

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
5. Juli 2012 (05.07.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/089396 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/070105
- (22) Internationales Anmeldedatum:
15. November 2011 (15.11.2011)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2010 064 379.3
30. Dezember 2010 (30.12.2010) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HEIDRICH, Torsten** [DE/DE]; Roggenweg 1, 71665 Vaihingen/Enz (DE). **RAICHLE, Daniel** [DE/DE]; Schoenblickstr. 4, 71735 Eberdingen-Nussdorf (DE). **WIRTH, Martin** [DE/DE]; Untere Au 36, 74343 Sachsenheim (DE). **WALD, Klaus-Juergen** [DE/DE]; Weissdornweg 19, 71263 Weil der Stadt (DE). **STAVRIANOS, Dimitrios** [GR/DE]; Imberstrasse 10, 76227 Karlsruhe (DE). **FANKHAUSER,**

Philip [CH/DE]; Boeckingerstrasse 21, 70437 Stuttgart (DE).

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

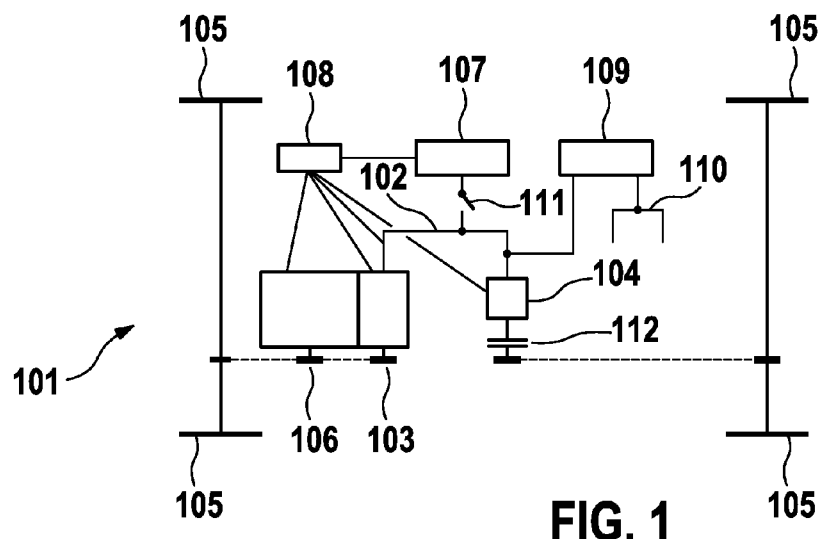
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR OPERATING A DRIVE TRAIN OF A HYBRID VEHICLE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM BETREIBEN EINES ANTRIEBSSTRANGS EINES HYBRIDFAHRZEUGS



(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for operating a drive train (101) of a hybrid vehicle comprising an electrical system (102), the drive train (101) having at least one vehicle drive wheel (105) in addition to one first electrical machine (104) and the first electrical machine (104) being connected to the electrical system (102). According to the invention, in order to stabilise the voltage of the electrical system (102), the first electrical machine (104) is operated without being coupled to the drive wheels (105) of the hybrid vehicle.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/089396 A2



RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

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

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben eines Antriebsstrangs (101) eines Hybridfahrzeuges mit einem Bordnetz (102), mit einem Bordnetz (102), wobei der Antriebsstrang (101) mindestens ein Fahrzeugantriebsrad (105) sowie eine erste elektrische Maschine (104) aufweist, und die erste elektrische Maschine (104) an dem Bordnetz (102) angeschlossen ist. Erfindungsgemäß wird zur Spannungsstabilisierung des Bordnetzes (102) die erste elektrische Maschine (104) abgekoppelt von den Antriebsrädern (105) des Hybridfahrzeuges betrieben.

5 Beschreibung

Titel

Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben eines Antriebsstrangs eines Hybridfahrzeugs

10 Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren und einer Vorrichtung nach Gattung der unabhängigen Ansprüche. Ein Hybridfahrzeug mit einem Antriebsstrang, der zwei elektrische Maschinen aufweist, wobei beide zum Antrieb des Fahrzeuges an jeweils einer Antriebsachse, die mechanisch nicht miteinander gekoppelt sind dienen, ist als Fahrzeug RX450h der Marke Lexus bekannt. Die elektrischen Verbraucher des Fahrzeuges sind über ein Bordnetz mit Energiequellen verbunden. Fahrzeuge mit einem elektrischen Fahrantrieb weisen ein elektrisches Hochspannungsbordnetz zur Versorgung des elektrischen Antriebs und weiterer Hochspannungsverbraucher auf. Das Hochspannungsbordnetz ist mit einem Niederspannungsbordnetz verbunden, welches der Versorgung der Niederspannungsverbraucher des Fahrzeuges dient.

Es ist bekannt, eine der elektrischen Maschinen eines Hybridfahrzeuges zeitweise generatorisch zu betreiben, um elektrische Energie zur Versorgung der Verbraucher sowie zum Laden der Energiespeicher zu erzeugen. Beim Zuschalten von leistungsstarken Verbrauchern, z.B. eine elektrisch betriebene Fahrzeugklimatisierung, entstehen einerseits elektrische Leistungsspitzen und damit Spannungseinbrüche im Bordnetz des Fahrzeuges, andererseits bricht die Drehzahl des Antriebsstrangs und der generatorisch betriebenen elektrischen Maschine ein, da der Verbrennungsmotor nicht in kürzester Zeit ein hierzu notwendiges deutlich erhöhtes Drehmoment abgibt. Beim Abschalten der Verbraucher treten entsprechend Spannungsspitzen und Drehzahlüberschwinger im Antriebsstrang auf.

Zur Reduzierung dieser elektrischen Belastung des Bordnetzes sowie der unerwünschten Drehzahlschwankungen im Antriebsstrang während des Betriebes des Hybridfahrzeuges

sind unterschiedliche Maßnahmen zur Spannungsstabilisierung, z.B. eine Energiepufferung im Bordnetz mittels Kondensatoren, bekannt.

5 Offenbarung der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben eines Antriebsstrangs eines Hybridfahrzeuges geht von einem Hybridfahrzeug mit einem Bordnetz aus, wobei an dieses Bordnetz eine elektrische Maschine angeschlossen ist. Die erste
10 elektrische Maschine kann an einen Antriebsstrang des Fahrzeuges und damit an ein Fahrzeugantriebsrad angekoppelt, bzw. davon abgekoppelt werden. Beispielsweise dient die erste elektrische Maschine dem Antrieb einer Fahrzeugachse. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, die erste elektrische Maschine abgekoppelt von einem Fahrzeugantriebsrad des Hybridfahrzeuges zur
15 Spannungsstabilisierung des Bordnetzes zu betreiben.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Betreiben eines Antriebsstrangs eines Hybridfahrzeuges geht von einem Hybridfahrzeug mit einem Bordnetz aus, wobei an dieses Bordnetz eine elektrische Maschine angeschlossen ist. Die erste
20 elektrische Maschine kann an einen Antriebsstrang des Fahrzeuges und damit an ein Fahrzeugantriebsrad angekoppelt, bzw. davon abgekoppelt werden. Beispielsweise dient die erste elektrische Maschine dem Antrieb einer Fahrzeugachse. Erfindungsgemäß sind Mittel vorgesehen, die die Abkopplung der ersten elektrischen Maschine von einem Fahrzeugantriebsrad des
25 Hybridfahrzeuges ansteuern und diese zur Spannungsstabilisierung des Bordnetzes betreiben.

Ein technisches Ausführungsbeispiel dieses Verfahrens und der dazugehörigen Vorrichtung ist, dass die erste elektrische Maschine speziell für den Betrieb zur
30 Spannungsstabilisierung von einer Antriebsachse abgekoppelt wird und nicht für den Antrieb des Fahrzeuges verwendet wird. Vorteilhaft wird somit die Spannungsstabilität des Bordnetzes erhöht. Dies ist insbesondere bei Ausfall etwaiger anderer Komponenten, die zur Spannungsstabilität dienen, notwendig.

35 Weitere Vorteile werden durch die in den Unteransprüchen angegebenen Maßnahmen erzielt.

In einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die erste elektrische Maschine zur Spannungsstabilisierung des Bordnetzes derart betrieben wird, -diese im Normalbetrieb mit einer vorgegebenen Freilaufdrehzahl betrieben wird und dass diese im Kompensationsbetrieb generatorisch betrieben wird, wenn die Bordnetzspannung einen vorgegebenen Bordnetzspannungswert unterschreitet. Ein technisches Ausführungsbeispiel hierzu ist, dass in der ersten elektrischen Maschine zur Spannungsstabilisierung im Normalbetrieb mittels des Betriebes bei einer vorgegebenen Freilaufdrehzahl kinetische Energie vorgehalten wird. Bei einem Spannungsabfall im Bordnetz, beispielsweise durch Zuschalten einer elektrischen Last verursacht, wird die elektrische Maschine generatorisch betrieben und dabei abgebremst. Dabei wird die vorgehaltene kinetische Energie in elektrische Energie umgewandelt und somit vorteilhaft einem Spannungseinbruch entgegengewirkt.

In einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die erste elektrische Maschine zur Spannungsstabilisierung des Bordnetzes derart betrieben wird, dass diese im Normalbetrieb mit einer vorgegebenen Freilaufdrehzahl betrieben wird und dass diese im Kompensationsbetrieb motorisch betrieben wird, wenn die Bordnetzspannung einen vorgegebenen Bordnetzspannungswert überschreitet. Ein technisches Ausführungsbeispiel hierzu ist, dass in der ersten elektrischen Maschine zur Spannungsstabilisierung im Normalbetrieb mittels des Betriebes bei einer vorgegebenen Freilaufdrehzahl kinetische Energie vorgehalten wird. Bei einem Spannungsanstieg im Bordnetz, beispielsweise durch Abschalten einer elektrischen Last verursacht, wird die elektrische Maschine motorisch betrieben und dabei beschleunigt. Dabei nimmt die elektrische Maschine die überschüssige elektrische Energie aus dem Bordnetz auf und wandelt diese in kinetische Energie um. Somit wird vorteilhaft einem weiteren Spannungsanstieg entgegengewirkt.

In einer weiteren Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die erste elektrische Maschine zur Spannungsstabilisierung des Bordnetzes derart betrieben wird, dass im Kompensationsbetrieb die generatorische Leistung so eingestellt wird, dass ein erster unterer Spannungsgrenzwert der Spannung des Bordnetzes nicht unterschritten wird und/ oder dass im Kompensationsbetrieb die motorische Leistung so eingestellt wird, dass ein erster oberer Spannungsgrenzwert der Spannung des Bordnetzes nicht überschritten wird. Ein technisches

Ausführungsbeispiel hierzu ist, dass die Spannung des Bordnetzes überwacht wird und in Abhängigkeit der Spannung des Bordnetzes die generatorische und/ oder motorische Leistung so eingestellt wird, dass erste obere oder untere Spannungsgrenzwerte nicht überschritten werden. Vorteilhaft werden so
5 Überlastungen des elektrischen Bordnetzes vermieden.

In einer weiteren Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der ersten elektrischen Maschine die Freilaufsolldrehzahl in Abhängigkeit einer zu erwartenden Leistungsänderung des Bordnetzes vorgegeben wird. Ein technisches
10 Ausführungsbeispiel hierzu ist, dass in Abhängigkeit des größten zuschaltbaren Verbrauchers oder der noch gleichzeitig zuschaltbaren Verbraucher die Freilaufdrehzahl vorgegeben wird. Somit wird die Energiemenge eingestellt, die kinetisch mittels der elektrischen Maschine zum Ausgleich der Spannungseinbrüche vorgehalten wird. Vorteilhaft wird somit der Normalbetrieb der ersten elektrischen
15 Maschine zur Spannungsstabilisierung auf den Bedarfsfall angepasst eingestellt. Ein energieintensiver Betrieb bei einer besonders hohen Freilaufdrehzahl wird dadurch vermieden. Für den Fall, dass sämtliche Verbraucher zugeschaltet sind, kann die Freilaufdrehzahl bis zum Stillstand abgesenkt werden, da ein Spannungseinbruch aufgrund eines Zuschaltens eines Verbrauchers nicht zu
20 erwarten ist.

In einer weiteren Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die erste elektrische Maschine zur Spannungsstabilisierung des Bordnetzes derart betrieben wird, dass diese im Normalbetrieb als Lastwiderstand mit einem vorgegebenen
25 Normalbetriebslastwiderstandswert betrieben wird. Hierzu wird beispielsweise zeitweise eine Phase der ersten elektrischen Maschine an das Bordnetz angeschlossen, beispielsweise durch entsprechende Schalterstellungen des Wechselrichters. Über die Dauer dieser Zuschaltung, die über die Ansteuerung des Wechselrichters variierbar ist, kann der wirkende
30 Normalbetriebslastwiderstandswert eingestellt und vorgegeben werden. Zusätzlich wird im Kompensationsbetrieb der wirksame Lastwiderstandswert der ersten elektrischen Maschine erhöht, wenn die Bordnetzspannung einen vorgegebenen Bordnetzspannungswert unterschreitet und/oder im Kompensationsbetrieb der wirksame Lastwiderstandswert der ersten elektrischen Maschine reduziert, wenn die
35 Bordnetzspannung einen vorgegebenen Bordnetzspannungswert (UBvor) überschreitet. Über die Dauer des Anschließens der z.B. einer Phase der ersten

elektrischen Maschine an das Bordnetz, die über die Ansteuerung des Wechselrichters variierbar ist, wird der wirkende Lastwiderstandswert eingestellt.

Wird die Dauer der Zuschaltung erhöht, verringert sich der wirksame

Lastwiderstandswert. Wird die Dauer der Zuschaltung reduziert, erhöht sich der

wirksame Lastwiderstandswert. Ein technisches Ausführungsbeispiel hierzu ist der zeitweise Anschluss z.B. mindestens einer Phase der ersten elektrischen Maschine

an das Bordnetz, so dass die erste elektrische Maschine wie eine elektrische

Impedanz im Bordnetz wirkt. Somit wirkt die erste elektrische Maschine selbst wie

ein elektrischer Verbraucher des Bordnetzes. Bei einem Spannungsabfall im

Bordnetz, beispielsweise durch Zuschalten eines weiteren elektrischen

Verbrauchers verursacht, wird die Dauer des zeitweisen Anschlusses der Phase der

ersten elektrischen Maschine vom Bordnetz verringert. Dabei wird das Bordnetz

entlastet und somit vorteilhaft einem Spannungseinbruch entgegengewirkt. Bei

einem Spannungsanstieg im Bordnetz, beispielsweise durch Abschalten eines

weiteren elektrischen Verbrauchers verursacht, wird die Dauer des zeitweisen

Anschlusses der Phase der ersten elektrischen Maschine an das Bordnetz erhöht.

Dabei belastet die elektrische Maschine das Bordnetz zusätzlich. Somit wird

vorteilhaft einem weiteren Spannungsanstieg entgegengewirkt.

In einer weiteren Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der

Normalbetriebslastwiderstandswert der ersten elektrischen Maschine in

Abhängigkeit einer zu erwartenden Leistungsänderung des Bordnetzes vorgegeben

wird. Ein technisches Ausführungsbeispiel hierzu ist, dass in Abhängigkeit des

größten zuschaltbaren Verbrauchers oder der noch gleichzeitig zuschaltbaren

Verbrauchern der Normalbetriebslastwiderstandswert vorgegeben wird. Somit wird

die Leistung eingestellt, die mittels der elektrischen Maschine zum Ausgleich der

Spannungseinbrüche vorgehalten wird. Vorteilhaft wird somit der

Normalbetriebslastwiderstandswert der ersten elektrischen Maschine zur

Spannungsstabilisierung auf den Bedarfsfall angepasst eingestellt. Ein

energieintensiver Betrieb mit einem besonders hohen

Normalbetriebslastwiderstandswert wird dadurch vermieden. Für den Fall, dass

sämtliche Verbraucher zugeschaltet sind, kann der

Normalbetriebslastwiderstandswert durch Abkoppeln vom Bordnetz vollständig

aufgehoben werden, da ein Spannungseinbruch aufgrund eines Zuschaltens eines

Verbrauchers nicht zu erwarten ist.

In einer weiteren Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass eine Batterie, insbesondere Hochvoltbatterie, vorgesehen ist, die mit dem Bordnetz verbindbar ist und in einem Hochvoltnormalbetrieb zur Spannungsstabilisierung des Bordnetzes eingesetzt wird und in einem Ersatzbetrieb das Verfahren zum Betreiben eines

5 Antriebsstrangs eines Hybridfahrzeuges mit einem Bordnetz nach den vorhergehenden Ansprüchen eingesetzt wird, wenn die Batterie das Bordnetz nicht mit einer vorgegebenen Energie versorgt. Ein technisches Ausführungsbeispiel hierzu ist, dass normalerweise die Spannungsstabilisierung mittels einer Batterie erfolgt, die an das Bordnetz angeschlossen ist. Z. B. kann ein Ausfall der Batterie,

10 z.B. aufgrund eines Defektes, oder eine Abkopplung dieser Batterie vom Bordnetz dazu führen, dass die Batterie das Bordnetz nicht mehr mit einer vorgegebenen Energie versorgt. In diesem Fall kann die Batterie auch nicht mehr zur Spannungsstabilisierung dienen. In diesem Fall wird erfindungsgemäß die erste elektrische Maschine von den Antriebsrädern abgekoppelt und wie oben erläutert

15 zur Spannungsstabilisierung betrieben.

In einer weiteren Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Antriebsstrang weiter einen Verbrennungsmotor und eine zweite elektrische Maschine aufweist, und die zweite elektrische Maschine an dem Bordnetz

20 angeschlossen ist, wobei der Verbrennungsmotor die zweite elektrische Maschine antreibt, damit diese generatorisch elektrische Leistung zur Versorgung des Bordnetzes erzeugt. Ein technisches Ausführungsbeispiel hierzu ist, dass an dem Antriebsstrang zwei nicht mechanisch miteinander verbundene elektrische Maschinen angeschlossen sind. Die zweite elektrische Maschine ist mit einem

25 Verbrennungsmotor koppelbar. Zur Erzeugung elektrischer Energie zur vorteilhaften Versorgung des Bordnetzes wird die zweite elektrische Maschine generatorisch betrieben und vom Verbrennungsmotor angetrieben.

In einer weiteren Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass in einem

30 Betriebsmodus A zunächst die zweite elektrische Maschine zur Spannungsstabilisierung des Bordnetzes, insbesondere in einem Spannungsregelmodus, eingesetzt wird und erst wenn die Bordnetzspannung einen zweiten unteren Spannungsgrenzwert unterschreitet oder einen zweiten oberen Spannungsgrenzwert überschreitet in einem Betriebsmodus B die erste elektrische

35 Maschine zur Spannungsstabilisierung des Bordnetzes betrieben wird. Ein technisches Ausführungsbeispiel hierzu ist, dass die erste elektrische Maschine erst

dann zur Spannungsstabilisierung verwendet wird, wenn die Bordnetzspannung außerhalb eines Bereiches liegt, innerhalb dessen die üblichen Maßnahmen zur Spannungsstabilisierung ausreichen. Dieser Bereich spannt sich zwischen dem zweiten oberen und dem zweiten unteren Spannungsgrenzwert auf. Vorteilhaft wird
5 die erste elektrische Maschine dadurch seltener vom Fahrzeugantriebsrad abgekoppelt. Somit ergibt sich eine höhere Verfügbarkeit des elektrischen Antriebes, der von der ersten elektrischen Maschine angetrieben wird.

In einer weiteren Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass in einem
10 Betriebsmodus C die zweite elektrische Maschine zur Spannungsstabilisierung von Spannungsänderungen des Bordnetzes eingesetzt wird, wobei diese Spannungsänderungen des Bordnetzes eine Frequenz aufweisen, die einen ersten vorgegebenen Frequenzgrenzwert unterschreiten und die erste elektrische Maschine zur Spannungsstabilisierung von Spannungsänderungen des Bordnetzes
15 eingesetzt wird, wobei diese Spannungsänderungen des Bordnetzes eine Frequenz aufweisen, die einen zweiten vorgegebenen Frequenzgrenzwert überschreiten. Insbesondere kann der Wert des ersten und des zweiten Frequenzgrenzwertes übereinstimmen. Ein technisches Ausführungsbeispiel hierzu ist ein Fahrzeug mit zwei elektrischen Maschinen, wobei sich die beiden elektrischen Maschinen z.B.
20 aufgrund ihrer Bauart und ihrer Anbindung im Antriebsstrang unterschiedlich schnell regeln lassen. Die Veränderung des Arbeitspunktes (z.B. Drehzahl, Drehmoment) der zweiten elektrischen Maschine, die mit dem Verbrennungsmotor gekoppelt ist, ist träge im Vergleich zur Veränderung der freilaufenden ersten elektrischen Maschine. Schnellere, hochfrequenzere Spannungsänderungen werden daher
25 mittels der ersten elektrischen Maschine ausgeglichen und langsamere, niederfrequenzere Spannungsänderungen werden mittels der zweiten elektrischen Maschine im Sinne der Spannungsstabilisierung kompensiert. Vorteilhaft wird so die Spannungsstabilisierung optimiert.

In einer weiteren Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass ein DC/DC Wandler vorgesehen ist, der zur Kopplung des Bordnetzes mit einem
30 Zweitspannungsbordnetz dient, wobei das Zweitspannungsbordnetz bei einer anderen Spannung betrieben wird als das Bordnetz, insbesondere bei einer niedrigeren Spannung als das Bordnetz, und wobei das Zweitspannungsbordnetz
35 mittels des DC/DC Wandlers mit Energie aus dem Bordnetz versorgt wird. Ein technisches Ausführungsbeispiel ist die Ausrüstung eines Hybridfahrzeuges mit

5 einem Bordnetz mit einer höheren Bordnetzspannung (Traktionsbordnetz, Hochspannungsbordnetz) und ein Zweitspannungsbordnetz mit einer niedrigeren Bordnetzspannung (12-Volt-Bordnetz) aufweist, wobei das Zweitspannungsbordnetz mittels eines DC/DC-Wandlers an das Bordnetz
angeschlossen ist. Vorteilhaft wird bei diesem Ausführungsbeispiel durch Nutzung der ersten elektrischen Maschine zur Spannungsstabilisierung ein spannungsstabiler Betrieb der beiden Bordnetze möglich, insbesondere auch bei Ausfall der Hochvoltbatterie.

10 Das dargestellte Verfahren und die Vorrichtung können bei Hybridfahrzeugen eingesetzt werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

15 Die Erfindung lässt zahlreiche Ausführungsformen zu. Einige davon werden anhand der in den Zeichnungen dargestellten Figuren näher erläutert.

Es zeigt:

20 Figur 1: Prinzipdarstellung eines Fahrzeugantriebsstrangs eines Fahrzeuges mit Hybridantrieb

Figur 2: schematisches Ablaufdiagramm eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens

25

Figur 3: Diagramm mit Spannungsverläufen im Bordnetz

Figur 4: Diagramm zum Verfahren zur Spannungsstabilisierung

30 Figur 5: Diagramm zu unterschiedlichen Betriebsmodi der Spannungsstabilisierung

Figur 6: Regelungsstruktur eines Ausführungsbeispiels mit Berücksichtigung unterschiedlicher Frequenzen bei der Spannungsstabilisierung

35

Ausführungsformen der Erfindung:

Figur 1 zeigt eine Prinzipdarstellung eines Fahrzeugantriebsstrangs 101 eines Fahrzeuges mit einem Hybridantrieb. An dem Bordnetz 102 sind die zweite elektrische Maschine 103 und die erste elektrische Maschine 104 sowie ein DC/DC-Wandler 109 angeschlossen. An dem DC/DC-Wandler 109 ist der Anschluss eines Niederspannungsbordnetzes 110 angedeutet, an dem weitere (nicht dargestellte) zu und abschaltbare Verbraucher angeschlossen sind. Weiter sind an dem Hochvoltbordnetz eine Hochvoltbatterie 107 sowie Mittel, z.B. ein Steuergerät 108, zur Ansteuerung der Komponenten (102, 103, 104, 106, 107) angeschlossen. Das Steuergerät 108 könnte je nach elektrischer Ausführung auch am Niederspannungsbordnetz 110 angeschlossen sein. Mechanisch ist die zweite elektrische Maschine 103 mit dem Verbrennungsmotor 106 koppelbar, damit dieser die zweite elektrische Maschine 103 antreiben kann. Dabei erzeugt die zweite elektrische Maschine 103 generatorisch elektrische Energie zur Versorgung des Hochspannungsbordnetzes 102. Die Hochvoltbatterie 107 kann mittels eines Schalters 111 vom Bordnetz abgekoppelt werden. Die erste elektrische Maschine 104 ist über eine Kupplung 112 zum Antrieb des Fahrzeuges mit der Hinterachse mit den Fährantriebsrädern 105 koppelbar.

Figur 2 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens. In einem ersten Schritt 201 startet das Verfahren. In einem zweiten Schritt 202 wird überprüft, ob ein besonderer Betrieb des Antriebstrangs zur Spannungsstabilisierung des Hochvoltnetzes notwendig ist. Beispielsweise wird hierzu die Bordnetzspannung UB_{ist} gemessen und überprüft, ob diese von dem vorgegebenen Bordnetzspannungswert UB_{vor} abweicht oder vorgegebene Grenzwerte, z.B. zweiter unterer bzw. oberer Spannungsgrenzwert (U_{2U} , U_{2O}), unter- oder überschritten werden. Andererseits kann auch ein Ausfall oder ein Abschalten der Hochvoltbatterie als Auslöser dafür dienen, den besonderen Betrieb zur Spannungsstabilisierung anzustoßen. Falls der besondere Betrieb zur Spannungsstabilisierung nicht notwendig ist, verzweigt das Verfahren zu einem dritten Schritt 203 und der Betrieb wird wie üblich fortgeführt. Anschließend verzweigt das Verfahren wieder zum zweiten Schritt 202 zur erneuten Überprüfung der Notwendigkeit des Spannungsstabilisierungsbetriebes. Falls der Betrieb zur Spannungsstabilisierung notwendig ist, so verzweigt das Verfahren zu einem vierten Schritt 204, in dem die erste elektrische Maschine 104 von den Antriebsrädern 105 abgekoppelt wird. Im folgenden fünften Schritt 205 wird die erste elektrische Maschine 104 zur Spannungsstabilisierung verwendet. Hierzu wird sie entweder bei einer vorgegebenen Freilaufsolldrehzahl NF betrieben oder als Lastwiderstand mit

Normalbetriebslastwiderstandswert R_N betrieben. Bei Spannungsschwankungen der Bordnetzspannung U_{Bist} wird über Ansteuerung zum generatorischen oder motorischen Betrieb, bzw. durch Vergrößern oder Verkleinern der Impedanz der ersten elektrischen Maschine 104 den Spannungsschwankungen entgegengewirkt. Anschließend springt das
5 Verfahren zurück zum zweiten Schritt 202, in dem wiederum die Notwendigkeit des besonderen Betriebs zur Spannungsstabilisierung überprüft wird.

Figur 3 zeigt ein Diagramm, auf dem ein vorgegebener Bordnetzspannungswert U_{Bvor} sowie ein erster unterer und ein erster oberer Spannungsgrenzwert (U_{1U} , U_{1O}) über der
10 Zeit t dargestellt sind. Weiter ist die tatsächliche Bordnetzspannung U_{Bist} aufgetragen. Ebenfalls in dem Diagramm ist auch der Verlauf der Spannung U_{2ist} der ersten elektrischen Maschine 104 beim Betrieb zur Spannungsstabilisierung aufgetragen. Die Spannung U_{2ist} wird durch den generatorischen bzw. motorischen Betrieb zum Ausgleich der Spannungsschwankung von U_{Bist} erzeugt. Zusätzlich ist der Spannungsabfall U_{2ab}
15 an der ersten elektrischen Maschine 104 dargestellt, der dann auftritt, wenn beim Betrieb zur Spannungsstabilisierung die Impedanz der ersten elektrischen Maschine 104 zum Ausgleich der Spannungsschwankung von U_{Bist} genutzt wird.

Figur 4 zeigt ein Diagramm, bei dem ein Beispiel für eine Abhängigkeit der vorgegebenen
20 Freilaufdrehzahl N_F als auch des Normalbetriebslastwiderstandswert R_N von der zu erwartenden Leistungsänderung P_{verbr} über der Zeit t dargestellt ist. Entsprechend ist die Y-Achse des Diagramms für die darzustellende Leistung mit einem P , für die Drehzahl mit einem n und für die Impedanz mit einem Z beschriftet. Die zu erwartende Leistungsänderung P_{verbr} ist dabei als Leistung der aktuell angeschlossenen
25 Verbraucher aufgetragen. Wenn die Leistung der aktuell angeschlossenen Verbraucher relativ hoch ist, besteht eine relativ geringe zu erwartende Leistungssteigerung, jedoch eine relativ große zu erwartende Leistungsminderung und umgekehrt. Entsprechend wird bei einer geringen zu erwartenden Leistungssteigerung mittels einer geringen positiven vorgegebenen Freilaufdrehzahl N_F der ersten elektrischen Maschine 104 eine geringe
30 kinetische Energie zur Spannungsstabilisierung vorgehalten und umgekehrt. Ebenso wird bei einer geringen zu erwartenden Leistungssteigerung mittels eines geringen Normalbetriebslastwiderstandswert R_N ein geringer Spannungsabfall zur Spannungsstabilisierung vorgehalten und umgekehrt, wenn zur Spannungsstabilisierung die Impedanz der ersten elektrischen Maschine genutzt wird.

Figur 5 zeigt ein Diagramm, bei dem die unterschiedlichen Betriebsmodi A und B über der Zeit t aufgetragen sind. In Abhängigkeit der Bordnetzspannung UB_{ist} wird Betriebsmodus A oder B eingesetzt. Unterschreitet die Bordnetzspannung UB_{ist} eine zweite untere Spannungsgrenze U_{2U} oder überschreitet die Bordnetzspannung UB_{ist} eine zweite obere Spannungsgrenze U_{2O} , so wird Betriebsmodus B aktiviert, bei dem die erste elektrische Maschine 104 zur Spannungsstabilisierung verwendet wird.

In Figur 6 ist eine Reglerstruktur eines Ausführungsbeispiels dargestellt, bei dem die zweite elektrische Maschine (103) zur Spannungsstabilisierung von Spannungsänderungen des Bordnetzes eingesetzt wird, wobei diese Spannungsänderungen des Bordnetzes eine Frequenz aufweisen, die einen ersten vorgegebenen Frequenzgrenzwert (F_1) unterschreiten und die erste elektrische Maschine (104) zur Spannungsstabilisierung von Spannungsänderungen des Bordnetzes eingesetzt wird, wobei diese Spannungsänderungen des Bordnetzes eine Frequenz aufweisen, die einen zweiten vorgegebenen Frequenzgrenzwert (F_2) überschreiten. Die Regelgröße (UB_{ist}) wird über zwei Frequenzfilter (601, 602) in zwei Regelgrößen aufgesplittet. Die erste Regelgröße (UB_{istF2}) weist Frequenzen oberhalb der Frequenz F_2 auf. Die zweite Regelgröße (UB_{istF1}) weist Frequenzen unterhalb der Frequenz F_1 auf. Die jeweiligen Regelgrößen werden mit der Führungsgröße (UB_{Soll}), dem Sollwert der Bordnetzspannung, verglichen. Die sich ergebenden jeweiligen Regelabweichungen (eUB_{F2} , eUB_{F1}) werden einzelnen Reglern (603, 604) zugeführt. Der erste Regler (603) steuert in Abhängigkeit der Regelabweichung (eUB_{F2}) die erste elektrische Maschine (104). Insbesondere wird dabei die Drehzahl der ersten elektrischen Maschine beeinflusst. Der zweite Regler (604) steuert in Abhängigkeit der Regelabweichung (eUB_{F1}) die zweite elektrische Maschine (103). Insbesondere wird dabei das Drehmoment der zweiten elektrischen Maschine beeinflusst. Insbesondere kann der Wert des ersten und des zweiten Frequenzgrenzwertes (F_1 , F_2) übereinstimmen. Die Veränderung des Arbeitspunktes (z.B. Drehzahl, Drehmoment) der zweiten elektrischen Maschine (103), die mit dem Verbrennungsmotor (106) gekoppelt ist, ist träge im Vergleich zur Veränderung der freilaufenden ersten elektrischen Maschine (104). Schnellere, hochfrequenteren Spannungsänderungen werden daher mittels der ersten elektrischen Maschine (104) ausgeglichen und langsamere, niederfrequenteren Spannungsänderungen werden mittels der zweiten elektrischen Maschine (103) im Sinne der Spannungsstabilisierung kompensiert.

Ansprüche

- 5 1. Verfahren zum Betreiben eines Antriebsstrangs (101) eines Hybridfahrzeuges mit einem Bordnetz (102),
wobei der Antriebsstrang (101) mindestens ein Fahrzeugantriebsrad (105) sowie eine erste elektrische Maschine (104) aufweist, und die erste elektrische Maschine (104) an dem Bordnetz (102) angeschlossen ist,
- 10 **dadurch gekennzeichnet, dass**
zur Spannungsstabilisierung des Bordnetzes (102) die erste elektrische Maschine (104) abgekoppelt von den Antriebsrädern (105) des Hybridfahrzeuges betrieben wird.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass**
die erste elektrische Maschine (104) zur Spannungsstabilisierung des Bordnetzes (102) derart betrieben wird,
dass diese im Normalbetrieb mit einer vorgegebenen Freilaufdrehzahl (NF) betrieben wird
- 20 und dass diese im Kompensationsbetrieb generatorisch betrieben wird, wenn die Bordnetzspannung (UBist) einen vorgegebenen Bordnetzspannungswert (UBvor) unterschreitet.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 **dadurch gekennzeichnet, dass**
- 25 die erste elektrische Maschine (104) zur Spannungsstabilisierung des Bordnetzes (102) derart betrieben wird,
dass diese im Normalbetrieb mit einer vorgegebenen Freilaufdrehzahl (NF) betrieben wird
und dass diese im Kompensationsbetrieb motorisch betrieben wird, wenn die
- 30 Bordnetzspannung (UBist) einen vorgegebenen Bordnetzspannungswert (UBvor) überschreitet.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3 **dadurch gekennzeichnet, dass**
die erste elektrische Maschine (104) zur Spannungsstabilisierung des Bordnetzes
- 35 (102) derart betrieben wird,
dass im Kompensationsbetrieb die generatorische Leistung so eingestellt wird, dass

ein erster unterer Spannungsgrenzwert (U_{1U}) der Spannung des Bordnetzes (102) nicht unterschritten wird
und/ oder

5 dass im Kompensationsbetrieb die motorische Leistung so eingestellt wird, dass ein erster oberer Spannungsgrenzwert (U_{1O}) der Spannung des Bordnetzes (102) nicht überschritten wird.

10 5. Verfahren nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** der ersten elektrischen Maschine (104) die Freilaufsolldrehzahl (NF) in Abhängigkeit einer zu erwartenden Leistungsänderung (P_{verbr}) des Bordnetzes (102) vorgegeben wird.

15 6. Verfahren nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste elektrische Maschine (104) zur Spannungsstabilisierung des Bordnetzes (102) derart betrieben wird,
dass diese im Normalbetrieb als Lastwiderstand mit einem vorgegebenen Normalbetriebslastwiderstandswert (R_N) betrieben wird
und dass im Kompensationsbetrieb der wirksame Lastwiderstandswert (R_{list}) der ersten elektrischen Maschine (104) erhöht wird, wenn die Bordnetzspannung (U_{bist})
20 einen vorgegebenen Bordnetzspannungswert (U_{Bvor}) unterschreitet.

25 7. Verfahren nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste elektrische Maschine (104) zur Spannungsstabilisierung des Bordnetzes (102) derart betrieben wird,
dass diese im Normalbetrieb als Lastwiderstand mit einem vorgegebenen Normalbetriebslastwiderstandswert (R_N) betrieben wird
und dass im Kompensationsbetrieb der wirksame Lastwiderstandswert (R_{list}) der ersten elektrischen Maschine (104) reduziert wird, wenn die Bordnetzspannung (U_{bist}) einen vorgegebenen Bordnetzspannungswert (U_{Bvor}) überschreitet.

30 8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Normalbetriebslastwiderstandswert (R_N) der ersten elektrischen Maschine (104) in Abhängigkeit einer zu erwartenden Leistungsänderung (P_{verbr}) des Bordnetzes (102) vorgegeben wird.

35

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche **dadurch**

gekennzeichnet, dass eine Batterie (107) vorgesehen ist, die mit dem Bordnetz (102) verbindbar ist und in einem Hochvoltnormalbetrieb zur

Spannungsstabilisierung des Bordnetzes (102) eingesetzt wird und in einem

- 5 Ersatzbetrieb das Verfahren zum Betreiben eines Antriebsstrangs (101) eines Hybridfahrzeuges mit einem Bordnetz (102) nach den vorhergehenden Ansprüchen eingesetzt wird, wenn die Batterie (107) das Bordnetz (102) nicht mit einer vorgegebenen Energie versorgt.

10 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche **dadurch**

gekennzeichnet, dass der Antriebsstrang (101) weiter einen Verbrennungsmotor (106) und eine zweite elektrische Maschine (103) aufweist, und die zweite

elektrische Maschine (103) an dem Bordnetz (102) angeschlossen ist,

wobei der Verbrennungsmotor (106) die zweite elektrische Maschine (103) antreibt,

- 15 damit diese generatorisch elektrische Leistung zur Versorgung des Bordnetzes (102) erzeugt.

11. Verfahren nach Anspruch 10 **dadurch gekennzeichnet, dass**

in einem Betriebsmodus A zunächst die zweite elektrische Maschine (103) zur

- 20 Spannungsstabilisierung des Bordnetzes eingesetzt wird und erst wenn die

Bordnetzspannung (UB_{ist}) einen zweiten unteren Spannungsgrenzwert (U_{2U})

unterschreitet oder einen zweiten oberen Spannungsgrenzwert (U_{2O}) überschreitet

in einem Betriebsmodus B die erste elektrische Maschine (104) zur

Spannungsstabilisierung des Bordnetzes (102) betrieben wird.

25

12. Verfahren nach Anspruch 10 **dadurch gekennzeichnet, dass**

in einem Betriebsmodus C die zweite elektrische Maschine (103) zur

Spannungsstabilisierung von Spannungsänderungen des Bordnetzes (102)

eingesetzt wird, wobei diese Spannungsänderungen des Bordnetzes (102) eine

- 30 Frequenz aufweisen, die einen ersten vorgegebenen Frequenzgrenzwert (F_1) unterschreiten und

die erste elektrische Maschine (104) zur Spannungsstabilisierung von

Spannungsänderungen des Bordnetzes (102) eingesetzt wird, wobei diese

Spannungsänderungen des Bordnetzes (102) eine Frequenz aufweisen, die einen

- 35 zweiten vorgegebenen Frequenzgrenzwert (F_2) überschreiten.

13. Vorrichtung zum Betreiben eines Antriebsstrangs (101) eines Hybridfahrzeuges mit einem Bordnetz (102),
wobei der Antriebsstrang (101) mindestens ein Fahrzeugantriebsrad (105), eine erste elektrische Maschine (104) aufweist, und die erste elektrische Maschine (104)
5 an dem Bordnetz (102) angeschlossen ist,
wobei Mittel (108) vorgesehen sind, die den Betrieb der Antriebsstrangkomponenten (102, 104) regeln,

dadurch gekennzeichnet, dass

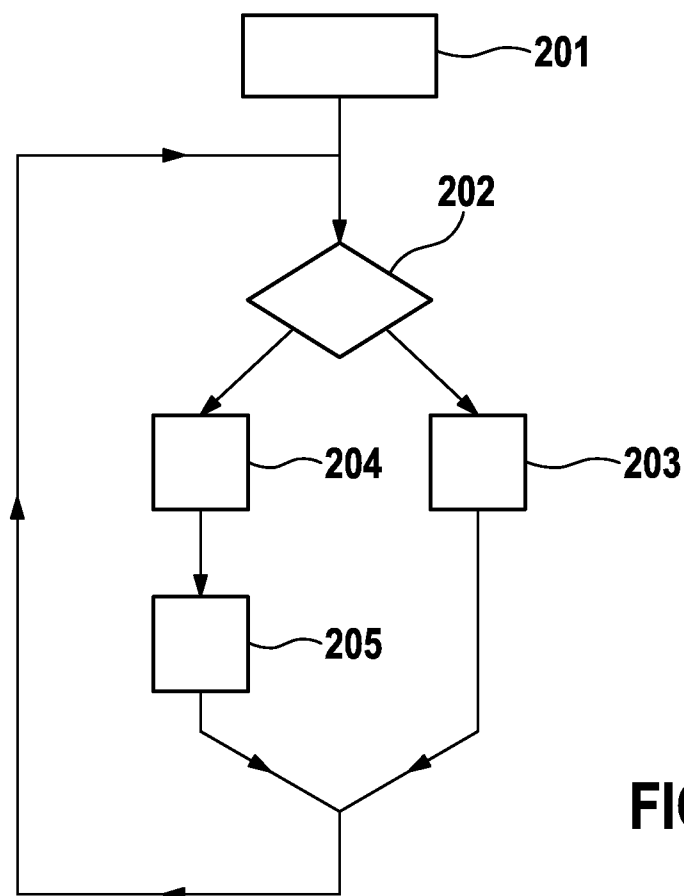
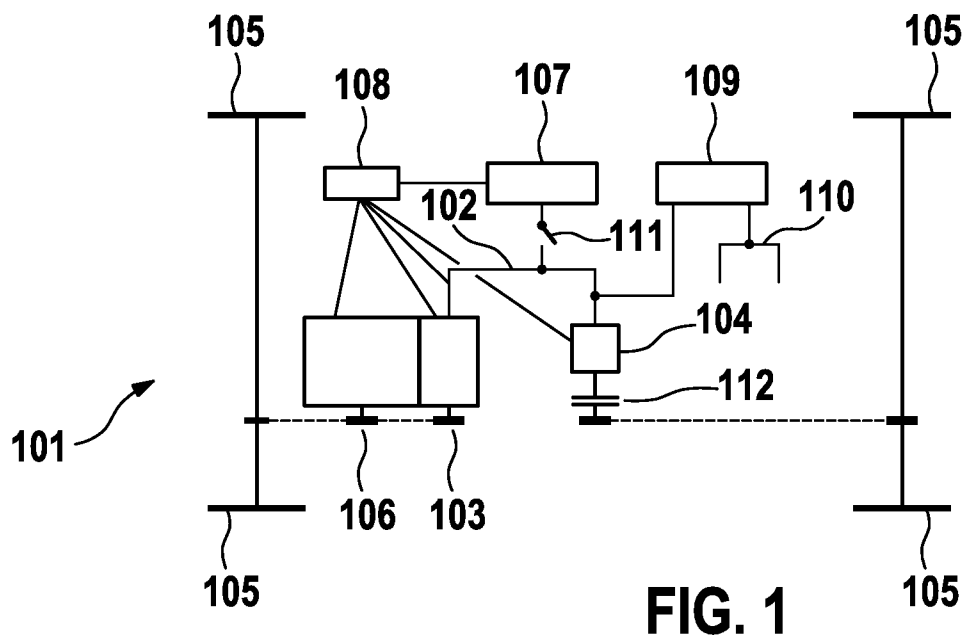
zur Spannungsstabilisierung des Bordnetzes (102) die erste elektrische Maschine
10 (104) von den Antriebsrädern (105) des Hybridfahrzeuges abgekoppelt betrieben wird.

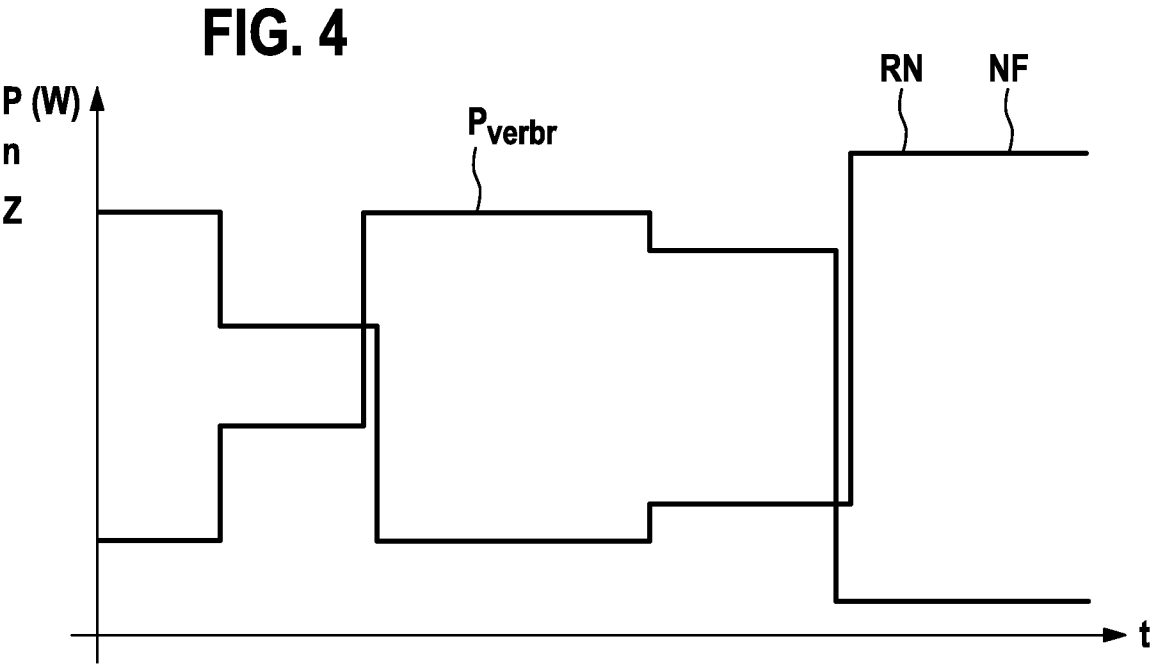
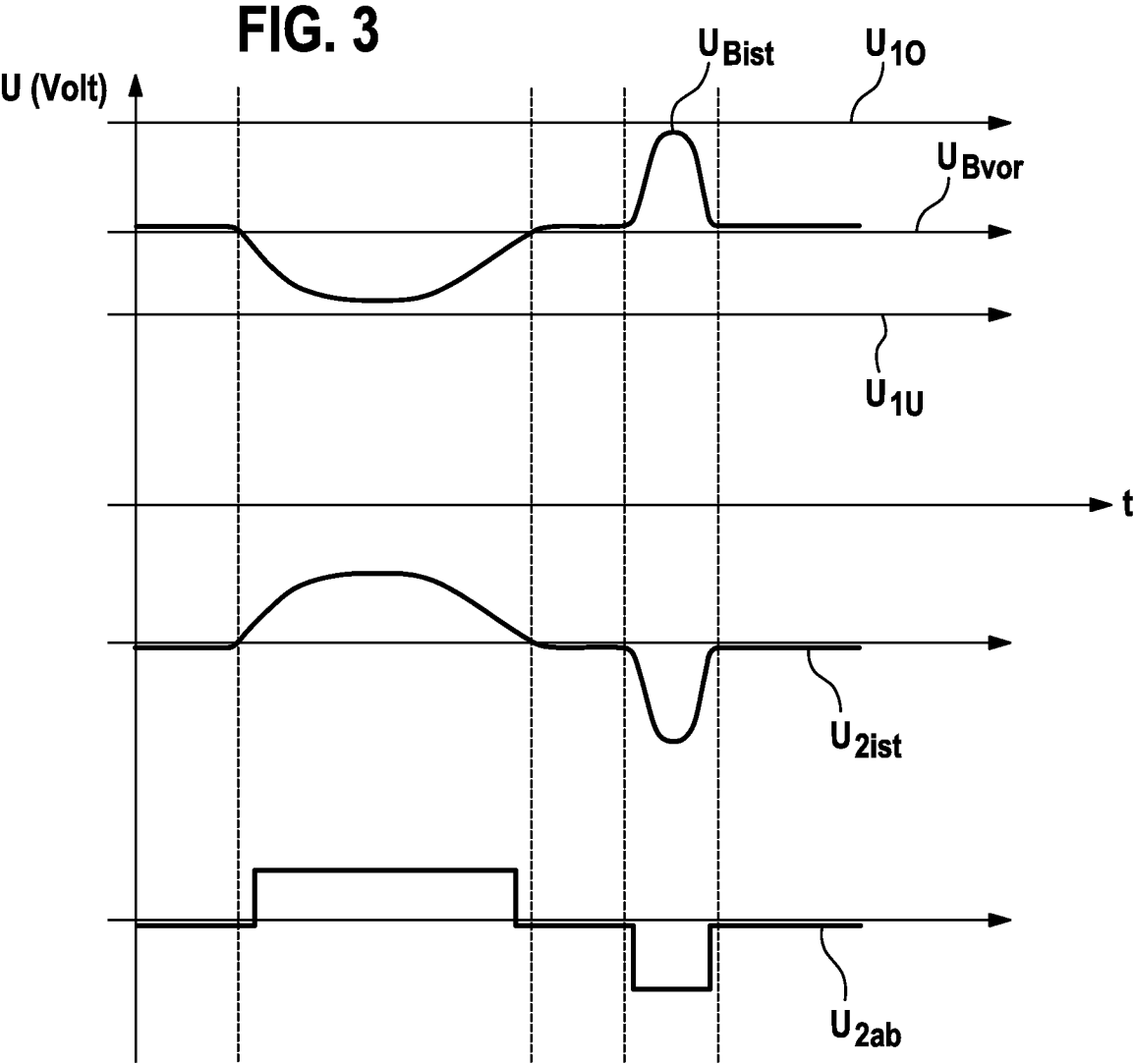
14. Vorrichtung nach Anspruch 13 zum Betrieb des Antriebsstrangs (101) eines Hybridfahrzeuges, **dadurch gekennzeichnet, dass**

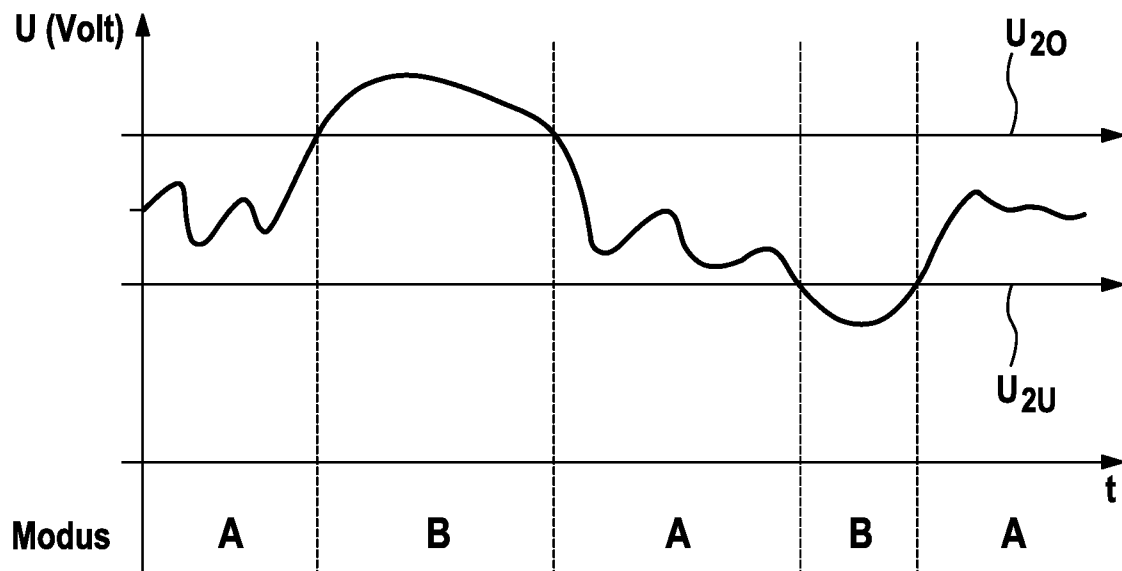
15 der Antriebsstrang (101) eine Batterie (107) aufweist, die mit dem Bordnetz (102) verbindbar ist und in einem Normalbetrieb zur Spannungsstabilisierung des Bordnetzes (102) eingesetzt wird und wobei Mittel (108) vorgesehen sind, die den Betrieb der Antriebsstrangkomponenten (102-107, 109) derart regeln, dass in einem Ersatzbetrieb das Verfahren zum Betreiben eines Antriebsstrangs (101) eines
20 Hybridfahrzeuges mit einem Bordnetz (102) nach den Ansprüchen 1-8 und 9 eingesetzt wird, wenn die Batterie (107) das Bordnetz (102) nicht mit einer vorgegebenen Energie versorgt.

15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14 zum Betrieb des Antriebsstrangs (101)
25 eines Hybridfahrzeuges, **dadurch gekennzeichnet, dass**

ein DC/DC Wandler (109) vorgesehen ist, der zur Kopplung des Bordnetzes (102) mit einem zweiten Bordnetz (110) dient, wobei das zweite Bordnetz (110) bei einer anderen Spannung betrieben wird als das Bordnetz (102), insbesondere bei einer niedrigeren Spannung als das Bordnetz (102),
30 und wobei das zweite Bordnetz (110) mittels des DC/DC Wandlers (109) mit Energie aus dem Bordnetz (102) versorgt wird.





**FIG. 5**

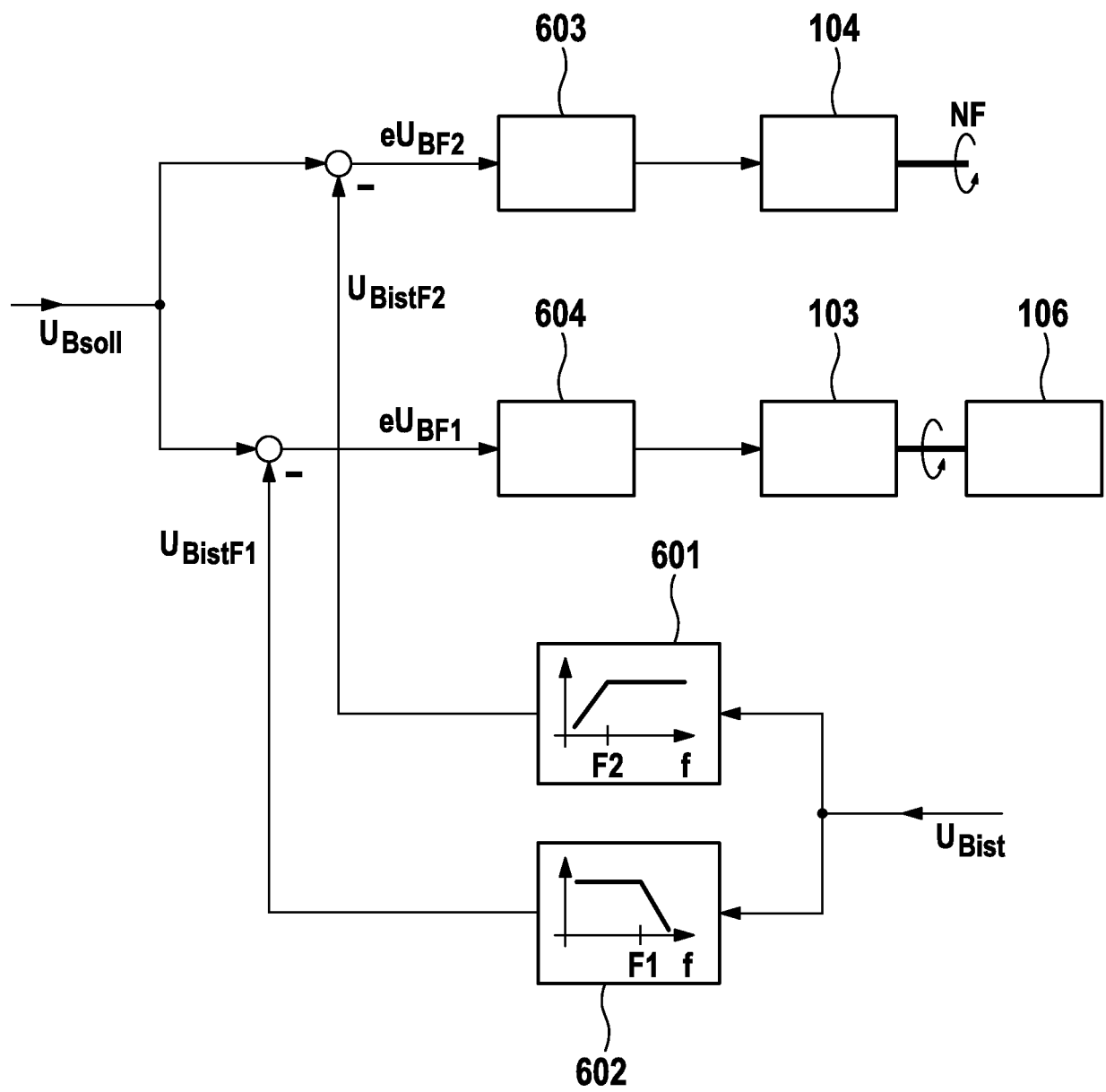


FIG. 6