



(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 221 377.5**
(22) Anmeldetag: **22.11.2012**
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **12.09.2013**

(51) Int Cl.: **G01P 3/44 (2013.01)**
G01P 3/46 (2013.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
ifm electronic gmbh, 45128, Essen, DE

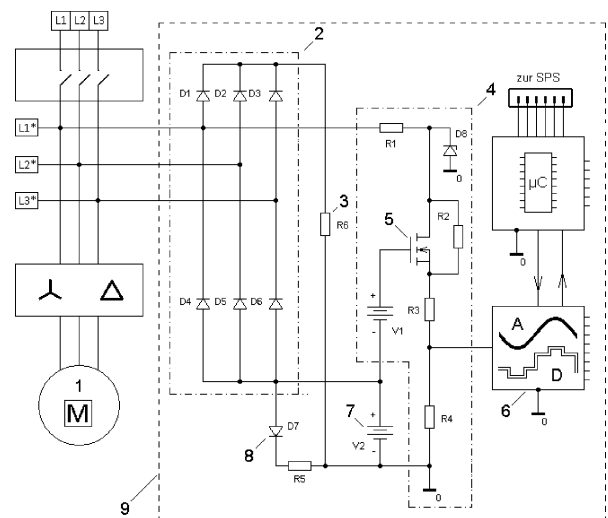
(72) Erfinder:
Franz, Hartmut, 88074, Meckenbeuren, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 44 37 750 A1
DE 100 51 916 A1
DE 10 2005 028 559 A1

(54) Bezeichnung: **Drehzahlüberwachungseinrichtung für einen Elektromotor**

(57) Zusammenfassung: Drehzahlüberwachungseinrichtung für einen vom Stromnetz getrennten und so als Generator wirkenden Elektromotor 1 mit einem Brückengleichrichter 2 zur Erzeugung eines Bezugspotentials für die Messung der Klemmenspannung und zur Gleichrichtung der Klemmenspannung, sowie eine Belastungsimpedanz 3 und einen variablen Spannungsteiler 4 zur Anpassung der Klemmenspannung an einen durch einen A/D-Wandler vorgegebenen Spannungsbereich. Der variable Spannungsteiler 4 weist einen Feldeffekttransistor 5 auf, dessen Gate mit einer Steuerungsspannung und dessen Source mit einem Widerstand verbunden ist, so dass der Spannungsteiler 4 bei hoher Klemmenspannung einen großen und bei niedriger Klemmenspannung einen geringen Widerstand aufweist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Drehzahlüberwachungseinrichtung für einen Elektromotor entsprechend dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Insbesondere betrifft sie die „sensorlose“ Drehzahlüberwachung eines vom Stromnetz getrennten, als Generator wirkenden Elektromotors.

[0002] Solche Geräte werden überall dort benötigt, wo durch nachlaufende Maschinenteile eine Gefahr für den Bediener oder Benutzer, oder auch für die Anlage selbst besteht.

[0003] Die DE 10 2005 028 559 A1 zeigt eine Vorrichtung zur Drehzahlüberwachung für einen vom Stromnetz getrennten, auslaufenden Elektromotor.

[0004] Zu diesem Zweck wird eine Messeinrichtung über einen Messverstärker an die Motoranschlussleitung des Elektromotors angeschlossen. Die gemessenen Spannungswerte werden zunächst von einem Analog-Digital-Wandler, im Folgenden A/D-Wandler genannt, digitalisiert, gespeichert und anschließend weiterverarbeitet. Bei 400 Volt Wechselspannung im Motorbetrieb und Signalspannungen kleiner 5 V im Nachlaufbetrieb werden enorme Anforderungen an den A/D-Wandler gestellt. Weiterhin wird als nachteilig angesehen, eine Motorklemme als Bezugspunkt für die Messung zu verwenden. Immerhin stehen dort 250 Volt Wechselspannung gegen Erde an. Außerdem erscheint die Anordnung als stöempfindlich.

[0005] Um Signale von 500 mV noch zu detektieren, muss ein Spannungsverhältnis von 1000:1 verarbeitet werden. Darüber hinaus entsteht bei 400 V Wechselspannung selbst bei einem Eingangswiderstand von 1 Megaohm am Messwiderstand des A/D-Wandlers eine Verlustleistung von 160 Milliwatt.

[0006] Die DE 44 37 750 A1 zeigt eine Anordnung zur Messung der Drehzahl eines Elektromotors, wobei dem Motor eine getaktete Betriebsspannung zugeführt wird. Während der Unterbrechungen wird die Spannung am Elektromotor ausgewertet. Für einen mit 3-Phasen-Wechselstrom betriebenen Motor höherer Leistung ist dieses Verfahren nicht anwendbar.

[0007] Die DE 100 51 916 A1 zeigt eine besonders für Ladesysteme von Kraftfahrzeugen geeignete Messanordnung zur Messung der Drehzahl eines 3-Phasen-Motors oder Generators auf der Grundlage der Welligkeit an einem positiven Spannungsausgang gegenüber der elektrischen Masse. Die gezeigte Anordnung ist nicht für 230 bzw. 400 Volt Wechselspannung geeignet,

[0008] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Messanordnung zur Anpassung einer Verarbeitungseinheit, insbesondere eines A/D-Wandlers an einen

vorzugsweise mit 3-Phasen-Wechselstrom betriebenen Elektromotor anzugeben, die die Verwendung eines für maximal 5 Volt Gleichspannung geeigneten preiswerten A/D-Wandlers erlaubt, sowie einen besser geeigneten Bezugspunkt für die Messung schafft.

[0009] Die wesentliche Idee der Erfindung besteht darin, die Klemmen des Elektromotors mit einem Brückengleichrichter zu verbinden und einen Ausgang des Gleichrichters als Bezugspunkt für die Messung zu verwenden. Darüber hinaus wird die zu messende Klemmenspannung durch einen variablen Spannungsteiler an den Messbereich eines A/D-Wandlers angepasst.

[0010] Alle drei Phasen können durch die erfindungsgemäße Anordnung einzeln gemessen werden. Für sicherheitskritische und/oder sicherheitsgerichtete Anwendungen können sie so auf Redundanz geprüft werden.

[0011] Die erfindungsgemäße Anordnung ist auch für einphasige Elektromotoren geeignet.

[0012] Die Erfindung wird anhand der [Fig. 1](#) näher erläutert.

[0013] [Fig. 1](#) zeigt einen Übersichtsschaltplan mit den erfindungswesentlichen Baugruppen.

[0014] Der Drehstrommotor **1** ist über Schalter mit dem Drehstromnetz verbunden. Die Motorklemmen L1*, L2* und L3* sind mit dem Brückengleichrichter **2** verbunden. Die Ausgänge des Brückengleichrichters **2** sind mit einem vereinfacht dargestellten Grundlastwiderstand R6 belastet. In praxi ist dieser Widerstand R6 nicht konstant, sondern wird der anliegenden Klemmenspannung angepasst. Er sorgt für einen Mindeststromfluss durch den Brückengleichrichter **2**.

[0015] Eine Motorklemme, hier ist es L1*, L2* oder L3* kämen ebenso in Frage, ist mit dem Spannungsteiler **4** verbunden. Der Spannungsteiler **4** weist einen regelbaren Widerstand in Form des Feldeffekttransistors **5** auf, der für die Anpassung der zu messenden Klemmenspannung an den typisch zwischen 0,1 Volt und einem Volt liegenden und auf 5 Volt begrenzten Messbereich des A/D-Wandlers **6** sorgt. Der Analog-Digital-Wandler **6** ist das Kernstück einer Signalverarbeitungsschaltung, die üblicherweise einen Mikrocontroller enthält, aber auch einen Signalprozessor enthalten oder vollständig analog, u. U. ohne A/D-Wandler ausgeführt sein kann. Der negative Ausgang des Brückengleichrichters **2** dient als Bezugspotential für den Masseanschluss des A/D-Wandlers **6**. Zu diesem Potential wird eine von der Offsetspannungsquelle **7** (V2) generierte Spannung von ca. 2,5 Volt addiert. So werden die Gleichrichterioden vorgestromt, damit sie bei Klemmenspannungen kleiner 0,7 Volt noch gut leitend sind.

[0016] Der Widerstand R1 im Spannungsteiler **4** dient zur Strombegrenzung und schützt in Verbindung mit D8 den Feldeffekttransistor **5** vor Spannungstransienten, die mit beispielsweise 2 kV auftreten können und zu seiner Zerstörung führen würden. Der Widerstand R2 sorgt für einen Mindeststrom bei gesperrtem Feldeffekttransistor.

[0017] Das Gate des Feldeffekttransistors **5** ist mit der Spannungsquelle V1 verbunden, die eine exemplarabhängige Gatespannung zwischen 2,2 V und 2,8 V liefert. So ist der Feldeffekttransistor, hier ein N-Kanal-Anreicherungstyp, zunächst durchgesteuert und wirkt so als niederohmiger Widerstand.

[0018] Mit zunehmendem Stromfluss durch den Feldeffekttransistor und damit auch durch die Widerstände R3 und R4 baut sich jedoch eine Spannung am Sourceanschluss auf, die zu seiner Abschnürung führt. Der Feldeffekttransistor **5** wirkt als Stromsenke und als spannungsabhängiger Widerstand. Bei kleiner Klemmenspannung ist er niederohmig und bei hoher Klemmenspannung wird er hochohmig. So schützt er den Eingang des A/D-Wandlers vor zu hohen Spannungen, ohne die Messung von kleinen Spannungen bei auslaufendem Elektromotor **1** zu verfälschen.

[0019] Die Referenzdiode **8** (D7) ist vom gleichen Typ wie die Gleichrichterioden D1 bis D6. Sie wird über den Widerstand R5 bestromt. So kann während der Inbetriebnahme eine Vergleichsmessung zur Ermittlung des Temperaturlgangs der Dioden D1 bis D6 des Brückengleichrichters vorgenommen werden. Die Messwerte werden in einem Speicher abgelegt und später zur Korrektur der Messergebnisse verwendet. Unter der Voraussetzung, dass alle Dioden gleiche Temperatur haben, können so 90% der „Diodenfehler“ korrigiert werden.

[0020] Die Erfindung betrifft eine Drehzahlüberwachungseinrichtung für einen Elektromotor **1**, insbesondere für einen vom Stromnetz getrennten, als Generator wirkenden Elektromotor, wobei ein Brückengleichrichter **2** zur Erzeugung eines Bezugspotentials für die Messung der Klemmenspannung und zur Gleichrichtung der Klemmenspannung, sowie eine wahlweise spannungsabhängige Belastungsimpedanz **3** und ein variabler Spannungsteiler **4** zur Anpassung der Klemmenspannung an einen insbesondere durch einen A/D-Wandler vorgegebenen Spannungsbereich vorhanden sind. Der variable Spannungsteiler **4** enthält einen Feldeffekttransistor **5**, dessen Gate mit einer vorgegebenen Steuerspannung und dessen Source mit einem Widerstand verbunden ist, damit der Spannungsteiler **4** bei hoher Klemmenspannung einen großen und bei niedriger Klemmenspannung einen geringen Widerstand aufweist.

[0021] Der Belastungswiderstand **3** ist im Zusammenhang mit dem Spannungsteiler **4** zu betrachten. Beide gewährleisten einen Mindeststrom durch die Gleichrichterioden.

[0022] Die Spannungsmessung kann auch über dem Belastungswiderstand **3** erfolgen. In diesem Fall sind allerdings zwei Dioden im Messstromkreis zu berücksichtigen.

[0023] Der Spannungsteiler **4** soll im Motorbetrieb bei Netzspannung einen Widerstand größer 1 MOhm und im Generatorbetrieb bei einer Klemmenspannung kleiner 5 Volt einen Widerstand von weniger als 10 Ohm, typischerweise kleiner 1 Ohm, aufweisen. Der Belastungswiderstand **3** liegt im Motorbetrieb bei ca. 300 kOhm. Im Generatorbetrieb kann er deutlich kleiner sein.

[0024] Die Dioden des Brückengleichrichters **2** werden erfindungsgemäß durch eine Offsetspannungsquelle **7** vorgestromt, damit sie bei Klemmenspannungen kleiner 0,7 Volt leitend sind. So kann eine Nachweisempfindlichkeit von 100 mV erreicht werden.

[0025] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird der Temperaturlgang der Dioden des Brückengleichrichters (**2**) mit Hilfe einer Referenzdiode (**8**) auf die oben beschriebene Weise ermittelt und bei der Messung berücksichtigt.

[0026] Das Messergebnis kann von einem Mikrocontroller an eine übergeordnete Steuereinheit, beispielsweise eine Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) übergeben werden.

[0027] Die Anordnung **9** kann Teil eines sicherheitsgerichteten Stillstandswächters sein.

Bezugszeichenliste

- 1** Elektromotor, Drehstrommotor
- 2** Brückengleichrichter
- 3** Belastungsimpedanz, Grundlast für den leerlaufenden Elektromotor,
- 4** Spannungsteiler zur Anpassung der Klemmenspannung an den A/D-Wandler
- 5** Feldeffekttransistor, insbesondere n-Kanal Anreicherungstyp
- 6** A/D-Wandler
- 7** Offsetspannungsquelle
- 8** Referenzdiode
- 9** Erfindungsgemäßer Stillstandswächter schematisch

Patentansprüche

1. Drehzahlüberwachungseinrichtung für einen Elektromotor (**1**), **dadurch gekennzeichnet**, dass

ein Brückengleichrichter (2) zur Erzeugung eines Bezugspotentials für die Messung der Klemmenspannung und zur Gleichrichtung der Klemmenspannung, sowie eine Belastungsimpedanz (3) und ein variabler Spannungsteiler (4) zur Anpassung der Klemmenspannung an einen vorgegebenen Spannungsbereich vorhanden sind, wobei der variable Spannungsteiler (4) einen Feldeffekttransistor (5) aufweist, dessen Gate mit einer vorgegebenen Steuerspannung und dessen Source mit einem Widerstand verbunden ist, damit der Spannungsteiler (4) bei hoher Klemmenspannung einen großen und bei niedriger Klemmenspannung einen geringen Widerstand aufweist.

2. Drehzahlüberwachungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Spannungsteiler (4) im Motorbetrieb bei Netzspannung einen Widerstand größer 1 MOhm und im Generatorbetrieb bei einer Klemmenspannung kleiner 5 Volt einen Widerstand von weniger als 10 Ohm aufweist.

3. Drehzahlüberwachungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Dioden des Brückengleichrichters (2) durch eine Offsetspannungsquelle (7) vorgestromt werden, damit sie bei Klemmenspannungen kleiner 0,7 Volt leitend sind.

4. Drehzahlüberwachungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Temperaturgang der Dioden des Brückengleichrichters (2) mit Hilfe einer Referenzdiode (8) ermittelt wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

