



Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer:

391 829 B

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 9065/82 DE82/00153

(51) Int.Cl.⁵ : B23Q 17/22

(22) Anmeldetag: 22. 7.1982

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 6.1990

(45) Ausgabetag: 10.12.1990

(30) Priorität:

28. 7.1981 DE 3129590 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:

DE-PS 224777 DE-PS 664215 DE-AS1303702 DE-OS1402994
DE-OS1477864 GB-PS1177322

(73) Patentinhaber:

CHRISTOFFEL REINHOLD
D-3203 SARSTEDT (DE).
WESOLY HEINER
D-3203 SARSTEDT (DE).

(54) VERFAHREN ZUM GENAUEN EINRICHTEN VON WERKZEUGMASCHINEN UND KANTENTASTVORRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS

(57) Zum genauen Einrichten von Werkzeugmaschinen werden mechanisch- und elektromechanisch wirkende Antastgeräte verwendet, beispielsweise optische Anzeigevorrichtungen, welche im Moment des Berührungskontaktes mit einer zu bearbeitenden Fläche aufleuchten. Die Genauigkeit des Ausrichtens mit Hilfe dieser Geräte genügt jedoch in vielen Fällen nicht der geforderten Einstellgenauigkeit. Mit der Erfindung wird ein Verfahren geschaffen, mit welchem ein Tastkopf langsam der anzutastenden Fläche oder Kante so weit zugestellt wird, bis die Berührung des sich drehenden Tastkopfes mit der Fläche oder Kante einem Tastkopfdrehwinkel (Alpha) entspricht, der um einen vorbestimmten Sicherheitswert größer als 180° , jedoch kleiner als 300° ist. Die Vorrichtung hierfür besteht aus einem Gehäuse mit einer elektrischen Spannungsquelle und einer Schalteinrichtung für optische Anzeigeelemente, wobei das Gehäuse von einem mit einem Pol der Spannungsquelle verbundenen Hohlenschaft durchsetzt ist. Der Hohlenschaft ist an seinem maschinenseitigen Ende mit einem genau geschliffenen Aufnahmebereich versehen und trägt an seinem freien Ende einen elektrisch isolierten und mit dem Eingang eines Verstärkers verbundenen Tastkopf.

AT 391 829 B

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum genauen Einrichten von Werkzeugmaschinen mit Hilfe eines in die Spindel einer Werkzeugmaschine eingesetzten Tastkopfes mit zylindrischem Taster, welcher zum Antasten an eine Bezugsfläche oder -kante des zu bearbeitenden Werkstücks gefahren wird, und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

- 5 Zum genauen Einrichten von Werkzeugmaschinen mit dem Ziel, das Zentrum einer Werkzeugmaschinenspindel über dem zu bearbeitenden Werkstück genau zu ermitteln, ist es beispielsweise durch die DE-PS 224 777 bekannt, mechanisch und elektromechanisch wirkende Antastgeräte zu verwenden, die vielfach auch als Nullpunktaufnehmer oder Kantentaster bezeichnet werden. So gibt es beispielsweise ein Gerät, das mit einer optischen Anzeigevorrichtung ausgestattet ist, welche jedoch nur im Moment des
- 10 Berührungskontaktes mit einer zu bearbeitenden Fläche aufleuchtet. Ein solches Gerät ist mit einer am unteren Ende befindlichen Tastkugel ausgerüstet, die beim Absenken und Berühren der Fläche das Signal auslöst.

- Kantentaster nach der DE-PS 905 810 oder DE-OS 2 210 713 erreichen beim Anfahren, d. h. Positionssuche von Bezugsflächen oder -kanten, eine Genauigkeit von ca. 0,01 mm. Hierbei wird durch leichten Fingerdruck der untere Teil des Tasters zuerst aus der Laufachse der drehenden Arbeitsspindel gedrückt. Durch langsames Zustellen an die zu tastende Fläche wird die oszillierende Bewegung stetig geringer. Bei Erreichen der Koaxialität von Ober- und Unterteil weicht das Unterteil entlang der Werkstückfläche aus. Die Position von angetasteter Fläche zur Achse der Arbeitsspindel entspricht dann dem Halbmesser des Tastkopfes mit der vorgenannten Genauigkeitstoleranz. Diese genügt jedoch in vielen Fällen nicht der geforderten Einstellgenauigkeit. Außerdem werden die Meßergebnisse durch Spindelausschläge der Maschinen und durch Tastkopfezentritäten verfälscht, da
- 15 diese nicht berücksichtigt werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein neues Verfahren zum genauesten Einstellen von Werkzeugmaschinen und eine Vorrichtung zu seiner Durchführung zu schaffen, womit eine wesentlich höhere Genauigkeit der Einstellung bei geringstmöglichem Zeitaufwand erreichbar ist.

- Die erfinderische Lösung zeichnet sich dadurch aus, daß der Tastkopf langsam der anzutastenden Bezugsfläche oder -kante so weit zugestellt wird, daß die Dauer der Berührung des sich drehenden Tasters mit der Bezugsfläche oder -kante einem Tastkopfdrehwinkel entspricht, der größer als 180°, jedoch kleiner als 300° ist.
- 25 Am vorteilhaftesten, d. h. genauestens, ist das Zentrum der Werkzeugmaschinenspindel ausgerichtet, wenn der Drehwinkel für die Dauer der Berührung 210° beträgt.

- Zur Durchführung des Verfahrens eignet sich besonders vorteilhaft ein mit einer elektrischen Spannungsquelle und einer Schalteinrichtung für optische Anzeigeelemente ausgerüstetes Gehäuse, welches mit einem mit einem Pol der Spannungsquelle verbundenen und einen genau geschliffenen Aufnahmebereich zum Einspannen in die Werkzeugspindel aufweisenden Hohlenschaft versehen ist, und daß das Gehäuse an seinem freien Ende den gegen den Hohlenschaft elektrisch isolierten und mit dem Eingang eines ersten Verstärkers der elektrischen Schalteinrichtung verbundenen Taster trägt. Als optische Anzeigeelemente eignen sich Leuchtdioden, die an der Außenseite des
- 30 Gehäuses nebeneinander angeordnet sein können.

- Die Schalteinrichtung enthält vorzugsweise vier zu einem integrierten Schaltkreis für dieselbe Betriebsspannung zusammengefaßte, als Komparatoren geschaltete Verstärker mit an den negativen Eingängen anliegenden, unterschiedlich definierten Referenzspannungen, deren positive Eingänge mit in Abhängigkeit von der Berührungsdauer des Tasters mit dem Werkstück erzeugten Gleichspannungsimpulsen beaufschlagt werden, wobei die Ausgänge zweier Verstärker mit jeweils einer Leuchtdiode und der Ausgang eines Verstärkers mit einer an sich bekannten Multivibratorschaltung in Abhängigkeit von der Größe der Gleichspannungsimpulse zeitweilig ausschaltbar sind.
- 35

Weitere, die Erfindung vorteilhaft ausgestaltende Merkmale sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

- Die Erfindung macht sich die Tatsache zunutze, daß jede Maschinenspindel innerhalb geringer Toleranzen von der theoretisch genauen Lage, beispielsweise von der Vertikalen, abweicht. Bei der Berührung einer sich drehenden Spindel mit einer Bezugskante oder -fläche ergibt sich zunächst ein ganz geringfügiger Schleifkontakt, der einem sehr kleinen Drehwinkel entspricht. Bei weiterem Zustellen des Werkstücks zur Maschinenspindel wird der Drehwinkel, innerhalb dessen der Schleifkontakt auftritt, allmählich größer. Sobald der halbe Umfang der Maschinenspindel bzw. eines coaxialen Tastkopfes das Werkstück berührt, gilt die genaue Lage der Spindel als erreicht. Aus Sicherheitsgründen werden jedoch noch dreißig Drehwinkelgrade hinzugegeben, so daß bei einem Schleifkontakt entsprechend 210° Drehwinkel die Maschine als am besten eingestellt gilt. Mit dem Tastkopf wird die Bezugsfläche oder -kante zunächst so weit angefahren, bis die Berührung entsprechend ca. 130° Drehwinkel erreicht ist. Dann beginnt eine der Dioden zu leuchten. Bei weiterem Anfahren wird die zweite Leuchtdiode zugeschaltet. In diesem Moment ist eine Berührung entsprechend 210° Drehwinkel erreicht. Sollte vorsichtigerweise eine noch weitere Zustellung vorgenommen worden sein, die einer Berührung von 300° Drehwinkel entspricht, beginnen beide Dioden rhythmisch zu blinken. Dies ist dann das Zeichen, daß das Werkstück zu dicht an die Spindel herangefahren wurde und die Gefahr einer unzulässigen Kraft auf die Spindel bzw. auf das einzusetzende Werkstück ausgeübt wird. In diesem Fall muß das Einstellen noch einmal wiederholt werden. Die auf diese Weise erreichbare Genauigkeit entspricht einer Toleranz von $\pm 0,002$ mm, d. h. die bisher erreichbaren Ergebnisse werden um den Faktor 5 verbessert. Ein weiterer Vorzug liegt darin, daß die Einstellgenauigkeit auch bei geringem Spindelschlag der Werkzeugmaschine innerhalb der oben angegebenen Toleranzen möglich ist. Die Wiederkehrgenauigkeit ist durch die beiden Leuchtdioden unter Ausschluß der
- 45
- 50
- 55
- 60

menschlichen Reaktionszeit absolut definiert. Die Zündzeit der nacheinander zündenden Leuchtdioden definiert die Einstellgenauigkeit.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung schematisch dargestellt und nachstehend erläutert.

Es zeigen:

5 Fig. 1 eine Kantentastvorrichtung in schaubildlicher Darstellung und

Fig. 2 die in dem Gehäuse der Kantentastvorrichtung angeordnete elektronische Schaltung.

Ein hohler Schaft (1) mit einem genau geschliffenen Aufnahmebereich (1a) zum Einspannen in die Werkzeugspindel einer Maschine ist an seinem unteren Ende mit einem Tastkopf (2) zum Anfahren an Körperkanten und Bezugsflächen ausgerüstet. Der Tastkopf (2) ist elektrisch gegen den Schaft (1) isoliert und weist einen Taster (2a), (2b) aus einem absatzartigen Bund (2a) und einer stiftförmigen Fortsetzung (2b) zum Eintasten in Öffnungen auf.

Der Schaft (1) durchsetzt ein Gehäuse (3) aus Kunststoff, in welchem Batterien angeordnet sind. Die obere Stirnseite des Gehäuses (3) zeigt die beiden Leuchtdioden (4) und (5). Das Bodenteil (6) aus Kunststoff ist zum Wechseln der Batterien abschraubbar gestaltet. Mit (7) ist in Fig. 1 der Schalter zum Ein- und Ausschalten des Gerätes bezeichnet.

Mit dem Tastkopf (2) wird das Werkstück (8) (Fig. 2) angefahren, nachdem zuvor über den Schalter (S_1) (Fig. 2) mit zwei Schaltbrücken das Gerät eingeschaltet wurde, d. h. eine Betriebsspannung der Batteriezellen (9) angelegt wurde. Über das Maschinenfutter gelangt eine positive Spannung an das Werkstück.

Verstärker (V_1) bis (V_4) sind zu einem integrierten Schaltkreis zusammengefaßt, sie erhalten dieselbe Betriebsspannung. Die Zusammenfassung ist durch die Umrandung in unterbrochener Strichführung deutlich gemacht.

Die Verstärker (V_1) bis (V_4) sind als Komparatoren ausgebildet. Sie reagieren auf definierte Referenzspannungen, d. h. nach dem Überschreiten der jeweiligen Referenzspannung schaltet ein Verstärker um.

Berührt der sich drehende Tastkopf (2) mit seinem Taster (2a) bzw. (2b) das Werkstück (8), so bekommt zunächst der Verstärker (V_1) Spannungsimpulse. Die Impulse werden über die jeweiligen Impulsbreiten voll verstärkt, und zwar über die Betriebsspannung, die zerhackt und dem Kondensator (C_1) zugeführt wird. Hier wird je nach Impulsbreite eine hohe oder niedrige Gleichspannung erzeugt, die an den positiven Eingängen der Verstärker (V_2), (V_3) und (V_4) anliegt. Die negativen Eingänge dieser Verstärker liegen an den definierten Referenzspannungen, entsprechend den unterschiedlichen Spannungsabfällen an Widerständen (R_4) bis (R_7). Überschreitet die Spannung des jeweiligen positiven Eingangs (5), (10), (12) den Anteil des negativen Eingangs (6), (9), (13), d. h. die jeweilige Referenzspannung, dann schalten die als Komparatoren geschalteten Verstärker um. Zunächst spricht der Verstärker (V_4) an, es folgt der Verstärker (V_3), da dessen Referenzspannung höher ist. Bei weiterer Erhöhung der positiven Eingangsspannung durch weiteres Aufladen des Kondensators (C_1) folgt schließlich der Verstärker (V_2). Die Verstärker (V_4), (V_3), (V_2) geben die Betriebsspannung in der vorgenannten Reihenfolge weiter an Transistoren (T_2) und (T_1) und an eine Multivibratorschaltung (10), die Transistoren (T_5), (T_6), Dioden (D_1), (D_2), Kondensatoren (C_2), (C_3) und Widerstände (R_{10}) bis (R_{13}) aufweist.

Der Verstärker (4) schaltet bei einer Tasterberührung pro Umdrehung entsprechend einem Drehwinkel von ca. 130° . In diesem Moment zündet die grüne Leuchtdiode (4). Bei einer mit der Dauer zunehmenden Tasterberührung, und zwar nach Überschreiten eines Berührungsdrehwinkels von 210° , wird der positive Eingang des Verstärkers (V_3) so hoch, daß die Referenzspannung überschritten und die Leuchtdiode (5) (rot) zündet. Bei einem Berührungswinkel von ca. 300° schaltet der Verstärker (V_2) den Multivibrator (10) ein, der dafür sorgt, daß die Leuchtdioden (4) und (5) in einem bestimmten Rhythmus über die Transistoren (T_3) und (T_4) aus- und eingeschaltet werden und damit Blinksignale erzeugen.

In Abhängigkeit von der Dauer der Werkstückberührung des Taster pro Umdrehung wird also der Kondensator (C_1) mehr oder weniger aufgeladen, so daß die positiven Eingänge für die Verstärker (V_4), (V_3) und (V_2) mehr oder weniger hoch sind und entsprechend die Referenzspannung überschreiten.

Wesentlich bei der vorliegenden Vorrichtung ist, daß die durch Toleranzen bestimmten Abweichungen des Tastkopfes, beispielsweise von der Vertikalen, impulsartige Berührungen beim Anfahren an eine Werkstückkante oder eine Bezugsfläche erzeugen.

Diese Abweichungen werden also für Berührungsanzeigen ausgenutzt. Je geringer die Abweichungen von der theoretisch genauen Lage sind, desto geringer wird die Zeitdifferenz zwischen dem aufeinanderfolgenden Einschalten der Leuchtdioden und dem Übergang zum Blinkrhythmus.

Es kann somit unabhängig von dem Grad der Abweichungen von der gewünschten theoretisch genauen Lage jede Maschinenspindel mit Hilfe der erfindungsgemäßen Kantentastvorrichtung ausgerichtet werden. Bei einer Werkzeugmaschine mit einer Abweichung Null der Maschinenspindel von der genauen Ausrichtung würde die Zeitdifferenz zwischen dem aufeinanderfolgenden Einschalten der Leuchtdioden und dem Übergang zum

Blinkrhythmus gegen Null gehen. Auf diese Weise sind auch äußerst geringe Abweichungen einer Maschinenspindel von der absolut genauen Lage erfassbar.

5

PATENTANSPRÜCHE

10

1. Verfahren zum genauen Einrichten von Werkzeugmaschinen mit Hilfe eines in die Spindel einer Werkzeugmaschine eingesetzten Tastkopfes mit zylindrischem Taster, welcher zum Antasten an eine Bezugsfläche oder -kante des zu bearbeitenden Werkstücks gefahren wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der
15 Tastkopf (2) langsam der anzutastenden Bezugsfläche oder -kante (8) so weit zugestellt wird, daß die Dauer der Berührung des sich drehenden Tasters (2a, 2b) mit der Bezugsfläche oder -kante einem Tastkopfdrehwinkel (α) entspricht, der größer als 180° , jedoch kleiner als 300° ist ($180^\circ < \alpha < 300^\circ$).

20

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Drehwinkel für die Dauer der Berührung 210° beträgt.

25

3. Kantentastvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 und/oder 2, **gekennzeichnet durch** ein mit einer elektrischen Spannungsquelle (9) und einer elektrischen Schalteinrichtung für optische Anzeigeelemente ausgerüstetes Gehäuse (3), welches mit einem mit einem Pol der Spannungsquelle verbundenen und einen genau geschliffenen Aufnahmebereich (1a) zum Einspannen in die Werkzeugspindel aufweisenden Hohlenschaft (1) versehen ist, und daß das Gehäuse (3) an seinem freien Ende den gegen den Hohlenschaft (1) elektrisch isolierten und mit dem Eingang eines ersten Verstärkers (V_1) der elektrischen Schalteinrichtung verbundenen Taster (2a, 2b) trägt.

30

4. Kantentastvorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Tastkopf (2) eine absatzförmige Verjüngung (2b) zum Eintasten in Öffnungen aufweist.

35

5. Kantentastvorrichtung nach den Ansprüchen 3 und/oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß als optische Anzeigeelemente zwei Leuchtdioden (4, 5) eingesetzt sind.

40

6. Kantentastvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schalteinrichtung zu einem integrierten Schaltkreis für dieselbe Betriebsspannung zusammengefaßte, als Komparatoren geschaltete Verstärker (V_1 bis V_4) mit an deren negativen Eingängen anliegenden, unterschiedlich definierten Referenzspannungen aufweist, deren positive Eingänge mit in Abhängigkeit von der Berührungsdauer des Tasters (2a, 2b) mit dem Werkstück (8) erzeugten Gleichspannungsimpulsen beaufschlagt werden, wobei die Ausgänge zweier Verstärker (V_3 , V_4) mit jeweils einer Leuchtdiode (5, 4) und der Ausgang eines weiteren Verstärkers (V_2) mit einer an sich bekannten Multivibratorschaltung (10) verbunden sind, wobei die Leuchtdioden (5, 4) über eine Transistorverbindung (T_3 , T_4) mit der Multivibratorschaltung (10) in Abhängigkeit von der Größe der Gleichspannungsimpulse von dieser zeitweilig ausschaltbar sind.

45

7. Kantentastvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß einer der Verstärker (V_1) unmittelbar mit den Impulsen des Tasters (2a, 2b) beaufschlagbar ist, diese verstärkt und einem Kondensator (C_1) zuführt.

50

8. Kantentastvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die durch den Kondensator (C_1) erzeugte Gleichspannung an den positiven Eingängen der mit den Leuchtdioden (4, 5) und der Multivibratorschaltung (10) verbundenen Verstärkern anliegt.

55

9. Kantentastvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die definierten Referenzspannungen für die Verstärker (V_1 bis V_4) unterschiedlichen Spannungsabfällen (R_4 bis R_7) der Betriebsspannung entsprechen.

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

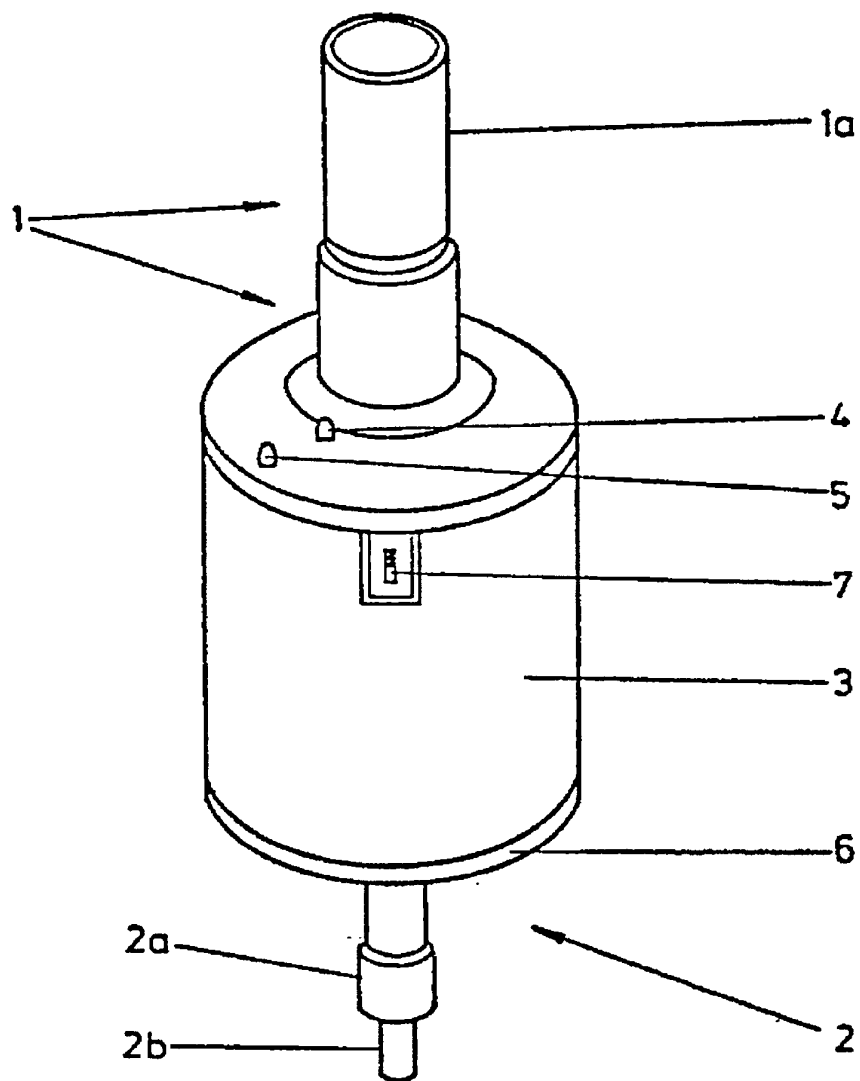


Fig. 1

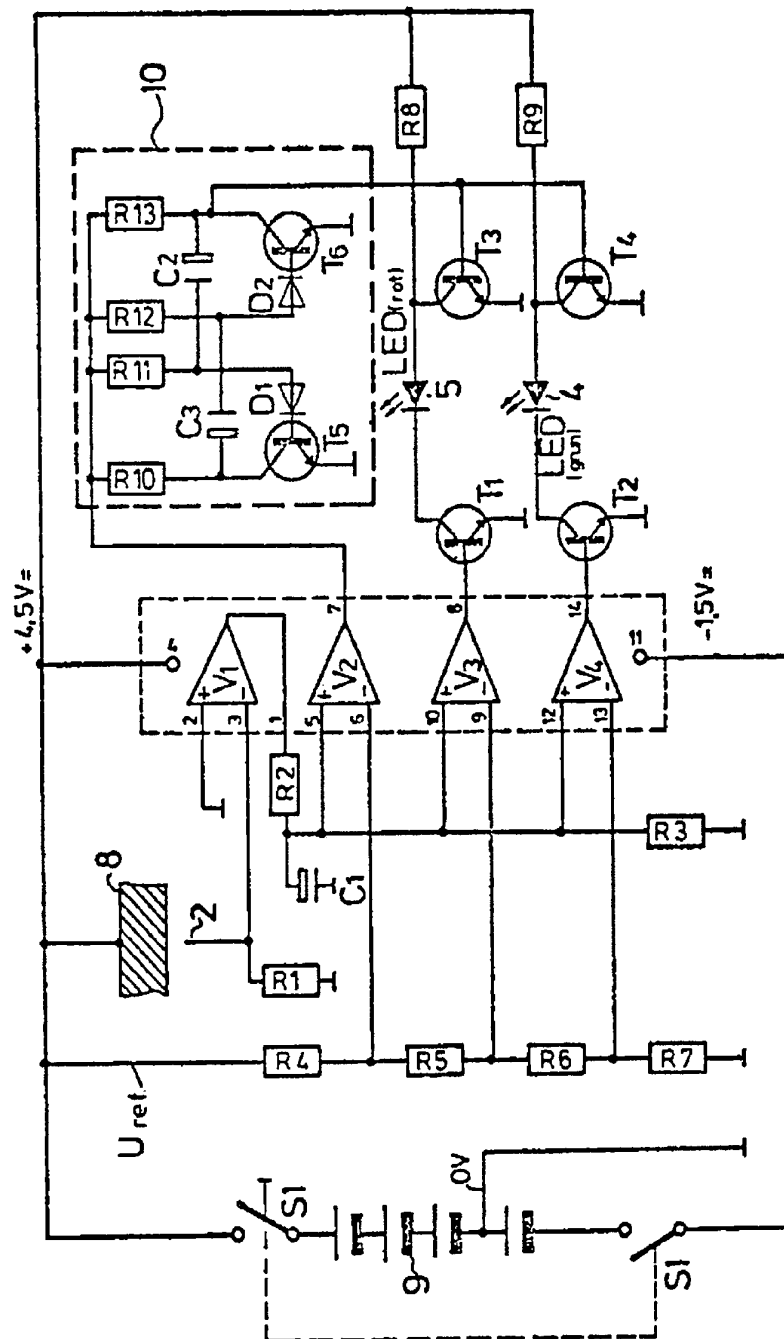


Fig. 2