

12 **NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

45 Veröffentlichungstag der neuen Patentschrift:
23.09.87

51 Int. Cl.⁴: **H 01 H 47/04**

21 Anmeldenummer: **78100313.2**

22 Anmeldetag: **06.07.78**

54 **Magnetventil mit elektronischer Steuerung.**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.01.80 Patentblatt 80/2

73 Patentinhaber: **Bürkert GmbH, Postfach 20**
Lipfersberger Strasse 1, D-7118 Ingelfingen (DE)

45 Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
13.04.83 Patentblatt 83/15

72 Erfinder: **Dettmann, Heinrich, Dipl. Ing.,**
Vogtherrstrasse 4, D-7119 Niedernhall (DE)
Erfinder: **Pfeiffer, Wolfgang, Hofstrasse 43, D-7118**
Künzelsau-Garnberg (DE)

45 Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung
über den Einspruch:
23.09.87 Patentblatt 87/39

74 Vertreter: **Bunke, Holger, Dr. Dipl.- Chem.,**
Patentanwälte Prinz, Bunke & Partner
Lessingstrasse 9, D-7000 Stuttgart 1 (DE)

84 Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB SE

56 Entgegenhaltungen:
DE-A-2 128 651
DE-A-2 423 258
FR-A-2 073 609
FR-A-2 181 262
FR-A-2 192 367
FR-A-2 242 758
US-A-3 666 998
US-A-3 705 333
US-A-3 852 646

Schaltungen mit Halbleiterbauelementen, Band 2,
5. Auflage 1965 von Siemens und Halske AG, Seiten
107-109

EP 0 006 843 B2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Magnetventil mit elektronischer Steuerschaltung, die ein Steuersignal erzeugt, durch welches aus einer Stromversorgungsquelle der Erregungsspule in der Anzugsphase über einen geschlossenen Transistorschalter ein erhöhter Erregungsstrom und in der Haltephase über einen zu dem dann geöffneten Transistorschalter parallelgeschalteten Vorwiderstand ein gegenüber dem Erregungsstrom erniedrigter Haltestrom zugeführt wird, und mit einem einen Widerstand und einen Kondensator enthaltenden, der Steuerelektrode des Transistorschalters vorgeschalteten Zeitglied.

Derartige Magnetventile mit elektronischer Steuerung sind aus der US—PS 3 852 646 bekannt. Bei diesen Magnetventilen wird zur Steigerung der Anzugkraft kurzzeitig ein erhöhter Strom durch die Erregerspule geleitet. Zur Überwindung der Massenträgheit der bewegten Teile des Magnetventils und der Federkraft der normalerweise vorgesehenen Rückstellfeder ist eine wesentlich höhere Energie erforderlich als zum Halten des Ventils in seinem eingeschalteten Zustand. Der Strombedarf zum schnellen und sicheren Anziehen des Magnetventils wird weiter dadurch erhöht, daß in der Ruhestellung des Ankers die Induktion der Erregerspule wesentlich geringer ist als in seiner Arbeitsstellung. Durch die kurzzeitige Steigerung des durch die Erregerspule geleiteten Stromes kann also der Haltestrom wesentlich niedriger gewählt werden, so daß die Erwärmung des Magnetventils auch bei langer Einschaltdauer unter der zulässigen Höchstgrenze gehalten werden kann, die häufig bei etwa 80° C liegt. Ein weiterer Vorteil dieser Maßnahme besteht darin, daß durch die damit erreichte Anzugkraftehöhung auch das Schaltverhalten der Magnetventile verbessert wird. Insbesondere können kürzere Schaltzeiten erreicht werden.

Bei dem Magnetventil nach der erwähnten US—PS 3 852 646 wird der Vorwiderstand während der Anzugsphase durch einen Transistorschalter überbrückt. Der Transistorschalter wird über ein zeitverzögerndes Widerstands-Kondensator-Glied angesteuert, das für die Dauer seiner Zeitkonstante ein Ansteuersignal an die Steuerelektrode des Transistorschalters liefert, so daß dieser während der durch das Zeitglied bestimmten Zeitspanne durchschaltet und den Vorwiderstand überbrückt. Das Zeitglied selbst wird über einen Schalttransistor mit einem negativen oder über einen weiteren Schalttransistor mit einem positiven Ansteuersignal beaufschlagt. Für den Betrieb dieser bekannten Anordnung ist somit neben einer ständig angelegten Stromversorgungsspannung eine zusätzliche positive oder negative Ansteuerspannung erforderlich, und um die Betriebsspannung und das Ansteuersignal zuführen zu können ist eine mindestens dreiadrige Leitung erforderlich.

Dadurch wird der Materialaufwand beträchtlich erhöht.

Ferner sind Magnetventile mit elektronischer Steuerung zur Steigerung der Anzugleistung bekannt, bei denen ein steuerbarer Gleichrichter in Reihe mit der Erregerspule liegt. Durch eine Phasenanschnittsteuerung wird der Zündzeitpunkt des steuerbaren Gleichrichters derart verändert, daß während der Anzugsphase die Zündung früher und während der Haltephase später erfolgt. Diese Lösung, die beispielsweise aus der DE—OS 25 11 564 oder der DE—OS 20 23 108 bekannt ist, weist den Mangel auf, daß als Betriebsspannung eine Wechselfspannung oder pulsierende Gleichspannung oder aber ein zusätzlicher Taktgenerator erforderlich ist.

Aus dem Standardschaltungsbuch "Schaltungen mit Halbleiterbauelementen", Bd. 2, 5. Auflage, 1965, Seiten 107 bis 109 ist eine Verzögerungsschaltung zum Ansteuern eines Relais bekannt, die ein Zeitglied aufweist, welches aus einer Reihenschaltung von Widerstand und Kondensator besteht, die zwischen zwei Betriebsspannungsleitungen geschaltet ist, welche eine stabilisierte Spannung führen, die durch einen Längswiderstand in der einen Betriebsspannungsleitung und eine parallel geschaltete Zenerdiodeanordnung gewonnen wird. Durch diese bekannte Schaltungsanordnung soll ein verzögertes Einschalten eines Relais erfolgen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Magnetventil mit elektronischer Steuerschaltung zur kurzzeitigen Steigerung der Anzugsleistung zu schaffen, das außer der Betriebsspannung kein getrenntes Ansteuersignal benötigt.

Diese Aufgabe wird durch ein Magnetventil mit elektronischer Steuerschaltung der eingangs beschriebenen Art gelöst, die gemäß der Erfindung dadurch gekennzeichnet ist, daß an die die Betriebsspannung der Erregerspule zuführenden Leitungen ein ein Spannungsbegrenzerelement enthaltender Spannungsteiler geschaltet ist, an dessen Abgriff beim Anlegen der Steuerschaltung die Spannungsversorgung das genannte Steuersignal abgenommen wird, daß zwischen das Zeitglied und die Steuerelektrode des Transistorschalters ein als Darlington-Transistor ausgebildetes Stromverstärkungselement geschaltet ist, dessen Basis mit dem Verbindungspunkt zwischen Kondensator und Widerstand, dessen Kollektor mit einem Steueranschluß des Schalters und dessen Emittter unmittelbar mit dem Schaltungsnullpunkt verbunden ist.

Da bei der erfindungsgemäßen Anordnung die das Zeitglied beaufschlagende Ansteuerspannung aus der Betriebsspannung selbst gewonnen wird, kann ein getrenntes Ansteuersignal und somit auch eine getrennte Ansteuerleitung entfallen.

Für den Betrieb des Magnetventils an einer Wechselfspannung ist gemäß einer zweckmäßigen Ausführungsform der Erfindung

der elektronischen Steuerung ein Vollweg-Gleichrichter vorgeschaltet. Dadurch kann der Betrieb des Magnetventils nicht nur wahlweise mit Wechselstrom oder mit Gleichstrom, sondern auch mit beliebiger Polung der Gleichspannung erfolgen.

Dem Spannungsbegrenzerelement kann eine Glättungseinrichtung in Form eines Glättungskondensators zugeordnet sein.

Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist der Vorwiderstand als Widerstandsdraht ausgebildet, der einen Teil der Erregerwicklung bildet. Der Vorwiderstand trägt auf diese Weise zu der Amperewindungszahl der Erregerwicklung bei. Dadurch kann die Größe der eigentlichen Erregerwicklung reduziert werden bzw. bei gleichbleibender Größe der Haltestrom und die Halteleistung reduziert werden. Ferner ergibt sich durch die Maßnahme eine geringere Erwärmung des Magnetventils während der Haltephase.

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnung. In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 ein Schaltbild einer elektronischen Steuerung des Magnetventils; und

Figur 2 einen Querschnitt eines Magnetventils, das bei diesem Beispiel ein Sitzventil ist.

Die in Figur 1 gezeigte elektronische Steuerung des Magnetventils besteht im wesentlichen aus einem Vollweg-Gleichrichter G1, einer Spannungsbegrenzungsschaltung mit einem Widerstand R1 und einer Zenerdiode D1, einem Zeitglied aus einem Widerstand R2 und einem Kondensator C2, einem Stromverstärkungselement T1, das als Darlington-Transistor ausgebildet ist, einem elektronischen Schalter, der aus zwei Transistoren T2, T3 in Darlington-Schaltung ausgebildet ist, und einem Vorwiderstand RV. Die Betriebsspannung wird über die Wechselstromanschlüsse des Vollweg-Gleichrichters über Leitungen 1 und 2 zugeführt. Der positive Anschluß des Vollweg-Gleichrichters G1 ist über eine Leitung 3 an einem Anschluß der Erregerwicklung AE geführt, während der andere Anschluß der Erregerwicklung mit den miteinander verbundenen Kollektoren der Transistoren T2, T3 verbunden ist. Der Emitter des Transistors T2 ist über eine Leitung 4 mit dem negativen Anschluß des Vollweg-Gleichrichters G1 verbunden. Die Kollektor-Emitter-Strecke des Transistors T2 ist durch einen Vorwiderstand RV überbrückt. Die Erregerwicklung AE liegt also in Reihe mit dem Transistor T2 und dem dazu parallelgeschalteten Vorwiderstand R4. Die Basis des Transistors T3 ist über einen Widerstand R4 mit der positiven Leitung 3 verbunden. Ferner ist mit der Basis des Transistors T3 der gemeinsame Kollektor des Darlington-Transistors T1 verbunden, dessen Emitter mit der negativen Leitung 4 verbunden ist. Die Basis des Darlington-Transistors T1 ist über einen Widerstand R3 mit dem Verbindungspunkt zwischen dem Widerstand R2

und dem Kondensator C2 verbunden.

Die Arbeitsweise der beschriebenen elektronischen Steuerung für das erfindungsgemäße Magnetventil ist folgende: Zur Betätigung des Magnetventils wird an die Leitungen 1, 2 eine Betriebsspannung angelegt, bei der es sich um Wechselspannung oder Gleichspannung mit beliebiger Polung handeln kann. Diese Spannung gelangt über den Vollweg-Gleichrichter G1 und die Leitungen 3, 4 zu der Reihenschaltung aus der Erregerwicklung AE und dem Transistor T2 mit dem dazu parallelgeschalteten Vorwiderstand RV. Über den Widerstand R4 erhält die Basis des Transistors T3 eine positive Spannung, der Transistor T3 wird leitend und treibt den Transistor T2 ebenfalls in seinen leitenden Zustand. An der Kollektor-Emitter-Strecke des Transistors T2 fällt somit nur eine geringe Spannung von einigen Zehntel Volt ab, so daß die Erregerwicklung AE praktisch mit der vollen Betriebsspannung beaufschlagt wird. Gleichzeitig beginnt die Aufladung des Kondensators C2 über den Widerstand R2 auf eine Spannung, die durch die Zenerdiode D1 festgelegt wird. Diese Spannung wird durch einen Kondensator C1, der zu der Zenerdiode D1 parallelgeschaltet ist, geglättet. Die Spannung des Kondensators C2 gelangt über den Widerstand R3 zur Basis des Darlington-Transistors T1. Sobald diese Spannung einen bestimmten Wert erreicht, nämlich die Basis-Emitter-Spannung des Darlington-Transistors T1, wird dieser leitend. Dadurch erniedrigt sich die positive Spannung an der Basis des Transistors T3. Bei weiterer Zunahme der Spannung des Kondensators C2 wird der Darlington-Transistor T1 durchgeschaltet, und die Spannung an der Basis des Transistors T3 sinkt so weit ab, daß der Transistor T3 gesperrt wird, wodurch auch der Transistor T2 in seinen nichtleitenden Zustand gesteuert wird. Dadurch wird der Vorwiderstand RV zur Begrenzung des in der Erregerwicklung AE fließenden Stromes voll wirksam.

Zur Beeinflussung des Schaltverhaltens des Darlington-Transistors T1 ist ein Kondensator C3 vorgesehen, der die Kollektor-Basis-Strecke überbrückt. Ferner ist parallel zu der Erregerwicklung eine Reihenschaltung aus einer Freilaufdiode D2 und einer Zenerdiode D3 vorgesehen, wobei die Dioden entgegengesetzt gepolt sind. Diese Dioden dienen zur Reduzierung der Abschaltspannungsspitzen.

Die Diode D2 sperrt den Stromlauf beim Abschaltvorgang bei einer Sperrspannung von etwa 0,8 Volt, wodurch sich eine Verlangsamung des Abschaltvorganges des Magnetsystems ergibt. Durch die Zenerdiode D3 wird diese relativ niedrige Sperrspannung von 0,8 auf beispielsweise 30 Volt angehoben, wodurch die Abfallverzögerung des Magnetsystems reduziert wird. Die Zenerdiode D3 kann auch entfallen, sie ist jedoch besonders beim Betrieb an relativ hohen Versorgungsspannungen zweckmäßig.

Zum Schutz des Magnetventils gegen überhöhte Temperaturen sind derner in die

Leitung 2 zwei Thermoschalter Th1 und Th2 geschaltet, die den Stromkreis beim Erreichen einer definierten Temperatur unterbrechen.

Durch die Verwendung eines Stromverstärkungselements in Form eines Darlington-Transistors wird der von dem Zeitglied aufzubringende Steuerstrom auf einen sehr niedrigen Wert reduziert. Daher kann der Widerstand R2 relativ groß, der Kondensator C2 hingegen relativ klein gewählt werden. Dadurch wird eine platzsparende Bauweise ermöglicht, die den Einbau der elektronischen Steuerschaltung in einen Hohlraum des Magnetventils ermöglicht. Wegen der Spannungsbegrenzung durch die Zenerdiode D1 auf beispielsweise 6,8 Volt kann der Kondensator C2 ferner für niedrige Spannungen ausgelegt und dadurch weiter verkleinert werden. Wegen der Spannungsbegrenzung kann ferner für den Darlington-Transistor T1 eine relativ kostengünstige Ausführung gewählt werden, da eine niedrige Sperrspannung ausreicht.

Durch Bemessung des Verhältnisses zwischen dem Widerstand der Erregerspule AE und dem Wert des Vorwiderstandes RV kann das Verhältnis vom Anzugstrom zu Haltestrom bzw. Anzugleistung zu Halteleistung bestimmt werden.

Das in Figur 2 gezeigte Magnetventil enthält einen Ventilkörper 5 und einen Elektromagneten 6 zur Betätigung des Ventils über einen Tauchanker 7, der über eine Stange 8 mit der Ventilplatte 9 des Magnetventils verbunden ist. Der Elektromagnet 6 enthält eine zylindrische Erregerspule 10, in die der Anker 7 eintauchen kann. Der Anker 7 wird durch eine Rückstellfeder 11 in seine Ruhestellung gedrückt.

Die Wicklung der Erregerspule besteht aus zwei Teilen, einem ersten Teil 10a und einem zweiten Teil 10b. Der erste Teil 10a ist die eigentliche Wirkung, die beispielsweise aus lackisoliertem Kupferdraht besteht. Der zweite Teil 10b wird durch den Vorwiderstand RV gebildet, der zu diesem Zweck als Widerstandsdraht ausgeführt ist. Der Vorwiderstand RV trägt auf diese Weise zu der Ampèrewindungszahl bei. Daher kann bei vorgegebenem Volumen des Elektromagneten der Haltestrom reduziert werden. Dies ist besonders vorteilhaft, wenn das Magnetventil mit Gleichstrom betrieben wird. Zum Abfallen des Ankers muß eine Remanenzkraft überwunden werden, was durch die Rückstellfeder 11 bewirkt wird. Die Rückstellfeder muß bei Gleichstromsystemen stärker gewählt werden als bei Wechselstromsystemen, so daß eine erhöhte Halteleistung erforderlich ist. Aus diesem Grunde wirkt sich das Aufwickeln des Vorwiderstandes als Widerstandsdraht auf die Erregerwicklung besonders positiv bei Gleichstrom-Magnetventilen aus.

Die elektronische Steuerung des erfindungsgemäßen Gleichstromventils kann äußerst raumsparend ausgebaut werden. Sie läßt sich beispielsweise in einem Hohlraum 12 des Magnetventils unterbringen und mit

Vergußmasse, beispielsweise Epoxydharz, vergießen.

Die erfindungsgemäße Ausbildung der Übererregung der Magnetspule läßt sich nicht nur bei Sitzventilen der in Fig. 2 dargestellten Art, sondern auch bei anderen, insbesondere auch bei Klappanker-Ventilen mit Vorteil anwenden.

Patentansprüche

1. Magnetventil mit elektronischer Steuerschaltung, die ein Steuersignal erzeugt, durch welches aus einer Stromversorgungsquelle der Erregungsspule in der Anzugsphase über einen geschlossenen Transistorschalter (T2, T3) ein erhöhter Erregungsstrom und in der Haltephase über einen zu dem dann geöffneten Transistorschalter (T2, T3) parallelgeschalteten Vorwiderstand (RV) ein gegenüber dem Erregungsstrom erniedrigter Haltestrom zugeführt wird, und mit einem einen Widerstand (R2) und einen Kondensator (C2) enthaltenden, der Steuerelektrode des Transistorschalters vorgeschalteten Zeitglied, dadurch gekennzeichnet, daß an die die Betriebsspannung der Erregerspule zuführenden Leitungen (3, 4) ein ein Spannungsbegrenzerelement (D1) enthaltender Spannungsteiler (R1, D1) geschaltet ist, an dessen Abgriff beim Anlegen der Steuerschaltung an die Spannungsversorgung das genannte Steuersignal abgenommen wird, daß zwischen das Zeitglied (R2, C2) und die Steuerelektrode des Transistorschalters (T2, T3) ein als Darlington-Transistor ausgebildetes Stromverstärkungselement (T1) geschaltet ist, dessen Basis mit dem Verbindungspunkt zwischen Kondensator (C2) und Widerstand (R2), dessen Kollektor mit einem Steueranschluß des Schalters (T2, T3) und dessen Emitter unmittelbar mit dem Schaltungsnullpunkt verbunden ist.

2. Magnetventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der elektronischen Steuerschaltung ein Vollweg-Gleichrichter (G1) vorgeschaltet ist, dessen Wechselspannungsanschlüsse mit der Betriebsspannungsquelle verbunden sind und dessen Gleichspannungsanschlüsse mit den die Betriebsspannung führenden Leitungen (3, 4) verbunden sind.

3. Magnetventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem Spannungsbegrenzerelement (D1) eine Siebeinrichtung (C1) zur Glättung der begrenzten Spannung zugeordnet ist.

4. Magnetventil nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorwiderstand (RV) als Widerstandsdraht ausgebildet ist, der einen Teil der Erregerspule (AE) bildet.

5. Magnetventil nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zu der Erregerspule (AE) eine Reihenschaltung aus einer

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Freilaufdiode (D1) und einer dazu entgegengesetzt gepolten Zenerdiode (D3) parallelgeschaltet ist.

6. Magnetventil nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schalter aus zwei Transistoren (T1, T3) gebildet ist, die in Darlington-Schaltung miteinander verbunden sind.

Claims

1. Magnetic valve comprising an electronic control circuit generating a control signal by which the excitation coil is supplied from a current supply source with an increased excitation current through a closed transistor switch (T2, T3) in the excitation phase and, in the maintenance phase, with a maintenance current reduced with respect to said excitation current through a series resistor (RV) mounted in parallel to the then open transistor switch (T2, T3), and comprising a timing unit having a resistor (R2) and a capacitor (C2) and preceding said transistor switch, characterized in that a voltage divider (R1, D1) containing a voltage limiting element (D1) is connected to the lines (3, 4) feeding the operating voltage to the excitation coil, the tap of the voltage divider providing said control signal when the control circuit is connected to the voltage supply, that a current amplifying element (T1) in the form of a Darlington-transistor is connected between the timing unit (R2, C2) and the control electrode of the transistor switch (T2, T3), the base of said amplifying element being connected to the connecting point between the capacitor (C2) and the resistor (R2), the collector of which is connected to a control terminal of the switch (T2, T3) and the emitter of which is directly connected to the zero point of the circuit.

2. Magnetic valve in accordance with claim 1, characterized in that the electronic control circuit is preceded by a full-wave rectifier (G1) the alternating voltage terminals of which are connected to the supply voltage source and the direct voltage terminals of which are connected to the supply voltage lines (3, 4).

3. Magnetic valve according to claim 1, characterized in that the voltage limiting element (D1) is provided with a filter device (C1) for smoothing the limited voltage.

4. Magnetic valve according to any one of the preceding claims, characterized in that the resistor (RV) is formed as a resisting wire forming a portion of the excitation coil (AE).

5. Magnetic valve according to any one of the preceding claims, characterized in that a series circuit of a protective diode (D1) and a Zener diode (D3) of opposite polarity is connected in parallel to the excitation coil (AE).

6. Magnetic valve according to any one of the preceding claims, characterized in that the switch is formed of two transistors (T1, T3) associated with each other in a Darlington connection.

Revendications

1. Soupape magnétique comportant un circuit de commande électronique engendrant un signal de commande par lequel à partir d'une alimentation en tension, la bobine d'excitation reçoit dans la phase d'attraction, un courant d'excitation intensifié par l'intermédiaire d'un commutateur transistorisé (T2, T3) fermé et, dans la phase de maintien, par l'intermédiaire d'une résistance série (RV) montée en parallèle avec le commutateur transistorisé (T2, T3) qui est alors ouvert, un courant de maintien diminué par rapport au courant d'excitation, et comportant une cellule de temporisation comprenant une résistance (R2) et un condensateur (C2), et montée en amont de l'électrode de commande du commutateur transistorisé, caractérisée en ce que sur les lignes (3, 4) fournissant la tension d'alimentation à la bobine d'excitation, est monté un diviseur de tension (R1, D1) comprenant un élément limiteur de tension (D1) et dont la prise fournit ledit signal de commande lorsque l'alimentation en tension est connectée au circuit de commande, en ce qu'entre la cellule de temporisation (R2, C2) et l'électrode de commande du commutateur transistorisé (T2, T3), est monté un élément amplificateur de courant (T1) réalisé sous la forme d'un transistor Darlington dont la base est reliée à la jonction entre le condensateur (C2) et la résistance (R2), dont le collecteur est relié à une borne de commande du commutateur (T2, T3), et dont l'émetteur est relié directement à la masse du circuit.

2. Soupape magnétique suivant la revendication 1, caractérisée en ce que le circuit de commande électronique est précédé d'un redresseur à double voie (G1) dont les bornes à tension alternative sont reliées à la source d'alimentation en tension et dont les bornes à tension continue sont reliées aux lignes (3, 4) fournissant la tension d'alimentation.

3. Soupape magnétique selon la revendication 1, caractérisée en ce que des moyens de filtrage (C1) sont associés à l'élément limiteur de tension (D1) pour lisser la tension ainsi limitée.

4. Soupape magnétique selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la résistance série (RV) est formée en tant que fil résistif constituant une partie de la bobine d'excitation (AE).

5. Soupape magnétique selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'un circuit constitué d'une diode de roue libre (D2) en série avec une diode Zener (D3) de polarité opposée est monté en parallèle avec la bobine d'excitation (AE).

6. Soupape magnétique selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le commutateur est formé de deux transistors (T1, T3) interconnectés en montage Darlington.

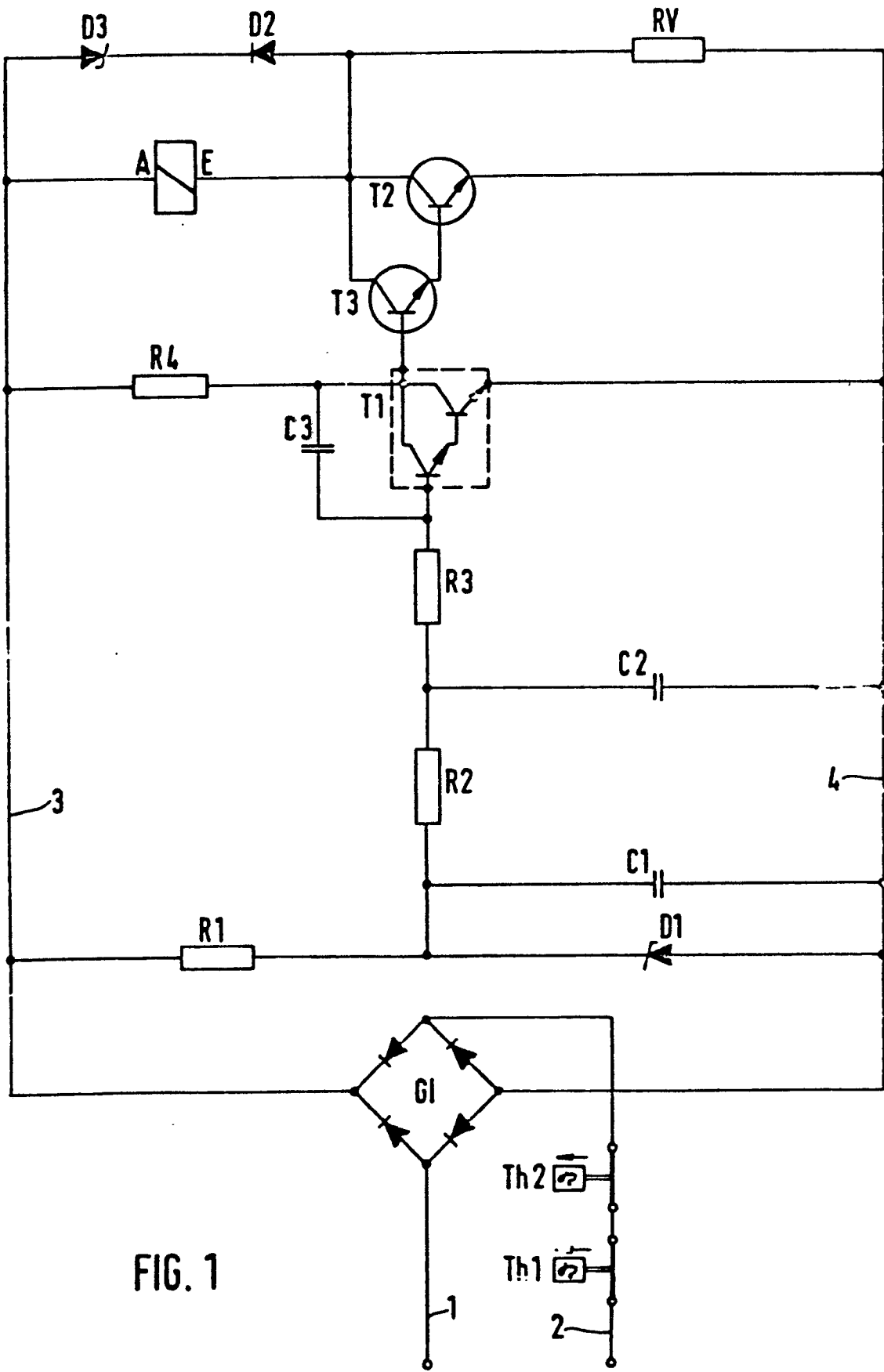


FIG. 1

FIG. 2

