

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 901 057 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
10.03.1999 Patentblatt 1999/10

(51) Int. Cl.⁶: G05F 1/569

(21) Anmeldenummer: 98114690.5

(22) Anmeldetag: 05.08.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 05.09.1997 DE 29715925 U

(71) Anmelder: FESTO AG & Co
73734 Esslingen (DE)

(72) Erfinder:
• Stoll, Kurt, Dr.
73732 Esslingen (DE)

• Suchy, Walter
70174 Stuttgart (DE)

(74) Vertreter:
Vetter, Hans, Dipl.-Phys. Dr.
Patentanwälte Dipl.-Ing. Rudolf Magenbauer
Dipl.-Phys. Dr. Otto Reimold
Dipl.-Phys. Dr. Hans Vetter,
Dipl.-Ing. Martin Abel,
Hölderlinweg 58
73728 Esslingen (DE)

(54) Schaltungsvorrichtung zur Stromregelung

(57) Es wird eine Schaltungsvorrichtung zur Regelung eines durch eine Magnetspulenordnung (14) fließenden Spulenstromes (IS) vorgeschlagen, mit einer Regeleinrichtung (26), die eine Meßanordnung (16, 21) zum Messen des Spulenstromes (IS) aufweist und die den Spulenstrom (IS) in Abhängigkeit von der gemessenen Spulenstromstärke regelt, mit Mitteln zur Erzeugung eines durch die Magnetspulenordnung (14) fließenden, durch Taktung geregelten Anzugsstromes (IA) und mit einer Umschalteneinrichtung (25) zur Absenkung des Spulenstromes (IS) nach Ablauf einer

Anzugszeitdauer (TA) auf einen geringeren, bis zum Ende eines Schaltsignales (UG bzw. UO) fließenden, getakteten Haltestrom (IH). Die Meßanordnung (16, 21) ist außerhalb des Freilaufstromkreises (18) geschaltet, in dem während des in den Taktpausen vorliegenden Freilaufzustands der Magnetspulenordnung (14) der Freilaufstrom fließt. Hierdurch muß die Eingangsspannung nicht an den gewünschten Anzugsstrom angepaßt sein, und der Freilaufstrom erzeugt in der Meßanordnung keine Verlustleistung.

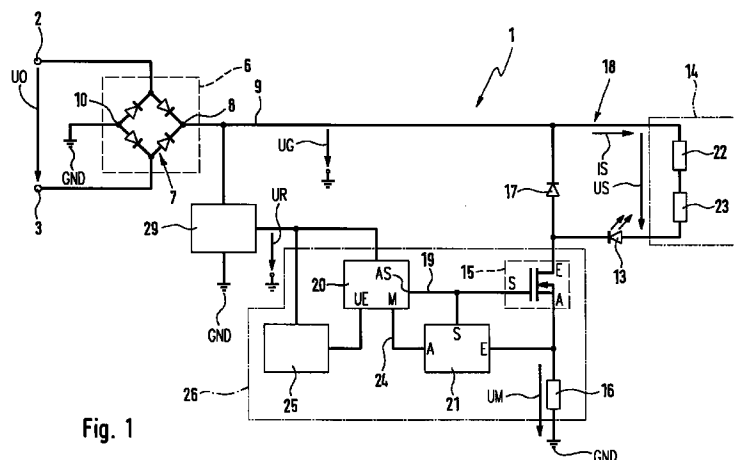


Fig. 1

EP 0 901 057 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schaltungsvorrichtung zur Regelung eines durch eine Magnetspulenordnung fließenden Spulenstromes, mit einer Regeleinrichtung, die eine Meßanordnung zum Messen des Spulenstromes aufweist und die den Spulenstrom in Abhängigkeit von der gemessenen Spulenstromstärke regelt, mit Mitteln zur Erzeugung eines durch die Magnetspulenordnung fließenden Anzugsstromes und mit einer Umschalteneinrichtung zur Absenkung des Spulenstromes nach Ablauf einer Anzugszeitdauer auf einen geringeren, bis zum Ende eines Schaltsignales fließenden, getakteten Haltestrom.

[0002] Bei derartigen Schaltungsvorrichtungen wird der während der Anzugszeitdauer anliegende Anzugsstrom nach Ablauf dieser Anzugszeitdauer heruntergetaktet, wobei in den Taktpausen, das heißt bei abgetrennter Spannungsversorgung, in der Magnetspulenordnung ein Freilaufstrom induziert wird, der durch die Meßanordnung fließt, wodurch eine große Verlustleistung erzeugt wird. Ferner muß die die Schaltungsvorrichtung versorgende Eingangsspannung dem gewünschten Stromwert des Anzugsstromes angepaßt sein und somit in Form einer einen bestimmten Spannungswert aufweisenden Gleichspannung vorliegen.

[0003] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es demnach, eine Schaltungsvorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die eine wesentlich geringere Verlustleistung erzeugt und gleichzeitig von einer weitgehend beliebigen Spannung versorgt werden kann.

[0004] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß auch der Anzugsstrom durch Taktung geregelt ist und daß die Meßanordnung außerhalb des Freilaufstromkreises geschaltet ist, in dem während des in den Taktpausen vorliegenden Freilaufzustands der Magnetspulenordnung der Freilaufstrom fließt.

[0005] Auf Grund der Taktung des Anzugsstromes kann die zur Versorgung der Schaltungsvorrichtung dienende Eingangsspannung auch größere als den gewünschten Spannungswert annehmen, da durch die Taktung der Effektivwert der Eingangsspannung abgesenkt werden kann. Der Spannungswert der Eingangsspannung muß deshalb nicht wie bisher an den gewünschten Anzugsstrom angepaßt sein. Dadurch, daß die Meßanordnung außerhalb des Freilaufstromkreises geschaltet ist, fließt in den Taktpausen, in denen die Magnetspulenordnung ihren Freilaufzustand einnimmt und nicht an der Versorgungsspannung anliegt, der von der Magnetspulenordnung induzierte Freilaufstrom nicht durch die Meßanordnung. Dies hat zur Folge, daß der Freilaufstrom keine Verlustleistung in der Meßanordnung erzeugt. Die insgesamt anfallende Verlustleistung ist somit wesentlich reduziert und bietet meßtechnische Vorteile.

[0006] Vorteilhafte Weiterbildungen des Gegenstands

der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

[0007] Zweckmäßigerweise ist eine Gleichrichteranordnung vorgesehen, die eine Eingangsspannung in eine zur Spannungsversorgung der Vorrichtung dienende Versorgungsgleichspannung umformt. Auf diese Weise kann die Schaltungsvorrichtung an eine Gleich- oder Wechselspannung als Eingangsspannung angelegt werden.

[0008] Vorteilhafterweise ist zur Spannungs- bzw. Stromversorgung der Regeleinrichtung eine getaktete Spannungs- bzw. Stromquelle vorhanden, deren Versorgungsspannung der Versorgungsspannung der Magnetspulenordnung entspricht. Aus der zur Versorgung der Magnetspulenordnung dienenden Versorgungsspannung wird demnach mittels der getakteten Spannungs- bzw. Stromquelle die Regeleinrichtung gespeist, so daß keine zusätzliche Eingangsspannung zur Versorgung der Regeleinrichtung notwendig ist.

[0009] Im folgenden wird die erfindungsgemäße Schaltungsvorrichtung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel einer Schaltungsvorrichtung,

Fig. 2a einen beispielhaft gewählten Spannungsverlauf der Eingangsspannung in Abhängigkeit von der Zeit,

Fig. 2b den Verlauf des getakteten Spulenstromes in Abhängigkeit von der Zeit und

Fig. 2c den Verlauf der getakteten Spulenspannung in Abhängigkeit von der Zeit.

[0010] Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Schaltungsvorrichtung 1. Die Schaltungsvorrichtung 1 verfügt über zwei Eingangsklemmen 2, 3, an die von außen eine Eingangsspannung UO anlegbar ist. Die Eingangsklemmen 2, 3 sind mit einer Gleichrichteranordnung 6 verbunden, die beispielsweise von einer Diodenbrückenschaltung 7 gebildet ist. Mittels der von der Diodenbrückenschaltung 7 gebildeten Gleichrichteranordnung wird die Eingangsspannung UO in eine Versorgungsgleichspannung UG umgeformt. Der Pluspol der Versorgungsgleichspannung UG liegt an einem positiven Ausgang 8 der Gleichrichteranordnung 6 an, der mit einer Versorgungsleitung 9 verbunden ist, und ein negativer Ausgang 10 der Gleichrichteranordnung 6, an dem der Minuspol der Versorgungsgleichspannung anliegt, ist auf Massepotential GND gelegt (0 Volt). Zwischen der Versorgungsleitung 9 und Massepotential GND liegt die Versorgungsgleichspannung UG an.

[0011] In Abwandlung zur bevorzugten Ausführungsform gemäß Fig. 1 ist es möglich, einen Glättungskondensator vorzusehen.

[0012] Die Schaltungsvorrichtung 1 verfügt ferner über eine Magnetspulenordnung 14, die einerseits mit der Versorgungsleitung 9 verbunden ist und andererseits über eine Reihenschaltung aus einer Leuchtdiode 13, der Schaltstrecke zwischen Eingang E und Ausgang A eines gesteuerten Schalters 15 und einen Meßwiderstand 16 mit Masse GND verbunden ist.

[0013] Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Magnetspulenordnung 14 von einer einzigen Magnetspule gebildet, deren Ersatzschaltbild aus einer Reihenschaltung einer idealen Spule 22 und einem Ohmschen Spulenwiderstand 23 gebildet ist.

[0014] Parallel zur Magnetspulenordnung 14 und der Leuchtdiode 13 ist eine Freilaufdiode 17 geschaltet, deren Kathode mit der Versorgungsleitung 9 verbunden ist und deren Anode somit in Verbindung mit dem Eingang E des gesteuerten Schalters 15 steht. Die Magnetspulenordnung 14, die Leuchtdiode 13 und die Freilaufdiode 17 bilden zusammen einen Freilaufstromkreis 18. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß die Leuchtdiode 13 optional ist und für die Funktion der Schaltungsvorrichtung 1 nicht benötigt wird. Sie kann des weiteren durch andere Anzeigeelemente ersetzt oder ergänzt werden, falls dies wünschenswert sein sollte. In der beispieelsgemäßen Schaltungsvorrichtung 1 dient die Leuchtdiode 13 dazu, einen durch die Magnetspulenordnung 14 fließenden Spulenstrom IS optisch anzuzeigen. Sobald ein Spulenstrom IS fließt, leuchtet die Leuchtdiode 13 (Statusanzeige).

[0015] Ein zum Ein- und Ausschalten des gesteuerten Schalters 15 dienende Steuereingang S ist über eine Steuerleitung 19 mit einem Steuerausgang AS einer Steuereinheit 20 verbunden. Die Steuerleitung 19 verbindet des weiteren den Steuerausgang AS der Steuereinheit 20 mit einem weiteren Steuereingang S eines gesteuerten Meßschalters 21, dessen Schaltstrecke zwischen einem Eingang E und einem Ausgang A in eine Meßleitung 24 eingeschaltet ist, die die der Masse GND abgewandte Anschlußseite des Meßwiderstandes 16 mit einem Meßeingang M der Steuereinheit 20 verbindet. Bei eingeschaltetem Meßschalter 21 liegt demnach die am Meßwiderstand 16 abfallende Meßspannung UM am Meßeingang M der Steuereinheit 20 an.

[0016] Der gesteuerte Schalter 15 und der gesteuerte Meßschalter 21 können beispielsweise als Halbleiter-schalter und hierbei insbesondere als MOS-FETs ausgebildet sein. Selbstverständlich könnten auch andere Halbleiterarten als gesteuerte Schalter eingesetzt werden.

[0017] Die Steuereinheit 20 verfügt außerdem über einen Umschalteingang UE, der mit einer Umschalteinrichtung 25 verbunden ist. Die Steuereinheit 20, der gesteuerte Schalter 15, der gesteuerte Meßschalter 21, der Meßwiderstand 16 und die Umschalteinrichtung 25 bilden zusammen eine Regeleinrichtung 26. Zur Spannungsversorgung der Regeleinrichtung 26 ist beispiels-

gemäß eine getaktete Spannungsquelle 29 vorgesehen, die an ihrem Ausgang eine Regeleinrichtungs-versorgungsspannung UR einprägt, die beim vorliegenden Ausführungsbeispiel mit der Steuereinheit 20 und der Umschalteinrichtung 25 zu deren Versorgung verbunden ist. Gespeist wird die getaktete Spannungsquelle 29 von der Versorgungsgleichspannung UG. Grundsätzlich könnte anstatt der getakteten Spannungsquelle 29 auch eine getaktete Stromquelle vorgesehen werden.

[0018] Die Funktion der Schaltungsvorrichtung 1 wird im folgenden anhand der Fig. 2a - c im einzelnen erläutert.

[0019] Die Magnetspulenordnung 14 kann beispielsweise von einer Magnetspule eines Magnetventils gebildet sein, wobei zum Anziehen des Ventilschiebers zunächst ein hoher AnzugsStrom IA erforderlich ist, der anschließend zum Halten des angezogenen Zustands in einen geringeren Haltestrom IH abgesenkt werden kann. Demnach fließt zunächst durch die Magnetspulenordnung 14 während einer Anzugszeitdauer TA der Anzugsstrom IA, der nach Ablauf der Anzugszeitdauer TA in den Haltestrom IH abgesenkt wird.

[0020] Im Ruhezustand der Schaltungsvorrichtung 1 ist der gesteuerte Schalter 15 geöffnet. Sobald von außen die Eingangsspannung UO angelegt wird, weist die Versorgungsgleichspannung UG eine steigende Flanke 32 auf und die Anzugszeitdauer TA beginnt zu laufen. Außerdem erzeugt die getaktete Spannungsquelle 29 die Regeleinrichtungsversorgungsspannung UR. Die Steuereinheit 20 veranlaßt dann das Schließen des Schalters 15.

[0021] Auf Grund der Versorgungsgleichspannung UG fällt an der Magnetspulenordnung 14 eine Spulenspannung US ab, die einen im wesentlichen gemäß einer e-Funktion ansteigenden Spulenstrom IS verursacht. Proportional zum Spulenstrom IS steigt die am Meßwiderstand 16 abfallende Meßspannung UM an. Da der Meßschalter 21 wie auch der gesteuerte Schalter 15 mittels des Steuerausgangs AS der Steuereinheit 20 angesteuert wird, ist dieser ebenfalls geschlossen, so daß die Meßspannung UM am Meßeingang M der Steuereinheit 20 anliegt. Der Spulenstrom IS fließt fast vollständig durch den Meßwiderstand 16. Vorteilhafterweise ist der Meßeingang M hochohmig, so daß der über die Meßleitung 24 in die Steuereinheit 20 fließende Strom gering ist.

[0022] Es wäre in Abwandlung des dargestellten Ausführungsbeispiels auch möglich, den gesteuerten Schalter 15 und den gesteuerten Meßschalter 21 über separate Ansteuerausgänge der Steuereinheit 20 anzusteuern.

[0023] Eine Auswerteeinrichtung der Steuereinheit 20 vergleicht nun den gemessenen Wert der Meßspannung UM mit einer internen Vergleichsspannung, wobei der gesteuerte Schalter 15 in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis geöffnet bzw. wieder geschlossen wird.

[0024] Bei geöffnetem Schalter 15 liegt am Meßwider-

stand 16 kein gültiges Meßsignal an, da dieser stromlos ist, obwohl im Freilaufstromkreis 18 ein von der Magnet-
spulenordnung 14 induzierter Freilaufstrom fließt. Aus diesem Grund ist der Meßschalter 21 ebenfalls
geöffnet, so daß am Meßeingang M der Steuereinheit 20 kein Signal anliegt. Beim Ausführungsbeispiel ver-
fügt der Meßschalter 21 über von einem sogenannten
sample-and-hold-Glied gebildete Meßwertspeichermittel, die den dem Meßeingang M der Steuereinheit 20
zugeführten Spannungswert so lange halten, bis der
Meßschalter 21 und damit auch der gesteuerte Schalter 15 wieder geschlossen sind und der nächste gültige
Meßwert anliegt und damit der Meßeingang M der Steuereinheit 20 vom Meßschalter 21 ständig einen gül-
tigen Meßwert erhält. Es versteht sich, daß die Meß-
wertspeichermittel alternativ auch in der Steuereinheit 20 ingetriert sein könnten.

[0025] Die interne Vergleichsspannung der Steuerein-
heit 20 könnte beispielsweise einen dreieckförmigen
Verlauf haben und mit der Differenzspannung aus Soll-
wert der Meßspannung UM minus dem Istwert der
Meßspannung UM verglichen werden. Bei jedem
"Schnittpunkt" aus der Differenzspannung und der Ver-
gleichsspannung wird der gesteuerte Schalter 15
umgeschaltet. Ist die Differenzspannung größer als die
Vergleichsspannung, so wird der gesteuerte Schalter
15 geöffnet, im anderen Fall wird er geschlossen. Dies-
es Prinzip ist aus der DE-29 60 0866 bekannt. Grund-
sätzlich könnte hier auch ein beliebiges anderes
Regelungsverfahren eingesetzt werden.

[0026] Bei geöffnetem Schalter 15 wird die Magnet-
spulenordnung 14 in den Freilaufzustand umgeschal-
tet, wobei in der Spule 22 der Freilaufstrom induziert
wird, der im Freilaufstromkreis 18 fließt. Dadurch, daß
der Meßwiderstand 16 mittels des geöffneten Schalters
15 vom Freilaufstromkreis 18 abgetrennt ist, ist dieser
stromlos, so daß an ihm keine Verlustleistung erzeugt
wird. Des weiteren wird die Steuereinheit 20 der Regel-
einrichtung 26 vor zu großen Spannungen geschützt,
da beim Öffnen des Schalters 15 kurzzeitig Spannungss-
pitzen des induzierten Freilaufstromes möglich sind,
die im Meßwiderstand 16 sehr hohe Meßspannungs-
spitzen erzeugen würden. Derartige Spannungsspitzen
in der Meßspannung UM sind auf Grund der Abtren-
nung des Meßwiderstandes 16 vom Freilaufstromkreis
18 vermieden.

[0027] Nach Ablauf der Anzugszeitdauer TA verur-
sacht die Umschalteneinrichtung 25 am Umschalteingang
UE der Steuereinheit 20 ein Umschaltsignal, wodurch
der Spulenstrom IS von seinem Anzugsstromwert auf
den dem Haltestrom IH entsprechenden Wert reduziert
wird. Die Regelung des Haltestromes IH erfolgt dabei
analog zu der des Anzugsstromes IA durch Taktung mit
dem Unterschied, daß der Sollwert der Meßspannung
UM am Meßwiderstand 16 entsprechend geringer ist.
Der Haltestrom IH fließt so lange durch die Magnetpu-
lenanordnung 14, bis die Versorgungsgleichspannung
UG durch ein Abschalten der Eingangsspannung UO

ebenfalls abgeschaltet wird und eine fallende Flanke 33
aufweist. Der Spulenstrom IS reduziert sich dann e-
funktionsähnlich bis zum Wert Null. Die Eingangsspan-
nung UO bzw. die Versorgungsgleichspannung UG
stellen somit ein Schaltsignal dar, das beim Einschalten
der Eingangsspannung UO bzw. der Versorgungs-
gleichspannung UG den Beginn der Anzugsphase und
beim Abschalten der Eingangsspannung UO bzw. der
Versorgungsgleichspannung UG das Ende der Halte-
phase bestimmt. Ein Abschalten der Eingangsspan-
nung UO und damit der Versorgungsgleichspannung
UG während der Anzugszeitdauer ist nicht sinnvoll, da
dann ein gesichertes Anziehen des Ventilschiebers
nicht erfolgen kann. Die Anzugszeitdauer TA ist vor-
zugsweise gerade so lange gewählt, daß die Magnet-
spulenordnung 14 des Magnetventiles den
zugeordneten Ventilschieber sicher umschalten kann.

[0028] Auf Grund der Gleichrichteranordnung 6 kön-
nen als Eingangsspannung UO Gleich- oder Wechsels-
pannungen verwendet werden. Die Größe der
Eingangsspannung UO ist dabei so zu wählen, daß sie
zumindest den während der Anzugszeitdauer durch die
Magnetspulenordnung 14 fließenden Anzugsstrom
IA gewährleistet. Größere Eingangsspannungen UO als
der geforderte Minimalwert sind bei der erfindungs-
gemäßen Schaltungsvorrichtung 1 ebenfalls möglich,
da sowohl Anzugsstrom IA als auch Haltestrom IH
durch Taktung abgesenkt werden können. Beispiels-
weise kann die Eingangsspannung UO im Bereich von
24 V bis 230 V Gleich- oder Wechselspannung liegen.

[0029] Die getaktete Spannungsquelle 29 wird eben-
falls aus der Versorgungsgleichspannung UG versorgt
und liefert an ihrem Ausgang die getaktete, geregelte
Regeleinrichtungsversorgungsspannung UR, so daß
auch für die Regeleinrichtung 26 keine gesonderte
externe Spannungsversorgung notwendig ist. Die zur
Versorgung der Regeleinrichtung 26 notwendige Regel-
einrichtungsversorgungsspannung UR wird mittels der
getakteten Spannungsquelle 29 und der Gleichrichter-
anordnung 6 aus der Eingangsspannung UO gewon-
nen.

Patentansprüche

1. Schaltungsvorrichtung zur Regelung eines durch
eine Magnetspulenordnung (14) fließenden Spu-
lenstromes (IS), mit einer Regeleinrichtung (26),
die eine Meßanordnung (16, 21) zum Messen des
Spulenstromes (IS) aufweist und die den Spulen-
strom (IS) in Abhängigkeit von der gemessenen
Spulenstromstärke regelt, mit Mitteln zur Erzeu-
gung eines durch die Magnetspulenordnung (14)
fließenden Anzugsstromes (IA) und mit einer
Umschalteneinrichtung (25) zur Absenkung des Spu-
lenstromes (IS) nach Ablauf einer Anzugszeitdauer
(TA) auf einen geringeren, bis zum Ende eines
Schaltsignales (UG bzw. UO) fließenden, getakte-
ten Haltestrom (IH), dadurch gekennzeichnet, daß

- auch der Anzugsstrom (IA) durch Taktung geregelt ist und daß die Meßanordnung (16, 21) außerhalb des Freilaufstromkreises (18) geschaltet ist, in dem während des in den Taktpausen vorliegenden Freilaufzustands der Magnetspulenordnung (14) der Freilaufstrom fließt.
2. Schaltungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Regeleinrichtung (26) einen insbesondere als Halbleiterschalter ausgebildeten gesteuerten Schalter (15) aufweist, dessen Schaltstrecke in Reihe mit der Magnetspulenordnung (14) geschaltet ist, so daß der Spulenstrom (IS) mittels des Schalters (15) ein- und abschaltbar ist. 5
 3. Schaltungsvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltstrecke des gesteuerten Schalters (15) den Freilaufstromkreis (18) und die Meßanordnung (16, 21) verbindet. 10
 4. Schaltungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Freilaufstromkreis (18) zumindest aus der Magnetspulenordnung (14) und einer Freilaufdiode (17) besteht. 15
 5. Schaltungsvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine Leuchtdiode (13) oder andere Anzeigeelemente in den Freilaufstromkreis (18) eingeschaltet sind. 20
 6. Schaltungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßanordnung (16, 21) einen Meßwiderstand (16) aufweist, der in Reihe zur Magnetspulenordnung (14) schaltbar ist, so daß außerhalb der Taktpausen der Spulenstrom (IS) zumindest im wesentlichen durch den Meßwiderstand (16) fließt. 25
 7. Schaltungsvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die am Meßwiderstand (16) abfallende Meßspannung (UM) über eine Meßleitung (24) einer Auswerteeinrichtung zugeführt wird, wobei ein insbesondere als Halbleiterschalteranordnung ausgebildeter Schalter (21) in die Meßleitung (24) eingeschaltet ist, so daß die Auswerteeinrichtung von der Meßspannung (UM) abtrennbar ist. 30
 8. Schaltungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Gleichrichteranordnung (6) vorgesehen ist, die eine Eingangsspannung (UO) in eine zur Spannungsversorgung der Magnetspulenordnung (14) dienende Versorgungsgleichspannung (UG) umformt. 35
 9. Schaltungsvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Gleichrichteranordnung (6) eine Diodenbrückenschaltung (7) enthält. 40
 10. Schaltungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zur Spannungs- bzw. Stromversorgung der Regeleinrichtung (26) eine getaktete Spannungsquelle (29) bzw. Stromquelle vorhanden ist, die über die Versorgungsspannung (UG) der Magnetspulenordnung (14) gespeist wird. 45
 11. Schaltungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnetspulenordnung (14) von einer einzigen Magnetspule gebildet ist. 50
 12. Schaltungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Regeleinrichtung (26) über Meßwertspeichermittel zum Speichern des zuletzt gemessenen Meßwerts verfügt. 55
 13. Schaltungsvorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwertspeichermittel von einem sample-and-hold-Glied gebildet sind.

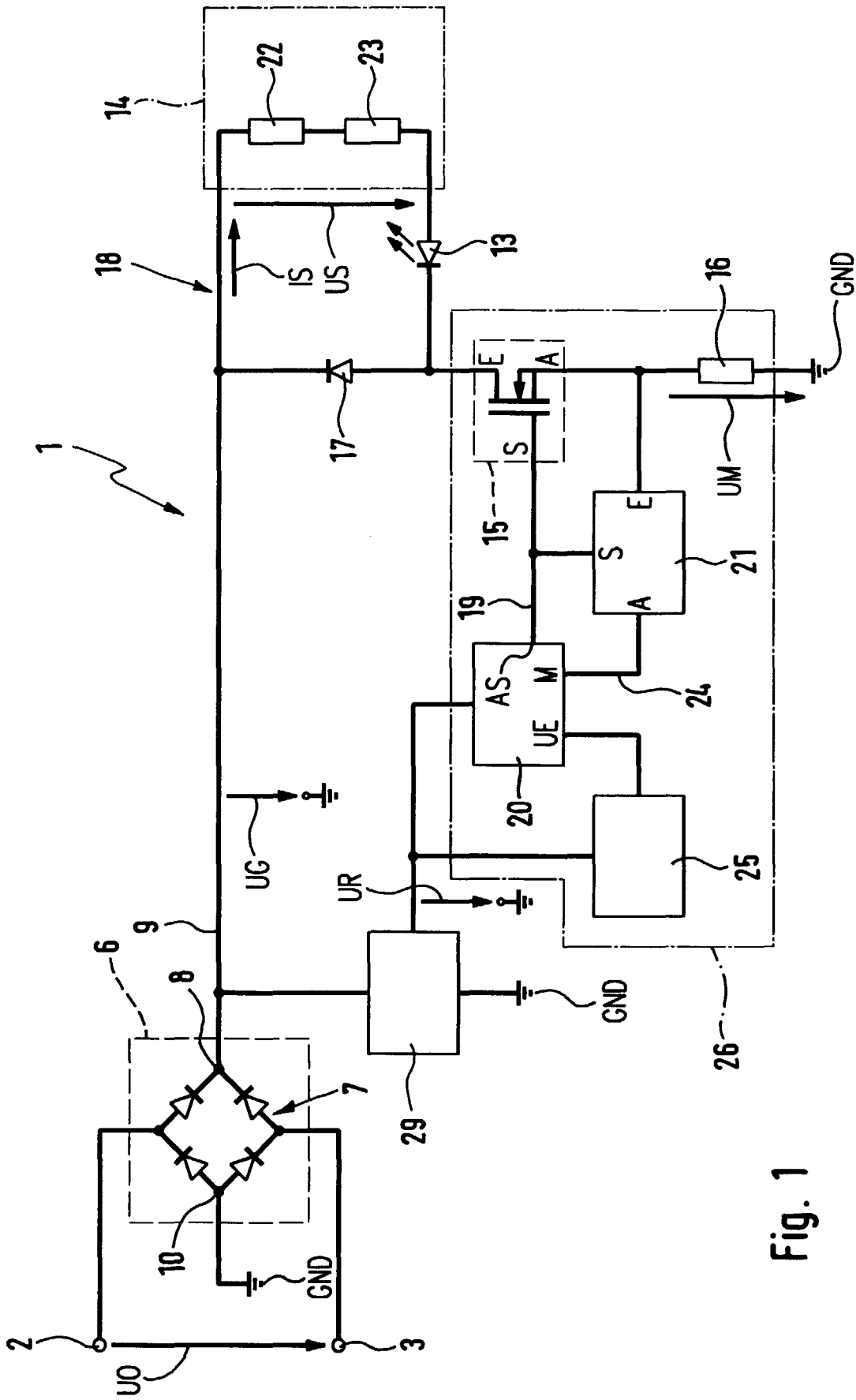


Fig. 1

