



11

## Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

## 12 PATENTSCHRIFT A5

634 784

21 Gesuchsnummer: 8546/77

73 Inhaber:  
Wabco Fahrzeugbremsen GmbH, Hannover 91  
(DE)

22 Anmeldungsdatum: 11.07.1977

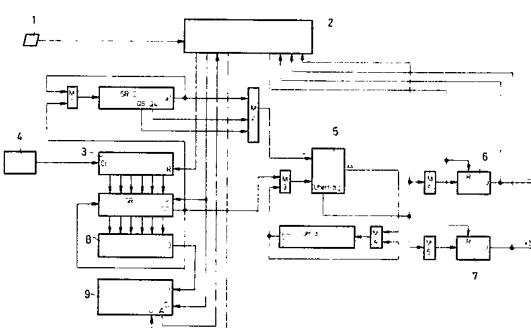
72 Erfinder:  
Gerhard Ruhnau, Hannover 1 (DE)  
Peter Liermann, Gehrden (DE)  
Wolfgang Gudat, Hannover-Ahlem (DE)  
Karl-Heinz Hesse, Gehrden (DE)

24 Patent erteilt: 28.02.1983

74 Vertreter:  
Bovard & Cie., Bern

## 54 Schaltungsanordnung zur Regelung des Bremsdruckes in blockiergeschützten Fahrzeugbremsanlagen.

57 Die Vorrichtung weist einen das Drehverhalten des Fahrzeugrades abtastenden Sensor (1) auf, der eine zur Rotationsgeschwindigkeit des Rades proportionale Folge von Signalen erzeugt. Es ist eine erste Einrichtung zur Änderung des Bremsdruckes in Abhängigkeit vom Drehverhalten des Rades vorhanden. Im weiteren ist eine zweite Einrichtung (3, SR 1, 8) zur Messung der Periodendauer der Sensorsignale sowie eine Vergleichseinrichtung zum Vergleich der Periodendauer mit einer Bezugsperiodendauer vorgesehen. Eine dritte Einrichtung (5, M5, M6, 7) dient zur Erzeugung von Regelsignalen zur Erniedrigung oder Konstanthaltung des Bremsdruckes bei Überschreitung der Bezugsperiodendauer durch die gemessene Periodendauer um vorgegebene Beträge. Eine vierte Einrichtung dient zur Erzeugung von Regelsignalen zur Erhöhung oder Konstanthaltung des Bremsdruckes bei Unterschreitung der Bezugsperiodendauer um vorgegebene Beträge. Der Schaltungsaufwand und die Fehlermöglichkeiten werden verringert, indem die sonst notwendige, komplizierte und aufwendige elektronische Nachbildung des Geschwindigkeitsverlaufes in Abhängigkeit der Periodendauermessung vermieden wird. Die Vorrichtung selbst kann als integrierter Baustein hergestellt werden. Insgesamt wird die Bremskraftregelung vereinfacht und verbessert.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Schaltungsanordnung zur Regelung des Bremsdruckes in blockiergeschützten Fahrzeugbremsanlagen,
  - a) mit einem Sensor zum Abtasten des Drehverhaltens eines Fahrzeuggrades,
  - b) mit einem Taktgeber, der Zählimpulse mit einer Frequenz erzeugt, die höher ist als die Frequenz der Sensorsignale,
  - c) mit einem Zähler zum Zählen von in die Periodendauer der Sensorsignale fallender Zählimpulse,
  - d) mit einem Speicher zum zeitweisen Abspeichern des Zählergebnisses  $\tau_n$ ,
  - e) mit wenigstens einer Vergleichseinrichtung zum Vergleichen des Zählergebnisses mit einem Bezugszählwert  $\tau_B$  einer Bezugsperiodendauer, um die Überschreitung einer vorgegebenen zulässigen Abweichung festzustellen,
  - f) mit einer Einrichtung zur Ermittlung des Bezugszählwertes in Abhängigkeit von den Zählergebnissen des Zählers und zur Speicherung des Bezugszählwertes,
  - g) und mit einer Einrichtung, die Signale an eine Bremsdrucksteuervorrichtung zum Senken, Halten und Erhöhen des Bremsdruckes in Abhängigkeit vom Ausgangssignal der Vergleichseinrichtung abgibt, dadurch gekennzeichnet,
  - h) dass die Einrichtung zur Ermittlung des Bezugszählwertes (2, 8, 9 MI; 102, 108, 109, M8'; 202, 208, 209, M3) ein Schieberegister (SR 2, SR 2', SR 2'') aufweist, aus dem ein Bruchteil  $\tau_{B/m}$  des Bezugszählwertes  $\tau_B$  abgreifbar ist, der die zulässige Abweichung des Zählergebnisses  $\tau_n$  vom Bezugszählwert  $\tau_B$  darstellt, wobei  $m = 2^n$  mit  $n = 0, 1, 2, 3, \dots$
  - i) und dass der Vergleichseinrichtung (5, 105, 205) zur Feststellung des Überschreitens der zulässigen Abweichung ein Differenzsignal ( $\Delta$ ) des Zählergebnisses  $\tau_n$  und des Bezugszählwertes  $\tau_B$  sowie das Ausgangssignal  $\tau_{B/m}$  des Schieberegisters (SR 2, SR 2', SR 2'') zugeführt wird.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Bruchteil  $\tau_{B/m}$  in Abhängigkeit von vorgegebenen Bereichen der Zählergebnisse abgreifbar ist, wobei jedem Bereich ein bestimmter Bruchteil  $\tau_{B/m}$  zugeordnet ist.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (2, ..., 102, ..., 202, ...) zur Ermittlung des Bezugszählwertes einen Decoder (8, 108, 208) zum Decodieren des dem Zählergebnis  $\tau_n$  entsprechenden Datenwortes aufweist, sowie ein Steuerwerk (2, 102, 202), das in Abhängigkeit von den Ausgangssignalen des Decoders (8, 108, 208) den Abgriff des Schieberegisters (SR 2, SR 2', SR 2'') steuert.
4. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zur Ermittlung des Bezugszählwertes (2, ..., 102, ..., 202, ...) eine Zähleinrichtung (9, 109, 209) aufweist, die in Abhängigkeit vom Ausgangssignal des Decoders (8, 108, 208) auf einen Anfangswert gesetzt wird und in Abhängigkeit von der Frequenz der Sensorsignale oder der konstanten Frequenz eines Taktsignals zurückgeschaltet wird, und dass bei Erreichen des Zählerstandes 0 der Bezugszählwert  $\tau_B$  um einen Bruchteil seines Wertes geändert wird, der kleiner ist als die zulässige Abweichung  $\tau_{B/m}$ , oder auf das im Zähler (3, 103, 203) bzw. dem Zähler nachgeschalteten Speicher (SR 1, SR 1', SR 4, SR 1'') zuletzt eingelaufene Zählergebnis  $\tau_n$  gesetzt wird.
5. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vergleichseinrichtung eine Substrahier-/Addiereinrichtung (5; 105; 205) ist, an deren Eingänge in einem ersten Arbeitsschritt der Ausgang des Schieberegisters (SR 2; SR 2'; SR 2'', SR 5)

für das dem Bezugszählwert  $\tau_B$ ;  $\tau'_B$  entsprechende Signal und der Ausgang eines Schieberegisters (SR 1; SR 1'; SR 1'') zum zeitweisen Abspeichern des Zählergebnisses  $\tau_n$  anschaltbar sind und an deren Eingänge in einem zweiten Arbeitsschritt der Ausgang eines Schieberegisters (SR 1; SR 1'; SR 1'') zur zwischenzeitlichen Absicherung des Differenzsignals ( $\Delta$ ;  $\Delta 1$ ;  $\Delta 2$ ) sowie der Ausgang des Schieberegisters (SR 2; SR 2'; SR 2'', SR 5) für das dem Bruchteil  $\tau_{B/m}$ ;  $\tau'_{B/m}$  entsprechende Signal anschaltbar sind.

10

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1.

Eine solche Schaltungsanordnung ist durch die DE-OS 24 11 559 bekannt geworden. Diese DE-OS beschreibt ein Verfahren zur Reduzierung des Radschlupfes bei Fahrzeugen. Es werden hochfrequente Zählimpulse in das Zeitintervall zwischen zwei aufeinanderfolgenden Zähnen eines Drehgebers eingezählt; es wird also die Dauer aufeinanderfolgender Perioden der Sensorsignale gemessen. Man hat offenbar auch das Problem der hohen Zählrate bei niedrigen Geschwindigkeiten und geringen Zählraten bei hohen Geschwindigkeiten erkannt. Um diesem Problem beizukommen, soll ein Rechner vorgesehen sein, der nach einer Funktion programmiert sein soll, die den Zusammenhang zwischen der Fahrzeuggeschwindigkeit und dem kritischen Wert der Geschwindigkeitsänderung, der sozusagen als Schwellwert fungiert, darstellt. Der Rechner soll nun offenbar in Abhängigkeit vom jeweiligen Zählergebnis die Zahl von Impulsen bestimmen, die zusammen mit der gemessenen Zahl den kritischen Wert ergeben. Es wird dann ein Vergleich zwischen der jeweiligen Zählimpulszahl und der Summe aus der vorhergehenden Zählimpulszahl und der vom Rechner ermittelten zusätzlichen Zahl durchgeführt zur Ermittlung der Abweichung vom Schwellwert, um so die notwendige Bremsdruckänderung vornehmen zu können. Die DE-OS 24 11 559 offenbart aber nicht, wie die jeweilige Schwellwertfestlegung erfolgen soll und wie die zusätzliche Zahl ermittelt wird, und enthält auch keine Hinweise hierzu.

Die DE-OS 23 64 207 betrifft eine digitale Schaltungsanordnung zum Bestimmen der zeitlichen Änderung der Frequenz von Impulsen. Diese bekannte Anordnung geht aus von einer Vorrichtung, die beispielsweise in der US-PS 39 15 508 gezeigt ist, mit der die Rotationsgeschwindigkeit eines Fahrzeuggrades in vorbestimmten gleichen Zeitintervallen gemessen wird und bei der die geringe Auflösung bei niedrigen Beschleunigungs- und Drehgeschwindigkeitswerten nachteilig ist. In der DE-OS 23 64 207 wird zur Vermeidung dieses Nachteils vorgeschlagen, bei kleineren Impulsfolgefrequenzen, also bei kleineren Geschwindigkeiten, die Messzeit zu erhöhen und die zeitliche Änderung der Impulsfolgefrequenz zu bestimmen, also praktisch die zeitliche Änderung der Rotationsgeschwindigkeit zu ermitteln. Auch hier erfolgt somit zunächst eine Ermittlung der Sensorimpulsfolgefrequenz, also auch praktisch der Rotationsgeschwindigkeit. Es wird zwar die Messgenauigkeit bei konstanter Eingangsfrequenz (Sensorimpulsfrequenz) erhöht, aber Änderungen dieser Frequenz werden noch später erkannt, was bedeutet, dass die durch die DE-OS 23 64 207 bekannte Schaltungsanordnung sehr spät auf Frequenzänderungen und damit auf Geschwindigkeitsänderungen reagiert.

Zur Herleitung der vorliegenden Erfindung zugrunde liegenden Aufgabe soll nochmals unter Bezug auf die obige Würdigung der DE-OS 24 11 558 darauf hingewiesen werden, dass die Art und Weise der Schwellwertfestlegung, auf die in der Entgegenhaltung nicht eingegangen wird, von

wesentlicher Bedeutung ist. Arbeitet man mit einer konstanten Ansprechschwelle, so muss man über den Geschwindigkeitsmessbereich mit hohen Zählimpulsdifferenzen bzw. hohen Differenzen der Periodendauern in der Größenordnung von 50 000 rechnen, was zwar kleine Fehler ergibt, aber einen hohen Schaltungsaufwand bedeutet. Die Auswertung der Differenzen bei Vorgabe bestimmter konstanter Ansprechschwellen ist mit der Festlegung entsprechend vieler Kodierungspunkte zur Festlegung der zulässigen Differenz bzw. Abweichung verbunden.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1, mit der die Periodendauer der Sensorsignale gemessen und ausgewertet wird, so zu verbessern, dass der Schaltungsaufwand und die Messfehler klein gehalten werden können.

Diese Aufgabe wird durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebene Ausbildung gelöst.

Durch die erfindungsgemäße Ausbildung der Schaltungsanordnung, bei der die Periodendauer mit Zählimpulsen konstanter Frequenz ausgezählt wird, erfolgt eine Bruchteilsbildung des Bezugszählwertes, wodurch die Anzahl der Kodierungspunkte zur Bestimmung der zulässigen Abweichung zwischen dem Bezugszählwert (Bezugsperiodendauer) und dem jeweils ermittelten laufenden Zählwert (Periodendauer) erniedrigt wird. Die Zählfrequenz wird dabei vorzugsweise so gewählt, dass hinsichtlich der Auflösung im an sich ungünstigen oberen Geschwindigkeitsbereich vernachlässigbare Messfehler vorhanden sind. Im unteren Geschwindigkeitsbereich wird durch die erfindungsgemäße Lösung eine höhere Auflösung erreicht, d.h., es können kleinere Geschwindigkeitsänderungen erfasst werden. Durch die erfindungsgemäße Ausbildung kann somit unter Aufrechterhaltung einer hohen Auflösung im gesamten vorkommenden Geschwindigkeitsbereich der Schaltungsaufwand niedrig gehalten werden.

Zweckmässige und vorteilhafte weitere Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Aufgabenlösung sind in den abhängigen Ansprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung soll nachfolgend zunächst theoretisch und danach anhand der beigefügten Zeichnung, in der Ausführungsbeispiele dargestellt sind, näher erläutert werden.

Es zeigt

Abb. 1 ein B'ockschaltbild einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung, insbesondere zur Erzeugung von Verzögerungs- und Beschleunigungsregelsignalen,

Abb. 2 eine vereinfachte Ausführungsform der in Abb. 1 gezeigten Schaltungsanordnung, und

Abb. 3 eine Weiterbildung der Schaltungsanordnung nach Abb. 2, durch die auch Schlupfregelsignale erzeugt werden können.

Um das Drehverhalten eines Rades feststellen zu können, ist es bekannt, dem Rad einen Sensor, bestehend aus Rotor und Stator, zuzuordnen. Vom Sensor wird immer dann ein Ausgangssignal erzeugt, wenn ein Zahn des aus einer gezahnten Scheibe bestehenden Rotors den Polschuh des Stators passiert. Die Dauer des Signales oder auch die Periode ist abhängig von der Drehzahl des Rotors. Dreht der an einem Fahrzeuggrad angeordnete Rotor sich schnell, so ist die Periode des vom Sensor abgegebenen Signales kurz, dreht sich der Rotor langsam, so ist die Periode des Signales lang.

Die Periodendauer  $\tau$  des Sensorausgangssignales verhält sich wie

$$\tau = \frac{1}{v \cdot K} \quad \begin{aligned} \tau &= \text{Periodendauer (sec)} \\ v &= \text{Geschwindigkeit (km/h)} \\ K &= \text{Konstante (Hz/km/h)} \end{aligned} \quad (1)$$

Der vorliegenden Erfindung liegt nun die Überlegung zugrunde, dass, wenn eine Periode  $\tau_v$  die Dauer einer vorhergehenden Periode, hier Bezugsperiode  $\tau_B$  genannt, um einen vorbestimmbaren Faktor überschreitet, das Raddrehverhalten bzw. die Beschleunigung sich derart geändert hat, dass die Gefahr des Blockierens des Rades gegeben ist und ein Regelsignal erzeugt werden muss.

Das Raddrehverhalten bzw. der Beschleunigungsverlauf kann durch Messung der Periodendauern  $\tau_1$  und  $\tau_2$  und deren Differenz  $\tau_1$  minus  $\tau_2$  verfolgt werden.

15

$$\text{Es sei: } \tau_1 = \frac{1}{v_1 \cdot K} \quad (2)$$

$$\tau_2 = \frac{1}{v_2 \cdot K} \quad (3)$$

20

$$\text{Für a gilt: } a = \frac{dv}{dt} \approx \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_1 - v_2}{\Delta t} \quad (4)$$

oder nach Einsetzen von

25

$$a = \frac{\tau_2 - \tau_1}{K \cdot \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \Delta t} \quad (5)$$

30 Soll die Differenz der Periodendauern  $\tau_1$  und  $\tau_2$  ausgewertet werden, muss sich bei Vorgabe bestimmter Ansprechschwellen die Zeiteinheit  $\Delta t$  mit  $K \times \tau_1 \times \tau_2$  ändern, was einen grossen Rechenaufwand erfordert.

35 Da sich die Differenz der aufeinanderfolgenden Periodendauern im Nutzbereich um grosse Faktoren (ca. 50 000) verändert, wäre die Auswertung der Differenz bei Vorgabe bestimmter konstanter Ansprechschwellen mit der Festlegung vieler Kodierungspunkte zur Festlegung der zulässigen Differenz verbunden. Um die Anzahl der Kodierungs-40 punkte in technisch realisierbaren Grenzen zu halten, wird die erste Periodendauer  $\tau_1$  des Überwachungszeitraumes als Bezugspunkt  $\tau_B = \tau_1$  gewählt und durch einen vor-

45 gewählten Wert  $m$  geteilt  $\frac{\tau_1}{m}$ . Vorzugsweise wird  $m = 2^n$

mit  $n = 0, 1, 2, 3$  usw. gewählt.

Es ist aber auch möglich, den Wert  $m$  nicht fest vorzugeben, sondern in Abhängigkeit von anderen verschiedenen 50 Kriterien zu bringen, z.B. kann der Faktor  $m$  vom jeweils ermittelten Periodendauerbereich abhängig sein und bei Wechsel von einem Periodendauerbereich auf einen anderen Periodendauerbereich geändert werden, derart, dass  $m$  im oberen Geschwindigkeitsbereich grösser als im unteren 55 Geschwindigkeitsbereich gewählt wird. Es ist auch möglich, bei zu langem Anstehen des Verzögerungssignales (nachfolgend  $-b$ -Regelsignal genannt) den Wert  $m$  zu erhöhen, da ein zu lange anstehendes  $-b$ -Regelsignal eine grosse Regelamplitude bedeutet, die durch spätes Ansprechen der Einrichtung zur Erzeugung des  $-b$ -Regelsignales hervorgerufen 60 wurde.

Bei Unterschreiten einer bestimmten Dauer des Anstehens des  $-b$ -Regelsignales muss der nächst kleinere Wert  $m$  genommen werden, da in einem solchen Fall eine zu kleine 65 Regelamplitude vorgelegen hat. Eine weitere Möglichkeit ist, den Wert  $m$  in Abhängigkeit von der Zeit zwischen dem Auftreten des  $-b$ -Regelsignales und dem Auftreten des Beschleunigungssignales ( $+b$ -Regelsignal) zu bringen.

Weitere Möglichkeiten, den Wert  $m$  zu verändern, sind z.T. noch gegeben durch in Abhängigkeitbringen von der Regelfrequenz oder von bei Abfall des  $-b$ -Regelsignales vorliegenden Schlupfregelsignalen, die bestimmten Schlupfbereichen bspw.  $\lambda_1$  und  $\lambda_2$  zugeordnet sind.

Wird der  $\lambda_1$ -Bereich, der beispielsweise der kleinere Schlupfbereich sei, nicht erreicht, muss der  $m$ -Wert verkleinert werden, da die Regelamplitude zu klein war. Wird der grössere  $\lambda_2$ -Bereich erreicht, muss der  $m$ -Wert vergrössert werden, da die Regelamplitude zu gross war.

Als Ansprechschwelle  $a$  für das Verzögerungssignal sei die Periodendauer

$$\tau_2 = \tau_1 \left(1 + \frac{1}{m}\right)$$

gewählt, wobei  $\tau_1$  die Bezugspersonendauer ist. Jede in den Überwachungszeitraum fallende Periodendauer  $\tau_n$  wird mit

$$\tau_1 \left(1 + \frac{1}{m}\right)$$

verglichen. Ist die Periodendauer  $\tau_n$  während des Überwachungszeitraumes kleiner als

$$\tau_1 \left(1 + \frac{1}{m}\right)$$

wird also die Ansprechschwelle nicht überschritten, wird kein Regelsignal abgegeben. Die Bezugspersonendauer wird dann neu gewählt, wobei die letzte in den Überwachungszeitraum oder die erste in den nachfolgenden Überwachungszeitraum fallende Periodendauer Bezugspersonendauer wird.

Allgemein wird ein Regelsignal abgegeben, wenn die Bedingungen

$$\tau_n > \tau_1 \left(1 + \frac{1}{m}\right) \quad \text{oder} \quad T_n < \tau_1 \left(1 - \frac{1}{m}\right)$$

erfüllt sind.

Bei Erfüllung der ersten Bedingung erscheint ein Verzögerungsregelsignal, bei Erfüllung der zweiten Bedingung ein Beschleunigungsregelsignal. Die Geschwindigkeiten im Falle eines Verzögerungsregelsignales errechnen sich wie folgt:

$$v_n = \frac{v_1}{1 + \frac{1}{m}}$$

Bei gleichmässig beschleunigtem Verhalten errechnet sich die Ansprechschwelle  $a$  aus

$$v_{n+1} = \sqrt{v_n^2 + 2aS}$$

$$v_{n+1} = \frac{v_n}{1 + \frac{1}{m}}$$

$$a = \frac{v_n^2}{2S} \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{1}{m}\right)^2 - 1}$$

Die Ansprechschwelle steigt mit dem Quadrat der Geschwindigkeit an.

Wird geschwindigkeitsabhängig der Weg  $S$  (Anzahl der Perioden) stufenweise verdoppelt bzw. halbiert, ändert sich die Ansprechschwelle ebenfalls um den Faktor 2.

Bei verdoppeltem Weg  $S_2 = 2S_1$  wird die gleiche Beschleunigungsschwelle erreicht bei

$$\frac{a}{10} = \frac{v_{n1}^2}{2S_1} = \frac{v_{n2}^2}{2S_2} = \frac{v_{n2}^2}{2 \cdot 2S_1}$$

$$\frac{1}{15} \left( \frac{1}{1 + \frac{1}{m}} \right)^2 \cdot 1$$

$$\frac{v_{n1}^2}{2S_1} = \frac{v_{n2}^2}{4S_1}; \quad v_{n2} = \sqrt{2} \cdot v_{n1}$$

Im Falle eines Beschleunigungssignales ergeben sich die gleichen Formeln, wobei allerdings  $m$  negativ zu setzen ist.

Die genaue Ansprechverzögerungszeit  $t_{VER}$  errechnet sich wie folgt:

aus  $V_2 = V_1 + at$  folgt  $v_{n1}$ : mittlere Geschwindigkeit der Bezugspersonendauer  $P_B$

$$t_{VER} = \frac{v_{n2} - v_{n1}}{a} \quad v_{n2}: \text{mittlere Geschwindigkeit der Periodendauer}$$

$$= \frac{1}{n2 \cdot B \left(1 + \frac{1}{m}\right)}$$

$a$ : konstante Verzögerung  $t$ : Zeit

Nachfolgend soll zur weiteren Erläuterung der Erfahrung auf die Zeichnung Bezug genommen werden.

Gemäss Abb. 1 wird von einem Sensor 1 eine impulsförmige Spannung erzeugt, deren Impulsfolgefrequenz der Raddrehzahl proportional ist. Ein Steuerwerk 2 setzt bei Beginn einer jeden Periode der impulsförmigen Sensorausgangsspannung einen Zähler 3 kurzzeitig zurück, der dann die während der Dauer einer Periode die von einem Taktgeber 4 auf den Zähler 3 gegebenen Impulse zählt. Am Ende einer jeden Periode wird der erreichte Zählerstand (Zählergebnis  $\tau_n$ ) durch ein Übernahmesignal des Steuerwerks 2 in ein Schieberegister SR 1 übernommen. Aus dem Schieberegister SR 1 werden nach vorgegebenen Bedingungen bestimmte Zählerstände über einen Multiplexer M 1 einem weiteren Schieberegister SR 2 als Bezugszählerwert  $\tau_B$  zugeführt, was nachfolgend noch näher ausgeführt wird. Der Zähler 3 gibt nun ein neues Zählergebnis, das einer auf die erste Periode folgenden Periode entspricht, in das Schieberegister SR 1 ein. Die in den Schieberegistern SR 1 und SR 2 stehenden Zählergebnisse werden über die Multiplexer M 3 und M 2 einer Vergleichseinrichtung, hier einem Subtrahierer 5, zugeführt, der u.a. die Aufgabe hat, aus den Zahlenwerten einen Differenzwert zu bilden. Im Schieberegister SR 1 steht das laufende Zählergebnis  $\tau_n$  der Istperiodendauer, im Schieberegister SR 2 der Bezugszählerwert  $\tau_B$  für eine Bezugspersonendauer. Vom Subtrahierer 5 wird der errechnete Differenzwert über einen Multiplexer M 4 auf ein Schieberegister SR 3 gegeben. Dieser jetzt im Schieberegister SR 3 stehende Differenzzahlenwert wird mit  $\Delta$  bezeichnet.

Das Schieberegister SR 2 weist drei Ausgänge Q1, Q4 und Q6 auf, die mit dem Multiplexer M2 verbunden sind. Der erste vom Schieberegister SR 2 über den Ausgang Q1 abgegebene Zahlenwert entspricht dem Bezugszählwert  $\tau_B$ , der — wie schon erwähnt — als Bezugssgröße zum Ermitteln des Differenzbetrages, um den das jeweilige Zählergebnis  $\tau_n$  (Periodendauer) von dem Bezugszählwert  $\tau_B$  abweichen darf, ohne dass ein Regelsignal erzeugt wird, genommen wird. Um feststellen zu können, wie gross dieser Differenzbetrug werden darf, wird der im Schieberegister SR 2 stehende Bezugszählwert durch einen bestimmbarer ersten Wert  $m_1$  geteilt, der hier und nachfolgend  $2^n$  sei, mit  $n = 0$ ,

1. 2, 3; der so entstehende Bruchteil  $\frac{\tau_B}{m}$  wird über den Ausgang

gang Q4 auf den Multiplexer M2 und weiter auf den Subtrahierer 5 gegeben; vom Schieberegister SR 3 gelangt der Differenzzählwert  $\Delta$  über den Multiplexer M3 ebenfalls auf den Subtrahierer 5. Der Subtrahierer 5 subtrahiert nun

den Differenzzählwert  $\Delta$  vom Bruchteil  $\frac{\tau_B}{m}$ . Ist der Differenz

zählwert  $\Delta$  grösser als der Bruchteil  $\frac{\tau_B}{m}$ , wird vom

Subtrahierer 5 ein Signal abgegeben, das über einen Multiplexer M5 auf einen Speicher 6 für  $-b$ -Regelsignale gelangt. Um festzustellen, ob die Radgeschwindigkeit einen Wert erreicht hat, der das Setzen eines  $+b$ -Regelsignals erforderlich macht, wird im Schieberegister SR 2 der Zählerwert  $\tau_B$  durch einen zweiten Wert  $m_2$  » geteilt « ( $m = 2^n$  mit  $n = 1, 2, 3, \dots$ ), der grösser oder kleiner sein kann als der erste Wert  $m_1$  (z.B. kann  $m_1 = 16, m_2 = 32$  sein). Dieser so er-

haltene Bruchteil  $\frac{\tau_B}{m_2}$  wird über den Multiplexer M2 eben-

falls auf den Subtrahierer 5 gegeben. Der Subtrahierer ver-

gleicht  $\frac{\tau_B}{m_2}$  wieder mit dem Differenzzählwert  $\Delta$  und gibt ein

Signal über einen Multiplexer M6 auf einen Speicher 7 zur

Abgabe eines  $+b$ -Regelsignals, wenn  $\Delta$  grösser ist als  $\frac{\tau_B}{m_2}$ .

Ob ein  $-b$ -Regelsignal oder ein  $+b$ -Regelsignal ausgegeben werden soll, wird vom Steuerwerk 2 festgelegt. Dies geschieht auf folgende Weise:

Wie bereits im vorstehenden beschrieben, werden von den Schieberegistern SR 1 und SR 2 die Zahlenwerte für  $\tau_B$  und  $\tau_n$  auf den Subtrahierer 5 gegeben. Der Subtrahierer 5 führt die Rechnung  $\Delta = \tau_B - \tau_n$  durch. Das Vorzeichen von  $\Delta$  wird im Steuerwerk 2 gespeichert. Bei Vorliegen eines negativen Vorzeichens wird eine Rechnung in Bezug auf ein  $-b$ -Regelsignal durchgeführt und bei Vorliegen eines positiven Vorzeichens eine Rechnung in Bezug auf ein  $+b$ -Regelsignal.

Die zum Vergleich vorgesehenen Bezugszählwerte  $\tau_B$  (Bezugsperiodendauern) können auf verschiedene Art und Weise bestimmt werden. Beispiele sind nachfolgend angeführt.

Dem Schieberegister SR 1 kann — wie dargestellt — ein Decoder 8 nachgeschaltet sein, der das im Zähler 3 stehende

Zählergebnis übernimmt und in der Form decodiert, dass er festlegt, welchem Periodendauerbereich dieses Zählergebnis zuzuordnen ist, d.h., er stellt fest, mit wieviel folgenden Zählergebnissen, die den folgenden Periodendauern entsprechen, dieser Zählergebnis verglichen werden kann, bis es erforderlich wird, eine neue Bezugszählgröße  $\tau_B$  zu bilden. Vom Decoder 8 wird diese Information dann auf einen Eingang J einer Zähleinrichtung 9 zur Bestimmung der Periodenanzahl gegeben. Die Zähleinrichtung 9 weist einen Rückwärtszähler auf, dessen Zählerstand über einen Eingang Cl bei Beginn einer jeden Periode durch einen vom Steuerwerk 2 abgegebenen Impuls um 1 verringert wird. Wenn der Rückwärtszähler bis auf Null heruntergezählt hat, erscheint am Ausgang A der Zähleinrichtung 9 ein » High Signal «, das auf das Steuerwerk 2 gelangt. Dadurch wird bewirkt, dass vom Steuerwerk 2 ein Übernahmesignal erzeugt und auf einen dritten Eingang Ü der Zähleinrichtung 9 gegeben wird, so dass der Rückwärtszähler auf eine neue Zahl, die — wie bereits erwähnt — abhängig ist von dem vom Decoder erkannten Periodendauerbereich, eingestellt wird. Die Ausgänge der Speicher 6 und 7 sind zum einen mit einem nichtdargestellten Logikteil zum Ansteuern von den Radbremsdruck beeinflussenden Magnetventilen und zum anderen mit dem Steuerwerk 2 verbunden. Wenn an einem der beiden Speicher 6, 7 ein Ausgangssignal erscheint, gelangt dieses also auch zum Steuerwerk 2 und bewirkt, dass das Steuerwerk 2 die Zähleinrichtung 9 in der Art beeinflusst, dass der in der Zähleinrichtung 9 angeordnete Rückwärtszähler auf 1 gestellt wird, und so nicht mehr eine vorbestimmbare Anzahl  $n$  von Zählergebnissen  $\tau_n$  (Perioden) mit einem Bezugszählwert  $\tau_B$  verglichen wird, sondern dass jedes Zählergebnis  $\tau_n$  einmal Bezugszählwert  $\tau_B$  wird und ausschliesslich mit einem einzigen folgenden Zählergebnis  $\tau_{n+1}$  verglichen wird, welches dann selbst nach diesem Vergleich Bezugszählwert  $\tau_B$  wird. ( $\tau_n$  wird verglichen mit  $\tau_B = \tau_{n+1}$ ,  $\tau_{n+1}$  wird dann verglichen mit  $\tau_B = \tau_{n+2}$  usw.). Erst, wenn das vom Subtrahierer 5 errechnete  $\Delta$  sein Vorzeichen ändert, wird vom Steuerwerk 2 ein Rücksetzsignal auf den Eingang R des entsprechenden Speichers 6 oder 7 gegeben. Am Ausgang des betreffenden Speichers 6 oder 7 steht nun kein Signal mehr an, so dass vom Steuerwerk 2 auch kein entsprechendes Signal auf die Zähleinrichtung 9 gegeben wird und so die Zähleinrichtung 9 wieder zählt, wieviel Zählergebnisse  $\tau_n$  mit einem Bezugszählwert  $\tau_B$  verglichen werden soll.

Ausser der Auswertung der Vorzeichen der Differenz direkt aufeinanderfolgender Zählergebnisse, kann auch eine von dem jeweiligen Periodendauerbereich abhängige Anzahl von Zählergebnissen unberücksichtigt bleiben, was im oberen Geschwindigkeitsbereich zweckmässig sein kann. Es kann dabei auch der Mittelwert aus den jeweils nicht berücksichtigten Zählergebnissen zur Bildung des Differenzzählwertes  $\Delta$  herangezogen werden.

Es ist auch möglich, das Steuerwerk 2 so einzustellen, dass die Speicher 6, 7 nicht bei jedem Vorzeichenwechsel des  $\Delta$  zurückgesetzt werden, sondern z.B. bei jedem dreimaligen Vorzeichenwechsel.

Um z.B. das  $-b$ -Regelsignal zu einem früheren Zeitpunkt abfallen lassen zu können, ist es nach einem weiteren Merkmal auch möglich, über das Steuerwerk 2 den Speicher 6 schon dann zurückzusetzen, wenn der Differenzzählwert  $\Delta$  im Schieberegister SR 3 die Tendenz zum vorstehenden Vorzeichenwechsel anzeigt.

Die Schaltungsanordnung kann auch so ausgebildet sein, dass auf ein separates Schieberegister für das  $\Delta$ -Signal verzichtet wird. Das  $\Delta$ -Signal wird in diesem Fall auf das zu Beginn des Vergleichs das Zählergebnis  $\tau_n$  beinhaltende Schieberegister SR 1 gegeben.

Eine in dieser Art vereinfachte Schaltungsanordnung zeigt Abb. 2. Der besseren Übersicht halber sind mit den bereits in der Schaltungsanordnung gemäss Abb. 1 gezeigten Bauteilen identische Bauteile mit um 100 erhöhten gleichen Bezugsziffern versehen.

Von einem Sensor 101 wird eine Spannung mit einer Impulsfolgefrequenz erzeugt, die der augenblicklichen Radrehgeschwindigkeit entspricht. Ein mit dem Ausgang des Sensors 101 verbundenes Steuerwerk 102 leitet bei Beginn einer Periode der impulsförmigen Sensorausgangsspannung eine Zählung der von einem Taktgeber 104 auf einen Zähler 103 gegebenen Impulse ein. Am Ende einer jeden Zählung wird der erreichte Zählerstand (Zählergebnis  $\tau_n$ ) durch ein Übernahmesignal des Steuerwerks 102 in ein Schieberegister SR 1' übernommen. Das Schieberegister SR 1' weist einen Ausgang SO auf, der zum einen mit einem Eingang  $I_1$  einer Vergleichseinrichtung in Form eines Subtrahier-/Addierglieds 105 und zum anderen über einen Multiplexer M 7' mit einem Eingang I des Schieberegisters SR 1' verbunden ist.

Der Ausgang SO des Schieberegisters SR 2' ist über den Multiplexer M 8' mit dem Eingang I des Schieberegisters SR 2' und über einen Multiplexer M 9' mit einem weiteren Eingang  $I_2$  des Subtrahier-/Addierglieds 105 verbunden. Im Subtrahier-/Addierglied 105 wird zuerst die Differenz aus den von den Schieberegistern SR 1' und SR 2' abgegebenen Zählergebnissen gebildet, wobei der vom Schieberegister SR 1' abgegebene Zahlenwert der momentanen Periodendauer und der vom Schieberegister SR 2' abgegebene Zahlenwert einer vorangegangenen Periodendauer entspricht. Der vom Subtrahier-/Addierglied 105 ermittelte Differenzzählwert wird mit  $\Delta$  bezeichnet. Vom Subtrahier-/Addierglied 105 wird der Differenzzählwert  $\Delta$  über den Multiplexer M 7' auf den Eingang I des Schieberegisters SR 1' gegeben. Durch das Einschieben des Differenzwertes  $\Delta$  in das Schieberegister SR 1' geht das bis dahin im Schieberegister SR 1' stehende Zählergebnis  $\tau_n$  verloren ( $\tau_n$  ist das der momentan vorliegenden Periodendauer entsprechende Zählergebnis).

Das im Schieberegister SR 2' stehende Zählergebnis stellt den Bezugszählwert  $\tau_B$  dar, der durch einen wählbaren Wert  $m$  ( $m = 2^n$  mit  $n = 0, 1, 2, 3, \dots$ ) z.B., 8, geteilt wird zur

$\frac{\tau_B}{m}$   
Bildung eines Bruchteils —, der die zulässige Abweichung

darstellt, um die das momentane Zählergebnis  $\tau_n$  (momentane Periodendauer) von dem Bezugszählwert  $\tau_B$  (Bezugs-periodendauer) abweichen darf, um kein  $-b$ -Regelsignal ab-

$\frac{\tau_B}{m}$   
geben zu müssen. Um den Bruchteil — zu erhalten, wird

das Schieberegister SR 2' drei bis fünf Takte früher ausgetaktet als das Schieberegister SR 1', in welchem zu diesem Zeitpunkt der Differenzzählwert  $\Delta$  steht. Die Information in den Schieberegistern SR 1' und SR 1' laufen um. Da das niedrigste Bit von SR 2' drei bis fünf Takte früher an der richtigen Stelle steht, wird durch den Multiplexer M 9' dafür gesorgt, dass am Eingang  $I_2$  des Subtrahier-/Addierglieds 105 auch dann ein » Low «-Signal steht, wenn das niedrigste Bit » High « ist. Dieses würde das Ergebnis bei der Berechnung der drei bzw. fünf höchsten Bit vom Schieberegister SR 1' verfälschen. Damit das Zählergebnis  $\tau_n$ , das bei der Berechnung des Wertes  $\Delta$  verlorengegangen ist, doch noch neuer Zahlenwert der Bezugszählerwert  $\tau_B$  werden kann, wird der Differenzzählwert  $\Delta$  vorzeichenrichtig zum Inhalt des Schieberegisters SR 2' addiert.

In der Abb. 3 ist eine Weiterbildung der Schaltungsanordnung nach Abb. 1 gezeigt, die es ermöglicht, aus den Größen  $\tau_B$  und  $\tau_n$  zusätzlich zu den  $-b$ - und  $+b$ -Regelsignalen auch noch Schlupfregelsignale ( $\lambda$ -Regelsignale) zu bilden. Der Schaltungsteil zur Gewinnung von  $-b$ - und  $+b$ -Regelsignalen ist im wesentlichen so aufgebaut, wie die Schaltungsanordnung in Abb. 1. Der besseren Übersicht halber sind mit den in Abb. 1 gezeigten und beschriebenen Bauteilen gleiche Bauteile mit um 200 erhöhten Ziffern oder zwei vertikalen Strichen gekennzeichnet.

Von einem Sensor 201 wird eine Spannung mit einer Impulsfolgefrequenz erzeugt, die der augenblicklichen Radrehgeschwindigkeit entspricht. Ein mit dem Ausgang des Sensors 201 verbundenes Steuerwerk 202 leitet bei Beginn einer Periode der impulsförmigen Sensorausgangsspannung eine Zählung der von einem Taktgeber 204 auf einen Zähler 203 gegebenen Impulse ein. Am Ende einer jeden Zählung wird der erreichte Zählerstand (Zählergebnis  $\tau_n$ ) durch ein Übernahmesignal des Steuerwerks 202 in ein Schieberegister SR 4, das in dieser Schaltungsanordnung die Aufgabe eines Zwischenspeichers hat, übernommen. Von einem Ausgang Q 1 des Schieberegisters SR 4 wird der dem Zählergebnis entsprechende Zahlenwert über einen Multiplexer M 10 in ein Schieberegister SR 1" eingegeben. Das Schieberegister SR 1" weist drei Ausgänge Q 1, Q 2, Q 3 auf, die über einen Multiplexer M 11 mit einem Eingang  $I_2$  eines Subtrahier-/Addierglieds 205 (Vergleichseinrichtung) verbunden sind. Dem Ausgang Q 1 kann das gesamte im Schieberegister SR 1" stehende Zahlenergebnis entnommen werden. Den Ausgängen Q 2 und Q 3 sind Bruchteile dieses Zahlenwertes entnehmbar. Ein Ausgang des Subtrahier-/Addierglieds 205 ist über einen Multiplexer M 12 mit dem Eingang eines weiteren Schieberegisters SR 5 verbunden, welches fünf Ausgänge Q 1, Q 2, Q 3, Q 4, und Q 6 aufweist, wobei auch hier der Ausgang Q 1 zur Entnahme des gesamten im Schieberegister stehenden Zahlenwertes und die Ausgänge Q 2 bis Q 6 zur Entnahme von Bruchteilen dieses Zahlenwertes dienen. Die Ausgänge Q 1 bis Q 6 des Schieberegisters SR 5 sind über einen Multiplexer M 13 mit einem Eingang  $I_1$  des Subtrahier-/Addierglieds 205 hat u.a. die Aufgabe, die Differenz aus dem vom Schieberegister SR 1" eingegebenen Zahlenwert und dem vom Schieberegister SR 2" sowie dem vom Schieberegister SR 5 eingegebenen Zahlenwert zu bilden. Die entsprechenden Differenzzählwerte  $\Delta_1$  und  $\Delta_2$  werden in das Schieberegister SR 1" eingegeben. Vom Steuerwerk 202 wird bestimmt, ob und mit wievielen Bruchteilen der in den Schieberegistern SR 5 bzw. SR 2" und SR 1" stehenden Zahlenwerte eine Differenzbildung durchgeführt werden soll. Um nach einer Differenzbildung das ursprüngliche Zählergebnis  $\tau_n$  für weitere Rechenvorgänge wiederzuerhalten, ist es möglich, im Subtrahier-/Addierglied 205 den Inhalt des Schieberegisters SR 1" ( $\Delta_2$ ) vorzeichenrichtig zum Inhalt des Schieberegisters SR 5 zu addieren. Das Vorzeichen des Differenzzählwertes wird über ein Übertragungs-Flip-Flop 10 auf einen Vorzeichenspeicher 11 gegeben, dessen Ausgang Q zum einen mit einem Eingang TC  $I_2$  des Subtrahier-/Addierglieds 205 und zum anderen mit dem Steuerwerk 202 verbunden ist. Ein Multiplexer M 14 verbindet den Ausgang Q des Übertragungs-Flip-Flops 10 mit einem Signalspeicher 12 für  $\lambda_1$ -Signale (Schlupfregelsignale), ein Multiplexer M 15 stellt die Verbindung zwischen dem Ausgang Q des Übertragungs-Flip-Flops 10 und einem Signalspeicher 13 für  $\lambda_2$ -Signale her. Sowohl die Speicher 206, 207 als auch die Speicher 12, 13 sind ausgangsseitig mit dem Steuerwerk 202 und dem Logikteil der Blockierschutzelektronik verbunden. Ein Zeitzähler 14 ist mit seinem Eingang Cl an den Taktgeber 204 und mit Ausgängen Q 1 bis Qn an das Steuerwerk 202 angeschlossen.

sen. Über einen Rücksetzeingang  $Re$  kann der Zähler 14 bei Auftreten eines Signals am Magneteinlassventil der Blockierschutzeinrichtung kurzzeitig zurückgesetzt werden, um über die Dauer des Anstehens des das Magneteinlassventil erregenden Signals eine neue Zählung zu beginnen.

Die Funktion der Schaltungsanordnung zur Gewinnung von  $-b$ ,  $+b$ ,  $\lambda_1$ - und  $\lambda_2$ -Regelsignalen wird nachfolgend näher erläutert.

Während eines Bremsvorgangs wird vom Sensor 201 eine Spannung mit einer der Raddrehgeschwindigkeit entsprechenden Impulsfolgefrequenz erzeugt und dem Steuerwerk 202 zugeführt, welches bei Beginn einer jeden Periode der impulsförmigen Sensorausgangsspannung eine Zählung der vom Taktgeber 204 auf den Zähler 203 gegebenen Impulse einleitet. Nach der negativen Flanke eines jeden Impulses gibt das Steuerwerk 202 nacheinander ein mögliches Übernahmesignal die Zahleinrichtung 209, ein Übernahmesignal für das Schieberegister SR 4 und ein Reset-Signal für den Zähler 203 ab. Der Decoder 208 ordnet den vom Schieberegister SR 4 übernommenen Zahlenwert einem der Periodendauerbereiche zu. Nach der positiven Flanke eines jeden Impulses wird der in der Zahleinrichtung 209 angeordnete Rückwärtszähler getaktet. Wird der Zählerstand  $> 0$  erreicht, wird nach der nächsten negativen Flanke der Rückwärtszähler auf eine Zahl gesetzt, die abhängig ist vom zugeordneten Periodendauerbereich. Außerdem wird zu einem geeigneten Zeitpunkt die Bezugsperiodendauer  $\tau_B$  neu festgesetzt.

Wie bereits zu Abb. 1 und 2 erläutert, wird die Bezugsperiodendauer  $\tau_B$  im Subtrahier-/Addierglied 205 mit der Momentanperiodendauer  $\tau_n$  verglichen. Bei Überschreiten der Bezugsperiodendauer  $\tau_B$  durch die Momentanperiodendauer  $\tau_n$  um mehr als einen vorbestimmten Wert, wird vom Subtrahier-/Addierglied 205 über das Übertragungs-Flip-Flop 10 und die Multiplexer M 5' oder M 6' ein Verzögerungsregelsignal ( $-b$ ) oder ein Beschleunigungsregelsignal ( $+b$ ) auf die Speicher 206 bzw. 207 gegeben.

Das anfangs im Schieberegister SR 4 stehende Zählergebnis  $\tau_n$  (Periodendauerwert), das zur Bildung des ersten Bezugszählwertes  $\tau_B$  (Bezugsperiodendauer) dient, wird zusätzlich zur Bildung eines der Fahrzeuggeschwindigkeit entsprechenden Bezugszählwertes benutzt, welcher nachfolgend zur Unterscheidung von dem auf die Rotationsgeschwindigkeit des Fahrzeuggrades bezogenen Bezugszählwertes  $\tau_B$  Bezugszählwert  $\tau'_B$  genannt wird.

Dazu werden folgende erforderliche Schritte durchgeführt:

Der im Schieberegister SR 4 stehende Zahlenwert  $\tau_n$  wird in das Schieberegister SR 1" übertragen, und zwar so lange, wie vom Steuerwerk 202 kein Übernahmesignal auf den Eingang C1 des Schieberegisters SR 4 gegeben wird. Vom Schieberegister SR 1" wird dieses, der Momentanperiodendauer entsprechende Zählergebnis  $\tau_n$  in das Subtrahier-/Addierglied 205 eingegeben. Das Schieberegister SR 2" gibt den der Bezugsperiodendauer entsprechenden Bezugszählwert  $\tau_B$  über den Multiplexer M 13 ebenfalls in das Subtrahier-/Addierglied 205 ein. Im Subtrahier-/Addierglied 205 wird die Differenz aus dem Bezugszählwert  $\tau_B$  und dem momentanen Zählergebnis  $\tau_n$  gebildet. Der mit  $\Delta_1$  bezeichnete errechnete Differenzzählwert wird über den Multiplexer M 10 dem Schieberegister SR 1" zugeführt und dort zwecks Entnahme entweder des ganzen Differenzzählwertes  $\Delta_1$  oder von Bruchteilen des Differenzzählwertes  $\Delta_1$  für weitere Berechnungen bereithalten. Das sich aus der Differenzberechnung ergebende Vorzeichen wird im Vorzeichenspeicher 11 gespeichert. Die tatsächliche Differenz  $\Delta_1$  wird mit dem

die zulässige Abweichung darstellenden Bruchteil  $\frac{\tau_B}{m}$  (Bruch-  
teilbildung siehe Beschreibung zu den Abb. 1 und 2) (Aus-  
gänge Q 2, Q 3, Q 4 usw. des Schieberegisters SR 2") vergli-  
chen. Wenn die tatsächliche Differenz grösser ist als die zu-  
lässige Abweichung, wird  $\frac{\tau_B}{m}$  wie im vorstehenden bereits  
beschrieben  $-b$ - bzw.  $+b$ -Regelsignal erzeugt.

Um für die Berechnung von Schlupfsignalen das Zähler-  
ergebnis  $\tau_n$  wiederzuerhalten, wird der Inhalt des Schiebe-  
registers SR 1" nun wieder im Subtrahier-/Addierglied 205  
dem Inhalt des Schieberegisters SR 2" zugefügt ( $\Delta_1 + \tau_B =$   
 $\tau_n$ ) und im Schieberegister SR 1" gespeichert. Es ist auch  
möglich, den Inhalt des Schieberegisters SR 4 in das Schiebe-  
register SR 1" einzuschieben, um wieder das momentane  
Zählergebnis  $\tau_n$  zu erhalten.

Wenn zwischenzeitlich der in der Zahleinrichtung 209  
enthaltene Rückwärtszähler bis auf  $> 0$  heruntergezählt  
hat oder ein  $-b$ - oder  $+b$ -Regelsignal ausgegeben worden  
ist, wird ein neuer Bezugszählwert gesetzt. Dies kann zum  
einen dadurch erfolgen, dass die Summe aus den Schiebe-  
registern SR 1" und SR 2" in das Schieberegister SR 2"  
eingegeben oder zum anderen der Inhalt des Schiebe-  
registers SR 4 in das Schieberegister SR 2" eingeschoben wird.

Der im Schieberegister SR 1" stehende Differenzzähl-  
wert  $\Delta_1$  wird über den Multiplexer M 11 auf den Eingang  
I<sub>2</sub> des Subtrahier-/Addiergliedes 205 der im Schieberegister  
SR 5 stehende Bezugszählwert  $\tau'_B$  über den Multiplexer  
M 13 auf den Eingang I<sub>1</sub> des Subtrahier-/Addiergliedes 205  
gegeben. Im Subtrahier-/Addierglied 205 wird die Differenz  
aus  $\tau'_B$  und  $\tau_n$  gebildet. Der errechnete Differenzwert  $\Delta_2$   
wird im Schieberegister SR 1" und das durch die Differenz-  
wertbildung sich ergebende Vorzeichen im Vorzeichenspei-  
cher 11 gespeichert. Im Subtrahier-/Addierglied 205 er-

folgt dann die Differenzwertbildung aus dem Bruchteil  $\frac{\tau'_B}{m}$

40 (zulässige Abweichung mit  $m = 2^n$ ,  $n = 0, 1, 2, \dots$ ) und der  
tatsächlichen Differenz  $\Delta_2$ . Die Bruchteildbildung erfolgt wie  
oben beschrieben. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist  
m entsprechend den Ausgängen Q 1 bis Q 6 des Schiebe-  
registers SR 5  $2^{0-2^5}$ .

45 Wenn  $\Delta_2 > \frac{\tau'_B}{m}$  wird über den Ausgang B des Subtrahier-/  
Addiergliedes 205 das Übertragungs-Flip-Flop 10 und über  
den Multiplexer M 15 der Speicher 13 gesetzt.

Anschliessend wird im Subtrahier-/Addierglied 205 ein

$\frac{\tau'_B}{m}$   
Bruchteil  $\frac{\tau'_B}{m}$  ( $m' = 2^n$ ,  $n = 0, 1, 2, \dots$ ), der einer kleineren  
55 vorgegebenen Schlupfschwelle entspricht, von der tatsäch-  
lichen Differenz  $\Delta_2 = \tau'_B - \tau_n$  subtrahiert. Ist  $\Delta_2 > \frac{\tau'_B}{m}$ , so

60 wird über den Multiplexer M 14 der Speicher 12 gesetzt.  
Dieser Rechenschritt kann jedoch entfallen, wenn beim

65 vorhergehenden Rechenschritt die Bedingung  $\Delta_2 > \frac{\tau'_B}{m}$  erfüllt  
ist, d.h., die Bedingung für die grössere Schlupfschwelle  
( $\lambda_2$ ) erfüllt ist.

Ist der Zeitzähler 14, der während des Anstehens eines Signals am Magneteinlassventil EV läuft, während des Ablaufes der Rechenschritte zurückgesetzt worden, wird zwecks Referenzablaufes der Inhalt vom Schieberegister SR 5 ( $\tau'_B$ )

$\tau'_B$   
zu — addiert und im Schieberegister SR 5 als neuer Be-  
m  
zugszählwert  $\tau'_B$  (Bezugsperiodenwert) im Schieberegister SR 5 gespeichert. Die durch den Zeitzähler realisierten Zeit-  
intervalle werden in Abhängigkeit vom Periodendauerbereich

gewählt, d.h., im oberen Geschwindigkeitsbereich werden die Zeitintervalle länger als im unteren Geschwindigkeitsbereich gewählt.

Wenn beim Wiederanlaufen des Fahrzeuggrades der Be-  
zugszählwert  $\tau_B$  kleiner wird, ist es erforderlich, den der an-  
genäherten Fahrzeuggeschwindigkeit entsprechenden Be-  
zugszählwert  $\tau'_B$  ebenfalls zu verringern. Dies geschieht da-  
durch, dass der Inhalt  $\Delta_2$  des Schieberegisters SR 1" vor-  
zeichenrichtig zum Inhalt des  $\tau'_B$  des Schieberegisters SR 5  
addiert und die Summe im Schieberegister SR 5 gespeichert  
wird.

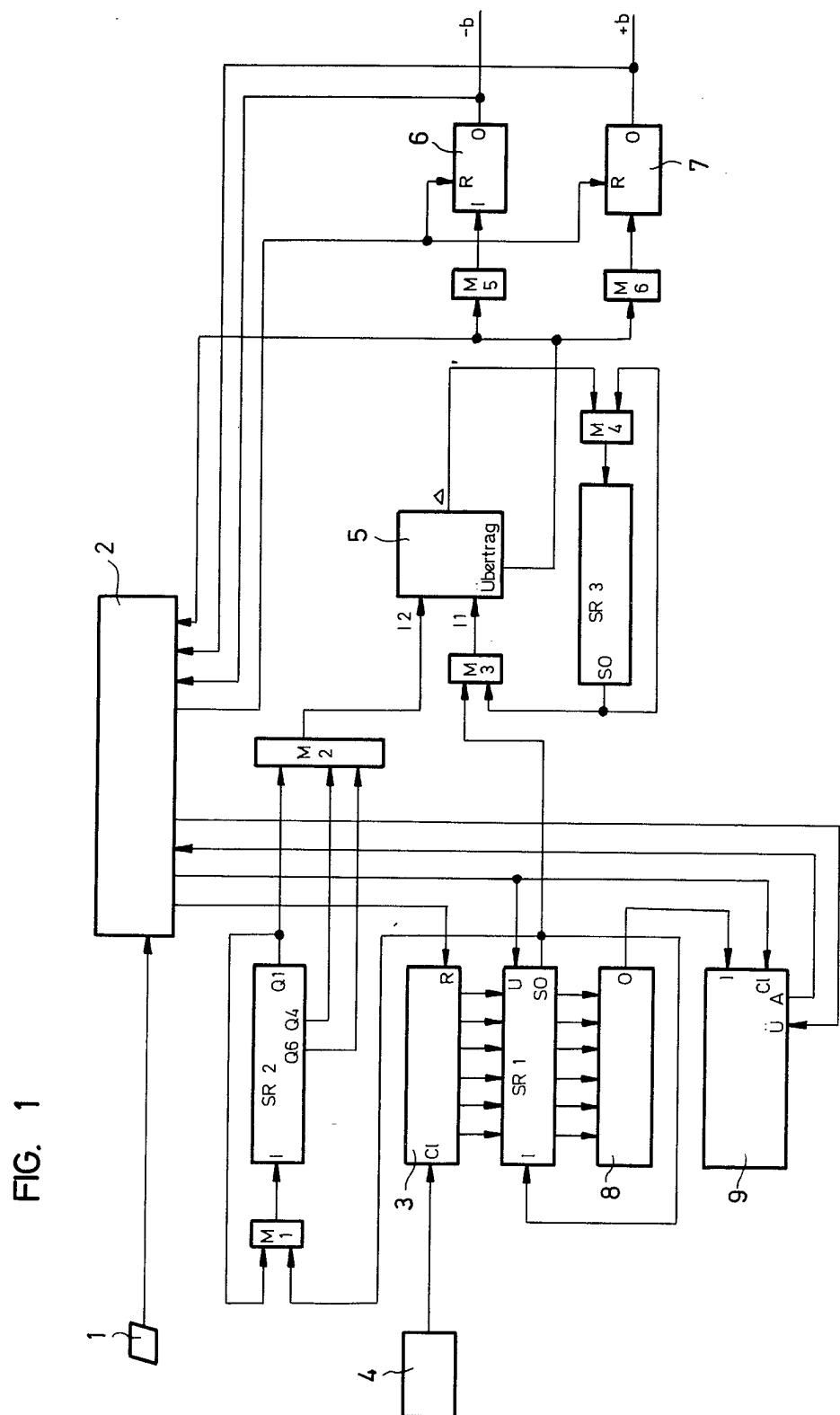


FIG. 2

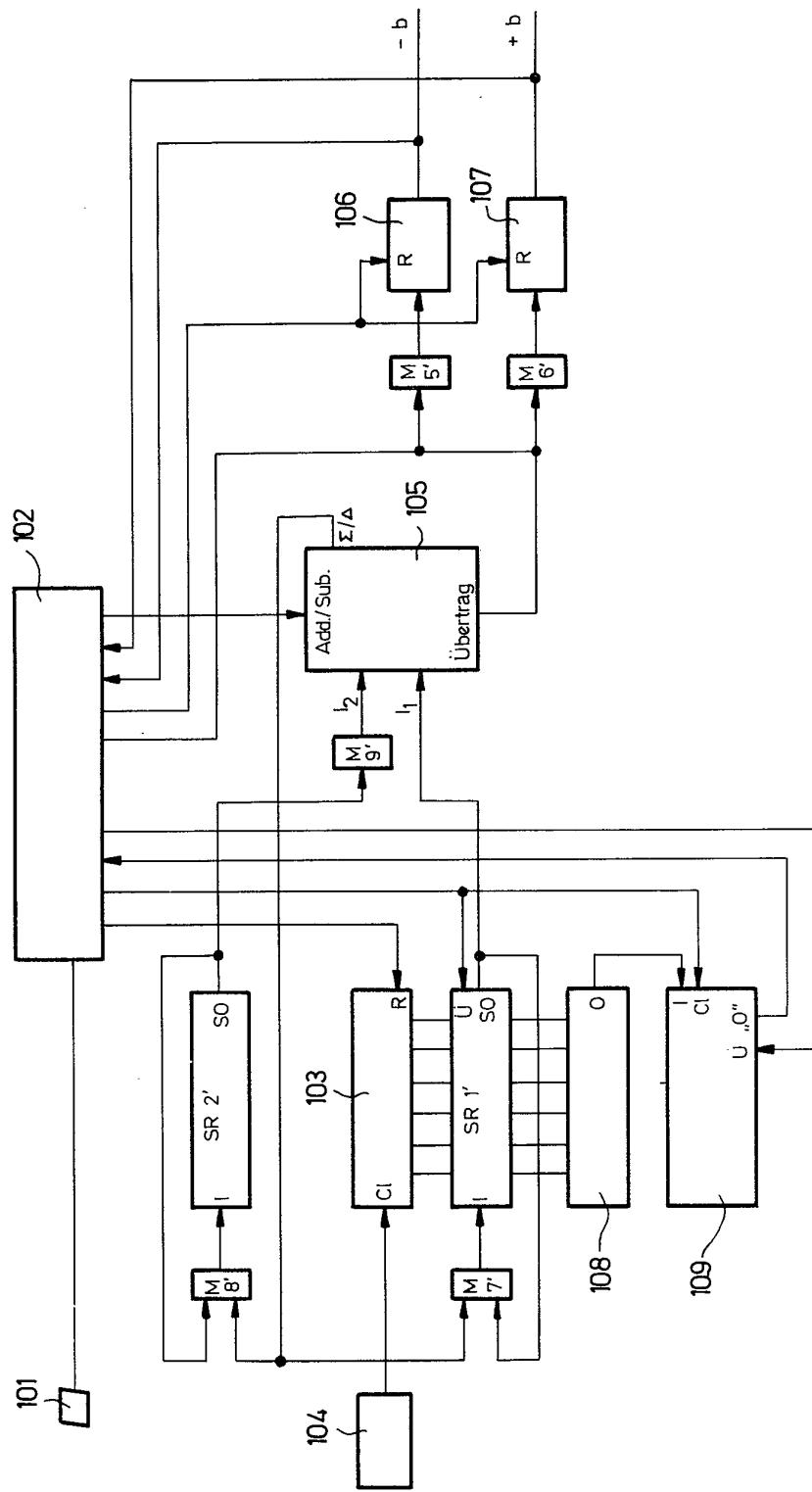


FIG. 3

