

Erteilt auf Grund des Ersten Überleitungsgesetzes vom 8. Juli 1949

(WiGBl. S. 175)

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



AUSGEGEBEN AM
4. OKTOBER 1954

DEUTSCHES PATENTAMT

PATENTSCHRIFT

Nr. 918 761

KLASSE 21a⁴ GRUPPE 48₁₂

I. 425I VIIIa / 21a⁴

Dr.-Ing. Fritz Steiner, Wien-Gaaden
ist als Erfinder genannt worden

C. Lorenz Aktiengesellschaft, Stuttgart-Zuffenhausen

Zielkursanlage

Patentiert im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland vom 5. April 1945 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 4. Februar 1954

Patenterteilung bekanntgemacht am 26. August 1954

Zur Ansteuerung beliebiger drahtloser Sender benutzt man bekanntlich Peilempfangsgeräte, die mit einem Rahmen und einer ungerichteten Hilfsantenne ausgerüstet sind. Diese Geräte erzeugen durch rhythmische Umschaltung entweder der gerichteten oder auch der ungerichteten Antenne wechselweise zwei spiegelbildlich zum Zielkurs liegende kardioidenförmige Richtempfangsdiagramme, durch deren Schnitt die Kursrichtung festgelegt ist.

Es sind folgende zwei Bedingungen an eine derartige Peilanlage zu stellen:

1. Die Phase zwischen der Spannung der ungerichteten Antenne und derjenigen des Rahmens muß über den ganzen zu übertragenden Frequenzbereich über-

einstimmen, da sonst zusätzliche Peilfehler entstehen können.

2. Die Spannung der Hilfsantenne und die der Rahmenantenne müssen auch in ihrem Amplitudenverhältnis über den Bereich übereinstimmen, da dieses Verhältnis ein Maß für die Schnittschärfe des Gerätes ist und sich diese über den Bereich möglichst nicht ändern soll.

Da die Ausgangsspannungen der ungerichteten Antenne, nachstehend, wie häufig, Hilfsantenne genannt, und diejenige der Rahmenantenne eine Phasenverschiebung von 90° aufweisen und das erwähnte Amplitudenverhältnis sich proportional mit der Frequenz ändert, sind die gestellten Forderungen bisher

über einen größeren Frequenzbereich nur mit erheblichem Aufwand zu erfüllen, sofern man voraussetzt, daß die von der Antenne gelieferten Spannungen möglichst gut ausgenutzt werden sollen. Eine weitere Schwierigkeit liegt darin, daß das eigentliche Empfangsgerät mit der Rahmenantenne bzw. der ungerichteten Antenne häufig aus Einbaugründen mit langen Kabeln verbunden werden soll. Es müssen dann die Ein- und Ausgangswiderstände des Empfangsgerätes in weiten Grenzen mit dem Wellenwiderstand der verwendeten Hochfrequenzleitung übereinstimmen. Um dies zu erreichen, sind eine große Anzahl von Schaltelementen mit engen Toleranzen oder erhebliche Abgleich- und Prüfarbeiten erforderlich.

Diese Schwierigkeiten können vermieden werden, wenn gemäß der Erfindung die Rahmenantenne durch entsprechende Schaltelemente zu einem Parallelresonanzkreis ergänzt wird und die an diesem Kreis abgenommene Spannung mit derjenigen, die an einer zu einem Serienresonanzkreis ergänzten ungerichteten (Hilfs-)Antenne abgenommen wird, in wechselnder Phase zusammengesetzt wird.

Hierdurch ist eine vollständige Übereinstimmung der beiden Spannungen über den ganzen Frequenzbereich zu erzielen.

Zweckmäßig werden Rahmen- und Hilfsantennenkreis voneinander entkoppelt, namentlich durch Pentoden oder andere Röhren. Diese Röhren können gleichzeitig zur Phasenumtastung der einen Spannung gegen die andere dienen.

Bei einer Ausführungsform der Erfindung wird zum rhythmischen Umschalten eine Gegentaktanordnung verwendet, deren Röhren im Takt einer Niederfrequenz wechselweise gesperrt sind. Hierdurch wird eine hochfrequente Spannung wechselnder Phase erzeugt. Wird diese gleichzeitig mit der von der ungerichteten Antenne gelieferten Spannung auf den eigentlichen Empfänger gegeben, so ergibt sich eine im Takt der umschaltenden Niederfrequenz modulierte Hochfrequenz, deren Modulationsgrad der Abweichung zum Zielkurs entspricht. Bei einer Schwenkung der Rahmenantenne um das Peilminimum ändert sich nämlich das Vorzeichen der Rahmenspannung und damit auch die Phase der Modulation. Der Phasensinn der Modulation ist davon abhängig, ob der angesteuerte Sender rechts oder links vom Kurs liegt. In einer Phasenbrücke kann dann die Phase der auf dem Wege über die Hochfrequenz erhaltenen Niederfrequenz mit derjenigen, die die Sperrung der Gegentaktanordnung vornimmt, verglichen und daraus die Kursanzeige abgeleitet werden.

Die erwähnte Gegentaktanordnung zur Umschaltung kann in unmittelbarer Nähe der Rahmenantenne gesetzt werden, und es können hierdurch lange hochfrequenzführende Kabel vermieden werden.

Der Anodenkreis der Gegentaktanordnung kann weiterhin durch eine doppelte Kompensationsschaltung so ausgebildet werden, daß mit geringster künstlicher Dämpfung die Schwankung des Ausgangswiderstandes der Gegentaktstufe innerhalb zugelassener Grenzen bleibt. Der Aufwand an Hochfrequenzschaltelementen beschränkt sich dadurch auf eine

bzw. zwei Hochfrequenzspulen mit zugehörigen Kondensatoren und Dämpfungswiderständen, je nachdem, ob man die ungerichtete Spannung der Rahmenantenne entnimmt oder nicht.

Es seien im nachstehenden zunächst die Ergänzung der Rahmenantenne zu einem Parallelkreis und die an diesem Kreis abgenommene Spannung und die Zusammenführung der an diesem Kreis abgeführten Spannung mit derjenigen, die an einer zu einem Serienresonanzkreis ergänzten Hilfsantenne abgenommen wird, behandelt und später als Ausführungsbeispiel der Erfindung die vollständige Gegentaktanordnung, deren Röhren im Takt einer Niederfrequenz wechselweise gesperrt sind, gezeigt.

Bei der Schaltung nach der Abb. 1 wird eine ungerichtete Spannung durch die Hilfsantenne H gewonnen, die mit derjenigen des Rahmens R kombiniert wird, während nach der Abb. 2 die ungerichtete Spannung in an sich bekannter Weise aus dem Rahmen R selbst entnommen wird.

Die Abb. 3 zeigt die Ersatzschaltung dieser beiden Schaltungen, wobei der Parallelkreis an der Anode, an dem ja die Spannungen von Hilfs- und Rahmenantenne vereinigt sind, zunächst weggelassen wird. Man kann ihn zur Belastung gehörig betrachten; er ändert nichts mehr an dem Amplituden- und Phasenverhältnis der beiden Spannungen.

Die Bedeutung der Buchstaben ist die folgende:

U_{0R}	Ur-Rahmenspannung,	
U_{0H}	Ur-Hilfsantennenspannung,	
U_{1R}	Rahmenspannung am Parallelkreis,	95
U_{2R}	Rahmenspannung an der Anode,	
U_{2H}	Hilfsantennenspannung an der Anode,	
R_1	Dämpfungswiderstand des Parallelkreises,	
L_1	Induktivität des Parallelkreises,	
\mathcal{R}_1	Gesamtwiderstand des Parallelkreises,	100
Q_1	Resonanzschärfe des Parallelkreises,	
\mathcal{R}_0	Blindwiderstand von L_0 ; $\mathcal{R}_0 = j\omega L_0$,	
R_2	Dämpfungswiderstand des Serienkreises,	
\mathcal{R}_s	Gesamtwiderstand des Serienkreises,	
Q_2	Resonanzschärfe des Serienkreises,	105
L_0	Induktivität der Rahmenantenne,	
V	Verstimmung.	

Es sei noch darauf hingewiesen, daß der Index R den Rahmen und der Index H die Hilfsantenne bedeutet.

Es ist

$$\frac{U_{1R}}{U_{0R}} = \frac{\mathcal{R}_1}{\mathcal{R}_0 + \mathcal{R}_1} = \frac{\mathcal{R}_0 \cdot \mathcal{R}_1}{\mathcal{R}_0 (\mathcal{R}_0 + \mathcal{R}_1)} = \frac{\mathcal{R}_{res}}{\mathcal{R}_0}$$

Wird die Kapazität C des Parallelkreises so gewählt, daß sie für die Mitte des Bereiches in Resonanz mit L_1 und L_0 ist, so können wir für \mathcal{R}_{res} die Formel für den gedämpften Parallelschwingungskreis anwenden:

$$\mathcal{R}_{res} = \frac{R_1}{1 + j Q_1 V} \quad 120$$

Ferner $\mathcal{R}_0 = j\omega L_0$, daher

$$\frac{U_{1R}}{U_{0R}} = \frac{\mathcal{R}_{res}}{\mathcal{R}_0} = \frac{R_1}{(1 + j Q_1 V) j\omega L_0} \quad 125$$

Die Ur-Rahmenspannung U_{0R} nimmt mit ω zu,

$U_{0R} = K \cdot \mathcal{E} \cdot \omega$, wobei \mathcal{E} = Feldstärke, K = Konstante bedeutet.

$$\frac{U_{1R}}{K \cdot \mathcal{E} \cdot \omega} = \frac{R_1}{(1 + j \varrho_1 V) j \omega L_0};$$

$$\frac{U_{1R}}{\mathcal{E}} = \frac{K \cdot \omega \cdot R_1}{(1 + j \varrho_1 V) j \omega L_0}.$$

Wir ziehen die Konstanten zusammen

$$K' = \frac{K \cdot R_1}{L_0},$$

somit

$$\frac{U_{1R}}{\mathcal{E}} = -j \cdot \frac{K'}{1 + j \varrho_1 V}. \quad (1)$$

Zur Bestimmung von U_{2R} benutzen wir die Beziehung

$$\frac{U_{2R}}{U_{1R}} = S \cdot \mathcal{R}_a. \quad (2)$$

Hierin bedeutet S = Steilheit.

Durch Multiplizieren von Gleichung (1) und (2) erhalten wir:

$$\frac{U_{2R}}{\mathcal{E}} = S \cdot \mathcal{R}_a \cdot j \frac{-K'}{1 + j \varrho_2 V}.$$

Wir führen ein die Formel für den gedämpften Reihenresonanzkreis

$\mathcal{R}_a = R_2 \cdot (1 + j \varrho_2 V)$ und $K'' = K' \cdot S \cdot R_2$ und erhalten

$$\frac{U_{2R}}{\mathcal{E}} = j \frac{-K''}{1 + j \varrho_1 V} (1 + j \varrho_2 V).$$

Wenn wir nun noch den Reihen- und Parallelresonanzkreis so dimensionieren, daß $\varrho_1 = \varrho_2$ wird, so ergibt sich

$$\frac{U_{2R}}{\mathcal{E}} = -j K'',$$

d. h. die an der Anode auftretende Rahmenspannung ist unabhängig von der Frequenz und in der Phase konstant.

Die von der Hilfsantenne herrührende, an der Anode auftretende Spannung U_{2R} (immer noch vorausgesetzt, daß der Anodenparallelwiderstand nicht angeschlossen ist) ist aber gleich U_{0R} , da der Widerstand des Reihenzweiges klein bleibt gegen den Innenwiderstand der Röhre.

Somit sind also die in (1) und (2) gestellten Ansprüche erfüllt. Zur näheren Erklärung der oben aufgestellten Behauptung, daß der Ausgangswiderstand innerhalb gewisser Grenzen konstant bleibt, betrachten wir das Ersatzbild der Anodenspule (Abb. 4). Mit \mathcal{G} bezeichnen wir den Leitwert.

Abb. 5 zeigt die Leitwertortskurven von \mathcal{G}_1 und \mathcal{G}_2 und deren Zusammensetzung $\mathcal{G}_1 + \mathcal{G}_2$.

Abb. 6 zeigt die Widerstandsartskurve $\frac{1}{\mathcal{G}_1 + \mathcal{G}_2}$ der in Abb. 5 gezeigten Leitwertortskurve $\mathcal{G}_1 + \mathcal{G}_2$; ferner wird diese Widerstandsartskurve mit der Ortskurve von \mathcal{R}_0 zusammengesetzt. Durch passende Dimensionierung erhält man eine Kurve, die einen gewissen Toleranzkreis nicht überschreitet.

In der Abb. 7 ist die vollständige Anlage gezeigt. Es ist angenommen, daß die eigentliche Zielkursanlage in Form eines Vorsatzgerätes ausgeführt ist, das mit einem Empfänger E zusammenarbeitet. Im Eingang des Empfängers befindet sich ein Schalter S_1 , durch den wahlweise die Antenne A zur Aufnahme von Nachrichten oder die erfindungsgemäße Zielkursanlage angeschlossen werden kann. Es handelt sich um einen Zwischenfrequenzempfänger, der eine Anzapfung besitzt, der die gleichgerichtete Zwischenfrequenz GZF für die Zwecke der Zielkursanlage entnommen werden kann.

Die unabgeschirmte Rahmenantenne RA liefert gleichzeitig eine Rund- und Richtspannung. Es sei zunächst die gerichtete Spannung betrachtet. Diese gelangt an den Übertrager L_1 . Dieser bildet zusammen mit dem Kondensator C_1 und dem Widerstand W_1 eine Anordnung, die dem Parallelresonanzkreis der Abb. 3 entspricht. Über die Kondensatoren C_2 und C_3 wird die Hochfrequenz in entgegengesetzter Phase den Gittern der Röhren $R\ddot{o}_1$ und $R\ddot{o}_2$ zugeführt. Die beiden Röhren sperren sich, wie weiter unten näher erläutert wird, durch Selbsterregung abwechselnd gegenseitig. Dadurch gelangt die Richtspannung mit wechselnder Phase über die Kondensatoren C_4 und C_5 an den Übertrager L_2 . Die Widerstände W_2 und W_3 dienen zur Zuführung der Gleichspannung an die betreffenden Anoden.

Aus der Mitte der Primärseite des Übertragers L_1 wird die ungerichtete Spannung entnommen. Der Innenwiderstand der Hilfsantenne, der ja kapazitiv ist, bildet zusammen mit dem Widerstand W_4 und der Streuinduktivität des Übertragers L_2 den der Abb. 3 entsprechenden, an der Anode liegenden Serienkreis. In dem Übertrager L_2 werden nun die umgestastete gerichtete und die ungerichtete Spannung zusammengesetzt und über den Kondensator C_6 , welcher mit der Streuinduktivität des Übertragers L_2 den Widerstand R_0 in Abb. 4 bildet, dem Empfänger E zugeführt. Dort wird die zusammengesetzte Spannung verstärkt und nach Gleichrichtung (Zielflug-)Gerät wieder zugeführt. Diese Spannung GZF enthält eine Gleichstromkomponente, die der ungerichteten Spannung proportional ist, und eine Wechselstromkomponente, die nach Betrag und Vorzeichen der jeweiligen Rahmenspannung entspricht. Die Gleichstromkomponente wird über den Widerstand W_5 dem Gitter der Röhre $R\ddot{o}_3$ zugeführt und dient dazu, die Verstärkung der Gesamtanlage in bestimmten Grenzen konstant zu halten, wodurch erreicht wird, daß der Ausschlag des Zielkursinstrumentes im wesentlichen nur ein Maß für die Auslenkung des Rahmens und von der Feldstärke weitgehend unabhängig ist. Die Änderung der Gleichspannung am Gitter der Röhre $R\ddot{o}_3$ bewirkt eine Änderung des Anodenstromes und somit eine Änderung der Spannung an der Anode bzw. am Widerstand W_6 . Diese Spannung dient der Abstimmanzeige mit Hilfe des Instrumentes \mathcal{J}_0 .

Die Wechselspannungskomponente wird einmal gleichfalls über den Widerstand W_5 demselben Gitter, andererseits aber auch über den Kondensator C_7 dem zweiten Steuergitter der Röhre $R\ddot{o}_3$ und somit auch

dem Steuergitter des Triodensystems dieser Röhre
zugeführt. Die Arbeitswiderstände des Hexoden- und
Triodenteils sind so gewählt, daß im ausgeregelten
Zustand des Empfängers (große Gleichspannungen
5 der *GZF* verursachen eine vollkommene Sperrung des
Hexodensystems) die Verstärkung einen durch den
Wahlschalter *S* einstellbaren Bruchteil im ungeregelten
Zustand beträgt. Die Kondensatoren C_8, C_9, C_{10}, C_{11}
10 dienen zur Unterdrückung der tonfrequenten Modu-
lation der empfangenen Hochfrequenz. Die Wechsel-
spannung wird über den Kondensator C_{12} der Röhre $R\delta_4$
zugeführt, dort nochmals verstärkt und gelangt
nunmehr zur Auswertung an eine Phasenbrücke,
15 die ihre Erregung von den Röhren $R\delta_1$ und $R\delta_2$
bezieht.

Vor Erläuterung der Phasenbrücke sei zunächst
erklärt, wie die Selbsterregung der Röhren $R\delta_1$ und
 $R\delta_2$ zustande kommt. Wird z. B. das Gitter der Röhre
 $R\delta_1$ positiv, wird der Anodenstrom größer und somit
20 auch der Spannungsabfall am Widerstand W_7 , die
Anode also negativ. Diese negative Spannung wird
über den Kondensator C_{13} und den Widerstand W_8
dem Gitter der Röhre $R\delta_2$ zugeführt, wodurch der
Spannungsabfall am Widerstand W_9 kleiner wird
25 und somit die Anode positiver. Diese positive Span-
nung wird über den Kondensator C_{14} und W_{10} wieder
dem Gitter der Röhre $R\delta_1$ zugeführt, das Gitter wird
wieder positiver, wodurch die Selbsterregung einge-
treten ist. Die Frequenz bestimmt sich aus der Formel:
30

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{C_{15} W_7 C_{16} W_9 C_{13} W_{11} C_{14} W_{12}}}$$

35 Über die Widerstände W_{13} und W_{14} werden die beiden
gegenphasigen Spannungen als Erregerspannung der
Brücke zugeführt. Wenn über W_{15} und W_{16} aus der
Röhre $R\delta_4$ keine Spannung auf die Phasenbrücke
kommt, fließt in der einen Halbwelle kein Strom, da
40 der Gleichrichter *Gl* sperrt; in der anderen Halbwelle
fließen durch das Instrument \mathfrak{J}_K zwei gleich große,
entgegengesetzt gerichtete Ströme, die sich gegen-
seitig aufheben. Voraussetzung ist, daß die beiden
Ströme gleich groß sind, was durch einen Abgleich am
45 Widerstand W_{17} erreicht werden kann.

Kommt jetzt von der Röhre $R\delta_4$ eine Wechsel-
spannung, so wird sich diese je nach ihrer Phase auf
der einen Seite des Gleichrichters mit der Erreger-
spannung addieren, auf der anderen Seite subtrahieren,
50 die durch den Gleichrichter fließenden Gleichspan-
nungen werden also ungleich sein. Die übrigbleibende

Gleichspannung wird durch das Instrument \mathfrak{J}_K an-
gezeigt, wodurch an ihm der Kurs abgelesen werden
kann.

PATENTANSPRÜCHE:

55

1. Zielkursanlage mit Umtastung, dadurch ge-
kennzeichnet, daß die Rahmenantenne durch ent-
sprechende Schaltelemente zu einem Parallel-
resonanzkreis ergänzt ist und die an diesem Kreis
60 abgenommene Spannung und diejenige Spannung,
die an einer zu einem Serienresonanzkreis ergänzten
Hilfsantenne abgenommen ist, in wechselnder
Phase zusammengesetzt sind.

2. Zielkursanlage nach Anspruch 1, dadurch ge-
kennzeichnet, daß der Rahmenkreis und der Hilfs-
antennenkreis voneinander entkoppelt sind. 55

3. Zielkursanlage nach Anspruch 2, dadurch ge-
kennzeichnet, daß zur Entkopplung Röhren,
vorzugsweise Pentoden, vorgesehen sind. 70

4. Zielkursanlage nach Anspruch 3, dadurch ge-
kennzeichnet, daß die zur Entkopplung dienenden
Röhren gleichzeitig zur Phasenumtastung der
einen Spannung gegen die andere verwendet sind.

5. Zielkursanlage nach einem der Ansprüche 1
bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der mit der
Hilfsantennenkapazität gebildete Reihenresonanz-
kreis durch Zusammenschaltung mit einem Parallel-
resonanzkreis und einem weiteren Reihenresonanz-
kreis zu einer Zweipolquelle zusammengeschaltet
80 ist, deren Innenwiderstand konstant ist.

6. Zielkursanlage nach Anspruch 5, dadurch ge-
kennzeichnet, daß der Parallelresonanzkreis zum
Teil durch die Ausgangskapazität der Röhren
gebildet ist. 85

7. Zielkursanlage nach Anspruch 6, dadurch ge-
kennzeichnet, daß der weitere Reihenresonanzkreis
zum Teil durch die Streuinduktivität des Parallel-
resonanzkreises gebildet ist.

8. Zielkursanlage nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Röhren-
gegentaktstufe, die wechselweise in niederfre-
quentem Rhythmus gesperrt ist, und durch Mittel,
um die hierdurch entstehende niederfrequent-
modulierte Hochfrequenz nach erfolgter Gleich-
95 richtung in bezug auf ihre Phasenlage zu der
Niederfrequenz, die die Sperrung vornimmt, zu
vergleichen und hieraus die Kursabweichungen
abzuleiten.

9. Zielkursanlage nach Anspruch 8, dadurch ge- 100
kennzeichnet, daß der Vergleich mit Hilfe einer
Brücke erfolgt.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

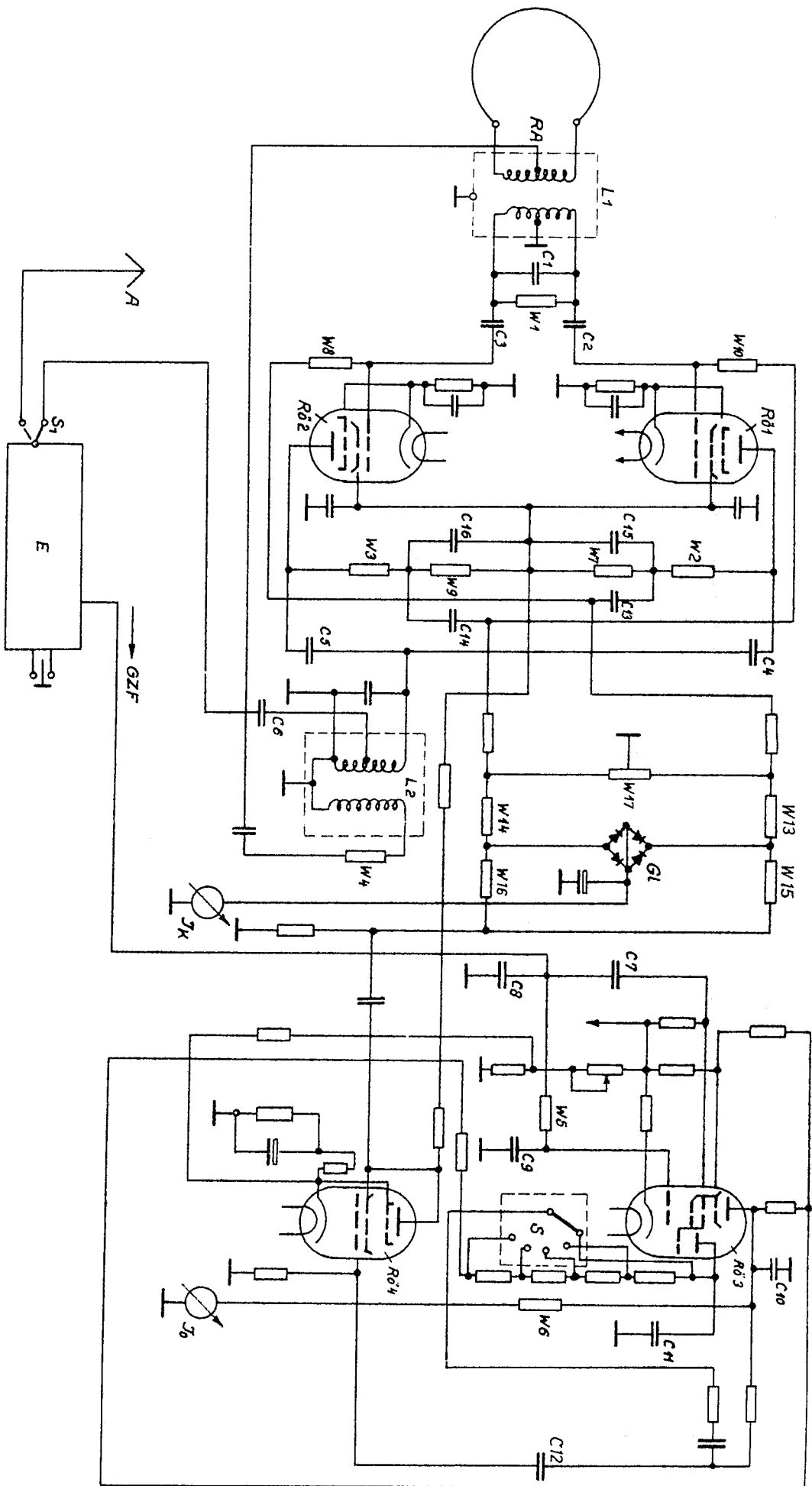


Abb. 7

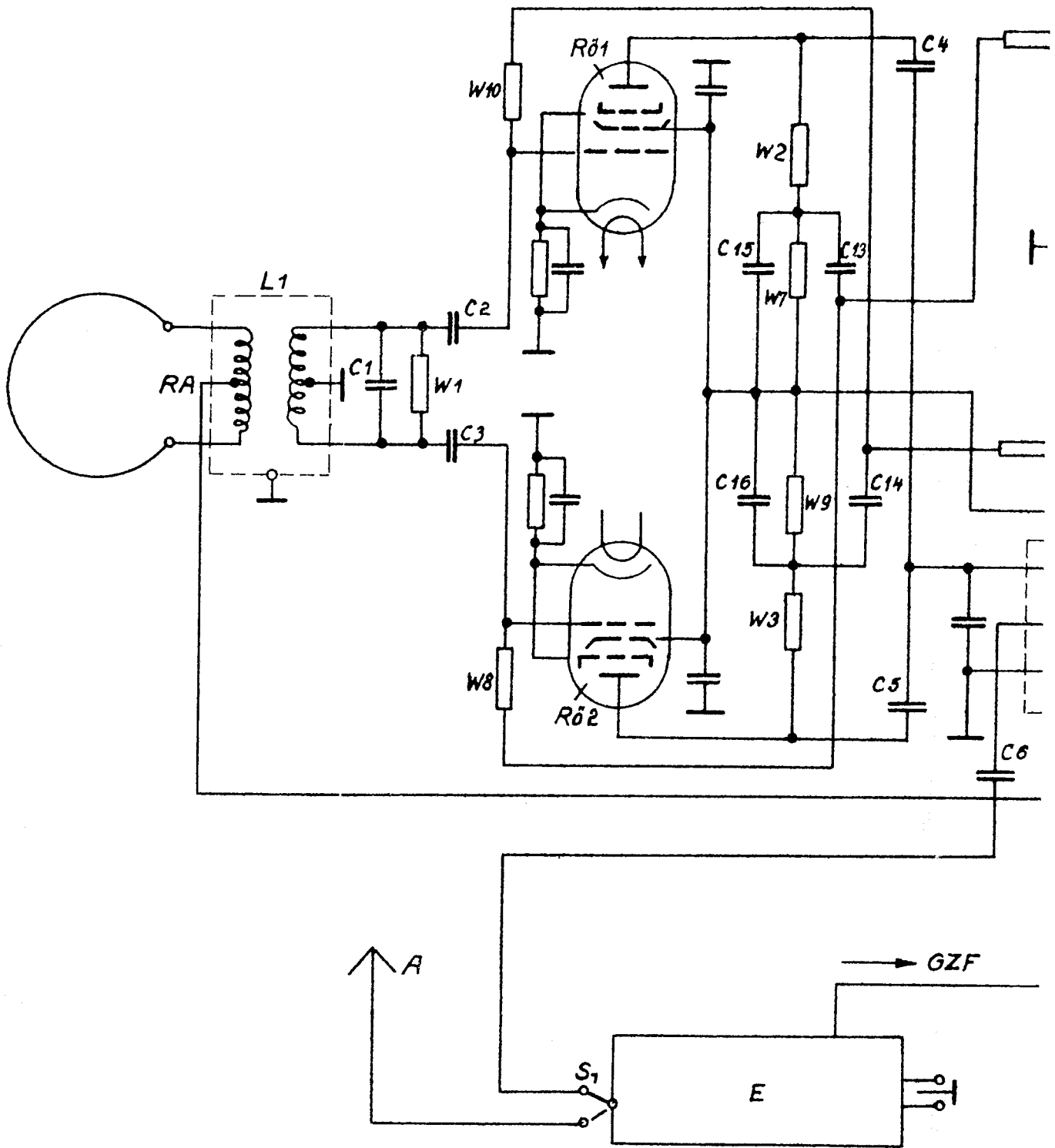
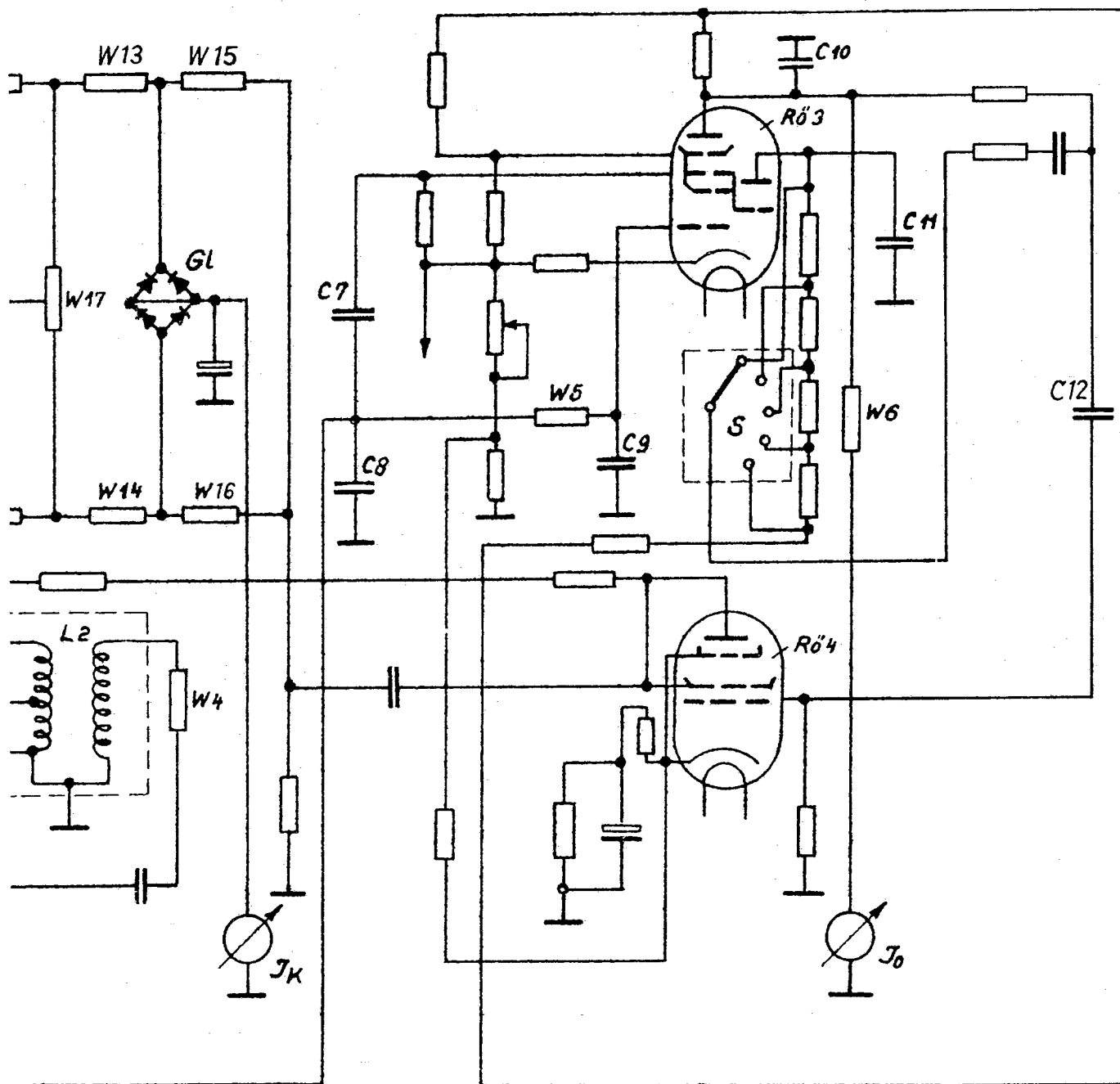


Abb. 7



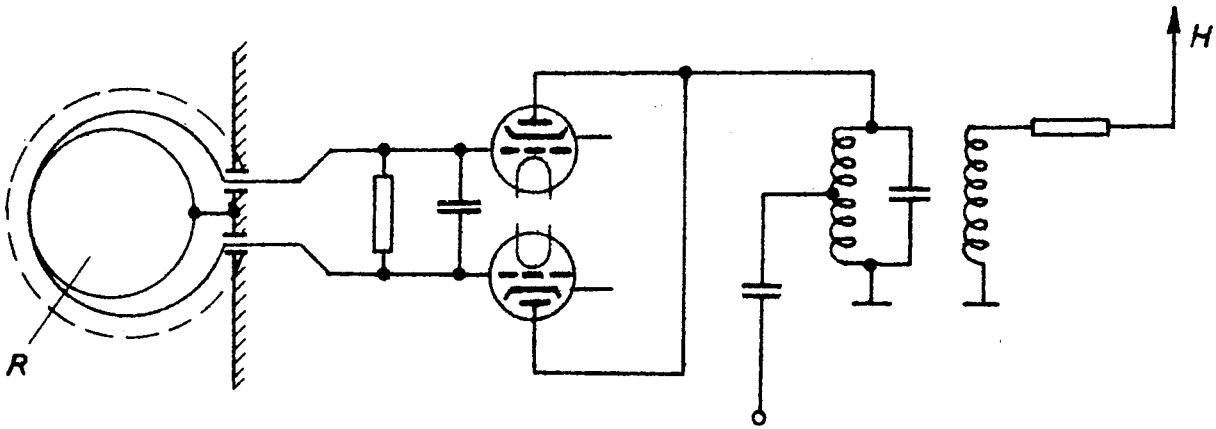


Abb. 1

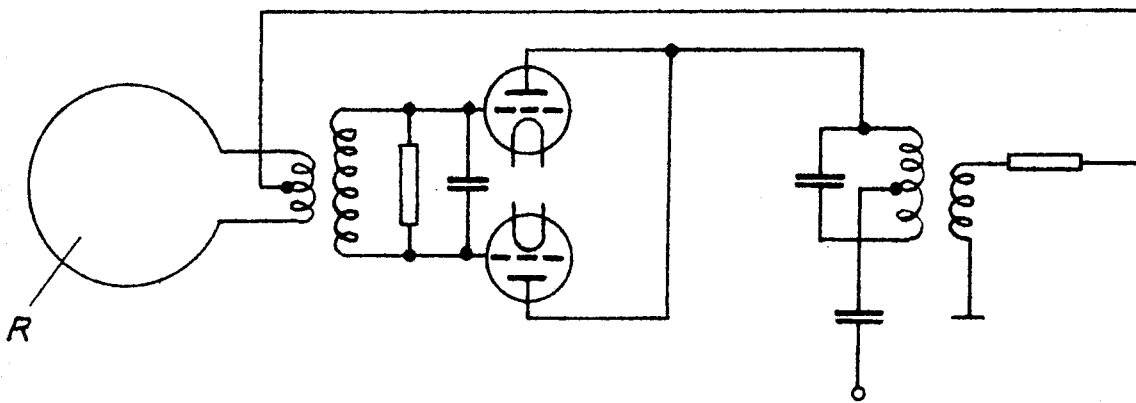


Abb. 2

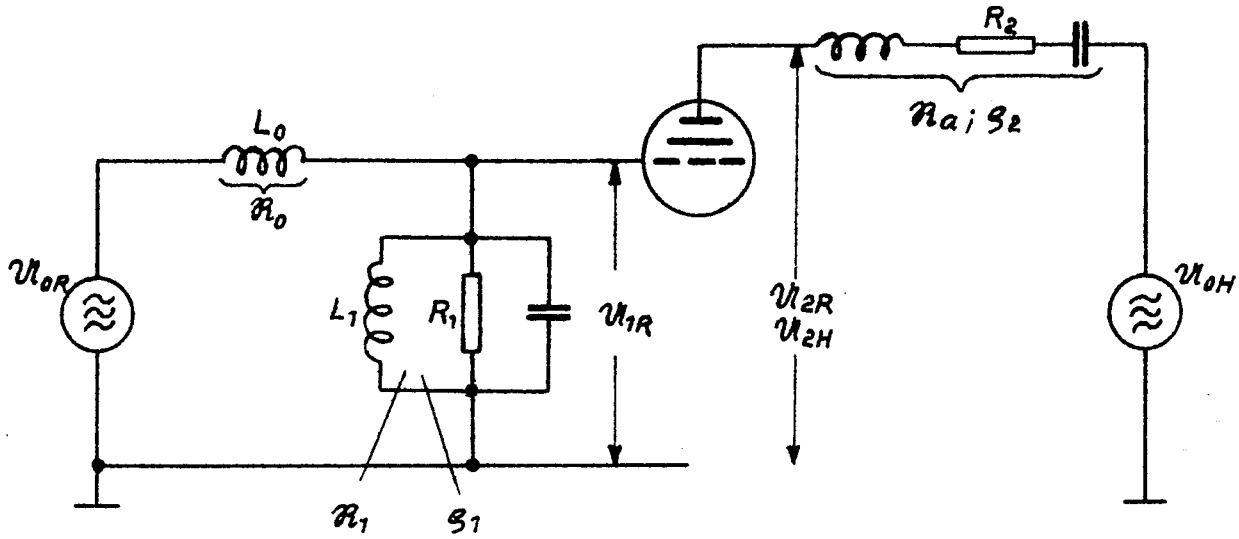


Abb. 3

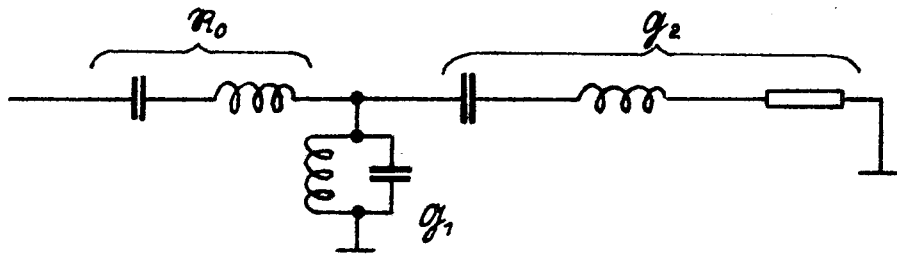


Abb. 4

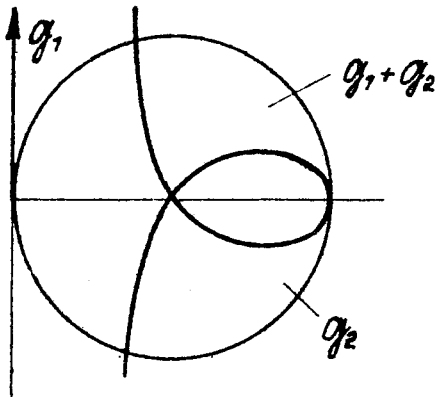


Abb. 5

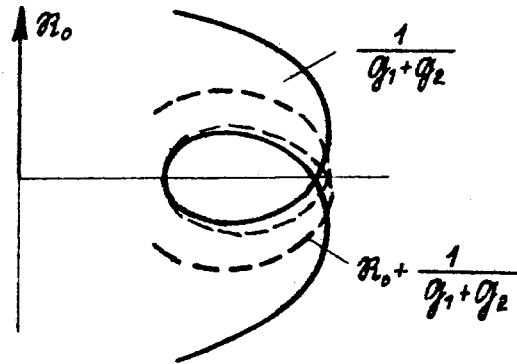


Abb. 6