



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.07.2004 Patentblatt 2004/31

(51) Int Cl.7: **H01F 7/18**

(21) Anmeldenummer: **03028815.3**

(22) Anmeldetag: **15.12.2003**

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

(72) Erfinder:
• **Szenn, Otto, Dr.-Ing.**
71229 Leonberg (DE)
• **Suchy, Walter, Ing.**
70176 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **25.01.2003 DE 10302988**

(74) Vertreter: **Vetter, Hans, Dipl.-Phys.Dr.**
Patentanwälte,
Magenbauer & Kollegen,
Plochinger Strasse 109
73730 Esslingen (DE)

(71) Anmelder: **Festo AG & Co**
73734 Esslingen (DE)

(54) **Schaltungsvorrichtung zur Erzeugung eines durch eine Magnetspulenordnung fließenden, durch Taktung geregelten Spulenstroms.**

(57) Es wird eine Schaltungsvorrichtung zur Erzeugung eines durch eine Magnetspulenordnung (10) fließenden, durch Taktung geregelten Spulenstroms vorgeschlagen, die mit Umschaltmitteln (16) zur Umschaltung von einem anfänglich höheren Anzugsstrom nach einer vorgebbaren Anzugszeitdauer auf einen niedrigeren Halte- oder Betriebsstrom aufweist. Eine Frequenzdetektionsstufe (18) dient zur Überwachung

des Stromsteuersignals (U_{pwm}) für die Magnetspulenordnung und zur Umschaltung auf den höheren Anzugsstrom oder die dem höheren Anzugsstrom zugrunde liegende höhere Spannung bei ausbleibendem Frequenzsignal. Hierdurch kann mit einfachen Mitteln sowohl ein Unterstrom sicher erkannt als auch Maßnahmen für den sicheren Weiterbetrieb der Magnetspulenordnung (10) getroffen werden.

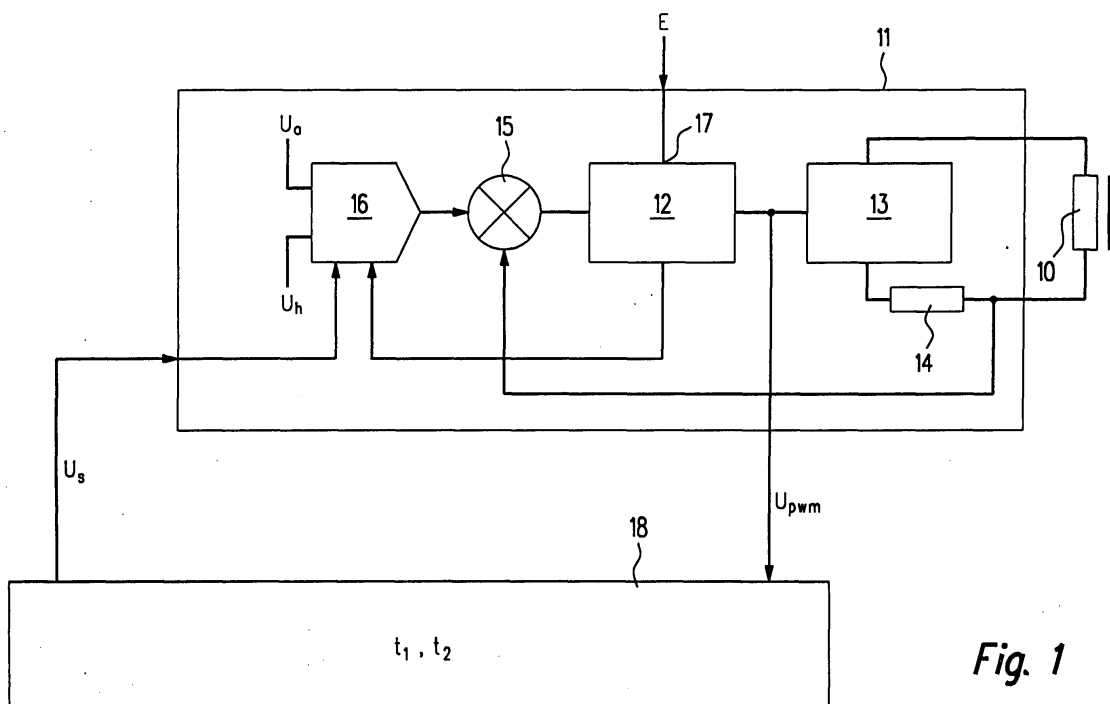


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schaltungsvorrichtung zur Erzeugung eines durch eine Magnetspulenordnung fließenden, durch Taktung geregelten Spulenstroms, mit Umschaltmitteln zur Umschaltung von einem anfänglich höheren Anzugsstrom nach einer vorgebbaren Anzugszeitdauer auf einen niedrigeren Halte- oder Betriebsstrom.

[0002] Eine derartige, beispielsweise aus der DE 29715925 U1 bekannte Schaltungsvorrichtung dient beispielsweise bei Magnetventilen zum sicheren Auslösen des Schaltvorgangs durch einen höheren Anzugsstrom, wobei anschließend auf einen niedrigeren Haltestrom umgeschaltet wird, um Energie zu sparen und die Erwärmung möglichst gering zu halten. Der Haltestrom wird dann durch Taktung auf einen vorgegebenen Wert geregelt, der sicherstellt, dass der gewünschte Schaltzustand erhalten bleibt. Dies stellt auch so lange kein Problem dar, als die Versorgungsspannung nicht zu sehr absinkt. Ein Absinken der Versorgungsspannung kann zunächst durch Verändern des Tastverhältnisses der getakteten Spannung kompensiert werden. Dies geht allerdings nur so lange, bis das Tastverhältnis 1 erreicht wird, sodass die Versorgungsspannung dann direkt und ungetaktet anliegt. Bei weiterem Absinken der Versorgungsspannung nimmt der Strom dann ab. Dies kann beispielsweise schon bei relativ kurzen Stromschwankungen dazu führen, dass der Anker abfällt und der Schaltzustand sich in unerwünschter Weise ändert. Erreicht die Versorgungsspannung dann wieder ihren ursprünglichen Wert, so reicht dies gewöhnlich nicht zum erneuten Anziehen des Ankers aus, da nur auf den Haltestrom geregelt wird.

[0003] Um derartige Störungen zu erkennen, wurde bisher üblicherweise die Versorgungsspannung überprüft und bei Absinken unter einen vorgebbaren Grenzwert eine Meldeeinrichtung aktiviert. Nachteilig an einer solchen Überprüfung ist das ungenaue Messverfahren, wobei darüber hinaus der Spulenstrom nicht ausschließlich nur von der Versorgungsspannung, sondern unter anderem auch vom Spulenwiderstand, der Spulentemperatur usw. abhängig ist. Dies führt zu häufigen unnötigen Alarm- und Meldesignalen, das heißt, derartige Meldungen sind unzuverlässig.

[0004] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt darin, eine derartige Schaltungsvorrichtung zu schaffen, die nicht nur kritische Zustände sicherer detektiert, sondern die zusätzlich automatische Gegenmaßnahmen zur Verhinderung einer Deaktivierung der Magnetspulenordnung einleitet.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass eine Frequenzdetektionsstufe zur Überwachung des Stromsteuersignals für die Magnetspulenordnung und zur Umschaltung auf den höheren Anzugsstrom oder die dem höheren Anzugsstrom zugrunde liegende höhere Spannung bei Ausbleibendem Frequenzsignal vorgesehen ist.

[0006] Die Vorteile der erfindungsgemäßen Schaltungsvorrichtung bestehen insbesondere darin, dass durch Überwachung des Vorhandenseins eines Frequenzsignals direkt das Unterschreiten des auf einen bestimmten Wert geregelten Stroms sicher erkannt werden kann, wodurch alle Einflussgrößen, die sich bei der bekannten Spannungsüberwachung negativ bemerkbar machen, automatisch berücksichtigt sind. Eine Frequenzdetektionsstufe kann in einfacher Bauweise bei hoher Genauigkeit hergestellt werden, da sie lediglich zwei Zustände, nämlich das Vorhandensein oder das Nichtvorhandensein einer Frequenz detektieren muss. Durch die Umschaltung auf den höheren Anzugsstrom bzw. eine höhere Spannung bei ausbleibendem Frequenzsignal kann ein Abfallen des Ankers der Magnetspulenordnung verhindert werden. Sollte dennoch bei plötzlichem Spannungsabfall die Magnetspulenordnung deaktiviert werden, so wird sie automatisch wieder durch den dann vorliegenden höheren Anzugsstrom wieder eingeschaltet.

[0007] Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Anspruch 1 angegebenen Schaltungsvorrichtung möglich.

[0008] Die Umschaltmittel besitzen zweckmäßigerweise ein die Umschaltung auf den niedrigeren Halte- oder Betriebsstrom nach einer vorgebbaren Zeitdauer vornehmendes Zeitglied oder sind mit einem solchen verbunden. Hierdurch kann die Dauer des anfänglich höheren Anzugsstroms wunschgemäß eingestellt werden.

[0009] Der Ausgang der Frequenzdetektionsstufe ist mit einem Umschalteingang der Umschaltmittel verbunden, um durch ein bei ausbleibendem Frequenzsignal erzeugtes Schaltsignal unmittelbar die Umschaltung auf den höheren Anzugsstrom vornehmen zu können.

[0010] Das durch die Frequenzdetektionsstufe überwachte Stromsteuersignal ist zweckmäßigerweise das Steuersignal für eine Treiber- oder Endstufe der Magnetspulenordnung.

[0011] Die Frequenzdetektionsstufe besitzt in vorteilhafter Weise ein die Umschaltung auf den höheren Anzugsstrom oder die höhere Spannung nach einer vorgebbaren Zeitdauer ab dem Ausbleiben von Frequenzsignalen auslösendes erstes Zeitglied. Hierdurch wird verhindert, dass sehr kurze Spannungseinbrüche, die im Allgemeinen noch nicht zum Abfallen des Magnetankers der Magnetspulenordnung führen, bereits die Umschaltung auf den höheren Anzugsstrom auslösen.

[0012] Weiterhin besitzt die Frequenzdetektionsstufe ein die Umschaltung auf den niedrigeren Halte- oder Betriebsstrom nach Wiedereinsetzen der Taktung verzögerndes zweites Zeitglied. Dies garantiert den sicheren Anzug des Magnetankers nach einem Unterstromzustand.

[0013] In einer vorteilhaften schaltungsmäßigen Ausgestaltung besteht das Zeitglied aus einem über einen Widerstand aufladbaren und durch das Frequenzsignal

oder durch ein von diesem abgeleitetes Signal über eine Diode entladbaren Kondensator, dessen Spannung mit einer Festspannung mittels eines Vergleichers verglichen wird, wobei im Wesentlichen bei Erreichen der einen Spannung durch die andere Spannung ein Schaltsignal auslösbar ist. Eine solche Schaltung kann sehr einfach und kostengünstig realisiert und auch integriert werden, insbesondere wenn der oder die Vergleichers als Verstärker, vorzugsweise als Operationsverstärker ausgebildet sind.

[0014] Neben der Umschaltung auf den höheren Anzugsstrom im Störfall ist zweckmäßigerweise noch eine optische und/oder akustische Meldevorrichtung zur Meldung eines Aussetzens der Taktung vorgesehen, um den Betreiber auf die auftretende Störung aufmerksam zu machen.

[0015] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Blockdarstellung der gesamten Schaltungsvorrichtung mit einer Frequenzdetektionsstufe und

Fig. 2 eine detaillierte Darstellung der Frequenzdetektionsstufe.

[0016] Bei dem in Fig. 1 dargestellten Blockschaltbild ist eine bekannte Schaltungsvorrichtung zur Haltestromabsenkung beim Betrieb einer Magnetspulenordnung 10 innerhalb eines umrandeten Bereichs 11 dargestellt. Bei der Magnetspulenordnung 10 handelt es sich beispielsweise um die Magnetspule eines Magnetventils, um eine Relaispule, eine Motorspule eines DC-Motors, eines Schrittmotors oder eines Linearmotors.

[0017] Ein Regler 12 erzeugt ein pulswidenmoduliertes Ausgangssignal zur Steuerung einer Endstufe bzw. Treiberstufe 13 für die Magnetspulenordnung 10. Im Stromkreis der Magnetspulenordnung 10 ist ein Strommesswiderstand 14 geschaltet, dessen Messwert als Stromwert-abhängige Spannung einem Summationspunkt 15 zugeführt ist. Eine Umschaltstufe 16 führt dem Summationspunkt 15 als Stromsollwert entweder eine den Anzugsstrom für die Magnetspulenordnung 10 vorgegebende Sollspannung U_a oder eine den Halte- oder Betriebsstrom vorgegebende Sollspannung U_h zu. Der Regler 12 stellt in Abhängigkeit der Regelabweichung das Tastverhältnis seiner pulswidenmodulierten Ausgangsspannung ein.

[0018] Durch ein am Einschalteingang 17 angelegtes Einschaltsignal E wird der Regler 12 eingeschaltet und erzeugt ausgangsseitig ein pulswidenmoduliertes Spannungssignal U_{pwm} , dessen Tastverhältnis entsprechend der angelegten Sollspannung U_a so geregelt wird, dass durch die Treiberstufe 13 ein vorgesehener Anzugsstrom für die Magnetspulenordnung 10 geregelt wird. Nach einer vorgegebenen Zeitdauer, die das

sichere Anziehen des Ankers der Magnetspulenordnung 10 sicherstellt, wird auf die niedrigere Sollspannung U_h umgeschaltet, die entsprechend zu einem niedrigeren geregelten Halte- oder Betriebsstrom führt, der ausreicht, um die Magnetspulenordnung im erregten bzw. geschalteten Zustand zu halten.

[0019] Sinkt die Betriebsspannung, so kann der geregelte Halte- oder Betriebsstrom dadurch auf dem vorgesehenen Sollwert gehalten werden, dass sich das Tastverhältnis verändert. Diese Veränderung ist jedoch bei absinkender Betriebsspannung nur so lange möglich, bis das Tastverhältnis 1 erreicht ist, was bedeutet, dass die volle Betriebsspannung ungetaktet an der Magnetspulenordnung 10 anliegt. Sinkt die Betriebsspannung dann noch weiter, so muss konsequenterweise der Halte- oder Betriebsstrom unter seinen Sollwert absinken, und es besteht dann die Gefahr, dass der Magnetanker der Magnetspulenordnung 10 abfällt. Dies kann schon bei relativ kurzzeitigen Spannungseinbrüchen oder -schwankungen geschehen. Wenn die Betriebsspannung dann wieder ansteigt, so wird zwar der Halte- oder Betriebsstrom wieder auf seinen Sollwert eingestellt, dieser reicht jedoch nicht aus, den abgefallenen Magnetanker wieder in seine Betriebsstellung zu bringen.

[0020] Um auch nach Spannungsschwankungen und nach einem eventuellen Abfall des Magnetankers der Magnetspulenordnung 10 diese wieder in ihren Betriebszustand zu versetzen, ist gemäß der vorliegenden Erfindung eine Frequenzdetektionsstufe 18 vorgesehen. Diese überwacht ständig das pulswidenmodulierte Spannungssignal U_{pwm} am Ausgang des Reglers 12 daraufhin, ob noch eine Taktung bzw. Frequenz vorliegt. Ist dies nicht mehr der Fall, so lässt dies zwingend auf eine Unterschreitung des Halte- oder Betriebsstroms unter seinen Sollwert schließen, was möglicherweise bereits zu einem Abfall des Magnetankers der Magnetspulenordnung 10 geführt hat oder in Kürze dazu führen wird. Die Frequenzdetektionsstufe 18 erzeugt daher in diesem Falle ein ausgangsseitiges Schaltsignal U_s , das in der Umschaltstufe 16 zu einer Umschaltung auf die höhere Sollspannung U_a führt. Dadurch wird wiederum der höhere Anzugsstrom für die Magnetspulenordnung 10 vorgegeben, durch den die Magnetspulenordnung 10 wieder in ihren gewünschten Betriebszustand versetzt werden kann. Dies ist selbstverständlich nur dann möglich, wenn die Betriebsspannung wieder angestiegen ist, also wenn nur eine kurzzeitige Schwankung vorlag. Der höhere Anzugstrom wird solange vorgegeben, bis die Frequenzdetektionsstufe 18 wieder eine Taktung erkennt. Dann erfolgt wie beim ursprünglichen Einschalten nach einer gewissen Zeit oder sofort wieder eine Rückschaltung auf die niedrigere Sollspannung U_h .

[0021] In Fig. 2 ist die als Unterstromdetektor dienende Frequenzdetektionsstufe 18 als detailliertes Schaltungsbeispiel dargestellt. Ein erster Kondensator 19 wird über einen ersten Ladewiderstand 20 ständig von

der Betriebsspannung U_B geladen. Die Kondensatorspannung liegt dabei am invertierenden Eingang eines ersten Operationsverstärkers 21 an. Am nichtinvertierenden Eingang des Operationsverstärkers 21 liegt eine feste Vergleichsspannung U_1 an. Das pulswidenmodulierte Spannungssignal Upwm am Ausgang des Reglers 12 liegt über eine erste Entladediode 22 so am Kondensator 19 an, dass dieser in den Signalpausen des pulswidenmodulierten Spannungssignals Upwm entladen werden kann.

[0022] Dem ersten Operationsverstärker 21 ist eine zweite entsprechend aufgebaute Schaltungsanordnung nachgeschaltet, die aus einem zweiten Kondensator 23, einem zweiten Ladewiderstand 24, einem zweiten Operationsverstärker 25 und einer zweiten Entladediode 26 besteht. Während an der ersten Schaltungsanordnung das pulswidenmodulierte Spannungssignal Upwm liegt, ist an die zweite Schaltungsanordnung das Ausgangssignal Uop1 des ersten Operationsverstärkers 21 angelegt. Das Ausgangssignal des zweiten Operationsverstärkers 25 bildet das Schaltsignal Us für die Umschaltstufe 16.

[0023] Wenn die Stromregelung korrekt arbeitet, wird der erste Kondensator 17 regelmäßig über die erste Entladediode 22 entladen, sodass die Ausgangsspannung Uop1 des ersten Operationsverstärkers 21 hoch liegt. Die zweite Entladediode 24 ist dadurch gesperrt, und der zweite Kondensator 23 ist durch den zweiten Ladewiderstand 24 aufgeladen, sodass die Ausgangsspannung des zweiten Operationsverstärkers 25, also das Schaltsignal Us, zu null wird.

[0024] Wenn kein genügend großer Halte- oder Betriebsstrom durch Absinken der Betriebsspannung mehr geregelt werden kann, besitzt das pulswidenmodulierte Spannungssignal Upwm keine Schaltfrequenz bzw. Taktung mehr, sondern ist ein Dauersignal, das über der Vergleichsspannung U_1 liegt. Die erste Entladediode 22 ist dadurch gesperrt, und der erste Kondensator 19 wird über den ersten Ladewiderstand 20 mit einer bestimmten Zeitkonstanten aufgeladen. Nach einer in Abhängigkeit dieser Zeitkonstante stehenden Ladezeit t_1 schaltet der als Komparator eingesetzte erste Operationsverstärker 21 um, sodass sein Ausgangssignal Uop1 zu null wird. Die zweite Entladediode 26 kann nunmehr den zweiten Kondensator 23 entladen, sodass auch der zweite Operationsverstärker 25 umschaltet und das jetzt anliegende Ausgangssignal als Schaltsignal Us die Umschaltung auf den höheren Anzugsstrom bzw. die höhere Sollspannung U_a bewirken kann. Durch diese Ladezeit t_1 wirkt die aus den Bauteilen 19 bis 22 bestehende erste Schaltungsanordnung praktisch als Zeitglied, das nach Ausbleiben einer Taktung des Spannungssignals Upwm erst nach einer Zeitverzögerung t_1 die Umschaltung auf den höheren Anzugsstrom bewirkt.

[0025] Nach Rückkehr in den geregelten Stromzustand ist das pulswidenmodulierte Spannungssignal Upwm wieder getaktet, sodass der erste Kondensator

17 wieder durch die erste Entladediode 22 regelmäßig entladen wird. Dadurch schaltet der erste Operationsverstärker 21 wieder um, und die zweite Entladediode 26 wird gesperrt. Der zweite Kondensator 23 wird nun über den zweiten Ladewiderstand 24 mit einer zweiten Zeitkonstanten aufgeladen, bis nach einer Ladezeit t_2 der zweite, als Komparator geschaltete Operationsverstärker 25 umschaltet, sodass das Schaltsignal Us wieder zu null wird und die Umschaltung auf den niedrigeren Halte- oder Betriebsstrom erfolgt. Durch dieses um die Ladezeit t_2 verzögerte Umschaltung verbleibt die Stromregelung noch während der Zeit t_2 im höheren geregelten Zustand. Dies garantiert den sicheren Anzug des Magnetankers der Magnetspulenordnung 10 nach einem Unterstromzustand. Auch die aus den Bauteilen 23 bis 26 bestehende zweite Schaltungsanordnung wirkt dadurch als Zeitglied mit der Verzögerungszeit t_2 .

[0026] Falls beispielsweise das verzögerte Umschalten vom höheren Anzugsstrom zum niedrigeren Halte- oder Betriebsstrom nicht erforderlich oder gewünscht ist, so kann die zweite, aus den Bauteilen 23 bis 26 bestehende Schaltungsanordnung auch entfallen bzw. durch einen Inverter ersetzt werden.

[0027] Die Frequenzdetektionsstufe 18 kann selbstverständlich auch digital realisiert werden, also beispielsweise durch zwei digitale Zeit- oder Verzögerungsglieder.

[0028] In nicht dargestellter Weise kann auch zusätzlich eine optische und/oder akustische Meldevorrichtung zur Meldung eines unzulässigen Unterstroms bzw. zur Meldung eines Aussetzens der Taktung des pulswidenmodulierten Spannungssignals Upwm vorgesehen sein. Diese Meldevorrichtung kann beispielsweise durch das Schaltsignal Us oder durch die Spannung Uop1 am Ausgang des ersten Operationsverstärkers 21 eingeschaltet werden.

Patentansprüche

1. Schaltungsvorrichtung zur Erzeugung eines durch eine Magnetspulenordnung fließenden, durch Taktung geregelten Spulenstroms, mit Umschaltmitteln zur Umschaltung von einem anfänglich höheren Anzugsstrom nach einer vorgebbaren Anzugszeitdauer auf einen niedrigeren Halte- oder Betriebsstrom, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Frequenzdetektionsstufe (18) zur Überwachung des Stromsteuersignals (Upwm) für die Magnetspulenordnung (10) und zur Umschaltung auf den höheren Anzugsstrom oder die dem höheren Anzugsstrom zugrunde liegende höhere Spannung bei ausbleibendem Frequenzsignal vorgesehen ist.
2. Schaltungsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umschaltmittel (16) ein die Umschaltung auf den niedrigeren Halte- oder

Betriebsstrom nach einer vorgebbaren Zeitdauer vornehmendes Zeitglied besitzen oder mit diesem verbunden sind..

3. Schaltungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ausgang der Frequenzdetektionsstufe (18) mit einem Umschalteingang der Umschaltmittel (16) verbunden ist. 5
- 10
4. Schaltungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das überwachte Stromsteuersignal das Steuersignal für eine Treiber- oder Endstufe (13) der Magnetspulenordnung (10) ist. 15
- 20
5. Schaltungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Frequenzdetektionsstufe (18) eine die Umschaltung auf den höheren Anzugsstrom oder höhere Anzugsspannung nach einer vorgebbaren Zeitdauer (t_1) ab dem Ausbleiben von Frequenzsignalen auslösendes erstes Zeitglied (19 - 22) besitzt. 25
- 30
6. Schaltungsvorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Frequenzdetektionsstufe (18) ein die Umschaltung auf den niedrigeren Halte- oder Betriebsstrom nach Wiedereinsetzen der Taktung verzögerndes zweites Zeitglied (23 - 26) besitzt. 35
- 40
7. Schaltungsvorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zeitglied (19 - 22; 23 - 26) aus einem über einen Widerstand (20; 24) aufladbaren und durch das Frequenzsignal (Upwm) über eine Diode (22; 26) entladbaren Kondensator (19; 23) besteht, dessen Spannung mit einer Festspannung (U_1 ; U_2) mittels eines Vergleichers (21; 25) verglichen wird, wobei im Wesentlichen bei Erreichen der einen Spannung durch die andere Spannung ein Schaltsignal auslösbar ist. 45
- 50
8. Schaltungsvorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vergleich (21; 25) als Verstärker, insbesondere Operationsverstärker ausgebildet ist. 55
- 60
9. Schaltungsvorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zeitglied als digitales Zeitglied ausgebildet ist. 65
- 70
10. Schaltungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine optische und/oder akustische Meldevorrichtung zur Meldung eines Aussetzens der Taktung vorgesehen ist. 75

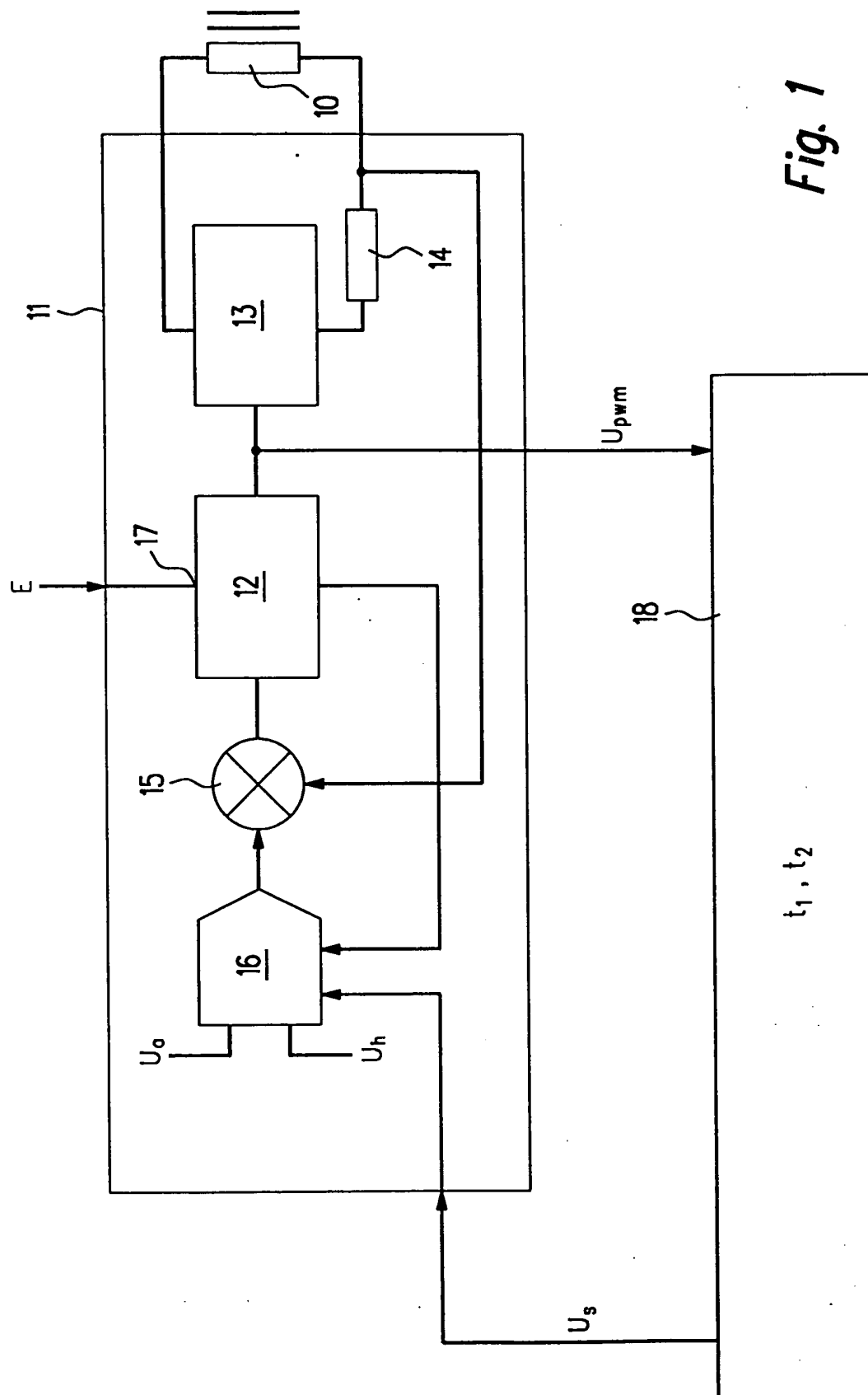


Fig. 1

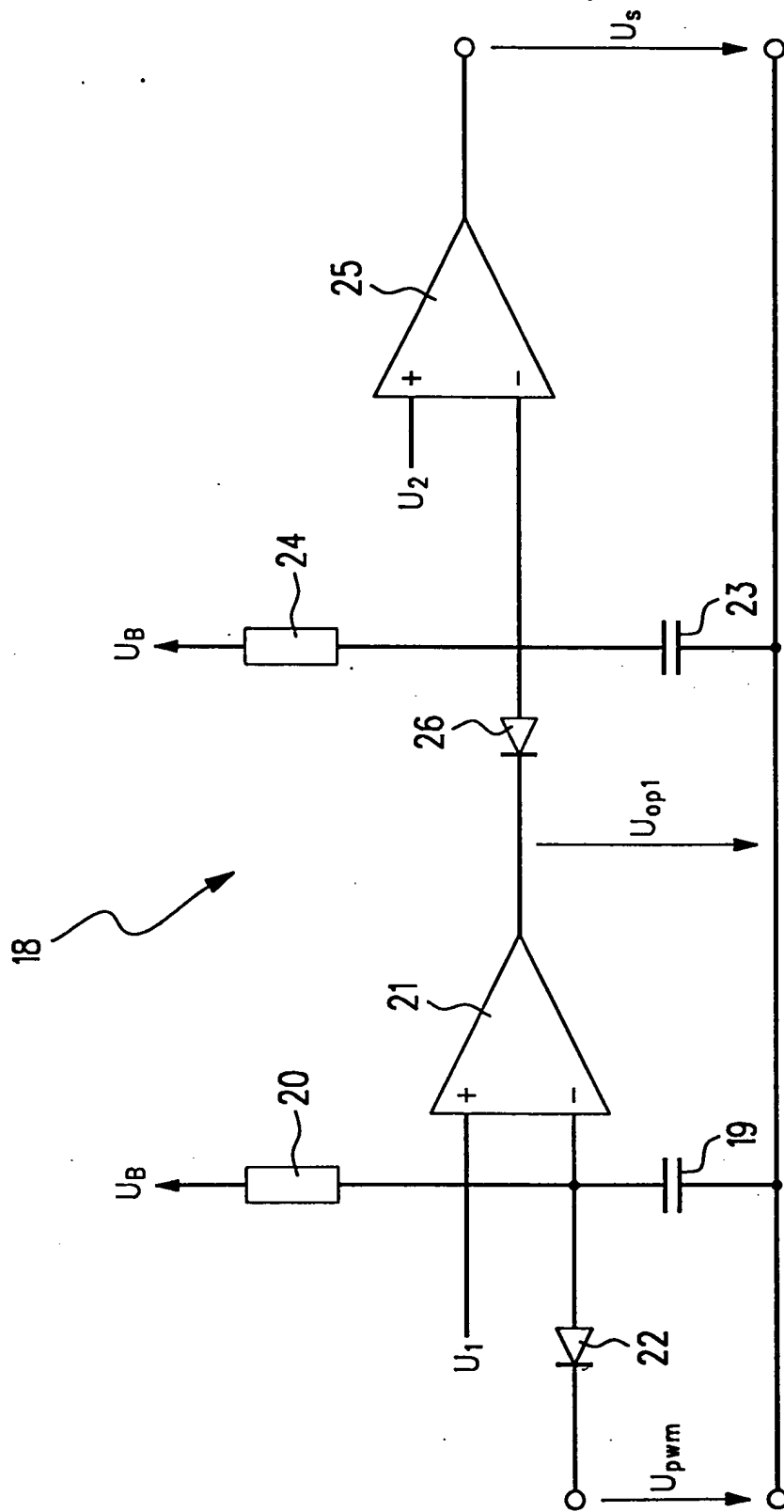


Fig. 2