

(19)



(11)

**EP 1 591 649 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**21.03.2007 Patentblatt 2007/12**

(51) Int Cl.:  
**F02D 41/26<sup>(2006.01)</sup> F02D 41/22<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **05405272.5**

(22) Anmeldetag: **29.03.2005**

(54) **Dieselmachine mit einem elektronischen Modulen umfassenden Steuerungssystem**

Diesel engine with a control system comprising electronic modules

Moteur diesel avec un système de commande comportant des modules électroniques

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **26.04.2004 EP 04405255**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**02.11.2005 Patentblatt 2005/44**

(73) Patentinhaber: **Wärtsilä Schweiz AG  
8401 Winterthur (CH)**

(72) Erfinder: **Fankhauser, Stefan  
8542 Wiesendangen (CH)**

(74) Vertreter: **Sulzer Management AG  
Patentabteilung / 0067,  
Zürcherstrasse 12  
8401 Winterthur (CH)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 989 297 WO-A-98/28530  
DE-A- 19 745 765 JP-A- 2003 201 909  
US-A- 5 775 296**

**EP 1 591 649 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 Erfindung betrifft eine Dieselmachine, insbesondere einen Grossdieselmotor, mit einem elektronischen Module umfassenden Steuerungssystem gemäss Oberbegriff von Anspruch 1. Sie betrifft auch ein Verfahren zum Betreiben der erfindungsgemässen Dieselmachine sowie eine Verwendung dieser Maschine. Der Grossdieselmotor kann sowohl ein Zweitakt- als auch ein Viertakt-Dieselmotor sein.

**[0002]** Aus der EP-A- 0 989 297 ist eine Dieselmachine mit einer Motorsteuerung bekannt, die durch ein aus elektronischen Modulen zusammengesetzten Steuerungssystem ausgeführt wird. Bei einem Motor wie dieser Dieselmachine werden durch das Steuerungssystem lokale, nämlich Zylinder betreffende Funktionen und globale, den gesamten Motor betreffende Funktionen beeinflusst. Bei einem weiter entwickelten Grossdieselmotor (vgl. die nicht vorveröffentlichte Anmeldung EP04405073.0 = P.7386) umfasst das Steuerungssystem Module mit identisch ausgebildeten Logikschaltungen. Die Zylinder sind jeweils einem der Steuerungsmodule zugeordnet und die Logikschaltungen umfassen jeweils einen ersten und einen zweiten Funktionsteilbereich. Mit dem ersten Funktionsteilbereich ist der zugeordnete Zylinder steuerbar. Die globalen Funktionen werden durch eine auf die Module verteilte Steuerung beeinflusst, nämlich so, dass für mindestens einen Teil der Module mit jeweils dem zweiten Funktionsteilbereich in Zusammenspiel mit zweiten Funktionsteilbereichen der weiteren Module die globale Motorsteuerung in einer redundanten Weise durchgeführt werden kann.

**[0003]** Wird der Grossdieselmotor zum Antrieb eines Hochseeschiffs verwendet, so ist es notwendig, dass bei Versagen einzelner Teile des Steuerungssystems oder von Komponenten des Motors zumindest noch ein Teil der Motorleistung weiter zur Verfügung steht. Dazu muss die globale Motorsteuerung in ausreichendem Mass funktionstüchtig bleiben. Einzelne Zylinder können ausfallen, da die Maschine bei einem solchen Ausfall mit einer reduzierten Leistung weiter betreibbar ist. Einen permanent durchführbaren Betrieb der Maschine erreicht man, indem man diese in redundanter Weise steuert und auch bei den mechanischen Bestandteilen eine Redundanz durch mehrfachen Einbau einzelner Komponenten herstellt. Zu einer Hauptsteuerung, mit der die globale Motorsteuerung aktiv betrieben wird, lässt man simultan eine zweite, identische Steuerung laufen, die bezüglich der globalen Motorsteuerung passiv bleibend mitarbeitet, die aber im Bedarfsfall ohne Verzögern in den aktiven Steuerungszustand umgeschaltet werden kann. Aufgrund der Redundanz bleibt im Fehlerfall zumindest ein Teil der Motorleistung aufrecht erhalten. Es ist für die lokale Steuerung nur je ein elektronisches Modul pro Zylinder vorgesehen. Bezüglich den globalen Funktionen mit deren elektronischen Systemkomponenten ist es erforderlich, dass mindestens ein zweites Mal die gleichen Systemkomponenten im Steuerungssystem enthalten

sind.

**[0004]** Trotz der vorgesehenen Redundanz ist es notwendig, Ersatzmodule an Lager zu halten, um bei Ausfall eines Moduls Redundanz wieder herstellen zu können.

**[0005]** Aufgabe der Erfindung ist es, für eine Dieselmachine, bei der Ersatzmodule an Lager genommen sind, eine Ausführungsform zu schaffen, bei der sich der Einsatz und die Lagerhaltung der Ersatzmodule in einer vorteilhaften Art durchführen lässt. Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 definierte Maschine gelöst.

**[0006]** Die Dieselmachine, die insbesondere ein Grossdieselmotor ist, weist ein elektronische Module umfassendes Steuerungssystem auf. Mit einem intermodularen Busleitungssystem ist Information zwischen den Modulen übermittelbar. Zur Behebung von Ausfällen im Steuerungssystem stehen Ersatzmodule zur Verfügung. Am intermodularen Busleitungssystem ist mindestens eine Anschlussstelle für Ersatzmodule vorgesehen. An dieser Anschlussstelle ist ein angeschlossenes Ersatzmodul selbsttätig durch das Steuerungssystem vorkonditionierbar. Es werden dabei ein spezifisches Betriebsprogramm geladen und Betriebsparameter aktualisiert. Das Ersatzmodul ist neben dem aktiv laufenden Steuerungssystem passiv bleibend im Leerlauf mitbetreibbar. Bei Versagen eines aktiven Moduls ist das Ersatzmodul zur Substitution des versagenden Moduls sofort einsatzbereit. Dabei wird an der Anschlussstelle des zu substituierenden Moduls am intermodularen Busleitungssystem das vorkonditionierte Ersatzmodul eingesetzt.

**[0007]** Die abhängigen Ansprüche 2 bis 6 betreffen besondere Ausführungsformen der erfindungsgemässen Dieselmachine. Die Ansprüche 7 und 8 beziehen sich auf Verfahren zum Betreiben der erfindungsgemässen Maschine, während eine Verwendung dieser Maschine Gegenstand des Anspruchs 9 ist.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

**[0008]**

Fig. 1 einen zentralen Ausschnitt eines Grossdieselmotors, im Speziellen eines Zweitakt-Dieselmotors, und

Fig. 2 ein stark vereinfachtes Schema eines Steuerungssystems zu einer erfindungsgemässen Dieselmachine.

**[0009]** Eine Dieselmachine, beispielsweise der in Fig. 1 teilweise dargestellte Zweitakt-Grossdieselmotor, ist ein mehrere Zylinder 2 umfassender Motor, bei dem durch ein elektronisches Steuerungssystem 1 lokale, die Zylinder 2 betreffende Funktionen und globale, den gesamten Motor betreffende Funktionen beeinflussbar sind.

**[0010]** Die beim Beispiel des in Fig. 1 dargestellten Motors auftretenden Komponenten sind neben dem

## Steuerungssystem 1:

ein Gaswechselsystem 20 mit Gaswechselventil 21, Ventilkörper 211 und Kanal 212, durch den Luft zu-  
führbar und Verbrennungsgase abführbar sind;  
ein Einspritzsystem 30 zum volumetrischen oder  
zeitgesteuerten Einspeisen von flüssigem Brenn-  
stoff 300, der durch ein gesteuertes Einspritzorgan  
32 und Düsen 22 (Düsen spitzen 22a, 22b) in einen  
Verbrennungsraum 23 zwischen dem Ventilkörper  
211 und einem Kolben 24 einspritzbar ist;  
Pumpen 31, 41 zum Zuführen des Brennstoffs 300  
bzw. eines Steuermediums 400, das durch ein ge-  
steuertes Einspeiseorgan 42 in das Gaswechsel-  
ventil 21 förderbar ist;  
ein Akkumulator 43 für das Steuermedium 400 und  
ein Akkumulator 33 für den Brennstoff 300, ein so-  
genanntes "Common Rail", wobei diese Akkumula-  
toren 33 und 43 einerseits mit den Pumpen 31 bzw.  
41 und andererseits mit den Einspritzsystemen 30  
bzw. den Gaswechselsystemen 20 aller Zylinder 2  
verbunden sind.

**[0011]** Die Pumpen 31, 41 und Organe 32, 42 sind  
über signalübermittelnde Verbindungen 310, 410, 320  
bzw. 420 an das Steuerungssystem 1 angeschlossen.  
Eine weitere Verbindung 210 führt zu einem Sensor des  
Gaswechselventils 21.

**[0012]** Zusätzliche, nicht dargestellte Komponenten  
des Motors sind:

ein hydraulisches System mit Organen zur Durch-  
führung des Einspritzens sowie des Gaswechsels;  
Winkelerfassung zur Synchronisation der lokalen  
und globalen Funktionen mit der Drehung einer vom  
Motor angetriebenen Welle; und  
Vorrichtungen zum Regeln der Brennstoffzufuhr so-  
wie des Gaswechsels und zur Steuerung einer Start-  
luftzufuhr.

**[0013]** Die Fig. 2 zeigt Details zu einem besonderen  
Steuerungssystem 1 des erfindungsgemässen Diesel-  
motors. Das Steuerungssystem 1 umfasst - soweit es  
dargestellt ist - Steuerungsmodul 10, insbesondere Mo-  
dule 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f und ein Ersatzmodul  
100, wobei alle genannten Module an ein intermodulares  
Busleitungssystem 15 angeschlossen sind, das zwecks  
Redundanz sich aus zwei Busleitungsteilsystemen 15a  
und 15b zusammensetzt. Mit dem intermodularen Bus-  
leitungssystem 15 ist Information zwischen den Modulen  
10, einschliesslich den angeschlossenen Ersatzmodu-  
len 100 übermittelbar. Weitere Komponenten des Steue-  
rungssystems 1 sind ein Block 7, der sich auf einen ersten  
Teil von globalen Funktionen bezieht (z.B. Schiffsalarm-  
system, Sicherheitssystem, Drehzahlregelung), und Ak-  
toren 8a, 8b, 8c und 9a, 9b (engl. "actuators"), die sich  
auf einen weiteren Teil der globalen Funktionen bezie-  
hen. Der Block 7 wird redundant gesteuert, nämlich über

zwei Busleitungsteilsysteme 17a, 17b und durch ein si-  
multanes Betreiben von zwei Modulen 10a und 10b. Bei  
Ausfall eines der Module 10a oder 10b erhält der Block  
7 weiterhin die für die Steuerung benötigte Information.

**[0014]** Es kann vorteilhaft sein, wenn mehr als ein Er-  
satzmodul 100 an das intermodulare Busleitungssystem  
15 angeschlossen sind. Wie die Erfahrung zeigt, ist für  
ein elektronisches, im Leerlauf betriebenes Modul (d.h.  
Modul unter Spannung aber ohne Beanspruchung durch  
eine Last) eine längere Lebensdauer zu erwarten als für  
ein gelagertes Ersatzmodul, das an einem Lagerplatz  
ungünstigen Umwelteinflüssen (Kondenswasser auf-  
grund von Feuchtigkeit, Temperaturschwankungen)  
ausgesetzt ist. Die am intermodularen Busleitungssystem  
15 angeschlossenen Ersatzmodule 100 lassen sich vor-  
teilhafterweise auch durch das Steuerungssystem hin-  
sichtlich deren Funktionstüchtigkeit überwachen.

**[0015]** Alle Module 10 - und ebenso die am intermo-  
dularen Busleitungssystem 15 angeschlossenen Ersatz-  
module 100 - sind oder werden mit einem identischen  
Betriebsprogramm ausgestattet, das spezifisch für die  
zu steuernde Dieselmachine formuliert ist. Auch für die  
Betriebsparameter erhalten die Module 10 und Ersatz-  
module 100 jeweils den gleiches Wertesatz, obwohl in  
der Regel nur ein Teil der Betriebsparameter für das in-  
dividuelle Modul hinsichtlich dessen Funktionalität ver-  
fügbar sein muss. Die Integration der Module 10 im  
Steuerungssystem 1 wird z. B. durch Verbindungskabel  
mit Steckern hergestellt, wobei die Funktionalitäten der  
einzelnen Module 10 sich durch diese Verbindungen er-  
geben. Durch das Einstecken der Stecker an den für sie  
vorgesehenen Anschlussstellen wird die Funktionalität  
des individuellen Moduls 10 durch das Betriebspro-  
gramm erkannt und aktiviert.

**[0016]** Die einzelnen Module 10 sind im Steuerungs-  
system 1 derart angeordnet und angeschlossen, dass  
zum Ersetzen eines defekten Moduls 10 lediglich De-  
montageeingriffe an diesem Modul 10 durchzuführen  
sind. Bei einem Entfernen eines einzelnen Moduls 10  
bleibt das Steuerungssystem 1 weiter arbeitsfähig, dank  
einer Redundanz, wie sie in der Einleitung kurz beschrie-  
ben worden ist (nämlich in Form von jeweils zwei Funk-  
tionsteilbereichen der Logikschaltungen: mit dem ersten  
Funktionsteilbereich wird der zugeordnete Zylinder und  
mit den zweiten Funktionsteilbereichen werden die glo-  
balen Funktionen beeinflusst).

**[0017]** Für jedes Modul 10 ist ein Austausch mit dem  
oder einem Ersatzmodul 100 durchführbar. Am intermo-  
dularen Busleitungssystem ist mindestens eine An-  
schlussstelle 150 für Ersatzmodule 100 vorgesehen.  
Nach Anschliessen eines aus dem Lager bezogenen Er-  
satzmoduls 100 wird dieses selbsttätig durch das Steue-  
rungssystem vorkonditioniert: es wird ein für die zu steu-  
ernde Dieselmachine erstelltes Betriebsprogramm ge-  
laden oder aktualisiert; und den Betriebsparametern wer-  
den spezifische Werte zugeordnet. Das angeschlossene  
Ersatzmodul 100 wird neben dem aktiv laufenden Steue-  
rungssystem 1 passiv bleibend im Leerlauf mitbetrieben.

Bei Versagen eines aktiven Moduls 10 steht das Ersatzmodul 100 zur Substitution des defekten Moduls 10 sofort zur Verfügung, wobei an der Anschlussstelle 150 des zu substituierenden Moduls 10 am intermodularen Busleitungssystem 15 neu das vorkonditionierte Ersatzmodul 100 eingesetzt wird.

**[0018]** Das Vorkonditionieren des Ersatzmoduls 100 erfordert eine Zeitdauer, die bedeutend länger ist als die für den Modulaustausch benötigte Dauer. Daher gibt es für die erfindungsgemäße Dieselmachine mit vorkonditioniertem Ersatzmodul 100 eine Zeitersparnis im Vergleich zu einer Maschine, bei der nach einem Modulaustausch am intermodularen Busleitungssystem 15 zuerst noch ein Laden des Ersatzmoduls 100 mit dem Betriebsprogramm und den Betriebsparametern vorgenommen werden muss.

**[0019]** Das in Fig. 2 am intermodularen Bussystem 15 angeschlossene Ersatzmodul 100 stellt als "Gateway" eine Anschlussstelle zu einem Peripheriegerät 5 her, das einen Konverter 105 und eine Konsole 6 umfasst, wobei zwischen dieser Konsole 6 und dem Steuerungssystem 1 ein Informationsaustausch durchführbar ist. Ein "Gateway" ist eine Systemkomponente, die das intermodulare Bussystem 15 gegen externe elektrische Störeinflüsse abschirmt, die aus der Umgebung schädigend einwirken könnten. Das "Gateway" lässt nur die für den Informationsaustausch erforderlichen Signale passieren.

**[0020]** In der Regel wird eine Mehrzahl von Ersatzmodulen 100 an Lager genommen. Es kann dann hilfreich sein, wenn an den Anschlussstellen 150 für die Ersatzmodule 100, die am intermodularen Busleitungssystem 15 angeordnet sind, die Ersatzmodule 100 ausgetauscht werden, um so Vorkonditionierungen vorzunehmen und die so vorkonditionierten Ersatzmodule 100 an Lager zu nehmen. Diese Ersatzmodule 100 eignen sich für einen direkten Ersatz von defekten Modulen 10 derart, dass sie sofort einsatzbereit sind und nicht noch vor ihrem Einsatz konditioniert, d.h. mit dem Betriebsprogramm geladen und Betriebsparameter aktualisiert werden müssen.

**[0021]** Die Steuerungssysteme 1 der erfindungsgemäßen Dieselmachine sind insbesondere zur Verwendung auf einem Hochseeschiff vorgesehen, auf dem die Maschine eine Schiffsantriebswelle dreht. Die Steuerungsmodule 10 weisen für diese Verwendung Ein- und Ausgänge auf, durch die sie Information unter anderem mit einem Schiffsalarmsystem, einem Sicherheitssystem und einer elektronischen Drehzahlregelung der Schiffsantriebswelle austauschen können, so dass mit dieser Information das Steuerungssystem 1 zusätzlich beeinflussbar ist.

**[0022]** Die Aktoren 8a, 8b, 8c und 9a, 9b sind in einer Redundanz erzeugenden Anzahl vorhanden. Sie sind über Busleitungssysteme 18a, 18b und 18c an Module 10, nämlich die Module 10c, 10d bzw. 10e, angeschlossen. Bei Ausfall eines Aktors wird mit den entsprechenden Modulen 10 eine Anpassung beim Betrieb der intakten Aktoren bewirkt. Die Aktoren 8a, 8b sowie 8c sind

beispielsweise drei Pumpen für ein Servo-Öl und die Aktoren 9a sowie 9b Pumpen für den Brennstoff 300, der in den Akkumulator 33 einzuspeisen ist. Bei Ausfall beispielsweise des Aktors 8a wird mit den entsprechenden Modulen 10d und 10e des Steuerungssystems 1 eine Anpassung beim Betrieb der intakten Aktoren 8b und 8c bewirkt. Es kann dabei mit zwei der drei Aktoren der Bedarf an Servo-Öl gedeckt werden, indem die Förderleistung der beiden intakten Aktoren 8b und 8c entsprechend vergössert wird. Bei Ausfall eines der den Aktoren 8a, 8b, 8c zugeordneten Module 10c, 10d oder 10e stellt der entsprechende Aktor 8a, 8b bzw. 8c ebenfalls seinen Betrieb ein, was aber dank der Redundanz dieser Aktoren 8a, 8b, 8c nicht zu einem Ausfall der gesamten Maschine führt.

## Patentansprüche

1. Dieselmachine, insbesondere Grossdieselmotor, mit einem elektronische Module (10) umfassenden Steuerungssystem (1), wobei mit einem intermodularen Busleitungssystem (15) Information zwischen den Modulen übermittelbar ist und zur Behebung von Ausfällen im Steuerungssystem Ersatzmodule (100) zur Verfügung stehen, **dadurch gekennzeichnet, dass** am intermodularen Busleitungssystem mindestens eine Anschlussstelle (150) für Ersatzmodule (100) vorgesehen ist, an der ein angeschlossenes Ersatzmodul selbsttätig durch das Steuerungssystem vorkonditionierbar ist, nämlich durch Laden mit einem spezifischen Betriebsprogramm und Aktualisierung von Betriebsparametern, dass dieses Ersatzmodul neben dem aktiv laufenden Steuerungssystem passiv bleibend im Leerlauf mitbetreibbar ist und dass bei Versagen eines aktiven Moduls das Ersatzmodul zur Substitution des versagenden Moduls sofort einsatzbereit ist, wobei an der Anschlussstelle des zu substituierenden Moduls am intermodularen Busleitungssystem das vorkonditionierte Ersatzmodul einzusetzen ist.
2. Maschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Maschine ein mehrere Zylinder (2) umfassender Motor ist, bei dem durch das Steuerungssystem (1) lokale, die Zylinder betreffende Funktionen und globale, den gesamten Motor betreffende Funktionen beeinflussbar sind, dass jeder Zylinder einem Modul (10) des Steuerungssystems zugeordnet ist, dass jeder dieser Steuerungsmodule (10) eine identisch ausgebildete Logikschaltung mit einem ersten und einem zweiten Funktionsteilbereich umfasst, dass mit dem ersten Funktionsteilbereich der zugeordnete Zylinder steuerbar ist und dass die globalen Funktionen durch eine auf die Module verteilte Steuerung beeinflussbar sind, nämlich so, dass für mindestens einen Teil der Module mit jeweils dem zweiten Funktionsteilbereich in Zusammen-

menspiel mit zweiten Funktionsteilbereichen der weiteren Module die globale Motorsteuerung in einer redundanten Weise durchführbar ist, wobei in einem Fehlerfall aufgrund der Redundanz zumindest ein Teil der Motorleistung aufrecht erhalten bleibt.

3. Maschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die lokalen und globalen Funktionen durch ein simultanes Betreiben der Module (10) mit identischem Betriebsprogramm durchführbar sind.

4. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das am intermodularen Bussystem (15) angeschlossene Ersatzmodul (100) als "Gateway" eine Anschlussstelle (150) zu einem Peripheriegerät (5) herstellt, mittels dem ein Informationsaustausch mit dem Steuerungssystem (1) ausführbar ist.

5. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die einzelnen Module (10) im Steuerungssystem (1) derart angeordnet und angeschlossen sind, dass zum Ersetzen eines defekten Moduls lediglich lokale Demontageeingriffe an diesem Modul durchzuführen sind, und dass beim Fehlen eines einzelnen Moduls das Steuerungssystem weiter arbeitsfähig bleibt.

6. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Module (10) des Steuerungssystems (1) jeweils mit folgenden Komponenten des Motors in signalübermittelnder Verbindung (100) stehen:

- einem Einspritzsystem (30) für den zugeordneten Zylinder (2) zum Einspeisen von flüssigem Brennstoff (300),
- einem Gaswechselsystem (20) für den zugeordneten Zylinder,
- Pumpen (31, 41) zum Zuführen des Brennstoffs und eines Steuermediums (400),
- einem Akkumulator (43) für das Steuermedium und einem Akkumulator (33) für den Brennstoff, einem sogenannten "Common Rail", wobei diese Akkumulatoren mit den Pumpen, den Einspritzsystemen und den Gaswechselsystemen verbunden sind,
- einem hydraulischen System mit Organen zur Durchführung des Einspritzens und des Gaswechsels,
- Winkelerfassung zur Synchronisation der lokalen und globalen Funktionen mit der Drehung der vom Motor angetriebenen Welle, und
- Vorrichtungen zum Regeln der Brennstoffzufuhr sowie des Gaswechsels und zur Steuerung einer Startluftzufuhr.

7. Verfahren zum Betreiben einer Dieselmachine gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** für das Steuerungssystem (1) eine Mehrzahl von Ersatzmodulen (100) an Lager genommen wird und dass am intermodularen Busleitungssystem (15) Ersatzmodule an den Anschlussstellen (150) für die Ersatzmodule ausgetauscht werden, um vorkonditionierte Ersatzmodule an Lager zu nehmen.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die am intermodularen Busleitungssystem (15) angeschlossenen Ersatzmodule (100) durch das Steuerungssystem (1) hinsichtlich deren Funktionstüchtigkeit überwacht werden.

9. Verwendung einer Maschine gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6 auf einem Hochseeschiff zum Drehen einer Schiffsantriebswelle, wobei die Steuerungsmodule (10) Signaleingänge aufweisen, durch die sie Information unter anderem von einem Schiffsalarmsystem, von einem Sicherheitssystem und von einer elektronischen Drehzahlregelung der Schiffsantriebswelle zur Beeinflussung des Steuerungssystems (1) empfangen können.

#### Claims

1. A diesel engine, in particular a large diesel engine with a control system (1) including electronic modules (10) wherein information can be transmitted between the modules using an intermodular bus system (15) and wherein substitute modules (100) are available for the correction of failures in the control system, **characterised in that** at least one connection point (150) for substitute modules (100) is provided at the intermodular bus system at which an attached substitute module can be automatically pre-conditioned by the control system, namely by loading with a specific operating programme and by actualisation of operating parameters, **in that** this substitute module can be co-operated passively in idling mode, in addition to the actively running control system, and **in that** on failure of an active module, the substitute module is at once ready for use for the substitution of the failed module, with the pre-conditioned substitute module to be inserted at the intermodular bus system at the connection point of the module to be substituted.
2. An engine in accordance with claim 1, **characterised in that** the machine is an engine including a plurality of cylinders (2) in which local functions relating to the cylinders and global functions relating to the whole engine can be influenced by the control system, **in that** each cylinder is associated with one module (10) of the control system, **in that** each of

these control modules (10) includes an identically designed logic circuit with a first function part and a second function part, **in that** associated cylinder can be controlled with the first function part and **in that** the global functions can be influenced by means of a control distributed over the modules, namely in such a manner that the global engine control can be carried out in a redundant manner for at least one part of the modules with, in each case, the second function part in collaboration with the second function parts of the further modules, wherein in case of fault at least a part of the engine power is maintained due to the redundancy.

3. An engine in accordance with claim 1 or claim 2 **characterised in that** the local and global functions can be carried out by means of a simultaneous operation of the modules (10) using an identical operating programme.

4. An engine in accordance with any one of the claims 1 to 3 **characterised in that** the substitute module (100) connected to the intermodular bus system (15) establishes a connection point (150) as a "gateway" to a peripheral device (5) by means of which an exchange of information can be carried out with the control system (1).

5. An engine in accordance with any one of the claims 1 to 4 **characterised in that** the individual modules (10) are arranged and connected in the control system (1) in such a way that merely local disassembly steps are to be carried out on this module to replace a defect module and **in that** the control system can still remains able to operate if an individual module is missing.

6. An engine in accordance with any one of the claims 1 to 5 **characterised in that** the modules (10) of the control system are respectively in signal transmitting connection (100) with the following components of the engine:

- injection system (30) for the associated cylinder (2) for the feeding of liquid fuel (300),
- a gas changing system (30) for the associated cylinder (2),
- pumps (31, 41) for supplying the fuel and a control medium (400),
- an accumulator (43) for the control medium and an accumulator (33) for the fuel, with a so-called "common rail", wherein these accumulators are connected to the pumps, to the injection systems and to the gas changing systems,
- a hydraulic system with members for carrying out the injection and the gas changing,
- an angle determination means for the synchronisation of the local and global functions with the

rotation of the shaft driven by the engine and  
- devices for the regulation of the fuel supply and also of the gas changing and for control of a start air supply.

7. A method for the operation of a diesel engine in accordance with any one of the claims 1 to 6 **characterised in that** a plurality of substitute modules (100) is stored and that substitute modules are exchanged at the intermodular bus system (15) at the connection points (150) for the substitute modules, in order to take pre-conditioned substitute modules into store.

8. A method in accordance with claim 7 **characterised in that** the substitute modules (100) connected to the intermodular bus system (15) are monitored by the control system with regard to their ability to operate.

9. The use of an engine in accordance with any one of the claims 1 to 6 on an ocean-going ship for the rotation of a ship's drive shaft wherein the control modules (10) have signal inputs through which they can receive information from, among other things, a ship's alarm system, from a security system and from an electronic speed of rotation control of the ship's drive shaft to influence the control system (1).

## Revendications

1. Machine Diesel, en particulier grand moteur Diesel, avec un système de commande (1) comportant des modules électroniques (10), où avec un système intermodulaire à lignes de bus (15), des informations entre les modules peuvent être transmises et, pour remédier à des défaillances dans le système de commande, des modules de remplacement (100) sont à disposition, **caractérisée en ce qu'**est prévu au système intermodulaire à lignes de bus au moins un emplacement de connexion (150) pour des modules de remplacement (100) auquel un module de remplacement connecté peut être préconditionné automatiquement par le système de commande, à savoir par une charge avec un programme de fonctionnement spécifique et par l'actualisation de paramètres de fonctionnement, **en ce que** ce module de remplacement, à côté du système de commande actif en fonctionnement, tout en restant passif, peut être co-entraîner en fonctionnement à vide et **en ce que**, lors de la défaillance d'un module actif, le module de remplacement, pour se substituer au module défaillant, peut être utilisé immédiatement, où le module de remplacement préconditionné doit être inséré à l'emplacement de connexion du module à remplacer au système intermodulaire à lignes de bus.

2. Machine selon la revendication 1, **caractérisé en**

- ce que** la machine est un moteur comprenant plusieurs cylindres (2), dans lequel le système de commande (1) peut agir sur des fonctions locales, concernant les cylindres, et des fonctions globales, concernant l'ensemble du moteur, **en ce que** chaque cylindre est associé à un module (10) du système de commande, et **en ce que** chacun de ces modules de commande (10) comprend un circuit logique réalisé d'une manière identique avec une première et une seconde zone partielle de fonctions, **en ce que** par la première zone partielle de fonctions, le cylindre associé peut être commandé, et **en ce que** les fonctions globales peuvent être influencées par une commande répartie sur les modules, à savoir que pour au moins une partie des modules avec à chaque fois la seconde zone partielle de fonctions, en coopération avec les secondes zones partielles de fonctions des autres modules, la commande globale du moteur peut être exécutée d'une manière redondante, où en cas d'erreur en raison de la redondance, au moins une partie de la puissance du moteur est maintenue.
3. Machine selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** les fonctions locales et globales peuvent être exécutées par un fonctionnement simultané des modules (10) avec un programme de fonctionnement identique.
4. Machine selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** le module de remplacement (100) connecté au système intermodulaire à bus (15) établit, en tant que "passerelle", un emplacement de connexion (150) avec un appareil périphérique (5) au moyen duquel peut être exécuté un échange d'informations avec le système de commande (1).
5. Machine selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** les modules individuels (10) sont disposés et connectés dans le système de commande (1) de telle sorte que pour le remplacement d'un module défectueux, uniquement des interventions de démontage locales doivent être exécutées à ce module, et **en ce que** lors de l'absence d'un seul module, le système de commande reste fonctionnel.
6. Machine selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** les modules (10) du système de commande (1) sont en liaison de transmission de signaux (100) à chaque fois avec les composants suivants du moteur:
- un système d'injection (30) pour le cylindre associé (2) pour injecter du combustible liquide (30),
  - un système de changement de gaz (20) pour le cylindre associé,
  - des pompes (31,41) pour l'amenée du combustible et d'un milieu de commande (400),
  - un accumulateur (43) pour le milieu de commande et un accumulateur (33) pour le combustible, un soi-disant "rail commun", où ces accumulateurs sont reliés aux pompes, aux systèmes d'injection et aux systèmes de changement de gaz,
  - un système hydraulique avec des organes pour exécuter l'injection et le changement de gaz,
  - une détection d'angle pour la synchronisation des fonctions locales et globales avec la rotation de l'arbre entraîné par le moteur et
  - des dispositifs pour régler l'amenée du combustible et du changement de gaz et pour la commande d'une amenée d'air de démarrage.
7. Procédé de fonctionnement d'une machine Diesel selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** pour le système de commande (1), une multitude de modules de remplacement (100) est stockée, et **en ce que**, au système intermodulaire à lignes de bus (15), des modules de remplacement sont échangés aux emplacements de connexion (150) des modules de remplacement pour stocker des modules de remplacement préconditionnés.
8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** les modules de remplacement (100) connectés au système intermodulaire à lignes de bus (15) sont surveillés par le système de commande (1) quant à leur capacité de fonctionnement.
9. Utilisation d'une machine selon l'une des revendications 1 à 6 sur un navire de haute mer, pour faire tourner un arbre d'entraînement de navire, où les modules de commande (10) présentent des entrées de signaux à travers lesquels ils peuvent recevoir des informations entre autre d'un système d'alarme du navire, d'un système de sécurité et d'un réglage électronique du nombre de tours de l'arbre d'entraînement du navire pour agir sur le système de commande (1).

Fig.1





