



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
16.04.2003 Patentblatt 2003/16

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

(21) Anmeldenummer: **02022489.5**

(22) Anmeldetag: **05.10.2002**

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

- Kleinert, Dieter, Dipl.-Ing.
87700 Memmingen (DE)
- Tappe, Peter, Dr.-Ing.
87700 Memmingen (DE)
- Heinzmann, Jürgen, Dipl.-Ing.
87721 Babenhausen (DE)
- Wassermann, Horst-Peter, Dipl.-Ing.
87700 Memmingen (DE)

(30) Priorität: **12.10.2001 DE 10150199**

(71) Anmelder: **Schultz, Wolfgang E., Dipl.-Ing.
D-87700 Memmingen (DE)**

(74) Vertreter: **Pfister, Stefan Helmut Ulrich et al
Pfister & Pfister,
Patentanwälte,
Herrenstrasse 11-13
87700 Memmingen (DE)**

(72) Erfinder:
• **Schultz, Wolfgang E.
87700 Memmingen (DE)**

(54) **Verfahren und Schaltung zur Erkennung der Ankerlage eines Elektromagneten**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Schaltung zur Erkennung der Ankerlage eines Elektromagneten. Die Magnetspannung wird verglichen mit ei-

ner Referenzspannung. Die Referenzspannung wird von der Magnetspannung durch eine Filterung abgeleitet verwendet.

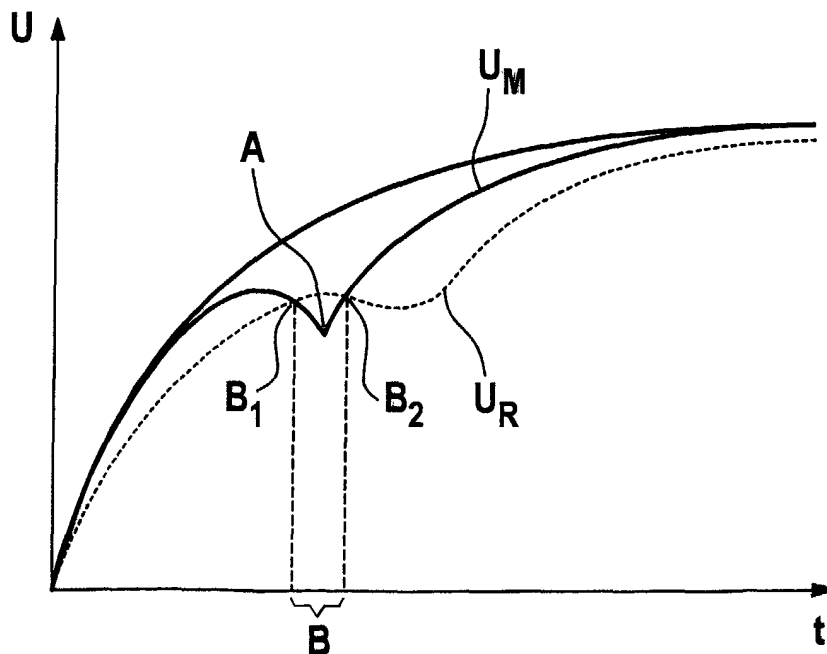


Fig. 3

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung der Ankerlage eines Elektromagneten, wobei von dem die Spule durchfließenden Magnetstrom eine Magnetspannung erzeugt wird und diese Magnetspannung mit einer Referenzspannung verglichen wird und durch diesen Vergleich eine entsprechende Ankerlage festgestellt wird. Des Weiteren betrifft die Erfindung auch eine Schaltung zur Erkennung der Ankerlage eines Elektromagneten, wobei der durch die Spule fließende Magnetstrom an einem Widerstand zu einer Magnetspannung führt und diese mit einer Referenzspannung in dem Komparator verglichen wird, wobei an dem Ausgang des Komparators ein entsprechendes Ausgangssignal abgreifbar ist, wenn in dem Komparator die entsprechende Vergleichsbedingung von Magnetspannung und Referenzspannung besteht.

[0002] Elektromagneten werden in der Technik in weiten Bereichen eingesetzt. Sie sind zum Beispiel als Stellglieder für Hydraulikventile und so weiter bekannt. Es gibt eine Vielzahl von Anwendungen, bei denen es wichtig ist, sicherzustellen, daß der Anker angezogen hat, das heißt, daß der Anker in seiner Endlage angekommen ist. In einem Strom-Zeit-Diagramm gibt dies einen charakteristischen Verlauf, wie er zum Beispiel in Fig. 2 (anstelle des Stromes kann die Magnetspannung dienen) angedeutet ist.

[0003] Hierzu ist im Stand der Technik insbesondere die deutsche Patentanmeldung 197 33 138 bekannt. Nach der hier vorgestellten Lösung wird der Magnetstrom in eine stromproportionale Spannung umgewandelt und die umgewandelte Spannung differenziert. Diese differenzierte Magnetspannung wird mit einem Schwellenwert verglichen. Dieser Schwellenwert wird aus der differenzierten Magnetspannung gemittelt.

[0004] Nachteilig bei dem im Stand der Technik bekannten Verfahren ist die verhältnismäßig hohe Anzahl von Baugruppen. Die Magnetspannung muß zuerst differenziert werden, wobei dann erst von der differenzierten Magnetspannung eine Referenzspannung durch Mittelung gewonnen wird. Neben der erhöhten Ausfallwahrscheinlichkeit aufgrund der größeren Anzahl von Bauteilen besteht auch bei dieser Verfahrensweise die Gefahr einer Verfälschung des Ergebnisses, da die abgegriffene Spannung mehrfach durch die Baugruppen verändert wird.

[0005] Die Erfindung hat es sich zur Aufgabe gemacht, ein Verfahren beziehungsweise eine Schaltung zur Erkennung der Ankerlage eines Elektromagneten zur Verfügung zu stellen, das zum einen zuverlässig funktioniert und zum anderen nicht so aufwendig ist, wie die Lösungen des Standes der Technik.

[0006] Gelöst wird diese Aufgabe dadurch, daß in dem erfindungsgemäßen Verfahren als Referenzspannung eine gefilterte, gegebenenfalls abgeflachte Magnetspannung verwendet wird.

[0007] Der charakteristische Strom- beziehungsweise

se Spannungsverlauf über der Zeit für die Bewegung eines Ankers eines Elektromagneten ist in drei Teile aufgeteilt. Der durch die Spule fließende Strom bricht ein, wenn der Anker in die Endlage gelangt also "schaltet".

5 Erreicht der Anker dann seine Endlage, so steigt der Strom wieder an, um den Haltestrom zu erreichen. Da es elektronisch leichter ist, Spannungen miteinander zu vergleichen als Ströme, wird nachfolgend in der Regel von Magnetspannung beziehungsweise Referenzspannung gesprochen, ohne die Erfindung hierauf beschränken zu wollen. Dabei erlaubt die Zwischenschaltung eines Widerstandes die einfache Umsetzung eines variablen Stromes in eine variable Spannung, gemäß dem Ohmschen Gesetz. Da die Magnetspannung im zeitlichen Verlauf vor Erreichen der Ankerendlage ein Maximum überschreitet, kann bei entsprechender Wahl der Abflachung der Referenzspannung ein Schnittpunkt erzeugt werden, der als Signal für das Erreichen des Ankers in der Endlage eingesetzt wird.

20 **[0008]** Im Gegensatz zu der Lösung nach dem Stand der Technik wird nach dem erfindungsgemäßen Vorschlag die unbehandelte oder nur geringfügig behandelte Magnetspannung verglichen mit einer gefilterten beziehungsweise abgeflachten Magnetspannung als Referenzspannung. Da die so ausgestaltete Schaltung nicht so aufwendig ist, ist sie auch deutlich weniger stör anfällig und auch kostengünstig herstellbar. Das vorgelegte erfindungsgemäße Konzept eines dynamischen Grenzkurvenverfahrens erlaubt auch die Unabhängigkeit des Verfahrens von Temperatureinflüssen oder Magnettypen, da die Referenzspannung nicht konstant sondern im Verhältnis zur zu überwachenden Magnetspannung von dieser abgeleitet ist.

35 **[0009]** Als Referenzspannung wird eine abgeflachte Magnetspannung erfindungsgemäß vorgeschlagen. Die Abflachung kann zum Beispiel durch den Einsatz eines Tiefpaßfilters als Filter erreicht werden. Der Einsatz des Tiefpaßfilters schneidet die hochfrequenten Anteile der Magnetfeldspannung ab. Das so gefilterte Signal reagiert träger als das Quellsignal (Magnetspannung). Bei einem kurzfristigen Absinken der Magnetspannung schneidet (im zeitlichen Verlauf) die Referenzspannung die Magnetspannung. Das Unterschreiten der Referenzspannung kann durch die nachfolgende Elektronik (zum Beispiel ein Komparator) ausgelesen werden und für entsprechende Auswertungszwecke (optisches Signal, Prozessüberwachung und so weiter) verwendet werden. Ergänzend hierzu kann ein Spannungsteiler vorgesehen werden, um eine entsprechende Absenkung des Niveaus der Referenzspannung unter die Magnetspannung zu erreichen.

[0010] Die Erfindung wird schematisch in der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

55 Fig. 1 die erfindungsgemäße Schaltung als Blockschaltbild;

Fig. 2 ein U-t-Diagramm des Verlaufes der Magnet-

spannung unter Referenzspannung nach dem Stande der Technik und

Fig. 3 ein U-t-Diagramm der Magnetspannung gemäß der Erfindung.

[0011] Die Erfindung wird schematisch an der Schaltungsanordnung gemäß der Fig. 1 erläutert. Die Eingangsspannung U_{ein} liegt an dem Magneten 1 an. Der durch den Magneten 1 fließende Strom führt zu einem Spannungsabfall an dem Shuntwiderstand 2. Dieser Spannungsabfall wird nachfolgend als Magnetspannung U_M bezeichnet.

[0012] Indem ein Filter 3 vorgesehen ist, wird nun erfindungsgemäß von der Magnetspannung U_M eine Referenzspannung U_R erzeugt, Der Filter 3 ist hierbei als Tiefpassfilter und/oder Spannungsteiler ausgebildet und erzeugt die Referenzspannung U_R . Die Magnetspannung U_M und die Referenzspannung U_R wird auf den Komparator 4 an unterschiedliche Eingänge gelegt. Der Komparator 4 vergleicht nun die beiden Kennlinien U_M und U_R . Der Komparator 4 kann hierbei günstigerweise als Operationsverstärker ausgebildet sein. Entsprechend der Dimensionierung des Filters schneiden sich die beiden Kennlinien nur beim Einschaltpeak, das bedeutet, wenn der Anker seine Endlage erreicht.

[0013] Um das Signal über den Einschaltzeitraum des Magneten 1 zu halten, ist ein Halteglied 7 und ein Reset 6 vorgesehen. Durch eine Spannungsstabilisierung 5 wird der Komparator 4 und der Reset 6 versorgt.

[0014] Im Vergleich der Graphen nach Fig. 2 und Fig. 3 wird der erfindungsgemäße Effekt deutlich.

[0015] In Fig. 2, 3 sind Spannungs-Zeit-Diagramme gezeigt.

[0016] In Fig. 2 ist die Lösung nach dem Stand der Technik insbesondere das Gradientenverfahren gezeigt.

[0017] Im Zeitsegment I wird der Anker beschleunigt, der Strom steigt an, dadurch steigt auch die am Shuntwiderstand abgegriffene Spannung an. Gleichzeitig nimmt die Gegeninduktion zu.

[0018] Im Zeitintervall II bricht der Strom (und somit auch die Spannung) aufgrund der Gegeninduktion ein und der Anker läuft in seine Endlage ein. Der Schaltzeitpunkt, also der Zeitpunkt in welchem der Anker seine Endlage erreicht, ist mit A gekennzeichnet. Im Zeitintervall III erfolgt wiederum ein Strom- (und somit Spannungs-)anstieg bis zum Haltestrom. Im Gegensatz zu diesem durch U_M gekennzeichneten Verlauf wird der Spannungsverlauf U_B angedeutet, wenn der Anker blockiert. Auffällig ist, daß der Spannungsabfall insbesondere im Zeitintervall II bei dem Spannungsverlauf U_B nicht vorliegt und somit ein charakteristischer Unterschied besteht.

[0019] Mit dU_M/dt ist die Ableitung der Magnetspannung angedeutet. Diese Ableitung ist negativ in dem Zeitintervall II. Dieses Signal wird nach dem verhältnismäßig komplizierten Lösung des Standes der Technik

ausgenützt.

[0020] Die erfindungsgemäße Lösung ist in Fig. 3 gezeigt. Entsprechend der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung nach Fig. 1 wird von der Magnetspannung U_M eine Referenzspannung U_R abgeleitet. Das Zeitintervall B wird begrenzt durch die beiden Schnittpunkte B_1 und B_2 der Referenzspannung U_R mit der Magnetspannung U_M . Innerhalb des Zeitsegmentes B ist die Referenzspannung U_R größer als die Magnetspannung U_M . Der Zeitpunkt A, der den Schaltzustand beziehungsweise das Erreichen der Ankerendlage kennzeichnet befindet sich innerhalb des Zeitintervalles B. Durch den erfindungsgemäßen Vorschlag wird ein sicheres Verfahren zur Erkennung der Endlage des Ankers zur Verfügung gestellt, das unabhängig von äußeren Einflüssen zuverlässig funktioniert.

[0021] Innerhalb des Zeitintervalles B liegt an dem Ausgang das Ausgangssignal U_{aus} an. Dieses Ausgangssignal kann dabei optisch angezeigt werden, indem zum Beispiel eine LED vorgesehen ist. Es ist auch möglich, das Ausgangssignal U_{aus} einer den Elektromagneten überwachenden Überwachungssteuerung zuzuleiten, die das Signal entsprechend digital oder analog weiterverarbeitet.

[0022] Die jetzt mit der Anmeldung und später eingereichten Ansprüche sind Versuche zur Formulierung ohne Präjudiz für die Erzielung weitergehenden Schutzes.

[0023] Die in den abhängigen Ansprüchen angeführten Rückbeziehungen weisen auf die weitere Ausbildung des Gegenstandes des Hauptanspruches durch die Merkmale des jeweiligen Unteranspruches hin. Jedoch sind diese nicht als ein Verzicht auf die Erzielung eines selbständigen, gegenständlichen Schutzes für die Merkmale der rückbezogenen Unteransprüche zu verstehen.

[0024] Merkmale, die bislang nur in der Beschreibung offenbart wurden, können im Laufe des Verfahrens als von erfindungswesentlicher Bedeutung, zum Beispiel zur Abgrenzung vom Stand der Technik beansprucht werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung der Ankerlage eines Elektromagneten, wobei von dem die Spule durchfließendem Magnetstrom eine Magnetspannung erzeugt wird und diese Magnetspannung mit einer Referenzspannung verglichen wird und durch diesen Vergleich eine entsprechende Ankerlage festgestellt wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Referenzspannung eine gefilterte, gegebenenfalls abgeflachte Magnetspannung verwendet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Referenzspannung von der Magnetspannung durch einen Tiefpaßfilter als Filter er-

zeugt wird.

3. Verfahren nach einem oder beiden der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Referenzspannung von der Magnetspannung durch einen Spannungsteiler erzeugt wird. 5
4. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Schnittpunkt des Verlaufs der Referenzspannung und der Magnetspannung als Schaltsignal beziehungsweise Signal der Ankerlage ausgewertet wird. 10
5. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Magnetspannung unverändert oder kaum verändert mit der Referenzspannung verglichen wird. 15
20
6. Schaltung zur Erkennung der Ankerlage eines Elektromagneten, wobei der durch die Spule fließende Magnetstrom an einem Widerstand zu einer Magnetspannung führt und diese mit einer Referenzspannung in einem Komparator verglichen wird, wobei an dem Ausgang des Komparators ein entsprechendes Ausgangssignal abgreifbar ist, wenn in dem Komparator die entsprechende Vergleichsbedingung von Magnetspannung und Referenzspannung besteht, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Referenzspannung (U_R) in einem Filter (3) von der Magnetspannung (U_M) durch eine Abflachung der Magnetspannung (U_M) erzeugt wird. 25
30
7. Schaltung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Komparator (4) ein Operationsverstärker dient. 35
8. Schaltung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** am Ausgang des Komparators (4) ein Ausgangssignal (U_{aus}) dann abgreifbar ist, wenn sich der Verlauf von Referenzspannung (U_R) und Magnetspannung (U_M) schneiden. 40
9. Schaltung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** für das Halten eines Schaltsignals als Ausgangssignal des Komparators (4) ein Halteglied (7) bzw. Flip-Flop und ein Reset (6) vorgesehen sind. 45
50
10. Schaltung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Filter (3) ein Tiefpaßfilter und/oder Spannungsteiler vorgesehen ist. 55
11. Schaltung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet,**

zeichnet, daß das Ausgangssignal (U_{aus}) optisch angezeigt wird und/oder in eine Überwachungssteuerung eingespeist wird.

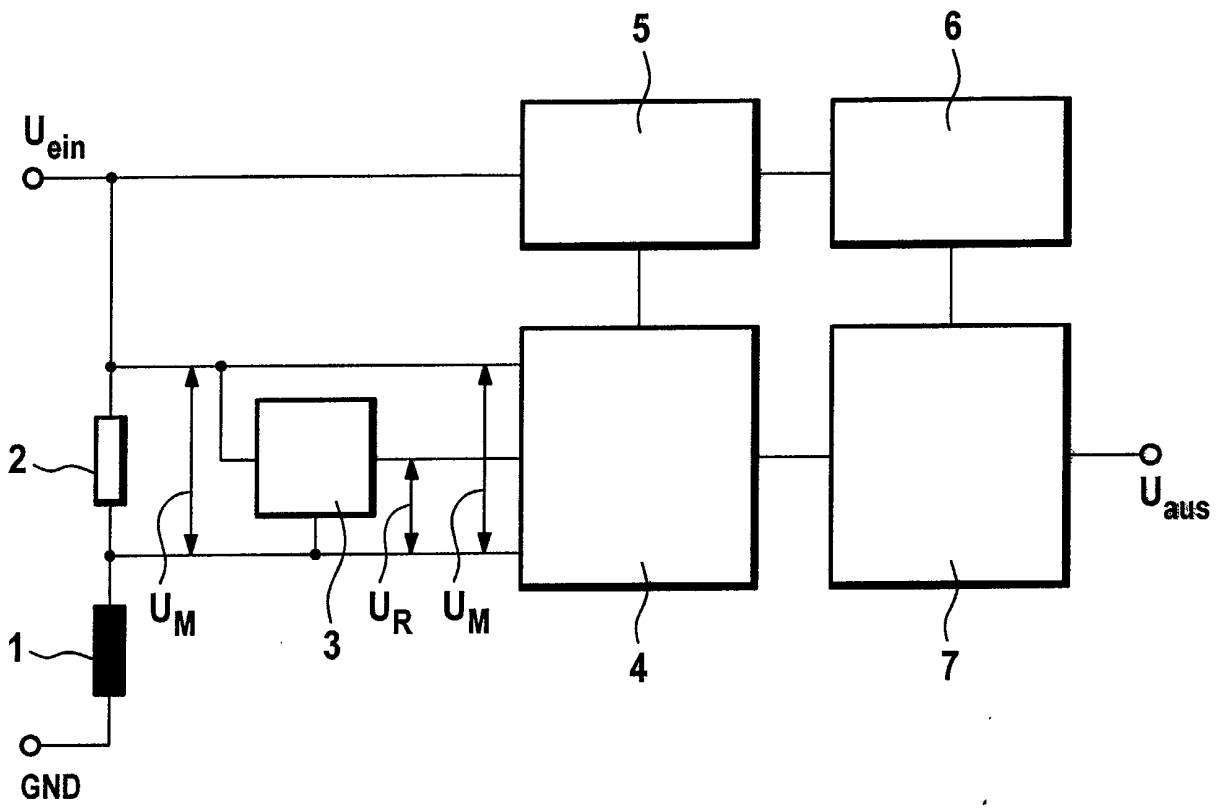


Fig. 1

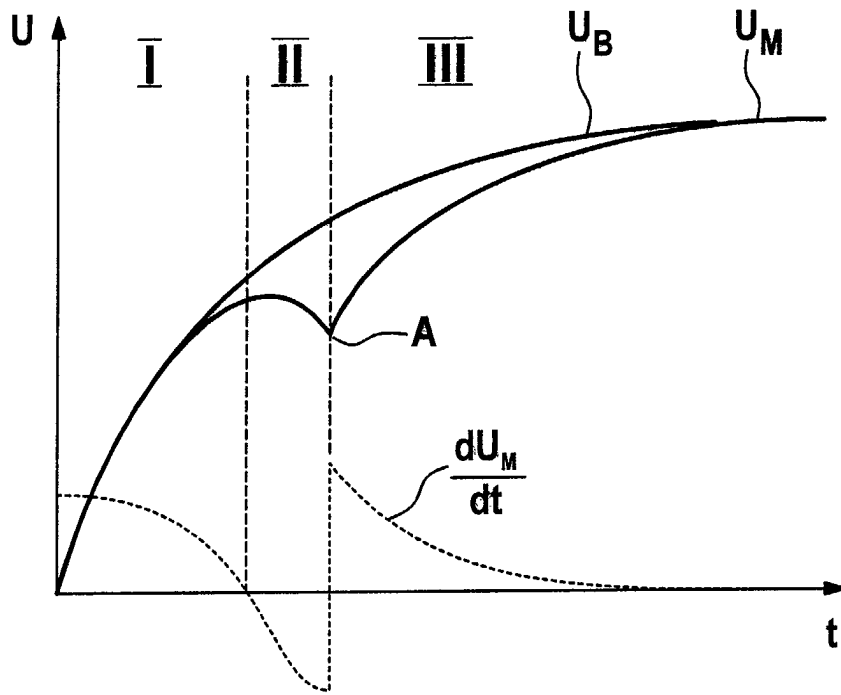


Fig. 2

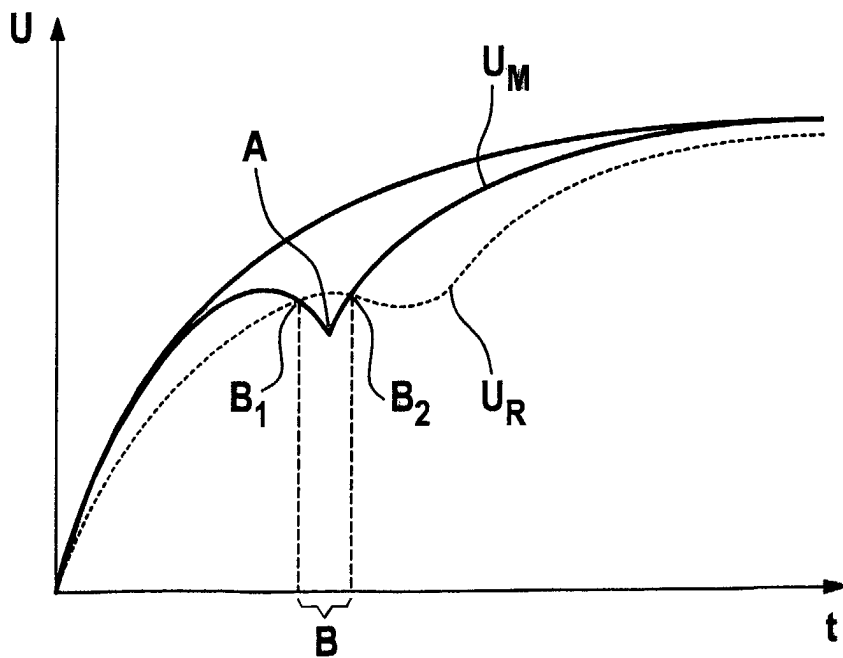


Fig. 3