



# PATENTSCHRIFT 14 171 2

**Wirtschaftspatent**

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

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

(11) 141 712 (44) 14.05.80 3(51) G 01 D 5/26  
(21) WP G 01 D / 211 785 (22) 26.03.79

---

(71) siehe (72)

(72) Marold, Thomas, Dipl.-Phys., DD

(73) siehe (72)

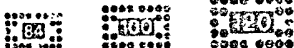
(74) VEB Carl Zeiss Jena, Büro für Schutzrechte, 6900 Jena,  
Carl-Zeiss-Straße 1

---

(54) Detektoranordnung für Längen- und Winkelmeßsysteme

---

(57) Die Detektoranordnung ist für absolute Längen- und Winkelmeßsysteme bestimmt, bei denen zur Ablesung an den dual codierten Teilungen symmetrisch zu einem Ableseindex angeordnete lichtelektrische Empfänger benutzt werden. Das Ziel besteht darin, mit vergleichsweise geringem Aufwand ein absolutes Meßsystem hoher Auflösung zu schaffen. Das Feld, das für die Empfänger zur Verfügung steht, soll möglichst klein sein. Hierzu werden die Empfänger in Gruppen zusammengefaßt, von denen jede die Empfänger mindestens zweier aufeinanderfolgender Spuren umfaßt. Die Empfängergruppen haben unterschiedliche, die Empfänger innerhalb einer Gruppe im wesentlichen gleiche Abstände vom Ableseindex. - Fig.1 bis 3 -



-1- 211 785

Titel: Detektoranordnung für Längen- und Winkelmeßsysteme

Anwendungsgebiet der Erfindung:

Die Erfindung betrifft eine Detektoranordnung für Längen- und Winkelmeßsysteme mit in parallelen Spuren codierten Teilungen, bei der der feinsten Spur mindestens ein Empfänger und jeder folgenden Spur zwei Empfänger symmetrisch zum Ableseindex zugeordnet sind, wobei der Abstand der Empfänger jeder folgenden Spur vom Ableseindex mindestens ein Viertel der Teilungskonstante der feinsten Spur und/oder ein ganzzahliges Vielfaches der Teilungskonstante der zugehörigen folgenden Spur ist.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen:

Bei absoluten Meßsystemen besteht das Hauptproblem in der richtigen Lesung des Codierungswertes an Übergangsstellen der Codeteilungen. Bekannte Meßsysteme verwenden beispielsweise den Graycode, bei dem zwischen benachbarten Werten nur eine Spur die Codierung wechselt. Eine Fehllesung ist ausgeschlossen, wenn die Detektoren um maximal eine halbe Strichbreite der feinsten Spur von der Ableselinie abweichen. Diese hohe Genauigkeit muß allerdings in allen Spuren gewährleistet sein. Außerdem ist eine Codewandlung erforderlich. Weiterhin ist die V-Ablesung bekannt. Dabei wird an jeder Spur, außer der feinsten, mit 2 versetzten Empfängern gelesen, von denen immer einer nicht an einer Übergangsstelle liegt. Dieser wird dann von den Empfängern der nächst feineren Spur

ausgewählt und abgefragt. Diese Ablesung gestattet relativ große Toleranzen in der Lage der Übergangsstellen, erfordert jedoch einen großen Aufwand. Die weiterhin bekannte U-Ablesung vereinfacht dieses Prinzip. Dabei sind alle Empfänger, außer dem der feinsten Spur, doppelt im Abstand eines Intervalls der feinsten Spur angeordnet. Lediglich eine V-Logik ist erforderlich; diese Lesung hat aber nicht die großen Toleranzen der V-Ablesung. Allen bekannten Verfahren haften Nachteile an. So ist in jedem Fall ein relativ hoher Aufwand erforderlich, um die Sicherheit der Ablesung zu gewährleisten. Deshalb, und aufgrund der für die Verfahren festgelegten Geometrie der Ablesestellen, ist es schwierig, absolute Systeme für höhere Auflösung herzustellen. Im Bereich höherer Auflösung haben sich daher inkrementale Systeme durchgesetzt.

15 Ziel der Erfindung:

Die Erfindung soll die aufgezeigten Mängel beseitigen und ein absolutes Meßsystem hoher Auflösung schaffen, bei dem der Aufwand gegenüber bekannten Systemen verringert ist.

Darlegung des Wesens der Erfindung:

20 Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Detektoranordnung zu schaffen, deren Größe<sup>n</sup> in einfacher Weise den vorgegebenen Bedingungen angepaßt werden können. Sie hat insbesondere die Aufgabe, im gesamten Empfängerfeld unter Berücksichtigung der Abmessung der einzelnen Empfänger den minimal zulässigen Empfängerabstand zumindest einzuhalten und die Abmessungen des ausgeleuchteten Feldes mit der Detektoranordnung nicht zu überschreiten. Weiterhin soll die Toleranz in der Lage der Empfänger und der zugehörige Elektronikaufwand aufeinander abstimbar sein und insgesamt verringert werden.

Gemäß der Erfindung wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die Empfänger in Gruppen angeordnet sind, daß eine Gruppe jeweils die Empfänger mindestens zweier aufeinanderfolgender Spuren umfaßt, daß die Empfängergruppen unterschiedliche und die Empfänger einer Gruppe im wesentlichen gleiche Abstände vom Ableseindex haben, daß der Abstand  $v$  der Empfänger einer Gruppe vom Ableseindex durch die Beziehung  $v = 2^{i-3}$  bestimmt ist, worin  $i$  die Nummer der feinsten Spur der jeweiligen Gruppe ist, die feinste Spur der Teilung die Nummer Null hat und  $v$  die Teilungskonstante der nullten Spur als Einheit hat. Wenn die Empfänger im wesentlichen gleiche Abstände vom Ableseindex haben, so gilt das auch für den Fall, daß sie um ein ganzzahliges Vielfaches der jeweiligen Teilungskonstante einer Spur gegenüber dem Ableseindex versetzt sind. Jeder Empfängergruppe können soviel Empfängerpaare angehören, wie das aus Toleranz- und Abmessungsgründen notwendig ist.

Sind die Detektoren lichtelektrische Empfänger mit je einem Eingang und einem Ausgang, so sind vorteilhaft innerhalb einer Empfängergruppe die Eingänge der auf derselben Seite des Ableseindex liegenden Empfänger und die Ausgänge der jeweils einer Spur zugeordneten beiden Empfänger parallel geschaltet. Dadurch sind für die vor- und nacheilende Lesung der einzelnen Spuren die Kollektoren der Empfänger einer Gruppe untereinander und die Emitter der einer Spur zugeordneten Empfänger miteinander verbunden. Jede Empfängergruppe wird durch ein Taktsignal auf die Kollektoren der vor- oder nacheilenden Transistoren abgelesen, wobei die Codierung an den Arbeitswiderständen abgenommen wird, auf die die Emitter der zu einer Spur gehörenden Empfänger arbeiten.

Die Steuerung des Taktsignals auf die entsprechenden Kollektoren erfolgt über eine Logik, die das Taktsignal für die voreilenden Empfänger einer Empfängergruppe beim Vorliegen eines Signals an den Empfängern zur vorhergehenden Spur sperrt und das Signal der vorhergehenden Spur als Taktsignal für die nacheilenden Empfänger der Empfängergruppe verwendet.

Der gemeinsame Ausgang der Empfänger der vorangehenden feineren Spur ist also über eine Logik mit den Eingängen der folgenden Empfängergruppe verbunden.

Es ist auch möglich, die beiden Eingänge einer Empfängergruppe mit dem gemeinsamen Ausgang der Empfänger der vorangehenden feineren Spur über einen Rechner zu verbinden, der die Codierung abfragt, die Taktsignale erzeugt und abfragt. Wird die feinste Spur interpoliert, so kann die Steuerung der nächsten Empfängergruppe auch durch die Interpolationseinrichtung erfolgen. Liegt dabei ein Interpolationswert vor, der kleiner als die Hälfte des maximalen Wertes ist, so wird voreilend gelesen, sonst nacheilend. Zum Ausgleich einer vorhandenen Nullpunktverschiebung zwischen der Interpolationsnull und der Teilungsnulld kann zum Interpolationswert eine Konstante addiert werden, bevor er die nächste Empfängergruppe steuert.

Ausführungsbeispiele:

Die Erfindung wird nachstehend an Hand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

- 20 Fig. 1 einen Ausschnitt aus einem Teilungsträger,
- Fig. 2 eine Detektoranordnung,
- Fig. 3 die Verschaltung der in Fig. 2 dargestellten Detektoranordnung,
- Fig. 4 eine andere Ausführungsform der in Fig. 3
- 25 dargestellten Logik,
- Fig. 5 eine zweite Verschaltungsmöglichkeit einer Detektoranordnung.

In Fig. 1 ist ein Ausschnitt eines Maßstabs oder Teilkreises A mit Spuren 0 bis 7 dargestellt, deren Werte dual codiert sind. Dabei ist die Spur 0 die feinste der Codespuren. Unmittelbar über dem Maßstab A befindet sich eine Maske M (Fig. 2) mit Öffnungen für die dahinter befindlichen lichtelektrischen Empfänger (Fototransistoren) 0, N1 bis N7 und V1 bis V7. Gegenüber einem gedachten Ableseindex I wird die

Lage des Teilkreises A abgelesen. In Fig. 2 befinden sich unter den Fototransistoren O, N1 bis N7 und V1 bis V7 Öffnungen in der Maske M, von denen die dem Fototransistor O zugeordnete Öffnung U mehrfach vorhanden und sichtbar ist und als Raster

5 wirkt. Außer dem Empfänger O sind die Empfänger in zwei Gruppen eingeteilt; die erste Gruppe umfaßt die Empfänger N1; N2; N3; V1; V2; V3 der Spuren 1 bis 3, von denen die V-Empfänger eine voreilende und die N-Empfänger eine nacheilende Abtastung ermöglichen. Diese Empfänger sind alle um  $\pm 1/4$  Teilungskonstante

10  $\pm 16$  Teilungsintervalle (Strichbreiten) der Nullspur gegenüber dem Ableseindex I versetzt. Da die Versetzung ein ganzzahliges Vielfaches der Teilungskonstante der Spuren 1 bis 3 ist, bewirkt diese Versetzung keine Änderung des Auswertergebnisses. Die Versetzung ist erforderlich, um genügend Platz zur Anordnung der

15 Fototransistoren zu haben. Die zweite Empfängergruppe umfaßt die Fototransistoren N4 bis N7 und V4 bis V7. Die Versetzung umfaßt hier  $\pm 4$  Teilungsintervalle der feinsten Spur. Es ist nicht notwendig, daß die den Spuren zugehörigen Empfänger einer Empfängergruppe alle dieselbe Versetzung haben. Das ganzzahlige Vielfache

20 der Versetzung kann also innerhalb einer Empfängergruppe variieren wenn nur die einer Spur zugeordneten Empfänger zu beiden Seiten des Ableseindex von diesem gleich weit entfernt sind. Außerdem ist die in Fig. 2 dargestellte Empfängeranordnung nicht an die Verwendung fotoelektrischer Empfänger gebunden.

25 In Fig. 3 sind die voreilenden Empfänger V1 bis V7 und die nacheilenden Empfänger N1 bis N7 und der der Nullspur zugeordnete Empfänger O dargestellt. Alle Empfänger (Fototransistoren) sind über Arbeitswiderstände W0 bis W7 an Masse gelegt und haben die Signalausgänge T0 bis T7. Dabei haben jeweils die Empfänger N1;

30 V1 einen gemeinsamen Signalausgang T1, N2; V2 einen gemeinsamen Signalausgang T2 usw. N7; V7 einen gemeinsamen Signalausgang T7. Außerdem ist zwischen dem Fototransistor O und der Fototransistorgruppe N1; V1 bis N3; V3 eine Logik C mit den Gattern G1; G2 und F1; F2 sowie einer Verbindung H1 zwischen dem Gatter F1

35 und dem Gatter G1 vorgesehen. Ebenso befindet sich zwischen der

Fototransistorgruppe N1; V1 bis N3; V3 und der Fototransistorgruppe N4; V4 bis N7; V7 eine Logik D mit den Gattern G3; G4 und F3; F4 sowie einer Verbindung H2 zwischen den Gattern F3 und G3.

- 5 Ein von einem nicht dargestellten Taktgeber erzeugter Taktimpuls B gelangt auf den Fototransistor O, der an den Signalausgang T0 ein Signal abgibt, wenn er beleuchtet wird. Mit diesem Signal werden die Gatter F1 und F2 gesteuert. Am Ausgang des Gatters F1 liegt dabei ein negativer Impuls an, der
- 10 im Gatter F2 nochmals negiert wird, so daß am Ausgang des Gatters F2 derselbe Impuls erscheint wie am Eingang des Gatters F1. Der negative Impuls des Gatters F1 über die Verbindung H1 an das Gatter G1 verhindert, daß die Gatter G1 und G2 ebenfalls durchlässig sind. Liegt an T0 kein Signal an, so steuert der
- 15 Taktimpuls B die Gatter G1 und G2 so, daß am Ausgang von G2 das Signal B anliegt. Im vorliegenden Fall ist F2 mit den Kollektoren der Fototransistorgruppe N1 bis N3 verbunden, so daß ein am Signalausgang T0 anliegendes Signal über die Gatter F1; F2 eine nachteilige Lesung mit Hilfe der Fototransistoren N1 bis N3
- 20 ermöglicht. Der Ausgang des Gatters G2 ist mit den Kollektoren der Fototransistorgruppe V1 bis V3 verbunden, die, wenn kein Signal am Ausgang T0 anliegt, durch den Taktimpuls B zur vor-eilenden Ablesung angeregt wird.
- Bei Fototransistormatrizen können die Emitter der Transistoren,
- 25 die auf dem gleichen Ausgang arbeiten, miteinander verbunden werden. Demzufolge sind die Emitter der zu jeder Spur 1; 2; 3 gehörenden Fototransistoren N1; V1 bzw. N2; V2 bzw. N3; V3 miteinander verbunden, so daß sich weitere Gatter zur Zusammenführung der Signale erübrigen und die entsprechenden Signale
- 30 an den Ausgängen T1; T2; T3 direkt abgenommen werden können. Das Signal des Ausgangs T3 steuert die Logik D in gleicher Weise wie das Signal des Ausgangs T0 die Logik C steuert, so daß die vorstehenden Ausführungen zur Lesung der Spuren 1 bis 3 analog auch für die Lesung der Spuren 4 bis 7 gelten.
- 35 Fig. 4 zeigt eine modifizierte Logik, die z. B. wegen eines

zu geringen Signalangebotes notwendig ist. Es sind wieder der der nullten Spur zugeordnete Fototransistor O mit seinem Arbeitswiderstand  $W_0$ , die Gatter F1; F2; G1; G2 und die Verbindung H1 dargestellt, die ihrerseits ein Gatter E enthält.

5 Außerdem befindet sich zwischen dem Emitter des Fototransistors O und dem Gatter F1 ein Verstärker und Trigger. Die Verbindung H1 wird zwischen dem Verstärker K und dem Gatter F1 über das Gatter E zum Gatter G1 geführt. Schließlich ist das Gatter F1 direkt mit einem nicht dargestellten Taktgeber verbunden. Der  
10 Taktimpuls B gelangt über die Gatter F1; F2 auf die Kollektoren der nicht dargestellten nacheilenden Fototransistoren, wenn der Verstärker K ein Signal führt. In dem Fall führt das zusätzliche Gatter E kein Signal und sperrt die Weitergabe des Taktsignales B über die Gatter G1 und G2. Führt der Verstärker  
15 K kein Signal, so sind die Gatter F1 und F2 gesperrt und über die Verbindung H1 wird die Weitergabe des Taktsignales B über G1 und G2 ermöglicht. Im übrigen ist der Anschluß der weiteren Fototransistoren wie zu Fig. 3 beschrieben.

Anstatt der Logiken C und D der Fig. 3 kann auch ein Rechner R  
20 gemäß Fig. 5 eingesetzt werden, der vorteilhaft noch mit einer Interpolationseinrichtung L kombiniert sein kann. Im übrigen sind wieder die vor- und nacheilenden Fototransistoren V1 bis V7 und N1 bis N7 angeordnet, von denen allerdings nur den Fototransistoren der ersten Gruppe Arbeitswiderstände  $W_1$  bis  $W_3$   
25 und dem letzten Fototransistorpaar V7; N7 ein Arbeitswiderstand  $W_7$  zugeordnet sind.

Der Fototransistor/die Fototransistoren O für die nullte Spur ist/sind der Einfachheit halber nicht dargestellt. Seine Signale gelangen über die Interpolationseinrichtung L in den Rechner  
30 R. In Abhängigkeit von diesen Signalen gibt der Rechner R ein Signal B an den Ausgang RNI zur Abfrage der nacheilenden Fototransistoren N1 bis N3 oder an den Ausgang RVI zur Abfrage der voreilenden Fototransistoren V1 bis V3 der ersten Empfängergruppe. An welchen Ausgang RNI oder RVI der Rechner R das  
35 Signal B gibt, hängt vom Interpolationsergebnis ab.

Ist beispielsweise der maximale Interpolationsfaktor 1000, so bedeutet ein Interpolationswert  $\leq 500$ , der Empfänger 0 an der nullten Spur hat kein Signal, Ausgang RVI erhält ein Signal, und ein Interpolationswert  $> 500$ , der Empfänger 0 hat ein

- 5 Signal, der Ausgang RNI erhält ein Signal. Aus den Leitungen T1; T2; T3 nimmt der Rechner R die Abtastsignale der Spuren 1 bis 3 entsprechend der Wertigkeit des Signals; aus der Spur 3 wird analog ein Signal RNII bzw. RVII für die Fototransistoren V4 bis V7 bzw. N4 bis N7 der zweiten Empfängergruppe erzeugt.
- 10 Dabei kann die Übernahme der Signale aus der ersten oder zweiten Empfängergruppe in den Rechner R über dieselben Leitungen T1/4; T2/5; T3/6 geschehen.

Die Erfindung ist nicht auf die Aufteilung der Empfänger auf nur zwei Gruppen beschränkt. Die Interpolationseinrichtung

- 15 kann auch in den Rechner integriert sein.

Erfindungsanspruch:

1. Detektoranordnung für Längen- und Winkelmeßsysteme mit in Spuren codierten Teilungen, bei der der feinsten Spur mindestens ein Empfänger und jeder folgenden Spur zwei Empfänger symmetrisch  
5 zum Ableseindex zugeordnet sind, wobei der Abstand der Empfänger jeder folgenden Spur vom Ableseindex mindestens ein Viertel der Teilungskonstante der feinsten Spur und/oder ein ganzzahliges Vielfaches der Teilungskonstante der zugehörigen folgenden Spur ist, gekennzeichnet dadurch, daß die Empfänger in Gruppen ange-  
10 ordnet sind, daß eine Gruppe jeweils die Empfänger mindestens zweier aufeinanderfolgender Spuren umfaßt, daß die Empfängergruppen unterschiedliche und die Empfänger einer Gruppe im wesentlichen gleiche Abstände vom Ableseindex haben und daß der  
15 Abstand  $v$  der Empfänger einer Gruppe durch die Beziehung  $v = 2^{i-3}$  bestimmt ist, worin  $i$  die Nummer der feinsten Spur der jeweiligen Gruppe ist, die feinste Spur der Teilung die Nummer Null hat und  $v$  die Teilungskonstante der nullten Spur als Einheit hat.
  
2. Detektoranordnung nach Punkt 1, bei der die Detektoren licht-  
20 elektrische Empfänger mit je einem Eingang und einem Ausgang sind, gekennzeichnet dadurch, daß innerhalb einer Empfängergruppe die Eingänge der auf derselben Seite des Ableseindex liegenden Empfänger und die Ausgänge der einer Spur zugeordneten beiden Empfänger parallel geschaltet sind.
  
- 25 3. Detektoranordnung nach Punkt 2, gekennzeichnet dadurch, daß der gemeinsame Ausgang der Empfänger der vorangehenden feineren Spur über eine Logik mit den Eingängen der folgenden Empfängergruppe verbunden ist.
  
- 30 4. Detektoranordnung nach Punkt 2, gekennzeichnet dadurch, daß die beiden Eingänge einer Empfängergruppe mit dem gemeinsamen Ausgang der Empfänger der vorangehenden feineren Spur über einen Rechner verbunden sind.

9.3.1979

3448

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

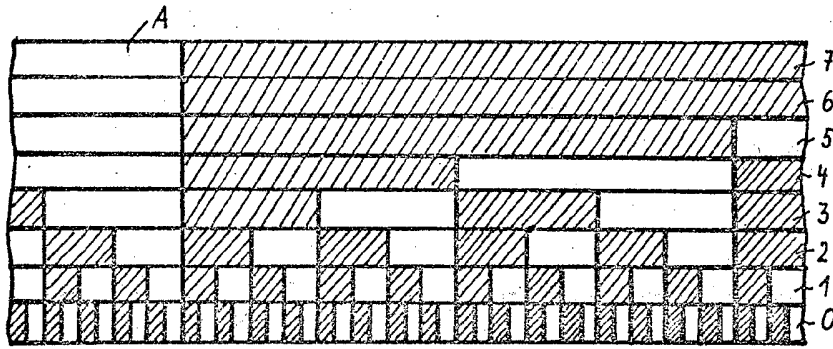


Fig. 1

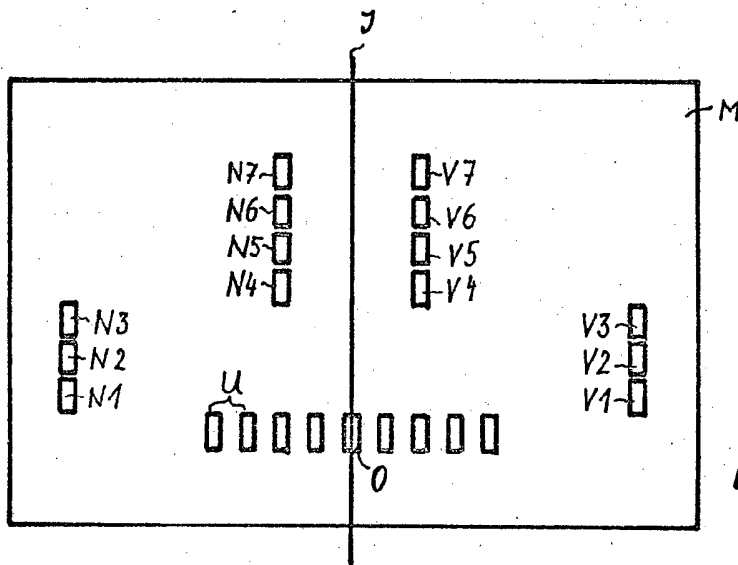


Fig. 2

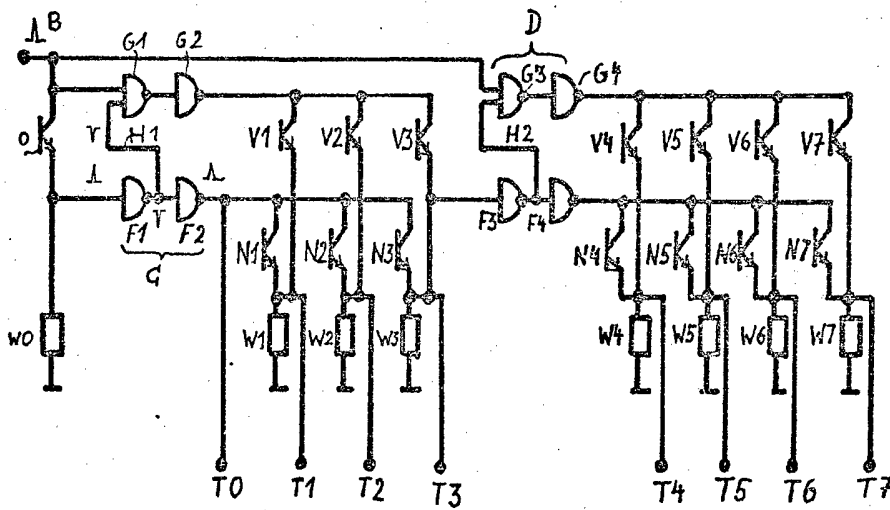


Fig. 3

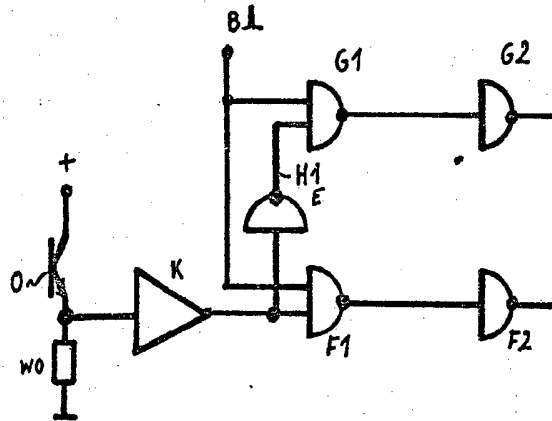


Fig. 4

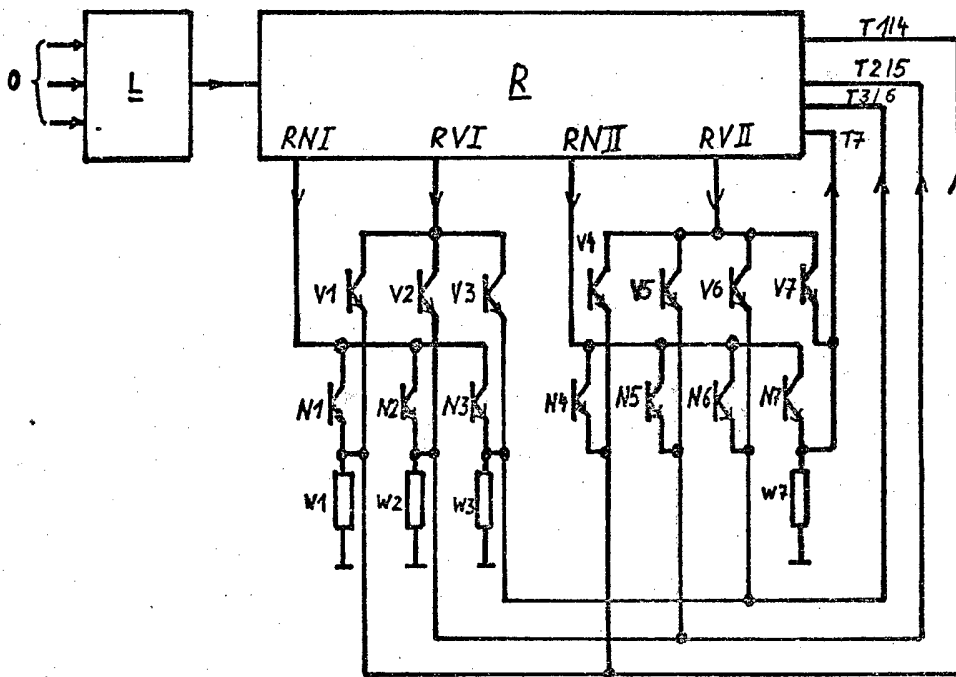


Fig. 5