

Erteilt auf Grund des Ersten Überleitungsgesetzes vom 8. Juli 1949

(WiGBL S. 175)

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



AUSGEGEBEN AM  
12. JANUAR 1953

DEUTSCHES PATENTAMT

PATENTSCHRIFT

Nr. 862 787

KLASSE 21a<sup>4</sup> GRUPPE 46<sup>01</sup>

L 5135 VIII a / 21 a<sup>4</sup>

Dr. Joachim Goldmann, Berlin-Wilmersdorf  
ist. als Erfinder genannt worden

C. Lorenz Aktiengesellschaft, Stuttgart-Zuffenhausen

Antennenanordnung zur Erzeugung von ebenen Strahlungsflächen  
der Strahlung Null

Patentiert im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland vom 28. Mai 1944 an

Der Zeitraum vom 8. Mai 1945 bis einschließlich 7. Mai 1950 wird auf die Patentdauer nicht angerechnet

(Ges. v. 15. 7. 51)

Patentanmeldung bekanntgemacht am 24. April 1952

Patenterteilung bekanntgemacht am 20. November 1952

Zur Erzeugung von Leitstrahlen für die Funknavigation ist die sogenannte Funkbake bekannt. Sie besteht aus einem Antennensystem kleiner Basis, das derart abwechselnd gespeist wird, daß  
5 zwei sich schneidende Richtdiagramme entstehen und empfangsseitig ein Amplitudenvergleich der getasteten Richtdiagramme vorgenommen wird. Mit derartigen Systemen kommt man nicht unter eine Leitstrahlbreite von  $2^\circ$ . Wo scharfe Leitstrahlen  
10 gefordert werden, ist man deshalb zu Interferenzsystemen übergegangen. Diese Verfahren arbeiten mit einer Antennenbasis groß zur Wellenlänge und nutzen die durch Interferenzwirkung entstehenden Nulllinien der Strahlung zur Ortung aus.  
15 Dieses System ist außerordentlich genau. Es entstehen bei einem derartigen Antennensystem eine Anzahl Nulllinien beiderseits der Basis. Der Nachteil dieser Systeme besteht jedoch darin, daß die

Abstände der einzelnen Nulllinien voneinander verschieden sind, daß nur die Linie senkrecht zur  
20 Antennenbasis eine Ebene ist, die anderen aber Kegelflächen sind, dadurch wird eine Ortung in Abhängigkeit des Elevationswinkels verschieden. Bei Tastung der Strahlung kann durch die verschiedenen Ausbreitungswege an der Heavisideschicht  
25 und durch die Bodenwelle eine Zeichenumkehr bzw. Leitstrahlverschiebung auftreten in Abhängigkeit der Flughöhe.

Außerdem ist die Kennung auf beiden Seiten der Basis verschieden. Die Zeichen kehren sich um,  
30 und bei Verfahren mit wandernden Interferenzlinien ist die Wanderungsrichtung auf beiden Seiten der Basis entgegengesetzt. Bei Frequenzwechsel ändert sich außerdem der Linienabstand.

Es besteht nun der Wunsch, mehrere Leitstrahlen bzw. Nulllinien durch ein Antennensystem  
35

zu erzeugen, deren Abstände gleich sind, deren Strahlungsflächen Ebenen sind und bei denen bei evtl. Drehung der Leitstrahlen über einen gewünschten Azimutwinkel die Drehrichtung aller Leitstrahlen über  $360^\circ$  gleich ist. Außerdem soll der Linienabstand unabhängig von der Frequenz sein.

Die Erfindung betrifft nun ein derartiges Antennensystem. Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, auf dem Umfang eines Kreises eine geradzählige Anzahl von Einzelstrahlern anzuordnen, die abwechselnd gegenphasig gespeist werden. Dieses Antennensystem sei im folgenden als mehrphasige Kreisgruppe bezeichnet.

Ordnet man beispielsweise sechs Strahler gleichmäßig auf dem Umfang eines Kreises an und erregt sie abwechselnd gegenphasig (Abb. 1a), so übersieht man leicht, daß die Strahlung in den ausgezeichneten Richtungen Null sein muß, da sich immer je zwei zu der betrachteten Richtung symmetrisch liegende Strahler in ihrer Wirkung aufheben. Man erkennt ebenso, daß aus dem gleichen Grunde in den angezeichneten Richtungen die Strahlung unter beliebigen Elevationswinkeln Null bleibt. Auf den drei in Abb. 1 b gezeichneten Ebenen ist also die Strahlung gleich Null, während sie an allen anderen Stellen dem Strahlungsdiagramm zweier gegenphasig gespeister Einzelstrahler entspricht. Diese Betrachtungen machen nur von den Symmetrieeigenschaften der Kreisgruppe Gebrauch. Sie gelten unabhängig vom dem Verhältnis der Wellenlänge zum Durchmesser des Kreises, auf welchem die Antennen angeordnet sind. Damit ist die Forderung, ebene Nullstrahlungsflächen mit gleichmäßigem Abstand zu schaffen, erfüllt. Dieses Antennensystem kann benutzt werden zur Aussendung einer Störstrahlung, die in den ausgezeichneten Richtungen verschwindet. Zur Erzeugung von Leitlinien, die durch Amplitudenvergleich zweier

$$\begin{aligned} \text{C-Gruppe} &= k_1 \cdot \cos 3\alpha = A \cdot \cos \varphi \cdot \cos 3\alpha \\ \text{S-Gruppe} &= k_2 \cdot \sin 3\alpha = A \cdot \sin \varphi \cdot \sin 3\alpha \\ &= \frac{A \cdot (\cos 3\alpha \cdot \cos \varphi + \sin 3\alpha \cdot \sin \varphi)}{A \cdot \cos (3\alpha - \varphi)} \end{aligned}$$

Wie die Durchrechnung zeigt, ist die von der C-Gruppe und von der S-Gruppe resultierende Strahlung gegen die Nullrichtung um den Winkel  $\varphi$  verschoben, wenn die C-Gruppe mit der Amplitude  $A \cdot \cos \varphi$  und die S-Gruppe mit der Amplitude  $A \cdot \sin \varphi$  gleichzeitig erregt wird.

Die Erzeugung von zwei Amplituden  $A \cdot \cos \varphi$  und  $A \cdot \sin \varphi$  konstanter Phasendifferenz geschieht auf folgende Weise: Die Speisung beider Kreisgruppen erfolgt durch ein Leistungsgoniometer, wie Abb. 5 zeigt. Die C-Gruppe der Antennenanpassung von Abb. 2 sind an die Feldspulen  $F_1, F_2$  eines Goniometers angeschlossen. Der Übersichtlichkeit halber sind die C-Gruppe und die S-Gruppe nebeneinander und nicht ineinander gezeichnet. Ein Generator  $G$  speist über eine Suchspule  $S_1$  das Goniometer. Bringt man jetzt zur Suchspule  $S_1$  des Goniometers eine um  $90^\circ$  gedrehte zweite Spule  $S_2$  an und schaltet abwechselnd im Komplementärzeichen-

Strahlungen entstehen, verwendet man gemäß der Erfindung folgende Anordnung:

In der in Abb. 2 dargestellten Anordnung sind auf dem Umfang eines Kreises zwei voneinander unabhängige, im Beispiel dreipaarige Kreisgruppen angeordnet. Sie werden im folgenden als die C-Gruppe (Cosinusgruppe, Kreise) und die S-Gruppe (Sinusgruppe, Punkte) bezeichnet. Man erkennt zunächst aus dem Vergleich mit Abb. 1, daß die C-Gruppe und die S-Gruppe sich nicht koppeln, denn die eine ist immer in den Strahlungsnullstellen der anderen angeordnet. Erregt man die C-Gruppe allein mit der Amplitude  $C$ , so ergibt sich ein Strahlungsdiagramm, wie Abb. 3 (ausgezogene Kurve) zeigt. Entsprechend gibt die S-Gruppe bei Erregung mit der Amplitude  $S$  das gestrichelte Diagramm Abb. 3. Man erkennt weiter, daß die Strahlung im Gegensatz zu den Interferenzsystemen einen gut sinusförmigen Verlauf hat.

Werden beide Kreisgruppen abwechselnd im Komplementärzeichenrhythmus getastet, so ergeben sich gemäß dem Ausführungsbeispiel zwölf Leitstrahlen, die durch die in Fig. 3 gezeigten Pfeile dargestellt sind, deren Abstand voneinander gleich ist.

Es besteht nun vielfach die Aufgabe, die Nulllinien einer Kreisgruppe bzw. die Leitstrahlen, entstanden aus der abwechselnden Tastung beider Kreisgruppen, in ihrer Richtung verschieben zu können. Zu diesem Zweck wird die eine Kreisgruppe mit einer Amplitude  $A \cdot \sin \varphi$  und die andere Kreisgruppe mit einer Amplitude  $A \cdot \cos \varphi$  erregt. Nach Abb. 4 a hat die eine Kreisgruppe mit der Amplitude  $A \cdot \cos \varphi$  das Diagramm  $\text{C} \cdot c$  zur Folge. Die andere Kreisgruppe allein mit der Amplitude  $A \cdot \sin \varphi$  erregt, hat das Diagramm  $\text{S} \cdot c$  zur Folge. Erregt man nun die C-Gruppe und die S-Gruppe gleichzeitig, so ergibt sich wieder eine gut sinusförmige Spannung (Abb. 4 b), die aber gegen die Nullrichtung um einen Winkel verschoben ist.

rhythmus die Spulen an den Generator, so entstehen wiederum durch Amplitudenvergleich zweier Strahlungen erzeugte Leitstrahlen, die sich jetzt je nach der Suchspulstellung in jede Richtung drehen lassen. Durch dauerndes Rotieren des Rotors des Goniometers entsteht ein rotierendes Funkfeuer, bei dem die Drehrichtung der Leitstrahlen immer die gleiche ist.

#### Die Speisung einer Kreisgruppe.

Wie in Abb. 6 a angedeutet, erfolgt die Speisung einer Gruppe von der Mitte aus über gleich lange Leitungen. Man wird möglichst ein symmetrisches Leitungsstück zwischen den Verzweigungspunkt und die Antenne legen, damit man durch einfache Kreuzung unabhängig von der Frequenz die notwendige Gegenphasigkeit im Antennenpaar erhält. In Abb. 6 b ist dies näher dargestellt. Der Verzweigungspunkt ist aus zeichnerischen Gründen als

Ring dargestellt. Man wird besonderen Wert darauf legen, daß die elektrische Länge zwischen Verzweigungspunkt und Antennenfußpunkt gleich  $90^\circ + n \cdot \lambda/2$  beträgt. In diesem Fall wird der Strom

5 in einer Antenne nur abhängig von den elektrischen Daten der Speiseglieder (Leitung und Anpassungen), aber unabhängig von der Größe des Antennenwiderstandes. *K* sind die Kästen für die Antennenabstimmung.

10 Da nun in einem Diagramm, z. B. dem ausgezogenen (Abb. 3), zwei benachbarte Maxima eine Phasendifferenz von  $180^\circ$  haben, ist es nicht möglich, Leitstrahlen zu erzeugen, in denen beim Umtasten die Amplituden und auch die Phasen konstant bleiben. Es ergibt sich also ganz allgemein beim Umtasten ein Phasensprung. Es ist nun

15 wünschenswert, in allen Leitstrahlen den gleichen Phasensprung zu erzeugen. Dies ist der Fall bei einer Größe des Phasensprunges von  $90^\circ$ . Es sei jedoch bemerkt, daß sich grundsätzlich jeder andere Wert verwirklichen läßt, z. B. in einem Leitstrahl der Phasensprung Null, dafür hat jedoch der benachbarte Leitstrahl den Wert  $180^\circ$  usw. Beim Überlagerungsempfang bildet sich der Phasensprung in der Hochfrequenz in einem gleich großen Phasensprung in der Tonfrequenz aus, der sich im allgemeinen als Tastklick bemerkbar macht. Die Grundschiwingung des Tastklicks hat jedoch die doppelte Frequenz wie die Modulation für die

20 Tastung. Wie aus Abb. 7 zu ersehen ist, sind im oberen Bild die Empfängerspannung im Leitstrahl und im unteren Bild die Empfängerspannung seitlich vom Leitstrahl dargestellt, und zwar bei einem Beispiel, wo man nicht im Komplementärzeichenrhythmus, sondern mit einer Tonfrequenz rechteckig tastet und der Leitstrahl durch Verschwinden der Modulation definiert ist. Die Grundschiwingung des Tastklicks läßt sich ihrer doppelten Frequenz wegen durch ein Tiefpaßfilter auf der Empfangsseite unterdrücken, so daß er nicht mehr störend ins Gewicht fällt.

Die Einstellung des gewünschten Phasensprunges kann z. B. dadurch geschehen, daß vor einer Suchspule des Goniometers ein entsprechendes Phasenglied *Ph* gelegt ist (s. Abb. 5). Zur Erzielung eines  $90^\circ$ -Phasensprunges in allen Leitstrahlen ist ein  $90^\circ$ -Glied erforderlich.

Bei Verfahren zur azimutalen Richtungsbestimmung mittels rotierendem Funkfeuer wird oft nach einem bestimmten Drehwinkel der Richtstrahlung ein ungerichtetes Diagramm ausgesandt. Dieses runde Strahlungsdiagramm ist ebenfalls mit der erfindungsgemäßen Antennenanordnung leicht zu erzeugen. Werden nämlich im Beispiel sämtliche

55 zwölf Antennen einer Kreisgruppe gleichphasig erregt, so entsteht ein resultierendes Strahlungsdiagramm, das um weniger als 1% vom idealen Runddiagramm abweicht. Die Umschaltung kann durch Betätigung eines Umpolrelais im stromlosen Zustand vorgenommen werden. Auf diese Weise ist es möglich, eine besondere Mittelantenne als Rund-

60

strahler zu vermeiden, und das Senderhaus kann in der Mitte des Antennenkranzes errichtet werden, da dort ein strahlungsfreier Punkt der Anlage ist.

#### PATENTANSPRÜCHE:

1. Antennenanordnung zur Erzeugung von ebenen Strahlungsflächen der Strahlung Null, insbesondere für Verfahren zur azimutalen Richtungsbestimmung, bzw. zur Erzeugung mehrerer gleichzeitig erzeugter Leitstrahlen, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Umfang eines Kreises eine geradzahlige Anzahl von Einzelstrahlern angeordnet ist, eine mehrpaarige Kreisgruppe, welche Strahler abwechselnd gegenphasig gespeist werden.

2. Antennenanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an den Orten der Kreisgruppe, an denen die Strahlung infolge Interferenz Null ist, eine zweite Kreisgruppe angeordnet ist, bestehend aus ebenfalls einer geradzahligen Anzahl von abwechselnd gegenphasig gespeisten Einzelstrahlern.

3. Zur azimutalen Richtungsbestimmung dienendes Verfahren unter Benutzung der Antennenanordnung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kreisgruppen im Komplementärhythmus abwechselnd getastet werden.

4. Zur azimutalen Richtungsbestimmung dienendes Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die eine Kreisgruppe (*s*) mit der Amplitude  $A \cdot \sin \varphi$  und die andere Kreisgruppe (*c*) gleichzeitig mit der Amplitude  $A \cdot \cos \varphi$  erregt wird.

5. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß beide Kreisgruppen über ein Leitungsgoniometer  $F_1, F_2, S_1$  (Fig. 5) gespeist werden.

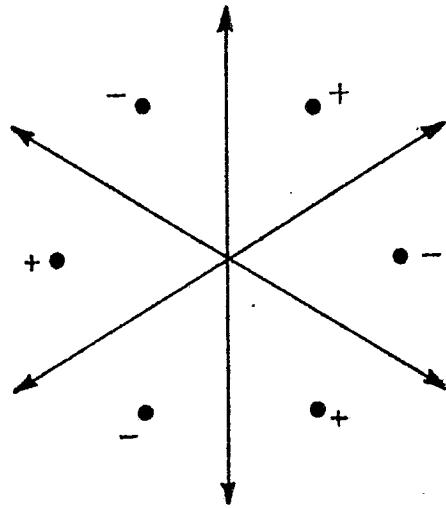
6. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Leitungsgoniometer zwei um  $90^\circ$  gekreuzte Suchspulen ( $S_1, S_2$ ) besitzt, die abwechselnd im Komplementärzeichenrhythmus an den Generator (*G*) angeschlossen werden.

7. Anordnung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bildung eines Drehfunkfeuers die Suchspule ( $S_1, S_2$ ) des Leitungsgoniometers rotiert.

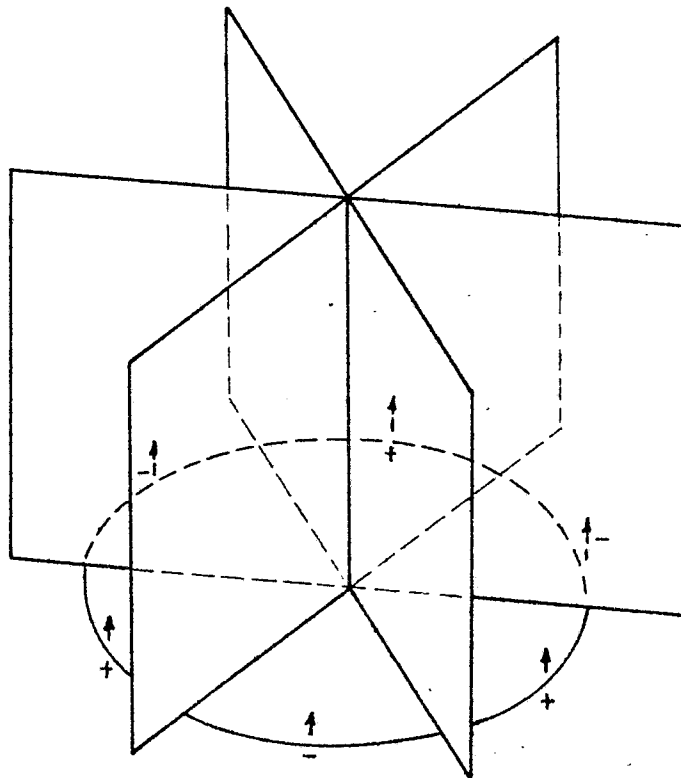
8. Anordnung nach Anspruch 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß vor einer Suchspule ( $S_2$ ) ein Phasenglied (*Ph*) eingeschaltet ist, das den Phasensprung in den Leitstrahlen bestimmt (Fig. 5).

9. Antennenanordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Speisung einer Kreisgruppe von der Mitte aus über gleich lange Leitungen erfolgt, insbesondere die Leitungen elektrisch  $90^\circ + n \cdot \lambda/2$  lang sind (Fig. 6).

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen



*Abb. 1a*



*Abb. 1b*

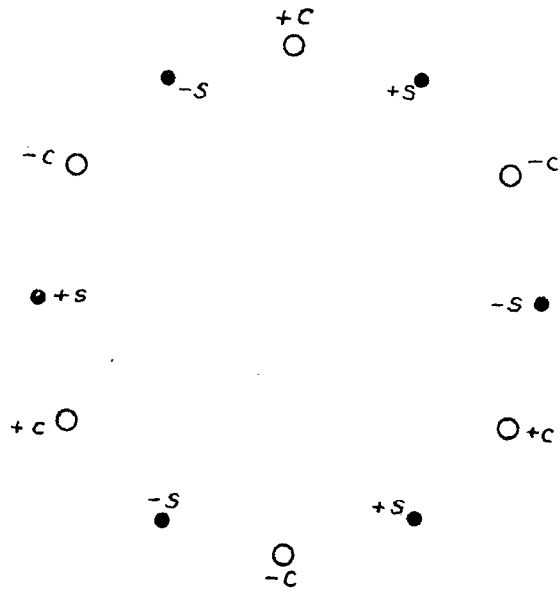


Abb. 2

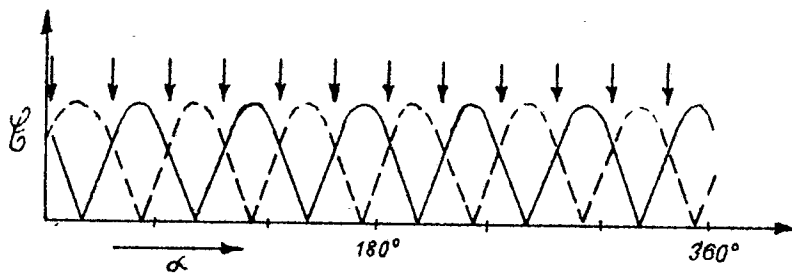


Abb. 3

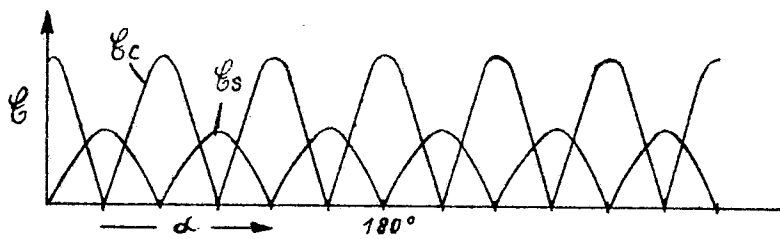


Abb. 4a

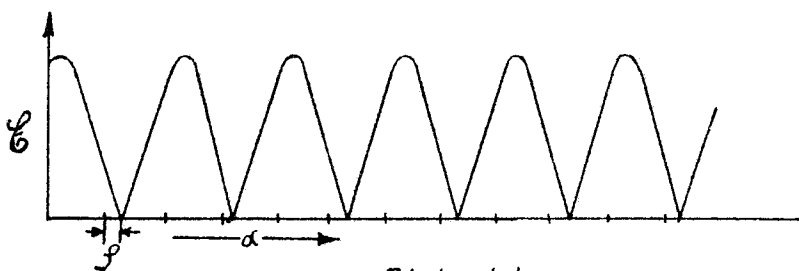


Abb. 4b

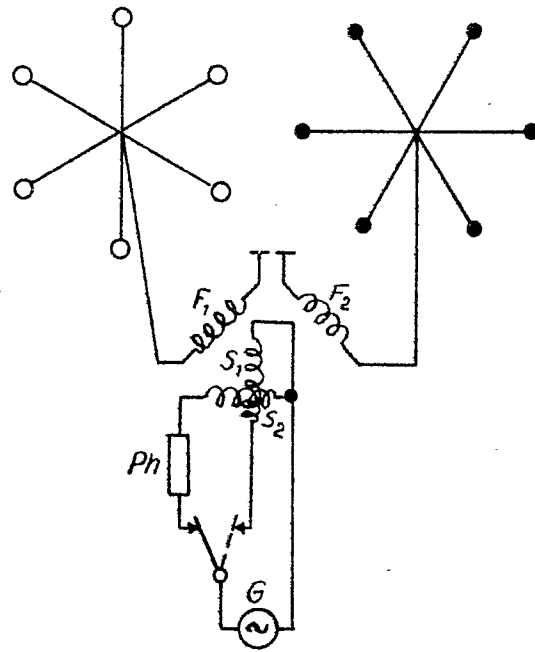


Abb. 5

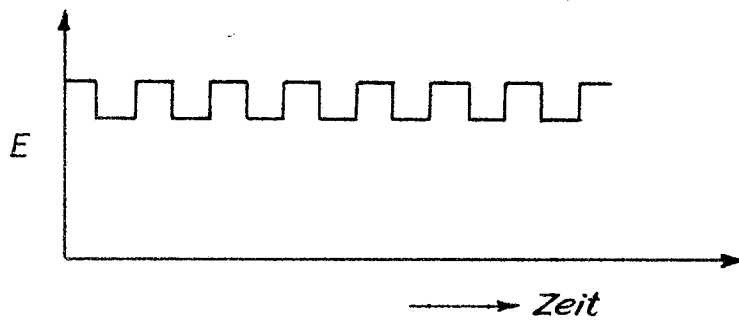
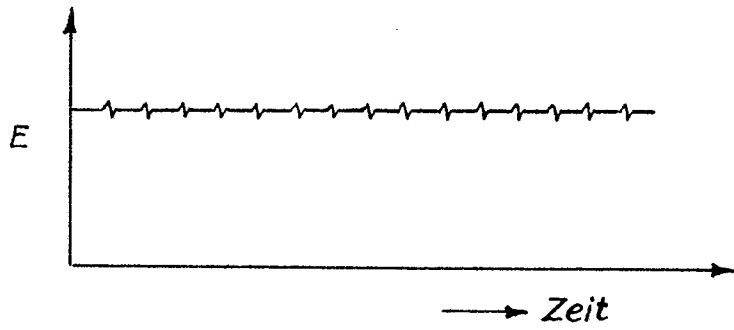


Abb. 7

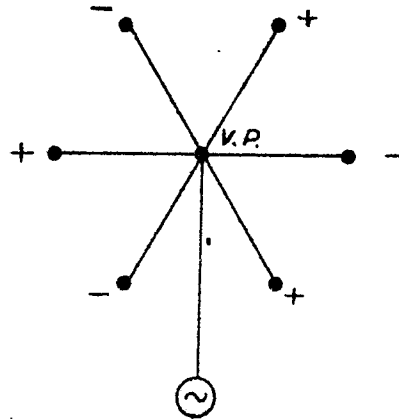


Abb. 6a

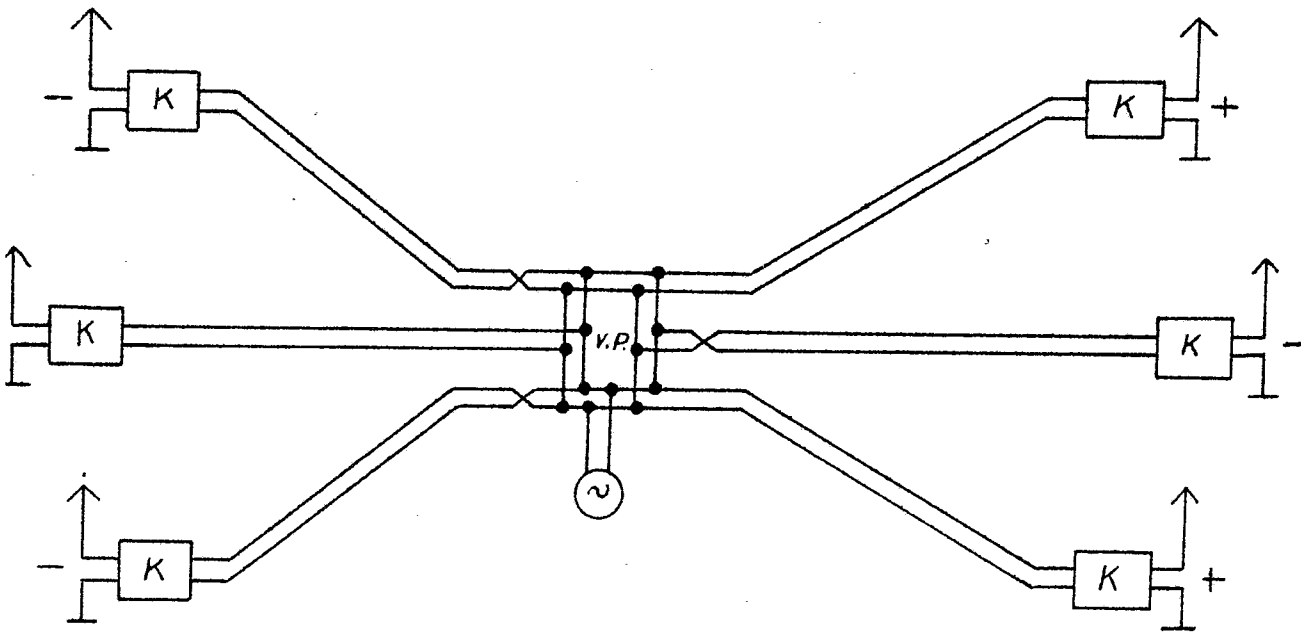


Abb 6b