

(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
1. November 2012 (01.11.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/146433 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01V 3/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/054101

(22) Internationales Anmeldedatum:
9. März 2012 (09.03.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 017 761.2
29. April 2011 (29.04.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach
30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **ZIBOLD, Tobias**
[DE/DE]; Vaihingerstr. 32, 70567 Stuttgart (DE).
ALBRECHT, Andrej [DE/DE]; Burgfelderstr. 6, 70567
Stuttgart (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**;
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, KM, 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, 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.

(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,
MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR LINE DETECTION

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR LEITUNGSDETEKTION

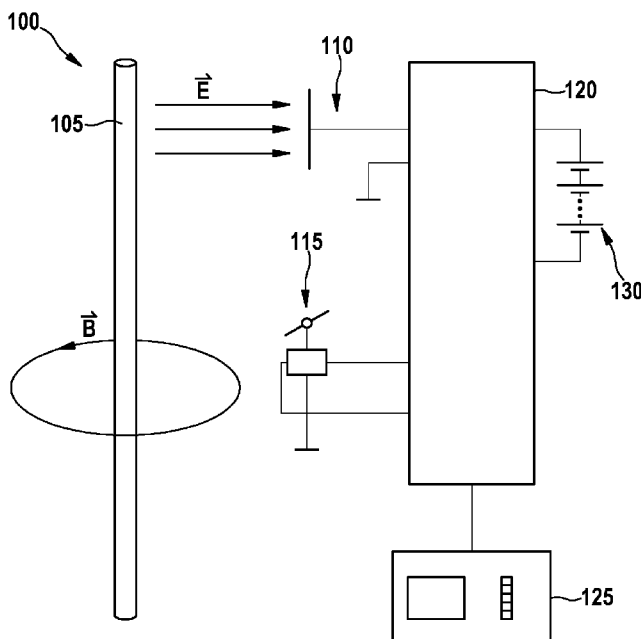


Fig. 1

(57) Abstract: A method for finding a conductor carrying AC voltage comprises steps of sensing an electrical field at a first measurement location, sensing a magnetic field at the first measurement location, determining a time offset between the sensed fields, comparing the determined offset with a reference offset and outputting advice of the conductor on the basis of the comparison. An apparatus for finding a conductor carrying AC voltage comprises a first sensor for sensing an electrical field at a first measurement location, a second sensor for sensing a magnetic field at the first measurement location, a processing device for determining a time offset between the sensed fields and an output device for outputting advice of the conductor. In this case, the processing device is set up to actuate the output device on the basis of a comparison between the determined offset and a reference offset.

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zum Auffinden eines wechsellspannungsführenden Leiters umfasst Schritte des Erfassens eines elektrischen Feldes an einem ersten Messort, des Erfassens eines magnetischen Feldes an dem ersten Messort, des Bestimmens eines zeitlichen Versatzes zwischen den erfassten Feldern, des Vergleichens des bestimmten Versatzes mit einem Referenz-Versatz

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Veröffentlicht:

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

und des Ausgebens eines Hinweises auf den Leiter in Abhängigkeit des Vergleichs. Eine Vorrichtung zum Auffinden eines wechsellspannungsführenden Leiters umfasst einen ersten Sensor zum Erfassen eines elektrischen Feldes an einem ersten Messort, einen zweiten Sensor zum Erfassen eines magnetischen Feldes an dem ersten Messort, eine Verarbeitungseinrichtung zum Bestimmen eines zeitlichen Versatzes zwischen den erfassten Feldern und eine Ausgabereinrichtung zur Ausgabe eines Hinweises auf den Leiter. Dabei ist die Verarbeitungseinrichtung dazu eingerichtet, die Ausgabereinrichtung in Abhängigkeit eines Vergleichs des bestimmten Versatzes mit einem Referenz-Versatz anzusteuern.

5 Beschreibung

Titel

Verfahren und Vorrichtung zur Leitungsdetektion

10 Die Erfindung betrifft eine Technik zum Auffinden eines wechsellspannungsführenden Leiters. Insbesondere betrifft die Erfindung eine Technik zum Auffinden eines wechsellspannungsführenden Leiters auf der Basis eines zeitlichen Versatzes von Komponenten eines komplexen Vektors.

15 Stand der Technik

Es sind Leitungsfinder bekannt, die auf der Basis eines elektrischen, kapazitiven oder magnetischen Feldes arbeiten. Jedes der drei Messprinzipien hat seine individuellen Stärken zur Erfassung eines Metallstücks, eines spannungsführenden
20 Leiters oder eines anderen metallischen Hindernisses, das beispielsweise in einer Hauswand verborgen ist und das aufgefunden werden soll, beispielsweise um eine Beschädigung des Hindernisses beim Bohren eines Lochs in die Hauswand zu vermeiden. Es sind auch Leitungssucher bekannt, die mehrere der genannten Messprinzipien kombinieren, beispielsweise um eine verbesserte Auflösung
25 oder eine eindeutigere Messung zu erzielen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Technik zum weiter verbesserten Auffinden eines wechsellspannungsführenden Leiters bereitzustellen.

30 Die Erfindung löst die Aufgabe mittels eines Verfahrens mit den Merkmalen von Anspruch 1, eines Computerprogrammprodukts mit den Merkmalen von Anspruch 6, einer Vorrichtung mit den Merkmalen von Anspruch 7 und eines Systems mit den Merkmalen von Anspruch 8. Unteransprüche geben bevorzugte Ausführungsformen wieder.

35

Offenbarung der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren, bzw. eine Vorrichtung nach diesem Verfahren ermöglicht eine bessere Detektion von Leitungen die unter üblichen Spannungen von beispielsweise 110V/220V/380V stehen, oder auch Niedervoltleitungen zu finden.

Kern der Erfindung ist es, das magnetische Feld zu messen, das einen komplexen Vektor darstellt der zum komplexen Strom durch die Leitung korrespondiert, und diesen in Beziehung zu dem gemessenem elektrischen Feld zu setzen, das die reelle Achse festlegt. Lässt man bewusst einen komplexen Strom durch die zu detektierenden Leitungen fließen, mit einem bekannten Winkel zur reellen Achse (E-Feld), so lässt sich dieser Strom von anderen Strömen unterscheiden und damit die Leitung von anderen Leitungen.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Auffinden eines wechselfrequenzführenden Leiters umfasst Schritte des Erfassens eines elektrischen Feldes an einem ersten Messort, des Erfassens eines magnetischen Feldes am ersten Messort, des Bestimmens eines zeitlichen Versatzes zwischen den erfassten Feldern, des Vergleichens des bestimmten zeitlichen Versatzes mit einem Referenz-Versatz und des Ausgebens eines Hinweises auf den Leiter in Abhängigkeit des Vergleichs. Wie einem Fachmann geläufig sein wird, kann der zeitliche Versatz äquivalent als absolute Zeit oder bezogen auf eine Wechselfrequenz des elektrischen bzw. des magnetischen Feldes als Phasenwinkel ausgedrückt werden. Im Rahmen dieser Anmeldung ist mit dem zeitlichen Versatz immer auch das Bild des Phasenwinkels zwischen den elektrischen und magnetischen Feldern gemeint.

Erfindungsgemäß ist es möglich, den wechselfrequenzführenden Leiter auf der Basis des bestimmten zeitlichen Versatzes sowohl zu erfassen als auch unter mehreren Leitern im Bereich des Messorts zu identifizieren. Durch passende Wahl des Referenz-Versatzes kann der Hinweis auf den Leiter beispielsweise dann gegeben werden, wenn der Versatz auf eine offene Leitung hinweist, das heißt, auf eine Leitung, durch die kein Wirkstrom fließt. In einer anderen Ausführungsform kann ein zeitlicher Versatz bekannt sein, der einem bestimmten wechselfrequenzführenden Leiter zugeordnet ist. Entspricht der bestimmte zeitliche

Versatz dem Referenz-Versatz hinreichend genau, so kann davon ausgegangen werden, dass sich der gesuchte Leiter im Bereich des Messorts befindet. Auf diese Weise ist es möglich, den bestimmten Leiter aufzufinden, ohne von eventuell vorhandenen weiteren wechsellspannungsführenden Leitern beeinflusst zu werden.

In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens kann auch ein zeitlicher Versatz zwischen den erfassten Feldern bei einer bekannten Frequenz, etwa 50Hz oder 60Hz, mit einem Referenzwert verglichen werden. Dadurch kann der Hinweis auf den Leiter auf der Basis der gleichen Informationen generiert werden, ohne formal die Phase zu bestimmen.

Der zeitliche Referenz-Versatz kann auf wenigstens zwei unterschiedliche Weisen bestimmt werden. In einer ersten Variante wird ein elektrisches Feld an einem zweiten Messort im Bereich des Leiters erfasst, ein magnetisches Feld am zweiten Messort erfasst und der Referenz-Versatz auf der Basis der am zweiten Messort erfassten Felder bestimmt. Der solchermaßen bestimmte Referenz-Versatz umfasst dabei alle potentiellen Messfehler, die eine anderweitige Bestimmung des Referenz-Versatzes beeinflussen können. Ein Verfolgen des Leiters bzw. ein Identifizieren eines anderen Abschnitts des Leiters kann dadurch erleichtert sein.

In einer zweiten Variante kann während des Erfassens der Felder ein Strom durch den Leiter erzeugt werden, der mit der Wechsellspannung am Leiter den Referenz-Versatz einschließt. Dabei kann der zeitliche Referenz-Versatz so gewählt werden, dass er sich von einem zeitlichen Versatz zwischen Strom und Spannung eines anderen Leiters unterscheidet. Dies kann dazu beitragen, eine Zuordnung eines Messorts zum Bereich des Leiters weniger anfällig zu gestalten. In einer Ausführungsform werden das elektrische und das magnetische Feld nacheinander erfasst. Je nach Messmethode des elektrischen und des magnetischen Feldes können so gegenseitige Beeinflussungen vermieden werden. Alternativ dazu können das elektrische und das magnetische Feld auch gleichzeitig erfasst werden. Dies kann es erleichtern, dafür zu sorgen, dass der betreffende Messort für das Magnetfeld der gleiche Messort wie der für das elektrische Feld ist.

Vorzugsweise wird der erste Messort entlang des wechsellspannungsführenden Leiters auf der Basis des Hinweises verschoben. Das auf den Leiter hinweisende Signal kann dafür so gestaltet sein, dass einem Benutzer ein Entfernen bzw. Annähern des Messorts an den Leiter angezeigt wird. Ein Verlauf des Leiters kann so auf einfache und zuverlässige Weise verfolgt werden. Dadurch kann es beispielsweise möglich sein, einen unvollständigen oder inkorrekten Stromlaufplan einer Installation zu korrigieren bzw. zu vervollständigen.

Nach einem weiteren Aspekt umfasst ein Computerprogrammprodukt Programmcodemittel zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens, wenn es auf eine Verarbeitungseinrichtung abläuft oder auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert ist.

Gemäß noch einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Auffinden eines wechsellspannungsführenden Leiters, wobei die Vorrichtung einen ersten Sensor zum Erfassen eines elektrischen Feldes an einem ersten Messort, einen zweiten Sensor zum Erfassen eines magnetischen Feldes an dem ersten Messort, eine Verarbeitungseinrichtung zum Bestimmen eines zeitlichen Versatzes zwischen den erfassten Feldern und eine Ausgabeeinrichtung zur Ausgabe eines Hinweises auf den Leiter. Die Verarbeitungseinrichtung kann den zeitlichen Versatz als absolute Zeit oder bezogen auf eine Wechselfrequenz des elektrischen bzw. magnetischen Feldes als Phasenwinkel bestimmen. Ferner ist die Verarbeitungseinrichtung dazu eingerichtet, die Ausgabeeinrichtung in Abhängigkeit eines Vergleichs des bestimmten Phasenwinkels mit einem vorbestimmten zeitlichen Referenz-Versatz anzusteuern.

Die Vorrichtung kann einerseits dazu verwendet werden, die wechsellspannungsführende Leitung aufzufinden. Andererseits kann die Vorrichtung auch dazu verwendet werden, einen bestimmten wechsellspannungsführenden Leiter unter mehreren wechsellspannungsführenden Leitern zu identifizieren bzw. unterschiedliche Abschnitte des Leiters aufzufinden. Insbesondere kann mittels der Vorrichtung eine Erstreckung des Leiters auch dann bestimmt werden, wenn der Leiter verborgen ist, beispielsweise als Leitung, die innerhalb einer Wand eines Gebäudes verläuft.

Gemäß noch eines weiteren Aspekts der Erfindung umfasst ein System zum Auffinden eines wechsellspannungsführenden Leiters die beschriebene Vorrichtung

sowie eine Einrichtung zur Erzeugung eines Stroms durch den Leiter, wobei der Strom mit der Wechselspannung am Leiter den Referenz-Versatz einschließt. Durch Wahl eines charakteristischen Referenz-Versatzes kann die Identifikation des Leiters weiter erleichtert sein.

Die Einrichtung kann den Referenz-Versatz zwischen Strom und Spannung aktiv oder passiv herstellen. In einer Ausführungsform umfasst die Einrichtung einen komplexen elektrischen Widerstand zur Verbindung mit dem Leiter. Da der Leiter eine Wechselspannung führt, fließt nach dem Anschließen des komplexen elektrischen Widerstands an den Leiter ein komplexer Strom, dessen Komponenten den Referenz-Versatz miteinander einschließen. So können die Vorteile des Auffindens des Leiters auf der Basis des zeitlichen Versatzes zwischen Strom und Spannung bzw. auf der Basis des Phasenwinkels zwischen elektrischem Feld und Magnetfeld mit den Vorteilen eines Sender- Empfänger-System zum Auffinden des Leiters kombiniert werden.

In einer besonders bevorzugten, einfachen Ausführungsform umfasst der komplexe elektrische Widerstand eine Induktivität und/oder einen Kondensator. Die Vorrichtung kann auf diese Weise besonders einfach und kostengünstig aufgebaut sein.

Kurze Beschreibung der Figuren

Die Erfindung wird nun mit Bezug auf die beigefügten Figuren genauer beschrieben, in denen:

Figur 1 eine Vorrichtung zum Auffinden eines wechselspannungsführenden Leiters;

Figur 2 eine graphische Darstellung eines Phasenwinkels;

Figur 3 ein System zum Auffinden eines wechselspannungsführenden Leiters; und

Figur 4 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Auffinden eines wechselspannungsführenden Leiters

darstellt.

Genaue Beschreibung von Ausführungsformen

Figur 1 beschreibt eine Vorrichtung 100 zum Auffinden eines wechsellspannungsführenden Leiters 105. Durch den Leiter 105 fließt ein Strom, so dass im Bereich des Leiters 105 ein elektrisches Feld E und ein magnetisches Feld B herrschen. Die Vorrichtung 100 umfasst einen elektrischen Feldsensor 110, einen magnetischen Feldsensor 115, eine Verarbeitungseinrichtung 120, eine Benutzerschnittstelle 125 und eine Batterie 130. Die Verarbeitungseinrichtung 120 ist mit den Feldsensoren 110 und 115 sowie mit der Benutzerschnittstelle 125 und der Batterie 130 verbunden.

Der elektrische Feldsensor 110 kann in Form einer metallisierten Fläche gebildet sein. Je nach dem, wie stark das elektrische Feld E ist, wird im elektrischen Feldsensor 110 zwischen der Fläche und einem Masseanschluss eine Spannung bewirkt, die von der Verarbeitungseinrichtung 120 als Signal abgetastet wird, das proportional zum elektrischen Feld ist.

Der magnetische Feldsensor 115 ist dazu eingerichtet, das Magnetfeld B zu bestimmen, das geometrisch senkrecht auf dem elektrischen Feld E steht. Wird kein Verbraucher in einem Stromkreis betrieben, der den Leiter 105 umfasst, so kann das magnetische Feld B sehr klein sein; aufgrund von parasitären Effekten ist jedoch das magnetische Feld B praktisch immer ausreichend groß, um durch einen empfindlichen magnetischen Feldsensor 115 messtechnisch erfassbar zu sein. Für den magnetischen Feldsensor 115 können unterschiedliche Technologien verwendet werden, beispielsweise ein Hall-Sensor, eine Förster-Sonde, eine GMR-, AMR-, CMR- oder TMR-Sonde. Es kann auch eine Magnetfeldsonde auf Basis einer Feldspule verwendet werden.

Der elektrische Feldsensor 110 und der magnetische Feldsensor 115 liegen vorzugsweise nahe aneinander, so dass das bestimmte elektrische Feld E und das bestimmte magnetische Feld B auf den gleichen Messort bezogen sind. Je nach Ausführung der Verarbeitungseinrichtung 120 und der Feldsensoren 110 und 115 können die Sensoren 110, 115 alternierend oder gleichzeitig zum Bestimmen der entsprechenden Felder angesteuert werden.

Die Benutzerschnittstelle 125 weist Ausgabe- und Bedienelemente für einen Benutzer der Vorrichtung 100 auf. Eine Ausgabe kann optisch, akustisch und/oder

haptisch erfolgen. Eine Eingabe zur Bedienung kann mittels dedizierter Taster bzw. Stelle erfolgen. Es kann auch eine fortgeschrittene Benutzerführung, beispielsweise in Form einer graphischen Ein- und Ausgabe erfolgen, wofür eine graphische Ausgabeeinrichtung und eine graphische Eingabeeinrichtung etwa in Form eines berührungsempfindlichen Bildschirms kombiniert sein können. Es kann auch eine weitere Schnittstelle umfasst sein, die zur Datenkommunikation mit einem anderen Gerät vorgesehen ist. Die weitere Schnittstelle kann drahtgebunden oder drahtlos, etwa als Bluetooth- WLAN- oder Wimax-Schnittstelle ausgeführt sein.

Die Verarbeitungseinrichtung 120 und ggf. die Feldsensoren 110 bzw. 115 werden vorzugsweise aus der Batterie 130 oder einem ähnlichen elektrischen Energiespeicher gespeist, der eine möglichst vollständige Entkopplung von einem Stromkreis erlaubt, der den Leiter 105 umfasst.

Die Verarbeitungseinrichtung 120 ist vorzugsweise auf der Basis eines programmierbaren Mikrocomputers aufgebaut und dazu eingerichtet, einen zeitlichen Versatz zwischen dem elektrischen Feld E und dem magnetischen Feld B in Form einer Zeit oder eines Phasenwinkels zu bestimmen und den wechsellspannungsführenden Leiter 105 auf der Basis des bestimmten zeitlichen Versatzes zwischen den bestimmten Feldern zu identifizieren.

Figur 2 zeigt ein Diagramm 200 mit einer Darstellung eines Phasenwinkels am Leiter 105 aus Figur 1. In horizontaler Richtung ist ein Realteil und in vertikaler Richtung ein Imaginärteil angetragen.

Ist der Leiter 105 Teil eines elektrischen Stromkreises, der einen komplexen elektrischen Widerstand umfasst, so stellt sich in Abhängigkeit des komplexen Widerstands ein Phasenwinkel φ zwischen der Spannung am Leiter 105 und dem Strom durch den Leiter 105 ein. Das elektrische Feld E ist proportional zur Spannung am Leiter 105 und das magnetische Feld B ist proportional zum Strom durch den Leiter 105. Der gleiche Phasenwinkel φ wird daher zwischen zeitlich zueinander korrespondierenden Messwerten der Feldsensoren 110 und 115 eingeschlossen.

Im Diagramm 200 entspricht ein erster Vektor 205 qualitativ einem Messwert des elektrischen Feldsensors 110 und ein zweiter Vektor 210 qualitativ einem Mess-

wert des magnetischen Feldsensors 115. Die Vektoren 205 und 210 schließen zwischen sich den Phasenwinkel φ ein. Es zu beachten, dass die Phasenbeziehung zwischen den Vektoren 205 und 210 bzw. den Messwerten der Sensoren 110 und 115 zeitlicher Natur ist und auf einer Wechselfrequenz der Wechselspannung basiert, die am Leiter 105 anliegt.

In einer anschaulichen Interpretation besteht der zweite Vektor 210, der zum Magnetfeld B korrespondiert, aus einem ersten Anteil, der in Verlauf der Real-Achse des Diagramms 200 verläuft, und einem zweiten Anteil, der in Richtung der Imaginär-Achse des Diagramms 200 verläuft. Der Vektor 210 bildet sich durch Addition des ersten mit dem zweiten Teil. Der erste Teil wird auch Wirkstrom, der zweite Teil Blindstrom genannt. Umfasst der komplexe Widerstand ausschließlich einem ohmschen Verbraucher, wie beispielsweise einen elektrischen Grill, so ist der Blindstrom minimal, der Wirkstrom maximal und der Phasenwinkel φ liegt bei annähernd 0° . Ist der komplexe Widerstand unendlich groß, beispielsweise im Fall einer offenen Leitung 105, so ist der Blindstrom maximal, der Wirkstrom minimal und der Phasenwinkel φ liegt nahe 90° . Aufgrund parasitärer Kapazitäten und anderer, kaum vermeidbare Effekte im Bereich des Leiters 105 erreicht der Phasenwinkel φ im Allgemeinen weder 0° noch 90° vollständig.

Im Allgemeinen handelt es sich bei dem komplexen Widerstand um einen Verbraucher, der eine Kombination aus einem ohmschen Widerstand, einem induktiven und/oder kapazitiven Widerstand darstellt, und der Phasenwinkel φ liegt irgendwo zwischen den beschriebenen Extrema.

Es ist zu beachten, dass sich der Phasenwinkel φ grundsätzlich auch bei einem sehr kleinen Strom durch den Leiter 105 und einem dementsprechend kleinem Magnetfeld E einstellt. Der Phasenwinkel φ und das Verhältnis zwischen Blindstrom und Wirkstrom ist von der absoluten Größe des Stroms durch den Leiter 105 unabhängig. Um eine sichere Bestimmung des Phasenwinkels φ zu ermöglichen, ist es hilfreich, den ersten Vektor 205 bzw. den Wert des elektrischen Feldes E möglichst genau zu bestimmen. Dazu kann der elektrische Feldsensor 110 entsprechend groß dimensioniert sein, um ein auf das elektrische Feld E hinweisendes Signal zu verstärken. Auch wenn der elektrische Feldsensor 110 sich durch die Überdimensionierung nicht unbedingt dafür eignet. Eine verborgene AC-Leitung genau zu lokalisieren, so kann doch die Wechselspannung mit Hilfe des E-Feldes sicher und robust erfasst werden. Die Priorität des elektrischen

Feldsensors 110 liegt beim erfindungsgemäßen Verfahren in der eindeutigen Festlegung der reellen Bezugsachse. Das eigentliche Detektieren der Netzleitung wird dann mit dem Sensor 115 für das magnetische Feld gemacht.

5 Zur korrekten Bestimmung des Phasenwinkels auf der Basis der bestimmten Felder können die Signale der Feldsensoren 110 und 115 mit geeigneten Faktoren multipliziert werden.

10 Durch das Auswerten des komplexen Stroms ist man in der Lage verschiedene Verbraucher zu charakterisieren. Angefangen von einem Lastmodul das bewusste und bekannte Phasenwinkel zwischen U/I erzeugen kann, bis hin zu Blindströmen die z.B. durch die Netzkapazitäten gebildet werden, und/oder Verbraucher des täglichen Bedarfs z.B. elektrische Heizung, die einen rein reellen Strom fließen lassen.

15

Figur 3 zeigt ein System 300 zum Auffinden des wechsellspannungsführenden Leiters 105 aus Figur 1.

20

Der wechsellspannungsführende Leiter 105 und ein dazu korrespondierender Rückleiter 305 verlaufen dicht nebeneinander. Diese Konstellation ist üblich bei elektrischen Versorgungsleitungen, die beispielsweise als Teil einer Hausinstallation in einer Wand verlegt sind. Der Leiter 105 und der Rückleiter 305 sind jeweils an einem Ende mit einer Wechsellspannungsquelle 310 verbunden, die eine im Wesentlichen sinusförmige Wechsellspannung bereitstellt. Die Wechsellspannung kann beispielsweise 110 V bei 60 Hz oder 230 V bei 50 Hz betragen.

25

30

Das System 300 umfasst die Vorrichtung 100 aus Figur 1 und einen Phasenwinkelgenerator 315, der mit den jeweils anderen Enden des Leiters 105 bzw. des Rückleiters 305 verbindbar ist. In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Phasenwinkelgenerator 315 aus passiven Bauelementen aufgebaut und bildet einen komplexen Widerstand, wobei weder Realteil noch Imaginärteil des komplexen Widerstands verschwindend gering ist. Der Phasenwinkelgenerator 315 kann beispielsweise mittels einer Induktivität oder einer Kapazität aufgebaut sein, die optional in Serie mit einem ohmschen Widerstand liegt. Bedingt durch die Wechsellspannung, die durch die Wechsellspannungsquelle 315 bereitgestellt ist, bewirkt der komplexe Widerstand des Phasenwinkelgenerators 315 einen kom-

35

plexen Strom durch den Leiter 105 bzw. den Rückleiter 305, wobei der komplexe Strom mit der Spannung der Wechselspannungsquelle 310 den Phasenwinkel φ einschließt, der oben mit Bezug auf Figur 2 genauer beschrieben wurde.

5 Die Vorrichtung 100 kann nun im Bereich des Leiters 105 bzw. des Rückleiters 305 verfahren werden, beispielsweise zwischen einem ersten Messort 320 und einem zweiten Messort 325, sodass die Feldsensoren 110 bzw. 115 das elektrische Feld E bzw. das magnetische Feld B im Bereich des Leiters 105 bzw. 305 erfassen. Auf der Basis der erfassten Felder wird der Phasenwinkel φ bzw. der
10 korrespondierende zeitliche Versatz der Felder bestimmt und mit dem Referenz-Phasenwinkel verglichen, der zwischen dem Strom und der Spannung der Leiter 105, 305 durch die Bauart des Phasenwinkelgenerators 315 vorgegeben ist. In Abhängigkeit des Vergleichs wird an der Vorrichtung 100 ein Signal ausgegeben, das einen Benutzer darin unterstützt, die Vorrichtung 100 entlang der Leiter 105,
15 305 zu bewegen und somit den Verlauf der Leiter 105, 305 herauszufinden.

Figur 4 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens 400 zum Auffinden des wechsellspannungsführenden Leiters 100 bzw. 305 aus den Figuren 1 oder 3. Das Verfahren 400 beginnt mit einer von drei möglichen Varianten zur Definition
20 des zeitlichen Referenz-Versatzes.

In einer ersten Variante werden in einem Schritt 405 die Sensoren 110, 115 an den zweiten Messort 325 aus Figur 3 verbracht. Der zweite Messort liegt vorzugsweise an einem Punkt, von dem bekannt ist, dass er nahe am Leiter 105
25 liegt, beispielsweise im Bereich eines Anschlusses für den Phasenwinkelgenerators 315. Anschließend wird im Schritt 410 das elektrische Feld und im Schritt 415 das magnetische Feld im Bereich des Leiters 105 erfasst. Auf der Basis der bestimmten Felder wird in einem Schritt 420 der Referenz-Phasenwinkel bzw. Referenz-Versatz zwischen den Feldern bestimmt.

30 In einer zweiten Variante wird in einem Schritt 425 der Referenz-Versatz beispielsweise mittels der Benutzerschnittstelle 125 manuell definiert. Dabei kann eine Eingabe in Form einer Zeit oder in Form eines Phasenwinkels erfolgen.

35 In einer dritten Variante ist der zeitliche Referenz-Versatz in einem Schritt 430 bereits fest vorgegeben. Diese Variante entspricht der oben mit Bezug auf Figur 3 erläuterten Vorgehensweise, bei der durch den Phasenwinkelgenerator 315

wenigstens während der nachfolgenden Schritte 440 und 445 des Verfahrens 400 der Referenz-Phasenwinkel zwischen dem Strom und der Spannung des Leiters 105 bzw. 305 erzeugt wird.

5 Nachdem der Referenz-Versatz durch eine der drei angegebenen Varianten definiert wurde, werden die Sensoren 110 und 115 in einem Schritt 435 an den ersten Messort 320 verbracht. Im Folgenden soll überprüft werden, ob der Leiter 105 im Bereich des ersten Messorts 320 liegt oder nicht. Dazu wird in einem Schritt 10 440 das elektrische Feld am ersten Messort 320 und in einem Schritt 445 das magnetische Feld am ersten Messort 320 erfasst. Die Schritte 440 und 445 können auch gleichzeitig oder in umgekehrter Reihenfolge ausgeführt werden. Auf der Basis der beiden bestimmten Felder wird in einem Schritt 450 der zeitliche Versatz, beispielsweise in Form des Phasenwinkels φ , bestimmt. Anschließend wird in einem Schritt 455 der bestimmte Versatz mit dem zuvor festgelegten Referenz-Versatz verglichen. 15

In Abhängigkeit des Vergleichs wird in einem Schritt 460 ein Signal an einen Benutzer der Vorrichtung 100 ausgegeben. Das Signal kann darauf hinweisen, dass sich der Versatz um nicht mehr als ein vorbestimmtes Maß vom Referenz- 20 Versatz unterscheidet. In einer anderen Ausführungsform kann das Signal auch darauf hinweisen, dass ein größerer als ein vorbestimmter Unterschied zwischen dem zeitlichen Versatz und dem Referenz-Versatz besteht. In einer Ausführungsform kann auch ein Fenstervergleich durchgeführt werden, ob der bestimmte zeitliche Versatz zwischen einem ersten und einem zweiten Referenz-Versatz 25 liegt, die beide jeweils mittels einer der drei oben angegebenen Varianten in den Schritten 405 bis 430 definiert wurden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung 100, die insbesondere als ein handgehaltenes Messgerät ausgebildet ist, besitzt ein Gehäuse und darüber hinaus optional 30 oder auch alternativ zumindest eines der nachfolgenden Merkmale:

-Anzeige (Display , LEDs , usw.) zur Darstellung vom Messwerten

-Backlight zur Beleuchtung der Anzeige 35

-Schnittstelle HMI, beispielsweise in Form einer Tastatur oder eines Touch-Displays

-Auto-Aus-Funktion zur Energieeinsparung, die nach einem vorgegebenen oder vorgebbaren Zeitpunkt nach Durchführung der letzten Messung, das Messgerät ausschaltet oder in einen „Stand-by“ Modus überführt

5 -Batteriebetrieb/ Akkubetrieb

-Ladeelektronik mit einer Steuerung bzw. einer Regelung

10 -Weggeber (Räder, Lichtschranken, Beschleunigungssensoren, optische Weggeber, usw.) die es ermöglichen, den vom Messgerät beispielsweise auf einer Wand zurückgelegten Weg zu detektieren, um so beispielsweise einem Messwert auch eine Ortskoordinate zuzuweisen

15 -Kombination mit weiteren Sensoren Metall- und Studfinder und AC Sensoren, die ebenfalls im Gehäuse des Messgerätes vorgesehen sein können

-Bluetooth /WLAN Schnittstelle zur Datenübertragung oder auch zur Aktivierung des Gerätes

20

5 Ansprüche

1. Verfahren (400) zum Auffinden eines wechsellspannungsführenden Leiters (105, 305), folgende Schritte umfassend:
 - 10 - Erfassen (440) eines elektrischen Feldes (E) an einem ersten Messort (320);
 - Erfassen (445) eines magnetischen Feldes (B) an dem ersten Messort (320);
 - Bestimmen (450) eines zeitlichen Versatzes (φ) zwischen den erfassten Feldern;
 - 15 - Vergleichen (455) des bestimmten zeitlichen Versatzes (φ) mit einem Referenz-Versatz; und
 - Ausgeben (460) eines Hinweises auf den Leiter (105, 305) in Abhängigkeit des Vergleichs.
- 20 2. Verfahren (400) nach Anspruch 1, wobei das Bestimmen des Referenz-Versatzes folgende Schritte umfasst:
 - Erfassen (410) eines elektrischen Feldes (E) an einem zweiten Messort (325) im Bereich des Leiters (105, 305);
 - Erfassen (415) eines magnetischen Feldes (B) am zweiten Messort (325);
 - 25 - Bestimmen (420) des Referenz-Versatzes auf der Basis der am zweiten Messort (325) erfassten Felder.
3. Verfahren (400) nach Anspruch 2, ferner umfassend das Erzeugen (430) eines Stroms durch den Leiter (105, 305) mit dem Referenz-Versatz zur
30 Wechsellspannung am Leiter (105, 305) während des Erfassens (440, 445) der Felder.
4. Verfahren (400) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das elektrische (E) und das magnetische Feld (B) nacheinander erfasst werden.
- 35 5. Verfahren (400) nach einem der vorangehenden Ansprüche, ferner umfassend ein Verschieben des ersten Messorts (320) entlang des wechsellspan-

nungsführenden Leiters (105, 305) auf der Basis des Hinweises.

- 5 6. Computerprogrammprodukt mit Programmcodemitteln zur Durchführung des Verfahrens (400) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wenn es auf einer Verarbeitungseinrichtung (120) abläuft oder auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert ist.
- 10 7. Vorrichtung (100) zum Auffinden eines wechsellspannungsführenden Leiters (105, 305), umfassend:
- einen ersten Sensor (110) zum Erfassen eines elektrischen Feldes (E) an einem ersten Messort (320);
 - einen zweiten Sensor (115) zum Erfassen eines magnetischen Feldes (B) an dem ersten Messort (320);
 - 15 - eine Verarbeitungseinrichtung (120) zum Bestimmen eines zeitlichen Versatzes (φ) zwischen den erfassten Feldern; und
 - eine Ausgabeeinrichtung (125) zur Ausgabe eines Hinweises auf den Leiter (105, 305);
 - wobei die Verarbeitungseinrichtung (120) dazu eingerichtet ist, die Ausgabeeinrichtung (125) in Abhängigkeit eines Vergleichs des bestimmten zeitlichen Versatzes (φ) mit einem Referenz-Versatz anzusteuern.
- 20
- 25 8. System (300) zum Auffinden eines wechsellspannungsführenden Leiters (105, 305), umfassend eine Vorrichtung (100) nach Anspruch 7 sowie eine Einrichtung (315) zur Erzeugung eines Stroms durch den Leiter (105, 305), wobei der Strom mit der Wechsellspannung am Leiter (105, 305) den Referenz-Versatz einschließt.
- 30 9. System nach Anspruch 8, wobei die Einrichtung (315) einen komplexen elektrischen Widerstand zur Verbindung mit dem Leiter (105, 305) umfasst.
10. System nach Anspruch 9, wobei der komplexe elektrische Widerstand (315) eine Induktivität und/oder einen Kondensator umfasst.

1 / 3

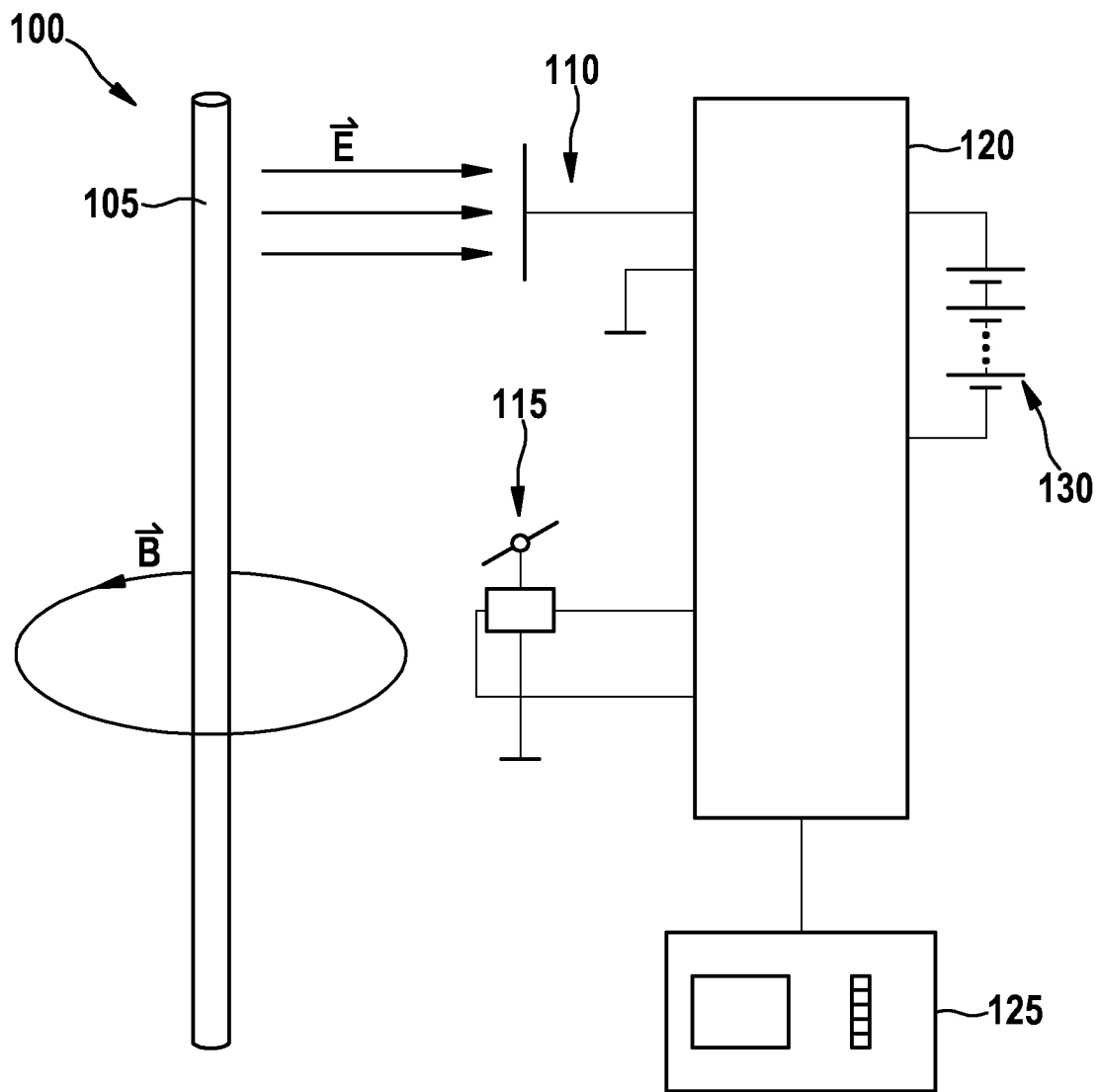


Fig. 1

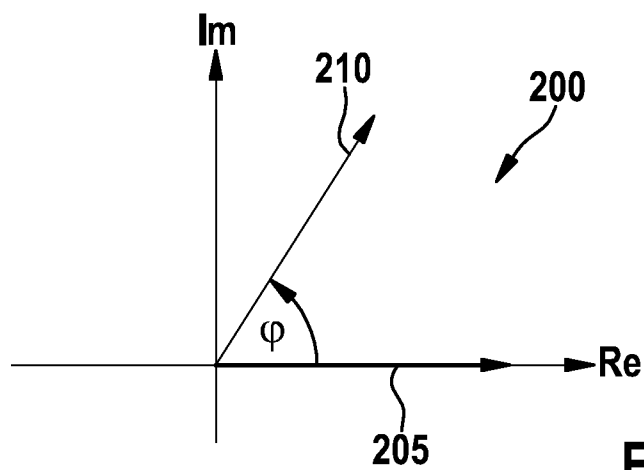


Fig. 2

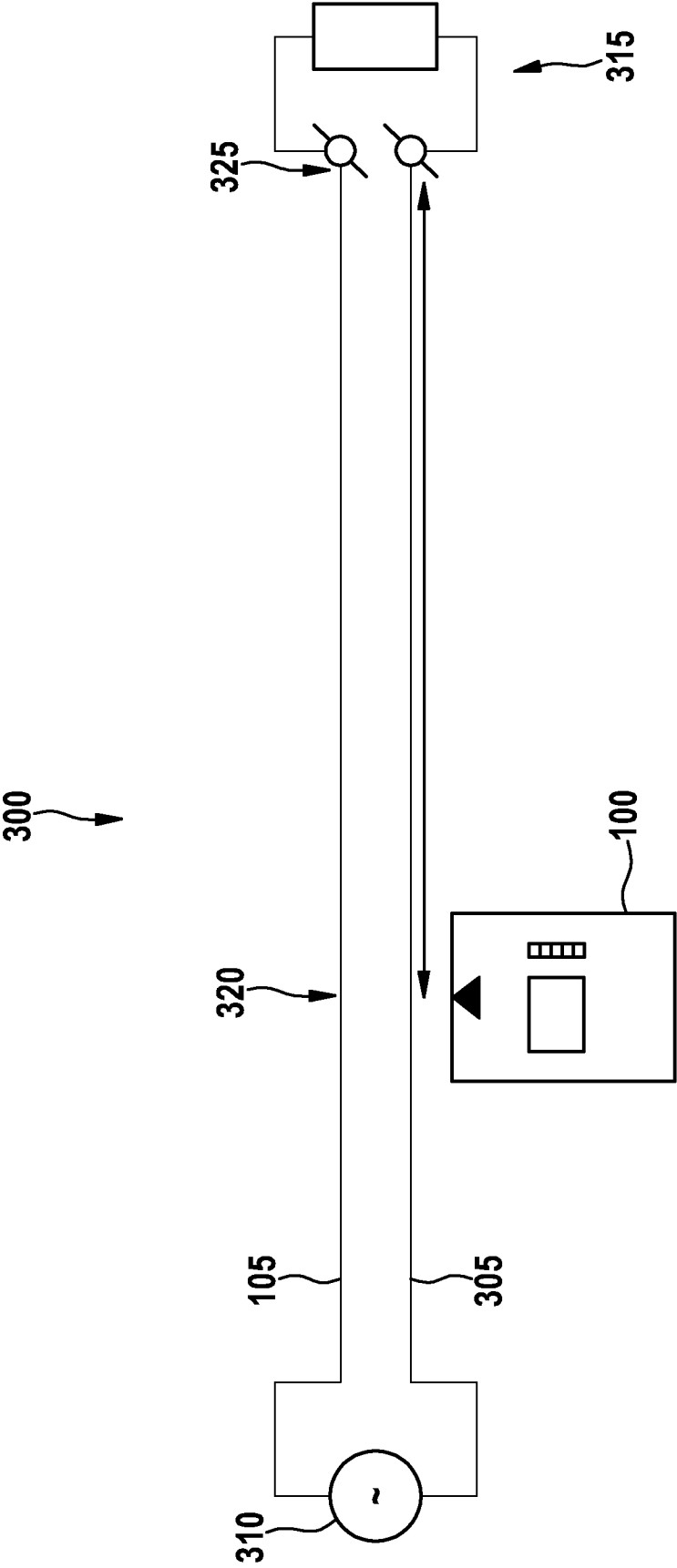


Fig. 3

3 / 3

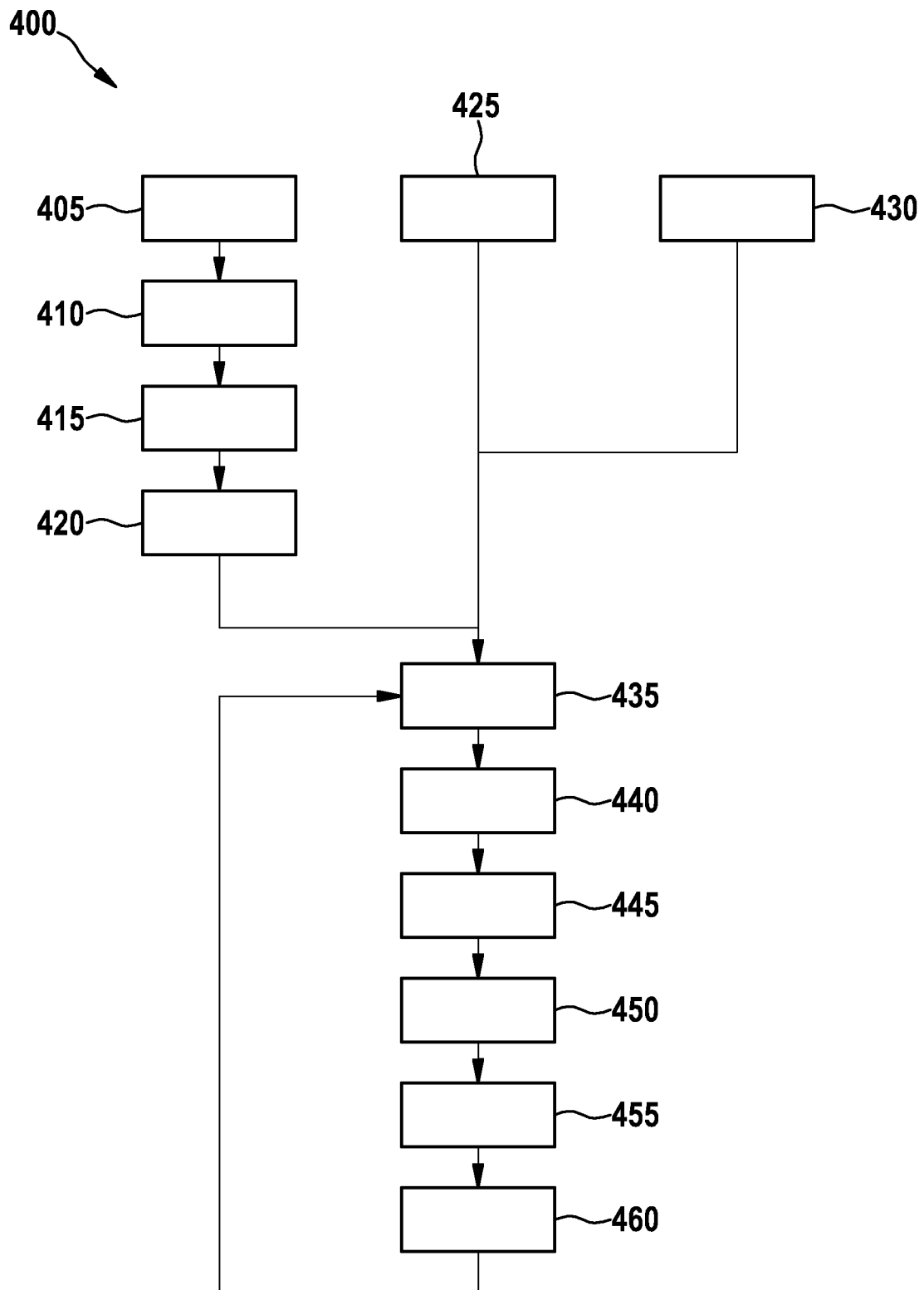


Fig. 4