



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

51 Int. Cl.³: G 01 S 7/52
E 03 C 1/05



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

11

627 283

21 Gesuchsnummer: 2985/78

22 Anmeldungsdatum: 20.03.1978

30 Priorität(en): 11.05.1977 DE 2721254

24 Patent erteilt: 31.12.1981

45 Patentschrift
veröffentlicht: 31.12.1981

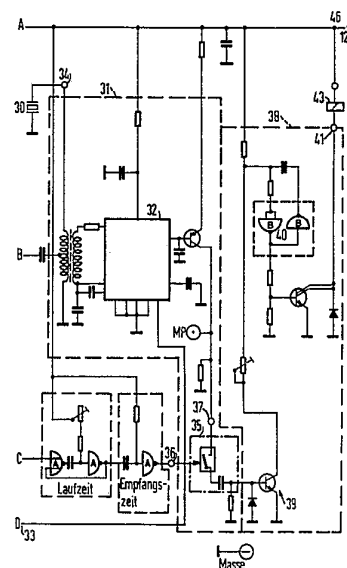
73 Inhaber:
Siemens Aktiengesellschaft, Berlin und München,
München 2 (DE)

72 Erfinder:
Valentin Magori, München 90 (DE)

74 Vertreter:
Siemens-Albis Aktiengesellschaft, Zürich

54 Ultraschall-Präsenz-Bewegungsdetektor, insbesondere zur berührungslosen Steuerung eines Wasserhahnes.

57 Der Bewegungsdetektor soll nur auf in einem oder mehreren vorgebbaren Entfernungsbereichen vorhandene Objekte ansprechen. Seine Empfängerschaltung enthält zusätzlich zum Phasendiskriminator (32) einen diesem nachgeschalteten Speicher (35). Das dem Speicher zugeführte Ausgangssignal des Phasendiskriminators wird diesem durch Taktsignale gesteuert zu Zeitpunkten entnommen, die dem jeweiligen wiederkehrenden Sendepuls in einem dem Abstand des Entfernungsbereiches entsprechenden zeitlichen Abstand folgen. Eine vorhandene Vergleicherschaltung (39) hat eine Schwellenfunktion (40) derart, dass nur dann ein Alarmsignal abgegeben wird, wenn sich die aufeinanderfolgenden Speicherwerte um einen der Schwelle entsprechend hohen Mindestwert voneinander unterscheiden.



PATENTANSPRÜCHE

1. Ultraschall-Präsenz-Bewegungsdetektor, mit einem Ultraschall-Wandler als Sendewandler und einem Ultraschall-Wandler als Empfangswandler, mit einem Oszillator zur Erzeugung einer Oszillatorwechselspannung für den Sendewandler, mit einer Torschaltung zur zeitlich steuerbaren Zuführung von zeitlich begrenzten Wellenzügen dieser Oszillatorwechselspannung an den Sendewandler zur Aussendung entsprechend kurzer Wellenzüge der Ultraschall-Strahlung, mit einer Empfängerschaltung, die mit dem Empfangswandler verbunden ist und die ein Empfangssignal des Empfangswandlers erhält, sowie mit einer Auswerteschaltung, gekennzeichnet dadurch, dass die Empfängerschaltung (31) einen Phasendiskriminator (32) zur Erkennung des Wertes einer Phasenverschiebung zwischen der Oszillatorwechselspannung (33) und dem jeweiligen Empfangssignal sowie eine dem Phasendiskriminator (32) nachgeschaltete elektronische Speicherschaltung (35) hat, die zu Zeitpunkten, die durch Auslesetaktsignale (36) bestimmt sind und die dem jeweiligen der wiederkehrenden Sendeimpulse in einem festen zeitlichen Abstand folgen, der durch den Abstand des Entfernungsbereiches vorgegeben ist, in dem ein bewegtes Objekt zu detektieren ist, das Ausgangssignal des Phasendiskriminators (32) bis zum nächstfolgenden dieser Zeitpunkte speichert, und dass die Auswerteschaltung (38) eine Vergleicherschaltung zum Vergleich einzelner oder mehrere aufeinanderfolgender Speicherwerte der elektronischen Speicherschaltung (35) hat, wobei diese Vergleicherschaltung (39) eine Schwellenfunktion (40) hat, so dass ein Ausgangssignal (41) des Detektors erzeugt wird, wenn sich der Betrag der einzelnen Speicherwerte oder die Mittelwerte einer Anzahl aufeinanderfolgender Speicherwerte um mehr als einen vorgegebenen Wert voneinander unterscheiden, wobei dieses Ausgangssignal (41) das Präsenz-Ereignis angibt.

2. Detektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Phasendiskriminator ein Produktdetektor (32) ist, der die Differenzfrequenz liefert.

3. Detektor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der elektronische Speicher eine «sample and hold»-Schaltung (35) ist.

4. Detektor nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge eines Entfernungsbereiches für das Ansprechen des Detektors durch die Impulslänge der Torschaltung (42) für die dem Sendewandler (30) zuzuführenden Oszillatorwechselspannung einstellbar gegeben ist.

5. Detektor nach einem der Ansprüche 1, 2, 3 oder 4, gekennzeichnet dadurch, dass der Detektionsbereich für Geschwindigkeitswerte des zu detektierenden Objekts für hohe Geschwindigkeitswerte durch die Länge der Auslesetakt-Impulse (36) einstellbar gegeben ist.

6. Verwendung des Ultraschall-Präsenz-Bewegungsdetektors nach einem der Ansprüche 1 bis 5, für eine berührungslose Steuerung eines Wasserhahnes, wobei das Ausgangssignal (41) des Detektors an ein elektromechanisches Ventil zum Öffnen bzw. Schliessen desselben gegeben ist.

Die Erfindung bezieht sich auf einen Ultraschall-Präsenz-Bewegungsdetektor, wie er im Oberbegriff des Patentanspruches 1 näher angegeben ist.

Ultraschall-Bewegungsdetektoren für das berührungslose Öffnen und Schliessen eines Wasserhahnes sind bekannt. Die von einem Ultraschall-Sender ausgesandten Ultraschall-Wellen treffen dabei auf ein Objekt, z.B. auf die sich unterhalb der Wasserauslassöffnung des Hahnes bereits befindenden Hände. An diesen wird die ausgesandte Ultraschall-Strahlung reflektiert und ein Anteil dieser reflektierten Strahlung gelangt in

einen Ultraschall-Empfangswandler. In diesem wird ein entsprechendes Signal erzeugt, das von einer zugehörigen elektronischen Schaltung ausgewertet wird. Das Auswertesignal wird dann zum Öffnen und Schliessen eines elektromagnetischen Ventils benutzt.

Vor allem für Warmwasser-Anlagen ist es wichtig, dass ein solcher berührungslos zu betätigender Wasserhahn nicht unnütz geöffnet wird oder bleibt. Damit die Ultraschall-Detektoreinrichtung nicht auf ein im Waschbecken stehendes Gefäss oder auf ein über den Wasserhahn gelegten Lappen anspricht, wird üblicherweise nach dem Prinzip des Dopplerfrequenz-verschobenen Ultraschall-Detektorprinzips gearbeitet.

Diese Beschränkung auf bewegte Objekte ist aber allein nicht ausreichend, denn der Wasserhahn soll verständlicherweise nicht auf lediglich am Waschbecken vorbeigehende Personen oder auf eine in der Nähe befindliche, sich öffnende Tür ansprechen. Auch sind Massnahmen zu ergreifen, dass die Ultraschall-Detektoreinrichtung nicht auf den laufenden Wasserstrahl selbst anspricht, da dies dazu führen würde, dass der Wasserhahn überhaupt nicht mehr geschlossen wird.

Zur Lösung der voranstehend erwähnten Probleme gibt es bereits eine Anzahl von Vorschlägen, die im einzelnen wiederum Nachteile haben, die insbesondere in mangelnder Betriebssicherheit liegen.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen wie im Oberbegriff des Patentanspruches 1 angegebenen Ultraschall-Präsenz-Bewegungsdetektor derart auszubilden, dass er erhöhte Betriebssicherheit bietet.

Diese Aufgabe wird mit einem wie im Oberbegriff des Patentanspruches 1 angegebenen Ultraschall-Präsenz-Bewegungsdetektor erfindungsgemäss gelöst, wie dies im Kennzeichen des Patentanspruches 1 angegeben ist. Weitere Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung gehen aus abhängigen Patentansprüchen hervor.

Der vorliegenden Erfindung liegt nicht nur der Gedanke zugrunde, die Dopplerfrequenz-Verschiebung eines bewegten, zu detektierenden Objekts auszunutzen. Bei der Erfindung wird darüber hinaus mit Hilfe einer einerseits einfachen, andererseits aber ausserordentlich betriebssicheren, insbesondere gegen gewollte Störung sicheren Schaltung erreicht, dass der Detektionsbereich räumlich eng begrenzt ist. Gemäss der Erfindung wird dies mit Hilfe einer dem Phasendiskriminator nachgeordneten elektronischen Speicherschaltung erreicht, die eine Auslesetaktung erfährt. Diese Auslesetaktung ist erfindungsgemäss nicht nur synchron, sondern auch in speziell bemessener Weise zeitverschoben zum Taktimpuls der Ultraschall-Impulsaussendung.

Bei der Erfindung wird von der Schaltungsanordnung dem Ultraschall-Sendewandler, der gleichzeitig auch Ultraschall-Empfangswandler sein kann, die zu seiner Anregung erforderliche Wechselspannung über die Torschaltung zugeführt, so dass der Sendewandler nur zeitlich begrenzte Wellenzüge der Wechselspannung eines Oszillators erhält. Die Frequenz der Oszillatorwechselspannung wird auf den Sendewandler und auf den Empfangswandler derart abgestimmt, dass beide zusammen eine optimale Wirkung im Hinblick auf die ihnen zugeordnete Funktion haben, nämlich dass der Sendewandler eine möglichst günstige Abstrahlung mit maximaler Amplitude des Ultraschall-Feldes aufweist und der Empfangswandler möglichst hohes reflektiertes Ultraschall-Signal eines zu detektierenden Gegenstandes empfängt. Im Regelfall liegt die Frequenz der anregenden Wechselspannung wenigstens in der Nähe der Resonanzfrequenz eines für die Abstrahlung besonders günstigen Schwingungsmodes des Sendewandlers. Eine sinngemäss gleiche Bemessung wird für den Empfangswandler bevorzugt. Bei der in Betracht zu ziehenden Resonanzfrequenz ergeben sich an sich bekannte Unterschiede abhängig davon, ob niedrige Eingangsimpedanz oder hohe Eingangsimpedanz des jeweiligen Wand-

lers gewünscht ist, was auf Betrieb des Wandlers in Reihenresonanz oder in Parallelresonanz hinzielt.

Gemäss der Erfindung sendet der Sendewandler einen nur relativ kurzen Wellenzug einer Ultraschall-Strahlung aus, die von Objekten reflektiert wird, die sich im Ausbreitungsbereich der Ultraschall-Strahlung befinden. Das Ultraschall-Reflexionssignal wird von dem Empfangswandler aufgenommen und in ein elektrisches Empfangssignal umgewandelt. Dieses Empfangssignal wird verstärkt und einem Phasendiskriminator zusammen mit der Oszillatorwechselspannung zugeführt. Dieser Phasendiskriminator gibt bei Eingang eines Empfangssignals eine Spannung ab, die der Phasenbeziehung entspricht, die zwischen diesem elektrischen Empfangssignal und der Oszillatorwechselspannung vorliegt. Bei bewegten Objekten stellt man nämlich fest, dass sich die Phase des Empfangssignals gegenüber der der Oszillatorwechselspannung von einem Auslesetakt zum nächsten Auslesetakt, d.h. von einer Taktperiode zur nächsten Taktperiode, ändert, was zu einem Ausgangssignal des Phasendiskriminators führt, das sich von Takt zu Takt ändert.

Mit einem Auslesetakt-Impuls, der in einem festen zeitlichen Abstand dem Sende-Impuls folgt, wird die zum Zeitpunkt des Auslesetakt-Impulses vorliegende Ausgangsspannung des Phasendiskriminators in einen elektrischen Speicher gegeben, der vorzugsweise eine sogenannte «sample and hold»-Schaltung ist. Diese Ausgangsspannung wird in dem Speicher bis zum Zeitpunkt des nächsten Auslesetakt-Impulses der folgenden Taktperiode gespeichert.

Für den Fall, dass sich ein bewegtes Objekt in einem solchen Abstand von Sendewandler befindet, der dem zeitlichen Abstand zwischen dem Sende-Impuls und dem Zeitpunkt des Auslesetakt-Impulses entspricht, ändert sich das gespeicherte Signal von Taktperiode zu Taktperiode. Das Mass der Änderung der jeweils gespeicherten Werte liefert ein erstes Ausgangssignal, das zu dem Ausgangssignal der erfindungsgemässen Schaltungsanordnung weiterverarbeitet wird.

Im Falle einer «sample and hold»-Schaltung ist dieses erste Ausgangssignal eine Wechselspannung, die nach Gleichrichtung einer Auswerteschaltung mit Schwellenfunktion zugeführt wird.

Wegen der Länge der Ultraschall-Sendeimpulse ergibt sich anstelle eines exakten Abstandeswertes ein Entfernungsbereich, für den Auswertung erfolgt.

Die somit erreichte Einschränkung des Ansprechens des erfindungsgemässen Detektors auf (nur bewegte) Objekte eines Entfernungsbereiches muss nicht auf einen einzigen Entfernungsbereich beschränkt sein. Vielmehr können auch zwei oder mehrere vorgegebene Entfernungsbereiche vorgesehen sein. Für einen jeden vorgegebenen Entfernungsbereich kann eine weitere Speicherschaltung, z.B. eine «sample and hold»-Schaltung, vorgesehen sein, die der voranstehend beschriebenen Speicherschaltung parallel liegt bzw. parallel wirksam ist, und die für sich einen Auslesetakt erhält, der einen anderen zeitlichen Abstand der bereits oben erwähnten Impulsaussendung des Sendewandlers hat. Dieser andere zeitliche Abstand entspricht einem anderen Entfernungsbereich, für den die erfindungsgemässe Schaltungsanordnung über die Speicherschaltung zur Signaldetektion ausgebildet bzw. empfindlich ist.

Die Detektion in verschiedenen Entfernungsbereichen kann auch zur Auslösung unterschiedlicher Funktionen verwendet werden.

Ein für bewegte Objekte in zwei Entfernungsbereichen ansprechender Ultraschall-Präsenz-Detektor, kann z.B. für die berührungslose Steuerung eines Wasserhahnes so ausgelegt sein, dass der eine Entfernungsbereich, vom Sendewandler aus gesehen, kurz vor dem Wasserstrahl und der andere Entfernungsbereich kurz hinter dem Wasserstrahl liegt. Der Wasserstrahl selbst ist dann «ausgeblendet», kann also kein Auslösesignal hervorrufen. Dies kann z.B. dann von Interesse sein, wenn

tropfendes Wasser anderenfalls zu Signalauslösung führen kann. Die beiden erwähnten Entfernungsbereiche liegen dabei so dicht hintereinander, dass in jedem Falle ein in dem Bereich des zum Auslauf zu bringenden Wasserstrahles eingebrachtes bewegtes Objekt, z.B. die Hände, ein Ansprechen des Detektors sicherstellt.

Sowohl für den Fall eines einzelnen Entfernungsbereiches als auch für mehrere Entfernungsbereiche lässt sich die Länge des Entfernungsbereiches in Richtung der Ultraschall-Strahlung einstellbar verändern. Durch eine entsprechende Länge des Ultraschall-Sendeimpulses lässt sich der Zeitraum vergrössern bzw. einstellen, während dem empfangene Reflexionssignale von der Schaltungsanordnung ausgewertet werden.

Die Breite des Entfernungsbereiches kann durch Wahl der Breite der Strahlungskeule des Ultraschall-Sendewandlers und des Ultraschall-Empfangswandlers vorgegeben gewählt werden.

Durch Wahl der Länge der Auslesetakt-Impulse, die an die «sample and hold»-Schaltung gegeben werden, wird eine Integration in der «sample and hold»-Schaltung durchgeführt. Diese Integration führt dazu, dass Signale von Objekten nicht mehr registriert werden, die sich so rasch bewegen, dass auf solcher Bewegung beruhende Phasenverschiebungen durch Mittelwertbildung verschwinden. Dies ist gleichbedeutend damit, dass mit Zunahme der Länge der Auslesetakt-Impulse die Grenze des Geschwindigkeitswertes herabgesetzt wird, für den die erfindungsgemässe Schaltungsanordnung noch empfindlich ist.

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung ist eine in zwei Blätter aufgeteilte Figur beigelegt, die ein vollständiges Schaltbild für eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemässen Ultraschall-Präsenz-Detektors angibt. An sich ist die Schaltungsanordnung aufgrund der detaillierten Angaben für den Fachmann, der die vorangehende Beschreibung studiert hat ohne weiteres verständlich.

Lediglich zur weiteren Erleichterung des Verständnisses werden nachfolgend kurze Hinweise für diese dargestellte Schaltungsanordnung gegeben. Der Sendewandler, der vorzugsweise auch Empfangswandler ist, ist mit 30 bezeichnet. Die Empfängerschaltung 31 ist mit der zugehörigen gestrichelten Linie umschlossen. Diese Empfängerschaltung 31 enthält den Phasendiskriminator bzw. Produktdetektor 32. Beispielsweise an dem mit 33 (im geteilten Schaltbild zusätzlich mit D) bezeichneten Schaltungspunkt liegt die Oszillatorwechselspannung 33, die von dem Oszillator 133 erzeugt wird. An dem mit 34 bezeichneten Schaltungspunkt liegt das Empfangssignal an, das am Wandler 30 aufgrund eines reflektierten Anteils ausgesandter Ultraschall-Strahlung auftritt. Die Speicher- bzw. «sample and hold»-Schaltung 35 ist mit einer strichpunktierten Linie umschlossen. Das an diese Schaltung 35 gelangende Ausgangssignal des Produktdetektors 32 liegt z.B. an dem mit 37 bezeichneten Schaltungspunkt an. An dem Schaltungspunkt 36 liegt das Auslesetaktssignal für die «sample and hold»-Schaltung 35 an. Die Auswerteschaltung 38 (in der Figur rechts von der Empfängerschaltung 31) ist mit einer weiteren gestrichelten Linie umschlossen. Sie enthält die Vergleicherschaltung 39, die hier im wesentlichen ein Transistor ist. Die logische Schaltung 40, z.B. zwei CMOS-Inverter, bewirkt die Schwellenfunktion zur Vergleicherschaltung 39. Am Schaltungspunkt 41 tritt das Ausgangssignal der erfindungsgemässen Schaltungsanordnung auf. Mit 42 ist die Torschaltung für den Ultraschall-Sendeimpuls bezeichnet. Diese Torschaltung 42 wird von einer Schaltung 142 für die Sendeimpulsdauer gesteuert. Mit 44 ist ein Leistungsverstärker für die elektrische Sendeleistung des Ultraschall-Senders kenntlich gemacht. Mit dem Taktgenerator 45 wird die Impulsfolgefrequenz bestimmt.

Die dargestellte Figur ist für die Verwendung zur berührungslosen Steuerung eines Wasserhahnes, d.h. zur Steuerung

dessen Magnetventils 43, vorgesehen. Mit 46 ist der Anschluss für die Versorgungsspannung von z.B. 12 Volt bezeichnet.

Für den praktischen Anwendungsfall bei einem Wasserhahn ergibt sich für eine Länge des Ultraschall-Sendeimpulses von

etwa 0,5 msec eine Länge des Entfernungsbereiches, in dem Ansprechempfindlichkeit der erfindungsgemässen Schaltungsanordnung vorliegt, die sich auf etwa 8 cm bemisst.

Fig. 1

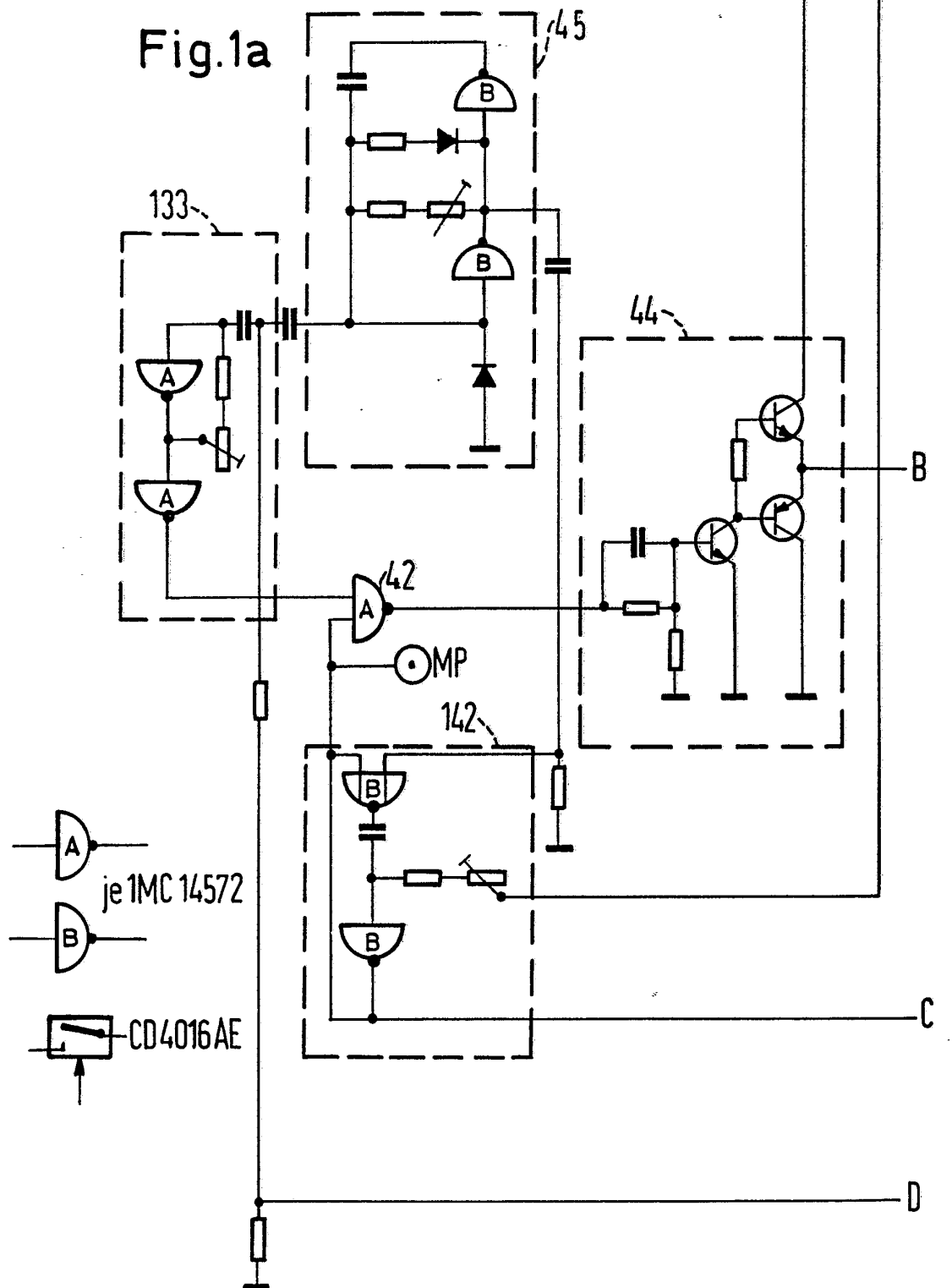
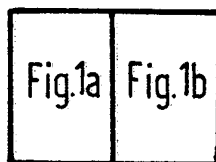


Fig.1b

