

WO 2017/016747 A1



einen Multiphasenwandler (4) mit mehreren insbesondere parallel geschalteten Gleichspannungswandlern (4_1, 4_2,..... 4_N) aufweist. Es ist vorgesehen, dass in Abhängigkeit von einem aktuellen Betriebspunkt des elektrischen Systems (1) die Gleichspannungswandler (4_1, 4_2, 4_N) angesteuert werden.

5 Beschreibung

Titel

Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben eines elektrischen Systems

10 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines elektrischen Systems, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, das wenigstens einen wiederaufladbaren Energiespeicher, mindestens einen Verbraucher und wenigstens einen Multiphasenwandler mit mindestens zwei insbesondere parallel geschalteten Gleichspannungswandlern aufweist.

15

Weiterhin betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Betreiben des oben beschriebenen elektrischen Systems.

Stand der Technik

20

Elektrische Systeme in Kraftfahrzeugen erlangen insbesondere aufgrund der Verwendung elektrischer Antriebsmaschinen eine immer höhere Bedeutung im Automobilbau. Dabei ist von besonderer Bedeutung, dass derartige elektrische Systeme in der Regel Abschnitte mit unterschiedlichen Spannungsniveaus aufweisen. So ist es bekannt, den Abschnitt des elektrischen Systems, der die elektrische Antriebsmaschine aufweist, als Hochspannungsabschnitt auszubilden, der im Vergleich zu dem das Bordnetz bildenden Niederspannungsabschnitt ein höheres Spannungsniveau aufweist. Üblicherweise sind der Hochspannungsabschnitt und der

25

30

Niederspannungsabschnitt durch wenigstens einen Gleichspannungswandler elektrisch miteinander verbunden, um beispielsweise einen Energiespeicher des Niederspannungsabschnitts durch Energie aus dem Hochspannungsabschnitt aufzuladen und dadurch den Betrieb des Systems insgesamt zu gewährleisten. Weiterhin sind Gleichspannungswandler bekannt, die als Multiphasenwandler ausgebildet sind, welche zwei oder mehr parallel geschaltete

35

Gleichspannungswandler, beispielsweise Sperrwandler oder Resonanzwandler,

aufweisen, um eine gewünschte Leistung insbesondere unterbrechungsfrei zu erzielen.

Offenbarung der Erfindung

5

10

15

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, dass die Gleichspannungswandler individuell angesteuert werden, um beispielsweise die Lebensdauer der Gleichspannungswandler sowie die Leistung des Multiphasenwandlers zu optimieren. Erfindungsgemäß ist dazu vorgesehen, dass in Abhängigkeit von einem aktuellen Betriebspunkt des elektrischen Systems die Gleichspannungswandler angesteuert werden. Es ist somit vorgesehen, dass zunächst ein aktueller Betriebspunkt des elektrischen Systems bestimmt wird, um darüber zu entscheiden, welcher der Gleichspannungswandler wie angesteuert beziehungsweise betrieben werden soll. Dadurch wird erreicht, dass in Abhängigkeit von dem aktuellen Betriebspunkt die Gleichspannungswandler individuell angesteuert werden, um einen optimalen Betrieb zu gewährleisten.

20

25

30

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass zur Bestimmung des aktuellen Betriebspunkts wenigstens ein Ist-Strom, ein Betriebsmodus des Multiphasenwandlers, wenigstens eine Ausgangsspannung des Multiphasenwandlers, wenigstens eine interne Regelgröße des Multiphasenwandlers und/oder wenigstens ein Soll-Strom des Multiphasenwandlers ermittelt werden. Der Ist-Strom wird vorteilhafterweise mittels Sensoren der Gleichspannungswandler direkt erfasst. Der Betriebsmodus des Multiphasenwandlers ergibt sich insbesondere aus einer Ansteuerstrategie, die beispielsweise einen lückenden oder nicht-lückenden Betrieb der Gleichspannungswandler vorgibt. Die internen Regelgrößen können ebenfalls durch eine Sensorik des jeweiligen Gleichspannungswandlers direkt erfasst werden. Der Soll-Strom ergibt sich insbesondere aus der Ansteuerung des elektrischen Systems, insbesondere aus einer übergeordneten Instanz, wie beispielsweise einer Kraftfahrzeugsteuereinheit oder dergleichen.

35

Weiterhin ist bevorzugt vorgesehen, dass in Abhängigkeit des aktuellen Betriebspunkts ein Soll-Strom wenigstens eines Gleichspannungswandlers, eine Soll-Ausgangsspannung mindestens eines Gleichspannungswandlers und/oder

ein Modulzustand wenigstens eines der Gleichspannungswandler vorgegeben oder variiert werden. In Abhängigkeit des ermittelten Betriebspunkts werden somit einer oder mehrere Soll-Ströme, Soll-Ausgangsspannungen und/oder Modulzustände variiert oder vorgegeben, um den Betrieb des elektrischen Systems zu optimieren. Insbesondere wird beispielsweise durch das Vorgeben eines Modulzustands „eingeschaltet“ oder „ausgeschaltet“ die Anzahl der arbeitenden Gleichspannungswandler in Betrieb des elektrischen Systems an den jeweiligen Betriebspunkt angepasst. Bevorzugt ist vorgesehen, dass in Abhängigkeit von dem aktuellen Betriebspunkt einer oder mehrere der Gleichspannungswandler in Abhängigkeit ihres jeweiligen Betriebszustands, der sich beispielsweise aus einer Betriebstemperatur oder Alterungserscheinungen ergibt, ausgewählt werden.

Weiterhin ist bevorzugt vorgesehen, dass die Soll-Ströme oder Soll-Leistungen der Gleichspannungswandler in Abhängigkeit der Ist-Ströme oder Ist-Leistungen der einzelnen Gleichspannungswandler derart angepasst werden, dass die Ist-Ströme/Ist-Leistungen den gleichen Stromwert beziehungsweise Leistungswert aufweisen. Es erfolgt somit eine Stromgleichstellung und/oder Leistungsgleichstellung der Gleichspannungswandler. Hierdurch werden fertigungstoleranzbedingte Unterschiede der Gleichspannungswandler bei gleicher Belastung, die zu unterschiedlichen Ist-Strömen und/oder Ist-Leistungen, führen, kompensiert. Durch Modifizierung der Soll-Ströme beziehungsweise Soll-Leistungen für verschiedene Gleichspannungswandler wird der gleiche Strombetrag beziehungsweise Leistungsbetrag für diese Gleichspannungswandler erreicht.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist weiterhin vorgesehen, dass die Gleichspannungswandler stromlos geschaltet werden, um eine elektrische Spannung des wenigstens einen Energiespeichers zu bestimmen. Werden alle Gleichspannungswandler stromlos geschaltet, der Multiphasenwandler also insgesamt deaktiviert, beispielsweise durch Öffnen aller Halbleiterschalter des Multiphasenwandlers, so wird erreicht, dass die elektrische Verbindung zwischen Hochspannungsabschnitt und Niederspannungsabschnitt unterbrochen wird. Damit entspricht beispielsweise die aktuelle elektrische Spannung im Niederspannungsabschnitt der (Lade-)Spannung des Energiespeichers in dem Niederspannungsabschnitt, zumindest wenn an den

Niedrigspannungsabschnitt angeschlossene Verbraucher deaktiviert sind, wobei diese Deaktivierung auch durch Trennung von dem Niedrigspannungsabschnitt erfolgen kann.

5 Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass zur Bestimmung des aktuellen Betriebspunkts aktuelle Gütefaktoren der Gleichspannungswandler ermittelt werden, wobei in Abhängigkeit der ermittelten Gütefaktoren die Gleichspannungswandler angesteuert, insbesondere Betriebs- beziehungsweise Modulzustände vorgegeben werden. In Abhängigkeit der
10 aktuellen Gütefaktoren, die einen Hinweis auf den jeweiligen Betriebszustand der Gleichspannungswandler geben, wird insbesondere die Aktivierung beziehungsweise Deaktivierung der einzelnen Gleichspannungswandler durchgeführt. Soll ein Gleichspannungswandler nicht per Regler ein- oder abgeschaltet werden, sondern gemäß einer vorgegebenen Zeit oder Dynamik,
15 dann schaltet diese Teilfunktion bevorzugt das betroffene Modul/Gleichspannungswandler oder Teile davon ein oder aus.

Weiterhin ist es bevorzugt vorgesehen, dass in Abhängigkeit von den ermittelten Ist-Strömen eine elektrische Last des elektrischen Systems, insbesondere des
20 Niedrigspannungsabschnitts des elektrischen Systems, bestimmt wird. Dabei werden insbesondere auch Ausgangssignale eines Regler-Komplexes oder Moduls des Multiphasenwandlers berücksichtigt, um die Last zu bestimmen oder zumindest abzuschätzen. Dabei wird bevorzugt der Energiespeicher insbesondere des Niedrigspannungsabschnitts als weiterer Verbraucher des
25 Systems verstanden. Abhängig von den berechneten Soll-Strömen, der Last, externen Vorgaben, insbesondere externen Soll-Spannungsvorgaben, der geschätzten/bestimmen Batteriespannung und optional externer Strom-Sollvorgaben, werden die Soll-Ströme, Spannungen und Soll-Modulzustände bestimmt und Reglern beziehungsweise Hardwaretreibern des
30 Multiphasenwandlers zur Verfügung gestellt. Durch die vorgestellte Betriebsstrategie werden die einzelnen Gleichspannungswandler beziehungsweise die einzelnen Module des Multiphasenwandlers gleichmäßig belastet, wodurch ihre Lebensdauer erhöht und Schaltvorgänge optimiert werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 8 zeichnet sich durch ein speziell hergerichtetes Steuergerät aus, das ein Betriebsstrategie-Modul aufweist, das das erfindungsgemäße Verfahren durchführt. Es ergeben sich hierdurch die bereits genannten Vorteile. Weitere Merkmale und Vorteile
5 ergeben sich aus dem zuvor Beschriebenen sowie aus den Ansprüchen.

Im Folgenden soll die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert werden. Dazu zeigen

- | | | |
|----|-------------------|--|
| 10 | Figur 1 | eine schematische Darstellung eines elektrischen Systems eines Kraftfahrzeugs, |
| | Figur 2 | einen Aufbau eines Regelsystems des elektrischen Systems, |
| 15 | Figur 3 | eine schematische Darstellung eines vorteilhaften Betriebsstrategie-Moduls des elektrischen Systems, |
| | Figuren 4A bis 4C | Schemata zur Stromgleichstellung, |
| 20 | Figur 5 | ein Verfahren zur Modulabschaltung, |
| | Figur 6 | ein Verfahren zur Bestimmung einer Soll-Spannung, |
| 25 | Figur 7 | ein Verfahren zur Bestimmung eines Soll-Stroms und |
| | Figur 8 | ein Verfahren zur Bestimmung eines Gütefaktors. |

Figur 1 zeigt in einer vereinfachten Darstellung ein elektrisches System 1 eines
30 hier nicht näher dargestellten Kraftfahrzeugs. Das elektrische System 1 weist einen Hochspannungsabschnitt 2 und einen Niederspannungsabschnitt 3 auf, die elektrisch durch einen Multiphasenwandler 4 miteinander verbunden sind. Der Hochspannungsabschnitt 2 umfasst vorliegend einen wiederaufladbaren Hochspannungsenergiespeicher 5, einen Wechselrichter 6 sowie eine elektrische
35 Maschine 7, die durch den Wechselrichter 6 betrieben wird. Die elektrische Maschine 7 kann dabei motorisch oder generatorisch betrieben werden und ist

insbesondere als Antriebsmaschine des Kraftfahrzeugs ausgebildet. Der Niederspannungsabschnitt 3 umfasst einen Niederspannungsenergiespeicher 8, der ebenfalls wiederaufladbar ausgebildet ist, sowie einen oder mehrere Verbraucher 9. Zusammen bilden der Energiespeicher 8 und die Verbraucher 9 das Bordnetz 10 des Kraftfahrzeugs.

Figur 2 zeigt eine weitere Darstellung des elektrischen Systems 1 mit einem Regler-Komplex 11, mit dem Multiphasenwandler 4, der N parallel geschalteten Gleichspannungswandler aufweist. Der Multiphasenwandler 4 weist eine hochspannungsabschnittsseitige Eingangsspannung U_{in} sowie eine niedrigspannungsabschnittsseitige Ausgangsspannung U_{out} auf, die sich aus der Parallelschaltung und dem Betrieb der Gleichspannungswandler 4_1, 4_2 bis 4_N ergibt. Durch das Ansteuern der Gleichspannungswandler des Multiphasenwandlers 4 ergibt sich eine Ist-Spannung U_{ist} , die dem Bordnetz 10 zur Verfügung gestellt wird. Dem Reglerkomplex 11 werden ein Soll-Strom I_{soll} sowie eine Soll-Spannung U_{soll} sowie ein Ist-Strom des Multiphasenwandlers 4 auf der Hochspannungsseite I_{hv} sowie der Niederspannungsseite I_{nv} zugeführt. Insbesondere hieraus und aus dem Ist-Strom I_{out} ergibt sich die Ansteuerung des Multiphasenwandlers 4.

Figur 3 zeigt eine schematische Darstellung einer Betriebsstrategieinstanz, die als Betriebsstrategiemodul 12 eines Steuergeräts des Kraftfahrzeugs ausgebildet ist. Das Betriebsstrategie-Modul 12 entscheidet in Abhängigkeit von einem aktuellen Betriebspunkt des elektrischen Systems 1, wie viele Module beziehungsweise Gleichspannungswandler 4_1, 4_2 ... 4_N beziehungsweise welche Teile eines Moduls, wie beispielsweise ein Tiefsatzsteller, aktiv sein sollen. Die Betriebsstrategieinstanz erhält als Zustandsgröße die gewünschte Spannung im Ausgang U_{soll} , die aktuellen Ströme I_{hv} , I_{nv} auf der Niederspannungsseite und der Hochspannungsseite den Betriebsmodus des Multiphasenwandlers 4 (lückender- oder nicht lückender Betrieb), die aktuell am Ausgang des Multiphasenwandlers 4 gemessene Spannung U_{ist} sowie interne Regelgrößen (Vorsteuerung, Adaptionen und Regelausgangssignal des Regler-Komplexes 11). Optional wird dem Betriebsstrategie-Modul 12 außerdem der Sollstrom I_{soll} als Eingangswert I_{soll_extern} sowie eine Sollspannung U_{soll_extern} zugeführt. Damit kann eine externe Instanz einen gewünschten Sollstrom für ein oder mehrere der Module beziehungsweise Gleichspannungswandler 4_1, 4_2,

..., 4_N vorgeben. Der Ausgang der Betriebsstrategieinstanz stellt neben den Sollströmen I_{soll} und Spannungen U_{soll} auch Modulzustände M_{zu} bereit.

Das Betriebsstrategie-Modul 12 umfasst ein Modul 13 zur Bestimmung von Sollwerten der Spannung, des Stroms und der Modulzustände, ein Modul 14 zur Lastabschätzung, ein Modul 15 zur Modulzustandsbestimmung, ein Modul 16 zur Stromgleichstellung sowie ein Modul 17 zur Ermittlung eines Ladezustands oder Alterungszustands des Niederspannungsenergiespeichers 8.

Die Betriebsstrategieinstanz erfüllt somit in Kurzform folgende Aufgaben:

Stromgleichstellung/Leistungsgleichstellung: die Module können aufgrund der Toleranz der Bauelemente bei gleicher Belastung unterschiedliche Ströme und/oder Leistungen liefern. Um unterschiedliche Belastungen der Module/Gleichspannungswandler zu verhindern, wird durch eine Modifizierung der Sollströme/Sollleistungen für verschiedene Module der gleiche Strombetrag/Leistungsbetrag erreicht.

Abschätzung Batterieladespannung: wenn die Ladespannung des Niederspannungsenergiespeichers 8 nicht zur Verfügung steht, wird dieser durch das Modul 17 abgeschätzt.

Modulzustandsbestimmung: Die aktuellen Zustände der Module werden berechnet. In Abhängigkeit der erfassten Zustände werden diese aktiviert oder deaktiviert. Soll ein Modul nicht per Regler ein- oder abgeschaltet werden, sondern nach einer vorgegebenen Zeit oder Dynamik, dann wird diese Teilfunktion das betroffene Modul oder Teile davon ein- oder abschalten.

Lastabschätzung: Abhängig von den gemessenen Strömen und Ausgangssignalen des Regler-Komplexes 11 wird die am Bordnetz 10 vorliegende eingeschaltete Last abgeschätzt.

Bestimmung Sollwerte: Abhängig von den errechneten Sollströmen, dem Laststrom, externen Sollspannungsvorgaben, eingeschätzter Ladespannung und optional externer Stromsollvorgabe, werden die Sollströme, Spannungen und

Sollmodulzustände bestimmt und Reglern beziehungsweise Hardwaretreibern des Multiphasenwandlers 4 zur Verfügung gestellt.

Durch die Betriebsstrategieinstanz beziehungsweise das Betriebsstrategie-Modul 12 werden die Gleichspannungswandler des Multiphasenwandlers 4 gleichmäßig belastet, Schaltvorgänge optimiert und die Lebensdauer des elektrischen Systems 1 und des Multiphasenwandlers 4 erhöht. Im Folgenden sollen die einzelnen Betriebsstrategieverfahren beziehungsweise Module näher erörtert werden:

Werden mehrere der Gleichspannungswandler 4_1, 4_2, ..., 4_N am Ausgang parallel geschaltet oder bei einem Resonanzwandler mit mehreren Tiefsetzstellen (Bucks) am Ausgang, können aufgrund der unterschiedlichen Bauelementtoleranzen unterschiedliche Ströme fließen oder Leistungen erzielt werden. Dies bedeutet, dass die Bauelemente unterschiedlich belastet werden und damit unterschiedlich altern. Um den Multiphasenwandler 4 lebensdaueroptimal belasten zu können, werden durch das Modul 16 die Ströme oder Leistungen gleichgestellt, insbesondere so dass jeder Gleichspannungswandler beispielsweise 50% seiner Nennleistung liefert. Dazu werden entweder Hochspannungsseitig oder Niederspannungsseitig die Ist-Gleichströme gemessen. Bei einem als PSFB-Wandler ausgebildeten Multiphasenwandler (PSFB=Phase Shifted Full Bridge), kann durch Ansteuern der Halbleiterschalter auf der Hochspannungsseite das Verhalten des Wandlers beeinflusst werden. Daher werden gegebenenfalls die gemessenen Ströme der Niederspannungsseite zuerst auf die Hochspannungsseite umgerechnet. Bei einem Resonanzwandler (LLC-Wandler) kann durch Ansteuern der Halbleiterschalter auf der Niederspannungsseite das Verhalten des Wandlers beeinflusst werden. Daher werden gegebenenfalls die gemessenen Ströme von der Hochspannungsseite zuerst auf die Niederspannungsseite umgerechnet. Bei parallel geschalteten Gleichspannungswandlern gleichen Typs und Leistungsklasse wird bevorzugt der arithmetische Mittelwert dieser Ströme gebildet und auf einen maximal zulässigen Strom begrenzt und als Sollstrom dem Modul 13 zugeführt, wo eine weitere Modifizierung der Ströme je nach Bedarf durchgeführt und dann dem Regler-Komplex 11 zur Verfügung gestellt werden. Die Aufgabe des Regler-Komplexes 11 ist dann durch ein geeignetes Ansteuerungssignal, insbesondere durch einen pulsweiten moduliertes Signal

(PWM-Signal), an die Halbleiterschalter, die Ströme beziehungsweise Leistungen insbesondere prozentual gleichzustellen.

Durch die Gleichstellung der Ströme/Leistungen wird die asymmetrische Belastung der Bauelemente verhindert und damit eine optimale Lebensdauer des Multiphasenwandlers 4 erreicht.

Figuren 4A bis 4C zeigt unterschiedliche Ausführungsbeispiele für die Stromgleichstellung. Figur 4A zeigt eine schematische Darstellung zur Stromgleichstellung N parallel geschalteter Gleichspannungswandler 4_1 bis 4_N. Figur 4B zeigt ein Ausführungsbeispiel zur Stromgleichstellung für zwei parallel geschaltete Gleichspannungswandler eines PSFB-Wandlers mit zwei Stromkontrollen IC1 und IC2. Figur 4C zeigt ein Ausführungsbeispiel zur Stromgleichstellung für zwei parallel geschaltete Gleichspannungswandler eines Resonanz-Wandlers mit drei Tiefsetzstellern (Bucks) und zwei entsprechenden Stromkontrollern 3IC1 und 3IC2.

Im Folgenden wird das Modul 15 zur Modulzustandsbestimmung näher erläutert. Dazu zeigt Figur 5 in einem Flussdiagramm ein Verfahren zur Umsetzung einer Modulabschaltanforderung. In einem ersten Schritt S1 werden die Module der skalierbaren Multiphasenwandlers 4 auf einen Defekt geprüft. Wird ein Defekt erfasst (j) so wird das jeweilige Modul in einem Schritt S2 abgeschaltet. Dabei kann das Abschalten auf eine vorgebare Zeitdauer oder Dynamik erfolgen. Ergibt die Abfrage, dass die Module nicht defekt sind (n) so wird in einem darauffolgenden Schritt S3 der Betrag der Spitzenleistung P_{sp} mit einem ersten Grenzwert G1 verglichen. Ist der Betrag kleiner als der Grenzwert G1 (j) so wird in einem folgenden Schritt S4 der Betrag der Wechselleistung P_w mit einem zweiten Grenzwert G2 verglichen. Ist die Wechselleistung beziehungsweise der Betrag der Wechselleistung kleiner als der zweite Grenzwert D2 (j), so wird in einem darauffolgenden Schritt S5 die Grundleistung P_g mit einem dritten Grenzwert G3 verglichen. Ist die Grundleistung kleiner als der dritte Grenzwert G3 (j) so erfolgt in einem Schritt S6 die Aufforderung zum Abschalten des entsprechenden Moduls beziehungsweise Gleichspannungswandlers, das in dem Schritt S2 durchgeführt wird. Ergibt eine der Abfragen S3 bis S6 eine negative Antwort (n), so werden die einzelnen Gleichspannungswandler gemäß Schritt S7 nicht abgeschaltet und weiter betrieben.

Dadurch, dass mehrere Gleichspannungswandler 4_1, 4_2 bis 4_N am Ausgang parallel geschaltet sind, können diese individuell abgeschaltet oder eingeschaltet werden. Wie beziehungsweise wann oder welcher Gleichspannungswandler für die Optimierung der Schaltverluste oder der Lebensdauer der Bauelemente ein- oder abgeschaltet werden soll, entscheidet die Betriebsstrategie durch Vorgabe von Sollstrom, Sollspannung und in Abhängigkeit von dem Modulzustand Mzu. Die Betriebsstrategie hat drei Stellgrößen, womit das Optimum beeinflusst werden kann, nämlich die Vorgabe der einzustellenden Spannung, Begrenzung beziehungsweise Gleichstellung der Ström oder Leistungen und die direkte Abschaltung der einzelnen Module/Gleichspannungswandler.

Weiterhin hat die Betriebsstrategie die Aufgabe, eine direkte Abschaltanforderung aller Module zur Bestimmung der Batteriespannung beziehungsweise der Ladespannung der Niedrigspannungsenergiespeichers 8 auszuführen.

Umsetzung Modulabschaltanforderung: Um die Ladespannung des Niedrigspannungsenergiespeichers 8 unter Last oder im Null-Lastbereich zu bestimmen, wird durch das Modul 17 eine Abschaltung aller Gleichspannungswandler angefordert, sodass alle Halbleiterschalter der Gleichspannungswandler gleichzeitig geöffnet werden, um eine Stromunterbrechung zu erreichen. Dabei prüft die Betriebsstrategie, ob ein Lastwechsel vorliegt. Diese Prüfung ist über Spitzenlast beziehungsweise Wechsellast, die in Modul 14 berechnet wird, ersichtlich. Liegt keine Laständerung vor und ist die Grundlast kleiner als eine vorgegebenen Schwelle beziehungsweise ein vorgegebener Grenzwert, dann werden alle Gleichspannungswandler für eine sehr kurze Zeit, von beispielsweise 10 ms, abgeschaltet. Eine Abschaltung der Gleichspannungswandler aufgrund der Optimierung findet auf die gleiche Weise statt, es sei denn, es liegt einen Defekt vor. In diesem Fall wird das betroffene Modul sofort abgeschaltet.

Bestimmung Sollspannung: Die Sollspannung U_{soll} wird normalerweise von einer externen Instant ($U_{\text{soll_extern}}$) wie beispielsweise ein Steuergerät oder dergleichen, vorgegeben. Um eine Unter- beziehungsweise Überspannung oder ein dauerndes Laden und Entladen des Niedrigspannungsenergiespeichers 18 zu vermeiden, wird die Sollspannung U_{soll} bei einem Lastwechsel beziehungsweise

im Nulllastbereich angepasst. Eine Nulllast liegt vor, wenn die Grundlast kleiner als ein applizierbarer Grenzwert ist. In diesem Fall ist der Energiespeicher 8 geladen und die Sollspannung kann gleich der Batteriespannung zur Ladespannung gesetzt werden. Bei plötzlichem Ein- oder Abschalten großer Lasten, können Über- beziehungsweise Unterspannungen im Bordnetz 10 auftreten. Hier wird abhängig vom Vorzeichen der Spitzenlast und der aktuell vorgegebenen externen Sollspannung $U_{\text{soll_extern}}$ zeitlich die Vorgaben für den Regler-Komplex 11 verändert. Dieses Verhalten gilt auch für kleine Lasten, jedoch mit anderen Parametern.

Figur 6 zeigt ein Verfahren zum Bestimmen der Sollspannung U_{soll} . Dazu werden die Schritte S3, S4 und S5 zuvor beschrieben ausgeführt. Ist auch die letzte Bedingung gemäß Schritt S5 erfüllt, so wird in Schritt S8 die Sollspannung U_{soll} als Funktion des Ladezustands des Niederspannungsenergiespeichers 8 vorgegebenen.

Wird die Bedingung von Schritt S3 nicht erfüllt, so wird die Soll-Spannung als Funktion der externen Soll-Spannungsvorgabe $U_{\text{soll_extern}}$ beziehungsweise U_{sEx} , einer zeitlichen Spannungsdifferenz $\Delta U(t)$, und dem Vorzeichen der Spitzenleistung PSP ($\text{Sign}(P_{\text{sp}})$) in einem Schritt S9 bestimmt. Wird die Bedingung von Schritt S4 nicht erfüllt (n), so wird die Soll-Spannung als Funktion der externen Soll-Spannungsvorgabe, der zeitlichen Spannungsdifferenz sowie dem Vorzeichen der Wechselleistung P_w in einem Schritt S10 bestimmt.

Wird lediglich die Bedingung von Schritt S5 nicht erfüllt (n), so wird als Soll-Spannung U_{soll} die extern vorgegebene Soll-Spannung U_{sEx} in einem Schritt S11 bestimmt.

Figur 7 zeigt in einem Flussdiagramm ein Verfahren zur Bestimmung eines Soll-Stroms oder Soll-Zustands der einzelnen Module des Multiphasen-Gleichspannungswandlers beziehungsweise der einzelnen Gleichspannungswandler. Abhängig von der aktuellen Last PM1, PM2 wird die Anzahl der für den Betrieb notwendigen Gleichspannungswandler des Multiphasenwandler 4 bestimmt. Wenn die aktuelle Leistung durch ein einzelnes Modul beziehungsweise einen einzelnen Gleichspannungswandler gestellt werden kann, wird abhängig von einem Gütefaktor QM_x , wobei x für das Modul

beziehungsweise den jeweiligen Gleichspannungswandler steht, geprüft, welches der Module hierfür geeignet ist. Der Gütefaktor QM ist eine Funktion der Aktivzeit t_M , der Strombelastung und des Modulzustands. Dem Modulzustand wird in der Instanz beziehungsweise dem Modul 15 berechnet. Der Gütefaktor QM hat einen Wert zwischen 0 und 1. „0“ bedeutet, dass das betreffende Modul defekt ist und nicht verwendet werden kann. „1“ bedeutet, dass das betreffende Modul einsatzbereit ist und verwendet werden kann. Ein Zwischenwert, von beispielsweise kleiner gleich 0,4 bedeutet, dass dieses Modul zu heiß ist und nicht verwendet werden sollte. Um nicht immer das gleiche Modul auszuwählen, wird außerdem der Gütefaktor QM abhängig von der Zeit t herunter integriert. Damit kann nach einer vorgegebenen Zeit das aktive Modul gewechselt werden. Um das Modul nicht sofort nach Deaktivierung wieder auszuwählen, wird der zeitabhängige Gütefaktor QM nach einer vorgegebenen Funktion wieder auf „1“ hochintegriert. Wenn die geforderte Leistung nicht durch ein Modul/Gleichspannungswandler realisierbar ist, wird dementsprechend die Anzahl der Module erhöht. Das Ab-/Einschalten der Module, wenn nicht über die Soll-Vorgabe des Reglerkomplexes 11 realisiert, wird durch die Instanz 15 umgesetzt. Diese wird nach einer vorgegebenen Zeit oder Dynamik das betroffene Modul oder Teile davon ein- oder abschalten. Ein Einschalten der nicht-defekten Module findet insbesondere pausenlos statt.

Figur 7 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Zustandsbestimmung von Modul 15 und zwei parallel geschaltete Gleichspannungswandlern 4_1 und 4_2. Dabei wird in einem ersten Schritt S12 geprüft, ob die Sollleistung $P_s = U_{\text{soll}} \times I$ größer ist als der Maximalwert P_{mx} der aktuellen Ist-Leistung, mit $PX = P_s / P_{mx} > 1$.

Ist dies nicht der Fall (n) wird geprüft, ob das Verhältnis aus Sollleistung P_s zu dem minimalen Leistungswert der Ist-Leistung $P_{mn} \leq 1$ ist (Schritt S13), mit $P_n = P_s / P_{mn} \leq 1$. Ist dies nicht der Fall (n) wird in einem Schritt S14 der Gütefaktor QM2 mit einem Grenzwert von 0,5 verglichen. Ist der Gütefaktor kleiner als 0,5 (n), so werden im Schritt S15 die parallel geschalteten Gleichspannungswandler 4_1 und 4_2 aktiviert. Vorliegend auf den Schritt S13 wird außerdem in einem Schritt S16 der Gütefaktor QM1 mit dem Grenzwert von 0,5 verglichen. Ergeben die Abfragen von Schritt S14 und S16, dass der Gütefaktor QM1 nicht größer als 0,5 und der Gütefaktor QM2 größer als 0,5 ist, so wird in einem Schritt S17 das Modul 4_2 aktiviert und das Modul 4_1 deaktiviert. Ist der Gütefaktor QM1 jedoch

größer 0,5, so wird das Modul 4_1 in Schritt S18 aktiviert und das Modul 4_2 deaktiviert.

Werden beide Module 4_1 und 4_2 gemäß Schritt S15 aktiviert, so werden die Ströme wie zuvor beschrieben in einem darauffolgenden Schritt S19 gleichgestellt. Darüber hinaus werden anschließend in jedem Fall in einem Schritt S20 die Ströme auf einen maximalen Grenzwert und/oder einen externen vorgegebenen Sollstrom begrenzt.

Die Gütefaktoren QM1 und QM2 ergeben sich in Abhängigkeit von der Aktivzeit der Module 4_1 und 4_2 ($t_{M1,2}$) sowie der Modulzustände (M_{zu1} , M_{zu2}). Beispielhaft wird auch hierbei ein Multiphasenwandler 4 betrachtet, der zwei Module beziehungsweise Gleichspannungswandler 4_1 und 4_2 umfasst.

Figur 8 zeigt ein Verfahren zur Bestimmung des Gütefaktors QM anhand des Gütefaktors QM 1 des Moduls 4_1. Dazu werden der Modulzustand M_{zu1} , die Aktivzeit t_{M1} sowie eine Strombelastung I_B betrachtet. Als Modulzustand M_{zu1} wird dabei der Temperaturwert T des Gleichspannungswandlers 4_1 betrachtet. Bei einem Temperaturwert von T_1 wird erkannt, dass das Modul heiß ist, bei einem Temperaturwert von T_2 , dass das Modul zu heiß ist und Beschädigungen drohen, und bei einem Temperaturwert von T_3 wird davon ausgegangen, dass das Modul aufgrund von Überhitzung defekt ist. Entsprechend werden Gütefaktoren von $QM1_0=1$, $QM1_1=0,7$, $QM1_2=0,4$ und $QM1_3=0$ beispielhaft vorgegeben. Weiterhin nimmt der Gütefaktor QM1 mit Aktivzeit ab (durchgezogene Linie). Umso länger das Modul deaktiviert ist (gestrichelte Linie), desto mehr nimmt der Gütefaktor QM wieder zu. Weiterhin nimmt der Gütefaktor QM1 mit zunehmender Strombelastung ab. Durch Kombination und Vergleich der einzelnen Parameter ergibt sich der Gütefaktor QM1. Entsprechend wird dem Gütefaktor QM2 beziehungsweise mit jedem Gütefaktor jedes weiteren Moduls beziehungsweise Gleichspannungswandlers 4_N vorgegangen.

Wenn mehr als ein Gleichspannungswandler-Modul das Multiphasenwandler aktiv ist, werden die Ströme und/oder Leistungen der aktiven Module gleichgestellt, um die gleiche Belastung der Module zu erreichen, wie bereits erwähnt. Die Ströme aller Module werden auf ihren Maximalwert und gegebenenfalls auf den Sollstrom der übergeordneten Instanz begrenzt. Hierfür

wird der Sollstrom der übergeordneten Instanz durch die Anzahl der Gleichspannungswandler dividiert und als Begrenzung für die einzelnen Module verwendet.

5 Ansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines elektrischen Systems (1) eines Kraftfahrzeugs, das wenigstens einen wiederaufladbaren Energiespeicher (5,8), mindestens einen Verbraucher (9) und wenigstens einen
10 Multiphasenwandler (4) mit mehreren insbesondere parallel geschalteten Gleichspannungswandlern (4_1, 4_2, ..., 4_N) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Abhängigkeit von einem aktuellen Betriebspunkt des elektrischen Systems (1) die Gleichspannungswandler (4_1, 4_2, ..., 4_N) angesteuert werden.
15
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Bestimmung des aktuellen Betriebspunkts wenigstens ein Iststrom, ein Betriebsmodus des Multiphasenwandlers (4), wenigstens eine Ausgangsspannung des Multiphasenwandlers (4), mindestens eine interne
20 Regelgröße des Multiphasenwandlers (4) und/oder wenigstens ein Sollstrom des Multiphasenwandlers (4) ermittelt werden.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Abhängigkeit des aktuellen Betriebspunktes ein
25 Sollstrom wenigstens eines der Gleichspannungswandler (4_1, 4_2, ..., 4_N), eine Sollausgangsspannung mindestens eines Gleichspannungswandlers (4_1, 4_2, ..., 4_N) und/oder ein Modulzustand wenigstens eines Gleichspannungswandlers (4_1, 4_2, ..., 4_N) vorgegeben oder variiert werden.
30
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sollströme oder Soll-Leistungen der Gleichspannungswandler (4_1, 4_2, ..., 4_N) in Abhängigkeit der Istströme oder Ist-Leistungen der Gleichspannungswandler (4_1, 4_2, ..., 4_N) derart
35 angepasst werden, dass die Istströme oder Ist-Leistungen den gleichen Stromwert beziehungsweise Leistungswert aufweisen.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gleichspannungswandler (4_1, 4_2, ..., 4_N) stromlos geschaltet werden, um eine Ladespannung des wenigstens einen Energiespeichers (5,8) zu bestimmen.
5
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Bestimmung des Betriebspunktes ein Gütefaktor wenigstens eines der Gleichspannungswandler (4_1, 4_2, ..., 4_N) ermittelt wird, wobei in Abhängigkeit des ermittelnden Gütefaktors der Multiphasenwandler (4) angesteuert wird.
10
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Abhängigkeit von den ermittelten Istströmen eine elektrische Last des elektrischen Systems, insbesondere eines Niederspannungsabschnitts des elektrischen Systems bestimmt wird.
15
8. Vorrichtung zu Betreiben eines elektrischen Systems, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, das wenigstens einen wiederaufladbaren Energiespeicher (5,8), wenigstens einen elektrischen Verbraucher (9), wenigstens einen Multiphasenwandler (4) mit mindestens zwei insbesondere parallel geschalteten Gleichspannungswandlern (4_1, 4_2, ..., 4_N) aufweist, gekennzeichnet durch ein speziell hergerichtetes Steuergerät, das ein Betriebsstrategie-Modul (12) aufweist, dass das Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7 durchführt.
20
25

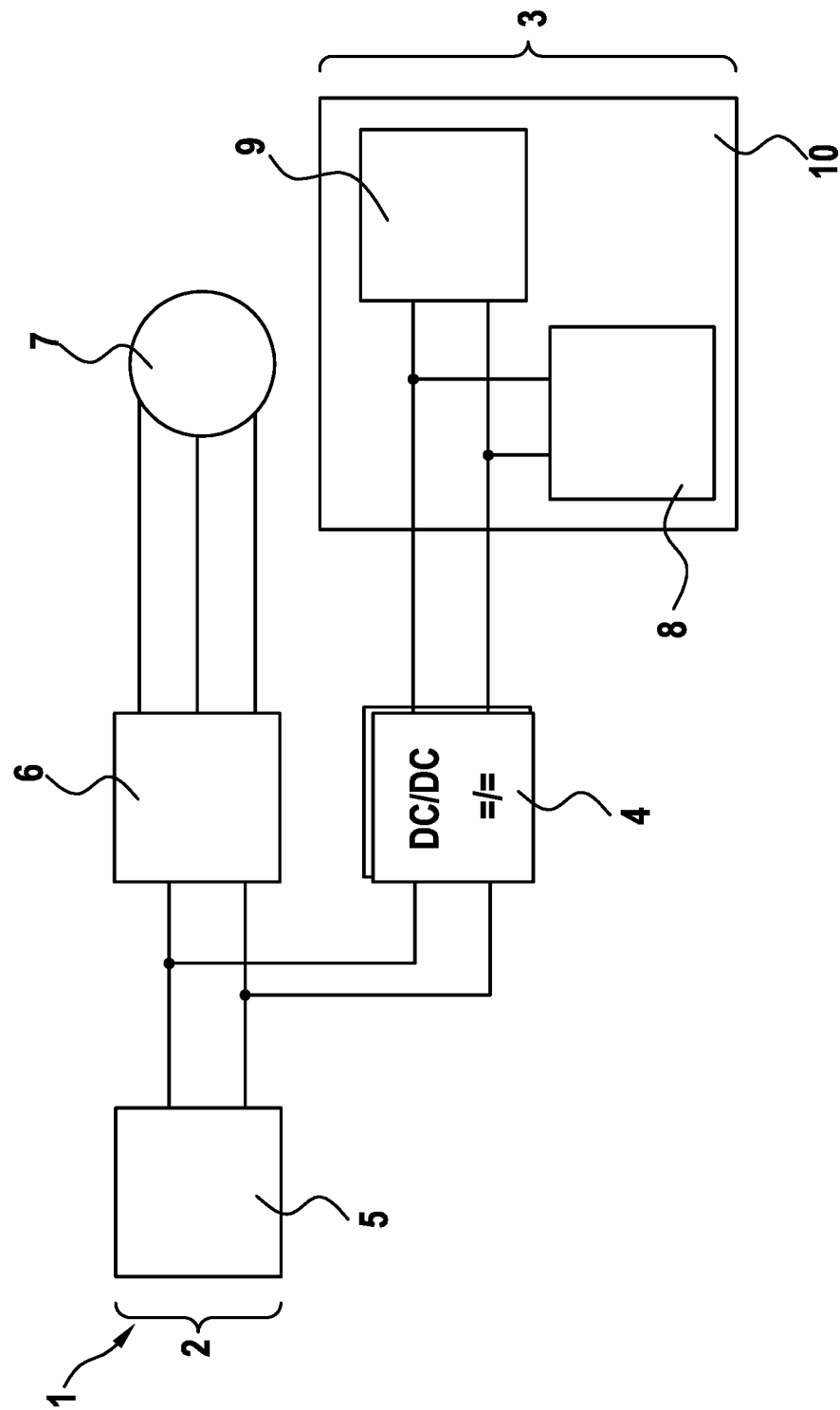


Fig. 1

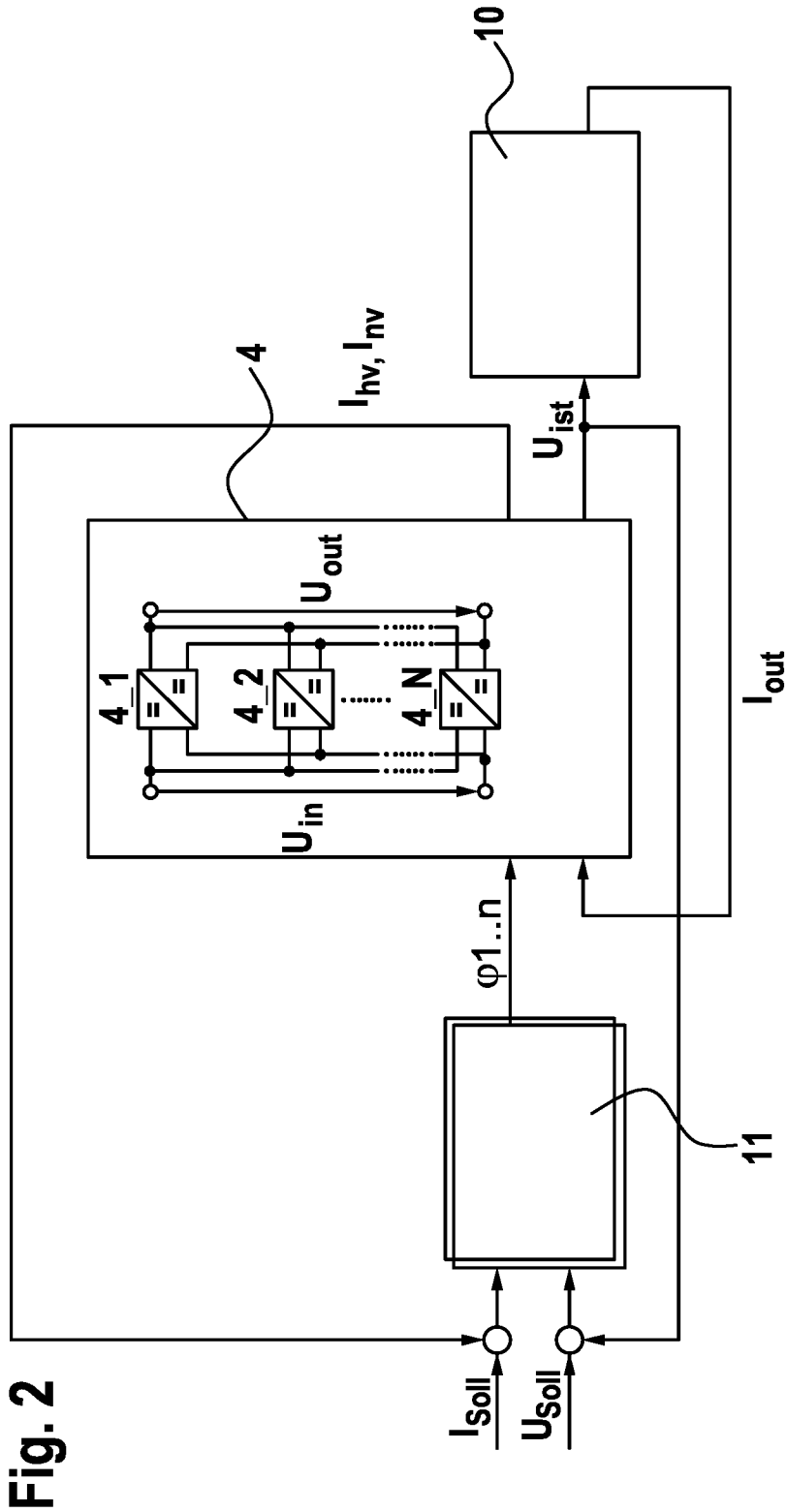


Fig. 3

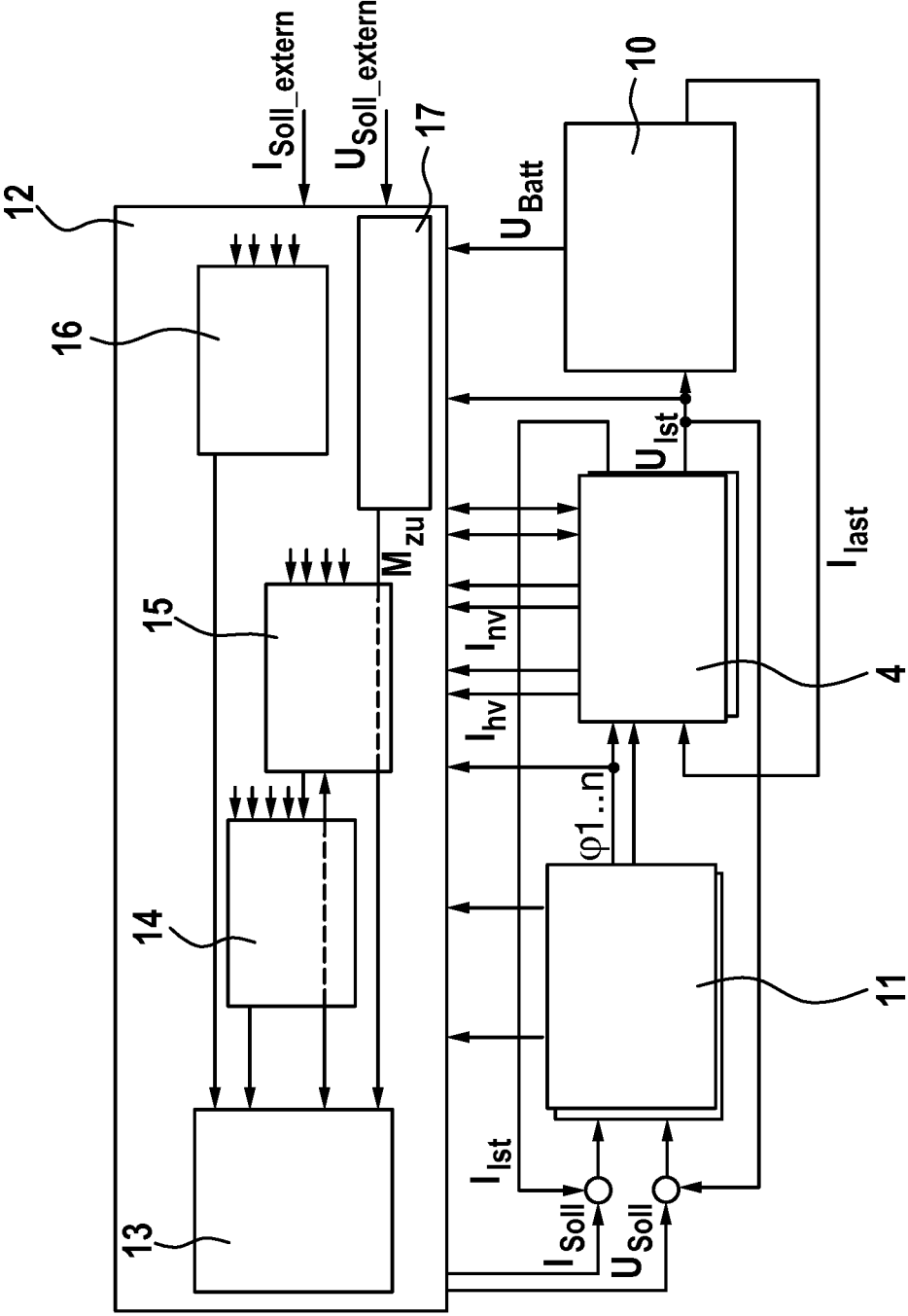


Fig. 4A

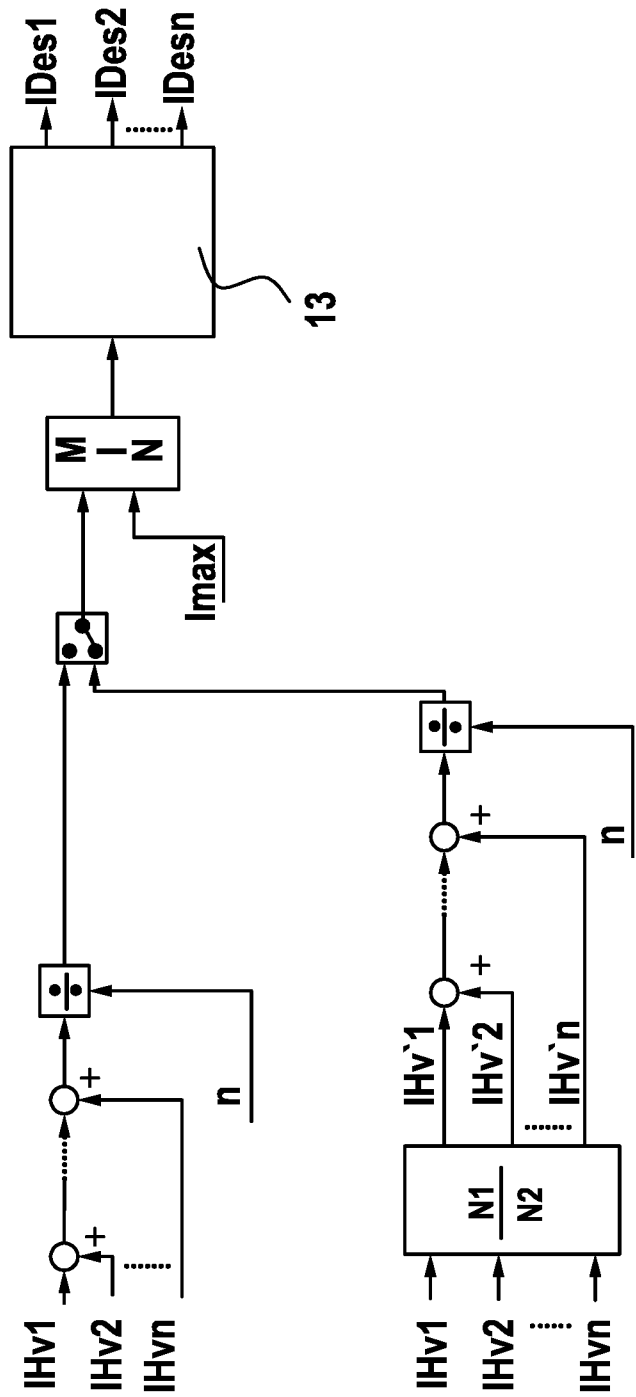


Fig. 4B

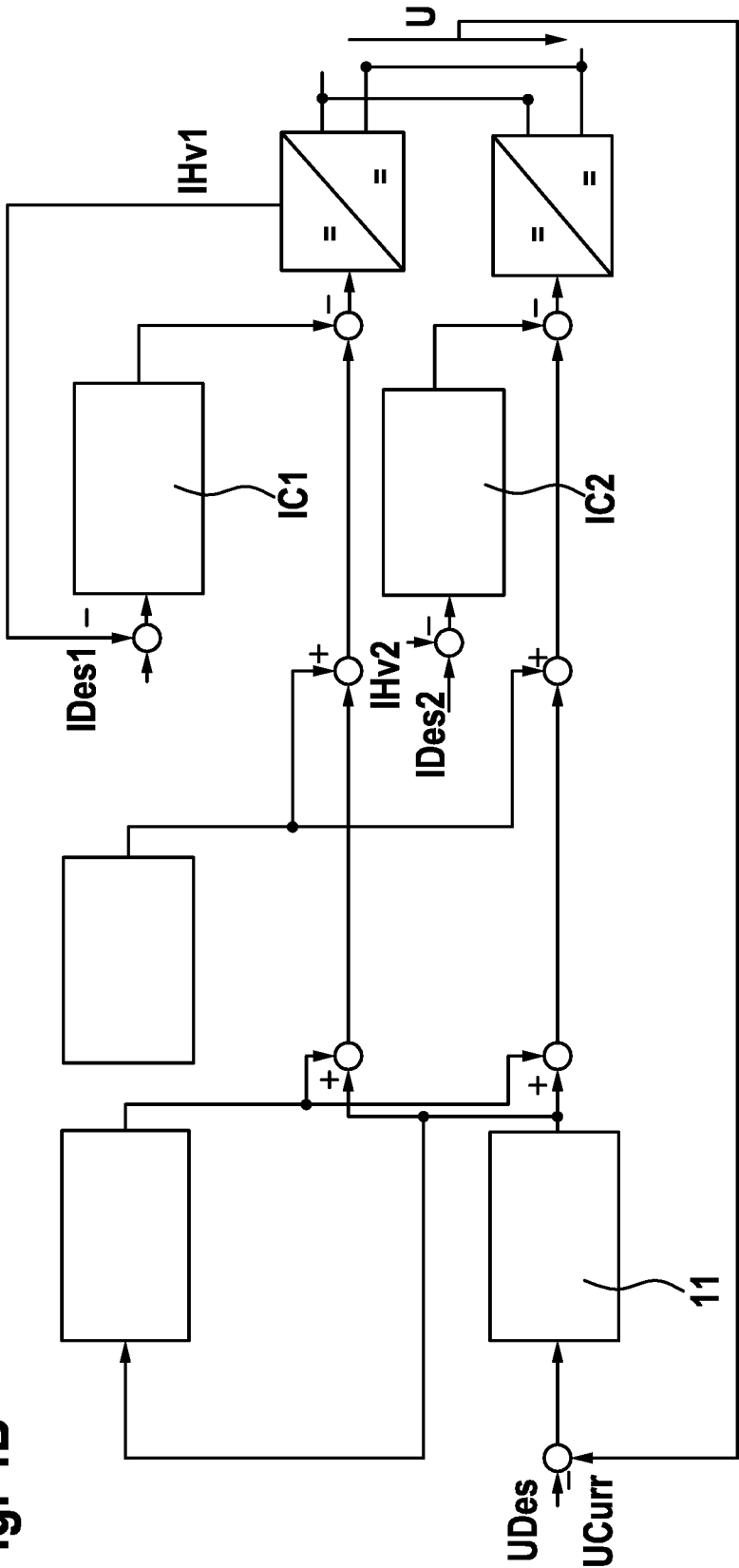


Fig. 4C

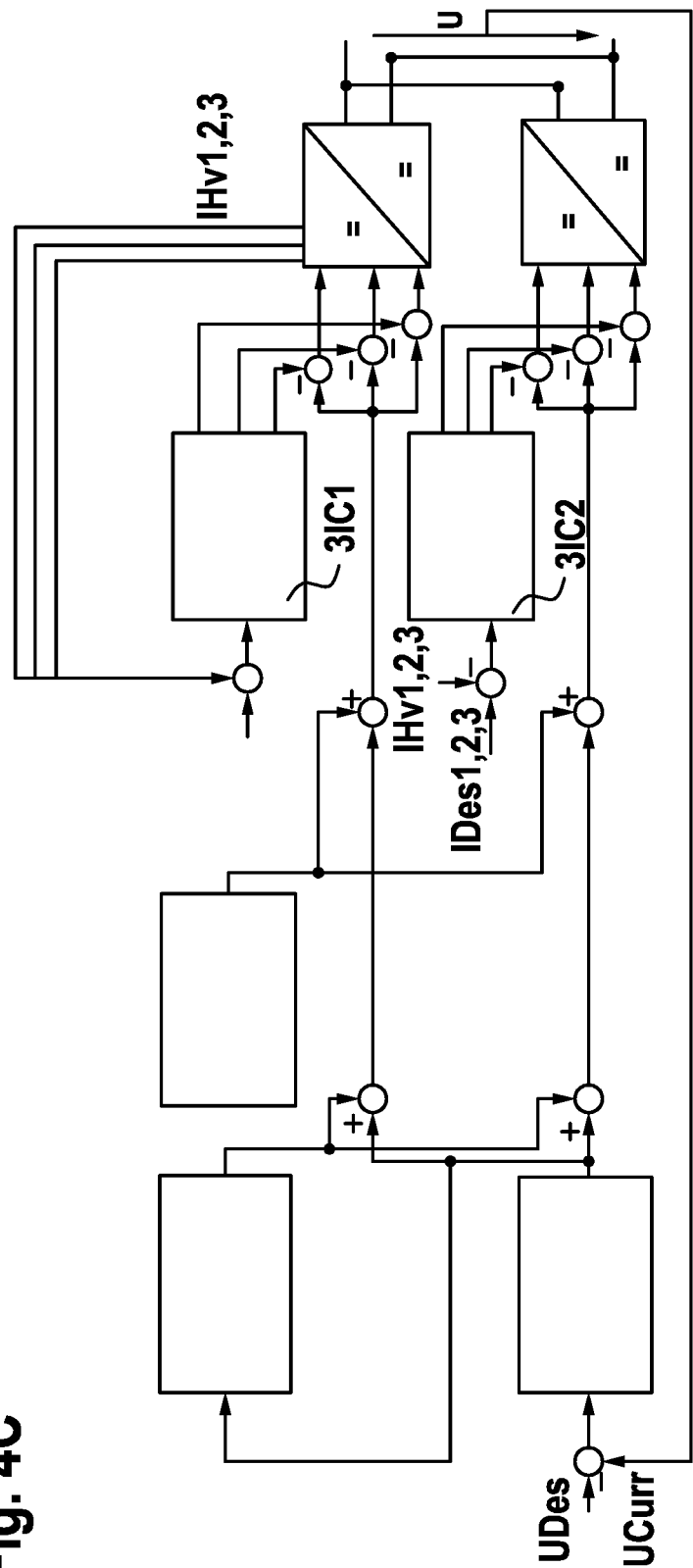


Fig. 5

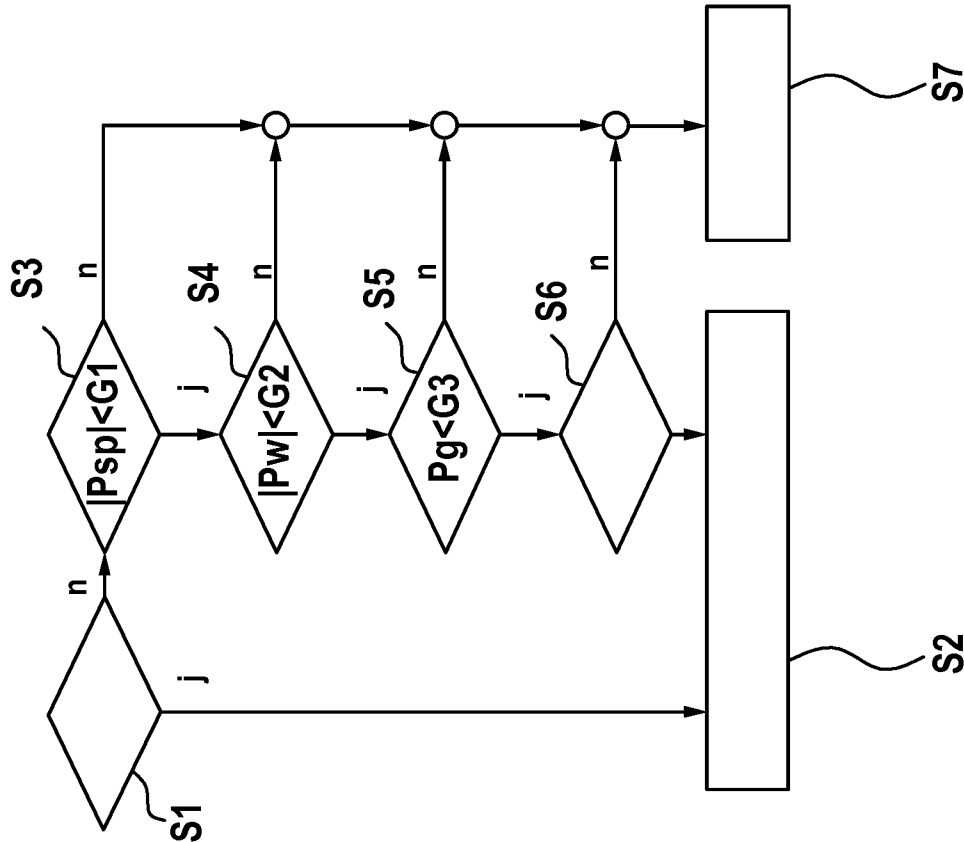


Fig. 6

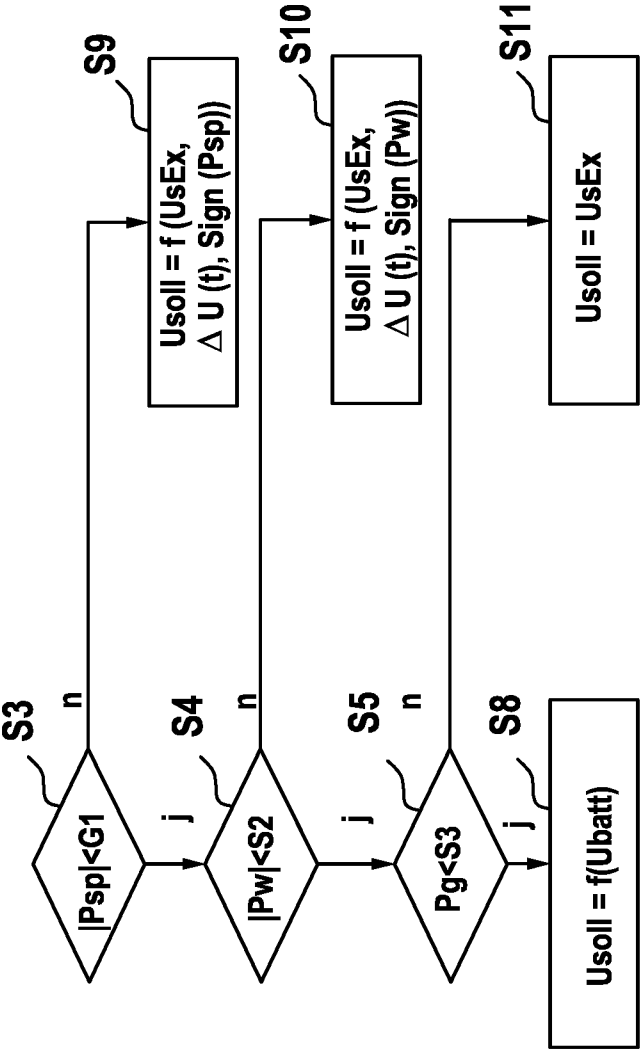


Fig. 7

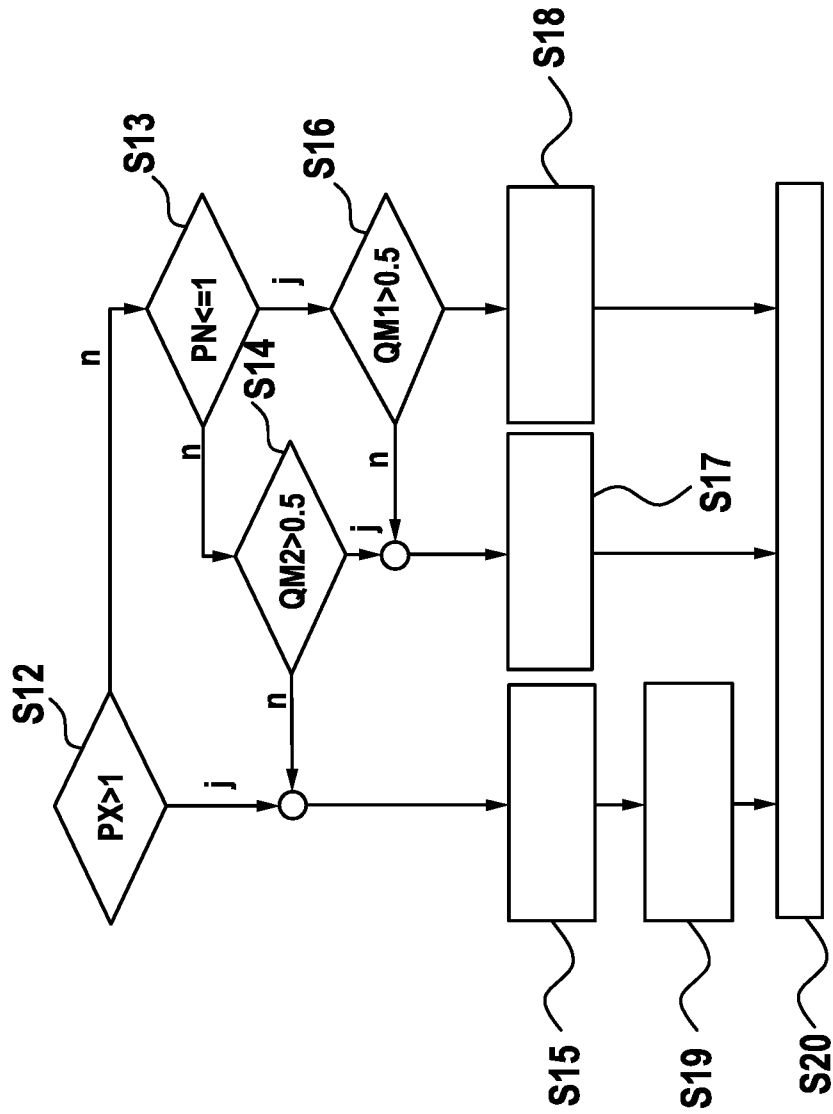
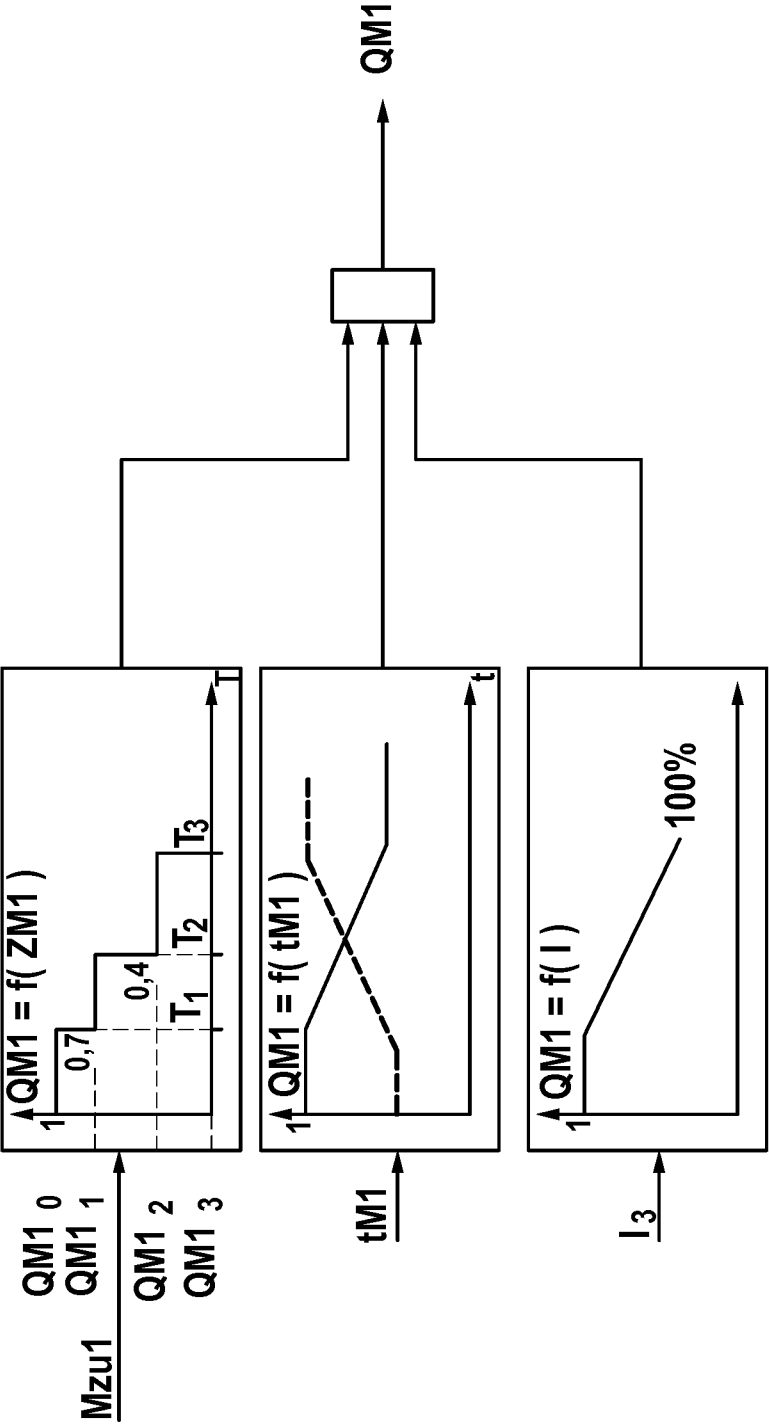


Fig.8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/063878

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B60L3/00 B60L11/18 B60L1/00 H02M3/155
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60L H02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2012/086417 A1 (OSADA YASUHIRO [JP] ET AL) 12 April 2012 (2012-04-12) abstract figures 1-5 paragraphs [0018] - [0056] claims 1, 4	1-8
X	DE 10 2013 001564 A1 (HEIDELBERGER DRUCKMASCH AG [DE]) 29 August 2013 (2013-08-29) abstract figures 1, 2, 3a, 3b, 3c paragraphs [0021] - [0022], [0026] - [0027] ----- -/-	1-3,8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 August 2016

Date of mailing of the international search report

24/10/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Schmitt, Gilles

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/063878

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2 860 059 A2 (SAMSUNG SDI CO LTD [KR]) 15 April 2015 (2015-04-15) abstract figures 1, 5 paragraphs [0036] - [0056], [0092] - [0101] -----	1-3,6,8
X	EP 2 845 762 A1 (SAMSUNG SDI CO LTD [KR]) 11 March 2015 (2015-03-11) abstract figures 1, 2 paragraphs [0027] - [0071] claims 1-6 -----	1-3,6,8
X	KR 2010 0085791 A (POWERTRON ENGINEERING CO LTD [KR]) 29 July 2010 (2010-07-29) abstract figures 6-13 paragraphs [0031], [0044] - [0046], [0048], [0087] - [0116] -----	1,5,8
X	JP 2010 104139 A (TOYOTA MOTOR CORP) 6 May 2010 (2010-05-06) abstract figures 7-13 paragraphs [0112] - [0131] claim 8 -----	1-3,7,8
X	US 2004/041473 A1 (DEGUCHI SHINICHI [JP]) 4 March 2004 (2004-03-04) abstract figures 1-10 paragraphs [0003] - [0006], [0019] - [0094] claims 1-6 -----	1-3,6-8
X	EP 2 521 253 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 7 November 2012 (2012-11-07) abstract figures 1, 4 paragraphs [0009] - [0010], [0017] - [0022], [0033] - [0034], [0040] - [0042], [0054], [0065] - [0072] claim 1 -----	1-4,8
X	US 2012/026757 A1 (MANABE KOTA [JP]) 2 February 2012 (2012-02-02) the whole document -----	1-4,8
X	US 2010/007319 A1 (MANABE KOTA [JP] ET AL) 14 January 2010 (2010-01-14) the whole document -----	1-4
	----- -/--	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/063878

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 473 819 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 3 November 2004 (2004-11-03) abstract figure 1 paragraph [0018] -----	5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/063878

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2012086417 A1	12-04-2012	CN 102449893 A DE 112009004850 T5 JP 5435028 B2 US 2012086417 A1 WO 2010140228 A1	09-05-2012 11-10-2012 05-03-2014 12-04-2012 09-12-2010
DE 102013001564 A1	29-08-2013	NONE	
EP 2860059 A2	15-04-2015	CN 104512275 A EP 2860059 A2 US 2015097501 A1	15-04-2015 15-04-2015 09-04-2015
EP 2845762 A1	11-03-2015	EP 2845762 A1 US 2015069832 A1	11-03-2015 12-03-2015
KR 20100085791 A	29-07-2010	NONE	
JP 2010104139 A	06-05-2010	NONE	
US 2004041473 A1	04-03-2004	CN 1630974 A CN 101707370 A EP 1433237 A2 JP 3695379 B2 JP 2003111384 A KR 20040044397 A US 2004041473 A1 WO 03032462 A2	22-06-2005 12-05-2010 30-06-2004 14-09-2005 11-04-2003 28-05-2004 04-03-2004 17-04-2003
EP 2521253 A1	07-11-2012	EP 2521253 A1 JP 5382139 B2 US 2012256571 A1 WO 2011080818 A1	07-11-2012 08-01-2014 11-10-2012 07-07-2011
US 2012026757 A1	02-02-2012	CN 102804573 A DE 112009004911 T5 JP 5018966 B2 US 2012026757 A1 WO 2010143293 A1	28-11-2012 14-06-2012 05-09-2012 02-02-2012 16-12-2010
US 2010007319 A1	14-01-2010	CN 101529703 A DE 112007002117 T5 JP 4967588 B2 JP 2008104252 A KR 20090057439 A US 2010007319 A1 WO 2008047616 A1	09-09-2009 02-07-2009 04-07-2012 01-05-2008 05-06-2009 14-01-2010 24-04-2008
EP 1473819 A1	03-11-2004	CA 2470934 A1 CN 1615574 A EP 1473819 A1 JP 3906843 B2 KR 20040077726 A TW I266712 B US 2005067999 A1 US 2007029954 A1 WO 03061104 A1	24-07-2003 11-05-2005 03-11-2004 18-04-2007 06-09-2004 21-11-2006 31-03-2005 08-02-2007 24-07-2003

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B60L3/00 B60L11/18 B60L1/00 H02M3/155 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B60L H02M		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2012/086417 A1 (OSADA YASUHIRO [JP] ET AL) 12. April 2012 (2012-04-12) Zusammenfassung Abbildungen 1-5 Absätze [0018] - [0056] Ansprüche 1, 4	1-8
X	DE 10 2013 001564 A1 (HEIDELBERGER DRUCKMASCH AG [DE]) 29. August 2013 (2013-08-29) Zusammenfassung Abbildungen 1, 2, 3a, 3b, 3c Absätze [0021] - [0022], [0026] - [0027] ----- -/-	1-3,8
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
25. August 2016		24/10/2016
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Schmitt, Gilles

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 2 860 059 A2 (SAMSUNG SDI CO LTD [KR]) 15. April 2015 (2015-04-15) Zusammenfassung Abbildungen 1, 5 Absätze [0036] - [0056], [0092] - [0101] -----	1-3,6,8
X	EP 2 845 762 A1 (SAMSUNG SDI CO LTD [KR]) 11. März 2015 (2015-03-11) Zusammenfassung Abbildungen 1, 2 Absätze [0027] - [0071] Ansprüche 1-6 -----	1-3,6,8
X	KR 2010 0085791 A (POWERTRON ENGINEERING CO LTD [KR]) 29. Juli 2010 (2010-07-29) Zusammenfassung Abbildungen 6-13 Absätze [0031], [0044] - [0046], [0048], [0087] - [0116] -----	1,5,8
X	JP 2010 104139 A (TOYOTA MOTOR CORP) 6. Mai 2010 (2010-05-06) Zusammenfassung Abbildungen 7-13 Absätze [0112] - [0131] Anspruch 8 -----	1-3,7,8
X	US 2004/041473 A1 (DEGUCHI SHINICHI [JP]) 4. März 2004 (2004-03-04) Zusammenfassung Abbildungen 1-10 Absätze [0003] - [0006], [0019] - [0094] Ansprüche 1-6 -----	1-3,6-8
X	EP 2 521 253 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 7. November 2012 (2012-11-07) Zusammenfassung Abbildungen 1, 4 Absätze [0009] - [0010], [0017] - [0022], [0033] - [0034], [0040] - [0042], [0054], [0065] - [0072] Anspruch 1 -----	1-4,8
X	US 2012/026757 A1 (MANABE KOTA [JP]) 2. Februar 2012 (2012-02-02) das ganze Dokument -----	1-4,8
X	US 2010/007319 A1 (MANABE KOTA [JP] ET AL) 14. Januar 2010 (2010-01-14) das ganze Dokument -----	1-4
A	EP 1 473 819 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 3. November 2004 (2004-11-03) Zusammenfassung Abbildung 1 Absatz [0018] -----	5

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/063878

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2012086417	A1	12-04-2012	CN	102449893 A	09-05-2012
			DE	112009004850 T5	11-10-2012
			JP	5435028 B2	05-03-2014
			US	2012086417 A1	12-04-2012
			WO	2010140228 A1	09-12-2010

DE 102013001564	A1	29-08-2013	KEINE		

EP 2860059	A2	15-04-2015	CN	104512275 A	15-04-2015
			EP	2860059 A2	15-04-2015
			US	2015097501 A1	09-04-2015

EP 2845762	A1	11-03-2015	EP	2845762 A1	11-03-2015
			US	2015069832 A1	12-03-2015

KR 20100085791	A	29-07-2010	KEINE		

JP 2010104139	A	06-05-2010	KEINE		

US 2004041473	A1	04-03-2004	CN	1630974 A	22-06-2005
			CN	101707370 A	12-05-2010
			EP	1433237 A2	30-06-2004
			JP	3695379 B2	14-09-2005
			JP	2003111384 A	11-04-2003
			KR	20040044397 A	28-05-2004
			US	2004041473 A1	04-03-2004
			WO	03032462 A2	17-04-2003

EP 2521253	A1	07-11-2012	EP	2521253 A1	07-11-2012
			JP	5382139 B2	08-01-2014
			US	2012256571 A1	11-10-2012
			WO	2011080818 A1	07-07-2011

US 2012026757	A1	02-02-2012	CN	102804573 A	28-11-2012
			DE	112009004911 T5	14-06-2012
			JP	5018966 B2	05-09-2012
			US	2012026757 A1	02-02-2012
			WO	2010143293 A1	16-12-2010

US 2010007319	A1	14-01-2010	CN	101529703 A	09-09-2009
			DE	112007002117 T5	02-07-2009
			JP	4967588 B2	04-07-2012
			JP	2008104252 A	01-05-2008
			KR	20090057439 A	05-06-2009
			US	2010007319 A1	14-01-2010
			WO	2008047616 A1	24-04-2008

EP 1473819	A1	03-11-2004	CA	2470934 A1	24-07-2003
			CN	1615574 A	11-05-2005
			EP	1473819 A1	03-11-2004
			JP	3906843 B2	18-04-2007
			KR	20040077726 A	06-09-2004
			TW	I266712 B	21-11-2006
			US	2005067999 A1	31-03-2005
			US	2007029954 A1	08-02-2007
			WO	03061104 A1	24-07-2003
