



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Int. Cl.³: H 03 K 17/945
B 07 C 5/342

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



PATENTSCHRIFT A5

11

633 398

21 Gesuchsnummer: 6718/78

73 Inhaber:
Grieshaber AG, Glattbrugg

22 Anmeldungsdatum: 20.06.1978

72 Erfinder:
Alfred Heim, Oberglatt ZH

24 Patent erteilt: 30.11.1982

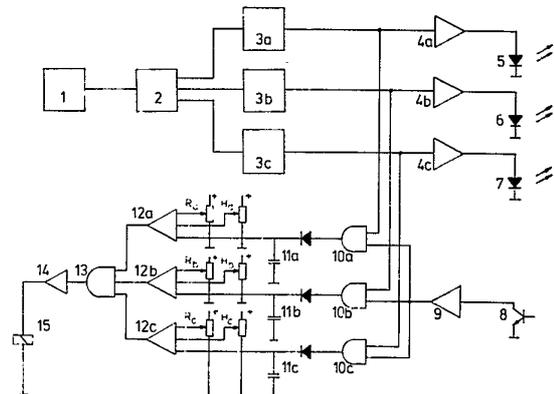
45 Patentschrift
veröffentlicht: 30.11.1982

74 Vertreter:
Patentanwaltsbüro Feldmann AG,
Opfikon-Glattbrugg

54 Optoelektrischer Näherungsschalter.

57 Das Besondere an diesem Näherungsschalter besteht darin, dass sein Sendeteil (1-7) mindestens ein monochromatisches Licht und mindestens ein unsichtbares Licht ausstrahlendes Halbleiterelement (5-7) umfasst, und dass sein Empfängerteil (8-15) die reflektierten Sendesignale abtastet und auswertet.

Dieser Aufbau erweitert das Einsatzgebiet und erschliesst dem Näherungsschalter neue Einsatzmöglichkeiten, zum Beispiel beim Sortieren oder Kontrollieren von Stückgütern auf Transportbändern oder beim Sortieren von Früchten.



PATENTANSPRÜCHE

1. Optoelektrischer Näherungsschalter, dadurch gekennzeichnet, dass sein Sendeteil (1-7) mindestens ein monochromatisches, sichtbares Licht ausstrahlendes (6, 7) und mindestens ein unsichtbares Licht (5) ausstrahlendes Halbleiterelement umfasst, wobei die einzelnen lichtemittierenden Halbleiterelemente (5-7) sequentiell und in gleichen periodischen Abständen Sendesignale ausstrahlen, und dass sein Empfängerteil (8-15) mindestens einen Photoempfänger (8) und eine Auswerteinheit umfasst.

2. Näherungsschalter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Photoempfänger (8) ein Photo-Transistor dient.

3. Näherungsschalter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Photoempfänger (8) eine Photodiode dient.

4. Näherungsschalter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Photoempfänger (8) ein photovoltaisches Element dient.

5. Näherungsschalter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Photoempfänger (8) ein Photo-Thyristor dient.

6. Näherungsschalter nach einem der Ansprüche 2-5, dadurch gekennzeichnet, dass die vom Photoempfänger (8) kommenden sequentiellen Signale über einen Vorverstärker (9) auf eine der Anzahl lichtemittierenden Halbleiter (5-7) entsprechende Anzahl Analog-UND-Tore (10a-c) geleitet werden und dass jedes Analog-UND-Tor über einen Ladekreis (11a-c) mit einem Fensterdiskriminator (12a-c) in Verbindung steht.

7. Näherungsschalter nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Fensterweiten der Fensterdiskriminatoren (12a-c) einstellbar sind.

8. Näherungsschalter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Sender einen Infrarotemittierenden Halbleiter (5) und zwei monochromatisches Licht emittierende Halbleiter (6, 7) umfasst.

9. Näherungsschalter nach den Ansprüchen 6 und 8, dadurch gekennzeichnet, dass das vom infrarotlichtemittierenden Halbleiter (5) im Sendeteil stammende Signal am Ausgang des korrespondierenden Analog-UND-Tores (10a) im Empfängerteil mit einem einstellbaren (16) Referenzsignal verglichen wird, und dass bei Differenz der Signale der Regelverstärker (17) die Gegenkopplung (18) proportional steuert.

10. Näherungsschalter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dem Sender eine Optik zur Bündelung der Sendesignale zugeordnet ist.

11. Näherungsschalter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dem Empfänger eine Optik zum richtungsselektiven Empfang zugeordnet ist.

12. Näherungsschalter nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass bei Differenz der Signale der Regelverstärker (17) die Stromtreiber (4a-c) im Sendeteil proportional steuert.

13. Näherungsschalter nach Anspruch 1, mit lichtemittierenden Dioden als Halbleiterelemente, dadurch gekennzeichnet, dass der Sender einen Taktgeber, der ein periodisches Rechtecksignal erzeugt, und einen Zähler aufweist, der dieses Signal in eine Anzahl Rechtecksignale mit der gleichen Periode teilt, welche Anzahl der Anzahl lichtemittierender Dioden entspricht, wobei diese Signale jeweils einen flankengesteuerten, monostabilen Multivibrator triggern und deren erzeugte Impulse Stromtreiber steuern, die die lichtemittierenden Dioden sequentiell treiben.

14. Näherungsschalter nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Vorverstärker die sequentiellen Empfangssignale zeitselektiv verstärkt.

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen optoelektrischen Näherungsschalter mit Arbeitsbereich im sichtbaren wie im unsichtbaren Licht.

Näherungsschalter arbeiten mit einem Sender, der ein moduliertes Signal ausstrahlt und einem Empfänger, der das reflektierte Signal aufbereitet und mit dem ausgesandten Signal vergleicht. Solche Näherungsschalter gibt es für die verschiedensten Anwendungsbereiche mit diversen Wellenlängen als Arbeitsbereich. Gearbeitet wird heute sowohl im Ultraschall- als auch im sichtbaren oder unsichtbaren Lichtbereich.

Für optoelektrische Näherungsschalter wurden je nach Arbeitsbereich verschiedene Lichtquellen als Sender verwendet. Für den sichtbaren Lichtbereich wurden bisher Näherungsschalter mit Glühlampen hergestellt. Diese weisen den Vorteil auf, das gesamte Farbenspektrum zu emittieren, so dass mit Farbfilter eine beliebige Farberkennung möglich ist. Nachteilig ist jedoch, dass die Glühlampe eine relativ geringe Lebensdauer aufweist, erschütterungsempfindlich ist und wegen ihrer Trägheit mit höheren Frequenzen nicht modulierbar ist.

In neuerer Zeit sind Halbleiter-Leuchtdioden im sichtbaren Lichtbereich mit genügender Leistung erhältlich, die auch zum Einsatz im Näherungsschalter geeignet sind. Diese Lichtquellen haben gegenüber der Glühlampe diverse Vorteile. Sie lassen sich hervorragend frequenzmodulieren, haben eine fast unbegrenzte Lebensdauer, benötigen nur wenig Energie und sind äusserst unempfindlich. Leider arbeiten diese Elemente mit fast monochromatischem Licht, so dass zur Erfassung des gesamten Farbenspektrums verschiedene Spektralfarben verwendet werden müssen. Hierzu stehen bereits hervorragende Leuchtdioden für die Farben rot, gelb und grün zur Verfügung und laut einer Pressemitteilung der Firmen Plessy & Ferranti werden auch blaue LEDs in naher Zukunft auf den Markt kommen.

Schliesslich sind auch noch Näherungsschalter mit Arbeitsbereich im unsichtbaren Licht erhältlich. Auch hier werden verschiedene Lichtquellen als Sender verwendet. Einerseits die bereits genannte Glühlampe, die auch einen erheblichen Infrarot-Anteil ausstrahlt und andererseits Halbleiter mit Infrarot-Emitter, wie zum Beispiel die Gallium-Arsenid-Diode. In diesem Bereich weist der Halbleiter keine Nachteile, sondern Vorteile gegenüber der Glühlampe auf.

Jeder bisher bekannte Näherungsschalter hat somit seine besondere Charakteristik und dadurch seinen besonderen Einsatzbereich. Eine Anwendung von Näherungsschalter für komplexere Einsätze, bei denen mehrere Informationssignale erfasst und gewertet werden müssen, war bisher nicht möglich.

Die Erfindung stellt sich zur Aufgabe, einen Näherungsschalter zu schaffen, der mehrere Sendesignale verschiedener Wellenlänge ausstrahlen und empfangen kann, wobei die Empfangssignale gewertet werden können.

Diese Aufgabe wird durch einen optoelektrischen Näherungsschalter gelöst, welcher dadurch gekennzeichnet ist, dass sein Sendeteil mindestens ein monochromatisches, sichtbares Licht ausstrahlendes und mindestens ein unsichtbares Licht ausstrahlendes Halbleiterelement umfasst, wobei die einzelnen lichtemittierenden Halbleiterelemente sequentiell und in gleichen periodischen Abständen Sendesignale ausstrahlen und dass sein Empfängerteil mindestens einen Photoempfänger und eine Auswerteinheit umfasst.

Wünscht man die anstehenden Signale zu werten, kann untersucht werden, ob sie innerhalb eines einstellbaren Spannungsbereiches liegen. Dies lässt sich beispielsweise dadurch erreichen, dass die vom Photoempfänger kommenden sequentiellen Signale über einen Vorverstärker auf eine der Anzahl lichtemittierenden Halbleiter entsprechende Anzahl Analog-UND-Tore geleitet werden und dass jedes Analog-UND-Tor über einen Ladekreis mit einem Fensterdiskriminator in Verbindung steht.

Da beim Sortieren oder Kontrollieren von Stückgütern auf Transportbändern oft erhebliche Distanzunterschiede zum Näherungsschalter vorkommen können, kann die analoge Grösse des reflektierten Signals erheblich schwanken. Folglich kann dann die Fensterweite des Fensterdiskriminators nicht soweit geöffnet werden, dass Stückgüter jeder Grösse und Lage ein vernünftiges reflektiertes Signal ergeben, da sonst keine Aussagekraft mehr darin liegt. Verhindern lässt sich dies beispielsweise dadurch, dass das vom infrarotlichtemittierenden Halbleiter im Sendeteil stammende Signal am Ausgang des korrespondierenden Analog-UND-Tores im Empfängerteil mit einem einstellbaren Referenzsignal verglichen wird, und dass bei Differenz der Signale der Regelverstärker die Gegenkopplung proportional steuert.

Anhand der Zeichnung sind zwei Ausführungsbeispiele des Erfindungsgegenstandes schematisch dargestellt, deren Funktion nachfolgend erläutert wird:

Es zeigt:

Fig. 1 ein Schema für einen optoelektrischen Näherungsschalter mit drei Fensterdiskriminatoren

Fig. 2 stellt ein Impulsdiagramm dar

Fig. 3 zeigt eine zweite Variante eines optoelektrischen Näherungsschalters mit Rückkopplung des Infrarot-Signales.

Das Schema in Fig. 1 zeigt in der oberen Hälfte den Sendeteil und in der unteren Hälfte den Empfängerteil des optoelektrischen Näherungsschalters. Im Sendeteil des Näherungsschalters wird das Sendesignal geformt. Ausgehend von einem Taktgenerator wird ein Rechtecksignal mit einer Frequenz f , beispielsweise 3 kHz erzeugt. Das Signal des Taktgebers wird auf einen Zähler 2 geleitet, der durch Teilung n Rechtecksignale mit der Frequenz f/n abgibt. Dabei steht n für die Anzahl Sendedioden 5-7, im dargestellten Beispiel drei. Folglich erscheinen am Zählerausgang drei Rechtecksignale mit der Frequenz von je 1 kHz.

Jedes Signal mit der Frequenz f/n wird einem von n monostabilen Multivibratoren 3a-c zugeleitet. Das jeweilige Signal triggert den flankengesteuerten Multivibrator, der einen Impulszug von Impulsen von vorgewählter Impulsdauer erzeugt. In der Figur 2 sind die drei Impulszüge dargestellt. Die Impulsbreite ist hier mit 20 μ s angegeben. Aus der Frequenz von 1000 Hz ergibt sich eine Zeit von 1 ms von Impuls zu Impuls des gleichen Impulszuges. Die Impulszüge sind jedoch gegenüber einander um $1/f \cdot 1/n$, im Beispiel folglich um 0,33 ms, verschoben. Die erzeugten, sequentiell verteilten Impulse steuern nun sequentiell die n Endstufen 4a-c. Die Endstufen 4a-c sind Stromtreiber. Stromtreiber 4a treibt eine Infrarot LED 5, Stromtreiber 4b eine rote (lichtemittierende Diode) LED 6 und Stromtreiber 4c eine grüne LED 7. Selbstverständlich können auch andersfarbige LEDs verwendet werden. Im Beispiel nach Fig. 1 werden mit drei sequentiell verteilte Lichtimpulse von je 20 μ s gesendet.

Auf den Photoempfänger 8 treffen nun alle drei Signale zeitverschoben wieder auf. Im Vorverstärker 9 werden die empfangenen Signale verstärkt und allen nachfolgenden Analog-UND-Toren 10a-c zugeleitet. So erhält das Analog-UND-Tor 10a an einem Eingang das Ausgangssignal des Multivibrators 3a, am anderen Eingang alle vom Vorverstärker 9 verstärkten, vom Photoempfänger empfangenen Signale. Nur während der Zeit, da die Diode 5 von der Stufe getrieben einen Infrarot-Impuls abgibt, der reflektiert und vom Photoempfänger empfangen und über den Vorverstärker an das Analog-UND-Tor gelangt, öffnet dieses und leitet ein Signal weiter. Der Photoempfänger sollte für alle ausgestrahlten Wellenlängen ungefähr die gleiche Empfindlichkeit besitzen, damit er die empfangenen Lichtsignale in analoge elektrische Signale umwandeln kann. Prinzipiell kommen dafür Photodioden, Phototransistoren und photovoltaische Elemente in Frage. Der Vorverstärker 9 ist üblicherweise ein Linearverstärker, um die

analogen Spannungswerte beizubehalten. Sollten aus einem anwendungstechnischen Grund einzelne Impulse, beispielsweise alle Signale der «Grünphase», stärker verstärkt werden, so wäre dies durch eine zeitsensitive Verstärkung möglich.

5 Durch den Zeitvergleich der jeweiligen Sende- und Empfangssignale werden auch automatisch alle zwischen zwei Impulsen liegenden Störsignale ausgefällt.

Die Ausgangsimpulse an den Analog-UND-Toren, die je nach Zielgegenstand verschiedene Werte annehmen können, laden die Kapazitäten der Ladekreise 11a-c proportional auf. Die Lade- und Entladegeschwindigkeit muss so gewählt sein, dass die Ausgangssignale der Fensterdiskriminatoren 12a-c ständig am nachfolgenden UND-Tor 13 anliegen. Nur so ist garantiert, dass das über die Endstufe 14 angesteuerte Relais 15 nicht flattert. Die optimale Dimensionierung der Ladekapazitäten der Ladekreise 11a-c muss experimentell ermittelt werden. Einerseits müssen alle von den Analog-UND-Toren kommenden Impulse einzeln gewertet werden, andererseits darf die Restwelligkeit an den Ladekapazitäten nicht so gross sein, dass damit die Hysterese der nachfolgenden Stufe überschritten wird.

Die nachfolgenden, als intergrierte Schaltkreise (IC) auf dem Markt erhältlichen Fensterdiskriminatoren oder Komparatoren 12a-c vergleichen die an den Ladekapazitäten anliegenden Spannungen mit einer Referenzspannung. Die Referenzspannung kann mit einem Regelwiderstand Ra-c eingestellt werden. Neben der Referenzspannung kann auch noch die zulässige Abweichung, d.h. die sogenannte Fensterweite eingestellt werden. Je nach der Reflexion kann vom gleichen Gegenstand ein unterschiedlich starkes Empfangssignal empfangen werden. Liegt nur die Ladespannung innerhalb der vom Fensterdiskriminator geprüften Grenzen, entsteht ein Ausgangssignal. Liegen alle drei Istwerte innerhalb des entsprechend eingestellten Fensters, so liegen alle Ausgänge der Komparatoren auf einem ebenfalls einstellbaren Pegel. Entspricht eines der Eingangssignale nicht dem gewünschten Sollwert, so liefert der entsprechende Komparator kein Ausgangssignal, das UND-Tor 13 sperrt und das Relais 15 fällt ab.

In Fig. 3 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des Erfindungsgegenstandes dargestellt. Der Sendeteil in der oberen Blatthälfte ist mit dem Sendeteil nach Fig. 1 identisch. Auch der Empfängerteil ist prinzipiell gleich aufgebaut. Der am Analog-UND-Tor 10a ausgetastete Impuls des Infrarot-Licht-Signales wird jedoch nicht vom Ladekreis 11a auf einen Komparator, sondern auf einen Regelverstärker 17 geleitet. Überschreitet der anliegende Wert einen am Regelwiderstand 16 einstellbaren Wert, so steuert das Ausgangssignal des Regelverstärkers proportional die Gegenkopplung 18, wodurch wiederum die anliegenden Analogsignale an den Analog-UND-Toren 10b und 10c proportional geändert werden. Die anliegenden Impulse für die Rot- und Grünphase werden somit abhängig vom Infrarot-Impuls gewertet. Vorzugsweise nimmt man den Infrarot-Impuls, da dieser die höchsten Werte erreicht.

Diese Schaltung wird insbesondere dort verwendet, wo Stückgüter sortiert werden müssen, deren Reflexionsfläche unterschiedlich weit am Sender vorbeigeführt werden. Durch die ständige Anpassung kann somit distanzunabhängig gearbeitet werden. Es ist jedoch durchaus möglich, einen monochromatischen Lichtimpuls zur Rückkopplung zu verwenden.

Die gleiche Wirkung wie bei der vorgenannten Schaltung erhält man, wenn der Regelverstärker 17 statt mit der Gegenkopplung 18 mit der Endstufe 4a in Wirkverbindung stehen würde. Dadurch würde bereits der Analogwert des Sendesignals beeinflusst.

65 Der erfindungsgemässe optoelektrische Näherungsschalter ermöglicht neue Anwendungen des Näherungsschalters. Es können beispielsweise Stückgüter auf Fließbändern sortiert werden, ohne dass diese zuvor genau ausgerichtet worden sind.

Zusätzlich lassen sich mehrere Erkennungswerte berücksichtigen. Auch Anwendungen an Orten mit stark störenden Hintergrundreflexionen lassen sich realisieren.

Markierungen auf Verpackungen lassen sich nach Farbe und Material erkennen und die Informationen entsprechend weiter verwerten.

Ein wesentliches Anwendungsgebiet ist insbesondere die Sortierung von Früchten. Durch die Infrarot-Abtastung lassen sich Fremdkörper erkennen und mit der Farb-Abtastung werden unreife Früchte erkannt. Dieser Anwendung kommt wegen der starken Rationalisierung in der Landwirtschaft grosse

Bedeutung zu.

Immer häufiger werden Erntemaschinen eingesetzt, die Fremdkörper in das Erntegut einschleusen. Ein weiteres wichtiges Anwendungsgebiet ist die Kontrolle verpackter Waren.

5 Durch die kombinierte Abtastung durch sichtbares und unsichtbares Licht lassen sich verpackte Waren erkennen und entsprechend weiterleiten oder behandeln.

Über die diversen Kombinationsmöglichkeiten von sichtbarem und unsichtbarem Licht Betrachtungen anzustellen, ist 10 müssig. Der jeweilige Anwendungsfall wird über die Wahl der besten Kombination entscheiden.

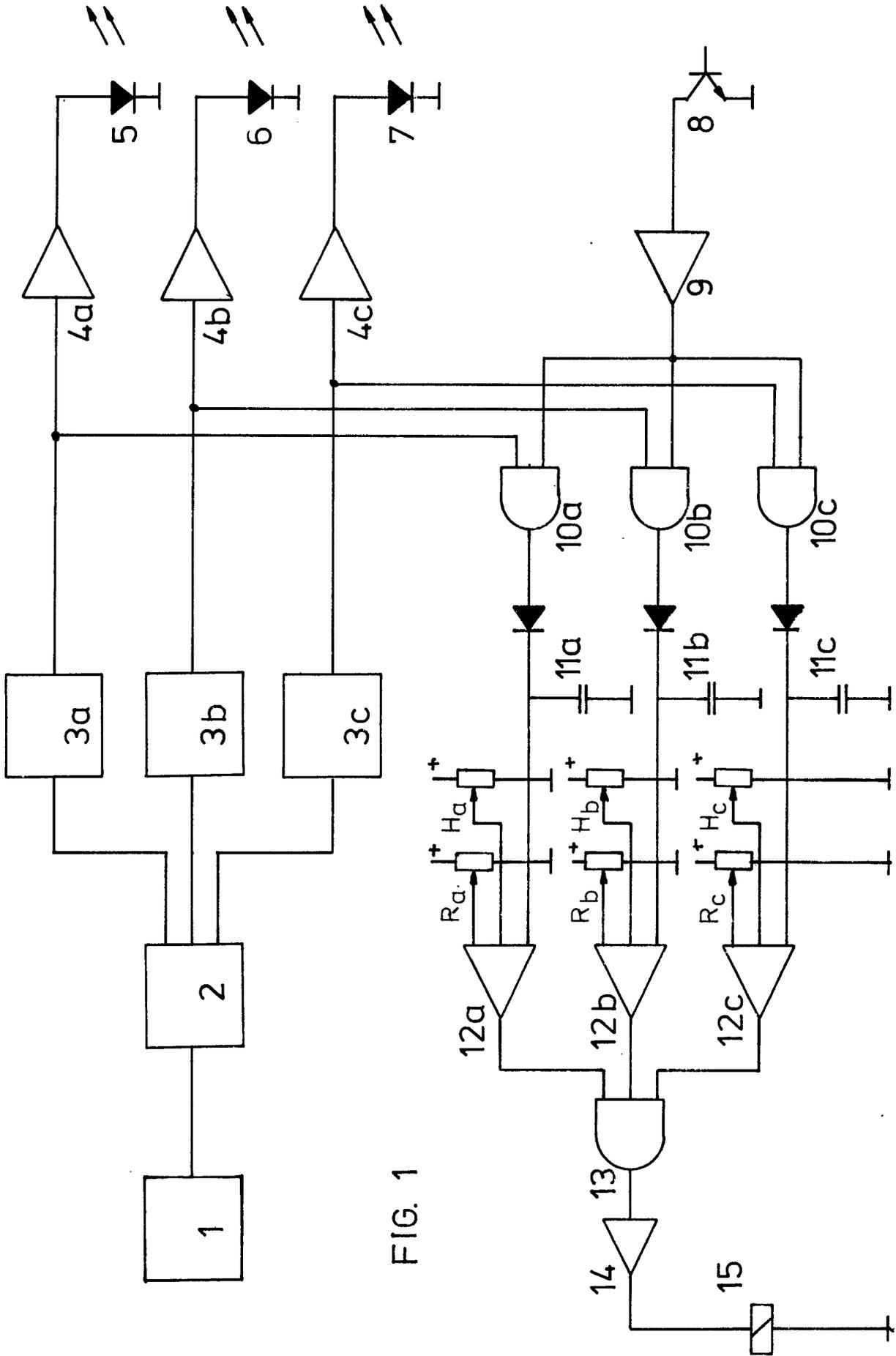


FIG. 1

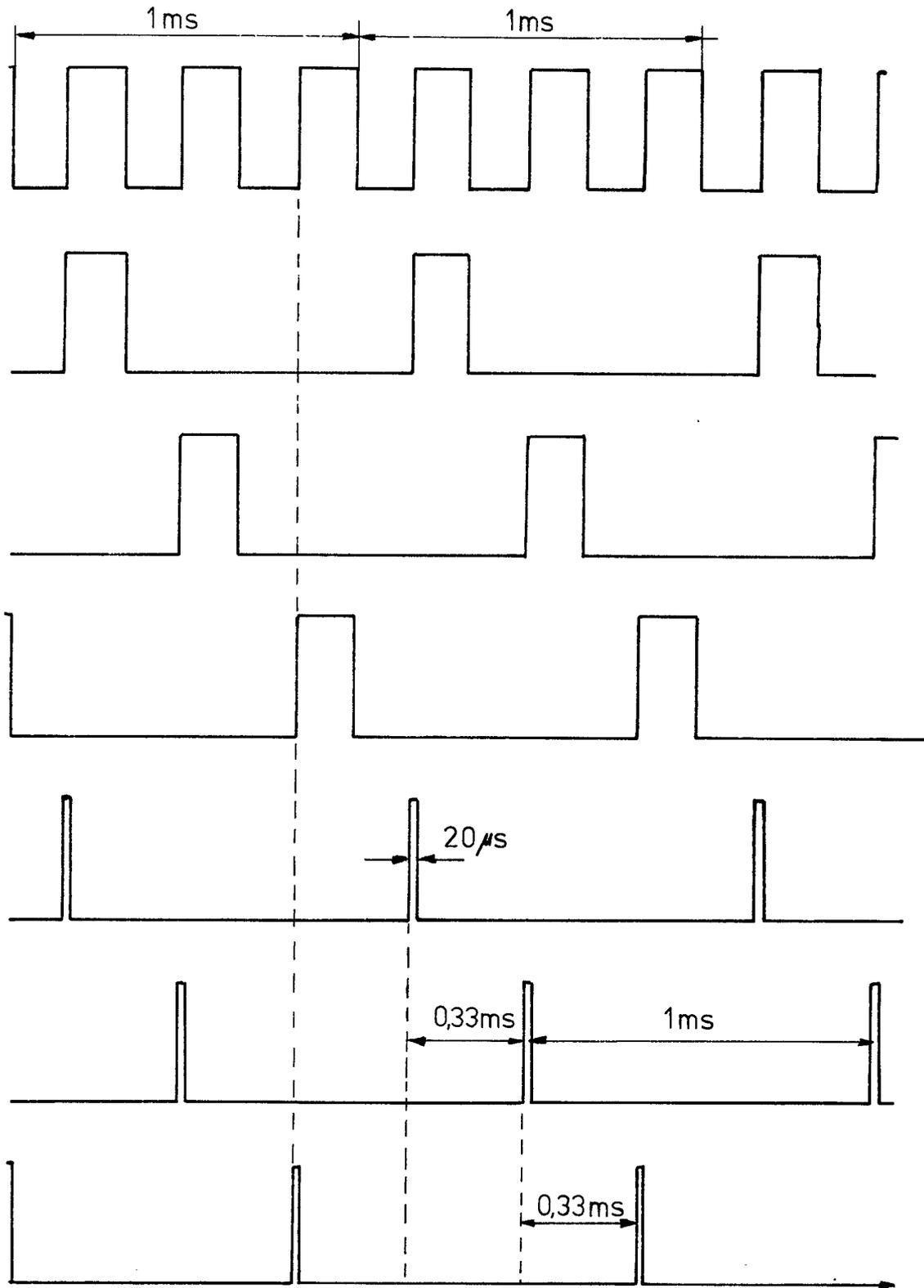


FIG. 2

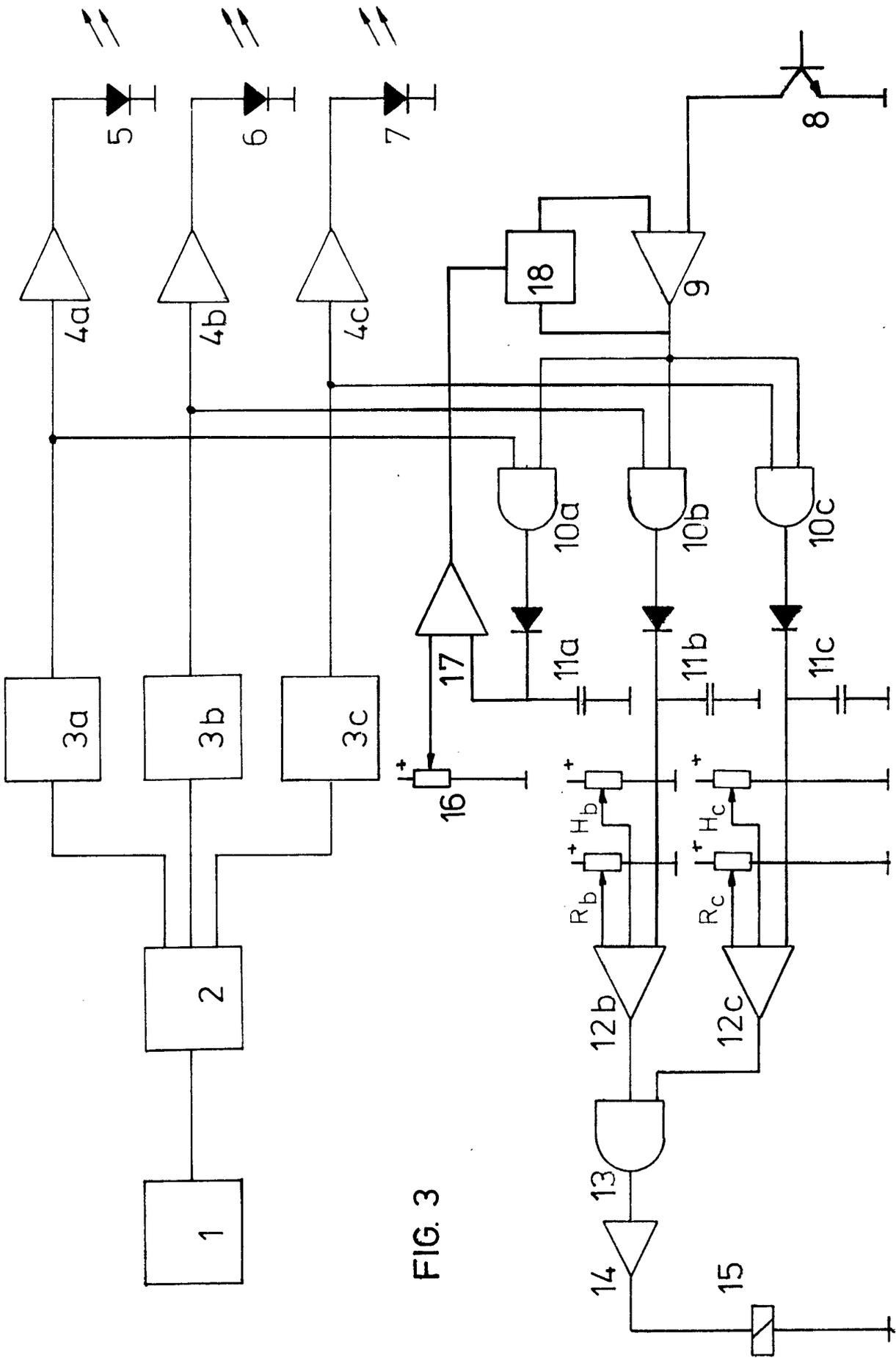


FIG. 3