



(10) **DE 10 2018 220 256 A1** 2019.06.06

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 220 256.7**

(22) Anmeldetag: **26.11.2018**

(43) Offenlegungstag: **06.06.2019**

(51) Int Cl.: **G01R 31/34 (2006.01)**
G01R 27/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
10-2017-0164202 01.12.2017 KR

(71) Anmelder:
**HYUNDAI MOTOR COMPANY, Seoul, KR; KIA
MOTORS CORPORATION, Seoul, KR; UNIST
(ULSAN NATIONAL INSTITUTE OF SCIENCE AND
TECHNOLOGY), Ulsan, KR**

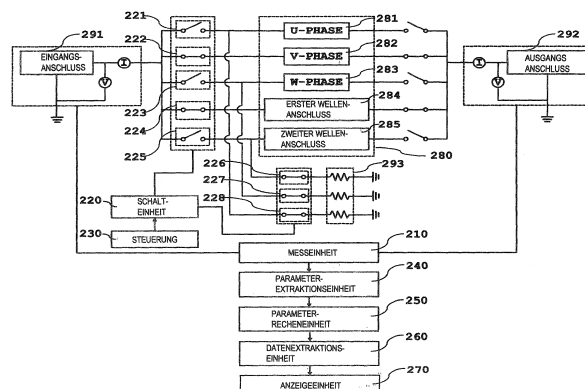
(74) Vertreter:
**HOFFMANN - EITLE Patent- und Rechtsanwälte
PartmbB, 81925 München, DE**

(72) Erfinder:
**Chae, Woong Chan, Gwangmyeong-si, Gyeonggi-
do, KR; Moon, Sang Hoon, Yongin-si, Gyeonggi-
do, KR; Kim, Jung Shik, Seoul, KR; Shin, Young
Jin, Changwon-si, Gyeongsangnam-do, KR; Cho,
Hyoung Jun, Suwon-si, Gyeonggi-do, KR; Ryu,
Young Gon, Ulsan, KR; Han, Ki Jin, Seoul, KR**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Einrichtung und Verfahren zum Extrahieren von Impedanzparametern von Drei-Phasen-Motor**

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zum Extrahieren von Impedanzparametern eines Drei-Phasen-Motors setzt ein Fünf-Anschlussnetzwerk ein, das erste bis dritte Wicklungsdrähte und entgegengesetzte Wellenenden enthält. Das Verfahren beinhaltet das Verbinden von zwei Anschlüssen, die ausgewählt werden aus den Wicklungsdrähten und den Wellenenden, mit Eingangs- und Ausgangsanschlüssen, um Spannung und Strom der Anschlüsse zu messen und Eingangsimpedanzparameter des Fünf-Anschlussnetzwerks zu extrahieren, wobei Umwandlungsparameter einschließlich Spannungs- und Stromtransfermatrizen in einem gemeinsamen Modus extrahiert werden, in welchem die Wicklungsdrähte gemeinsam mit den Eingangs- und Ausgangsanschlüssen verbunden sind und in einem Differenzialmodus, in welchem die Wicklungsdrähte differenziell mit den Eingangs- und Ausgangsanschlüssen verbunden sind, und berechnet von Impedanzparametern in einem gemischten Modus, in welchem Transferimpedanzkomponenten für die Wellenenden im gemeinsamen Modus und im Differenzialmodus gemischt werden, unter Verwendung der extrahierten Eingabeimpedanzparameter und Umwandlungsparameter.



Beschreibung

HINTERGRUND

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf eine Einrichtung und ein Verfahren zum Extrahieren von Impedanzparametern eines Drei-Phasen-Motors, umso ein Ausmaß, in welchem aus dem Drei-Phasen-Motor erzeugtes elektrisches Rauschen in einem gemeinsamen Modus und einem Differenzialmodus auf eine Welle übertragen wird, in Form von Netzwerkparametern zu extrahieren.

Beschreibung verwandten Stands der Technik

[0002] Mit der ausgeweiteten Verwendung von Impulsweitenmodulation (PWM) zum Steuern der Geschwindigkeit eines Motors ist es zunehmend notwendig geworden, ein elektromagnetisches Interferenz-(EMI)-Problem eines Motorantriebsystems aufgrund von in einem Schaltimpuls erzeugten Hochfrequenz-Elektromagnetrauschen anzugehen.

[0003] Im Antriebssystem enthält der Motor eine Vielzahl von Wicklungsdrähten, durch welche elektrisches Rauschen, das durch das Umschalten eines Inverters erzeugt wird, hauptsächlich an das System übertragen wird. Insbesondere, da eine Welle des Motors mechanisch mit einer anderen Vorrichtung verbunden ist, übertragen Spannung und Strom, die an die Welle angelegt sind, direkt das elektrische Rauschen an das System, wodurch das System einer Fehlfunktion unterworfen ist. Wellenspannung wird bekanntermaßen hauptsächlich aufgrund von elektrischem Rauschen erzeugt, das aufgrund von parasitären Kopplungskomponenten einer Wicklungsdrahtstruktur des Motors in einem gemeinsamen Modus und einem Differenzialmodus übertragen wird.

[0004] Das elektrische Rauschen im gemeinsamen Modus wird über parasitäre Kopplungskomponenten zwischen Drei-Phasen-Wicklungsdrähten und einer Erdung (allgemein ein Rahmen des Motors) gesendet und das elektrische Rauschen im Differenzial-Mode wird über parasitäre Kopplungskomponenten, die zwischen Drei-Phasen-Wicklungsdrähten erzeugt werden, gesendet.

[0005] Das elektrische Rauschen im gemeinsamen Modus und dem Differenzialmodus verursacht elektrischen Durchbruch des Motors und wird an externe Vorrichtungen übertragen, insbesondere über die Welle.

[0006] Es ist möglich, an die Welle gesendetes elektrisches Rauschen über Experimente zu messen, aber es ist schwierig, quantitative Daten zu extrahieren, die das Ausmaß angeben, in welchem aus dem Motor erzeugtes Gesamtkonduktiv-Rauschen an die Welle übertragen wird. Konventioneller Weise haben daher Motor-Designer ein Verfahren des zusätzlichen Installierens eines Filter im Antriebssystem oder ein Verfahren des Erdens der entgegengesetzten Enden der Welle durch Bürsten verwendet, um einfach den Betrag elektrischen Rauschens zu reduzieren, der aus dem Motor erzeugt wird, ohne angemessene Analyse des Koppeln zwischen dem elektrischen Rauschen und der Welle, wenn aufgrund von Konduktiv-Rauschen erzeugte Wellenspannung das System beeinträchtigt.

[0007] Jedoch hat das Verfahren des Reduzierens des Betrags elektrischen Rauschens ohne angemessene Ursachenanalyse Nachteile dahingehend, dass das Volumen und die Kosten des Antriebssystems als Ergebnis der Verwendung des Filters ansteigen. Zusätzlich wird das Erdungsverfahren, das die Bürsten verwendet, Nachteile dahingehend, dass die Lebensspanne des Motors reduziert ist, als ein Ergebnis von Abnutzung aufgrund des mechanischen Kontakts, und die Stabilität des Systems aufgrund von Funken reduziert ist. Daher besteht eine Notwendigkeit für eine Einrichtung, die in der Lage ist, Parameter zu extrahieren, durch welche das konduktive Gesamtrauschen, das aus dem Motor erzeugt wird, an die Welle übertragen wird, als Daten, damit Motor-Designer oder Verwender optimal den Motor unter Berücksichtigung elektromagnetischer Eignung ohne Verwendung konventioneller Verfahren entwerfen.

ZUSAMMENFASSUNG

[0008] Entsprechend ist die vorliegende Offenbarung auf eine Einrichtung und Verfahren zum Extrahieren von Impedanzparametern eines Drei-Phasen-Motors gerichtet.

[0009] Die vorliegende Offenbarung stellt eine Einrichtung und ein Verfahren zum Extrahieren elektrischen Rauschens bereit, das aus einem Drei-Phasen-Motor in einem gemeinsamen Modus und einem Differenzialmodus erzeugt wird, und Extrahieren eines Ausmaßes, in welchem das elektrische Rauschen an eine Welle in Form von Netzwerkparametern übertragen wird.

[0010] Gemäß der vorliegenden Offenbarung beinhaltet ein Verfahren des Extrahierens von Impedanzparametern eines Drei-Phasen-Motors, der durch ein Fünf-Anschlussnetzwerk gebildet ist, das erste bis dritte Wicklungsdrähte und entgegengesetzte Wellenende enthält, das Verbinden von zwei Anschlüssen, die aus den ersten bis dritten Wicklungsdrähten und den entgegengesetzten Wellenenden des Drei-Phasen-Motors ausgewählt sind, mit einem Eingangsanschluss und einem Ausgangsanschluss, um Spannung und Strom der zwei Anschlüsse zu messen, und Eingangs-Impedanzparameter des Fünf-Anschlussnetzwerks zu extrahieren (ein erster Schritt), Extrahieren von Umwandlungsparametern einschließlich Spannungs- und Stromtransfermatrizen in einem gemeinsamen Modus, in welchem die ersten bis dritten Wicklungsdrähte gemeinsam mit dem Eingangsanschluss und dem Ausgangsanschluss verbunden sind, und in einem Differenzialmodus, in welchem die ersten bis dritten Wicklungsdrähte differenziell mit dem Eingangsanschluss und dem Ausgangsanschluss verbunden sind (ein zweiter Schritt), und Berechnen von Impedanzparametern in einem gemischten Modus, in welchem Transfer-Impedanz-Komponenten für die entgegengesetzten Wellenenden im gemeinsamen Modus und im Differenzialmodus gemischt sind, unter Verwendung der eingegebenen Impedanzparameter und der Umwandlungsparameter, die in den ersten und zweiten Schritten extrahiert sind (ein dritter Schritt). In einem anderen Aspekt der vorliegenden Offenbarung beinhaltet ein nicht-transitorisches computerlesbares Aufzeichnungsmedium, das durch einen Prozessor ausgeführte Programmanweisungen enthält: Programmanweisungen, die zwei Anschlüsse verbinden, ausgewählt aus den ersten bis dritten Wicklungsdrähten und entgegengesetzten Wellenende eines Drei-Phasen-Motors mit einem Eingangsanschluss und einem Ausgangsanschluss, um Spannung und Strom der zwei Anschlüsse zu messen und Eingangs-Impedanzparameter eines Fünf-Anschlussnetzwerks zu extrahieren; Programmanweisungen, die Umwandlungsparameter extrahieren, die Spannung und Stromtransfermatrizen in einem gemeinsamen Modus umfassen, in welchem die ersten bis dritten Wicklungsdrähte gemeinsam mit dem Eingangsanschluss und dem Ausgangsanschluss verbunden sind, und in einem Differenzialmodus, in welchem die ersten bis dritten Wicklungsdrähte differenzial mit dem Eingangsanschluss und dem Ausgangsanschluss verbunden sind; und Programmanweisungen, die Impedanzparameter in einem gemischten Modus berechnen, in welchem Transferimpedanzkomponenten für die entgegengesetzten Wellenenden im gemeinsamen Modus und im Differenzialmodus gemischt werden, unter Verwendung der eingegebenen Impedanzparameter und der Umwandlungsparameter, extrahiert in den Schritten des Verbindens der zwei Anschlüsse und Extrahierens der Umwandlungsparameter.

[0011] In einem weiteren Aspekt der vorliegenden Offenbarung beinhaltet eine Einrichtung zum Extrahieren von Impedanzparametern eines Drei-Phasen-Motors, der aus einem Fünf-Anschlussnetzwerk aufgebaut ist, das erste bis dritte Wicklungsdrähte und entgegengesetzte Wellenende umfasst, eine Messeinheit zum Verbinden von zwei Anschlüssen, die ausgewählt werden aus den ersten bis dritten Wicklungsdrähten und entgegengesetzten Wellenenden des Drei-Phasen-Motors, mit einem Eingangsanschluss und einem Ausgangsanschluss, um Spannung und Strom der zwei Anschlüsse zu messen, eine Parameterextraktionseinheit zum Extrahieren von Eingangsimpedanzparametern des Fünf-Anschlussnetzwerks und Umwandlungsparametern, die Spannungs- und Stromtransfermatrizen beinhalten, in einem gemeinsamen Modus, in welchem die ersten bis dritten Wicklungsdrähte gemeinsamen mit dem Eingangsanschluss und dem Ausgangsanschluss verbunden sind, und in einem Differenzialmodus, in welchem die ersten bis dritten Wicklungsdrähte differenzial mit dem Eingangsanschluss und dem Ausgangsanschluss verbunden sind, und eine Parameterrecheneinheit zum Berechnen von Impedanzparametern in einem gemischten Modus, in welchem Transferimpedanzkomponenten für die entgegengesetzten Wellenenden im gemeinsamen Modus und dem Differenzialmodus gemischt werden, unter Verwendung der eingegebenen Impedanzparameter und der Umwandlungsparameter, extrahiert durch die Parameterextraktionseinheit.

[0012] Es versteht sich, dass sowohl die vorstehende allgemeine Beschreibung als auch die nachfolgende detaillierte Beschreibung der vorliegenden Offenbarung beispielhaft und erläuternd sind und es beabsichtigt ist, eine weitere Erläuterung der Offenbarung wie beansprucht bereitzustellen.

Figurenliste

[0013] Die beigefügten Zeichnungen, die enthalten sind, um ein weiteres Verständnis der Offenbarung bereitzustellen und die in einen Teil dieser Anmeldung inkorporiert sind und ihn bilden, illustrieren Ausführungsform(en) der Offenbarung und dienen zusammen mit der Beschreibung dazu, das Prinzip der Offenbarung zu erklären. In den Zeichnungen:

ist **Fig. 1** ein schematisches Diagramm, welches den Aufbau eines Fünf-Anschlussnetzwerkes eines Drei-Phasen-Motors gemäß der vorliegenden Offenbarung illustriert;

ist **Fig. 2** ein Blockdiagramm, das eine Einrichtung zum Extrahieren von Impedanzparametern eines Drei-Phasen-Motors gemäß der vorliegenden Offenbarung zeigt;

ist **Fig. 3** ein schematisches Diagramm, das eine Ausführungsform zeigt, in der die Einrichtung zum Extrahieren von Impedanzparametern des Drei-Phasen-Motors gemäß der vorliegenden Offenbarung Spannung und Strom in einem gemeinsamen Modus misst;

ist **Fig. 4** ein schematisches Diagramm, das eine Ausführungsform zeigt, in der die Einrichtung zum Extrahieren von Impedanzparametern des Drei-Phasen-Motors gemäß der vorliegenden Offenbarung Spannung und Strom in einem Differenzialmodus misst; und

ist **Fig. 5** eine Ansicht, die ein Beispiel von Impedanzparametern in einem gemischten Modus zeigt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER OFFENBARUNG

[0014] Es versteht sich, dass der Ausdruck „Fahrzeug“ und „Fahrzeug-“ oder anderer ähnlicher Ausdruck, wie hierin verwendet, Motorfahrzeuge im Allgemeinen, wie etwa Personenkraftwagen einschließlich Sports Utility Vehicles (SUV), Busse, Lastwagen, verschiedene Gewerbefahrzeuge, Wassermotoren einschließlich einer Vielzahl von Booten und Schiffen, Luftfahrzeuge und dergleichen beinhaltet, und Hybridfahrzeuge, Elektrofahrzeuge, Plug-In-Hybrid-Elektrofahrzeuge, Wasserstoff betriebene Fahrzeuge und andere Alternativ-Kraftstofffahrzeuge (z. B. Kraftstoffe, die aus anderen Ressourcen als Erdöl abgeleitet sind) beinhaltet. Wie hierin referenziert, ist ein Hybrid-Fahrzeug ein Fahrzeug, das zwei oder mehr Leistungsquellen aufweist, beispielsweise Fahrzeuge, die sowohl Benzin betrieben als auch elektrisch betrieben sind.

[0015] Die hierin verwendete Terminologie dient dem Zweck des Beschreibens besonderer Ausführungsformen lediglich und soll nicht die Offenbarung beschränken. Wie hierin verwendet, sollen die Singularformen „ein“, „eine“ und „der/die/das“ auch die Pluralformen beinhalten, wenn der Kontext nicht klar anderes angibt. Es versteht sich weiter, dass der Ausdruck „umfasst“ und/oder „umfassend“ bei Verwendung in dieser Spezifikation die Anwesenheit von genannten Merkmalen, Ganzzahlen, Schritten, Operationen, Elementen und/oder Komponenten spezifizieren, aber nicht die Anwesenheit oder Hinzufügung ein oder mehrerer anderer Merkmale, Ganzzahlen, Schritte, Operationen, Elemente, Komponenten und/oder Gruppen derselben ausschließen. Hierin verwendet, beinhaltet der Ausdruck „und/oder“ jede und alle Kombinationen von ein oder mehreren assoziierten aufgeführten Elementen. In der Spezifikation, wenn nicht gegenteilig beschrieben, versteht sich das Wort „umfassen“ und Variationen wie etwa „umfasst“ oder „umfassend“ den Einschluss der genannten Elemente implizierend, aber nicht den Ausschluss irgendwelcher anderer Elemente. Zusätzlich bedeuten die Ausdrücke „Einheit“, „-er“, „-or“, und „Modul“, die in der Spezifikation beschrieben sind, Einheiten zu messen zumindest einer Funktion und Operation und können durch Hardwarekomponenten oder Softwarekomponenten oder Kombination derselben implementiert werden.

[0016] Weiter kann die Steuerlogik der vorliegenden Offenbarung als nicht-transitorische computerlesbare Medien auf einem computerlesbaren Medium ausgeführt sein, das ausführbare Programmanweisungen enthält, die durch einen Prozessor, eine Steuerung oder dergleichen ausgeführt werden. Beispiele von computerlesbaren Medien beinhalten, sind aber nicht beschränkt auf, ROM, RAM, Compact Disc (CD)-ROMs, Magnetbänder, Floppy Disks, Flash-Laufwerke, Smartcards und optische Datenspeichervorrichtungen. Das computerlesbare Medium kann auch in Netzwerk-gekoppelten Computersystemen so verteilt sein, dass die computerlesbaren Medien in einer verteilten Weise gespeichert und ausgeführt werden, z. B. durch einen Telematikserver oder ein Controller Area Network (CAN) .

[0017] Zusätzlich wird in der nachfolgenden Beschreibung der hierin offenbarten Ausführungsformen eine detaillierte Beschreibung verwandter, vorbekannter Technologien weggelassen, wenn es den Gegenstand der hierin offenbarten Ausführungsformen eher unklar macht. Weiter sind die beigefügten Zeichnungen nur für ein besseres Verständnis der hierin offenbarten Ausführungsformen gemacht worden und sind nicht intendiert, die hierin offenbarten technischen Ideen zu beschränken, und es versteht sich, dass die beigefügten Zeichnungen alle Modifikationen, Äquivalente, und Substitutionen, die im Geist und Schutzzumfang der vorliegenden Offenbarung enthalten sind, umfassen.

[0018] Nachfolgend werden Ausführungsformen einer Einrichtung und eines Verfahrens zum Extrahieren von Impedanzparametern eines Drei-Phasen-Motors gemäß der vorliegenden Offenbarung im Detail unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

[0019] Fig. 1 ist ein schematisches Diagramm, welches den Aufbau eines Fünf-Anschlussnetzwerkes eines Drei-Phasen-Motors gemäß der vorliegenden Offenbarung illustriert.

[0020] Bezugnehmend auf Fig. 1 kann ein Drei-Phasen-Motor gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung durch ein Fünf-Anschlussnetzwerk aufgebaut sein, das einen ersten Wicklungsdraht **110** (U-Phase), einen zweiten Wicklungsdraht **120** (V-Phase), einen dritten Wicklungsdraht **130** (W-Phase) und entgegengesetzte Wellenenden **140** und **150** enthält.

[0021] Fig. 2 ist ein Blockdiagramm, das eine Einrichtung zum Extrahieren von Impedanzparametern eines Drei-Phasen-Motors gemäß der vorliegenden Offenbarung zeigt.

[0022] Bezugnehmend auf Fig. 2 kann eine Einrichtung zum Extrahieren von Impedanzparametern eines Drei-Phasen-Motors gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung eine Messeinheit **210**, eine Schalteinheit **220**, eine Steuerung **230**, eine Parameter-Extraktionseinheit **240**, eine Parameter-Recheneinheit **250**, eine Datenextraktionseinheit **260** und eine Anzeigeneinheit **270** enthalten.

[0023] Die Messeinheit **210** misst Selektivspannungen und Ströme von zwei Anschlüssen eines Drei-Phasen-Motors **280**, der durch ein Fünf-Anschlussnetzwerk aufgebaut ist, das erste bis dritte Drähte **281** bis **283** und entgegengesetzte Wellenenden **284** und **285** enthält.

[0024] Die Schalteinheit **220** kann eine Vielzahl von ersten Umwandlungsschaltern **221** bis **225** zum Verbinden der ersten bis dritten Drähte **281** bis **283** und der entgegengesetzten Wellenenden **284** und **285** des Drei-Phasen-Motors **280** mit Eingangs- und Ausgangsanschlüssen **291** und **292** enthalten und eine Vielzahl von zweiten Umwandlungsschaltern **226** bis **228** zum Erden der ersten bis dritten Drähte **281** bis **283** und der entgegengesetzten Wellenenden **284** und **285** des Drei-Phasen-Motors **280** über eine Referenzimpedanz **293**.

[0025] Die Steuerung **230** kann die Schalteinheit **220** steuern, die ersten Umwandlungsschalter **221** bis **225** so zu schalten, dass die Eingangs- und Ausgangsanschlüsse **291** und **292** selektiv getrennt von oder verbunden mit den ersten bis dritten Drähten **281** bis **283** und den entgegengesetzten Wellenenden **284** und **285** des Drei-Phasen-Motors **280** sind.

[0026] Zusätzlich kann die Steuerung **230** die zweiten Umwandlungsschalter **226** bis **228** zum Erden der anderen Anschlüsse des Fünf-Anschlussnetzwerkes des Drei-Phasen-Motors **280**, ausschließlich zwei Anschlüsse, die zu messende ausgewählte Ziele sind, über die Referenzimpedanz **293** schalten.

[0027] Beispielsweise Bezugnehmend auf ein in Fig. 2 gezeigtes Beispiel schaltet die Steuerung **1-2** und **1-4** Umwandlungsschalter **222** und **224** von den ersten Umwandlungsschaltern **221** bis **225** ein, um den Eingangsanschluss **291** und den Ausgangsanschluss **292** mit dem zweiten Wicklungsdraht **292** und dem ersten Wellenanschluss **294** zu verbinden und die Messeinheit **210** misst Anschlussspannungen und Anschlussströme des zweiten Wicklungsdrahts **282** und des ersten Wellenanschlusses **284**.

[0028] Die Steuerung **230** kann **1-1**, **1-3** und **1-5** Umwandlungsschalter **221**, **223**, **225** aus den ersten Umwandlungsschaltern **221** bis **225** ausschalten, um den ersten Wicklungsdraht **281**, den dritten Wicklungsdraht **283** und den zweiten Wellenanschluss **285** zu trennen, ausschließlich des zweiten Wicklungsdrahts **282** und des ersten Wellenanschlusses **284**, die ausgewählte, zu messende Ziele sind, aus den Eingangs- und Ausgangsanschlüssen **291** und **292** und kann die zweiten Umwandlungsschalter **226** bis **228** einschalten, zum Erden des ersten Wicklungsdrahts **281**, des dritten Wicklungsdrahts **283** und des zweiten Wellenanschlusses **285** über die Referenzimpedanz **293**.

[0029] Hier kann die Referenzimpedanz **293** 50Ω sein, was jedoch illustrativ ist, und es wird für Fachleute ersichtlich sein, dass der tatsächliche Wert der Referenzimpedanz **293** nicht darauf beschränkt ist.

[0030] Der Grund, warum die ersten Umwandlungsschalter ausgeschaltet sind, um die anderen Anschlüsse ausschließlich der zwei Anschlüsse, die zu messende Ziele sind, zu unterbrechen, aus den Eingabe- und Ausgabeanschlüssen und den zweiten Umwandlungsschalter eingeschaltet sind, um die anderen Anschlüsse durch die Referenzimpedanz zu erden, ist darin zu sehen, dass die durch Koppeln und Reflektion verursachten Effekte, die an den anderen Anschlüssen auftreten, entfernt werden.

[0031] Nachfolgend wird ein Beispiel, in welchem zwei Anschlüsse ausgewählt und gemessen werden, aus dem Fünf-Anschlussnetzwerk des Drei-Phasen-Motors **280** unter Bezugnahme auf Tabelle 1 beschrieben.

[0032] Tabelle 1 zeigt ein Beispiel, in welchem die Einrichtung zum Extrahieren der Parameter des Drei-Phasen-Motors gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zwei Anschlüsse aus dem Fünf-Anschlussnetzwerk auswählt und misst.

Tabelle 1

	Erster Port	Zweiter Port
Messung 1	Erster Wellenanschluss	Zweiter Wellenanschluss
Messung 2	Erster Wellenanschluss	Erster Wicklungsdraht (U-Phase)
Messung 3	Erster Wellenanschluss	Zweiter Wicklungsdraht (V-Phase)
Messung 4	Erster Wellenanschluss	Dritter Wicklungsdraht (W-Phase)
Messung 5	Zweiter Wellenanschluss	Erster Wicklungsdraht (U-Phase)
Messung 6	Zweiter Wellenanschluss	Zweiter Wicklungsdraht (V-Phase)
Messung 7	Zweiter Wellenanschluss	Dritter Wicklungsdraht (W-Phase)
Messung 8	Erster Wicklungsdraht (U-Phase)	Zweiter Wicklungsdraht (V-Phase)
Messung 9	Erster Wicklungsdraht (U-Phase)	Dritter Wicklungsdraht (W-Phase)
Messung 10	Zweiter Wicklungsdraht (V-Phase)	Dritter Wicklungsdraht (W-Phase)

[0033] Beispielsweise können zwei Anschlüsse aus den ersten und zweiten Wellenanschlüssen und den ersten bis dritten Wicklungsdrähten ausgewählt werden, welche das Fünf-Anschlussnetzwerk des Drei-Phasen-Motors bilden, und können mit ersten und zweiten Ports jeder der Eingangs- und Ausgangsanschlüsse verbunden werden, um die Spannung und den Strom der zwei Anschlüsse zu messen. Hier kann der erste Port eine Seite jedes der Eingangs- und Ausgangsanschlüsse (beispielsweise Positiv(+)-Eingang- und Ausgangsanschlüsse) sein und kann der zweite Port die andere Seite jedes der Eingangs- und Ausgangsanschlüsse (beispielsweise Negativ(-)-Eingang- und Ausgangsanschlüsse) sein.

[0034] Rückbezugnehmend auf **Fig. 2** kann die Parameter-Extraktionseinheit **240** Eingabeimpedanzparameter des Fünf-Anschlussnetzwerks unter Verwendung der Anschlussspannungswerte und der Anschlussstromwerte extrahieren, die durch die Messeinheit **210** gemessen werden.

[0035] Beispielsweise kann der Impedanzparameter des Fünf-Anschlussnetzwerks durch Gleichung 1 definiert sein.

$$\begin{bmatrix} V_{shaft\ 1} \\ V_{shaft\ 1} \\ V_U \\ V_V \\ V_W \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} & Z_{13} & Z_{14} & Z_{15} \\ Z_{21} & Z_{22} & Z_{23} & Z_{24} & Z_{25} \\ Z_{31} & Z_{32} & Z_{33} & Z_{34} & Z_{35} \\ Z_{41} & Z_{42} & Z_{43} & Z_{44} & Z_{45} \\ Z_{51} & Z_{52} & Z_{53} & Z_{54} & Z_{55} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{shaft\ 1} \\ I_{shaft\ 1} \\ I_U \\ I_V \\ I_W \end{bmatrix} \Rightarrow V = ZI$$

Gleichung 1

[0036] Hier gibt **V** Anschlussspannungen an, gibt **I** Anschlussströme an, gibt **Z** Eingangsimpedanzparameter des Fünf-Anschlussnetzwerks an, geben shaft 1 und 2 erste und zweite Wellenanschlüsse an und geben **U**, **V** und **W** Phasenanschlüsse der ersten bis dritten Wicklungsdrähte an.

[0037] Die Messeinheit **210** kann Anschlussspannungen und Anschlussströme, die aus den selektiv verbundenen zwei Anschlüssen ausgegeben werden, wie in **Fig. 2** gezeigt, messen, und die Parameter-Extraktionseinheit **240** kann die Spannungs- und Stromwerte, die durch die Messeinheit **210** gemessen sind, in Gleichung 1 einsetzen, was eine Determinante ist, um Eingangsimpedanzparameter des Fünf-Anschlussnetzwerks zu extrahieren.

[0038] Zusätzlich kann die Parameter-Extraktionseinheit **240** Umwandlungsparameter einschließlich Spannungs- und Stromtransfermatrizen in einem gemeinsamen Modus extrahieren, in welchem die ersten bis dritten Wicklungsdrähte gemeinsam mit dem Eingangsanschluss **291** und dem Ausgangsanschluss **292** verbunden

sind und in einem Differenzial-Mode, in welchem die ersten bis dritten Wicklungsdrähte differenzial mit dem Eingangsanschluss und dem Ausgangsanschluss verbunden sind.

[0039] Der Grund, dass Umwandlungsparameter einschließlich Spannungs- und Stromtransfermatrizen in jedem des gemeinsamen Modus und dem Differenzialmodus extrahiert werden, liegt daran, dass Daten zu extrahieren sind, in welchen elektrisches Rauschen an die entgegengesetzten Wellenenden im gemeinsamen Modus und im Differenzialmodus übertragen wird.

[0040] Der gemeinsame Modus und der Differenzialmodus werden im Detail unter Bezugnahme auf **Fig. 3** und **Fig. 4** beschrieben.

[0041] **Fig. 3** ist ein schematisches Diagramm, das eine Ausführungsform zeigt, in welcher die Einrichtung zum Extrahieren von Impedanzparametern des Drei-Phasen-Motors gemäß der vorliegenden Offenbarung Spannung und Strom im gemeinsamen Modus extrahiert.

[0042] Im gemeinsamen Modus ist eine Seite jedes der Eingangs- und Ausgangsanschlüsse (beispielsweise Positiv(+)-Eingangs- und Ausgangsanschlüsse) gemeinsam mit den ersten bis dritten Wicklungsdrähten **310** bis **330** verbunden, die parallel zueinander verbunden sind, und kann die Parameterextraktionseinheit Spannung und Strom im gemeinsamen Modus **340** extrahieren.

[0043] **Fig. 4** ist ein schematisches Diagramm, das eine Ausführungsform zeigt, in welcher die Einrichtung zum Extrahieren von Impedanzparametern des Drei-Phasen-Motors gemäß der vorliegenden Offenbarung Spannung und Strom im Differenzialmodus extrahiert.

[0044] Im Differenzialmodus ist eine Seite jedes der Eingangs- und Ausgangsanschlüsse (beispielsweise Positiv(+)-Eingangs- und Ausgangsanschlüsse) mit einer von ersten bis dritten Wicklungsdrähten **410** bis **430** verbunden, z. B. dem ersten Wicklungsdraht **410**, und ist die andere Seite jedes der Eingangs- und Ausgangsanschlüsse (beispielsweise Negativ(-)-Eingangs- und Ausgangsanschlüsse) mit den anderen zwei Wicklungsdrähten **420** und **430** verbunden, die miteinander parallel verbunden sind. Die Parameter-Extraktionseinheit kann Spannung und Strom im U-Phasen-Differenzialmodus **440** extrahieren.

[0045] Hier kann eine Spannungstransfermatrix und eine Stromtransfermatrix zum Umwandeln der Anschluss-spannung und des Anschlussstromes jeder der ersten bis dritten Wicklungsdrähte in die Beziehung von Spannung und Strom im gemeinsamen Modus und im Differenzialmodus, basierend auf der strukturellen Symmetrie der ersten bis dritten Wicklungsdrähte, durch Gleichung 2 definiert sein.

$$\begin{bmatrix} V_{CM} \\ V_{DM,U} \\ V_{DM,V} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ -\frac{1}{2} & 1 & -\frac{1}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_U \\ V_V \\ V_W \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} I_{CM} \\ I_{DM,U} \\ I_{DM,V} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ \frac{1}{2} & -\frac{1}{4} & -\frac{1}{4} \\ -\frac{1}{4} & \frac{1}{2} & -\frac{1}{4} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_U \\ I_V \\ I_W \end{bmatrix}$$

Gleichung 2

[0046] Hier geben V_{CM} und I_{CM} Spannung und Strom im gemeinsamen Modus an, geben V_{DM} und I_{DM} Spannung und Strom im Differenzialmodus an, gibt DM,U einen U-Phasen-Differenzialmodus an, und gibt DM,V einen V-Phasen-Differenzialmodus an.

[0047] Derweil kann der Umwandlungsparameter, der durch die Parameter-Extraktionseinheit **240** extrahiert ist, die Beziehung von Spannung und Strom in entgegengesetzten Wellenenden in der Spannungs- und Stromtransfermatrix in jedem des gemeinsamen Modus und des Differenzialmodus, die definiert sind in Gleichung 2, enthalten. Der Grund dafür ist, Daten zu extrahieren, in welchen das elektrische Rauschen an die entge-

gegengesetzten Schaftenden im gemeinsamen Modus und im Differenzialmodus transferiert wird, wie zuvor beschrieben. Die Umwandlungsparameter können durch Gleichung 3 definiert sein.

$$\begin{bmatrix} V_{shaft\ 1} \\ V_{shaft\ 1} \\ V_{CM} \\ V_{DM,U} \\ V_{DM,V} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ 0 & 0 & 1 & \frac{-1}{2} & \frac{-1}{2} \\ 0 & 0 & \frac{-1}{2} & 1 & \frac{-1}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{shaft\ 1} \\ V_{shaft\ 1} \\ V_U \\ V_V \\ V_W \end{bmatrix} \Rightarrow V_M = M_V M$$

$$\begin{bmatrix} I_{shaft\ 1} \\ I_{shaft\ 1} \\ I_{CM} \\ I_{DM,U} \\ I_{DM,V} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & \frac{1}{2} & \frac{-1}{4} & \frac{-1}{4} \\ 0 & 0 & \frac{-1}{4} & \frac{1}{2} & \frac{-1}{4} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{shaft\ 1} \\ I_{shaft\ 1} \\ I_U \\ I_V \\ I_W \end{bmatrix} \Rightarrow I_M = M_I I$$

Gleichung 3

[0048] Hier gibt **V** Anschlussspannung an, gibt **I** Anschlussströme an, geben shaft 1 und 2 erste und zweite Wellenanschlüsse an, geben **V_{CM}** und **I_{CM}** Spannung und Strom im gemeinsamen Modus an, geben **V_{DM}** und **I_{DM}** Spannung und Strom im Differenzialmodus an, geben **DM,U** einen U-Phasen-Differenzialmodus an und gibt **DM,V** V-Phasen-Differenzialmodus an. **V_M** gibt Spannung in einem gemischten Modus an, **I_M** gibt Strom im gemischten Modus an, **M_V** gibt Umwandlungsparameter einschließlich Spannungstransfermatrizen im gemeinsamen Modus und dem Differenzialmodus an, und **M_I** gibt Umwandlungsparameter einschließlich Stromtransfermatrizen im gemeinsamen Modus und dem Differenzialmodus an.

[0049] Die Anschlussspannung und der Anschlussstrom des Fünf-Anschlussnetzwerkes werden zu einer Beziehung von Spannung und Strom im gemeinsamen Modus und den Differenzialmodus durch die durch Gleichung 3 definierten Umwandlungsparameter umgewandelt.

[0050] Nachfolgend wird eine Ausführungsform, in der Impedanzparameter in einem gemischten Modus berechnet werden, um Daten zu extrahieren, in welchen elektrisches Rauschen an die entgegengesetzten Wellenenden **284** und **285** im gemeinsamen Modus und im Differenzialmodus transferiert wird, unter Verwendung der Eingangsimpedanzparameter und der Umwandlungsparameter, die durch die Parameter-Extraktionseinheit **240** extrahiert sind, unter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschrieben.

[0051] Die Parameter-Recheneinheit **250** kann Impedanzparameter in einem gemischten Modus berechnen, in welchem Transferimpedanzkomponenten für die entgegengesetzten Wellenenden im gemeinsamen Modus und dem Differenzialmodus gemischt werden, unter Verwendung der Eingangsimpedanzparameter und der Umwandlungsparameter, die durch die Parameter-Extraktionseinheit **240** extrahiert werden, wie in Gleichung 4 ausgedrückt.

$$Z_M = M_V Z_M I^{-1} \quad \text{Gleichung 4}$$

[0052] Hier gibt **Z_M** Impedanzparameter im gemischten Modus an, gibt **M_V** Umwandlungsparameter einschließlich Spannungsübertragungsmatrizen im gemeinsamen Modus und im Differenzialmodus an, gibt **M_I** Umwandlungsparameter einschließlich Stromtransfermatrizen im gemeinsamen Modus und dem Differenzialmodus an und gibt **Z** Eingangsimpedanzparameter des Fünf-Anschlussnetzwerkes an.

[0053] Die Datenextraktionseinheit **260** kann Daten, in welchen die Transferimpedanzkomponenten für die entgegengesetzten Wellenenden im gemeinsamen Modus und im Differenzialmodus gemischt sind, aus den Impedanzparametern im gemischten Modus extrahieren.

[0054] Ein Beispiel zum Extrahieren von Daten, in welchen die Transferimpedanzkomponenten für die entgegengesetzten Wellenenden im gemeinsamen Modus und im Differenzialmodus gemischt sind, werden detaillierter unter Bezugnahme auf **Fig. 5** beschrieben.

[0055] **Fig. 5** ist eine Ansicht, die ein Beispiel von Impedanzparametern im gemischten Modus zeigt.

[0056] Bezugnehmend auf **Fig. 5** ist ersichtlich, dass die Impedanzparameter im gemischten Modus als Faktoren wirken, welche entgegengesetzte Wellenenden im gemeinsamen Modus und dem Differenzialmodus beeinträchtigen.

[0057] Hier geben Daten **510** und **520**, die durch durchgezogene Linien gezeigt sind, Daten an, welche die entgegengesetzten Wellenenden (der erste Wellenanschluss und der zweite Wellenanschluss) im gemeinsamen Modus und/oder dem Differenzialmodus beeinträchtigen. Mit anderen Worten sind die gezeigten Daten Daten über elektrisches Rauschen, das an die entgegengesetzten Wellenenden transferiert wird. Die Datenextraktionseinheit extrahiert Daten, in welchen die Transferimpedanzkomponenten für die entgegengesetzten Wellenenden im gemeinsamen Modus und dem Differenzialmodus gemischt werden (siehe Daten **510** und **520**, gezeigt durch die durchgezogenen Linien in **Fig. 5**).

[0058] Ein Motordesigner oder Anwender kann das Ausmaß von Interferenz des extrahierten elektrischen Rauschens abschätzen, das an die entgegengesetzten Schaftenden im gemeinsamen Modus und dem Differenzialmodus transferiert wird, durch die Impedanzparameter, was hilfreich ist beim Entwerfen der elektromagnetischen Kompatibilität (EMC) des Motors. Zusätzlich werden nicht nur Transferparameter zwischen elektrischem Rauschen und der Welle, sondern auch Parameter, die sich auf aus den Wicklungsdrähten des Motors im gemeinsamen Modus und dem Differenzialmodus erzeugtem Rauschen beziehen, extrahiert. Folglich ist es möglich, das konduktive Gesamttrauschen, das aus dem Motor erzeugt wird, zu analysieren.

[0059] Die vorliegende Offenbarung kann als Code implementiert werden, der auf ein nicht-transitorisches computerlesbares Medium geschrieben und somit durch einen Computer gelesen werden kann. Das computerlesbare Medium kann jeglicher Typ von Aufzeichnungsmedien sein, in welchen Daten in einem computerlesbaren Speicher gespeichert sind. Das computerlesbare Medium kann beispielsweise ein Festplattenlaufwerk (HDD), eine Solid-State-Disk (SSD), ein Silizium-Laufwerk (SDD), einen Nur-Lesespeicher (ROM), einen Wahlfrei-Zugriffsspeicher (RAM), einen kompakten Disk Nur-Lesespeicher (CD-ROM) ein Magnetband, eine Floppy-Disk und eine optische Datenspeichervorrichtung beinhalten.

[0060] Wie aus der obigen Beschreibung offenkundig ist, weist zumindest eine Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung die folgenden Wirkungen auf.

[0061] Es ist möglich, aus einem Drei-Phasen-Motor erzeugtes elektrisches Rauschen in einem gemeinsamen Modus und einem Differenzialmodus zu extrahieren und das Ausmaß zu extrahieren, in welchem das elektrische Rauschen an entgegengesetzte Schaftenden übertragen wird, als Parameter.

[0062] Zusätzlich werden nicht nur Transferparameter zwischen dem elektrischen Rauschen und der Welle, sondern auch Parameter, die sich auf aus Wicklungsdrähten des Motors in einem gemeinsamen Modus und einem Differenzialmodus erzeugtes Rauschen beziehen, extrahiert. Folglich ist es möglich, das konduktive Gesamttrauschen, das aus dem Motor erzeugt wird, zu analysieren.

[0063] Es wird durch Fachleute auf dem Gebiet erkannt werden, dass über die vorliegende Offenbarung erzielbare Effekte nicht auf insbesondere das, was oben stehend beschrieben worden ist, beschränkt sind, und andere Effekte der vorliegenden Offenbarung aus der obigen detaillierten Beschreibung klarer verstanden werden.

[0064] Die obige detaillierte Beschreibung ist nicht aufzufassen als die vorliegende Offenbarung in jeglichem Aspekt beschränkend, und ist beispielhaft anzusehen. Der Schutzzumfang der vorliegenden Offenbarung sollte durch vernünftige Interpretation der beigefügten Ansprüche bestimmt sein und alle äquivalente Modifikationen, die gemacht werden ohne vom Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen, sollten als in den nachfolgenden Ansprüchen enthalten verstanden werden.

Patentansprüche

1. Verfahren des Extrahierens von Impedanzparametern eines Drei-Phasen-Motors, der durch ein Fünf-Anschlussnetzwerk gebildet ist, das erste bis dritte Wicklungsdrähte und entgegengesetzte Wellenende enthält, umfassend die Schritte:

Verbinden von zwei Anschlüssen, die aus den ersten bis dritten Wicklungsdrähten und den entgegengesetzten Wellenenden des Drei-Phasen-Motors ausgewählt sind, mit einem Eingangsanschluss und einem Ausgangsanschluss, um Spannung und Strom der zwei Anschlüsse zu messen, und Eingangs-Impedanzparameter des Fünf-Anschlussnetzwerks zu extrahieren;

Extrahieren von Umwandlungsparametern einschließlich Spannungs- und Stromtransfermatrizen in einem gemeinsamen Modus, in welchem die ersten bis dritten Wicklungsdrähte gemeinsam mit dem Eingangsanschluss und dem Ausgangsanschluss verbunden sind, und in einem Differenzialmodus, in welchem die ersten bis dritten Wicklungsdrähte differenziell mit dem Eingangsanschluss und dem Ausgangsanschluss verbunden sind; und

Berechnen von Impedanzparametern in einem gemischten Modus, in welchem Transfer-Impedanz-Komponenten für die entgegengesetzten Wellenenden im gemeinsamen Modus und im Differenzialmodus gemischt sind, unter Verwendung der eingegebenen Impedanzparameter und der Umwandlungsparameter, die in den Schritten des Verbindens der zwei Anschlüsse und Extrahieren der Umwandlungsparameter extrahiert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei im Schritt des Berechnens der Impedanzparameter die Impedanzparameter im gemischten Modus berechnet werden, indem eine Gleichung verwendet wird:

$$Z_M = M_V Z_M^{-1}$$

wobei Z_M Impedanzparameter im gemischten Modus angibt, M_V Umwandlungsparameter einschließlich Spannungsübertragungsmatrizen im gemeinsamen Modus und im Differenzialmodus angibt, M_I Umwandlungsparameter einschließlich Stromtransfermatrizen im gemeinsamen Modus und dem Differenzialmodus angibt und Z Eingangsimpedanzparameter des Fünf-Anschlussnetzwerks angibt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Verbindens der zwei Anschlüsse weiter umfasst das Durchführen der Steuerung zum selektiven Schalten einer Vielzahl erster Umwandlungsschalter zum Verbinden der ersten bis dritten Drähte und entgegengesetzter Wellenenden des Drei-Phasen-Motors mit dem Eingangsanschluss und dem Ausgangsanschluss, um einen Schluss vom Strom dazwischen zu unterbrechen oder zu gestatten.

4. Verfahren gemäß Anspruch 3, wobei der Schritt des Verbindens von zwei Anschlüssen weiter umfasst das Einschalten einer Vielzahl von zweiten Umwandlungsschaltern, um die anderen Anschlüsse des Fünf-Anschlussnetzwerks des Drei-Phasen-Motors, ausschließlich der zwei Anschlüsse, die ausgewählt, zu messende Ziele sind, über eine Referenzimpedanz zu erden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, weiter umfassend das Extrahieren von Daten, in welchen die Transferimpedanzkomponenten für die entgegengesetzten Wellenenden im gemeinsamen Modus und dem Differenzialmodus aus den Impedanzparametern im gemischten Modus gemischt werden.

6. Verfahren gemäß Anspruch 5, weiter umfassend das Senden der Daten, die im Schritt des Extrahierens der Daten extrahiert sind, an eine Anzeigeeinheit.

7. Nicht-transitorisches computerlesbares Aufzeichnungsmedium, das durch einen Prozessor ausgeführte Programmanweisungen enthält, wobei das computerlesbare Medium umfasst:

Programmanweisungen, die zwei Anschlüsse verbinden, ausgewählt aus den ersten bis dritten Wicklungsdrähten und entgegengesetzten Wellenende eines Drei-Phasen-Motors mit einem Eingangsanschluss und einem Ausgangsanschluss, um Spannung und Strom der zwei Anschlüsse zu messen und Eingangs-Impedanzparameter eines Fünf-Anschlussnetzwerks zu extrahieren;

Programmanweisungen, die Umwandlungsparameter extrahieren, die Spannung und Stromtransfermatrizen in einem gemeinsamen Modus umfassen, in welchem die ersten bis dritten Wicklungsdrähte gemeinsam mit dem Eingangsanschluss und dem Ausgangsanschluss verbunden sind, und in einem Differenzialmodus, in welchem die ersten bis dritten Wicklungsdrähte differenzial mit dem Eingangsanschluss und dem Ausgangsanschluss verbunden sind; und

Programmanweisungen, die Impedanzparameter in einem gemischten Modus berechnen, in welchem Transferimpedanzkomponenten für die entgegengesetzten Wellenenden im gemeinsamen Modus und im Differenzialmodus gemischt werden, unter Verwendung der eingegebenen Impedanzparameter und der Umwandlungsparameter, extrahiert in den Schritten des Verbindens der zwei Anschlüsse und Extrahierens der Umwandlungsparameter.

8. Einrichtung zum Extrahieren von Impedanzparametern eines Drei-Phasen-Motors, der aus einem Fünf-Anschlussnetzwerk aufgebaut ist, das erste bis dritte Wicklungsdrähte und entgegengesetzte Wellenende aufweist, wobei die Einrichtung umfasst:

eine Messeinheit zum Verbinden von zwei Anschlüssen, die ausgewählt werden aus den ersten bis dritten Wicklungsdrähten und entgegengesetzten Wellenenden des Drei-Phasen-Motors, mit einem Eingangsanschluss und einem Ausgangsanschluss, um Spannung und Strom der zwei Anschlüsse zu messen,

eine Parameterextraktionseinheit zum Extrahieren von Eingangsimpedanzparametern des Fünf-Anschlussnetzwerks und Umwandlungsparametern, die Spannungs- und Stromtransfermatrizen beinhalten, in einem gemeinsamen Modus, in welchem die ersten bis dritten Wicklungsdrähte gemeinsam mit dem Eingangsanschluss und dem Ausgangsanschluss verbunden sind, und in einem Differenzialmodus, in welchem die ersten bis dritten Wicklungsdrähte differenzial mit dem Eingangsanschluss und dem Ausgangsanschluss verbunden sind, und

eine Parameterrecheneinheit zum Berechnen von Impedanzparametern in einem gemischten Modus, in welchem Transferimpedanzkomponenten für die entgegengesetzten Wellenenden im gemeinsamen Modus und dem Differenzialmodus gemischt werden, unter Verwendung der eingegebenen Impedanzparameter und der Umwandlungsparameter, extrahiert durch die Parameterextraktionseinheit.

9. Einrichtung gemäß Anspruch 1, wobei Parameterrecheneinheit die Impedanzparameter im gemischten Modus berechnet, indem eine Gleichung verwendet wird:

$$Z_M = M_V Z_{M_I}^{-1}$$

wobei Z_M Impedanzparameter im gemischten Modus angibt, M_V Umwandlungsparameter einschließlich Spannungsübertragungsmatrizen im gemeinsamen Modus und im Differenzialmodus angibt, M_I Umwandlungsparameter einschließlich Stromtransfermatrizen im gemeinsamen Modus und dem Differenzialmodus angibt und Z Eingangsimpedanzparameter des Fünf-Anschlussnetzwerks angibt.

10. Einrichtung gemäß Anspruch 8, weiter umfassend eine Schalteinheit, die eine Vielzahl von ersten Umwandlungsschaltern zum Verbinden der ersten bis dritten Drähte und der entgegengesetzten Wellenenden des Drei-Phasen-Motors mit dem Eingangsanschluss und dem Ausgangsanschluss umfasst, wobei die ersten Umwandlungsschalter selektiv geschaltet werden.

11. Einrichtung gemäß Anspruch 10, weiter umfassend eine Steuerung zum Durchführen einer Steuerung zum Umschalten der ersten Umwandlungsschalter so, dass der Eingangsanschluss und der Ausgangsanschluss selektiv von den ersten bis dritten Drähten und den entgegengesetzten Wellenenden des Drei-Phasen-Motors getrennt oder verbunden sind.

12. Einrichtung gemäß Anspruch 10, wobei die Schalteinheit eine Vielzahl von zweiten Umwandlungsschaltern umfasst, die konfiguriert sind, geschaltet zu werden, um die anderen Anschlüsse des Fünf-Anschlussnetzwerks des Drei-Phasen-Motors, ausschließlich der zwei Anschlüsse, die ausgewählte, zu messende Ziele sind, über eine Referenzimpedanz zu erden.

13. Einrichtung gemäß Anspruch 8, weiter umfassend eine Datenextraktionseinheit zum Extrahieren von Daten, in welchen die Transferimpedanzkomponenten für die entgegengesetzten Wellenenden im gemeinsamen Modus und im Differenzialmodus aus den Impedanzparametern im gemischten Modus gemischt werden.

14. Einrichtung gemäß Anspruch 13, weiter umfassend eine Anzeigeeinheit zum Anzeigen der aus der Datenextraktionseinheit empfangenen Daten.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

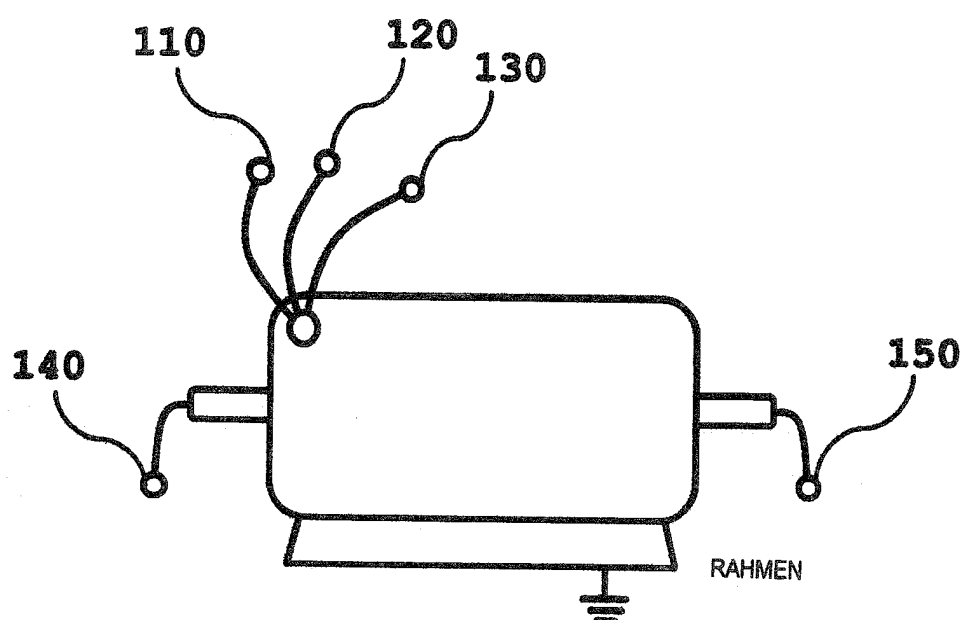


FIG. 2

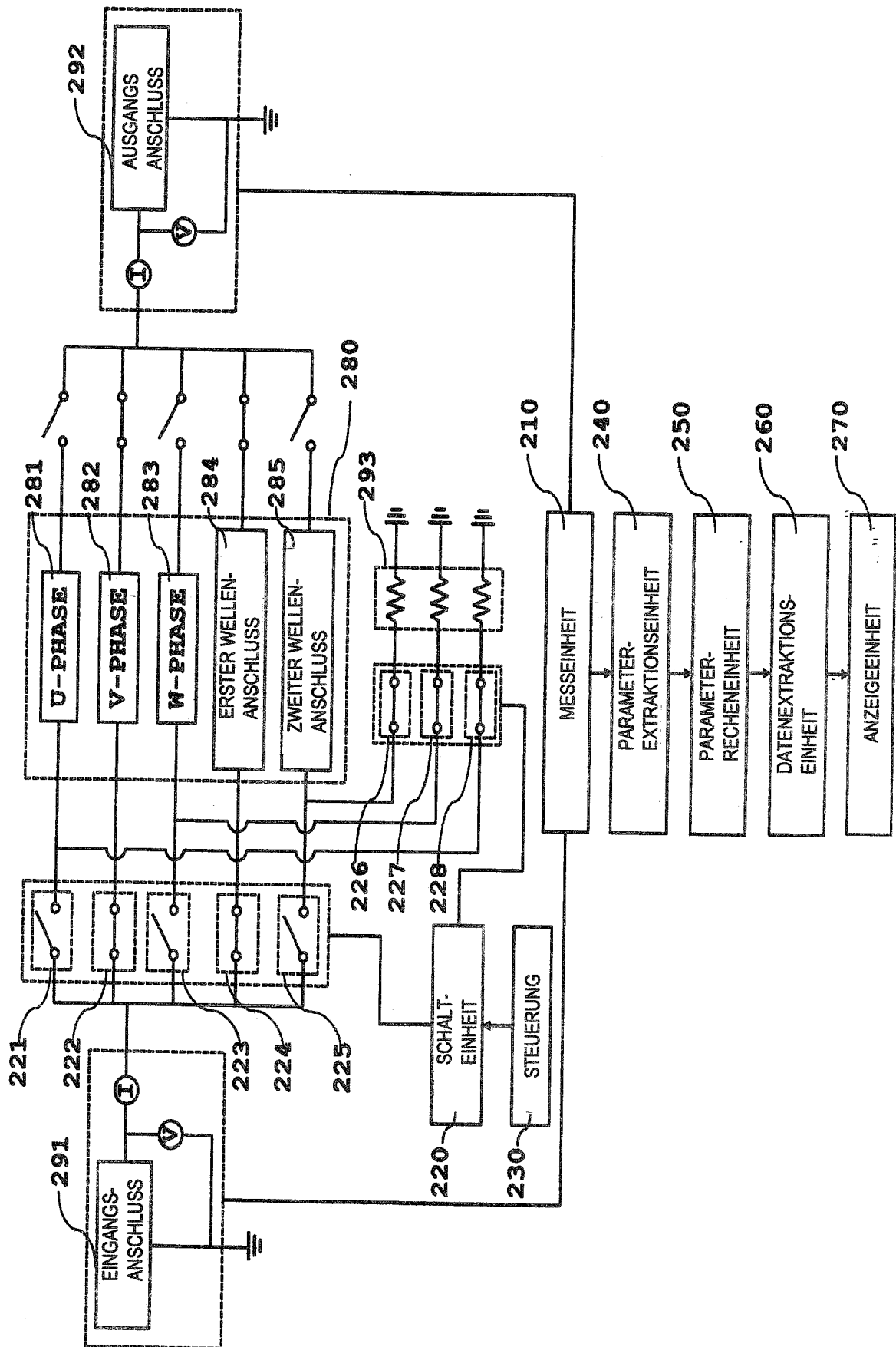


FIG. 3

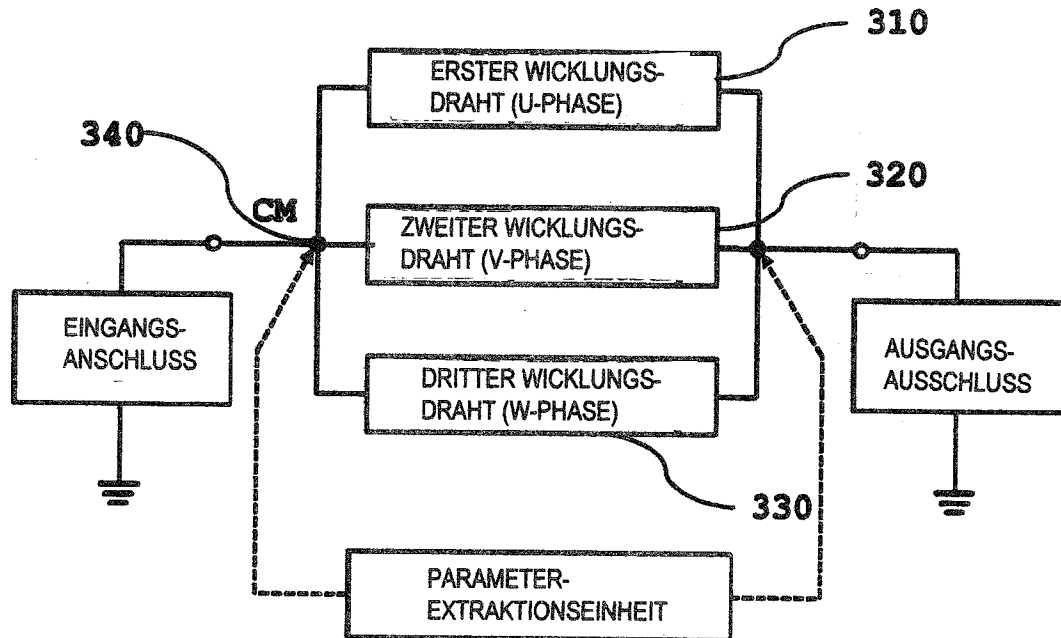


FIG. 4

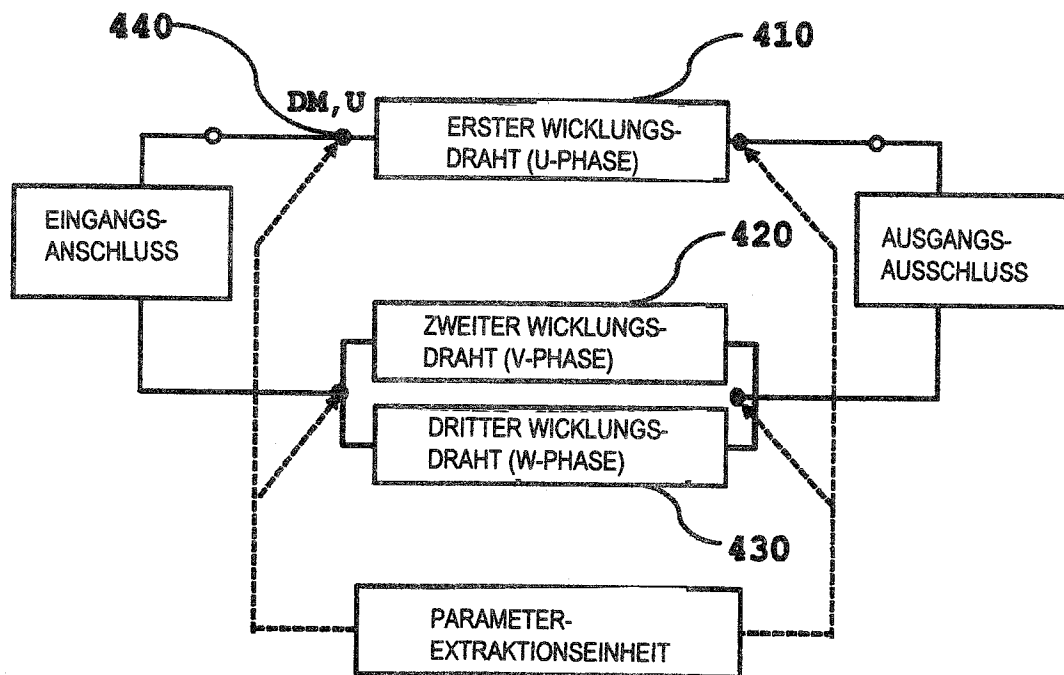


FIG. 5

	WELLE 1	WELLE 2	GEMEINSAMER MODUS	DIFFERENZIAL- MODUS (U)	DIFFERENZIAL- MODUS (V)
WELLE 1	$Z_{shaft\ 1,shaft\ 1}$	$Z_{shaft\ 1,shaft\ 2}$	$Z_{shaft\ 1,CM}$	$Z_{shaft\ 1,DM-U}$	$Z_{shaft\ 1,DM-V}$
WELLE 2	$Z_{shaft\ 2,shaft\ 1}$	$Z_{shaft\ 2,shaft\ 2}$	$Z_{shaft\ 2,CM}$	$Z_{shaft\ 2,DM-U}$	$Z_{shaft\ 2,DM-V}$
GEMEINSAMER MODUS	$Z_{CM,shaft\ 1}$	$Z_{CM,shaft\ 2}$	$Z_{CM,CM}$	$Z_{CM,DM-U}$	$Z_{CM,DM-V}$
DIFFERENZIAL- MODUS (U)	$Z_{DM-U,shaft\ 1}$	$Z_{DM-U,shaft\ 2}$	$Z_{DM-U,CM}$	$Z_{DM-U,DM-U}$	$Z_{DM-U,DM-V}$
DIFFERENZIAL- MODUS (V)	$Z_{DM-V,shaft\ 1}$	$Z_{DM-V,shaft\ 2}$	$Z_{DM-V,CM}$	$Z_{DM-V,DM-U}$	$Z_{DM-V,DM-V}$