

PCT

 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM

 Internationales Büro

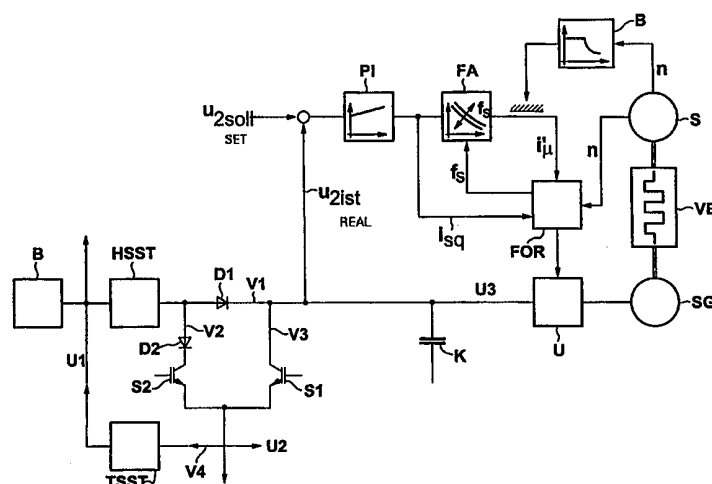
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE

 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : B60R 16/02	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/28157 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 10. Juni 1999 (10.06.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/03354 (22) Internationales Anmeldedatum: 16. November 1998 (16.11.98) (30) Prioritätsdaten: 197 52 661.6 27. November 1997 (27.11.97) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GÖTZE, Thomas [DE/DE]; Bergstrasse 47, D-09113 Chemnitz (DE). JOHANNING, Hans-Peter [DE/DE]; Neue Strasse 42, D-97299 Zell am Main (DE). SCHÄFER, Heinz [DE/DE]; St.-Mauritius-Strasse 20, D-97230 Estenfeld (DE). (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AG; Postfach 22 16 34, D-80506 München (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> <i>Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>

(54) Title: ELECTRIC SYSTEM FOR A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: BORDNETZ FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG



(57) Abstract

In order to reduce the load on the battery, a second increased electric system voltage is provided at least for high current consumers. Said voltage is derived from the battery voltage through a step-up switching regulator (HSST) or supplied by the starter generator via a converter (U) during the generator operation of a starter generator (SG) that can be coupled to a combustion engine (VB) of the motor vehicle. The step-up switching regulator (HSST) is used for battery supply of a start capacitor (K) and the converter (U) serves to control the starter generator (SG) during starting of the combustion engine (VB).

(57) Zusammenfassung

Zur Reduzierung der Batterie-Belastung ist zumindest für Hochstrom-Verbraucher eine zweite erhöhte Bordnetzspannung vorgesehen; diese wird über einen Hochsetzsteller (HSST) von der Batteriespannung abgeleitet oder im Generator-Betrieb eines mit einem Verbrennungsmotor (VB) des Kraftfahrzeuges koppelbaren Starter-Generators (SG) von diesem über einen Umrichter (U) geliefert. Der Hochsetzsteller (HSST) ist zur Batterie-Speisung eines Start-Kondensators (K) und der Umrichter (U) ist zur Ansteuerung des Starter-Generators (SG) beim Starten des Verbrennungsmotors (VB) mitbenutzt.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Beschreibung

Bordnetz für ein Kraftfahrzeug

5 Die Erfindung bezieht sich auf ein Bordnetz für ein Kraftfahrzeug gemäß Patentanspruch 1. Derartige Bordnetze dienen insbesondere zum Anschluß von Verbrauchern an bordnetzseitige Energiespeicher, insbesondere eine Batterie, und bordnetzseitige Energieerzeuger, insbesondere einen mit der Kraftfahrzeug-Verbrennungsmaschine koppelbaren Starter-Generator;
10 falls auch Hochstrom-Verbrauchern an das Bordnetz angeschlossen sind, ist es zur Verlustminimierung zweckmäßig, zu deren Versorgung eine zweite, gegenüber einer ersten batterieseitigen Spannung erhöhte Spannung vorzusehen.

15

Gemäß Aufgabe vorliegender Erfindung soll mit möglichst geringem Aufwand hinsichtlich Hardware und Software eine zweite Bordnetzspannung zur Verfügung gestellt werden. Die Lösung dieser Aufgabe gelingt erfindungsgemäß durch ein gemäß Patentanspruch 1 aufgebautes Bordnetz; vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind jeweils Gegenstand der Unteransprüche.

20

Das erfindungsgemäße Bordnetz erlaubt es, mit Hilfe der Schalt- bzw. Verbindungsvorrichtung mit nur einem Hochsetzsteller sowohl einerseits einen Start-Kondensator für den Starter-Generator mit einer entsprechend hohen Spannung aufzuladen bzw. das zweite Bordnetzteil aus der Batterie zu versorgen und andererseits im Generatorbetrieb des Starter-Generators unter Verwendung des dem Starter-Generator zugeordneten Umrichters das zweite Bordnetzteil durch entsprechende Regelung des Umrichters mit einer Spannung zu versorgen, die gegenüber der Batteriespannung erhöht und gegenüber der Spannung des Starter-Generators herabgesetzt ist. Zweck-

30

mäßigerweise wird im Generatorbetrieb der Start-Kondensator dann als Zwischenkreiskondensator eingesetzt.

Die elektrische Schalt- bzw. Verbindungsvorrichtung besteht
5 in schaltungstechnisch besonders aufwandsarmer Weise aus einer ersten Verbindung von dem ersten Bordnetzteil zu dem dritten Bordnetzteil mit Sperrung in Gegenrichtung, weiterhin aus einer zweiten Verbindung von dem ersten Bordnetzteil zu dem zweiten Bordnetzteil mit Sperrung in Gegenrichtung und
10 Einschaltung nur bei Speisung des zweiten Bordnetzteils aus dem ersten Bordnetzteil sowie aus einer dritten Verbindung von dem dritten Bordnetzteil zu dem zweiten Bordnetzteil mit Einschaltung nur bei Speisung des zweiten Bordnetzteils aus dem dritten Bordnetzteil vorgesehen; zweckmäßigerweise werden
15 zur Sperrung in Gegenrichtung Dioden und zur Ein- bzw. Abschaltung der einzelnen schaltbaren Verbindungen je ein Thyristor bzw. Transistor, insbesondere IGBT, vorgesehen.

Mit geringem schaltungs- und steuerungstechnischen Zusatzaufwand kann im Generatorbetrieb des Starter-Generators auch eine Nachladung der Batterie bzw. eine Versorgung des ersten
20 Bordnetzteils aus dem Starter-Generator dadurch erreicht werden, daß der erste Bordnetzteil über einen Tiefsetzer mit dem zweiten Bordnetzteil verbunden ist; in diesem Fall erfolgt
25 also ein Leistungsfluß vom Starter-Generator über den Umrichter mit Zwischenkreiskondensator über die Verbindung zwischen dem dritten Bordnetzteil und dem zweiten Bordnetzteil und die anschließende Verbindung von dem zweiten Bordnetzteil über den Tiefsetzer zu dem ersten Bordnetzteil. Als Zwischenkreis-
30 Kondensator wird dabei zweckmäßigerweise der zum Starten des Starter-Generators vorgesehene Start-Kondensator benutzt.

Die Erfindung sowie weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung werden im folgenden anhand eines in der Figur schematisch dargestellten Bordnetzes für ein Kraftfahrzeug mit
35

einem batterieseitigen ersten Bordnetzteil, einem zweiten Bordnetzteils zur Versorgung von Verbrauchern, insbesondere Hochstrom-Verbrauchern, mit gegenüber der Batteriespannung erhöhter Spannung und einem dritten Bordnetzteil mit Anschluß
5 an einen mit dem Verbrennungsmotor des Kraftfahrzeuges koppelbaren Starter-Generator näher erläutert.

Das in der Figur dargestellte Bordnetz kann grundsätzlich aufgeteilt werden in einen ersten Bordnetzteil U1 mit einem
10 Spannungsniveau von z.B. 12 Volt entsprechend der Spannung der Batterie B, in einen zweiten Bordnetzteil U2 zur Versorgung von Hochstrom-Verbrauchern mit einem Spannungsniveau von z.B. 180 Volt, in einen dritten Bordnetzteil U3 mit einem Spannungsniveau von z.B. 400 Volt zur Ladung eines Start-Kon-
15 densators K zum Starten eines Verbrennungsmotors VB mittels eines über einen Umrichter U speisbaren Starter-Generators SG; der dritte Bordnetzteil U3 dient im Generatorbetrieb des Starter-Generators SG weiterhin dazu, dessen Ausgangsspannung mit einem über den Umrichter U eingeregelten Spannungsniveau
20 von ca. 180 Volt an das Spannungsniveau des zweiten Bordnetzteils U2 anzupassen. Ein Regelungsteil dient zum energieoptimalen Betrieb der als Starter-Generator SG vorgesehenen Asynchronmaschine, vorzugsweise mit Käfigläufer.

25 Es besteht eine elektrische Schalt- bzw. Verbindungsvorrichtung V1-V3 mit einer ersten Verbindung V1 von dem ersten Bordnetzteil U1 zu dem dritten Bordnetzteil U3 mit Sperrung in Gegenrichtung sowie mit einer zweiten Verbindung V2 von dem ersten Bordnetzteil U1 zu dem zweiten Bordnetzteil U2 mit
30 Einschaltung nur bei Speisung des zweiten Bordnetzteils U2 aus dem ersten Bordnetzteil U1 und mit einer dritten Verbindung V3 von dem dritten Bordnetzteil U3 zu dem zweiten Bordnetzteil U2 mit Einschaltung nur bei Speisung des zweiten Bordnetzteils U2 aus dem dritten Bordnetzteil U3.

Im Zuge der Startvorbereitung des Verbrennungsmotors VB über den dann als Asynchronmotor arbeitenden Starter-Generator SG wird, z.B. nach Betätigung des Zündschlüssels, mit Hilfe eines Hochsetzstellers HSST (DC-DC-Wandler) über die Verbindung V1 ein Start-Kondensator K im dritten Bordnetzteil U3 aus der Batterie B auf eine Spannung von ca. 400 Volt aufgeladen. Schalter S1 bzw. S2 in der Verbindung V2 bzw. V3 sind während dieser Ladephase des Start-Kondensators K geöffnet. Durch eine Diode D1 in der Verbindung V1 ist diese in Gegenrichtung zur Batterie B gesperrt.

Nach dem zuvor beschriebenen Aufladevorgang des Start-Kondensators K kann der zweite Bordnetzteil U2 durch Schließen des Schalters S2 in der Verbindung V2 mittels des Hochsetzstellers HSST auf die zweite Bordnetzspannung von z.B. 180 Volt gebracht und mit Energie aus der Batterie B versorgt werden. Die Diode D1 verbleibt dabei im gesperrten Zustand, da der Start-Kondensator K im Regelfall auf einem gegenüber dem Spannungsniveau des zweiten Bordnetzteils U2 erhöhten Spannungsniveau liegt.

Beim eigentlichen Startvorgang kann der Verbrennungsmotor VB mit Hilfe des Asynchronmotors des Starter-Generators SG auf eine Drehzahl von ca. 400-700 U/min hochgefahren werden; im Falle einer elektronischen Ventilsteuerung sind die Ventile zweckmäßigerweise während des Hochfahrens voll geöffnet und damit kompressionslos gestellt. Sobald der Verbrennungsmotor VB eine vorgesehene Drehzahl bzw. den erforderlichen Drehwinkel seiner Kurbelwelle erreicht hat, kann der Verbrennungsmotor VB bei normaler Ventilstellung gezündet und der Starter-Generator SG antriebsseitig abgeschaltet werden. Falls beim Startvorgang die im Start-Kondensator K vorgespeicherte Energie nicht ausreicht, kann für den Fall, daß das Spannungsniveau des dritten Bordnetzteils U3 kleiner ist als das Spannungsniveau des zweiten Bordnetzteils U2, zusätzlich Energie

aus der Batterie B über den Hochsetzsteller HSST und die Verbindung V1 für den über den Umrichter U gespeisten Starter-Generator SG bezogen werden.

5 Nach dem Zündvorgang des Verbrennungsmotors VB kann der Starter-Generator SG in den Generatorbetrieb übergehen. Dabei wird das Spannungsniveau des dritten Bordnetzteils U3 als Zwischenkreisspannung über den Umrichter U und den zweckmäßigerweise als Zwischenkreiskondensator benutzten Start-Konden-
10 sator K auf das Spannungsniveau des zweiten Bordnetzteils U2, von z.B. auf 180 Volt, geregelt. Nach Erreichen des Spannungsniveaus des Bordnetzteils U2 wird der Schalter S2 geöffnet und somit die Verbindung V2 unterbrochen und der Schalter S1 geschlossen und somit die Verbindung V3 vom Bordnetzteil
15 U3 zum Bordnetzteil U2 hergestellt; der Hochsetzsteller HSST wird zweckmäßigerweise außer Betrieb gesetzt. Der Starter-Generator SG arbeitet nunmehr im Generatorbetrieb und versorgt über die geregelte Zwischenkreisspannung des Bordnetzteils U3 das Bordnetzteil U2 und die daran angeschlossenen Hochstrom-
20 Verbraucher.

Über eine nach einer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehene weitere vierte Verbindung V4 ist der zweite Bordnetzteil U2 über einen Tiefsetzsteller TSST (DC-DC-Wandler) mit dem er-
25 sten Bordnetzteil U1 derart verbindbar, daß im Generatorbetrieb des Starter-Generators SG die Batterie B mit einer über den Tiefsetzsteller TSST auf ihr Spannungsniveau herabgesetzten Spannung nachgeladen und die Verbraucher dieses Spannungsniveaus versorgt werden können.

30

Um im Generatorbetrieb des Spannungsgenerators SG mit möglichst großem Wirkungsgrad und somit mit möglichst geringer Belastung der Energiespeicher bzw. Energieversorger arbeiten zu können, sind die elektrischen Verluste sowohl im Umrichter
35 U als auch in der für den Starter-Generator SG vorgesehenen

- Asynchronmaschine in vorteilhafter Weise dadurch gering gehalten, daß in einer feldorientierten Regelung FOR das innere Moment M_{i1} der Asynchronmaschine des Starter-Generators SG nach dem Prinzip der verlustoptimalen Steuerung bzw. Regelung des Rotorflusses durch entsprechende Adaptierung des Magnetisierungsstromes i'_μ in Abhängigkeit von einem entsprechend dem jeweils geforderten Antriebsdrehmoment ermittelten Wirkstrom i_{sq} eingestellt wird.
- 10 Die feldorientierte bzw. rotorflußorientierte Vektorstromregelung einer Asynchronmaschine ist an sich, z.B. durch das Buch "Steuerverfahren für Drehstrommaschinen" von H. Späth, Springer-Verlag, 1983, bekannt.
- 15 Die feldorientierte Steuerung der Asynchronmaschine geht von der mathematischen Beschreibung des dynamischen Maschinenverhaltens mit Raumzeigergrößen aus. Feldorientierung bedeutet, daß man die frei wählbare Bezugsachse dieses mathematischen Maschinenmodells bezüglich ihrer Winkellage fest mit dem Rotorflußraumzeiger, dem Statorflußraumzeiger oder dem Luftspaltflußraumzeiger verbindet. Die mathematisch einfachste Maschinenstruktur und damit auch die einfachste Struktur einer Steuerung ergeben sich dann, wenn der Rotorflußraumzeiger als Orientierungsgröße gewählt wird. Die Struktur der Maschine gleicht dann bei Vorgabe des Ständerstromraumzeigers der einer fremderregten kompensierten Gleichstrommaschine. Die feldorientierte Steuerung der Asynchronmaschine wird dadurch erreicht, daß man die im feldorientierten Koordinatensystem dargestellten Komponenten des Statorstromzeigers der Maschine als Steuer- bzw. Regelgrößen vorgibt. Mittels einer einfachen Entkopplung werden der Betrag des Flußraumzeigers und das innere Drehmoment unabhängig voneinander steuerbar.
- 20
- 25
- 30

7

Das innere Drehmoment M_{i1} ist dann ähnlich wie bei der Regelung einer Gleichstrommaschine bestimmt aus dem Produkt von Wirkstrom i_{sq} und adaptiertem Magnetisierungsstrom i'_μ

$$M_{i1} = K_1 \cdot i_{sq} \cdot i'_\mu$$

Die Verluste einer Asynchronmaschine können wie folgt angegeben werden:

$$P_V = P_{VCU} + P_{VFe}$$

$$P_V = \left[R_s + R_{Fe} \cdot h \cdot \frac{f_s}{f_{sn}} + R_{Fe} \cdot (1-h) \cdot \left(\frac{f_s}{f_{sn}} \right)^2 \right] \cdot (i'_\mu)^2 + (R_s + R_R) \cdot \left(\frac{M_{i1}}{K_1} \right)^2 \cdot \frac{1}{(i'_\mu)^2}$$

R_s = Statorwiderstand

15 R_R' = Auf den Stator umgerechneter Rotorwiderstand

R_{Fe} = Eisenverlustwiderstand

h = Faktor für Hystereseverluste

$1-h$ = Faktor für Wirbelstromverluste

f_s = Statorfrequenz

20 f_{sn} = Statornennfrequenz

Der im Sinne eines geringsten Verlustes optimale Magnetisierungsstrom ergibt sich daraus nach folgenden Beziehungen:

$$25 \quad \frac{\partial P_V}{\partial i'_\mu} = 0$$

$$i'_{\mu \text{ opt}} = \sqrt[4]{\frac{R_s + R_R}{R_s + R_{Fe} \cdot h \cdot \left(\frac{f_s}{f_{sn}} \right) + R_{Fe} \cdot (1-h) \cdot \left(\frac{f_s}{f_{sn}} \right)^2}} \cdot \sqrt{\frac{M_{i1}}{K_1}}$$

$$i_{\mu}'_{opt} = \sqrt{\frac{R_S + R_R}{R_S + R_{Fe} \cdot h \cdot \left(\frac{f_S}{f_{Sn}}\right) + R_{Fe} \cdot (1-h) \cdot \left(\frac{f_S}{f_{Sn}}\right)^2}} \cdot i_{sq}$$

Zur Definition eines für das jeweilige innere Moment M_{i1} maßgeblichen Wirkstrom i_{sq} wird von der Differenz zwischen dem Istwertes u_2 ist der Zwischenkreisspannung gemäß dem Spannungsniveau des zweiten Bordnetztes U_2 einerseits und dem Sollwert u_2 soll dieser Zwischenkreisspannung ausgegangen und in einem PI-Bildner der entsprechende Wirkstrom i_{sq} definiert. Entsprechend dem jeweils geforderten Wirkstrom i_{sq} wird gemäß den vorgenannten Formeln nach dem Prinzip der verlustoptimalen feldorientierten Regelung unter Berücksichtigung der jeweiligen Statorfrequenz f_s in einem Frequenzadapter FA der entsprechende Magnetisierungsstrom i_{μ}' bestimmt und über die felderorientierte Regelung FOR der Umrichter U bzw. die Asynchronmaschine des Starter-Generators SG angesteuert.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird der Magnetisierungsstrom i_{μ}' in vorteilhafter Weise zusätzlich in Abhängigkeit von einem Begrenzer B gestellt, derart daß der Magnetisierungsstrom bei höherer Drehzahl, insbesondere zur Verhinderung einer thermischen Überlastung bzw. im Sinne eines Feldschwächbetriebes, begrenzt ist.

Patentansprüche

1. Bordnetz für ein Kraftfahrzeug
 - mit einem ersten, insbesondere aus einer Kraftfahrzeug-Batterie (B) speisbaren Bordnetzteil (U1) zur Versorgung von Verbrauchern niedrigerer Spannung;
 - mit einem zweiten Bordnetzteil (U2) zur Versorgung von Verbrauchern höherer Spannung;
 - mit einem dritten Bordnetzteil (U3) für den Starter-Betrieb bzw. Generator-Betrieb eines mit einer Verbrennungsmaschine (VB) koppelbaren Starter-Generators (SG);
 - mit einer Schalt- bzw. Verbindungsvorrichtung (V1-V3), über die einerseits der erste Bordnetzteil (U1) über einen Hochsetzsteller (HSST) mit dem zweiten Bordnetzteil (U2) bzw. mit dem dritten Bordnetzteil (U3) für den Starter-Betrieb des Starter-Generators (SG) oder andererseits der dritte Bordnetzteil (U3) im Generator-Betrieb des Starter-Generators (SG) mit dem zweiten Bordnetzteil (U2) in Einspeiseverbindung bringbar ist.
2. Bordnetz nach Anspruch 1
 - mit einer elektrischen Schalt- bzw. Verbindungsvorrichtung (V1-V3)
 - mit einer ersten Verbindung (V1) von dem ersten Bordnetzteil (U1) zu dem dritten Bordnetzteil (U3) mit Sperrung in Gegenrichtung;
 - mit einer zweiten Verbindung (V2) von dem ersten Bordnetzteil (U1) zu dem zweiten Bordnetzteil (U2) mit Einschaltung nur bei Speisung des zweiten Bordnetzteils (U2) aus dem ersten Bordnetzteil (U1);
 - mit einer dritten Verbindung (V3) von dem dritten Bordnetzteil (U3) zu dem zweiten Bordnetzteil (U2) mit Einschaltung nur bei Speisung des zweiten Bordnetzteils (U2) aus dem dritten Bordnetzteil (U3).

3. Bordnetz nach Anspruch 1 und/oder 2
 - mit einer Einspeisung des Starter-Generators (SG) in das erste Bordnetzteil (U1) über das zweite Bordnetzteil (U2) im Generator-Betrieb.
4. Bordnetz nach Anspruch 3
 - mit einer vierten Verbindung (V4) von dem zweiten Bordnetzteil (U2) zu dem ersten Bordnetzteil (U1) über einen Tiefsetzsteller (TSST).
5. Bordnetz nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1-4
 - mit einem dem Starter-Generator (SG) zugeordneten Umrichter (U) als Teil des dritten Bordnetzteils (U3).
6. Bordnetz nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1-5
 - mit einem dem Starter-Generator (SG) zugeordneten Start-Kondensator (K) als Teil des dritten Bordnetzteils (U3).
7. Bordnetz nach einem der vorhergehenden Ansprüche 5 bzw. 6
 - mit einer Mitbenutzung des Start-Kondensators (K) als Zwischenkreis-Kondensator des Umrichters (U) im Generator-Betrieb des Starter-Generators (SG).
8. Bordnetz nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche
 - mit einer rotorflußorientiert geregelten Asynchronmaschine als Starter-Generator (SG).

9. Bordnetz nach dem vorhergehenden Anspruch
- mit einer Regelung des inneren Momentes:

$$M_i = K_1 \cdot i_w \cdot i'_\mu$$

5

der Asynchronmaschine nach dem Prinzip der verlustoptimalen Adaptierung des Magnetisierungsstromes (i'_μ) in Abhängigkeit von einem entsprechend dem jeweils geforderten Antriebs-Drehmoment ermittelten Sollwert-Wirkstrom (i_w) sowie von der Statorfrequenz (f_s).

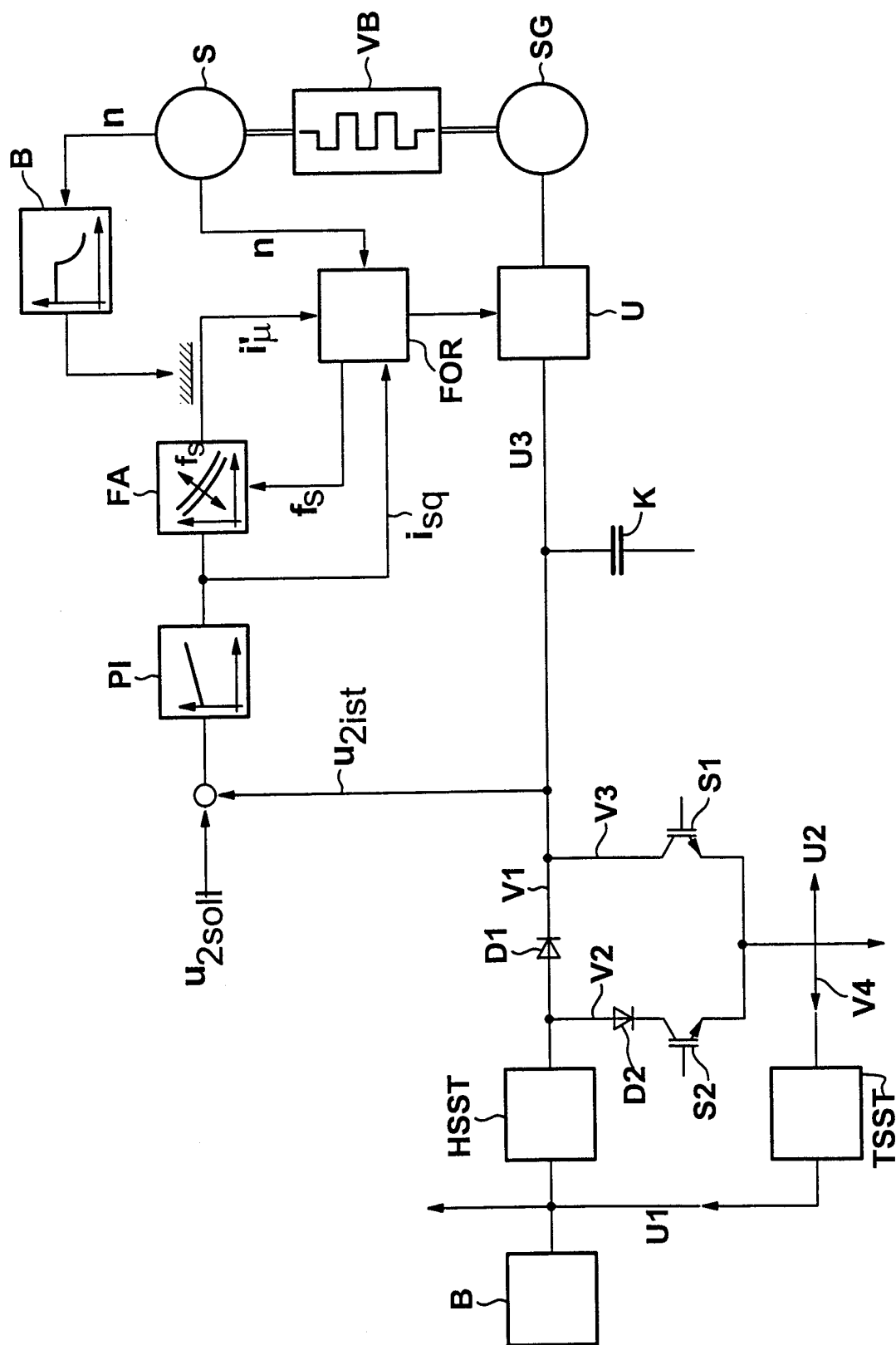
10

10. Bordnetz nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche 7-9

- mit einem Begrenzer zur Begrenzung des Magnetisierungsstromes (i'_μ) in Abhängigkeit von der Drehzahl (n) der Asynchronmaschine.

15

1/1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 98/03354

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 B60R16/02

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)

IPC 6 B60R

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 practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 37 43 317 A (BOSCH GMBH ROBERT) 29 June 1989 see the whole document ---	1-10
A	DE 37 43 316 A (BOSCH GMBH ROBERT) 29 June 1989 see the whole document ---	1-10
A	DE 43 10 240 A (NISSAN MOTOR) 7 October 1993 see abstract see column 2, line 39 - line 57; figure 1 -----	1-10

☐

Further documents are listed in the continuation of box C.

☒

Patent family members are listed in 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 document 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 March 1999

Date of mailing of the international search report

01/04/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gaillard, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 98/03354

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 3743317 A	29-06-1989	DE 3883977 D WO 8906062 A EP 0352304 A JP 2502421 T JP 2834465 B US 5175439 A	14-10-1993 29-06-1989 31-01-1990 02-08-1990 09-12-1998 29-12-1992
DE 3743316 A	29-06-1989	DE 3879504 A WO 8906061 A EP 0386055 A JP 2755640 B JP 3501798 T	22-04-1993 29-06-1989 12-09-1990 20-05-1998 18-04-1991
DE 4310240 A	07-10-1993	JP 5278535 A US 5334926 A	26-10-1993 02-08-1994

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/03354

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 6 B60R16/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 B60R

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)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^o	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 37 43 317 A (BOSCH GMBH ROBERT) 29. Juni 1989 siehe das ganze Dokument ---	1-10
A	DE 37 43 316 A (BOSCH GMBH ROBERT) 29. Juni 1989 siehe das ganze Dokument ---	1-10
A	DE 43 10 240 A (NISSAN MOTOR) 7. Oktober 1993 siehe Zusammenfassung siehe Spalte 2, Zeile 39 - Zeile 57; Abbildung 1 -----	1-10



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

^o Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, 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 anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

25. März 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

01/04/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Gaillard, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/03354

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3743317 A	29-06-1989	DE 3883977 D	14-10-1993
		WO 8906062 A	29-06-1989
		EP 0352304 A	31-01-1990
		JP 2502421 T	02-08-1990
		JP 2834465 B	09-12-1998
		US 5175439 A	29-12-1992
DE 3743316 A	29-06-1989	DE 3879504 A	22-04-1993
		WO 8906061 A	29-06-1989
		EP 0386055 A	12-09-1990
		JP 2755640 B	20-05-1998
		JP 3501798 T	18-04-1991
DE 4310240 A	07-10-1993	JP 5278535 A	26-10-1993
		US 5334926 A	02-08-1994