

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 1717/2006
(22) Anmeldetag: 16.10.2006
(45) Veröffentlicht am: 15.09.2010

(51) Int. Cl.⁸: **G05D 5/24** (2006.01)
G01R 27/26 (2006.01)
G01F 1/64 (2006.01)
G01F 1/708 (2006.01)
G01F 1/74 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
WO 2005/075945A US 6469524B
EP 1079203A1 WO 2002/44741A1
GB 2390683A

(73) Patentinhaber:
TECHNISCHE UNIVERSITÄT GRAZ
A-8010 GRAZ (AT)
FORSCHUNGSHOLDING TU GRAZ GMBH
A-8010 GRAZ (AT)

(72) Erfinder:
ZANGL HUBERT DR.
GRAZ (AT)
FUCHS ANTON DR.
GRAZ (AT)
BRETTERKLIEBER THOMAS DIPL.ING.
LIEBOCH (AT)
BRASSEUR GEORG DR.
WIEN (AT)

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM MESSEN ZWEIER TEILKAPAZITÄTEN

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung von Teilkapazitäten in kapazitiven Sensoren, wobei wenigstens zwei Messsignale erzeugt werden, die zueinander phasenverschoben sind, diese Messsignale wenigstens zwei Sendelektroden zugeführt werden, das an einer Messelektrode empfangene Signale nach I und Q ausgewertet wird und die I und Q Signale einer Auswerteeinheit zugeführt werden, die den Teilkapazitäten zwischen den Sendelektroden und der Messelektrode proportionale Werte bestimmt.

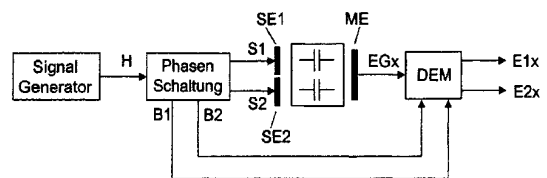


Fig. 4

Beschreibung

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM MESSEN ZWEIER TEILKAPAZITÄTEN

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Messen zweier, zwischen je einer Sendeelektrode und zumindest einer Empfangselektrode vorliegender Teilkapazitäten in kapazitiven Sensoren unter Verwendung eines Wechselstrom-Messsignals, das den Sendeelektroden zugeführt wird, wobei ein an einer Empfangselektrode auftretendes Empfangssignal in einem Demodulator ausgewertet wird.

[0002] Ein Verfahren dieser Art ist aus der WO2005/075945 A2 bekannt geworden. Dieses Dokument beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bestimmen von Strömungsparametern, wobei zwei Sendelektrodenanordnungen stromauf bzw. stromab einer Empfangselektrodenanordnung verwendet werden, welche die durch Verschiebestrome entstehenden Empfangssignale erfasst, die einer zeitdiskreten Kreuzkorrelation unterworfen werden. Den Sendelektrodenanordnungen werden dabei Wechselspannungssignale zeitlich gesteuert zugeführt.

[0003] Die US 6,469,524 B1 beschreibt einen Näherungssensor, bei welchem einer Elektrode ein Wechselspannungssignal eines Signalgenerators zugeführt wird und das bei Annäherung z.B. einer Hand an einer zweiten Elektrode entstehende Signal zusammen mit einem um 90° verschobenen Signal des Signalgenerators einem Synchrondetektor zugeführt wird, welcher die Änderung der Kapazität zwischen den Elektroden detektiert. Da nur eine Sendeelektrode verwendet wird, liefert das verwendete Verfahren keine weitere Information als den Kapazitätswert.

[0004] Ein aus der GB 2 390 683 A bekannt gewordenes Verfahren dient zur Überwachung der Flussrate einer Mehrphasenströmung. Dabei werden durch Kapazitätstomographie unter Verwendung von beispielsweise acht um den Umfang einer Leitung verteilter Elektrodenbilder in Datensätzen mit drei unterschiedlichen Bildfrequenzen erzeugt und diese Datensätze durch Kreuzkorrelation verarbeitet, um einen vierten, die Fließgeschwindigkeit repräsentierenden Datensatz zu erhalten. Hard- und softwaremäßig ist dieses Verfahren für viele Anwendungen zu aufwändig.

[0005] Ein weiteres bekanntes Verfahren zur Ermittlung von Kopplungskapazitäten in kapazitiven Sensoren ist das Trägerfrequenzverfahren (siehe z.B. „Capacitive Sensors - Design and Application“, L.K. Baxter, IEEE Press, 1997). Dabei wird im einfachsten Fall einer Sendeelektrode ein Sendesignal mit einer bestimmten Frequenz (der Trägerfrequenz) zugeführt. Auf einer Empfangselektrode, die niederohmig mit Masse verbunden ist, wird mit geeigneten Verfahren der Strom oder die induzierte Ladung gemessen. Dieser Strom (die Ladung) ist der Größe der Kopplungskapazität proportional. Die Messung des Strom kann dabei so erfolgen, dass sowohl der Anteil I des Stroms, der in Phase mit dem Sendesignal ist als auch der Anteil Q des Stromes, der gegenüber dem Sendesignal um einen Phasenwinkel Φ verschoben ist, bestimmt wird.

[0006] Praktische Ausführungsformen kapazitiver Sensoren benutzen zumeist mehrere Elektroden um beispielsweise Störeinflüsse ausgleichen zu können oder räumliche Auflösung zu ermöglichen. Es ist daher meist erforderlich, dass mehrere Kopplungskapazitäten gemessen werden. Typischerweise werden bei Trägerfrequenzsystemen dazu zeitlich sequentiell einzelne oder mehrere Elektroden mit einem Sendesignal angesteuert und auf anderen Elektroden die empfangenen Signale nacheinander ausgewertet.

[0007] Eine schnellere Alternative ist dadurch gegeben, dass mehrere Elektroden in unterschiedlichen Frequenzbereichen angesteuert werden, das heißt dass mehrere Elektroden mit mehreren Sendesignalen unterschiedlicher Frequenzen gleichzeitig angesteuert werden. Der Nachteil dieses Ansatzes ist ein wesentlich größerer schaltungstechnischer Aufwand, da die Empfängerschaltungen mehrere Frequenzen empfangen und auswerten muss. Weiters ist es bei kapazitiven Sensoren äußerst wichtig, dass alle Teilkapazitäten unter den selben Rahmenbedingungen ermittelt werden, weil nur dadurch parasitäre Effekte durch Anwendung von ratio-metrischen Messverfahren kompensiert werden können. Da bei kapazitiven Sensoren Emp-

fangssignale auch von der Frequenz des Sendesignals abhängen, bringt der Ansatz der Ansteuerung mit unterschiedlichen Frequenzen hier Nachteile mit sich. Befindet sich im Messvolumen ein Medium mit stark frequenzabhängigen Materialeigenschaften, ist diese Alternative ungeeignet.

[0008] Eine Aufgabe der Erfindung liegt darin, bei dem bekannten Verfahren die Messgeschwindigkeit zu erhöhen, ohne jedoch die gewonnene Information zu vermindern.

[0009] Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Auswertung des Empfangssignals durch das I&Q - Verfahren erfolgt, aus einem Basis-Hilfssignal bestimmter Frequenz einerseits zwei, bezüglich dieses Basissignals unterschiedlich phasenverschobene Sendesignale und andererseits zwei unterschiedlich phasenverschobene Referenz-Basis-signale abgeleitet werden, die beiden Sendesignale gleichzeitig an die Sendelektroden gelegt werden und sowohl das Empfangssignal als auch die beiden Referenzsignale dem Demodulator zugeführt werden, wobei aus dem Empfangssignal im Demodulator die Anteile in Richtung der Referenz-Basissignale ermittelt werden und daraus mittels Koordinatentransformation ein Maß für die beiden Teilkapazitäten ermittelt wird.

[0010] Neben der erhöhten Messgeschwindigkeit ergibt sich ein weiterer Vorteil der Erfindung gegenüber bekannten Ansätzen dadurch, dass auch bei zeitlichen Veränderungen der Phasenbeziehungen, wie sie durch Drift, Alterung oder andere Umwelteinflüsse entstehen können, durch gelegentliche Wiederholung der Initialisierungsphase eine Bestimmung der Teilkapazitäten möglich bleibt. Es wird lediglich eine Kurzzeitstabilität der Messschaltung gefordert.

[0011] Mit der vorliegenden Erfindung lässt sich die Geschwindigkeit der kapazitiven Messung verdoppeln, da zwei Sendelektroden gleichzeitig mit jeweils einem Sendesignal angesteuert werden können.

[0012] Eine vorteilhafte Variante des Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass in einer Initialisierungsphase zunächst eines der Sendesignale einer Sendelektrode zugeführt und sodann das zweite Sendesignal der zweiten Sendelektrode zugeführt wird, und das jeweilige Empfangssignal einerseits sowie die beiden Referenzsignale andererseits einem Demodulator zugeführt werden, in welchem die Anteile in Richtung der Referenzbasissignale ermittelt werden und die so erhaltenen Werte in einem Speicher abgelegt werden.

[0013] Eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens besitzt einen Signalgenerator, dessen Wechselspannungs-Ausgangssignal einer Phasenschaltung zur Bildung zweier Sendesignale und zweier Referenzsignale zugeführt ist, wobei die Sendesignale an zwei Sendelektroden gelegt sind, und eine, einen I/Q - Demodulator enthaltende Auswertereinheit zur Ermittlung der Signalanteile in Richtung der Referenz-Basissignale und einem Maß für die beiden Teilkapazitäten.

[0014] Dabei ist es vorteilhaft, wenn den beiden Sendelektroden eine gemeinsame Empfangselektrode zugeordnet ist.

[0015] Insbesondere kann den beiden Sendelektroden je eine Empfangselektrode zugeordnet sein und die beiden Elektroden können je mit den Eingängen eines Differenzverstärkers verbunden sein.

[0016] Eine praxisgerechte Weiterbildung der Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass die Sende/Empfangselektroden an einer Förderleitung für strömende Medien angeordnet sind.

[0017] Die Erfindung samt weiteren Vorteilen ist im Folgenden an Hand beispielsweise Ausführungsformen näher erläutert, welche in der Zeichnung veranschaulicht sind. In dieser zeigen:

[0018] Fig. 1 eine Ersatzdarstellung für kapazitive Sensoren mit zwei Sendelektroden und einer Messelektrode,

[0019] Fig. 2 eine Anordnung mit mehreren Sendelektroden,

[0020] Fig. 3abis 3c an Hand von Zeigerdiagrammen das erfindungsgemäße Verfahren,

[0021] Fig. 4 ein Blockschaltbild einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

[0022] Fig. 5 eine beispielsweise Schaltung zur Messung des Empfangssignals,

[0023] Fig. 6 eine Variante der Schaltung nach Fig. 5,

[0024] Fig. 7 in einer schematischen Darstellung die Anwendung der Erfindung auf die Durchflussmesstechnik und

[0025] Fig. 8 eine Variante der in Fig. 7 gezeigten Ausführung.

[0026] Figur 1 zeigt eine Ersatzdarstellung für kapazitive Sensoren. Es sind zwei Sendelektroden SE1 und SE2 vorhanden, die mit Messsignalen beaufschlagt werden. Es wird eine gemeinsame Messelektrode ME verwendet. Das Verfahren dient dazu, den Teilkapazitäten TK1 und TK2 proportionale Werte zu erhalten. Mit Hilfe der Formgebung der Elektroden SE1, SE2 und ME sowie der Masseflächen 3 können die räumlichen Empfindlichkeiten der jeweiligen Messaufgabe angepasst werden.

[0027] Figur 2 zeigt eine Erweiterung von Figur 1. Es können auch mehrere Sendelektroden SE1 bis SE4 verwendet werden, die gleichzeitig oder sequentiell oder gemischt angesteuert werden.

[0028] Grundsätzlich kann aus einem komplexen Wechsignalsignal sowohl die Information des Betrages als auch der Phase bestimmt werden. In dieser Anmeldung wird mehrfach die „Richtung“ von Signalen beschrieben. Darunter ist die in der Elektrotechnik gängige Zeigerdarstellung zu verstehen, mit der komplexe Signale mit Betrags- (d.h. Längen) und Phaseninformation (d.h. Winkel) in Form von Zeigern (Vektoren) dargestellt werden. Vektoren werden in Zusammenhang mit dieser Erfindung in der Beschreibung in der Beschreibung durch eine Unterstreichung gekennzeichnet.

[0029] In einem bekannten Koordinatensystem, das durch Basisvektoren beschrieben wird, kann ein solches Signal (Vektor) durch eine Linearkombination der Basisvektoren eindeutig beschrieben werden. Anders dargestellt lassen sich bei bekannten Basisvektoren zwei Informationen - nämlich die Längeneinrichtung der beiden Basisvektoren - mit Hilfe eines einzelnen komplexen Signals ausdrücken.

[0030] Wie in Figur 3a ersichtlich werden für das Senden aus einem Hilfssignal H die beiden Sendesignale S1 und S2 abgeleitet, die gleichzeitig an die beiden Sendelektroden angelegt werden. Aus diesem Hilfssignal H werden ebenfalls die beiden Basisvektoren bzw. Referenz-Basissignale B1 und B2 abgeleitet, wobei B1 mit H in Phase liegt. Für das Empfangen wird im einfachsten Fall davon ausgegangen, dass im Zeigerdiagramm die Richtung eines zu einer Teilkapazität gehörenden Empfangssignals E1 bzw. E2 bekannt ist, die Signale jedoch einen beliebigen Winkel zu den Referenz-Basissignalen B1 und B2 eines Demodulators einnehmen können.

[0031] Figur 3b zeigt, dass ein beliebiger Messwert EGa bei Kenntnis von E1 und E2 in die zu den Teilkapazitäten gehörenden Anteile E1a und E2a aufgetrennt werden kann. E1 und E2 bilden Basisvektoren für ein neues Koordinatensystem. Die dargestellten Komponenten E1a und E2a lassen sich dabei wie folgt beschreiben:

$$E1a = Ca_1 \cdot \begin{pmatrix} \underline{E1_{B1}} \\ \underline{E1_{B2}} \end{pmatrix}$$

$$E2a = Ca_2 \cdot \begin{pmatrix} \underline{E2_{B1}} \\ \underline{E2_{B2}} \end{pmatrix}$$

[0032] Der Index a bezeichnet dabei eine Realisierung.

[0033] In Figur 3c ist die Aufspaltung für geänderte Teilkapazitäten TK1 und TK2 dargestellt. Da die Basisvektoren als unveränderlich angenommen werden, können die Teilkapazitäten wiederum aus einer einzigen Messung ermittelt werden.

[0034] Wesentlich für die Erfindung ist, dass aus einem Hilfssignal H zwei Sendesignale S_1 und S_2 abgeleitet werden, wobei diese beiden Signale zueinander phasenverschoben sind. Die Richtungen der Signale S_1 und S_2 sind daher linear unabhängig. Ebenso werden aus dem Hilfssignal H die zwei Basisvektoren B_1 und B_2 (in den Ansprüchen bzw. der Beschreibung „Referenz-Basisvektoren“) bestimmt, wobei es zweckmäßig sein kann, einen der Basisvektoren in Richtung („in Phase“) des Hilfssignals H zu wählen. Der zweite Basisvektor muss linear unabhängig vom ersten sein. Betrag und Phase der Basisvektoren werden sowohl sendeseitig als auch empfangsseitig für die Messung benötigt.

[0035] Ein unmittelbar einleuchtender Vorteil der Erfindung liegt darin, dass zwei Teilkapazitäten gleichzeitig gemessen werden können, was auf eine Verdopplung der Messgeschwindigkeit hinausläuft. Dies wirkt sich natürlich bei Messungen in einer Strömung, die dynamisch erfolgen sollen, besonders günstig aus.

[0036] In jenen Fällen, bei welchen die genaue Phasenbeziehung der beiden Sendesignale sowie die Beziehung zum Hilfssignal unbekannt ist, wird zunächst in einer Initialisierungsphase nur eines der Sendesignale, S_1 , einer Elektrode zugeführt. Auf der Empfängerseite wird das Signal E_1 durch Bestimmung der Anteile E_{1B1} und E_{1B2} in der Auswerteeinheit (z.B. auf Basis eines Demodulators) ermittelt und abgespeichert. Im Anschluss daran wird das zweite Sendesignal, S_2 , der zweiten Sendeelektrode zugeführt und auf der Empfängerseite das Signal E_2 ebenfalls in E_{2B1} und E_{2B2} Anteile (siehe Fig. 3c) bestimmt und abgespeichert. Damit ist ein Übertragungssystem (d.h. eine Abbildung) der Sendesignale S_1 und S_2 auf Empfangssignale E_1 und E_2 eindeutig beschrieben. Die Vektoren E_1 und E_2 können damit empfangsseitig als Referenzkoordinatensystem verwendet werden (dargestellt durch die Anteile E_{1B1} und E_{1B2} sowie E_{2B1} und E_{2B2} in Richtung der Basisvektoren B_1 und B_2).

[0037] In der Messphase wird ein Signal EG an der Empfangselektrode aufgenommen (d.h. die Anteile EG_{B1} und EG_{B2} in Richtung der Basisvektoren B_1 und B_2) und in der Auswerteeinheit in die beiden Informationen der Längen in Richtung Basisvektoren zerlegt (wiederum ein Vektor). Der auf diese Weise ermittelte Vektor (EG_{B1} EG_{B2}) lässt sich in bekannter Weise mathematisch beschreiben als:

$$\begin{pmatrix} EG_{B1} \\ EG_{B2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E_{1B1} & E_{2B1} \\ E_{1B2} & E_{2B2} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} C_1 \\ C_2 \end{pmatrix}$$

[0038] Der gesuchte Vektor, dessen Komponenten den beiden Teilkapazitäten proportional ist, lässt sich demnach, gleichfalls bekanntermaßen, bestimmen als:

$$\begin{pmatrix} C_1 \\ C_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E_{1B1} & E_{2B1} \\ E_{1B2} & E_{2B2} \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} EG_{B1} \\ EG_{B2} \end{pmatrix}$$

[0039] Für den Fall dass die Phasenbeziehung zwischen den Sendesignalen S_1 und S_2 und ihre Beziehung zum Hilfssignal H bekannt sind, entfällt die beschriebene einmalige Initialisierungsphase zur Auffindung des Referenz-Koordinatensystems: Aus dem empfangenen Signal wird ein Teil B_1 , der mit dem Hilfssignal H in Phase liegt, bestimmt. Weiters wird aus dem empfangenen Signal ein Teil B_2 , der zu einem Hilfssignal H um 90 Grad phasenverschoben ist, bestimmt. Mit Hilfe der beschriebenen Koordinatentransformation ist es möglich, aus den ermittel-

ten Anteilen B_1 und B_2 die Kopplungskapazitäten zu den jeweiligen Sendelektroden zu bestimmen. Die Basisvektoren der Koordinatentransformation sind dabei durch die Phasenbeziehung der Sendesignale S_1 und S_2 und des Hilfssignals H bestimmt.

[0040] Figur 4 zeigt ein Blockdiagramm, das die Abläufe der Messung wie in vorliegender Erfindung beschrieben zusammenfasst. Ein Hilfssignal H wird mit Hilfe eines Signalgenerators erzeugt. In einer Phasenschaltung werden die Sendesignale S_1 und S_2 sowie die Basisvektoren B_1 und B_2 abgeleitet. Die Sendelektroden SE_1 und SE_2 werden gleichzeitig mit den Sendesignalen S_1 und S_2 beaufschlagt. Durch die Geometrie der Anordnung und zwischen Sendelektrode (ME) liegendem Medium bilden sich zu messende Kapazitäten aus. Der gemessene Strom (Ladung) E_{gx} kann unter Kenntnis der Basisvektoren B_1 und B_2 in die den Teilkapazitäten proportionale Anteile E_{1x} und E_{2x} zerlegt werden.

[0041] Figur 5 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform zur Messung des Empfangssignals. Es hat sich als vorteilhaft gezeigt, dass der Strom durch eine auf festem Potential gehaltenen Messelektrode erfasst wird. Eine praktische Realisierung, die vor allem im höheren Frequenzbereich ab einigen Megahertz eingesetzt wird, ist die Verwendung von Mess-Shunts gegen Masse, an denen der Spannungsabfall bestimmt wird. Unter der Voraussetzung einer im Vergleich zur Impedanz der zu messenden Teilkapazität kleinen Impedanz Z (zum Beispiel um einen Faktor 100) ist die an Z abfallende Spannung nahezu proportional dem Strom, der gegen Masse bei direkter Verbindung fließen würde. Auf diese Art kann eine zuverlässige Messung erreicht werden. Das Signal kann optional einem Verstärker AMP zugeführt werden, bevor daraus in einem Demodulator DEM in I und Q Anteile bestimmt werden. Diese werden einer Auswerteeinheit AE zugeführt, die daraus den Teilkapazitäten proportionale Werte bestimmt.

[0042] Figur 6 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform, in der zwei Messelektroden ME_1 und ME_2 verwendet werden. In diesem Fall ist das Differenzsignal zwischen den beiden, wiederum mittels Mess-Shunt mit Masse verbundenen Elektroden, ein günstiges Messsignal. Der optionale Verstärker AMP und der Demodulator DEM sind in diesem Fall differentiell ausgeführt, wodurch die Empfindlichkeit gegenüber äußeren Störungen reduziert werden kann.

[0043] Figur 7 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform zur Nutzung vorliegender Erfindung in der Durchflussmesstechnik. Der zeitliche Verlauf der beiden Teilkapazitäten zwischen SE_1 und ME_1 sowie zwischen SE_2 und ME_2 wird gleichzeitig wie beschrieben ermittelt. Die Änderungen in diesen Teilkapazitäten, die durch das durchfließende Medium verursacht werden, dienen zur korrelativen Bestimmung der Fördergeschwindigkeit.

[0044] Figur 8 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform unter Ausnutzung mehrerer Sendelektroden SE_1 bis SE_8 . Jeweils ein Paar von Sendelektroden kann dabei gleichzeitig mit Sendesignalen beaufschlagt und zur Messung der Teilkapazitäten verwendet werden. Durch die geometrisch bedingten veränderten Sensitivitäten dieser Ausführung kann eine räumliche Auflösung der Messung erzielt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Messen zweier, zwischen je einer Sendelektrode (SE1, SE2) und zumindest einer Empfangselektrode (ME; ME1, ME2) vorliegender Teilkapazitäten (TK1, TK2) in kapazitiven Sensoren unter Verwendung eines Wechselstrom-Messsignals, das den Sendelektroden zugeführt wird, wobei ein an einer Empfangselektrode auftretendes Empfangssignal in einem Demodulator (DEM) ausgewertet wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Auswertung des Empfangssignals (EGa, EGb) durch das I&Q - Verfahren erfolgt, aus einem Basis-Hilfssignal (H) bestimmter Frequenz einerseits zwei, bezüglich dieses Basissignals unterschiedlich phasenverschobene Sendesignale (S1, S2) und andererseits zwei unterschiedlich phasenverschobene Referenz-Basissignale (B1, B2) abgeleitet werden, die beiden Sendesignale gleichzeitig an die Sendelektroden (SE1, SE2) gelegt werden und sowohl das Empfangssignal (EGx, EGa, EGb) als auch die beiden Referenzsignale dem Demodulator (DEM) zugeführt werden, wobei aus dem Empfangssignal (EGx, EGa, EGb) im Demodulator (DEM) die Anteile (EG_{xB1} , EG_{xB2} , EG_{aB1} , EG_{aB2} , EG_{bB1} , EG_{bB2}) in Richtung der Referenz-Basissignale (B1 und B2) ermittelt werden und daraus mittels Koordinatentransformation ein Maß ($E1x$, $E2x$) für die beiden Teilkapazitäten ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einer Initialisierungsphase zunächst eines der Sendesignale (S1) einer Sendelektrode (SE1) zugeführt und sodann das zweite Sendesignal (S2) der zweiten Sendelektrode (SE2) zugeführt wird, und das jeweilige Empfangssignal (E1, E2) einerseits sowie die beiden Referenzsignale (B1 und B2) andererseits einem Demodulator (DEM) zugeführt werden, in welchem die Anteile ($E1_{B1}$, $E1_{B2}$, $E2_{B1}$, $E2_{B2}$) in Richtung der Referenz-Basissignale (B1 und B2) ermittelt werden und die so erhaltenen Werte in einem Speicher abgelegt werden.
3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, **gekennzeichnet durch** einen Signalgenerator (SGE), dessen Wechselspannungs-Ausgangssignal einer Phasenschaltung (PHS) zur Bildung zweier Sendesignale (S1, S2) und zweier Referenz-Basissignale (B1, B2) zugeführt ist, wobei die Sendesignale an zwei Sendelektroden (SE1, SE2) gelegt sind, und eine, einen I/Q-Demodulator (DEM) enthaltende Auswerteeinheit (AWE) zur Ermittlung der Signalanteile (EG_{xB1} , EG_{xB2} , EG_{aB1} , EG_{aB2} , EG_{bB1} , EG_{bB2}) in Richtung der Referenz-Basissignale und einem Maß ($E1x$, $E2x$) für die beiden Teilkapazitäten.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass den beiden Sendelektroden (SE1, SE2) eine gemeinsame Empfangselektrode (ME) zugeordnet ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass den beiden Sendelektroden (SE1, SE2) je eine Empfangselektrode (ME1, ME2) zugeordnet ist und die beiden Empfangselektroden je mit den Eingängen eines Differenzverstärkers (AMP) verbunden sind.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sendelektroden (SE1, SE2; ME) an einer Förderleitung für strömende Medien angeordnet sind.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen

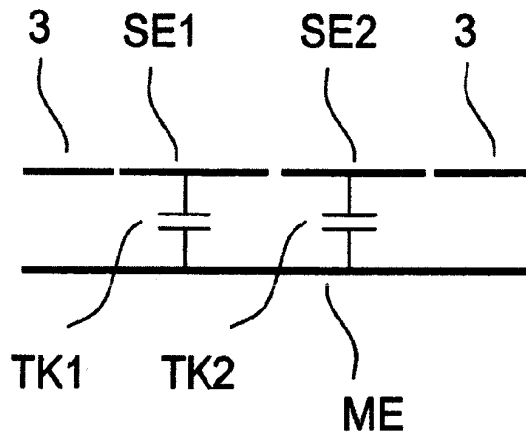


Fig. 1

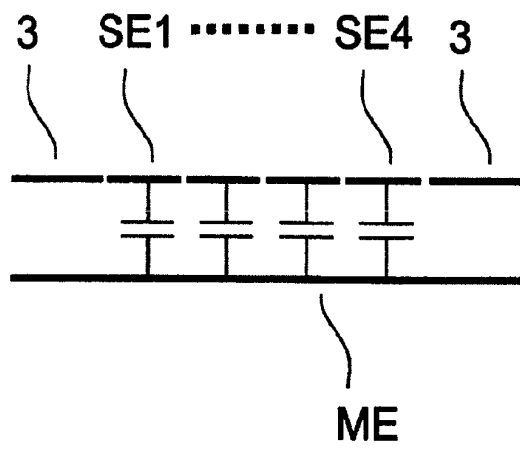
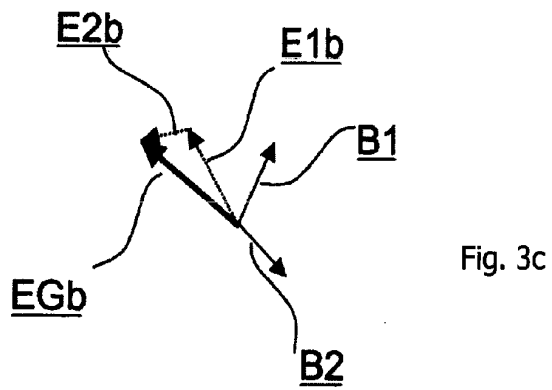
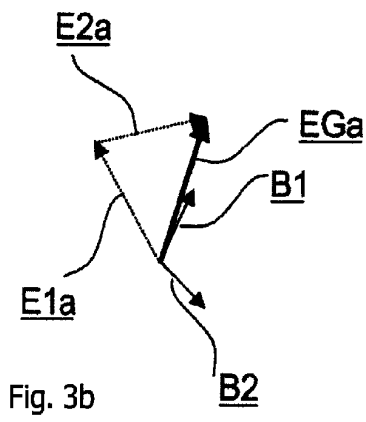
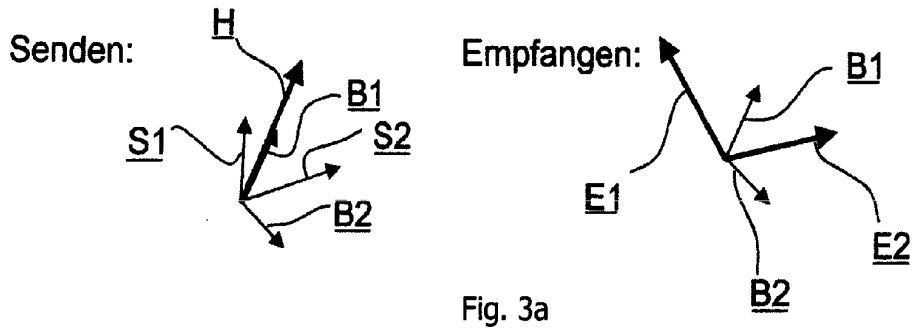


Fig. 2



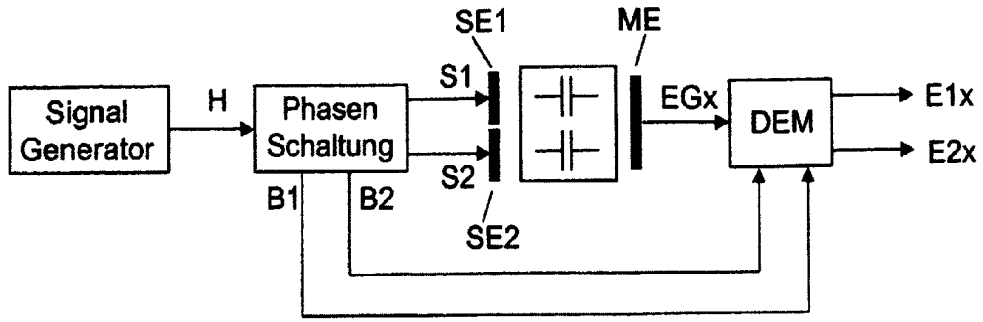


Fig. 4

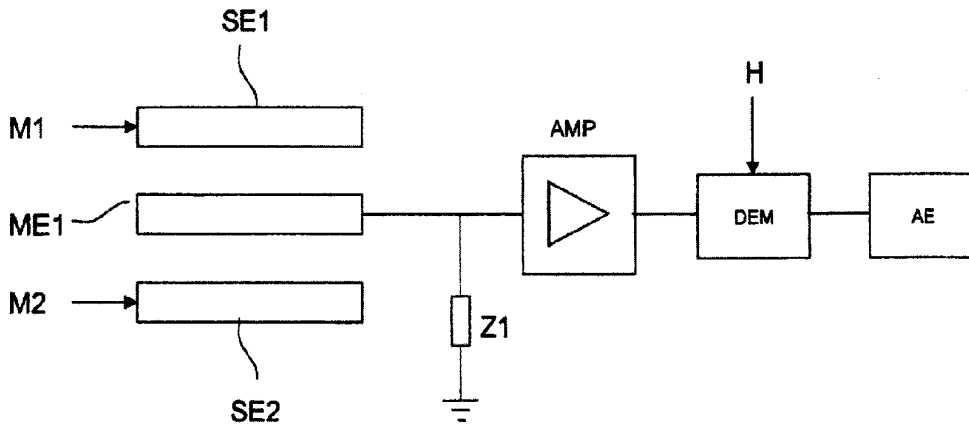


Fig. 5

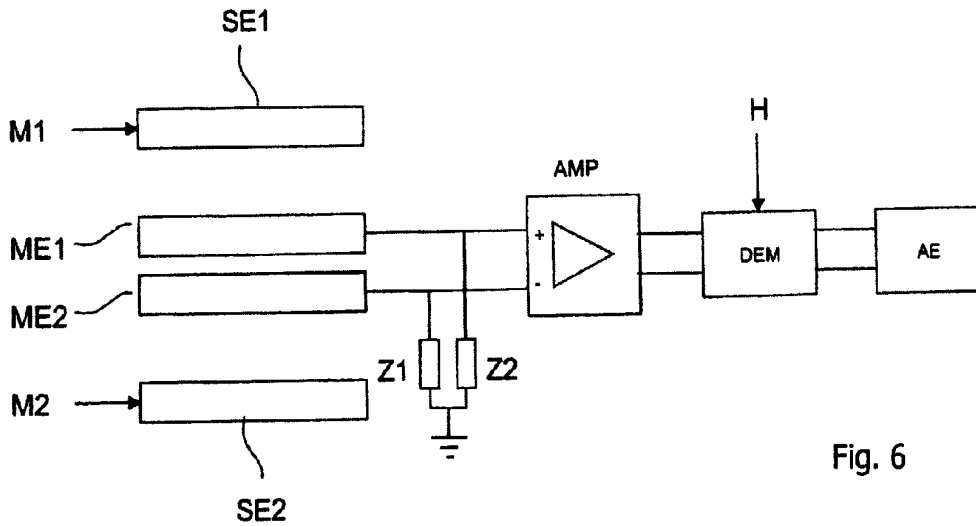


Fig. 6

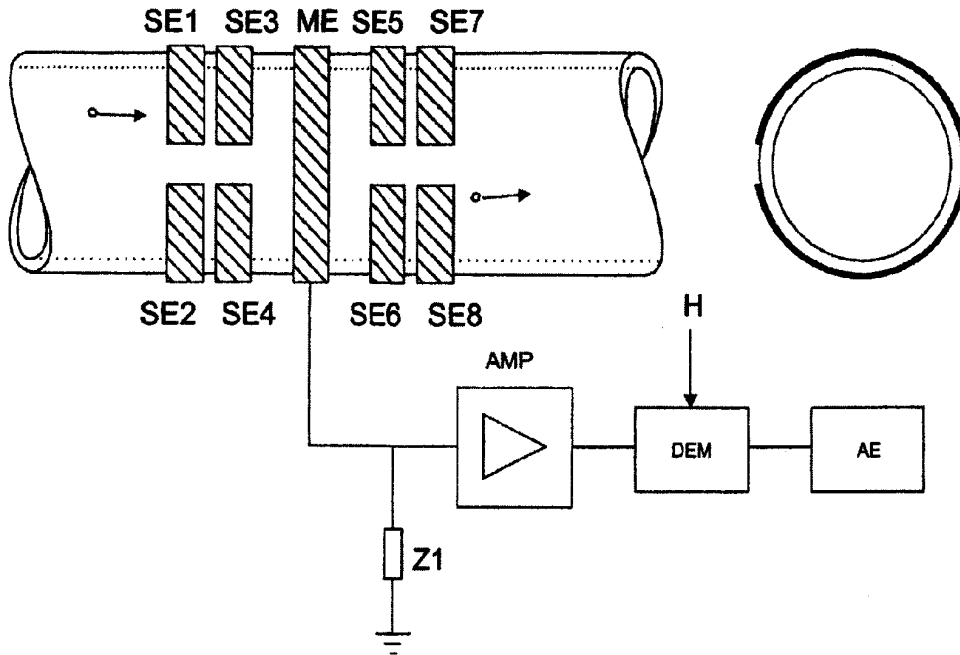


Fig. 8

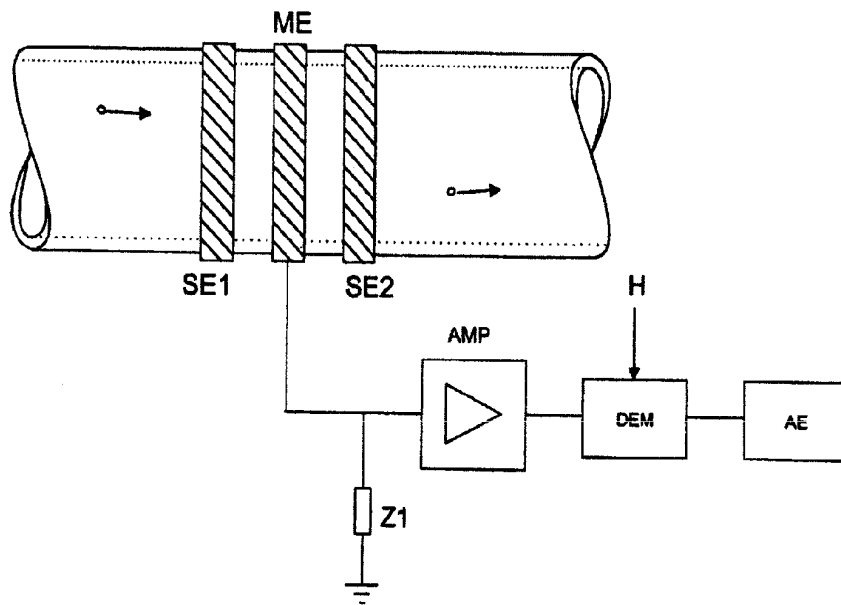


Fig. 7