

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 694 687 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
31.01.1996 Patentblatt 1996/05

(51) Int. Cl.⁶: F02D 41/40

(21) Anmeldenummer: 95108988.7

(22) Anmeldetag: 10.06.1995

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT SE

(30) Priorität: 18.07.1994 DE 4425295

(71) Anmelder: ROBERT BOSCH GMBH
D-70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:

- Schönfelder, Dietbert, Dipl. Ing.
D-70839 Gerlingen (DE)
- Lutz, Peter, Dipl. Ing.
D-74189 Weinsberg (DE)
- Gronenberg, Roland, Dipl. Ing.
D-70771 Leinfelden-Echterd (DE)
- Schmitz, Peter, Dr. Ing.
D-35447 Reiskirchen (DE)

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine

(57) Es wird eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Steuerung einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer Dieselmotorkraftmaschine, mit wenigstens einem Magnetventil beschrieben. Ausgehend von wenigstens einer Sollkraftstoffmenge (QKS) wird eine Ansteuerdauer (AD) für das Magnetventil bestimmt, wobei ausgehend von der Ansteuerdauer (AD) ein Signal (AE) zur Festlegung des Ansteuerendes vorgebar ist. Abhängig

vom Betriebszustand der Brennkraftmaschine wird wahlweise mittels eines Pumpenkennfeldes (200) die Ansteuerdauer bestimmt oder die Sollkraftstoffmenge unmittelbar als Ansteuerdauer (AD) verwendet. Abhängig vom Betriebszustand der Brennkraftmaschine wird wahlweise ein unkorrigiertes oder ein korrigiertes Signal (AE) zur Festlegung des Ansteuerendes (AE) bestimmt.

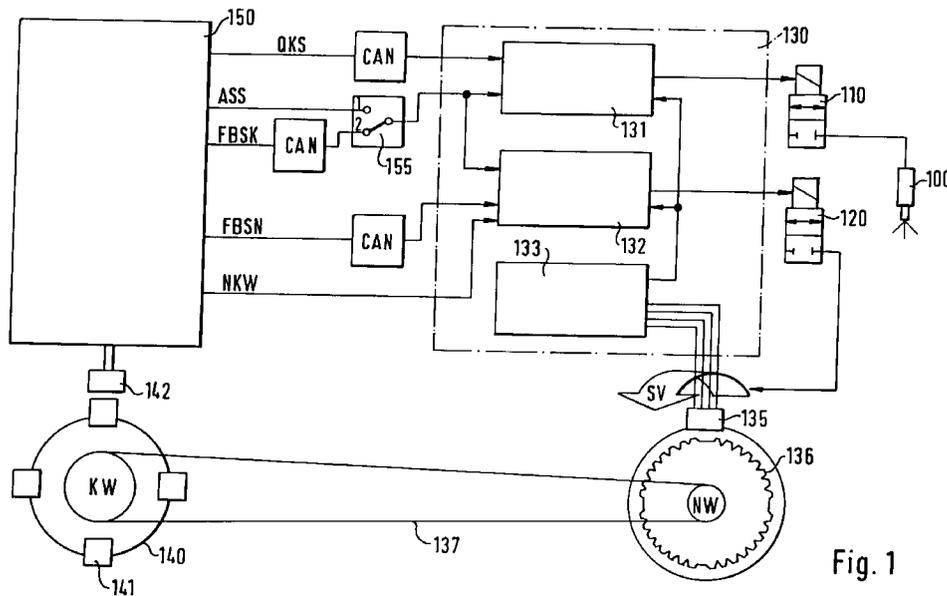


Fig. 1

EP 0 694 687 A2

Beschreibung

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche.

Ein solches Verfahren und eine solche Vorrichtung ist aus der DE-OS 41 08 639 bekannt. Dieses Verfahren und diese Vorrichtung wird insbesondere zur Steuerung einer Dieseldieselmotorkraftmaschine verwendet. Mittels eines Magnetventils kann der Beginn und das Ende der Kraftstoffzumessung festgelegt werden.

Bei der bekannten Vorrichtung und bei dem bekannten Verfahren ist die Mengensteuerung ungenau. Ferner treten bei sonst konstanten Bedingungen Abweichungen bei der eingespritzten Kraftstoffmenge zwischen den einzelnen Zumessungen auf.

Aufgabe der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art die Genauigkeit der Kraftstoffzumessung zu verbessern. Diese Aufgabe wird durch die in den unabhängigen Ansprüchen gekennzeichneten Merkmale gelöst.

Vorteile der Erfindung

Mittels des erfindungsgemäßen Systems ist eine wesentlich genauere Kraftstoffzumessung möglich. Vorteilhafte und zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen erläutert. Es zeigen die Figur 1 ein Blockdiagramm der erfindungsgemäßen Vorrichtung, Figur 2 wesentliche Elemente eines Pumpensteuergeräts, Figur 3 eine Förderbeginnerfassung, Figur 4 einen Förderbeginnbeobachter, Figur 5 verschiedene Korrekturmittel.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Figur 1 ist schematisch eine Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer Dieseldieselmotorkraftmaschine, aufgezeichnet. Mittels eines Einspritzventils 100 wird der Brennkraftmaschine zu einem bestimmten Zeitpunkt eine bestimmte Kraftstoffmenge zugemessen. Den genauen Beginn und das Ende der Kraftstoffzumessung wird mittels eines ersten Stellelements festgelegt. Bei diesem ersten Stellelement 110 handelt es sich vorzugsweise um ein Magnetventil, das den Kraftstofffluß steuert. Vorzugsweise ist das Magnetventil im Bereich einer Hochdruckkraftstoffpumpe angeordnet und gibt den Kraftstofffluß frei bzw. sperrt

den Kraftstofffluß zwischen einem Niederdruckteil und einem Hochdruckteil der Kraftstoffpumpe.

Solange des Magnetventil geschlossen ist, ist ein Druckaufbau und damit eine Förderung von Kraftstoff zum Einspritzventil 100 möglich. Sobald das Magnetventil 110 öffnet, endet die Kraftstoffzumessung.

Durch das Schließen des Magnetventils 110 wird der Einspritzbeginn und durch Öffnen das Einspritzende und damit die zugemessene Kraftstoffmenge festgelegt.

Desweiteren ist ein zweites Stellelement vorgesehen, mittels dem die Förderrate, das heißt die eingespritzte Kraftstoffmenge pro Umdrehungswinkel der Nockenwelle, einstellbar ist. Hierbei handelt es sich vorzugsweise ebenfalls um ein Magnetventil, mittels dem ein Druckaufbau bzw. ein Druckabbau in einem hydraulischen Stellelement ermöglicht wird. Dieses Stellelement verschiebt die Zuordnung zwischen der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine und der Pumpenantriebswelle. Hierbei handelt es sich beispielsweise um ein Stellelement zur Verschiebung der Nockenscheibe bei einer Verteilereinspritzpumpe.

Das erste und das zweite Stellelement werden von einer Pumpensteuereinheit 130 mit Steuersignalen beaufschlagt. Die Pumpensteuereinheit umfaßt eine Mengensteuerung 131, die das erste Stellelement 110 mit Ansteuersignalen beaufschlagt, eine Spritzverstelleransteuerung 132, die das zweite Stellelement 120 mit Signalen beaufschlagt, sowie eine IWZ-Auswertung 133, die Signale eines Sensors 135 auswertet.

Der Sensor 135 tastet ein Inkrementrad 136 ab, das auf der Pumpenantriebswelle bzw. auf der Nockenwelle NW der Brennkraftmaschine angeordnet ist. Das Inkrementrad 136 umfaßt eine Vielzahl von Markierungen, die beispielsweise in einem Abstand von 3° angeordnet sind. Die Auswertung 133 liefert ein entsprechendes Signal an die Mengensteuerung 131 und die Spritzverstelleransteuerung 132.

Die Nockenwelle NW wird üblicherweise über ein Antriebsmittel 137 von der Kurbelwelle KW der Brennkraftmaschine angetrieben. Auf der Kurbelwelle ist ein Segmentrad 140 mit einer der Zylinderzahl entsprechenden Anzahl von Markierungen 141 angeordnet. Diese Markierungen werden von einem Sensor 142 abgetastet. Der Sensor 142 liefert dem Motorsteuergerät 150 ein Signal NKW bezüglich der Kurbelwellendrehzahl.

Das Pumpensteuergerät wiederum steht mit einem Motorsteuergerät 150 in Verbindung. Das Motorsteuergerät 150 beaufschlagt das Pumpensteuergerät zum einen über eine Schnittstelle z.B. CAN bzw. über eine direkte Leitung mit Signalen.

Über die Schnittstelle z.B. CAN übermittelt das Motorsteuergerät 150 ein Signal QKS, das die vom Motorsteuergerät gewünschte Kraftstoffmenge angibt. Desweiteren übermittelt sie ein Signal FBSK das einen Sollwert für den Förderbeginn entspricht, der auf die Kurbelwelle bezogen ist. Desweiteren übermittelt das Motorsteuergerät 150 einen weiteren Sollwert FBSN für den Förderbeginn, der auf die Nockenwelle bzw. die

Pumpenantriebswelle bezogen ist und der die Förderrate einstellt.

Über eine separate Leitung, die unabhängig von der Schnittstelle ist, wird ein Signal ASS vom Motorsteuergerät 150 an das Pumpensteuergerät 130 übermit- 5 telt. Ein Schaltmittel 155 wählt entweder das Signal ASS oder das Signal FBSK aus. In der hier betrachteten Betriebsart befindet sich das Schaltmittel 155 in der mit 1 bezeichneten Position.

Das Motorsteuergerät 150 übermittelt ein Drehzahl- 10 signal bezüglich der Kurbelwellendrehzahl NKW an das Pumpensteuergerät 130. Dort gelangt dieses Signal zur Spritzverstelleransteuerung 132.

Diese Einrichtung arbeitet nun wie folgt. Der Sensor 142 erfaßt die Drehzahl der Kurbelwelle und berechnet 15 ausgehend von der Drehzahl und verschiedenen weiteren Größen wie insbesondere der Fahrpedalstellung einen Sollwert QKS für die einzuspritzende Kraftstoffmenge sowie einen Sollwert für den Förderbeginn. Beim Sollwert für den Förderbeginn wird zwischen einem Soll- 20 wert FBSK, der auf die Kurbelwelle bezogen ist, und einem Wert FBSN, der auf die Nockenwelle bezogen ist, unterschieden.

Diese Werte setzt die Pumpensteuerung 130 in Ansteuersignale für das erste und zweite Stellelement 25 um. Ausgehend von dem Sollwert für die Kraftstoffmenge QKS und für den kurbelwellenbezogenen Förderbeginnsollwert FBSK berechnet die Mengensteuerung 130 ein Signal zur Ansteuerung des Stellelementes 110. Hierbei handelt es sich um ein Sig- 30 nal AB, das den Ansteuerbeginn bzw. den Beginn der Kraftstoffzumessung festlegt. Desweiteren berechnet sie ein Signal AE, das das Ansteuerende und damit das Ende der Kraftstoffzumessung festlegt. Durch den Beginn und das Ende wird auch die eingespritzte Kraft- 35 stoffmenge definiert.

Die Spritzverstellersteuerung 132 berechnet ausge- 40 hend von den Förderbeginnsollwerten FBSK und FBSN ein Signal zur Ansteuerung des zweiten Stellelements 120. Der Förderbeginnsollwert FBSK, der auf die Kurbelwellen bezogen ist, gibt die Winkelstellung der Kurbelwelle an, bei der die Kraftstoffzumessung beginnen muß, um eine optimale Verbrennung zu erreichen. Der Sollwert für den Förderbeginn FBSN, der auf die Nock- 45 enwelle bezogen ist, gibt die Winkelstellung der Pumpenantriebswelle an, bei dem die Einspritzung beginnen soll. Von diesem Wert hängt die Förderrate ab. Mittels des zweiten Stellelements 120 wird die Pumpen- antriebswelle gegenüber der Kurbelwelle verschoben werden.

Bei unterschiedlichen Werten für den Sollwert des Förderbeginns FBSN, der auf die Nockenwelle bezogen ist, ergeben sich unterschiedliche Förderraten. Dies bedeutet bei gleichem Ansteuerbeginn AB und gleichem Ansteuerende AE ergeben sich unterschiedliche eingespritzte Kraftstoffmengen, da bei unterschiedlichen Förderraten im gleichen Zumeßintervall unterschiedliche Mengen zugemessen werden.

Der Pumpensteuerung 130 wird über ein Schaltmit- 5 tel 155 wahlweise das Signal ASS bzw. das Signal FBSK zugeführt. In der einen Betriebsart bestimmt das Signal ASS unmittelbar den Ansteuerbeginn AB für das zweite Stellelement 110. Das Signal ASS löst unmittelbar das Signal AB zur Ansteuerung des Magnetventils aus. In einer anderen Betriebsart z.B. bei Ausfall dieses Sig- 10 nales dient der Förderbeginnsollwert, der auf die Kurbelwellen bezogen ist, als Eingangsgröße zur Berechnung und Generierung des Ansteuerbeginns im Pumpen- steuergerät.

In Figur 2 ist die Berechnung des Ansteuerendes 15 dargestellt. Sie ist wesentlicher Teil der Mengensteuerung 131. Über die Schnittstelle z.B. CAN wird ein Pumpenkennfeld 200 mit dem Sollwert QKS für die einzuspritzende Kraftstoffmenge beaufschlagt. Desweiteren dienen, der auf die Nockenwelle bezogene Förderbeginn FBN, und eine Segmentdrehzahl NS als Eingangsgrößen für das Pumpenkennfeld 200. Als Aus- 20 gangssgröße liefert das Pumpenkennfeld die Ansteuerdauer AD.

Als Segmentdrehzahl NS wird der Drehzahlwert, der von dem Sensor 142 erfaßt wird, bezeichnet. Hierbei handelt es sich um einen Wert, der über einen größeren Winkelbereich der Kurbelwelle gemittelt ist. 25

Mit den selben Eingangsgrößen wird eine Temper- 30 aturkompensation 210 beaufschlagt, die zusätzlich ein Temperatursignal T eines Temperatursensors verarbeitet. Ausgehend von diesen Größen berechnet die Temperaturkompensation 210 eine Korrekturansteuerdauer ADT. Die Korrekturansteuerdauer ADT und die An- 35 steuerdauer AD des Pumpenkennfeldes 200 werden in einem Verknüpfungspunkt 215 miteinander verknüpft. Vorzugsweise werden die beiden Größen addiert bzw. multipliziert.

Das Ausgangssignal des Verknüpfungspunktes 215 40 gelangt über ein Auswahlmittel 220 zu einem Verknüpfungspunkt 225. Am zweiten Eingang des Auswahlmit- tels 220 liegt das Signal QKS bezüglich der Sollkraftstoffmenge. Die Auswahlmittel 220 werden von einer Auswahlsteuerung 221 angesteuert.

Dem zweiten Eingang des Verknüpfungspunktes 225 wird mit negativem Vorzeichen das Ausgangssignal 45 des Verknüpfungspunktes 226 zugeleitet. Im Verknüpfungspunkt 226 werden die Signale der Schaltzeitvor- gabe 227 und der Segmentdrehzahl NS vorzugsweise multiplikativ verknüpft.

Das Ausgangssignal des Verknüpfungspunktes 225 50 gelangt über die Verknüpfungspunkte 230, 240 und 250 oder unmittelbar über den Verknüpfungspunkt 260 zu einem Auswahlmittel 270. Im Verknüpfungspunkt 230 wird das Ausgangssignal des Verknüpfungspunktes 225 mit dem Ausgangssignal ADK1 einer Beschleunigung- 55 skorrektur 235 verknüpft. Als Eingangssignal verarbeitet die Beschleunigungskorrektur 235 die Segmentdrehzahl NS und einen aktuelleren Wert NSA der Segmentdrehzahl. Der Verknüpfungspunkt 240 verknüpft das Aus- gangssignal des Verknüpfungspunktes 230 mit dem Ausgangssignal ADK2 einer Förderratendifferenzkor-

rektur 245, die als Eingangsgröße ein Signal bezüglich des vorhergesagten Förderbeginns, des gemessenen Förderbeginns und des Ansteuerendesignals AES verarbeitet. Der Verknüpfungspunkt 250 knüpft das Ausgangssignal des Verknüpfungspunktes 240 mit einem Signal FBG bezüglich des gemessenen Förderbeginns.

Der Verknüpfungspunkt 260 verknüpft das Ausgangssignal des Verknüpfungspunktes 225 mit einem vorhergesagten Förderbeginnsignal FBV. Das Auswahlmittel 270 leitet das Ausgangssignal des Verknüpfungspunktes 260 oder das Ausgangssignal des Verknüpfungspunktes 250 an den Ansteuerenderegler 280 weiter. Der Ansteuerenderegler 280 beaufschlagt dann das erste Stellelement mit dem Ansteuerendesignal AES.

Diese Einrichtung arbeitet wie folgt. Abhängig von der Solleinspritzmenge QKS, dem auf die Nockenwelle bezogenen Förderbeginn FBN und der Segmentdrehzahl NS, wird aus dem Pumpenkennfeld 200 die Ansteuerdauer AD ausgelesen. Durch die Ansteuerdauer wird ein Kraftstoffvolumen definiert, für die genaue Kraftstoffzumessung ist aber die Kraftstoffmasse erforderlich. Daher erfolgt mittels der Temperaturkompensation 210 ausgehend von der Temperatur T des Kraftstoffs eine Korrektur der Ansteuerdauer. Hierzu wird die Ansteuerdauer AD im Verknüpfungspunkt 215 mit dem Korrekturwert ADT verknüpft.

Die Berechnung des Pumpenkennfeldes erfordert eine endliche Rechenzeit. Dies führt insbesondere bei großen Drehzahlen zu Problemen. Da das Signal ASS unmittelbar das Magnetventil im Sinne des Beginns der Kraftstoffzumessung ansteuert, kann der Fall eintreten, daß das Ansteuerendesignal vor dem Ende der Berechnung des Pumpenkennfeldes Kraftstoff erfolgen sollte. Insbesondere wenn das Motorsteuergerät eine Nullmenge (keine Einspritzung) vorgibt kann es zu einer unzulässigen Kraftstoffzumessung kommen.

Erfindungsgemäß ist daher vorgesehen, daß das Auswahlmittel 220 anstelle des Ausgangssignals des Pumpenkennfeldes AD unmittelbar das Signal QKS bzgl. der Sollkraftstoffmenge verwendet.

Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn das Motorsteuergerät sehr kleine Mengenwerte, insbesondere eine Nullmenge (keine Einspritzung), vorgibt. In diesem Fall wird das Auswahlmittel 220 derart angesteuert, daß es seine mit 2 bezeichnete Position annimmt und das Signal Nullmenge unmittelbar an den Ansteuerenderegler 280 weitergeleitet wird. Der Ansteuerenderegler 280 gibt dann sofort das Ansteuerendesignal AES aus.

Vorzugsweise ist vorgesehen, daß die Auswahlsteuerung 221 eine Schwellwertabfrage enthält, die überprüft, ob die einzuspritzende Kraftstoffmenge oder ein entsprechendes Signal, wie beispielsweise die Ansteuerdauer, einen Schwellwert überschreitet. Der Schwellwert entspricht einem Kraftstoffmengenwert, der einer Ansteuerdauer entspricht, die kleiner oder nur geringfügig größer als die Rechenzeit zur Berechnung des Kennfeldes 200 ist.

Besonders vorteilhaft ist es wenn das Auswahlmittel 220 extern ansteuerbar ist. So kann dann beispielsweise zu Testzwecken das Signal QKS unmittelbar als Ansteuerdauer AD unter Umgehung des Pumpenkennfeldes verwendet werden.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß das Auswahlmittel unter bestimmten Voraussetzungen das verarbeitete oder das unverarbeitete Kraftstoffmengen-signal QKS als Ansteuerdauersignals AD auswählt. Hierdurch kann verhindert werden daß in bestimmten Betriebszuständen, insbesondere bei kleiner Last und hohen Drehzahlen unzulässige Kraftstoffmengen eingespritzt werden.

Das Ansteuerdauersignal wird im Verknüpfungspunkt 225 um die Magnetventilschaltzeit korrigiert. Üblicherweise verstreicht zwischen der Ansteuerung und der Reaktion des Magnetventils eine bestimmte Zeit. Diese Zeit wird als Schaltzeit des Magnetventils bezeichnet. In der Schaltzeitvorgabe 227 ist der Wert für die Schaltzeit abgelegt. Im Block 226 wird diese Schaltzeit mit der Segmentdrehzahl verknüpft. Durch Multiplikation der Segmentdrehzahl mit der Schaltzeit ergibt sich ein Winkel, der der Schaltzeit des Magnetventils entspricht. Um diesen Winkel wird die Ansteuerdauer im Verknüpfungspunkt 225 verkürzt und ergibt so die Förder- oder Zumeßdauer FD.

Wird nun diese Förderdauer zum Förderbeginn hinzuaddiert, so ergibt sich der Sollwert AES für das Ansteuerende. Sobald der Wert für die Förderdauer am Ausgang des Verknüpfungspunktes 225 vorliegt, wird dieser im Verknüpfungspunkt 260 mit dem vorhergesagten Wert FBV für den Förderbeginn verknüpft und somit der Ansteuerendesollwert AES berechnet. Dieser so berechnete Wert wird dann in der Auswahl 270 abgespeichert.

Parallel wird der Förderdauerwert im Verknüpfungspunkt 230 und 240 mittels der Ausgangssignale ADK1 der Beschleunigungskorrektur und dem Korrekturwert ADK2 der Förderratedifferenzkorrektur 245 korrigiert. Hierbei wird vorzugsweise die Förderdauer additiv und/oder multiplikativ korrigiert. Dieser so zusätzlich korrigierte Wert für die Förderdauer wird dann im Verknüpfungspunkt 250 mit dem gemessenen Förderbeginn FBG verknüpft. Am Ausgang des Verknüpfungspunkt 250 steht dann der Sollwert für das Ansteuerende AES zur Verfügung.

Diese aufwendige Korrektur erfordert eine gewisse Rechenzeit, die nicht in allen Betriebszuständen zur Verfügung steht. Insbesondere bei hohen Drehzahlen und kleinen Mengen reicht die Rechenzeit nicht aus. Die Auswahl 270 wählt in diesem Fall die aus der unkorrigierten Ansteuerdauer und dem vorhergesagten Förderbeginn FBV berechnete Ansteuerendesollwert aus.

Bei kleinen Drehzahlen und/oder großen Mengen, wenn ausreichend Rechenzeit zur Verfügung steht, wählt die Auswahl 270 den aufwendig korrigierten und mit dem gemessenen Förderbeginn FBG berechneten Sollwert für das Ansteuerende AES aus.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, daß die Auswahl 270 als Speicher realisiert wird. Die Ausgangssignale der Verknüpfungspunkte 250 und 260 werden sobald sie vorliegen in dem Speicher der Auswahl 270 abgelegt. Der Ansteuerenderegler 280 liest dann den jeweils aktuellen Wert aus.

In den Betriebszuständen, in denen die Rechenzeit nicht ausreicht wird das Ausgangssignal des Verknüpfungspunktes 250 noch nicht vorliegen. In diesem Fall wird das Ergebnis des Verknüpfungspunkt 260 ausgewählt. In den Betriebszuständen, in denen die Rechenzeit ausreicht wird das Ausgangssignal des Verknüpfungspunktes 250 vorliegen. In diesem Fall wird das Ergebnis des Verknüpfungspunkt 250 ausgewählt.

In Figur 3 ist die Ermittlung der verschiedenen Förderbeginnssignale dargestellt. Mittels des Umschaltmittels 155 wird wahlweise das Signal ASS bzw. ein Signal, das die Freigabe des Magnetventils anzeigt, ausgewählt. In der einen Betriebsart steuert die Ansteuerschaltung 154 den Umschalter 155 derart an, daß er sich in der Stellung 1 befindet. In diesem Fall wird das ASS-Signal, das vom Motorsteuergerät 51 bereitgestellt wird, verwendet. In der anderen Betriebsart, z.B. im Fehlerfall, wird das Ober CAN-Schnittstelle übermittelte Signal FBSK bzw. ein Ersatzsignal, das den Förderbeginn oder den Ansteuerbeginn AB angibt, verwendet.

Das Ausgangssignal des Umschaltmittels 155 wird einer Extrapolation 300, einer BIP-Auswertung 310 und über einen Verknüpfungspunkt 320 einer Interpolation 330 zugeleitet. Ausgehend von dem Ausgangssignal des Umschaltmittels 155, das dem Magnetventileinschaltzeitpunkt entspricht, und der gefilterten Inkrementzeit TIG berechnet die Extrapolation eine Winkelgröße, die dem Verknüpfungspunkt 335 zugeleitet wird.

Bei der Inkrementzeit TI handelt es sich um die Zeit, die zwischen zwei Impulsen des Inkrementrades 136 verstreicht. Die gefilterte Inkrementzeit TIG ergibt sich beispielsweise durch eine Mittelung über mehrere Inkremente.

Die BIP-Auswertung 310 beaufschlagt Verknüpfungspunkt 345 zum zweiten Eingang des Verknüpfungspunktes 335 gelangt. Im Verknüpfungspunkt 345 wird das Ausgangssignal der BIP-Auswertung 310 mit der Segmentdrehzahl NS verknüpft. Diese Verknüpfung erfolgt vorzugsweise multiplikativ. Die Segmentdrehzahl NS wird von der Auswertung 133 bereitgestellt. Sie ist entspricht der momentanen Drehzahl während eines Inkrements.

Ferner gelangt das Ausgangssignal der BIP-Auswertung 310 zu dem Verknüpfungspunkt 320.

Das Ausgangssignal FBE des Verknüpfungspunktes 335 gelangt zu einem Förderbeginnbeobachter 350. Das Ausgangssignal des Förderbeginnbeobachters 350 gelangt wiederum zu einem Begrenzer 355. Am Ausgang des Begrenzers 355 liegt das Signal FBV an, das dem vermuteten Förderbeginn entspricht.

Desweiteren wird das Ausgangssignal der Begrenzung 355 im Verknüpfungspunkt 360 mit einem Korrekturwert

bezüglich der Anbautoleranz zwischen Nocken- und Sensorwelle (Ausgangssignal des Blocks 360) verknüpft. Am Ausgang des Verknüpfungspunktes 360 liegt ein Signal FBN an, das den auf die Nockenwellen bezogenen Förderbeginn angibt.

Das Ausgangssignal FBGU der Interpolation 330 entspricht dem gemessenen unbegrenzten Förderbeginn. Dieses Signal gelangt zum einen zum Förderbeginnbeobachter 350 und zu einem Begrenzer 365. Am Ausgang des Begrenzers liegt dann das Signal FBG an, das den gemessenen Förderbeginn angibt.

Diese Einrichtung arbeitet wie folgt. Ausgehend von dem Ansteuersignal AB für das Magnetventil und der gefilterten Inkrementzeit TIG berechnet die Extrapolation 300 eine Winkelgröße, die der Winkelstellung der Nockenwelle zum Zeitpunkt des Ansteuersignals AB entspricht.

Ferner gibt die BIP-Auswertung 310 ausgehend von dem Ansteuersignal ein Zeitfenster vor, innerhalb dem die BIP-Auswertung 310 den Zeitpunkt des Schließens des Magnetventils erkennt. Ausgehend von dem Zeitpunkt AB der Ansteuerung des Magnetventils und der Reaktion des Magnetventils ergibt sich die Schaltzeit des Magnetventils. Der bei der aktuellen Zumessung ermittelte Wert wird bei der nächsten Zumessung verwendet.

Durch Multiplikation der Schaltzeit des Magnetventils im Verknüpfungspunkt 345 mit der Segmentdrehzahl NS, ergibt sich der Winkel, um den sich die Nockenwelle zwischen Ansteuerung und Schließen des Magnetventils dreht. Dieser Winkel wird im Verknüpfungspunkt 335 zu dem aus dem Ansteuerzeitpunkt AB berechneten Winkel hinzuaddiert. Ausgehend von diesem Signal FBE bezüglich des extrapolierten Förderbeginns berechnet der Förderbeginnbeobachter 350, der im folgenden noch näher beschrieben wird, den vermuteten Förderbeginn.

Der Begrenzer 355 begrenzt dieses so berechnete Signal auf zulässige Werte. Durch Verknüpfung mit dem Korrekturwert ergibt sich der auf die Nockenwelle bezogene Förderbeginn FBN.

Der vermutete Förderbeginn FBV bzw. FBN steht bereits vor der entsprechenden Zumessung zur Verfügung. Dies ist möglich, da die Extrapolation 300 den Wert ausgehend von der gefilterten Inkrementzeit vor der Zumessung berechnet.

Der gemessene Förderbeginn FBG bzw. FBGU dagegen steht erst zur Verfügung, wenn er mittels der Interpolation 330 unter Verwendung der aktuellen Inkrementzeit TIA zum Zeitpunkt des Förderbeginns berechnet wurde. Die Winkelstellung der Nockenwelle beim Förderbeginn, die von der Interpolation berechnet wird, steht daher erst einige Zeit nach dem Förderbeginn zur Verfügung. Das Ausgangssignal FBGU der Interpolation 330 entspricht dem gemessenen unbegrenzten Förderbeginn. Mittels des Begrenzers 365 wird dieses Signal auf zulässige Werte begrenzt. Gleichzeitig wird das Signal dem Förderbeginnbeobachter 350 zugeführt.

Die in Figur 3 dargestellte Berechnung der verschiedenen Förderbeginnssignale kann auch auf die

Berechnung von Förderendesignalen übertragen werden. In diesem Fall wird entsprechend wie in Figur 3 für den Förderbeginn ausgehend von dem Ansteuerendesignal AE mittels einer Extrapolation unter Berücksichtigung der Schaltzeit des Magnetventils und eines Förderendebeobachters ein vermutetes Förderende FEV berechnet. Nach dem Förderende wird mittels einer Interpolation entsprechend wie in Figur 3 für den Förderbeginn dargestellt ein gemessenes Förderende FEG bestimmt.

Es erfolgt eine Umrechnung einer Zeitgröße in eine Winkelgröße mittels einer Extrapolation vor einem Ereignis. Nach dem Ereignis wird dann mittels einer Interpolation die gleiche Zeitgröße in eine gemessene Winkelgröße umgerechnet. Bei der Zeitgröße handelt es sich um den Förderbeginn und/oder das Ansteuerende.

In Figur 4 ist der Förderbeginnbeobachter 350 detaillierter dargestellt. Das Eingangssignal FBE, das dem extrapolierten Förderbeginn entspricht, gelangt zu einem Verknüpfungspunkt 400, an dessen Ausgang das Ausgangssignal FBVU, das dem unbegrenzten vermuteten Förderbeginn entspricht. Am zweiten Eingang des Verknüpfungspunkts 400 liegt das Ausgangssignal eines Umschaltmittels 410. Am Eingang des Umschaltmittels ist mit dem Ausgang einer Verzögerung 420 beaufschlagt. Die Verzögerung 420 wird mit dem Ausgangssignal einer Begrenzung 430 beaufschlagt. Am Eingang der Begrenzung 430 steht das Ausgangssignal eines Integrators 440. Der Integrator 440 wird über ein Umschaltmittel 450 mit der Differenz aus dem gemessenen unbegrenzten Förderbeginnsignal FBGU und dem unbegrenzten vermuteten Förderbeginnsignal FBVU beaufschlagt. Hierzu werden diese beiden Signale mittels eines Verknüpfungspunktes 455 verknüpft.

Für jeden Zylinder ist ein Integrierer 440, eine Begrenzung 430 und ein Verzögerungselement 420 vorgesehen. Die Umschaltmittel 450 und 410 ordnen sie den entsprechenden Zylinder der Brennkraftmaschine zu.

Ausgehend von der Differenz zwischen dem unbegrenzten gemessenen Förderbeginn FBGU und dem unbegrenzten vermuteten Förderbeginn FBVU bildet der Verknüpfungspunkt 455 eine Abweichung.

Der Umschalter 450 wählt den entsprechenden Integrierer 440, der dem entsprechenden Zylinder zugeordnet ist, aus. Der Integrierer integriert die Differenz zwischen den beiden Förderbeginnwerten auf. Das Ausgangssignal des Integrierers wird von der Begrenzung 430 auf zulässige Wertebereiche nach oben und unten begrenzt. Das Verzögerungselement 420 verzögert dieses Signal um eine Nockenwellenumdrehung. Dies hat zur Folge, daß bei der nächsten Zumessung der extrapolierte Förderbeginn FBE im Verknüpfungspunkt 400 um die Ausgangsgröße des Verzögerers 430 bei der vorhergehenden Zumessung für den gleichen Zylinder korrigiert wird.

Der Förderbeginnbeobachter stellt im wesentlichen einen Regler mit integralem Verhalten für jeden Zylinder dar, der den extrapolierten Wert für den Förderbeginn

FBE um die Differenz zwischen dem gemessenen und dem vermuteten unbegrenzten Förderbeginn korrigiert.

In Figur 5a ist die Beschleunigungskorrektur 235 detaillierter dargestellt. Die Segmentdrehzahl NS und ein jüngerer Wert für die Segmentdrehzahl NSA, der zu einem späteren Zeitpunkt gewonnen wurde, werden einem Verknüpfungspunkt 500 zugeführt. Diese Differenz NB, die ein Maß für die Beschleunigung der Brennkraftmaschine darstellt, gelangt zu einem Verstärker 510, an dessen Ausgang der Korrekturwert ADK1 zur Verfügung steht. Die Differenz zwischen dem aktuellen Wert für die Segmentdrehzahl NS und einem anderen Wert NSA für die Segmentdrehzahl wird in dem Verstärker 510 gewichtet und gelangt als Korrekturgröße ADK1 zum Verknüpfungspunkt 230.

Mittels der Beschleunigungskorrektur 235 wird der Einfluß der Änderung der Drehzahl berücksichtigt. Die Berechnung des Kennfeldes 200 ist sehr zeitintensiv, da es sich hierbei um ein mehrdimensionales Kennfeld handelt. Ändert sich die momentane Drehzahl zwischen der Berechnung des Kennfeldes und der Kraftstoffzumessung, so wird eine zu hohe bzw. eine zu kleine Kraftstoffmenge zugemessen. Daher ist vorgesehen, daß der Verstärker 510 so dimensioniert ist, daß bei steigender Drehzahl die Förderdauer verkleinert und bei fallender Drehzahl die Förderdauer vergrößert wird.

Ändert sich die Drehzahl zwischen der Berechnung des extrapolierten Förderbeginns FBE im Verknüpfungspunkt 335 und der Zumessung, so ergibt sich ebenfalls ein Mengenfehler, der durch diese Korrektur ebenfalls kompensiert wird.

Besonders vorteilhaft ist es wenn der Einfluß der Beschleunigung überkompensiert wird. Das bedeutet, daß die Korrektur so dimensioniert ist, daß ein zu großer Korrekturwert gewählt wird, als eigentlich erforderlich ist.

In Figur 5b ist die Förderratedifferenzkorrektur 245 dargestellt.

Die eingespritzte Kraftstoffmenge hängt im wesentlichen von dem während der Ansteuerdauer überstrichenen Winkel der Nockenwelle ab. Hierbei ist die einzuspritzende Kraftstoffmenge von der Förderrate, das heißt der eingespritzten Kraftstoffmenge pro Winkel der Nockenwelle abhängig.

Üblicherweise ist die Förderrate nicht konstant. Das heißt die Förderrate ist eine Funktion der Winkelstellung der Nockenwelle. Dies bedeutet, daß bei gleicher Ansteuerdauer abhängig vom Förderbeginn unterschiedliche Kraftstoffmengen zugemessen werden. Da das Pumpenkennfeld zu einem sehr frühen Zeitpunkt berechnet werden muß, steht hier lediglich der vermutete Förderbeginn FBVN, der auf die Nockenwelle bezogen ist, zur Verfügung. Dieser Wert ist lediglich extrapoliert und entspricht daher nicht dem tatsächlichen bzw. dem gemessenen Förderbeginn.

Ist der gemessene Förderbeginn FBG noch vor dem Ende der Zumessung bekannt, kann mittels einer entsprechenden Korrektur durch die Förderratedifferenzkorrektur 245 der Fehler der auf dem fehlerhaften Förderbeginn beruht kompensiert werden.

Diese Förderratendifferenzkorrektur 245 ist in Figur 5b detaillierter dargestellt. Der gemessene Förderbeginn FBG gelangt über einen Verknüpfungspunkt 520 zu einem weiteren Verknüpfungspunkt 530. Der vermutete Förderbeginn FBV gelangt zum einen mit negativen Vorzeichen zum Verknüpfungspunkt 520 und über ein Kennfeld 540 und einen Verknüpfungspunkt 545 ebenfalls zum zweiten Eingang des Verknüpfungspunkts 530. Der Sollwert AES für das Ansteuerende gelangt ebenfalls über ein Kennfeld 550 zu dem zweiten Eingang des Verknüpfungspunkts 545.

In den Kennfeldern 540 und 550 ist die Förderrate abhängig von der Stellung der Nockenwelle abgespeichert. In dem Kennfeld 540 ist die Förderrate zum Zeitpunkt des Förderbeginns abgelegt. In dem Kennfeld 550 ist die Förderrate zum Zeitpunkt des Sollwerts für das Ansteuerende AES abgelegt. Am Ausgang des Verknüpfungspunktes 545 liegt der Korrekturwert an, der den Unterschied zwischen der Förderrate zum Zeitpunkt des vermuteten Förderbeginns FBV und der Förderrate zum Zeitpunkt des Ansteuerendes AES berücksichtigt. Im Verknüpfungspunkt 530 wird dieser Wert mit der Differenz aus vermuteten Förderbeginn FBV und gemessenen Förderbeginn FBG verknüpft. Das Signal ADK2, das am Verknüpfungspunkt 530 zur Verfügung steht berücksichtigt den Fehler, der auf Grund des Fehlers im vermuteten Förderbeginns auftritt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer Dieselmotorkraftmaschine, mit wenigstens einem Magnetventil, wobei ausgehend von wenigstens einer Sollkraftstoffmenge (QKS) eine Ansteuerdauer (AD) für das Magnetventil vorgebar ist und daß ausgehend von der Ansteuerdauer (AD) ein Signal (AE) zur Festlegung des Ansteuerendes vorgebar ist, dadurch gekennzeichnet, daß abhängig vom Betriebszustand der Brennkraftmaschine wahlweise mittels eines Pumpenkennfeldes (200) die Ansteuerdauer bestimmt oder die Sollkraftstoffmenge unmittelbar als Ansteuerdauer (AD) verwendet wird und/oder daß abhängig vom Betriebszustand der Brennkraftmaschine wahlweise ein unkorrigiertes oder ein korrigiertes Signal (AE) zur Festlegung des Ansteuerende vorgebar ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß abhängig von der Sollkraftstoffmenge die Ansteuerdauer wahlweise mittels eines Pumpenkennfeldes (200) bestimmt oder die Sollkraftstoffmenge unmittelbar verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Sollkraftstoffmenge unmittelbar als Ansteuerdauer (AD) verwendet wird, wenn die Sollkraftstoffmenge kleiner als ein Schwellwert ist.
4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ausgehend von der Ansteuerdauer und einem Signal bezgl. des Förderbeginns ein unkorrigiertes Signal (AE) zur Festlegung des Ansteuerende vorgebar ist und daß in bestimmten Betriebszuständen ein korrigiertes Signal (AE) zur Festlegung des Ansteuerende bestimmbar ist.
5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das unkorrigiertes und das korrigierte Signal (AE) zur Festlegung des Ansteuerende nach ihrer Berechnung in einem Speicher ablegbar und bei Bedarf verwendbar sind.
6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Förderbeginn und/oder dem Ansteuerende mittels einer Extrapolation eine vermutete Winkelgröße (FBV) ermittelt wird und nach dem Förderbeginn und/oder dem Ansteuerende mittels einer Interpolation eine gemessene Winkelgröße (FBG) ermittelt wird.
7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Korrektur, insbesondere der Förderdauer, vorgesehen ist, die den Einfluß einer Änderung der Drehzahl berücksichtigt.
8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Korrektur vorgesehen ist, die die Differenz zwischen dem vermutetem Winkelgröße (FBV) und der gemessenen Winkelgröße (FBG), insbesondere auf die Förderrate, berücksichtigt.
9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Korrektur vorgesehen ist, die den Einfluß des Förderbeginns und/oder des Ansteuerende (AES) auf die Förderrate berücksichtigt.
10. Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer Dieselmotorkraftmaschine, mit wenigstens einem Magnetventil, mit Mitteln, die ausgehend von wenigstens einer Sollkraftstoffmenge (QKS) eine Ansteuerdauer (AD) für das Magnetventil vorgeben und die ausgehend von der Ansteuerdauer (AD) ein Signal (AE) zur Festlegung des Ansteuerendes vorgeben, dadurch gekennzeichnet, daß abhängig vom Betriebszustand der Brennkraftmaschine wahlweise mittels eines Pumpenkennfeldes (200) die Ansteuerdauer bestimmt oder die Sollkraftstoffmenge unmittelbar als Ansteuerdauer (AD) verwendet wird und/oder daß Mittel vorgesehen sind, die abhängig vom Betriebszustand der Brennkraftmaschine wahlweise ein unkorrigiertes oder ein korrigiertes Signal (AE) zur Festlegung des Ansteuerende vorgeben.

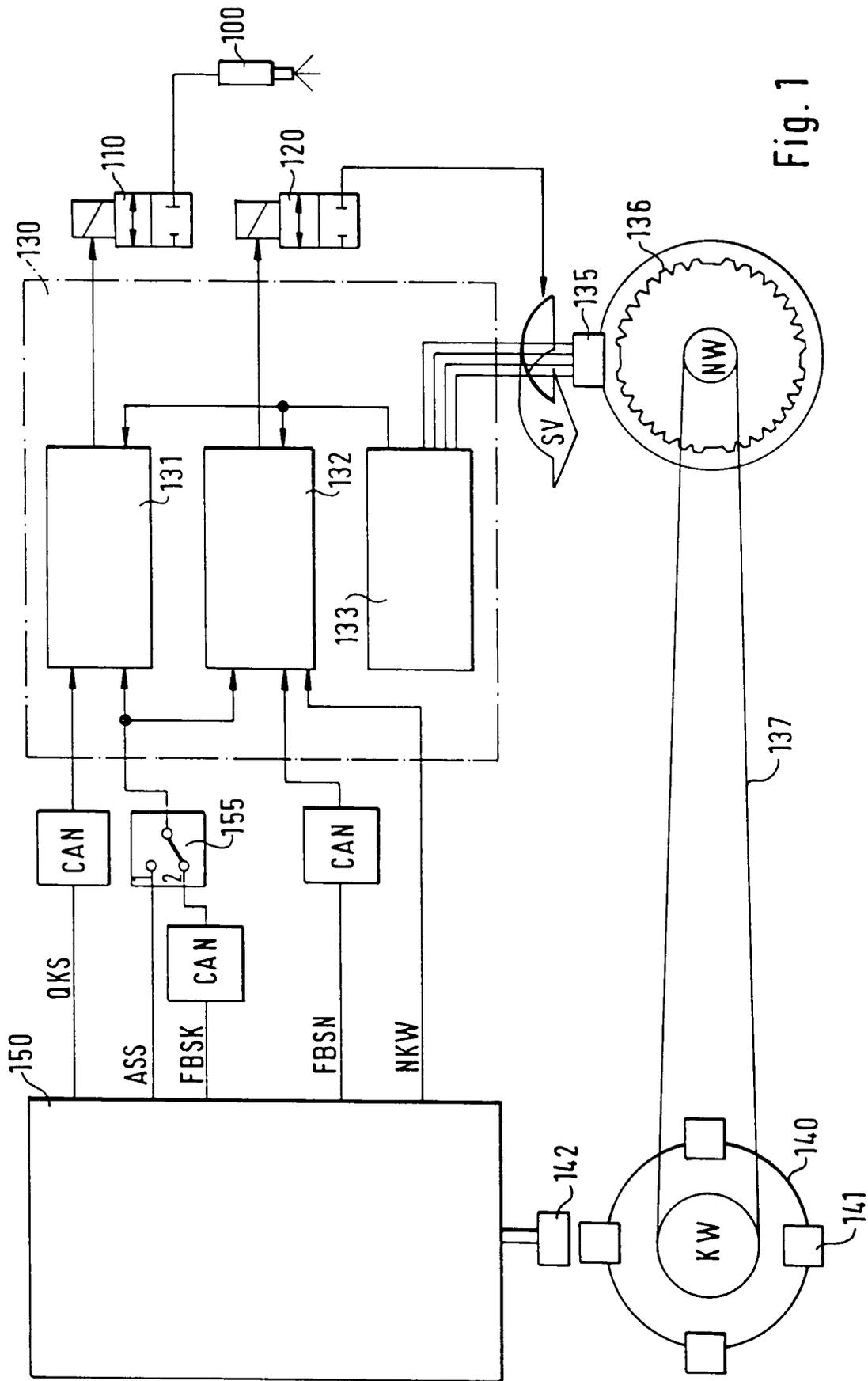


Fig. 1

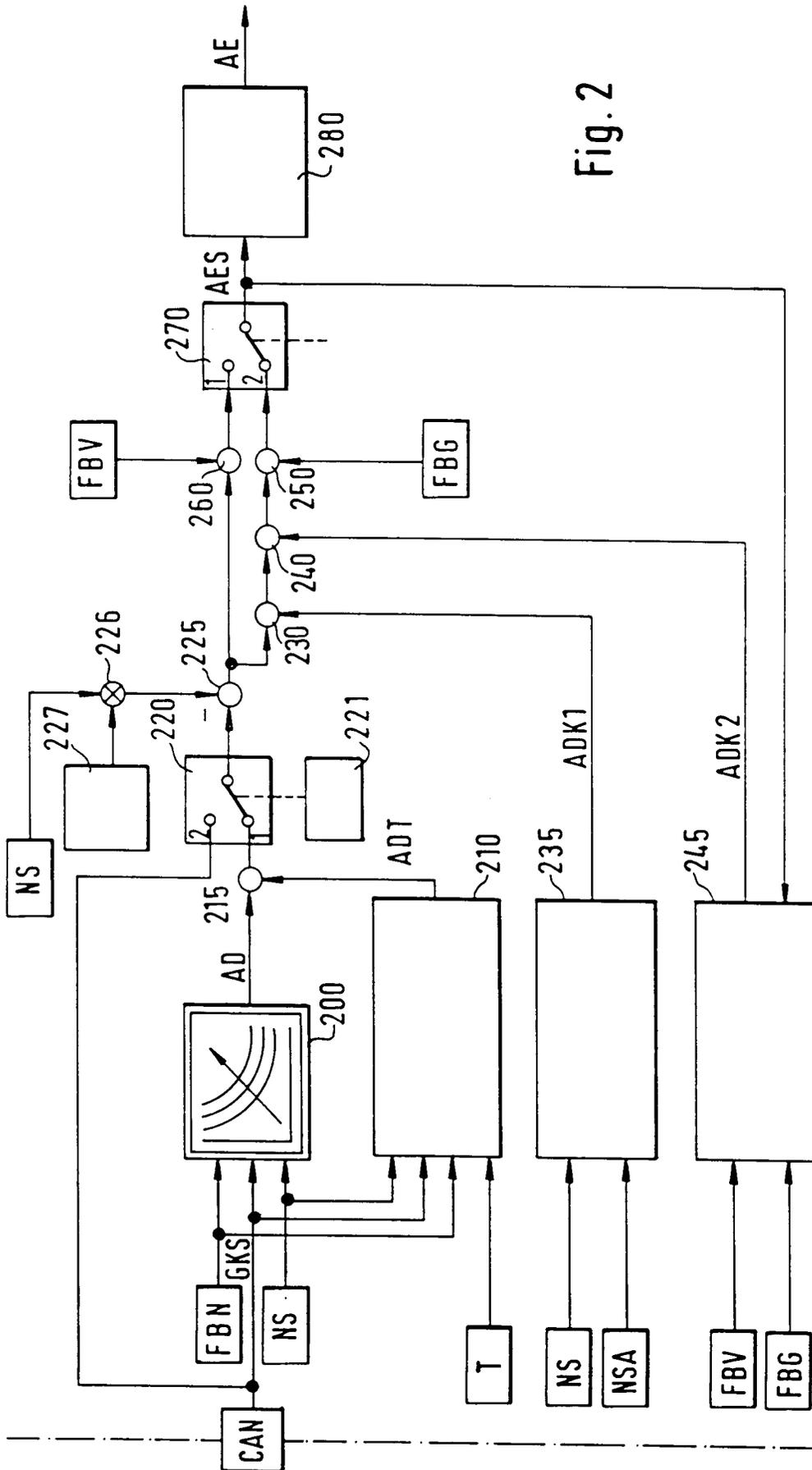


Fig. 2

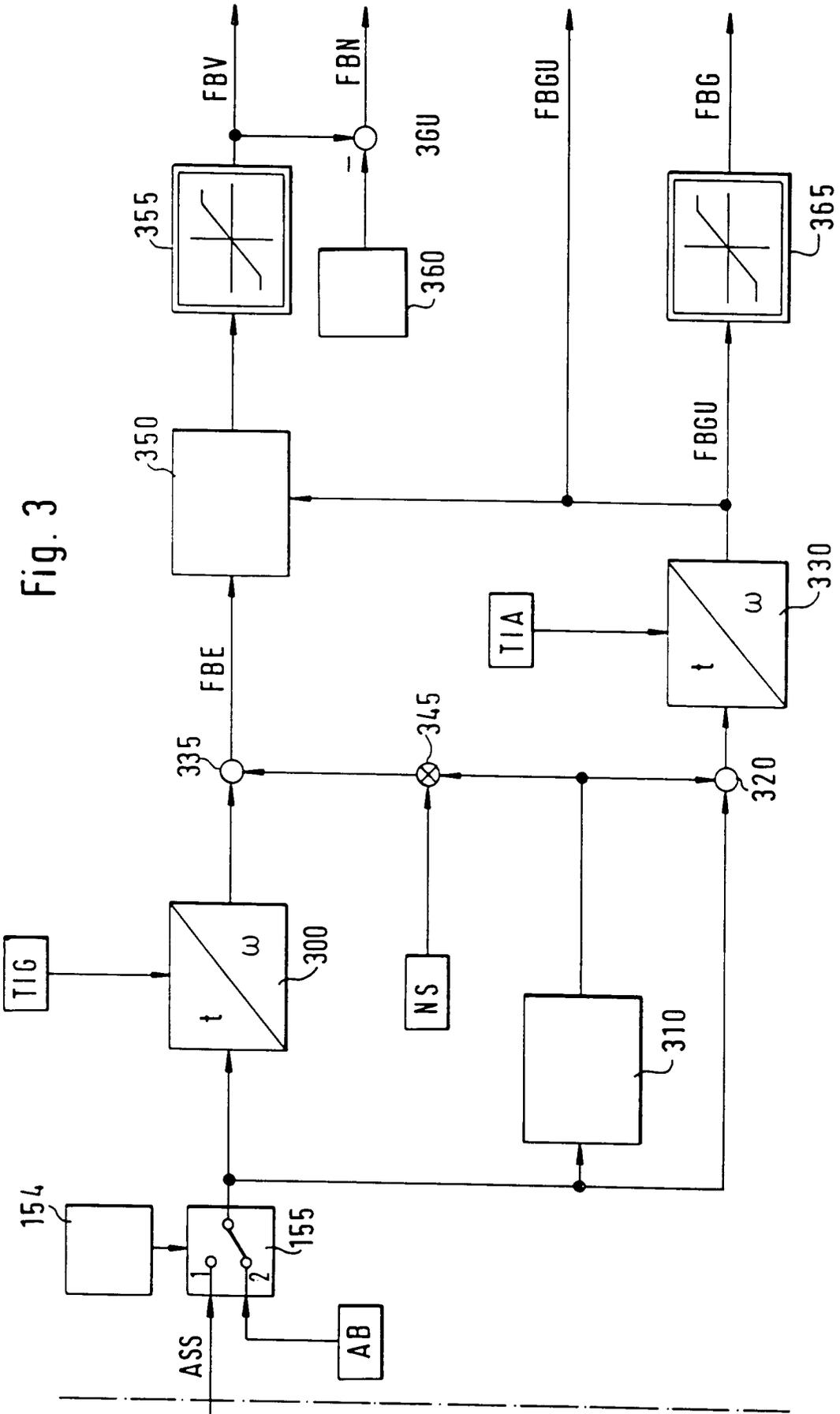


Fig. 3

Fig. 4

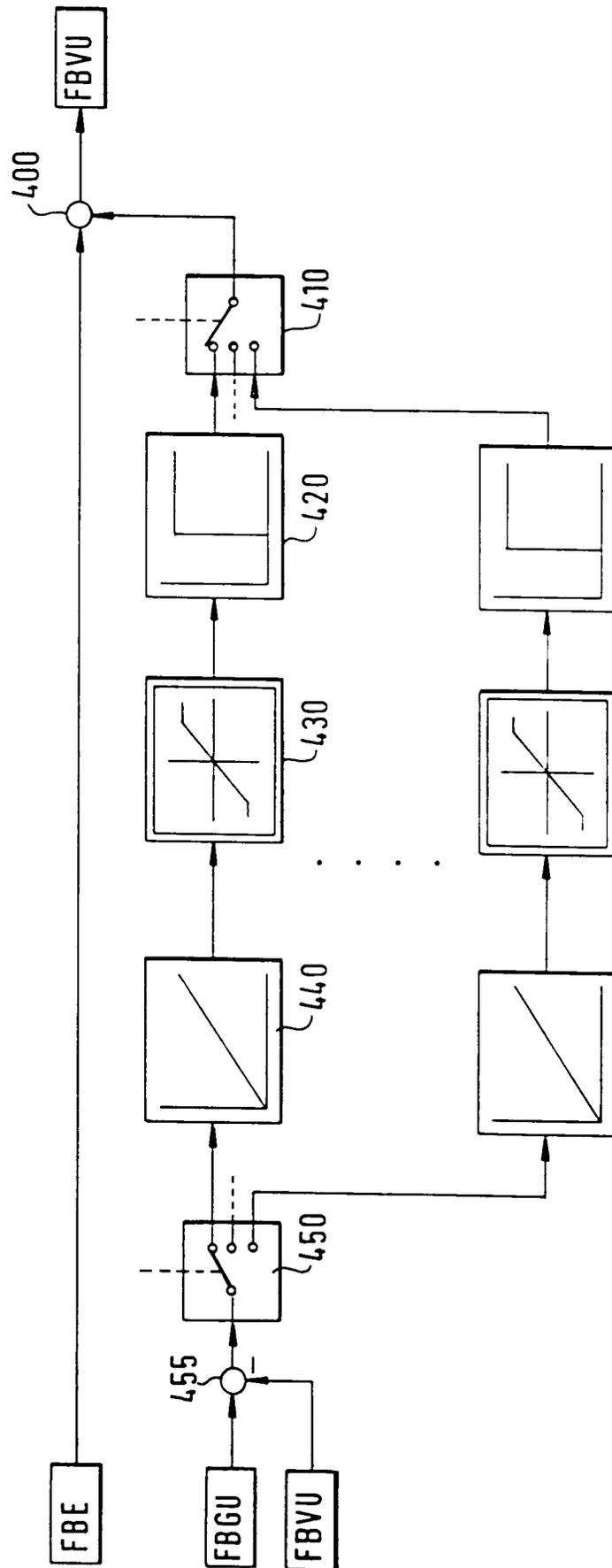


Fig. 5a

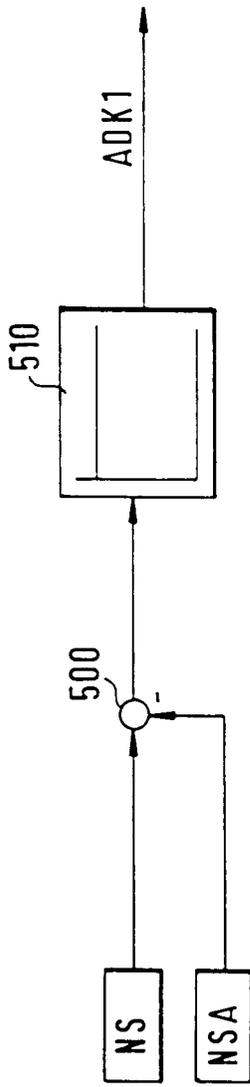


Fig. 5b

