

(19)



(11)

EP 2 823 178 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.03.2018 Patentblatt 2018/12

(51) Int Cl.:
F02N 11/04^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13701990.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2013/051291

(22) Anmeldetag: **24.01.2013**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2013/131680 (12.09.2013 Gazette 2013/37)

(54) VERFAHREN ZUM VORBEREITEN DES STARTENS EINES VERBRENNUNGSMOTORS DURCH EINEN RIEMENGETRIEBENEN STARTERGENERATOR

METHOD FOR PREPARING THE START-UP OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE BY MEANS OF A BELT-DRIVEN STARTER GENERATOR

PROCÉDÉ DE PRÉPARATION DU DÉMARRAGE D'UN MOTEUR À COMBUSTION INTERNE PAR UN DÉMARREUR-DYNAMO À TRANSMISSION PAR COURROIE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(72) Erfinder:
• **JACOB, Andreas**
89143 Blaubeuren (DE)
• **SCHMIDT, Matthias**
70197 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **05.03.2012 DE 102012203374**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.01.2015 Patentblatt 2015/03

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 106 824 EP-A1- 1 289 120
EP-A1- 2 128 427 DE-A1- 4 430 650
US-A1- 2004 153 231

(73) Patentinhaber: **SEG Automotive Germany GmbH**
70499 Stuttgart (DE)

EP 2 823 178 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Vorbereiten des Startens eines Verbrennungsmotors durch einen riemengetriebenen Startergenerator sowie eine Recheneinheit zu dessen Durchführung.

Stand der Technik

[0002] Elektrische Maschinen können in Kraftfahrzeugen als sog. Startergeneratoren eingesetzt werden, um einerseits den Verbrennungsmotor im Motorbetrieb der elektrischen Maschine zu starten und andererseits Strom für das Bordnetz und zum Laden der Kraftfahrzeugbatterie im Generatorbetrieb der elektrischen Maschine zu erzeugen. Startergeneratoren können über einen Riementrieb mit dem Verbrennungsmotor bzw. der Kurbelwelle verbunden sein.

[0003] Für den Einsatz als riemengetriebene Startergeneratoren (RSG) eignen sich besonders fremderregte Drehstrom-Synchronmaschinen, da deren motorisches Moment besonders gut regelbar ist. Ein erwünschtes Drehmoment kann durch entsprechende Ansteuerung der Läuferwicklung (Erregerspule) und/oder der Ständerwicklung (üblich sind z.B. drei oder fünf Ständerphasen) eingestellt werden. Es kann eine zeitliche Modulation des Drehmoments bevorzugt sein, um einen möglichst geräusch- und vibrationsarmen Startvorgang zu erzielen.

[0004] Die DE 10 2005 034 123 A1 zeigt ein Riemen-Drehstromgenerator-StarterSystem für ein Fahrzeug. Bei eingeschalteter Zündung und abgeschaltetem Verbrennungsmotor wird ein Strom durch eine Läuferwicklung einer Drehstromgenerator/Starter-Vorrichtung auf einen Vorfluss-Feldstrom eingestellt und ein Strom durch eine Ständerwicklung wird auf null gesetzt. Wird ein Startbefehl zum Starten des Verbrennungsmotors erhalten, werden der Strom durch die Läuferwicklung und der Strom durch die Ständerwicklung jeweils auf einen Startstromwert eingestellt.

[0005] Um Schlupf im Riementrieb zu reduzieren, können Riemenpanner eingesetzt werden, wie z.B. sog. Pendelspannsysteme. Aufgrund des Wechsels von Lasttrum und Leertrum bei motorischem Betrieb und generatorischem Betrieb gestaltet sich das Spannen des Riemens jedoch schwierig. Insbesondere können Rucke, Vibrationen und Geräusche beim Starten des Verbrennungsmotors durch einen RSG auftreten, die vermieden werden sollen.

Offenbarung der Erfindung

[0006] Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zum Vorbereiten des Startens eines Verbrennungsmotors durch einen riemengetriebenen Startergenerator mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 vorgeschlagen. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der nachfolgenden Beschreibung.

Vorteile der Erfindung

[0007] Die Erfindung schlägt vor, den Riemen eines RSG vor dem eigentlichen Startvorgang durch Ansteuern der elektrischen Maschine vorzuspannen. Dafür wird das vom RSG erzeugte Drehmoment nicht wie im Stand der Technik ruckartig, sondern allmählich erhöht. Dies kann durch eine besondere Bestromung der Ständerwicklung erreicht werden.

Vorzugsweise wird die Ständerwicklung bereits bestrahlt, bevor der Erregerstrom sein Maximum erreicht hat, vorzugsweise bereits innerhalb von zwei Zeitkonstanten nach dem Beginn der Bestromung der Läuferwicklung, mehr vorzugsweise innerhalb einer Zeitkonstante. Die Läuferwicklung weist aufgrund ihrer großen Induktivität eine relativ große Zeitkonstante (Induktivität geteilt durch Widerstand, üblicherweise einige 100 ms) auf, so dass in der Folge eine gewisse Zeit nötig ist, bis nach Beginn der Bestromung der Läuferwicklung der erwünschte Erregerstrom tatsächlich fließt.

Ist die Läuferwicklung im Wesentlichen entregt (d.h. liegt der Erregerstrom durch die Läuferwicklung unter einem unteren Schwellwert von z.B. 50% oder 25% des für das Starten des Verbrennungsmotors verwendeten Erregerstroms), kann ihre relativ große Zeitkonstante vorteilhaft genutzt werden. Dieser im Stand der Technik unerwünschte Effekt des langsamen Erregerfeldaufbaus kann genutzt werden, wenn gleichzeitig die Ständerwicklung bereits während des Erregerfeldaufbaus bestrahlt wird. Infolgedessen steigt auch das Drehmoment langsamer an. Der Beginn der Bestromung der Ständerwicklung erfolgt erfindungsgemäß strom- und/oder zeitabhängig. Die Ständerwicklung kann bestrahlt werden, bevor der Erregerstrom durch die Läuferwicklung oberhalb eines oberen Schwellwerts (von z.B. 10%, 25%, 50% oder 75% des für das Starten des Verbrennungsmotors verwendeten Erregerstroms) liegt und/oder innerhalb von höchstens zwei Läuferwicklungs-Zeitkonstanten nach dem Beginn der Bestromung der Läuferwicklung, vorzugsweise innerhalb von höchstens einer oder innerhalb von höchstens einem Viertel der Läuferwicklungs-Zeitkonstanten. Der obere Schwellwert liegt demzufolge vorzugsweise zwischen ca. 1A und 7A, die Bestromung erfolgt innerhalb von ca. 10-100 ms).

Der im Rahmen der Erfindung hervorgerufene allmählich ansteigende Drehmomentenverlauf dient dazu, den Riemen vorzuspannen und somit einen möglichst schnellen sowie geräusch- und vibrationsarmen Motorstart zu gewährleisten. Durch den allmählichen (insbesondere rampenförmigen) Momentenanstieg kann ein ggf. vorhandenes Pendelspannsystem langsam ausgependelt werden. Dadurch werden die Geräuschentwicklung und auftretende Vibrationen, wie sie durch ruckartiges Spannen eines Riemens auftreten, vermieden.

Zu Beginn des Momentenanstiegs reicht das an der Kurbelwelle anliegende Moment noch nicht aus, um den Verbrennungsmotor anzudrehen. Die Größe des Moments ist aber ausreichend, um den Riemen zu spannen. So-

bald nun ausreichend Moment an der Kurbelwelle anliegt, dreht der Verbrennungsmotor sofort los. Da üblicherweise die Ständerwicklung erst dann bestromt wird, wenn die Läuferwicklung erregt ist, und zu diesem Zeitpunkt der Riemen auch noch nicht gespannt ist, führt die Erfindung zu einer doppelten Zeitersparnis, da erfindungsgemäß die Bestromung der Ständerwicklung bereits zu einem früheren Zeitpunkt erfolgt und der Riemen schon vorgespannt ist, wenn das nötige Drehmoment zur Verfügung steht. Eine Reduzierung des Rucks auf den Riemen und ein zugehöriges (Pendel-) Riemenspannsystem verringert die mechanische Belastung und ist somit komponentenschonend. Dadurch kann bei gleichbleibender Auslegung eine Erhöhung der Lebensdauer erreicht werden.

[0008] Eine erfindungsgemäße Recheneinheit, z.B. ein Steuergerät eines Kraftfahrzeugs, ist, insbesondere programmtechnisch, dazu eingerichtet, ein erfindungsgemäßes Verfahren durchzuführen.

[0009] Auch die Implementierung des Verfahrens in Form von Software ist vorteilhaft, da dies besonders geringe Kosten verursacht, insbesondere wenn ein ausführendes Steuergerät noch für weitere Aufgaben genutzt wird und daher ohnehin vorhanden ist. Geeignete Datenträger zur Bereitstellung des Computerprogramms sind insbesondere Disketten, Festplatten, Flash-Speicher, EEPROMs, CD-ROMs, DVDs u.a.m. Auch ein Download eines Programms über Computernetze (Internet, Intranet usw.) ist möglich.

[0010] Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der beiliegenden Zeichnung.

[0011] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachfolgend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0012] Die Erfindung ist anhand eines Ausführungsbeispiels in der Zeichnung schematisch dargestellt und wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung ausführlich beschrieben.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0013]

Figur 1 zeigt schematisch eine Anordnung aus einem Verbrennungsmotor, einem riemengetriebenen Startergenerator und einem Bordnetz, wie sie der Erfindung zugrunde liegen kann.

Figur 2 zeigt eine Ausführungsform eines Startergenerators mit Stromrichter mit ansteuerbaren Schaltelementen, wie er der Erfindung zugrunde liegen kann.

Ausführungsform(en) der Erfindung

[0014] Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren 1 und 2 beschrieben, in denen gleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen sind.

[0015] In Figur 1 ist schematisch eine Anordnung 200 aus einem Verbrennungsmotor 300, einem riemengetriebenen Startergenerator 100 als elektrische Maschine und einem Bordnetz 30 dargestellt, anhand derer eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung erläutert wird.

[0016] Der Verbrennungsmotor 300 ist über einen Riemen 310 mit dem Startergenerator 100 verbunden, wobei ein als Pendelriemenspannsystem 320 ausgebildeter Riemenspanner vorgesehen ist, der den Riemen 310 im Betrieb unabhängig von der Momentenrichtung spannen kann.

[0017] In Figur 2 ist der Startergenerator 100 schaltplanartig dargestellt. Der Startergenerator weist eine Generatorkomponente 10 und eine Stromrichterkomponente 20 auf. Die Stromrichterkomponente wird im generatorischen Betrieb der Maschine üblicherweise als Gleichrichter, im motorischen Betrieb als Wechselrichter betrieben.

[0018] Die Generatorkomponente 10 ist lediglich schematisch in Form von sternförmig verschalteten Ständerwicklungen 11 und einer zu einer Diode parallel geschalteten Erreger- bzw. Läuferwicklung 12 dargestellt. Die Läuferwicklung wird durch einen Leistungsschalter 13, der mit einem Anschluss 24 der Stromrichterkomponente 20 verbunden ist, getaktet geschaltet. Die Ansteuerung des Leistungsschalters 13 erfolgt über eine Ansteuerleitung 14 nach Maßgabe eines Feldreglers 15, wobei der Leistungsschalter 13 ebenso wie die zur Läuferwicklung 12 parallel geschaltete Diode in der Regel in einer anwendungsspezifischen integrierten Schaltung (ASIC) des Feldreglers integriert sind. Der Erregerstrom kann über ein pulsweitenmoduliertes Spannungssignal eingestellt werden, wobei bei dauerhafter Ansteuerung (also einem Tastgrad von 100% bzw. 1) ein Erregerstrom mit einer Nennstromstärke fließt. Nach dem Einstellen eines Tastgrads von 100% wird aufgrund der hohen Induktivität der Läuferwicklung die Nennstromstärke erst mit einer gewissen Verzögerung von bis zu fünf Läuferwicklungs-Zeitkonstanten erreicht.

[0019] Im Rahmen der vorliegenden Anmeldung ist ein dreiphasiger Generator dargestellt. Im Prinzip ist die vorliegende Erfindung jedoch auch bei weniger- oder mehrphasigen Generatoren, beispielsweise fünfphasigen Generatoren einsetzbar. Die Ständerwicklungs-Zeitkonstante ist typischerweise deutlich kürzer als Läuferwicklungs-Zeitkonstante.

[0020] Die Stromrichterkomponente 20 ist hier als B6-Schaltung ausgeführt und weist Schaltelemente 21 auf, die beispielsweise als MOSFET 21 ausgeführt sein können. Die MOSFET 21 sind, beispielsweise über Stromschienen, mit den jeweiligen Ständerwicklungen 11 des

Generators verbunden. Ferner sind die MOSFET mit Anschlüssen 24, 24' verbunden und stellen bei entsprechender Ansteuerung einen Gleichstrom für ein Bordnetz 30 inkl. Batterie eines Kraftfahrzeugs zur Verfügung. Die Ansteuerung der Schaltelemente 21 erfolgt durch eine Ansteuereinrichtung 25 über Ansteuerkanäle 26, von denen aus Gründen der Übersicht nicht alle mit Bezugszeichen versehen sind. Die Ansteuereinrichtung 25 erhält über Phasenkanäle 27 jeweils die Phasenspannung der einzelnen Ständerwicklungen. Zur Bereitstellung dieser Phasenspannungen können weitere Einrichtungen vorgesehen sein, die jedoch der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt sind.

[0021] Im Motorbetrieb wird der Startergenerator 100 verwendet, um den Verbrennungsmotor 300 zu starten. Hier wird die Stromrichterkomponente 20 gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung, wie nachfolgend beschrieben, betrieben. Der Startergenerator wird von der Batterie versorgt.

[0022] Ist zu diesem Zeitpunkt die Läuferwicklung 12 im Wesentlichen entregt, d.h. liegt der Erregerstrom unter einem unteren Schwellwert von z.B. 10% des Nennstroms (entspricht ca. 1 A), wird zunächst die Läuferwicklung 12 bestromt, indem insbesondere von dem Feldregler 15 ein Tastgrad von 100% eingestellt wird. Der Stromfluss durch die Läuferwicklung und damit das Erregerfeld steigen nach dem bekannten Einschaltverhalten bei Induktivitäten an.

[0023] Dieser Anstieg des Erregerfelds wird auf einen erwünschten Anstieg des Drehmoments übertragen, indem sehr frühzeitig auch die Ständerwicklung 11 bestromt wird. Dies erfolgt vorzugsweise, bevor der Erregerstrom einen oberen Schwellwert von z.B. 25% des Nennstroms erreicht. Es ist bekannt, dass der Strom durch eine entregte Spule nach einer Zeitkonstante etwa 63,2 % des Nennstroms und nach fünf Zeitkonstanten etwa 99,3 % des Nennstroms erreicht hat. Vorzugsweise wird die Ständerwicklung 11 innerhalb bzw. etwa bei einer viertel Zeitkonstante, spätestens innerhalb von bzw. etwa bei zwei Zeitkonstanten bestromt.

[0024] Die Bestromung der Ständerwicklung 11 kann in einem ungetakteten (sog. Blockbetrieb) oder getakteten (sog. PWM-Betrieb, pulsweitenmoduliert) Pulswechselrichterbetrieb erfolgen. Das gewählte Ansteuermuster kann dabei abhängig von der Drehzahl und dem gewünschten Drehmoment gewählt werden. Bei der Blockkommutierung bleiben, im Gegensatz zu dem pulsweitenmodulierten Betrieb, die Halbleiterschalter für den Zeitraum einer Phasenansteuerung durchgängig eingeschaltet. Im pulsweitenmodulierten Betrieb werden durch ein bestimmtes Ansteuermuster die Halbleiterschalter mit vorzugsweise hoher Frequenz (typischerweise zw. 2 und 20 kHz) angesteuert, hierdurch entsteht ein harmonischer Verlauf des Phasenstroms, was in einer verringerten Drehmomentwelligkeit und besserem Wirkungsgrad resultiert. Beide Verfahren sind aus dem Stand der Technik wohlbekannt.

[0025] Am Abtrieb des Startergenerators stellt sich zu-

nächst ein geringes Drehmoment ein, das in Abhängigkeit von der Zeitkonstante der Läuferwicklung ansteigt. Proportional zum Moment erhöht sich die mechanische Spannung im Lasttrum des Riemens 310, wodurch langsam eine Kraft auf das Pendelriemenspannsystem 320 ausgeübt wird. Da diese Kraft nicht sprunghaft ansteigt, kommt es zu einem langsamen Auspendeln des Pendelriemenspannsystems 320 und damit zu einem verringerten Auftreten von Geräuschen und Vibrationen. Ist nach einer bestimmten Zeit der Riemen gespannt und das Moment ausreichend groß, kommt es zu einer Beschleunigung der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors 300 und damit zum Start.

[0026] Ist zu dem oben genannten Zeitpunkt die Läuferwicklung 12 noch signifikant erregt, d.h. liegt der Erregerstrom über dem unteren Schwellwert von ca. 10%, wird ebenfalls zunächst die Läuferwicklung 12 bestromt, indem insbesondere von dem Feldregler 15 ein Tastgrad von 100% eingestellt wird. Das Erregerfeld ist jedoch bereits so hoch, dass sich bei oben beschriebener Bestromung der Ständerwicklung bereits ein unerwünscht hohes Drehmoment ergibt. Daher wird vorzugsweise die Ständerwicklung 11 so bestromt, dass sich wiederum ein allmählicher Drehmomentanstieg ergibt. Die Bestromung der Ständerwicklung 11 erfolgt hier zweckmäßigerweise in einem getakteten (sog. PWM-Betrieb) Pulswechselrichterbetrieb. Das gewählte Ansteuermuster kann dabei abhängig von der Drehzahl und dem gewünschten Drehmoment gewählt werden.

[0027] In beiden beschriebenen Fällen wird vorzugsweise ein rampenförmiger Anstieg des Drehmoments erzielt, wobei die Steigung der Momentenrampe in Abhängigkeit vom Betriebsfall vorgegeben werden kann und die Rampen für beide beschriebenen Fälle auch unterschiedlich sein können.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Vorbereiten des Startens eines Verbrennungsmotors (300) durch einen riemengetriebenen Startergenerator (100), der eine Ständerwicklung (11) und eine Läuferwicklung (12) aufweist, wobei der Startergenerator (100) so betrieben wird, dass sein erzeugtes Drehmoment allmählich über eine Zeitdauer von mehr als zwei Läuferwicklungs-Zeitkonstanten ansteigt, wobei die Läuferwicklung (12) zuerst bestromt wird und ein Beginn einer Bestromung der Ständerwicklung (11) in Abhängigkeit von einem Erregerstrom durch die Läuferwicklung und/oder zeitabhängig erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Ständerwicklung (11) so bestromt wird, dass das erzeugte Drehmoment allmählich über eine Zeitdauer von mehr als zwei Läuferwicklungs-Zeitkonstanten ansteigt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei, wenn der Erre-

gerstrom durch die Läuferwicklung (12) vor Beginn ihrer Bestromung unterhalb eines unteren Schwellwerts liegt, die Ständerwicklung (11) bestromt wird, bevor der Erregerstrom oberhalb eines oberen Schwellwerts liegt.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, wobei, wenn der Erregerstrom durch die Läuferwicklung (12) vor Beginn ihrer Bestromung unterhalb eines unteren Schwellwerts liegt, die Ständerwicklung (11) innerhalb von höchstens zwei, vorzugsweise höchstens einer, insbesondere höchstens einer viertel, Läuferwicklungs-Zeitkonstanten nach dem Beginn der Bestromung der Läuferwicklung (12) ebenfalls bestromt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, wobei an die Ständerwicklung (11) für die Bestromung eine blockkommutierte Versorgungsspannung angelegt wird.
6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei, wenn der Erregerstrom durch die Läuferwicklung (12) vor Beginn ihrer Bestromung oberhalb eines unteren Schwellwerts liegt, an die Ständerwicklung (11) für die Bestromung eine PWM-kommutierte Versorgungsspannung angelegt wird.
7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Läuferwicklung (12) mit einem Tastgrad von wenigsten 50%, vorzugsweise wenigstens 75% oder wenigstens 90% oder 100% bestromt wird.
8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Verbrennungsmotor (300) durch den riemengetriebenen Startergenerator (100) gestartet wird.
9. Steuergerät eines Kraftfahrzeugs, das dazu eingerichtet ist, ein Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche durchzuführen.
10. Computerprogramm mit Programmcodemitteln, die ein Steuergerät nach Anspruch 9 veranlassen, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 durchzuführen, wenn sie auf dem Steuergerät ausgeführt werden.
11. Maschinenlesbares Speichermedium mit einem darauf gespeicherten Computerprogramm, welches Programmcodemittel aufweist, die ein Steuergerät nach Anspruch 9 veranlassen, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 durchzuführen, wenn sie auf dem Steuergerät ausgeführt werden.

Claims

1. Method for preparing the start-up of an internal com-

bustion engine (300) by means of a bolt-driven starter generator (100) which has a stator winding (11) and a rotor winding (12), wherein the starter generator (100) is operated in such a way that its generated torque rises gradually over a time period of more than two rotor winding time constants, wherein the rotor winding (12) is firstly energized, and a start of energization of the stator winding (11) takes place as a function of an exciter current through the rotor winding and/or as a function of time.

2. Method according to Claim 1, wherein the stator winding (11) is energized in such a way that the generated torque rises gradually over a time period of more than two rotor winding time constants.
3. Method according to Claim 2, wherein if the exciter current through the rotor winding (12) is below a lower threshold value before the start of the energization of said rotor winding (12), the stator winding (11) is energized before the exciter current is above an upper threshold value.
4. Method according to Claim 2 or 3, wherein if the exciter current through the rotor winding (12) is below a lower threshold value before the start of the energization of said rotor winding (12), the stator winding (11) is also energized within at maximum two, preferably at maximum one, and in particular at maximum one quarter of a rotor winding time constant, after the start of the energization of the rotor winding (12).
5. Method according to Claim 3 or 4, wherein a block-commutated supply voltage is applied to the stator winding (11) for the energization.
6. Method according to one of the preceding claims, wherein if the exciter current through the rotor winding (12) is above a lower threshold value before the start of the energization of said rotor winding (12), a PWM-commutated supply voltage is applied to the stator winding (11) for the energization.
7. Method according to one of the preceding claims, wherein the rotor winding (12) is energized with a duty cycle of at least 50%, preferably at least 75% or at least 90% or 100%.
8. Method according to one of the preceding claims, wherein the internal combustion engine (300) is started by the belt-driven starter generator (100).
9. Control unit of a motor vehicle which is configured to carry out a method according to one of the preceding claims.

10. Computer program with program code means which

cause a control unit according to Claim 9 to carry out a method according to one of Claims 1 to 8 when they are executed on the control unit.

11. Machine-readable storage medium having a computer program stored thereon and which has program code means which cause control unit according to Claim 9 to carry out a method according to one of Claims 1 to 8 when they are executed on the control unit.

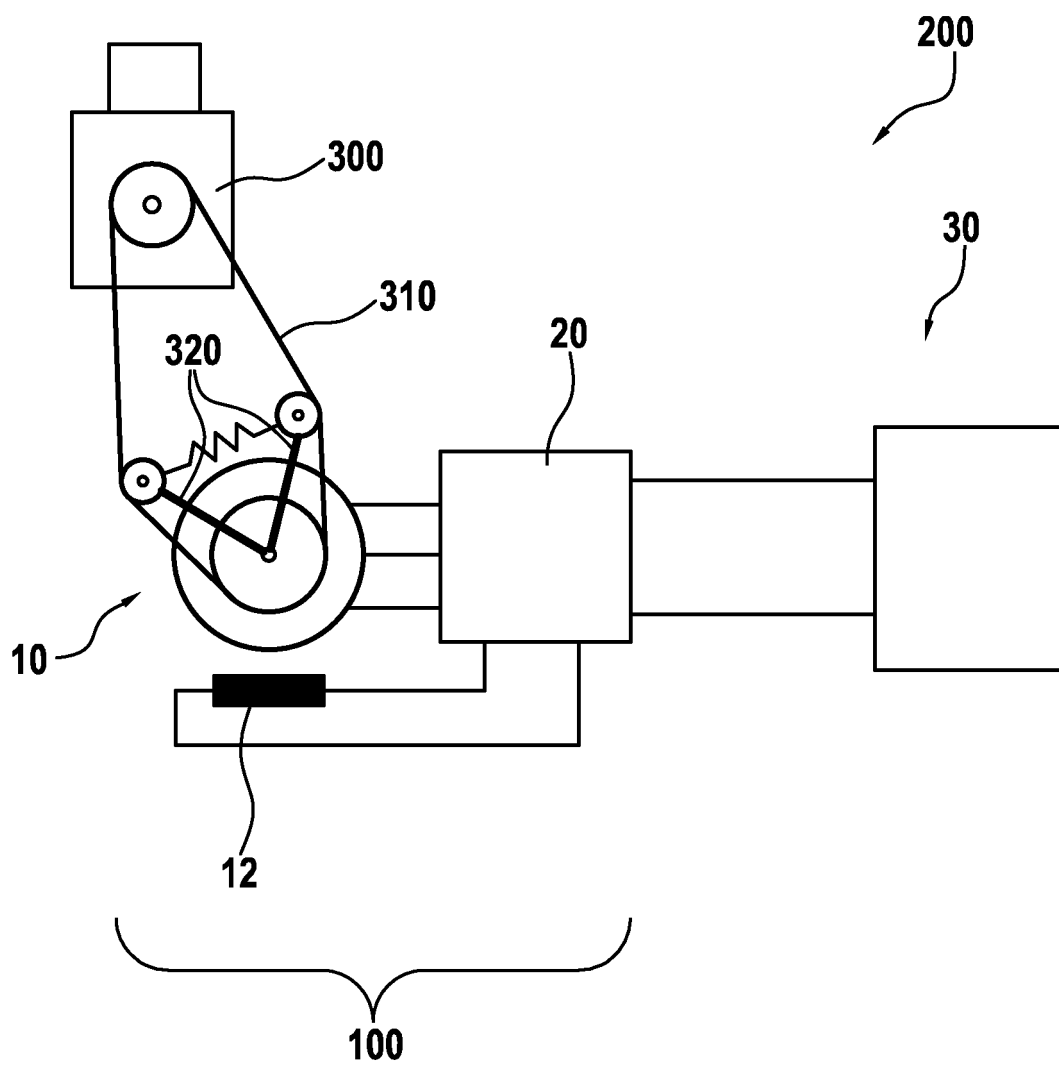
Revendications

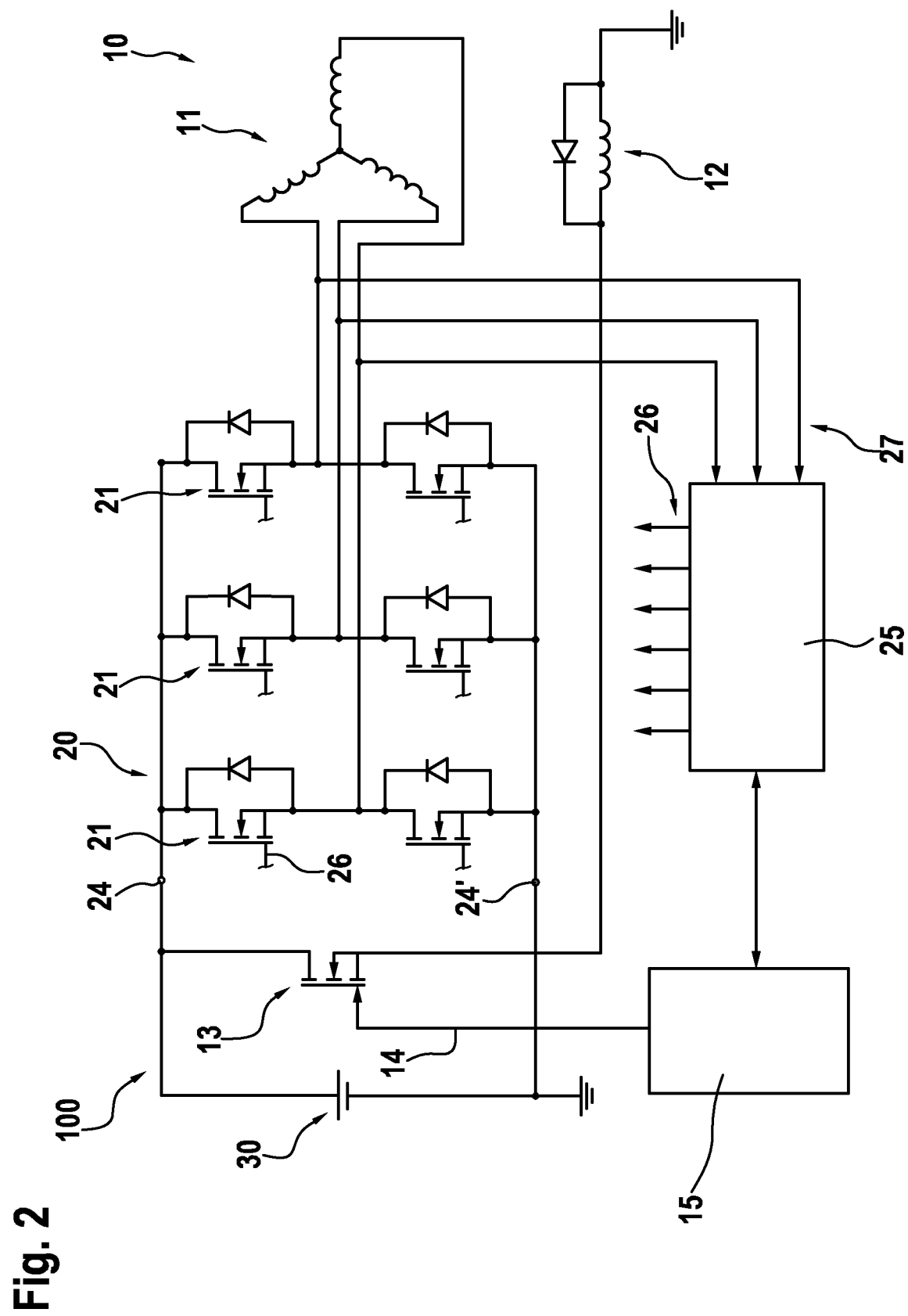
1. Procédé de préparation du démarrage d'un moteur à combustion interne (300) par un générateur de démarreur (100) à transmission par courroie, comportant un enroulement de stator (11) et un enroulement de rotor (12), dans lequel le générateur de démarreur (100) est entraîné de manière à ce que son couple généré augmente progressivement au cours d'une période de temps de plus de deux constantes de temps de l'enroulement de rotor, dans lequel l'enroulement de rotor (12) est tout d'abord alimenté et un début d'alimentation en courant de l'enroulement de stator (12) est effectué en fonction d'un courant d'excitation produit par l'enroulement de rotor et/ou en fonction du temps.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'enroulement de stator (11) est alimenté en courant de manière à ce que le couple généré augmente progressivement au cours d'une période de temps de plus de deux constantes de temps de l'enroulement de rotor.
3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel, lorsque le courant d'excitation passant à travers l'enroulement de rotor (12) se situe, avant le début de l'alimentation en courant, en dessous d'une valeur de seuil inférieure, l'enroulement de stator (11) est alimenté en courant avant que le courant d'excitation se situe au-dessus d'une valeur de seuil supérieure.
4. Procédé selon la revendication 2 ou 3, dans lequel, lorsque le courant d'excitation passant à travers l'enroulement de rotor (12) se situe, avant le début de l'alimentation en courant, en dessous d'une valeur de seuil inférieure, l'enroulement de stator (11) est également alimenté en courant au cours d'au plus deux constantes de temps, et de préférence d'au plus une constante de temps, et en particulier d'au plus un quart de la constante de temps de l'enroulement de rotor après le début de l'alimentation en courant de l'enroulement de rotor (12).
5. Procédé selon la revendication 3 ou 4, dans lequel une tension d'alimentation commutée par blocs est

appliquée à l'enroulement de stator (11) pour l'alimentation en courant.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel, lorsque le courant d'excitation passant à travers l'enroulement de rotor (12) se situe, avant son alimentation en courant, au-dessus d'une valeur de seuil inférieure, une tension d'alimentation commutée par modulation PWM est appliquée à l'enroulement de stator (11) pour l'alimentation en courant.
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'enroulement de rotor (12) est alimenté en courant avec un rapport cyclique d'au moins 50 %, de préférence d'au moins 75 %, ou d'au moins 90 % ou de 100 %.
8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le moteur à combustion interne (300) est démarré par le générateur de démarreur (100) entraîné par courroie.
9. Appareil de commande d'un véhicule automobile, conçu pour mettre en oeuvre un procédé selon l'une des revendications précédentes.
10. Programme d'ordinateur comportant des moyens à codes de programme mettant en oeuvre un appareil de commande selon la revendication 9, afin de mettre en oeuvre un procédé selon l'une des revendications 1 à 8 lorsqu'ils sont exécutés sur l'appareil de commande.
11. Support de stockage lisible par machine comportant un programme d'ordinateur stocké sur celui-ci qui contient des moyens à codes de programme activant un appareil de commande selon la revendication 9 afin de mettre en oeuvre un procédé selon l'une des revendications 1 à 8 lorsqu'ils sont exécutés sur l'appareil de commande.

Fig. 1





IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102005034123 A1 [0004]