

(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
17. Juli 2014 (17.07.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/108146 A1

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
B60T 8/171 (2006.01) *B60T 8/88* (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2013/003282
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
31. Oktober 2013 (31.10.2013)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2013 000 205.2
8. Januar 2013 (08.01.2013) DE
- (71) **Anmelder:** WABCO GMBH [DE/DE]; Am Lindener Hafen 21, 30453 Hannover (DE).
- (72) **Erfinder:** GOERS, Andreas; Im kleinen Felde 23, 30982 Pattensen (DE). MICHEL, Marco; Polziner Weg 10, 30627 Hannover (DE). STRUWE, Otmar; Im Schafbrinke 15a, 30519 Hannover (DE).
- (74) **Anwalt:** LAUERWALD, Jörg; WABCO GMBH, Am Lindener Hafen 21, 30453 Hannover (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, LT, 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, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** CONTROL UNIT FOR CONTROLLING A BRAKE SYSTEM OF A VEHICLE, SPEED SENSOR ARRANGEMENT, BRAKE SYSTEM AND VEHICLE THEREWITH, AND METHOD THAT CAN BE PERFORMED THEREWITH FOR SPEED SENSING

(54) **Bezeichnung :** STEUERGERÄT ZUR STEUERUNG EINER BREMSANLAGE EINES FAHRZEUGES, DREHZAHLSSENSORANORDNUNG, BREMSANLAGE UND FAHRZEUG DAMIT SOWIE DAMIT DURCHFÜHRBARES VERFAHREN ZUR DREHZAHLSSENSIERUNG

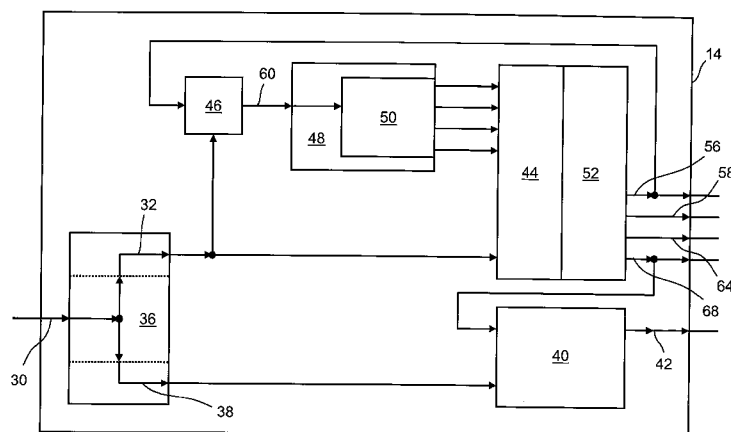


Fig. 2

(57) **Abstract:** The invention relates to a control unit (14) of a brake system of a vehicle (1). The control unit (14) has a receive circuit for tapping and processing a digital signal (30) provided by an active speed sensor (18) for speed measurement on a wheel (2) of the motor vehicle (1), said digital signal (30) containing a item of speed information (34) concerning the speed of a pole wheel (22), which is arranged in front of the speed sensor (18), spaced apart therefrom by an air gap (24), and which rotates along with the wheel (2), and also containing an actual air gap value (32) digitalised in several stages and comprising several bits, which actual air gap value (32) is a dimension for the actual air gap (24) between the pole wheel (22) and the speed sensor (18). The control unit (14) also has a comparator circuit (44) for comparing the actual air gap value (32) to a reference air gap value (60) and for determining whether the actual air gap value (32) exceeds

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/108146 A1

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

the reference air gap value (60) by more than a defined tolerance value (62). The control unit (14) also has an information circuit (52) for generating and providing an item of early warning information (64), if the comparator circuit (44) has determined that the actual air gap value (32) exceeds the reference air gap value (60) by more than the tolerance value (62). The invention further relates to a speed sensor arrangement (20), a brake system (4) and a vehicle (1) with the control unit (14), and to a measuring method that can be performed therewith.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Steuergerät (14) einer Bremsanlage eines Fahrzeuges (1). Das Steuergerät (14) weist eine Empfangsschaltung auf zum Abgreifen und Verarbeiten eines von einem aktiven Drehzahlsensor (18) für die Drehzahlmessung an einem Rad (2) des Kraftfahrzeuges (1) bereitgestellten digitalen Signals (30), das eine Drehzahlinformation (34) über die Drehzahl eines beabstandet durch einen Luftspalt (24) vor dem Drehzahlsensor (18) angeordneten und mit dem Rad (2) mitdrehenden Polrades (22) sowie einen mehrstufig digitalisierten und mehrere Bit umfassenden Ist-Luftspaltwert (32) enthält, der ein Maß für den aktuellen Luftspalt (24) zwischen dem Polrad (22) und dem Drehzahlsensor (18) ist. Weiter weist das Steuergerät (14) eine Vergleichsschaltung (44) auf zum Vergleichen des Ist-Luftspaltwertes (32) mit einem Soll-Luftspaltwert (60) und zum Ermitteln, ob der Ist-Luftspaltwert (32) den Soll-Luftspaltwert (60) um mehr als einen definierten Toleranzwert (62) überschreitet. Ferner weist das Steuergerät (14) eine Informationsschaltung (52) auf zum Generieren und Bereitstellen einer Vorwarninformation (64), wenn die Vergleichsschaltung (44) ermittelt hat, dass der Ist-Luftspaltwert (32) den Soll-Luftspaltwert (60) um mehr als den Toleranzwert (62) überschreitet. Ferner betrifft die Erfindung eine Drehzahlsensoranordnung (20), eine Bremsanlage (4) und ein Fahrzeug (1) mit dem Steuergerät (14) sowie ein damit durchführbares Messverfahren.

Steuergerät zur Steuerung einer Bremsanlage eines Fahrzeuges,
Drehzahlsensoranordnung, Bremsanlage und Fahrzeug damit
sowie damit durchführbares Verfahren zur Drehzahlsensierung

Die Erfindung betrifft ein Steuergerät zur Steuerung einer Bremsanlage nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Weiter betrifft die Erfindung eine Drehzahlsensoranordnung mit einem Drehzahlsensor und mit einem derartigen Steuergerät nach dem Oberbegriff des Anspruchs 5. Ferner betrifft die Erfindung eine Bremsanlage und ein Fahrzeug mit dem Steuergerät bzw. mit der Drehzahlsensoranordnung gemäß den Ansprüchen 8 und 9. Schließlich betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Drehzahlsensierung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 10.

Die Erfindung betrifft das Überwachen eines Luftspalts zwischen einem aktiven Drehzahlsensor und einem Polrad bzw. Encoder. Das Polrad ist an einem Rad des Fahrzeuges angeordnet und dreht sich zusammen mit dem Rad, so dass von der Drehzahl des Polrades auf die Drehzahl des Rades geschlossen werden kann.

Es ist bekannt, passive Sensoren in einem Bohrloch oder in einer anderen Halteöffnung im Bereich des Rades klemmend anzuordnen, um eine Drehzahlsensierung an einem Fahrzeug durchzuführen. Analoge Signale werden vom passiven Drehzahlsensor an ein Steuergerät übermittelt, welches aus diesen Signalen zusätzlich den jeweiligen Luftspalt zwischen dem passiven Sensor und dem Polrad ermitteln kann. Der passive Sensor kann sich nämlich im Bohrloch axial verschieben und daher ggf. einen unzulässig großen Abstand zum Polrad einnehmen, was jedoch am Steuergerät erkannt werden kann.

Weiter ist es bekannt, einen aktiven Drehzahlsensor unverrückbar im Bereich des Polrades anzuordnen bzw. zu fixieren. Der aktive Drehzahlsensor kann sich daher nicht unzulässig verschieben. Eine einfache Luftspaltüberwachung wird bei einem derartigen aktiven Drehzahlsensor mittels des Drehzahlsensors selbst durchgeführt. Insbesondere ist aus DE 199 11 774 A1 bekannt, Änderungen des

– 2 –

Luftspaltes mittel des Drehzahlsensors zu erfassen, um rechtzeitig vor einem möglichen Aussetzen eines Sensorsignals ein entsprechendes Statussignal zu erzeugen. Dabei wird jedoch nur binär am Drehzahlsensor zwischen einem zulässigen und einem nichtzulässigen Luftspalt unterschieden.

Darüber hinaus wird für andere Zwecke ein analoges Signal, welches ein Maß für den Luftspalt ist, mit einer 3-Bit-Codierung digitalisiert und einem Steuergerät bereitgestellt. Entsprechendes ist unter Verweis auf DE 199 11 774 A1 in DE 102 03 483 A1 beschrieben. Gemäß DE 102 03 483 A1 kann die Wortbreite, mit der bspw. die magnetische Luftspaltfeldstärke vom Drehzahlsensor an das Steuergerät übermittelt werden kann, 4 Bit betragen. Das Steuergerät kann den zeitlichen Verlauf der Luftspaltfeldstärke mit erhöhter Auflösung verfolgen und ggf. weiter auswerten. Insbesondere zielt dieses Vorgehen gemäß DE 102 03 483 A1 darauf ab, dynamische Veränderungen des Luftspaltes zu erfassen und zur Bestimmung von Fahrzuständen in einer Brems- und/oder Fahrdynamikregelung zu verwenden. Weiter kann die Beobachtung des aktuellen Luftspaltes gemäß DE 102 03 483 A1 auch als Maß für die auf das Rad einwirkende Querschleunigung oder der Radlagertemperatur herangezogen werden. Am Steuergerät werden somit lediglich Änderungen des Luftspaltes ausgewertet, die durch die Lage des Polrades hervorgerufen werden. Die korrekte Position des Drehzahlsensors wird dagegen weiterhin mittels des Drehzahlsensors in einfacher Weise überwacht.

Der Erfindung liegt nach alledem die Aufgabe zugrunde, die Luftspaltüberwachung bei der Drehzahlsensierung mittels eines aktiven Drehzahlsensors zu verbessern.

Die Erfindung löst diese Aufgabe mit einem Steuergerät nach Anspruch 1, mit einer Drehzahlsensoranordnung nach Anspruch 5, mit einer Bremsanlage nach Anspruch 8, mit einem Fahrzeug nach Anspruch 9 und mit einem Verfahren nach Anspruch 10.

Das Steuergerät weist eine Empfangsschaltung auf zum Abgreifen und Verarbeiten des vom aktiven Drehzahlsensor für die Drehzahlmessung am Rad des Fahrzeuges bereitgestellten digitalen Signals. Dieses digitale Signal enthält eine

Drehzahlinformation über die Drehzahl des beabstandet durch einen Luftspalt vor dem Drehzahlsensor angeordneten und mit dem Rad mitdrehenden Polrades. Weiter umfasst dieses digitale Signal einen mehrstufig digitalisierten und mehrere Bit umfassenden Ist-Luftspaltwert, der ein Maß für den aktuellen Luftspalt zwischen dem Polrad und dem Drehzahlsensor ist. Der Ist-Luftspaltwert kann direkt ein Entfernungswert, kann jedoch alternativ auch ein anderer Wert, bspw. ein Feldstärkewert sein, aus dem der Luftspalt ermittelt werden kann. In jedem Fall ist der Ist-Luftspaltwert ein Maß für den aktuellen Luftspalt zwischen dem Polrad und dem Drehzahlsensor. Die Empfangsschaltung ist ferner vorzugsweise zum Ermitteln der Drehzahl bzw. der Drehfrequenz des Polrades aus der Drehzahlinformation ausgebildet.

Weiter weist das Steuergerät eine Vergleichsschaltung auf, die zum Vergleichen des Ist-Luftspaltwertes mit einem Soll-Luftspaltwert ausgebildet ist. Insbesondere ist eine Recheneinrichtung des Steuergerätes derart ausgebildet, dass diese Recheneinrichtung diese Vergleichsschaltung sowie ggf. weiter nachfolgend genannte Schaltungen umfasst. Die Vergleichsschaltung ist dazu ausgebildet, zu ermitteln, ob der Ist-Luftspaltwert den Soll-Luftspaltwert um mehr als einen definierten Toleranzwert überschreitet. Weiter weist das Steuergerät eine Informationsschaltung auf zum Generieren und Bereitstellen einer Vorwarn-Information, wenn die Vergleichsschaltung ermittelt hat, dass der Ist-Luftspaltwert den Soll-Luftspaltwert um mehr als den Toleranzwert überschreitet. Insbesondere wird die Vorwarn-Information in Erwiderung darauf, dass ermittelt wurde, dass der Ist-Luftspaltwert dem Soll-Luftspaltwert um mehr als den Toleranzwert überschreitet, generiert und bereitgestellt. Der definierte Toleranzwert ist gemäß einer bevorzugten Variante 0, so dass jede bekannte Abweichung des Ist-Luftspaltwertes vom Soll-Luftspaltwert eine Vorwarn-Information erzeugt. Gemäß einer alternativen Variante ist der Toleranzwert jedoch ein anderer Wert als 0, so dass geringe Abweichungen des Ist-Luftspaltwertes vom Soll-Luftspaltwert toleriert werden, ohne dass eine Vorwarn-Information erzeugt wird.

Die Erfindung ermöglicht eine mehrstufige Überwachung der korrekten Position des Drehzahlsensors. Das Steuergerät erkennt ein Verrutschen des Drehzahlsensors bereits, wenn der Drehzahlsensor noch korrekte Werte liefert. Daher kann ein Verrutschen des Drehzahlsensors frühzeitig erkannt und behoben wer-

– 4 –

den. Die Erfindung ermöglicht daher das Klemmen eines aktiven Drehzahlsensors ähnlich oder analog zum bekannten Klemmen eines passiven bzw. induktiven Drehzahlsensors. Wenn der aktive Drehzahlsensor sich bspw. als Folge von Erschütterungen verschiebt, wird dies frühzeitig signalisiert und kann in einer Werkstatt, bspw. durch einfaches Nachdrücken des Drehzahlsensors rückgängig gemacht werden. Ein kompletter Ausfall des Drehzahlsensors kann somit in den meisten Fällen vermieden werden, was die Sicherheit beim Betrieb des Fahrzeuges erhöht.

Die erfindungsgemäße Drehzahlsensoranordnung, die erfindungsgemäße Bremsanlage und das erfindungsgemäße Fahrzeug weisen jeweils das erfindungsgemäße Steuergerät auf.

Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Drehzahlsensierung werden mittels des Steuergerätes bzw. mittels der Drehzahlsensoranordnung Verfahrensschritte entsprechend dem Zweck bzw. der Auslegung des Steuergerätes bzw. der Drehzahlsensoranordnung durchgeführt. Die erfindungsgemäßen Vorteile der Drehzahlsensoranordnung, der Bremsanlage, des Fahrzeuges und des Verfahrens ergeben sich analog zu den erfindungsgemäßen Vorteilen des Steuergerätes. Besonders vorteilhaft ist das Zusammenwirken des Steuergerätes mit den weiteren Merkmalen der Drehzahlsensoranordnung, der Bremsanlage und des Fahrzeuges.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Vergleichsschaltung des Steuergerätes ausgebildet zum Vergleichen des Ist-Luftspaltwertes mit einem Grenz-Luftspaltwert. Die Vergleichsschaltung kann ermitteln, ob der Ist-Luftspaltwert den Grenz-Luftspaltwert erreicht oder überschreitet. Der Grenz-Luftspaltwert ist ein kritischer Wert, bei dessen Erreichen Daten bzw. Informationen vom entsprechenden Drehzahlsensor nicht mehr verwendet werden sollten. Die Informations-Schaltung ist daher gemäß dieser Ausführungsform zum Generieren und Bereitstellen einer Fehler-Information ausgebildet, wenn die Vergleichsschaltung ermittelt hat, dass der Ist-Luftspaltwert den Grenz-Luftspaltwert erreicht oder überschreitet. Insbesondere ist die Informations-Schaltung zum Generieren und Bereitstellen der Fehlerinformation ausgebildet, wenn die Vergleichsschaltung ermittelt hat, dass der Ist-Luftspaltwert den Soll-Luftspaltwert

um mehr als den Toleranzwert überschreitet und den Grenz-Luftspaltwert erreicht oder überschreitet.

Vorzugsweise führt die Vergleichsschaltung erst den Vergleich des Ist-Luftspaltwertes mit dem Grenz-Luftspaltwert durch, wenn zuvor erkannt wurde, dass der Ist-Luftspaltwert den Soll-Luftspaltwert um mehr als den Toleranzwert überschreitet bzw. vom Ist-Luftspaltwert abweicht. Die Erfindung ermöglicht eine Unterscheidung zwischen noch tolerierbaren und nicht mehr tolerierbaren Abweichungen des Ist-Luftspaltwertes vom Soll-Luftspaltwert bzw. zum Generieren einer Vorwarn-Information und/oder einer Fehler-Information in Abhängigkeit vom ermittelten Luftspalt zwischen dem Drehzahlsensor und dem Polrad.

Gemäß einer ersten Variante dieser Ausführungsform ist der Grenz-Luftspaltwert in Abhängigkeit vom Soll-Luftspaltwert festgelegt und somit durch einen festgelegten Differenzwert ähnlich dem definierten Toleranzwert gegeben. Gemäß einer alternativen Variante ist der Grenz-Luftspaltwert unabhängig vom Soll-Luftspaltwert festgelegt.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Informations-Schaltung zum Generieren und Bereitstellen einer Einbau-Information ausgebildet. Diese Einbau-Information umfasst die Information, ob der Einbau des Drehzahlsensors als korrekt oder inkorrekt ermittelt wurde. Die Vergleichs-Schaltung ist daher gemäß dieser Ausführungsform dazu ausgebildet, mittels Vergleich des Ist-Luftspaltwertes mit einem Vorgabe-Luftspaltwert oder mit einem Intervall von Vorgabe-Luftspaltwerten den Einbau des Drehzahlsensors als korrekt zu erkennen, wenn der Ist-Luftspaltwert dem Vorgabe-Luftspaltwert entspricht oder im Intervall der Vorgabe-Luftspaltwerte liegt, und andernfalls als inkorrekt zu erkennen.

Gemäß dieser Ausführungsform ermöglicht die Erfindung ein automatisches Erkennen der korrekten Einbauposition mittels des Steuergerätes bei der Fertigung des Fahrzeuges bzw. bei oder nach der Montage, bspw. am Bandende eines Fertigungsbandes. Die Einbau-Information umfasst somit eine Bewertung des aktuell ermittelten Ist-Luftspaltwertes, der jedoch zusätzlich in der Einbau-Information enthalten sein kann.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Informationsschaltung alternativ oder zusätzlich zum Generieren und Bereitstellen einer weiteren Einbau-Information ausgebildet, die den Ist-Luftspaltwert enthält. Dank dieser Ausbildung der Erfindung kann bei oder nach der Fertigung des Fahrzeuges, bspw. am Bandende, mittels eines Diagnosegerätes der am Steuergerät ermittelte und bereitgestellte digitale Messwert des Luftspaltes bzw. der Ist-Luftspaltwert ausgelesen und bspw. angezeigt werden, so dass manuell oder mittels einer Software am Diagnosegerät erkannt werden kann, ob der Drehzahlsensor korrekt eingebaut ist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist das Steuergerät eine Initialisierungsschaltung auf zum Festlegen des Soll-Luftspaltwertes auf den aktuellen Ist-Luftspaltwert, insbesondere in Erwiderung auf einen als korrekt erkannten Einbau des Drehzahlsensors, und eine Speicherschaltung zum Speichern des Soll-Luftspaltwertes. Dank der Initialisierungsschaltung kann bei der Fertigung bzw. in Erwiderung auf eine Diagnose am Bandende eines Fertigungsbandes der Soll-Luftspaltwert festgelegt und dank der Speicherschaltung, insbesondere in einem Datenspeicher, gespeichert werden. Die Vergleichsschaltung nimmt daher nachfolgend Vergleiche relativ zum dem als korrekt erkannten Soll-Luftspaltwert vor. Gemäß einer alternativen Ausführungsform wird der Soll-Luftspaltwert auf einen vordefinierten Wert festgelegt. Dies kann insbesondere dann sinnvoll sein, wenn der definierte Toleranzwert ein anderer Wert als 0 ist, und bei der Fertigung lediglich kontrolliert wurde, dass der Ist-Luftspaltwert in einem Intervall von Vorgabe-Luftspaltwerten liegt.

Zur Übertragung der Drehzahlinformation und des Ist-Luftspaltwertes wird vorzugsweise ein normiertes Datenprotokoll, bspw. das sogenannte AK-Protokoll verwendet. Drehzahlimpulse werden dabei mit einem ersten Pegel übertragen, wobei der Abstand zwischen den Drehzahlimpulsen bzw. deren Frequenz Aufschluss über die Drehzahl bzw. Drehfrequenz des Polrades gibt. Nach jedem Drehzahlimpuls wird mit einem zweiten Pegel, der gegenüber dem ersten Pegel verringert ist, ein Datenprotokoll übertragen. Das Datenprotokoll weist eine erste Bitsequenz mit Informationen und eine daran anschließende zweite Bitsequenz mit Zusatzinformationen auf. Diese Zusatzinformationen umfassen vorzugsweise den Ist-Luftspaltwert. Der Ist-Luftspaltwert wird vorzugsweise mit einer Wortbreite

von 3 oder 4 Bit im digitalen Signal bzw. in den Zusatzinformationen übertragen. Diese 3 oder 4 Bit sind freie Bit, denen frei eine bestimmte Information zugewiesen werden kann. Im Gegensatz dazu ist die erste Bitsequenz mit den Informationen aus Kompatibilitätsgründen festgelegt.

Im Datenprotokoll sind die Daten bzw. Bit, also die Unterscheidung zwischen 1 und 0, entweder durch die Amplitude des Signals oder bevorzugt durch den Anstieg oder Abfall von Impulsflanken festgelegt. Alternativ zum AK-Protokoll werden die Daten auf andere Weise kodiert übertragen, bspw. mittels Pulsweitenmodulation (PWM).

Die Empfangsschaltung ist vorzugsweise ausgebildet zum Ermitteln der Drehzahl aus der Frequenz des Eintreffens von Drehimpulsen, die mit einem ersten Pegel empfangen werden, und zum Ermitteln des Ist-Luftspaltwertes aus einem jeweils nach einem Drehzahlimpuls mit einem zweiten Pegel empfangenen Datenprotokoll. Ferner ist das Steuergerät vorzugsweise dazu ausgebildet, den Ist-Luftspaltwert aus 3 oder 4 Bit im digitalen Signal auszulesen.

Die erfindungsgemäße Drehzahlsensoranordnung weist zusätzlich zum Steuergerät den aktiven Drehzahlsensor und eine Datenschnittstelle zur Übermittlung des digitalen Signals vom aktiven Drehzahlsensor an das Steuergerät auf. Die Datenschnittstelle ist bspw. eine Zweidrahtleitung, die vorzugsweise gedrillt ist. Die Datenschnittstelle ähnelt daher einer Datenschnittstelle zu einem bekannten passiven Drehzahlsensor.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist der aktive Drehzahlsensor ein aktives Sensorelement auf zum aktiven Abtasten der Drehung des durch den Luftspalt getrennt vor dem Drehzahlsensor angeordneten und mit dem Rand mitdrehenden Polrades. Weiter weist der aktive Drehzahlsensor bevorzugt eine Luftspalterkennungsschaltung auf zum Ermitteln eines analogen Messwertes, der ein Maß für den aktuellen Luftspalt zwischen dem Polrad und dem Drehzahlsensor ist, und zum mehrstufigen Digitalisieren des analogen Messwertes, um den digitalen, mehrere Bit umfassenden, Ist-Luftspaltwert zu generieren. Ferner weist der aktive Drehzahlsensor eine Sendeschaltung auf zum Bereitstellen des

digitalen Signals, das eine Drehzahlinformation über die Drehzahl des Polrades sowie den Ist-Luftspaltwert enthält.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Drehzahlsensoranordnung bzw. des Verfahrens ist der Drehzahlsensor zur Drehzahlmessung, insbesondere mittels einer Klemmbuchse, in beliebiger radialer Orientierung und/oder axial verschiebbar in einer Halteöffnung vor dem Polrad klemmbar ausgebildet bzw. wird vor dem Klemmrad geklemmt und tastet dort die Drehzahl des Polrades ab. Das aktive Sensorelement ist dabei vorzugsweise derart ausgebildet, dass der aktive Drehzahlsensor selbsttätig seine radiale Ausrichtung erkennt. Der aktive Drehzahlsensor kann daher analog zu einem bekannten induktiven bzw. passiven Drehzahlsensor in der Halteöffnung geklemmt werden.

Weiter ist die Drehzahlsensoranordnung gemäß einer bevorzugten Ausführungsform derart ausgebildet, dass der Drehzahlsensor über die Datenschnittstelle mit elektrischer Energie versorgt werden kann. Über die Datenleitung, insbesondere die verdrehte Zweidrahtleitung, hinaus, braucht somit keine zusätzliche Leitung zur elektrischen Energieversorgung vorgesehen werden.

Die Bremsanlage ist bspw. eine pneumatische Bremsanlage mit Bremszylindern, die pneumatisch betätigt werden können, um die Räder des Fahrzeuges, welches diese Bremsanlage aufweist, abzubremesen. Die Drehzahlinformation wird bspw. für automatische Bremseingriffe bei einer Antiblockierfunktion bzw. bei einem elektronischen Stabilitätsprogramm verwendet.

Das Fahrzeug ist insbesondere ein Kraftfahrzeug mit einem Motor. Ferner ist das Fahrzeug vorzugsweise ein Nutzfahrzeug, welches eine Last befördern bzw. ziehen kann. Das Fahrzeug weist Räder auf, die mittels einer Bremsanlage, welche die erfindungsgemäße Bremsanlage sein kann, abgebremst werden können. Alternativ zur Bremsanlage weist das Fahrzeug das erfindungsgemäße Steuergerät oder die erfindungsgemäße Drehzahlsensoranordnung auf.

Weitere Ausführungsformen ergeben sich aus den Ansprüchen sowie aus dem anhand der Zeichnung näher erläuterten Ausführungsbeispiel. In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1 ein Fahrzeug mit einer Bremsanlage, die eine Sensoranordnung mit einem Steuergerät aufweist, gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung in vereinfachter schematischer Darstellung unter jeweiliger Berücksichtigung lediglich ausgewählter Bestandteile,
- Fig. 2 ein Blockschaltbild des Steuergerätes des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 1 mit Signalwegen und
- Fig. 3 ein Blockschaltbild des Drehzahlsensors des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 1 mit Signalwegen.

Fig. 1 zeigt in vereinfachter Kästchendarstellung ein Fahrzeug 1, welches vorzugsweise ein als Nutzfahrzeug ausgebildetes Kraftfahrzeug ist. Das Fahrzeug 1 weist ein Rad 2 sowie weitere Räder und Bestandteile eines Fahrzeuges auf, die hier nicht weiter dargestellt sind. Insbesondere weist das Fahrzeug 1 bspw. einen Verbrennungsmotor zum Antrieb des Rades 2 und/oder der weiteren Räder und eine Bremsanlage 4 auf, deren Systemgrenze in Fig. 1 eingezeichnet ist.

Mittels der Bremsanlage 4 kann das Fahrzeug 1 abgebremst bzw. festgestellt werden. Hierfür ist am Rad 2 ein Bremszylinder 6 angeordnet, der pneumatisch über eine Druckluftleitung 8, in Abweichung vom gezeigten Ausführungsbeispiel jedoch hydraulisch, von einem Bremsmodulator 10 betätigt werden kann. Der Bremsmodulator 10 wird über eine elektrische Steuerleitung 12 von einem Steuergerät 14 angesteuert. Das Steuergerät 14 nimmt die Ansteuerung des Bremsmodulators 10 vorzugsweise in Abhängigkeit von einem elektrischen Bremsanforderungssignal vor, welches direkt oder mittelbar durch die Betätigung eines Bremspedals generiert und dem Steuergerät 14 bereitgestellt wird. Ferner können dem Bremsmodulator 10 verschiedene Sensorsignale, bspw. eines sensierten Drucks in der Druckluftleitung 8 bereitgestellt werden. Über eine Datenschnittstelle 16, die vorzugsweise als verdrehte Zweidrahtleitung ausgeführt ist, ist das Steuergerät 14 mit einem Drehzahlsensor 18 verbunden. Das Steuergerät 14, die Datenschnittstelle 16 und der Drehzahlsensor 18 bilden ggf. zusammen mit weiteren Komponenten eine Sensoranordnung 20.

– 10 –

Der Drehzahlsensor 18 ist im Bereich des Rades 2 vor einem mit dem Rad 2 mitdrehenden Polrad 22, jedoch beabstandet durch einen Luftspalt 24 vom Polrad 22 angeordnet. Das Polrad 22 ist bspw. ein Stahlzahnrad oder ein Rad mit einer permanentmagnetischen Struktur, so dass im Drehzahlsensor 18 eine Signalspannung erzeugt werden kann.

Der Drehzahlsensor 18 ist in beliebiger radialer Orientierung und axial gegen eine Klemmkraft verschiebbar mittels einer Klemmbuchse 26 in einer Halteöffnung 28 geklemmt, die von einer speziellen Haltevorrichtung oder mittels einer Bohrung bereitgestellt wird. Zur Montage des Drehzahlsensors 18 reicht es daher aus, die Klemmbuchse 26 und nachfolgend den Drehzahlsensor 18 in die Halteöffnung 28 einzuschieben.

Über die Datenschnittstelle 16 werden Drehzahlimpulse und weitere Daten an das Steuergerät 14 übermittelt. Über dieselbe Datenschnittstelle 16 wird ferner der Drehzahlsensor 18 vom Steuergerät 14 mit elektrischer Energie versorgt. Entsprechende Anordnungen können auch für die hier nicht dargestellten, weiteren Räder des Fahrzeuges 1 vorgesehen sein.

Fig. 2 zeigt ein Blockschaltbild des Steuergerätes 14 des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 1 sowie interne Signalwege zwischen Einrichtungen des Steuergerätes 14. Über die Datenschnittstelle 16 gemäß Fig. 1 wird dem Steuergerät 14 ein digitales Signal 30 bereitgestellt. Das digitale Signal 30 enthält einen mittels des Drehzahlsensors 18 gemäß Fig. 1 generierten Ist-Luftspaltwert 32, der ein Maß für den Luftspalt 24 ist. Zudem enthält das digitale Signal 30 eine Drehzahlinformation 34. Eine Empfangsschaltung 36 des Steuergerätes 14 ist dazu ausgebildet, aus der Drehzahlinformation 34 im digitalen Signal 30 einen Drehzahlwert 38 bzw. die Drehzahl des Polrades 22 und damit des Rades 2 zu ermitteln und einer Bremssteuerung 40 bereitzustellen, welche Bremssteuersignale 42 ggf. unter Berücksichtigung des Drehzahlwertes 38 generiert und über die elektrische Steuerleitung 12 gemäß Fig. 1 dem Bremsmodulator 10 bereitstellen kann.

Die Empfangsschaltung 36 ist ferner dazu ausgebildet, den Ist-Luftspaltwert 32 aus dem digitalen Signal 30 zu extrahieren und sowohl einer Vergleichsschaltung

44 des Steuergerätes 14 als auch einer Initialisierungsschaltung 46 des Steuergerätes 14 bereitzustellen.

Weiter weist das Steuergerät 14 eine Speicherschaltung 48 mit einem Speicher 50 sowie eine Informationsschaltung 52 auf. Der Speicher 50 ist ein Datenspeicher, in welchem verschiedene vordefinierte Vergleichswerte abgelegt sind bzw. in welchem entsprechende Werte mittels der Speicherschaltung 48 abgelegt werden können. Im Speicher 50 ist ein vordefinierter Vorgabe-Luftspaltwert 54 abgelegt, der von der Vergleichsschaltung 44 aus dem Speicher 50 ausgelesen und mit dem Ist-Luftspaltwert 32 verglichen wird, um nach der Fertigung und vor Auslieferung des Fahrzeuges 1 die korrekte Position des Drehzahlsensors 18 vor dem Polrad 22 zu kontrollieren. Insbesondere wird ein Intervall von Vorgabe-Luftspaltwerten 54 mittels der Vergleichsschaltung 44 aus dem Speicher 50 ausgelesen. Wenn der Ist-Luftspaltwert 32 innerhalb dieses Intervalls liegt, wird die Einbauposition des Drehzahlsensors als korrekt erkannt, so dass die Informationsschaltung 52 eine Einbau-Information 56 generiert, wonach die Position des Drehzahlsensors 18 als korrekt erkannt wurde. Diese Einbau-Information 56 wird auch der Initialisierungsschaltung 46 bereitgestellt, die in Erwiderung darauf den Ist-Luftspaltwert 32 als neuen Soll-Luftspaltwert 60 mittels der Speicherschaltung 48 in den Speicher 50 schreibt. In der Einbau-Information 56 und/oder in einer zusätzlich bereitgestellten weiteren Einbau-Information 58 wird ferner der gemessene Luftspalt 24 bereitgestellt.

Der Soll-Luftspaltwert 60 wird im normalen Betrieb des Fahrzeuges 1 bzw. der Bremsanlage 4 bzw. des Steuergerätes 14 von der Vergleichsschaltung 44 zum Vergleichen mit dem Ist-Luftspaltwert 32 verwendet, um bei einer Abweichung, die über einem ebenfalls aus dem Speicher 50 ausgelesenen Toleranzwert 62 liegt, der Informationsschaltung 52 zu ermöglichen, eine Vorwarn-Information 64 bereitzustellen, wenn die Vergleichsschaltung 44 ermittelt hat, dass der Ist-Luftspaltwert 32 den Soll-Luftspaltwert 60 um mehr als den Toleranzwert 62 überschreitet. Alternativ zum gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Toleranzwert 62 nicht im Speicher 50 gespeichert. Insbesondere wenn als Toleranzwert 62 der Wert 0 festgelegt ist, reicht es der Erfindung aus, eine Abweichung des Ist-Luftspaltwertes vom Soll-Luftspaltwert 60 zu ermitteln, um in Erwiderung darauf die Vorwarn-Information 64 zu generieren.

In Erwiderung auf das Bereitstellen der Vorwarn-Information 64 wird bspw. eine Warnleuchte im Fahrerhaus des Fahrzeuges 1 angesteuert, um einem Fahrer des Fahrzeuges 1 zu signalisieren, eine Werkstatt aufzusuchen. In der Werkstatt kann der Drehzahlsensor 18 wieder in eine geeignete Position gedrückt werden, was bspw. mittels der ersten Einbau-Information 58, die vorzugsweise von einem Diagnosegerät ausgelesen werden kann, kontrolliert wird. Vorzugsweise setzt die Initialisierungsschaltung 46 den Soll-Luftspaltwert 60 entweder automatisch oder durch manuelle Aktivierung nachfolgend auf den derzeitigen Ist-Luftspaltwert 32.

Wenn der Vergleich des Ist-Luftspaltwertes 32 mit dem Soll-Luftspaltwert 60 jedoch eine Abweichung ergeben hat, die größer als ein aus dem Speicher 50 ausgelesener Grenz-Luftspaltwert 66 ist, generiert die Informationsschaltung 52 alternativ oder zusätzlich zur Vorwarninformation 64 eine Fehler-Information 68, die zur Ansteuerung einer Warnleuchte sowie der Bremssteuerung 40 bereitgestellt wird. Die Bremssteuerung 40 berücksichtigt diese Fehler-Information 68 bei der Entscheidung, ob der Drehzahlwert 38 noch berücksichtigt werden kann, oder berücksichtigt in Erwiderung auf die Fehlerinformation 68 den Drehzahlwert 38 nachfolgend nicht weiter.

Fig. 3 zeigt den Drehzahlsensor 18 des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 1 mit seinen Einrichtungen in einer Darstellung als Blockschaltbild, in welchem interne Signalwege dargestellt sind.

Der Drehzahlsensor 18 ist ein aktiver Drehzahlsensor, der ein aktives Sensorelement 70 mit passiven Aufnehmern aufweist. Zum Abtasten der Stellung bzw. Drehung des Polrades 22 benötigt das aktive Sensorelement 70 eine Hilfsspannung, welche mittelbar über die Datenschnittstelle 16 gemäß Fig. 1 bereitgestellt wird. Das aktive Sensorelement 70 umfasst beispielsweise ein Hallelement oder eine magnetoresistive Brücke.

Das aktive Sensorelement 70 stellt, insbesondere wiederholt, einen analogen Messwert 72 bereit, der einer Luftspalterkennungsschaltung 74 des Drehzahlsensors 18 zugeführt wird. Alternativ oder zusätzlich stellt das aktive Sensorelement 70 direkt digitale Messwerte bereit.

Die Luftspalterkennungsschaltung 74 ermittelt aus den analogen Messwert 72 bzw. durch mehrstufige Digitalisierung den Ist-Luftspaltwert 32, vorzugsweise mit einer Wortbreite von 3 oder 4 Bit. Mittels einer Sendeschaltung 76 des Drehzahl-sensors 18 wird der Ist-Luftspaltwert 32 im digitalen Signal 30 bereitgestellt und kann über die Datenschnittstelle 16 dem Steuergerät 14 zugeführt werden.

Alle in der vorstehenden Beschreibung und in den Ansprüchen genannten Merkmale sind sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination miteinander einsetzbar. Die Offenbarung der Erfindung ist somit nicht auf die beschriebenen bzw. beanspruchten Merkmalskombinationen beschränkt. Vielmehr sind alle Merkmalskombinationen als offenbart zu betrachten.

Ansprüche

1. Steuergerät (14) zur Steuerung einer Bremsanlage (4) eines Fahrzeuges (1) mit einer Empfangsschaltung (36) zum Abgreifen und Verarbeiten eines von einem aktiven Drehzahlsensor (18) für die Drehzahlmessung an einem Rad (2) des Fahrzeuges (1) bereitgestellten digitalen Signals (30), das eine Drehzahlinformation (34) über die Drehzahl eines beabstandet durch einen Luftspalt (24) vor dem Drehzahlsensor (18) angeordneten und mit dem Rad (2) mitdrehenden Polrades (22) sowie einen mehrstufig digitalisierten und mehrere Bit umfassenden Ist-Luftspaltwert (32) enthält, der ein Maß für den aktuellen Luftspalt (24) zwischen dem Polrad (22) und dem Drehzahlsensor (18) ist, gekennzeichnet durch eine Vergleichsschaltung (44) zum Vergleichen des Ist-Luftspaltwertes (32) mit einem Soll-Luftspaltwert (60) und zum Ermitteln, ob der Ist-Luftspaltwert (32) den Soll-Luftspaltwert (60) um mehr als einen definierten Toleranzwert (62) überschreitet, und eine Informationsschaltung (52) zum Generieren und Bereitstellen einer Vorwarn-Information (64), wenn die Vergleichsschaltung (44) ermittelt hat, dass der Ist-Luftspaltwert (32) den Soll-Luftspaltwert (60) um mehr als den Toleranzwert (62) überschreitet.
2. Steuergerät nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Ausbildung der Vergleichsschaltung (44) zum Vergleichen des Ist-Luftspaltwertes (32) mit einem Grenz-Luftspaltwert (66) und zum Ermitteln, ob der Ist-Luftspaltwert (32) den Grenz-Luftspaltwert (66) überschreitet, und eine Ausbildung der Informations-Schaltung (52) zum Generieren und Bereitstellen einer Fehler-Information (68), wenn die Vergleichsschaltung (44) ermittelt hat, dass der Ist-Luftspaltwert (32) den Soll-Luftspaltwert (60) um mehr als den Toleranzwert (62) überschreitet und den Grenz-Luftspaltwert (66) erreicht oder überschreitet.

3. Steuergerät nach Anspruch 1 oder 2,
gekennzeichnet durch
eine Ausbildung der Vergleichsschaltung (44) zum Vergleichen des Ist-Luftspaltwertes (32) mit einem Vorgabe-Luftspaltwert (54) oder mit einem Intervall von Vorgabe-Luftspaltwerten (54) und zum Ermitteln des Einbaus des Drehzahlsensors (18) als korrekt, wenn der Ist-Luftspaltwert (32) dem Vorgabe-Luftspaltwert (54) entspricht oder im Intervall der Vorgabe-Luftspaltwerte (54) liegt, und andernfalls als inkorrekt und eine Ausbildung der Informationsschaltung (52) zum Generieren und Bereitstellen einer Einbau-Information (56), welche die Information umfasst, ob der Einbau des Drehzahlsensors (18) als korrekt oder inkorrekt ermittelt wurde.
4. Steuergerät nach einem der vorherigen Ansprüche,
gekennzeichnet durch
eine Initialisierungsschaltung (46) zum Festlegen des Soll-Luftspaltwertes (60) auf den aktuellen Ist-Luftspaltwert (32), insbesondere in Erwiderung auf einen als korrekt erkannten Einbau des Drehzahlsensors (18), und eine Speicherschaltung (48) zum Speichern des Soll-Luftspaltwertes (60).
5. Drehzahlsensoranordnung
 - a) mit einem aktiven Drehzahlsensor (18) zum aktiven Abtasten der Drehung eines beabstandet durch einen Luftspalt (24) vor dem Drehzahlsensor (18) angeordneten und mit dem Rad (2) mitdrehenden Polrades (22) und zum Bereitstellen eines digitalen Signals (30), das eine Drehzahlinformation (34) über die Drehzahl des Polrades (22) sowie einen Ist-Luftspaltwert (32) enthält, der ein Maß für den aktuellen Luftspalt (24) zwischen dem Polrad (22) und dem Drehzahlsensor (18) ist,
 - b) mit einem Steuergerät (14) zur Steuerung einer Bremsanlage (4) des Fahrzeuges (1), wobei das Steuergerät (14) eine Empfangsschaltung (36) zum Abgreifen und Verarbeiten des digitalen Signals (30) aufweist,
 - c) und mit einer Datenschnittstelle (16) zur Übermittlung des digitalen Signals (30) vom Drehzahlsensor (18) an das Steuergerät (14),
dadurch gekennzeichnet, dass
das Steuergerät (14) nach einem der Ansprüche 1 bis 5 ausgebildet ist.

6. Drehzahlsensoranordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Drehzahlsensor aufweist:
 - ein aktives Sensorelement (70) zum aktiven Abtasten der Drehung des Polrades (22),
 - eine Luftspalterkennungsschaltung (74) zum Ermitteln eines analogen Messwertes (72), der ein Maß für den aktuellen Luftspalt (24) zwischen dem Polrad (22) und dem Drehzahlsensor (18) ist, und zum Generieren des Ist-Luftspaltwertes (32) durch mehrstufiges Digitalisieren des analogen Messwertes (72),
 - und eine Sendeschaltung (76) zum Bereitstellen des digitalen Signals (30).

7. Drehzahlsensoranordnung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Drehzahlsensor (18) zur Drehzahlmessung in beliebiger radialer Orientierung und/oder axial verschiebbar, insbesondere mittels einer Klemmbuchse (26), in einer Halteöffnung (28) vor dem Polrad (22) klemmbar ausgebildet ist.

8. Bremsanlage für ein Fahrzeug (1) mit einem Steuergerät (14) nach einem der Ansprüche 1 bis 4 oder mit einer Drehzahlsensoranordnung (20) nach einem der Ansprüche 5 bis 7.

9. Fahrzeug, insbesondere Kraftfahrzeug, mit einem Steuergerät (14) nach einem der Ansprüche 1 bis 4 oder mit einer Drehzahlsensoranordnung (20) nach einem der Ansprüche 5 bis 7 oder mit einer Bremsanlage (4) nach Anspruch 8.

10. Verfahren zur Drehzahlsensierung an einem Rad (2) eines Fahrzeuges (1), wobei
 - ein aktiver Drehzahlsensor (18) die Drehung eines beabstandet durch einen Luftspalt (24) vor dem Drehzahlsensor (18) angeordneten und mit dem Rad (2) mitdrehenden Polrades (22) abtastet,

– 17 –

- der Drehzahlsensor (18) ein digitales Signal (30) über eine Datenschnittstelle (16) einem Steuergerät (14) bereitstellt, welches eine Drehzahlinformation (34) über die Drehzahl des Polrades (22) sowie einen mehrstufig digitalisierten und mehrere Bit umfassenden Ist-Luftspaltwert (32) enthält, der ein Maß für den aktuellen Luftspalt (24) zwischen dem Polrad (22) und dem Drehzahlmesser (18) ist,
- und eine Empfangsschaltung (36) des Steuergerätes (14) dieses digitale Signal (30) abgreift und verarbeitet,

dadurch gekennzeichnet, dass

zur Luftspaltüberwachung eine Vergleichsschaltung (44) des Steuergerätes (14) den Ist-Luftspaltwert (32) mit einem Soll-Luftspaltwert (60) vergleicht und ermittelt, ob der Ist-Luftspaltwert (32) den Soll-Luftspaltwert (60) um mehr als einen definierten Toleranzwert (62) überschreitet, und eine Informationsschaltung (52) des Steuergerätes (14) eine Vorwarn-Information (64) generiert und bereitstellt, wenn die Vergleichsschaltung (44) ermittelt hat, dass der Ist-Luftspaltwert (32) den Soll-Luftspaltwert (60) um mehr als den Toleranzwert (62) überschreitet.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Vergleichsschaltung (44) den Ist-Luftspaltwert (32) mit einem Grenz-Luftspaltwert (66) vergleicht und ermittelt, ob der Ist-Luftspaltwert (32) den Grenz-Luftspaltwert (66) erreicht oder überschreitet, und die Informationsschaltung (52) eine Fehler-Information (68) generiert und bereitstellt, wenn die Vergleichsschaltung (52) ermittelt hat, dass der Ist-Luftspaltwert (32) den Soll-Luftspaltwert (60) um mehr als den Toleranzwert (62) überschreitet und den Grenz-Luftspaltwert (66) erreicht oder überschreitet.
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Vergleichsschaltung (44) den Ist-Luftspaltwert (32) mit einem Vorgabe-Luftspaltwert (54) oder mit einem Intervall von Vorgabe-Luftspaltwerten (54) vergleicht und den Einbau des Drehzahlsensors (18) als korrekt ermittelt, wenn der Ist-Luftspaltwert (32) dem Vorgabe-Luftspaltwert (54) entspricht oder im Intervall der Vorgabe-Luftspaltwerte (54) liegt, und andern-

falls als inkorrekt ermittelt und die Informationsschaltung (52) eine Einbau-Information (56) generiert und bereitstellt, welche die Information umfasst, ob der Einbau des Drehzahlsensors (14) als korrekt oder inkorrekt ermittelt wurde.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass eine Initialisierungsschaltung (46) des Steuergerätes (14) den Soll-Luftspaltwert (60) auf den aktuellen Ist-Luftspaltwert (32) festlegt, insbesondere in Erwiderung auf einen als korrekt erkannten Einbau des Drehzahlsensors (18), und eine Speicherschaltung (48) des Steuergerätes (14) den festgelegten Soll-Luftspaltwert (60) speichert.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass
 - ein aktives Sensorelement (70) des Drehzahlsensors 18 die Drehung des Polrades (22) aktiv abtastet,
 - eine Luftspalterkennungsschaltung (74) des Drehzahlsensors (18) einen analogen Messwert (72) ermittelt, der ein Maß für den aktuellen Luftspalt (24) zwischen dem Polrad (22) und dem Drehzahlsensor (18) ist, und durch mehrstufiges Digitalisieren des analogen Messwertes (72) den Ist-Luftspaltwert (32) generiert
 - und eine Sendeschaltung (76) des Drehzahlsensors (18) das digitale Signal (30) bereitstellt.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Drehzahlsensor (18) in beliebiger radialer Orientierung und/oder axial verschiebbar, insbesondere mittels einer Klemmbuchse (26), in einer Halteöffnung (28) vor dem Polrad (22) geklemmt wird und dort die Drehung des Polrades (22) abtastet.

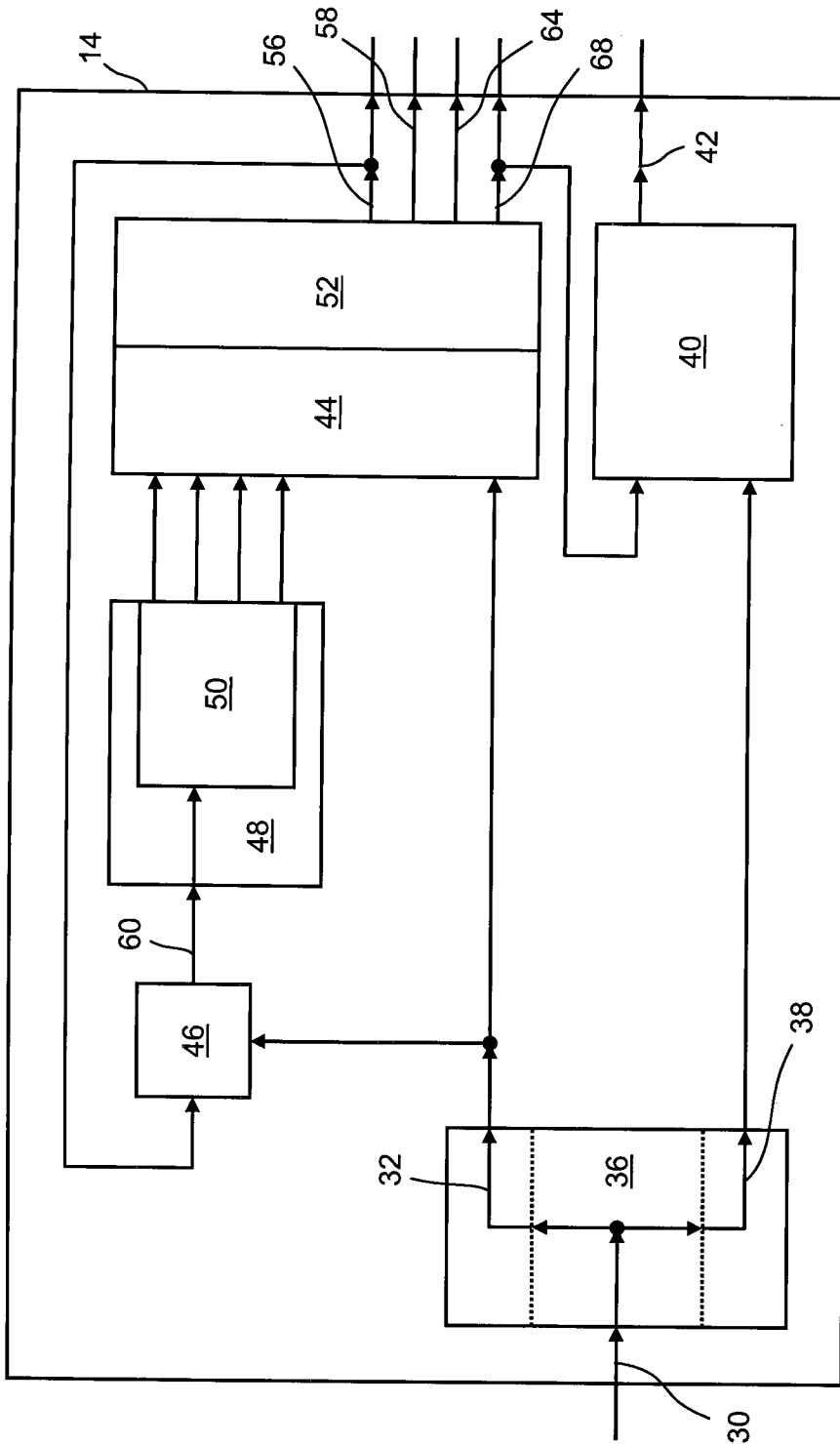


Fig. 2

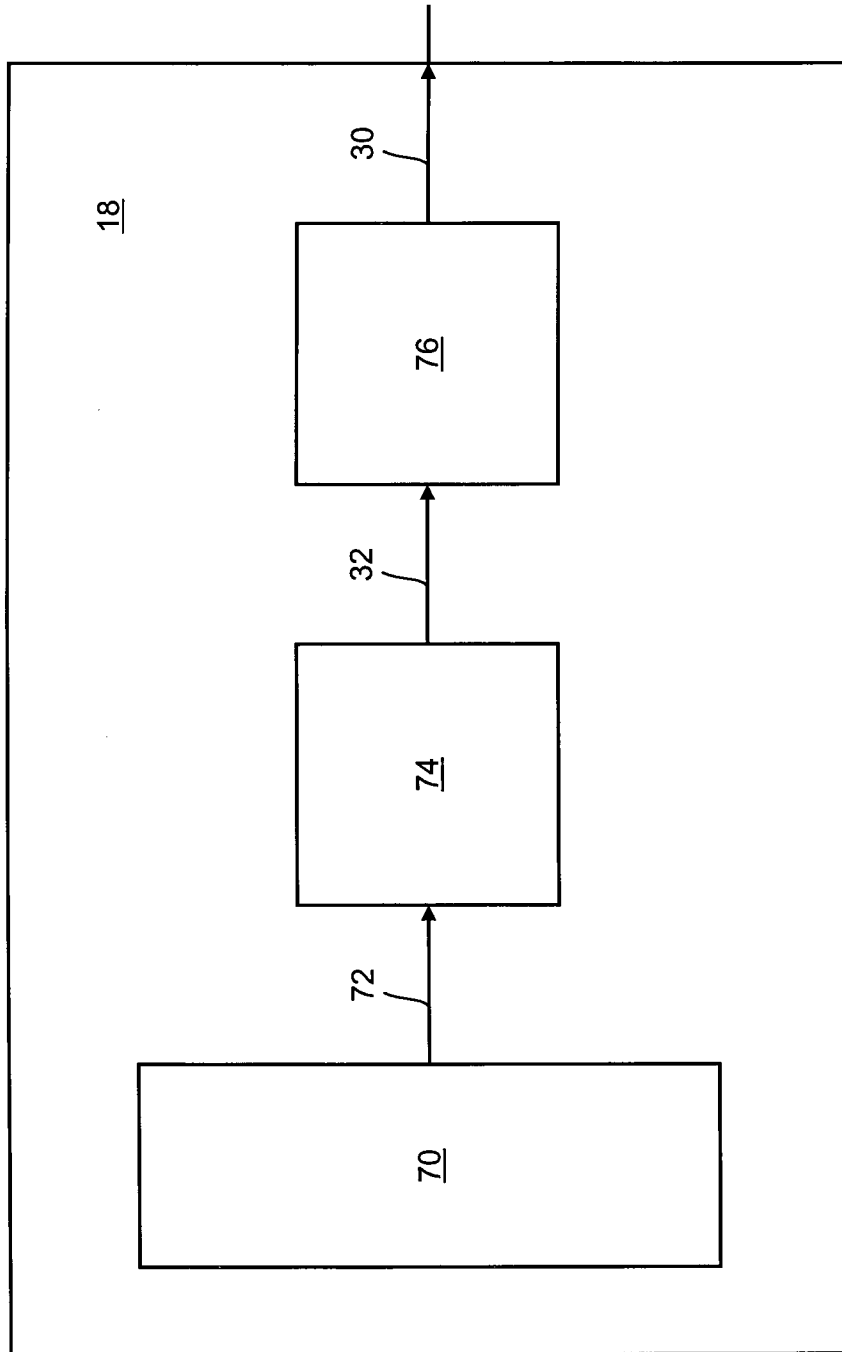


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/003282

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B60T8/171 B60T8/88
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)
B60T G01P

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.
Y	DE 102 03 483 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 28 November 2002 (2002-11-28) cited in the application the whole document -----	1-15
Y	GB 2 313 746 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 3 December 1997 (1997-12-03) page 11, line 13 - page 12, line 6 -----	1-3, 5-12,14, 15
Y	WO 2008/022968 A2 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]; JOECKEL WOLFGANG [DE]; ECKRICH JOE) 28 February 2008 (2008-02-28) page 9, line 29 - page 10, line 26 -----	1,4,10, 13
A	WO 2007/057429 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]; GRIESSER MARTIN [DE]; LOHBERG PETE) 24 May 2007 (2007-05-24) the whole document -----	1-15

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

23 January 2014

Date of mailing of the international search report

30/01/2014

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

Colonna, Massimo

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2013/003282

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10203483	A1	28-11-2002	NONE

GB 2313746	A	03-12-1997	DE 19621902 A1 04-12-1997
			FR 2749428 A1 05-12-1997
			GB 2313746 A 03-12-1997
			JP 3958832 B2 15-08-2007
			JP H1070524 A 10-03-1998
			US 6109102 A 29-08-2000

WO 2008022968	A2	28-02-2008	CN 101506663 A 12-08-2009
			DE 102007026786 A1 03-04-2008
			EP 2057474 A2 13-05-2009
			JP 2010501920 A 21-01-2010
			KR 20090045353 A 07-05-2009
			US 2010277224 A1 04-11-2010
			WO 2008022968 A2 28-02-2008

WO 2007057429	A1	24-05-2007	DE 102006036270 A1 06-06-2007
			EP 1952163 A1 06-08-2008
			WO 2007057429 A1 24-05-2007

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B60T8/171 B60T8/88
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B60T G01P

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.
Y	DE 102 03 483 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 28. November 2002 (2002-11-28) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1-15
Y	GB 2 313 746 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 3. Dezember 1997 (1997-12-03) Seite 11, Zeile 13 - Seite 12, Zeile 6 -----	1-3, 5-12,14, 15
Y	WO 2008/022968 A2 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]; JOECKEL WOLFGANG [DE]; ECKRICH JOE) 28. Februar 2008 (2008-02-28) Seite 9, Zeile 29 - Seite 10, Zeile 26 ----- -/--	1,4,10, 13

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

23. Januar 2014

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

30/01/2014

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

Colonna, Massimo

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2007/057429 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]; GRIESSER MARTIN [DE]; LOHBERG PETE) 24. Mai 2007 (2007-05-24) das ganze Dokument -----	1-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/003282

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10203483	A1	28-11-2002	KEINE
GB 2313746	A	03-12-1997	DE 19621902 A1 04-12-1997 FR 2749428 A1 05-12-1997 GB 2313746 A 03-12-1997 JP 3958832 B2 15-08-2007 JP H1070524 A 10-03-1998 US 6109102 A 29-08-2000
WO 2008022968	A2	28-02-2008	CN 101506663 A 12-08-2009 DE 102007026786 A1 03-04-2008 EP 2057474 A2 13-05-2009 JP 2010501920 A 21-01-2010 KR 20090045353 A 07-05-2009 US 2010277224 A1 04-11-2010 WO 2008022968 A2 28-02-2008
WO 2007057429	A1	24-05-2007	DE 102006036270 A1 06-06-2007 EP 1952163 A1 06-08-2008 WO 2007057429 A1 24-05-2007