(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 018 578 A1** 2005.11.03

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 018 578.6**
(22) Anmeldetag: **16.04.2004**
(43) Offenlegungstag: **03.11.2005**

(51) Int Cl.[7]: **H02M 1/00**
H02H 6/00, G01R 17/10

(71) Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

(72) Erfinder:
Schierling, Hubert, Dr., 91052 Erlangen, DE

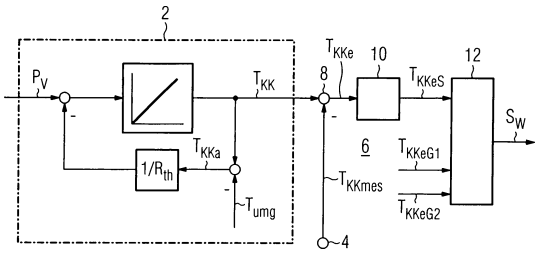
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DE 102 54 419 A1
DD 2 33 205 A1
WO 2004/0 27 963 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Erfassung eines Verschmutzungsgrades eines betriebenen Umrichtergerätes**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erfassung eines Verschmutzungsgrades eines betriebenen Umrichtergerätes. Erfindungsgemäß wird ein Betriebszustand wenigstens eines der Umgebungsluft des Umrichtergerätes ausgesetzten Bauelements des Umrichtergerätes ermittelt, wird von diesem Bauelement ein korrespondierender Betriebszustand im unverschmutzten Zustand bestimmt, werden diese beiden Betriebszustände miteinander verglichen und der ermittelte Vergleichswert als Maß für den Verschmutzungsgrad des Umrichtergerätes dargestellt. Mit diesem Verfahren zur Erfassung eines Verschmutzungsgrades eines betriebenen Umrichtergerätes können die Anzahl der Ausfälle infolge einer nicht schutzgradgerechten Betriebsweise eines Umrichtergerätes und die damit verbundenen Nachteil wie Kosten und Imageverlust reduziert werden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erfassung eines Verschmutzungsgrades eines betriebenen Umrichtergerätes.

[0002] Wenn Umrichtergeräte, beispielsweise Frequenzumrichter, in verschmutzter Umgebung betrieben werden, für die sie jedoch nicht einen entsprechenden Schutzgrad aufweisen, kommt es zu Ablagerungen innerhalb des Umrichtergerätes. Da die Umgebungsluft des Umrichtergerätes als Kühlmedium verwendet wird, können sich die in der Umgebungsluft befindlichen Schmutzpartikel an Flächen von Bauelementen, insbesondere zu kühlender Elemente, des Umrichtergerätes ablagern. Diese Ablagerungen führen bei zu kühlenden Flächen, beispielsweise eines Kühlkörpers, oder Oberflächen von verlustbehafteten Bauelementen zur Überhitzung mit anschließendem Defekt. Ablagerungen auf isolierenden Oberflächen können die elektrische Isolation überbrücken und gefährden damit die Funktion und die Sicherheit des Umrichtergerätes.

[0003] Ob ein in den Handel gebrachtes Umrichtergerät entsprechend seines Schutzgrades eingesetzt wird, ist vom Hersteller dieses Umrichtergerätes nicht mehr nachprüfbar. Erst wenn ein Umrichtergerät wegen Auftretens eines Fehlers sich abgeschaltet hat und ein Techniker zur Behebung des Fehlers dieses Umrichtergerät öffnet, kann festgestellt werden, ob dieses Umrichtergerät seinem Schutzgrad entsprechend eingesetzt worden ist. Wenn nicht, müssen die Komponenten bzw. Bauelemente des Umrichtergerätes mit Ablagerungen überzogen sein. Erst dann steht fest, dass die Ursache der Abschaltung des Umrichtergerätes nicht bauartbedingt, sondern einsatzbedingt ist. Wenn ein derartiges Umrichtergerät in einem Produktionsprozess eingebunden ist, muss unter Umständen wegen des abgeschalteten Umrichtergerätes die gesamte Produktion unterbrochen werden, wodurch erhebliche Folgekosten entstehen.

Aufgabenstellung

[0004] Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erfassung eines Verschmutzungsgrades eines betriebenen Umrichtergerätes anzugeben, so dass noch vor einer Betriebsunterbrechung die Gefahr einer Schutzabschaltung des Umrichtergerätes infolge Verschmutzung erkannt wird.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß jeweils mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. 2 (Verfahren) und mit den Merkmalen des Anspruchs 8 bzw. 9 bzw. 10 (Vorrichtung) gelöst.

[0006] Dadurch, dass einerseits ein Betriebszustand wenigstens eines der Umgebungsluft des Umrichtergerätes ausgesetzten Bauelements des Umrichtergerätes und andererseits ein Betriebszustand dieses Bauelement im unverschmutzten Zustand bestimmt werden, kann man mittels eines Vergleichs dieser beiden Betriebszustände auf den Verschmutzungsgrad des Umrichtergerätes schließen. Der ermittelte Vergleichswert ist ein Maß für den Verschmutzungsgrad des Umrichtergerätes.

[0007] Mittels des zweiten erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Verschmutzungsgrad eines Umrichtergerätes in Abhängigkeit mittels der Ermittlung einer Oberflächenleitfähigkeit eines der Umgebungsluft des Umrichtergerätes ausgesetzten Teils des Umrichtergerätes und eines vorbestimmten Grenzwertes erfasst. Mit steigender Verschmutzung im Innern des Umrichtergerätes steigt die Oberflächenleitfähigkeit eines der Umgebungsluft des Umrichtergerätes ausgesetzten Teils des Umrichtergerätes und damit der Wert eines Ableitstromes.

[0008] Bei einer vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens zur Erfassung des Verschmutzungsgrades werden die erfassten Vergleichswerte abgespeichert. Dadurch steht die Fortschreitung der Verschmutzung eines Umrichtergerätes für zusätzliche Auswertungen zur Verfügung. Aus dieser Fortschreitung der Verschmutzung des Umrichtergerätes kann beispielsweise eine Prognose für den Zeitpunkt der Schutzabschaltung des Umrichtergerätes ermittelt werden. D.h., man kann die verbleibenden Betriebsstunden des Umrichtergerätes anzeigen, damit ein Produktionsprozess gezielt heruntergefahren werden kann.

[0009] Bei einem weiteren vorteilhaften Verfahren wird bei Überschreitung eines vorbestimmten Vergleichswertes ein Warnsignal generiert. Dadurch wird visuell und/oder akustisch angezeigt, dass ein ungestörter Betrieb gefährdet ist.

[0010] Bei einem weiteren vorteilhaften Verfahren wird bei Überschreitung eines zweiten vorbestimmten Vergleichswertes, der größer als der erste Vergleichswert ist, eine Warnmeldung generiert, die eine bevorstehende Schutzabschaltung des Umrichtergerätes ankündigt. Dabei ist dieser zweite Vergleichswert so vorbestimmt, dass eine Stillsetzung des Produktionsprozesses noch möglich ist.

[0011] Bauelemente des Umrichtergerätes, deren Verlustleistung und/oder Temperatur bestimmt werden können, werden vorteilhafter Weise zur Diagnose der Verschmutzung des Umrichtergerätes herangezogen. Besonders geeignet zur Diagnose der Verschmutzung des Umrichtergerätes ist der Kühlkörper des Umrichtergerätes, auf dem die Leistungshalbleiter des Umrichtergerätes wärmeleitend angebracht sind. Zur Überwachung des Leistungsteils des Umrichtergerätes wird die Temperatur des Kühlkörpers

erfasst. Bei Überschreitung eines Grenzwertes wird das Umrichtergerät abgeschaltet.

[0012] Eine erste erfindungsgemäße Vorrichtung zur Erfassung eines Verschmutzungsgrades eines betriebenen Umrichtergerätes weist ein thermisches Modell zur Schätzung einer Temperatur des Kühlkörpers des Umrichtergerätes, einen Temperatursensor zur Ermittlung einer Kühlkörpertemperatur und eine Auswerteschaltung auf, die eingangsseitig mit dem thermischen Modell und dem Temperatursensor verknüpft ist. Somit kann man mit wenigen Bauelementen, die teilweise im handelsüblichen Umrichtergerät bereits vorhanden sind, einen Verschmutzungsgrad eines betriebenen Umrichtergerätes diagnostizieren.

[0013] Bei einer zweiten erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Erfassung eines Verschmutzungsgrades eines betriebenen Umrichtergerätes wird eine Widerstands-Brückenschaltung verwendet, die eingangsseitig mit einer Spannungsversorgung des Umrichtergerätes verknüpft ist und deren Widerstände derart dimensioniert sind, dass zwei diagonal gegenüberliegende Widerstände ihren Widerstandswert betriebsbedingt durch Erwärmung ändern, während die beiden anderen jeweils ihren Widerstandswert beibehalten, und ausgangsseitig mit einer Auswerteschaltung verknüpft ist.

[0014] Vorteilhafter Weise besteht wenigstens ein Widerstand der beiden Widerstände, die betriebsbedingt ihren Widerstandswert ändern, aus mehreren elektrisch in Reihe geschalteten Widerständen, die im Umrichtergerät verteilt angeordnet sind. Dadurch wird die Verschmutzung des Umrichtergerätes nicht nur an einer vorbestimmten Stelle erfasst, sondern innerhalb des gesamten Umrichtergerätes.

[0015] Eine dritte erfindungsgemäße Vorrichtung besteht aus der Messung der Oberflächenleitfähigkeit. Dazu weist diese Vorrichtung zwei eng nebeneinander verlaufende Leiterbahnen, von denen eine mit einem Ableitwiderstand verbunden ist, dem elektrisch parallel ein Spannungsfolger geschaltet ist. Die zweite Leiterbahn ist mit einer Spannungsversorgung des Umrichtergerätes verknüpft. Am Ausgang des Spannungsfolgers steht eine Messspannung an, deren Amplitude proportional einem diagnostizierten Verschmutzungsgrad des Umrichtergerätes ist.

[0016] Mit diesen erfindungsgemäßen Verfahren und Vorrichtungen können die Anzahl der Ausfälle infolge einer nicht schutzgradgerechten Betriebsweise eines Umrichtergerätes und die damit verbundenen Nachteile wie Kosten und Imageverlust reduziert werden.

Ausführungsbeispiel

[0017] Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird auf die Zeichnung Bezug genommen, in der mehrere Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung schematisch veranschaulicht sind.

[0018] Fig. 1 zeigt eine vorteilhafte Ausführungsform einer ersten erfindungsgemäßen Vorrichtung, in der

[0019] Fig. 2 ist eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der ersten Vorrichtung nach Fig. 1 veranschaulicht, die

[0020] Fig. 3 zeigt eine zweite erfindungsgemäße Vorrichtung, und in der

[0021] Fig. 4 ist eine dritte erfindungsgemäße Vorrichtung veranschaulicht, wobei in

[0022] Fig. 5 eine Ausführungsform des Messsensors der Vorrichtung nach Fig. 4 dargestellt ist.

[0023] In der Fig. 1 ist eine vorteilhafte Ausführungsform einer ersten Vorrichtung nach der Erfindung schematisch dargestellt. Diese Vorrichtung weist ein Temperaturmodell **2**, einen Temperatursensor **4** und eine Auswerteschaltung **6** auf. Der Temperatursensor **4** ist am Bauelement des Umrichtergerätes platziert, dessen Temperatur gemessen werden soll. Dieses Bauelement ist der Kühlkörper des Umrichtergerätes, der direkt mit der Umgebungsluft des Umrichtergerätes in Kontakt kommt. Beim Temperaturmodell **2** handelt es sich um ein an sich bekanntes Temperaturmodell für den Kühlkörper. Mit diesem Temperaturmodell wird abhängig von einer tatsächlichen Verlustleistung P_V und einer tatsächlichen Kühlmitteltemperatur T_{umg} eine zu erwartende Kühlkörpertemperatur T_{KK} ermittelt. Die Integrationszeitkonstante entspricht dabei der thermischen Masse und der Rückführungskoeffizient dem Kehrwert des thermischen Widerstandes R_{th} des Kühlkörpers. Die Verlustleistung P_V wird wie bei einem herkömmlichen thermischen Modell beispielsweise zur Schätzung einer Sperrschichttemperatur eines Leistungshalbleiters, aus einem Laststromwert, einem Zwischenkreisspannungswert, dem Aussteuerungsgrad und einer Schaltfrequenz ermittelt. Die Kühlmitteltemperatur T_{umg} wird mittels eines weiteren Temperatursensors ermittelt, der beispielsweise im Kühlmittelstrom angeordnet ist. Als Ergebnis liefert dieses Temperaturmodell **2** des Kühlkörpers eine geschätzte Kühlkörpertemperatur T_{KK}, die der Kühlkörper bei Abführung der Verlustleistung P_V einnimmt, wenn dieser nicht verschmutzt ist.

[0024] Die Auswerteschaltung **6** weist eingangsseitig einen Vergleicher **8**, dem ein Speicher **10** nachgeschaltet ist, auf. Ausgangsseitig ist dieser Speicher **10** mit einer Vergleichseinrichtung **12** verbunden, an deren Ausgang ein Warnsignal S_W ansteht. Außerdem sind dieser Vergleichseinrichtung **12** zwei

Grenzwerte T_{KKeG1} und T_{KKeG2} für einen ermittelten Vergleichswert T_{KKe} zugeführt. Der Speicher **10** wird nur dann benötigt, um die zeitliche Veränderung der Verschmutzung zusätzlich auswerten zu können. Ansonsten kann der ermittelte Vergleichswert T_{KKe} auch direkt der Vergleichseinrichtung **12** zugeführt werden.

[0025] Bei Verschmutzung des Kühlkörpers des Umrichtergerätes ist die gemessene Kühlkörpertemperatur T_{KKmes} höher als die geschätzte Kühlkörpertemperatur T_{KK} des Temperaturmodells **2**. Als Vergleichswert T_{KKe} erhält man einen negativen Wert. Das Minus-Zeichen signalisiert, dass der Kühlkörper des Leistungsteils des Umrichtergerätes schlechter arbeitet als vorgesehen. Der Wert dieses Vergleichswertes T_{KKe} gibt an, um wie viel dieser Kühlkörper schlechter arbeitet. Erst wenn der Wert dieses ermittelten Vergleichswertes T_{KKe} negativ und sein Betrag gleich oder größer als der erste Grenzwert T_{KKeG1} ist, wird ein Warnsignal S_W generiert, beispielsweise eine Anzeige ansteuert. Steigt infolge der anhaltenden Verschmutzung des Kühlkörpers des Leistungsteils des Umrichtergerätes der Betrag des Vergleichswertes T_{KKe} derart an, dass dieser gleich oder größer einem zweiten Grenzwert T_{KKeG2} ist, der größer als der erste Grenzwert T_{KKeG1} ist, wird ein zweites Warnsignal S_W generiert. Dieses Warnsignal S_W kann dazu verwendet werden, um anzuzeigen, dass ein Verschmutzungsgrad erreicht ist, bei dem damit zu rechnen ist, dass in absehbarer Zeit eine Schutzabschaltung ausgelöst wird oder eine Gerätestörung auftritt. Aus der zeitlichen Aufzeichnung dieser einzelnen Vergleichswerte kann beispielsweise eine Restbetriebszeit berechnet werden. Die Restbetriebszeit gibt an, dass unter den vorherrschenden betrieblichen Bedingungen das Umrichtergerät nach Ablauf der angegebenen Zeitspanne abschaltet. Zusätzlich zur visuellen Darstellung kann ein akustisches Signal verwendet werden.

[0026] Die Fig. 2 zeigt eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der ersten Vorrichtung nach der Erfindung. Diese Ausführungsform unterscheidet sich von der Ausführungsform nach Fig. 1 dadurch, dass das Temperaturmodell **2** um einen Schätzer für den thermischen Widerstand R_{th} des Kühlkörpers erweitert ist. D.h., der Wert der zwischen Kühlkörper und Kühlmittel ermittelte Temperaturdifferenz T_{KKa} wird nicht mehr direkt dem Kehrwert des thermischen Widerstandes R_{th} zugeführt, sondern einem Multiplizierer **14**, an dessem zweiten Eingang der Kehrwert des thermischen Widerstandes R_{th} ansteht. Außerdem ist dem Vergleicher **8** der Auswerteschaltung **6** ein Integrierer **16** nachgeschaltet, der ausgangsseitig dem Kehrwert des thermischen Widerstandes R_{th} zugeführt wird. Der Wert, der am Ausgang des Integrierers **16** ansteht, ist der Wirkungsgrad η_{KK} des Kühlkörpers, der ein direktes Maß für die Effektivität des Kühlsystems ist. Ein Wirkungsgrad η_{KK} kleiner Eins bedeutet, dass eine Verschmutzung des Kühlkörpers vorliegt. Die Differenz zu $\eta_{KK} = 1$ gibt den Verschmutzungsgrad des Kühlkörpers des Umrichtergerätes an. Dieser Wert des Wirkungsgrades η_{KK} kann genauso ausgewertet werden, wie die ermittelte Temperaturabweichung T_{KKe} des Kühlkörpers.

[0027] Eine zweite erfindungsgemäße Vorrichtung zur Erfassung eines Verschmutzungsgrades eines betriebenen Umrichtergerätes ist in der Fig. 3 näher dargestellt. Diese zweite erfindungsgemäße Vorrichtung besteht aus einer Widerstands-Brückenschaltung **18**, die eingangsseitig mit einer Versorgungsspannung U des Umrichtergerätes verknüpft ist. Diese Widerstands-Brückenschaltung **18** weist zwei Widerstände R_2 und R_3 auf, die betriebsmäßig warm werden und dadurch ihren Widerstandswert erhöhen, und zwei Widerstände R_1 und R_4 die während des Betriebes des Umrichtergerätes ihren Widerstandswert nicht ändern. Diese Widerstände R_1 und R_4 bleiben entweder auf Umgebungstemperatur oder sind aus Material mit temperaturunabhängigem Widerstand gefertigt. Wählt man die Widerstandswerte dieser Widerstände R_1 bis R_4 so, dass eine Brückendiagonalspannung U_{diag} bei unverschmutzten Widerständen R_1 bis R_4 im eingeschwungenen Zustand genau Null ist, so kann diese Brückendiagonalspannung U_{diag} direkt als Maß für eine auftretende Verschmutzung des betriebenen Umrichtergerätes verwendet werden.

[0028] Bei einer vorteilhaften Ausführungsform dieser Vorrichtung besteht der Widerstand R_2 bzw. R_3 aus mehreren Widerständen, die im Innern des Umrichtergerätes verteilt angeordnet und elektrisch in Reihe geschaltet sind. Dadurch wird die Verschmutzung des betriebenen Umrichtergerätes nicht nur an einer vorbestimmten Stelle ermittelt, sondern im gesamten Umrichtergerät.

[0029] In der Fig. 4 ist eine dritte Vorrichtung zur Ermittlung eines Verschmutzungsgrades eines betriebenen Umrichtergerätes veranschaulicht. Diese Vorrichtung weist eine Messeinrichtung **20** zur Oberflächenleitfähigkeit und einen Spannungsfolger **22** auf. Die Messeinrichtung **20** weist einen Ableitwiderstand **24** und einen Messsensor **26** auf. Als Messsensor **26** werden beispielsweise zwei dicht nebeneinander verlaufende Leiterbahnen **28**, **30** verwendet, die über diejenigen Platinenbereiche des Umrichtergerätes geführt sind, in denen während des Betriebes des Umrichtergerätes die größte Verschmutzung erwartet wird. Diese Ausführung dieses Messsensors **26** ist in der Fig. 5 näher dargestellt. An den Eingangsklemmen **32** und **34** der Messeinrichtung **20** ist eine Versorgungsspannung U des Umrichtergerätes angelegt. Die Eingangsklemme **32** ist mit der Leiterbahn **28** des Messsensors **26** elektrisch leitend verbunden, wogegen die Leiterbahn **30** mit einem Anschluss des Ableitwiderstandes **24** verbunden ist. Die zweite Ein-

gangsklemme **34** der Messeinrichtung **20** ist mit dem freien Anschluss des Ableitwiderstandes **24** verknüpft. Damit ein Ableitstrom proportional zur Verschmutzung des Umrichtergerätes fließen kann, sind diese beiden Leiterbahnen **28** und **30** frei von Lötstop-Lack. Am Ableitwiderstand **24** steht dann eine dazu proportionale Spannung an. Diese Spannung wird mittels eines Kondensators **36** geglättet. Der Spannungsfolger **22**, der als Impedanzwandler eingesetzt wird, erzeugt aus dieser geglätteten Spannung eine Messspannung U_{mes}, die proportional der Verschmutzung des betriebenen Umrichtergerätes ist. Anstelle der beiden eng nebeneinander verlaufenden Leiterbahnen **28** und **30** können auch alternativ Lötaugen, die in regelmäßigen Abständen vorgesehen sind, verwendet werden.

[0030] Mit diesen Vorrichtungen, deren Bestandteile in ein Umrichtergerät integriert werden bzw. schon zum Teil zum Umrichtergerät gehören, kann während des Betriebes des Umrichtergerätes dessen Verschmutzung einfach diagnostiziert werden. Dadurch wird die Gefahr von Gerätestörungen oder -ausfällen infolge einer fortschreitenden Verschmutzung erkannt, noch bevor es zu einer Betriebsunterbrechung kommt. Dadurch wird die Anzahl von Ausfällen mit den damit verbundenen Nachteilen wie Kosten und Imageverlust reduziert.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erfassung eines Verschmutzungsgrades eines betriebenen Umrichtergerätes, wobei ein Betriebszustand wenigstens eines der Umgebungsluft des Umrichtergerätes ausgesetzten Bauelements des Umrichtergerätes ermittelt wird, wobei von diesem Bauelement ein korrespondierender Betriebszustand im unverschmutzten Zustand bestimmt wird, und wobei diese beiden Betriebszustände miteinander verglichen werden und ein ermittelter Vergleichswert ein Maß für den Verschmutzungsgrad des Umrichtergerätes darstellt.

2. Verfahren zur Erfassung eines Verschmutzungsgrades eines betriebenen Umrichtergerätes, wobei eine Oberflächenleitfähigkeit eines der Umgebungsluft des Umrichtergerätes ausgesetzten Teils des Umrichtergerätes ermittelt und mit einem vorbestimmten Grenzwert verglichen wird, dessen Vergleichswert ein Maß für den Verschmutzungsgrad des Umrichtergerätes darstellt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die ermittelten Vergleichswerte abgespeichert werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass bei Überschreitung eines vorbestimmten Vergleichswertes (T_{KKeG1}) ein Warnsignal (S_W) generiert wird.

5. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei Überschreitung eines zweiten vorbestimmten Vergleichswert (T_{KKeG2}), der größer als der erste Vergleichswert (T_{KKeG1}) ist, eine Warnmeldung generiert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Betriebszustand eines Bauelementes des Umrichtergerätes durch seine Temperatur (T_{KK}) angezeigt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Betriebszustand eines Bauelementes des Umrichtergerätes durch seinen Widerstand angezeigt wird.

8. Vorrichtung zur Erfassung eines Verschmutzungsgrades eines betriebenen Umrichtergerätes mit einem thermischen Modell (**2**) zur Schätzung einer Temperatur (T_{KK}) eines Kühlkörpers des Umrichtergerätes und mit einem Temperatursensor (**4**) zur Ermittlung einer Kühlkörpertemperatur (T_{KKmes}) und mit einer Auswerteschaltung (**6**), die eingangsseitig mit dem thermischen Modell (**2**) und dem Temperatursensor (**4**) verknüpft ist.

9. Vorrichtung zur Erfassung eines Verschmutzungsgrades eines betriebenen Umrichtergerätes mit einer Widerstands-Brückenschaltung (**18**), die eingangsseitig mit einer Spannungsversorgung des Umrichtergerätes verknüpft ist und deren Widerstände (R_1,...,R_4) derart dimensioniert sind, dass zwei diagonal gegenüberliegende Widerstände (R_2, R_3) betriebsbedingt ihren Widerstandswert durch Erwärmung ändern, während die beiden anderen ihren Widerstandswert beibehalten, und deren Ausgang mit einer Auswerteschaltung verknüpft ist.

10. Vorrichtung zur Erfassung eines Verschmutzungsgrades eines betriebenen Umrichtergerätes mit zwei eng nebeneinander verlaufenden Leiterbahnen (**28**, **30**), wobei eine mit einem Ableitwiderstand (**24**) versehen ist, wobei die andere Leiterbahn mit einer Spannungsversorgung des Umrichtergerätes verknüpft ist, und wobei elektrisch parallel zum Ableitwiderstand (**24**) ein Spannungsfolger (**22**) geschaltet ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Widerstand (R_2, R_3) der beiden Widerstände (R_2, R_3), die betriebsbedingt ihren Widerstand ändern, aus mehreren elektrisch in Reihe geschalteten Widerständen besteht, die im Umrichtergerät verteilt angeordnet sind.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

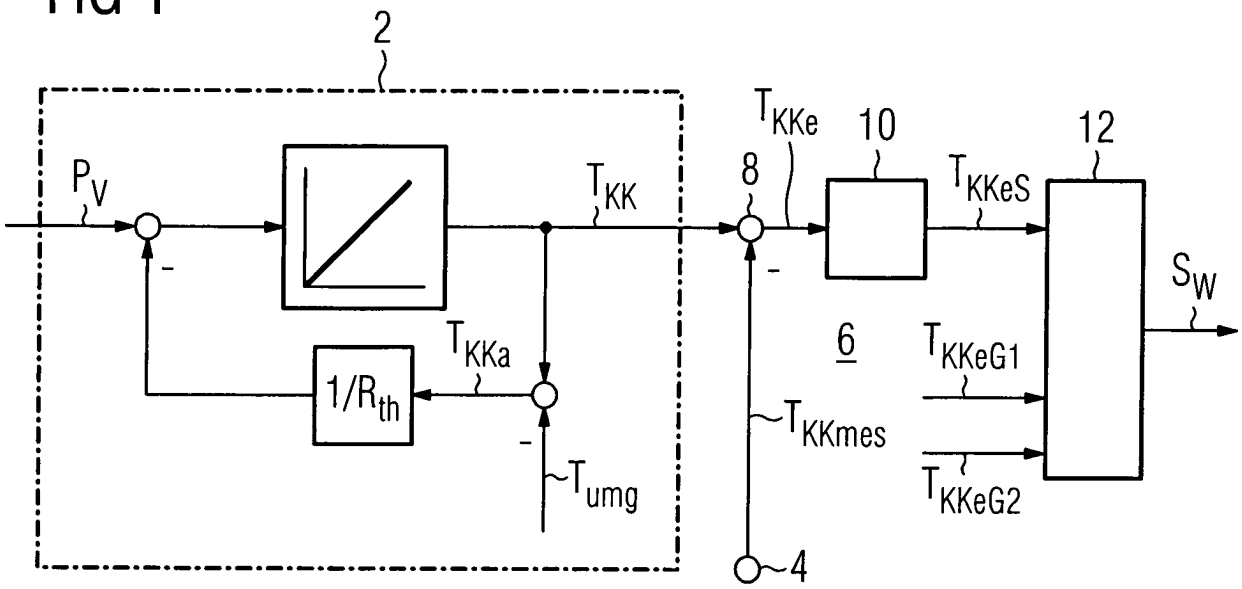


FIG 2

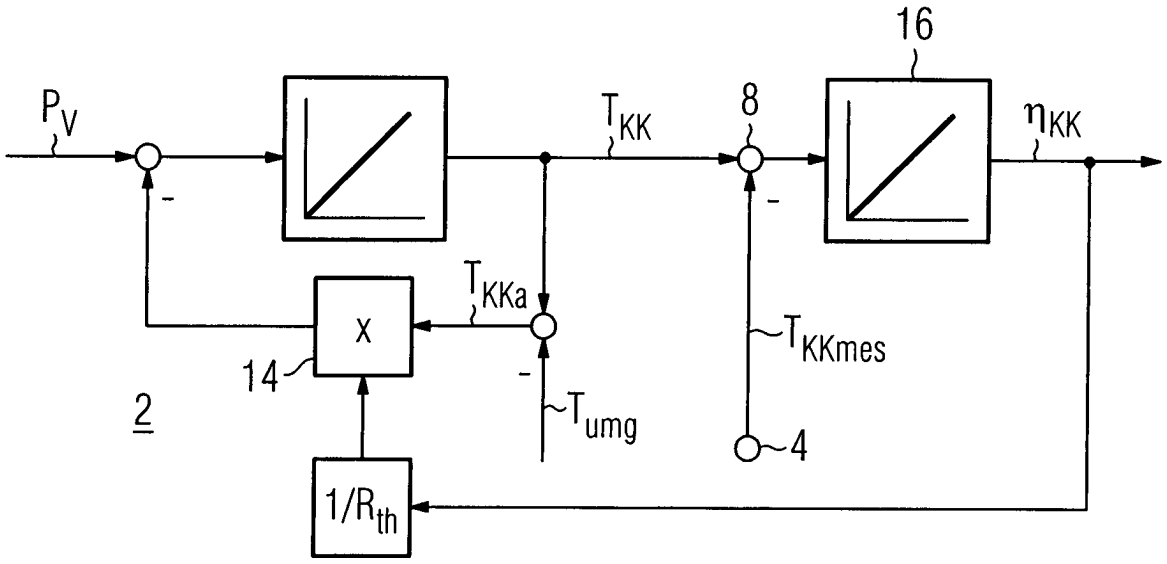


FIG 3

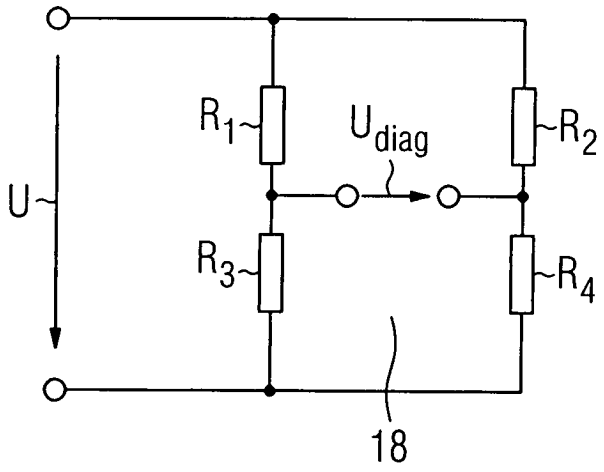


FIG 4

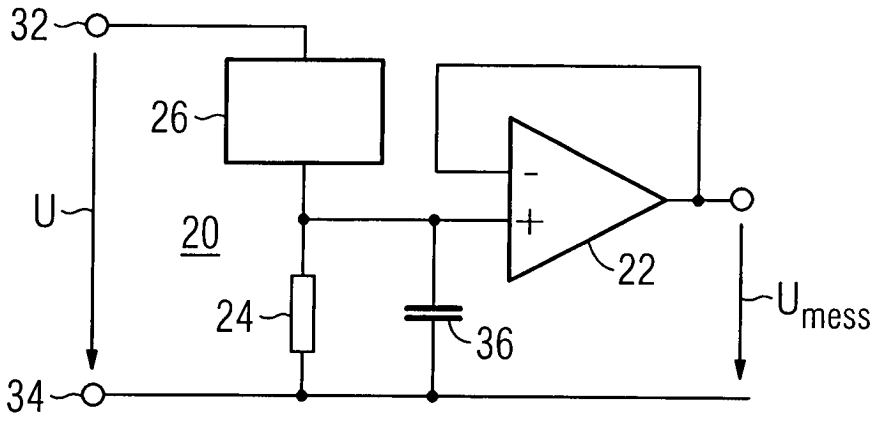


FIG 5

