

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

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
22. Dezember 2016 (22.12.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/202632 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G01D 5/22 (2006.01) **G01D 18/00** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/062853
- (22) Internationales Anmeldedatum:
7. Juni 2016 (07.06.2016)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2015 211 232.2 18. Juni 2015 (18.06.2015) DE
- (71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE];
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder: **UNGERMANN, Michael**; Herdweg 63, 64285
Darmstadt (DE). **LECHNER, Benjamin**; Mozartstrasse 7,
75242 Neuhausen (DE). **ZIRKEL, Daniel**;
Oeschelbronner Weg 4, 75446 Wiernsheim-Serres (DE).
RAICHLE, Daniel; Furtbergstrasse 72, 71665 Vaihingen
(DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

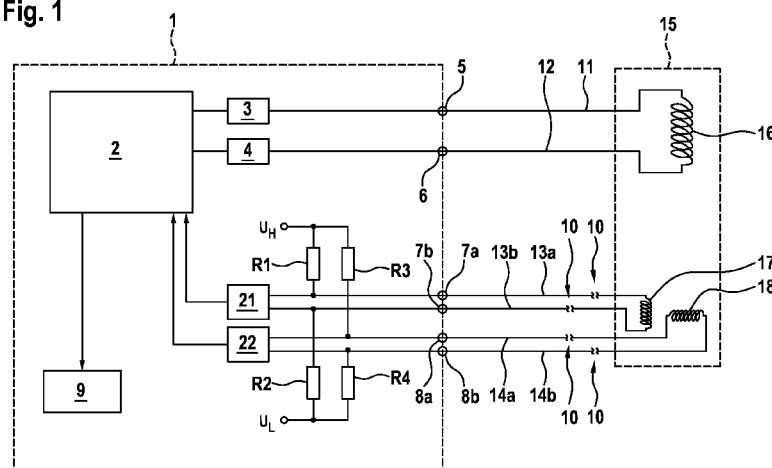
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD AND CIRCUIT FOR DETECTING AN OPEN LINE OF THE SINE/COSINE RECEIVER COIL OF A
RESOLVER

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND SCHALTUNG ZUM ERKENNEN EINER OFFENEN LEITUNG DER
SINUS-/KOSINUS-EMPFÄNGERSPULE EINES RESOLVERS

Fig. 1



(57) Abstract: A method for detecting an open line (10) of a receiver coil (17; 18) of a resolver (16) comprises - providing a pull-up resistor (R_1 ; R_3) and a pull-down resistor (R_2 ; R_4) at the terminals (7a, 7b; 8a, 8b) on a control device (1) for the signal lines (13a, 13b; 14a, 14b) of the receiver coil (17; 18); - measuring the voltage between the two signal line terminals (7a, 7b; 8a, 8b) of the receiver coil at two sampling times provided symmetrically at the middle of the excitation period; - calculating an offset value by calculating an average value that comprises the measured values measured at the two sampling times in an excitation period; and - identifying an open line (10) if the offset value exceeds a threshold value.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Ein Verfahren und zum Erkennen einer offenen Leitung (10) einer Empfängerspule (17; 18) eines Resolvers (16) umfasst - das Vorsehen eines Pull-up-Widerstands (R_1 ; R_3) und eines Pull-down-Widerstands (R_2 ; R_4) an den Anschlüssen (7a, 7b; 8a, 8b) an einer Steuereinrichtung (1) für die Signalleitungen (13a, 13b; 14a, 14b) der Empfängerspule (17; 18); - das Messen der Spannung zwischen den beiden Signalleitungsanschlüssen (7a, 7b; 8a, 8b) der Empfängerspule zu zwei symmetrisch zur Mitte der Erregerperiode gelegenen Abtastzeitpunkten; - das Berechnen eines Offsetwerts durch Bilden eines Mittelwerts, der die Messwerte zu den beiden Abtastzeitpunkten einer Erregerperiode umfasst; und - das Identifizieren einer offenen Leitung (10), wenn der Offsetwert einen Schwellwert überschreitet.

5 Beschreibung

Titel

10 Verfahren und Schaltung zum Erkennen einer offenen Leitung der Sinus-
/Kosinus-Empfängerspule eines Resolvers

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erkennen einer offenen Leitung der
Sinus- oder der Kosinus-Spule eines Resolvers und eine Schaltung zum
15 Realisieren dieses Verfahrens.

Stand der Technik

20 Resolver dienen zum Ermitteln der Winkelstellung eines rotierenden Objekts, z.B.
der Antriebswelle eines Motors. Im Stand der Technik gibt es verschiedene
Resolvartypen. Grundsätzlich wird dabei mittels mindestens einer Spule ein sich
änderndes magnetisches Feld erzeugt, und mittels mindestens einer weiteren
Spule wird dieses Feld detektiert, wobei die Stärke der Kopplung zwischen den
Spulen in Abhängigkeit von der zu messenden Position oder Winkelstellung
25 variiert. Beim „Variable Reluctance Resolver“ (VR-Resolver) beispielsweise
kommt nur eine Erregerspule zum Einsatz und es gibt zwei Messspulen, die
positionsabhängige Signale erzeugen. Die deutsche Patentanmeldung DE 10
2011 078 583 A1 offenbart beispielsweise eine Auswertung von Resolver-
Sensorsignalen in einem Fahrzeug. Ein Resolver nimmt hierzu eine
30 Drehbewegung eines Rotors auf, und ein Prozessorelement verarbeitet die
sinus- bzw. kosinusförmigen Ausgangssignale des Resolver.

Die Erfindung geht von einem solchen Resolver aus, wobei das Erregersignal
sinusförmig ist und typischerweise eine Frequenz von 10 kHz hat. Die beiden
35 Messspulen sind in der Regel orthogonal zueinander positioniert und werden als

Sinus- und Kosinussspule bezeichnet. Mit den beiden Messsignalen ist der Winkel des Messobjekts eindeutig bestimmbar.

Das Erregersignal für die Erregerspule kann beispielsweise durch zwei
5 Gegentaktendstufen bereitgestellt werden, je eine für die beiden Anschlüsse der Erregerspule. Die Ausgangssignale der beiden Endstufen sind dann um 180° zueinander phasenverschoben und das für die Erregerspule wirksame Erregersignal ist die Differenzspannung zwischen den Ausgängen der beiden Endstufen.

10 Es besteht aber auch die Möglichkeit, die Erregerspule durch nur eine Endstufe zu betreiben. Der zweite Anschluss der Erregerspule ist dann entweder direkt oder über einen Kondensator auf ein festes Potential, z.B. Massepotential gelegt.

15 An den Empfängerspulen entsteht ein Wechselspannungssignal mit derselben Frequenz wie das Erregersignal, dessen Amplitude jedoch entsprechend der Rotorlage moduliert ist, wobei das Signal an der Kosinussspule um 90° gegenüber dem Signal an der Sinussspule phasenverschoben ist.

20 Resolver werden häufig zur Regelung von permanenterregten Synchronmaschinen (PSM) und elektrisch erregten Synchronmaschinen (ESM) eingesetzt, die z.B. als Antrieb für Hybrid- und Elektrofahrzeuge Verwendung finden. Für eine solche Regelung ist die Kenntnis der aktuellen Rotorwinkellage notwendig. Bei der Regelung von Asynchronmaschinen (ASM) ist die Kenntnis
25 der aktuellen Frequenz des Antriebs erforderlich.

Wegen ihrer Robustheit werden in Kraftfahrzeugen für diese Zwecke bevorzugt Resolver eingesetzt, auch wenn es alternative Sensoren gibt, z.B. digitale Winkelgeber oder Sensoren auf der Basis des Wirbelstromeffekts.

30 Für Sensoren im Automobilbereich sind Diagnosemöglichkeiten möglicher Fehler wünschenswert. Bei Resolvern, wie sie die vorliegende Anmeldung zum Gegenstand hat, ist ein möglicher, zu diagnostizierender Fehler eine offene Leitung zur Resolversspule für das Sinus- oder das Kosinussignal, d.h. bei
35 mindestens einer der beiden Spulen hat einer ihrer beiden Anschlüsse keine

elektrische Verbindung zur Ansteuerungsschaltung mehr, oder es liegt ein Kabelbruch innerhalb einer der beiden Spulen vor.

5 Eine Möglichkeit, einen solchen Fehler zu diagnostizieren besteht darin, dass durch eine entsprechende Hardware-Schaltung eine der beiden Signalleitungen in den Clipping-Bereich gezogen wird, d.h. die Spannung an den Enden der potentiell unterbrochenen Signalleitung wird bis in den Übersteuerungsbereich des zugehörigen AD-Wandlers gezogen. Eine solche Diagnose ist jedoch nicht
10 hinreichend zuverlässig, weil ein Clipping auch aus anderen Gründen auftreten kann.

Offenbarung der Erfindung

15 Das Verfahren zum Erkennen einer offenen Leitung der Empfängerspule eines Resolvers – es kann die Sinus-Empfängerspule oder die Kosinus-Empfängerspule sein – umfasst zunächst das Vorsehen eines Pull-up-Widerstands und eines Pull-down-Widerstands an den beiden Anschlüssen für diese Signalleitung an der Steuervorrichtung des Resolvers. Diese Widerstände sind mit ihrem anderen Ende mit unterschiedlichen Gleichspannungen
20 gegenüber Masse verbunden. Für die Fehlererkennung wird die Differenzspannung zwischen den Signalleitungen, die das Resolver-signal darstellt, in der Weise permanent überwacht, dass sie periodisch an zwei symmetrisch zur Mitte der Erregerperiode gelegenen Abtastzeitpunkten erfasst wird, zu denen diese Spannungsdifferenz im wesentlichen den gleichen Betrag
25 aufweist, aber mit unterschiedlichem Vorzeichen behaftet ist.

Durch Bilden des Mittelwerts der Messwerte U_R und U_F zu diesen beiden Abtastzeitpunkten

$$1/2 * (U_R + U_F)$$

30 kann somit ein Offsetwert ermittelt werden, der nahe bei Null liegt, wenn kein Fehler vorliegt. Im Fehlerfall jedoch, wenn die Leitung der Empfängerspule offen ist, liegt als Spannungsdifferenz zwischen ihren beiden Anschlüssen und damit der vom AD-Wandler erkannte Spannungswert bei der Differenz der Potentiale, mit denen der Pull-up- und der Pull-down-Widerstand verbunden sind: Ist also

diese Spannungsdifferenz groß, so liegt der Fehlerfall vor, und durch Vergleich des Offsetwerts mit einem Schwellwert kann der Fehler identifiziert werden.

Ein anderer Aspekt der Erfindung besteht in einer Schaltung, die dieses Verfahren realisiert. Die Schaltung geht aus von der zu untersuchenden Schaltung, die eine Steuervorrichtung mit einem Prozessor und Leistungsstufen zum Bereitstellen des Signals für die Erregerleitung umfasst, weiterhin die Erregerleitung zu der Erregerspule des Resolvers und die zu diagnostizierenden Signalleitungen für das Sinus- und Kosinussignal, die den Resolver mit der Steuervorrichtung koppeln. Die Schaltung umfasst weiterhin sowohl für die Sinus- als auch für die Kosinusleitung je einen AD-Wandler, die an die Anschlüsse für die Signalleitungen angeschlossen sind und deren Ausgänge von dem Prozessor lesbar und für insbesondere für die Motorsteuerung auswertbar sind.

Für die Fehlerdiagnose umfasst die Schaltung für jede Empfängerspule je einen Pull-up- und einen Pull-down-Widerstand, der gegenüber dem Innenwiderstand der Empfängerspulen hochohmig ist, und der jeweils mit einem Ende an den jeweiligen Anschluss für die Empfängerspule angeschlossen ist und mit dem anderen Anschluss mit einem festen Potential gegenüber Masse verbunden ist, wobei die Differenz der beiden Potentiale für jede Spule einen Spannungswert hat, der innerhalb des Messbereichs (Eingangssignalsbereichs) der AD-Wandler liegt.

Vorteile der Erfindung

Der Vorteil der Erfindung besteht darin, dass der zu diagnostizierende Fehler exakt von anderen Fehlern unterschieden werden kann (PinPointing-Diagnose).

Insbesondere kann ein Clipping eines AD-Wandlers, wie es der Stand der Technik zur Diagnose nutzt, auch auf einem anderen Fehler beruhen. Die Diagnose ist auch sehr schnell, denn bereits nach wenigen Perioden des Erregersignals mit einer typischen Dauer von 0,1 ms liegt eine zuverlässige Fehlerdiagnose vor, und es können ggf. geeignete Maßnahmen ergriffen werden. Damit werden insbesondere Anforderungen an Sensoren im Automobilbereich im

Hinblick auf funktionelle Sicherheit wie auch im Hinblick auf OBD-Funktionalität (OBD = On Board Diagnose) erfüllt.

Vorteilhaft ist weiterhin, dass das erfindungsgemäße Verfahren mit minimaler Ergänzung der üblichen Hardware einer Resolveransteuerung realisiert werden kann.

Liegt die Differenz der Potentiale, mit denen der Pull-up- und der Pull-down-Widerstand verbunden sind, innerhalb des Messbereichs des AD-Wandlers, so erzeugt der zu erkennende Fehlerfall kein Clipping, sondern einen konstanten Wert am DA-Wandler, was vorteilhaft andere Ursachen ausschließt.

Sind der Pull-up-Widerstand und der Pull-down-Widerstand hochohmig im Vergleich zum ohmschen Widerstand der Empfängerspule, so wird die Steuervorrichtung vorteilhaft in keiner Weise beeinträchtigt oder belastet.

Gehen in das Berechnen des Offsetwerts bei der Fehlerermittlung nur die Messwerte zu den beiden Zeitpunkten R und F nur einer einzigen Erregerperiode ein, so liegt das Ergebnis mit Vorteil besonders schnell, nämlich nach etwa 0,1 ms vor.

Soll hingegen ausgeschlossen werden, dass außergewöhnliche Motorzustände – z.B. ein extrem starkes Beschleunigen – dazu führen, dass ein Unterschied in den Amplituden zu den Abtastzeitpunkten als Fehler erkannt wird, so können auch die Messwerte zu Abtastzeitpunkten aus zwei oder mehr Erregerperioden einbezogen werden.

Vorteilhaft für die Herstellung der Schaltung kann es auch sein, wenn die Pull-up-Widerstände und Pull-down-Widerstände in die Steuervorrichtung integriert sind, oder wenn eines der Gleichspannungspotentiale das Massepotential ist.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 zeigt eine Schaltung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 2 erläutert schematisch die Schritte zum Ausführen des Verfahrens gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 3 zeigt Einzelheiten im zeitlichen Verlauf der Spannungen bei Eintritt des Fehlerfalles.

In Figur 1 steht die Steuervorrichtung 1 für den Resolver 15 im Zentrum, die in die Steuereinrichtung für ein Fahrzeug integriert sein kann (hier nicht dargestellt). Sie weist einen Prozessor 2 auf (oder nutzt diesen mit), der den korrekten Ablauf aller zu steuernden Resolverfunktionen überwacht und auch ggf. Fehlfunktionen anzeigt.

Die Steuervorrichtung 1 steuert insbesondere die Leistungsstufen 3 und 4 zum Bereitstellen des sinusförmigen Erregersignals für die Erregerspule 16 des Resolvers 15 an den ersten Anschlüssen 5 und 6. An den zweiten Anschlüssen 7a, 7b und 8a, 8b gelangen die Signale der Sinusspule 17 und der Kosinusspule 18, die die momentane Winkelstellung des Messobjekts (z.B. der Welle des Motors) repräsentieren, zur Steuervorrichtung 1 und können nach Wandlung in den AD-Wandlern 21 und 22 als digitales Signal softwaremäßig weiter bearbeitet werden.

Die Resolver-Erregerleitungen 11 und 12 stellen die Verbindung von den ersten Anschlüssen der Steuervorrichtung 1 zum Resolver 15, nämlich zu dessen Erregerspule 16 dar. Von der Sinusspule 17 und der Kosinusspule 18 des Resolvers 15 gehen die Signalleitungen 13a, 13b, 14a und 14 zu den zweiten Anschlüssen 7a, 7b, 8a und 8b der Steuervorrichtung 1. Diese Leitungen gilt es im Hinblick auf eine Unterbrechung zu überwachen, was in Figur 1 mit den potentiellen Unterbrechungen 10 angedeutet ist.

Weiterhin sind Pull-up-Widerstände R_1 und R_3 vorgesehen, die mit ihrem einen Ende mit einem der Anschlüsse 7a und 8a für die eine der Leitungen 13a und 14a zur Sinusspule 17 und zur Kosinusspule 18 verbunden sind. Mit ihrem anderen Ende sind die Pull-up-Widerstände R_1 und R_3 mit einem ersten Gleichspannungspotential U_H verbunden. Mit den anderen Anschlüssen 7b und 8b für die Leitungen 13b und 14b zur Sinusspule 17 und der Kosinusspule 18 sind

Pull-down-Widerstände R_2 und R_4 mit ihrem einen Ende verbunden und mit ihrem anderen Ende mit einem zweiten Gleichspannungspotential U_L . Dabei ist das zweite Gleichspannungspotential U_L niedriger als das erste Gleichspannungspotential U_H , und die Spannungsdifferenz $U_H - U_L$ kann im Messbereich der AD-Wandler 21 und 22 liegen.

Das Verfahren und zum Erkennen einer offenen Leitung 10 einer Empfängerspule 17 oder 18 eines Resolvers 16, wie es symbolisch in Figur 2 erläutert ist, ist für beide Empfängerspulen identisch. Es geht im Schritt 31 aus vom Vorsehen des bereits erwähnten Pull-up-Widerstands R_1 bzw. R_3 und des Pull-down-Widerstands R_2 bzw. R_4 an den Anschlüssen 7a und 8a bzw. 7b und 8b an der Steuereinrichtung 1 für die Signalleitungen 13a und 14a bzw. 13b und 14b.

Der nächste Verfahrensschritt ist das Messen 32 der Spannung zwischen den beiden Signalleitungsanschlüssen 7a und 7b bzw. 8a und 8b der jeweiligen Empfängerspule zu zwei symmetrisch zur Mitte der Erregerperiode gelegenen Abtastzeitpunkten R und F. Diese Messungen können mit den AD-Wandlern 21 bzw. 22 zusätzlich zu den betrieblichen Messungen der Winkelstellung des Rotors erfolgen, oder es können durch den Prozessor 2 auch die Messwerte zu den Zeitpunkten R und F aus diesen Messwerten ausgewählt werden. Sodann erfolgt das Berechnen 33 eines Offsetwerts U_{DC} durch Bilden eines Mittelwerts, der die Messwerte U_R , U_F zu den beiden Abtastzeitpunkten R und F einer Erregerperiode

$$U_{DC} = 1/2 * (U_R + U_F).$$

umfasst.

Figur 3 erläutert die Bedeutung dieses Werts. Dargestellt ist der zeitliche Verlauf Potentials U_{High} und U_{Low} an den beiden Anschlüssen 7a und 7b der Sinusspule und zwar in der linken Hälfte der Figur vor und rechts nach Eintritt des Fehlers einer offenen Signalleitung. Die Spannungsdifferenz zwischen den beiden Signalleitungen 13a und 13b, in Figur 3 als „High“ und „Low“ bezeichnet, wird durch vertikale Pfeile angedeutet. Sie wird im fehlerfreien Betrieb (links) durch die Erregerspule 16 und ihre variable Kopplung über den Rotor hervorgerufen. Da die beiden Anschlüsse 7a und 7b der Signalleitungen zum AD-Wandler 21

geführt werden, ist nur diese Differenz der vom Prozessor weiter verarbeitete Messwert des Signals der Sinusspule. Das Potential der beiden Leitungen Anschlüsse 7a und 7b gegen Masse wird zusätzlich von dem Pull-up-Widerstand R_1 und dem Pull-down-Widerstand R_2 und den Potentialen U_H und U_L bestimmt, an die sie angeschlossen sind. Diese Widerstände wirken als Spannungsteiler und führen zu einem Offset für die Potentiale (in Figur 3 sind die Potentiale als U_{High} und U_{Low} bezeichnet), wobei der Offsetwert in dem in Figur 3 dargestellten Beispiel etwa 2,1 V beträgt. Der vergleichsweise niedrige ohmsche Widerstand der Empfängerspule 17 wirkt hinsichtlich dieses Spannungsteilers als Kurzschluss und verhindert das Ausbilden einer nennenswerten Spannungsdifferenz zwischen U_{High} und U_{Low} über das Messsignal hinaus.

Wird nun für die Fehlererkennung die auf den AD-Wandler geschaltete Spannungsdifferenz zwischen Zeitpunkten R und F, dargestellt durch die zwei Pfeile links, addiert, so ergibt sich ein Wert nahe Null. Nur falls sich die Amplitude des Resolversignals ändert, was unter bestimmten Betriebsbedingungen auftreten kann, ist diese Summe zwar von Null verschieden; sie bleibt dann aber immer noch klein, und insbesondere kleiner als ein vorgegebener Schwellenwert C_s . Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, die Messwerte zu den Zeitpunkten R und F von einer oder mehreren der vorausgehenden Erregerperioden in die Mittelwertbildung einzubeziehen, um diese Gefahr einer Falschdiagnose auszuschließen.

Tritt nun der Fehler einer offenen Signalleitung ein (in Figur 3 rechts), so fällt die Kurzschlusswirkung der Empfängerspule 17 weg, so dass kein Spannungsteiler mehr durch den Pull-up-Widerstand R_1 und den Pull-down-Widerstand R_2 gebildet ist. Die Potentiale der beiden Leitungsanschlüsse 7a und 7b bzw. 8a und 8b werden vielmehr nun über den Pull-up- Widerstand R_1 bzw. den Pull-down-Widerstand R_2 auf das Gleichspannungspotential U_H bzw. U_L gezogen, und die vom AD-Wandler erfasste Spannungsdifferenz (in Figur 4 z.B.: 2,8 V - 1,6 V = 1,2 V) zwischen den Anschlüssen 7a (High) und 7b (Low), auch hier in Figur 3 durch Pfeile angedeutet, ist ein fester positiver Wert $U_H - U_L$, der jedenfalls den Schwellenwert C_s übersteigt. Das Identifizieren 34 (vgl. Fig. 2) einer offenen Leitung einer der Signalleitungen 13a, 13b der Sinusspule, erfolgt daher durch Beobachten, ob der Offsetwert U_{DC} am zugehörigen AD-Wandler 21 den

Schwellwert C_s überschreitet, ohne dass es zu einem Clipping eines AD-Wandlers kommen muss. Entsprechendes gilt für die Signalleitungen 14a und 14b der Kosinusspule 18.

5 Auf der Basis der Feststellung, ob der Offsetwert U_{DC} den Schwellwert C_s überschreitet und damit, ob eine offene Signalleitung 10 diagnostiziert ist, können die erforderlichen Maßnahmen sehr schnell erfolgen; insbesondere wird das Feststellen des Fehlers mit einer Anzeige- und/oder Speichereinrichtung 9
angezeigt bzw. gespeichert. Dabei kann die offene Leitung z.B. mit ihrer Farbe
10 oder Bezugsnummer bezeichnet werden.

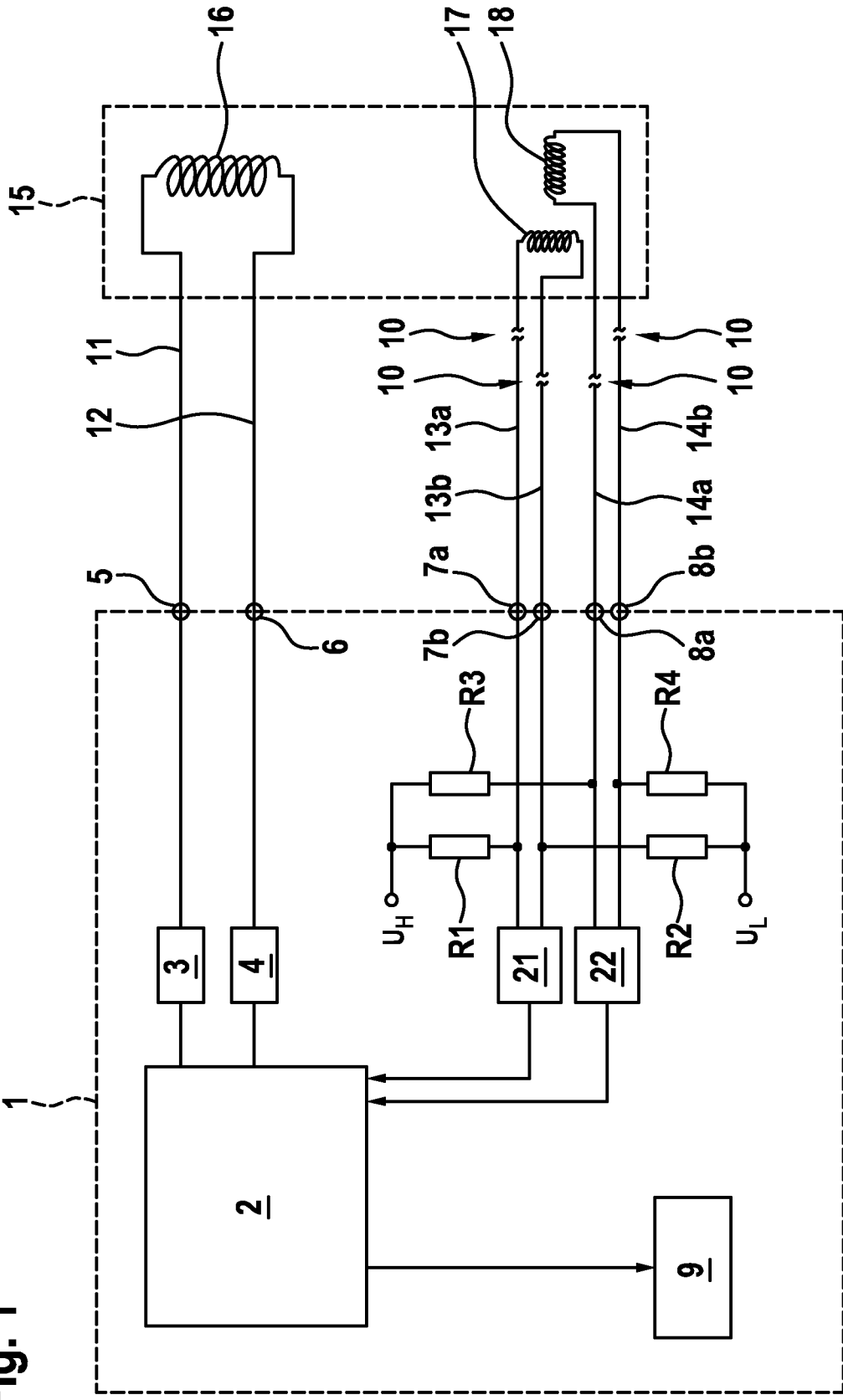
5 Ansprüche

1. Verfahren und zum Erkennen einer offenen Signalleitung (10) einer Empfängerspule (17;18) eines Resolvers(16), mit folgenden Schritten:
Vorsehen (31) eines Pull-up-Widerstands (R_1 ; R_3) und eines Pull-down-Widerstands (R_2 ; R_4), die mit ihrem einen Ende an die Anschlüsse (7a, 7b; 8a, 8b) für die Signalleitungen (13a, 13b; 14a, 14b) angeschlossen sind;
Messen (32) der Spannung zwischen den beiden Signalleitungsanschlüssen (7a, 7b; 8a, 8b) der Empfängerspule zu mindestens zwei symmetrisch zur Mitte der Erregerperiode gelegenen Abtastzeitpunkten;
Berechnen (33) eines Offsetwerts durch Bilden eines Mittelwerts, der die Messwerte (U_R , U_F) zu den beiden Abtastzeitpunkten einer Erregerperiode umfasst; und
Identifizieren (34) einer offenen Leitung, wenn der Offsetwert einen Schwellwert überschreitet.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Pull-up-Widerstand (R_1 ; R_3) und der Pull-down-Widerstand (R_2 ; R_4) mit ihrem anderen Ende mit einem Spannungspotential beaufschlagt werden, das sich um einen konstanten Betrag voneinander unterscheidet, der kleiner ist als der Messbereich des AD-Wandlers für die Messwerte der Empfängerspule.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das Berechnen (33) des Offsetwerts die Messwerte zu den beiden Abtastzeitpunkten nur einer einzelnen Erregerperiode berücksichtigt.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das Berechnen (33) die Messwerte zu den beiden Abtastzeitpunkten einer Vielzahl von vorangegangenen Erregerperioden berücksichtigt.

5. Schaltung zum Erkennen einer offenen Leitung (10) einer Empfängerspule (17; 18) eines Resolvers (16), aufweisend:
- eine Steuervorrichtung (1) mit einem Prozessor (2), Leistungsstufen (3, 4) ersten Anschlüssen (5, 6) zum Bereitstellen von Signalen für die Erregerleitungen (11, 12) zur Erregerspule (16) des Resolvers (15) und zweiten Anschlüssen (7a, 7b, 8a, 8b) zum Anschließen der Signalleitungen (13a, 13b; 14a, 14b) für die Signale der Sinus- und der Kosinusspule (17, 18);
- zwei AD-Wandler (21, 22), die an die zweiten Anschlüsse (7a, 7b und 8a, 8b) der Steuereinrichtung (1) angeschlossen sind und deren Ausgänge von dem Prozessor (2) lesbar und auswertbar sind;
- die Erregerleitungen (11, 12), die die ersten Anschlüsse (5, 6) mit der Erregerspule (16) des Resolvers (15) koppeln;
- die zu diagnostizierenden Signalleitungen (13a, 13b, 14a, 14b) für die vom Resolver (15) bereitgestellte Sinus- und Kosinussignale, die den Resolver mit den zweiten Anschlüssen (7a, 7b; 8a, 8b) der Steuervorrichtung (1) koppeln;
- Pull-up-Widerstände (R_1 und R_3), die mit ihrem einen Ende mit einem der Anschlüsse (7a, 8a) für die Leitungen (13a, 14a) der Sinusspule (17) und der Kosinusspule (18) und mit ihrem anderen Ende mit einem ersten Gleichspannungspotential verbunden sind;
- Pull-down-Widerstände (R_2 und R_4), die mit ihrem einen Ende mit dem anderen der Anschlüsse (7b, 8b) für die Leitungen (13b, 14b) der Sinusspule (17) und der Kosinusspule (18) und mit ihrem anderen Ende mit einem zweiten Gleichspannungspotential verbunden sind, wobei das zweite Gleichspannungspotential niedriger ist als das erste Gleichspannungspotential, derart, dass die Spannungsdifferenz zwischen und im Messbereich der AD-Wandler (21 und 22) liegt; und
- eine Anzeige- und/oder Speichereinrichtung (9) zum Anzeigen und/oder Speichern der vom Prozessor (2) identifizierten Informationen, in die das positive Erkennen einer offenen Leitung (10) einer der Empfängerspulen (17; 18) eines Resolvers (16) einbezogen ist.

6. Schaltung nach Anspruch 5, wobei die Pull-up-Widerstände (R_1 ; R_3) und Pull-down-Widerstände (R_2 ; R_4) in die Steuervorrichtung (1) integriert sind.
7. Schaltung nach Anspruch 5 oder 6, wobei die Widerstandswerte der Pull-up-Widerstände (R_1 ; R_3) und der Pull-down-Widerstände (R_2 ; R_4) groß sind gegenüber dem ohmschen Widerstand der Sinusspule (17) und der Kosinusspule (18).

Fig. 1



2 / 2

Fig. 2

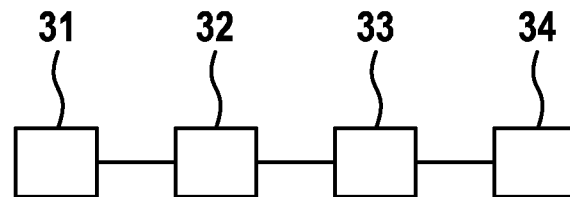
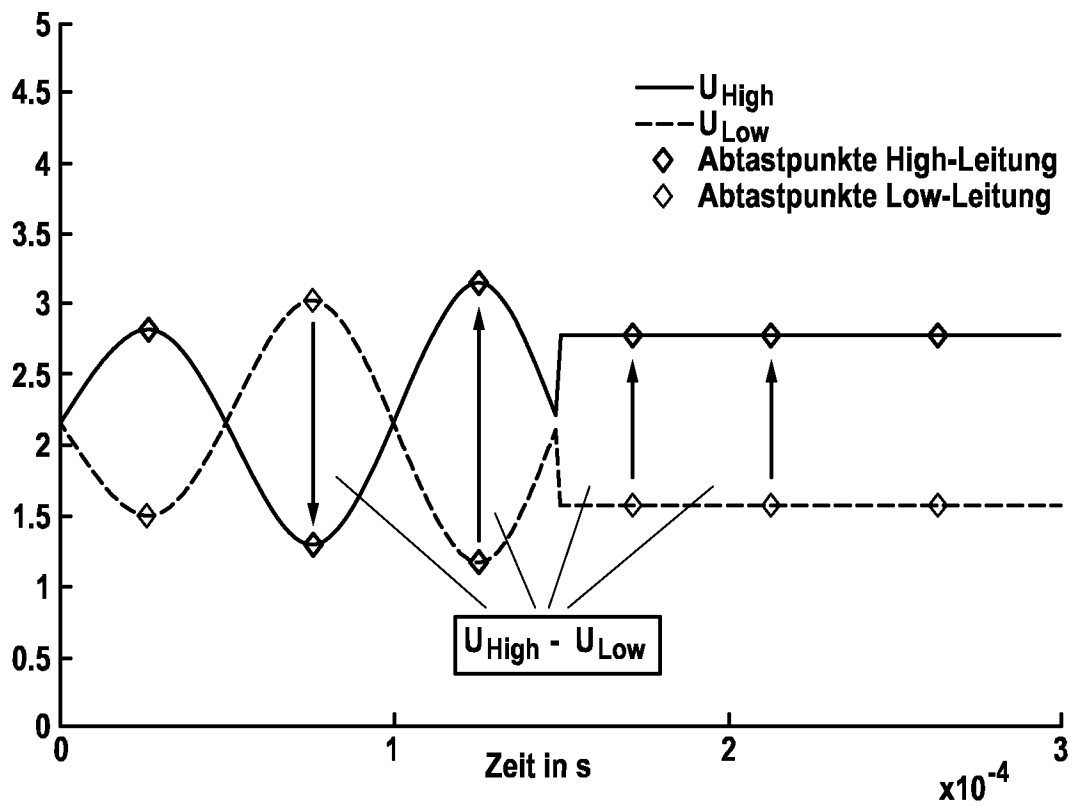


Fig. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/062853

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01D5/22 G01D18/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2009 020431 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 19 November 2009 (2009-11-19) paragraphs [0006] - [0025]; figures 1-4 -----	1-7
A	EP 2 078 933 A2 (HITACHI LTD [JP]) 15 July 2009 (2009-07-15) paragraphs [0010], [0011], [0021], [0027], [0028] -----	1-7
A	US 2003/006761 A1 (HIRAMATSU NARUAKI [JP] ET AL) 9 January 2003 (2003-01-09) paragraphs [0006], [0009], [0020], [0026], [0069], [0080] ----- -/-	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 July 2016

Date of mailing of the international search report

31/08/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kurze, Volker

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/062853

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013 117473 A (TAMAGAWA SEIKI CO LTD) 13 June 2013 (2013-06-13) paragraphs [0006], [0009], [0010] - [0020], [0030] - [0033] -----	1-7
A	JP 2013 059258 A (JTEKT CORP) 28 March 2013 (2013-03-28) paragraphs [0026], [0103] -----	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/062853

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
DE 102009020431 A1	19-11-2009	DE 102009020431 A1	19-11-2009	
		WO 2009138398 A1	19-11-2009	

EP 2078933	A2	15-07-2009	EP 2078933 A2	15-07-2009
		JP 4929189 B2	09-05-2012	
		JP 2009162670 A	23-07-2009	
		US 2009179605 A1	16-07-2009	

US 2003006761	A1	09-01-2003	CN 1389705 A	08-01-2003
			DE 10221878 A1	16-01-2003
			US 2003006761 A1	09-01-2003
			US 2004090227 A1	13-05-2004

JP 2013117473	A	13-06-2013	NONE	

JP 2013059258	A	28-03-2013	JP 5614598 B2	29-10-2014
			JP 2013059258 A	28-03-2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01D5/22 G01D18/00
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G01D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2009 020431 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 19. November 2009 (2009-11-19) Absätze [0006] - [0025]; Abbildungen 1-4 -----	1-7
A	EP 2 078 933 A2 (HITACHI LTD [JP]) 15. Juli 2009 (2009-07-15) Absätze [0010], [0011], [0021], [0027], [0028] -----	1-7
A	US 2003/006761 A1 (HIRAMATSU NARUAKI [JP] ET AL) 9. Januar 2003 (2003-01-09) Absätze [0006], [0009], [0020], [0026], [0069], [0080] ----- -/-	1-7



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28. Juli 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

31/08/2016

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kurze, Volker

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	JP 2013 117473 A (TAMAGAWA SEIKI CO LTD) 13. Juni 2013 (2013-06-13) Absätze [0006], [0009], [0010] - [0020], [0030] - [0033] -----	1-7
A	JP 2013 059258 A (JTEKT CORP) 28. März 2013 (2013-03-28) Absätze [0026], [0103] -----	1-7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/062853

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102009020431 A1	19-11-2009	DE 102009020431 A1	19-11-2009
		WO 2009138398 A1	19-11-2009
EP 2078933 A2	15-07-2009	EP 2078933 A2	15-07-2009
		JP 4929189 B2	09-05-2012
		JP 2009162670 A	23-07-2009
		US 2009179605 A1	16-07-2009
US 2003006761 A1	09-01-2003	CN 1389705 A	08-01-2003
		DE 10221878 A1	16-01-2003
		US 2003006761 A1	09-01-2003
		US 2004090227 A1	13-05-2004
JP 2013117473 A	13-06-2013	KEINE	
JP 2013059258 A	28-03-2013	JP 5614598 B2	29-10-2014
		JP 2013059258 A	28-03-2013