



**Wirtschaftspatent**

Erteilt gemaeß § 18 Absatz 2 Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

**211 259**

Int.Cl.<sup>3</sup>

3(51) G 01 S 15/08

## AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

---

(21) WP G 01 S/ 2403 977

(22) 03.06.82

(45) 04.07.84

---

(71) VEB RATIONALISIERUNG KONFEKTION;BERLIN, DD

(72) GRUENER, HANS-JUERGEN,DIPL.-ING.;MENCKE, HELMUT,DIPL.-ING.;OERTMANN, PETER;  
STOESSER, WALTER,DIPL.-PHYS.;DD;

---

(54) **SCHALTUNGSANORDNUNG ZUR KONTINUIERLICHEN BERUEHRUNGSLOSEN ENTFERNUNGSMESSUNG**

---

(57) Angewendet wird die Erfindung zur kontinuierlichen berührungslosen Entfernungsmessung von unregelmäßigen Oberflächen. Aufgabe der Erfindung ist es, bei Einwirkung von Störschall zuverlässige Meßergebnisse zu erhalten. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß ein Taktgenerator (1), ein Tiefpaß (2), ein Summierer (3) und ein piezokeramischer Ultraschallgeber (4) hintereinander angeordnet sind und der Ultraschallgeber (4) ein amplituden- oder frequenzmoduliertes Signal abstrahlt, das von einem piezokeramischen Ultraschallempfänger (7) aufgenommen wird. Dem Ultraschallempfänger sind ein Verstärker (8), ein Gleichrichter (9), ein Filter (10), ein Komparator (11), ein Differentiator (12) sowie eine Auswertelogik (6) nachgeschaltet, deren anderer Eingang mit einer Taktquelle verbunden sind. Der Auswertelogik (6) folgen ein Register (13), ein Mikrorechner (14) und ein Stellglied. Fig. 1

## Schaltungsanordnung zur kontinuierlichen berührungslosen Entfernungsmessung

---

### Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur kontinuierlichen berührungslosen Entfernungsmessung von Flächen, die senkrecht oder annähernd senkrecht zum Meßstrahl ausgerichtet sind und feststehend oder bewegt bzw. eben oder uneben sind.

### Charakteristik der bekannten technischen Lösung

Aus der BRD-OS 3 037 139 ist ein Entfernungsmesssystem für Kameras und aus der BRD-OS 2 704 511 ist eine Meßanordnung zur Ortsvermessung variabler Punkte auf einer Fahrzeugkarosserie bekannt. Beide Erfindungsbeschreibungen beinhalten als wesentlichen Teil eine Taststufe zur Erzeugung von Ultraschallimpulsen.

Diese Lösungen haben den Nachteil, daß ein breitbandiges Übertragungssystem zur Signalverarbeitung erforderlich ist, bei dem durch Störschall das Meßergebnis leicht verfälscht wird.

### Ziel der Erfindung

Die Erfindung hat das Ziel, den Meßprozeß zu rationalisieren.

### Wesen der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung zu entwickeln, die unter ungünstigen akustischen Umweltbedingungen, z.B. aufeinanderschlagende Metallteile, Druckluftgeräusche usw., die einen hohen Anteil an Ultraschallfrequenzen aussenden, einen zuverlässigen Meßwert für die Entfernung der Sensorelemente von einem anzutastenden Objekt liefert.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß ein Taktgenerator mit zwei Ausgängen eingesetzt wird, wobei der eine Ausgang mit dem Eingang eines Summierers und der andere Ausgang mit einem Tiefpaß verbunden ist und der Ausgang des Tiefpasses ebenfalls mit einem Eingang des Summierers in Verbindung steht. Am Ausgang des Summierers befindet sich der piezokeramische Ultraschallgeber. Der zum Tiefpaß führende Ausgang des Taktgenerators ist zusätzlich mit einem Differentiator verschaltet, an dessen Ausgang sich eine Auswertelogik anschließt. Im Bereich des piezokeramischen Ultraschallgebers befindet sich ein piezokeramischer Ultraschallempfänger. Dieser Ultraschallempfänger ist mit einem Verstärker verbunden, an dessen Ausgang sich ein Gleichrichter anschließt, dem ein Filter folgt. Am Ausgang des Filters ist ein Komparator angeordnet, dem ein Differentiator nachgeschaltet ist, dessen Ausgang als zweiter Eingang zur Auswertelogik führt. An den dritten Eingang der Auswertelogik ist eine Taktquelle beliebigen Ursprungs angeschlossen. Der Ausgang der Auswertelogik führt zu einem Register und dessen Ausgang zu einem Mikrorechner, dem sich ein anwendungsspezifisches Stellglied anschließt.

Einen ganz spezifischen Aufbau besitzt der Summierer. Seine beiden Eingänge führen über Widerstände zu dem invertierenden Eingang eines Verstärkers. Der Ausgang des Verstärkers

ist über einen Widerstand auf den invertierenden Eingang desselben zurückgeführt, während der nicht invertierende Eingang des Verstärkers mit dem Abgriff eines Potentiometers verbunden ist. Die Anfangsklemme des Potentiometers ist mit einer positiven Spannungsquelle und die Endklemme mit einer negativen Spannungsquelle verbunden. Der Abgriff des Potentiometers ist dabei in einer Stellung, bei der entweder die positive Amplitude der Hüllkurve des Summensignals gleich dem positiven Sättigungswert oder die negative Amplitude der Hüllkurve des Summensignals gleich dem negativen Sättigungswert des Summierers ist.

#### Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1: die Schaltungsanordnung als Blockschaltbild,
- Fig. 2: den Summierer und
- Fig. 3: das Ergebnis eines richtig eingestellten Arbeitspunktes als Schwingungskurve.

An einen Taktgenerator 1 schließt sich einmal ein Tiefpaß 2 und zum anderen ein Summierer 3 an. Der Ausgang des Tiefpasses 2 führt ebenfalls auf den Summierer 3, der seinerseits einen piezokeramischen Ultraschallgeber ansteuert. Der zum Tiefpaß 3 führende Ausgang des Taktgenerators 1 ist mit einem Differentiator 5 verbunden. Die Ausgangsimpulse des Differentiators 5 gelangen als Startsignal zu einer Auswertelogik 6.

Ein piezokeramischer Ultraschallempfänger 7 nimmt das vom piezokeramischen Ultraschallgeber 4 ausgesendete und an einem Objekt reflektierte Signal auf. Dieses Signal wird auf einen nachgeschalteten Verstärker 8 geleitet und danach auf

einen dem Verstärker 8 folgenden Gleichrichter 9, dessen Ausgang zu einem Filter 10 führt. Dem Filter 10 ist ein Komparator 11 und diesem ein Differentiator 12 nachgeschaltet. Die Ausgangsimpulse des Differentiators 12 gelangen als Stoppsignal auf die nachgeordnete Auswertelogik 6. An die Auswertelogik 6 sind außerdem eine beliebige Quelle, die eine Zählfrequenz mit einer von der geforderten Meßgenauigkeit abhängigen Höhe liefert sowie ein Register 13 angeschlossen. Der nachgeschaltete Mikrorechner 14 übernimmt den Inhalt des Registers 13. Dem Mikrorechner 14 folgen in der Zeichnung nicht gezeigte, anwendungsspezifische Stellglieder, z.B. Motore, pneumatische oder hydraulische Betätigungselemente oder andere Servoeinrichtungen. Der Summierer 3 mit seinen beiden gleichwertigen Eingängen 15 und 16 besteht im wesentlichen aus einem Verstärker 18 mit einem invertierenden Eingang 17 und einem nichtinvertierenden Eingang 20, wobei dem invertierenden Eingang 17 Widerstände vorgeschaltet sind. Der nichtinvertierende Eingang 20 ist mit dem Abgriff eines Potentiometers 21 verbunden, an das sich beidseitig je eine Z-Diode 22 bzw. 23 und ein Widerstand 24 bzw. 25 anschließen.

Die Wirkungsweise der Schaltungsanordnung ist folgende:

Im Taktgenerator 1 werden aus einer frequenzstabilen Grundfrequenz zwei Frequenzen von ca. 40 kHz-Impulsfolge und ca. 300 Hz-Impulsfolge erzeugt. Die Frequenz von ca. 40 kHz-Impulsfolge entspricht der Resonanzfrequenz des schmalbandigen piezokeramischen Ultraschallgebers 4 und des ebenfalls schmalbandigen piezokeramischen Ultraschallempfängers 7. Die Frequenz der ca. 300 Hz-Impulsfolge wird durch den vorgegebenen Meßbereich bestimmt und ergibt sich aus der Laufzeit des Schalles in Luft, d.h. die Frequenz verhält sich umgekehrt proportional zum Meßbereich. Die ca. 40 kHz-Impuls-

folge gelangt direkt an den Eingang 15 des Summierers 3 und die ca. 300 Hz-Impulsfolge über einen Tiefpaß 2, der aus der ca. 300 Hz-Impulsfolge eine Sinusschwingung formt, an den Eingang 16 des Summierers 3. Da es sich um zwei gleichwertige Eingänge 15 und 16 handelt, ist es auch möglich, die ca. 300 Hz Sinusschwingung an den Eingang 15 und die ca. 40 kHz-Impulsfolge an den Eingang 16 zu legen. Beide Eingänge 15 und 16 führen auf den invertierenden Eingang 17 des Verstärkers 18. Vom Ausgang 19 des Verstärkers 18 zum invertierenden Eingang 17 besteht eine Widerstandsgegenkopplung. An den nichtinvertierenden Eingang 20 des Verstärkers 18 wird mit Hilfe eines Potentiometers 21 ein einstellbares Bezugspotential angelegt. Zu diesem Zweck wird der eine Endpunkt des Potentiometers 21 an ein positives und der andere an ein negatives Potential angelegt. Diese Potentiale sind so zu wählen, daß entsprechend des Verstärkungsfaktors der Anordnung der Arbeitspunkt des Summierers 3 am Ausgang 19 im gesamten Arbeitsbereich verschiebbar ist. Der Arbeitspunkt des Summierers 3 ist also so eingestellt, daß die negative oder positive Halbwelle der ca. 40 kHz-Impulsfolge im Sättigungsbereich des Summierers 3 liegt. Das Ergebnis eines möglichen Arbeitspunktes zeigt Fig. 3.

Eine Möglichkeit zur Erzeugung dieses Potentials gemäß Fig. 2 besteht in der Verwendung von zwei in Reihe geschalteten Z-Dioden 22 und 23, deren gemeinsamer Anschlußpunkt auf Massepotential liegt. Zur Arbeitspunkteinstellung der Z-Dioden 22 und 23 dienen Widerstände 24 und 25, wobei der Widerstand 24 an der positiven Betriebsspannung und der Widerstand 25 an der negativen Betriebsspannung anliegt.

Das Potentiometer 21 ist mit einem Ende an der Katode der Z-Diode 22 und mit dem anderen Ende an der Anode der Z-Diode 23 angeschlossen. Der Abgriff des Potentiometers 21 befindet sich in einer Stellung, bei der entweder die positive Ampli-

tude der Hüllkurve des Summensignals gleich dem positiven Sättigungswert oder die negative Amplitude der Hüllkurve des Summensignals gleich dem negativen Sättigungswert des Summierers 3 ist.

Werden die beiden o.g. Frequenzen an die Eingänge 15 und 16 angelegt, so ergibt sich am Ausgang 19 ein Spannungsverlauf gemäß Fig. 3.

Das Signal gemäß Fig. 3 gelangt auf den piezokeramischen Ultraschallgeber 4, der ein amplitudenmoduliertes Signal abstrahlt. Die positiven oder negativen Flanken der 300 Hz-Impulsfolge werden im Differentiator 5 differenziert. Diese differenzierten Impulse dienen als Startsignal in der Auswertelogik zur Durchschaltung einer beliebigen Zählfrequenz für eine Zählerstufe.

Die vom piezokeramischen Ultraschallempfänger 7 aufgenommene amplitudenmodulierte Schwingung gelangt über einen Verstärker 8 in einen Gleichrichter 9, wo das Empfangssignal demoduliert wird. In einem Filter 10 wird aus diesem demodulierten Signal die niederfrequente Schwingung von ca. 300 Hz zurückgewonnen. Ein Komparator 11 formt aus dem niederfrequenten Sinussignal eine Rechteckfrequenz, deren positive oder negative Flanken in einem Differentiator 12 differenziert werden. Diese differenzierten Impulse dienen in der Auswertelogik 6 als Stoppsignal für die Zählerstufe. Die Phasenverschiebung zwischen Start- und Stoppsignal, die gleichzeitig die Phasenverschiebung zwischen Sende- und Empfängersignal darstellen, ist ein Maß für die Entfernung zwischen Objekt und Sende- und Empfängeranordnung, welche starr mit der Einrichtung zur Bearbeitung des Objektes gekoppelt ist. Die Impulse der Zählfrequenz, die zwischen Start- und Stoppsignal in den Zähler der Auswertelogik 6 einlaufen, sind somit ein Maß für die gemessene Entfernung und gelangen über ein Register 13 zur weiteren Verarbeitung in den Mikrorechner 14, der daraus die notwendigen Steuersignale für die Stellglieder ermittelt.

## Erfindungsanspruch

1. Schaltungsanordnung zur kontinuierlichen berührungslosen Entfernungsmessung unter Verwendung piezokeramischer Sensoren, wobei Sender und Empfänger getrennte Bauelemente sind, gekennzeichnet dadurch, daß der eine Ausgang eines Taktgenerators (1) mit einem Eingang eines Summierers (3) und der andere Ausgang des Taktgenerators (1) mit einem Tiefpaß (2) verbunden ist, wobei der Ausgang des Tiefpasses (2) ebenfalls mit einem Eingang des Summierers (3) in Verbindung ist und sich am Ausgang des Summierers (3) der piezokeramische Ultraschallgeber (4) befindet, wobei der zum Tiefpaß (2) führende Ausgang des Taktgenerators (1) zusätzlich zu einem Differentiator (5) geführt ist, an dessen Ausgang sich eine Auswertelogik (6) anschließt und der im Bereich des piezokeramischen Ultraschallgebers (4) befindliche piezokeramische Ultraschallempfänger (7) ist mit einem Verstärker (8) verbunden, an dessen Ausgang sich ein Gleichrichter (9) anschließt, der mit einem Filter (10) verschaltet ist und am Ausgang des Filters (10) befindet sich ein Komparator (11), dem ein Differentiator (12) nachgeschaltet ist, dessen Ausgang als zweiter Eingang zur Auswertelogik (6) führt und an einem dritten Eingang der Auswertelogik (6) eine Taktquelle beliebigen Ursprungs angeschlossen ist, wobei der Ausgang der Auswertelogik (6) mit einem Register (13) verbunden ist, dem ein Mikrorechner (14) folgt, dessen Ausgang mit einem anwendungsspezifischen Stellglied verschaltet ist.
2. Vorrichtung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Summierer (3) mit zwei Eingängen (15 und 16) ausgerüstet ist, die über Widerstände mit dem invertieren-



-3-

den Eingang (17) eines Verstärkers (18) verbunden sind und der Ausgang (19) über einen Widerstand auf den invertierenden Eingang (17) rückgekoppelt ist, während der nichtinvertierende Eingang (20) mit dem Abgriff eines Potentiometers (21) verbunden ist, dessen Anfangsklemme mit einer positiven Spannungsquelle und dessen Endklemme mit einer negativen Spannungsquelle verschaltet ist, so daß wenn der Abgriff des Potentiometers (21) sich auf positivem Potential befindet, die positive Amplitude der Hüllkurve des Summensignals gleich dem positiven Sättigungswert und wenn er sich auf negativem Potential befindet, die negative Amplitude der Hüllkurve des Summensignals gleich dem negativen Sättigungswert des Summierers (3) ist.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

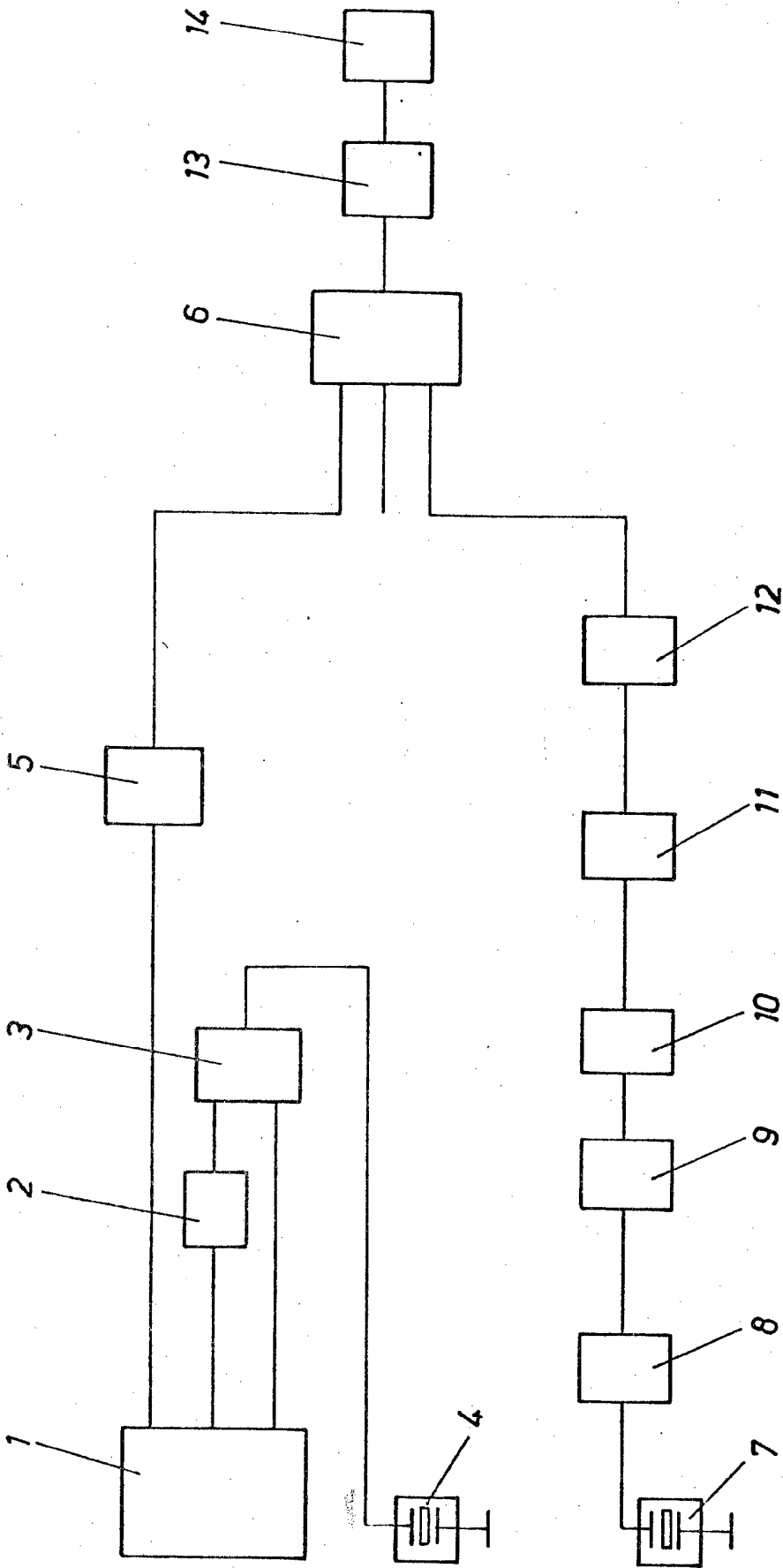


Fig.1

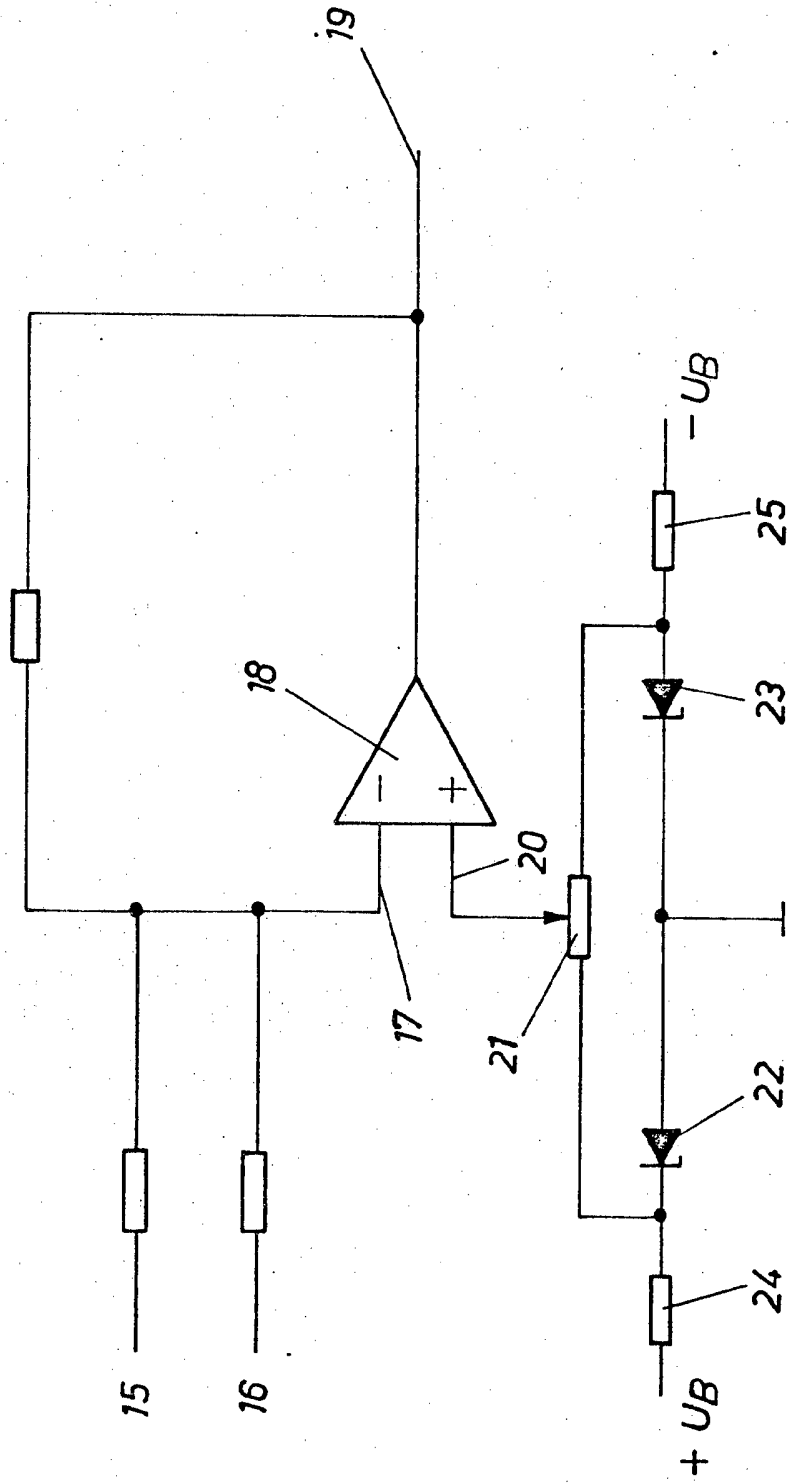


Fig. 2

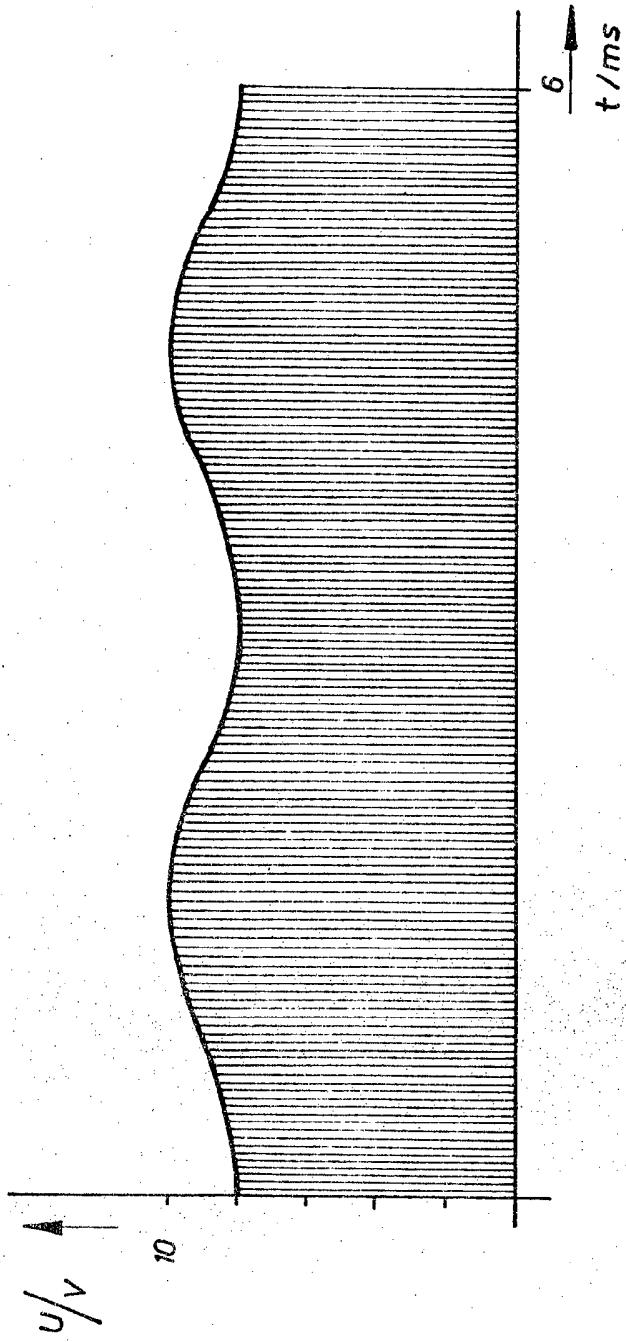


Fig. 3