



(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift :
21.10.92 Patentblatt 92/43

(51) Int. Cl.⁵ : **H01F 7/18**

(21) Anmeldenummer : **89113115.3**

(22) Anmeldetag : **18.07.89**

(54) **Schaltungsanordnung bei Endstufen für die Steuerung von Stellmagneten.**

(30) Priorität : **01.08.88 DE 3826087**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung :
07.02.90 Patentblatt 90/06

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
21.10.92 Patentblatt 92/43

(84) Benannte Vertragsstaaten :
DE FR IT SE

(56) Entgegenhaltungen :
EP-A- 0 091 648
WO-A-87/07456
DE-A- 2 203 883
FR-A- 1 409 461
FR-A- 2 569 239
US-A- 3 754 166

(56) Entgegenhaltungen :
US-A- 3 903 467
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 5, no.
129 (E-70)(801) 19 August 1981, & JP-A-56
67908
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 7, no.
140 (E-182)(1285) 18 Juni 1983, & JP-A-58
54611

(73) Patentinhaber : **HYDAC TECHNOLOGY GMBH**
Industriestrasse
W-6603 Sulzbach/Saar (DE)

(72) Erfinder : **Morsch, Joachim, Dipl.-Ing. (FH)**
Zur Wolfsheck 12
W-6694 Marpingen (DE)

(74) Vertreter : **Patentanwälte Phys. Bartels**
Dipl.-Ing. Fink Dr.-Ing. Held
Lange Strasse 51
W-7000 Stuttgart 1 (DE)

EP 0 353 533 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Endstufen-Schaltungsanordnung für die Steuerung von Arbeitsströmen in Stellmagneten, insbesondere zur Betätigung von Stetigventilen, mit zumindest einem zur Stromregelung zwischen Sperr- und Durchlaßzustand umsteuerbaren Schaltelement und zumindest einem induktiven, durch Abschaltvorgänge beim Übergang Schaltelementes in den Sperrzustand induzierte Spannungen führenden Bauelement.

Endstufen-Schaltungsanordnungen dieser Art sind bekannt und finden sowohl für industrielle als auch für fahrzeugtechnische Steuerungszwecke verbreitet Anwendung. Diese Schaltungsanordnungen werden mit Gleichspannung betrieben, üblicherweise mit einer Spannung von 24 Volt gegen Masse, welche als 0-Bezugspunkt geerdet ist. Für den Betrieb solcher Schaltungsanordnungen in Reglerschaltungen benötigt man Hilfsspannungen, beispielsweise zur Erzeugung von Signalen für die Istwert- oder Statusrückmeldung zur Steuerung. Derartige Rückmeldungssignale sind üblicherweise zur Masse, d.h. zum 0-Bezugspunkt, symmetrische ± 10 Volt Signale.

Zumindest die bezüglich Masse negative Hilfsspannung ist nicht unmittelbar aus der positiven Versorgungsspannung generierbar. Bei den bekannten Schaltungsanordnungen sind daher Gleichspannungswandler zur Gewinnung der Hilfsspannung vorgesehen. Das Vorhandensein der aus Transformator und zugehöriger Regelschaltung bestehenden Gleichspannungswandler steht dem anzustrebenden Ziel, die Schaltungsanordnung so kompakt auszubilden, daß sie an dem zu betätigenden Stellmagneten selbst unterzubringen ist, hindernd im Wege.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, diesbezüglich durch eine besonders einfache, billig herstellbare und kompakte Schaltungsanordnung Abhilfe zu schaffen.

Bei einer Schaltungsanordnung der eingangs genannten Art ist dies Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das induktive Bauelement als Energiequelle für die Gewinnung einer Hilfsspannung -UH oder +UH vorgesehen und über eine Auskoppereinrichtung mit einer Hilfsspannungs-Steuer- oder Regelschaltung verbunden ist.

Dadurch, daß erfindungsgemäß ein in der Schaltungsanordnung enthaltenes induktives Bauelement, das im Betrieb induzierte Spannungen führt, die Energiequelle für die Hilfsspannungserzeugung bildet, entfällt die Notwendigkeit der Bereitstellung und Unterbringung eines zusätzlichen Transformators, wie er üblicherweise zur Hilfsspannungserzeugung mittels Spannungswandlerschaltungen vorgesehen ist. Die Erfindung eröffnet daher die Möglichkeit, die gesamte Elektronik zusammen mit einem zugeordneten Regelventil zu einer kompakten Baueinheit zu integrieren.

Vorzugsweise ist die Erregerwicklung des Stellmagneten selbst als Energiequelle vorgesehen, bildet also die Drossel, von der zumindest ein Teil der in ihr umgesetzten Abschaltenergie abgenommen wird, welche bei den im Betrieb stattfindenden Abschaltvorgängen induziert wird. Bei einer Pulsbreiten-Modulation der Endstufenanordnung erfolgen die Abschaltvorgänge z.B. entsprechend der Modulations-Taktfrequenz. Die Abschaltenergie wird bei den bekannten Schaltungsanordnungen mittels Freilaufdioden abgebaut.

Bei einem zur Erzeugung einer negativen Hilfsspannung vorgesehenen Ausführungsbeispiel der Erfindung ist anstelle der Freilaufdiode, wie sie bei den bekannten Schaltungsanordnungen zum Abbau der negativen Induktionsspannung an der Erregerwicklung des Stellmagneten vorgesehen ist, ein Schaltelement vorgesehen, das durch die Hilfsspannungs-Steuer- oder Regelschaltung gesteuert ist. Bei einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel handelt es sich bei Schaltelement um einen Thyristor, der durch die Hilfsspannungs-Steuer- oder Regelschaltung in den Zündzustand übergeführt wird, sobald die über die Auskoppereinrichtung von der induktiven Energiequelle abgenommene Hilfsspannung den gewünschten Wert erreicht. Die Abschaltenergie der induktiven Energiequelle wird auf diese Weise nur solange für die Hilfsspannungserzeugung über die Auskoppereinrichtung abgeleitet, bis gerade die gewünschte Größe der Hilfsspannung zur Verfügung steht und der Thyristor zündet, wonach sich dieser wie eine Freilaufdiode der Erregerwicklung verhält, bis der Thyristor beim folgenden Nulldurchgang der negativen Induktionsspannung wieder sperrt.

Wird diejenige Freilaufdiode, die bei den bekannten Schaltungsanordnungen die positive Induktionsspannung abbaut, in entsprechender Weise durch ein von der Hilfsspannungs-Steuer- oder Regelschaltung steuerbares Schaltelement, beispielsweise einen Thyristor, ersetzt, ist eine positive Hilfsspannung erzeugbar. Die Erzeugung einer positiven Hilfsspannung kann insbesondere zweckmäßig sein, wenn die positive Hilfsspannung höher ist als die Versorgungsspannung der Schaltungsanordnung. Derartige höhere positive Spannungen werden bei bestimmten Anwendungsfällen benötigt, beispielsweise beim Einsatz von N-Kanal-Schalt MOSFETS. Es versteht sich, daß auch die negative Hilfsspannung mit einem Spannungswert erzeugt werden kann, der höher ist, als der Betrag der positiven Versorgungsspannung.

Als Auskoppereinrichtung kann eine Diode vorgesehen sein.

Die Hilfsspannungs-Steuer- oder Regelschaltung kann eine Zenerdiode als Spannungsregler enthalten.

Bei Doppellendstufen für zwei Magnet-Erregerwicklungen können beide Erregerwicklungen über je eine als Auskoppereinrichtung dienende Diode zur

Hilfsspannungserzeugung herangezogen werden, wobei die Energie von der jeweils aktivierten Wicklung abgenommen wird. Außerdem kann bei ein und derselben Schaltungsanordnung gleichzeitig die Generierung einer negativen und einer positiven Hilfsspannung vorgesehen sein. In keinem Fall entsteht durch die bei der Erfindung vorgesehen Maßnahmen zur Hilfsspannungserzeugung eine Beeinträchtigung der Betriebseigenschaften der betreffenden Endstufenanordnung.

Nachstehend ist die Erfindung anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen im einzelnen erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Prinzipschaltbild einer üblichen Endstufenanordnung zur Ansteuerung eines Stellmagneten

Fig. 2 ein der Fig. 1 ähnliches Schaltbild eines Ausführungsbeispiels der Erfindung in Form einer Endstufenanordnung mit Einrichtungen zum Erzeugen einer negativen Hilfsspannung;

Fig. 3 ein Prinzipschaltbild eines abgewandelten Ausführungsbeispiels in Form einer Doppelendstufenanordnung mit Einrichtungen zur Erzeugung einer negativen Hilfsspannung;

Fig. 4 ein Prinzipschaltbild eines weiteren Ausführungsbeispiels in Form einer der Fig. 2 entsprechenden Endstufenanordnung, jedoch mit Einrichtungen zur Erzeugung einer positiven Hilfsspannung,

und

Fig. 5 und 6 Schaltbilder der Ausführungsbeispiele gemäß Fig. 2 bzw. 4, wobei zusätzlich Einzelheiten einer Hilfsspannungs-Regelschaltung eingezeichnet sind.

Fig. 1 zeigt eine übliche Endstufe für nach dem Pulsbreiten-Modulationsprinzip erfolgendes, also digitalisiertes, Regeln des Stromes einer Erregerwicklung 1 eines Magnetventils. Die Endstufenanordnung arbeitet an positiver Betriebsspannung U_+ gegen Masse mit im Lastzweig liegenden Halbleiterschaltern 3 und 5, die über eine Eingangsstufe 7 steuerbar sind, deren Steuereingang 8 mit einer Ansteuereinheit 9 verbunden ist.

Beide Wicklungsenden der Erregerwicklung 1 sind in üblicher Weise mit Freilaufdioden 11 bzw. 13 für den Abbau von Induktionsspannungen gegen Masse bzw. gegen die Betriebsspannung U_+ verbunden, die aufgrund der im Betrieb stattfindenden Abschaltvorgänge der Halbleiterschalter 3 und 5 in der Erregerwicklung 1 induziert werden. Bei der Pulsbreiten-Modulation erfolgen die Abschaltvorgänge entsprechend der Modulations-Taktfrequenz, die etwa im Bereich von 10 KHz bis 200 KHz gelegen ist.

Fig. 2 zeigt die Endstufenanordnung von Fig. 1 mit Einrichtungen zur Erzeugung einer negativen Hilfsspannung -UH. Dabei ist die Freilaufdiode 11 von Fig. 1 weggelassen und durch einen Thyristor 15 er-

setzt, der in gleicher Polung wie die Freilaufdiode 11 in Fig. 1 angeordnet ist, also mit seiner Anodenseite auf Masse liegt und mit seiner Kathodenseite mit dem Wicklungsendpunkt 16 der Erregerwicklung 1 verbunden ist, der im Betrieb die negative Induktionsspannung führt. Mit dem Punkt 16 ist außerdem die Kathodenseite einer Auskoppeldiode 19 verbunden, deren Anode mit dem negativen Anschluß 21 eines Ladekondensators 22 in Verbindung steht, dessen positiver Anschluß mit Masse verbunden ist.

Eine am Steueranschluß 23 des Thyristors 15 angeschlossene Hilfsspannungs-Regelschaltung 25 ist zum Überführen des Thyristors 15 in den Zündzustand vorgesehen. Die Schaltung 25 weist einen mit dem negativen Anschluß 21 des Ladekondensators 22 verbundenen Steuereingang 27 auf. Bei Erreichen einer gewünschten Ladespannung am Ladekondensator 22, die am Steuereingang 27 anliegt, steuert die Schaltung 25 den Thyristor 15 über dessen Steueranschluß 23 in den Durchlaß- oder Zündzustand.

Bei der Schaltungsanordnung von Fig. 2 verhält sich der Thyristor 15 nach Übergehen in den Zündzustand in gleicher Weise wie die Freilaufdiode 11 von Fig. 1. Bevor der Thyristor 15 zündet, wird der Ladekondensator 22 über die Auskoppeldiode 19 zur Erzeugung einer negativen Hilfsspannung aufgeladen, bis ein gewünschter Wert der Spannung -UH, z.B. -15 Volt, erreicht ist und der Thyristor 15 durch die Schaltung 25 in den Zündzustand gesteuert wird. Die zum Auftreten einer negativen Induktionsspannung am Punkt 16 der Erregerwicklung 1 führende Abschaltenergie wird also über die Diode 19 solange in die Hilfsspannungserzeugung umgeleitet, bis gerade die gewünschte Hilfsspannung zur Verfügung steht und der Thyristor 15 zündet.

Fig. 3 zeigt ein der Fig. 2 ähnliches Ausführungsbeispiel, jedoch in Form einer Doppelendstufe mit einer zweiten Erregerwicklung 31, die dazu dient, ein betreffendes Stellglied in derjenigen Bewegungsrichtung zu bewegen, die der Bewegungsrichtung entgegengesetzt ist, in der das Stellglied mittels der ersten Erregerwicklung 1 bewegt wird. Ein Steuereingang 38 des die Erregerwicklung 31 betätigenden Schaltungsteils der Doppelendstufe ist, ebenso wie der der ersten Erregerwicklung 1 zugeordnete Steuereingang 8, an der Ansteuereinheit 9 angeschlossen.

An dem die negative Induktionsspannung bei Abschaltvorgängen führenden Wicklungsendpunkt 36 der zweiten Erregerwicklung 31 ist eine wirkungsmäßig der Auskoppeldiode 19 entsprechende zweite Auskoppeldiode 39 angeschlossen, die die Abschaltenergie zum negativen Anschluß 21 des Ladekondensators 22 zuführt. Ein am Punkt 36 angeschlossener zweiter Thyristor 35, der ebenso wie der erste Thyristor 15 mit seinem Steueranschluß 33 mit der Hilfsspannungs-Regelschaltung 25 verbunden ist, wird durch diese in gleicher Weise gesteu-

ert wie der erste Thyristor 15 und wirkt im Zündzustand wie eine am Punkt 36 der Erregerwicklung 31 angeschlossene Freilaufdiode. Bei dem Beispiel von Fig. 3 wird also die negative Hilfsspannung -UH aufgrund der Abschaltenergien beider Erregerwicklungen 1 und 31 erzeugt.

Die Wirkungsweise des Beispiels von Fig 4 entspricht derjenigen der Anordnung von Fig. 2, abgesehen davon, daß nicht die Freilaufdiode 11 von Fig. 1 durch einen Thyristor ersetzt ist, sondern die Freilaufdiode 13 weggelassen ist, die am bei Abschaltvorgängen eine positive Induktionsspannung führenden Wicklungsendpunkt 46 der Erregerwicklung 1 angeschlossen ist. Anstelle dieser Freilaufdiode ist in Fig. 4 eine Einrichtung zur Erzeugung einer positiven Hilfsspannung +UH vorhanden, die genau gleich aufgebaut ist, wie die in Fig. 2 zu diesem Zweck gezeigte Einrichtung, wobei lediglich die Polungen von Ladekondensator 22, Auskoppeldiode 19 und Thyristor 15 entsprechend dem positiven Vorzeichen der erzeugten Spannung gewählt sind. Dabei ist der Ladekondensator 22 mit seinem positiven Anschluß 41 mit der Auskoppeldiode 19 und mit seinem anderen Anschluß mit der positiven Betriebsspannung U+ verbunden. Die Erzeugung einer positiven Hilfsspannung +UH ist beispielsweise in solchen Fällen interessant, wo eine positive Spannung, beispielsweise beim Einsatz von N-Kanal-Schalt MOSFET'S, benötigt wird, die höher ist als die Betriebsspannung U+ der Endstufenanordnung.

Figuren 5 und 6 zeigen Endstufenanordnungen der in den Figuren 2 bzw. 4 gezeigten Art, wobei jedoch in Figuren 5 und 6 nähere Einzelheiten der Gestaltung der Hilfsspannungs-Regelschaltung gezeigt sind. Diese weist, wie den Figuren 5 und 6 zu entnehmen ist, als Spannungsregler eine Zenerdiode 51 auf, die in Reihenschaltung mit einem Widerstand 53 so angeordnet ist, daß die induzierte Hilfsspannung an ihr anliegt. Die Zenerdiode 51 ist so ausgewählt, daß ihre Durchbruchspannung der zu erzeugenden Hilfsspannung angepaßt ist. Wenn der gewünschte Spannungswert erreicht ist, so daß die Zenerdiode 51 in den Durchbruchzustand gelangt, erfolgt eine Potentialänderung des Steueranschlusses 23 des Thyristors 15, durch die dieser in den Zündzustand kommt. Der Thyristor 15 hat bei der Schaltung von Fig. 5 die Wirkung der Freilaufdiode 11 und bei der Schaltung gemäß Fig. 6 die Wirkung der Freilaufdiode 13 von Fig. 1. Bei Nulldurchgängen der Induktionsspannung an der Erregerwicklung 1 gelangt der Thyristor 15 in den Sperrzustand. In diesem verbleibt er, falls nicht die Durchbruchspannung der Zenerdiode 51 erreicht ist. Ist dies der Fall, dann wird der Thyristor 15 wieder in den Zündzustand überführt.

Patentansprüche

1. Endstufen- Schaltungsanordnung für die Steuerung von Arbeitsströmen in Stellmagneten, insbesondere zur Betätigung von Stetigventilen, mit zumindest einem zur Stromregelung zwischen Sperr- und Durchlaßzustand umsteuerbaren Schaltelement (3,5) und zumindest einem induktiven, durch Abschaltvorgänge beim Übergang des Schaltelementes in den Sperrzustand induzierte Spannungen führenden Bauelement (1; 31), dadurch gekennzeichnet, daß das induktive Bauelement (1; 31) als Energiequelle für die Gewinnung einer positiven oder negativen Hilfsspannung (-UH oder +UH) vorgesehen und über eine Auskoppereinrichtung mit einer Hilfsspannungs-Steuer- oder Regelschaltung (25) verbunden ist.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Erregerwicklung (1; 31) des Stellmagneten die Energiequelle bildet.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Auskoppereinrichtung durch eine Diode (19; 39) gebildet ist.
4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer an positiver Versorgungsspannung gegen Masse arbeitenden Endstufe die Diode (19; 39) zur Erzeugung einer gegenüber Masse negativen Hilfsspannung (-UH) mit ihrer Kathodenseite mit einem Wicklungspunkt (16) der Energiequelle verbunden ist, der eine gegenüber Masse negative Induktionsspannung führt.
5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer an positiver Versorgungsspannung gegen Masse arbeitenden Endstufe die Diode (19; 39) zur Erzeugung einer gegenüber Masse positiven Hilfsspannung (+UH) mit ihrer Anodenseite mit einem Wicklungspunkt (46) der Energiequelle verbunden ist, der eine gegenüber Masse positive Induktionsspannung führt.
6. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Hilfsspannungs-Steuer- oder Regelschaltung (25) mit einem mit der Diode (19; 39) in Reihe geschalteten Kondensator (22) zusammenwirkt.
7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Hilfsspannungs-Steuer- oder Regelschaltung (25) mit einem Thyristor (15; 35) zusammenwirkt und einen diesen in Abhängigkeit von der Höhe der erzeugten Hilfsspannung in den Zündzustand überführenden Spannungsregler aufweist und daß der Thyristor (15; 35) am

Anschlußpunkt (16; 46) der als Auskoppelinrichtung dienenden Diode (19; 39) mit der Energiequelle verbunden und so geschaltet ist, daß er im Zündzustand als der Energiequelle zugeordnete Freilaufdiode wirkt.

8. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Doppelendstufe für zwei Magnet-Erregerwicklungen (1; 31) jede Erregerwicklung (1 und 31) als Energiequelle vorgesehen und über je eine Auskoppelinrichtung mit der oder mit je einer Hilfsspannungs-Steuer- oder Regelschaltung (25) verbunden ist.
9. Schaltungsanordnung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Hilfsspannungs-Steuer- oder Regelschaltung (25) eine als Spannungsregler vorgesehene Zenerdiode (51) aufweist.

Claims

1. Output stage circuit arrangement for controlling working currents in operating magnets, in particular for actuating continuous action valves, with at least one switching element (3, 5) which for current regulation is reversible between the blocking and conducting state and at least one inductive component (1; 31) carrying voltages induced by interrupting phenomena at the time of the transition of the switching element into the blocking state, characterised in that the inductive component (1; 31) is provided as a power source for obtaining a positive or negative auxiliary voltage (-UH or +UH) and is connected by way of a decoupling device to an auxiliary voltage control or regulating circuit (25).
2. Circuit arrangement according to Claim 1, characterised in that the excitation winding (1; 31) of the operating magnet forms the power source.
3. Circuit arrangement according to Claim 1 or 2, characterised in that the decoupling device is formed by a diode (19; 39).
4. Circuit arrangement according to Claim 3, characterised in that in the case of an output stage operating with a positive supply voltage with respect to earth, the diode (19; 39) for producing a negative auxiliary voltage (-UH) with respect to earth is connected by its cathode side to a winding point (16) of the power source, which carries a negative induction voltage with respect to earth.
5. Circuit arrangement according to Claim 3, char-

acterised in that in the case of an output stage operating with a positive supply voltage with respect to earth, the diode (19; 39) for producing a positive auxiliary voltage (+UH) with respect to earth is connected by its anode side to a winding point (46) of the power source, which carries a positive induction voltage with respect to earth.

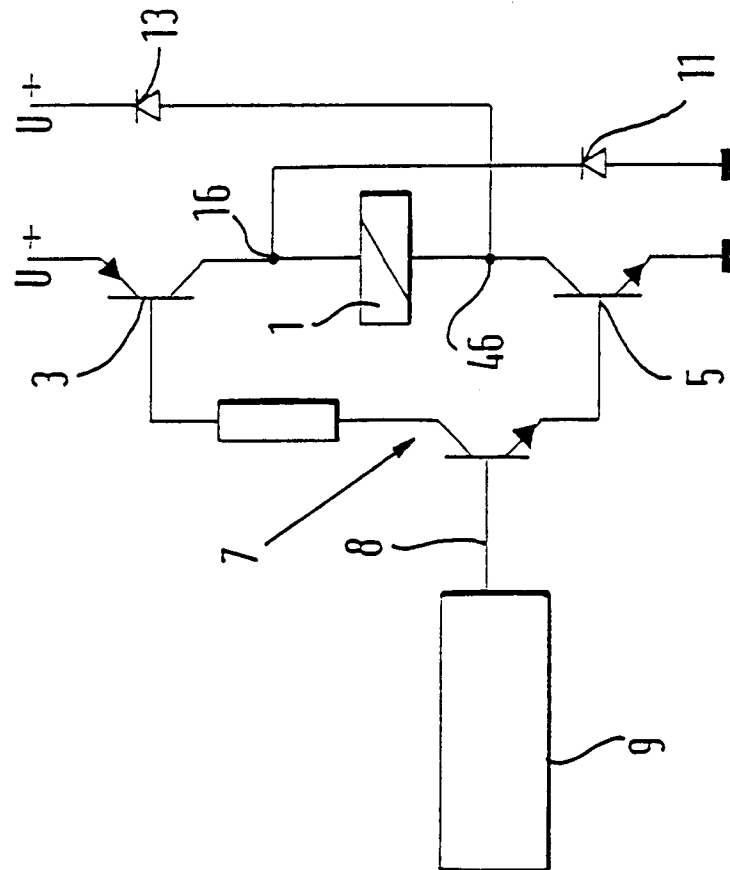
6. Circuit arrangement according to one of Claims 3 to 5, characterised in that the auxiliary voltage control or regulating circuit (25) cooperates with a capacitor (22) connected in series with the diode (19; 39).
7. Circuit arrangement according to Claim 6, characterised in that the auxiliary voltage control or regulating circuit (25) cooperates with a thyristor (15; 35) and comprises a voltage regulator transferring the latter to the firing state depending on the level of the auxiliary voltage produced and that the thyristor (15; 35) at the connection point (16; 46) of the diode (19; 39) serving as the decoupling device is connected to the power source and connected so that in the firing state it acts as a free-running diode associated with the power source.
8. Circuit arrangement according to one of Claims 1 to 7, characterised in that in the case of a double output stage for two magnet excitation windings (1; 31), each excitation winding (1 and 31) is provided as a power source and is connected respectively by way of a decoupling device to the or to each auxiliary voltage control or regulating circuit (25).
9. Circuit arrangement according to Claim 7 or 8, characterised in that the auxiliary voltage control or regulating circuit (25) comprises a Zener diode (51) provided as a voltage regulator.

Revendications

1. Agencement de l'étage final ou de sortie du montage qui commande les courants de travail dans les électro-aimants de réglage ou de positionnement, notamment pour actionner des valves à action permanente, qui comprend un élément de commutation (3,5) pouvant se déplacer entre une position de blocage et une position de circulation ou de passage afin de régler le débit, et, au moins, un composant (1; 31) dans lequel circulent des courants d'induction résultant des transitions d'état du composant de commutation (1; 31), caractérisé en ce que le composant inductif (1; 31) fait fonction de source d'énergie pour obtenir une tension auxiliaire positive ou négative (-UH ou

- +UH) et en ce qu'il est relié par un dispositif de découplage à un circuit de commande ou de réglage (25) de la tension auxiliaire.
2. Agencement selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'enroulement d'excitation (1;31) de l'électro-aimant de réglage constitue ladite source d'énergie. 5
 3. Agencement selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le dispositif de découplage est constitué par une diode (19; 39). 10
 4. Agencement selon la revendication 3, caractérisé en ce que, dans le cas d'un étage final ou de sortie opérant avec une tension d'alimentation positive par rapport à la masse, la diode (19; 39) est connectée, afin de produire une tension auxiliaire (UH-) négative par rapport à la masse, à un point (16) de l'enroulement de la source d'énergie dans lequel circule une tension d'induction négative par rapport à la masse. 15 20
 5. Agencement selon la revendication 3, caractérisé en ce que dans le cas d'un étage final ou de sortie opérant avec une tension d'alimentation positive (+UH) par rapport à la masse, l'anode de la diode (19; 39) est connectée à un point (46) de l'enroulement de la source d'énergie dans lequel circule une tension d'induction positive par rapport à la masse. 25 30
 6. Agencement selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que le circuit de commande ou de réglage (25) de la tension auxiliaire coopère avec un condensateur (22) monté en série avec la diode (19; 39). 35
 7. Agencement selon la revendication 6, caractérisé en ce que le circuit de commande ou de réglage de la tension auxiliaire (25) coopère avec un thyristor (15; 35) et présente un organe de réglage de tension qui, en fonction de la grandeur de la tension auxiliaire, transfère celui-ci en état de conduction, cependant que le thyristor (15; 35) est relié, au point de connexion (16; 46) de la diode de découplage (19; 39) à la source d'énergie et est monté de façon que quand il est allumé, il fait fonction de diode de découplage à l'égard de la source d'énergie. 40 45 50
 8. Agencement selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que, dans le cas d'un double étage final ou de sortie pour deux enroulements d'excitation d'électro-aimants (1; 31), chaque enroulement d'excitation (1 et 31) fait fonction de source d'énergie et est connecté par un dispositif de découplage, au circuit de réglage 55
 9. Agencement selon la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce que le circuit de commande ou de réglage de la tension auxiliaire (25) comporte une diode de Zéner (51) faisant fonction de réglage de tension. (25) ou respectivement à l'un des circuits de réglage (25).

Fig.1



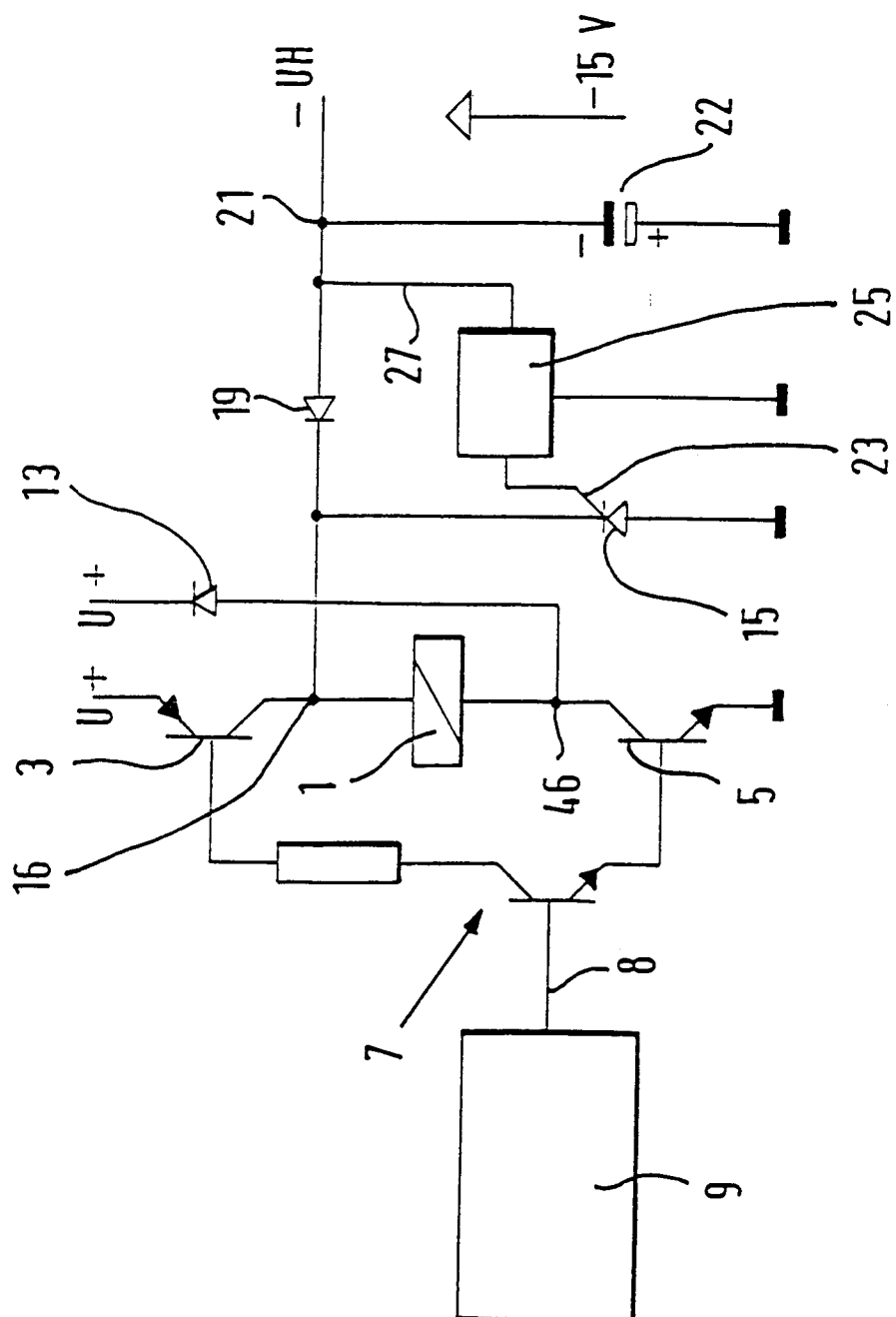


Fig. 2

Fig. 3

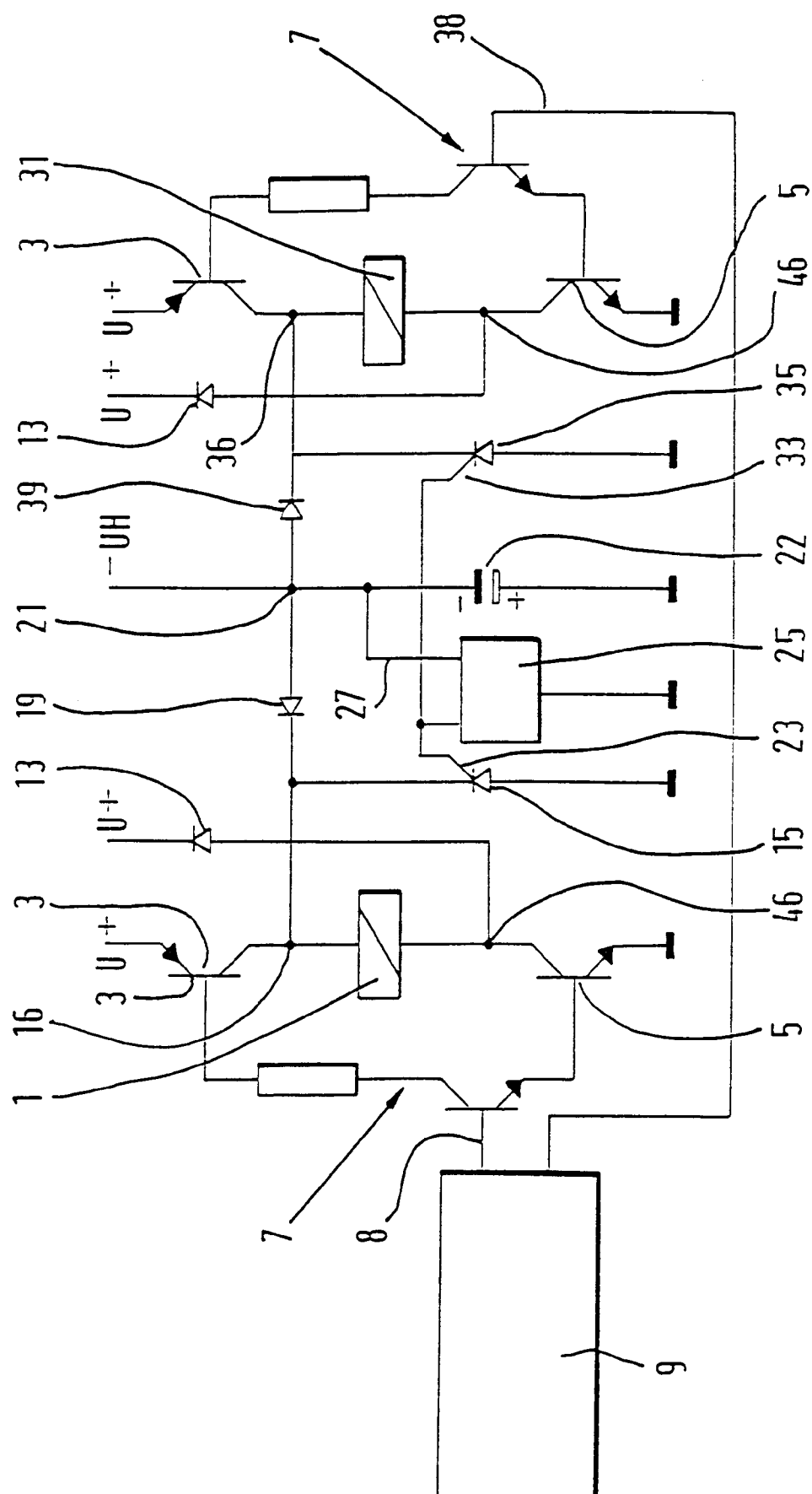
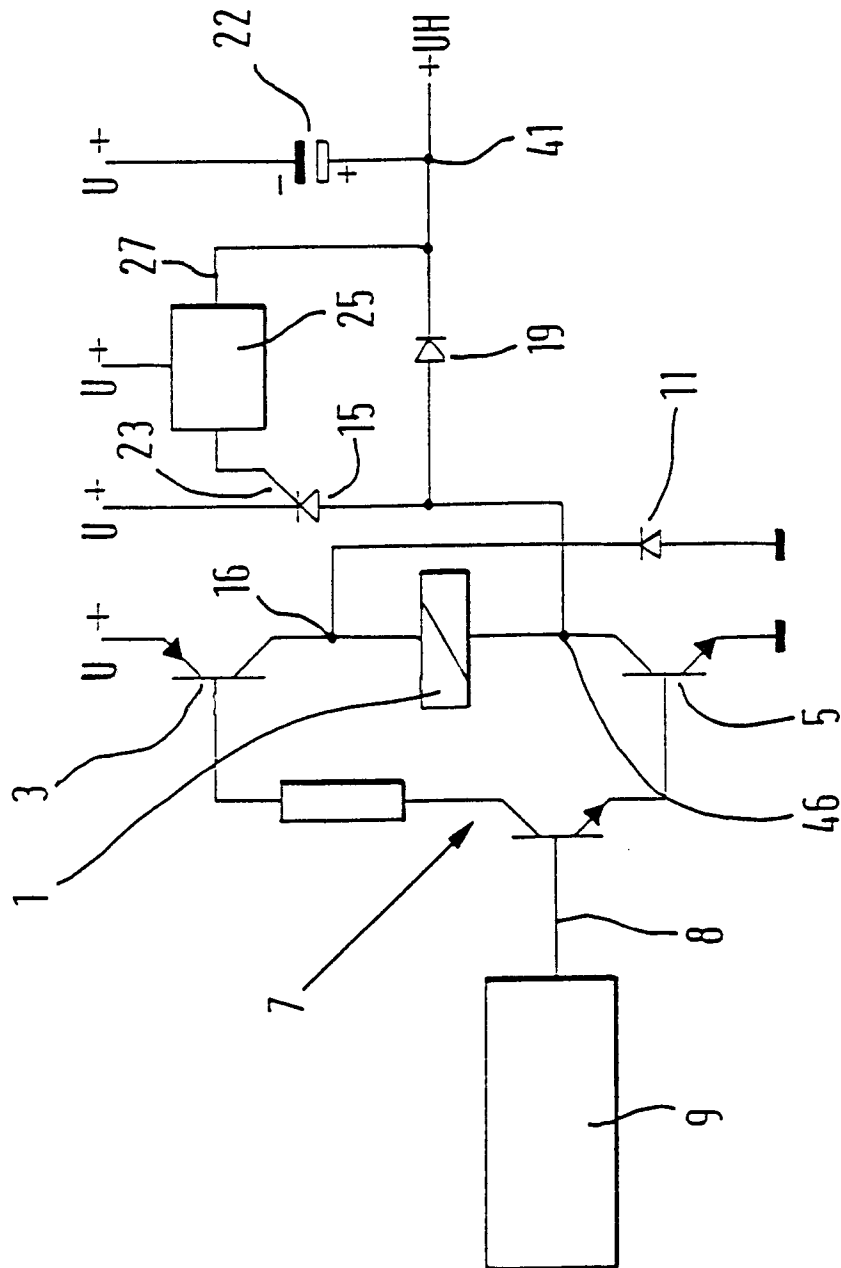


Fig. 4



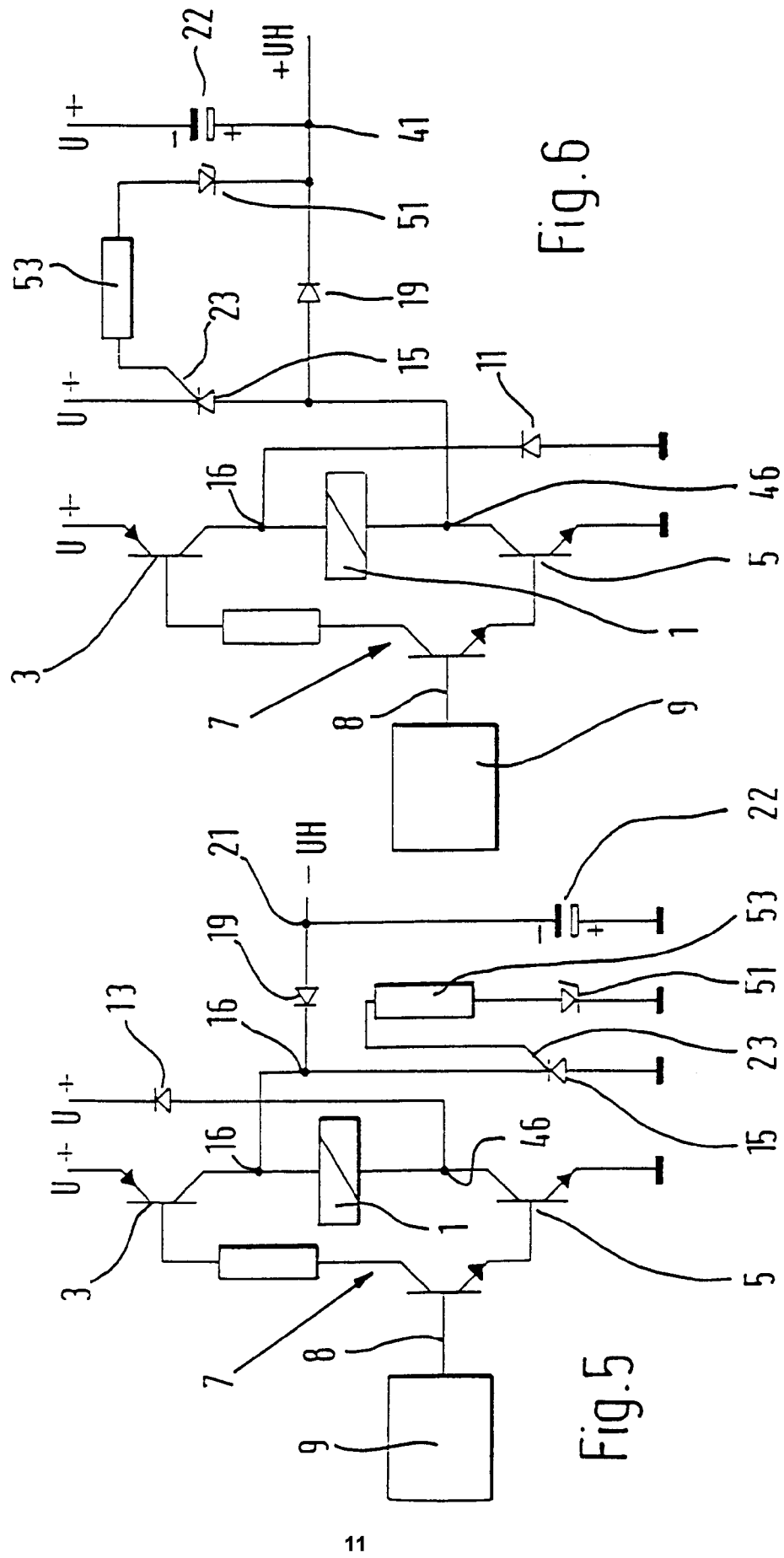


Fig. 6

Fig. 5