1 liegen, zum Quadranten B gehören. Die Bereiche 2 werden somit im Vergleich zu dem größten Teil des Quadranten A, obwohl sie links von der Symmetrielinie 1 liegen, gegenphasig gegenüber den Einzelstrahlern des Quadranten A und gleichphasig mit den Einzelstrahlern des Quadranten B betrieben. Die mit 5 bezeichnete Linie bildet somit eine Trennlinie zwischen den beiden Quadranten A und B. Zwischen den Quadranten A und C verläuft die Trennlinie 6, zwischen den Quadranten C und D die Trennlinie 7 und zwischen den Quadranten B und D die Trennlinie 8. Die Spitzen der zickzackförmigen Trennlinien 5 und 7 begrenzen die vertikal verlaufende Übergangszone $\bar{U}_V$ und die ebenfalls zickzackförmigen Trennlinien 6 und 8 schließen mit ihren Spitzen die horizontal verlaufende Übergangszone $\bar{U}_H$ ein. Durch den aufgrund der Dreiecksform der Bereiche 2 und 3 keilförmig und damit stetig anwachsenden Flächenanteil der gegenüberliegenden gegenphasigen Hälften der Antennenfläche geht entsprechend der Kurve Δ_K in Fig. 1 die Amplitude langsam zurück und überschreitet an der Symmetrielinie den Nullwert mit endlicher Steigung.

Im einzelnen kann der in Fig. 1 dargestellte Kurvenverlauf Δ_K durch die den gegenphasigen Einzelstrahlerbereichen 2 und 3 gegebene geometrische Form, die vom Dreieck abweichen kann, gestaltet und optimiert werden. Derartige Abweichungen sind in der kreisförmig umringten Einzelheit VAR in Fig. 2 dargestellt.

Fig. 3 zeigt, wie die diskreten Einzelstrahler der phasengesteuerten Antenne nach Fig. 2 den einzelnen Quadranten A,B,C und D zugeordnet sind. Es ist hierbei nicht die gesamte Antennenfläche nach Fig. 2 dargestellt, sondern lediglich ein zentraler Bereich davon. Die Einzelstrahler des Quadranten A sind durch kleine senkrechte Striche, die Einzelstrahler des Quadranten B durch kleine Kreuze, die Einzelstrahler des Quadranten C durch kleine Ringe und die Einzelstrahler des Quadranten D in kleinen waagrechten Strichen dargestellt. Die Einzelstrahler sind in senkrechten Spalten und waagrechten Reihen angeordnet. Für den Fall der Summendigrammbildung sind alle Einzelstrahler aller vier Quadranten A,B,C und D gleichphasig bzw. bei Strahlauslenkung mit linearer Phasenprogression erregt, so daß die Grenzen zwischen den Quadranten A bis D unwirksam sind. Im Azimut-Differenzfall sind die Einzelstrahler der Quadranten A und C gegenphasig zu den Einzelstrahlern der Quadranten B und D, im Elevations-Differenzfall die Einzel-

strahler der Quadranten A und B gegenphasig zu den Einzelstrahlern der Quadranten C und D erregt. Die aus den beiden Teilen 5 und 7 (Fig. 2) zusammengesetzte Trennlinie zwischen der rechten und linken bzw. die aus den beiden Teilen 6 und 8 zusammengesetzte Trennlinie zwischen der oberen und unteren Antennenhälfte verläuft periodisch, so daß bei Annähern und Überschreiten der Symmetrieachsen 1 bzw. 4 der zur jeweils gegenüberliegenden Hälfte gehörende Einzelstrahleranteil monoton wächst. Dieser Sachverhalt geht aus Fig.2 hervor.

Eventuell auftretende kleine Orientierungsfehler der Azimut-/Elevationsachse lassen sich durch eine besondere Wahl der Trennlinien zwischen den Antennenhälften vermeiden. Eine Aufteilung der Quadranten A,B,C und D durch achsensymmetrische Trennlinien 5,6,7 und 8 ist in Fig.4 dargestellt.

Fig. 5 zeigt, wie die diskreten Einzelstrahler einer zur Erzeugung des Differenzdiagramms in zwei Hälften gegenphasig belegten, phasengesteuerten Antenne mit Leitungsspeisung diesen beiden Hälften zugeordnet sind. Die Einzelstrahler der linken Hälfte sind durch kleine Kreuze (positive Phasenpolarität) und diejenigen der rechten Hälfte durch kleine waagrechte Striche (negative Phasenpolarität) dargestellt. Die Übergangszone $\bar{U}_v$ erstreckt sich links und rechts einer vertikalen Symmetrielinie 1 gleich weit nach links und nach rechts. Die Einzelstrahler sind in senkrechten Spalten und waagrecht Reihen angeordnet. Für den Fall der Summendiagrammbildung sind alle Einzelstrahler beider Hälften gleichphasig bzw. bei Strahlauslenkung mit linearer Phasenprogression erregt, so daß die Grenze, d.h. die Übergangszone $\bar{U}_v$, zwischen den beiden Antennenhälften unwirksam wird. Im Differenzfall ist die sich links und rechts entlang der Symmetrielinie 1 erstreckende Übergangszone $\bar{U}_v$ so ausgebildet, daß entlang ihrem linken Rand alle Einzelstrahler in einem senkrechten Streifen positive Phasenpolarität und entlang ihrem rechten Rand alle Einzelstrahler in einem senkrecht verlaufenden Streifen negative Phasenpolarität aufweisen. Wandert man vom linken Rand in die Mitte der Übergangszone $\bar{U}_v$, so nimmt in den senkrechten Streifen (Spalten) die Anzahl der negativ phasenpolarisierten Einzelstrahler zu, wogegen bei Wanderung vom rechten Rand in die Mitte der Übergangszone die Anzahl der positiv phasenpolarisierten Einzelstrahler pro Streifen (Spalte) zunimmt. Unmittelbar an der Symmetrielinie 1 existieren etwa genauso viele positiv wie negativ phasenpolarisierte Einzelstrahler in einem senkrechten Streifen. In den einzelnen Streifen (Spalten) sind die jeweils gegenphasig erregten Einzelstrahler statistisch verteilt. Es ergibt sich eine Übergangszone mit statistischer Verteilung der gegenphasigen Einzelstrahler, wobei die Dichte der jeweils gegenphasig erregten Einzelstrahler von den beiden Rändern bis zur Symmetrielinie 1 in der Mitte der Übergangszone $\bar{U}_v$ zunimmt. Durch eine derartige Ausbildung der Übergangszone $\bar{U}_v$ ergibt sich ein fast optimales Differenzbelegungsdiagramm. Selbstverständlich läßt sich dieses Prinzip der statischen Verteilung auch bei einer Antenne mit Differenzdiagrammen in zwei Ebenen anwenden. In diesem Fall sind vier Quadranten vorgesehen, die durch Übergangszonen entlang zweier gekreuzter Symmetrielinien getrennt sind.

Fig. 6 zeigt das Ausführungsbeispiel eines Speiseprinzips für eine phasengesteuerte Monopulsantenne für nebenzipfelarme Differenzdiagramme nach der Erfindung. Die Speisung der vier aufgefiederten Quadranten A,B,C und D erfolgt hierbei durch vertikale Verteilerleitungen V_s , die jeweils die Einzelstrahler in einer Spalte eines der Quadranten A bis D bedienen und ihrerseits an vier den vier Quadranten A bis D zugeordneten Horizontalverteiler V_A ,

V_B , V_C und V_D zusammengefaßt werden. In der vertikal verlaufenden Übergangszone gehören die in den Spalten liegenden Strahlerelemente, je nach dem, ob sie rechts oder links der zickzackförmig verlaufenden Trennlinie 5,7 liegen, der rechten, aus den beiden Quadranten B und D bestehenden Antennenhälfte oder der linken, aus den beiden Quadranten A und C zusammengesetzten Antennenhälfte an. Deshalb überlappen sich die zu den verschiedenen Quadranten A,B,C und D verlaufenden Verteilerleitungen V_s im Erstreckungsbereich der Trennlinie 5,7. In diesem Erstreckungsbereich laufen dann zwei vertikale Verteilerleitungen V_s pro Spalte parallel. In Fig. 6 sind diese parallel zueinander verlaufenden, vertikalen Verteilerleitungen V_s durch nebeneinanderlaufende, durchgehende bzw. gestrichelte Linien angedeutet, die aber jeweils nur an die zu ihrem Quadranten A,B,C oder D gehörenden Einzelstrahler angekoppelt sind. Die Strahlerankopplungen sind durch Querstriche an den senkrechten Verteilerleitungen V_s angedeutet.

Bei Ausführung der Verteilerleitungen V_s in Triplate- oder Microstriptechnik lassen sich die beiden zu einer Spalte gehörigen Verteilerleitungen V_s platzsparend Rücken-an-Rücken zueinander anordnen. Gegebenenfalls lassen sich die beiden Verteilerleitungen in der vertikal verlaufenden Übergangszone auch auf einer gemeinsamen Trägerplatte anordnen oder die Trägerplatte ist aufgeteilt auf für die rechte bzw. linke Hälfte zuständige Teile, die dann vom Verteiler für die Quadranten A,B bzw. C,D gespeist werden. Die Ausgänge a,b,c, und d der horizontal verlaufenden Verteiler V_A , V_B , V_C und V_D werden in der üblichen Weise an einem Monopulskomparator K zum Summenkanal Σ , Azimutdifferenzkanal Δ_{Az} und Elevationsdifferenzkanal Δ_{EL} zusammengefaßt. In zweckmäßiger Weise wird man die horizontal verlaufenden Verteiler V_A bis V_D mehr in der Mitte der Quadranten A bis D oder in der Mitte der gesamten Antenne anordnen, um die Leitungslängen zwischen den Einzelstrahlern und dem Komparator K zu reduzieren.

Die Zuordnung der Verteilerleitungen V_s zur horizontalen oder vertikalen Ebene läßt sich vertauschen, so daß die Verteilerleitungen nicht mehr die Spalten sondern die Reihen versorgen und somit horizontal verlaufen.

Eine vorteilhafte Weiterbildung des Prinzips nach der Erfindung besteht darin, daß auch im äußeren Bereich der Differenzbelegung nach Fig.1 eine Korrektur vorgenommen wird. Dazu werden auch im äußeren Teil der Quadranten A,B,C und D Einzelstrahler vom Verteiler des Nachbarquadranten gespeist. Es werden dann auch Einzelstrahler in von den Symmetrielinien weiter entfernt liegenden Bereichen der Hälften der Antennenfläche gegenphasig erregt.

Ansprüche

1. Leitungsgespeiste phasengesteuerte Antenne mit einer Vielzahl von in einer symmetrischen Fläche angeordneten Einzelstrahlern zur Erzeugung eines Summendiagramms und eines Differenzdiagramms, das durch gegenphasige Amplitudenbelegung der Einzelstrahler auf beiden Seiten der Symmetrielinie erzeugt wird, wobei entlang dieser Symmetrielinie noch eine Übergangszone zwischen den gegenphasigen Amplitudenbelegungen vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der zu beiden Seiten der Symmetrielinie (1) gleich breit ausgebildeten, aus nebeneinander parallel zur Symmetrielinie verlaufenden Einzelstrahlerstreifen, z.B. senkrechten Spalten oder waagrecht Reihen, bestehenden Übergangszone ($\bar{U}_v$), ausgehend von jedem der beiden Ränder der Übergangszone bis zur Symmetrielinie, die Anzahl der jeweils gegenphasig erregten

Einzelstrahler in einem Streifen in Bezug zur Anzahl aller Einzelstrahler in diesem Streifen von 0 % an jedem Rand bis 50 % an der Symmetrielinie in gleicher Weise zunimmt.

2. Antenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die gegenphasig erregten Einzelstrahler in den parallel zu Symmetrielinie (1) verlaufenden Streifen statistisch verteilt sind.

3. Antenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Übergangszone (U_v) derart ausgebildet ist, daß entlang der Symmetrielinie (1) periodisch und abwechselnd einmal auf der einen Seite und dann wieder auf der anderen Seite der Symmetrielinie Bereiche (2,3) vorgesehen sind, in welchen die Einzelstrahler gegenphasig belegt sind.

4. Antenne nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Bereiche (2,3) zumindest angenähert die Form von gleichschenkeligen Dreiecken haben, deren Grundlinien mit der Symmetrielinie (1) zusammenfallen.

5. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Zunahme des Anteils der jeweils in einem parallel zur Symmetrielinie (1) verlaufenden Streifen gegenphasig erregten Einzelstrahler von 0 % an den Rändern bis 50 % an der Symmetrielinie linear ist.

6. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Zunahme des Anteils der jeweils in einem parallel zur Symmetrielinie (1) verlaufenden Streifen gegenphasig erregten Einzelstrahler von 0 % an den Rändern bis 50 % an der Symmetrielinie nichtlinear ist.

7. Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung eines ersten Differenzdiagramms im Azimut und eines zweiten Differenzdiagramms in der Elevation eine senkrecht verlaufende (1) bzw. eine waagrecht verlaufende Symmetrielinie (4) vorhanden sind, welche die Antennenfläche in vier Quadranten (A,B,C,D) aufteilen, zu denen allerdings jeweils nicht diejenigen Einzelstrahler gehören, die entlang den jeweiligen Symmetrielinienabschnitten in den Übergangszonen (U_v , U_h) auf der anderen Seite dieser Linienabschnitte liegen, daß zur Bildung des Differenzdiagramms im Azimut die beiden im wesentlichen links von der senkrechten Symmetrielinie (1) liegenden Quadranten (A,C) zu den beiden anderen Quadranten (B,D) und zur Bildung des Differenzdiagramms in der Elevation die beiden im wesentlichen oberhalb der waagrecht Symmetrielinie liegenden Quadranten (A,B) zu den beiden anderen Quadranten (C,D) gegenphasig erregt sind, und daß zur Erzeugung des Summendiagramms alle Einzelstrahler der Antennenfläche gleichphasig bzw. bei Strahlauslenkung mit einer linearen Phasenprogression erregt sind.

8. Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auftretende kleine Orientierungsfehler der Azimut- und/oder der Elevationsachse durch eine geringe axiale Ausrichtungsänderung der Antennenfläche korrigiert sind.

9. Antenne nach Anspruch 3 und evtl. einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die gegenphasigen, periodischen Einzelstrahlerbereiche (2,3) entlang der Symmetrielinien (1) so geformt und/oder verteilt sind, daß keine Orientierungsfehler der Azimut und/oder der Elevationsachse auftreten.

10. Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, jedoch ohne Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß bei Anordnung der Einzelstrahler in Reihen und Spalten für den Fall der Aufteilung der Antennenfläche in zwei Hälften für jede dieser Hälften vertikal verlaufende Verteilerleitungen vorgesehen sind, die jeweils eine Spalte einer Hälfte versorgen und ihrerseits an zwei den beiden Hälften zugeordneten Horizontalverteilern zusammengefaßt sind.

11. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß bei Anordnung der Einzelstrahler in Reihen und Spalten für den Fall der im Anspruch 7 definierten Aufteilung der Antennenfläche in vier Quadranten (A,B,C,D) für jeden Quadranten vertikal verlaufende Verteilerleitungen (V_S) vorgesehen sind, die jeweils eine Spalte eines Quadranten versorgen und ihrerseits an vier den vier Quadranten zugeordneten Horizontalverteilern (V_A , V_B , V_C , V_D) zusammengefaßt sind, die sich paarweise überlappen, und zwar in der Übergangszone zu beiden Seiten der senkrechten Symmetrielinie (1).

12. Antenne nach einem der Ansprüche 10 und 11, dadurch gekennzeichnet, daß bei Ausführung der Verteilerleitungen (V_S) in Triplate- oder Microstriptechnik die beiden zu einer Spalte gehörenden Verteilerleitungen Rücken an Rücken zueinander angeordnet sind.

13. Antenne nach einem der Ansprüche 10 und 11, dadurch gekennzeichnet, daß bei Ausführung der Verteilerleitungen (V_S) in Streifenleitertechnik die Verteilerleitungen auf einer gemeinsamen Trägerplatte angeordnet sind.

14. Antenne nach einem der Ansprüche 10 und 11, dadurch gekennzeichnet, daß bei Ausführung der Verteilerleitungen (V_S) in Streifenleitertechnik die in der vertikalen Übergangszone verlaufenden Verteilerleitungen auf einer in zwei Hälften aufgeteilten Trägerplatte angeordnet sind, wobei die eine Hälfte der Trägerplatte für die Verteilerleitungen für die linke Hälfte der Antennenfläche (Quadranten A oder C) und die andere Hälfte der Trägerplatte für die Verteilerleitungen für die rechte Hälfte (Quadranten B oder D) der Antennenfläche zuständig ist.

15. Antenne nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Verteilerleitungen nicht die Spalten, sondern die Reihen versorgen und somit horizontal verlaufen, so daß die in den Ansprüchen 12 bis 14 angegebene Zuordnung der Trägerplatten nicht die vertikalen Spalten, sondern die horizontal verlaufenden Reihen betrifft.

16. Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Korrektur des Differenzdiagramms in äußeren Winkelbereichen auch in von der Symmetrielinie bzw. von den Symmetrielinien (14) weiter entfernt liegenden Bereichen der Hälften oder Quadranten (A,B,C,D) der Antennenfläche eine gegenphasige Erregung von dort angeordneten Einzelstrahlern vorgesehen ist.

FIG 1

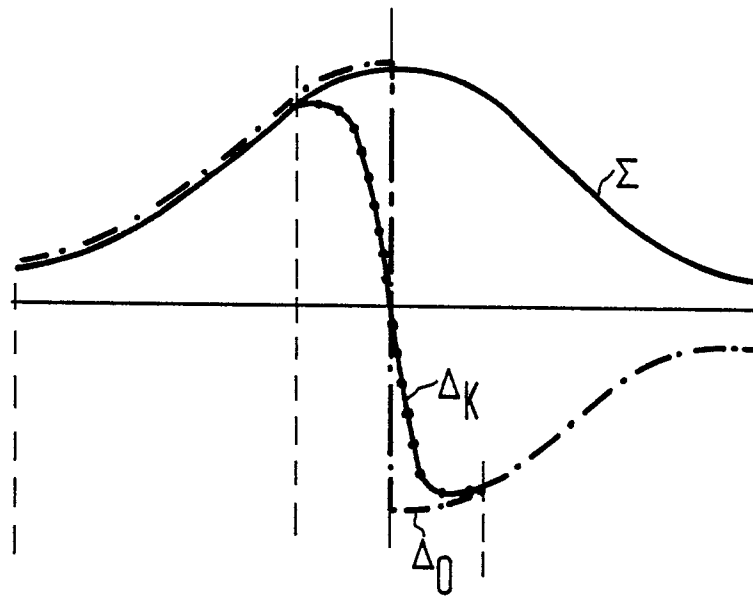


FIG 2

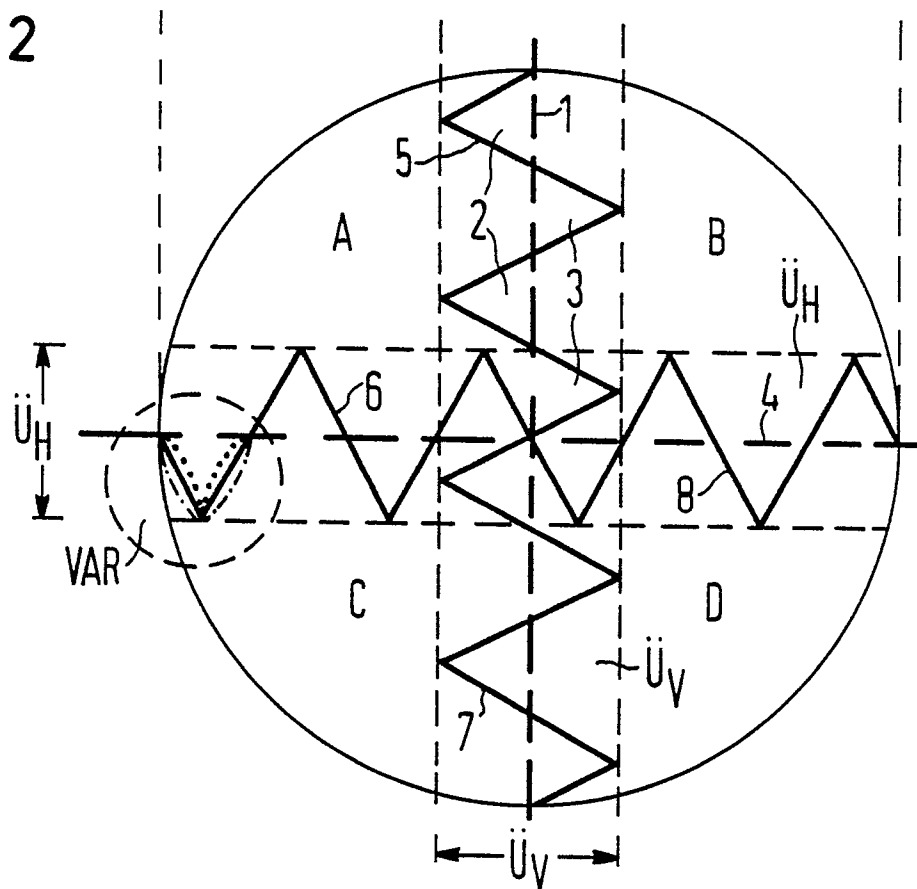


FIG 3

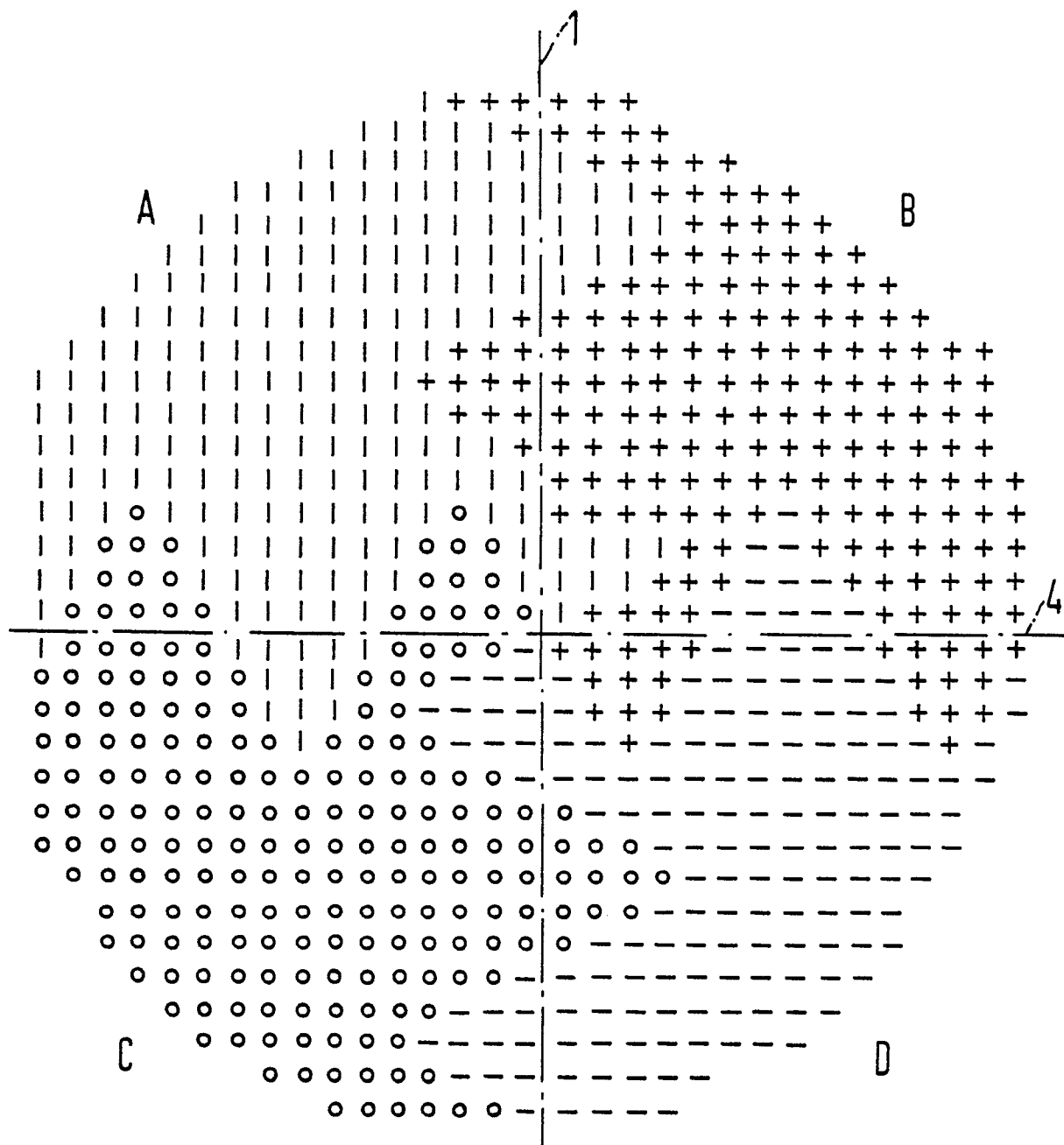


FIG 4

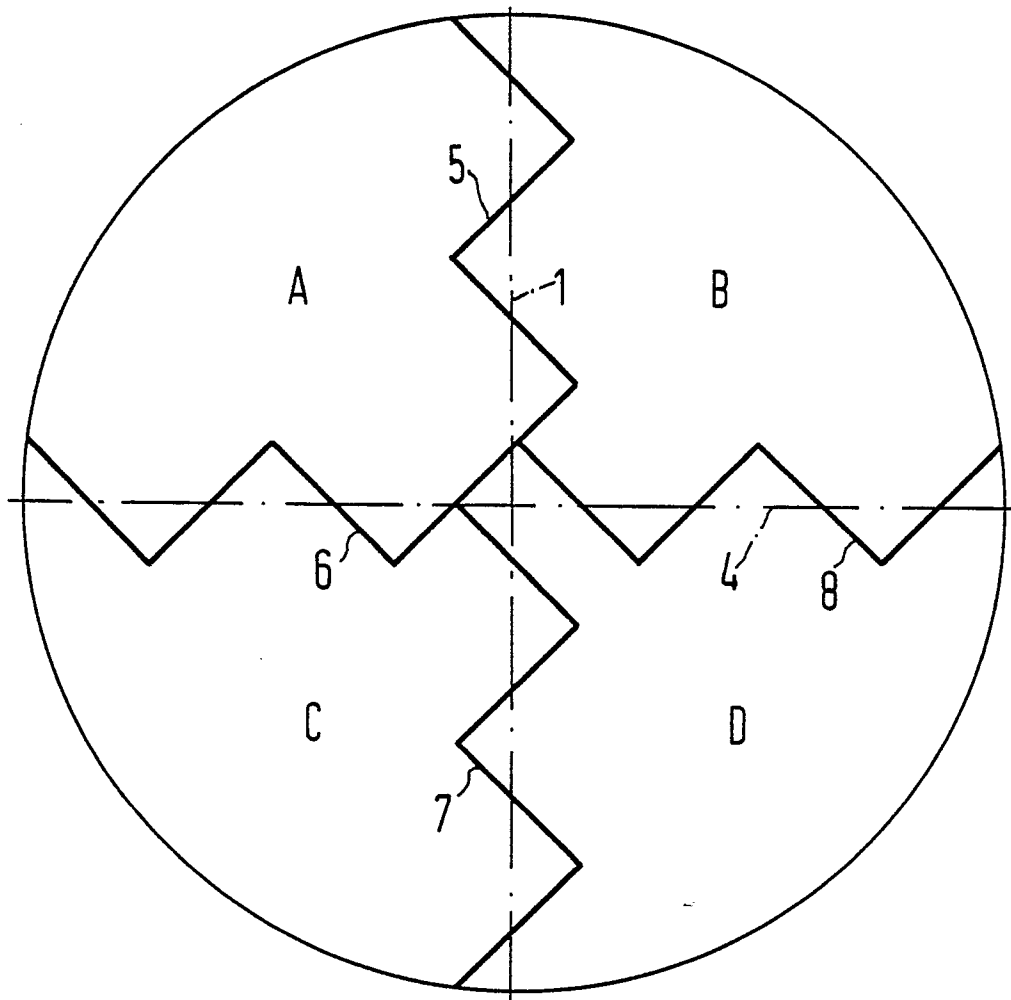


FIG 5

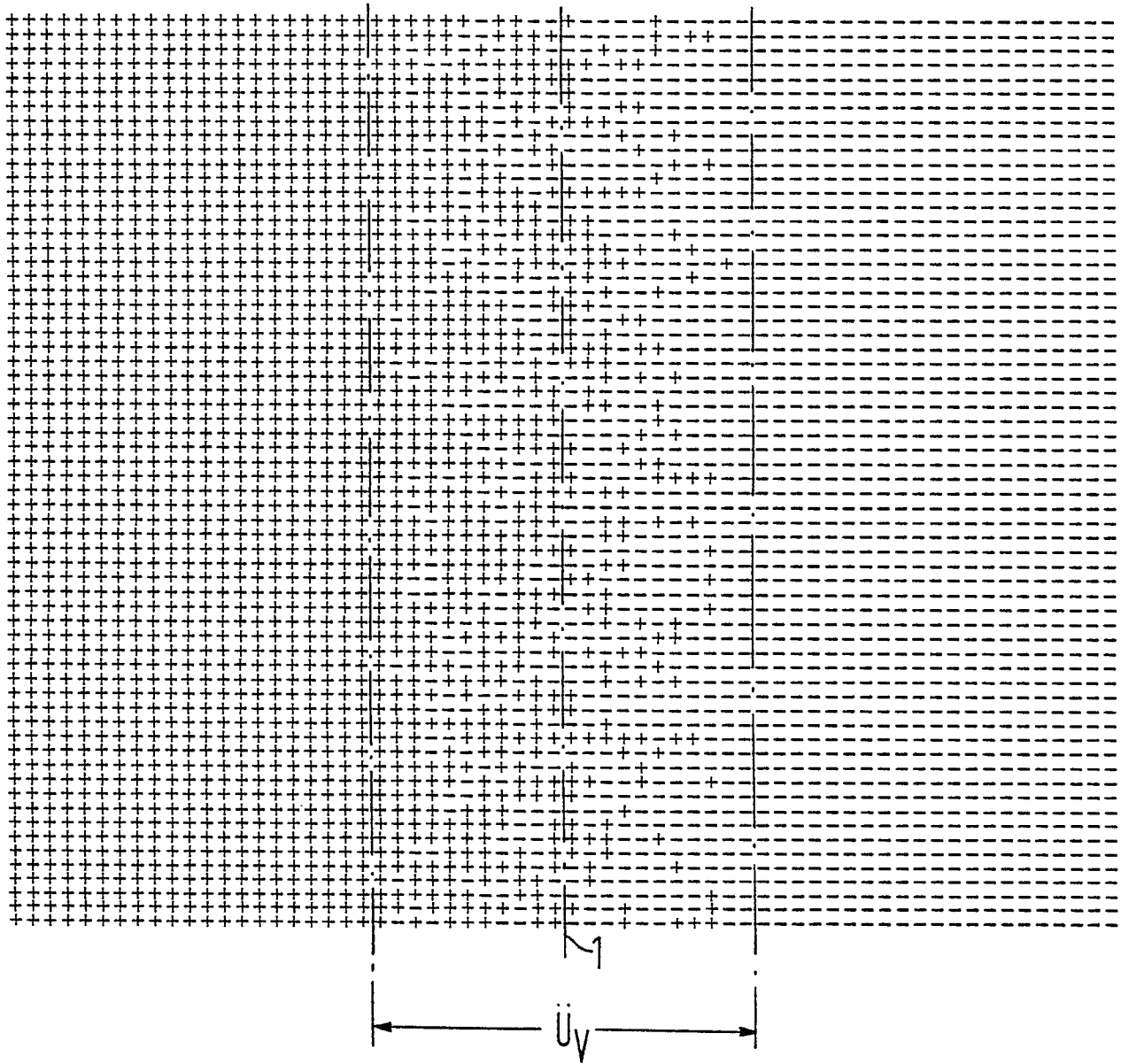


FIG 6

