



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 676147 A5

⑤① Int. Cl.⁵: G 01 B 7/02
G 01 D 3/04

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

②① Gesuchsnummer: 2344/88

⑦③ Inhaber:
Vibro-Meter S.A., Fribourg

②② Anmeldungsdatum: 17.06.1988

⑦② Erfinder:
Dubey, Pierre, Belfaux

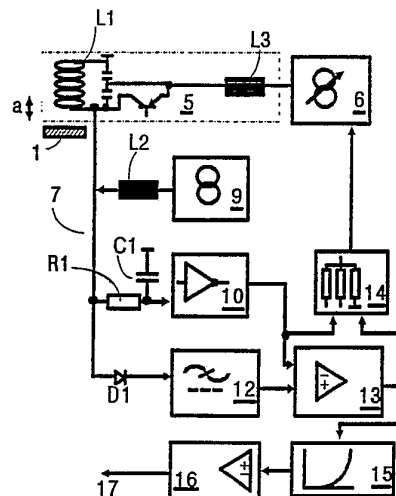
②④ Patent erteilt: 14.12.1990

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 14.12.1990

⑦④ Vertreter:
Dr. R. Keller & Partner, Bern

⑤④ **Schaltungsanordnung zur Erzeugung eines vom Abstand eines Objekts von einer hochfrequent erregten Messspule abhängigen Signals.**

⑤⑦ Wenn das Objekt (1) und damit in der Regel auch die Spule (L1) relativ hohen oder tiefen Temperaturen ausgesetzt ist, hängt das Signal nicht unwesentlich auch von der Temperatur der Spule (L1) ab, weil deren temperaturabhängiger, ohmscher Widerstand die Erregung der Spule beeinflusst. Die Spule ist insbesondere die Schwingkreis-spule eines Oszillators. Um diesen Temperatureinfluss zu kompensieren, wirkt der Spannungsabfall eines durch die Spule (L1) fliessenden, konstanten Gleichstroms auf eine Steuerschaltung (6, 10), die den Speisestrom des Oszillators (5) bei zunehmendem Spannungsabfall herabsetzt. Durch besondere Ausführungsarten kann auch der zusätzlich vom Abstand des Objekts (1) von der Spule (L1) abhängige Einfluss der Temperatur des Objekts (1) auf die Erregung der Spule (L1) kompensiert und auch eine lineare Abhängigkeit des Signals vom Abstand (a) des Objekts (1) von der Spule (L1) erreicht werden.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Erzeugung eines vom Abstand eines Objekts von einer hochfrequent erregten Messspule abhängigen Signals.

Derartige Schaltungsanordnungen werden zum Bestimmen des Abstands und von Änderungen des Abstands, den eine an der Messstelle angeordnete Spule von einem metallischen Objekt oder einem mit einem Metallkörper versehenen Objekt hat, verwendet. Die Schaltungsanordnung kann im übrigen von der Spule entfernt sein, wodurch auch bei extremen Temperaturbedingungen an der Messstelle, wie z.B. der Temperatur des flüssigen Wasserstoffs, Abstände und deren Änderungen bestimmt werden können.

Die hochfrequent erregte Spule, meistens eine Flachspule, sendet ein magnetisches Feld aus, welches im Objekt Wirbelströme erzeugt, die auf die Spule zurückwirken. Die Rückwirkung wird mit zunehmendem Abstand der Spule vom Objekt schwächer.

Ist die Spule beispielsweise die Schwingkreisspule eines rückgekoppelten Hochfrequenzoszillators, so nimmt dessen Hochfrequenzspannung ab, wenn das Objekt auf die Spule wirkt. Die Amplitude ist damit ein allerdings nichtlineares Mass des Abstands, des Objekts von der Spule.

Die Hochfrequenzspannung hängt im übrigen auch von der Dämpfung des Schwingungskreises und damit vom ohmschen Widerstand der Spule ab, der temperaturabhängig ist, wobei nicht unterschieden werden kann, ob eine Änderung dieser Spannung durch eine Temperaturveränderung oder eine Abstandsänderung verursacht ist.

Dadurch wird die Bestimmung von Abständen und Abstandsänderungen bei wechselnden, insbesondere extremen Temperaturen ungenau.

Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Durch die Erfindung, wie sie im Patentanspruch 1 gekennzeichnet ist, wird die Aufgabe gelöst, eine Schaltungsanordnung der genannten Art zu schaffen, deren Signal unabhängig von der Temperatur der Spule ist.

Gegenstand der Ansprüche 2 bis 4 sind vorzugsweise Ausführungsformen dieser Erfindung.

Die Rückwirkung hängt auch in einem vom Abstand abhängigen Masse vom Widerstand und somit von der Temperatur des Objekts ab. Durch die im Anspruch 5 angegebene besondere Ausführungsart der Erfindung wird die weitere Aufgabe gelöst, diese Abhängigkeit zu kompensieren.

Die Abhängigkeit des Signals vom Abstand ist, wie vorher erwähnt, nicht linear. Durch die in den Ansprüchen 6 und 7 angegebenen besonderen Ausführungsarten der Erfindung wird zusätzlich die Aufgabe gelöst, diese Abhängigkeit annähernd zu linearisieren.

Bei der Lösung dieser zusätzlichen Aufgabe wird nach Anspruch 8 die Nichtlinearität eines Halbleiterelements genutzt, dessen Temperaturabhängigkeit, wie im Anspruch 9 angegeben, kompensiert werden kann.

Im folgenden wird die Erfindung einschliesslich

der besonderen Ausführungsarten anhand der nur einen Ausführungsweg darstellenden, beiliegenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

- 5 Fig. 1 ein Blockdiagramm und
Fig. 2 das detaillierte Schaltbild einer erfindungsgemässen Schaltungsanordnung.

10 Mit der Schaltungsanordnung wird ein vom Abstand a eines Objekts 1 von einer hochfrequent erregten Spule L1 abhängiges Signal erzeugt. Dazu ist das Objekt 1 an einer Stirnseite der Spule L1 angeordnet und, falls es nicht selbst elektrisch (oder magnetisch) leitend ist, mit einer (nicht dargestellten) Auflage dieser Eigenschaften versehen. Wie im Prinzip aus Fig. 1 und im einzelnen aus Fig. 2 ersichtlich, ist die Spule L1 die Schwingkreisspule eines Hochfrequenzoszillators 5, dessen Hochfrequenzspannung an einer Leitung 7 liegt, an die eine Diode D1 mit nachfolgendem Glättungsglied 12 angeschlossen ist. Da die Rückwirkung der im Objekt 1 induzierten Wirbelströme auf die Spule L1 die Dämpfung des Oszillator-Schwingungskreises in einem vom Abstand a abhängigen Masse erhöht und dadurch dessen Hochfrequenzspannung herabsetzt, ist die Ausgangsspannung des Glättungsgliedes 12 ein von dem Abstand a abhängiges Signal.

25 Die Dämpfung des Schwingungskreises hängt auch vom ohmschen Widerstand der Spule L1 ab, der temperaturabhängig ist. Damit hängt die Ausgangsspannung des Siebgliedes 12 zusätzlich auch von der Temperatur der Spule L1 ab.

30 Um den Einfluss der Temperatur auf die Ausgangsspannung des Siebgliedes 12 zu kompensieren, ist dem durch die Spule L1 fliessenden Hochfrequenzstrom ein Gleichstrom einer Konstantstromquelle 9 überlagert, und der Spannungsabfall des Gleichstroms an der Spule L1 liegt als Eingangsgrösse an einer Steuerschaltung 10, 6, welche den den Oszillator speisenden Gleichstrom in Abhängigkeit von dem Gleichspannungsabfall steuert und dadurch temperaturbedingten Änderungen der Hochfrequenzspannung entgegenwirkt.

35 Zu diesem Zwecke ist die Konstantstromquelle 9 mit der Leitung 7 durch eine Hochfrequenzdrosselspule L2 verbunden, welche die Hochfrequenz von der Konstantstromquelle 9 fernhält. Und die Steuerschaltung weist einen invertierenden Verstärker 10, ein Widerstandsnetzwerk 14 und eine steuerbare Stromquelle 6 auf, die den den Oszillator 5 speisenden Gleichstrom liefert. Der Eingang des Verstärkers 10 ist durch ein eine Hochfrequenzsperre bildendes R-C-Glied R1, C1 mit der Leitung 7 verbunden, dessen Ausgangsspannung an einem von zwei Eingängen des Widerstandsnetzwerkes 14 liegt, dessen Ausgang mit dem Steuereingang der Stromquelle 6 verbunden ist. Der andere Eingang ist für im folgenden noch erläuterte Zwecke vorgesehen. Wenn die Spulentemperatur zunimmt, nimmt der Gleichspannungsabfall an der Spule L1, der am Eingang des Verstärkers 10 liegt, zu. Da der Verstärker 10 ein invertierender Verstärker ist, nimmt dessen Ausgangsspannung und damit die Eingangsspannung der steuerbaren Stromquelle 6 ab. Dabei bewirkt ein invertierender Verstärker O4 (Fig. 2)

der Stromquelle 6, die den Speisegleichstrom des Oszillators 5 liefert, eine Erhöhung des Speisestromes und damit der Erregung der Spule L1. Bei einer Abnahme der Spulentemperatur sind die Vorgänge entsprechend umgekehrt. Durch das Netzwerk 14 wird bei im übrigen gegebenen Daten der Schaltungsteile 5, 6, 10 erreicht, dass der Betrag, um den die Steuerschaltung 10, 14, 6 die Hochfrequenzerregung der Spule L1 bei einer Änderung deren Temperatur ändert, gleich dem Betrag ist, um den die Erregung ändern würde, wenn die Steuerschaltung 10, 14, 6 nicht vorhanden wäre. Im Ergebnis ist der Einfluss der Temperatur der Spule L1 auf deren Hochfrequenzerregung kompensiert, so dass die Hochfrequenzspannung und das dieser Spannung entsprechende Signal am Ausgang des Siebgliebes 12 nur vom Abstand des Objekts 1 von der Spule L1 abhängt.

Die im Objekt 1 induzierten Wirbelströme, deren Rückwirkung auf die Spule L1 die Abhängigkeit der Hochfrequenzspannung des Oszillators 5 vom Abstand a verursachen, hängen auch vom spezifischen Widerstand des Objektes 1 ab, der temperaturabhängig ist. Dieser Temperatureinfluss ist Mass der Rückwirkung und damit vom Abstand a abhängig. Die Temperatur des Objekts 1 ist in der Regel gleich der der Spule L1, und die Temperaturabhängigkeit des spezifischen Widerstandes der Spulenwicklung und der massgebende spezifische Widerstand des Objekts können einander angeglichen werden, indem erforderlichenfalls eine kupferne Auflage an der der Spule L1 zugewandten Seite des Objekts 1 angebracht wird.

Um den vom Abstand a abhängigen Einfluss der Temperatur des Objekts 1 auf das Signal zu kompensieren, liegt die durch die Diode D1 gleichgerichtete und im Glättungsglied 12 geglättete Hochfrequenzspannung am nicht invertierenden Eingang und der im Verstärker 10 invertierte Gleichspannungsabfall an der Spule L1 am invertierenden Eingang eines Differenzverstärkers 13, dessen Ausgang mit dem zweiten Eingang des Widerstandnetzwerkes 14 verbunden ist, das die Stromquelle 6 steuernde Spannung liefert, bei deren Erhöhung die Speisespannung bzw. der Speisestrom des Oszillators 5 abnimmt.

Auf diese Weise wird die den Oszillator 5 speisende Stromquelle 6 sowohl zur Kompensation der Temperaturabhängigkeit des ohmschen Widerstandes der Spule L1 durch das von diesem abhängige Signal am Ausgang des Verstärkers 10 als auch zur Kompensation der vom Abstand a abhängigen Wirkung des spezifischen Widerstandes des Objekts 1 (bzw. dessen Auflage) durch das Ausgangssignal des Verstärkers 13 gesteuert, auf das eine Zunahme der Temperatur und eine Zunahme des Abstandes a (Zunahme der Ausgangsspannung des Siebgliebes 12) einander entgegengesetzt wirken. Wenn die Temperatur bei konstantem Abstand a zunimmt, wird der Ausgang des invertierenden Verstärkers 10 negativer, die Differenz der Eingangsspannungen am Verstärker 13 und damit dessen Ausgangsspannung nimmt zu, und der den Oszillator 5 speisende Strom wird vergrössert.

Wenn der Abstand a bei konstanter Temperatur

grösser wird, nimmt die Ausgangsspannung des Glättungsgliedes 12 zu, der nicht invertierende Eingang des Verstärkers 13 wird positiver, die Differenz der Eingangsspannungen und damit die Ausgangsspannung des Verstärkers 13 nimmt zu, wodurch der den Oszillator 5 speisende Strom schwächer wird. Im Ergebnis wird so der bei zunehmendem Abstand a abnehmende Einfluss der Temperatur des Objekts 1 auf die Hochfrequenzspannung der Spule L1 kompensiert.

Da die Teile D1, 12, 13, 14 der Schaltungsanordnung einen jeder Änderung der Hochfrequenzspannung in geringem Masse entgegenwirkenden Steuerspannungsanteil an die steuerbare Stromquelle 6 liefern, beeinflussen sie auch die an sich nicht lineare Abhängigkeit der Hochfrequenzspannung vom Abstand a im Sinne einer Linearisierung.

Die Abhängigkeit der Hochfrequenzspannung vom Abstand a ist, wie erwähnt, nicht linear. Diese Hochfrequenzspannung nimmt bei zunehmendem Abstand a zuerst steil und dann allmählich immer weniger steil zu.

Ein Signal, das praktisch linear vom Abstand a abhängt, kann mittels der Diode D1 gleichgerichteten und im Glättungsglied 12 geglätteten Hochfrequenzspannung durch ein nichtlineares Übertragungsglied erhalten werden, dessen Ausgangsspannung bei zunehmender Eingangsspannung zuerst weniger steil und dann steiler zunimmt. Halbleiterbauelemente mit Sperrschicht, insbesondere Dioden haben bekanntlich eine im Bereich kleiner Spannungen mit zunehmender Spannung zuerst weniger steil und dann steiler ansteigende Strom-Spannungs-Charakteristik. Damit kann ein nichtlineares Übertragungsglied 15 für die gleichgerichtete und geglättete Hochfrequenzspannung erhalten werden, das ein Signal liefert, dessen Abhängigkeit vom Abstand a linear ist.

Die Charakteristik einer Diode ist bei Temperaturschwankungen auch im Bereich der Raumtemperaturen, nennenswerten Änderungen unterworfen. Deshalb ist bei der Schaltungsanordnung nach Fig. 1 und 2 ein nichtlineares Glied 15 besonderer, im folgenden näher beschriebener Art, bei der die Temperaturabhängigkeit der Diodencharakteristik kompensiert ist, vorgesehen, das mit einem Differenzverstärker 16 zusammenarbeitet, der das gewünschte Signal am Ausgang 17 der Schaltungsanordnung liefert. Dabei ist die Abhängigkeit dieses Signals vom Abstand a linear. Und das Signal ist, wie vorher erläutert, unabhängig von der Temperatur der Spule L1 und des Objekts 1 und auch der Einfluss der Temperatur auf die für die Linearisierung massgebende Diodencharakteristik ist, wie im folgenden noch erläutert, kompensiert.

Im folgenden werden Einzelheiten der Schaltungsteile der Schaltungsanordnung anhand Fig. 2 näher erläutert.

Die Stromversorgung der Schaltungsteile 5, 6, 9, 10, 12, 13, 14, 15 und 16 erfolgt an einer Leitung 19 mit z.B. ca. 17,2 Volt und einer Leitung 20 mit z.B. 6,3 Volt bezogen auf Masse 22. Diese Spannungen sind in an sich grundsätzlich bekannter Weise mittels einer Darlingtonschaltung T1, T2, einem Diffe-

renzverstärker O1 und zweier Zenerdioden Z1 und Z2 stabilisiert.

Der Hochfrequenzoszillator 5 ist ein Colpitts-Oszillator in Basisschaltung mit einem Transistor T4 und dem durch die Spule L1 und zwei Kondensatoren C2 und C3 gebildeten Schwingkreis, der einerseits mit dem Kollektor des Transistors T4 und der die Hochfrequenz führenden Leitung 7 verbunden ist und andererseits an Masse 22 liegt.

Das Glättungsglied 12 enthält in zur Glättung gleichgerichteter Hochfrequenz in bekannter Weise zwei Kondensatoren C6, C7 und einen Widerstand K1, der zur Kompensation von Einflüssen der Temperatur auf die Schaltungsanordnung (ohne Spule L1 und Objekt 1), insbesondere der Halbleiterdiode D1, als Kaltleiter ausgeführt ist.

Die Konstantstromquelle 9 ist in bekannter Art mit einem Operationsverstärker O2, einem Transistor T5 in Kollektorschaltung und fünf Widerständen R9 bis R13 ausgeführt. Sie liefert den konstanten Gleichstrom an das Hochfrequenz führende, mit der Leitung 7 verbundene Ende der Spule L1. Dieser Strom ist z.B. so bemessen, dass der Gleichspannungsabfall an der Spule L1 bei Raumtemperatur ca. 0,2 Volt beträgt. Dabei ist der ebenfalls durch die Spule L1 fliessende, mit dem Abstand a zwangsläufig ändernde Kollektorstrom des Transistors T4 unbeachtlich. Auch der durch die Widerstände R1, R16, R19, R20/21 und die Spule L1 fliessende Strom fällt dabei nicht ins Gewicht, er ist im übrigen wegen der stabilisierten Spannung an der Leitung 19 auch stabilisiert, wenn auch mit grösseren Abweichungen als der Strom der Konstantstromquelle 9, die ihrerseits mit dieser Spannung gespeist ist.

Die steuerbare Stromquelle 6 enthält als Stellglied für die Gleichstromversorgung des Oszillators 5 einen Operationsverstärker O4 und Widerstände R24 bis R29. Dabei ist die Ausgangsspannung des Widerstandsnetzwerkes 14 die Stellgrösse am invertierenden Eingang des Operationsverstärkers O4.

Als Differenzverstärker 13 dient ein Operationsverstärker O5, zusammen mit Widerständen R32 und 33, dessen nicht invertierender Eingang durch einen Widerstand R 36 mit dem Ausgang des Siebgliedes 12 und dessen invertierender Eingang durch einen Widerstand 35 mit dem Ausgang des invertierenden Verstärkers 10 verbunden ist, der mit Widerständen R16, R17, R18 den Schaltungsteil 10 bildet.

Das Widerstandsnetzwerk 14 enthält zwei Widerstände 23 und 41, deren einer 23 den Ausgang des invertierenden Verstärkers 10 und deren anderer 41 den Ausgang des Differenzverstärkers 13 mit dem Steuereingang der Stromquelle 6 verbindet, dem noch ein Widerstand R24 vorgeschaltet ist. Durch die Widerstände 28 und 42 wird die erforderliche Vorspannung am invertierenden Eingang des Verstärkers O4 erhalten. Die Widerstände R23 und R41 bewirken zusammen mit dem Widerstand R28, dass der von der Temperatur der Spule L1 abhängige Anteil und der von der Temperatur des Objekts und vom Abstand a abhängige Anteil der die Stromquelle 6 steuernden Spannung im Verhältnis

ihrer erforderlichen Wirkungen auf die Hochfrequenzspannung zueinander stehen und auch im einzelnen so gross sind, wie für eine möglichst vollständige Kompensation erforderlich.

Das nichtlineare Glied 15 enthält zwei parallel geschaltete Zweige, deren jeder aus einem als Diode geschalteten Transistor T6 bzw. T7 in Reihe mit einem Widerstand R49 bzw. R50 besteht. Transistoren werden verwendet, weil ein derartiges Paar in einem Gehäuse auf einem Halbleitersubstrat, wobei beide Transistoren auf gleicher Temperatur liegen, handelsüblich ist, und wie weiter unten beschrieben, ein derartiges Paar zur Temperaturkompensation eines elektrischen Signals erforderlich ist. Die Zweige T6, R49 und T7, R50 liegen in Fig. 2 am Ausgang eines Operationsverstärkers O6, dessen nicht invertierender Eingang mit der Leitung 20, und dessen invertierender Eingang mit der Basis und dem Kollektor des Transistors T7 verbunden ist. Dieser Operationsverstärker O6 ist grundsätzlich nicht erforderlich, er bewirkt nur eine weitere Verbesserung der Wirkung des nichtlinearen Gliedes 15. Deshalb wird die Wirkungsweise einer Ausführung beschrieben, bei der die Zweige T6, R49 und T7, R50 an die Leitung 20 angeschlossen sind.

Bei beiden Ausführungen haben die Transistoren T6 und T7 die gleichen Charakteristiken und im Ruhezustand liegen an den Widerständen R 49 und 50 gleiche Spannungsabfälle, so dass im Ruhezustand einander gleiche Spannungen über den als Dioden geschalteten Transistoren T6 und T7 liegen. Der Ausgang des Differenzverstärkers 13 ist durch einen Widerstand 44 mit dem an den als Diode geschalteten Transistor T7 angeschlossenen Ende des Widerstands 49 verbunden, so dass die Ausgangsspannung dieses Differenzverstärkers 13 die Spannung an diesem Widerstand 49 erhöht. Dadurch nimmt die Spannung am Transistor T6 zu, wodurch sich dessen Arbeitspunkt an seiner Strom-Spannungscharakteristik verschiebt und der von ihm an den Widerstand R49 gelieferte Strom entsprechend der Charakteristik mehr als proportional zur Ausgangsspannung des Differenzverstärkers O5 abnimmt. Dadurch wird kleineren Änderungen der Ausgangsspannung des Differenzverstärkers O5 (Schaltungsteil 13) relativ weniger, grösseren Änderungen relativ stärker entgegengewirkt. Der Grad dieser Entgegenwirkung hängt von der Lage des Arbeitspunktes im Ruhezustand und vom Widerstand 49 ab und kann so bemessen werden, dass die Abhängigkeit der Spannung am Widerstand R49 vom Abstand a praktisch linear ist.

Die Strom-Spannungs-Charakteristik der als Dioden geschalteten Transistoren T6 und T7 ist bereits im Bereich üblicher Raumtemperaturen temperaturabhängig. Dieser Temperatureinfluss ist dadurch kompensiert, dass das dem Transistor T6 zugewandte Ende des Widerstands 49 durch einen Widerstand R53 mit dem nicht invertierenden Eingang und das dem Transistor T7 zugewandte Ende des Widerstandes R50 durch einen Kaltleiter K2 mit dem invertierenden Eingang eines Operationsverstärkers O7 verbunden ist, dessen Ausgang das gewünschte, vom Abstand a abhängige Signal am Ausgang 17 der Schaltungsanordnung liefert. Dabei

wird erreicht, dass nur die Differenz der durch Temperaturänderungen der Transistoren T6 und T7 bedingten Änderungen der Spannungen an den Widerständen R49 und R50 auf das Signal am Ausgang 17 wirkt. Der Verstärkungsfaktor des Operationsverstärkers O7 wird bestimmt durch einen Widerstand R55 zwischen dem Ausgang des Verstärkers O7 sowie am invertierenden Eingang durch einen Widerstand R52 in Reihe mit einem Kaltleiter K2 und dem Widerstand R50, zu dem der «Widerstand» des als Diode geschalteten Transistors T7 hochfrequenzmässig parallel geschaltet ist.

Der Temperatureinfluss beider als Dioden geschalteter Transistoren T6 und T7 wird wie oben bereits beschrieben durch den Differenzverstärker O7 kompensiert, wohingegen der Temperatureinfluss des Transistors T7 im Verstärkungsfaktor des Differenzverstärkers O7 durch den Temperatureinfluss des Kaltleiters K2 kompensiert wird.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zur Erzeugung eines vom Abstand eines Objekts (1) von einer hochfrequent erregten Spule (L1) abhängigen Signals, gekennzeichnet durch eine Steuerschaltung (6, 10), deren Eingangsgrösse vom ohmschen Widerstand der Spule (L1) abhängt, und deren Ausgangsgrösse auf die Erregung der Spule (L1) einwirkt, um den Einfluss von Änderungen des ohmschen Widerstandes auf die Erregung zu kompensieren.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dem hochfrequenten Erregerstrom der Spule (L1) ein konstanter Gleichstrom überlagert ist und der Gleichspannungsabfall an der Spule (L1) als Eingangsgrösse an der Steuerschaltung (6, 10) liegt.

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Spule (L1) die Schwingkreis-spule eines Oszillators (5) ist, auf dessen Stromversorgung (6) die Ausgangsgrösse der Steuerschaltung (6, 10) einwirkt.

4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Oszillator ein Colpitts-Oszillator (5) ist.

5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen Gleichrichter (D1) für die Hochfrequenzspannung der Spule (L1), auf den ein Glättungsglied (12) folgt, und einen Differenzverstärker (13), an dessen einem Eingang die vom ohmschen Widerstand der Spule (L1) abhängige Grösse und an dessen anderen Eingang die Ausgangsgrösse des Glättungsgliedes (12) liegt, und dessen Ausgangsgrösse auf die Erregung der Spule (L1) einwirkt, um den bei zunehmendem Abstand des Objekts (1) von der Spule (L1) abnehmenden Einfluss der Temperatur des Objekts (1) auf deren Erregung zu kompensieren.

6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass an die Spule (L1) ein Gleichrichter (D1) mit Glättungsglied (12) angeschlossen ist, dessen Ausgangsspannung als zusätzliche Eingangsgrösse Änderungen der Erregung der Spule (L1) teilweise entgegenwirkt, um die

Abhängigkeit des Signals vom Abstand (a) wenigstens annähernd zu linearisieren.

7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass an die Spule (L1) ein Gleichrichter (D1) mit Glättungsglied (12) angeschlossen ist, auf welches (12) wenigstens ein nichtlineares Glied (15) zum Linearisieren der Abhängigkeit des Signals vom Abstand (a) des Objekts (1) von der Spule (L1) folgt.

8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das nichtlineare Glied (15) eine von einer konstanten Gleichspannung gespeiste Reihenschaltung einer Diode (T6) und eines Widerstands (R49) hat, der mit dem Eingang und dem das Signal liefernden Ausgang des nichtlinearen Gliedes verbunden ist.

9. Schaltungsanordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das nichtlineare Glied (15) zwei parallel an einer konstanten Spannung liegende Reihenschaltungen je einer Diode (T6, T7) und eines Widerstands (R49, R50) hat, dass einer dieser Widerstände (R49) mit dem Eingang des nichtlinearen Gliedes (15) und mit dem nicht invertierenden Eingang eines das Signal liefernden Verstärkers (16) und der andere Widerstand (R50) mit dem invertierenden Eingang dieses Verstärkers (16) verbunden ist.

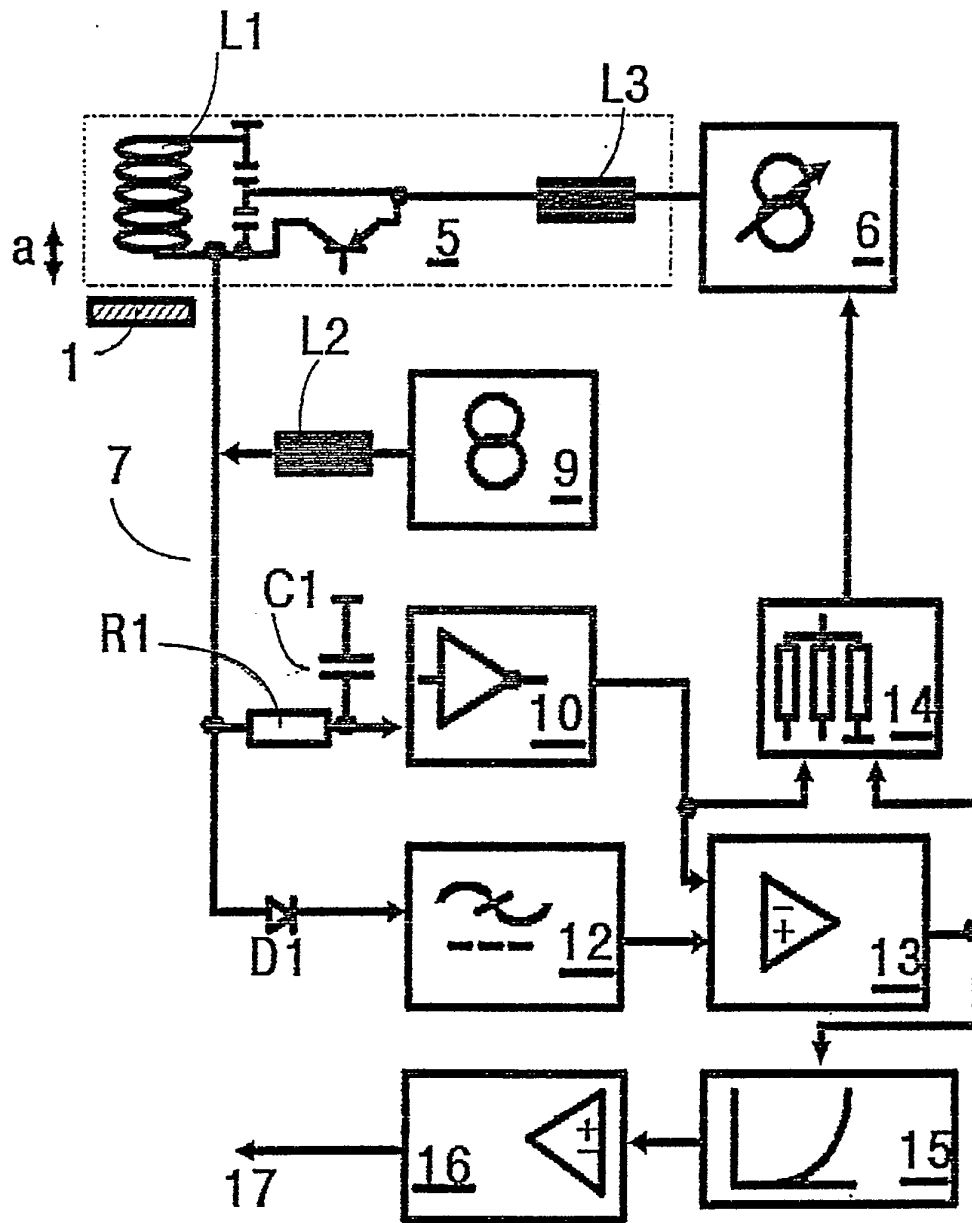


Fig.1

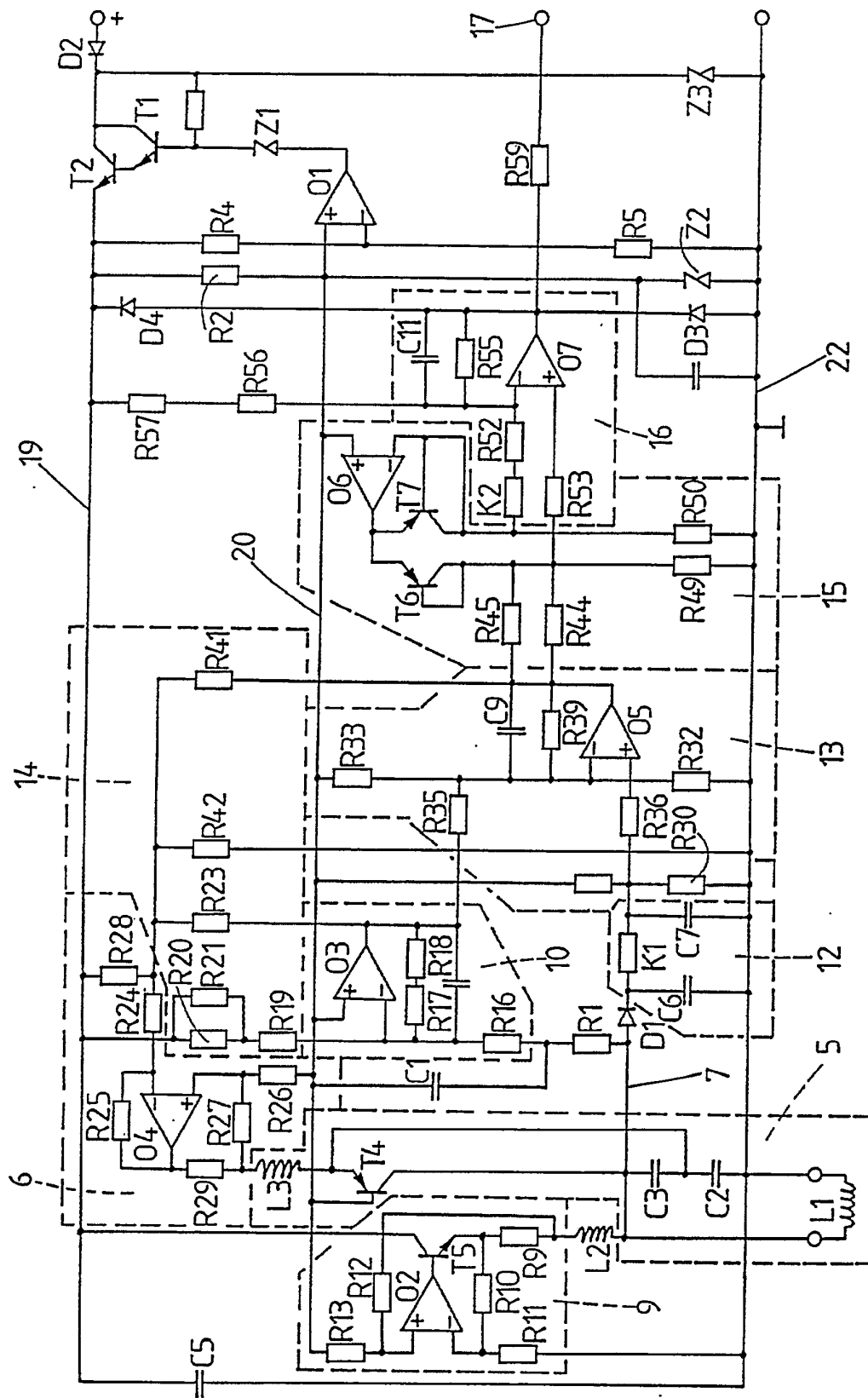


Fig. 2