

(19)



österreichisches
patentamt

(10)

AT 504 120 A4 2008-03-15

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: **A 1616/2006**

(22) Anmeldetag: **28.09.2006**

(43) Veröffentlicht am: **15.03.2008**

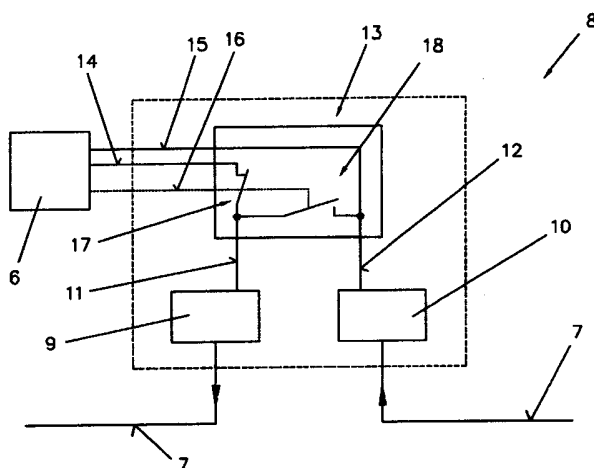
(51) Int. Cl.⁸: **H02J 1/10** (2006.01),
H02M 1/00 (2006.01),
G06F 13/40 (2006.01)

(73) Patentanmelder:

FRONIUS INTERNATIONAL GMBH
A-4643 PETTENBACH (AT)

(54) WECHSELRICHTERSYSTEM, WECHSELRICHTER UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN VON WECHSELRICHTERN EINES WECHSELRICHTERSYSTEMS

(57) Die Erfindung betrifft ein Wechselrichtersystem (1) mit mehreren Wechselrichtern (2), welche jeweils zumindest eine Steuervorrichtung (6) aufweisen, wobei zwischen den Wechselrichtern (2) jeweils zumindest eine Leitung (7) zum Austausch von Daten angeordnet ist sowie einen Wechselrichter (2) und ein Verfahren zum Betreiben mehrerer Wechselrichter (2) in einem solchen Wechselrichtersystem (1). Zur Erzielung einer hohen Übertragungssicherheit und Datenübertragungsgeschwindigkeit ist vorgesehen, dass jeder Wechselrichter (2) eine mit der Steuervorrichtung (6) des Wechselrichters (2) und den Datenleitungen (7) zweier benachbarter Wechselrichter (2) verbundene Kommunikationsvorrichtung (8) mit einer Umschaltvorrichtung (13) aufweist, welche Umschaltvorrichtung (13) zum Umschalten der Datenleitungen (7) zwischen einem Ring-System und einem logisch auf dem Ring-System basierenden Bus-System ausgebildet ist.



AT 504 120 A4 2008-03-15

Zusammenfassung:

Die Erfindung betrifft ein Wechselrichtersystem (1) mit mehreren Wechselrichtern (2), welche jeweils zumindest eine Steuervorrichtung (6) aufweisen, wobei zwischen den Wechselrichtern (2) jeweils zumindest eine Leitung (7) zum Austausch von Daten angeordnet ist sowie einen Wechselrichter (2) und ein Verfahren zum Betreiben mehrerer Wechselrichter (2) in einem solchen Wechselrichtersystem (1). Zur Erzielung einer hohen Übertragungssicherheit und Datenübertragungsgeschwindigkeit ist vorgesehen, dass jeder Wechselrichter (2) eine mit der Steuervorrichtung (6) des Wechselrichters (2) und den Datenleitungen (7) zweier benachbarter Wechselrichter (2) verbundene Kommunikationsvorrichtung (8) mit einer Umschaltvorrichtung (13) aufweist, welche Umschaltvorrichtung (13) zum Umschalten der Datenleitungen (7) zwischen einem Ring-System und einem logisch auf dem Ring-System basierenden Bus-System ausgebildet ist.

(Fig. 2)

Die Erfindung betrifft ein Wechselrichtersystem mit mehreren Wechselrichtern, welche jeweils zumindest eine Steuervorrichtung aufweisen, wobei zwischen den Wechselrichtern jeweils zumindest eine Leitung zum Austausch von Daten angeordnet ist.

Weiters betrifft die Erfindung einen Wechselrichter für ein oben genanntes Wechselrichtersystem mit zumindest einer Steuervorrichtung und Anschlüssen für Leitungen für die Verbindung mit anderen Wechselrichtern zum Austausch von Daten.

Ebenso betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben mehrerer Wechselrichter mit jeweils einer Steuervorrichtung eines Wechselrichtersystems, wobei zwischen den Wechselrichtern Daten über zumindest eine Leitung ausgetauscht werden.

Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Schaffung eines oben genannten Wechselrichtersystems bzw. eines Wechselrichters dafür und eines Verfahrens zum Betreiben mehrerer Wechselrichter eines Wechselrichtersystems, durch die einerseits eine hohe Übertragungssicherheit und andererseits eine hohe Datenübertragungsgeschwindigkeit gewährleistet werden kann.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch ein oben genanntes Wechselrichtersystem gelöst, bei dem jeder Wechselrichter eine mit der Steuervorrichtung des Wechselrichters und den Datenleitungen zweier benachbarter Wechselrichter verbundene Kommunikationsvorrichtung mit einer Umschaltvorrichtung aufweist, welche Umschaltvorrichtung zum Umschalten der Datenleitungen zwischen einem Ring-System, bei dem alle Wechselrichter über die Datenleitungen in einem Ring zusammengeschaltet sind und einem logisch auf dem Ring-System basierenden Bus-System, bei dem alle Wechselrichter mit einem durch die Datenleitungen gebildeten gemeinsamen Bus verbunden sind, ausgebildet ist. Vorteilhaft ist hierbei, dass mit einer physikalischen Verbindung zwei konträre Bus-Systeme realisiert werden können. Demnach sind auch die Vorteile der unterschiedlichen Bus-Systeme gezielt einsetzbar. Das heißt, dass beim Startvorgang die Übertragungssicherheit des Ring-Systems und im laufenden Betrieb die hohe Übertragungsgeschwindigkeit des Bus-Systems ausgenutzt werden kann. Unter dem logisch auf dem Ring-System basierenden Bus-System wird ein Ver-

bindungssystem verstanden, das zwar mit einem echten Bus-System insofern nicht gleichgesetzt werden kann, da ein bidirektionaler Datenaustausch nicht erfolgt, sondern üblicherweise ein unidirektionaler Datenverkehr von einem Wechselrichter zum anderen über die zu einem Bus-System zusammengeschalteten Datenleitungen.

Durch die Maßnahme gemäß den Ansprüchen 2 bis 5 ist vorteilhaft, dass die empfangenen Daten auch immer die Steuervorrichtung jedes Wechselrichters enthält, unabhängig davon, ob eine Auswertung oder Bearbeitung erforderlich ist. Somit werden die Daten gegebenenfalls ohne Zeitverzögerung weitergeleitet, wobei diese gleichzeitig auch der Steuervorrichtung zur Verfügung gestellt werden.

Durch die Maßnahmen nach den Ansprüchen 6 bis 8 wird verhindert, dass empfangene Daten auf die Sendeleitung der Steuervorrichtung bzw. von der Steuervorrichtung gesendete Daten auf die Empfangsleitung der Empfangsvorrichtung geleitet werden.

Durch die Maßnahmen nach den Ansprüchen 9 und 10 ist eine automatische galvanische Trennung zwischen den Wechselrichtern gegeben, ohne dass eine zusätzliche Beschaltung erforderlich ist.

Gelöst wird die erfindungsgemäße Aufgabe auch durch einen oben genannten Wechselrichter für ein oben genanntes Wechselrichtersystem, bei dem eine mit der Steuervorrichtung und den Anschlüssen für die Datenleitungen verbundene Kommunikationsvorrichtung mit einer Umschaltvorrichtung vorgesehen ist, welche Umschaltvorrichtung zum Umschalten der Datenleitungen zwischen einem Ring-System, bei dem alle Wechselrichter über die Datenleitungen in einem Ring zusammengeschaltet sind und einem logisch auf dem Ring-System basierenden Bus-System, bei dem alle Wechselrichter mit einem durch die Datenleitungen gebildeten gemeinsamen Bus verbunden sind, ausgebildet ist. Die Vorteile dieses und der davon abhängigen Ansprüche 12 bis 18 sind der obigen Beschreibung des Wechselrichtersystems zu entnehmen.

Die Aufgabe der Erfindung wird auch durch ein oben genanntes Verfahren zum Betreiben mehrerer Wechselrichter eines Wechsel-

richtersystems gelöst, wobei während eines Startvorgangs des Wechselrichtersystems die Wechselrichter über eine Kommunikationsvorrichtung mit einer Umschaltvorrichtung zu einem physikalischen und logischen Ring-System verbunden werden, bei dem alle Wechselrichter über die Datenleitungen in einem Ring zusammengeschaltet sind, und dass nach dem Startvorgang die Verbindung der Wechselrichter auf ein logisch auf dem Ring-System basierendes Bus-System, bei dem alle Wechselrichter mit einem durch die Datenleitungen gebildeten gemeinsamen Bus verbunden sind, umgeschaltet wird. Vorteilhaft ist hierbei, dass der Aufbau des Wechselrichtersystems automatisch getestet wird. Ebenso können die einzelnen Wechselrichter aufgrund der physikalischen Position im Ring-System eindeutig identifiziert werden, ohne dass beispielsweise eine vordefinierte Nummerierung erforderlich ist.

Durch die Maßnahmen nach den Ansprüchen 20 und 21 wird eine automatische Initialisierung aller im System befindlichen Wechselrichter bei sehr hoher Übertragungssicherheit erreicht.

Von Vorteil ist auch nach den Ansprüchen 22 und 23, dass erkannt wird, dass alle Wechselrichter betriebsbereit sind, wodurch ein sicheres Hochfahren gewährleistet ist. Ebenso werden dadurch Neukonfigurationen von Wechselrichtern, neue Wechselrichter, usw. sofort erkannt.

Durch die Maßnahme nach Anspruch 24 wird in vorteilhafter Weise erreicht, dass das Wechselrichtersystem völlig automatisch konfiguriert wird, wobei dies im Wesentlichen unabhängig von den physikalischen Anschlüssen erfolgt.

In vorteilhafter Weise wird durch die Maßnahmen nach den Ansprüchen 25 bis 28 erreicht, dass keine Datenkollisionen auf der Kommunikationsverbindung auftreten können.

Von Vorteil ist auch nach Anspruch 29, dass die Weiterleitung der Daten im Wesentlichen ohne Zeitverzögerung bzw. mit sehr geringen Latenzzeiten erfolgt, da ein aktives Weiterleiten der Daten und der damit verbundene Bearbeitungsaufwand durch die Steuervorrichtung entfällt. Daher ist diese Topologie insbesondere zur Synchronisation der Wechselrichter ideal.

Durch ein von einem Wechselrichter des Wechselrichtersystems gesendetes Reset-Datenpaket kann die Verbindung der Wechselrichter durch die Umschaltvorrichtung auf das Ring-System umgeschaltet werden.

Weitere Vorteile können der nachfolgenden Beschreibung entnommen werden.

Die vorliegende Erfindung wird anhand der beigefügten, schematischen Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigen: Fig. 1 eine schematische Übersichtsdarstellung eines mehrere Wechselrichter umfassenden Wechselrichtersystems; Fig. 2 die Kommunikationsvorrichtung mit der erfindungsgemäßen Umschaltvorrichtung eines Wechselrichters in einer ersten Schalterstellung; und Fig. 3 die Kommunikationsvorrichtung gemäß Fig. 2 in der zweiten Schalterstellung.

Einführend wird festgehalten, dass gleiche Teile des Ausführungsbeispiels mit gleichen Bezugszeichen versehen werden.

In Fig.1 ist ein üblicher Aufbau eines Wechselrichtersystems 1 mit mehreren - hier sechs - am Ausgang parallel geschalteten Wechselrichtern 2 dargestellt. Da die einzelnen Komponenten bzw. Baugruppen und Funktionen von Wechselrichtern 2 bereits aus dem Stand der Technik bekannt sind, wird auf diese nachstehend nicht im Detail eingegangen.

Die Wechselrichter 2 weisen beispielsweise einen DC-DC-Wandler, einen Zwischenkreis und einen DC-AC-Wandler auf (nicht dargestellt). An einem Eingang des DC-DC-Wandlers ist eine Energiequelle 3 bzw. ein Energieerzeuger angeschlossen, die bzw. der beispielsweise aus einem oder mehreren parallel und/oder seriell zueinander geschalteten Solarmodulen oder einer Batterie gebildet werden kann. Der Ausgang jeder Wechselrichter 2 ist über ein Wechselspannungsnetz oder ein Mehr-Phasennetz 4, beispielsweise ein 3-Phasennetz, mit einem oder mehreren elektrischen Verbrauchern 5 verbunden. Beispielsweise wird der Verbraucher 5 durch einen Motor, einen Kühlschrank, ein Funkgerät usw. gebildet.

Bevorzugt wird das Wechselrichtersystem 1 als Inselwechselrichtersystem zur Versorgung von vom öffentlichen Energieversorgungsnetz entkoppelten Verbrauchern 5 verwendet. Einerseits kann durch die Verwendung mehrerer Wechselrichter 2 mehr Leistung zum Betrieb der Verbraucher 5 bereitgestellt werden, andererseits kann aufgrund des redundanten Aufbaus die Ausfallswahrscheinlichkeit des Wechselrichtersystems 1 verringert werden, wodurch kritische Verbraucher 5 ausfallsicher mit Energie versorgt werden können.

Des Weiteren weist ein Wechselrichter 2 eine Steuervorrichtung 6, die beispielsweise durch einen Mikroprozessor, einen Mikrocontroller oder einen Rechner gebildet sein kann, auf, über die eine entsprechende Steuerung der einzelnen Baugruppen, insbesondere der darin angeordneten Schaltelemente, vorgenommen werden kann. In der Steuervorrichtung 6 sind hierzu die einzelnen Regel- bzw. Steuerabläufe durch entsprechende Software-Programme und/oder Daten bzw. Kennlinien gespeichert.

Der in Fig. 1 gezeigte Aufbau mit den parallel geschalteten Wechselrichtern 2 dient bevorzugt dazu, eine definierte Aufteilung der durch den bzw. die Verbraucher 5 benötigten Leistung auf die einzelnen Wechselrichter 2 zu gewährleisten. Hierbei ist es möglich, dass die Wechselrichter 2 baugleich ausgebildet sind, sodass eine symmetrische bzw. gleichmäßige Lastaufteilung zwischen den Wechselrichtern 2 erfolgen kann. Des Weiteren können auch Wechselrichter 2 unterschiedlichen Typs, beispielsweise unterschiedlicher Leistungsklasse bzw. Nennleistung im Parallelbetrieb verwendet werden, wobei in diesem Fall eine entsprechende anteilmäßige, insbesondere von der Nennleistung abhängige Lastaufteilung auf die Wechselrichter 2 vorgenommen wird. Wird beispielsweise bei einem Wechselrichtersystem 1 mit zwei Wechselrichtern 2 der zweite Wechselrichter 2 mit doppelter Nennleistung gegenüber dem ersten Wechselrichter 2 ausgeführt, wird das Wechselrichtersystem 1 derartig geregelt, dass der zweite Wechselrichter 2 auch die doppelte Leistung an den bzw. die Verbraucher 5 liefert.

Damit ein sicherer Betrieb der parallel geschalteten Wechselrichter 2 des Wechselrichtersystems 1 gewährleistet ist, sind

diese über jeweils zumindest eine Datenleitung 7, beispielsweise einen Lichtwellenleiter, zum Signal- bzw. Datenaustausch miteinander verbunden. Dazu weisen die Wechselrichter 2 Kommunikationsvorrichtungen 8 auf, die entsprechend Fig. 2 eine Sendevorrichtung 9 und eine Empfangsvorrichtung 10 umfassen, welche über eine Sendeleitung 11 und eine Empfangsleitung 12 mit der Steuervorrichtung 6 verbunden sind. Insbesondere werden die Wechselrichter 2 über diese Datenleitung 7 im laufenden Betrieb derart synchronisiert, dass die sinusförmigen Wechselspannungen an den Ausgängen der Wechselrichter 2 in gemeinsamer Phase sind, das heißt, gleiche Nulldurchgänge aufweisen. Demnach ist hierfür eine entsprechend schnelle Kommunikation über die Datenleitung 7 erforderlich.

Erfindungsgemäß ist nun vorgesehen, dass die Datenleitungen 7 auch zum sicheren Hochfahren des Wechselrichtersystems 1 eingesetzt werden, wobei hierzu völlig konträre Anforderungen an die Art der Datenübertragung als zur Synchronisation erforderlich sind. Demnach muss dazu eine hohe Übertragungssicherheit zum Erkennen aller Wechselrichter 2 im Wechselrichtersystem 1 sichergestellt werden.

Damit dies über die eine zwischen den Wechselrichtern 2, beispielsweise Inselwechselrichter mit HF-Transformatoren, angeordnete Datenleitung 7 realisiert werden kann, ist in der Kommunikationsvorrichtung 8 des Wechselrichters 2 eine Umschaltvorrichtung 13 integriert. Diese Umschaltvorrichtung 13 und das entsprechende Verfahren zum Umschalten zwischen einem Ring-System und einem Bus-System wird in weiterer Folge in Zusammenschau von Fig. 1, Fig. 2 und Fig. 3 näher beschrieben.

Die erfindungsgemäße Umschaltvorrichtung 13 ist demnach derart in die Kommunikationsvorrichtung 8 integriert, dass die Sendeleitung 11 und die Empfangsleitung 12 zur Steuervorrichtung 6 unterbrochen bzw. entsprechend geschaltet werden können. Dazu ist die Umschaltvorrichtung 13 bevorzugt durch einen CMOS-Logikbaustein, ein Relais, ein EPLD (Erasable Programmable Logic Device), einfache Analogschalter oder dgl. gebildet.

Wie aus Fig. 1 zu erkennen ist, ist die Datenleitung 7 zwischen

den Wechselrichtern 2 physikalisch als ein Ring-System bzw. eine Ring-Topologie realisiert. Das heißt, dass jeder Wechselrichter 2 mit zwei benachbarten Wechselrichtern 2 verbunden ist. Die Daten bzw. die Datenpakete werden hierbei schrittweise von einem Wechselrichter 2 zum nächsten übertragen, wobei jeder Wechselrichter 2 die Daten auswerten muss, bevor er diese weiterleiten kann.

Dazu ist die Umschaltvorrichtung 13 derart geschaltet, dass die Sendeleitung 11 der Sendevorrichtung 9 mit einer Sendeleitung 14 der Steuervorrichtung 6 verbunden ist, und die Empfangsleitung 12 der Empfangsvorrichtung 10 mit der Empfangsleitung 15 der Steuervorrichtung 6 verbunden ist. Das heißt, dass ein von der Steuervorrichtung 6 über eine Steuerleitung 16 angesteuerter Schalter 17, welcher die Sendeleitung 11 mit der Sendeleitung 14 verbindet, geschlossen ist. Ebenso wird mit der Steuerleitung 16 ein weiterer Schalter 18, welcher die Empfangsleitung 12 mit der Sendeleitung 11 verbindet, angesteuert, der sich invertierend zum Schalter 17 verhält, also in diesem Fall geöffnet ist. Bei einer derartigen Stellung der Schalter 17 und 18 der Umschaltvorrichtung 13 nutzt der Wechselrichter 2 das Ring-System für die Kommunikation. Selbstverständlich ist es auch möglich, dass der Schalter 17 und der Schalter 18 lediglich durch einen Schalter, beispielsweise dem Schalter 17, gebildet ist. Hierbei dient der Schalter 17 als Umschalter, welcher einfach die Sendeleitung 11 entweder mit der Sendeleitung 14 oder mit der Empfangsleitung 12 verbindet. Da das Ring-System eine hohe Übertragungssicherheit der Daten gewährleistet, ist somit sichergestellt, dass alle Wechselrichter 2 beim Hochfahren des Wechselrichtersystems 1 erkannt werden.

Das Hochfahren des Wechselrichtersystems 1 bzw. der Startvorgang erfolgt nun derart, dass ein beispielsweise bei der ersten Inbetriebnahme des Wechselrichtersystems 1 als Master definierter Wechselrichter 2 als erster ein Reset-Datenpaket sendet. Dieses bewirkt, dass alle Wechselrichter 2 auf die zum Hochfahren erforderliche Ring-Topologie umgeschaltet werden, falls sich diese nicht bereits in der Ring-Topologie befinden sollten. Selbstverständlich kann der Master im Wechselrichtersystem 1 auch automatisch bestimmt werden. Beispielsweise kann jener Wechselrichter

2 als Master bestimmt werden, der als erster ein Datenpaket sendet.

Nach dem Senden des Reset-Datenpakets sendet der Master ein weiteres Datenpaket, beispielsweise ein sog. Bus-Init-Paket. Gemäß der Ring-Topologie wird das Bus-Init-Paket über die Empfangsvorrichtung 10, Empfangsleitung 12, Umschaltvorrichtung 13 und der Empfangsleitung 15 an die Steuervorrichtung 6 des Wechselrichter 2 geleitet und ausgewertet. Bevor das Bus-Init-Paket nun über die Sendeleitung 14, die Umschaltvorrichtung 13, die Sendeleitung 11 und die Sendevorrichtung 9 über die Datenleitung 7 an den nächsten Wechselrichter 2 gesendet wird, wird von der Steuervorrichtung 6 eine sog. Wechselrichter-ID bzw. ein Initialisierungspaket an das Bus-Init-Paket des Masters angehängt. Somit empfängt der nächste Wechselrichter 2 das mit einer Wechselrichter-ID ergänzte Bus-Init-Paket und ergänzt es ebenso mit seiner Wechselrichter-ID. Dies wiederholt sich solange, bis der Master das von ihm ausgesendete Bus-Init-Paket, entsprechend mit den angehängten Wechselrichter-ID's, empfängt. Aufgrund der Anzahl der angehängten Wechselrichter-ID's weiß der Master, wie viele Wechselrichter 2 sich im Wechselrichtersystem 1 befinden. Ebenso ist mit dem Empfang des Bus-Init-Paketes gewährleistet, dass auch alle Wechselrichter 2 betriebsbereit sind und der Master über die Konfiguration der einzelnen Wechselrichter 2 informiert ist. Derartige Informationen sind bevorzugt in der Wechselrichter-ID enthalten, welche beispielsweise durch die Seriennummer, die Seriennummer in Kombination mit der Softwarenummer, usw. des Wechselrichters 2 gebildet wird. Durch die Wechselrichter-ID ist auch gewährleistet, dass jeder Wechselrichter 2 im Wechselrichtersystem 1 eindeutig ansprechbar ist, wobei dies ohne vordefinierte Adressierung durchgeführt werden kann. Beispielsweise kann ein Wechselrichter 2 auch über die physikalische Position im Wechselrichtersystem 1 eindeutig angesprochen werden.

Durch eine derartige Initialisierung der Wechselrichter 2 im Wechselrichtersystem 1 ist eine sichere Kommunikation, insbesondere für die im laufenden Betrieb erforderliche Synchronisation der Wechselrichter 2, gewährleistet, da die Datenpakete durch eine entsprechende Adressierung eindeutig dem entsprechenden Wechselrichter 2 zugeordnet werden können. Im Ring-System wird

dabei das Datenpaket einfach solange an den nächsten Wechselrichter 2 weitergeleitet, bis es beim entsprechenden Wechselrichter 2 angekommen ist. Somit ist die Initialisierung abgeschlossen und das sicher hochgefahrne Wechselrichtersystem 1 kann in den laufenden Betrieb übergehen.

Erfindungsgemäß erfolgt jedoch die Kommunikation im laufenden Betrieb des Wechselrichtersystems 1 über die Bus-Topologie, wodurch eine wesentlich schnellere Übertragungsgeschwindigkeit, insbesondere für die Synchronisation gegeben ist. Bevorzugt erfolgt die Datenübertragung in der Bus-Topologie seriell und asynchron. Das heißt, dass die Bits, aus welchen sich ein Datenpaket zusammensetzt, nacheinander übertragen werden, wobei vor den beispielsweise acht Datenbits ein Startbit und nach den Datenbits ein Stopbit gesendet wird. Da die Datenübertragung in der Steuervorrichtung 6 meist parallel erfolgt, ist eine Seriell-Parallel-Wandlung erforderlich. Dies erfolgt beispielsweise über einen UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter), an dem demnach die Sendeleitung 14 und die Empfangsleitung 15 angeschlossen sind.

Die Umschaltung vom Ring-System auf das logisch auf dem Ring-System basierenden Bus-System, also nach Abschluss des Startvorgangs, erfolgt nun bevorzugt in folgender Weise:

Der Master sendet ein Umschalt-Datenpaket an den nächsten Wechselrichter 2 aus, das von der Steuervorrichtung 6 entsprechend ausgewertet wird. Das Resultat der Auswertung bewirkt nun, dass das vom Master empfangene Datenpaket zuerst über die Sendeleitungen 14, die Umschaltvorrichtung 13 und die Sendeleitung 11 an den nächsten Wechselrichter 2 übertragen wird, wobei anschließend die Steuervorrichtung 6 über die Steuerleitung 16 eine Umschaltung der Schalter 17, 18 bewirkt. Die Verbindung zwischen der Sendeleitung 14 und der Sendeleitung 11 wird also durch den Schalter 17 unterbrochen und die Verbindung zwischen der Empfangsleitung 12 und der Sendeleitung 11 über den Schalter 18 hergestellt. Auf diese Weise wird jeder Wechselrichter 2 im Wechselrichtersystem 1 schrittweise auf die Bus-Topologie umgeschaltet, bis der Master wieder sein ausgesandtes Datenpaket empfängt.

Bevorzugt werden mit dem Umschalt-Datenpaket auch noch weitere Informationen an die Wechselrichter 2 gesendet. Beispielsweise die Wechselrichter-ID's aller im Wechselrichtersystem 1 befindlichen Wechselrichter 2, wodurch jeder Wechselrichter 2 direkt an jeden anderen Wechselrichter 2 Datenpakete senden kann. Ebenso ist von Vorteil, wenn mit dem Umschalt-Datenpaket jedem Wechselrichter 2 ein Zeitfenster zugeteilt wird, in welchem es ihm erlaubt ist, Datenpakete auf die Datenleitung 7 bzw. auf den Bus zu senden. Zwischen den Zeitfenstern besteht bevorzugterweise eine Zeitspanne, in welcher kein Wechselrichter 2 sendet. Somit sendet immer nur ein Wechselrichter 2 im Wechselrichtersystem 1, wobei dessen gesendete Daten im Wesentlichen sofort von den übrigen Wechselrichtern 2 empfangen werden, bevor es überhaupt dem nächsten Wechselrichter 2 in seinem Zeitfenster erlaubt ist, seine Daten auf den Bus zu senden. Dadurch sind Datenkollisionen ausgeschlossen und ist eine sichere und schnelle Kommunikation gewährleistet.

Durch den Umschaltvorgang befindet sich nun das Wechselrichtersystem 1 in der Bus-Topologie, welche logisch auf dem Ring-System basiert. Daher ist auch im Bus-System die Datenübertragung unidirektional und nicht bidirektional, wie es bei Bus-Systemen aus dem Stand der Technik üblich ist. Beim erfindungsgemäßen Parallelschalten der Wechselrichter 2 hat jedoch die Kombination der Übertragungssicherheit zum Erkennen der Wechselrichter 2 im System mit der hohen Datenübertragungsgeschwindigkeit im laufenden Betrieb eine wesentlich höhere Bedeutung. Des Weiteren sind die Verzögerungszeiten für die Datenübertragung von einem Wechselrichter 2 zum benachbarten Wechselrichter 2, wobei die Daten über alle weiteren Wechselrichter 2 übertragen werden, zu vernachlässigen. Somit kann ohne Weiteres von einer Datenübertragung ohne Zeitverzögerung gesprochen werden.

Wird von einem Wechselrichter 2 ein Datenpaket auf den Bus gesendet, erhalten automatisch alle Wechselrichter 2 im System 1 das Datenpaket, da das Datenpaket von der Empfangsvorrichtung 10 empfangen wird, über die Empfangsleitung 12, den Schalter 18 und die Sendeleitung 11 an die Sendevorrichtung 9 übertragen wird und entsprechend an den nächsten Wechselrichter 2 weitergeleitet wird. Das heißt, es erfolgt keine Auswertung der Daten durch die

Steuervorrichtung 6 bevor eine Weiterleitung der Daten durchgeführt wird. Gemäß dem Aufbau der Umschaltvorrichtung 13 wird das empfangene Datenpaket jedoch auch über die Empfangsleitung 15 an die Steuervorrichtung 6 geleitet. Dadurch kann diese das Datenpaket, sozusagen ohne Zeitdruck, auswerten und gegebenenfalls bearbeiten, wenn es für diesen Wechselrichter 2 bestimmt ist.

Damit ein Wechselrichter 2 bzw. dessen Steuervorrichtung 6 auf ein für ihn bestimmtes Datenpaket antworten kann, muss dieser auf das ihm zugeordnete Zeitfenster warten. Zum Senden im Zeitfenster ist es nun erforderlich, die Empfangsleitung 12 durch Öffnen des Schalters 18 von der Sendeleitung 11 zu trennen. Gleichzeitig wird mit diesem Vorgang über die Steuerleitung 16 der Schalter 17 geschlossen, und somit die Sendeleitung 14 mit der Sendeleitung 11 verbunden. Somit kann die Steuervorrichtung 6 ihre Antwort auf den Bus senden. Unmittelbar nach dem Senden werden die Schalter 17, 18 über die Steuerleitung 16 wieder umgeschaltet und die Empfangsleitung 12 wieder mit der Sendeleitung 11 verbunden.

Sollte ein Wechselrichter 2, aus welchem Grund auch immer, einen Fehler verursachen, welcher die Kommunikation zwischen den Wechselrichtern 2 gefährdet, so wird von der Steuervorrichtung 6 ein Reset-Datenpaket auf den Bus gesendet. Dies hat zur Folge, dass alle Wechselrichter 2 im System 1 auf das Ring-System umschalten, sodass ein Neustart des Systems 1 durchgeführt werden kann.

Aus Sicherheitsgründen ist es auch denkbar, dass ein automatischer Schließmechanismus mit einer unabhängigen Stromversorgung im Wechselrichter 2 integriert wird. Das heißt, dass beispielsweise bei einem Stromausfall an einem Wechselrichter 2 die Kommunikation im System 1 nicht unterbrochen wird. Demzufolge wird die Umschaltvorrichtung 13 permanent auf das Bus-System geschaltet, sodass die Datenleitung 7 bestehen bleibt. Beispielsweise kann der automatische Schließmechanismus durch ein retriggerbares Monoflop realisiert werden.

Des Weiteren ist es auch denkbar, dass im Wesentlichen mit der Initialisierung überprüft wird, welcher Wechselrichter 2 bei einem Mehr-Phasennetz, beispielsweise das 3-Phasennetz 4, an wel-

cher Phase angeschlossen ist. Beispielsweise erfolgt dies derart, dass ein Wechselrichter 2 eine Spannung an die Phase anlegt. Alle Wechselrichter 2, die dann die angelegte Spannung erkennen, senden entsprechend ein Datenpaket auf die Datenleitung 7, welches vom Wechselrichter 2 entsprechend empfangen wird, der die Spannung angelegt hat. Dies wird entsprechend für jede Phase durchgeführt, wobei bevorzugt jener Wechselrichter 2 die Spannung an der Phase anlegen darf, der dies als erster ausführt. Dementsprechend kann dann die Information zwischen den Wechselrichtern 2 ausgetauscht werden, welche Wechselrichter 2 an welcher Phase des 3-Phasennetzes 4 angeschlossen ist.

Dies ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn die einzelnen Verbindungen der Wechselrichter 2 zu einer Phase des 3-Phasennetzes 4 willkürlich angeschlossen werden oder das Wechselrichtersystem 1 durch zumindest einen Wechselrichter 2 erweitert wird. Somit wissen die Wechselrichter 2, wie viele weitere Wechselrichter 2 ebenfalls an der gleichen Phase angeschlossen sind, was für eine definierte Aufteilung der Last bzw. der Verbraucher 5 sowie für die Synchronisation der Wechselrichter 2 wichtig ist. Somit wird durch ein derartiges System eine völlig automatische Konfiguration des Wechselrichtersystems 1 ermöglicht.

Patentansprüche:

1. Wechselrichtersystem (1) mit mehreren Wechselrichtern (2), welche jeweils zumindest eine Steuervorrichtung (6) aufweisen, wobei zwischen den Wechselrichtern (2) jeweils zumindest eine Leitung (7) zum Austausch von Daten angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Wechselrichter (2) eine mit der Steuervorrichtung (6) des Wechselrichters (2) und den Datenleitungen (7) zweier benachbarter Wechselrichter (2) verbundene Kommunikationsvorrichtung (8) mit einer Umschaltvorrichtung (13) aufweist, welche Umschaltvorrichtung (13) zum Umschalten der Datenleitungen (7) zwischen einem Ring-System, bei dem alle Wechselrichter (2) über die Datenleitungen (7) in einem Ring zusammengeschaltet sind, und einem logisch auf dem Ring-System basierenden Bus-System, bei dem alle Wechselrichter (2) mit einem durch die Datenleitungen (7) gebildeten gemeinsamen Bus verbunden sind, ausgebildet ist.
2. Wechselrichtersystem (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Umschaltvorrichtung (13) jedes Wechselrichters (2) mit der zumindest einen Steuervorrichtung (6) über zumindest eine Sendeleitung (14) und eine Empfangsleitung (15) verbunden ist.
3. Wechselrichtersystem (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kommunikationsvorrichtung (8) jedes Wechselrichters (2) eine Sendevorrichtung (9) und eine Empfangsvorrichtung (10) aufweist.
4. Wechselrichtersystem (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Sendevorrichtung (9) über eine Sendeleitung (11) und die Empfangsvorrichtung (10) über eine Empfangsleitung (12) mit der Umschaltvorrichtung (13) verbunden sind.
5. Wechselrichtersystem (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangsleitung (15) der Steuervorrichtung (6) über die Umschaltvorrichtung (13) permanent mit der Empfangsleitung (12) der Empfangsvorrichtung (10) verbunden ist.
6. Wechselrichtersystem (1) nach Anspruch 4 oder 5, dadurch ge-

kennzeichnet, dass die Sendeleitung (11) über die Umschaltvorrichtung (13) wahlweise mit der Sendeleitung (14) der Steuervorrichtung (6) oder der Empfangsleitung (12) der Empfangsvorrichtung (10) verbindbar ist.

7. Wechselrichtersystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Umschaltvorrichtung (13) jedes Wechselrichters (2) zumindest einen Schalter (17) beinhaltet, der über eine Steuerleitung (16) mit der Steuervorrichtung (6) des Wechselrichters (2) verbunden ist.

8. Wechselrichtersystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Umschaltvorrichtung (13) durch einen CMOS-Logikbaustein gebildet ist.

9. Wechselrichtersystem (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Sendevorrichtung (9) eines Wechselrichters (2) mit der Empfangsvorrichtung (10) des nachfolgenden Wechselrichters (2) verbunden ist und die Empfangsvorrichtung (10) des Wechselrichters (2) mit der Sendevorrichtung (9) des vorhergehenden Wechselrichters (2) verbunden ist.

10. Wechselrichtersystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Datenleitungen (7) zwischen den Wechselrichtern (2) durch Lichtwellenleiter realisiert sind.

11. Wechselrichter (2) für ein Wechselrichtersystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, mit zumindest einer Steuervorrichtung (6) und Anschlüssen für Leitungen (7) für die Verbindung mit anderen Wechselrichtern (2) zum Austausch von Daten, dadurch gekennzeichnet, dass eine mit der Steuervorrichtung (6) und den Anschlüssen für die Datenleitungen (7) verbundene Kommunikationsvorrichtung (8) mit einer Umschaltvorrichtung (13) vorgesehen ist, welche Umschaltvorrichtung (13) zum Umschalten der Datenleitungen (7) zwischen einem Ring-System, bei dem alle Wechselrichter (2) über die Datenleitungen (7) in einem Ring zusammengeschaltet sind, und einem logisch auf dem Ring-System basierenden Bus-System, bei dem alle Wechselrichter (2) mit einem durch die Datenleitungen (7) gebildeten gemeinsamen Bus verbunden sind, ausgebildet ist.

12. Wechselrichter (2) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Umschaltvorrichtung (13) mit der zumindest einen Steuervorrichtung (6) über zumindest eine Sendeleitung (14) und eine Empfangsleitung (15) verbunden ist.

13. Wechselrichter (2) nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Kommunikationsvorrichtung (8) eine Sendevorrichtung (9) und eine Empfangsvorrichtung (10) aufweist.

14. Wechselrichter (2) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Sendevorrichtung (9) über eine Sendeleitung (11) und die Empfangsvorrichtung (10) über eine Empfangsleitung (12) mit der Umschaltvorrichtung (13) verbunden sind.

15. Wechselrichter (2) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangsleitung (15) der Steuervorrichtung (6) über die Umschaltvorrichtung (13) permanent mit der Empfangsleitung (12) der Empfangsvorrichtung (10) verbunden ist.

16. Wechselrichter (2) nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Sendeleitung (11) über die Umschaltvorrichtung (13) wahlweise mit der Sendeleitung (14) der Steuervorrichtung (6) oder der Empfangsleitung (12) der Empfangsvorrichtung (10) verbindbar ist.

17. Wechselrichter (2) nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Umschaltvorrichtung (13) zumindest einen Schalter (17) beinhaltet, der über eine Steuerleitung (16) mit der Steuervorrichtung (6) verbunden ist.

18. Wechselrichter (2) nach einem der Ansprüche 11 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Umschaltvorrichtung (13) durch einen CMOS-Logikbaustein gebildet ist.

19. Verfahren zum Betreiben mehrerer Wechselrichter (2) mit jeweils einer Steuervorrichtung (6) eines Wechselrichtersystems (1), wobei zwischen den Wechselrichtern (2) Daten über zumindest eine Leitung (7) ausgetauscht werden, dadurch gekennzeichnet, dass während eines Startvorgangs des Wechselrichtersystems (1)

die Wechselrichter (2) über eine Kommunikationsvorrichtung (8) mit einer Umschaltvorrichtung (13) zu einem physikalischen und logischen Ring-System verbunden werden, bei dem alle Wechselrichter (2) über die Datenleitungen (7) in einem Ring zusammengeschaltet sind, und dass nach dem Startvorgang die Verbindung der Wechselrichter (2) auf ein logisch auf dem Ring-System basierendes Bus-System, bei dem alle Wechselrichter (2) mit einem durch die Datenleitungen (7) gebildeten gemeinsamen Bus verbunden sind, umgeschaltet wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass während des Startvorgangs ein Wechselrichter (2) als Master definiert wird.

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass während des Startvorgangs von einem als Master definierten Wechselrichter (2) eine Initialisierung der Wechselrichter (2) im Wechselrichtersystem (1) durchgeführt wird.

22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass von dem als Master definierten Wechselrichter (2) ein Datenpaket an den damit verbundenen Wechselrichter (2) gesendet wird, und das Datenpaket durch ein Initialisierungspaket ergänzt wird, bevor es an den folgenden Wechselrichter (2) übertragen wird.

23. Verfahren nach Anspruch 21 und 22, dadurch gekennzeichnet, dass das Datenpaket solange von einem Wechselrichter (2) zum nächsten im Ring-System befindlichen Wechselrichter (2) weitergeleitet wird, bis das Datenpaket wieder von dem als Master definierten Wechselrichter (2) empfangen wird.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass während des Startvorgangs überprüft wird, welcher Wechselrichter (2) an welcher Phase eines Mehr-Phasennetzes (4) angeschlossen ist, und dass die Wechselrichter (2) in Abhängigkeit dieser Überprüfung entsprechend synchronisiert werden.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Umschaltung der Verbindung der Wechsel-

richter (2) mit einem von dem als Master definierten Wechselrichter (2) an den folgenden Wechselrichter (2) gesendeten Datenpaket durchgeführt wird, indem die Wechselrichter (2) auf das Bus-System umschalten, wenn sie dieses Datenpaket empfangen, und anschließend das Datenpaket an den folgenden Wechselrichter (2) übertragen, bis das Datenpaket wieder von dem als Master definierten Wechselrichter (2) empfangen wird.

26. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Datenpaket zum Umschalten jedem im Wechselrichtersystem (1) befindlichen Wechselrichter (2) ein Zeitfenster zum Senden von Daten zugewiesen wird.

27. Verfahren nach Anspruch 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, dass während des Sendens von Daten durch die Umschaltvorrichtung (13) des Wechselrichters (2) die Steuervorrichtung (6) des Wechselrichters (2) mit dem Ausgang verbunden wird.

28. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Senden von Daten durch die Umschaltvorrichtung (13) des Wechselrichters (6) die Steuervorrichtung (6) des Wechselrichters (2) vom Ausgang getrennt wird.

29. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass nach der Umschaltung auf das Bus-System die von einem Wechselrichter (2) gesendeten Daten automatisch allen weiteren im Wechselrichtersystem (1) befindlichen Wechselrichtern (2) im Wesentlichen gleichzeitig und unmittelbar nach dem Senden übermittelt werden.

30. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass durch ein von einem Wechselrichter (2) des Wechselrichtersystems (1) gesendetes Reset-Datenpaket die Verbindung der Wechselrichter (2) durch die Umschaltvorrichtungen (13) auf das Ring-System umgeschaltet wird.

Fig.1

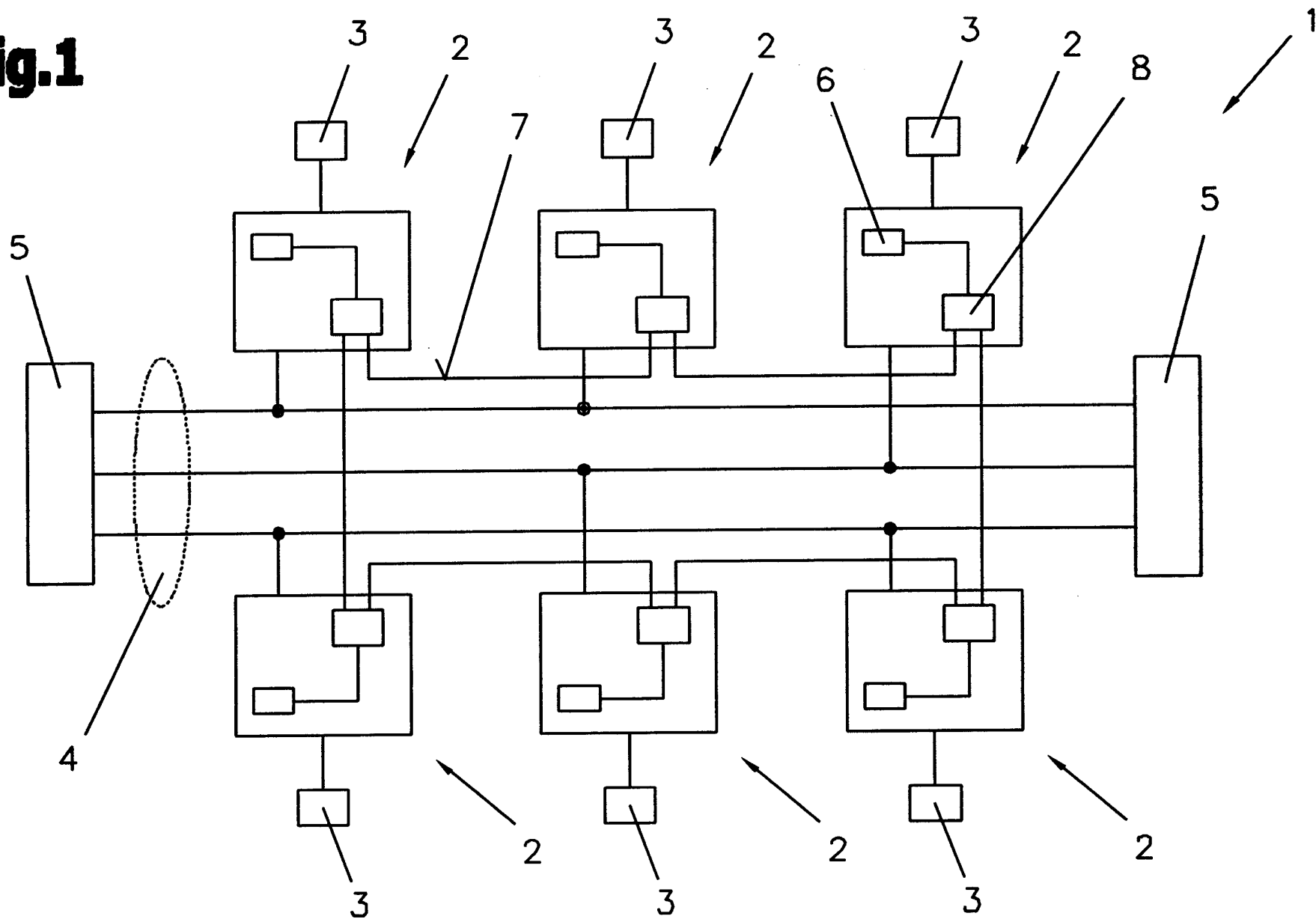


Fig.2

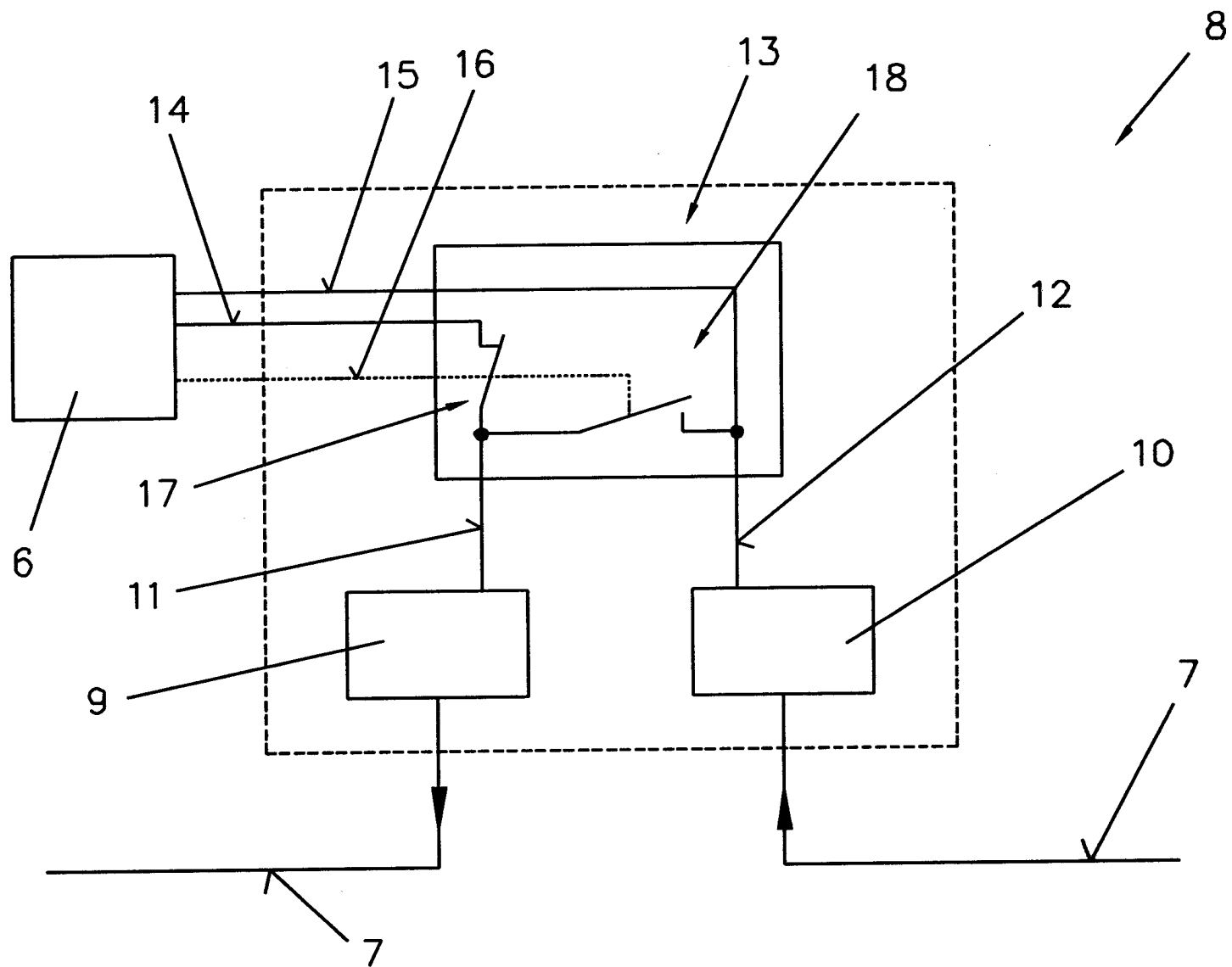


Fig.3

