



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **236 289 A1**

4(51) **B 60 T 8/50**
G 01 P 3/489

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP B 60 T / 275 207 1

(22) 16.04.85

(44) 04.06.86

(71) Ingenieurhochschule Zwickau, 9541 Zwickau, Dr.-Friedrichs-Ring 2a, DD

(72) Kindl, Werner, Dr. sc. techn. Dipl.-Ing.; Pallmer, Matthias, Dipl.-Ing.; Leiter, Ralf, Dipl.-Ing., DD

(54) Verfahren und Anordnung zur Ermittlung von rotatorischen Zustandsgrößen

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Ermittlung von rotatorischen Zustandsgrößen, insbesondere von Fahrzustandsgrößen zur Regelung des Bremsdruckes von Kraftfahrzeugen, die mit einem Antiblockiersystem ausgerüstet sind. Aufgabe der Erfindung ist es ein Verfahren und eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen, mit dem eine im Gesamtbereich der Rotationsgeschwindigkeit etwa konstant bleibende kleine Zeitdauer der Messung erreicht werden kann. Dieses wird dadurch erreicht, daß mittels einer rotierenden Impulsscheibe und einem Meßgrößenaufnehmer sowie der Messung einer konstanten Frequenz die rotatorischen Zustandsgrößen erfaßt und in einer Auswerteschaltung in Steuersignale zur Beeinflussung des Bremsvorganges umgewandelt werden. Die Erfindung ist anwendbar bei Straßen- oder Schienenfahrzeugen, die mit einem Antiblockiersystem ausgerüstet sind. Fig. 1

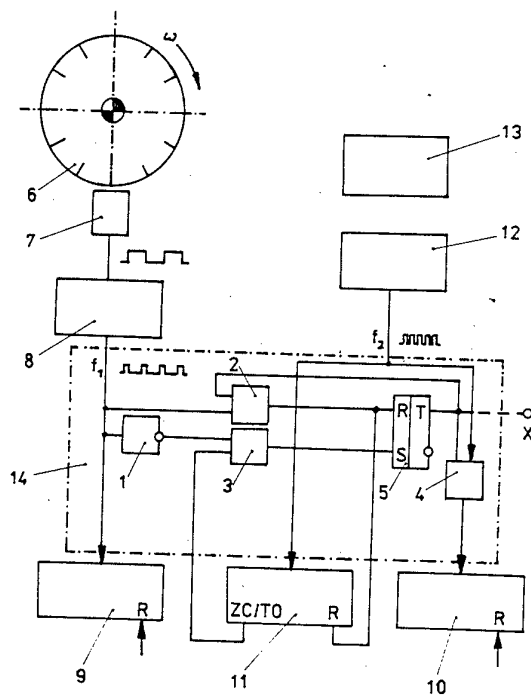


Fig.1

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Ermittlung von rotatorischen Zustandsgrößen, insbesondere von Fahrzustandsgrößen zur Regelung des Bremsdruckes, bei dem die Fahrzustandsgrößen mittels einer rotierenden Impulsscheibe und einem Meßgrößenaufnehmer erfaßt und in einer Auswerteschaltung in Steuersignale zur Beeinflussung des Bremsvorganges umgewandelt werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß mit einem Impuls des Drehzahlsensors eine konstante vorgegebene Zeitdauer beginnt, in welcher die Impulse des Drehzahlsensors gezählt werden und nach Ablauf der konstanten Zeitdauer die Zählung von Impulsen einer hohen Frequenz beginnt, welche bei erneutem Erscheinen eines Impulses des Drehzahlsensors beendet wird, daß zu diesem Zeitpunkt die Übernahme des Zählerstandes in Speicher beginnt und die Zähler noch vor Erscheinen eines neuen Impulses des Drehzahlsensors gelöscht werden und daß die beiden Impulsmengen so miteinander verknüpft werden, daß die Winkelgeschwindigkeit und ihre zeitliche Änderung gebildet werden können.
2. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 zur Ermittlung von rotatorischen Zustandsgrößen insbesondere von Fahrzustandsgrößen zur Regelung des Bremsdruckes mit einem Meßgrößenaufnehmer und einer Impulsformerstufe, aus welcher Impulse mit einer der Raddrehzahl proportionalen Frequenz f_1 erhalten werden und einem Taktgeber, welcher Impulse einer hohen konstanten Frequenz f_2 abgibt, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Impuls der Frequenz f_1 über das UND-Gatter (2) einen als Zeitgeberzähler arbeitenden Zähler zurücksetzt, welcher dadurch gleichzeitig mit dem Zähler (Z1) und nach Erreichen der voreingestellten Impulsmenge über das UND-Gatter (3) den RS-Flip-Flop stellt, über den das UND-Gatter (4) als Tor geöffnet wird, so daß die Frequenz f_2 vom Zähler (Z2) gezählt werden kann und daß beim erneuten Erscheinen eines Impulses der Frequenz f_1 über das UND-Gatter (2) der RS-Flip-Flop zurückgestellt wird und damit das UND-Gatter (4) gesperrt wird, so daß der Zähler (Z2) stoppt und danach von dem Zeitgeberzähler und dem RS-Flip-Flop (5) gesteuert die Zählerstände (Z1; Z2) in bekannter Weise von einem Mikrorechner zur Weiterverarbeitung in die Speicher übernommen werden können und die Zähler (Z1; Z2) gelöscht werden.
3. Anordnung nach Anspruch 2 **dadurch gekennzeichnet**, daß für die Zähler (Z1; Z2) sowie den Zeitgeberzähler als Bauelemente programmierbare Zähler-Zeitgeber-Bausteine eingesetzt sind.
4. Anordnung nach Anspruch 2 und 3 **dadurch gekennzeichnet**, daß die Anordnung mit einem Mikrorechner zusammenarbeitet und durch den Zeitgeberzähler einen Interrupt vorbereitet und durch den RS-Flip-Flop ausgelöst wird.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Ermittlung von rotatorischen Zustandsgrößen, insbesondere von Fahrzustandsgrößen zur Regelung des Bremsdruckes von Kraftfahrzeugen, die mit einem Antiblockiersystem ausgerüstet sind, bei dem die Fahrzustandsgrößen über einen Geber erfaßt und in einer Auswerteschaltung in Steuersignale zur Beeinflussung des Bremsvorganges umgewandelt werden.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bekannt ist aus der DE-OS 2 329 714 eine Einrichtung zur ein Blockieren verhindernden Steuerung der Abbremsung der Räder eines Fahrzeuges, bei der zwei elektrische Signale in Form von Impulsmengen verglichen und daraus Steuersignale abgeleitet werden. Eines dieser Signale wird in nicht näher bezeichneter Form aus der Fahrzeuggeschwindigkeit gewonnen, während das andere Signal durch die Zählung von der Drehzahl des Rades proportionaler Impulszahlen während einer vorgegebenen Zeitdauer, die durch die Zählung von Impulsen einer festen Frequenz bis zu einem vorgegebenen Zählerstand realisiert ist, gewonnen wird. Die Signalauflösung des Meßverfahrens ergibt sich aus der kleinsten Signalauflösung der beiden o. a. Teilverfahren zur Gewinnung von zwei Signalen.

Das Meßverfahren kann damit nicht besser sein als das Teilverfahren zur Drehzahlmessung des Rades. Da das Verfahren eine feste vorgegebene Zeitdauer benötigt, ist es als Zeitvorgabeverfahren klassifiziert. Der Nachteil des Verfahrens besteht darin, daß infolge des begrenzten Bauraumes bei Fahrzeugen um eine relativ kleine Zahl von Impulsen je Radumdrehung möglich ist und deshalb die vorgegebene Zeitdauer relativ groß wird.

Weiterhin ist aus der DE-OS 2 844 279 eine Einrichtung zur ein Blockieren verhindernden Steuerung der Abbremsung der Räder eines Fahrzeuges bekannt, bei der die Zeitdauer zwischen aufeinanderfolgenden Flanken von der Raddrehzahl proportionaler Impulse ausgezählt wird. Die zur Steuerung benötigten Verzögerungs-, Beschleunigungs- und Schlupfsignale werden in nicht näher bezeichneter Form in einem Rechner ausgewertet. Da die Messung zwischen aufeinanderfolgenden Flanken von der Raddrehzahl proportionaler Impulse erfolgt, ist die Bezugsgröße der Messung ein konstant bleibender Winkel. Das Verfahren ist daher als Wegvorgabeverfahren klassifiziert. Der Nachteil des Verfahrens besteht darin, daß sich infolge eines je Messung konstant bleibenden Winkels die Zeitdauer mit abnehmender Raddrehzahl ständig vergrößert und daß die gemessene Zeitdauer bzw. Impulzzahl umgekehrt proportional der Raddrehzahl ist, so daß zur Berechnung derselben eine zeitaufwendige Division erforderlich wird.

Beiden genannten Verfahren ist als Nachteil gemeinsam, daß erst nach der Übernahme des Zählerstandes in einen Speicher für die weitere Verarbeitung mit einer neuen Messung begonnen werden kann. Damit ist mindestens während der Zeitdauer eines Impulses der der Raddrehzahl proportionalen Impulse keine Messung möglich. Damit vergrößert sich die effektive Zeitdauer der Gesamtmessung.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Anordnung zur Ermittlung von rotatorischen Zustandsgrößen, insbesondere von Drehzustandsgrößen, wie Winkelgeschwindigkeit, Winkelverzögerung bzw. -beschleunigung sowie einer dem Bremschlupf ähnlichen Größe von Fahrzeugrädern, zur Regelung des Bremsdruckes in Antiblockiersystemen zu schaffen, bei dem unter Beibehaltung der Vorteile des Wegvorgabeverfahrens bei großen Drehzahlen die Nachteile bei kleinen Drehzahlen beseitigt werden und mit dem sich im gesamten Bereich der Fahrgeschwindigkeit eine etwa konstante kleine Zeitdauer eines Meßintervalles ergibt. Weiterhin soll erreicht werden, daß nach Abschluß eines Meßintervalles sofort ein neues Meßintervall begonnen werden kann, daß Division bei der Ermittlung der Winkelverzögerung und deren zeitlichen Änderung vermieden und die Wortbreite der Verarbeitung ungeschränkt wird.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen, mit dem die Nachteile bekannter technischer Lösungen vermieden werden und ohne Vergrößerung des Bauaufwandes eine im Gesamtbereich der Rotationsgeschwindigkeit etwa konstant bleibende kleine Zeitdauer der Messung erreicht werden kann. Dies ist von wesentlicher Bedeutung für ein Antiblockiersystem, da die Zeitdauer einer Messung eine Totzeit darstellt, in welcher sich z. B. der Bremsdruck weiter vergrößert, so daß ein Blockieren des Rades trotz eines ausgelösten Eingriffes in das Bremssystem erfolgen kann. Als bekanntes Mittel zur Messung der Radgeschwindigkeit steht eine rotierende Impulsscheibe zur Verfügung, welche in Zusammenarbeit mit einem Meßgrößenaufnehmer und einer Impulsformerstufe eine der Drehzahl des Rades proportionale Impulsfolgefrequenz liefert. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß nach Bremsbeginn mit einem ersten Impuls dieses Meßgrößenaufnehmers eine konstante vorgegebene Zeitdauer beginnt, in welcher die Impulse des Meßgrößenaufnehmers gezählt werden. Am Ende dieser vorgegebenen Zeitdauer beginnt die Zählung von Impulsen einer konstanten hohen Frequenz, welche beim Erscheinen eines erneuten Impulses des Meßgrößenaufnehmers beendet wird. Zu diesem Zeitpunkt beginnt mit einer erneuten konstanten Zeitdauer ein neues Meßintervall sowie die Übernahme der von dem Meßgrößenaufnehmer und der von der hohen Frequenz verursachten Impulsmengen aus den Zählern im Speicher und die darauffolgende Löschung der Zähler. Die Übernahme ist beendet, noch bevor ein erneuter Impuls des Meßgrößenaufnehmers erscheint. Damit erfolgt eine kontinuierliche Messung in aufeinanderfolgenden Meßintervallen. Nach der Übernahme der Impulsmengen aus den Zählern in Speicher steht danach die wesentlich größere restliche Zeitdauer des Meßintervalles zur Durchführung numerischer Operationen zur Verfügung. Dies ist für die Echtzeitverarbeitung von Vorteil. Die aus der Zählung von Impulsen einer hohen Frequenz gewonnene Impulsmenge dient als Adresse für eine Speicherzelle, in welcher eine Korrekturfunktion enthalten ist. Mit Hilfe dieser Korrekturfunktion, der Differenz von Impulsmengen aufeinanderfolgender Meßintervalle und der durch die Zählung von Impulsen des Meßgrößenaufnehmers in einer vorgegebenen konstanten Zeitdauer erhaltenen Impulsmenge wird durch numerische Addition, Subtraktion und/oder Multiplikation die Winkelgeschwindigkeit und ihre zeitliche Änderung erhalten. Durch die Einführung einer Korrekturfunktion wird die sonst erforderliche, sehr zeitaufwendige Division vermieden. Eine dem Bremschlupf ähnliche Größe kann durch die fortwährende Summation der Differenz von Impulsmengen aufeinanderfolgender Meßintervalle, aus der Zählung der Impulse der konstanten, hohen Frequenz herrührend, einfach ermittelt werden. Ein Vergleich der erfindungsgemäßen Lösung bei Wegvorgabeverfahren ein erforderliches Meßintervall von 40 ms, bei dem Wegvorgabeverfahren bei 150 km/h eine Zeitdauer von ebenfalls 2,5 ms, bei 40 km/h eine Zeitdauer von 10 ms und bei 15 km/h sogar eine Zeitdauer von 35 ms. Durch die mit bisher bekannten Meßverfahren nicht erreichbare kleine, nahezu konstante Zeitdauer eines Meßintervalles wird eine wesentliche Verbesserung der Qualität von Antiblockiersystemen erreichbar.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll anhand eines Ausführungsbeispieles näher erläutert werden. Es zeigen

- Fig. 1: Funktionsschema des erfindungsgemäßen Verfahrens
- Fig. 2: Impulssdiagramm
- Fig. 3: Blockschaltbild einer Mikrorechnerkonzeption

Nach Fig. 1 werden mit der Impulsscheibe 6 und dem Meßgrößenaufnehmer 7 der Raddrehzahl proportionale Impulse gewonnen. In einem Impulsformer 8 werden die Impulse so geformt, daß je Vor- und Rückflanke ein schmaler Rechteckimpuls der Frequenz f_1 zur Verfügung steht. Die Zähler 9 und 10 werden, z. B. am Fahrtbeginn durch Einschalten der Zündung, rückgestellt. Der Zähler 11 ist auf einem Zählerstand programmiert, der einer konstanten Zeitdauer T_s entspricht. Zur Zeit t_0 nach Fig. 2 beginnt der Zähler 11 nach Fig. 1 Impulse einer hohen Frequenz f_2 , aus dem Taktgeber 12 kommend, rückwärts zu zählen. Ab der Zeit t_1 zählt der Zähler 9 die aus dem Impulsformer 8 kommenden Impulse der Frequenz f_1 . Zur Zeit t_2 hat der Zähler 11, vorzugsweise eine CTC, den Zählerstand 0 erreicht. An seinem Ausgang ZC/TO nach Fig. 1 wird ein Impuls ausgegeben. Da zu dieser Zeit kein Impuls aus der Frequenz f_1 vorliegt, wird über den Negator 1 und das UND-Gatter 3 des RS-FF 5 gestellt. Damit ist das JND-Gatter 4 so vorbereitet, daß jeder folgende Impuls der Frequenz f_2 durch den Zähler 10 gezählt wird. Zur Zeit t_3 nach Fig. 2 erscheint ein Impuls der Frequenz f_1 , nach Fig. 1 werden über das UND-Gatter 2 das RS-FF 3 zurückgestellt, das UND-Gatter 4 gesperrt und der Zähler 11 rückgestellt. Das Meßintervall 1 nach Fig. 2 ist beendet. Ab dem nächsten Impuls der Frequenz f_2 zählt der Zähler 11 erneut rückwärts. Die Zähler 9 und 10, der Zähler 11 und die Baugruppen 1 bis 5 nach Fig. 1 sind Bestandteil eines Mikrorechners. Durch diesen gesteuert, werden nach Fig. 2 bei einer Zeit t_3 die Impulsmengen Z_1 und Z_2 aus den Zählern 9 und 10 nach Fig. 1 im Speicher überführt. Zur Zeit t_4 wird der Zähler 9 und zur Zeit t_5 der Zähler 10 gelöscht. Damit ist der Zähler 9 noch vor dem Erscheinen eines Impulses der Frequenz f_1 zur Zeit t_6 im neuen Meßintervall 2 arbeitsbereit. Die Zeitdauer t_6 bis t_7 stellt den Mikrorechner für Rechenoperationen und logische Entscheidungen zur Verfügung. Damit ist eine kontinuierliche Messung in zwei

aufeinanderfolgenden Meßintervallen ohne eine zusätzlich erforderliche Zeitdauer zur Übernahme der Zählerstände im Speicher realisiert. Für die Zusammenarbeit der Zähler 9, 10, des Zählers 11 und der Baugruppen 1 bis 5 nach Fig. 1 mit dem Mikrorechner nach Fig. 3 sind die Zeiten t_3 , t_4 und t_5 nach Fig. 2 von Bedeutung. Zur Zeit t_3 muß an die CPU 18 eine Interruptanforderung gehen, um den Inhalt der Zähler 9 und 10 zu übernehmen, diese danach zu löschen und das Programm abzuarbeiten. Das kann durch eine Interruptanforderung geschehen, die nach Fig. 2 zur Zeit t_2 von dem Zähler 11, ausgeführt als CTC, mit INT = 0 erfolgt z. B. durch eine hardwaremäßige Realisierung über RS-FF und Gatter zur Zeit t_3 wirksam wird.

Wird davon ausgegangen, daß das gesamte Programm des Mikrorechners bis zur Zeit t_2 abgearbeitet ist, kann die Übernahme der Zählerstände sehr einfach gesteuert werden. An den Ausgang des RS-FF 5, nach Fig. 1, ist über einen Negator der WAIT-Eingang der CPU 18 nach Fig. 3 angeschlossen. Zur Zeit t_2 nach Fig. 2 liegt damit 0 am WAIT-Eingang, die Programmabarbeitung wird gestoppt und beginnt neu nach dem Umschalten des RS-FF 5 nach Fig. 2, da dann am WAIT-Eingang der CPU L anliegt.

Die prinzipielle Abarbeitung im Mikrorechner geschieht folgendermaßen:

Innerhalb der Zeitdauer t_3 bis t_4 nach Fig. 2 wird die Impulsmenge Z_1 des vorletzten Meßintervalles von einem Speicherplatz a des RAM 16 nach Fig. 3 in einen Speicherplatz b umgeladen, der Speicherplatz a wird mit der Impulsmenge Z_1 des letzten Meßintervalles geladen und der Zähler 9 wird zur Zeit t_4 nach Fig. 2 gelöscht. Innerhalb der Zeitdauer t_4 bis t_5 wird aus einem Speicherplatz c des RAM 16 in einen Speicherplatz d umgeladen, der Speicherplatz c wird mit der Impulsmenge Z_F des letzten Meßintervalles geladen. Die Impulsmenge Z_F , welche auf dem Speicherplatz c enthalten ist, bildet die Adresse für einen Speicherplatz des ROM 17 nach Fig. 3. Auf diesem ist eine korrigierte Impulsmenge Z_{FK} enthalten, welche auf den Speicherplatz c des RAM 16 übernommen wird. Im weiteren Verlauf der Abarbeitung werden Rechenoperationen ausgeführt.

Ab der Zeit t_3 nach Fig. 2 stehen die Impulsmengen Z_1 und Z_F zur Verfügung. Aus ihnen kann die Winkelgeschwindigkeit in der Form

$$\omega = \frac{Z_1}{(Z_F + T_s \cdot f)} \cdot \frac{2\pi \cdot f}{Z}$$

berechnet werden. Dabei ist T_s die konstante Zeitdauer, f die konstante hohe Meßfrequenz f_2 nach Fig. 1 und Z die Gesamtzahl der Impulse des Radsensors. Die Berechnung der Winkelgeschwindigkeit bedarf in diesem Fall einer Division. Diese wird dadurch

vermieden, daß eine Korrekturfunktion $Z_{FK} = f(Z_F)$ ermittelt werden konnte mit $Z_{FK} = \frac{Z_F}{Z_F + T_s \cdot f} \cdot T_s \cdot f$.

Diese Korrekturfunktion wird berechnet und in einen ROM 17 nach Fig. 3 abgelegt. Der Inhalt des durch Z_F adressierten Speicherplatzes ist das zugehörige Z_{FK} .

Durch diese Korrekturfunktion können die Winkelgeschwindigkeit in der Form $\omega \sim Z_1 (T_s \cdot f - Z_{FK})$ und die Winkelverzögerung in der Form $-\dot{\omega} \sim Z_1 (T_s \cdot f - Z_{FK}) Z_{FK}$ berechnet werden. Z_{FK} ist die Differenz der Impulsmengen des letzten und des vorletzten Meßintervalles, die auf den Speicherplätzen c und d des RAM 16 nach Fig. 3 enthalten sind. Das Meßverfahren bietet noch einen zusätzlichen Vorteil: Durch die Summation der Differenz der Impulsmengen Z_{FK} aufeinanderfolgender Meßintervalle wird eine schlupfähnliche Größe, als Pseudoschlupf S_p bezeichnet, gewonnen. Dieser Pseudoschlupf ist der Quotient aus Abnahme der Winkelgeschwindigkeit durch konstante Winkelgeschwindigkeit am Beginn z. B. eines Regelzyklus. Dieser Pseudoschlupf kann in der Form $S_p \sim \Sigma \Delta Z_{FK}$ berechnet werden. Da diese Meßgröße integrierenden Charakter hat, können Störgrößen eliminiert werden. Durch einen Vergleich der die Winkelgeschwindigkeit, deren zeitlicher Ableitung sowie den Pseudoschlupf darstellenden Impulsmengen mit Sollwerten erfolgt über die Ausgabeeinheit 15 nach Fig. 3 und das Stellglied 19 bei Blockiertendenz eine Beeinflussung des Bremsdruckes.

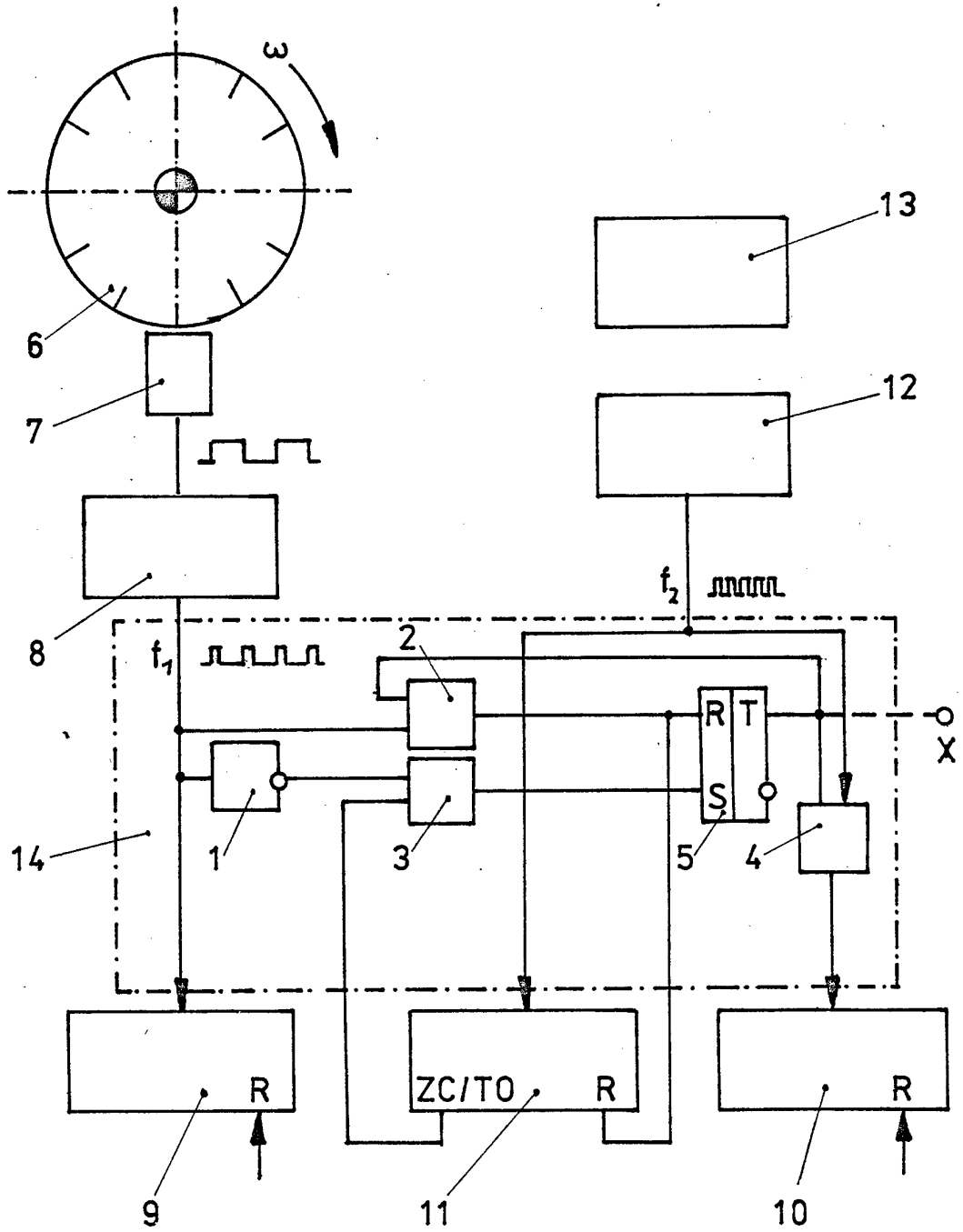


Fig.1

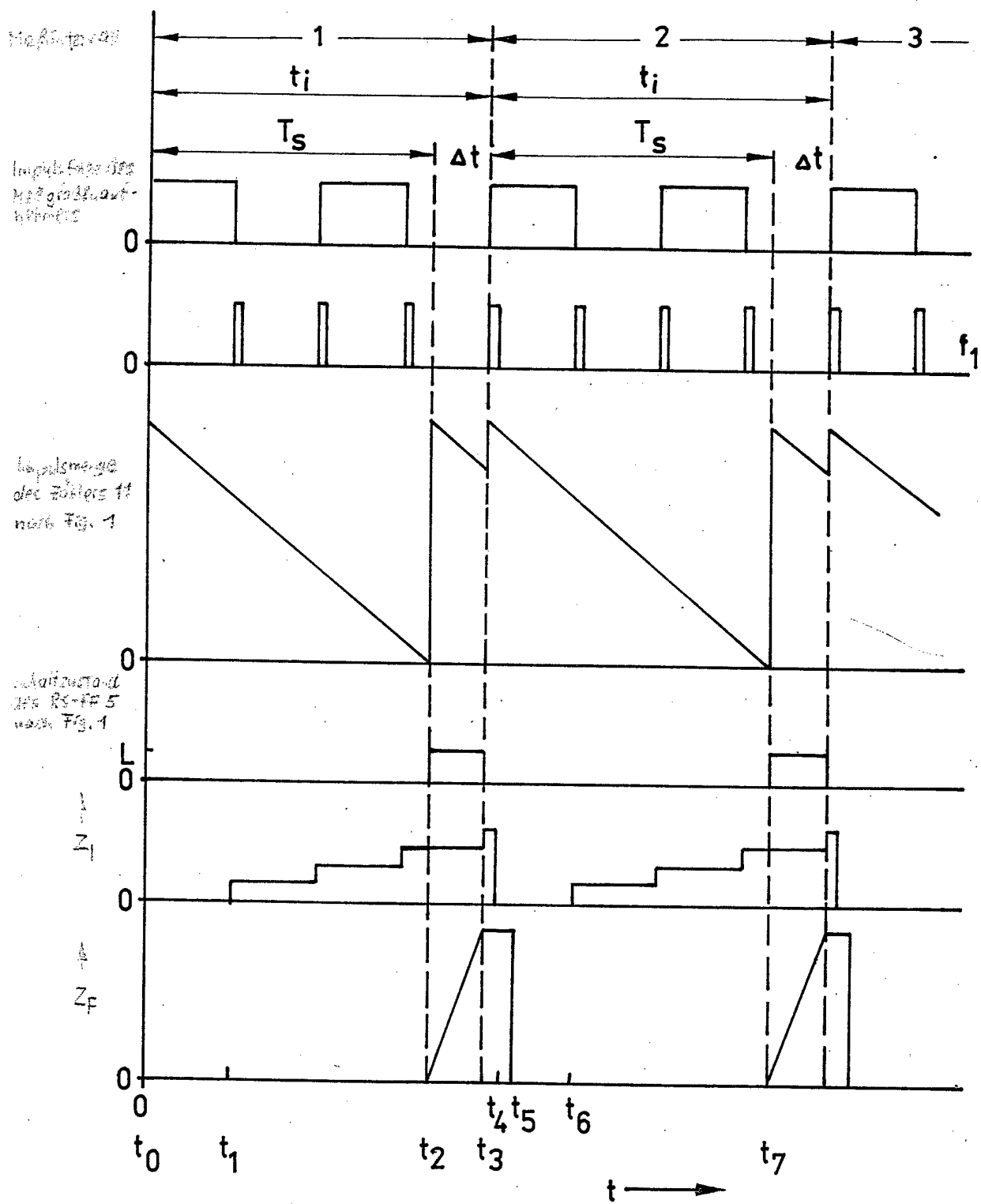


Fig. 2

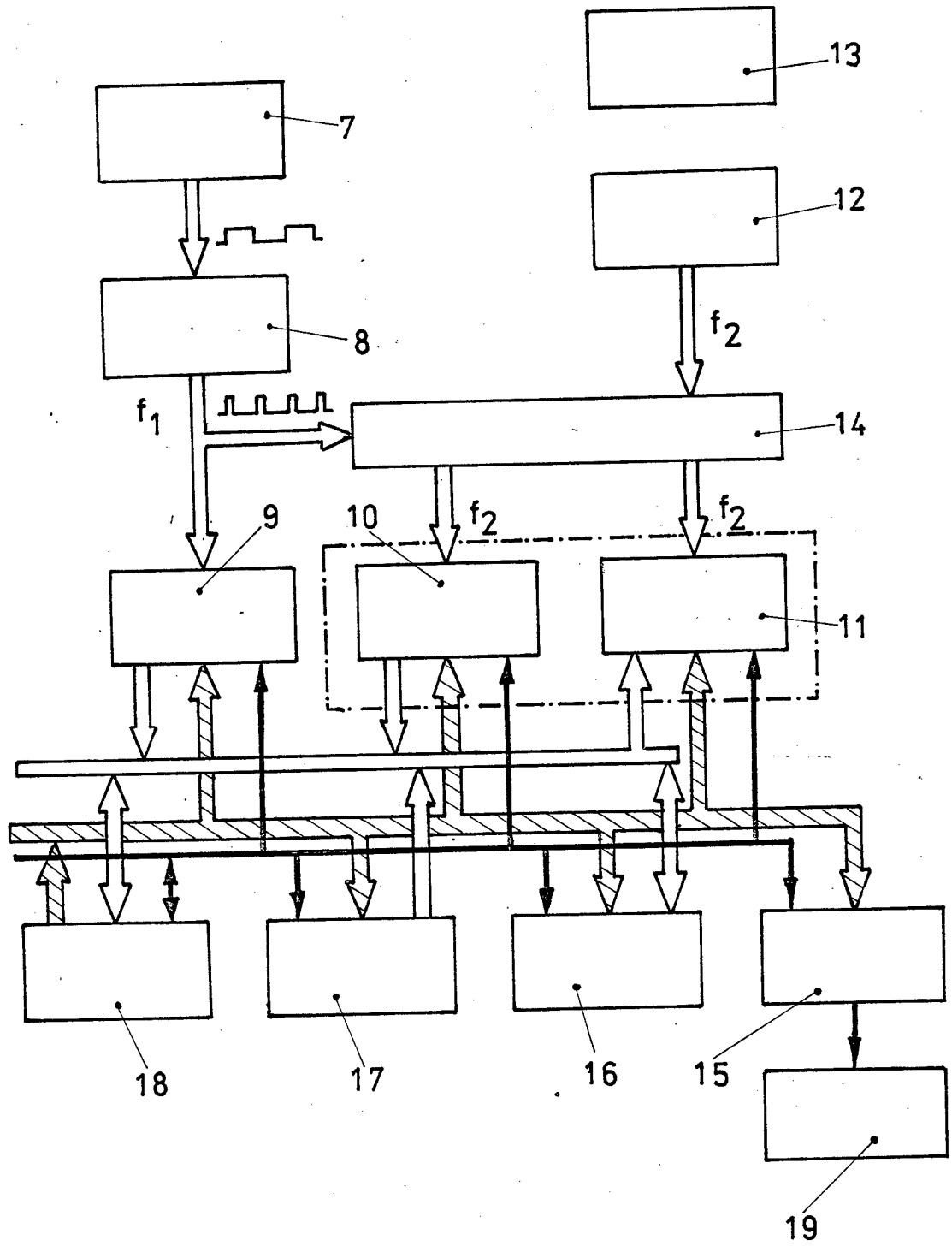


Fig. 3