

Beschreibung

Stand der Technik

5 **[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Überwachung eines Kraftstoffzumeßsystems einer Brennkraftmaschine gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche.

[0002] Aus der DE-OS 195 47 647 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Überwachung eines Kraftstoffzumeßsystems einer Brennkraftmaschine bekannt, bei dem der Kraftstoff mittels einer Pumpe in einen Speicher gefördert wird. Vom Speicher gelangt der Kraftstoff über steuerbare Injektoren in die Brennräume der Brennkraftmaschine. Ein
10 Sensor stellt ein Drucksignal bereit, das den Druck im Speicher charakterisiert. Der Druck im Speicher wird bei der Steuerung der Injektoren berücksichtigt. Eine genaue Kraftstoffzumessung ist nur möglich, wenn genaue Werte des Druckes im Speicher bekannt sind.

[0003] Bei üblichen Common-Rail-Systemen liegt der Druck im Bereich zwischen einigen 100 bar bis ca. 2000 bar. Innerhalb dieses Bereiches muß der Drucksensor zuverlässig ein Signal bereitstellen. Ein Ausfall des Drucksensors
15 bzw. ein fehlerhaftes Signal des Drucksensor führt zu einer ungenauen Kraftstoffzumessung.

[0004] Bei dem bekannten Verfahren können nur sogenannte Offsetfehler erkannt werden. Dies sind Fehler, die dazu führen, daß der gemessene Wert in allen Betriebsbereichen um einen konstanten Wert vom tatsächlichen Wert abweicht. Ein Fehler, der zu einer Veränderung der Steigung der Sensorkennlinie führt, kann mittels dieser Einrichtung nicht erkannt werden.
20

Aufgabe der Erfindung

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Verfahren und einer Vorrichtung der eingangs genannten Art die Genauigkeit der Kraftstoffzumessung, insbesondere die Erfassung des Drucksignals zu verbessern. Diese Auf-
25 gabe wird durch die in den unabhängigen Ansprüchen gekennzeichneten Merkmale gelöst.

Vorteile der Erfindung

[0006] Dadurch, daß ausgehend von der Änderung des Drucksignals bei einer Änderung einer den Druck beeinflus-
30 sende Größe ein fehlerhaftes Drucksignal erkannt wird, ist eine genaue Kraftstoffzumessung möglich. Drifterscheinungen und Fehler des Drucksensors insbesondere Änderungen der Steigung der Sensorkennlinie können sicher erkannt und ggf. kompensiert werden.

[0007] Besonders vorteilhaft ist es, wenn auf Fehler erkannt wird, wenn das Verhältnis zwischen der Änderung des Drucksignals und der Änderung der den Druck beeinflussenden Größe um mehr als ein Schwellwert von einem vorge-
35 gegebenen Wert abweicht.

[0008] Das Ansteuersignal für ein den Druck beeinflussendes Stellglied wird besonders vorteilhaft als Größe verwendet, die den Druck beeinflusst, da diese Größe bereits im Steuergerät vorliegt.

[0009] Durch die Verwendung zweier Schwellwerte ist es möglich zwischen einer Verfälschung des Signals, die korrigiert werden kann, und einem schwerwiegenden Fehler zu unterscheiden.

[0010] Weitere vorteilhafte und zweckmäßige Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unter-
40 ansprüchen gekennzeichnet.

Zeichnung

45 **[0011]** Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Figur dargestellten Ausführungsform erläutert. Es zeigen Figur 1 ein Blockdiagramm eines Common-Rail-Systems, Figur 2 eine Kennlinie eines Drucksensors und Figur 3 ein Flußdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

50 **[0012]** In Figur 1 ist ein Common-Rail-System als Blockdiagramm dargestellt. Mit 100 ist eine Steuerung bezeichnet. Diese umfaßt u.a. eine Drucksteuerung 101, die ein Schaltmittel 102 ansteuert und mit den Ausgangssignalen eines Strommeßmittels 103 beaufschlagt wird. Die Stromsteuerung 101 verarbeitet ferner das Ausgangssignal eines Drucksensors 110 sowie die Ausgangssignale von weiteren Sensoren 105. Der erste Eingang des Schaltmittels 102 ist über
55 das Strommeßmittel 103 mit Batteriespannung verbunden. Der zweite Anschluß des Schaltmittels 102 steht mit einer Spule 115 in Kontakt, deren zweiter Eingang mit Masse in Verbindung steht.

[0013] Bei den weiteren Sensoren 105 handelt es sich um Sensoren, die verschiedene Betriebszustände der Brennkraftmaschine und des von der Brennkraftmaschine angetriebenen Fahrzeugs erfassen. Hierbei handelt es sich bei-

spielsweise um die Drehzahl N der Brennkraftmaschine und die Fahrpedalstellung, die den Fahrerwunsch kennzeichnen.

[0014] Der Drucksensor 110 erfaßt den Druck in einem Speicher 112, der auch als Rail bezeichnet wird, und der dem Hochdruckbereich des Kraftstoffmeßsystems zugeordnet ist. Das Rail 112 steht mit verschiedenen Injektoren 111 in Kontakt. Das Rail 112 ist über eine Hochdruckleitung 122 mit einer Hochdruckpumpe 125 verbunden. Die Hochdruckleitung 122 steht ferner über ein Druckregelventil 120 mit einer Rückführleitung 121 in Kontakt. Die Hochdruckpumpe 125 steht mit einer Vorförderpumpe 127 und einem Filter 129 mit einem Tank in Verbindung. Mit dem Tank steht auch die Rückführleitung 121 in Verbindung.

[0015] Diese Einrichtung arbeitet nun wie folgt. Die Vorförderpumpe 127 fördert den Kraftstoff über das Filter 129 aus dem Tank zur Hochdruckpumpe 125. Dieser Bereich wird als Niederdruckbereich bezeichnet. Die Hochdruckpumpe 125 fördert den Kraftstoff unter hohem Druck über die Hochdruckleitung 122 in das Rail 112. Der Druck im Rail 112 und damit im Hochdruckbereich wird mittels des Drucksensors 110 erfaßt und der Steuerung 100 zugeleitet.

[0016] Abhängig von dem Drucksignal P, das der Drucksensor 110 bereitstellt, sowie den Ausgangssignalen der weiteren Sensoren beaufschlagt die Steuerung 100 die Injektoren 111 mit Ansteuersignalen, die die Kraftstoffzumessung steuern.

[0017] Mittels des Druckregelventils 120 kann der Druck in der Hochdruckleitung 122 und damit im Rail 112 auf vorgebbare Werte eingestellt werden. Das Druckregelventil 120 ist so ausgebildet, daß es bei einem vorgebbaren Druck im Hochdruckbereich die Verbindung zur Rückführleitung 121 freigibt und damit der Druck abgebaut wird, bis er unter dem vorgebbaren Druckwert abfällt. Der Druckwert, bei dem das Druckregelventil 120 die Verbindung freigibt, kann mittels der Spule 115 eingestellt werden. Abhängig von dem Strom I, der durch die Spule 115 fließt und/oder der an der Spule anliegenden Spannung, stellen sich unterschiedliche Druckwerte im Hochdruckbereich ein.

[0018] Die Regelung des Druckes kann auch durch andere Stellglieder erfolgen. So kann alternativ oder ergänzend vorgesehen sein, daß der Druck auch durch Beeinflussung der Hochdruckpumpe 125 gesteuert und/oder geregelt wird.

[0019] Das in Figur 2 beschriebene System ist nur beispielhaft gewählt. Die erfindungsgemäße Vorgehensweise ist auch bei anderen Systemen einsetzbar.

[0020] Da der Druck P des Kraftstoffes im Rail 112 einen großen Einfluß auf die Genauigkeit der Kraftstoffzumessung hat, ist es wichtig, das Ausgangssignal P des Drucksensors 110 auf Fehler und Drift zu überwachen.

[0021] Ein Beispiel für eine Sensorkennlinie, die Abhängigkeit des Druckes P von dem Ansteuersignal des Druckregelventils 120 beinhaltet, ist in Figur 2 dargestellt. Die ideale Kennlinie ist mit einer durchgezogenen Linie markiert. Die reale Kennlinie ist mit einer Hysterese behaftet und ist mit einer gestrichelten Linie gekennzeichnet. Aufgrund von Meßfehlern kann ein Fehler bei dem Signal auftreten, das zu einer strichpunktierten Linie führen kann.

[0022] Erfolgt eine Plausibilitätsüberprüfung der Meßwerte dahingehend, ob diese bei einem bestimmten Stromwert I1 zulässig sind, müssen diese Fehler berücksichtigt werden. Dies bedeutet, der Wert des Druckes P ist zwischen dem Wert $P+\Delta P$ und dem Wert $P-\Delta P$ in einem zulässigen Bereich.

[0023] Eine Überwachung des Drucksensors kann dadurch erfolgen, daß zwei Werte $P-\Delta P$ und $P+\Delta P$ für den minimal- und maximal möglichen Wert des Druckes bei einem bestimmten Stromwert vorgegeben wird. Mit diesen Werten wird der Druck P, der vom Sensor gemessen wird, verglichen. Überschreitet der gemessene Wert den Wert $P+\Delta P$ bzw. unterschreitet der gemessene Wert den Wert $P-\Delta P$ erkennt die Einrichtung auf fehlerhaften Drucksensor. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Werte $P+\Delta P$ und $P-\Delta P$ Betriebspunktabhängig, insbesondere abhängig von der Drehzahl der Brennkraftmaschine, vorgegeben werden. Nachteilig bei dieser Vorgehensweise ist, daß aufgrund zahlreicher Toleranzen der Wertebereich zwischen den Werten $P-\Delta P$ und $P+\Delta P$ sehr groß gewählt werden muß, um eine Fehldiagnose auszuschließen.

[0024] Kleine Änderungen des Drucksensors können mit diesem Verfahren nicht erkannt werden. Anhand der Figur 3 wird ein besonders vorteilhaftes Verfahren zur Fehlerüberwachung des Drucksensors beschrieben.

[0025] Das Ansteuersignal des Druckregelventils wird um einen definierten Wert verändert und die Änderung des Druckes erfaßt. Bei diesem Verfahren werden nur Differenzgrößen betrachtet, dadurch reduziert sich die Gesamttoleranz erheblich. Anstelle des Ansteuersignals für das Druckregelventil können auch andere Größe, die den Druck beeinflussen, verändert werden.

[0026] In einem ersten Schritt 300 wird überprüft, ob ein Betriebszustand vorliegt, bei dem die Überprüfung erfolgen kann. Ein solcher Betriebszustand liegt beispielsweise vor, wenn sich die Brennkraftmaschine in einem statischen Betriebszustand befindet, bei dem sich die Betriebskenngrößen über der Zeit nur unwesentlich ändern.

[0027] Liegt ein solcher Betriebszustand vor, so wird in Schritt 310 ein erster Wert für den Druck P1, der bei dem Ansteuersignal I1 für das Druckregelventil vorliegt, erfaßt. Im anschließenden Schritt 320 gibt die Steuerung einen zweiten Wert I2 für das Ansteuersignal vor und es wird der Druck P2 bei diesem Ansteuersignal erfaßt. Im Schritt 330 berechnet die Einrichtung die Steigung SP der Kennlinie gemäß der folgenden Formel:

$$SP = \frac{P2 - P1}{I2 - I1}$$

5 **[0028]** Dabei wird die Differenz des alten und des neuen Druckwertes ins Verhältnis zu dem alten und neuen Ansteuersignal gesetzt.

[0029] Der Block 340 gibt den Sollwert SPS für die Steigung abhängig von verschiedenen Betriebskenngrößen, wie beispielsweise dem Ansteuersignal für das Druckregelventil vor. Die Abfrage 350 überprüft, ob der Betrag der Abweichung zwischen der gemessenen Steigung SP und dem Sollwert SPS für die Steigung größer als ein erster Schwellwert S1 ist. Ist dies nicht der Fall, so erfolgt erneut die Abfrage 300. Ist dies der Fall, das heißt, die Steigung weicht mehr als ein erster Schwellwert S1 von dem erwarteten SPS ab, so erkennt die Einrichtung auf Fehler. Eine sich anschließende Abfrage 360 überprüft, ob der Betrag der Abweichung zwischen der gemessenen Steigung SP und dem Sollwert SPS für die Steigung größer als ein zweiter Schwellwert S2 ist.

10 **[0030]** Ist dies der Fall, so liegt ein schwerwiegender Fehler vor. Im Schritt 380 werden entsprechende Maßnahmen eingeleitet, so wird vorzugsweise ein Notfahrbetrieb eingeleitet. Es können auch noch weitere Maßnahmen vorgesehen sein, so kann beispielsweise auch ein Fehlerspeicher gesetzt und/oder eine Fehleranzeige aktiviert werden.

[0031] Erkennt die Abfrage, daß der Betrag der Abweichung kleiner als der zweite Schwellwert ist, so wird von einer Drift den Drucksignals ausgegangen. Dies bedeutet in Schritt 370 werden entsprechende Maßnahmen eingeleitet.

[0032] Besonders vorteilhaft ist es, daß zwei Schwellwerte S1 und S2 vorgesehen sind, wobei bei Überschreiten eines ersten Schwellwertes eine Drift des Sensors und bei Überschreiten des zweiten Schwellwertes S2 ein Defekt des Sensors erkannt wird, wobei der zweite Schwellwert einen betragsmäßig größeren Wert annimmt als der erste Schwellwert.

[0033] Bei einer vereinfachten Ausführungsform ist lediglich ein Schwellwert S1 vorgesehen. In diesem Fall entfallen die Abfrage 360 und die Blöcke 370 und 380.

25 **[0034]** Besonders vorteilhaft ist es, wenn zusätzlich überprüft wird, ob die Sensorkennlinie einen sogenannten Offsetfehler aufweist. Hierzu ist vorgesehen, daß in vorgegebenen Betriebszuständen das Drucksignal mit einem erwarteten Wert verglichen wird. Abhängig von dem Vergleich wird ein fehlerhaftes Drucksignal erkannt. Diese Überprüfung erfolgt vorzugsweise in Betriebszuständen, in denen der Kraftstoff im Rail völlig entspannt ist. Dies ist beispielsweise in der Initialisierungsphase des Steuergeräts vor und/oder beim Start, im Nachlauf oder im Schubbetrieb der Fall. Ferner kann diese Überprüfung erfolgen, wenn das Druckregelventil derart angesteuert, daß es völlig öffnet. Der sich in diesem Zustand einstellende Druck ist bekannt. Vorzugsweise wird das Stellglied, das den Druck beeinflusst, derart angesteuert, daß sich ein möglichst kleiner Druck einstellt. Vorzugsweise erfolgt die Ansteuerung derart, daß der Druck dem Atmosphärendruck entspricht. Nimmt das Drucksignal Werte an, die wesentlich größer als der erwartete Wert sind, erkennt die Einrichtung einen sogenannten Offsetfehler.

30 **[0035]** Besonders vorteilhaft ist es, wenn bei einer erkannten Drift ein Korrekturwert bestimmt wird. Dieser Korrekturwert wird so bestimmt, daß die Drift kompensiert wird. Hierzu wird vorzugsweise wie im folgenden beschrieben vorgegangen.

[0036] Für die theoretisch zu erwartende Nominalkennlinie gilt die Beziehung:

40
$$UN = UDN + SPS * P \quad (1)$$

[0037] Dabei entspricht UN dem Ansteuersignal das theoretisch erforderlich ist um den Druck P einzustellen. Diese Abhängigkeit wird durch eine Gerade angenähert, die durch die Steigung SPS und den Offset UDN definiert ist.

[0038] Für die reale Kennlinie gilt die Beziehung:

45
$$US = UDS + SP * P \quad (2)$$

[0039] Dabei entspricht US dem Ansteuersignal das real erforderlich ist um den Druck P einzustellen. Diese Abhängigkeit wird durch eine Gerade angenähert, die durch die Steigung SP und den Offset UDS definiert ist. Die Steigung SP wird wie oben beschrieben ermittelt. Zur Bestimmung des Offsets wird das Stellglied 120 derart angesteuert, daß der Druck den Wert Null annimmt. Das hierzu erforderliche Ansteuersignal dient als Offsetwert UDS.

[0040] Für den Fehler UF gilt die Beziehung:

50
$$UF = US - UN = (UDS - UDN) + (SP - SPS) * p \quad (3)$$

[0041] Für die korrigierte Sensorpannung UKOR ergibt sich die Beziehung:

$$UKOR = US - (UDS - UDN) - (SPS - SP) * (US - UDS) / mS$$

[0042] Mit der korrigierten Sensorspannung berechnet sich der Druck P mittels der Sensor-Nominalkennlinie ausgehend von dem Ansteuersignal UND gemäß der folgenden Beziehung.

$$P = (UKOR - UDN) / SPS$$

[0043] Dies bedeutet, daß ausgehend von dem Verhältnis zwischen der Änderung des Drucksignals und der Änderung der den Druck beeinflussenden Größe und einem Offsetfehler eine Korrektur wenigstens des Drucksignals oder der den Druck beeinflussenden Größe erfolgt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung eines Kraftstoffzumeßsystems einer Brennkraftmaschine, bei dem der Kraftstoff mittels einer Pumpe in einen Speicher gefördert wird und von dort mittels steuerbarer Injektoren den Brennräumen der Brennkraftmaschine zumeßbar ist, wobei ein Sensor ein Drucksignal bereitstellt, das den Druck im Speicher charakterisiert, dadurch gekennzeichnet, daß ausgehend von einer Änderung des Drucksignals bei einer Änderung einer den Druck beeinflussenden Größe ein fehlerhaftes Drucksignal erkannt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein fehlerhaftes Drucksignal erkannt wird, wenn das Verhältnis zwischen der Änderung des Drucksignals und der Änderung der den Druck beeinflussenden Größe um mehr als ein Schwellwert von einem vorgegebenen Wert abweicht.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ansteuersignal für ein den Druck beeinflussendes Stellglied als Größe, die den Druck beeinflußt, verwendet wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Abweichung um mehr als einen ersten Schwellwert eine Drift und bei einer Abweichung um mehr als einen zweiten Schwellwert ein Defekt des Sensors erkannt wird.
5. verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Abweichung um mehr als den ersten Schwellwert das Drucksignal korrigiert wird.
6. verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ausgehend von dem Verhältnis zwischen der Änderung des Drucksignals und der Änderung der den Druck beeinflussenden Größe und einem Offsetfehler eine Korrektur wenigstens des Drucksignals oder der den Druck beeinflussenden Größe erfolgt.
7. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Abweichung um mehr als den zweiten Schwellwert ein Notlaufbetrieb oder eine Notabschaltung erfolgt.
8. Vorrichtung zur Überwachung eines Kraftstoffzumeßsystems einer Brennkraftmaschine, mit einer Pumpe, die Kraftstoff in einen Speicher fördert und mit steuerbaren Injektoren, die den Kraftstoff den Brennräumen der Brennkraftmaschine zumessen, wobei ein Sensor ein Drucksignal bereitstellt, das den Druck im Speicher charakterisiert, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel vorgesehen sind, die ausgehend von einer Änderung des Drucksignals bei einer Änderung einer den Druck beeinflussenden Größe ein fehlerhaftes Drucksignal erkennen.

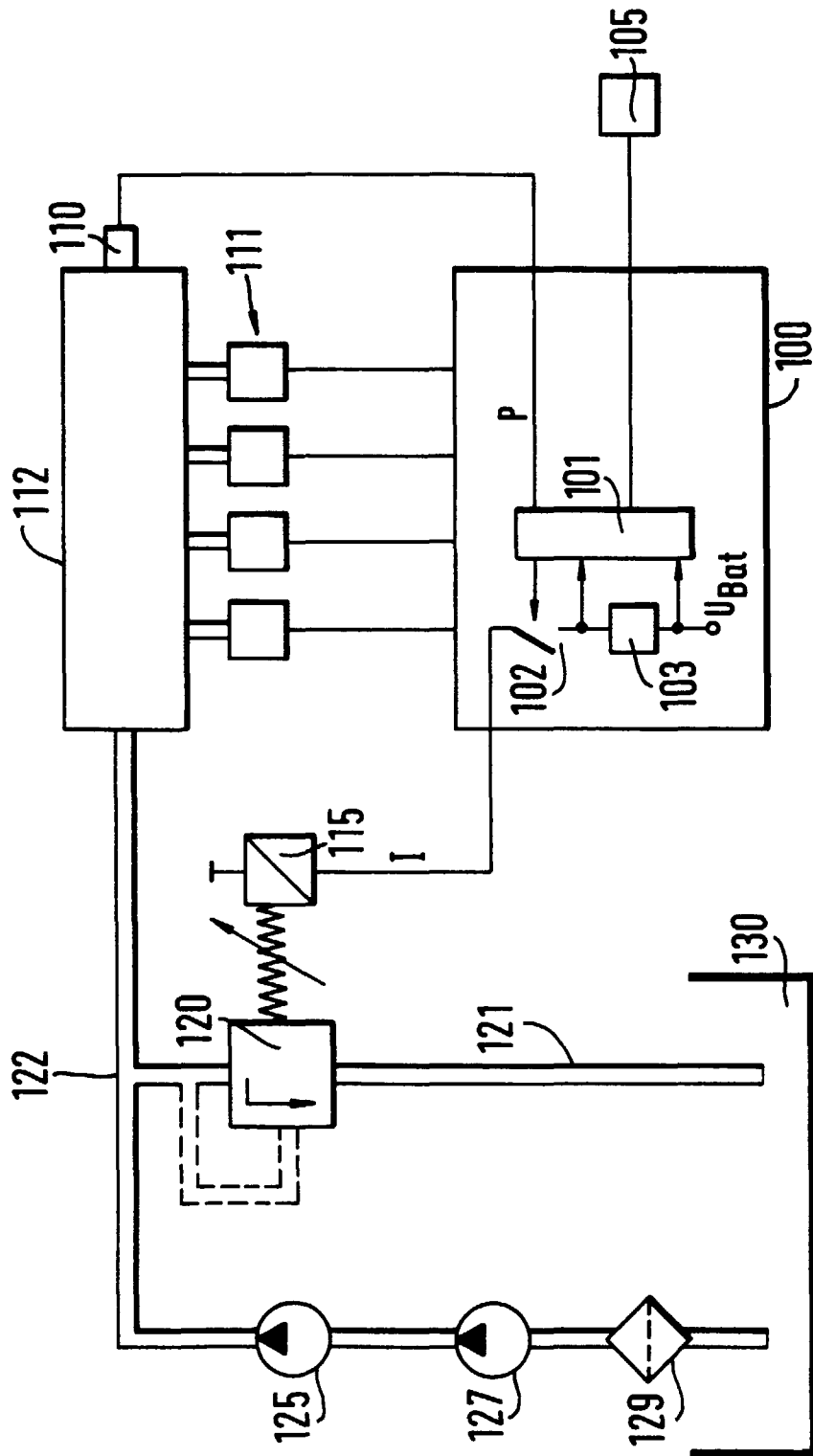


FIG. 1

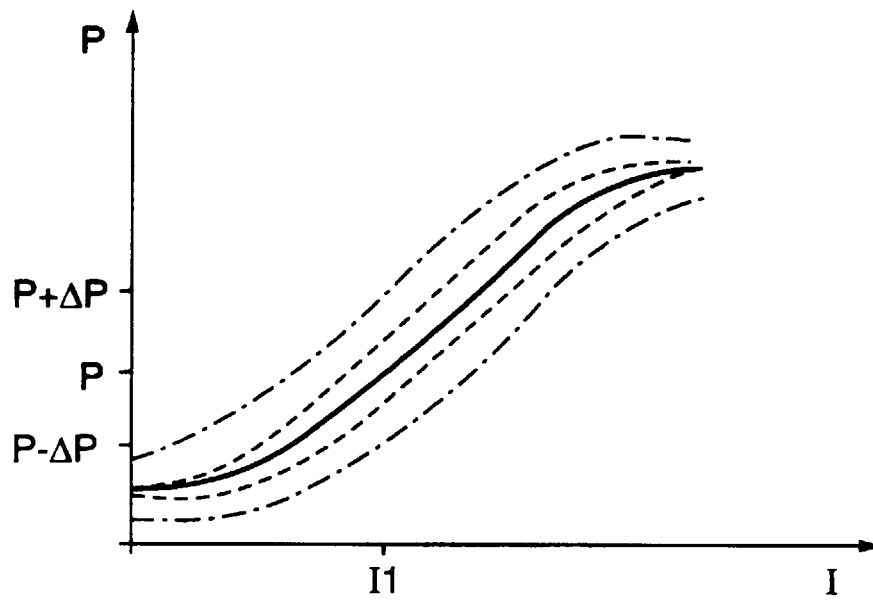


Fig. 2

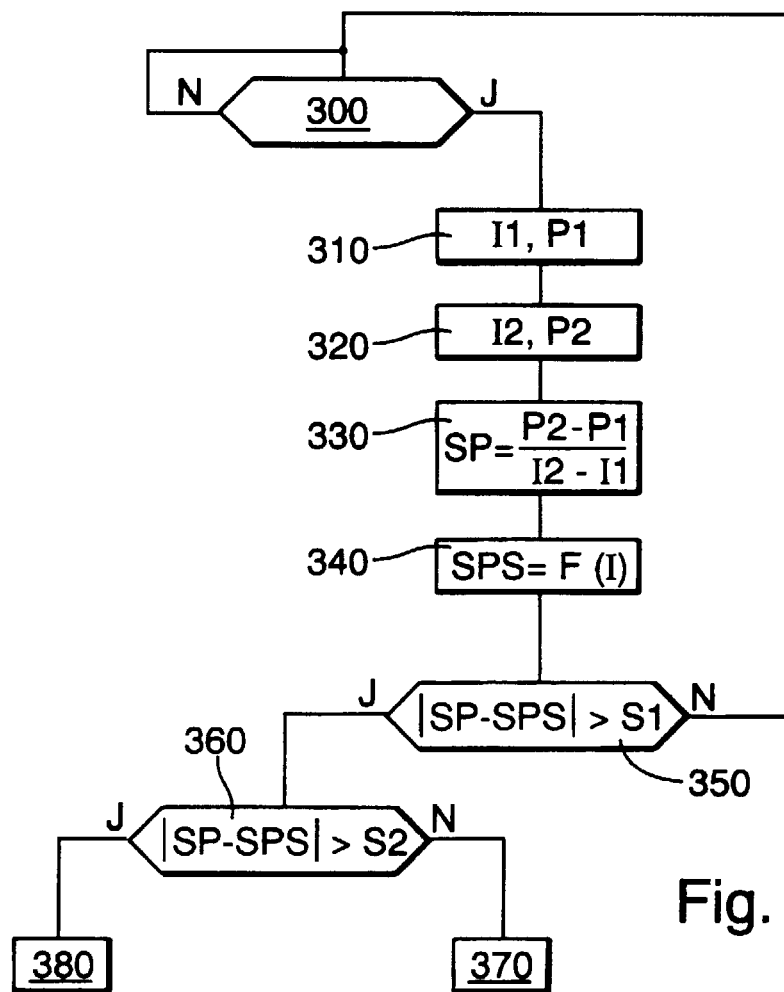


Fig. 3