



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer: 4264/80

㉒ Anmeldungsdatum: 02.06.1980

③⑩ Priorität(en): 05.06.1979 NL 7904375

㉔ Patent erteilt: 28.02.1985

④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 28.02.1985

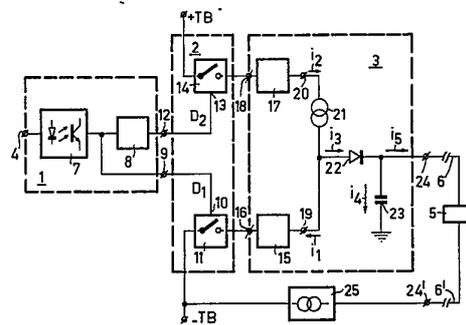
⑦③ Inhaber:
N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven (NL)

⑦② Erfinder:
Rademaker, Gerrit, Hilversum (NL)

⑦④ Vertreter:
Patentanwalts-Bureau Isler AG, Zürich

⑤④ **Elektronischer Sender für Gleichstromtelegraphiesysteme.**

⑤⑦ Der elektronische Sender für Gleichstromtelegraphiesysteme hat einen Eingangskreis (1) zur Erzeugung von Befehlssignalen aus den Informationssignalen. Ein von den Befehlssignalen gesteuerter Schaltkreis verbindet einen der beiden Pole einer Telegraphenspannungsquelle (TB) über einen eine Stromquelle (21) enthaltenden Ausgangskreis (3) mit einer der Telegraphenleitungen (6). Der Ausgangskreis (3) enthält eine Funktionsgeneratoranordnung (15, 17), die mit dem Schaltkreis (2) und der Stromquelle (21) gekoppelt ist. Bei einem Pegelübergang in den Befehlssignalen ändert dann der von der Stromquelle (21) gelieferte Leitungsstrom seinen Wert entsprechend einer e-Potenz mit positivem Exponenten. Dadurch wird eine ideal sinusförmig verlaufende Flanke des Leitungsstroms angenähert erreicht.



PATENTANSPRÜCHE

1. Elektronischer Sender für Gleichstromtelegraphiesysteme, in dem binäre Informationssignale in Leitungsströme umgewandelt werden zur Übertragung über eine Telegraphenleitung, welcher Sender mit einem Eingangskreis versehen ist, der aus den Informationssignalen Befehlssignale erzeugt, weiterhin einer Telegraphenspannungsquelle mit einem ersten und einem zweiten Pol, einem durch die Befehlssignale gesteuerten Schaltkreis, der einen der beiden Pole der Telegraphenspannungsquelle mit einer der Telegraphenleitungen verbindet und mit einem mit dem Schaltkreis und der Telegraphenleitung gekoppelten Ausgangskreis, der eine Stromquelle enthält zum Liefern des Leitungsstromes an die Telegraphenleitung, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgangskreis zugleich mit einer Funktionsgeneratoranordnung versehen ist, die mit dem Schaltkreis und der Stromquelle gekoppelt ist, wobei infolge eines Pegelüberganges in den Befehlssignalen der von der Stromquelle gelieferte Leitungsstrom seinen Wert entsprechend einer e-Potenz mit positivem Exponenten ändert.

2. Elektronischer Sender nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Funktionsgeneratoranordnung zwei komplementäre Funktionsgeneratoren enthält, die mit je einem Steuereingang versehen sind, der an den Schaltkreis angeschlossen ist und mit je einem Ausgang, der mit der Stromquelle gekoppelt ist.

3. Elektronischer Sender nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausgangskreis weiterhin einen Kondensator enthält, der der Telegraphenleitung parallel liegt.

4. Elektronischer Sender nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Eingangskreis eine Schaltungsanordnung enthält, die mit einem Eingang und einem Ausgang versehen ist, wobei dem Eingang der Schaltungsanordnung die Befehlssignale zugeführt werden und der Ausgang der Schaltungsanordnung mit dem Schaltkreis verbunden ist, dass die Schaltungsanordnung nach einem Pegelübergang in den Befehlssignalen von einem ersten Pegel auf einen zweiten Pegel an dem Ausgang der Schaltungsanordnung um eine Zeit τ_1 später ($\tau_1 \geq 0$) ebenfalls einen Pegelübergang erzeugt und dass die Schaltungsanordnung nach einem Pegelübergang in den Befehlssignalen von dem zweiten Pegel auf den ersten Pegel an dem Ausgang der Schaltungsanordnung um eine Zeit τ_2 später ebenfalls einen Pegelübergang erzeugt, wobei $\tau_2 > \tau_1$ ist.

5. Elektronischer Sender nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Schaltkreis eine erste und eine zweite Steuerklemme enthält, dass der Ausgang der Schaltungsanordnung an die erste Steuerklemme angeschlossen ist und dass der Eingang der Schaltungsanordnung an die zweite Steuerklemme angeschlossen ist zum Zuführen der Befehlssignale, die aus den Informationssignalen erzeugt worden sind an die Steuerklemmen.

6. Elektronischer Sender nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Funktionsgenerator einen ersten und einen zweiten Transistor enthält, dass die Basis des ersten Transistors und der Kollektor des zweiten Transistors mit dem Steuereingang verbunden sind, dass der Emitter des ersten Transistors über einen ersten Widerstand mit einem ersten Spannungsbezugspunkt verbunden ist und der Kollektor des ersten Transistors mit einem Ausgang verbunden ist, dass der Kollektor des zweiten Transistors über eine Reihenschaltung aus einer Parallelschaltung eines zweiten Widerstandes und einer Diode und einem ersten Kondensator mit dem ersten Bezugspunkt verbunden ist und der Emitter des zweiten Transistors über einen dritten Widerstand mit einem zweiten Bezugspunkt verbunden ist, dass der Emitter des ersten Transistors über eine Reihen-

schaltung aus einem zweiten Kondensator und einem vierten Widerstand mit dem Emitter des zweiten Transistors über eine erste Zener-Diode mit dem ersten Bezugspunkt und über eine zweite Zener-Diode mit dem zweiten Bezugspunkt verbunden ist.

10 Die Erfindung bezieht sich auf einen elektronischen Sender für Gleichstromtelegraphiesysteme, in dem binäre Informationssignale in Leitungsströme umgewandelt werden zur Übertragung über eine Telegraphenleitung, welcher Sender mit einem Eingangskreis versehen ist, der aus den Informationssignalen Befehlssignale erzeugt, weiterhin mit einer Telegraphenspannungsquelle mit einem ersten und einem zweiten Pol, einem durch die Befehlssignale steuerbaren Schaltkreis, der einen der beiden Pole der Telegraphenspannungsquelle mit einer der Telegraphenleitungen verbindet und mit einem mit dem Schaltkreis und der Telegraphenleitung gekoppelten Ausgangskreis, der eine Stromquelle enthält zum Liefern des Leitungsstromes an die Telegraphenleitung.

Ein derartiger elektronischer Sender ist allgemein bekannt und wird in Systemen für Einfachstromtelegraphie und Fernschreiber verwendet. Die Telegraphenleitung, an die ein derartiger Sender angeschlossen ist, bildet oft einen Teil eines Bündels von Übertragungsleitungen für Informationsübertragung. Daher ist es von Bedeutung, das Übersprechen der Telegraphiesignale, die durch die Telegraphenleitung geschickt werden, auf die benachbarten Übertragungsleitungen möglichst zu beschränken. Insbesondere wenn die benachbarten Übertragungsleitungen Fernsprecheleitungen sind, ist die durch Übersprechen verursachte Störung belästigend, weil sie für die Fernsprechteilnehmer hörbar ist. Bekanntlich ist das Übersprechen auf benachbarte Übertragungsleitungen grösser, je nachdem die Telegraphiersignale eine mehr rechteckige Form aufweisen. Es ist daher bereits bekannt, die von dem Sender gelieferten Telegraphiersignale zu filtern, bevor diese über die Telegraphenleitung übertragen werden. Damit wird der Anteil der höheren Frequenzen der Telegraphiersignale beschränkt, die Rechteckform der Telegraphiersignale gerundet und daher das Übersprechen verringert. Bekannte Mittel dazu sind beispielsweise LC-Filter oder RC-aktive Filter. Ein Nachteil von LC-Filtern ist, dass sie aufwendig sind, wodurch die Möglichkeiten zur Miniaturisierung der elektronischen Telegraphiersender wesentlich beschränkt werden. Ein Nachteil von RC-aktiven Filtern ist, dass die Verlustleistung hoch ist, dass sie mit Speisespannung versehen werden müssen und dass die hohe Empfindlichkeit dieser Filter für Toleranzen der Elemente entweder Präzisionselemente oder Abgleichmöglichkeiten erfordert, wodurch der Entwurf in wirtschaftlichem Sinne weniger interessant ist.

Die Erfindung hat nun zur Aufgabe einen elektronischen Sender für Gleichstromtelegraphie zu schaffen, in dem die einer Filtrierung anhaftenden Nachteile vermieden werden und welcher Sender Telegraphiersignale erzeugt, in denen die höheren Frequenzen in wesentlichem Masse fehlen. Die Erfindung weist dazu das Kennzeichen auf, dass der Ausgangskreis zugleich mit einer Funktionsgeneratoranordnung versehen ist, die mit dem Schaltkreis und der Stromquelle gekoppelt ist, wobei infolge eines Pegelüberganges in den Befehlssignalen der von der Stromquelle gelieferte Leitungsstrom seinem Wert entsprechend einer e-Potenz mit positivem Exponenten ändert.

Ein Vorteil des elektronischen Senders für Gleichstromtelegraphiesystem nach der Erfindung ist, dass die (re)generierten Telegraphiersignale eine geringe Verlustleistung aufwei-

sen. Dies ist insbesondere von Bedeutung wenn, wie es bei langen Telegraphenleitungen der Fall ist, eine Anzahl dieser Sender in Reihe geschaltet sind und die Verlustleistung einer Verbindung bis zu einem Vielfachen der Verlustleistung eines einzigen Senders ansteigen kann.

Eine vorteilhafte Ausführungsform eines elektronischen Telegraphiesenders nach der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Funktionsgeneratoranordnung zwei komplementäre Funktionsgeneratoren enthält, die mit je einem Steuereingang versehen sind, der an den Schaltkreis angeschlossen ist und mit je einem Ausgang versehen ist, der mit der Stromquelle verbunden ist.

Vorzugsweise wird die Erfindung derart ausgebildet, dass der Eingangskreis eine Schaltungsanordnung enthält, die mit einem Eingang und einem Ausgang versehen ist, wobei dem Eingang der Schaltungsanordnung die Befehlssignale zugeführt werden und der Ausgang der Schaltungsanordnung mit dem Schaltkreis verbunden ist, dass die Schaltungsanordnung nach einem Pegelübergang in den Befehlssignalen von einem ersten Pegel auf einen zweiten Pegel an dem Ausgang der Schaltungsanordnung um eine Zeit τ_1 später ($\tau_1 \geq 0$) ebenfalls einen Pegelübergang herbeiführt und dass die Schaltungsanordnung nach einem Pegelübergang in den Befehlssignalen von dem zweiten Pegel auf den ersten Pegel an dem Ausgang der Schaltungsanordnung um eine Zeit τ_2 später ebenfalls einen Pegelübergang herbeiführt, wobei $\tau_2 > \tau_1$ ist.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild eines Gleichstromtelegraphiesystems mit einem elektronischen Sender nach der Erfindung,

Fig. 2 einige Zeitdiagramme zur Erläuterung der Wirkungsweise des Senders nach Fig. 1,

Fig. 3 einen Schaltplan eines Ausführungsbeispiels eines Funktionsgenerators, der ein Signal liefert, das entsprechend einer e-Potenz mit positivem Exponenten seinen Wert ändert,

Fig. 4 einen Schaltplan eines Ausführungsbeispiels eines elektronischen Senders nach der Erfindung.

In den Figuren sind entsprechende Elemente mit denselben Bezugszeichen angegeben.

In Fig. 1 ist ein Blockschaltbild eines Gleichstromtelegraphiesystems mit einem elektronischen Sender nach der Erfindung dargestellt. Der elektronische Sender enthält im wesentlichen einen Eingangskreis 1, einen Schaltkreis 2 und einen Ausgangskreis 3. Die binären Informationssignale, die dem Eingang 4 des Eingangskreises 1 angeboten werden, werden von dem elektronischen Sender in Telegraphiesignale umgewandelt, die in Form unipolarer Leitungsströme zu einem Empfänger 5 über eine Telegraphenleitung 6-6' übertragen werden. Der Eingangskreis 1 enthält einen Übertrager 7 zum Erzeugen von Befehlssignalen, die von den binären Informationssignalen galvanisch getrennt sind. Der Übertrager 7 ist dazu mit optoelektrischen Kopplungselementen, Transformatoren oder anderen bekannten Mitteln versehen. Die Befehlssignale, die von dem Übertrager 7 erzeugt sind, werden über die Klemme 9 einer ersten Steuerklemme 10 eines Schalters 11 zugeführt und über die eine Schaltungsanordnung 8 der mit einem Ausgang 12 der Schaltungsanordnung 8 verbundenen Steuerklemme 13 des Schalters 14. Das Zeitdiagramm des Befehlssignals D_1 , das der ersten Steuerklemme 10 des Schalters 11 zugeführt wird, ist in Fig. 2a dargestellt. Die Schaltungsanordnung 8 ist beispielsweise mit einem verzögert abfallenden Relais versehen, wobei ausserdem die Polarität des Eingangssignals und des Ausgangssignals einander entgegengesetzt sind. Das Zeitdiagramm des Befehlssignals D_2 , das der zweiten Steuerklemme 13 des Schalters 14 zugeführt wird, ist in Fig. 2b dargestellt. Der Zweck und die Wirkungsweise der Schaltungsanordnung 8 wird untenstehend näher erläu-

tert. Der einpolige Schalter 11 bzw. 14 verbindet abhängig von dem Wert der Befehlssignale an der ersten bzw. zweiten Steuerklemme einen ersten Pol der Telegraphenbatterie bzw. den zweiten Pol der Telegraphenbatterie über die Ausgangsklemme 3 mit der Telegraphenleitung 6. Der erste Pol ist in dem betreffenden Ausführungsbeispiel der negative Pol - TB der Telegraphenbatterie. Dies ist nicht notwendig, da der erste Pol auch an Erdpotential oder an Masse der Telegraphenbatterie (TBM) angeschlossen werden kann. Der zweite Pol ist in dem betreffenden Ausführungsbeispiel an den positiven Pol + TB der Telegraphenbatterie angeschlossen. Der Ausgangskreis 3 enthält einen ersten Funktionsgenerator 15, der mit einem Steuereingang 16 versehen ist, der mit dem Ausgang des Schalters 11 verbunden ist. Der noch näher zu beschreibende Funktionsgenerator 15 lässt einen Ausgangsstrom i_1 fließen, der - innerhalb eines gewissen Arbeitsbereiches - exponentiell zunimmt, wobei das Vorzeichen des Exponenten positiv ist. Weiterhin enthält der Ausgangskreis 3 einen zweiten Funktionsgenerator 17, der mit einem Steuereingang 18 versehen ist, der mit dem Ausgang des Schalters 14 verbunden ist. Der zweite Funktionsgenerator 17 ist dem ersten komplementär und liefert einen Ausgangsstrom i_2 , der - innerhalb eines gewissen Arbeitsbereiches - exponentiell zunimmt, wobei das Vorzeichen des Exponenten positiv ist. Ein Ausgang 19 des ersten Funktionsgenerators 15 ist mit einer Klemme einer Stromquelle 21 und mit der Anode einer Diode 22 verbunden und ein Ausgang 20 des zweiten Funktionsgenerators ist mit der anderen Klemme der Stromquelle 21 verbunden. Die noch näher zu beschreibende Stromquelle 21 lässt einen Strom i_3 durch die Diode 22 fließen. Die Kathode der Diode 22 ist mit der Klemme 24 verbunden, an die die Telegraphenleitung 6 angeschlossen ist. Weiterhin ist die Kathode der Diode 22 über einen Kondensator 23 mit einer Bezugsstelle konstanter Spannung, beispielsweise Erde, verbunden. Der negative Pol der Telegraphenbatterie - TB ist über einen Begrenzer 25, der mittels einer Stromquelle ausgebildet ist, mit der Klemme 24 verbunden, an welche Klemme die Telegraphenleitung 6' angeschlossen ist.

Anhand der Zeitdiagramme, die in Fig. 2 dargestellt sind, wird nunmehr die Wirkungsweise des elektronischen Senders nach Fig. 1 näher erläutert. Das Befehlssignal D_1 , das der Steuerklemme 10 des Schalters 11 zugeführt wird, ist ein zweiwertiges Signal mit einem ersten, niedrigen Pegel während einer Zeitperiode $t_0 - t_2$ und einem zweiten, hohen Pegel während einer Zeitperiode $t_2 - t_0$. Während des niedrigen Pegels ist der Schalter 11 geschlossen, wodurch der Funktionsgenerator 15 einen Ausgangsstrom $i_1 = 0$ hat (Fig. 2d). Das Befehlssignal D_2 , das der Steuerklemme 13 des Schalters 14 zugeführt wird, ist ebenfalls zweiwertig; D_2 ist jedoch während einer Zeitperiode t_0 bis t_3 hoch, wodurch der Schalter 14 geöffnet wird und während einer Zeitperiode t_3 bis t_0 ist D_2 niedrig, wodurch der Schalter 14 geschlossen ist und der Funktionsgenerator 17 einen Ausgangsstrom $i_2 = 0$ hat (Fig. 2c). Bei einem Pegelübergang im Befehlssignal D_2 von niedrig nach hoch (während t_0) wird der Schalter 14 geöffnet und der Funktionsgenerator 17 liefert einen Ausgangsstrom i_2 , der entsprechend einer exponentiellen Funktion mit einem positiven Exponenten während einer Zeit t_0 bis t_1 (Fig. 2c) zunimmt. Mit diesem Strom i_2 wird eine Stromquelle 21 gesteuert, die einen Strom liefert, der während der Periode $t_0 - t_1$ mit dem Ausgangsstrom des Funktionsgenerators 17 übereinstimmt. Zur Zeit t_1 erreicht die Stromquelle 21 ihren Maximalwert I_{\max} , wodurch während der restlichen Periode, und zwar t_1 bis t_3 , ein Strom I_{\max} geliefert wird. Während der Zeit, in der der Schalter 11 unter Ansteuerung des Befehlssignals D_1 geschlossen ist, ist $i_1 = 0$ und der Strom i_3 wird dem von der Stromquelle 21 gelieferten Strom entsprechen (Fig. 2e). Zur Zeit t_2 wird unter Ansteuerung von D_1 der Schalter 11

geöffnet, wodurch der Funktionsgenerator 15 einen exponentiell zunehmenden Strom i_1 wird fließen lassen (Fig. 2d), der von der Stromquelle 21 geliefert wird. Dieser Strom nimmt zu, bis der Maximalwert I_{\max} , den die Stromquelle 21 liefern kann, erreicht ist. Der Strom i_3 wird infolge des zum Funktionsgenerator 15 fließenden Stromes i_1 abnehmen und zu dem Zeitpunkt, bei dem i_1 den Wert I_{\max} erreicht, Null erreichen (Fig. 2c). Zur Zeit t_3 wird das Befehlssignal D_2 niedrig, wodurch der Schalter 14 geschlossen wird und der Funktionsgenerator 17 ausgeschaltet wird und der Ausgangsstrom i_2 einen Wert Null erhält.

Der Strom i_1 wird ebenfalls einen Wert Null erhalten, weil die Diode 22 verhindert, dass der Kondensator 23 für den Funktionsgenerator 15 Strom liefert. Der Strom i_3 ändert sich im wesentlichen dadurch nicht und behält den Wert Null bis zum Zeitpunkt t_0 , wonach der Zyklus wiederholt wird. Aus dem Diagramm e in Fig. 2 geht hervor, dass der Strom i_3 zu den Zeitpunkten t_1 und t_2 der Polaritätsübergänge von D_1 eine diskontinuierliche Abgeleitete aufweist. Wie aus der Fourier-Analyse bekannt, sind gerade Diskontinuitäten für das Auftreten höherer Frequenzen in den Telegraphiersignalen und folglich auch für das Übersprechen auf benachbarte Fernspreitleitungen verantwortlich, was ja mit der Frequenz zunimmt. Um zu vermeiden, dass Telegraphiersignale mit diesen Diskontinuitäten übertragen werden, wird nach der Erfindung mit dem Strom i_3 über die Diode 22 der Kondensator 23 aufgeladen bzw. entladen. Das Diagramm f zeigt den Verlauf des Stromes i_4 durch den Kondensator 23. Von dem Zeitpunkt t_1 wird der Kondensator 23 entsprechend einer exponentiellen Funktion mit einem negativen Exponenten ändern. Der Strom i_5 , der der Leitung zugeführt wird – der Leitungsstrom –, hat eine Form, die in Fig. 2g dargestellt ist. Die Flanken der Telegraphiersignale bestehen aus einem exponentiellen Teil von $t_0 - t_1$ (bzw. $t_2 - t_4$) mit einem positiven Exponenten und aus einem exponentiellen Teil von t_1 bis I_{\max} erreicht ist (bzw. t_4 bis $i = 0$ erreicht ist). Diese beiden e-Potenzen zusammen nähern sich einer Sinusform, einer Form also, in der höhere Harmonische fehlen. Aus Messungen mit einem sogenannten Psophometer hat es sich herausgestellt, dass der restliche Störpegel äusserst gering ist und weitgehend den betreffenden CCITT-Anforderungen entspricht.

Der elektronische Sender nach Fig. 1 eignet sich für mehrere Telegraphiergeschwindigkeiten. Die Frequenz des von den Flanken angenäherten Sinus lässt sich auf einfache Weise an die Telegraphiergeschwindigkeit anpassen durch die Grösse der Kapazität des Kondensators 23 und durch eine noch näher zu beschreibende Einstellung der Funktionsgeneratoren 15 und 17.

In Fig. 3 ist auf schematische Weise ein Ausführungsbeispiel eines Funktionsgenerators 15 dargestellt, der ein Signal liefert, das entsprechend einer e-Potenz mit positivem Exponenten seinen Wert ändert. Der Funktionsgenerator enthält einen npn-Transistor 26, dessen Basis mit dem Steuereingang 16, dessen Kollektor mit dem Ausgang 19 und dessen Emitter über einen Widerstand 27 mit dem negativen Pol – TB der Telegraphierbatterie verbunden ist. Zwischen der Basis des Transistors 26 und dem negativen Pol – TB liegt weiterhin eine Reihenschaltung aus einer Parallelschaltung eines Widerstandes 28 und einer Diode 29 und einem Kondensator 30. Wenn der Schalter 11 (Fig. 1) geschlossen ist, weist der Steuereingang 16 ein Potential – TB auf und der Transistor 26 wird sperren, wodurch der Kollektorstrom i_1 einen Wert gleich Null hat. Der Funktionsgenerator 15 enthält weiterhin einen pnp-Transistor 31, dessen Basis über eine erste Zener-Diode 32 mit einem negativen Pol – TB und über eine zweite Zener-Diode 33 mit einem Bezugspunkt 34 verbunden ist. Die Spannung am Bezugspunkt 34 liegt zwischen – TB und + TB. Der Kollektor des Transistors 31 ist mit dem Steuereingang

16 verbunden, und eine Reihenschaltung aus einem Widerstand 35 und einem Kondensator 36 ist mit dem Emitter des Transistors 26 verbunden. Ausserdem ist der Emitter des Transistors 31 durch einen Widerstand 37 mit dem Bezugspunkt 34 verbunden und die Basis des Transistors 31 ist durch eine Diode 38 mit dem gemeinsamen Anschlusspunkt des Widerstandes 35 und des Kondensators 36 verbunden. Wenn der Schalter 11 (Fig. 1) geschlossen ist, wird der Transistor 31, der durch die Zener-Diode 32 und 33 eine Basiseinstellung erhält, leitend sein und der Kollektorstrom wird über den Schalter 11 zu dem negativen Pol – TB abgeführt werden. Der Kondensator 36 wird bis zu einer Spannung aufgeladen, die der Spannung des Bezugspunktes nahezu entspricht. Der Kondensator 36 hat einen grossen Kapazitätswert (beispielsweise 10 μ F).

Wird der Schalter 11 geöffnet, so wird der Kollektorstrom des Transistors 31 den Kondensator 30 über den Widerstand 28 und die Diode 29 aufladen. Die Basisspannung des Transistors 26 steigt, wodurch der Transistor 26 leitend wird. Auch die Emitterspannung des Transistors 26 nimmt zu, eine Zunahme, die über den aufgeladenen Kondensator 36 und den Widerstand 35 auf den Emitter des Transistors 31 übertragen wird. Der Kollektorstrom des Transistors 31 wird dadurch vergrössert und der Kondensator 30 wird zusätzlich aufgeladen. Die Folge davon ist, dass der Kollektorstrom des Transistors 26 entsprechend einer e-Potenz mit einem positiven Exponenten zunimmt. Der Exponent der e-Potenz wird durch den Wert des Widerstandes 35 und der Kapazität des Kondensators 30 bestimmt. Die Frequenz der Flanken mit einer «Sinus»-Form wird auch durch die Wahl der Werte dieser Elemente bestimmt.

In Fig. 4 ist auf schematische Weise ein Ausführungsbeispiel eines elektronischen Senders dargestellt. Der dargestellte Funktionsgenerator 17 ist dem Funktionsgenerator 15 komplementär; die Bezugszeichen des Funktionsgenerators 17 entsprechen denen des Funktionsgenerators 15, sind jedoch mit einem Akzent versehen. Der Funktionsgenerator 15 entnimmt über den Ausgang 19 der Stromquelle 21 Strom und der Funktionsgenerator 17 liefert der Stromquelle 21 über den Ausgang 20 Strom.

Obschon andere Ausführungsformen möglich sind, wird die Stromquelle 21 in Fig. 1 vorzugsweise auf die Art und Weise, wie in Fig. 4 dargestellt ist, ausgebildet. Diese Ausbildung ist an sich bekannt, und zwar beispielsweise aus «Valvo Technische Informationen für die Industrie», Nr. 132, August 1969. Die Stromquelle 21 in Fig. 4 besteht aus zwei Parallelzweigen 39 und 40, wobei in Richtung des gelieferten Stromes der Zweig 39 nacheinander einer Zener-Diode 41, die Kollektor-Emitterstrecke eines npn-Transistors 42 und einen Widerstand 43 enthält und der Zweig 40 nacheinander einen Widerstand 44, die Emitter-Kollektor-Strecke des pnp-Transistors 45 und eine Zener-Diode 46. Die Zener-Dioden 41 und 46 liefern die Basisspannungen für die Transistoren 42 und 45. Die Stromquelle 21 kennt zwei Arbeitsbereiche. In dem ersten Arbeitsbereich, der gilt, wenn die Spannung V_s an der Stromquelle 21 grösser ist als die sogenannte Kniespannung V_k , ist die Stromquelle 21 als reine Stromquelle wirksam. In diesem Bereich ist der Strom durch die Zener-Diode 41 praktisch gleich dem Emitterstrom des Transistors 42. Dieser Strom wird ausschliesslich durch die Zener-Spannung der Diode 46 in dem Zweig 40 die Basis-Emitterspannung V_{BE} des Transistors 42 und durch den Wert des Widerstandes 43 bestimmt. Dies bedeutet, dass der Strom durch den Zweig 39 von der Spannung V_s an der Stromquelle 21 unabhängig ist. Eine ähnliche Erläuterung gilt für den Strom durch den Zweig 40 und folglich auch für den Gesamtstrom, den die Stromquelle 21 liefert.

In dem zweiten Arbeitsbereich, der gilt, wenn die Span-

nung V_s an der Stromquelle 21 kleiner ist als die sogenannte Kniespannung V_k , ist die Stromquelle 21 als spannungsge- steuerte Stromquelle wirksam. Die Stromquelle 21 vermag daher einen Strom zu liefern, der mit zunehmender Spannung an der Stromquelle zunimmt (von etwa 0 mA) und von einer vorbestimmten Spannung einen konstanten Strom I_{max} liefert. In Einfachstromtelegraphiesystemen hat I_{max} meistens einen vorgeschriebenen Wert entsprechend 40 mA.

Die Emitter-Kollektor-Strecke jedes der Transistoren 42 und 45 ist durch einen Widerstand 47, 48 überbrückt, um die Verlustleistung der Transistoren 42 und 45 zu beschränken. Parallel zu dem Basis-Emitterübergang der Transistoren 42 und 45 liegt eine Diode 49 bzw. 50, die in entgegengesetztem Sinne zu der Basis-Emitterdiode der Transistoren 42 und 45 gepolt ist und mit der beabsichtigt wird, die Basis-Emitter- spannung der Transistoren 42 und 45 zu beschränken.

In Fig. 4 sind die Schalter 11 und 14 nach Fig. 1 als Halb- leiter, in diesem Fall als Transistoren 51 und 52 ausgebildet. Der Kollektor des npn-Transistors 51 ist mit dem Steuerein- gang 16 des ersten Funktionsgenerators 15 verbunden und der Emitter ist mit dem negativen Pol der Telegraphiebatterie verbunden. Der Kollektor des Transistors 51 ist weiterhin über einen Kondensator 53 mit dem negativen Pol der Tele- graphiebatterie – TB verbunden. Der Kollektor des npn- Transistors 53 ist mit dem Steuereingang 18 des zweiten Funktionsgenerators 17 verbunden und über einen Konden- sator 54 mit dem positiven Pol der Telegraphiebatterie + TB. Der Emitter des Transistors 52 ist ebenfalls mit + TB verbun- den. Die Basis des Transistors 51 bzw. 52 ist mit der ersten bzw. zweiten Steuerklemme 10 bzw. 13 des elektronischen Senders nach Fig. 1 verbunden.

Die Befehlssignale D_1 und D_2 , die den Steuerklemmen 10 und 13 zugeführt werden müssen, werden aus den binären Informationssignalen erzeugt. Dazu werden diese Signale der Eingangsklemme 4 eines Übertragers 7 zugeführt, der als opto-elektronisches Kopplungselement oder als Oszillator mit transformatorischer Kopplung ausgebildet ist. Bei der weite- ren Beschreibung der Fig. 4 ist von einem Übertrager ausge- gangen, der mit einem Oszillator ausgebildet ist, der gegeben- falls abhängig von dem Pegel des binären Informationssi- gnals schwingt. Die Oszillatorfrequenz ist viel höher als die Übertragungsgeschwindigkeit und beträgt beispielsweise 1 MHz.

Das Befehlssignal D_1 für den Steuereingang 10 wird wie folgt erzeugt. Wird der Oszillator im Übertrager 7 angeregt, so wird über den Widerstand 55 ein (Wechselspannungs-)Signal der Basis des Transistors 51 zugeführt, wodurch dieser im Takte der Frequenz dieses Signals leiten wird. Das Kollektor- signal des Transistors 51 wird durch den Kondensator 53 abgeflacht und der Basis des Transistors 26 des Funktionsge- nerators 15 zugeführt, der dadurch in einen gesperrten Zustand gebracht wird. Der Funktionsgenerator 15 entnimmt daher der Stromquelle 21 keinen Strom.

Wird der Oszillator im Übertrager 7 dagegen ausgeschal- tet, so wird der Transistor 51 gesperrt und der Transistor 26 des Funktionsgenerators 15 wird auf die bei Fig. 3 beschrie- bene Art und Weise leitend werden. Zwischen der Basis des Transistors 51 und dem negativen Pol der Telegraphiebatterie liegt weiter eine Diode 56 mit einer in der Figur dargestellten Orientierung, die dazu dient, zu verhindern, dass die Basis- spannung des Transistors 51 zu niedrig wird.

Das Befehlssignal D_2 für den Steuereingang 13 wird wie folgt erzeugt. Wird der Oszillator im Übertrager 7 unter Ansteuerung des binären Informationssignals, das der Ein- gangsklemme 4 zugeführt wird, erregt, so wird über eine Rei- henschialtung aus einem Widerstand 57 und einem Kondensa- tor 58 ein (Wechselspannungs-)Signal der Basis des Transi- stors 59 zugeführt, wodurch dieser im Takte der Frequenz dieses Signals leiten wird. Das Kollektorsignal des Transi- stors 59 wird durch einen Kondensator 60 abgeflacht und über eine Zener-Diode 61 der Basis des Transistors 52 zuge- führt, der dadurch in den sperrenden Zustand gebracht wird. Der Transistor 26' des Funktionsgenerators 17 wird dadurch auf die bereits bei Fig. 4 beschriebene Art und Weise leitend. Zwischen der Basis des Transistors 59 und dem negativen Pol der Telegraphiebatterie liegt eine Parallelschaltung eines Widerstandes 62 – für eine Basiseinstellung des Transistors 59 – und einer Diode 63 mit einer in der Figur dargestellten Orientierung, um zu vermeiden, dass die Basisspannung des Transistors 59 zu hoch wird.

Wird der Oszillator im Übertrager 7 ausgeschaltet, so wird der Transistor 59 gesperrt und der Transistor 52 kann leitend werden, wodurch der Transistor 26' des Funktionsgenerators 17 zum Schluss gesperrt wird und daher der Stromquelle 21 keinen Strom liefert. Der Transistor 52 wird noch nicht unmittelbar leitend werden. Zwischen dem Kollektor des Transistors 53 und dem positiven Pol der Telegraphiebatterie liegt eine Reihenschaltung aus einem Widerstand 64 und einem Kondensator 65. Der Kondensator 65 ist während der vorhergehenden Periode des leitenden Transistors 59 aufgeladen worden und dieser wird nun über den Widerstand 64 und einen zwischen dem Kollektor des Transistors 59 und einem Bezugspunkt 34' liegenden Widerstand 67 entladen werden. Infolge dieses Entladestromes wird der Transistor 52 wäh- rend einer Zeit gesperrt bleiben, und zwar während einer Zeit, die durch die Zeitkonstante und das Verhältnis der Wider- standswerte des Widerstandes 64 und 67 bestimmt wird. Die Basiseinstellung des Transistors 52 wird weiterhin durch einen Widerstand 66 bestimmt, der zwischen der Basis und dem positiven Pol liegt.

Der elektronische Sender enthält weiterhin einen Wider- stand 68, der zwischen dem Bezugspunkt 34 des Funktionsge- nerators 15 und dem Punkt 70 liegt, der beispielsweise Erdpo- tential aufweist und einen Widerstand 69, der zwischen dem Bezugspunkt 34' und dem Punkt 70 liegt.

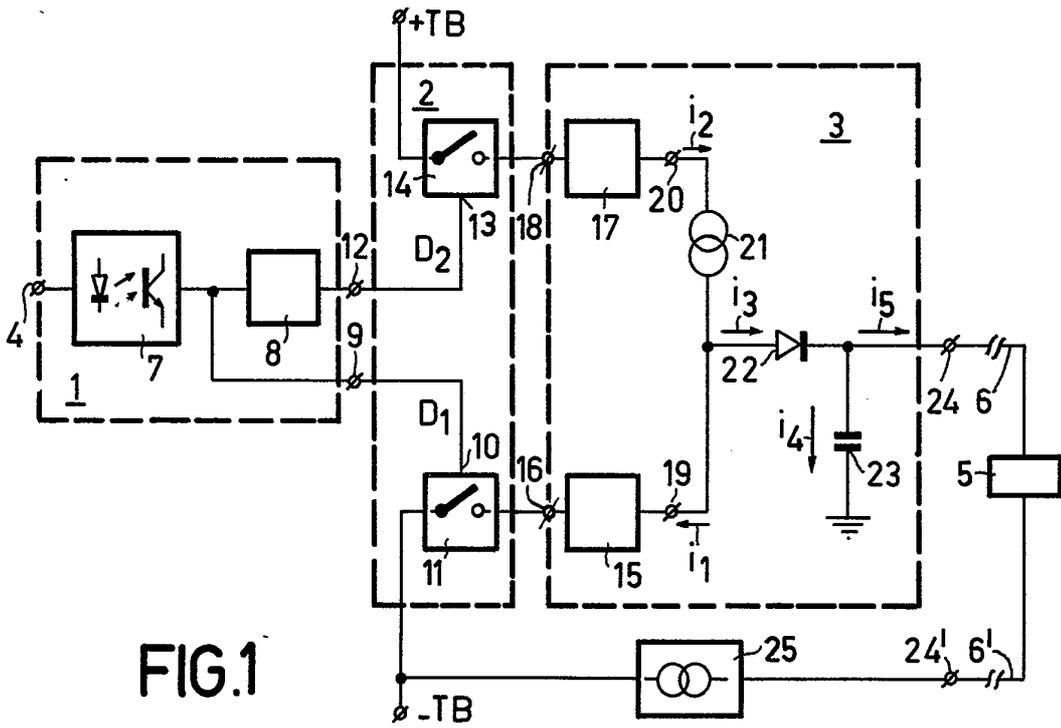


FIG.1

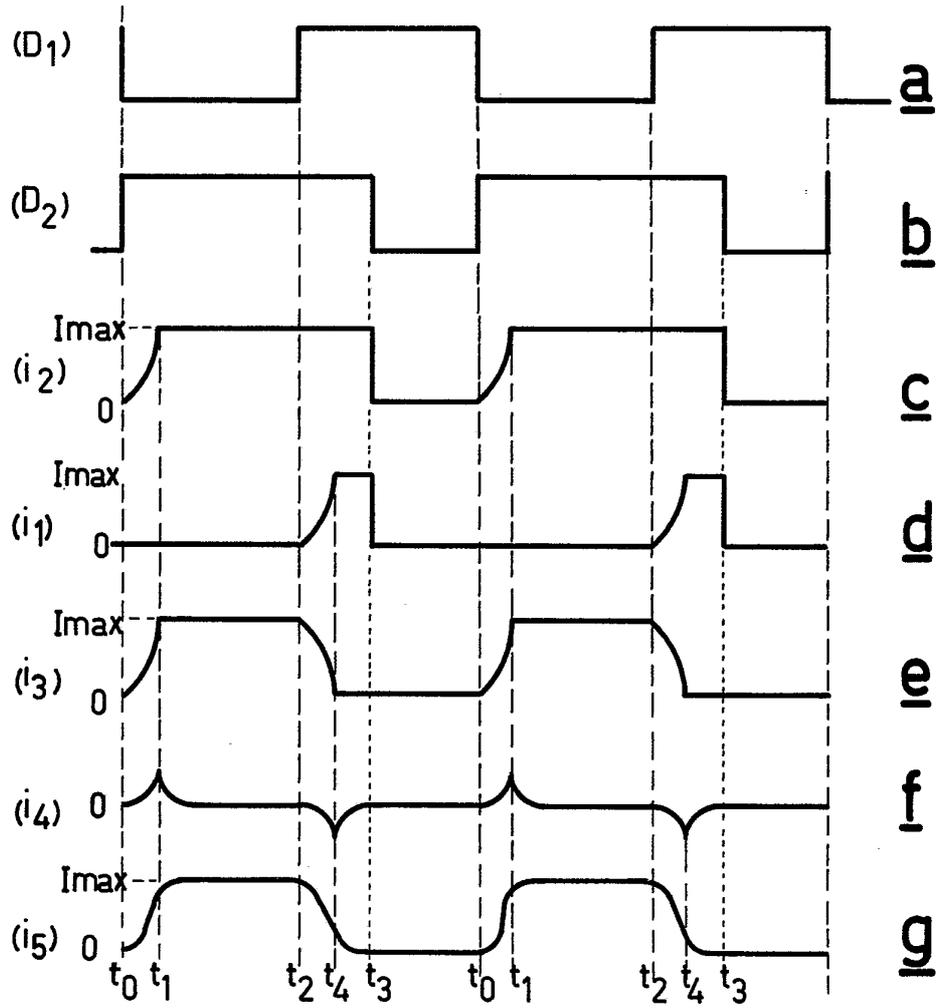


FIG.2

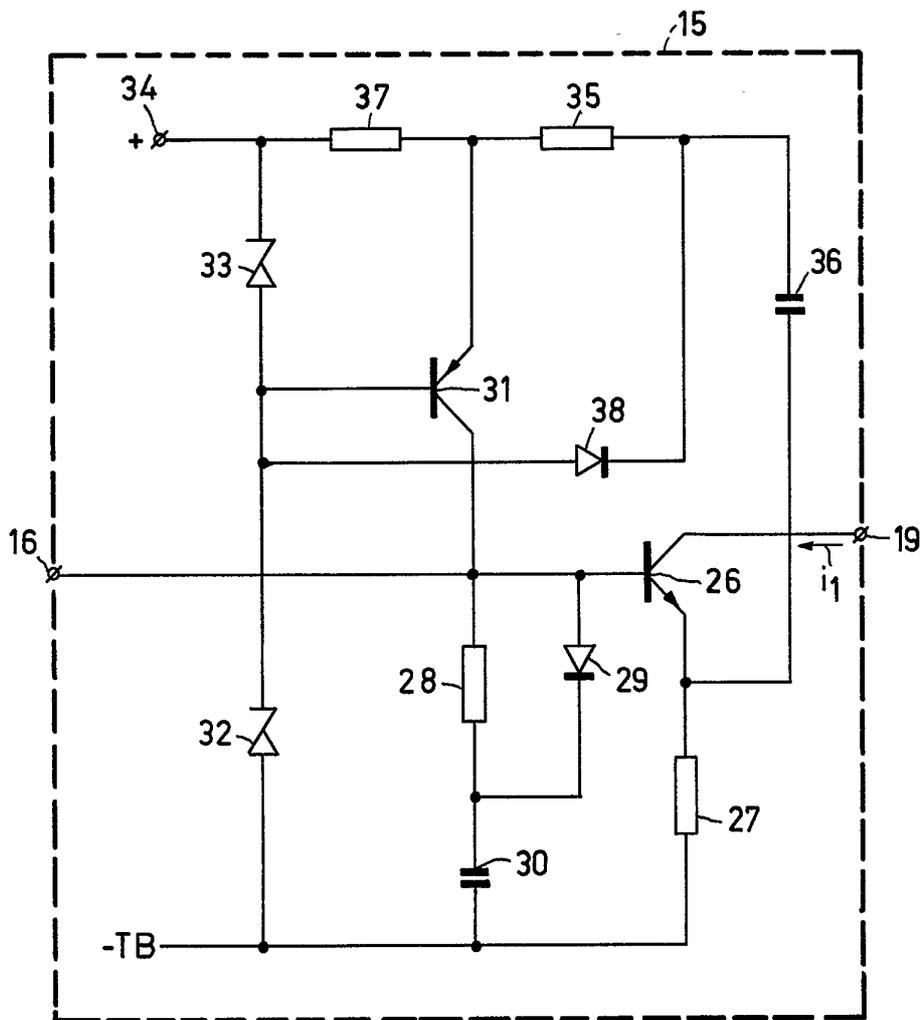


FIG.3

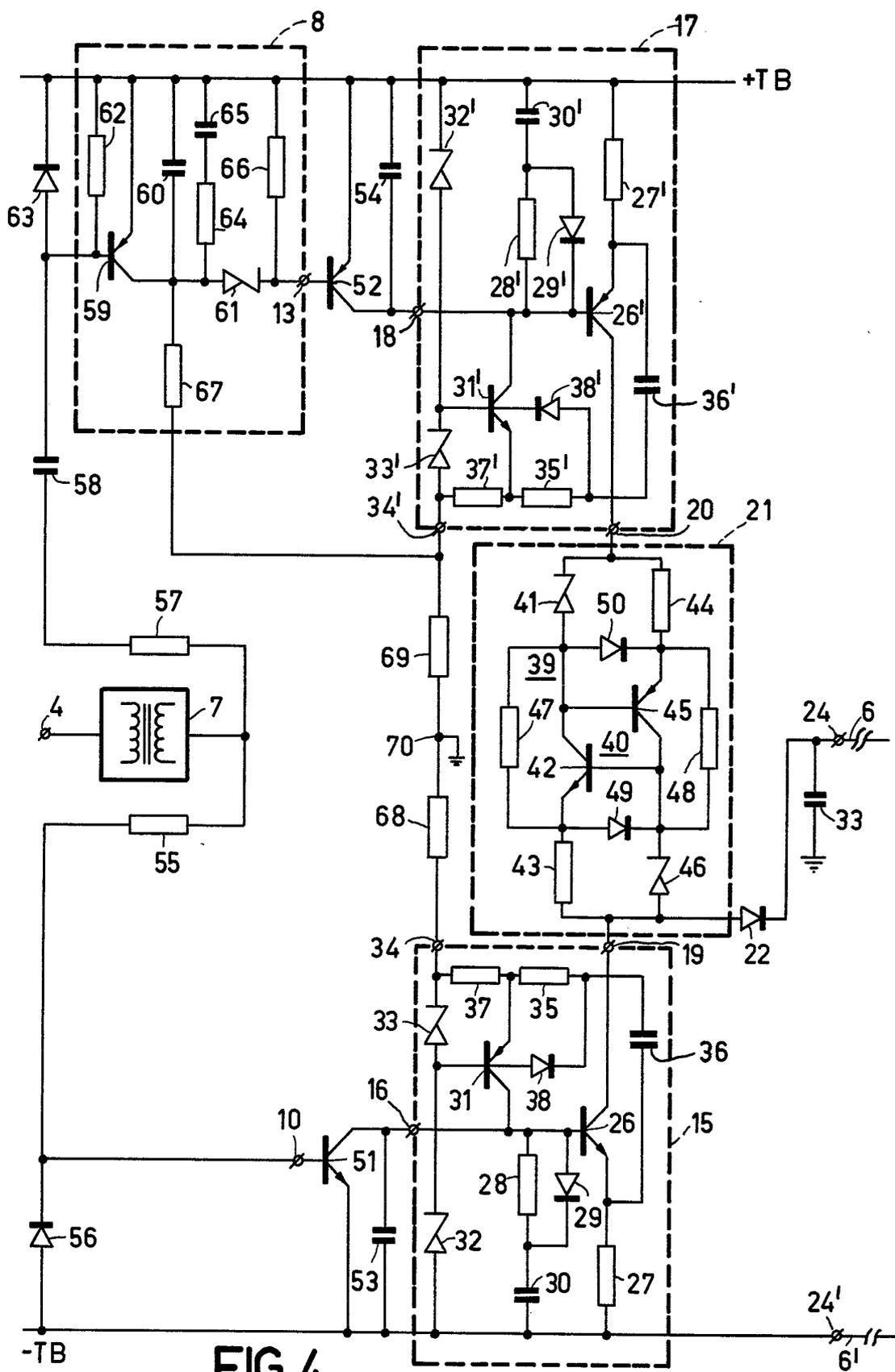


FIG. 4