

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer:

0 289 813
A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21)

Anmeldenummer: 88105741.8

(51)

Int. Cl.4: **B66B 1/16**

(22)

Anmeldetag: 11.04.88

(30)

Priorität: 18.04.87 DE 3713271

(43)

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.11.88 Patentblatt 88/45

(84)

Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

(71)

Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft Berlin und München**
Wittelsbacherplatz 2
D-8000 München 2(DE)

(72)

Erfinder: **Neuffer, Ingemar, Dipl.-Ing.**
Rudelsweierstrasse 49
D-8520 Erlangen(DE)
Erfinder: **Keller, Christian**
Tellstrasse 22
D-8500 Nürnberg(DE)

(54)

Verfahren und Einrichtung zur Wegregelung eines Positionsantriebes.

(57)

Es wird laufend von einem nichtlinearen Wegregler ein erster Beschleunigungssollwert (A1) und parallel dazu von einem nichtlinearen Geschwindigkeitsregler ein zweiter Beschleunigungswert (A2) ermittelt. Mittels eines einfachen, nur diese beiden alternativen Beschleunigungswerte umfassenden Auswahlkriteriums, wird von einer Auswahlschaltung (18) zum Hochlauf der zweite, zur Einleitung der Zielbremsung der erste und zum Einlauf in die Zielposition wieder der zweite alternative Beschleunigungssollwert zum Eingriff gebracht. Änderungen des Fahrtziels und der Geschwindigkeit des Positionsantriebes (PA), insbesondere die Realisierung von Schleichgeschwindigkeiten sind während der Fahrt in praktisch beliebigem Umfange möglich.

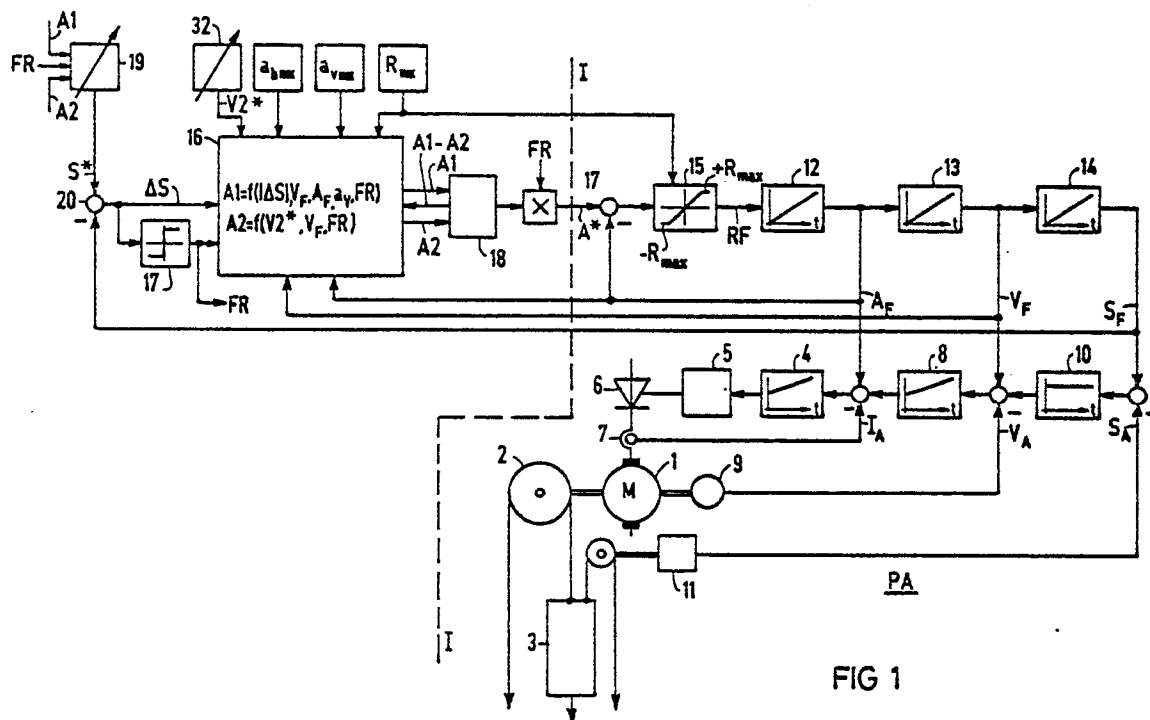


FIG 1

EP 0 289 813 A1

Verfahren und Einrichtung zur Wegregelung eines Positionsantriebes

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur ruck-, beschleunigungs- und geschwindigkeitsbegrenzten Wegregelung eines Positionsantriebes mit unterlagerter Geschwindigkeitsregelung, wobei unter mehrfacher zeitlicher Integration eines Ruckwertes eine Führung des Beschleunigungs-, des Geschwindigkeits- und des Wegsollwertes des Positionsantriebes erfolgt und als Ruckwert die verstärkte Differenz zwischen einem Beschleunigungssollwert und dem Zeitintegral des bezüglich seines maximalen Betrags begrenzten Ruckwertes gebildet wird. Ein derartiges Verfahren ist nach der DE-PS 30 01 778 bekannt. Man kann damit unter Einhaltung und längstmöglicher Ausnutzung der durch die Begrenzungen festgelegten Randbedingungen die gewünschte Position recht schnell erreichen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, das genannte Verfahren mit einfachen Mitteln in Bezug auf ein flexibleres Fahrverhalten zu verbessern. So soll es durch die Erfindung ermöglicht werden, während der Fahrt in beliebiger Weise die Geschwindigkeit neu vorzugeben, was z.B. für die Einhaltung von streckenbedingten Schleichgeschwindigkeiten von Bedeutung ist. Weiterhin soll die Möglichkeit bestehen, während der Fahrt vorgenommene Fahrtzieländerungen zu realisieren.

Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß durch die im kennzeichnenden Teil des Hauptanspruches angegebenen Merkmale.

Die Erfindung samt ihren weiteren Ausgestaltungen, welche in den Unteransprüchen wiedergegeben sind, soll nachstehend anhand der Figuren näher erläutert werden. Dabei zeigen

FIG 1 ein sich auf eine Schachtförderanlage beziehendes Anwendungsbeispiel der Erfindung,

FIG 2a und 2b einen Ablaufplan des erfindungsgemäßen Verfahrens,

FIG 3 bis 6 Hardware-Beispiele zur Realisation einzelner Verfahrensschritte,

FIG 7 die Streckenführung für eine Hängebahn,

FIG 8 bis 10 für das erfindungsgemäße Verfahren typische Fahrdiagramme.

Im Anwendungsbeispiel der FIG 1 besteht der zu regelnde Positionsantrieb PA in einem Elektromotor 1, welcher über eine mit ihm gekoppelte Seilscheibe 2 den Fahrkorb 3 einer Aufzugs- oder Schachtförderanlage bewegt. Der Strom des Elektromotors 1 wird mittels eines Stromreglers 4 geregelt, dessen Ausgangsgröße über einen Steuersatz 5 eine Stromrichteranordnung 6 aussteuert. Der Istwert I_A des Stromreglers 4 wird mittels eines im Ankerstromkreis angeordneten Stromwandlers 7 gewonnen. Dem Stromregler 4 ist ein Geschwindigkeitsregler 8 überlagert, dessen Istwert V_A im Ausgangssignal eines mit dem Elektromotor gekoppelten Tachodynamos 9 besteht. Dem Geschwindigkeitsregler 8 ist ein Wegregler 10 überlagert, wobei dessen Istwert S_A einem Weggeber 11 entnommen wird, welcher mit Impulsen beaufschlagt wird, die durch Drehung einer mit dem Fahrkorb gekoppelten Impulsscheibe erzeugt werden.

Dem aus den Elementen 1 - 11 bestehenden Positionsantrieb PA wird die anzufahrende Sollwertposition in Form eines nach bestimmten Gesichtspunkten geführten Wegsollwertes S_F vorgegeben, zusammen mit ebenfalls geführten Sollwerten V_F und A_F für die unterlagerten Geschwindigkeits- bzw. Stromregler 8 bzw. 4. Die Führungsgrößen A_F , V_F und S_F bestehen in den Ausgangssignalen dreier hintereinander angeordneter Integratoren 12, 13 und 14. Mit S_F wird dem Positionsantrieb PA die anzufahrende Sollwertposition vorgegeben, wobei mit den Sollwerten V_F und A_F für den unterlagerten Geschwindigkeits- bzw. Stromregler 8 bzw. 4 erreicht wird, daß für über einem bestimmten Mindestweg liegende Fahrwege stets einer dieser Werte seinen Maximalwert erreicht. Hierzu wird ein die Zielposition des Fahrkorbs vorschreibender Sollwert S^* mit der Ausgangsgröße S_F des Integrators 14, welche den Wegsollwert für den Positionsantrieb PA bildet, verglichen und mittels einer nichtlinear arbeitenden Regelung mit dem Sollwert S^* zur Deckung gebracht. Unter der Voraussetzung, daß der Fahrkorb 3 den jeweiligen Veränderungen des geführten Wegsollwertes S_F ohne nennenswerten Schleppfehler zu folgen vermag, entspricht nicht nur zu Beginn eines jeden Fahrvorganges sondern auch laufend die Differenz ΔS zwischen dem Zielpositionssollwert S^* und dem vom Integrator 14 ausgegebenen Sollwert S_F dem jeweils noch bis zum Zielpunkt zurückzulegenden Restweg.

Die Führungsgröße A_F wird mittels eines Beschleunigungsregelkreises gebildet, welcher aus dem Integrator 12 und einem Proportionalverstärker 15 mit recht großem Verstärkungsfaktor besteht, dessen Ausgangssignal R_F für beide Polaritäten auf einen maximalen Ruckwert R_{max} begrenzt ist. Das Ausgangssignal A_F des Integrators 12, welches der dem Antrieb vorzugebenden Beschleunigung entspricht, ist auf den Eingang des Verstärkers 15 gegengekoppelt und wirkt gleichzeitig als geführter Korrekturwert für die Beschleunigung auf den Stromregler 4. Die Kombination des Verstärkers 15 und des Integrators 12 stellt praktisch einen Hochlaufregler für den Beschleunigungssollwert A_F dar und gestattet, diesen Wert mit definierter Änderungsgeschwindigkeit dem jeweils vorliegenden Beschleunigungssollwert A^* anzupassen. Mit dieser Methode der indirekten Ruckwertvorgabe erspart man sich eine sonst erforderliche Ermittlung

der jeweiligen Zu- und Abschaltzeitpunkte für die maximalen Ruckwerte.

Die bisher beschriebene, in FIG 1 rechts der Linie I-I dargestellte Einrichtung deckt sich mit dem in der DE-PS 30 01 778 wiedergegebenen Stand der Technik.

Zur erfindungsgemäßen Vorgabe des Beschleunigungssollwertes A^* dient ein Beschleunigungsgeber 16, welchem das Restwegsignal ΔS , der Führungswert V_F für die Geschwindigkeit, der Führungswert A_F für die Beschleunigung, ein beliebig vorgebbarer Geschwindigkeitssollwert $V2^*$, sowie die Begrenzungsparameter $R_{\max}$ für den Ruck, für den maximalen Wert $a_{b\max}$ der Beschleunigung und für den maximalen Wert $a_{v\max}$ der Verzögerung zugeführt sind. Mit einem von der Wegdifferenz ΔS beaufschlagten Grenzwertmelder 17 wird ein Fahrtrichtungssignal FR bereitgestellt, welches für Aufwärts- und Abwärtsfahrt unterschiedliche Polarität aufweist, womit in Verbindung mit Multiplizierern der richtige Wirkungssinn des Beschleunigungsgebers 16 für beide Fahrtrichtungen sichergestellt werden kann.

Im Beschleunigungsgeber 16 werden nun mit dem ihm zugeführten Größen zwei Sollwerte für den Beschleunigungsregelkreis bereitgestellt. Der erste dieser alternativ zur Verfügung gestellte Beschleunigungssollwert $A1$ dient zur zielgerichteten Verminderung der Geschwindigkeit in der Weise, daß der Positionsantrieb unter Wirkung dieses Beschleunigungssollwertes mit einer konstanten Verzögerung der Größe a_v nicht über eine Stelle hinausgelangen würde, welche eine Wegstrecke von $SZ = a_v^3 \cdot (24 R_{\max}^2)^{-1}$ vor der vom Sollwert S^* vorgegebenen Haltestelle liegt. Die Größe $R_{\max}$ bedeutet dabei den maximal zugelassenen Ruckwert.

Mit dem zweiten, vom Beschleunigungsgeber 16 alternativ angebotenen Beschleunigungssollwert $A2$ kann der Positionsantrieb überschwingungsfrei auf vorgebbare Geschwindigkeiten $V2^*$ unter Einhaltung der Begrenzungswerte für die Beschleunigung $a_{b\max}$ bzw. für die Verzögerung $a_{v\max}$ gebracht werden.

Der Grundgedanke des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht nun darin, den Hochlauf und eine sich gegebenenfalls daran anschließende Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit unter Wirkung des zweiten alternativen Beschleunigungswertes $A2$ stattfinden zu lassen, wozu die vorgebbare Geschwindigkeit $V2^*$ beispielsweise auf den Wert $V_{\max}$ gesetzt wird, ab dem Zeitpunkt, ab dem das zielgerichtete Verzögern eintreten soll, den ersten alternativen Beschleunigungssollwert $A1$ zur Wirkung zu bringen und die Regelung im letzten Fahrteil - dem Einlaufen in den Haltepunkt - wieder unter die Kontrolle des zweiten alternativen Beschleunigungssollwertes $A2$ zu bringen. In der Einlaufphase wird der erste alternative Beschleunigungssollwert dann abgelöst, wenn noch ein Weg vom vierfachen Betrag der zuvor erwähnten Wegstrecke SZ zurückzulegen ist, während die Ablösung des zweiten Beschleunigungssollwertes $A2$ zur Zielbremsung durch den ersten Beschleunigungssollwertes $A1$ weg- und geschwindigkeitsabhängig nach den bekannten Gesetzen der Kinematik erfolgen kann. Diese Ablösungen werden von einer Auswahl-schaltung 18 besorgt.

Wesentlich ist, daß nach erfolgtem Start jederzeit der vorgegebene Geschwindigkeitssollwert $V2^*$ zwischen Null und einem maximalen Wert $V_{\max}^*$ verändert werden kann, was für die Einhaltung von technologisch bedingten Schleichstrecken beim Anfahren bzw. beim Einfahren in die Zielposition oder bei streckenbedingtem Geschwindigkeitsbeschränkungen von Bedeutung sein kann. Desgleichen läßt sich auch der Positionssollwert S^* bedarfsweise verändern, d.h. auch hier kann von dem anfänglich geplanten Fahrverlauf während der Fahrt abgewichen werden.

Die Bildung der beiden alternativen Beschleunigungssollwerte $A1$ und $A2$ sowie deren Auswahl bedingt laufend eine Reihe von Rechenoperationen, welche mit der nachfolgend beschriebenen Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens dank einfachster Auswahlkriterien in ihrem Zeitbedarf stark reduziert werden können. In algorithmischer Form läßt sich dieser Verfahrensablauf im Zusammenhang mit FIG 1 wie folgt beschreiben:

$$FR = \text{sign}(\Delta S) \quad \begin{array}{l} FR = 1 \text{ bedeutet Aufwärtsfahrt} \\ FR = -1 \text{ bedeutet Abwärtsfahrt} \end{array} \quad (1)$$

$$a_b := a_b + \text{ASTOP} \cdot \frac{\Delta t}{T} \cdot a_{b\max} \quad \text{wobei} \quad 0 \leq a_b \leq a_{b\max} \quad (2)$$

$$a_v := a_v + \text{ASTOP} \cdot \frac{\Delta t}{T} \cdot a_{v\max} \quad \text{wobei} \quad 0 \leq a_v \leq a_{v\max} \quad (3)$$

$$V1^* = \sqrt{2 \cdot a_v (|\Delta S| + (4 \cdot (FR \cdot A_F + a_v)^3 - a_v^3) \cdot \frac{1}{24 R_{\max}^2})} \quad (4a)$$

$$A1 = \sqrt{(V1^* - FR \cdot V_F) \cdot 2 \cdot R_{\max}} - a_v \quad (4b)$$

$$\text{wenn} \quad A1 < 0 \quad \text{dann} \quad V2^* = 0 \quad (5)$$

$$A2 = \text{sign}(V2^* - FR \cdot V_F) \cdot \sqrt{|V2^* - FR \cdot V_F| \cdot 2 \cdot R_{\max}} \quad \text{wobei} \quad -a_v \leq A2 \leq a_b \quad (6)$$

$$\text{wenn} \quad \text{sign}(A1) \cdot (A1 - A2) \leq 0 \quad \text{dann} \quad A^* = A1 \cdot FR \quad (7a)$$

$$\text{sign}(A1) \cdot (A1 - A2) > 0 \quad \text{dann} \quad A^* = A2 \cdot FR \quad (7b)$$

$$\text{wenn} \quad A1 - A2 < 0 \quad \text{dann} \quad \text{ASTOP} = 0 \quad (8a)$$

$$A1 - A2 \geq 0 \quad \text{dann} \quad \text{ASTOP} = 1 \quad (8b)$$

55 Demnach wird aus der Differenz ΔS zwischen dem von dem Sollwertgeber 19 gelieferten Sollwert S^* und dem geführten Sollwert S_F des Positionsantriebes PA, welche dem Beschleunigungsgeber 16 zugeführt ist, mittels des Grenzwertmelders 17 entsprechend Gleichung (1) das Fahrtrichtungssignal FR gebildet, wobei dieses ein positives Signal der Größe 1 bei Aufwärtsfahrt und ein gleichgroßes Signal von negativer

Polarität bei Abwärtsfahrt ist. Solange ein bei Startbeginn auf den Wert 1 gesetztes Signal ASTOP diesen Wert beibehält, werden entsprechend den Gleichungen (2) und (3) Begrenzungswerte für die Beschleunigung a_b und für die Verzögerung a_v von ihrem ebenfalls bei Startbeginn festgelegten Wert Null in im sehr kleinen zeitlichen Abstand Δt aufeinanderfolgenden Schritten praktisch zeitlinear erhöht, wobei
 5 diese Erhöhungen solange fortgesetzt werden, bis entweder die Begrenzungswerte ihre maximal zugelassenen, konstanten Werte a_{bmax} bzw. a_{vmax} erreicht haben oder das zuvor erwähnte Signal ASTOP verschwindet, d.h. zu Null wird, woraufhin die Begrenzungswerte ihre bis dahin erreichten Werte beibehalten. Entsprechend der Gleichung (4a) wird aus dem Betrag des Restweges ΔS , dem geführten Geschwindigkeitssollwert V_F , dem geführten Beschleunigungssollwert A_F , dem jeweils erreichten Begrenzungswert a_v für die Verzögerung und dem Fahrtrichtungssignal FR unter Einbeziehung des Begrenzungswertes
 10 R_{max} für den Ruck ein Sollwert $V1^*$ und damit gemäß Gleichung (4b) der erste alternative Beschleunigungssollwert $A1$ ermittelt. Vergegenwärtigt man sich, daß die Größe ΔS sich als Differenz zwischen einem Wegsollwert S^* und einem praktisch dem Wegistwert S_A entsprechenden Wert darstellt, so beschreibt die Gleichung (4a) einen speziellen, nichtlinearen, eine Wegdifferenz verarbeitenden Wegregler, dessen Ausgangsgröße $V1^*$ den Sollwert für einen ihm unterlagerten, ebenfalls nichtlinearen Geschwindigkeitsregler - Gleichung (4b) - bildet, welchem als Istwert der geführte Geschwindigkeitssollwert V_F und als Vorsteuergröße der Beschleunigungsbegrenzungswert a_v zugeführt ist.

Entsprechend Gleichung (6) wird der zweite alternative Beschleunigungssollwert $A2$ ermittelt, wobei dafür gesorgt ist, daß dieser die Begrenzungen für die Verzögerung a_v und für die Beschleunigung a_b nicht
 20 überschreitet. Hinter der Gleichung (6) verbirgt sich wiederum ein nichtlinearer Regler, welcher die Differenz zwischen einem Geschwindigkeitssollwert $V2^*$ und einem Istwert in Form des geführten Geschwindigkeitswertes V_F verarbeitet. Bei Fahrtbeginn wird der Geschwindigkeitssollwert $V2^*$ auf einen beliebig bis zu V_{max} vorgebbaren Wert gesetzt, welcher die vom Positionsantrieb anzufahrende Geschwindigkeit bedeutet. Wenn der erste alternative Beschleunigungssollwert $A1$ negativ wird, was in der auf
 25 den Hochlauf erfolgenden Bremsphase der Fall ist, wird der Geschwindigkeitssollwert $V2^*$ entsprechend Gleichung (5) auf den Wert Null gesetzt.

Die Auswahl, welcher von den beiden alternativen Beschleunigungssollwertes $A1$ bzw. $A2$ als Sollwert A^* für den aus dem Verstärker 15 und dem Integrator 12 bestehenden Beschleunigungsregelkreis wirksam wird, erfolgt in der Auswahleinrichtung 18 jeweils entsprechend den Bedingungs-gleichungen (7a) und (7b) in
 30 Abhängigkeit von der mit dem Vorzeichen des ersten alternativen Beschleunigungswertes - gebildet durch die Signumfunktion - bewerteten Differenz $A1 - A2$ der beiden alternativen Beschleunigungswerte. Wesentlich ist, daß zur Bildung dieses einfachen Auswahlkriteriums die beiden alternativen Beschleunigungssollwerte $A1$ und $A2$ genügen und keine Weg-oder Geschwindigkeitsüberwachungen erforderlich sind.

Entsprechend den Gleichungen (1) bis (7) wird also zu Fahrtbeginn, d.h. beim Hochfahren der zweite alternative Beschleunigungswert $A2$ wirksam, zu Beginn der zielgerichteten Abbremsphase übernimmt der erste alternative Beschleunigungssollwert $A1$ dann die Regelung und zum Schluß erfolgt das Einlaufen in die vorgesehene Zielposition überschwingungsfrei entsprechend Gleichung (6) mit $V2^* = 0$ wieder unter dem Einfluß des zweiten alternativen Beschleunigungssollwertes $A2$.

Die Gleichungen (8a) und (8b) geben die Bedingungen wieder, bei denen der zeitlineare Aufbau der Begrenzungswerte für die Beschleunigung a_b und für die Verzögerung a_v abgebrochen wird. Dieser Abbruch ist von Bedeutung für die Realisierung von kleinen Fahrwegen. Damit braucht nicht mehr unterschieden zu werden zwischen großen und kleinen Wegen sondern es kann immer eine einheitliche Fahrstrategie angewendet werden.

Bei der Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens mittels eines Digitalrechners würde eine laufende Ermittlung der beiden alternativen Beschleunigungswerte samt der Entscheidung, welcher jeweils zum Einsatz gelangen soll, in der Reihenfolge der Gleichungen (1) bis (8b) erfolgen, woran sich, ausgehend von dem jeweils zur Wirkung gebrachten alternativen Beschleunigungssollwert, die Bereitstellung der einzelnen, dem Positionsantrieb PA zur Verfügung zu stellenden geführten Sollwerte A_F , V_F und S_F für Beschleunigung, Geschwindigkeit bzw. Weg anschließen würde. Daraufhin würde wieder ein neuer Rechenzyklus zur Abarbeitung der Gleichungen (1) - (8b) sowie Bereitstellung eines neuen Satzes von geführten Sollwerten erfolgen. Die Rechenzykluszeit T kann bei den Verarbeitungsgeschwindigkeiten heutiger Mikroprozessoren recht klein, z.B. zu 5 msec gewählt werden, so daß sich trotz Einsatz eines nur schrittweise arbeitenden Rechners eine quasistetige Positionsregelung ergibt.

Der Ablaufplan entsprechend den FIG 2a und 2b zeigt die Auflösung des algorithmisch beschriebenen Verfahrens in seine einzelnen Schritte. In den rechteckförmigen Funktionsblöcken ist der Zustand der betreffenden Größen angegeben, welcher sich als Folge der Zustände ergibt, welche durch die jeweils vorgeordneten Funktionsblöcke beschrieben sind. Die rautenförmigen Funktionsblöcke repräsentieren eine

Weichenfunktion im Ablauf des Verfahrens, in dem dieses bei Erfüllung der in diesem Funktionsblock angegebenen Bedingung, d.h. Bejahung der Frage, gemäß dem mit "ja" bezeichneten Weg verläuft, während im anderen Falle der mit "nein" bezeichnete Weg eingeschlagen wird. Die neben den Funktionsblöcken angegebenen Bezugszeichen weisen auf die gleichbezeichneten Elemente der FIG 1 hin.

- 5 Beginnend mit dem Start wird zunächst das Signal ASTOP auf den Wert 1 gesetzt. Mit dem der vorgesehenen Haltestelle entsprechenden Wegsollwert S^* und mit dem dem Wegistwert S_A des Positionsantriebes PA entsprechenden Wert S_F wird die dem Fahr- oder Restweg entsprechende Wegregelabweichung ΔS und daraus die Polarität des Fahrtrichtungssignals FR gebildet. Daran schließt sich die zeitlineare Erhöhung der Begrenzungswerte für die Beschleunigung a_b und a_v für die Verzögerung - mit jeweils
- 10 darauffolgender Prüfung, ob die Endwerte a_{bmax} bzw. a_{vmax} erreicht sind. Es folgt die Berechnung der beiden alternativen Beschleunigungssollwerte A1 und A2 entsprechend den Gleichungen (4) - (6) und der zweite alternative Beschleunigungssollwert A2 wird daraufhin geprüft, ob er sich innerhalb der Begrenzungswerte für die Beschleunigung a_b bzw. für die Verzögerung a_v befindet. Weiterhin wird geprüft, ob es im nächsten Rechenzyklus bei dem bisherigen Wert des Signals ASTOP verbleiben kann, d.h. ob die
- 15 zeitlineare Erhöhung dieser Werte abgebrochen werden soll für den Fall, daß A1 kleiner geworden ist als A2. Damit sind die dem Beschleunigungsgeber 16 zuzuordnenden Funktionen behandelt.

- Es folgt nun die Auswahl des zur Verwendung kommenden Beschleunigungssollwertes, eine Funktion, welche im Übersichtsbild der FIG 1 dort der Auswahlhaltung 18 zukommt und mit den Gleichungen (7a, b) beschrieben ist. Mit der auf den ersten alternativen Beschleunigungssollwert A1 angewendeten Signumfunktion wird eine Größe $sign(A1)$ gebildet, welche bei positiver Polarität von A1 den Wert +1 und bei negativer Polarität die Größe -1 aufweist. Die Größe B stellt somit die mit der Polarität des ersten alternativen Beschleunigungssollwertes bewertete Differenz zwischen erstem und zweitem alternativen Beschleunigungssollwert dar. Je nachdem, ob diese Größe B größer oder kleiner als Null ist, wird entweder
- 20 der erste oder der zweite alternative Beschleunigungssollwert als Sollwert A^* des Beschleunigungsregelkreises zur Wirkung gebracht.

- An die Auswahl des zur Verwendung kommenden Beschleunigungssollwertes A^* schließt sich dessen Verarbeitung im Eingangskreis des aus dem Verstärker 15 und dem Integrator 12 (FIG 1) bestehenden Beschleunigungsregelkreises an. C15 ist dabei die recht große Verstärkungskonstante des Proportionalverstärkers 15, wobei der sich ergebende Wert R_F des geführten Ruckwertes gegebenenfalls auf den maximalen
- 25 Ruckwert R_{max} begrenzt wird.

- Der sich danach ergebende Wert des geführten Ruckes R_F wird dann zeitlich hintereinander dreimal integriert und die Zwischenwerte des geführten Beschleunigungssollwertes A_F , des geführten Geschwindigkeitssollwertes V_F und des geführten Wegsollwertes S_F dem Positionsantrieb PA zugeführt. Den Abschluß eines Rechenzyklusses bildet die Abfrage, ob die Wegdifferenz ΔS zu Null geworden, d.h. der
- 35 vorgegebene Haltepunkt erreicht worden ist und im Falle der Verneinung dieser Frage, d.h. bei Nichtverschwinden der Wegdifferenz beginnt ein neuer Rechenzyklus mit dem zuletzt ermittelten Wert des geführten Wegsollwertes S_F .

- Mit einem nach diesem Ablaufplan programmierten Digitalrechner lassen sich die Funktionen der Elemente 12 - 20 der FIG 1 realisieren. Beim heutigen Stand der Technik bietet es sich an, auch die
- 40 Regelkreiselemente 4, 5 sowie 8 bis 11 mit einer entsprechenden Programmerweiterung ebenfalls mittels Software nachzubilden. Trotzdem kann es im Einzelfall zweckmäßig sein, zumindest Teilabschnitte des erfindungsgemäßen Verfahrens mittels diskreter, insbesondere analoger Bauelemente zu realisieren.

- FIG 3 zeigt ein Beispiel mit diskreten Bauelementen in Hybridtechnik, d.h. es sind sowohl analog als auch digital arbeitende Bauelemente vorhanden. Dargestellt ist der Teil der Anlage gemäß FIG 3, welcher
- 45 sich dort links der Linie I-I befindet. Die verwendeten Schalter, welche vorzugsweise in elektronischen Schaltgliedern, z.B. FET-Transistoren, bestehen, sind, falls nicht anders vermerkt, jeweils in ihrer unbetätigten Stellung dargestellt, wobei vorausgesetzt ist, daß sie mit einem digitalen H-(High)-Signal von positiver Polarität betätigbar sind.

- In dem Mischglied 20 wird die Differenz zwischen einem beliebig vorgebbaren Sollwert S^* , welcher der vorgesehenen Haltestelle entspricht und dem geführten Wegsollwert S_F , welcher praktisch der momentanen Position des Fahrkorbs 3 entspricht, gebildet und einem im Beschleunigungsgeber 16 vorgesehenen Betragsbildner 21 sowie dem Fahrtrichtungsmelder 17 zugeführt. Der Fahrtrichtungsmelder 17 besteht aus einer an sich bekannten elektronischen Komparatorschaltung, welche bei positivem Eingangssignal, d.h. bei Aufwärtsfahrt, ein konstantes Gleichspannungssignal vom Wert +1 abgibt und bei negativem Eingangssi-
- 50 gnal, d.h. bei Abwärtsfahrt ein konstantes Signal der Größe -1 abgibt. Mit diesem Fahrtrichtungssignal FR wird der richtige Wirkungssinn der erfindungsgemäßen Regeleinrichtung für beide Fahrtrichtungen sichergestellt. Das in dem Betrag des Restweges ΔS bestehende Ausgangssignal des Betragsbildners 21 wird einem Funktionsgenerator 22 zugeführt, welcher zusammen mit dem Fahrtrichtungssignal, einem Be-
- 55

schleunigungsbegrenzungswert a_v , dem geführten Beschleunigungssollwert A_F und dem maximalen Ruckwert $R_{\max}$ eine Funktion bildet, welche dem Radikanden, d.h. dem unter dem Wurzelzeichen der Gleichung (4a) stehenden Ausdruck entspricht. Eine derartige Funktion kann mit den üblichen Bauelementen der Analogrechenstechnik wie Multiplizierer, Verstärker und Mischglieder ohne weiteres realisiert werden. Das
 5 Ausgangssignal dieses Funktionsgenerators wird einem radizierenden Funktionsgenerator 23 zugeführt, von dessen Ausgangssignal in einem Mischglied 24 ein dem geführten Geschwindigkeitssollwert V_F entsprechender Wert subtrahiert wird. Der dem maximalen Ruck entsprechende Wert $R_{\max}$ wird in einem weiteren Mischglied 28 verdoppelt und mittels eines Multiplizierers 25 mit dem Ausgangssignal des Mischgliedes 24 multipliziert. Die Ausgangsgröße des Multiplizierers 25 wird in einem weiteren radizierenden Funktionsgene-
 10 rator 26 verarbeitet und dessen Ausgangsgröße ergibt - in einem Mischglied 27 vermindert um den Beschleunigungsbegrenzungswert a_v - den ersten alternativen Beschleunigungssollwert $A1$ entsprechend Gleichung (4b). Aus der Anordnung der Elemente 20 bis 23 ergibt sich sinnfällig die Struktur eines nichtlinearen Wegreglers, dessen Ausgangsgröße $V1^*$ den Sollwert für einen ihm unterlagerten ebenfalls nichtlinearen Geschwindigkeitsregler 26 bildet, wobei für den Fall, daß der erste Beschleunigungssollwert $A1$ über die
 15 Auswahlhaltung 18 wirksam ist, diesem nichtlinearen Geschwindigkeitsregler 26 noch der Beschleunigungsregler mit dem Sollwert A^* unterlagert wird, wie ein Vergleich mit der Anordnung gemäß FIG 1 zeigt.

Der zweite alternative Beschleunigungssollwert $A2$ entsteht als Ausgangssignal eines weiteren radizierenden Funktionsgenerators 29, dessen Eingangssignal in der mittels eines Multiplizierers 30 um den Faktor
 20 $2 \cdot R_{\max}$ vervielfachten Differenz zwischen einem beliebig vorgebbaren Geschwindigkeitswert $V2^*$ und dem geführten Sollwert V_F besteht. Die Ausgangsgröße des radizierenden Funktionsgenerators 29 ist dabei für positive Polarität auf den Beschleunigungsbegrenzungswert a_b und für negative Polarität auf den Verzögerungsbegrenzungswert a_v beschränkt. In der dargestellten Stellung des Schalters 31 wird dieser vorgebbare Geschwindigkeitswert $V2^*$ von einem geeigneten Sollwertgeber 32 bezogen, welcher einfach mittels eines
 25 an einer konstanten Spannung liegenden Potentiometers realisiert werden könnte. Für den Fall, daß der erste alternative Beschleunigungswert $A1$ größer als Null ist, nimmt der Schalter 31 die dargestellte Stellung ein, während für den Fall, daß der erste alternative Beschleunigungssollwert kleiner als Null wird, der Schalter 31 betätigt wird, so daß als Geschwindigkeitswert $V2^*$ der Wert Null vorgegeben ist. Wie in Verbindung mit FIG 1 wiederum deutlich wird, steht für den Fall, daß von der Auswahlhaltung 18 der
 30 zweite alternative Beschleunigungssollwert $A2$ ausgewählt wird, der Positionsantrieb unter der Wirkung eines mittels des Funktionsgebers 29 realisierten nichtlinearen Geschwindigkeitsreglers, dessen Sollwert in dem Geschwindigkeitswert $V2^*$ besteht. Dieser kann während der Fahrt beliebig durch entsprechende Betätigung des Sollwertgebers 32 verändert werden, er wird aber in dem Moment, in dem vom im Eingriff befindlichen ersten alternativen Beschleunigungssollwert $A1$ eine negative Beschleunigung, d.h. eine
 35 Verzögerung gefordert wird, durch Betätigung des Schalters 31 vom Ausgangssignal eines Grenzwertmelders 33 auf den Wert Null gesetzt. Damit wird der zweite alternative Beschleunigungswert vorbereitet, in der später stattfindenden Schlußphase des Einlaufes die Führung zu übernehmen.

Die Auswahlhaltung 18 trifft nun entsprechend den bei den Gleichungen (7a) und (7b) angegebenen Bedingungen die Entscheidung darüber, welcher der beiden zur Verfügung gestellten alternativen Beschleunigungssollwerten $A1$ bzw. $A2$ zum Eingriff auf den Beschleunigungsregelkreis kommt. Unter ande-
 40 rem muß hierzu die Differenz zwischen erstem und zweitem Beschleunigungswert gebildet werden. Dieses Differenzsignal $A1 - A2$ wird nun auch dazu verwendet, um über einen Grenzwertmelder 34 das Signal $ASTOP$ ausgeben zu lassen, mit welchem der bei Start begonnene Hochlauf zweier die Beschleunigungsbegrenzungen a_b und a_v liefernden Integratoren 35 und 36 unterbrochen wird. Beim Start ist
 45 $a_b = a_v = 0$ und demzufolge entsprechend den Gleichungen (4b) und (6) der erste alternative Beschleunigungswert größer als der zweite alternative Beschleunigungswert. Das Signal $ASTOP$ ist daher ein H-Signal, mit welchem der Schalter 37 betätigt, d.h. in seine geschlossene Stellung gebracht wird. Da das Ausgangssignal der Grenzwertmelder 38a und 38b beim Start ebenfalls H-Signal aufweist, sind auch die Schalter 39 und 40 betätigt und die Ausgangssignale der Integratoren 35 und 36 beginnen sich ausgehend
 50 vom Wert Null zeitlinear zu erhöhen, wobei diese Veränderung solange anhält, bis entweder die Ausgangssignale a_b und a_v die vorgegebenen Maximalwerte $a_{b\max}$ bzw. $a_{v\max}$ erreichen oder vorher das Signal $ASTOP$ zu Null geworden ist. In beiden Fällen wird die Verbindung zwischen der mit $R_{\max}$ bezeichneten Spannungsquelle und den Eingängen der Integratoren 35 bzw. 36 durch Öffnen eines der Schalter 37 bzw. 39 oder 40 unterbrochen.

FIG 4 zeigt eine vorteilhafte Ausführungsform des Funktionsgenerators 29 mit seinen durch die Begrenzungswerte a_b und a_v festgelegten Aussteuergrenzen. Er muß zur Verarbeitung von Eingangssignalen e beiderlei Polarität geeignet sein muß. Zur Verwendung kommt jedoch in der Anordnung nach FIG 4 ein demgegenüber einfacher aufgebauter, radizierender Funktionsgenerator 41, der nur aus einer positiven

Eingangsgröße deren Quadratwurzel zu bilden hat. Dessen Eingang ist mit dem Ausgang eines Betragsbildners 42 verbunden, der von der Eingangsgröße e beaufschlagt wird, welche beiderlei Polaritäten aufweisen kann und die auch einem Komparator 43 zugeführt ist, welcher dann ein Signal der Größe $+1$ abgibt, wenn die Eingangsgröße eine positive Polarität aufweist und ein Signal der Größe -1 abgibt, wenn die Eingangsgröße e von negativer Polarität ist. Insoweit gleicht dieser als Polaritätsgeber wirkende Komparator 43 in seiner Funktion dem Fahrtrichtungsgeber 17. Über einen Grenzwertmelder 44 vermag das Ausgangssignal des Polaritätsgebers die Betätigung eines Schalters 47 zu bewirken, mit welchem ein dem Begrenzungswert für die Beschleunigung a_b entsprechendes Signal auf den Eingang einer Minimumschaltung 45 durchgeschaltet wird, während bei negativem Eingangssignal e das Ausgangssignal des Grenzwertmelders 44 den Wert Null aufweist und den Schalter 47 in die dargestellte Stellung bringt, in welcher der Begrenzungswert für die Verzögerung a_v an den Eingang der Minimumschaltung 45 gelangt. Der andere Eingang der Minimumschaltung 45 ist mit dem Ausgang des radifizierenden Funktionsgenerators 41 verbunden. Die Minimumschaltung läßt jeweils von ihren beiden stets positiven Eingangssignalen jeweils das kleinere durch, welches dann in einem Multiplizierer 46 mit dem Ausgangssignal des Polaritätsgebers 43 verknüpft wird, womit erreicht wird, daß das Ausgangssignal A2 stets dieselbe Polarität wie das Eingangssignal e bekommt. Mit der in FIG 4 dargestellten Einrichtung läßt sich also die im Blocksymbol 29 der FIG 3 dargestellte, im ersten und dritten Quadranten verlaufende Wurzelfunktion realisieren, obwohl nur ein einfacher Funktionsgenerator für den ersten Quadranten Verwendung findet.

FIG 5 zeigt eine Realisierung der Auswahlhaltung 18 für die zwei alternativ bereitgestellten Beschleunigungssollwerte A1 und A2. Die Auswahlfunktion, wie sie in den Gleichungen (7a) und (7b) definiert ist, würde bei ihrer unmittelbaren Umsetzung in diskrete Bauelemente die Verwendung von Polaritätsgebern für die Signumfunktion und Multiplizierer zur Verknüpfung mit der Differenz $A1 - A2$ erfordern. Gemäß FIG 5 gelingt jedoch die Realisierung dieser Auswahlfunktion unter Vermeidung von Multiplizierern mit vergleichsweise einfacheren Bauelementen. Die Auswahl zwischen den beiden alternativ bereitgestellten Beschleunigungssollwerten A1 und A2 wird vom Ausgangssignal eines Exklusiv-ODER-Gatters 48 bewirkt. Führt der Ausgang des Exklusiv-ODER-Gatters 48 ein H-(High)-Signal, dann wird der Schalter 49 betätigt, so daß der zuvor wirksame alternative Beschleunigungssollwert A2 abgelöst wird und nunmehr der alternative Beschleunigungssollwert A1 als Beschleunigungssollwert A^* zur Wirkung gelangt. Führt der Ausgang des Exklusiv-ODER-Gatters 48 dagegen ein L-(Low)-Signal, dann befindet sich der Schalter 49 in der in FIG 5 dargestellten Stellung. Die Eingänge des Exklusiv-ODER-Gatters sind mit den Ausgängen zweier Grenzwertmelder 50 und 51 verbunden, von denen der Grenzwertmelder 51 vom alternativen Beschleunigungssollwert A1 beaufschlagt wird und dann ein H-Signal führt, wenn der alternative Beschleunigungssollwert A1 von positiver Polarität ist. Gleiches gilt für den Grenzwertmelder 51 bezüglich der Polarität seines in der Differenz zwischen erstem und zweitem alternativen Beschleunigungssollwert bestehenden Eingangssignals, welches in einem Mischglied 52 gebildet wird. Ein H-Signal entsteht am Ausgang des Grenzwertmelders 51 also nur dann, wenn die genannte Differenz $A1 - A2$ von positiver Polarität ist, d.h. wenn A1 größer ist als A2. Ein Exklusiv-ODER-Gatter führt an seinem Ausgang nur dann ein H-Signal, wenn seine beiden Eingänge unterschiedliche Signale führen. Unter Beachtung dieser Wirkungsweise läßt sich zeigen, daß die in FIG 5 dargestellte Anordnung genau die in den Gleichungen (7a) und (7b) wiedergegebene Auswahlfunktion durchführt.

Große Anforderungen an die Flexibilität des Fahrprogrammes werden insbesondere bei Personenbeförderungsanlagen gestellt, wenn noch nach Fahrtantritt entstehende individuelle Wünsche der Fahrgäste berücksichtigt werden sollen. Dies läßt sich mit einer Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens erreichen, welche darin besteht, daß auch bei weiterliegenden Fahrtzielen zunächst immer ein Wegsollwert vorgegeben wird, welcher der nächstgelegenen Haltestelle entspricht und dann jeweils kurz bevor der erste alternative Beschleunigungssollwert zum zielgerichteten Stillsetzen an dieser Haltestelle eingreifen würde, abgeprüft wird, ob wirklich auch dort angehalten werden soll, d.h. ob nicht mangels eines bis dahin geäußerten Haltewunsches statt dessen ein weiter abliegender Haltepunkt angefahren werden soll. In diesem Fall würde der Wegsollwert um einen Wert erhöht werden, welcher der nunmehr nächsten Haltestelle entspricht. Es wird also der Wegsollwert bedarfsweise in den einzelnen möglichen Haltestellen solange vergrößert, bis er dem gewünschten Ziel entspricht. Diese inkrementellen Sollwerterhöhungen wirken sich nicht im Fahrverlauf aus; dieser ist derselbe als wenn der gewünschte Sollwert gleich zu Anfang vorgegeben worden wäre. Besondere Bedeutung kommt dieser stufenweisen Erhöhung des Wegsollwertes bei führerlosen Traktionsantrieben, z.B. Hängebahnen zu. Hier könnten als mögliche, vom Positionsantrieb anzufahrende Haltestellen zusätzlich kollisionssträchtige Abschnitte wie Weichen oder Kreuzungen vorgesehen werden, so daß die Anlage regelmäßig dazu vorbereitet wird, vor diesen Gefahrenstellen anzuhalten und nur für den Fall, daß ein Unbedenklichkeitssignal für dieser Gefahrenstelle vorliegt, ohne Halt und Verzögerung weiterzufahren.

FIG 6 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Weggebers 19 für den Wegsollwert S^* , mit dem eine solche stufige Sollwertveränderung unter Einflußnahme der beiden alternativen Beschleunigungssollwerte A1 und A2 vorgenommen werden kann. Das Ausführungsbeispiel soll sich auf eine Personenbeförderungsanlage mit fünf Haltepunkten, beispielsweise fünf Stockwerke beziehen. Es sind demzufolge fünf Sollwertquellen S1 bis S5 vorgesehen, deren Potentiale mittels von den einzelnen Stufen eines Schieberegisters 53 betätigbaren Schaltern P1 bis P5 nacheinander als Sollwert S^* ausgegeben werden können. Ein Schieberegister ist eine Einrichtung, bei welcher der Signalzustand einer Zelle jeweils nach Eintreffen eines Signals am Eingang CL an die Nachbarzelle weitergegeben - weitergeschoben - wird. In dem in FIG 6 dargestellten Beispiel befindet sich das Schieberegister 53 gerade in dem Zustand, in welchem seine linksäußerste Zelle als Ausgangssignal H-Signal führt und damit den ihr zugeordneten Schalter p1 betätigt hat. Am Ausgang erscheint demzufolge als Sollwert S^* der Wert S1, welcher dem untersten Stockwerk entsprechen würde. Für eine Aufwärtsfahrt ist das Fahrtrichtungssignal FR ein H-Signal, so daß die nächste am Eingang CL eintreffende positive Impulsflanke, d.h. ein Wechsel von L-auf H-Signal, das H-Signal der linksäußersten Zelle des Schieberegisters 53 um eine Zelle nach rechts wandern läßt, womit der Schalter P2 geschlossen wird, während der Schalter P1 sich öffnet. Auf jede derartige, am Eingang CL eintreffende Impulsflanke wandert also das H-Signal eine Zelle weiter nach rechts, so daß die Sollwerte S1 bis S5 nacheinander als aktueller Sollwert S^* ausgegeben werden. Wenn bei Abwärtsfahrt dagegen das Fahrtrichtungssignal den Wert -1 aufweist, ist das Schieberegister 53 so eingerichtet, daß das H-Signal der einzelnen Zelle jeweils an die linke Nachbarzelle weitergegeben wird. Derartige, die Information wahlweise nach rechts oder links - schiebende Register sind an sich bekannt. Mittels einer Reihe von Wahltern T1 bis T5 können bistabile Kippstufen B1 bis B5 gesetzt und damit die anzufahrenden Fahrziele gespeichert werden. Diese Wahltern sind entweder in der Fahrerkabine und/oder stationär angebracht. Durch Betätigung der Tasten T1 bis T5 können die den bistabilen Kippstufen B1 bis B5 zugeordneten Schalter h1 bis h5 betätigt werden, womit die Sollwertquellen S1 bis S5 mit einer Dioden-Auswahlschaltung verbunden werden können. Für die Potentiale der Sollwertquellen gilt $S5 > S4 > S3 > S2 > S1 > 0$. Je nach Stellung der beiden gleichzeitig vom Fahrtrichtungssignal FR über eine Grenzwertmelder 54 betätigbaren Schalter 55 und 56 ist die Dioden-Auswahlschaltung entweder als Minimum-Auswahlschaltung oder als Maximum-Auswahlschaltung konfiguriert. In der FIG 6 sind die Schalter 55 und 56 in ihrem unbetätigten Zustand dargestellt, welchen sie bei Abwärtsfahrt einnehmen und wobei die mit den Kathoden miteinander verbundenen Dioden über einen Widerstand 57 mit dem Masse- oder Bezugspotential verbunden sind. Es ist dann eine Maximum-Auswahlschaltung konfiguriert, welche von den mittels der bistabilen Kippstufen B1 bis B5 eingespeicherten Fahrzielen jeweils dasjenige am Eingang eines Mischgliedes 58 wirksam werden läßt, dessen Sollwertpotential am größten ist. Umgekehrt wird bei Aufwärtsfahrt das Fahrtrichtungssignal FR den Wert 1 annehmen und damit die Schalter 55 und 56 betätigen, womit die mit ihren Anoden untereinander verbundenen Dioden über den Widerstand 57 mit einer positiven Gleichspannung P verbunden sind. Diese Gleichspannung P weist ein positives Potential auf, welches größer ist als das größte der Sollwertpotentiale, S5, das der am weitesten abliegenden Haltestelle entspricht. Damit ist eine Minimumschaltung konfiguriert, welche jeweils von den angewählten Haltestellen-Potentialen dasjenige auf der mit dem Mischglied 58 verbundenen Leitung 59 wirksam werden läßt, welches den kleinsten Wert aufweist. Der zweite Eingang des Mischgliedes 58 ist mit dem jeweils von einem der Schalter p1 bis p5 aktivierten aktuellen Sollwertsignal beaufschlagt. Der Ausgang des Mischgliedes 58 ist über einen Multiplizierer 60 mit dem Fahrtrichtungssignal FR verknüpft und mit einem Grenzwertmelder 61 verbunden, dessen Ausgang über ein ODER-Gatter 62 ein UND-Gatter 63 beaufschlagt. Ein zweiter Eingang des UND-Gatters 63 ist über einen weiteren Grenzwertmelder 64 mit dem ersten alternativen Beschleunigungssollwert A1 verbunden und ein dritter Eingang des UND-Gatters 63 wird vom Ausgangssignal eines Mischgliedes 65 über einen weiteren Grenzwertmelder 66 beaufschlagt. In dem Mischglied 65 wird die Differenz zwischen dem zweiten und dem ersten alternativen Beschleunigungssollwert gebildet und zu dieser Differenz ein kleiner Wert ΔA hinzuaddiert, welcher kleiner ist als 1.000stel des maximalen Begrenzungswertes a_{bmax} für die Beschleunigung. Der Ausgang des UND-Gatters 63 wirkt über ein ODER-Gatter 67 auf den Eingang CL des Schieberegisters 53. Ein zweiter Eingang des ODER-Gatters 67 kann mittels eines von einem Startsignal betätigbaren Schalters 68 mit einer H-Signal liefernden Spannungsquelle verbunden werden.

Die Wirkungsweise der in FIG 6 dargestellten Einrichtung ist folgende: Vorausgesetzt sei, daß sich der Positionsantrieb in der dem Sollwert S1 zugeordneten Haltestelle befindet und zunächst als Fahrziel das vierte Stockwerk durch Betätigung des Tasters T4 gewählt ist. Mit dem Signal START wird der Schalter 68 betätigt und das Schieberegister eine Stufe weitergeschaltet, so daß durch das dadurch bedingte Schließen des Schalters p2 dem Positionsantrieb als Sollwert S^* der Sollwert S2 vorgegeben wird. Das Fahrtrichtungssignal FR hat den Wert 1, die Schalter 55 und 56 finden sich also in ihrer nicht dargestellten Stellung, in welcher eine Minimumschaltung konfiguriert ist. Der Positionsantrieb beginnt sich nun in Richtung auf die

Haltestelle entsprechend dem Sollwert S2 zu bewegen. Kurz nach Fahrtbeginn soll nun zusätzlich noch die Haltestelle entsprechend dem Sollwert S3 durch Betätigung der Wahltaste T3 gewählt werden, was jedoch zunächst keine weitere Konsequenz für das Fahrverhalten hat. Im Verlauf der Annäherung an die nächstgelegene Haltestelle entsprechend dem durch den Zustand des Schieberegisters 53 aktivierten Sollwert S2, würde eine Zielbremsung dann eingeleitet werden, wenn bei positiven ersten alternativen Beschleunigungssollwert die Differenz zwischen dem zweiten alternativen Beschleunigungssollwert und dem ersten alternativen Beschleunigungssollwert negativ wird. Kurze Zeit vor Eintritt dieser Bedingung, wobei diese kurze Zeit durch den kleinen Zusatzwert ΔA bestimmt ist, sind zwei der drei UND-Bedingungen des UND-Gatters 63 erfüllt. Wenn zu diesem Zeitpunkt auch noch die dritte UND-Bedingung erfüllt wäre, würde ein Schiebesignal für das Schieberegister 53 erzeugt werden, welches eine Sollwerterhöhung vornimmt und demzufolge den Einsatz der Zielbremsung verhindert. Mit der dritten Bedingung, welche in einem H-Signal des Grenzwertmelders 61 besteht, kann also geprüft werden, ob ein Bedarf für eine Weiterschaltung, d.h. Sollwerterhöhung, besteht oder ob der Antrieb an dem Haltepunkt S2 zum Stillstand gestellt werden soll. Ein solcher Bedarf nach einer Sollwerterhöhung bei gleichzeitiger Unterdrückung einer Zielbremsung besteht immer dann, wenn der kleinste eingespeicherte Haltepunkt größer ist als der momentan ausgegebene Sollwert S^* . In diesem Fall wird das Ausgangssignal des Mischgliedes 58 größer als Null, welches bei Aufwärtsfahrt der Grenzwertmelder 61 mit einem H-Signal an seinem Ausgang beantwortet. Nachdem als nächster Haltepunkt der dem Sollwert S3 entsprechende Wert in die Minimumschaltung eingespeichert wurde, wird also die Zielbremsung bezüglich des Haltepunktes S2 durch Weiterschaltung des Schrittschaltwerkes 53 unterdrückt und die Haltestelle S2 überfahren. Befindet sich der Positionsantrieb zwischen der Haltestelle S2 und S3, dann weist das Ausgangssignal des Mischgliedes 58 ein L-(Low)-Signal auf. Die Weiterschaltung des Schrittschaltwerkes 53 wird verhindert und der Positionsantrieb kommt an der vorgesehenen Halteposition S3 zum Stillstand. Nach einem erneuten Start setzt sich dieses Spiel der bedarfsweisen Sollwerterhöhung fort, bis der Positionsantrieb am nächsten eingespeicherten Haltepunkt zum Stillstand gebracht wird.

Für die Abwärtsfahrt, d.h. eine Bewegung von der Haltestelle S5 bis S1, gelten analoge Verhältnisse. Wie schon erwähnt, ist hierzu eine Maximumschaltung konfiguriert, welche jeweils das größte der eingespeicherten Sollwertpotentiale auf die mit dem Mischglied 58 verbundenen Leitung 59 bringt.

Für den Fall, daß z.B. bei fahrweggebundenen, führerlosen Traktionsantrieben gewisse Gefahrenstellen, beispielsweise in Form von Weichen und Kreuzungen vorhanden sind, welche gegebenenfalls einen Nothalt bedingen, können in FIG 6 die gestrichelt eingezeichneten Erweiterungen vorgesehen werden. Diese bestehen darin, daß z.B. zwischen den normalen Haltestellen zwei zusätzliche Sollwerte (W1 und W2) in die Maximum-bzw. Minimumschaltung fest eingespeist werden und entsprechende Stufen des Schieberegisters 53 zur Ausgabe dieser Sollwerte vorgesehen werden. Damit ist zunächst ein Halt an diesen Punkten einprogrammiert, welcher dann aufgehoben wird, wenn ein Freigabesignal OK auf den zweiten Eingang des ODER-Gliedes 62 gegeben wird.

FIG 7 zeigt eine zu dem in FIG 6 dargestellten Wegsollwertgeber passende Streckenführung einer Hängebahn (H-Bahn). Die Endhaltestellen der Strecke sind mit S1 und S5 bezeichnet, dazwischen liegen die Bedarfshaltestellen S2 bis S4. Zwischen den Haltestellen S1 und S2 ist stilisiert eine mit 69 bezeichnete Fahrgastkabine angedeutet, welche sich in Richtung der Endhaltestelle S5 bewegt. Zur Vermeidung von Kollisionen an kritischen Gefahrenpunkten, im dargestellten Beispiel Einmündungen oder Weichen 70 bzw. 71, sind mit W1 bzw. W2 bezeichnete Nothaltestellen vorgesehen. Bei der angegebenen Fahrtrichtung muß daher nach dem Passieren der Haltestelle S2 geprüft werden, ob mit einer Kollisionssituation an der Weiche 70 zu rechnen ist und, falls diese Frage verneint werden kann, wäre als OK-Signal ein H-(High)-Signal zu geben, so daß die Nothaltestelle W1 überfahren wird, während bei einem L-(Low)-Wert des OK-Signals am Punkt W1 angehalten wird. Die nächste Nothaltestelle W2 ist bei der angegebenen Fahrtrichtung der Fahrgastkabine ohne Bedeutung. Hier kann sofort nach Passieren der Bedarfshaltestelle S3 das Freigabesignal OK ein H-(High)-Signal sein und die Kollisionsprüfung müßte in diesem Fall in analoger Weise gegebenenfalls in einer sich auf den Streckenabschnitt 72 befindlichen und sich auf die Weiche 71 zubewegenden Fahrgastkabine durchgeführt werden.

In den FIG 8 bis 10 sind für das erfindungsgemäße Verfahren typische Fahrdiagramme wiedergegeben. Dargestellt sind jeweils in zeitlicher Abhängigkeit der geführte Ruckwert R_F , der geführte Geschwindigkeitswert V_F , der Geschwindigkeitssollwert $V2^*$, der Geschwindigkeitssollwert $V1^*$ für den dem Wegregler 22, 23 unterlagerten Geschwindigkeitsregler 25, 26 sowie die beiden alternativen Beschleunigungssollwerte A1 und A2.

Gemäß FIG 8 wird der Positionsantrieb nach dem Start zunächst mit dem zweiten alternativen Beschleunigungssollwert A2 auf eine Geschwindigkeit $V2^*$, welche der maximal zulässigen Geschwindigkeit entsprechen möge, hochgefahren. Durch Verändern des Geschwindigkeitssollwertes $V2^*$ zum Zeitpunkt t_1

wird die Geschwindigkeit des Positionsantriebes PA auf einen beliebigen Zwischenwert, der auch in einer sogenannten Schleichgeschwindigkeit bestehen könnte, vermindert. Bis zum Zeitpunkt t_2 steht der Positionsantrieb unter der Wirkung des zweiten alternativen Beschleunigungssollwertes A2 entsprechend der Bedingung gemäß Gleichung (7b). Ab dem Zeitpunkt t_2 ist die Bedingung entsprechend der Gleichung (7a) erfüllt und die Zielbremsung unter der Wirkung des ersten alternativen Beschleunigungssollwertes setzt ein. Der geführte Geschwindigkeitssollwert V_F wird nun unter der Wirkung des mit den Gleichungen (4a) und (4b) beschriebenen Wegreglers mit der in der FIG mit BP bezeichneten Geraden zur Deckung gebracht und längs ihr bis zum Zeitpunkt t_3 geführt. Die Gerade BP würde in einem Weg-Geschwindigkeitsdiagramm der sogenannten Bremsparabel entsprechen. Zum Zeitpunkt t_3 wird der geführte Geschwindigkeitssollwert V_F kleiner als der Wert $a_v^2 / 2 \cdot R_{\max}$, so daß sich entsprechend der Gleichung (6) der Wert des zweiten alternativen Beschleunigungssollwertes von seiner Begrenzung $-a_{v\max}$ zu lösen beginnt und die Bedingung gemäß Gleichung (7b) wieder erfüllt ist. Es löst also der zweite alternative Beschleunigungssollwert A2 den zuvor wirksam gewesenen ersten alternativen Beschleunigungssollwert A1 ab und die Beschleunigung des Positionsantriebs wird zeitlinear bis auf den Wert Null vermindert, womit sich der verrundete Geschwindigkeitsverlauf von V_F ergibt, bis dann schließlich der Positionsantrieb zum Zeitpunkt t_4 zur Ruhe kommt. Dann hat sowohl die Wegregelabweichung ΔS den Wert Null, als auch die Beschleunigung und die Geschwindigkeit des Positionsantriebs. Würde der erste alternative Beschleunigungssollwert A1 zum Zeitpunkt t_3 nicht vom zweiten alternativen Beschleunigungssollwert A2 abgelöst werden, dann würde der Positionsantrieb mit konstanter Verzögerung zum Zeitpunkt $t_3 + t_d/2$ nur bis zu einer Stelle gelangen, die um eine Wegstrecke SZ vor dem vorgesehenen Haltepunkt liegt, wobei SZ dem Wert $a_v^3 \cdot (24 \cdot R_{\max}^2)^{-1}$ entspricht. Rechtzeitig zum Zeitpunkt t_3 , was einer Wegstrecke entspricht, welche um den vierfachen Betrag von SZ vor dem vorgesehenen Haltepunkt liegt, gerät der Positionsantrieb wieder unter die Kontrolle des zweiten alternativen Beschleunigungswertes A2 und kommt zum Zeitpunkt $t_3 + t_d$ am vorgegebenen Haltepunkt ($S_F = S^*$) zur Ruhe, wie aus dem rechts oben in der FIG 7 dargestellten Weg-Zeit-Teildiagramm hervorgeht.

FIG 9 zeigt ein Fahrdiagramm für "kleine Wege", d.h. für Haltepunkte, welche so nahe am Startpunkt liegen, daß die maximale Beschleunigung $a_{b\max}$ im Verlauf der Fahrt nicht erreicht wird, weil die Zielbremsung schon vorher erfolgen muß. Wiederum steht der Positionsantrieb vom Start bis zum Zeitpunkt t_2 unter der Wirkung des zweiten alternativen Beschleunigungssollwertes A2, ab dem Zeitpunkt t_2 beginnt die Zielbremsung unter Wirkung des ersten alternativen Beschleunigungssollwertes A1 und zum Zeitpunkt t_3 wird dieser zum Einlaufen in die vorgesehene Haltestelle vom zweiten alternativen Beschleunigungssollwert A2 abgelöst. Die Umschaltung des Geschwindigkeitssollwertes V_2^* auf den Wert Null, welcher dann später für den Einlauf in die Haltestelle benötigt wird, findet zum Zeitpunkt t_2' statt und ist entsprechend Gleichung (5) mit dem Negativwerden des ersten alternativen Beschleunigungssollwertes A1 gekoppelt. Damit wird sichergestellt, daß die Bedingung entsprechend Gleichung (7a) auch nach dem Nulldurchgang von A1 weiterhin gültig bleibt und nach wie vor die Zielbremsung mit dem ersten alternativen Beschleunigungssollwert A1 erfolgen kann.

FIG 10 zeigt einen Fahrverlauf, wie er sich bei der im Zusammenhang mit FIG 6 beschriebenen Variante der stufenweisen Sollwertverstellung ergibt. Es sind jeweils mit S1 bis S5 Abschnitte im Verlauf des ersten alternativen Beschleunigungssollwertes A1 vermerkt, welche sich unter der Wirkung dieser Sollwerte ergeben. In Übereinstimmung mit dem Beispiel in FIG 6 gilt $S5 > S4 > S3 > S2 > S1$. Man erkennt, daß jeweils kurz bevor die Bedingung gemäß Gleichung (7a) erfüllt wäre und ein Durchgriff des ersten alternativen Beschleunigungssollwert zum Zwecke der Zielbremsung erfolgen würde, der Sollwert jeweils um eine Stufe erhöht wird, so daß der erste alternative Beschleunigungssollwert nicht zum Eingriff kommt und eine Zielbremsung nicht stattfindet. Beim Sollwert S5 unterbleibt schließlich eine weitere Sollwerterhöhung und der erste alternative Beschleunigungssollwert A1 übernimmt die Führung zum Zeitpunkt t_2 . Würde man beispielsweise dagegen die Sollwerterhöhung von S1 auf S2 unterlassen, so ergäbe sich im Prinzip ein Fahrverlauf, wie er in FIG 9 dargestellt ist.

Die FIG 8 bis 10 machen deutlich, daß während der Fahrt in recht freizügiger Weise Wegsollwert- bzw. Geschwindigkeitssollwertverstellungen vorgenommen werden können und sich damit auf einfache Weise praktisch beliebige Fahrwünsche realisieren lassen.

Ansprüche

55

1. Verfahren zur ruck-, beschleunigungs- und geschwindigkeitsbegrenzten Wegregelung eines Positionsantriebes mit unterlagerter Geschwindigkeitsregelung, wobei unter mehrfacher zeitlicher Integration eines Ruckwertes eine Führung des Beschleunigungs-, des Geschwindigkeits- und des Wegsollwertes des Posi-

tionsantriebes erfolgt und als Ruckwert die verstärkte Differenz zwischen einem Beschleunigungssollwert und dem Zeitintegral des bezüglich seines maximalen Betrags begrenzten Ruckwertes gebildet wird, **gekennzeichnet** durch folgende Schritte:

- a) Es wird in Abhängigkeit vom Restweg (ΔS) ein erster alternativer Beschleunigungssollwert (A1) gebildet, mit welchem der Positionsantrieb mit konstanter Verzögerung (a_v) nicht über einen Punkt hinaus gelangen würde, welcher eine bestimmte Wegstrecke (SZ) vor einer vorgegebenen Haltestelle (S^*) liegt;
- b) es wird in Abhängigkeit vom geführten Geschwindigkeitssollwert (V_F) ein zweiter alternativer Beschleunigungssollwert (A2) gebildet, mit welchem der Positionsantrieb überschwingungsfrei auf ein vorgegebene Geschwindigkeit ($V2^*$) gebracht werden kann;
- c) nach dem Start wird zunächst der zweite alternative Beschleunigungssollwert, zur Einleitung einer Zielbremsung der erste alternative Beschleunigungssollwert und zum Einlaufen in die jeweils vorgegebene Haltestelle der zweite alternative Beschleunigungssollwert dann wieder zur Wirkung gebracht, wenn der Positionsantrieb einen Punkt erreicht hat, welcher um den vierfachen Wert der bestimmten Wegstrecke (SZ) vor der vorgegebenen Haltestelle liegt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet** durch folgende Schritte:

- a) Begrenzungswerte für die Beschleunigung (a_b) und für die Verzögerung (a_v) werden, beginnend mit dem Start des Positionsantriebes, vom Wert Null an zeitlinear bis zu Maximalwerten (a_{bmax} bzw. a_{vmax}) erhöht;
- b) der erste alternative Beschleunigungssollwert (A1) wird laufend in Abhängigkeit vom Restweg (ΔS), vom geführten Geschwindigkeitssollwert (V_F), vom geführten Beschleunigungssollwert (A_F), vom jeweiligen Begrenzungssollwert für die Verzögerung (a_v) und von einem Fahrtrichtungssignal (FR) ermittelt (Gleichung 4a, b);
- c) es wird laufend in Abhängigkeit vom geführten Geschwindigkeitssollwert (V_F) und von einem Fahrtrichtungssignal (FR) ein zwischen den Begrenzungswerten für die Beschleunigung (a_b) bzw. für die Verzögerung (a_v) beschränkter, zweiter alternativer Beschleunigungssollwert (A2) ermittelt, welcher der Beziehung

$$A2 = \text{sign}(V2^* - FR \cdot V_F) \cdot \sqrt{|V2^* - FR \cdot V_F| \cdot 2 \cdot R_{max}}$$

entspricht, wobei R_{max} der maximale Ruckwert und $V2^*$ ein beliebig vorgegebbarer Geschwindigkeitswert ist, welcher auf den Wert Null gesetzt wird, wenn der erste alternative Beschleunigungssollwert (A1) kleiner als Null wird;

- d) abhängig davon, ob die mit der Polarität des ersten alternativen Beschleunigungssollwertes (A1) bewertete Differenz zwischen erstem und zweitem alternativen Beschleunigungssollwert ($A1 - A2$) kleiner oder größer als Null ist, wird entweder der erste (A1) oder der zweite alternative Beschleunigungssollwert (A2) als Sollwert (A^*) des Beschleunigungsregelkreises zur Wirkung gebracht;
- e) die zeitlineare Erhöhung der Begrenzungswerte (a_b bzw. a_v) wird dann abgebrochen, wenn der erste alternative Beschleunigungssollwert (A1) kleiner wird als der zweite alternative Beschleunigungssollwert (A2).

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, insbesondere für Personenbeförderungsanlagen, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Wegsollwert (S^*) immer entsprechend der jeweils nächstgelegenen Haltestelle vorgegeben wird und während der Fahrt der Wegsollwert (S^*) bei positivem ersten alternativen Beschleunigungssollwert (A1) kurz bevor die Differenz zwischen erstem alternativen Beschleunigungssollwert und zweitem alternativen Beschleunigungssollwert (A2) zu Null wird, bedarfsweise vergrößert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3 für fahrweggebundene, insbesondere schienengebundene, führerlose Traktionsantriebe, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Haltestellen auch Weichen, Kreuzungen oder sonstige Gefahrenstellen vorgesehen sind.

5. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **gekennzeichnet** durch ein vom Ausgangssignal eines Exklusiv-ODER-Gatters (48) betätigbaren Umschalter (49) zur Auswahl des ersten oder des zweiten, alternativen Beschleunigungssollwertes, wobei die Eingänge des Exklusiv-ODER-Gatters jeweils über Grenzwertmelder (50, 51) vom ersten alternativen Beschleunigungssollwert (A1) und von der Differenz ($A1 - A2$) zwischen erstem und zweitem alternativen Beschleunigungssollwert beaufschlagt sind.

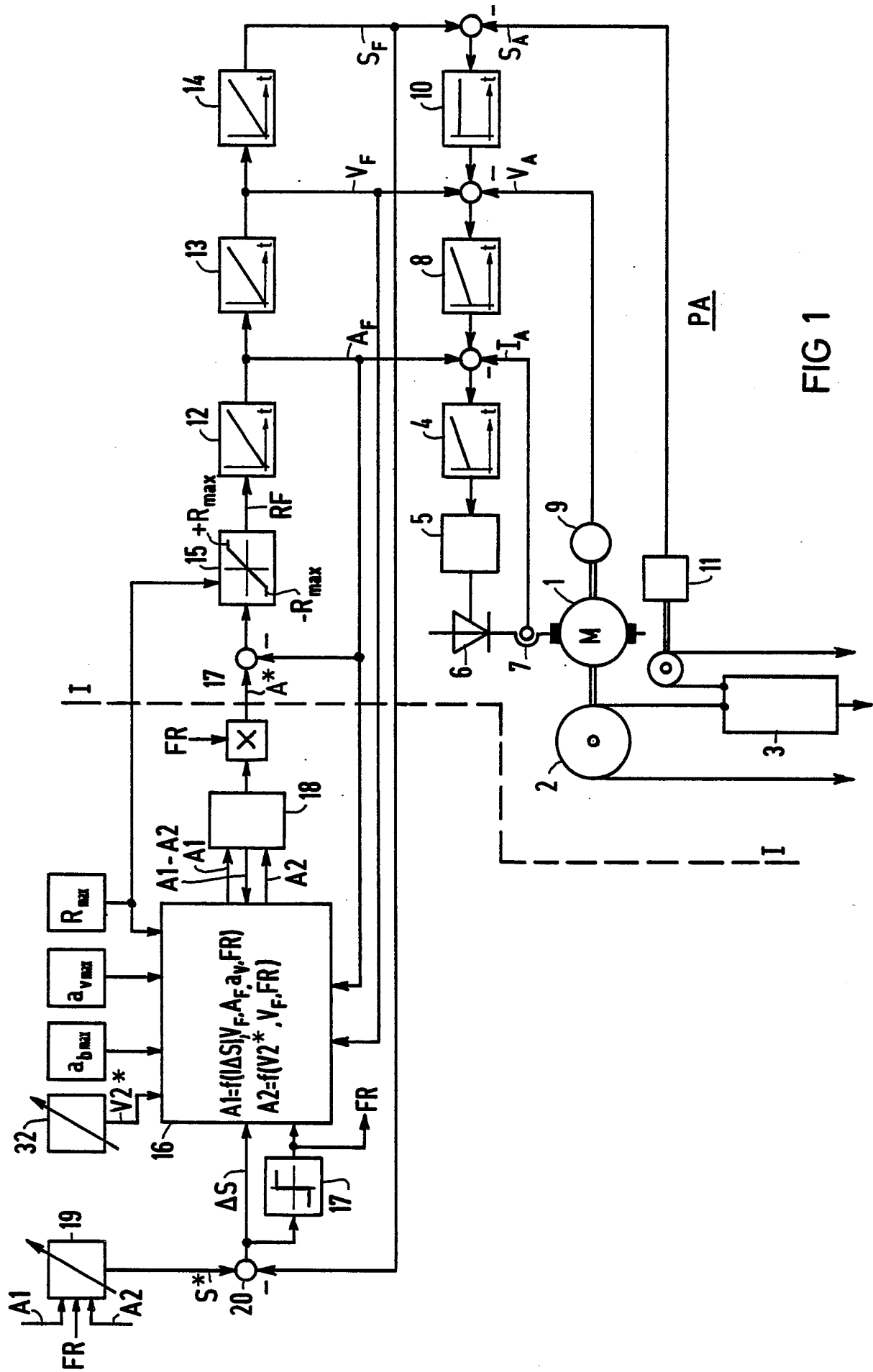
6. Einrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Bildung des zweiten alternativen Beschleunigungssollwertes (A2) ein radzierender Funktionsgenerator verwendet ist (41), dem eine Eingangsgröße (e) über einen Betragsbildner (42) zugeführt ist und dessen Ausgang mit dem einen Eingang einer Minimalwert-Auswahlschaltung (45) verbunden ist, deren zweiter Eingang je nach Polarität der Eingangsgröße des Betragsbildners mit dem Begrenzungssignal für die Beschleunigung (a_b) oder mit dem

Begrenzungssignal für die Verzögerung (a_v) beaufschlagt ist, wobei die Polarität des Ausgangssignals der Minimalwert-Auswahlschaltung mittels eines Multiplizierers (46) mit der Polarität des Eingangssignals des Betragsbildners in Übereinstimmung gebracht wird.

7. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 3, **gekennzeichnet** durch folgende Merkmale:

- a) mittels Wahlkosten (T1 - T5) und bistabilen Kippstufen (B1 - B5) sind den einzelnen Haltestellen entsprechende Sollwerte (S1 - S5) aktivierbar und beaufschlagen eine Extremwert-Auswahlschaltung;
- b) mit von den einzelnen Zellen eines Schieberegisters (53) betätigbaren Schaltern (p1 - p5) werden die Sollwerte nacheinander als jeweils wirksamer Sollwert (S*) ausgegeben;
- c) das Schieberegister wird zur Weiterschaltung vorbereitet, wenn bei Aufwärtsfahrt der kleinste von der Extremwert-Auswahlschaltung ausgegebene Sollwert größer ist als der jeweils wirksame Sollwert bzw. bei Abwärtsfahrt der größte von der Extremwert-Auswahlschaltung ausgegebene Sollwert kleiner ist als der jeweils wirksame Sollwert.

8. Einrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Extremwert-Auswahlschaltung kathoden-bzw. anodenseitig miteinander verbundener Dioden enthält.



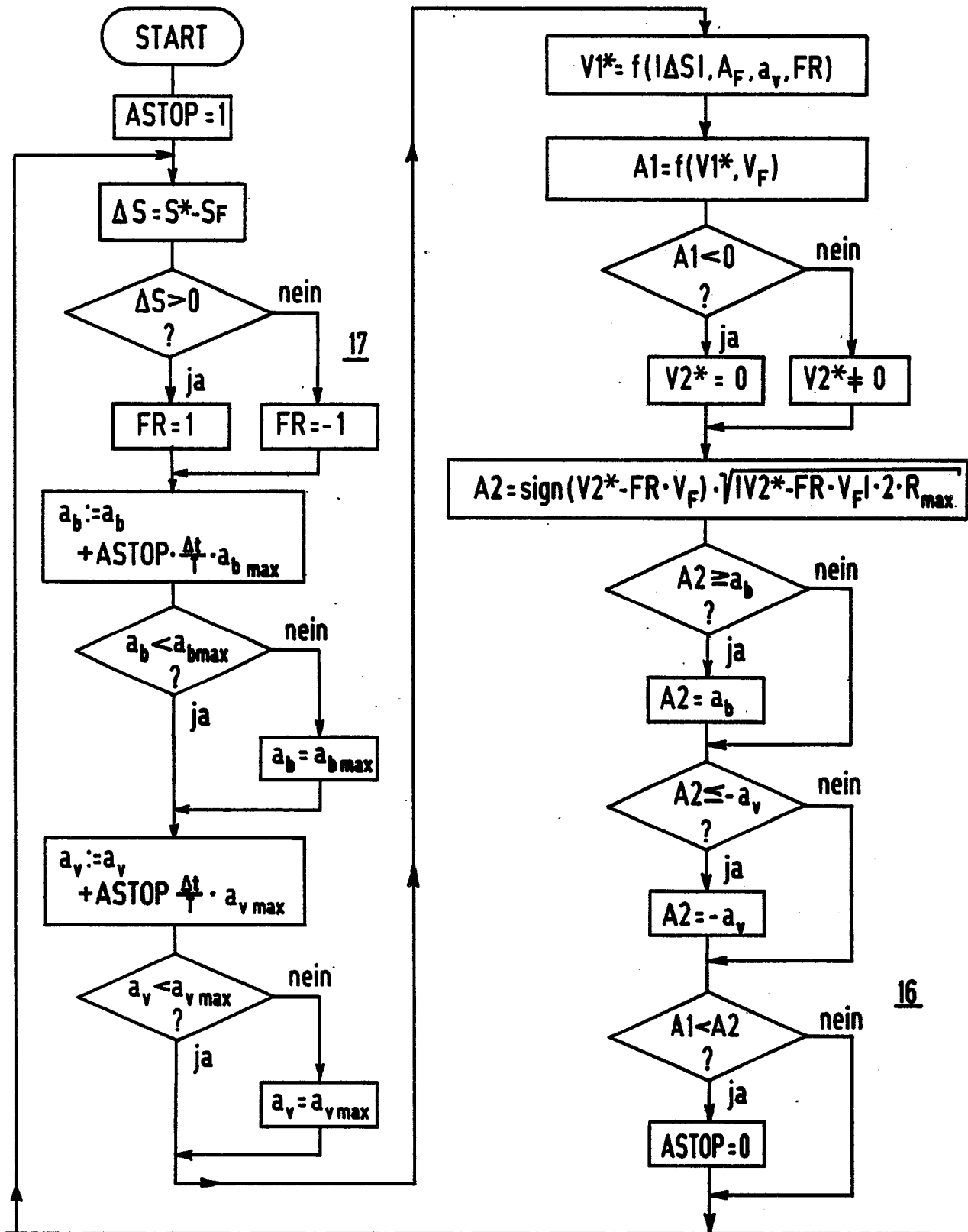


FIG 2A

FIG 2B

FIG 2A

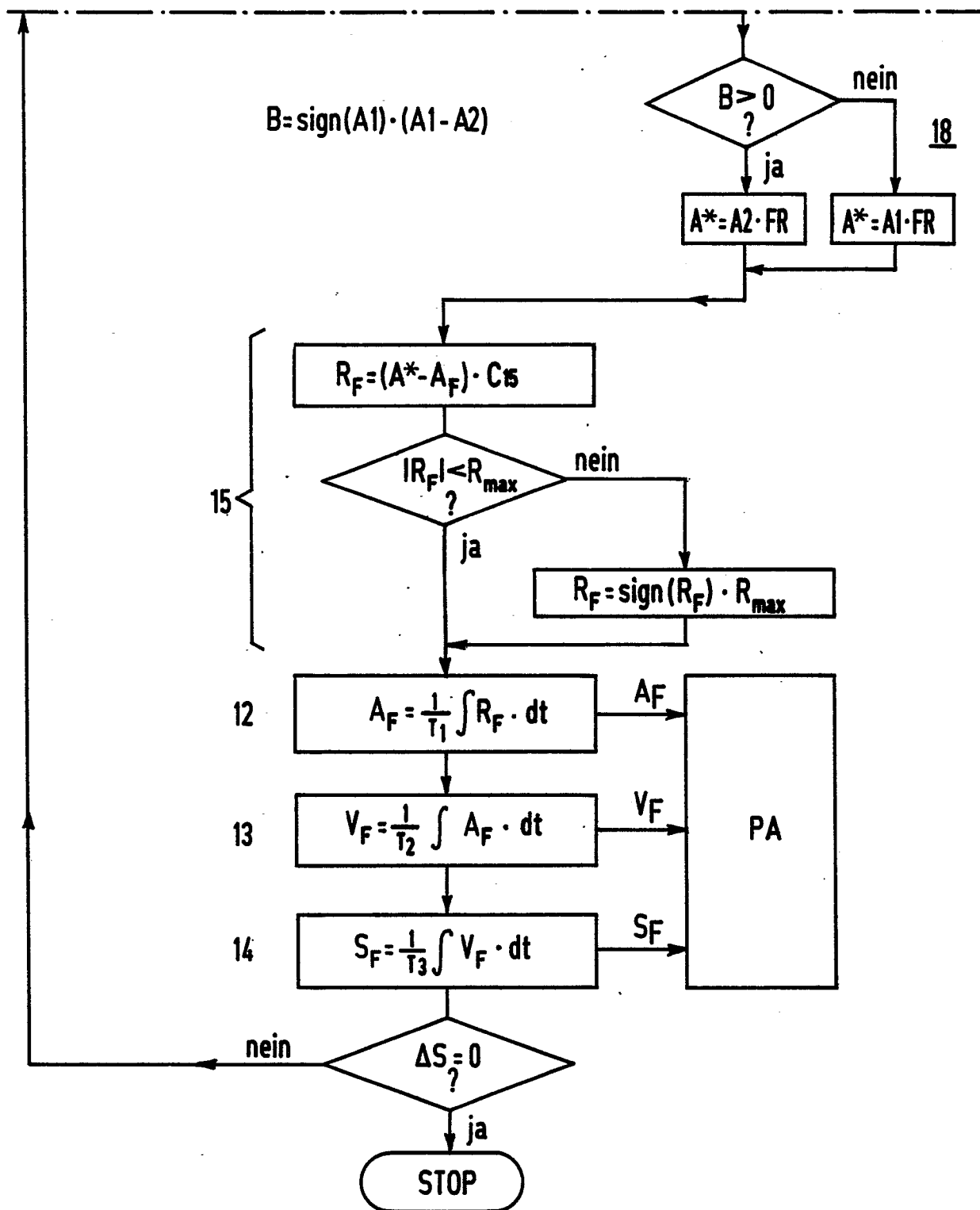


FIG 2 B

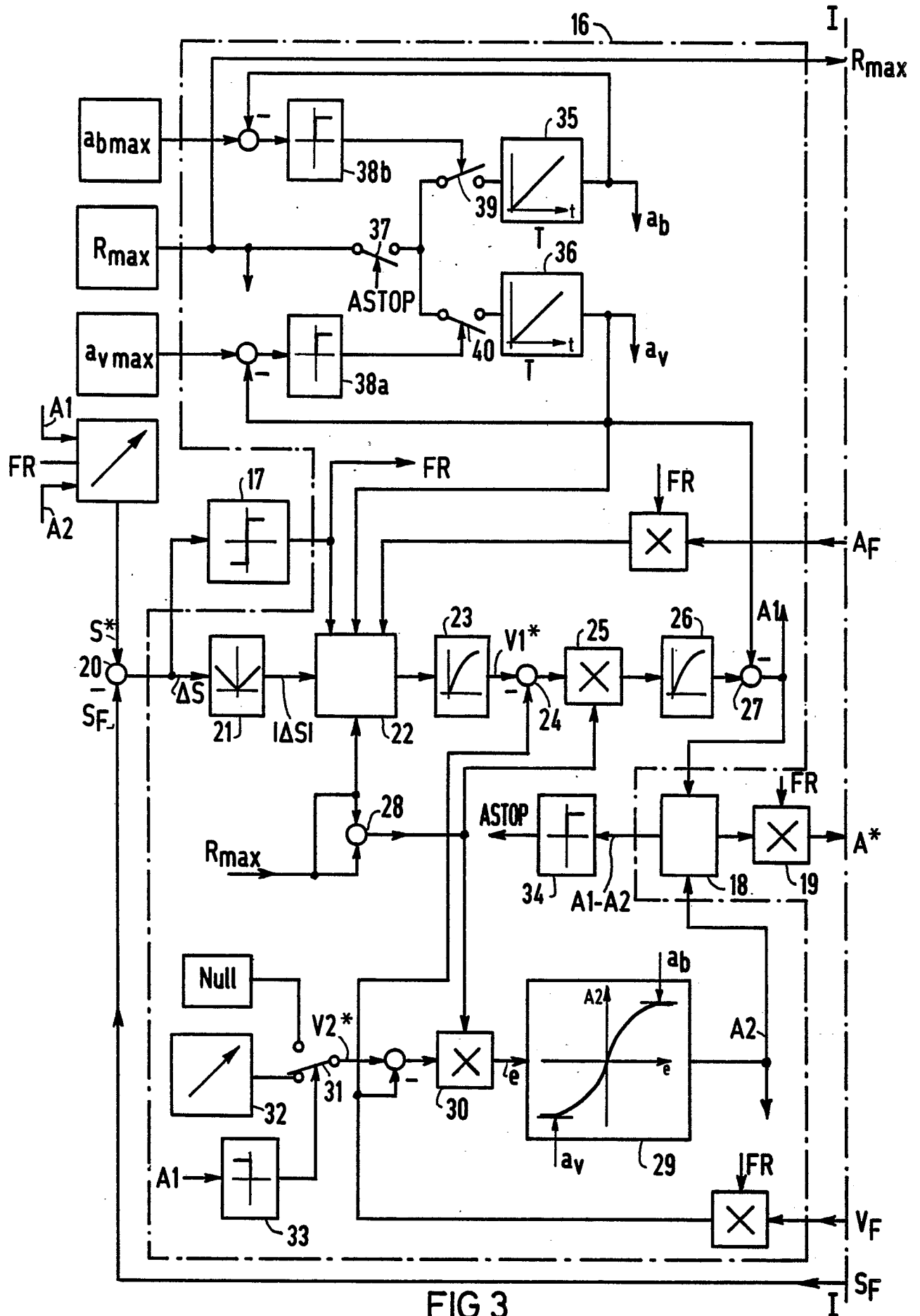
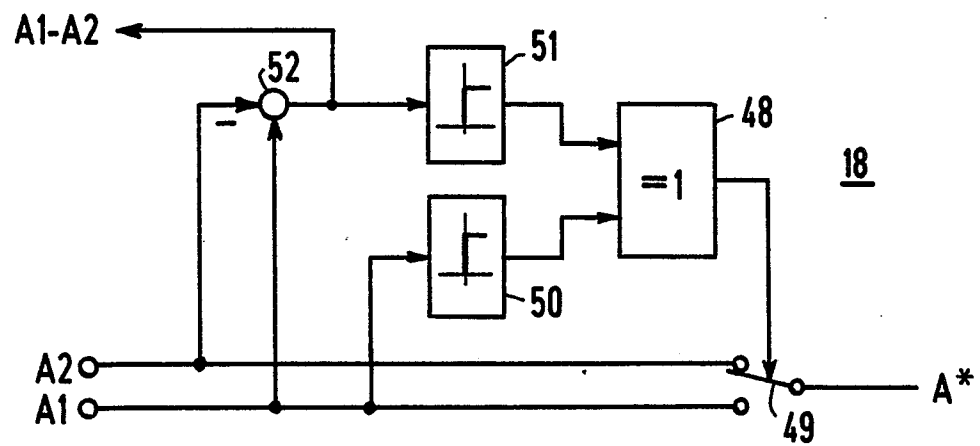
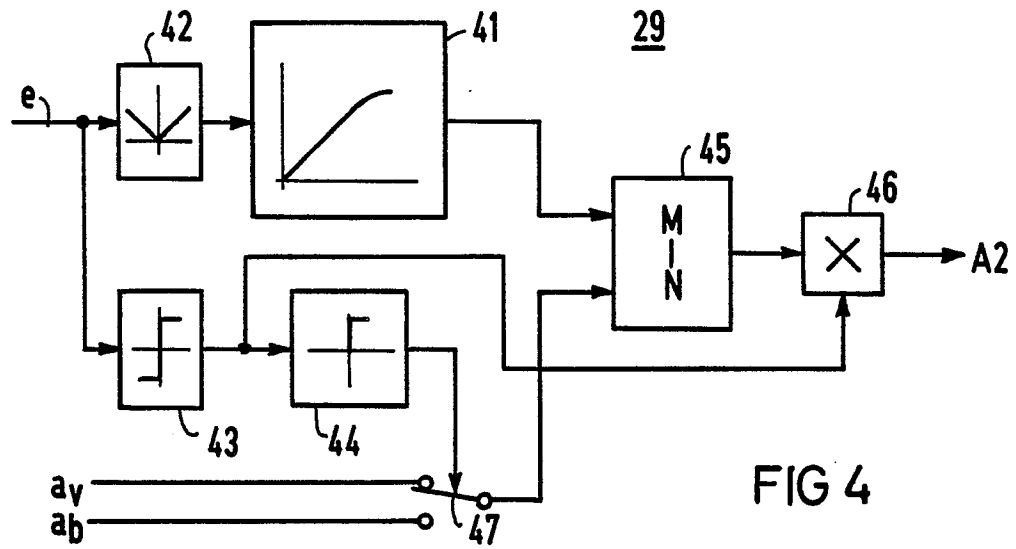
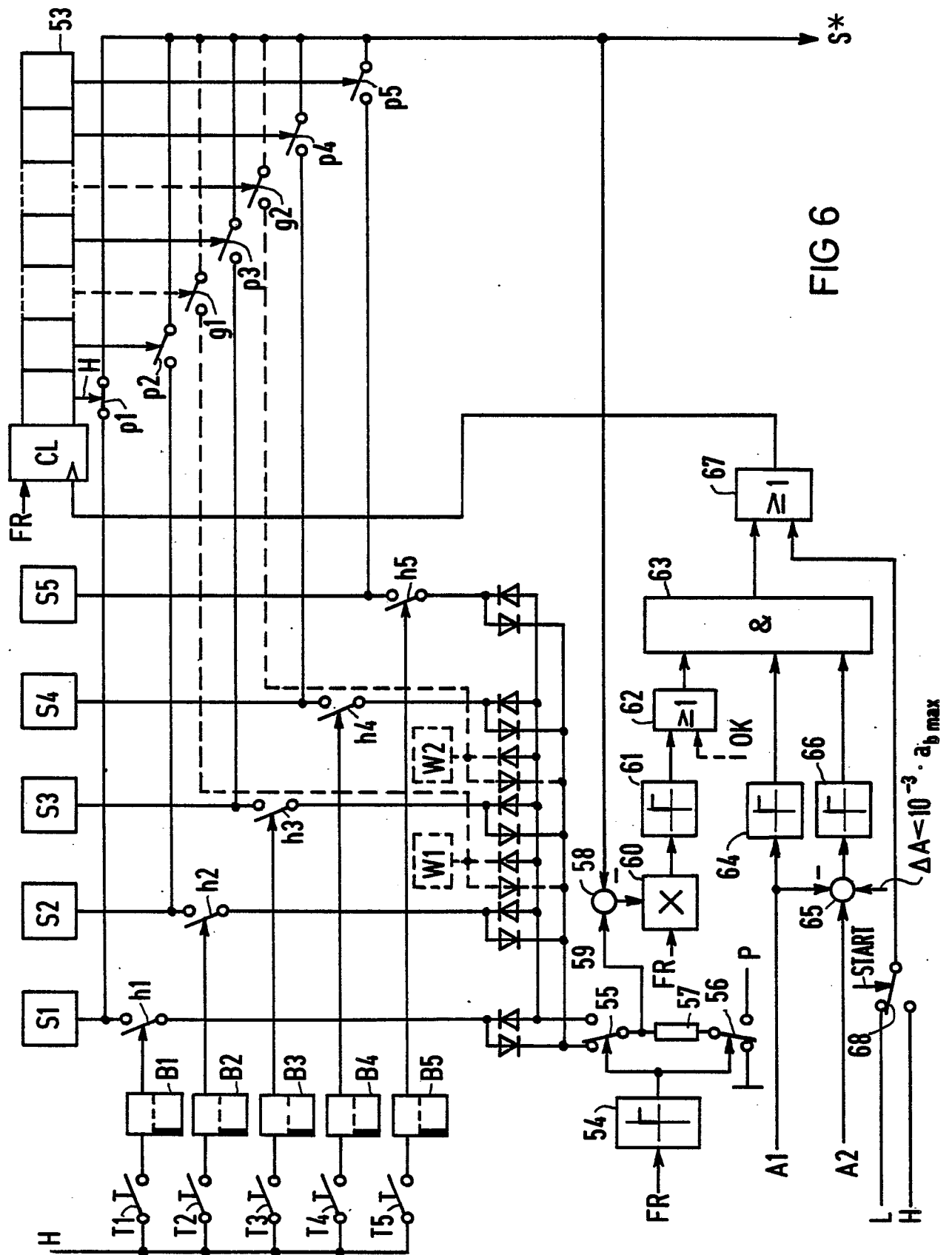


FIG 3





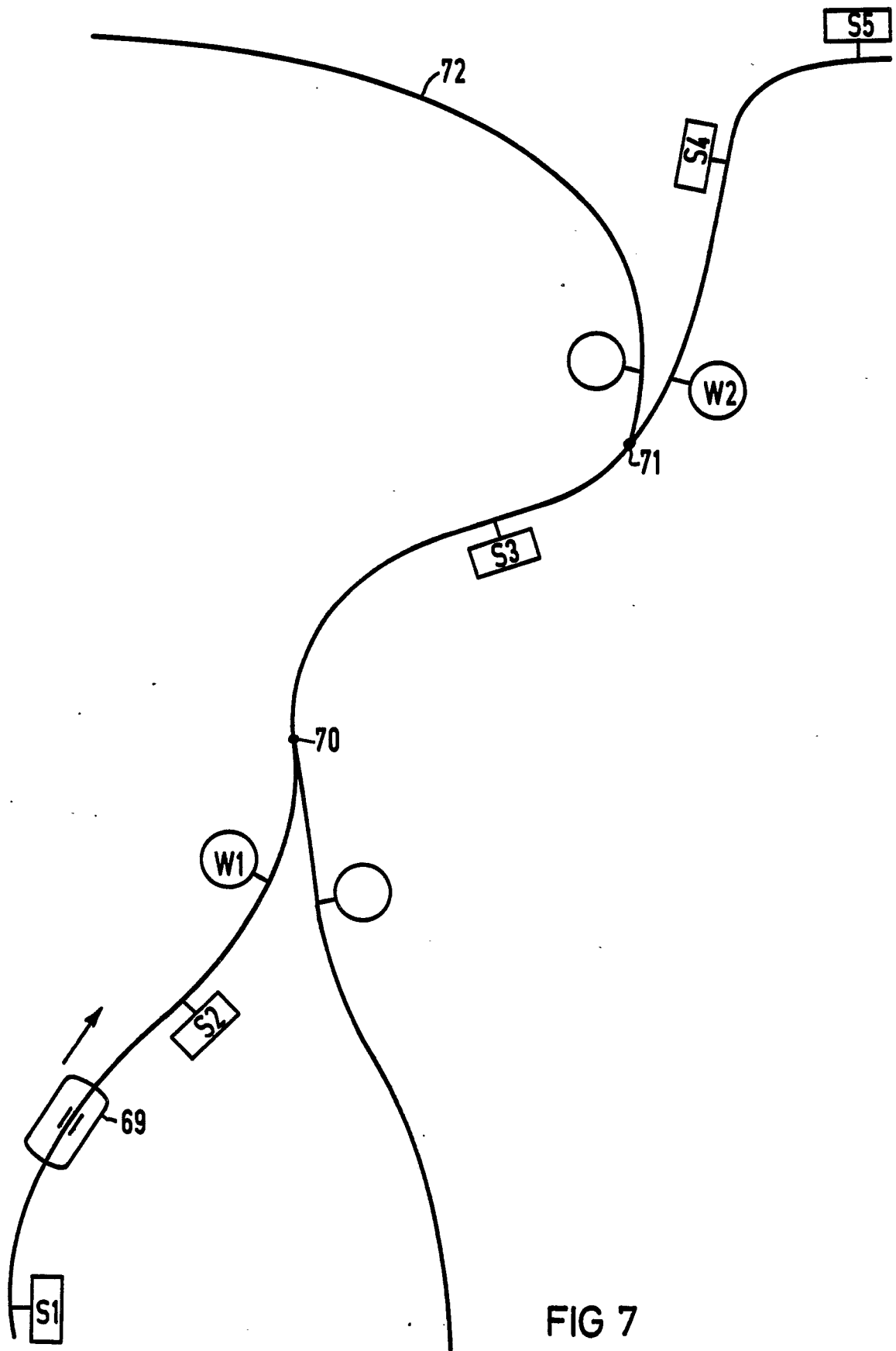
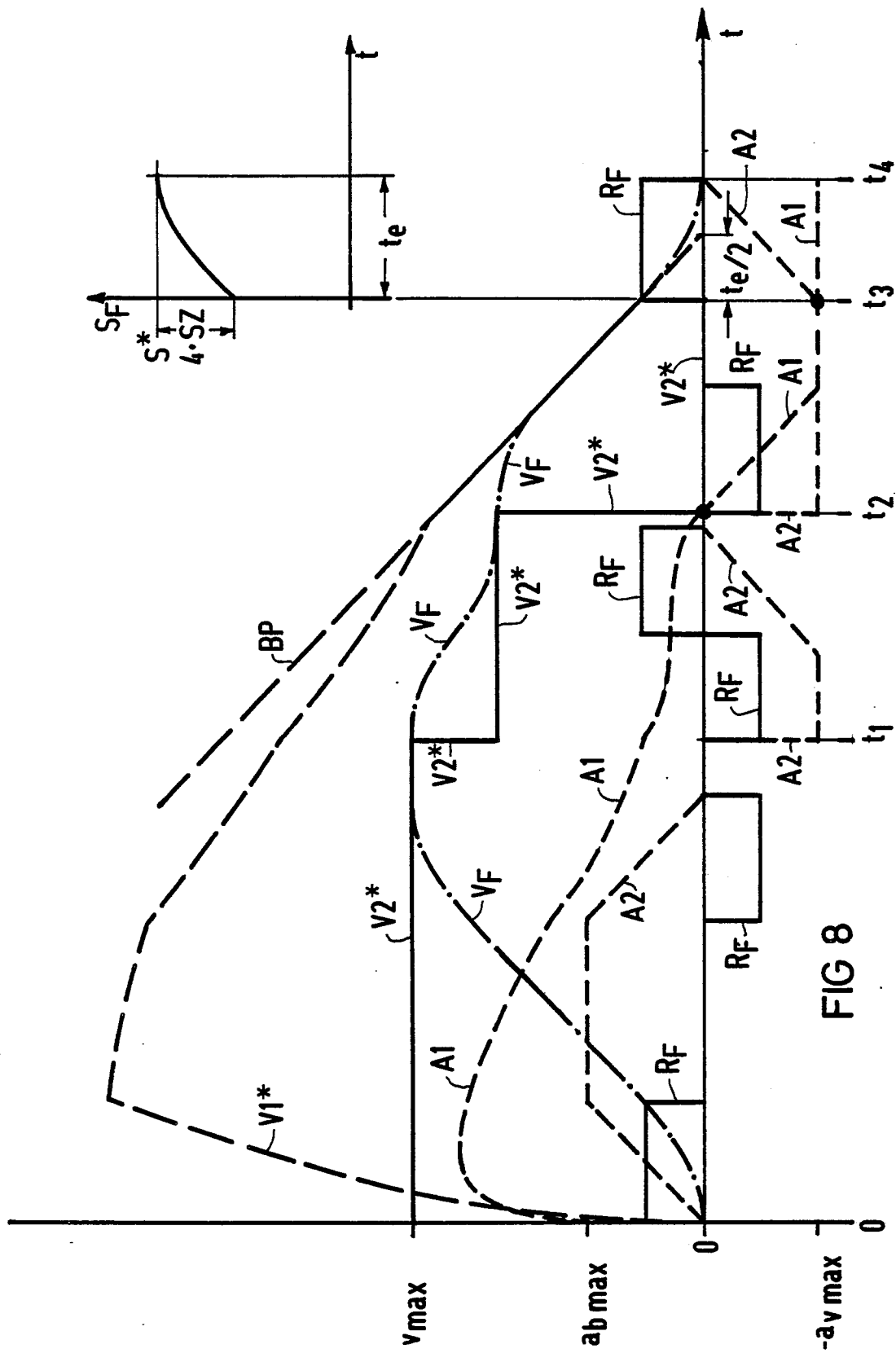


FIG 7



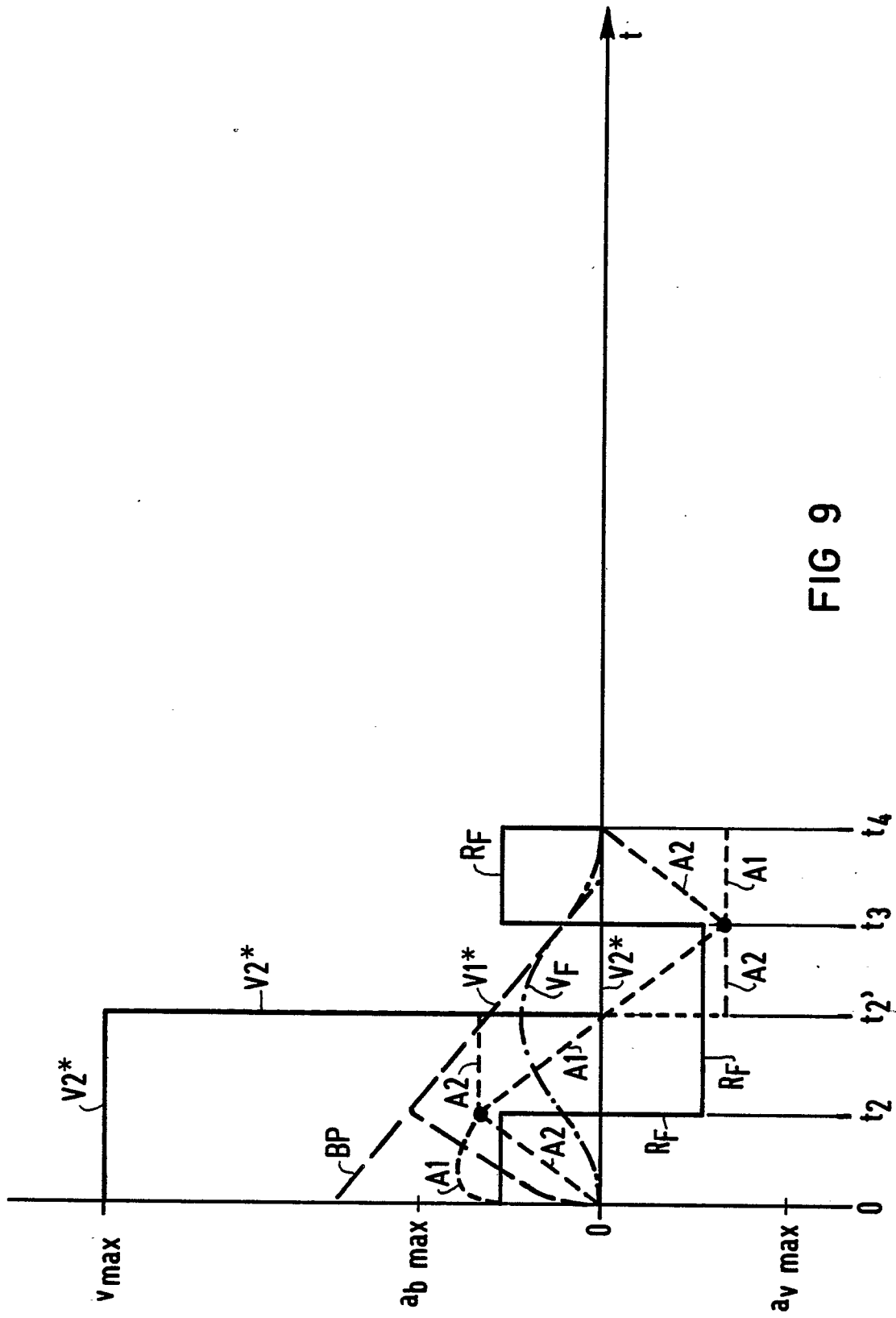
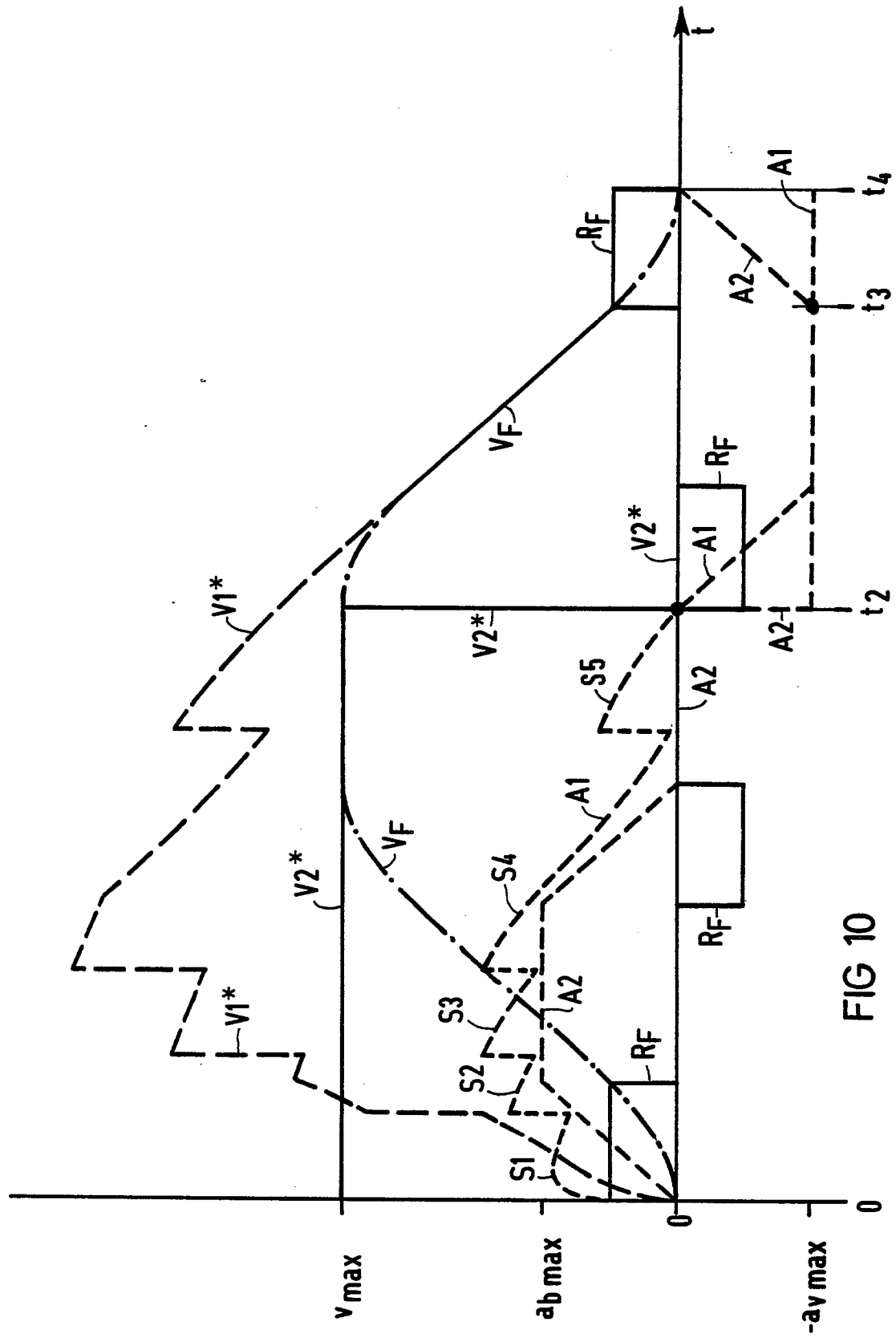


FIG 9





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 88 10 5741

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
D,A	DE-A-3 001 778 (SIEMENS AG) * Anspruch 1; Figuren 1A,1B * ---	1	B 66 B 1/16
A	EP-A-0 026 406 (INVENTIO) * Zusammenfassung; Figur 1 * ---	1	
A	US-A-4 130 184 (MITSUBISHI) * Seite 9, Zeilen 17-32; Figuren 2,4 * ---	1	
A	DE-A-1 756 946 (INVENTIO) * Insgesamt * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
			B 66 B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 03-08-1988	Prüfer ZAEGEL B.C.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			