



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 195 27 218 B4 2004.03.18**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **195 27 218.8**
 (22) Anmeldetag: **26.07.1995**
 (43) Offenlegungstag: **27.06.1996**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **18.03.2004**

(51) Int Cl.7: **F02D 41/14**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(66) Innere Priorität:
P 44 46 169.0 23.12.1994

(71) Patentinhaber:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 43 19 677 A1
DE 39 29 746 A1
DE 33 36 028 A1
WO 89/06 310 A1

(72) Erfinder:
Birk, Manfred, Dipl.-Ing., 71739 Oberriexingen, DE;
Rupp, Peter, Dipl.-Ing., 71686 Remseck, DE;
Fehrman, Ruediger, Dr.-Ing. Dr., 71229 Leonberg,
DE; Maierberg, Uwe, Dipl.-Ing., 70180 Stuttgart,
DE; Eichhorn, Frank, Dipl.-Ing., 70736 Fellbach,
DE

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Regelung der Laufruhe einer Brennkraftmaschine**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Regelung der Laufruhe einer Brennkraftmaschine, bei dem ein Drehzahlsensor (125) ein Drehzahlsignal bereitstellt, wobei das Drehzahlsignal (TS) Segmentimpulse umfasst und zwei Segmentimpulse ein Segment definieren, dass jedem Zylinder der Brennkraftmaschine eine Regelabweichung (L1, L2, L3, L6) und ein Regler (171, 172, 173, 174) zugeordnet ist, wobei jeder Regler (171, 172, 173, 174) ausgehend von der zugeordneten Regelabweichung (L1, L2, L3, L6) einen zylinderspezifischen Stellwert (Q1, Q2, Q3, Q6) vorgibt, dadurch gekennzeichnet, dass das Drehzahlsignal (TS) mit wenigstens zwei Filtermitteln (210, 220, 230) mit unterschiedlichen Frequenzen filterbar ist, dass ausgehend von dem gefilterten Drehzahlsignal wenigstens zwei frequenzspezifische Laufruhe-Istwerte (NWI, KWI, ZI), ein Laufruhe-Sollwert (NWS, KWS, ZS) und frequenzspezifische Regelabweichungen bestimmbar sind.

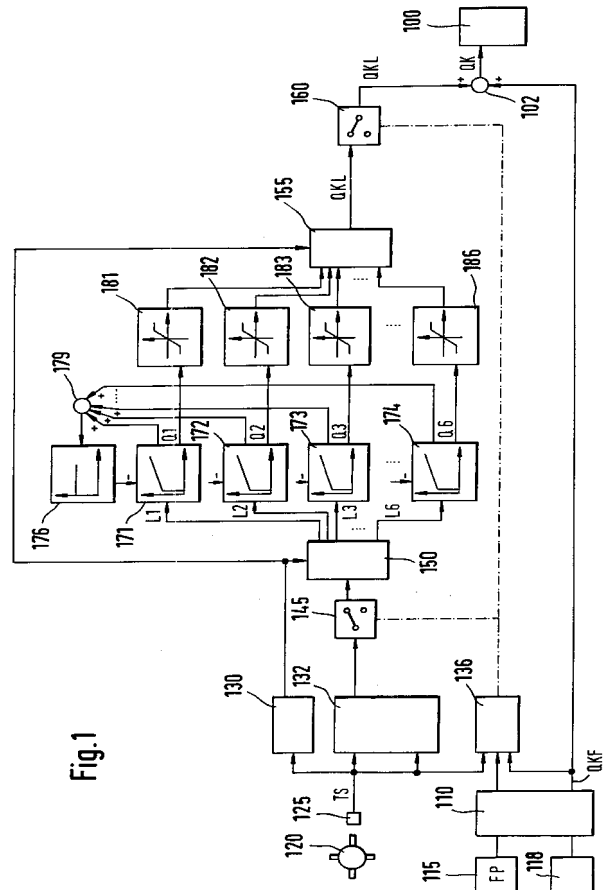


Fig.1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Regelung der Laufruhe einer Brennkraftmaschine; gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche.

Stand der Technik

[0002] Ein solches Verfahren und eine solche Vorrichtung zur Regelung der Laufruhe einer Brennkraftmaschine ist aus der DE-OS 33 36 028 (US-A 4,688,535) bekannt. Ferner ist ein Verfahren und eine Vorrichtung mit den gattungsbildenden Merkmalen aus der DE 43 19 677 A1 bekannt. Dort wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Regelung der Laufruhe einer Brennkraftmaschine beschrieben. Bei der dortigen Vorrichtung ist jedem Zylinder der Brennkraftmaschine eine Regelung zugeordnet, die abhängig von einer ihr zugeordneten Regelabweichung eine Stellgröße für den ihr zugeordneten Zylinder bildet. Die Regelabweichung ergibt sich aus den, den einzelnen Zylinder zugeordneten Istwerten und Sollwerten. Als Istwert dienen die Zeitabstände zwischen zwei Verbrennungen bzw. die Dauer eines Segmentes, das durch ein Segmentrad definiert ist. Sollwerte ergeben sich durch eine Mittelwertbildung über alle Istwerte. Mit einer solchen Laufruheregulierung können nicht bei allen Fahrzeugen befriedigende Ergebnisse erzielt werden.

Aufgabenstellung

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Regelung der Laufruhe der eingangs genannten Art die Zylindergleichstellung noch weiter zu verbessern. Diese Aufgabe wird durch die in den unabhängigen Ansprüchen 1 und 10 gekennzeichneten Merkmale gelöst.

Vorteile der Erfindung

[0004] Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann eine wesentliche verbesserte Zylindergleichstellung erzielt werden. Vorteilhafte und zweckmäßige Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen (Ansprüche 3 bis 9) gekennzeichnet.

Ausführungsbeispiel

[0005] Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsform erläutert. Es zeigen **Fig. 1** ein Blockdiagramm der erfindungsgemäßen Vorrichtung und **Fig. 2** ein detailliertes Blockdiagramm der Sollwert und Istwertbildung.

[0006] Im folgenden wird die erfindungsgemäße Vorrichtung am Beispiel einer selbstzündenden Brennkraftmaschine beschrieben. Die Erfindung ist

aber nicht auf selbstzündende Brennkraftmaschinen beschränkt. Sie kann auch bei anderen Typen von Brennkraftmaschinen eingesetzt werden. In diesem Fall sind entsprechende Bauteile auszutauschen. So tritt z.B. bei einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine die Drosselklappe an die Stelle der Regelstange.

[0007] In **Fig. 1** ist mit **100** ein leistungsbestimmendes Stellwerk bezeichnet, an dessen Eingang das Ausgangssignal QK eines Additionspunktes **102** anliegt. An dem einen Eingang des Additionspunktes **102** liegt das Ausgangssignal QKF einer Mengenvorgabe **110** und an dem anderen das Ausgangssignal QKL eines zweiten Schalters **160**. Diese Mengenvorgabe verarbeitet das Ausgangssignal eines Fahrpedalstellungsgebers **115** sowie gegebenenfalls die Ausgangssignale von weiteren Sensoren **118**. Die Mengenvorgabe **110** beaufschlagt ferner eine Steuerung **136** mit dem Mengensignal QKF sowie mit weiteren nicht näher bezeichneten Größen.

[0008] Das Stellwerk **100** bestimmt die Leistungsabgabe einer nicht dargestellten Brennkraftmaschine. Bei Dieselmotoren wird üblicherweise eine Regelstange bzw. ein Verstellhebel als leistungsbestimmendes Stellwerk eingesetzt. Bei fremdgezündeten Brennkraftmaschinen dient vorzugsweise die Drosselklappe als leistungsbestimmendes Stellglied. Es ist aber auch möglich, daß andere Größen, wie zum Beispiel der Zündzeitpunkt oder die Zeitdauer der Kraftstoffeinspritzung entsprechend einfließen werden.

[0009] Vorzugsweise ist ein der Kurbelwelle bzw. an der Nockenwelle der Brennkraftmaschine ein Segmentrad **120** angeordnet, das wenigstens eine der Zylinderzahl entsprechende Anzahl von Markierungen aufweist. Dieses Segmentrad wird von einem Sensor **125** abgetastet, der ein Signal TS abgibt, das aus einer Abfolge von Segmentimpulsen besteht. Jeweils zwei Segmentimpulse definieren ein Segment. Vorzugsweise wird der Abstand zwischen zwei Einspritzungen bzw. zwei Verbrennungen in zwei Segmente aufgeteilt. Dieses Signal bzw. daraus abgeleitete Signale werden der Steuerung **136**, einer Synchronisation **130**, sowie einer Regelabweichungsberechnung **132**.

[0010] Das Ausgangssignal L der Regelabweichungsberechnung **132** des Additionspunktes **140** gelangt zu einem ersten Schaltmittel **145**. Bei geschlossenem Schalter **145** gelangt das Signal zu einer Synchronisationseinrichtung **150**. Diese Synchronisationseinrichtung leitet das Ausgangssignal des Additionspunktes **140**, den einzelnen Zylindern zugeordneten, Reglern **171**, **172**, **173** bzw. **174** zu.

[0011] Zur Vereinfachung sind nur die den Zylindern **1**, **2**, **3**, und **6** zugeordneten Elemente dargestellt. Die Regler **171** bis **174** beaufschlagen ihnen zugeordnete Begrenzer **181**, **182**, **183** und **186** mit einem, dem entsprechenden Zylinder zugeordneten Mengensignal Q1, Q2, Q3 bis Q6. Desweiteren werden die Ausgangssignale der Regler in einem Additionspunkt

179 verknüpft und einem Verstärker **176** zugeleitet. Der Verstärker **176** beaufschlagt die einzelnen Regler mit einem entsprechenden Signal.

[0012] Eine zweite Synchronisationseinrichtung **155** bildet ausgehend von den einzelnen Mengensignalen Q1, Q2, Q3, Q4 eine Laufruhekorrekturmenge QKL. Diese gelangt über den zweiten Schalter **160** zu dem Additionspunkt **102**. Dort wird sie mit dem Ausgangssignal der Mengenvorgabe **110** verknüpft.

[0013] Die Steuerung **136** beaufschlagt den ersten Schalter **145** und den zweiten Schalter **160** mit den entsprechenden Ansteuersignalen. Die Synchronisation **130** beaufschlagt die erste Synchronisationseinheit **150** und die zweite Synchronisationseinheit **155** mit entsprechenden Ansteuersignalen.

[0014] Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich um eine Sechszylinderbrennkraftmaschine. Die erfindungsgemäße Vorgehensweise kann aber ohne weiteres bei Brennkraftmaschinen mit einer anderen Zylinderzahl eingesetzt werden. In diesem Fall muß die Zahl der Segmente auf dem Segmentrad sowie die Anzahl der Regler und Begrenzer entsprechend angepaßt werden.

[0015] In **Fig. 2** ist die Regelabweichungsberechnung **132** detaillierter dargestellt. Bereits in **Fig. 1** beschriebene Elemente sind in **Fig. 2** mit entsprechenden Bezugszeichen bezeichnet. Das Ausgangssignal des Sensors **125** wird einem ersten Filter **210**, einem zweiten Filter **220** und einem dritten Filter **230** zugeführt. Das Ausgangssignal des ersten Filters **210** gelangt zu einer ersten Sollwertermittlung **212** und einer ersten Istwertermittlung **214**. Das Ausgangssignal des zweiten Filters **220** gelangt zu einer zweiten Sollwertermittlung **222** und einer zweiten Istwertermittlung **224**. Das Ausgangssignal des dritten Filters **230** gelangt zu einer dritten Sollwertermittlung **232** und einer dritten Istwertermittlung **234**.

[0016] Das Ausgangssignal NWS der ersten Sollwertermittlung **212** gelangt mit positiven Vorzeichen und das Ausgangssignal NWI der ersten Istwertermittlung **214** mit negativen Vorzeichen zu einem Verknüpfungspunkt **216**. Im folgenden Verknüpfungspunkt **218** wird das Ausgangssignal des Verknüpfungspunktes **216** mit einem Wichtungsfaktor FNW verknüpft. Die so gewichtete erste Regelabweichung NWL gelangt zu einem Additionspunkt **240** und von dort zum Block **145**.

[0017] Das Ausgangssignal KWS der zweiten Sollwertermittlung **222** gelangt mit positiven Vorzeichen und das Ausgangssignal KWI der zweiten Istwertermittlung **224** mit negativen Vorzeichen zu einem Verknüpfungspunkt **226**. Im folgenden Verknüpfungspunkt **228** wird das Ausgangssignal des Verknüpfungspunktes **226** mit einem Wichtungsfaktor FKW verknüpft. Die so gewichtete zweite Regelabweichung KWL gelangt zu dem Additionspunkt **240**.

[0018] Das Ausgangssignal ZS der dritten Sollwertermittlung **232** gelangt mit positiven Vorzeichen und das Ausgangssignal ZI der dritten Istwertermittlung **234** mit negativen Vorzeichen zu einem Verknüp-

fungspunkt **236**. Im folgenden Verknüpfungspunkt **238** wird das Ausgangssignal des Verknüpfungspunktes **236** mit einem Wichtungsfaktor FZ verknüpft. Die so gewichtete erste Regelabweichung ZL gelangt zu dem Additionspunkt **240**. Am Ausgang des Additionspunktes **240** steht die Regelabweichung L zur Verfügung, die zum Laufruheregler weitergeleitet wird.

[0019] Bei den Verknüpfungspunkten **218**, **228** und **238** handelt es sich um eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung. Alternativ kann auch vorgesehen sein, daß die Faktoren FNW, FKW oder FZ anderweitig, beispielsweise in den Filtern **210**, **220** oder **230**, berücksichtigt bzw. nicht berücksichtigt werden.

[0020] Der dritte Filter **230** sowie die dritte Sollwertermittlung und die dritte Istwertermittlung werden nur bei bestimmten Zylinderzahlen der Brennkraftmaschine benötigt. Dies ist z.B. bei einer Sechszylinderbrennkraftmaschine der Fall.

[0021] Bei Vierzylinderbrennkraftmaschinen sind die Filter **210** und **220** ausreichend. Bei anderen Zylinderzahlen können noch weitere Filter vorgesehen sein, bzw. es können auch Filter weggelassen werden.

[0022] Bei der dargestellten Ausführungsform einer Brennkraftmaschine mit sechs Zylindern handelt es sich bei den Filtern **210**, **220** und **230** um Bandpaßfilter, deren Mittenfrequenz beim Filter **210** bei der Nockenwellenfrequenz, beim Filter **220**, bei der Kurbelwellenfrequenz und bei dem Filter **230** bei der halben Zündfrequenz liegt.

[0023] Bei anderen Zylinderzahlen sind gegebenenfalls andere Bandpässe vorzusehen. So sind beispielsweise bei einer Brennkraftmaschine mit vier oder fünf Zylindern ein Bandpaß mit der Nockenwellenfrequenz und ein Bandpaß mit der doppelten Nockenwellenfrequenz, die der Kurbelwellenfrequenz entspricht vorzusehen.

[0024] Bei einer Brennkraftmaschine mit 2-l Zylindern, wobei 1 eine natürliche Zahl ist, sind 1 Bandpässe vorzusehen, der Mittenfrequenzen bei einem ganzzahligen Vielfachen der Nockenwellenfrequenz liegen.

[0025] Mittels der Bandpässe **210**, **220** und **230** wird das Drehzahlsignal in Spektralanteile getrennt. Für jeden Spektralanteil ermitteln die ersten, zweiten und dritten Istwertbildner frequenzspezifische Soll- und Istwerte. Die Berechnung der Soll- und Istwerte erfolgt für die einzelnen Spektralanteile vorzugsweise unterschiedlich.

[0026] Für die Funktion der Laufruheregler ist die Zuordnung einer Drehzahlreaktion auf den verursachenden Zylinder entscheidend. Dieser soll nämlich entsprechend mehr oder weniger Kraftstoffmenge erhalten. Die Zuordnung läßt sich aus dem Frequenzgang ermitteln. Beim Frequenzgang ist die Phasenverschiebung zwischen Kraftstoffmenge und Drehzahl ausschlaggebend. Aus der Phasenverschiebung kann unmittelbar das oder die Segmente er-

rechnet werden, in das die Reaktion fällt. Diese Segmente müssen zur Bildung der Istwerte ausgewertet werden.

[0027] Für jede betrachtete Frequenz ergeben sich ein oder mehrere Segmente, in die auf die Einspritzung folgende Reaktion fällt. Die Segmente sind üblicherweise für jede Frequenz unterschiedlich. Bei der Einrichtung gemäß dem Stand der Technik muß ein Kompromiß gefunden werden, das heißt, daß bei der Segmentauswahl zur Istwertbildung ein Kompromiß eingegangen wird. Dies bedeutet, daß beim Stand der Technik für die auszuregelnden Frequenzen eine einheitliche Segmentauswahl getroffen werden muß, beispielsweise wird das erste und zweite Segment nach der Zumessung ausgewählt

[0028] In bestimmten Fällen ist kein Kompromiß möglich. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn die Segmente der einzelnen Frequenzanteile, in die die Reaktion fällt, weit auseinander liegen. Durch die erfindungsgemäße Vorgehensweise, daß die Segmentauswahl frequenzspezifisch erfolgt, ist ein solcher Kompromiß nicht mehr erforderlich.

[0029] Mittels der Bandpässe **210**, **220** und **230** wird das Drehzahlsignal für die einzelnen Frequenzen getrennt. Für jede Frequenz berechnet die erste Istwertvorgabe **214**, die zweite Istwertvorgabe **224** und die dritte Istwertvorgabe **234** einen frequenzspezifischen Istwert. Entsprechend kann vorgesehen sein, daß für jede Frequenz die erste Sollwertvorgabe **212**, die zweite Sollwertvorgabe **220** und die dritte Sollwertvorgabe **232** einen frequenzspezifischen Sollwert berechnet.

[0030] Vorzugsweise erfolgt die Segmentauswahl frequenzspezifisch. Dies bedeutet, für die einzelnen Frequenzen werden unterschiedliche Segmente zur Berechnung der Istwerte und/oder der Sollwerte herangezogen. In den Verknüpfungspunkten **216**, **226** und **236** wird dann die frequenzspezifische Regelabweichung ermittelt.

[0031] Besonders vorteilhaft ist, wenn diese frequenzspezifischen Regelabweichungen mittels frequenzspezifischen Wichtungsfaktoren NW, FKW und FZ frequenzspezifisch wichtbar sind. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Wichtungsfaktoren FNW, FKW und FZ so gewählt werden, daß die Regelkreisverstärkung für alle Frequenzen gleich eingestellt wird. Dadurch kann eine frequenzspezifische Adaption der Reglerparameter erzielt werden.

[0032] Es wurde erkannt, daß die Phasenverschiebung, abhängig von der die Segmentauswahl getroffen werden soll, von der gewählten Gangstufe abhängig ist. Erfindungsgemäß erfolgt die Segmentauswahl abhängig vom eingelegten Gange. Dies hat den Vorteil, daß die Laufruheregulung auch bei eingelegtem Gang stabil arbeitet.

[0033] Mit zunehmender Drehzahl verändern sich die Nockenwellenfrequenz, die Kurbelwellenfrequenz und halbe Zündfrequenz, während der Frequenzgang unverändert bleibt. Durch eine drehzahlabhängige Segmentauswahl wird erreicht, daß die

Laufruheregulung auch bei Drehzahlen über der Leerlaufdrehzahl stabil arbeitet.

[0034] Desweiteren ist der Amplitudengang bzw. die Streckenverstärkung (Amplitudenverhältnis) von der Gangstellung und der Drehzahl abhängig. Durch Vorgabe der Verstärkungsfaktoren FNW, FKW und FZ/2 abhängig von der Gangstellung und/oder der Drehzahl ist eine Zylindergleichstellung im ganzen Arbeitsbereich, insbesondere im gesamten Drehzahlbereich möglich.

[0035] Dadurch können die Emissionen sowie der Komfort erheblich verbessert werden.

[0036] Die so gewichteten bzw. nicht gewichteten Regelabweichungen NWL, KWL und ZL werden im Verknüpfungspunkt **240** addiert und dem Regler zugeführt. Der Regler entspricht dem in **Fig. 1** dargestellten Regler.

[0037] Mit der erfindungsgemäßen Vorgehensweise ist eine Segmentauswahl über beliebig viele Segmente verwendbar. Weist z.B. die Nockenwellenschwingung eine größere Periode auf als die Kurbelwellenschwingung, so ist die Nockenwellenschwingung auch in mehreren Segmenten beobachtbar.

[0038] Die Amplituden aus den Bandpässen **210**, **220** und **230** können ausgewertet und ggf. mit Gewichtungsfaktoren aufaddiert werden. Je größer dieser Wert der gewichteten und aufaddierten Amplituden der Bandpässe, desto schlechter ist die Laufruhe. Dieser Wert kann auch als Laufruhemaß bezeichnet werden und kann für verschiedene Entscheidungen verwendet werden.

[0039] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Laufruheregulung komplett abgeschaltet wird, falls das Laufruhemaß eine Schwelle überschreitet. Dies bedeutet in **Fig. 1**, daß der Schalter **145** geöffnet wird. Dadurch wird verhindert, daß aufgrund einer geänderten Phasenlage der Regelkreis instabil wird, was wiederum zum Schütteln führt.

[0040] Weiter ist vorteilhaft, wenn außerhalb einer anderen Schwelle Segmentauswahlen verändert werden, um evtl. geänderte Phasenlagen zu kompensieren.

[0041] Besonders vorteilhaft bei dieser Vorgehensweise ist, daß die Regelbarkeit auch bei großen Unterschieden in der Phasenlage gegeben ist. Durch die frequenzspezifische Bildung der Regelabweichung ergibt sich eine erhöhte Robustheit des Laufruhereglers gegenüber Änderungen des Regelstreckenverhaltens, z.B. durch Veränderung in der Pumpe, Fertigungstoleranzen oder Verschleiß im Antriebsstrang.

[0042] Anstelle des Sensors **125**, der das Segmentrad **120** abtastet, kann auch ein Sensor verwendet werden, der ein Inkrementrad abtastet, das eine höher auflösende Drehzahlerfassung ermöglicht. Solche Inkrementräder werden vorzugsweise bei magnetventilgesteuerten Pumpen eingesetzt. Bei solchen Inkrementrädern kann in Anti-Aliasing-Filter verwendet werden. Dadurch werden nur hochfrequente Drehzahlanteile ausgefiltert. Durch Auszäh-

len der Zähne bzw. durch unterschiedliche Zahnabstände kann ein Segmentrad simuliert werden. In dieser Realisierung dienen einzelne Inkrementimpulse als Segmentimpulse.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung der Laufruhe einer Brennkraftmaschine, bei dem ein Drehzahlsensor (125) ein Drehzahlsignal bereitstellt, wobei das Drehzahlsignal (TS) Segmentimpulse umfasst und zwei Segmentimpulse ein Segment definieren, dass jedem Zylinder der Brennkraftmaschine eine Regelabweichung (L1, L2, L3, L6) und ein Regler (171, 172, 173, 174) zugeordnet ist, wobei jeder Regler (171, 172, 173, 174) ausgehend von der zugeordneten Regelabweichung (L1, L2, L3, L6) einen zylinderspezifischen Stellwert (Q1, Q2, Q3, Q6) vorgibt, dadurch gekennzeichnet, dass das Drehzahlsignal (TS) mit wenigstens zwei Filtermitteln (210, 220, 230) mit unterschiedlichen Frequenzen filterbar ist, dass ausgehend von dem gefilterten Drehzahlsignal wenigstens zwei frequenzspezifische Laufruhe-Istwerte (NWI, KWI, ZI), ein Laufruhe-Sollwert (NWS, KWS, ZS) und frequenzspezifische Regelabweichungen bestimmbar sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bereitstellung der frequenzspezifischen Größen das Ausgangssignal des Drehzahlsensors (TS) mittels wenigstens zweier Bandpässe (210, 220, 230) mit einstellbaren Mittenfrequenzen filterbar ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenzen bei ganzzahligen Vielfachen der Nockenwellenfrequenz liegen.

4. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für jede Frequenz die Laufruhe-Istwerte (NWI, KWI, ZI) und/oder die Laufruhe-Sollwerte (NWS, KWS, ZS) unterschiedlich vorgebar sind.

5. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für jede Frequenz unterschiedliche Segmente zur Ermittlung der Laufruhe-Istwerte (NWI, KWI, ZI) verwendbar sind.

6. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass abhängig vom eingelegten Gang und/oder der Drehzahl unterschiedliche Segmente zur Ermittlung der Laufruhe-Istwerte (NWI, KWI, ZI) verwendbar sind.

7. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für jede Frequenz die Regelabweichungen un-

terschiedlich wichtbar und/oder aufaddierbar sind.

8. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass abhängig vom eingelegten Gang und/oder der Drehzahl die Regelabweichungen unterschiedlich wichtbar und/oder aufaddierbar sind.

9. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass abhängig von dem gewichteten und/oder aufaddierten Amplituden der Ausgangsgrößen der Bandpässe die Laufruheregulierung abschaltbar ist und/oder unterschiedliche Segmente zur Ermittlung der Laufruhe-Istwerte und/oder der Laufruhe-Sollwerte verwendbar sind.

10. Vorrichtung zur Regelung der Laufruhe einer Brennkraftmaschine, bei der ein Drehzahlsensor (125) ein Drehzahlsignal (TS) bereitstellt, wobei das Drehzahlsignal Segmentimpulse umfasst und zwei Segmentimpulse ein Segment definieren, dass jedem Zylinder der Brennkraftmaschine eine Regelabweichung (L1, L2, L3, L6) und ein Regler (171, 172, 173, 174) zugeordnet ist, wobei jeder Regler (171, 172, 173, 174) ausgehend von der zugeordneten Regelabweichung (L1, L2, L3, L6) einen zylinderspezifischen Stellwert (Q1, Q2, Q3, Q6) vorgibt, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei Filtermittel (210, 220, 230) vorgesehen sind, die das Drehzahlsignal (TS) mit unterschiedlichen Frequenzen filtern, und mit Mitteln (212, 214, 222, 224, 232, 234, 216, 226, 238, 218, 228, 238), die ausgehend von dem gefilterten Drehzahlsignal wenigstens zwei frequenzspezifische Laufruhe-Istwerte (NWI, KWI, ZI) ein Laufruhe-Sollwert (NWS, KWS, ZS) und frequenzspezifische Regelabweichungen (NWL, KWL, ZL) bestimmen.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

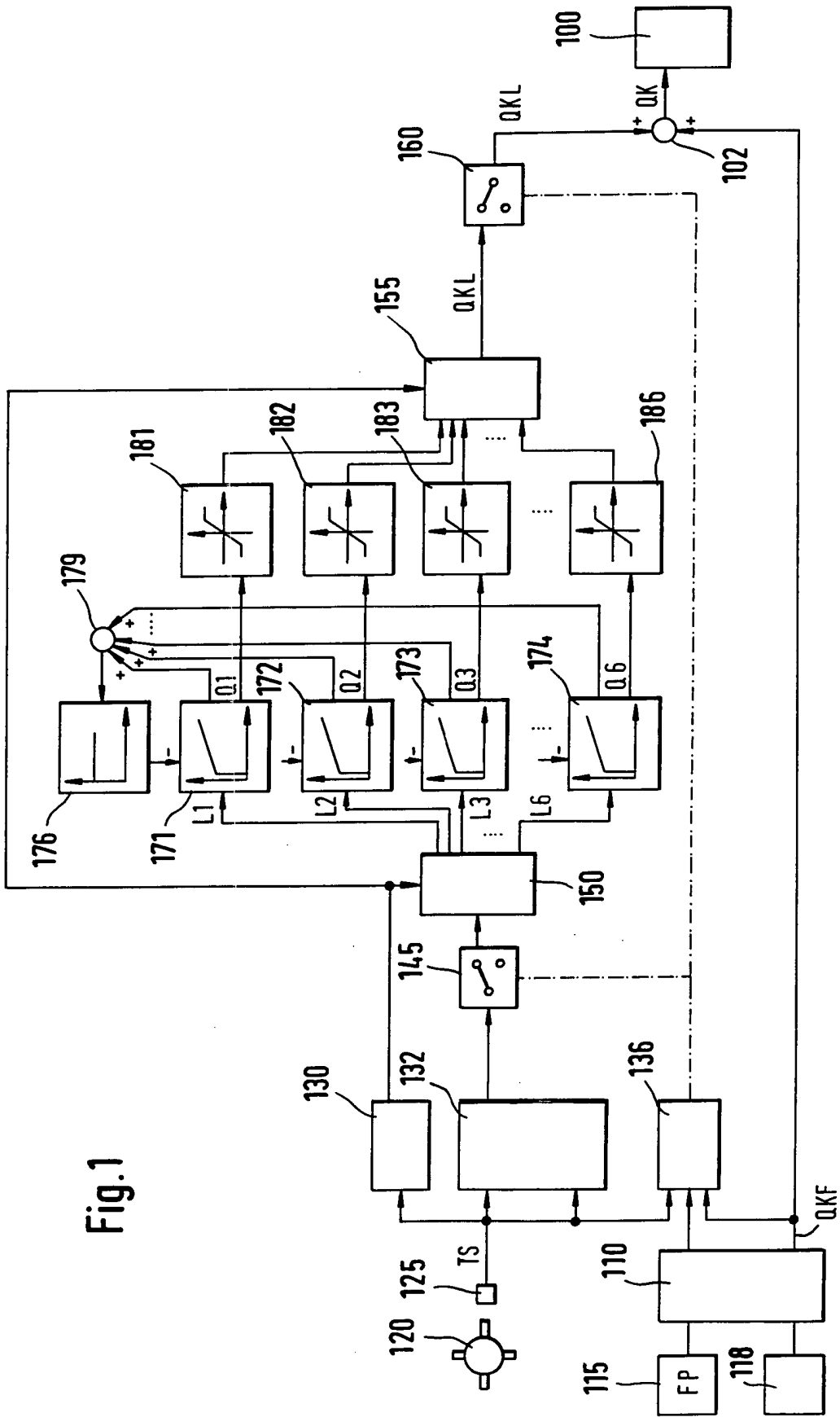


Fig.1

Fig. 2

