

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50174/2012
(22) Anmeldetag: 11.05.2012
(45) Veröffentlicht am: 15.07.2014

(51) Int. Cl.: **H02P 9/00** (2006.01)
H02P 9/10 (2006.01)
H02M 7/17 (2006.01)
H02M 1/00 (2007.01)

(56) Entgegenhaltungen:
US 2006018137 A1
CN 102185550 B

(73) Patentinhaber:
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 MÜNCHEN (DE)

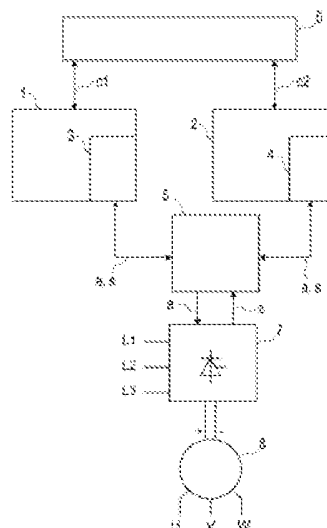
(72) Erfinder:
Hörist Gerald Ing.
1220 Wien (AT)

(74) Vertreter:
PEHAM ALOIS DIPL.ING.
1210 WIEN (AT)

(54) Steuerungsanordnung und Steuerungsverfahren eines Leistungsteils einer Erregereinrichtung

(57) Die Erfindung betrifft eine Steuerungsanordnung zur Ansteuerung zumindest eines Leistungsteils (7) einer Erregereinrichtung einer Synchronmaschine (8), eine erste Ansteuerschaltung (1) und eine zweite Ansteuerschaltung (2) umfassend, wobei die beiden Ansteuerschaltungen (1, 2) mittels einer Verteilschaltung (5) an den zumindest einen Leistungsteil (7) ansehbar sind und wobei jede Ansteuerschaltung (1, 2) eine Taktversorgung und zumindest einen Mikrocontroller (9) umfasst. Dabei ist der zumindest eine Mikrocontroller (9) jeder Ansteuerschaltung (1, 2) mit einem Watchdogtimer (12) verbunden und der jeweilige Watchdogtimer (12) ist mit einer von der Taktversorgung des Mikrocontrollers (9) unabhängigen Zeitmesseinrichtung ausgestattet. Auf diese Weise wird auch dann ein Fehler erkannt, wenn ein Mikrocontroller (9, 10) einen undefinierten Zustand aufweist.

Fig. 1



Beschreibung

STEUERUNGSANORDNUNG UND STEUERUNGSVERFAHREN EINES LEISTUNGSTEILS EINER ERREGEREINRICHTUNG

[0001] Die Erfindung betrifft eine Steuerungsanordnung zur Ansteuerung zumindest eines Leistungsteils einer Erregereinrichtung einer Synchronmaschine, eine erste Ansteuerschaltung und eine zweite Ansteuerschaltung umfassend, wobei die beiden Ansteuerschaltungen mittels einer Verteilschaltung an den zumindest einen Leistungsteil anschaltbar sind und wobei jede Ansteuerschaltung eine Taktversorgung und zumindest einen Mikrocontroller umfasst. Zudem betrifft die Erfindung ein Steuerungsverfahren der Steuerungsanordnung.

[0002] Synchronmaschinen werden beispielsweise in Turbinenkraftwerken zur Erzeugung elektrischer Energie eingesetzt. In diesen und anderen Fällen ist eine hohe Ausfallsicherheit erforderlich. Um dies zu erreichen, werden Anlagenkomponenten redundant ausgeführt. Zum Beispiel stehen zur Ansteuerung des Leistungsteils einer Erregereinrichtung der Synchronmaschine zwei Ansteuerschaltungen zur Verfügung. Fällt eine Ansteuerschaltung aus, übernimmt die andere Ansteuerschaltung die Ansteuerung des Leistungsteils.

[0003] Bei bekannten Anordnungen dieser Art kommt es immer wieder zu undefinierten Systemzuständen, die keine eindeutige Erkennung einer Störung zulassen. Das unterbrechungsfreie Umschalten von einer Ansteuerschaltung auf die andere ist dann nicht möglich. Insbesondere gilt dies bei komplexen Komponenten mit eingebauten Mikrocontrollern.

[0004] Eine Parallelschaltung mehrerer Leistungsteile ist aus der Schrift US 2006/0018137 A1 bekannt. Beispielhaft sind zwei Leistungsteile in einer Erregereinrichtung parallel geschaltet und jeder Leistungsteil ist mit einer eigenen Ansteuerung angesteuert. Jede der Ansteuerungen umfasst dabei eine Überwachungseinheit, um die Kontaktierung von angesteuerten Elementen zu überprüfen. Bei einer nicht erfolgten Kontaktierung wird ein Alarmsignal ausgegeben.

[0005] Eine Synchronmaschine mit einer Doppelankerwicklung ist aus der CN 102185550 B bekannt. Sie ist Teil einer Windkraftanlage, die über zwei parallel geschaltete Gleichrichter und zwei parallel geschaltete Wechselrichter Energie in ein Stromnetz liefert. Die Synchronmaschine ist dabei mit einer Erregereinrichtung verbunden.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, für eine Steuerungsanordnung der eingangs genannten Art eine Verbesserung gegenüber dem Stand der Technik anzugeben. Ein entsprechendes Steuerungsverfahren ist ebenfalls Teil der Erfindung.

[0007] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch eine Anordnung gemäß Anspruch 1 und ein Verfahren gemäß Anspruch 6. Abhängige Ansprüche enthalten verbesserte Ausführungen.

[0008] Dabei ist der zumindest eine Mikrocontroller jeder Ansteuerschaltung mit einem Watchdogtimer verbunden und der jeweilige Watchdogtimer ist mit einer von der Taktversorgung des Mikrocontrollers unabhängigen Zeitmessenrichtung ausgestattet. Auf diese Weise wird auch dann ein Fehler erkannt, wenn ein Mikrocontroller einen undefinierten Zustand aufweist. Der entsprechende Watchdogtimer bewirkt in diesem Fall das Abschalten der betroffenen Ansteuerschaltung und der Leistungsteil wird in weiterer Folge mittels der anderen Ansteuerschaltung angesteuert. Dabei entfällt die Notwendigkeit, teure Signalrelais vorzusehen, um fehlerhafte Ansteuerschaltungen sicher abzuschalten. Stattdessen kommen billige Halbleiterbauelemente zum Einsatz. Außerdem wird die Anzahl der Fehler, die zwangsläufig zu einem Ausfall führen, reduziert.

[0009] Vorteilhafterweise ist die erste Ansteuerschaltung als Master-Ansteuerschaltung und die zweite Ansteuerschaltung als Slave-Ansteuerschaltung eingerichtet und die beiden Ansteuerschaltungen sind über Kommunikationsleitungen mit einer übergeordneten Hauptsteuerung verbunden. Die Zuordnung der Master- und der Slave-Funktion erfolgt dabei mittels Hauptsteuerung. Die Master-Ansteuerschaltung ist im Normalbetrieb aktiv. Im Störfall erfolgt die

unterbrechungsfreie Umschaltung von der Master- zur Slave- Ansteuerschaltung mittels der Hauptsteuerung.

[0010] Eine Weiterentwicklung sieht vor, dass die Master- Ansteuerschaltung Ausgänge zur Abgabe von Zündimpulse aufweist und dass diese Ausgänge der Master-Ansteuerschaltung mit Ausgängen der Slave-Ansteuerschaltung galvanisch verbunden sind. Auf diese Weise liegen die Zündimpulse auch an den Ausgängen der nicht aktiven Slave-Ansteuerschaltung an. Die Slave-Ansteuerschaltung ist dann zur Überprüfung der Master-Ansteuerschaltung nutzbar.

[0011] Weiters ist es von Vorteil, wenn die Verteilschaltung Eingänge zum Empfang von Sensorsignalen des Leistungsteils aufweist und wenn die Verteilschaltung Ausgänge zur Abgabe der Sensorsignale an die beiden Ansteuerschaltungen aufweist. Beide Ansteuerschaltungen empfangen auf diese Weise laufend Sensordaten zur Auswertung des aktuellen Zustands des Leistungsteils.

[0012] In einer verbesserten Ausprägung umfasst jede Ansteuerschaltung eine Einrichtung zur Stromsymmetrierung. Mittels dieser Einrichtung zur Stromsymmetrierung ist sichergestellt, dass eine gleichmäßige Leistungsverteilung auf mehrere parallel geschaltete Leistungsteile erfolgt.

[0013] Das erfindungsgemäße Verfahren sieht vor, dass in einem Normalbetrieb der Leistungsteil über die Verteilschaltung mittels einer Ansteuerschaltung angesteuert wird und dass in jeder Ansteuerschaltung ein Mikrocontroller ein Triggersignal an den zugehörigen Watchdogtimer sendet, bis infolge einer Störung das Ausbleiben des Triggersignals zur Abschaltung der entsprechenden Ansteuerschaltung führt. Die Ausgabe des Triggersignals erfolgt dabei mittels einer im jeweiligen Mikrocontroller laufenden Software. Ein fehlerhafter Betrieb des Mikrocontrollers bewirkt dann zwangsläufig ein verzögertes oder ausbleibendes Triggersignal, sodass der Watchdogtimer anspricht.

[0014] Vorteilhafterweise ist vorgesehen, dass jeder Watchdogtimer an einem Eingang das Triggersignal empfängt und an einem Ausgang ein Ausgangssignal ausgibt und dass bei einem Ausbleiben des Triggersignals das Ausgangssignal seinen Signalzustand ändert um eine Abschaltung der zugehörigen Ansteuerschaltung herbeizuführen. Das Triggersignal sorgt während des Normalbetriebs für ein laufendes Zurücksetzen des entsprechenden Watchdogtimers, beispielsweise mittels wiederkehrender Signalfanken. Das Zurücksetzen erfolgt dabei vor Ablauf einer dem Watchdogtimer vorgegebenen Zeitspanne. Unterbleibt das Triggersignal, läuft die Zeitspanne ab und das Ausgangssignal ändert den Signalzustand. Die Zündimpulsausgänge der betroffenen Ansteuerschaltung werden hochohmig und die andere Ansteuerschaltung übernimmt die Ansteuerung des Leistungsteils.

[0015] Ein verbessertes Verfahren ist gegeben, wenn eine den Ansteuerschaltungen übergeordnete Hauptsteuerung laufend Überwachungssignale der Ansteuerschaltungen empfängt und wenn bei einer Abweichung eines Überwachungssignals von einer Sollvorgabe eine Störung der entsprechenden Ansteuerschaltung erkannt wird, sodass infolgedessen die Ansteuerung des Leistungsteils mittels Hauptsteuerung auf die andere Ansteuerschaltung umgeschaltet wird. Auf diese Weise werden Störungen, die zu keinen undefinierten Zuständen der betroffenen Ansteuerschaltung führen, frühzeitig erkannt.

[0016] Noch vor dem Ansprechen des zugehörigen Watchdogtimers ist dann die Umschaltung von einer Ansteuerschaltung auf die anderen durchführbar.

[0017] Zur Verbesserung der Redundanz ist vorgesehene, dass auch im Normalbetrieb mittels Hauptsteuerung abwechselnd von einer Ansteuerschaltung auf die andere Ansteuerschaltung umgeschaltet wird. Die Versorgung des Leistungsteils erfolgt also abwechselnd mit beiden Ansteuerschaltungen. Dadurch sind beide Ansteuerschaltungen immer wieder aktiv, wodurch deren Funktionsweise laufend überprüfbar ist. Auch der Umschaltvorgang selbst wird auf diese Weise getestet.

[0018] Die Erfindung wird nachfolgend in beispielhafter Weise unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung:

[0019] Fig. 1 Erregereinrichtung mit redundanter Ansteuerung

[0020] Fig. 2 Anordnung und Ansteuerung eines Watchdogtimers

[0021] Die Anordnung in Fig. 1 umfasst eine erste Ansteuerschaltung mit einer optionalen Einrichtung zur Stromsymmetrierung 3 und eine zweite Ansteuerschaltung 2 mit einer optionalen Einrichtung zur Stromsymmetrierung 4. Beispielsweise ist die erste Ansteuerschaltung 1 als Master und die zweite Ansteuerschaltung 2 als Slave eingerichtet, wobei beide Ansteuerschaltungen 1, 2 günstigerweise baugleich ausgeführt sind. Beide Ansteuerschaltungen 1, 2 tauschen über Kommunikationsleitungen mit einer übergeordneten Hauptsteuerung 6 Kommunikationssignale c1, c2 aus. Jede Ansteuerschaltung 1, 2 ist mit einer Rückmeldung der Zündimpulse ausgestattet. Damit können vom Master abgegebene Zündimpulse vom Slave überprüft werden.

[0022] Die Zuordnung als Master und Slave geschieht dabei mittels Hauptsteuerung 6. Um die Redundanz zu verbessern besteht die Möglichkeit, dass die Hauptsteuerung 6 in vorgegebenen Abständen testweise zwischen den beiden Ansteuerschaltungen 1, 2 hin und her schaltet. Die Ansteuerung des Leistungsteils 7 erfolgt somit im Normalbetrieb alternierend mit beiden Ansteuerschaltungen 1, 2. Auf diese Weise findet laufend eine Überprüfung der Funktionsweise beider Ansteuerschaltungen 1, 2 statt.

[0023] Im Normalbetrieb ist die erste Ansteuerschaltung 1 aktiv.

[0024] Über geeignete Leitungen werden Ansteuersignale a über eine Verteilschaltung 5 an einen Leistungsteil 7 geleitet. Sensorsignale s des Leistungsteils 7 werden mittels Verteilschaltung 5 an die Ansteuerschaltungen 1, 2 weitergegeben. Die Ausgänge der Ansteuerschaltungen 1, 2 sind innerhalb der Verteilschaltung 5 galvanisch gekoppelt, sodass die Ansteuersignale a (d.h. die Zündimpulse) auch an der zweiten Ansteuerschaltung 2 anliegen und dort ausgewertet werden können.

[0025] Die Verteilschaltung 5 besteht beispielsweise aus entsprechenden Kabelverbindungen oder ist als eigene Verteilbaugruppe ausgebildet.

[0026] Die redundante Ansteuerung sieht vor, dass alle Signale logisch parallel geschaltet sind. Dabei ist durch eine gegenseitige Verriegelung sichergestellt, dass immer nur eine Ansteuerschaltung 1 bzw. 2 Ansteuersignale a abgibt. Nur wenn die Ausgänge der einen Ansteuerschaltung 2 bzw. 1 hochohmig sind, kann die andere Ansteuerschaltung 1 bzw. 2 aktiv sein.

[0027] Im vorliegenden Beispiel verfügt der Leistungsteil 7 über drei Phasenanschlüsse L1, L2, L3 und ist zur Gleichstromspeisung mit einer Erregerwicklung einer Synchronmaschine 8 verbunden. Die Ständerwicklungen der Synchronmaschine 8 sind ebenfalls an drei Phasen U, V, W angeschlossen.

[0028] Die Redundanz besteht bei der vorliegenden Anordnung im Vorhandensein der beiden Ansteuerschaltungen 1, 2. Die Ansteuersignale a für den Leistungsteil 7 und die Sensorsignale s (Istwerte) des Leistungsteils 7 sind in der Verteilschaltung 5 zusammengefasst. Die entsprechenden Leitungen sind elektrisch verbunden, sodass die Ausgestaltung der Redundanz an eine jeweilige Anlage anpassbar ist. Im vorliegenden Fall ist nur ein Leistungsteil 7 als Stromrichter für den Erregerstrom der Synchronmaschine 8 dargestellt. Um die Ausfallsicherheit zu erhöhen wird der Leistungsteil 7 redundant ausgeführt. Auch dieser Fall ist mit der vorliegenden Erfindung abgedeckt. Mittels Einrichtung zur Stromsymmetrierung 3 bzw. 4 sind mehrere Leistungsteile 7 ansteuerbar. Beispielsweise umfasst dabei jede Ansteuerschaltung 1, 2 eine eigene Symmetrierbaugruppe.

[0029] In Fig. 2 ist die Watchdogschaltung innerhalb der jeweiligen Ansteuerschaltung 1, 2 dargestellt. Jede Ansteuerschaltung 1, 2 verfügt dabei über einen Mikrocontroller 9. Optional ist ein weiterer Mikrocontroller 10 vorgesehen, mit dem der erste Mikrocontroller 9 über eine Kommunikationsleitung Daten k austauscht. Es sind auch mehr als zwei Mikrocontroller an die Kommunikationsleitung anschließbar. Die Mikrocontroller 9, 10 einer Ansteuerschaltung 1 bzw. 2 verfügen dabei über eine gemeinsamen Taktversorgung.

[0030] Umfasst die jeweilige Ansteuerschaltung 1 bzw. 2 eine Einrichtung zur Stromsymmetrierung 3 bzw. 4, so befindet sich die Watchdogschaltung vorteilhafterweise innerhalb dieser Einrichtung zur Stromsymmetrierung 3 bzw. 4.

[0031] Über einen General-Purpose Input/Output (GPIO) 11 sendet der Mikrocontroller 9 ein Triggersignal t an einen Watchdogtimer 12. Das Triggersignal t wird dabei zwingend mittels Software in einer ersten Zeitschleife generiert. Zudem verfügt jeder Watchdogtimer 12 über einen eigenen Taktgeber oder ein eigenes Zeitglied (z.B. R-C-Glied). Auf diese Weise erfolgt die Zeitmessung nach jedem Empfang eines Impulses oder Flankenwechsels des Triggersignal t unabhängig von der Taktversorgung der Mikrocontroller 9, 10. Die Funktionsweise des Watchdogtimers 12 bleibt somit aufrecht, wenn die Taktversorgung der Mikrocontroller 9, 10 ausfällt.

[0032] Bei mehreren Mikrocontrollern 9, 10 sinkt die Fehlermöglichkeiten, die zu einem Ausfall des Systems führen. Dabei überwacht der dem Watchdogtimer zugeordnete Mikrocontroller 9, ob die Kommunikation zu den weiteren Mikrocontrollern 10 fehlerfrei funktioniert. Im Falle einer Störung unterbleibt die Ausgabe des Triggersignals t.

[0033] Die Funktionsweise einer Watchdogschaltung ist wie folgt. Beispielsweise finden am Eingang des Watchdogtimers 12 während des Normalbetriebs in bestimmten Zeitabständen Flankenwechsel des Triggersignals t statt. Unterbleibt ein Flankenwechsel für eine vorgegebene Zeitspanne (z.B. 100ms), schlägt der Watchdogtimer an. Dabei kommt es nach Ablauf der vorgegebenen Zeitspanne zu einem Kippen des Ausgangssignals w am Ausgang des Watchdogtimers 12. Mit diesem Ausgangssignal w werden dann die Ansteuersignale des Leistungsteils 7 hochohmig, d.h. passiv, geschaltet und die andere Ansteuerschaltung (2 bzw. 1) kann die Ansteuerung des Leistungsteils übernehmen.

[0034] Die dem Watchdogtimer 12 vorgegebene Zeitspanne ist dabei einerseits größer als die maximale Durchlaufdauer der Softwareroutinen in der ersten Zeitschleife des dem Watchdogtimer 12 zugeordneten Mikrocontrollers 9, wobei in der ersten Zeitschleife auch die Generierung des Triggersignals t geschieht. Im Normalbetrieb erfolgt somit immer eine rechtzeitige Rücksetzung des Watchdogtimers 12. Andererseits ist die vorgegebene Zeitspanne so kurz, dass eine störungsfreie Übergabe von einer Ansteuerschaltung 1 bzw. 2 auf die andere Ansteuerschaltung 2 bzw. 1 erfolgt.

[0035] Mit der vorliegenden Erfindung werden somit drei Arten von Fehlern abgedeckt:

[0036] 1) Wenn die Versorgungsspannung der Mikrocontroller 9, 10 oder der ganzen Baugruppe ausfällt, geht die betroffene Ansteuerschaltung 1 bzw. 2 sofort in den passiven Zustand. Dieser Vorgang ist durch die Schaltungstechnik realisiert. Auch die Watchdogschaltung hat in diesem Fall keine Versorgung und arbeitet nicht. Durch die gegenseitige Überwachung der Ansteuerschaltungen 1, 2 wird der Ausfall einer Ansteuerschaltung 1 bzw. 2 von der anderen Ansteuerschaltung 2 bzw. 1 erkannt und die andere Ansteuerschaltung 2 bzw. 1 übernimmt die Ansteuerung des Leistungsteils 7.

[0037] 2) Wenn die Taktversorgung der Mikrocontroller 9, 10 ausfällt, arbeitet der dem Watchdogtimer 12 zugeordnete Mikrocontroller 9 nicht mehr. Das Triggersignal t unterbleibt und das Ausgangssignal w des Watchdogtimers 12 kippt. Die Ausgänge der betroffenen Ansteuerschaltung 1 bzw. 2 werden daraufhin hochohmig geschaltet und die andere Ansteuerschaltung 2 bzw. 1 übernimmt die Ansteuerung des Leistungsteils 7.

[0038] Wenn ein Mikrocontroller 9, 10 aus einem anderen Grund nicht mehr richtig arbeitet, dann ist durch die Software des dem Watchdogtimer 12 zugeordneten Mikrocontrollers 9 sichergestellt, dass kein Triggersignal t mehr ausgegeben wird. Das Ausgangssignal w des Watchdogtimers 12 kippt nach Ablauf der vorgegebenen Zeitspanne und die Ausgänge der betroffenen Ansteuerschaltung 1 bzw. 2 werden hochohmig, was zur Übernahme der Ansteuerung durch die andere Ansteuerschaltung 2 bzw. 1 führt.

[0039] Somit sind alle denkbaren Fehlerfälle abgedeckt, die eine Umschaltung von einer Ansteuerschaltung 1 bzw. 2 auf die andere Ansteuerschaltung 2 bzw. 1 erforderlich machen, damit

der Betrieb der Anlage unterbrechungsfrei bleibt.

[0040] Günstigerweise führt das Umschalten der Ansteuerschaltungen 1, 2 zu einer Fehlerausgabe an ein Bedienpersonal. Auf diese Weise ist die Störung einer ausgefallenen Ansteuerschaltung 1 bzw. 2 rasch behebbar, um wieder einen aufrechten Redundanzbetrieb sicherzustellen.

Patentansprüche

1. Steuerungsanordnung zur Ansteuerung zumindest eines Leistungsteils (7) einer Erreger-einrichtung einer Synchronmaschine (8), eine erste Ansteuerschaltung (1) und eine zweite Ansteuerschaltung (2) umfassend, wobei die beiden Ansteuerschaltungen (1, 2) mittels einer Verteilschaltung (5) an den zumindest einen Leistungsteil (7) anschaltbar sind und wobei jede Ansteuerschaltung (1, 2) eine Taktversorgung und zumindest einen Mikrocontroller (9) umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zumindest eine Mikrocontroller (9) jeder Ansteuerschaltung (1, 2) mit einem Watchdogtimer (12) verbunden ist und dass der jeweilige Watchdogtimer (12) mit einer von der Taktversorgung des Mikrocontrollers (9) unabhängigen Zeitmesseinrichtung ausgestattet ist.
2. Steuerungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Ansteuerschaltung (1) als Master-Ansteuerschaltung eingerichtet ist, dass die zweite Ansteuerschaltung (2) als Slave-Ansteuerschaltung eingerichtet ist und dass beide Ansteuerschaltungen (1, 2) über Kommunikationsleitungen mit einer übergeordneten Hauptsteuerung (6) verbunden sind.
3. Steuerungsanordnung, nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Master-Ansteuerschaltung (1) Ausgänge zur Abgabe von Zündimpulse aufweist und dass diese Ausgänge der Master-Ansteuerschaltung (1) mit Ausgängen der Slave-Ansteuerschaltung (2) galvanisch verbunden sind.
4. Steuerungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verteilschaltung (5) Eingänge zum Empfang von Sensorsignalen (s) des Leistungsteils (7) aufweist und dass die Verteilschaltung (5) Ausgänge zur Abgabe der Sensorsignale (s) an die beiden Ansteuerschaltungen (1, 2) aufweist.
5. Steuerungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass jede Ansteuerschaltung (1, 2) eine Einrichtung zur Stromsymmetrierung (3, 4) umfasst.
6. Steuerungsverfahren einer Steuerungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem Normalbetrieb der Leistungsteil (7) über die Verteilschaltung (5) mittels einer Ansteuerschaltung (1 bzw. 2) angesteuert wird und dass in jeder Ansteuerschaltung (1 bzw. 2) ein Mikrocontroller (9) ein Triggersignal (t) an den zugehörigen Watchdogtimer (9) sendet, bis infolge einer Störung das Ausbleiben des Triggersignals (t) zur Abschaltung der entsprechenden Ansteuerschaltung (1 bzw. 2) führt.
7. Steuerungsverfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeder Watchdogtimer (9) an einem Eingang das Triggersignal (t) empfängt und an einem Ausgang ein Ausgangssignal (w) ausgibt und dass bei einem Ausbleiben des Triggersignals (t) das Ausgangssignal (w) seinen Signalzustand ändert um eine Abschaltung der zugehörigen Ansteuerschaltung (1 bzw. 2) herbeizuführen.
8. Steuerungsverfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine den Ansteuerschaltungen (1, 2) übergeordnete Hauptsteuerung (6) laufend Überwachungssignale (c1, c2) der Ansteuerschaltungen (1, 2) empfängt und dass bei einer Abweichung eines Überwachungssignals (c1 bzw. c2) von einer Sollvorgabe eine Störung der entsprechenden Ansteuerschaltung (1 bzw. 2) erkannt wird und dass infolgedessen die Ansteuerung des Leistungsteils (7) mittels Hauptsteuerung (6) auf die andere Ansteuerschaltung (2 bzw. 1) umgeschaltet wird.
9. Steuerungsverfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Normalbetrieb mittels Hauptsteuerung (6) abwechselnd (7) von einer Ansteuerschaltung (1 bzw. 2) auf die andere Ansteuerschaltung (2 bzw. 1) umgeschaltet wird.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

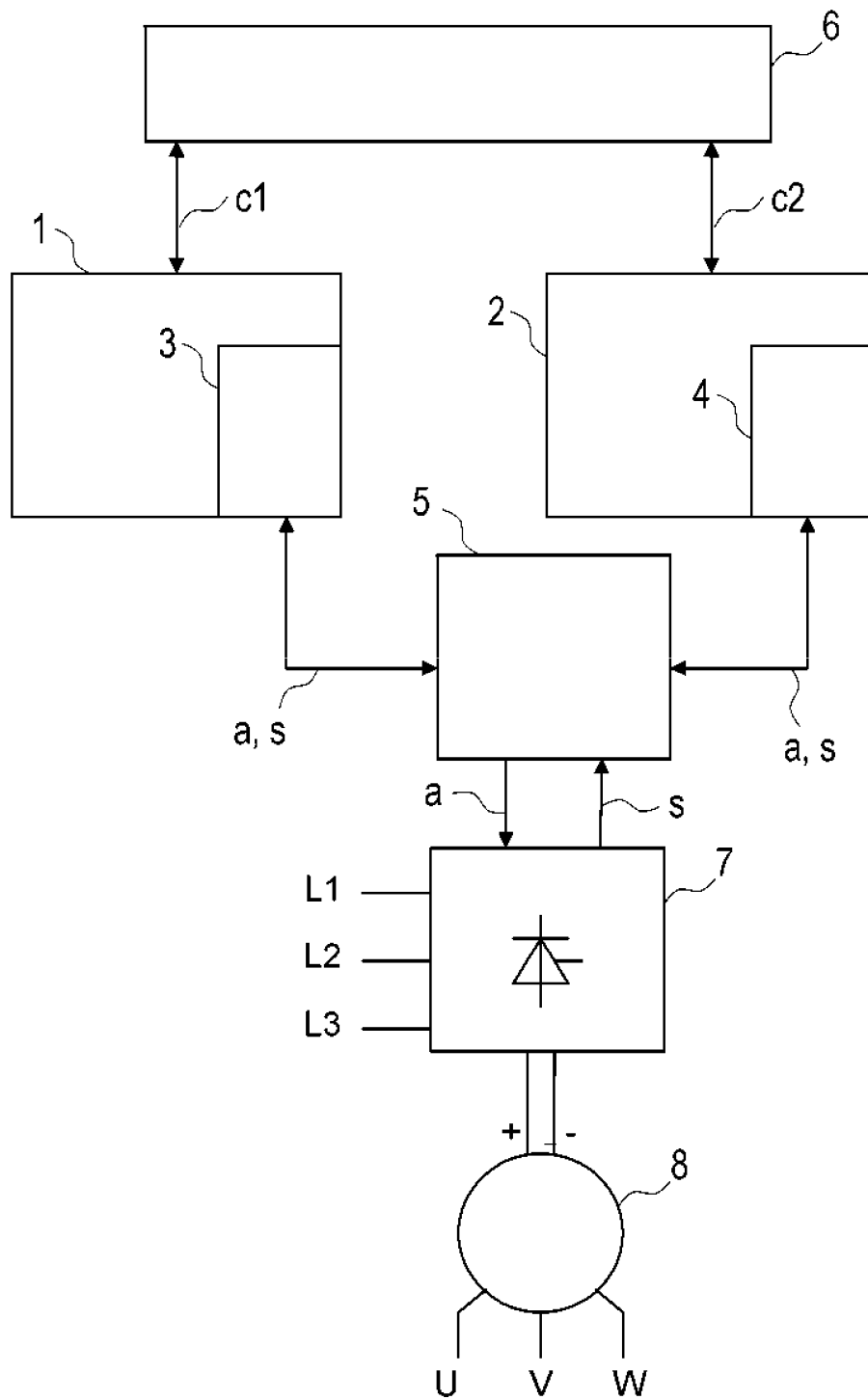


Fig. 2

