

WO 2014/001026 A1

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges

Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum  
3. Januar 2014 (03.01.2014)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2014/001026 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:  
*G01F 1/60* (2006.01)

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,  
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,  
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,  
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,  
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC,  
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,  
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/061419

(22) Internationales Anmeldedatum: 4. Juni 2013 (04.06.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2012 105 716.8 28. Juni 2012 (28.06.2012) DE

(71) Anmelder: ENDRESS+HAUSER FLOWTEC AG  
[CH/CH]; Kägenstrasse 7, CH-4153 Reinach (BL) (CH).

(72) Erfinder: RÜFENACHT, Markus; Wollmattweg 1, CH-  
4143 Dornach (CH). SPAHLINGER, Andre; Am  
Lieiberg 13, 79415 Bad Bellingen (DE). KÜNG, Thomas;  
Eptingerstr. 19, CH-4052 Basel (CH).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,  
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,  
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,  
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,  
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,  
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,  
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(74) Anwalt: ANDRES, Angelika; Colmarer Str. 6, 79576  
Weil am Rhein (DE).

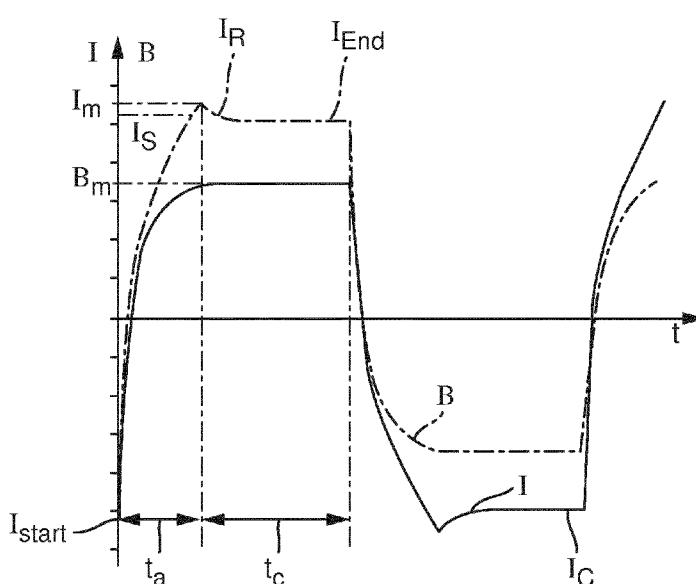
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz  
3)

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING A COIL CURRENT OF A MAGNETOINDUCTIVE FLOWMETER

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINES SPULENSTROMS EINES MAGNETISCH-INDUKTIVEN  
DURCHFLUSSMESSGERÄTES



(57) Abstract: A method for controlling the coil current of a magnetoinductive flowmeter with a first value representing an overvoltage  $U_o$  and a second value representing a holding voltage  $U_h$ , wherein the first value is greater than the second value, characterized by the following steps of: A setting a first switching point  $I_s$  for the current intensity up to which a coil is intended to be supplied with the overvoltage  $U_o$ ; B applying an overvoltage  $U_o$  until the current intensity rises to the currently set switching point  $I_s$  of the current intensity; C changing over from the overvoltage  $U_o$  to the holding voltage  $U_h$  in order to keep the current intensity at a constant final current value  $I_h$ , and a magnetoinductive flowmeter.

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zur Steuerung des Spulenstroms eines magnetisch-induktiven Durchflussmessgerätes mit einem eine Überspannung  $U_o$  repräsentierenden ersten Wert und eine meine Haltespannung  $U_h$  repräsentierenden zweiten Wert, wobei der erste Wert größer ist als der zweite Wert, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte A Einstellen eines ersten Schaltpunktes  $I_s$  für die Stromstärke bis zu welcher eine Spule mit der Überspannung  $U_o$  versorgt werden soll; B Anlegen einer Überspannung  $U_o$ , bis die Stromstärke zum momentan eingestellten Schaltpunkt  $I_s$  der Stromstärke ansteigt; C Umschalten von der Überspannung  $U_o$  auf die Haltespannung  $U_h$ , um die Stromstärke auf einen konstanten Stromendwert  $I_h$  zu halten, sowie ein magnetisch-induktives Durchflussmessgerät.

Fig. 2

eingestellten Schaltpunkt  $I_s$  der Stromstärke ansteigt; C Umschalten von der Überspannung  $U_o$  auf die Haltespannung  $U_h$ , um die Stromstärke auf einen konstanten Stromendwert  $I_h$  zu halten, sowie ein magnetisch-induktives Durchflussmessgerät.

## Verfahren zur Steuerung eines Spulenstroms eines magnetisch-induktiven Durchflussmessgerätes

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung des Spulenstroms eines magnetisch-induktiven Durchflussmessgerätes nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Magnetisch-induktives Durchflussmessgerät nach dem Oberbegriff des Anspruchs 10.

Ein Spulenstrom fließt in einer Induktivität aufweisenden Spulenanordnung, die Teil eines Magnetsystems ist, welches Spulenkerne und/oder Polschuhe enthält. Dieser Spulenstrom ist getaktet, wobei der Spulenstrom in einer ersten Halbperiode einer Periodendauer positiv ist und einen konstanten ersten Strom-Endwert aufweist und in der zweiten Halbperiode der Periodendauer negativ ist und einen konstanten zweiten Strom-Endwert, der zum ersten Strom-Endwert betragsgleich ist, aufweist.

Die Spulenkerne und/oder Polschuhe des Magnetsystems bestehen meistens aus einem weich-magnetischen Material. Es sind aber auch schon Magnetsysteme mit ferromagnetischen Spulenkernen beschrieben worden.

Bei beiden Arten von Magnetsystemen werden im Magnetsystem aufgrund des Umschaltens und des Anstiegs des Spulenstroms Wirbelströme induziert, die verhindern, dass der Anstieg des Magnetfelds exakt dem Anstieg des Spulenstroms folgt, wie dies ohne Spulenkerne und/oder Polschuhe der Fall wäre. Vielmehr wird der Anstieg des Magnetfelds gegenüber dem des Spulenstroms verzögert und verflacht. Daher ist eine exakte Konstant-Regelung des Spulenstroms erforderlich.

Die EP 0 969 268 A1 offenbart ein Verfahren zur Steuerung des Spulenstroms wobei zunächst eine Überspannung in einem vorgegebenen Zeitintervall angelegt wird und nach diesem Zeitintervall eine Regelung erfolgt. Dieses Verfahren hat sich für den Regelfall an und für sich bewährt. Kommt es allerdings aufgrund von Schwankungen oder Störungen zu einer Verschiebung des Startpunktes, so würde beispielsweise eine höhere maximale Stromstärke in dem konstanten Zeitintervall erzeugt werden und könnte ggf. zu einer Überlastung führen.

Darüber hinaus sind auch Verfahren bekannt, welche eine Diagnosefunktion aufweisen, um eine maximale Stromstärke zu überprüfen. In diesen Verfahren dient die Stromstärke allerdings nicht als Regelgröße, sondern wird nur als Wert zur Überprüfung der Steuerung herangezogen.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung ausgehend von der EP 0 969 268 A1 als nächstliegender Stand der Technik ein alternatives Verfahren zur Steuerung des Spulenstromes bereitzustellen.

Die Erfindung löst diese Aufgabe durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 10.

Erfindungsgemäß ist ein Verfahren zur Steuerung des Spulenstroms eines magnetisch-induktiven Durchflussmessgerätes mit einem eine Überspannung  $U_{\bar{U}}$  repräsentierenden ersten Wert und einem eine Haltespannung  $U_H$  repräsentierenden zweiten Wert, wobei der erste Wert größer ist als der zweite Wert, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte

- A Einstellen eines ersten Schaltpunktes  $I_S$  für die Stromstärke bis zu welcher eine Spule mit der Überspannung  $U_{\bar{U}}$  versorgt werden soll;
- B Anlegen einer Überspannung  $U_{\bar{U}}$ , bis die Stromstärke zum momentan eingestellten Schaltpunkt  $I_S$  der Stromstärke ansteigt;
- C Umschalten von der Überspannung  $U_{\bar{U}}$  auf die Haltespannung  $U_H$ , um die Stromstärke auf einen konstanten Stromendwert  $I_H$  zu halten.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren werden die im Stand der Technik beschriebenen Nachteile zuverlässig vermieden.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Nach dem Umschalten von der Überspannung auf die Haltespannung, welches vorzugsweise durch einen Komparator gesteuert wird, wächst die Stromstärke aufgrund der Eigeninduktivität der Spule noch geringfügig an. Nach dem geringen Anstieg der Stromstärke würde ein ebenfalls geringer Abfall der Stromstärke erfolgen, was den

Komparator zu einem Rückumschalten auf eine Überspannung veranlassen würde. Um dieses Rückumschalten zu verhindern, sollte das Umschalten überwacht werden. Diese Überwachung und die Verhinderung des Überschaltungsbetriebes durch Rückumschalten des Komparators, welches sich aus dem speziellen Verfahren zur Steuerung des Spulenstromes ergibt, kann durch eine Flip-Flop-Schaltung vorteilhaft ermöglicht werden.

Besonders bevorzugt bietet sich die Verwendung des Verfahrens zur Steuerung des Spulenstromes in einem magnetisch-induktiven Durchflussmessgerät an, welches als Zweileiter-Feldgerät ausgebildet ist.

Historisch bedingt sind solche Zweileiter-Feldgeräten überwiegend so ausgelegt, dass eine auf einen zwischen 4 mA und 20 mA liegenden Wert eingestellte momentane Stromstärke des in dem als Stromschleife ausgebildeten einzigen Paar Leitung momentan fliessenden Versorgungsstroms gleichzeitig auch den momentan vom Feldgerät erzeugten Messwert bzw. den momentan an das Feldgerät gesendeten Einstellwert repräsentiert. Infolgedessen besteht ein besonderes Problem von solchen Zweileiter-Feldgeräten insoweit darin, dass die von der Feldgerät-Elektronik zumindest nominell umsetzbare oder umzusetzende elektrisch Leistung - im folgenden kurz "verfügbare Leistung" - während des Betriebes in praktisch unvorhersehbarer Weise über einen weiten Bereich schwanken kann. Dem Rechnung tragend sind moderne Zweileiter-Feldgeräte (2L-Feldgeräte), insb. moderne Zweileiter-Messgeräte (2L-Messgeräte) mit (4 mA bis 20 mA)-Stromschleife, daher üblicherweise so ausgelegt, dass ihre mittels eines in der Auswerte- und Betriebsschaltung vorgesehenen Mikrocomputers realisierte Geräte-Funktionalität änderbar ist, und insofern die zumeist ohnehin wenig Leistung umsetzende Betriebs- und Auswerteschaltung an die momentan verfügbare Leistung angepasst werden kann.

Nachfolgend wird eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Sie zeigen:

Fig. 1 schematische Darstellung einer Schaltung, die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren arbeitet ;und

Fig. 2 Darstellung des Stromverlaufes des erfindungsgemäßen Verfahrens

Das erfindungsgemäße Verfahren wird anhand des in Fig. 1 dargestellten Diagramms näher beschrieben.

Fig. 2 zeigt zunächst einen Stromverlauf zur Spulensteuerung, wie er auch durch das Verfahren der EP 0 969 268 A1, auf dessen Inhalt hiermit vollständig Bezug genommen wird, erreicht werden kann. Ein Spulenstrom fließt in einer Induktivität  $L$  aufweisende Spulenanordnung, die Teil eines Magnetsystems ist. Der Spulenstrom ist in der ersten Halbperiode einer Periodendauer positiv und danach durch ein Umschalten in einer zweiten Halbperiode der Periodendauer negativ. In dem in der EP 0 969 268, offenbarten Verfahren wird für eine Zeit  $t_a$  eine Überspannung angelegt, um eine Stromstärke vom sogenannten negativen Feld auf das Niveau  $I_m$  anzuheben. Anschließend wird über einen Zeitraum  $t_c$  eine Haltespannung geliefert. Dabei steigt die Stromstärke während der Zeit  $t_a$  auf den Wert  $I_m$  an. Der Spulenstrom  $I$  steigt während der Anstiegsdauer  $t_a$  steil an

Bislang war somit die Einstellung der Stromstärke an einen Startpunkt im negativen Feld gebunden. Es wurde in Zeitintervall mit einer Überspannung hochgefahren und anschließend eine Zeitregelung zur Einstellung der Stromstärke vorgenommen.

Im Gegensatz dazu erfolgt bei dem erfindungsgemäßen Verfahren eine Versorgung der Spulenanordnung mit einer Überspannung  $U_U$  und anschließend mit einer Haltespannung  $U_H$ , wobei die Überspannung größer ist als die Haltespannung. Dabei erfolgt zunächst eine Einstellung eines Schaltpunktes  $I_S$  für die Stromstärke bis zu welcher eine Spule mit der Überspannung  $U_U$  versorgt werden soll.

Anschließend erfolgt ein Anlegen einer Überspannung  $U_U$ , bis die Stromstärke zum momentan eingestellten Sollwert  $I_S$  der Stromstärke ansteigt.

Schließlich erfolgt ein Umschalten von der Überspannung  $U_U$  auf die Haltespannung  $U_H$ , um die Stromstärke auf einen konstanten Stromendwert  $I_H$  zu halten.

In Fig. 1 ist eine Schaltung zur Durchführung des Verfahrens gezeigt. In der Schaltung ist ein Verstärker 4 eingesetztig mit einem Komparator 1 verbunden. Dieser ist ausgangsseitig mit einer Flip-Flop-Schaltung 3 verbunden. Weiterhin weist der Komparator eingesetztig einen D/A-Wandler 2 auf. Dieser ist mit einer Auswerteeinheit 5 verbunden und wandelt digitale Signale der Auswerteeinheit 5 in analoge Signale um, welche zum Eingang des Komparators 1 geleitet werden. Von der Verbindung zwischen dem komparatoreingangsseitig angeordneten Verstärker 4 und dem Komparator 1 geht eine Verbindung zu einem A/D-Wandler 6 ab, welcher mit der Auswerteeinheit 5 verbunden ist. Die Flip-Flop-Schaltung 3 ist seitens des Preset mit der Auswerteeinheit verbunden und weist ausgangsseitig Verbindung zu einer nicht näher dargestellten Spannungsquelle auf. Vom Ausgang der Flip-Flop-Schaltung zweigt eine Verbindung zu einem Eingang der Auswerteeinheit 5 ab.

Die Funktionsweise der Schaltung wird nachfolgend anhand von stromäquivalenten Spannungen näher erläutert. Die Schaltung wird mit einem Eingangssignal einer Spannung mit geringer Amplitude versorgt, welches zunächst im Verstärker 4 verstärkt wird. Im Anschluss wird das verstärkte Eingangssignal an den Komparator 1 weitergeleitet. Ein Komparator ist bekannterweise ein Operationsverstärker ohne Gegenkopplung und ermöglicht den Vergleich von sehr kleinen Spannungsdifferenzen. Im konkreten Fall werden auf der Eingangsseite des Komparators 1 das verstärkte Eingangssignal  $E$  einerseits und ein Sollwert  $S$  für eine stromstärkenäquivalente Spannung andererseits gegenübergestellt. Dieser Sollwert  $S$  entspricht einem Schaltpunkt  $I_S$  für eine Stromstärke bis zu welcher eine Spule mit der Überspannung  $U_{\text{Ü}}$  versorgt werden soll. Der besagte Sollwert  $S$  wird durch die Auswerteeinheit 5 über den D/A-Wandler 2 an die Eingangsseite des Komparators 1 vorgegeben und ist regelbar.

Solange das Eingangssignal unter dem Sollwert liegt, also  $E < S$ , so erfolgt eine Versorgung der Spule durch die nachgeschaltete Spannungsquelle mit einer Überspannung  $U_{\text{Ü}}$ . Bei Erreichen des Sollwertes ändert sich das Ausgangssignal des Komparators derart, dass das neue Ausgangssignal ein Umschalten von der Überspannung  $U_{\text{Ü}}$  in eine Haltespannung  $U_H$  bewirkt, beispielsweise durch Vorzeichenwechsel oder durch Umschalten von 1 auf 0.

Durch das Umschalten kann es aufgrund der Eigeninduktivität der Spulenanordnung zu einem weiteren geringfügigen Anstieg der Stromstärke und der stromstärkenäquivalenten Spannung kommen, welche im Anschluss auf einen konstanten Stromendwert  $I_{End}$  für eine Haltespannung  $U_H$  abfällt. Dieser Abfall kann kurzzeitig dazu führen, dass das Eingangssignal E abermals kleiner dem Sollwert S ist, was zu einem Rückumschalten des Komparators 1 führt. Um einen daraus folgenden Überspannungsbetrieb zu verhindern ist der Komparator 1 ausgangsseitig mit einer Flip-Flop-Schaltung 3 gekoppelt.

Durch den Komparator wird somit, bezogen auf das Stromstärke-Zeit-Diagramm der Fig. 2, ausgehend von einem beliebigen Startpunkt  $I_{Start}$  der Stromzuwachs bis zu einem eingestellten Schaltpunkt  $I_s$  nachverfolgt. Die Nachverfolgung und das Umschalten auf eine Haltespannung  $U_H$  übernimmt der Komparator 1 in Kombination mit einem D/A-Wandler 2, wie dies in Fig. 1 dargestellt ist. In der besonders bevorzugten Ausführungsvariante der Fig. 1 weist die Schaltung zusätzlich die Flip-Flop-Schaltung 3 auf, deren Funktion bereits erläutert wurde. Nach dem Umschalten auf die Haltespannung  $U_H$  stellt sich je nach der Selbstinduktion der Spule nach einiger Zeit ein konstanter Stromendwert  $I_{End}$  ein. Dieser Stromendwert  $I_{End}$  wird im vorliegenden Ausführungsbeispiel als Sollendwert voreingestellt bzw. festgelegt.

In der bevorzugten Ausführungsvariante der Fig. 1 ist in der Schaltung der A/D-Wandler 6 vorgesehen, welcher eine stromäquivalente Spannung einer aktuellen Stromstärke I vor dem Eingang in den Komparator 1 in ein digitales Signal umwandelt und an die Auswerteeinheit 5 sendet. Das Eingangssignal E wird durch den A/D-Wandler 6 in ein digitales Signal umgewandelt, welches proportional ist zur aktuell anliegenden Stromstärke. Nach einem diskreten Zeitpunkt nach dem Umschalten auf Haltespannung  $U_H$ , beispielsweise nach 5 ms, wird von der Auswerteeinheit der aktuelle Wert des A/D-Wandlers abgefragt, welcher der aktuellen Stromstärke  $I_R$  zum Messzeitpunkt entspricht. Sofern der abgefragte Wert  $I_R$  kleiner ist als der Stromendwert  $I_H$  der Haltespannung  $U_H$ , so wird der Schaltpunkt  $I_S$  für die Stromstärke bis zu welcher eine Spule mit der Überspannung  $U_U$  versorgt werden soll bzw. die dazu stromäquivalente

Spannung S am Eingang des Komparators, durch die Auswerteeinheit 5 und den D/A Wandler 2 auf einen höheren Wert eingestellt.

Die vorhergehende Erläuterung einer möglichen Einstellung des Schaltpunktes  $I_S$  für die Stromstärke bis zu welcher eine Spule mit der Überspannung  $U_U$  versorgt werden soll, ist dabei lediglich als bevorzugte Ausführungsvariante zu verstehen.

So kann in einer weiteren Ausführungsvariante beispielsweise als Sollendwert anstelle des Stromendwertes  $I_{End}$  eine Stromstärke gewählt werden, welche größer ist als der Stromendwertes  $I_{End}$ .

Erfindungsgemäß ist vorliegenden Verfahren die Stromstärke eine Regelgröße. Dabei wird beispielsweise bei Inbetriebnahme ein erster Schaltpunkt  $I_S$  für die Stromstärke von 22 mA vorgegeben. Anhand dieses ersten Startwertes erfolgt ein erstes Hochfahren der Stromstärke auf den besagten Schaltpunkt.

Im Anschluss an das Hochfahren und Umschalten, beispielsweise nach einer Zeit von 5 ms, erfolgt ein Vergleich der aktuellen Stromstärke  $I_R$  mit dem vorgegebenen Sollendwert. Liegt beispielsweise der Schaltpunkt  $I_R$  unter dem Sollendwert, so wird der regelbare Schaltpunkt  $I_S$  erhöht. Liegt beispielsweise der Schaltpunkt  $I_R$  über dem Sollendwert, so wird der einstellbare Schaltpunkt  $I_S$  erniedrigt. Somit erfolgt vor jedem Hochfahren bzw. Ansteigen ein erneutes Einstellen des Schaltpunktes  $I_S$ , mit deren stromäquivalenter Spannung S der Komparator 1 den bereits beschriebenen Vergleich mit dem Eingangssignal E durchführt.

Durch diese Schaltung ist ein Verfahren zur Spulenstromsteuerung eines magnetisch-induktiven Durchflussmessgerätes möglich.

Folglich ist – anders als bisher – das Umschalten zwischen der Überspannung und der Haltespannung direkt anhand eines einstellbaren Schaltpunktes  $I_S$  für die Stromstärke regelbar, während das Zeitintervall bis zur Einstellung dieser Schaltpunktes  $I_S$  variabel ist. Die Regelung des Umschaltintervalls durch die Vorgabe einer Stromstärke hat den

Vorteil, dass dadurch auch Netzteile mit weniger konstanten Spannungen für Durchflussmessgeräte eingesetzt werden können. Da Spannungseinbrüche weniger Einfluss haben, können folglich auch kleiner-dimensionierte Netzteile verwendet werden, wodurch eine Miniaturisierung und eine Materialkostenersparnis erreicht wird. Eine Versorgung der Spulen mit getakteten Strom mit Pulspausen ist daher möglich, wobei bei Zweileiter-Feldgeräten insgesamt ein besseres Management der geringen zur Verfügung stehenden Stromstärke möglich ist. Außerdem wird eine Unabhängigkeit vom Startpunkt  $I_{\text{start}}$  (bei  $t_0$ ) erreicht.

Ein zusätzlicher Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt in der schnelleren Anfahrzeit. Bislang musste zur Vermeidung einer Überlastung die Zeit  $t_a$  langsam erhöht werden. So war es beispielsweise möglich, dass innerhalb des Zeitintervalls  $t_a$  aufgrund äußerer Einflüsse die Stromstärke weit über den beabsichtigten Wert anstieg. Dies kann im vorliegenden Verfahren durch Vorgabe des Schaltpunktes für  $I_S$  vermieden werden.

Insgesamt ist das alternative Verfahren gegenüber dem bisherigen Verfahren robuster gegenüber Umwelteinflüssen. Es ist unabhängig vom Startpunkt und der Stabilität der angelegten Spannung.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung des Spulenstroms eines magnetisch-induktiven Durchflussmessgerätes mit einem eine Überspannung  $U_{\bar{U}}$  repräsentierenden ersten Wert und einem eine Haltespannung  $U_H$  repräsentierenden zweiten Wert, wobei der erste Wert größer ist als der zweite Wert, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte
  - A Einstellen eines ersten Schaltpunktes  $I_S$  für die Stromstärke bis zu welcher eine Spule mit der Überspannung  $U_{\bar{U}}$  versorgt werden soll;
  - B Anlegen einer Überspannung  $U_{\bar{U}}$ , bis die Stromstärke zum momentan eingestellten Schaltpunkt  $I_S$  der Stromstärke ansteigt;
  - C Umschalten von der Überspannung  $U_{\bar{U}}$  auf die Haltespannung  $U_H$ , um die Stromstärke auf einen konstanten Stromendwert  $I_H$  zu halten.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Vergleich zwischen der aktuellen Stromstärke  $I_R$  und der momentan eingestellten Schaltpunkt  $I_S$  der Stromstärke anhand eines Komparators (1) erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Umschalten, gemäß Schritt C, ein Auswerten der aktuellen Stromstärke  $I$  erfolgt und eine Einstellung des Schaltpunktes  $I_S$  anhand dieser aktuellen Stromstärke erfolgt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Vergleich eines Eingangssignals  $E$  einer stromäquivalenten Spannung auf einen momentan eingestellten Sollwert  $S$  für eine stromstärkenäquivalente Spannung  $S$  des Schaltpunktes  $I_S$ , vor dem Umschalten gemäß Schritt C, zeitunabhängig erfolgt.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Einstellen des ersten Schaltpunktes  $I_S$ , gemäß Schritt A, durch folgende Schritte erfolgt:
  - i) Ermittlung eines Wertes, welcher einer aktuellen Stromstärke  $I_R$  repräsentiert, nach dem Umschalten, gemäß Schritt C;
  - ii) Vergleich des der aktuellen Stromstärke  $I_R$  mit einem voreingestellten Sollendwert für den Stromendwert  $I_{End}$ , welcher sich bei anhaltender Haltespannung  $U_H$  einstellt; und
  - iii) Änderung des Schaltpunktes  $I_S$ , bei einer Abweichung des der aktuellen Stromstärke  $I_R$  vom Stromendwert  $I_{End}$ .
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der die Überspannung  $U_U$  repräsentierenden erste Wert mehr als doppelt so groß ist als der die Haltespannung  $U_H$  repräsentierenden zweite Wert.
7. Verfahren nach Anspruch 2 oder einem davon abhängigen Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, dass das Umschalten zwischen der Überspannung  $U_U$  auf die Haltespannung  $U_H$  durch den Komparator (1) veranlasst wird, wobei das Umschalten des Komparators (1) ausgewertet wird, um ein Rückumschalten auf die Überspannung  $U_U$  zu verhindern.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Rückumschalten von der Haltespannung  $U_H$  auf die Überspannung  $U_U$  durch eine Flip-Flop Schaltung (3) verhindert wird.
9. Verwendung des Verfahrens zur Steuerung des Spulenstromes eines magnetisch-induktiven Durchflussmessgerätes in der Zweileitertechnologie.
10. Magnetisch-induktives Durchflussmessgerät, welches vorzugsweise als Zweileiter-Feldgerät ausgebildet ist, mit einer Spulenanordnung und einer

Schaltung zur Steuerung eines Spulenstroms, insbesondere nach einem Verfahren der vorhergehenden Ansprüche, welche Schaltung ausgelegt ist, um die Spulenanordnung mit einer Überspannung  $U_{\bar{U}}$  und einer Haltespannung  $U_H$  zu versorgen, wobei die Schaltung einen Komparator (1) aufweist, um einen Vergleich der aktuellen Stromstärke  $I_R$  mit einem momentan eingestellten Schaltpunkt  $I_s$  der Stromstärke durchzuführen und wobei die Schaltung dazu eingerichtet ist, ein Umschalten von der Überspannung  $U_{\bar{U}}$  zur Haltespannung  $U_H$  durchzuführen, sofern der eingestellte Schaltpunkt der Stromstärke  $I_S$  erreicht ist.

- 11 Magnetisch- induktives Durchflussmessgerät, gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltung zudem eine Flip-Flop-Schaltung (3) zur Verhinderung des Rückumschaltens von der Haltespannung  $U_H$  auf die Überspannung  $U_{\bar{U}}$  aufweist.

1/1

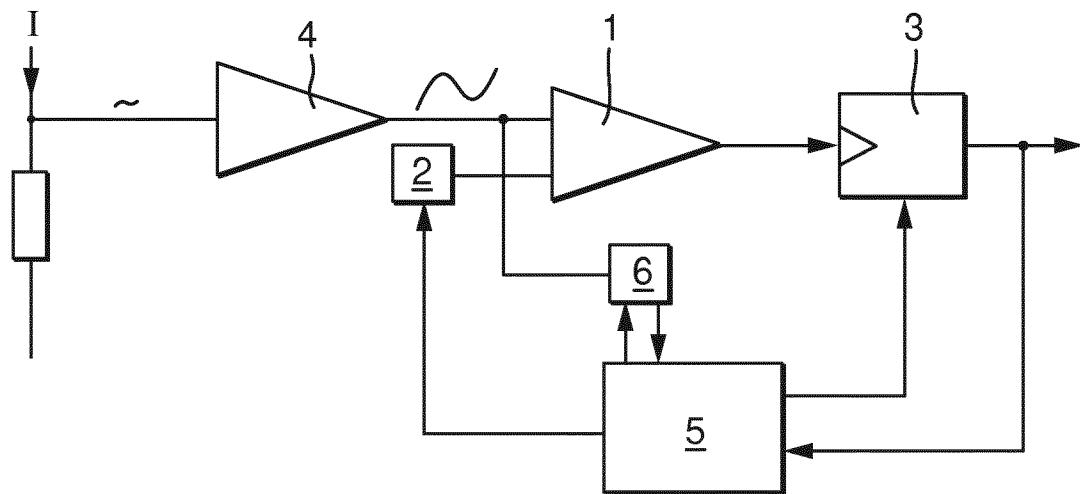


Fig. 1

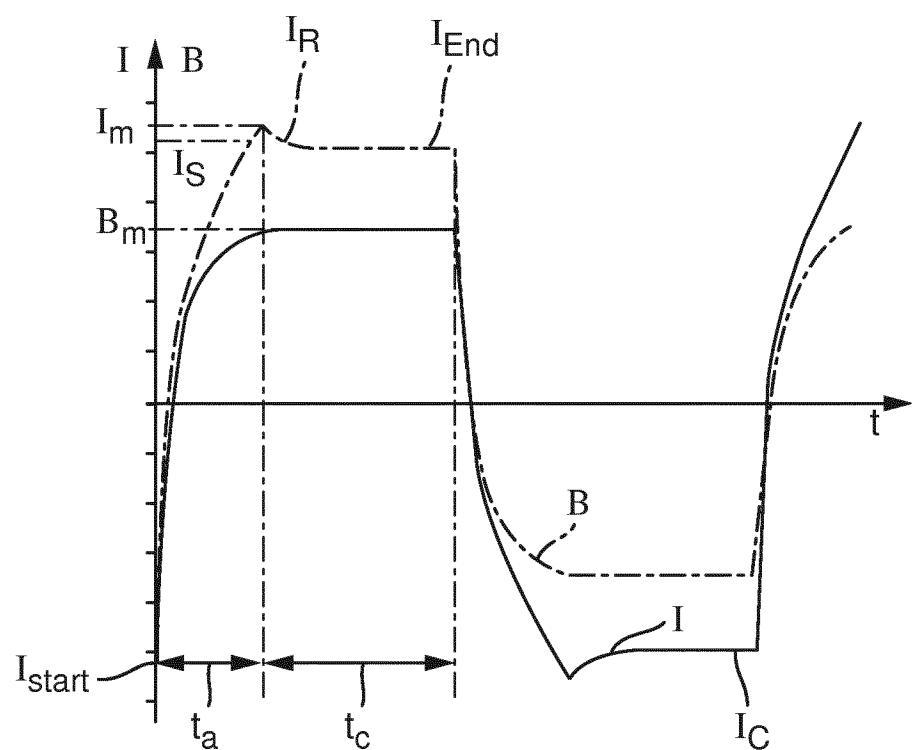


Fig. 2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/061419

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
INV. G01F1/60  
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
G01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, COMPENDEX, INSPEC, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 36 16 407 A1 (BOPP & REUTHER GMBH [DE]) 19 November 1987 (1987-11-19)	1,2,4, 6-11
Y	column 5, line 35 - column 8, last line; claims; figures -----	3,5
Y	DE 10 2004 046238 A1 (FLOWTEC AG [CH]) 23 March 2006 (2006-03-23)	3,5
A	the whole document -----	1,10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
20 September 2013	30/09/2013
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Politsch, Erich

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No  
PCT/EP2013/061419

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 3616407	A1	19-11-1987	NONE
<hr/>			
DE 102004046238	A1	23-03-2006	CN 101057125 A 17-10-2007
			DE 102004046238 A1 23-03-2006
			EP 1792144 A1 06-06-2007
			RU 2356014 C2 20-05-2009
			WO 2006032612 A1 30-03-2006

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/061419

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
INV. G01F1/60  
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
**G01F**

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**EPO-Internal, COMPENDEX, INSPEC, WPI Data**

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 36 16 407 A1 (BOPP & REUTHER GMBH [DE]) 19. November 1987 (1987-11-19)	1,2,4, 6-11
Y	Spalte 5, Zeile 35 - Spalte 8, letzte Zeile; Ansprüche; Abbildungen -----	3,5
Y	DE 10 2004 046238 A1 (FLOWTEC AG [CH]) 23. März 2006 (2006-03-23)	3,5
A	das ganze Dokument -----	1,10



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

20. September 2013

30/09/2013

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Politsch, Erich

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/061419

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3616407	A1 19-11-1987	KEINE	
DE 102004046238	A1 23-03-2006	CN 101057125 A DE 102004046238 A1 EP 1792144 A1 RU 2356014 C2 WO 2006032612 A1	17-10-2007 23-03-2006 06-06-2007 20-05-2009 30-03-2006