



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 000 242 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
14.05.2003 Patentblatt 2003/20

(21) Anmeldenummer: **98945105.9**

(22) Anmeldetag: **28.07.1998**

(51) Int Cl.7: **F02N 17/08**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP98/04718

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 99/006693 (11.02.1999 Gazette 1999/06)

(54) **VERFAHREN ZUM STARTEN EINES DIESELMOTORS SOWIE ANTRIEBSSYSTEM MI T EINEM DIESELMOTOR**

STARTING MODE WITH A DIESEL ENGINE AND PROPULSION SYSTEM WITH SUCH AN ENGINE
PROCEDE PERMETTANT DE FAIRE DEMARRER UN MOTEUR DIESEL ET SYSTEME
D'ENTRAINEMENT COMPORTANT LEDIT MOTEUR

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **29.07.1997 DE 19732630**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.05.2000 Patentblatt 2000/20

(73) Patentinhaber: **Continental ISAD Electronic
Systems GmbH & Co. oHG
86899 Landsberg/Lech (DE)**

(72) Erfinder: **PELS, Thomas
77855 Achern (DE)**

(74) Vertreter:
**Lippich, Wolfgang, Dipl.-Phys, Dr.rer.nat. et al
Patentanwalt Samson & Partner,
Widenmayerstrasse 5
80538 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**DE-A- 2 853 130 DE-A- 19 532 135
SU-A- 1 168 741 US-A- 4 754 730**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 004, no.
116 (M-027), 19. August 1980 & JP 55 075568 A
(NISSAN MOTOR CO LTD), 6. Juni 1980**

EP 1 000 242 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Starten eines Dieselmotors sowie ein Antriebssystem eines Kraftfahrzeugs mit einem Dieselmotor.

[0002] Die Startwilligkeit von Dieselmotoren nimmt zu niedrigen Temperaturen hin ab. Hierfür ist einerseits eine Erhöhung des Reibmomentes verantwortlich. Andererseits senken Leck- und Wärmeverluste beim Verdichten der Luft den Kompressionsenddruck sowie die Kompressionsendtemperatur ab. Herkömmlicherweise sind Dieselmotoren daher mit thermisch wirkenden Starthilfsmitteln ausgerüstet. Die Temperaturgrenze, ab der die Starthilfsmittel eingesetzt werden müssen, hängt dabei i. a. von der Motorbauart ab. So haben direkt einspritzende Dieselmotoren mit einteiligem Brennraum (im folgenden "DI-Motoren" genannt) aufgrund geringerer Wärmeverluste ein besseres Startverhalten als Vor- und Wirbelkammer-Motoren, welche einen geteilten Brennraum aufweisen.

[0003] Als Starthilfsmittel werden üblicherweise bei kleinvolumigen DI-Motoren sowie Motoren mit geteiltem Brennraum Glühstiftkerzen verwendet. Der Glühstift der Kerze ragt in den Brennraum bzw. in die Kammer des Motors. Neben Glühstiftkerzen sind auch Glühkerzen (im engeren Sinn) üblich, d. h. Glühkerzen mit freiliegendem Glühdraht. Bei großvolumigen Dieselmotoren beruht die thermische Starthilfe häufig auf einer Vorwärmung der angesaugten Luft mit Hilfe von elektrisch beheizbaren Anheizkerzen oder Heizflanschen (siehe Kraftfahrttechnisches Taschenbuch, 22. Aufl. 1995, VDI-Verlag, Düsseldorf, S. 538-540).

[0004] Aus der JP 55-75568 ist eine Startervorrichtung für Dieselmotoren bekannt, bei der beim Startvorgang bei tiefen Temperaturen zunächst keine Luft in den Brennraum eingelassen wird, wodurch sich die Arbeitslast des Starters verringert und hierdurch die Anwerddrehzahl erhöht. Zum Vorheizen der dann schließlich zum Starten eingelassenen Luft sind Glühkerzen vorgesehen.

[0005] Aus der DE 195 32 135 A1 ist ferner ein Antriebssystem mit einer Start-Stop-Automatik bekannt, bei dem in einer vorteilhaften Ausgestaltung ein elektrischer Starter einen Verbrennungsmotor bis zum Erreichen der Leerlaufdrehzahl antreibt. Dies dient dazu, den Verbrennungsmotor nach einem Stop mit Hilfe des elektrischen Starters direkt auf Leerlaufdrehzahl zu bringen.

[0006] Aus der DE 28 53 130 A1 ist ein Schwungradstarter bekannt, der vor dem Startvorgang mit Hilfe eines elektrischen Antriebs auf eine so hohe Drehzahl gebracht wird, daß die gespeicherte kinetische Energie zum Starten ausreicht. Bei niedrigen Temperaturen wird eine größere Startenergie als bei hohen benötigt, entsprechend wird das Schwungrad zu tieferen Temperaturen auf höhere Drehzahl gebracht. Der Aspekt einer thermischen Starthilfe ist in dieser Druckschrift, in der es in erster Linie um eine spezielle Art des Schwungradantriebs geht, nicht erwähnt.

[0007] Die Firmenveröffentlichung: BOSCH Technische Unterrichtung, Elektrische Startanlagen, 1. Ausgabe, 1. Februar 1994, S. 5 und 11 gibt allgemeine Ausführungen zum Startvorgang sowie Angaben zur unteren Grenztemperatur verschiedener Startertypen.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, ein verbessertes Verfahren zum Starten eines Dieselmotors anzugeben sowie ein entsprechendes Antriebssystem bereitzustellen.

[0009] Verfahrensmäßig wird diese Aufgabe gemäß Anspruch 1 durch ein Verfahren zum Starten eines Dieselmotors eines Kraftfahrzeugs, der kein thermisches Starthilfsmittel aufweist, mit folgenden Schritten, gelöst:

- die Motortemperatur wird erfaßt;
- in Abhängigkeit von der erfaßten Temperatur wird eine Drehzahl bestimmt, auf die der Dieselmotor zum Starten durch einen elektrischen Direktstarter ohne Verwendung eines thermischen Starthilfsmittels zu bringen ist, wobei diese Drehzahl bei niedriger Temperatur höher als bei hoher liegt;
- der Dieselmotor wird durch den elektrischen Starter direkt auf die bestimmte Drehzahl gebracht und dadurch gestartet.

[0010] Vorrichtungsmäßig wird diese Aufgabe gemäß Anspruch 7 durch ein Antriebssystem eines Kraftfahrzeugs gelöst, mit

- einem Dieselmotor, der kein thermisches Starthilfsmittel aufweist,
- einem elektrischen Direktstarter,
- Mitteln zum Erfassen der Motortemperatur und/oder der Außentemperatur, und
- einer Steuerung, die den Starter veranlaßt, den Dieselmotor auf eine, in Abhängigkeit von der erfaßten Temperatur variierte Drehzahl zu bringen, die zum Zünden des Kraftstoffs ausreicht, wobei die Drehzahl bei tiefen Temperaturen höher als bei tiefen Temperaturen liegt.

[0011] Es wurde erkannt, daß ein wesentlicher Teil der Startprobleme bei niedrigen Temperaturen von der Abkühlung der durch die Kompression erwärmten Luft an den kalten Zylinderwänden herrührt. Aufbauend hierauf liegt der Erfindung der Gedanke zugrunde, daß durch eine Verkürzung der Kontaktzeit zwischen Luft und Zylinderwänden eine wesentliche Verbesserung des Selbstzündstartverhaltens erzielt werden kann. Die kürzere Kontaktzeit wiederum wird durch eine schnellere Startdrehzahl erzielt. Beispielsweise beträgt bei einer Verdreifachung der Startdrehzahl gegenüber der herkömmlichen Startweise die Kontaktzeit im Zylinder ein Drittel des herkömmlichen Werts. Gemäß der Erfindung erfolgt also die Kompression beim Starten stärker im adiabatischen Bereich, so daß die für die Selbstzündung des Kraftstoffes erforderliche Grenztemperatur auch bei tiefen Temperaturen allein durch

die Kompression erreicht wird. Die Verwendung von thermischen Starthilfseinrichtungen, wie Glühstiftkerzen oder Luftvorheizeinrichtungen im Ansaugtrakt kann dadurch ganz oder zumindest oberhalb einer tiefliegenden Grenztemperatur entfallen. Vorrichtungsmäßig weist der Dieselmotor daher kein thermisches Starthilfsmittel auf oder er ist so gesteuert, daß ein ggf. vorhandenes Starthilfsmittel nicht oder nur oberhalb der tiefliegenden Grenztemperatur zur Anwendung kommt. Vorzugsweise wird auch auf jegliche sonstige indirekte Vorheizung des Motors, z. B. in Form einer Kühlwasseranwärmung (ggf. oberhalb der tiefliegenden Grenztemperatur) verzichtet. Der Dieselmotor weist daher vorzugsweise auch keine derartige Einrichtung zum indirekten Vorheizen auf bzw. ist so gesteuert, daß eine solche Einrichtung zum Starten nicht oder nur oberhalb der tiefliegenden Grenztemperatur zur Anwendung kommt. Bei manchen Motorkonstruktionen kann eine Nachheizeinrichtung (z.B. eine Nachglühvorrichtung) vorgesehen sein, die in der ersten Zeit nach dem Start des Dieselmotors betrieben wird, um in der Aufwärmphase eine bessere Verbrennung herbeizuführen. Ein solches Heizen nach dem Start ist nicht als "Verwenden eines thermischen Starthilfsmittels" zu verstehen. Entsprechend wird auch ein Antriebssystem mit Glühkerzen o.ä., das so gesteuert ist, daß die Glühkerzen nur nach dem Start beheizt werden, nicht als "thermische Starthilfsmittel aufweisend" verstanden. Besonders vorteilhaft wird keine derartige Nachheizung durchgeführt und ist auch keine Nachheizeinrichtung vorhanden.

[0012] Das erfindungsgemäße Verfahren bzw. Antriebssystem hat folgende Vorteile:

- die herkömmlicherweise für das Vorglühen oder Luftvorwärmen erforderliche Wartezeit entfällt (zumindest oberhalb der tiefliegenden Grenztemperatur), wodurch das Starten schneller erfolgen kann. Dies dient der Verkehrssicherheit (in Gefahrensituation, in der bei abgestelltem Motor ein schnelles Losfahren erforderlich ist) und erhöht den Komfort bei Dieselfahrzeugen;
- mit der Einsparung der herkömmlich vorhandenen thermischen Starthilfsanlage geht eine beträchtliche Aufwandsersparnis einher;
- die zum Starten benötigte Energiemenge ist geringer, was eine kleinere Dimensionierung der Starterbatterie erlaubt.

[0013] Insgesamt leistet die vorliegende Erfindung damit einen Beitrag zur Verkehrssicherheit, zum Umweltschutz und zur Erhöhung des Fahrkomforts und zur Aufwandsverringerung bei Dieselfahrzeugen. Sie kann damit zur weiteren Verbreitung von Dieselfahrzeugen beitragen.

[0014] In den Unteransprüchen sind nähere Erläuterungen und vorteilhafte Ausgestaltungen angegeben:

[0015] Gemäß den Ansprüchen 2 bis 4 wird näher definiert, was vorteilhaft unter "höher liegender Drehzahl"

im Bereich tiefer Temperaturen zu verstehen ist und zwar eine Drehzahl von 400 min^{-1} oder mehr, bevorzugt 600 min^{-1} oder mehr, weiter bevorzugt 800 min^{-1} oder mehr. Die maximale Drehzahl bei der tiefsten Temperatur wird dabei typischerweise nicht über 1500 min^{-1} liegen.

[0016] Ansprüche 5 und 8 betreffen den Zeitpunkt, ab dem im Verlauf des Startvorgangs Kraftstoff eingespritzt wird. Und zwar erfolgt dies vorteilhaft erst nach Erreichen der Drehzahl, die für das Selbstzünden des Kraftstoffs nötig ist. Dies spart Kraftstoff und mindert die Rauchentwicklung.

[0017] Gemäß den Ansprüchen 6 und 9 handelt es sich bei dem Dieselmotor vorzugsweise um einen kleinvolumigen Motor mit weniger als 3000 cm^3 Hubraum, besonders vorzugsweise weniger als 2000 cm^3 Hubraum. Diese Art von Motoren wird insbesondere in Personenkraftwagen und Kleinnutzfahrzeugen mit einem Gesamtgewicht von weniger als 3,5 t eingesetzt. Bei solchen Motoren ist die Kühlung an dem Brennraum besonders stark ausgeprägt, und der von der Erfindung geleistete Verzicht auf thermische Starthilfsmittel ist daher hier besonders vorteilhaft.

[0018] Der Starter des Antriebssystems ist ein Direktstarter, d.h. er bringt die zum Starten erforderliche Leistung instantan (d.h. ohne Speicherung) durch Umwandlung elektrischer Energie in mechanische Energie auf. Es handelt sich also nicht um einen Schwungradstarter, dessen Antrieb nicht das zum Starten erforderliche Drehmoment aufbringen kann, so daß dem Antrieb das Starten nur indirekt aufgrund der Speicherung kinetischer Energie möglich ist.

[0019] Gemäß Anspruch 10 handelt es sich bei dem Starter um eine als Starter/Generator fungierende elektrische Maschine, die permanent mitläuft, anders als ein Schwungradstarter vor dem Starten aber nicht antreibend wirkt. Die Relativedrehzahl von elektrischer Maschine zu Dieselmotor ist im Starter- und im Generatorbetrieb gleich, d.h. das Übersetzungsverhältnis zwischen elektrischer Maschine und Verbrennungsmotor ist konstant. Solche Maschinen sind für Generatorbetrieb für hohe Drehzahlen ausgelegt. Für den Starterbetrieb müssen sie imstande sein, hohe Drehmomente aufzubringen. Dabei sind sie zur Erreichung der erforderlichen hohen Startdrehzahl hervorragend geeignet. Gemäß Anspruch 11 handelt es sich bei dem elektrischen Starter um eine wechselrichtergesteuerte Drehfeldmaschine. Unter "Drehfeldmaschine" wird eine Maschine verstanden, in der ein magnetisches Drehfeld auftritt, das um 360° umläuft und dabei den Läufer mitnimmt. Der Wechselrichter stellt für die Erzeugung des Drehfelds Wechsel- oder Drehstrom mit frei einstellbarer Frequenz, Amplitude und Phase bereit. Gemäß Anspruch 12 wird die zum Starten erforderliche Energie zumindest teilweise einem Kondensatorspeicher (z.B. einem sogenannten Zwischenkreisspeicher) entnommen, dessen Vorladung gemäß Anspruch 13 temperaturabhängig erfolgen kann. Gemäß Anspruch 14 wird

die Energie zum Starten zumindest teilweise einer Batterie entnommen.

[0020] Ausgestaltungen und Merkmale, die vorausgehend oder nachfolgende im Zusammenhang mit dem Verfahren geschildert werden, gelten selbstverständlich auch als im Zusammenhang mit dem Antriebssystem offenbart (und umgekehrt).

[0021] Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen und den angefügten schematischen Zeichnungen näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Antriebssystems mit einem Dieselmotor;
- Fig. 2 eine Veranschaulichung des Zusammenhangs zwischen Startdrehzahl und Temperatur;
- Fig. 3 ein Flußdiagramm zum Starten des Dieselmotors im kalten Zustand bei tiefer Temperatur.

[0022] Das Antriebssystem gemäß Fig. 1 ist z.B. für ein Kraftfahrzeug, etwa einen Personenkraftwagen bestimmt. Es weist einen Direkteinspritzer-Dieselmotor mit kleinem Hubraum (z.B. 1500cm³) 1 auf, der Drehmoment über eine Antriebswelle 2, eine Kupplung 3 und weitere (nicht gezeigte) Teile eines Antriebsstranges auf die Antriebsräder des Fahrzeugs abgibt. Der Dieselmotor 1 ist mit keiner Glüheinrichtung und auch keiner Vorwärmeinrichtung für die Ansaugluft ausgerüstet. Er weist auch keine Einrichtung zum Beheizen des Kühlwassers bei stehendem Motor auf. Auf der Antriebswelle 2 ist eine als Starter/Generator dienende elektrische Maschine 4, hier eine Asynchron-Drehstrommaschine, angeordnet. Sie weist einen direkt auf der Antriebswelle 2 sitzenden und drehfest mit ihr verbundenen Läufer 5 sowie einen z.B. am Gehäuse des Dieselmotors 1 abgestützten Ständer 6 auf. Die (nicht dargestellte) Wicklung des Ständers 6 wird durch einen Wechselrichter 7 mit elektrischen Strömen und Spannungen praktisch frei einstellbarer Amplitude, Phase und Frequenz gespeist. Es handelt es sich um einen Gleichspannungs-Zwischenkreis-Wechselrichter, welcher aus einer im wesentlichen konstanten Zwischenkreis-Gleichspannung mit Hilfe von elektronischen Schaltern z.B. sinusbewertete breitenmodulierte Pulse herauschneidet, die - gemittelt durch die Induktivität der elektrischen Maschine 4 - zu nahezu sinusförmigen Strömen der gewünschten Frequenz, Amplitude und Phase führen.

[0023] Der Wechselrichter ist im wesentlichen aus einem maschinenseitigen Gleichspannungs-Wechselspannungsumrichter 7a, einem Gleichspannungs-Zwischenkreis 7b und einem bordnetzseitigen Gleichspannungswandler 7c aufgebaut. Letzterer ist mit einem Fahrzeugbordnetz 8 und einem Bordnetz-Langzeitspeicher 9, hier einer herkömmlichen Blei-Schwefelsäure-Batterie, gekoppelt. Das Bordnetz 8 und die Bordnetz-batterie 9 liegen auf einem niedrigen Spannungsniveau, z.B. 12 oder 24 Volt. Der Zwischenkreis 7b liegt demgegenüber auf einer erhöhten Spannung, die vorteilhafter-

weise im Bereich zwischen 200 und 400 Volt liegt. Bei anderen Ausführungsformen liegt die erhöhte Spannung am oberen Rand des Niederspannungsbereichs, etwa bei 36 Volt. In den Zwischenkreis 7b ist ein Kurzzeitspeicher, hier ein Kondensatorspeicher 10 geschaltet, welcher die Spannung im Zwischenkreis auch bei mit großer Flankensteilheit ansteigender Stromentnahme - die bei Erzeugung von Pulsen durch den Umrichter 7a vorliegt - annähernd konstant hält. Bei anderen (nicht gezeigten) Ausführungsformen wird der Kurzzeitspeicher durch eine Kurzzeitbatterie (d.h. eine schnell entladbare Batterie) gebildet.

[0024] Die elektrische Maschine 4 und der Wechselrichter 7 sind so ausgelegt, daß sie das erforderliche Drehmoment und die nötige Leistung zum direkten Antreiben der Antriebswelle 2 (z.B. der Kurbelwelle) des Dieselmotors 1 auf die erforderliche hohe Drehzahl aufbringen.

[0025] Die elektrische Maschine 4 kann nach dem Startvorgang beispielsweise als Generator fungieren, d.h. elektrische Energie liefern. Der Wandler 7c ist hierfür als bidirektionaler Wandler ausgebildet. Er kann einerseits, wenn die elektrische Maschine 4 als Motor betrieben wird und dabei aus der Bordnetz-batterie 9 gespeist wird, elektrische Energie aus der Bordnetz-batterie 9 in den Zwischenkreis 7b bringen, und andererseits, wenn sie als Generator betrieben wird, Energie aus dem Zwischenkreis 7b zwecks Speisung der Verbraucher des Bordnetzes 8 und der Bordnetz-batterie 9 überführen.

[0026] Der Kondensatorspeicher 10 kann auch als Energiespeicher für die gesamte oder einen Teil der für den Starterbetrieb benötigten Energie dienen. Die Aufladung des Kondensatorspeichers 10 kann auf unterschiedliche Weisen erfolgen: Eine Möglichkeit besteht darin, den Kondensatorspeicher 10 auch bei abgestelltem Dieselmotor 1 im geladenen Zustand zu halten: Bei Betrieb des Dieselmotors 1, d.h. im Generatorbetrieb der elektrischen Maschine 4 wird er ohnehin aufgeladen. Bei anschließendem Motorstillstand werden laufend die unvermeidlichen geringfügigen Ladungsverluste aus der Bordnetz-batterie 9 nachgeladen. Das Starten kann dann ohne jede Wartezeit erfolgen. Bei einer anderen Möglichkeit wird auf das Nachladen verzichtet. Der Kondensatorspeicher 10 entlädt sich dann bei längerem Motorstillstand, und wird erst jeweils vor dem Starten aus der Bordnetz-batterie 9 aufgeladen. Bei beiden Fällen braucht nicht die gesamte zum Starten erforderliche Energie im Kondensatorspeicher 10 gespeichert sein. Ein Teil davon kann auch während des Startvorgangs der Bordnetz-batterie 9 entnommen werden. Bei anderen (nicht gezeigten) Ausführungsformen übernimmt ein gesonderter, mit dem Zwischenkreis 7b gekoppelter Energiespeicher (z.B. ein Kondensatorspeicher oder eine Kurzzeitbatterie) die Speicherung der gesamten oder eines Teils der Startenergie. Falls bei tiefen Temperaturen ein thermisches Starthilfsmittel zur Anwendung kommt, wird es vorteilhafterweise auch aus dem Kondensatorspeicher 10 gespeist. Bei (nicht ge-

zeigten) Ausführungsformen erfolgt die Speisung des Starters 4 und ggf. der thermischen Starthilfsmittel ganz oder teilweise aus einer Batterie, z.B. der Bordnetzbat-
terie 9.

[0027] Ein übergeordnetes Steuergerät 11 steuert den Startvorgang, indem es den Wechselrichter 7, und zwar den Umrichter 7a und den Wandler 7c steuert. Es gibt dem Umrichter 7a Amplitude, Phase und Frequenz der zu erzeugenden Dreiphasenspannung vor. Dem Wandler 7c gibt es den Strombetrag, die Stromrichtung für motorischen Betrieb und ggf. den Betrag der Spannungsheraufsetzung (falls der Bordnetzbatte-
rie 9 Energie entnommen wird) vor. Zum Starten des Dieselmotors 1 steuert das Steuergerät 11 die elektrische Maschine 4 über den Wechselrichter 7 derart, daß die Antriebs-
welle 2 auf eine hohe, zum Zünden des Kraftstoffs ausreichende Drehzahl angetrieben wird, wobei nicht von einer thermischen Starthilfsanlage Gebrauch gemacht wird.

[0028] Die Drehzahl, auf welche der Dieselmotor 1 von der elektrischen Maschine 4 angetrieben wird (zu-
mindest in einem Teilbereich) temperaturabhängig ge-
wählt. Zur Erfassung der Motor- und Außentemperatur ist ein Motortemperatursensor 12a sowie ein Außen-
temperatursensor 12 b vorgesehen.

[0029] Fig. 2 veranschaulicht die Abhängigkeit der Startdrehzahl (d.h. die zum Selbstzünden erforderliche Drehzahl, bei deren Erreichen Kraftstoff eingespritzt wird) von der Temperatur. Zur Vereinfachung sind hier Motor- und Außentemperatur als gleich angenommen; unterschiedliche Werte dieser Temperaturen werden durch ein entsprechendes Kennfeld berücksichtigt. Die gezeichnete Abhängigkeit ist derart, daß die Startdrehzahl von einem Maximum (z.B. 400 min^{-1}) bei der tiefsten Temperatur mit steigender Temperatur abfällt. Oberhalb einer gewissen Temperatur (hier 10°C) wird sie konstant gehalten, befindet sich also in diesem Bereich um einen mit steigender Temperatur zunehmenden Betrag über dem jeweils mindestens erforderlichen Drehzahlwert. Diese Einstellung einer Mindestdrehzahl dient dem Startkomfort. Ein weiterer (hier nicht näher veranschaulichter) temperaturabhängiger Parameter kann die Startdauer sein, d.h. die Dauer mit der der Dieselmotor 1 bei der Startdrehzahl angetrieben wird, bis Kraftstoff eingespritzt wird. Bei niedrigen Temperaturen ist die Startdauer größer als bei hohen, d.h. ihre Temperaturabhängigkeit ähnelt dem in Fig. 2 dargestellten Zusammenhang. Bei der Aufladung des Kondensatorspeichers 10 werden diese Temperaturabhängigkeiten berücksichtigt, indem der Ladungspegel in variabler Weise mindestens so hoch gelegt wird, daß bei der jeweils vorliegenden Temperatur ein sicheres Starten gewährleistet ist. Je nachdem, ob der Kondensatorspeicher 10 dauernd aufgeladen ist oder nur kurz vor dem Starten aufgeladen wird, sorgt das Steuergerät 11 vor dem eigentlichen Startvorgang für eine dauernde Nachladung bzw. einmalige Aufladung aus der Bordnetzbatte-
rie auf den o.g. erforderlichen Mindestladepegel. Bei

Verwendung einer Batterie als Energiequelle wird deren Kapazität und Leistung ausreichend gewählt, um ein Starten mit erforderlicher Starterdrehzahl bei allen Temperaturen zu gewährleisten.

[0030] Bei dem Verfahren gemäß Fig. 3 wird im Schritt S1 zunächst abgefragt, ob ein Kommando zum Starten des Dieselmotors 1 gegeben wurde. Bei der Betriebsweise mit kontinuierlicher Nachladung ist durch vorausgehende (nicht gezeigte) Verfahrensschritte sichergestellt, daß der Kondensatorspeicher 10 ausreichend geladen ist, um den Dieselmotor 1 bei den vorliegenden Temperaturverhältnissen ohne Verwendung von thermischen Starthilfsmitteln sicher starten zu können. Diese Verfahrensschritte umfassen eine Messung der Temperaturen, eine Bestimmung des zum sicheren Starten bei gemessenen Temperaturwerten erforderlichen Aufladungspegels z.B. mit Hilfe eines im Steuergerät 11 gespeicherten Kennfelds ähnlich Fig. 2, und ein Nachladen des Kondensatorspeichers 10 auf den erforderlichen Pegel. Diese Folge von Verfahrensschritten wird während des Motorstillstands laufend wiederholt. Bei der Betriebsweise mit einmaliger Aufladung wird diese Folge einmalig nach dem Startkommando ausgeführt. Im Schritt S2 erfolgt dann eine Messung der Temperaturen (falls dies nicht unmittelbar vorher bereits geschehen ist) und eine Bestimmung der zum sicheren Starten bei den gemessenen Temperaturwerten erforderlichen Startdrehzahl und Startdauer, z.B. mit Hilfe eines im Steuergerät 11 gespeicherten Kennfelds. Ohne Verwendung thermischer Starthilfsmittel (Schritt S3) wird dann im Schritt S4 die Kurbelwelle 2 des Dieselmotors 1 von dem elektrischen Starter 4 mit der vorher bestimmten Startdrehzahl angetrieben. Nach Verstreichen der vorher bestimmten Startdauer beginnt im Schritt S5 die Einspritzung des Kraftstoffs. Im darauffolgenden Schritt S6 startet der Dieselmotor durch Selbstzündung, ohne daß von einer thermischen Starthilfs-
einrichtung Gebrauch gemacht worden wäre, und zwar auch bei den tiefsten vorkommenden Gebrauchstemperaturen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Starten eines Dieselmotors (1) eines Kraftfahrzeugs, der kein thermisches Starthilfsmittel aufweist, mit folgenden Schritten:

- die Motortemperatur wird erfaßt;
- in Abhängigkeit von der erfaßten Temperatur wird eine Drehzahl bestimmt, auf die der Dieselmotor (1) zum Starten durch einen elektrischen Direktstarter (4) ohne Verwendung eines thermischen Starthilfsmittels zu bringen ist, wobei diese Drehzahl bei niedriger Temperatur höher als bei hoher liegt;
- der Dieselmotor (1) wird durch den elektrischen Starter (4) direkt auf die bestimmte Drehzahl gebracht und dadurch gestartet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem der elektrische Starter (4) den Dieselmotor (1) im Bereich tiefer Temperaturen auf eine Drehzahl von 400 min⁻¹ oder mehr antreibt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, bei welchem der elektrische Starter (4) den Dieselmotor (1) im Bereich tiefer Temperaturen auf eine Drehzahl von 600 min⁻¹ oder mehr antreibt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, bei welchem der elektrische Starter (4) den Dieselmotor (1) im Bereich tiefer Temperaturen auf eine Drehzahl von 800 min⁻¹ oder mehr antreibt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Einspritzung des Kraftstoffes in den Brennraum des Dieselmotors (1) erst nach Erreichen der bestimmten Drehzahl erfolgt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei ein Dieselmotor (1) verwendet wird, der kleinvolumig ist und insbesondere für die Verwendung in Personenkraftwagen und Kleinnutzfahrzeugen ausgelegt ist.
7. Antriebssystem eines Kraftfahrzeugs, mit
 - einem Dieselmotor (1), der kein thermisches Starthilfsmittel aufweist
 - einem elektrischen Direktstarter (4),
 - Mitteln (12a, 12b) zum Erfassen der Motortemperatur und/oder der Außentemperatur, und
 - einer Steuerung (11), die den Starter (4) veranlaßt, den Dieselmotor (1) auf eine, in Abhängigkeit von der erfaßten Temperatur variierte Drehzahl zu bringen, die zum Zünden des Kraftstoffes ausreicht, wobei die Drehzahl bei tiefen Temperaturen höher als bei tiefen Temperaturen liegt.
8. Antriebssystem nach Anspruch 7, wobei die Einspritzung des Kraftstoffes in den Brennraum des Dieselmotors (1) erst nach Erreichen der zum Zünden des Kraftstoffes ausreichenden Drehzahl erfolgt.
9. Antriebssystem nach Anspruch 7 oder 8, wobei der Dieselmotor (1) kleinvolumig ist und insbesondere für die Verwendung in Personenkraftwagen und Kleinnutzfahrzeugen ausgelegt ist.
10. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei der elektrische Direktstarter (4) als Starter/Generator ausgebildet ist, der permanent mit dem Dieselmotor (1) mitläuft.
11. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 7 bis 10, bei welchem der elektrische Direktstarter (4) ei-

ne wechselrichtergesteuerte Drehstrommaschine ist.

12. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 7 bis 11, bei welchem die zum Starten erforderliche Energie zumindest teilweise einem Kondensatorspeicher (10) entnommen wird.

13. Antriebssystem nach Anspruch 12, bei welchem die Vorladung des Kondensatorspeichers (10) temperaturabhängig erfolgt.

14. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 7 bis 13, bei welchem die zum Starten erforderliche Energie zumindest teilweise einer Batterie entnommen wird.

Claims

1. A method for starting a Diesel engine (1) of a motor vehicle, which has no thermal starting devices, having the following steps:

- the engine temperature is recorded;
- in dependence on the recorded temperature a speed is determined to which the Diesel engine (1) is to be brought for starting by an electric direct starter (4) without using a thermal starting device, with this speed being higher at low temperatures than at high temperatures;
- the Diesel engine (1) is directly brought to the determined speed by the electric starter (4) and is started thereby.

2. A method according to Claim 1, in which the electric starter (4) drives the Diesel engine (1) in the low-temperature range to a speed of 400 min⁻¹ or above.

3. A method according to Claim 2, in which the electric starter (4) drives the Diesel engine (1) in the low-temperature range to a speed of 600 min⁻¹ or above.

4. A method according to Claim 3, in which the electric starter (4) drives the Diesel engine (1) in the low-temperature range to a speed of 800 min⁻¹ or more.

5. A method according to one of Claims 1 to 4, whereby the injection of the fuel into the combustion chamber of the Diesel engine (1) takes place only after a determined speed has been reached.

6. A method according to one of Claims 1 to 5, whereby a Diesel engine (1) is used which has a small volume and is designed in particular for use in passenger vehicles and low-usage vehicles.

7. A drive system of a motor vehicle, having

- a Diesel engine (1) comprising no thermal starting devices,
 - an electric direct starter (4),
 - means (12a, 12b) for recording the engine temperature and/or the external temperature, and
 - a control unit (11) which causes the starter (4) to bring the Diesel engine (1) to a speed which is varied in dependence on the recorded temperature which is sufficient to ignite the fuel, with the speed being higher at low temperatures than at low temperatures.
8. A drive system according to Claim 7, whereby the injection of the fuel into the combustion chamber of the Diesel engine (1) take place only after the speed which is sufficient to ignite the fuel has been reached.
9. A drive system according to Claim 7 or 8, in which the Diesel engine (1) has a small volume and is designed in particular for use in passenger vehicles and low-usage vehicles.
10. A drive system according to one of Claims 7 to 9, in which the electric direct starter (4) is constructed as a starter/generator which permanently runs along with the Diesel engine (1).
11. A drive system according to one of Claims 7 to 10, in which the electric direct starter (4) is a three-phase machine controlled by anverter.
12. A drive system according to one of Claims 7 to 11, in which the energy required for starting is taken at least to some extent from a capacitor store (10).
13. A drive system according to Claim 12, in which the preliminary charging of the capacitor store (10) takes place as a function of temperature.
14. A drive system according to one of Claims 7 to 13, in which the energy required for starting is taken at least to some extent from a battery.
- ce régime est plus élevé à basse température qu'à haute température ;
- le moteur diesel (1) est amené au régime déterminé directement grâce au démarreur électrique (4) et démarré de ce fait.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le démarreur électrique (4) entraîne le moteur diesel (1) à un régime de 400 mn⁻¹ ou plus dans la plage de basses températures.
3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel le démarreur électrique (4) entraîne le moteur diesel (1) à un régime de 600 mn⁻¹ ou plus dans la plage de basses températures.
4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel le démarreur électrique (4) entraîne le moteur diesel (1) à un régime de 800 mn⁻¹ ou plus dans la plage de basses températures.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, où l'injection du carburant dans la chambre de combustion du moteur diesel (1) a lieu seulement lorsque le régime déterminé a été atteint.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, où on utilise un moteur diesel de faible volume, ce moteur diesel étant conçu, en particulier, pour une utilisation dans des voitures de tourisme et dans de petits véhicules utilitaires.
7. Système d'entraînement d'un véhicule automobile, comprenant :
- un moteur diesel (1) qui ne comprend aucun moyen thermique d'aide au démarrage,
 - un démarreur direct électrique (4),
 - des moyens (12a, 12b) servant à détecter la température du moteur et/ou la température extérieure, et
 - une commande (11) qui ordonne au démarreur (4) d'amener le moteur diesel (1) à un régime, variable en fonction de la température détectée, qui soit suffisant pour l'allumage du carburant, le régime étant plus élevé à basses températures qu'à hautes températures.
8. Système d'entraînement selon la revendication 7, où l'injection du carburant dans la chambre de combustion du moteur diesel (1) a lieu seulement lorsque le régime, suffisant pour l'allumage du carburant, a été atteint.
9. Système d'entraînement selon la revendication 7 ou 8, où le moteur diesel (1) est de faible volume et conçu, en particulier, pour une utilisation dans des voitures de tourisme et dans de petits véhicules uti-

Revendications

1. Procédé permettant de faire démarrer un moteur diesel (1) d'un véhicule automobile qui ne comprend aucun moyen thermique d'aide au démarrage, comportant les étapes suivantes :
- la température du moteur est détectée ;
 - en fonction de la température détectée, un régime est déterminé auquel le moteur diesel (1) doit être amené pour démarrer, grâce à un démarreur direct électrique (4), sans utilisation d'un moyen thermique d'aide au démarrage, où

litaires.

10. Système d'entraînement selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, où le démarreur direct électrique (4) est conçu comme un démarreur /alternateur qui tourne en permanence avec le moteur diesel (1). 5
11. Système d'entraînement selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, dans lequel le démarreur direct électrique (4) est un alternateur triphasé commandé par un convertisseur. 10
12. Système d'entraînement selon l'une quelconque des revendications 7 à 11, dans lequel l'énergie nécessaire pour le démarrage provient au moins partiellement d'un accumulateur à condensateur (10). 15
13. Système d'entraînement selon la revendication 12, dans lequel le préchargement de l'accumulateur à condensateur (10) a lieu en fonction de la température. 20
14. Système d'entraînement selon l'une quelconque des revendications 7 à 13, dans lequel l'énergie nécessaire pour le démarrage provient au moins partiellement d'une batterie. 25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

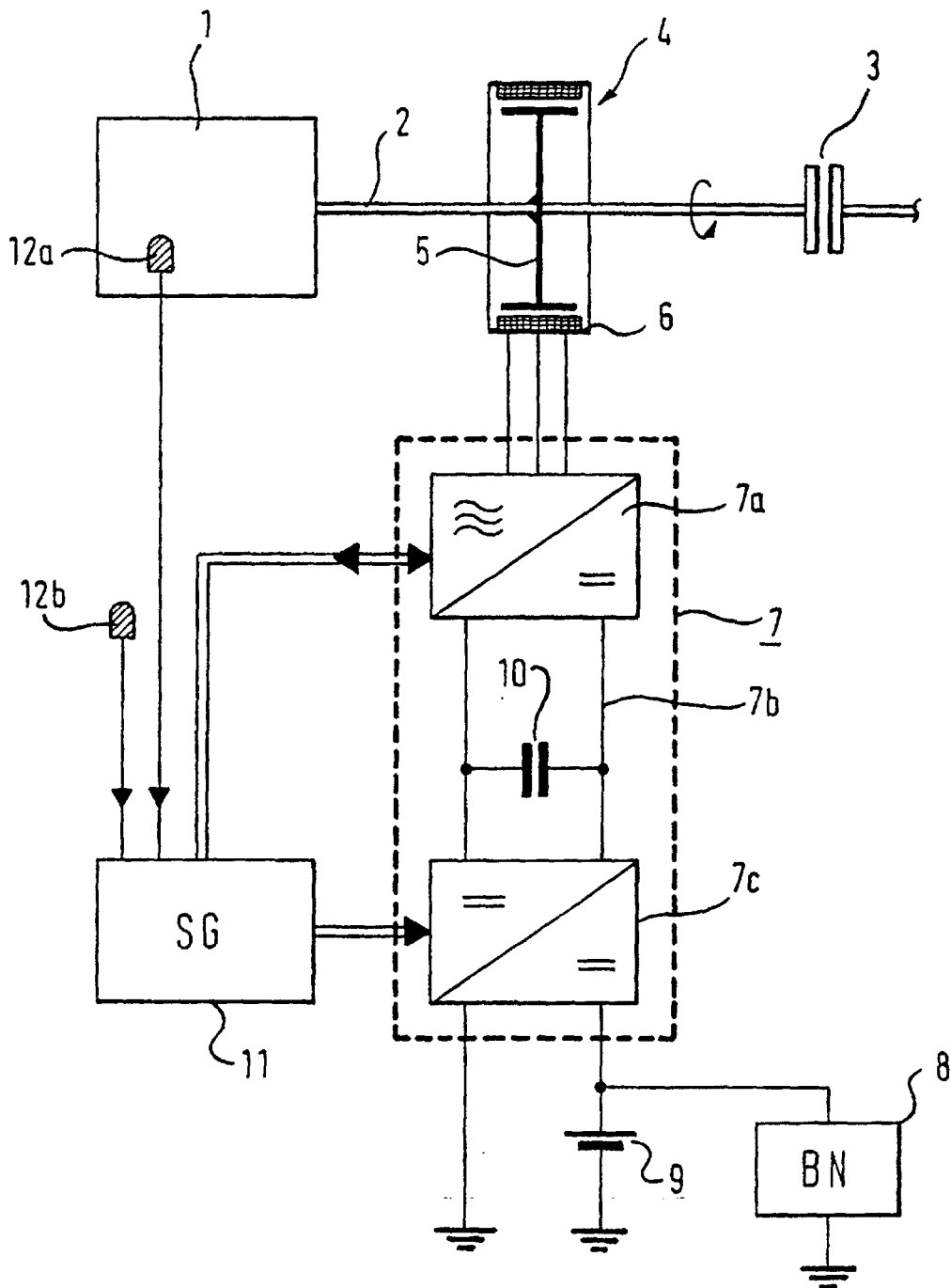


Fig. 2

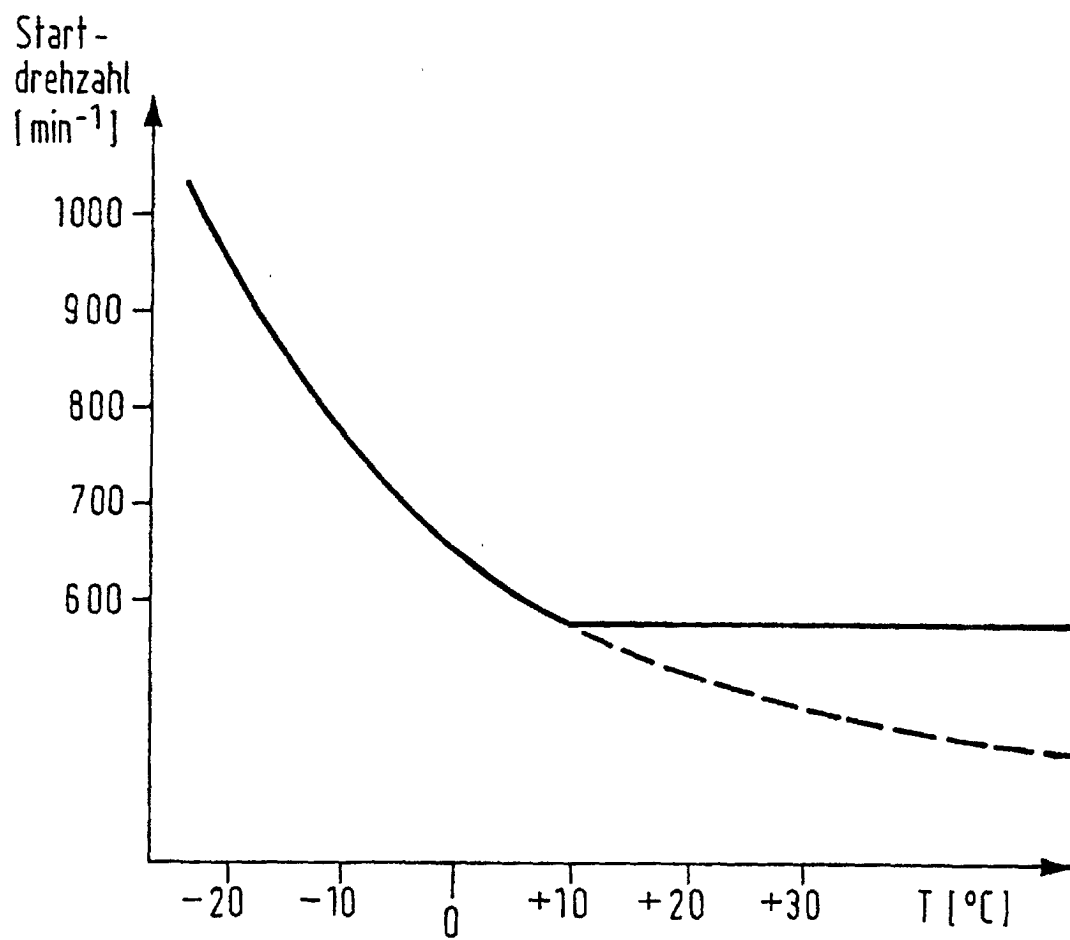


Fig. 3

