



(10) **DE 10 2016 200 099 A1** 2017.07.13

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 200 099.3**

(51) Int Cl.: **B60R 16/03 (2006.01)**

(22) Anmeldetag: **07.01.2016**

(43) Offenlegungstag: **13.07.2017**

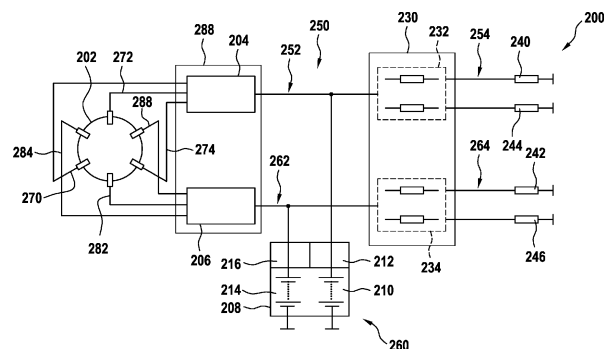
(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Bohne, Christian, 70437 Stuttgart, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Bordnetz**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Bordnetz mit mindestens zwei Bordnetzkanälen und einer Anzahl von Bordnetzkomponenten, von denen mindestens eine Bordnetzkomponente mehrsträngig mit mindestens zwei Strängen (210) ausgebildet ist, wobei die mindestens eine mehrsträngig ausgebildete Bordnetzkomponente derart angeordnet ist, dass die Stränge (210) der mindestens einen mehrsträngigen Bordnetzkomponente unterschiedlichen Bordnetzkanälen des Bordnetzes (200) zugeordnet sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Bordnetz, insbesondere ein Bordnetz, das in einem Kraftfahrzeug zur Anwendung kommt. Die Erfindung betrifft insbesondere ein zweisträngiges Bordnetz zur fehlertoleranten Versorgung redundant vorhandener Funktionen.

Stand der Technik

[0002] Unter einem Bordnetz ist insbesondere im automotiven Einsatz die Gesamtheit aller elektrischen Komponenten in einem Kraftfahrzeug zu verstehen. Somit sind davon sowohl elektrische Verbraucher als auch Versorgungsquellen, wie bspw. Generatoren oder elektrische Speicher, z. B. Batterien, umfasst. Im Kraftfahrzeug ist darauf zu achten, dass elektrische Energie so verfügbar ist, dass das Kraftfahrzeug jederzeit gestartet werden kann und während des Betriebs eine ausreichende Stromversorgung sichergestellt ist. Aber auch im abgestellten Zustand sollen elektrische Verbraucher noch für einen angemessenen Zeitraum betreibbar sein, ohne dass ein nachfolgender Start beeinträchtigt wird.

[0003] Zu beachten ist, dass aufgrund der zunehmenden Elektrifizierung von Aggregaten sowie der Einführung von neuen Fahrfunktionen die Anforderung an die Zuverlässigkeit der elektrischen Energieversorgung im Kraftfahrzeug stetig steigt. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass zukünftig bei einem hochautomatischen Fahren fahrfremde Tätigkeiten in begrenztem Maße zulässig sein sollen. Eine sensorische, regelungstechnische, mechanische und energetische Rückfallebene durch den Fahrer ist in diesem Fall nur noch eingeschränkt vorhanden. Daher besitzt bei einem hochautomatischen Fahren die elektrische Versorgung eine bisher in Kraftfahrzeugen nicht gekannte Sicherheitsrelevanz. Fehler im elektrischen Bordnetz müssen daher zuverlässig und möglichst vollständig erkannt werden.

[0004] Unter einem hochautomatischen Fahren, das auch als hochautomatisiertes Fahren bezeichnet wird, ist ein Zwischenschritt zwischen einem assistierten Fahren, bei dem der Fahrer durch Assistenzsysteme unterstützt wird, und einem autonomen Fahren, bei dem das Fahrzeug selbsttätig und ohne Einwirkung des Fahrers fährt, zu verstehen. Beim hochautomatischen Fahren verfügt das Fahrzeug über eine eigene Intelligenz, die vorausplant und die Fahraufgabe zumindest in den meisten Fahrsituationen übernehmen könnte. Daher hat bei einem hochautomatischen Fahren die elektrische Versorgung eine hohe Sicherheitsrelevanz.

[0005] Die Druckschrift DE 10 2009 053 691 A1 beschreibt ein Bordnetz sowie ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben des Bordnetzes. Das Bordnetz umfasst einen Gleichspannungswand-

ler und einen Basisenergiespeicher, der mit dem Gleichspannungswandler gekoppelt ist. Das Bordnetz umfasst weiterhin eine erste Auswahl von zumindest einem ersten elektrischen Verbraucher, der elektrisch parallel mit dem Gleichspannungswandler koppelbar ist, und eine zweite Auswahl von zumindest einem elektrischen Verbraucher, der elektrisch parallel mit dem Basisenergiespeicher koppelbar ist.

Offenbarung der Erfindung

[0006] Vor diesem Hintergrund werden ein Bordnetz gemäß Anspruch 1 und eine Bordnetzkomponente nach Anspruch 7 vorgestellt. Ausführungsformen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen und aus der Beschreibung.

[0007] Das vorgestellte Bordnetz, das insbesondere in einem Kraftfahrzeug zur Anwendung kommt, weist in Ausgestaltung einen ersten Bordnetzkanal und einen zweiten Bordnetzkanal auf, die jeweils über eine eigene Energieversorgung verfügen können. Dieses Bordnetz zeichnet sich dadurch aus, dass die in diesem vorgesehenen Bordnetzkomponenten mehrsträngig, bspw. zweisträngig, ausgebildet sind.

[0008] Bordnetzkomponenten sind alle Komponenten des Bordnetzes außer den Verbrauchern. Bordnetzkomponenten sind somit bspw. Energiequellen, Energiespeicher, Übertrager, Verteiler, Wandler usw.

[0009] Bei bekannten Bordnetzen, wie bspw. demjenigen, das in **Fig. 1** dargestellt ist, gibt es neben einem Hochvolt-Basisbordnetz, bspw. einem 48 V-Basisbordnetz, zwei unabhängige Kanäle mit zwei Koplelementen (Bezugsziffer **20** und **36** in **Fig. 1**) und zwei Batterien (Bezugsziffern **30** und **40** in **Fig. 1**). Diese redundant vorhandenen Komponenten benötigen zusätzlichen Bauraum.

[0010] Bei dem vorgestellten Bordnetz wird die Redundanz in die Komponenten hinein verlegt. D. h. es gibt eine Komponente, die jedoch intern zweisträngig aufgeteilt ist. Der Verbraucher, der in **Fig. 2** dargestellt ist, ist ein Beispiel nach dem Stand der Technik. Das Prinzip der Erfindung kann auf Generator, Wandler und Speicher adaptiert werden.

[0011] Die Bordnetzkomponenten des beschriebenen Bordnetzes werden somit intern aufgeteilt bzw. intern geschnitten. Unter mehrsträngig ist zu verstehen, dass in der Bordnetzkomponente typischerweise voneinander getrennte, insbesondere galvanisch getrennte, Stränge vorgesehen sind. Bei der vorgestellten Bordnetzkomponente sind die Stränge galvanisch voneinander getrennt und elektrisch unabhängig voneinander. Weiterhin können die Stränge über getrennte Steuerelemente ansteuerbar sein, getrennte Absicherungselemente, bspw. Trennschalter, und getrennte Ein- und Ausgänge haben. Elektrisch

unabhängig bedeutet, dass die Stränge auf getrennte Ein- und Ausgänge gehen, dass diese von unterschiedlichen Ansteuerungen, wie. bspw. Mikrocontroller, haben und getrennte Kommunikationsleitungen haben.

[0012] Bei dem vorgestellten Bordnetz ist in Ausgestaltung eine konsequente Zweisträngigkeit in der elektrischen Maschine, im Inverter, in der Batterie, im Spannungswandler und in der Versorgung sicherheitsrelevanter Verbraucher gegeben. Dies kann dadurch erreicht werden, dass bspw. bereits vorhandene Strukturen neu verschaltet werden. Es werden also Funktionen redundant und voneinander unabhängige ausgelegt, ohne die Anzahl der Bauelemente im Fahrzeug zu erhöhen, wie es im Stand der Technik bei zweikanaligen Topologien dargestellt wurde. Es wird hierzu auf **Fig. 1** verwiesen.

[0013] Zu beachten ist, dass auch in mehrkanaligen, wie bspw. zweikanaligen, Bordnetzen die Anzahl der Verbraucher und damit der Leistungsbedarf nahezu gleich bleibt. Die Nennleistung des Spannungswandlers oder der elektrischen Maschine muss daher kaum steigen, wenn das elektrische Bordnetz mehrkanalig, bspw. zweikanalig, aufgebaut werden soll.

[0014] Wenn ein Spannungswandler über vier Phasen 3 kW Ausgangsleistung bereit stellt, bedeutet dies, dass in einem zweikanaligen Bordnetz jeweils zwei Phasen 1,5 kW Ausgangsleistung bereitstellen müssen. Werden die Ausgänge der jeweils zwei Phasen auch auf zwei getrennte Ausgänge geführt, können mit einem Bauteil und wenig Mehraufwand zwei getrennte Kanäle versorgt werden.

[0015] Dies gilt auch für den Generator: Die Nennleistung bleibt in Summe gleich, wird aber auf zwei Ausgänge verteilt. Es ist zu berücksichtigen, dass bei Stromstärken von 200 A bei 14 V bereits heute Leistungshalbleiter parallel verschaltet werden, um die Stromtragfähigkeit zu gewährleisten.

[0016] Es ist nunmehr vorgesehen, insbesondere diese vorhanden parallelen Strukturen auf andere Weise zu strukturieren, um mit geringem Zusatzaufwand eine Mehrkanaligkeit, wie bspw. Zweikanaligkeit, und Redundanz zu erzeugen. Der Vorteil besteht in der hohen Integration von Funktionen in einem Bauteil. Dies ermöglicht die Verringerung von Kosten und eine Gewichtsreduzierung sowie Vorteile hinsichtlich des Packaging.

[0017] Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und den beiliegenden Zeichnungen.

[0018] Es versteht sich, dass die voranstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kom-

bination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0019] **Fig. 1** zeigt ein zweikanaliges Bordnetz nach dem Stand der Technik.

[0020] **Fig. 2** zeigt in vereinfachter Darstellung einen fehlertoleranten Lenkantrieb.

[0021] **Fig. 3** zeigt eine Backbone-Architektur mit mehreren Spannungslagen.

[0022] **Fig. 4** zeigt in vereinfachter Darstellung eine Ausführung des Bordnetzes.

[0023] **Fig. 5** zeigt in vereinfachter Darstellung eine weitere Ausführung des Bordnetzes.

[0024] **Fig. 6** zeigt in vereinfachter Darstellung noch eine Ausführung des Bordnetzes.

Ausführungsformen der Erfindung

[0025] Die Erfindung ist anhand von Ausführungsformen in den Zeichnungen schematisch dargestellt und wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen ausführlich beschrieben.

[0026] **Fig. 1** zeigt eine mögliche Ausführungsform eines zweikanaligen Bordnetzes nach dem Stand der Technik, das insgesamt mit der Bezugsziffer **10** bezeichnet ist. Diese umfasst eine elektrische Maschine **12**, bspw. einen Starter, einen ersten nicht sicherheitsrelevanten Verbraucher **14**, eine erste Batterie **16**, der ein Batteriemanagementsystem **18** zugeordnet ist, einen Gleichspannungswandler **20**, der als Koppellement zwischen einer Hochvoltseite **22** und einer Niedervoltseite **24**, bspw. mit einem Spannungsniveau von 14 V, dient, eine erste electronic Power Distribution Unit **26** (ePDU: elektronische Energieversorgungseinheit), einen zweiten nicht sicherheitsrelevanten Verbraucher **28**, eine zweite Batterie **30** mit zugeordnetem elektronischen Batteriesensor **32**, eine zweite ePDU **34**, einen zweiten Gleichspannungswandler **34**, der als Koppellement zwischen der Hochvoltseite **22** und einer weiteren Niedervoltseite **38**, bspw. ebenfalls mit einem Spannungsniveau von 14 V, dient, eine dritte Batterie **40** mit zugeordnetem elektronischen Batteriesensor **42**, einen ersten sicherheitsrelevanten Verbraucher **50**, einen zweiten sicherheitsrelevanten Verbraucher **52**, einen dritten sicherheitsrelevanten Verbraucher **54** und einen vierten sicherheitsrelevanten Verbraucher **56**. Der dritte sicherheitsrelevante Verbraucher **54** und der vierte sicherheitsrelevante Verbraucher **56** sind zueinander redundant.

[0027] Mit einer Umrandung gekennzeichnet ist das Basisbordnetz **60** mit HV-Komponenten und 14 V-Komponenten ohne Sicherheitsrelevanz. In diesem Basisbordnetz **60** sind die erste Batterie **16** und die zweite Batterie **30** enthalten, einmal mit Hochvolt (HV), nämlich die erste Batterie **16**, sowie mit 14 V, nämlich die zweite Batterie **30**.

[0028] An das Basisbordnetz **60** angekoppelt ist ein sicherheitsrelevanter Kanal **62** mit sicherheitsrelevanten Verbrauchern wie bspw. Bremse, Lenkung usw. Ein zweiter sicherheitsrelevanter Kanal **64** versorgt ebenfalls sicherheitsrelevante Komponenten mit 14 V.

[0029] Fehlertolerante Antriebe sind z. B. bei der elektrischen Lenkung bekannt. Hierbei wird, wie in **Fig. 2** gezeigt wird, sowohl die Sensorik, die Signalverarbeitung als auch die Ansteuerung des Motors redundant angelegt. Aus einer dreiphasigen Maschine wird so eine sechsphasige Maschine. Auch bei dem Ausfall einer beliebigen Komponente kann so die jeweils andere Motorhälfte weiterarbeiten und so ca. 50 % des Antriebsmoments erzeugen.

[0030] **Fig. 2** zeigt ein Beispiel für einen sicherheitsrelevanten redundanten Verbraucher, in diesem Fall ein fehlertoleranter Lenkantrieb, welcher mit der Bezugsziffer **80** bezeichnet ist. Bei diesem sind alle Elemente inklusive Energieversorgung und Kommunikation gedoppelt. Dies bedeutet, dass bei Ausfall eines Kanals der andere Kanal alleine den sicheren Betrieb gewährleisten kann.

[0031] Die Darstellung zeigt eine erste Signalelektronik **82**, eine zweite Signalelektronik **84**, einen ersten Hauptcontroller **86**, einen zweiten Hauptcontroller **88**, eine erste Endstufe **90**, eine zweite Endstufe **92**, einen ersten Motor **94** und einen zweiten Motor **96**. Weiterhin sind mit Doppelpfeilen eine erste Kommunikation **98**, eine zweite Kommunikation **100** sowie eine interne Kommunikationsleitung **102** verdeutlicht. Pfeile zeigen einen ersten Anschluss **104** an einen ersten Bordnetzpfad und einen zweiten Anschluss **106** an einen zweiten Bordnetzpfad. In der Darstellung sind Komponenten eines Steuergeräts **110** und eines Motors **112** mit Umrandungen gekennzeichnet.

[0032] Der in **Fig. 2** gezeigte Verbraucher **80** könnte ein Lenksystem oder Bremssystem sein, d. h. der Motor **112** steuert ein sicherheitsrelevantes System. Bei diesem redundant aufgebauten Verbraucher **80** sind sowohl die Signalelektronik **82** bzw. **84**, der Hauptcontroller **86** bzw. **88**, die Endstufen bzw. Leistungsendstufen **90** bzw. **92** und der Motor **112** doppelt vorhanden. Auch die Anschlüsse **104** bzw. **106** an die Bordnetzpfade und die Kommunikation **98** bzw. **100** sind zweifach vorgesehen. Somit kann bei Ausfall einer Komponente oder eines Bordnetzpfades bzw. Ka-

nals in der einen Hälfte die jeweils andere Hälfte redundant die Funktion übernehmen.

[0033] Die oben eingezeichneten Kästen **82**, **86**, **90** und **94** stellen einen der Verbraucher aus einer ersten Gruppe, bspw. Verbraucher **52**, **56** in **Fig. 1**, die unten eingezeichneten Kästen **84**, **88**, **92** und **96** stellen einen Verbraucher aus einer zweiten Gruppe dar. Intern sind die beiden Teile **116**, **118** über die interne Kommunikationsleitung **102** miteinander verbunden. Die beiden Teile **116**, **118** sind somit Teile **116**, **118** einer Komponente im Bordnetz, in diesem Fall Teile **116**, **118** des redundanten Verbrauchers **80**.

[0034] Weiterhin sind sogenannte Backbone-Architekturen bekannt, bei denen ein zentraler Stromverteiler durch das Fahrzeug gelegt wird. Hiervon zweigt dann dezentral die Energieversorgung für die einzelnen Komponenten in den jeweiligen Zonen des Fahrzeugs ab. Dies steht im Gegensatz zu Baumstrukturen. **Fig. 3** zeigt ein Kraftfahrzeug **150** mit einer solchen Architektur. Die Darstellung zeigt eine elektrische Maschine **152**, einen Gleichspannungswandler **154**, ein Leistungselektronik-Umrichter **155**, ein zentrales Steuergerät ECU **156**, einen Hochvoltspeicher **158** mit einem ersten **160** und einem zweiten HV-Verteiler **162**, eine Ladedose **164**, sowie ein intelligenter Stromverteiler **166** für 12 V und ein intelligenter Stromverteiler **168** für 48 V.

[0035] Wie in **Fig. 1** dargestellt ist, werden bei bekannten Bordnetzen zwei Gleichspannungswandler benötigt, um ein zweikanaliges Bordnetz zu versorgen. Diese benötigen zusätzlichen Bauraum und erhöhen das Gewicht des Fahrzeugs.

[0036] Mit dem vorgestellten Bordnetz wird nunmehr, zumindest in Ausgestaltung, eine zweikanalige, redundante Versorgung mit möglichst wenigen Bauteilen bereitgestellt. Weiterhin kann eine fehlertolerante Energiequelle zur Verfügung gestellt werden, die auch im Fehlerfall weiter Energie liefern kann. Weiterhin soll diese Energiequelle, die bspw. als elektrische Maschine ausgebildet ist, auch im Fehlerfall ein Moment erzeugen. Die vorgestellte zweisträngige Batterie stellt zwei voneinander unabhängige Speicher bereit, um auch hier eine Fehlertoleranz zu ermöglichen.

[0037] Am Beispiel einer elektrischen Maschine und eines Spannungswandlers kann das Prinzip der Erfindung erläutert werden. Dies wird in den folgenden Figuren vorgenommen:

Eine detaillierte Darstellung des vorgestellten Bordnetzes **200** ist in **Fig. 4** gezeigt. Dieses Bordnetz **200** umfasst einen zweiphasigen Sperrwandler mit zwei getrennten Ausgängen für die redundante Versorgung der sicherheitsrelevanten Verbraucher.

[0038] Die Darstellung zeigt eine elektrische Maschine **202**, einen ersten Inverter 1a **204**, einen zweiten Inverter 1b **206**, eine Batterie **208** mit einem ersten Strang B1a **210** mit zugeordnetem Batteriemanagementsystem BMS1a **212** und mit einem zweiten Strang B1b **214** mit zugeordnetem Batteriemanagementsystem BMS1b **216**, einem Gleichspannungswandler **230** mit einem ersten Strang DC/DCa **232** und einem zweiten Strang DC/DCb **234**, erste Verbraucher $R_{1a}R_{2a}$ **240**, zweite Verbraucher $R_{1a}R_{2a}$ **242**, einen ersten weiteren Verbraucher R_{3a} **244** und einen zweiten weiteren Verbraucher R_{3b} **246**. Weiterhin zeigt die Darstellung einen ersten Kanal **250** mit einer Hochvoltseite **252** und einer Niedervoltseite **254** sowie einen zweiten Kanal **260** mit einer Hochvoltseite **262** und einer Niedervoltseite **264**.

[0039] Die in diesem Fall sechsphasige elektrische Maschine **202** führt jeweils drei Phasen in zu jeweils einem Inverter, und zwar eine erste Phase **270**, eine zweite Phase **272** und eine dritte Phase **274** zu dem ersten Inverter 1a **204** und eine vierte Phase **280**, eine fünfte Phase **282** und eine sechste Phase **284** zu dem zweiten Inverter 1b **206**. Beide Inverter **204**, **206** sind in einem Gehäuse **288** verbaut, aber intern galvanisch getrennt. Man kann die beiden Inverter **204** als **206** zusammen auch als ein Inverter mit zwei Teilen bezeichnen.

[0040] Fällt bspw. der zweite Inverter 1b **206** aus, so kann der erste Inverter 1a **204** weiterhin die Phasen **270**, **272**, **274** der elektrischen Maschine **202** so ansteuern, dass weiterhin ein Notlauf-Betrieb mit ca. 50 % des Nenn-Moments dargestellt werden kann. Hiermit kann der Ausfall des Vortriebs verhindert werden, das Fahrzeug bleibt somit nicht liegen. Andererseits kann auch der Generator bei einem Einzelfehler ca. 50 % der Nennleistung bereitstellen.

[0041] Jeweils 50 % der Nennleistung elektrischen Maschine **202**, die als Generator dient, werden zu einem Strang der Batterie **208** geführt. Durch die Zweisträngigkeit sinkt die Strombelastung der Zellen. Weiterhin enthält die Batterie **208** zwei voneinander, insbesondere galvanisch, getrennte Batteriemangement-Systeme **212**, **216** und getrennte Hauptschalter. Auch hier führt bspw. der Ausfall einer Batteriehälfte nicht zum Totalausfall sondern kann zum Teil durch die andere Hälfte kompensiert werden.

[0042] Das Niedervolt-Bordnetz wird nach dem Stand der Technik durch einen Gleichspannungswandler versorgt, wenn die Spannung im Basisbordnetz von 14 V abweicht. Der Wandler **230** weist zwei Anschlüsse für die Eingangsspannung und zwei weitere Anschlüsse für die Ausgangsspannung auf. Zusätzliche Anschlüsse für die Masse sind nicht dargestellt, jedoch relevant. Die heute üblichen mehrphasigen Wandler werden wiederum in zwei galvanisch getrennte Hälften aufgebaut. Ein heute vierpha-

siger Wandler würde demnach zweimal zwei Phasen aufweisen. Sowohl DC/DCa **232** als auch DC/DCb **234** versorgt einen Teil der nichtsicherheitsrelevanten Verbraucher R_{3a}/R_{3b} **244**, **246**, sogenannte Komfortverbraucher, um die Bordnetzlast in beiden Kanälen ungefähr gleich zu halten. Auch die Außenbeleuchtung des Fahrzeugs könnte auf beide Kanäle aufgeteilt werden, um bei Ausfall eines Kanals noch einen Teil der Beleuchtung aufrecht erhalten zu können.

[0043] Weiterhin sind mit R_{1a}/R_{1b} **240**, **242** Verbraucher angeschlossen, die redundante Funktionen wie Bremsen und Lenken übernehmen können. In Kanal 1 bspw. der iBooster und in Kanal 2 das ESP zum Aufbau des Bremsdrucks.

[0044] So können auch bei Ausfall eines Kanals sicherheitsrelevante Funktionen durch den zweiten Kanal dargestellt werden.

[0045] In einer weiteren Ausführungsform werden die zwei Kanäle in Form einer zweikanaligen BackBone-Architektur in das Fahrzeug integriert. Anstelle zwei Spannungslagen werden dann die beiden 14 V-Kanäle durch das Fahrzeug geführt und die Verbraucher wie oben darstellt dezentral versorgt.

[0046] Fig. 5 zeigt eine weitere Ausführungsform des Bordnetzes **300**, bei dem zusätzlich auch im 14 V-Bordnetz eine zweisträngige Batterie installiert ist.

[0047] Die Darstellung zeigt eine elektrische Maschine **302**, einen ersten Inverter 1a **304**, einen zweiten Inverter 1b **306**, eine Batterie **308** mit einem ersten Strang B1a **310** mit zugeordnetem Batteriemanagementsystem BMS1a **312** und mit einem zweiten Strang B1b **314** mit zugeordnetem Batteriemanagementsystem BMS1b **316**, einem Gleichspannungswandler **330** mit einem ersten Strang DC/DCa **332** und einem zweiten Strang DC/DCb **334**, erste Verbraucher $R_{1a}R_{2a}$ **340**, zweite Verbraucher $R_{1a}R_{2a}$ **342**, einen ersten weiteren Verbraucher R_{3a} **344** und einen zweiten weiteren Verbraucher R_{3b} **346**. Weiterhin zeigt die Darstellung einen ersten Kanal **350** mit einer Hochvoltseite **352** und einer Niedervoltseite **354** sowie einen zweiten Kanal **360** mit einer Hochvoltseite **362** und einer Niedervoltseite **364**.

[0048] Die in diesem Fall sechsphasige elektrische Maschine **302** führt jeweils drei Phasen in zu jeweils einem Inverter, und zwar eine erste Phase **370**, eine zweite Phase **372** und eine dritte Phase **374** zu dem ersten Inverter 1a **304** und eine vierte Phase **380**, eine fünfte Phase **382** und eine sechste Phase **384** zu dem zweiten Inverter 1b **306**. Beide Inverter **304**, **306** sind in einem Gehäuse **388** verbaut, aber intern galvanisch getrennt. Man kann die beiden Inverter **304** als **306** zusammen auch als ein Inverter mit zwei Teilen bezeichnen.

[0049] Weiterhin zeigt die Darstellung eine zusätzliche zweisträngige Batterie **390** mit einem ersten Strang B2a **392** mit zugeordnetem Batteriemanagementsystem BMS2a **394** und mit einem zweiten Strang B2b **396** mit zugeordnetem Batteriemanagementsystem BMS2b **398**. Die zusätzliche Batterie **390** steigert die Versorgungssicherheit.

[0050] In einer weiteren Ausführungsform ist nur auf der 14 V-Seite die zweistängige Batterie installiert, die 48 V-Batterie entfällt.

[0051] In einer weiteren Ausführungsform entfallen der Spannungswandler und der Inverter entfallen. In diesem Fall handelt es sich um ein zweikanaliges 14 V-Bordnetz mit fehlertolerantem 14 V-Generator.

[0052] Fig. 6 zeigt eine weitere Ausführungsform des Bordnetzes **400**, bei dem über den Schalter S1 beide Kanäle auf der höheren Spannungslage gekoppelt werden können.

[0053] Die Darstellung zeigt eine elektrische Maschine **402**, einen ersten Inverter 1a **404**, einen zweiten Inverter 1b **406**, eine Batterie **408** mit einem ersten Strang B1a **410** mit zugeordnetem Batteriemanagementsystem BMS1a **412** und mit einem zweiten Strang B1b **414** mit zugeordnetem Batteriemanagementsystem BMS1b **416**, einem Gleichspannungswandler **430** mit einem ersten Strang DC/DCa **432** und einem zweiten Strang DC/DCb **434**, erste Verbraucher R_{1a}R_{2a} **440**, zweite Verbraucher R_{1a}R_{2a} **442**, einen ersten weiteren Verbraucher R_{3a} **444** und einen zweiten weiteren Verbraucher R_{3b} **446**. Weiterhin zeigt die Darstellung einen ersten Kanal **450** mit einer Hochvoltseite **452** und einer Niedervoltseite **454** sowie einen zweiten Kanal **460** mit einer Hochvoltseite **462** und einer Niedervoltseite **464**.

[0054] Die in diesem Fall sechsheisige elektrische Maschine **402** führt jeweils drei Phasen in zu jeweils einem Inverter, und zwar eine erste Phase **470**, eine zweite Phase **472** und eine dritte Phase **474** zu dem ersten Inverter 1a **404** und eine vierte Phase **480**, eine fünfte Phase **482** und eine sechste Phase **484** zu dem zweiten Inverter 1b **406**. Beide Inverter **404**, **406** sind in einem Gehäuse **488** verbaut, aber intern galvanisch getrennt. Man kann die beiden Inverter **404** als **406** zusammen auch als ein Inverter mit zwei Teilen bezeichnen.

[0055] Weiterhin zeigt die Darstellung eine zusätzliche zweisträngige Batterie **490** mit einem ersten Strang B2a **492** mit zugeordnetem Batteriemanagementsystem BMS2a **494** und mit einem zweiten Strang B2b **496** mit zugeordnetem Batteriemanagementsystem BMS2b **498**. Die zusätzliche Batterie **490** steigert die Versorgungssicherheit.

[0056] Darüber hinaus sind zwei Koppellelemente zwischen den beiden Bordnetzkanälen vorgesehen, nämlich ein erster Schalter S1 **500** und ein zweiter Schalter D2 **502**.

[0057] Die Kopplung über den Schalter S1 **500** kann notwendig sein bei:

- hoher Unsymmetrie in den Verbraucher-Lasten zwischen beiden Kanälen,
- im Fehlerfall, z. B. bei Ausfall des Inverters 1a **404**, um die Batterie B1a **410** und den Wandler DC/DCa **432** weiterhin aus Inverter 1b **406** zu versorgen,
- einem Ausgleich unsymmetrischer Batterieladung bzw. bei hohen Batterieströmen in einem Kanal.

[0058] Weiterhin können in dem Bordnetz **400** in Fig. 6 über den Schalter S2 **502** beide Kanäle auf der 14 V-Spannungslage gekoppelt werden. Dies kann notwendig sein bei:

- hoher Unsymmetrie in den Verbraucher-Lasten R3a/R3b **444**, **446** zwischen beiden Kanälen,
- im Fehlerfall, z. B. bei Ausfall des DC/DCa **432**, um die Batterie B2a **492** und die Verbraucher R1a/R2a **440** weiterhin aus DC/DCb **434** zu versorgen,
- einem Ausgleich unsymmetrischer Batterieladung bzw. bei hohen Batterieströmen in einem Kanal.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102009053691 A1 [0005]

Patentansprüche

1. Bordnetz mit mindestens zwei Bordnetzkanälen und einer Anzahl von Bordnetzkomponenten, von denen mindestens eine Bordnetzkomponente mehrsträngig mit mindestens zwei Strängen (**210, 232, 310, 332, 392, 410, 432, 492, 214, 234, 314, 334, 396, 414, 434, 496**) ausgebildet ist, wobei die mindestens eine mehrsträngig ausgebildete Bordnetzkomponente derart angeordnet ist, dass die Stränge (**210, 232, 310, 332, 392, 410, 432, 492, 214, 234, 314, 334, 396, 414, 434, 496**) der mindestens einen mehrsträngigen Bordnetzkomponente unterschiedlichen Bordnetzkanälen des Bordnetzes (**200, 300, 400**) zugeordnet sind.

2. Bordnetz nach Anspruch 1, bei dem alle Bordnetzkomponenten mehrsträngig ausgebildet sind.

3. Bordnetz nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das Bordnetz (**200, 300, 400**) zwei Bordnetzkanäle umfasst und mindestens eine der Bordnetzkomponenten zweisträngig ausgebildet ist.

4. Bordnetz nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem in dem Bordnetz (**200, 300, 400**) mindestens eine mehrsträngige Batterie (**208, 308, 408**) mit interner galvanischer Trennung und getrenntem Batteriemanagementsystem (**212, 216, 312, 316, 394, 398, 412, 416, 494, 498**) zur redundanten Versorgung von Verbrauchern (**80, 240, 242, 244, 246, 340, 342, 344, 346, 440, 442, 444, 446**) vorgesehen ist.

5. Bordnetz nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem zwischen zwei der mindestens zwei Bordnetzkanäle wenigstens ein Koppellement vorgesehen ist.

6. Bordnetz nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem in der mindestens einen mehrsträngigen Bordnetzkomponente Stränge (**210, 232, 310, 332, 392, 410, 432, 492, 214, 234, 314, 334, 396, 414, 434, 496**) galvanisch voneinander getrennt sind.

7. Bordnetzkomponente für ein Bordnetz (**200, 300, 400**), insbesondere ein Bordnetz (**200, 300, 400**) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, die mehrere Stränge umfasst, wobei die Stränge (**210, 232, 310, 332, 392, 410, 432, 492, 214, 234, 314, 334, 396, 414, 434, 496**) galvanisch getrennt und derart eingerichtet sind, dass diese unterschiedlichen Bordnetzkanälen des Bordnetzes zuzuordnen sind.

8. Bordnetzkomponente nach Anspruch 7, die zur redundanten Versorgung von Verbrauchern (**80, 240, 242, 244, 246, 340, 342, 344, 346, 440, 442, 444, 446**) eingerichtet ist und bei der die Stränge (**210, 232, 310, 332, 392, 410, 432, 492, 214, 234, 314, 334, 396, 414, 434, 496**) elektrisch unabhängig voneinander sind, über getrennte Steuerelemente an-

steuerbar sind und getrennte Absicherungselemente und getrennte Ein- und Ausgänge haben.

9. Bordnetzkomponente nach Anspruch 7 oder 8, bei der die Stränge (**210, 232, 310, 332, 392, 410, 432, 492, 214, 234, 314, 334, 396, 414, 434, 496**) in einem Gehäuse (**288, 388, 488**) aufgenommen sind.

10. Bordnetzkomponente nach einem der Ansprüche 7 bis 9, die als mehrsträngige Batterie mit interner galvanischer Trennung und getrenntem Batteriemanagementsystem (**212, 216, 312, 316, 394, 398, 412, 416, 494, 498**) ausgebildet ist.

11. Bordnetzkomponente nach einem der Ansprüche 7 bis 9, die als mehrsträngiger Inverter (**204, 304, 404, 206, 306, 406**) mit interner galvanischer Trennung ausgebildet ist.

12. Bordnetzkomponente nach einem der Ansprüche 7 bis 9, die als mehrsträngiger Gleichspannungswandler (**154, 230, 330, 430**) mit interner galvanischer Trennung ausgebildet ist.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

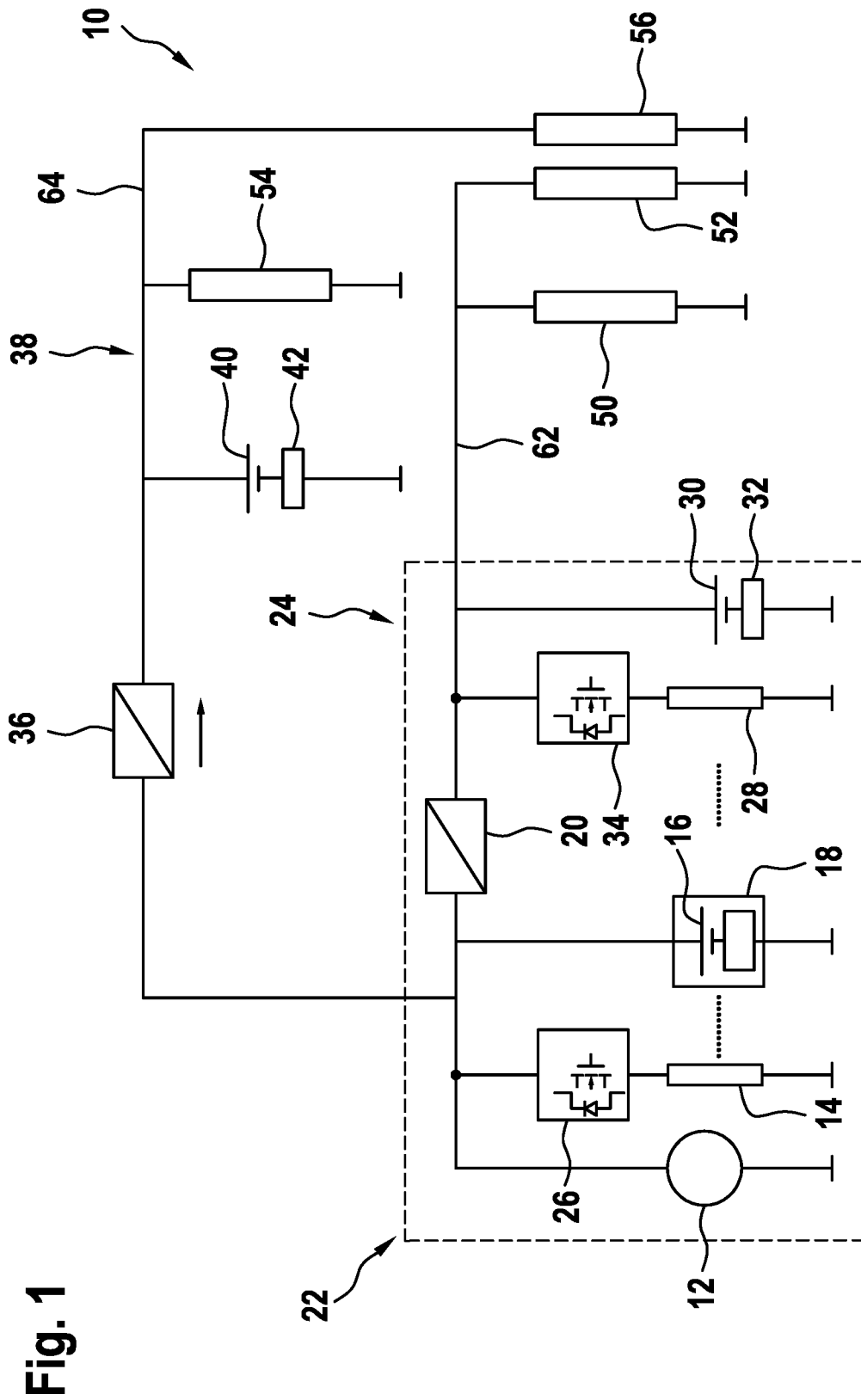


Fig. 1

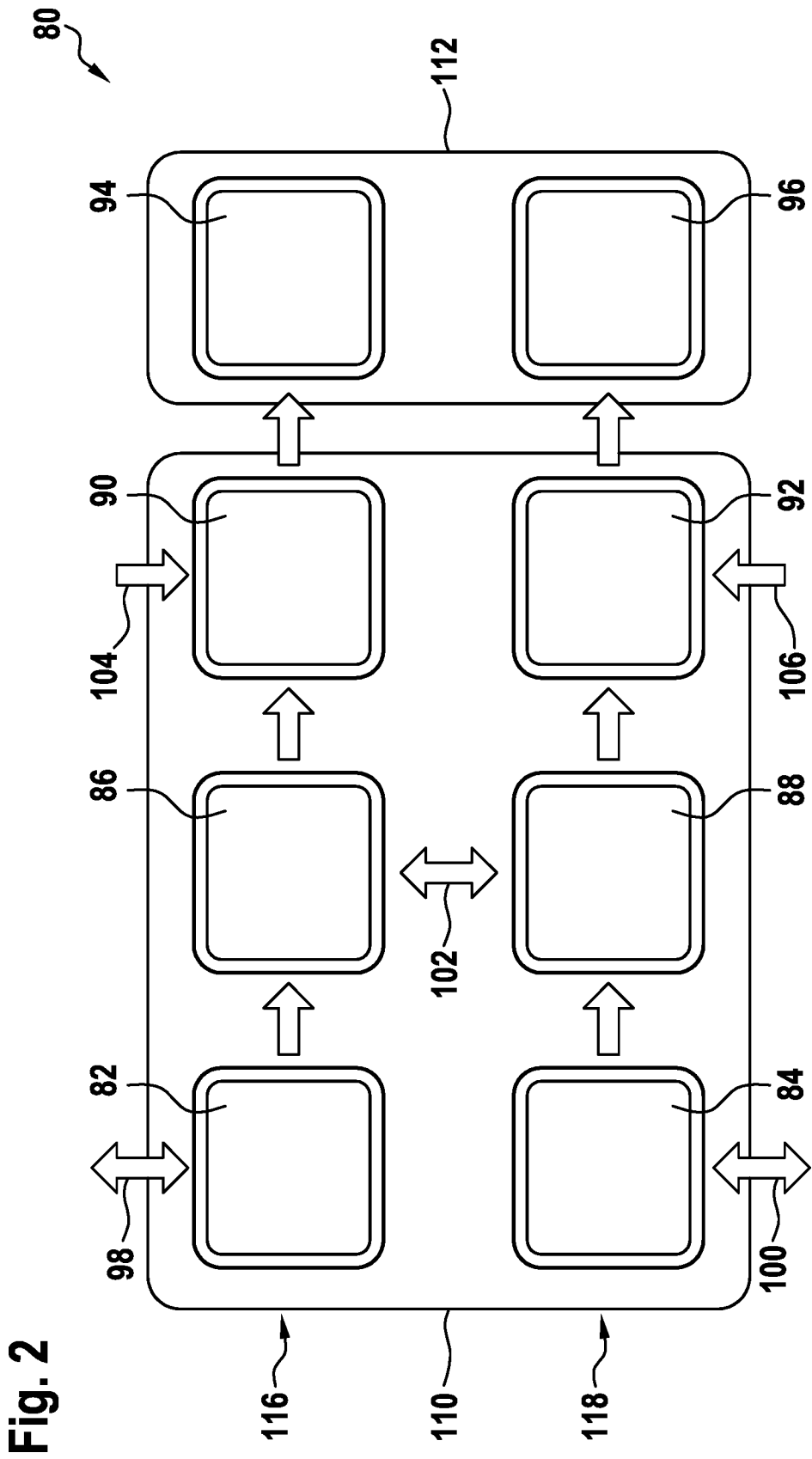
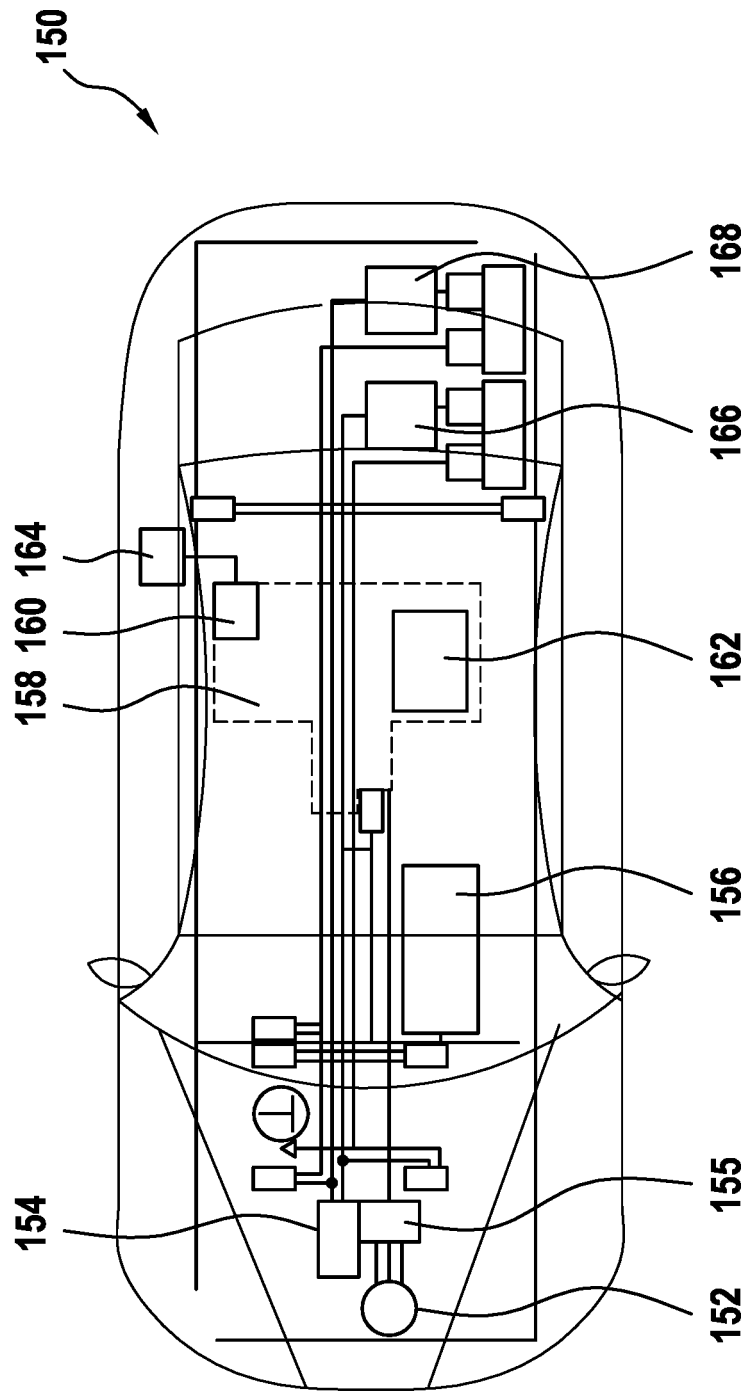
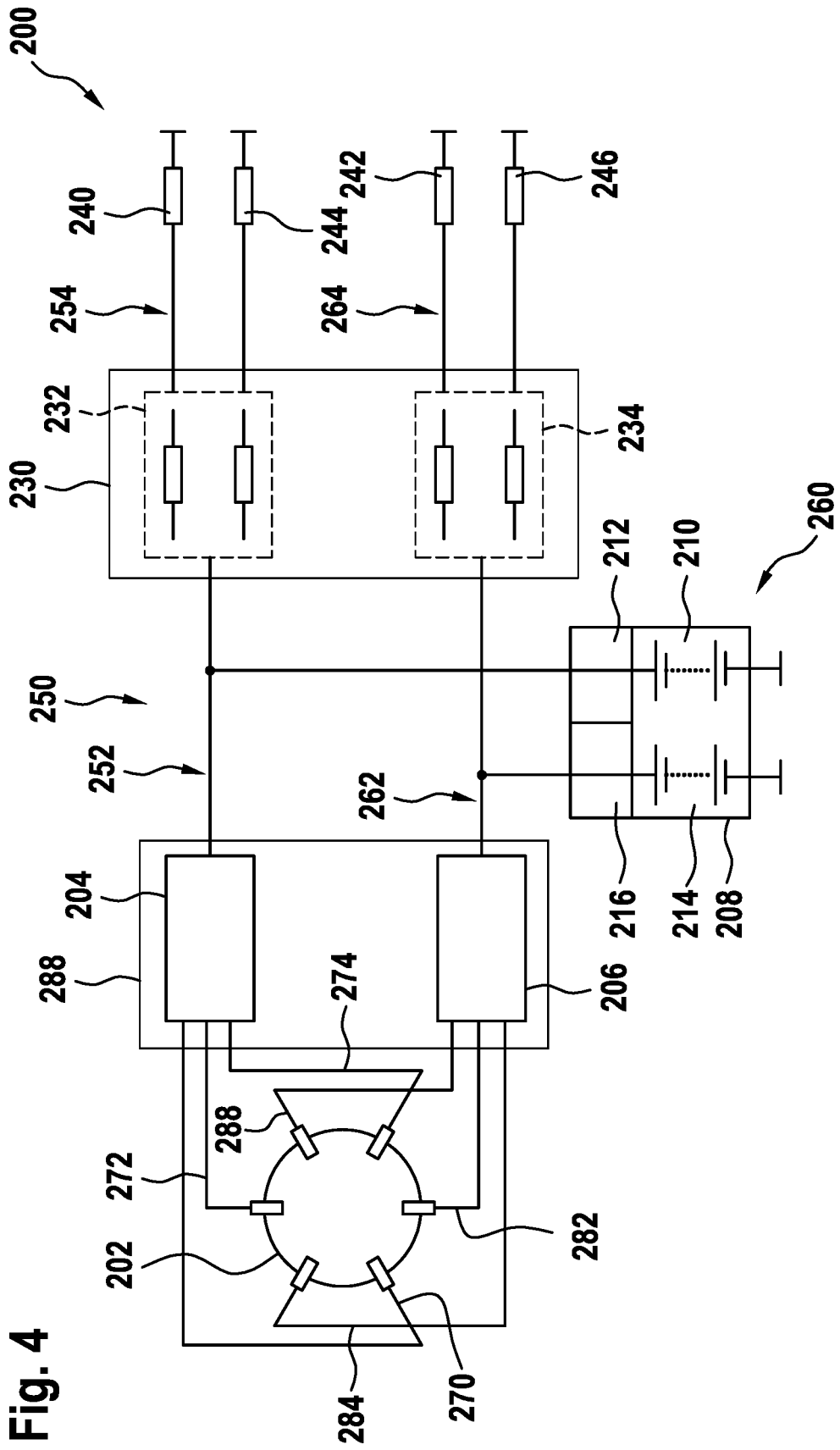


Fig. 3





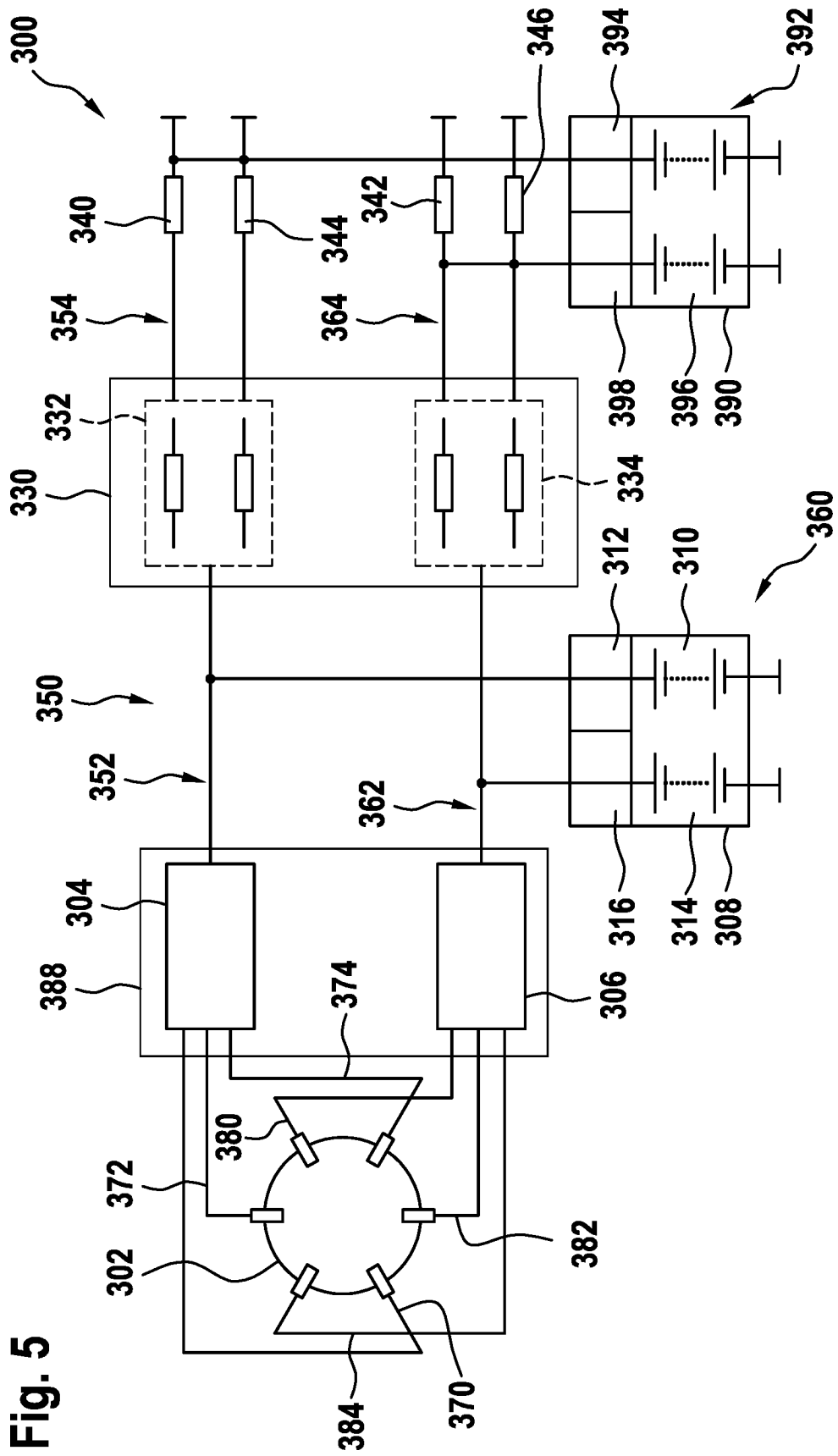


Fig. 5

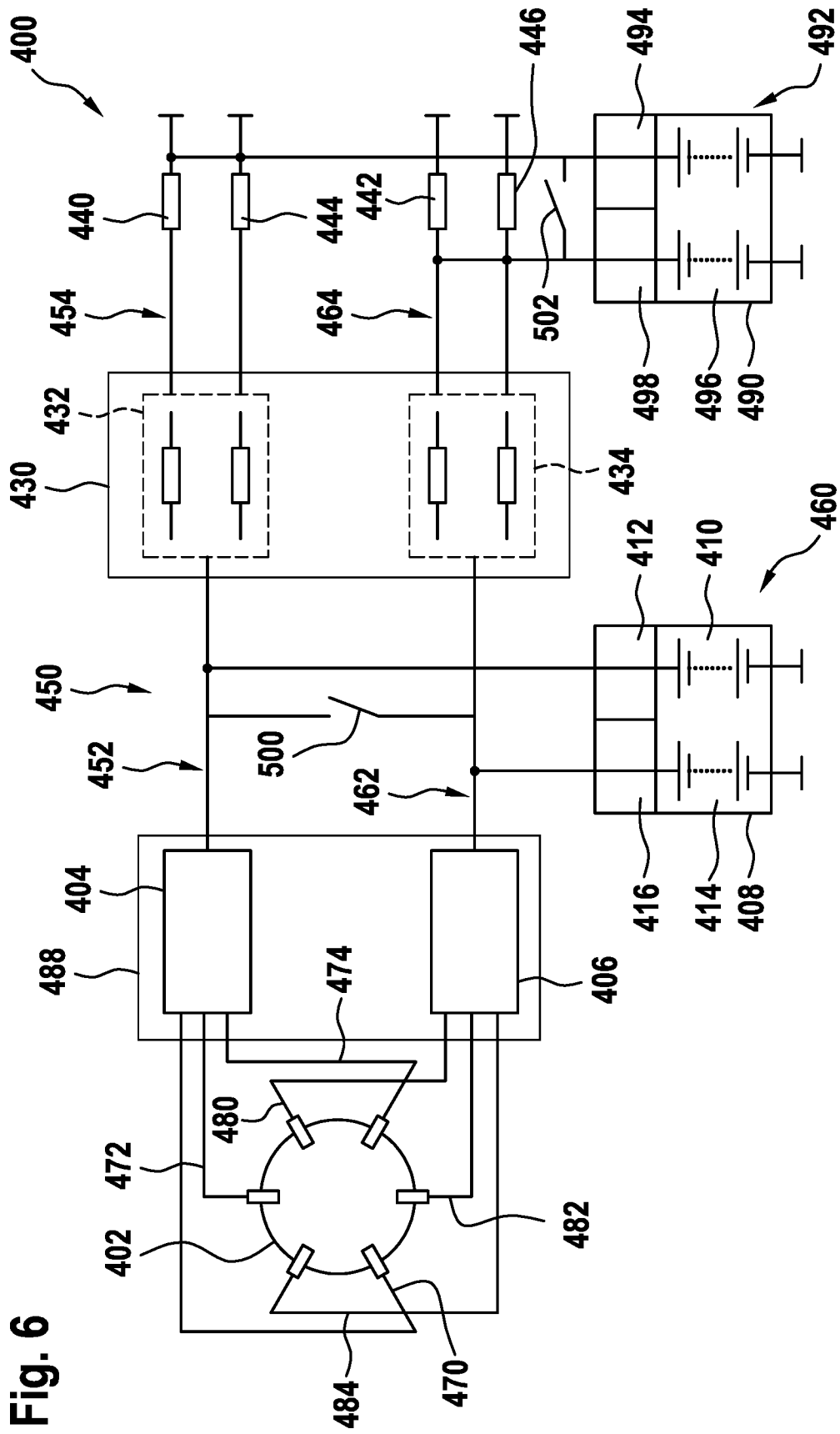


Fig. 6