

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
29. Januar 2009 (29.01.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/013155 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02J 9/08 (2006.01)

Norderstedt (DE). **WILLER, Hans-Peter** [DE/DE];
Schwalbenhöhe 6, 21266 Jesteburg (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/059101

(74) **Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. Juli 2008 (11.07.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

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

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2007 034 472.6 20. Juli 2007 (20.07.2007) DE

(71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) **Erfinder; und**

(75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **FLACH, Michael** [DE/DE]; Heinrich-Heine-Weg 7, 24568 Kaltenkirchen (DE). **KAHLE, Jens** [DE/DE]; Böttgerstr. 49, 22851

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD AND APPARATUS FOR CONNECTION OF A GENERATOR, WHICH IS DRIVEN BY A DIESEL ENGINE, TO AN ELECTRICAL POWER SUPPLY SYSTEM

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ZUSCHALTUNG EINES VON EINEM DIESELMOTOR ANGETRIEBENEN GENERATORS ZU EINEM ELEKTRISCHEN NETZ

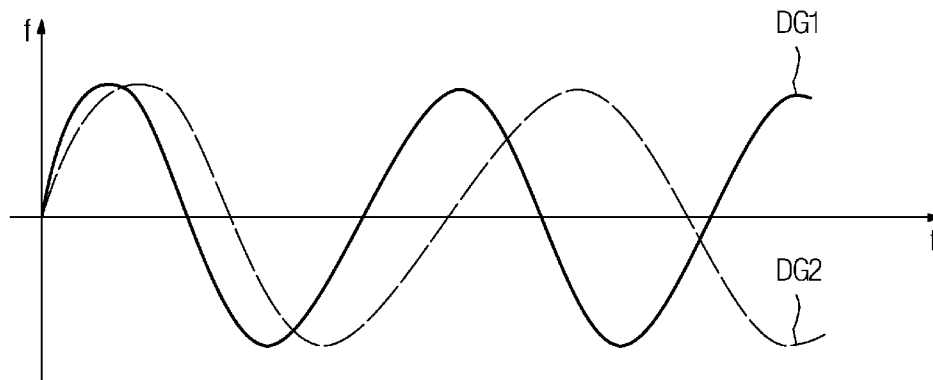


FIG 1

(57) **Abstract:** When a first generator (2), which is driven by a first diesel engine (3), is connected to an electrical power supply system (10), in particular an on-board power supply system in a marine vessel, wherein the electrical power supply system (10) is fed by a second generator (2') which is driven by a second diesel engine (3'), and wherein the time of connection of the first generator (2) is chosen as a function of the frequency and phase angle of the output voltage of the first generator (2) with respect to the frequency and phase angle of the power supply system (10), undesirably high levels of vibration produced by the diesel engines (3, 3') can be avoided by choosing the time of connection additionally as a function of the position and movement direction of a piston of the first diesel engine (3) with respect to the piston and movement direction of a piston of the second diesel engine (3').

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2009/013155 A2



GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

(57) Zusammenfassung: Bei der Zuschaltung eines von einem ersten Dieselmotor (3) angetriebenen ersten Generators (2) zu einem elektrischen Netz (10), insbesondere einem Bordnetz eines Schiffes, wobei das elektrische Netz (10) von einem zweiten Generator (2') gespeist wird, der von einem zweiten Dieselmotor (3') angetrieben wird, und wobei der Zeitpunkt der Zuschaltung des ersten Generators (2) in Abhängigkeit von der Frequenz und Phasenlage der Ausgangsspannung des ersten Generators (2) in Bezug auf die Frequenz und Phasenlage des Netzes (10) gewählt wird, können durch die Dieselmotoren (3,3') erzeugte unerwünscht hohe Vibrationen dadurch vermieden werden, dass der Zeitpunkt der Zuschaltung zusätzlich in Abhängigkeit von der Stellung und Bewegungsrichtung eines Kolbens des ersten Dieselmotors (3) in Bezug auf die Stellung und Bewegungsrichtung eines Kolbens des zweiten Dieselmotors (3') gewählt wird.

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Zuschaltung eines von einem Dieselmotor angetriebenen Generators zu einem elektrischen
5 Netz

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Zuschaltung eines von einem ersten Dieselmotor angetriebenen ersten Generators zu einem elektrischen Netz, insbesondere
10 einem Bordnetz eines Schiffes, wobei das elektrische Netz von einem zweiten Generator gespeist wird, der von einem zweiten Dieselmotor angetrieben wird; ein derartiges Verfahren und eine derartige Vorrichtung sind beispielsweise durch die WO 2002/061916 A1 bekannt.

15 In Anlagen mit mehreren Diesелgeneratoren, die auf einem schwingungsfähigem Untergrund installiert sind, besteht das Problem, dass nach einer Zuschaltung eines ersten Diesелgenerators zu einem elektrischen Netz, das bereits von einem zweiten Diesелgenerator gespeist wird, in Abhängigkeit von der relativen Stellung der Kolben der beiden Diesелgeneratoren zueinander Vibrationen auftreten können, die sich in der Anlage störend bemerkbar machen können.

25 Dies gilt insbesondere in Schiffen, für deren Bordnetze zur Erhöhung der Ausfallsicherheit und zur effizienten Energieerzeugung jeweils mehrere Diesелgeneratoren zur parallelen Einspeisung in das Bordnetz vorgesehen sind, die je nach Leistungsbedarf dem Bordnetz zu- oder von dem Bordnetz weggeschaltet werden. Häufig sind an Bord von Schiffen jeweils
30 zwei Diesелgeneratoren in einem gemeinsamen Raum angeordnet. Wenn nun ein erster Diesелgenerator zusätzlich zu einem zweiten Diesелgenerator auf das Netz synchronisiert und zugeschaltet wird und sich dabei beide Diesелgeneratoren im gleichen Raum befinden, so können verstärkte Vibrationen auftreten, die sich in mehreren Sektionen des Schiffes bemerkbar machen können. Wie sich herausgestellt hat, treten diese Vibrationen dann auf, wenn die Kolben der beiden Diesел eine be-

stimmte Stellung zu zueinander haben. Diese Vibrationen sind dann dauerhaft auch nach der Zuschaltung vorhanden, da beide Dieselmotoren nach der Synchronisierung aufgrund des gemeinsamen elektrischen Netzes elektrisch starr miteinander verbunden sind.

Es ist deshalb Aufgabe vorliegender Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung gemäß Oberbegriff des Patentanspruchs 1 bzw. Patentanspruchs 10 derart zu verbessern, dass solche unerwünschten Vibrationen sicher vermieden werden können.

Die Lösung der auf das Verfahren gerichteten Aufgabe gelingt durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind jeweils Gegenstand der Unteransprüche 2 bis 8. Eine besonders vorteilhafte Verwendung des Verfahrens ist Gegenstand des Patentanspruchs 9.

Die Lösung der auf die Vorrichtung gerichteten Aufgabe gelingt durch eine Vorrichtung gemäß Patentanspruch 10. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind jeweils Gegenstand der Unteransprüche 11 bis 18.

Das erfindungsgemäße Verfahren sieht vor, dass der Zeitpunkt der Zuschaltung zusätzlich in Abhängigkeit von der relativen Stellung und Bewegungsrichtung eines Kolbens des ersten Dieselmotors in Bezug auf die Stellung und Bewegungsrichtung eines Kolbens des zweiten Dieselmotors gewählt wird.

Es kann somit verhindert werden, dass eine Zuschaltung des ersten Generators bei kritischen relativen Stellungen und Bewegungsrichtungen der beiden Kolben zueinander, d.h. bei relativen Stellungen und Bewegungsrichtungen zueinander, bei denen unerwünschte Vibrationen auftreten, erfolgt. Durch eine elektrisch starre Verbindung der Dieselmotoren miteinander über eine Art „elektrische Welle“ nach der Zuschaltung wird dann auch verhindert, dass sich diese kritischen Stellungen und Bewegungsrichtungen zu einem späteren Zeitpunkt nach dem Zuschalten einstellen.

Die Vibrationen können dadurch wirkungsvoll verhindert werden, dass zum Zeitpunkt der Zuschaltung die relativen Stellungen der Kolben zueinander in einem vorgegebenen Bereich liegen.

5

Eine besonders wirkungsvolle Verhinderung der Vibrationen ist dadurch möglich, dass zum Zeitpunkt der Zuschaltung die beiden Kolben genau gegenläufig sind, d.h. die Stellungen der Kolben zueinander um genau 180° phasenverschoben sind.

10

Der optimale Zuschaltpunkt ist somit bei einer Phasenverschiebung von 180° , jedoch ergibt sich auch eine gute Vibrationsunterdrückung in einem größeren Bereich um 180° , insbesondere in einem Bereich der Phasenverschiebung von 150° bis 210° , d.h. die beiden Kolben sind zueinander mit einer Abweichung von maximal 30° gegenläufig.

15

Von Vorteil sind zum Zeitpunkt der Zuschaltung die Phasenlage der Ausgangsspannung des ersten Generators und die Phasenlage der Netzspannung gleich.

20

Bevorzugt liegt zum Zeitpunkt der Zuschaltung die Differenz zwischen der Frequenz der Ausgangsspannung und der Frequenz der Netzspannung innerhalb eines vorgebbaren Bereiches, insbesondere zwischen 0,5 und 0,15 Hz.

25

Die Zuschaltung kann hierbei besonders einfach durch ein Schließen eines Schalters zwischen einem elektrischen Ausgang des ersten Generators und dem Netz erfolgen.

30

Von Vorteil wird der Schalter hierbei nach Empfang eines Zuschaltssignales geschlossen, wobei bei der Generierung des Zuschaltssignales eine Eigenzeit des Schalters berücksichtigt wird.

35

Um im Notfall eine schnellstmögliche Zuschaltung, auch unter Inkaufnahme verstärkter Vibrationen, zu ermöglichen, kann die Abhängigkeit des Zeitpunktes der Zuschaltung von der relati-

ven Stellung und Bewegungsrichtung des Kolbens des ersten Dieselmotors in Bezug auf die Stellung und Bewegungsrichtung des Kolbens des zweiten Dieselmotors von Vorteil auch deaktiviert werden.

5

Besonders vorteilhaft ist die Verwendung des Verfahrens in einer Anlage, in der die beiden Dieselmotoren aufgrund ihrer Anordnung Vibrationen verursachen oder verstärken, insbesondere wenn sie in einem gemeinsamen Raum angeordnet, sind.

10

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Zuschaltung eines von einem ersten Dieselmotor angetriebenen ersten Generators zu einem elektrischen Netz, insbesondere einem Bordnetz eines Schiffes, wobei das elektrische Netz von einem zweiten Generator gespeist wird, der von einem zweiten Dieselmotor angetrieben wird, umfasst

15

- eine Synchronisiereinrichtung, durch die die Frequenz und Phasenlage der Ausgangsspannung des ersten Generators in Bezug auf die Frequenz und Phasenlage der Netzspannung durch Veränderung der Drehzahl des ersten Dieselmotors auf Werte einstellbar ist, die innerhalb vorgegebener Grenzen liegen, und durch die ein Synchronisiersignal nach Einstellung dieser Werte erzeugbar ist,
- eine Zuschalteinrichtung zur Zuschaltung des ersten Generators zu dem Netz nach Empfang eines Zuschaltssignales,
- eine Überwachungseinrichtung, durch die die relative Stellung und Bewegungsrichtung eines Kolbens des ersten Dieselmotors in Bezug auf die Stellung und Bewegungsrichtung eines Kolbens des zweiten Dieselmotors ermittelbar und bei Erfüllung vorgegebener Bedingungen ein Überwachungssignal erzeugbar ist, und
- eine Auswerteeinrichtung zur Erzeugung des Zuschaltssignales in Abhängigkeit von dem Synchronisiersignal und dem Überwachungssignal.

20

25

30

35

Die für das erfindungsgemäße Verfahren genannten Vorteile gelten entsprechend für die erfindungsgemäße Vorrichtung.

Von Vorteil ist das Überwachungssignal ein Signal für eine Sperrung einer Zuschaltung und die Auswerteeinrichtung erzeugt das Zuschaltssignal nur, wenn ein Synchronisiersignal und dabei aber kein Überwachungssignal vorliegt.

5

Bevorzugt generiert die Überwachungseinrichtung kein Überwachungssignal, d.h. es kommt zu einer Zuschaltung des ersten Generators, wenn die relativen Stellungen der beiden Kolben zueinander in einem vorgegebenen Bereich liegen, insbesondere wenn die Stellungen eine Phasenverschiebung von 150° bis 210° aufweisen.

Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung generiert die Überwachungseinrichtung kein Überwachungssignal, d.h. es kommt zu einer Zuschaltung des ersten Generators, wenn die beiden Kolben genau gegenläufig sind.

Von Vorteil ist durch die Synchronisiereinrichtung das Synchronisiersignal erzeugbar, wenn die Phasenlage der Ausgangsspannung des ersten Generators und die Phasenlage der Netzspannung gleich sind.

Besonders vorteilhaft ist es hierbei, wenn durch die Synchronisiereinrichtung das Synchronisiersignal erzeugbar ist, wenn die Differenz zwischen der Frequenz der Ausgangsspannung und der Frequenz der Netzspannung innerhalb eines vorgegebenen Bereiches, insbesondere zwischen 0,5 und 0,15 Hz, liegt.

Durch die Synchronisiereinrichtung kann bei der Erzeugung des Synchronisiersignals eine Eigenzeit des Schalters berücksichtigbar sein.

Bevorzugt ist die Überwachungseinrichtung durch eine Überbrückung deaktivierbar.

35

Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung sind die beiden Dieselmotoren derart aufgestellt, dass sie aufgrund

ihrer Anordnung Vibrationen verursachen oder verstärken, insbesondere dass sie in einem gemeinsamen Raum angeordnet sind.

5 Natürlich kann in all diesen Fällen das Netz zum Zeitpunkt der Zuschaltung des ersten Generators nicht nur allein von dem zweiten Generator, sondern auch von mehreren parallel laufenden Generatoren gespeist werden.

10 Die Erfindung sowie weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung gemäß Merkmalen der Unteransprüche werden im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen in den Figuren näher erläutert. Es zeigt:

15 FIG 1 einen zeitlichen Verlauf der Drehzahlen bzw. Frequenzen der Ausgangsspannungen zweier Dieseldieselgeneratoren DG1, DG2,

FIG 2 einen zeitlichen Verlauf der Schwebefrequenz,

FIG 3 eine Zuschaltungsvorrichtung,

20 FIG 4 grundsätzlich mögliche Zuschaltzeitpunkte aus Sicht der Dieseldieselgeneratoren DG1 und DG2 und

FIG 5 verschiedene Fälle für Stellungen der Kolben der Dieseldieselgeneratoren DG1 und DG2 bei den Zuschaltzeitpunkten.

25 Die FIG 1 zeigt einen zeitlichen Verlauf der Drehzahlen bzw. Frequenzen f der Ausgangsspannungen zweier Dieseldieselgeneratoren DG1, DG2 zur parallelen Einspeisung elektrischer Energie in ein Bordnetz eines Schiffes. Der Dieseldieselgenerator DG1 ist hierbei als einziger Dieseldieselgenerator bereits dem Bordnetz zu-

30 geschaltet, d.h. Höhe, Frequenz und Phasenlage der Bordnetzspannung entspricht denjenigen Werten des Dieseldieselgenerators DG1.

Beispielsweise beträgt bei den beiden Dieseldieselgeneratoren DG1, 35 DG2 die Drehzahl des Dieselmotors 514rpm und der Generator ist mit 7 Pol-Paaren ausgestattet (60Hz). Bezogen auf eine Umdrehung des Dieselmotors kann der Generator des Dieseldieselgenerators DG2 dann an 7 Positionen auf das Bordnetz bzw. auf den

Dieselmotor DG1 synchronisiert werden. Bestimmte Stellungen der Kolben zueinander können nach einer Zuschaltung des Dieselmotors DG 2 zu einer erhöhten Vibration führen, die dann dauerhaft ist, da beide Dieselmotoren über das elektrische Netz starr miteinander verbunden sind.

Pro Umdrehung des Dieselmotors DG2 wird nun ein Bereich vorgegeben, bei dem verstärkte Vibrationen auftreten. Innerhalb dieses Bereiches soll das Zuschalten des Motors nicht erfolgen.

Der generelle Synchronisiervorgang wird gestartet, in dem durch eine Synchronisiereinrichtung des Dieselmotors DG2 die Drehzahl (und damit die Frequenz auf der elektrischen Seite) des Dieselmotors DG2 solange verstellt wird, bis sie oberhalb der Drehzahl des bereits zugeschalteten Dieselmotors DG1 (d.h. Frequenz des Bordnetzes) liegt.

Im zweiten Schritt wird die Drehzahl des Dieselmotors DG2 durch die Synchronisiereinrichtung soweit verringert, dass die resultierende Drehzahl-Differenzfrequenz auf der elektrischen Seite zwischen 0,5 und 0,15 Hz liegt. Innerhalb dieses Frequenzbandes erfolgt keine weitere Drehzahlverstellung. Eine Messeinheit in der Synchronisiereinrichtung ermittelt, ob a) sich die Differenzfrequenz innerhalb des zulässigen Bereiches befindet und ob b) die Phaselage übereinstimmt. Dies wird dadurch ermittelt, dass das Minimum der Differenzfrequenz f_s (Schwebespannung) zu den Zeitpunkten t_M bestimmt wird und abzüglich einer Vorhaltzeit (Eigenzeit) Δt zum Zeitpunkt t_i für den Schalter ein Synchronisier - Impuls generiert wird (siehe FIG 2). Bei den Minima der Differenzfrequenz f_s zu den Zeitpunkten t_M liegen die möglichen Zuschaltzeitpunkte. Die Eigenzeit Δt beträgt beispielsweise 80ms.

Wie bereits ausgeführt gibt es bezogen auf eine Umdrehung des Dieselmotors sieben Stellungen des Kolbens, an denen der Generator zugeschaltet werden kann. Um nun beim nicht zugelas-

senen Bereich zuzuschalten, muss der Synchronisier-Impuls innerhalb dieses Bereiches gesperrt werden.

5 Dazu muss die aktuelle relative Stellung und Bewegungsrichtung der Kolben der beiden Dieselmotoren zueinander betrachtet werden und immer dann, wenn ein Sperrbereich durchlaufen wird, der Synchronisier-Impuls gesperrt werden.

10 Die Diesel drehen zwar mit 514 Umdrehungen, dies bedeutet 117 msec pro Umdrehung. Für die Betrachtungen sind jedoch nur die relativen Stellungen und Bewegungsrichtungen der beiden Dieselmotoren zueinander relevant.

15 Während des Synchronisiervorganges beträgt die Differenzfrequenz maximal 0,5Hz, so dass eine minimale Periodendauer $T = 2,0$ sec beträgt. Ohne einen Synchronisier-Impuls würden beide Dieselmotoren mit dieser Differenzfrequenz zueinander unbegrenzt weiter laufen und alle 2,0 sec das Minimum durchschreiten (mögliche Zuschaltstellungen). Aufgrund der Drehzahl-
20 zahldifferenz werden so nacheinander alle 7 für dieses Beispiel möglichen Positionen durchlaufen.

Mit der Kombination des Sperrsignals der relativen Stellungen der Kolben der Dieselmotoren zueinander mit dem Synchronisier-Impuls wird sichergestellt, dass die Kolben der Dieselmotoren nach dem Zuschalten zueinander eine optimale Stellung
25 aufweisen und somit die Vibrationen auf ein Minimum reduziert werden. Bei der Bildung des Sperrsignals wird dabei vorzugsweise sichergestellt, dass dieses Signal entsprechend früh
30 vor Erreichen des Synchronisierungspunktes vorhanden ist, da der eigentliche Synchronisier-Impuls immer mit einer entsprechenden Vorhaltzeit, der die Eigenzeit des Schalters berücksichtigt, aktiviert wird (typischerweise: 80ms).

35 Eine in FIG 3 gezeigte Vorrichtung 1 zur Zuschaltung des Dieselgenerators DG2 (der aus einem Generator 2 und einem Dieselmotor 3 besteht) zu dem Bordnetz 10 eines Schiffes umfasst eine Synchronisiereinrichtung 4, durch die die Frequenz und

Phasenlage der Netzspannung UN bzw. des Dieselgenerators DG1 (der aus einem Generator 2' und einem Dieselmotor 3' besteht) erfassbar, die Frequenz und Phasenlage der Ausgangsspannung U_{DG2} des Dieselgenerators DG2 in Bezug auf die Frequenz und
5 Phasenlage der Netzspannung UN durch Veränderung der Drehzahl des Dieselmotors 3 des Dieselgenerators DG2 auf Werte einstellbar ist, die innerhalb vorgegebener Grenzen liegen, und ein Synchronisiersignal S_s nach Einstellung dieser Werte erzeugbar ist.

10

Weiterhin umfasst sie einen Schalter 5 zur Zuschaltung des Generators 2 des Dieselmotors DG2 zu dem Netz durch eine Zuschalteinrichtung 8 nach Empfang eines Zuschaltsignals S_z .

15 Durch eine Überwachungseinrichtung 6 ist die Stellung und Bewegungsrichtung der Kolben des Dieselmotors 3' des Dieselgenerators DG1 in Bezug auf die Stellung und Bewegungsrichtung der Kolben des Dieselmotors 3 des Dieselgenerators DG2 ermittelbar und bei Erfüllung vorgegebener Bedingungen, bei denen
20 unerwünscht hohe Vibrationen auftreten können, ein Überwachungssignal S_v erzeugbar. Eine Auswerteeinrichtung 7, die auch in die Überwachungseinrichtung 6 integriert sein kann, dient zur Erzeugung des Zuschaltsignals S_z in Abhängigkeit von dem Synchronisiersignal S_s und dem Überwachungssignal S_v .

25

Für die Durchführung des Verfahrens wird bevorzugt jeder Dieselmotor 3, 3' mit einem zusätzlichen Impulsgeber, z.B. einem berührungslosen Endschalter, zur Erfassung einer Kolbenstellung im oberen Tot-Punkt und einem zusätzlichen Impulsgeber
30 (vorzugsweise zwischen 70 und 120 Zähne) für die Erfassung der Stellungen und Drehzahl der Welle des Dieselmotors ausgerüstet. Anhand dieser Informationen können die Stellungen und Bewegungsrichtungen der Kolben genau ermittelt werden.

35 Diese Impulse werden über die Überwachungseinrichtung 6, z.B. eine Simatic S7 Steuerung (Echtzeitmodul mit entsprechenden Impulseingängen und Zählern), erfasst und verarbeitet. Als

Ergebnis wird ein Sperrsignal als Überwachungssignal S_u gebildet.

Die Synchronisiereinrichtung 4 für jeden der Dieselgeneratoren DG1, DG2 kann unverändert bleiben, wobei das von der Synchronisiereinrichtung 4 erzeugte Synchronisiersignal S_s zu der Auswerteeinrichtung 7 bzw. zu der Überwachungseinrichtung 6 geführt wird, wenn die Auswerteeinrichtung 7 in die Überwachungseinrichtung 6 integriert ist. In der Auswerteeinrichtung 7 wird das Synchronisiersignal S_s mit dem Sperrsignal verknüpft und dann an einem Ausgang das Zuschaltssignal S_z für einen Ein-Kontakt des Schalters 5 erzeugt. Aufgrund der geringen Bearbeitungszeit innerhalb des Echtzeitmoduls (< 1 msec) der Überwachungseinrichtung 6 erfolgt hierbei keine zusätzliche Verzögerung des Synchronisier - Impulses für den Schalter 5.

Um sicherzustellen, dass ein Bediener ggf. auch zu jeder Zeit zusynchronisieren kann, ohne auf die mechanische Position der Kolben zueinander Rücksicht zu nehmen, kann mit Hilfe eines zusätzlichen Schalters ggf. die Überwachungseinrichtung 6 überbrückt und somit deaktiviert werden.

FIG 4 und FIG 5 zeigen in einer Art stroboskopischer Betrachtung beispielhaft mögliche Zuschaltpunkte des Dieselgenerators DG2 zu dem Netz. Wie in FIG 4 dargestellt, sind grundsätzlich sieben unterschiedliche Synchronisierstellungen zwischen den Kolben der Dieselmotoren 3, 3' möglich, wobei jedoch die Stellungen 1, 2 und 3 im Sperrbereich S liegen, d.h. zu unerwünscht hohen Vibrationen führen.

Bei den in FIG 5 gezeigten Fällen a) und b) liegt zwar eine elektrische Synchronisierung vor, aber da sich die Stellungen der Kolben im mechanischen Sperrbereich S befinden (siehe FIG 4), kann nicht zugeschaltet werden.

Bei den in FIG 5 gezeigten Fällen c) und d) kann dagegen zugeschaltet werden, da die Stellungen der Kolben außerhalb des

Sperrbereichs S liegen, d.h. auch die mechanische Positionierung stimmt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Zuschaltung eines von einem ersten Dieselmotor (3) angetriebenen ersten Generators (2) zu einem elektrischen Netz (10), insbesondere einem Bordnetz eines Schiffes, wobei das elektrische Netz (10) von einem zweiten Generator (2') gespeist wird, der von einem zweiten Dieselmotor (3') angetrieben wird, wobei der Zeitpunkt der Zuschaltung des ersten Generators (2) in Abhängigkeit von der Frequenz und Phasenlage der Ausgangsspannung des ersten Generators (2) in Bezug auf die Frequenz und Phasenlage des Netzes (10) gewählt wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Zeitpunkt der Zuschaltung zusätzlich in Abhängigkeit von der relativen Stellung und Bewegungsrichtung eines Kolbens des ersten Dieselmotors (3) in Bezug auf die Stellung und Bewegungsrichtung eines Kolbens des zweiten Dieselmotors (3') gewählt wird.
2. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zum Zeitpunkt der Zuschaltung die relativen Stellungen der beiden Kolben zueinander in einem vorgegebenen Bereich liegen, insbesondere dass die Stellungen eine Phasenverschiebung von 150° bis 210° aufweisen.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zum Zeitpunkt der Zuschaltung die beiden Kolben genau gegenläufig sind.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zum Zeitpunkt der Zuschaltung die Phasenlage der Ausgangsspannung des ersten Generators (2) und die Phasenlage der Netzspannung (U_N) gleich sind.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zum Zeitpunkt der Zuschaltung die Differenz zwischen der Frequenz der Ausgangsspannung des ersten Generators (2) und der Frequenz der Netzspannung (U_N) innerhalb eines vorgegebenen Bereiches, insbesondere zwischen 0,5 und 0,15 Hz, liegt.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuschaltung durch Schließen eines Schalters (5) zwischen einem elektrischen Ausgang des ersten Generators (2) und dem Netz (10) erfolgt.

5

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schalter (5) nach Empfang eines Zuschaltssignales (S_Z) geschlossen wird, wobei bei der Generierung des Zuschaltssignales (S_Z) eine Eigenzeit (Δt) des Schalters (5) berücksichtigt wird.

10

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Abhängigkeit des Zeitpunktes der Zuschaltung von der relativen Stellung und Bewegungsrichtung des Kolbens des ersten Dieselmotors (3) in Bezug auf die Stellung und Bewegungsrichtung des Kolbens des zweiten Dieselmotors (3') deaktiviert werden kann.

15

9. Verwendung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche in einer Anlage, in der die beiden Dieselmotoren aufgrund ihrer Anordnung Vibrationen verursachen oder verstärken, insbesondere dass sie in einem gemeinsamen Raum aufgestellt sind.

20

10. Vorrichtung (1) zur Zuschaltung eines von einem ersten Dieselmotor (3) angetriebenen ersten Generators (2) zu einem elektrischen Netz (10), insbesondere einem Bordnetz eines Schiffes, wobei das elektrische Netz (10) von einem zweiten Generator (2') gespeist wird, der von einem zweiten Dieselmotor (3') angetrieben wird, mit

25

30

- einer Synchronisiereinrichtung (4), durch die die Frequenz und Phasenlage der Ausgangsspannung des ersten Generators (2) in Bezug auf die Frequenz und Phasenlage der Netzspannung (U_N) durch Veränderung der Drehzahl des ersten Dieselmotors (3) auf Werte einstellbar ist, die innerhalb vorgegebener Grenzen liegen, und durch die ein Synchronisierungssignal (S_S) nach Einstellung dieser Werte erzeugbar ist, und mit

35

- einer Zuschalteinrichtung (8) zur Zuschaltung des ersten Generators (2) zu dem Netz (10) nach Empfang eines Zuschaltssignales (S_Z),

gekennzeichnet durch

- 5 - eine Überwachungseinrichtung (6), durch die die relative Stellung und Bewegungsrichtung eines Kolbens des ersten Dieselmotors (3) in Bezug auf die Stellung und Bewegungsrichtung eines Kolbens des zweiten Dieselmotors (3') ermittelbar und bei Erfüllung vorgegebener Bedingungen ein Überwachungssignal (S_U) erzeugbar ist,
- 10 - eine Auswerteeinrichtung (7) zur Erzeugung des Zuschaltssignales (S_Z) in Abhängigkeit von dem Synchronisiersignal (S_S) und dem Überwachungssignal (S_U).

15 11. Vorrichtung (1) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Überwachungssignal (S_U) ein Signal für eine Sperrung einer Zuschaltung ist und die Auswerteeinrichtung (7) das Zuschaltssignal (S_Z) nur erzeugt, wenn ein Synchronisiersignal (S_S) und kein Überwachungssignal

20 (S_U) vorliegt.

12. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Überwachungseinrichtung (6) kein Überwachungssignal (S_U) generiert, wenn die relativen

25 Stellungen der beiden Kolben zueinander in einem vorgegebenen Bereich liegen, insbesondere wenn die Stellungen eine Phasenverschiebung von 150° bis 210° aufweisen.

13. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Überwachungseinrichtung (6) kein Überwachungssignal (S_U) generiert, wenn die beiden Kolben genau gegenläufig sind.

30

14. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Synchronisiereinrichtung (4) das Synchronisiersignal (S_S) erzeugbar ist, wenn die Phasenlage der Ausgangsspannung des ersten Generators (2) und die Phasenlage der Netzspannung (U_N) gleich sind.

35

15. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, dass durch die Synchronisiereinrichtung (4) das Synchronisiersignal (S_S) erzeugbar ist, wenn die Differenz zwischen der Frequenz der Ausgangsspannung des ersten Generators (2) und der Frequenz der Netzspannung (U_N) innerhalb eines vorgegebenen Bereiches, insbesondere zwischen 0,5 und 0,15 Hz, liegt.
- 10 16. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 15,
dadurch gekennzeichnet, dass durch die Synchronisiereinrichtung (4) bei der Erzeugung des Synchronisiersignals (S_S) eine Eigenzeit des Schalters (5) berücksichtigbar ist.
- 15 17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 16,
dadurch gekennzeichnet, dass die Überwachungseinrichtung (6) durch eine Überbrückung deaktivierbar ist.
- 20 18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 17,
dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Dieselmotoren aufgrund ihrer Anordnung Vibrationen verursachen oder verstärken, insbesondere wenn sie in einem gemeinsamen Raum aufgestellt sind.
- 25 19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 18,
dadurch gekennzeichnet, dass das Netz, auf das zugeschaltet wird auch von mehreren parallel laufenden Generatoren gespeist werden kann.

FIG 1

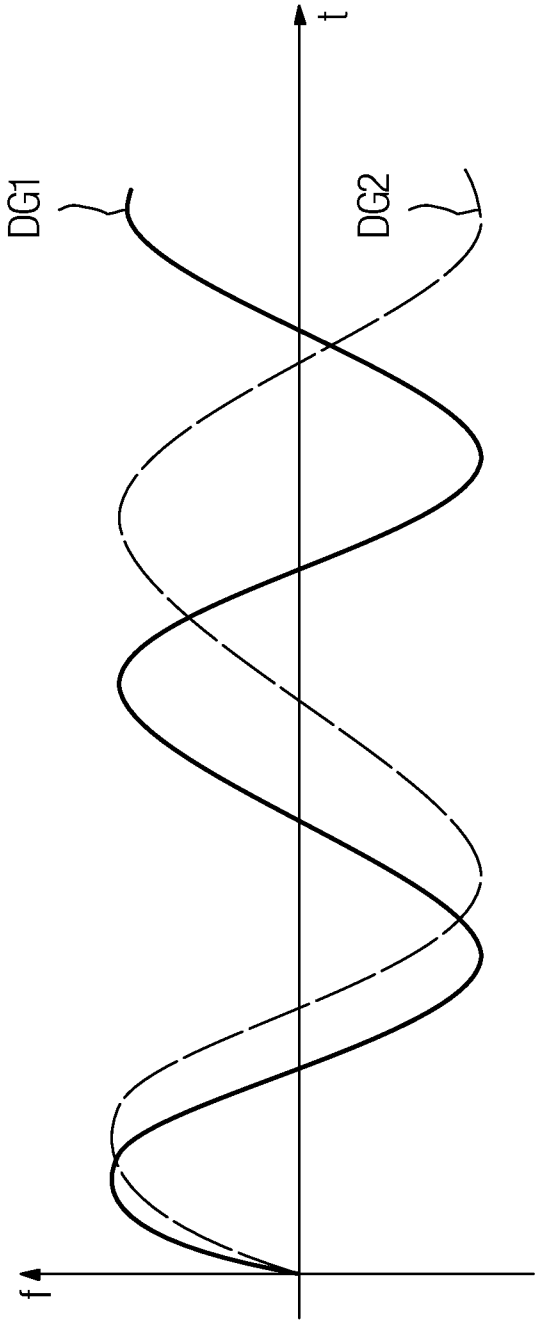


FIG 2

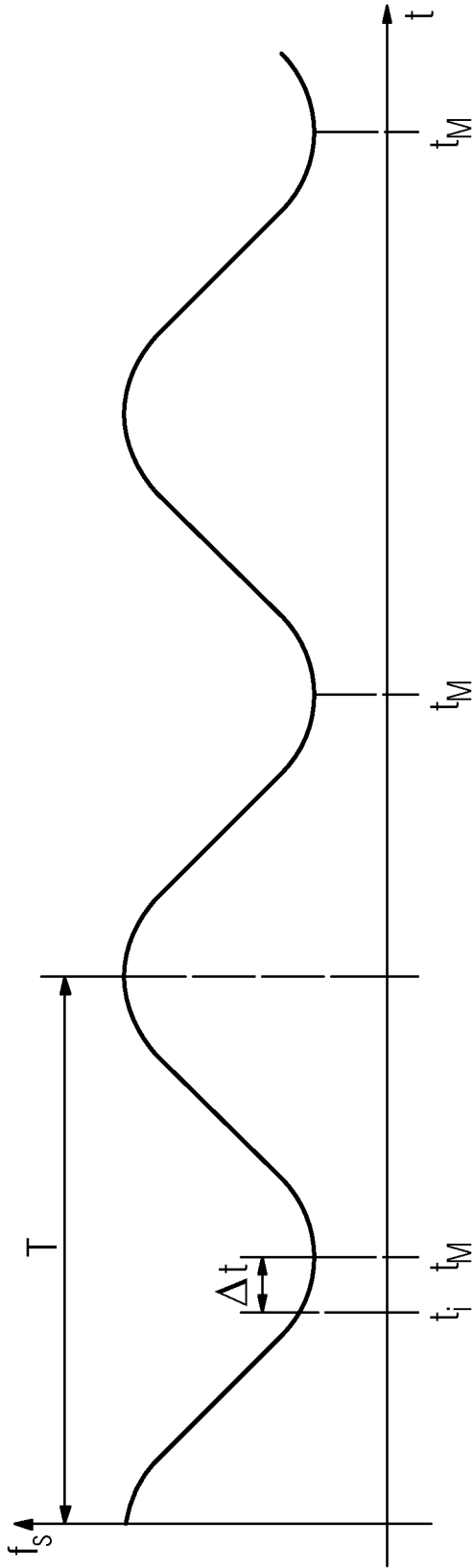
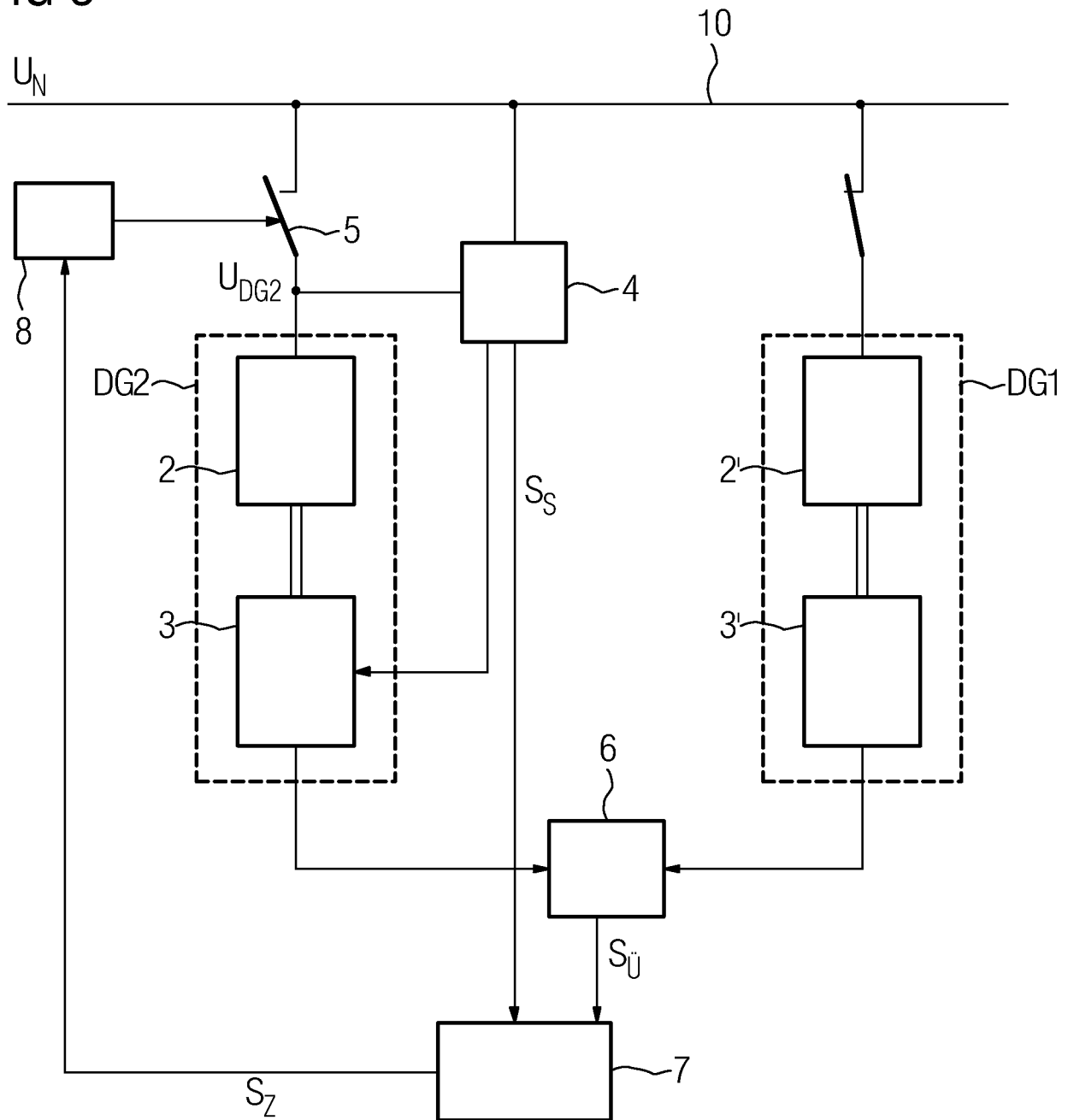


FIG 3



3/3

FIG 4

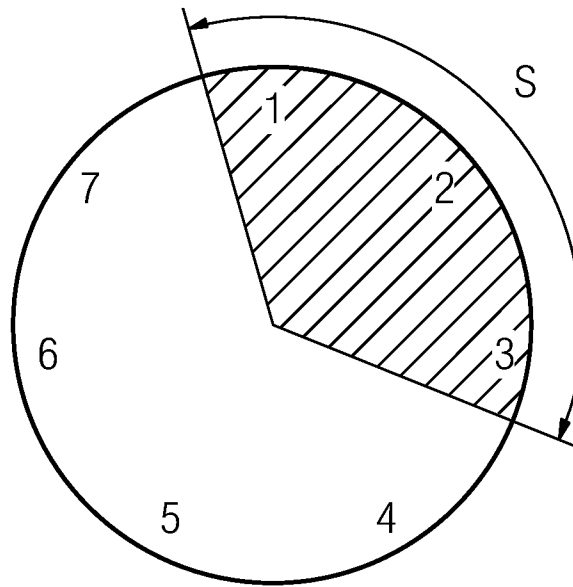


FIG 5

