

(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
28. Oktober 2004 (28.10.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/092685 A2

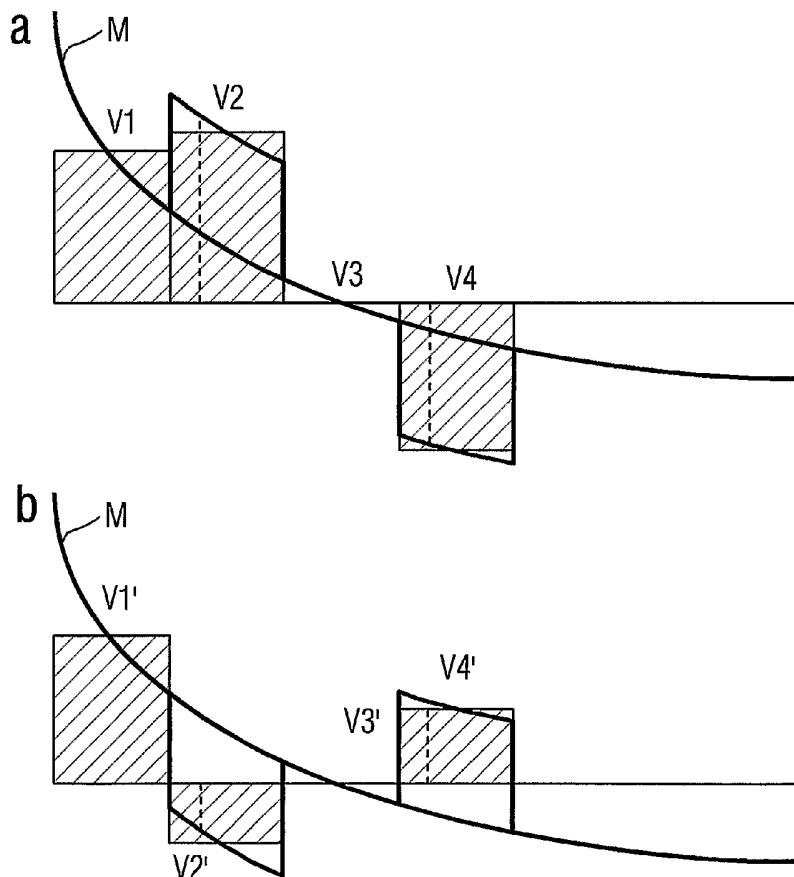
(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G01F**
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/004069
(22) Internationales Anmeldedatum:
16. April 2004 (16.04.2004)
(25) Einreichungssprache: Deutsch
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
(30) Angaben zur Priorität:
10317456.7 16. April 2003 (16.04.2003) DE
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MATZEN, Steen,**
Møllebjerg [DK/DK]; Borrevej 30, DK-6400 Sønderborg
(DK).
(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-**
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR OPERATING A MAGNETICALLY-INDUCTIVE FLOWMETER

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES MAGNETISCH-INDUKTIVEN DURCHFLUSSMESSERS



(57) Abstract: The invention relates to a method for operating a magnetically-inductive flowmeter, wherein a magnetic field perpendicular to a direction of flow is produced. Said magnetic field has a first direction in relation to a first group of moments (V2, V2') and a second direction, which is opposite to the first direction, in relation to a second group of moments (V4, V4'), and it receives and evaluates a measuring signal which is arranged between two electrodes and which is perpendicular to the magnetic field and to the direction of flow. The aim of the invention is to keep errors in the measuring result to a minimum. A first sequence of magnetic field blocks (V2, V4) and subsequently a second, temporal simultaneous sequence of magnetic field blocks (V2', V4') are produced. The magnetic field in each magnetic field block (V2', V4') in the second sequence is oriented in the opposite direction to the corresponding magnetic field block (V2, V4) in the first sequence, and the measuring signals from the two sequences are combined.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Rechenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zum Betreiben eines magnetisch-induktiven Durchflussmessers angegeben, bei dem man senkrecht zu einer Durchflussrichtung ein Magnetfeld erzeugt, das zu einer ersten Gruppe von Zeitpunkten (V2, V2') eine erste Richtung und zu einer zweiten Gruppe von Zeitpunkten (V4, V4') eine zweite, der ersten Richtung entgegengesetzte Richtung aufweist, und senkrecht zum Magnetfeld und senkrecht zur Durchflussrichtung ein Messsignal zwischen zwei Elektroden abnimmt und auswertet. Man möchte einen Fehler im Messergebnis klein halten. Hierzu erzeugt man eine erste Sequenz von Magnetfeldblöcken (V2, V4) und danach eine zweite, zeitlich gleichartige Sequenz von Magnetfeldblöcken (V2', V4'), wobei in der zweiten Sequenz das Magnetfeld in jedem Magnetfeldblock (V2', V4') entgegengesetzt zum entsprechenden Magnetfeldblock (V2, V4) in der ersten Sequenz gerichtet ist, und man die Messsignale aus beiden Sequenzen miteinander verknüpft.

Beschreibung

Verfahren zum Betreiben eines magnetisch-induktiven Durchflussmessers

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines magnetisch-induktiven Durchflussmessers, bei dem man senkrecht zu einer Durchflussrichtung ein Magnetfeld erzeugt, das zu einer ersten Gruppe von Zeitpunkten eine erste Richtung und zu einer zweiten Gruppe von Zeitpunkten eine zweite, der ersten Richtung entgegengesetzte Richtung aufweist, und senkrecht zum Magnetfeld und senkrecht zur Durchflussrichtung ein Messsignal zwischen zwei Elektroden abnimmt und auswertet.

Ein derartiges Verfahren ist beispielsweise aus US 4 648 279 bekannt. Hier wird das Magnetfeld dadurch erzeugt, dass eine Spulenanordnung in einem ersten Zeitraum mit Strom in einer ersten Richtung beaufschlagt wird, während in einem zweiten, späteren Zeitraum der Strom in die umgekehrte Richtung durch die Magnetspulen geschickt wird, so dass das Magnetfeld die entgegengesetzte Richtung hat. Zwischen diesen einzelnen "Pulsen" oder "Blöcken" werden jeweils Pausen eingelegt. Damit kann man Störeinstrahlungen beseitigen, indem die Elektrodensignale über einen Zeitraum integriert werden, der mindestens eine oder besser mehrere Perioden des Störsignals beträgt. Man erzeugt also eine Folge von Magnetfeldimpulsen, die sich kurz als "Pause-positiver Impuls - Pause-negativer Impuls" beschreiben lässt.

Eine ähnliche Vorgehensweise ist aus EP 1 079 212 A2 bekannt. Hier möchte man durch eine so genannte lückende Erregung der Magnetfeldspulen Energie einsparen. Hier wird ein Impulsmuster "positiver Impuls - negativer Impuls - Pause" verwendet.

Durchflussmesser sollten eine möglichst hohe Genauigkeit haben. Insbesondere sollte das Messsignal den Wert Null anzeigen, wenn kein Durchfluss vorhanden ist. ISO4064 beschreibt

eine Fehlergrenze für Durchflussmesser der Klasse C, die z. B. für Analysezwecke benutzt werden können. Solche Durchflussmesser müssen bei einer Strömung von 30 mm/s eine Genauigkeit von $\pm 2\%$ aufweisen.

Dies lässt sich bei einem Durchflussmesser, dessen Auswerteeinrichtung wiederholt an- und abgeschaltet wird, beispielsweise um Energie einzusparen, praktisch nicht erreichen. Insbesondere bei batteriebetriebenen Durchflussmessern wird die Elektronik in solchen Zeiträumen, in denen keine Messung vorgenommen werden soll, abgeschaltet. Jedes Mal, wenn die "Elektronik" wieder eingeschaltet wird, ergibt sich ein unerwünschter exponentieller Einschwingverlauf des Messsignals. Unter anderem trägt ein Aufbau einer elektrischen Ladungsschicht auf den Elektroden zu diesem Einschwingen des Messsignals bei. Man nimmt an, dass eine Ladungsschicht auf den Elektroden verschwindet, wenn über eine gewisse Zeit kein Messsignal abgenommen und kein Magnetfeld erzeugt wird. Wenn die Auswerteeinrichtung wieder eingeschaltet wird, dann läuft ein Vorspannstrom im Vorverstärker und dieser Strom erzeugt eine Spannung an den Elektroden. Hierdurch wird die Ladungsschicht wieder aufgebaut und dadurch folgt das Messsignal am Beginn der Messung einem exponentiellen Verlauf, d. h. es fängt mit einer höheren Spannung an und fällt dann mit der Zeit ab, oder es fängt mit einer tieferen Spannung an und nimmt mit der Zeit zu. Dieses Einschwingverhalten ist von der Impedanz des strömenden Mediums und dessen Temperatur, aber auch vom Material der Elektrode abhängig.

Wenn man dieses Einschwingverhalten außer acht lässt, ergibt sich ein Fehler des Messsignals, der während der Einschwingdauer eine Größenordnung von 2 bis 3 mm/s erreichen kann. Mit anderen Worten wäre dies ein Fehler von etwa 10%.

Batteriebetriebene Durchflussmesser haben nur einen geringen Energievorrat zur Verfügung. Dennoch wünscht man, dass sie längere Lebensdauern erreichen sollen, beispielsweise sieben

Jahre. Der Strom, mit dem die Magnetfeldspulen erzeugt werden, muss somit sehr niedrig gehalten werden, typischerweise etwa 20 m/A. Dies hat wiederum ein sehr kleines Messsignal zur Folge, d. h. einen geringen Rauschabstand.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Fehler im Messergebnis klein zu halten.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass man eine erste Sequenz von Magnetfeldblöcken und danach eine zweite, zeitlich gleichartige Sequenz von Magnetfeldblöcken erzeugt, wobei in der zweiten Sequenz das Magnetfeld in jedem Magnetfeldblock entgegengesetzt zum entsprechenden Magnetfeldblock in der ersten Sequenz gerichtet ist, und man die Messsignale aus beiden Sequenzen miteinander verknüpft.

Der Begriff "Magnetfeldblock" wird mit der gleichen Bedeutung verwendet wie der Begriff "Magnetfeldimpuls". Die Magnetfeldblöcke oder -impulse können aber durchaus eine gewisse zeitliche Länge haben. In einem Magnetfeldimpuls wird der Strom für eine vorbestimmte Zeit durch die Magnetspulenordnung geleitet, um das Magnetfeld zu erzeugen. Für die nachfolgende Betrachtungsweise soll vereinfachend angenommen werden, dass es sich um Rechteck-Blöcke handelt, auch wenn dies nicht vollständig der Realität entsprechen muss.

In der ersten Sequenz von Magnetfeldblöcken hat das Magnetfeld beispielsweise zuerst die erste Richtung und dann die zweite Richtung. In der zweiten Sequenz hat das Magnetfeld dann zuerst die zweite Richtung und dann die erste Richtung. Wenn man nun diese Anregung auf den exponentiellen Verlauf des Messsignals überlagert, dann kann man durch eine entsprechende Verknüpfung der Ausgangssignale aus beiden Sequenzen dafür sorgen, dass der durch den exponentiellen Verlauf verursachte Fehler verschwindet. Dieser Fehler macht sich beispielsweise in der ersten Sequenz mit einer positiven Abwei-

chung bemerkbar, während er in der zweiten Sequenz mit einer negativen Abweichung auftritt. Da beide Sequenzen den gleichen Verlauf haben, ist anzunehmen, dass der Fehler in positiver Richtung und in negativer Richtung jeweils etwa die gleiche Größe hat. Durch eine Zusammenfassung der Messsignale kann man diesen Fehler daher zumindest weitgehend eliminieren.

Vorzugsweise verwendet man in jeder Sequenz genauso viele Magnetfeldblöcke mit einem Magnetfeld in die erste Richtung wie Magnetfeldblöcke mit einem Magnetfeld in die zweite Richtung. Mit anderen Worten weist jede Sequenz insgesamt eine gerade Anzahl von Magnetfeldblöcken auf. Damit wird zweierlei erreicht. Zum einen lässt sich bereits innerhalb einer jeden Sequenz eine Nullpunktkompensierung durchführen. Zum anderen wird der durch den exponentiellen Verlauf des Messsignals auftretende Fehler tatsächlich zuverlässig eliminiert.

Vorzugsweise verwendet man in jeder Sequenz genau einen Magnetfeldblock in jede Richtung. Eine Sequenz, die genau zwei Magnetfeldblöcke aufweist, reicht aus, um eine Messung mit der erforderlichen Genauigkeit durchzuführen, wenn man zwei Sequenzen miteinander kombiniert.

Vorzugsweise ordnet man zwischen den Magnetfeldblöcken eine Pause an. Diese entspricht dann unter diesem Gesichtspunkt im Wesentlichen der Vorgehensweise aus US 4 648 279. Man kann damit Störeinstrahlungen eliminieren.

Vorzugsweise beginnt man jede Sequenz mit einer Pause. Mit anderen Worten gibt man beim Einschalten noch keinen Strom auf die Magnetspulen, sondern schaltet zunächst einmal die Verstärkeranordnung ein. Dabei ergibt sich, wie oben geschildert, ein "Leerlaufsignal" mit einem exponentiellen Verlauf. Wenn man die Sequenz mit der Pause beginnen lässt, dann erhält man ein Messsignal mit einer geringeren Störung durch

den exponentiellen Verlauf, kann aber das Leerlaufsignal zur Auswertung mit verwenden.

Bevorzugterweise wählt man die Pause zu Beginn der Sequenz genau so lange, wie die Pause zwischen den Magnetfeldblöcken. Damit ergeben sich auch innerhalb einer Sequenz praktisch symmetrische Verhältnisse, die man zur Unterdrückung eines Nullpunktfehlers positiv verwenden kann.

Auch ist von Vorteil, wenn man jede Sequenz mit einem Magnetfeldblock beginnt und mit einer Pause abschließt. Mit dieser Sequenz erreicht man Messwerte mit größeren Amplituden. Dies ist bei amplitudenmäßig kleineren Elektrodensignalen günstig.

Vorzugsweise bildet man für jeden Magnetfeldblock und jede Pause eine Vielzahl von Abtastwerten des Messsignals. Man beschränkt sich also bei der Auswertung des Messsignals nicht auf die Zeiten, in denen ein Magnetfeld erzeugt wird. Darüber hinaus wird das Messsignal analog/digital-gewandelt, was eine Auswertung des Messsignals durch eine Recheneinrichtung erleichtert.

Hierbei ist bevorzugt, dass man in jedem Magnetfeldblock eine Einschwingzeit abwartet, bevor man Abtastwerte bildet. Der Aufbau des Magnetfeldes benötigt eine gewisse Zeit, in der das Messsignal ohnehin nicht richtig zu gebrauchen wäre. Wenn man nun die Einschwingzeit abwartet, dann umgeht man dieses Problem auf elegante Weise.

Bevorzugterweise bildet man für jeden Magnetfeldblock und jede Pause jeweils einen Mittelwert des Messsignals. Man konzentriert also sozusagen das Messsignal auf einen Wert. Die wenigen Werte lassen sich später leichter handhaben.

Hierbei ist bevorzugt, dass man für jede Sequenz aus den Mittelwerten einen Sequenz-Mittelwert bildet und aus den Sequenz-Mittelwerten von zwei aufeinanderfolgenden Sequenzen

einen Messwert. Dies ist eine relativ einfache Vorgehensweise, um aus dem Messsignal den Messwert zu ermitteln.

Bevorzugterweise wartet man zwischen zwei Sequenzen eine Wartezeit ab, die länger als eine Sequenz ist. Dadurch schafft man für jede Sequenz praktisch wieder die gleichen Bedingungen.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung näher beschrieben. Hierin zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines magnetisch-induktiven Durchflussmessers und

Fig. 2 zwei Messsignale erzeugt durch zwei Magnetblock-Sequenzen.

Ein magnetisch-induktiver Durchflussmesser 1 wird von einer schematisch dargestellten Batterie 2 mit elektrischer Energie versorgt. Da die Batterie 2 nur einen begrenzten Energievorrat hat, wird der Durchflussmesser nicht kontinuierlich betrieben, sondern in vorbestimmten Zeitabschnitten, zwischen denen Pausen angeordnet sind. Zu Beginn eines Messabschnitts wird die "Elektronik" des Durchflussmessers 1 eingeschaltet. Unter "Elektronik" werden die elektrischen Komponenten zusammengefasst, die an der Messung beteiligt sind.

Der Durchflussmesser 1 weist, wie das nur schematisch dargestellt ist, eine Messstrecke 3 in einem Rohr 4 auf, durch die ein Fluid senkrecht zur Zeichenebene strömen kann. Eine Spulenordnung mit zwei Magnetspulen 5, 6 erzeugt ein Magnetfeld senkrecht zur Durchströmungsrichtung. Die Magnetspulen 5, 6 werden durch eine schematisch dargestellte Stromquelle 7 gespeist. Die Stromquelle 7 wird durch eine Steuereinrichtung 8 angesteuert.

Senkrecht zum Magnetfeld und senkrecht zur Durchflussrichtung sind zwei Elektroden 9, 10 am Messrohr 4 angeordnet. Zwischen den Elektroden 9, 10 lässt sich ein Messsignal abgreifen, wenn ein Fluid durch die Messstrecke 3 strömt und gleichzeitig durch die Magnetspulen 5, 6 ein Magnetfeld erzeugt wird. Das Messsignal ist abhängig von der Strömungsgeschwindigkeit, dem Fluid und der Stärke und der Richtung des Magnetfelds.

Die Elektroden 9, 10 sind mit einer Auswerteeinrichtung 11 verbunden, die ebenfalls mit der Steuereinrichtung 8 verbunden ist und Informationen über die Ansteuerung der Stromquelle 7 und damit über die Richtung des von den Magnetspulen 5, 6 erzeugten Magnetfeldes erhält.

Die Auswerteeinrichtung 11 weist in nicht näher dargestellter Weise einen Analog/Digital-Wandler auf, der das Messsignal abtastet, eine Recheneinrichtung, die das Messsignal, wie unten beschrieben werden wird, auswertet, und einen Speicher, der Messwerte zu vorbestimmten Zeitpunkten abspeichert. Alternativ kann auch eine Anzeige vorgesehen sein, die die Messwerte anzeigt, oder ein Übertragungsausgang, der die Messwerte nach außen überträgt.

Wie oben erläutert, wird der Durchflussmesser 1 aufgrund der Versorgung durch die Batterie 2 ausgeschaltet, wenn keine Messungen vorgenommen werden sollen. Jedes Mal, wenn die Elektronik wieder eingeschaltet wird, ergibt sich ein unerwünschtes exponentielles Einschwingverhalten beim Messsignal. Man führt dies darauf zurück, dass sich auf den Elektroden 9, 10 zunächst eine elektrische Ladungsschicht aufbauen muss. Wenn über einen gewissen Zeitraum keine Messung vorgenommen wird, dann ist die Ladungsschicht an den Elektroden 9, 10 verschwunden. Wenn die Elektronik wieder eingeschaltet wird, läuft ein Vorspannstrom und dieser Strom erzeugt eine Spannung an den Elektroden. Hierdurch wird die Ladungsschicht wieder aufgebaut. Allerdings folgt das Messsignal nach dem Einschalten einem exponentiellen Verlauf, der mit einer höhe-

ren oder tieferen Spannung anfängt und mit der Zeit abfällt bzw. zunimmt. Dieses Einschwingverhalten ist von der Impedanz des strömenden Mediums und dessen Temperatur, aber auch vom Material der Elektroden 9, 10 abhängig. Dieses Einschwingverhalten kann im Grunde nicht unterdrückt werden. Erschwerend kommt hinzu, dass man aus Energieersparnisgründen für die Erzeugung des Magnetfelds nur relativ geringe Ströme durch die Magnetspulen 5, 6 leiten möchte, typischerweise um die 20 mA. Dies führt aber gleichzeitig zu einem kleinen Messsignal, d. h. einem relativ kleinen Störabstand.

Man verwendet daher eine Vorgehensweise, die anhand von Fig. 2 beschrieben werden soll. In Fig. 2 ist jeweils mit einer durchgezogenen Linie, die exponentiell abfällt, der Verlauf des Messsignals dargestellt, der sich im "Leerlauf" ergibt.

Nach dem Einschalten der Elektronik wird dieses Messsignal M zwar ausgewertet. Man erzeugt jedoch noch kein Magnetfeld. Man beginnt also jede der beiden in Fig. 2 dargestellten Sequenzen mit einer Pause V1 bzw. V1'. Danach erzeugt man in einem Abschnitt V2 bzw. V2' einen Magnetfeldblock. In einem Abschnitt V3 bzw. V3' ist wieder eine Pause und in einem Abschnitt V4 bzw. V4' wird wieder ein Magnetfeld erzeugt. Wie aus den Fig. 2a, 2b zu erkennen ist, gibt das Messsignal M das Auftreten der Magnetfelder entsprechend wieder.

Die beiden Sequenzen entsprechen sich zeitlich, d. h. die Zeiten der Pausenabschnitte V1, V1' bzw. V3, V3' und die Zeiten der Magnetfeldblöcke V2, V2' bzw. V4, V4' sind gleich. Allerdings hat das Magnetfeld in einander entsprechenden Abschnitten der Sequenzen jeweils eine entgegengesetzte Richtung. In der in Fig. 2a dargestellten ersten Sequenz ist das Magnetfeld im Abschnitt V2 beispielsweise von der Spule 5 zur Spule 6 gerichtet, während es im entsprechenden Abschnitt V2' der zweiten Sequenz von der Spule 6 zur Spule 5 gerichtet ist. Im nächsten Magnetfeldblock einer jeden Sequenz ist das

Magnetfeld genau in die entgegengesetzte Richtung gerichtet, d. h. im Abschnitt V4 von der Spule 6 zur Spule 5 und im Abschnitt V4' von der Spule 5 zur Spule 6. Dementsprechend macht das Messsignal M bei der ersten Sequenz der Fig. 2a im Abschnitt V2 einen Sprung nach oben und im Abschnitt V4 einen Sprung nach unten, während es bei der zweiten Sequenz nach Fig. 2b im Abschnitt V2' einen Sprung nach unten und im Abschnitt V4' einen Sprung nach oben macht.

Während der vier Zeitabschnitte V1 - V4 bzw. V1' - V4' der beiden Sequenzen wird das Messsignal M abgetastet, typischerweise hundert Mal in jeder Periode. Aus den abgetasteten Werten wird ein Mittelwert pro Zeitperiode errechnet, also insgesamt vier Mittelwerte pro Sequenz. Diese Mittelwerte sind als Blöcke schraffiert eingezeichnet. An dieser Stelle soll bemerkt werden, dass man zweckmäßigerweise nicht über die gesamten Magnetfeldblöcke V2, V4 bzw. V2', V4' abtastet, sondern eine Einschwingzeit abwartet. Dies ist jeweils durch eine gestrichelte Grenzlinie dargestellt.

Man erzeugt also in der ersten Sequenz ein Impulsmuster: Pause-positiver Impuls - Pause-negativer Impuls und später in der zweiten Sequenz ein Impulsmuster Pause-negativer Impuls - Pause-positiver Impuls.

Die erste Pause dauert beispielsweise 30 ms. Hier wird den Spulen 5, 6 keine Energie zugeführt. Im zweiten Zeitabschnitt V2, V2' werden die Spulen 5, 6 mit Strom versorgt und nach einer Einschwingpause von 10 ms wird das Messsignal M über 20 ms abgetastet. V2 bzw. V2' wird errechnet. In gleicher Weise verfährt man in den Zeitabschnitten V3, V4 bzw. V3', V4'. Das Magnetfeld ist somit in den beiden Perioden V2, V2' bzw. V4, V4' 30 ms aktiv, aber die Abtastung wird nur über 20 ms vorgenommen. Die gesamte Sequenzdauer ist dann $4 \times 30 \text{ ms} = 120 \text{ ms}$. Mit dieser Sequenz wird ein Notchfilter (Saugfilter) gebildet, der Nullpunkte im Frequenzspektrum bei 50 Hz und 50/3 Hz hat. Störeinstrahlungen vom 50 Hz-Netz wer-

den somit unterdrückt. Bei Änderungen der Länge der Zeitabschnitte können auch andere Nullpunkte gebildet werden.

Zwischen den beiden Sequenzen kann eine Zeit bis zu 15 s vergehen. Der Abstand zwischen zwei aufeinander folgenden Sequenzen sollte aber mindestens so groß sein wie die Dauer einer Sequenz, im vorliegenden Fall also 120 ms.

In der ersten Sequenz wird aus den Werten V_1 bis V_4 ein erster Sequenz-Mittelwert berechnet nach folgender Formel:

$$F = (V_2 - V_1 - V_4 + V_3)/2$$

In der zweiten Sequenz wird ein Mittelwert F' nach folgender Formel berechnet:

$$F' = (V_4' - V_3' - V_2' + V_1')/2.$$

Aus diesen beiden Sequenz-Mittelwerten berechnet man einen Messwert F'' nach folgender Formel:

$$F'' = (F + F')/2.$$

Hierdurch wird sowohl ein linearer Drift kompensiert, und zwar durch die Mittelwertbildung in einer Sequenz, als auch ein exponentieller Drift, und zwar durch die Mittelwertbildung über zwei Sequenzen. Hierdurch wird ein stabiler Nullpunkt erreicht.

Natürlich ist es auch möglich, in nicht näher dargestellter Weise jede Sequenz mit einem Magnetfeldblock beginnen zu lassen, um größere Amplituden zu erzielen. Dies ist bei kleinen Signalen von der Elektrodenanordnung von Vorteil.

Das Verfahren kann als Algorithmus in einem Mikrocontroller implementiert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines magnetisch-induktiven Durchflussmessers, bei dem man senkrecht zu einer Durchflussrichtung ein Magnetfeld erzeugt, das zu einer ersten Gruppe von Zeitpunkten eine erste Richtung und zu einer zweiten Gruppe von Zeitpunkten eine zweite, der ersten Richtung entgegengesetzte Richtung aufweist, und senkrecht zum Magnetfeld und senkrecht zur Durchflussrichtung ein Messsignal zwischen zwei Elektroden abnimmt und auswertet, dadurch gekennzeichnet, dass man eine erste Sequenz von Magnetfeldblocken (V2 - V4) und danach eine zweite, zeitlich gleichartige Sequenz von Magnetfeldblocken (V2', V4') erzeugt, wobei in der zweiten Sequenz das Magnetfeld in jedem Magnetfeldblock (V2', V4') entgegengesetzt zum entsprechenden Magnetfeldblock (V2, V4) in der ersten Sequenz gerichtet ist, und man die Messsignale aus beiden Sequenzen miteinander verknüpft.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man in jeder Sequenz genauso viele Magnetfeldblocke mit einem Magnetfeld in die erste Richtung wie Magnetfeldblocke mit einem Magnetfeld in die zweite Richtung verwendet.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass man in jeder Sequenz genau einen Magnetfeldblock in jede Richtung verwendet.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass man zwischen den Magnetfeldblocken (V2, V4; V2', V4') eine Pause (V3, V3') anordnet.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass man jede Sequenz mit einer Pause (V1, V1') beginnt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass man die Pause (V1, V1') zu Beginn der Sequenz genau so lange wie die Pause (V3, V3') zwischen den Magnetfeldblöcken (V2, V4; V2', V4') wählt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass man jede Sequenz mit einem Magnetfeldblock beginnt und mit einer Pause abschließt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass man für jeden Magnetfeldblock (V2, V4; V2', V4') und jede Pause (V1, V3; V1', V3') eine Vielzahl von Abtastwerten des Messsignals (M) bildet.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass man in jedem Magnetfeldblock eine Einschwingzeit abwartet, bevor man Abtastwerte bildet.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass man für jeden Magnetfeldblock und jede Pause jeweils einen Mittelwert des Messsignals (M) bildet.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass man für jede Sequenz aus den Mittelwerten einen Sequenz-Mittelwert (F, F') bildet und aus den Sequenz-Mittelwerten (F, F') von zwei aufeinander folgenden Sequenzen einen Messwert (F'').

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass man zwischen zwei Sequenzen eine Wartezeit abwartet, die länger als eine Sequenz ist.

FIG 1

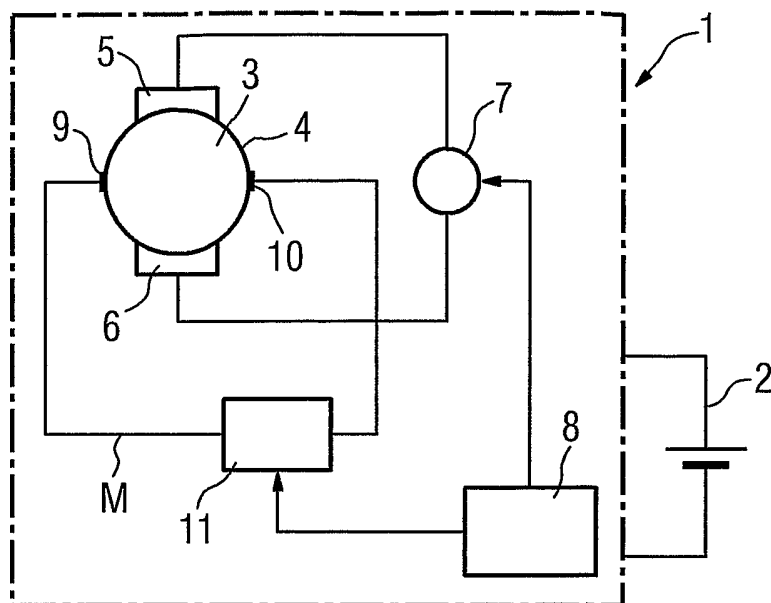


FIG 2a

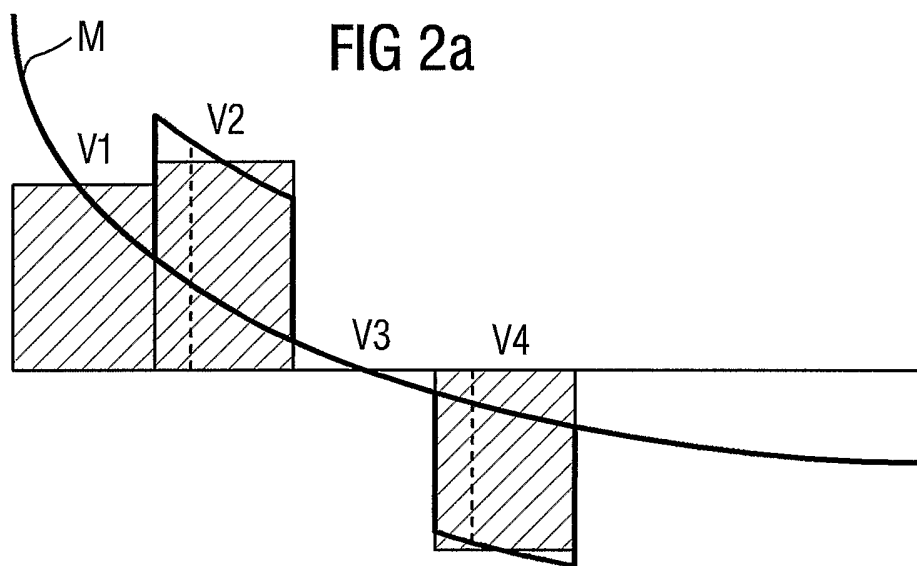


FIG 2b

