

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 80104647.5

51 Int. Cl.³: **B 66 C 13/48**
B 66 C 13/30, B 63 B 27/10
G 05 D 3/14

22 Anmeldetag: 06.08.80

30 Priorität: 21.08.79 DE 2933861

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.04.81 Patentblatt 81/17

64 Benannte Vertragsstaaten:
FR GB SE

71 Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** Berlin
und München
Postfach 22 02 61
D-8000 München 22(DE)

72 Erfinder: **Bertling, Toni, Dr.**
Anderlohrstrasse 15
D-8520 Erlangen(DE)

54 **Geschwindigkeitssteuerung für Drehwerks- oder Hubwerksantriebe einer Transporteinrichtung, insbesondere eines Schiffskrans.**

57 Eine Transportvorrichtung, insbesondere ein Knickgelenkkran für Schiffe, besitzt zur Vorgabe einer Transportgeschwindigkeit einen mit einem Steuerhebel (23) versehenen Sollwertgeber (48), der einen Signalumformer (76) speist, welcher ein nach einer vorgegebenen Funktion sich zeitlich änderndes Signal ($\pm v.t$) bildet, das einem Rechner (77) zugeführt wird, in dem der zeitliche Verlauf des Drehwinkelsollwertes (γ_{soll}) des Innenholms (4) in Abhängigkeit von Parametern (γ_0) des Transportweges gebildet wird.

EP 0 027 507 A1

./...

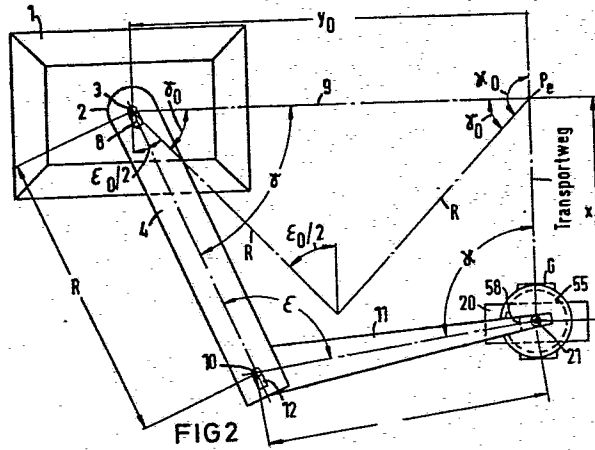


FIG 2

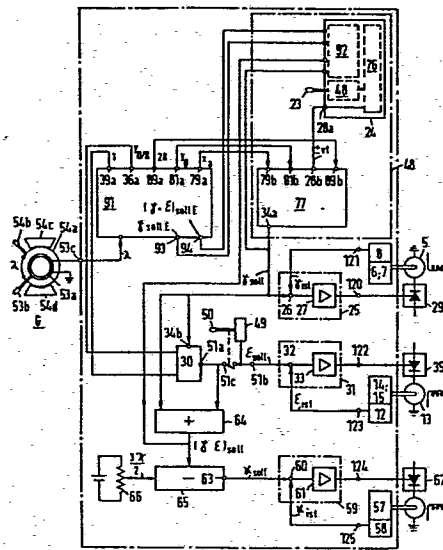


FIG 3

II

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Berlin und München

Unser Zeichen
VPA 79 P 3 155 EUR

5 Geschwindigkeitssteuerung für Drehwerks- oder Hubwerks-
antriebe einer Transporteinrichtung, insbesondere eines
Schiffskrans

10 Die Erfindung bezieht sich auf eine Steuerung der im
Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Art.

15 In der DE-OS 27 54 698 ist eine Steuerung für Dreh-
werks- oder Hubwerksantriebe eines Krans, insbesondere
für Schiffe, beschrieben, bei dem am Ende eines um ein
Drehgelenk drehbaren Innenholms ein um ein Drehgelenk
drehbarer Außenholm mit einem Ladegeschirr angeordnet
ist. Die Antriebe des Innenholms und des Außenholms
besitzen Drehwinkelregler. Dem Drehwinkelregler des
Innenholms wird ein Drehwinkelsollwert über einen
20 Sollwertgeber mittels eines manuell einstellbaren
Steuerhebels zugeführt. Der Drehwinkelregler für den
Winkel zwischen Innenholm und Außenholm kann wahlweise
von einem manuell einstellbaren Sollwertgeber oder von
dem Sollwertgeber für den Drehwinkel des Innenholms
25 über einen Funktionsgenerator beeinflusst werden.

- 2 - VPA 79 P 3 1 5 5 EUR

Bei dieser bekannten Ausführung ist der Drehwinkel-
regelung eine Geschwindigkeitssteuerung derart unter-
lagert, daß eine vorgebbare Transportgeschwindigkeit,
insbesondere eine außerhalb des Anfahr- und Bremsbe-
5 reiches zumindest annähernd konstante Transportgeschwin-
digkeit eingehalten werden kann. Dabei ist für die Ein-
stellung der Geschwindigkeit zusätzlich zum Steuer-
hebel des Drehwinkelsollwertgebers ein Steuerhebel für
die Transportgeschwindigkeit erforderlich.

10

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Steuerung anzugeben,
bei der man ohne unterlagerte Geschwindigkeitsregelung
eine Last auf einem wählbaren Weg mit einstellbarer
Geschwindigkeit transportieren kann und für den Trans-
15 portvorgang nur einen einzigen Steuerhebel benötigt.

Gelöst wird diese Aufgabe bei einer Steuerung der ein-
gangs genannten Art durch die im kennzeichnenden Teil
des Anspruchs 1 angegebenen Maßnahmen.

20

Mit der erfindungsgemäßen Geschwindigkeitssteuerung
kann ein Stapelvorgang zeit- und personalsparend durch-
geführt werden. Die Transportgeschwindigkeit ist pro-
portional zur Auslenkung des Steuerhebels.

25

Drei schematische Ausführungsbeispiele der Erfindung
sind in der Zeichnung dargestellt. Darin zeigen:

Fig. 1 und 2 eine Seitenansicht und Draufsicht eines
30 bekannten Krans,

Fig. 3 das Prinzip einer Schaltungsanordnung für eine
Geschwindigkeitssteuerung gemäß der Erfindung,

Fig. 4 eine Ausbildung des in Fig.3 als Block 30
dargestellten Funktionsgenerators,

- 3 - VPA 79 P 3155 EUR

Fig. 5 eine Schemazeichnung zur Ermittlung von Parameterwerten,

Fig. 6 den schaltungsmäßigen Aufbau eines Geschwindigkeitsstellers mit Signalumformer und eines
 5 Rechners zur Ermittlung des Drehwinkelsollwertes φ_{soll} ,

Fig. 7 den schaltungsmäßigen Aufbau einer Einrichtung zum Bilden von Parameterwerten gemäß Fig. 3,

Fig. 8 eine andere Ausbildung eines Geschwindigkeitsstellers und
 10

Fig. 9 eine Geschwindigkeitssteuerung mittels Prozeßrechner.

In Fig. 1 ist auf einer Konsole 1 eine Säule 2 angeordnet, an der an einem festen senkrechten Drehzapfen eines Drehgelenks 3 das eine Ende eines Innenholms 4 drehbar gelagert ist. Zum Drehen des Innenholms 4 dient ein Drehwerksantrieb, der aus einem Motor 5 und einem Getriebe mit Ritzel 6 sowie Zahnkranz 7 besteht. Ein Winkelgeber 8 dient zum Erfassen des Drehwinkels φ , den der Innenholm 4 gegenüber einer Bezugslinie (Fig.2) einnimmt. Am anderen Ende des Innenholms 4 ist ein weiteres Drehgelenk 10 für einen Außenholm 11 mit einem weiteren Winkelgeber 12 angeordnet, der den Winkel ϵ
 20 zwischen dem Innenholm 4 und dem Außenholm 11 erfaßt. Zum Drehen des Außenholms 11 gegenüber dem Innenholm 4 dient ein weiterer Drehwerksantrieb, der aus einem Motor 13 und Getriebe mit Ritzel 14 sowie Zahnkranz 15 besteht. Am Außenholm 11 ist eine durch einen Motor
 30 angetriebene Winde 16 angeordnet, deren Seil 17 über eine Laufrolle 18 am freien Ende des Außenholms 11 ein Ladegeschirr 19 für die Aufnahme einer Last 20 trägt.

35 Den beiden Drehwerksantrieben 5, 6, 7 und 13, 14, 15

- 4 - VPA 79 P 3155 EUR

ist - wie Fig. 3 zeigt - eine Geschwindigkeitssteuer-
 einrichtung 22 zugeordnet, die einen Geschwindigkeits-
 steller 24 besitzt, der aus einem mit einem Steuer-
 hebel 23 versehenen Sollwertgeber 48 und einem Signal-
 5 umformer 76 besteht, an dessen Ausgang 28a ein Weg-
 signal $\pm v \cdot t$ ansteht. Darin bedeutet v die Transport-
 geschwindigkeit, t die Zeit und das Vorzeichen die
 Fahrtrichtung. Das Wegsignal $\pm v \cdot t$ wird an einen
 Rechner 77 gegeben, der mit Hilfe der in einer Ein-
 10 richtung 91 gebildeten Parameterwerte nach einer weiter
 unten angegebenen Beziehung (2) den Drehwinkelsollwert
 $\mathcal{J}^{\text{soll}}$ errechnet und am Ausgang 34a zur Verfügung
 stellt. Der Einrichtung 91 zum Erzeugen der Parameter-
 werte werden später noch erläuterte Winkelsignale
 15 $\mathcal{J}^{\text{sollE}}$, $(\mathcal{J}^{\text{soll}} + \mathcal{E})_{\text{sollE}}$ und ein Winkelsignal λ zuge-
 führt. Der Einrichtung 91 ist dabei ein Winkelein-
 stellglied G zugeordnet.

Das Signal $\mathcal{J}^{\text{soll}}$ am Ausgang 34a des Rechners 77 wird
 20 zur Einstellung des Drehwinkels \mathcal{J} des Innenholms 4
 einem Drehwinkelregler 25 für den Drehwerksantrieb 5, 6,
 7 des Innenholms zugeführt.

Dieser Drehwinkelregler 25 besitzt einen Soll-Istwert-
 25 vergleicher 26, und einen Regelverstärker 27 mit Steuer-
 sartz für ein im Ankerkreis des Motors 5 angeordnetes,
 über den Verknüpfungspunkt 120 verbundenes elektroni-
 sches Stellglied 29. Der mit dem Motor 5 über das Ge-
 triebe 6, 7 in Verbindung stehende Winkelgeber 8
 30 liefert ein Signal, das als Istwert \mathcal{J}^{ist} über den
 Ausgang 121 dem Soll-Istwertvergleicher 26 zugeführt
 wird.

Andererseits wird das Ausgangssignal $\mathcal{J}^{\text{soll}}$ des Rech-
 35 ners 77 zur Errechnung des Winkels \mathcal{E} des Außenholms

- 5 - VPA 79 P 3155 EUR

gegenüber dem Innenholm über den Eingang 34b einem Funktionsgenerator 30 zum Bilden eines vom Drehwinkel μ und Verlauf des Transportweges abhängigen Winkelsollwertes E_{soll} zugeführt, der zur Vorgabe des Winkels E zwischen Innenholm 4 und Außenholm 11 vom Ausgang 51a einem Drehwinkelregler 31 für den Drehwerksantrieb 13, 14, 15 des Außenholms zugeführt ist. Der Drehwinkelregler 31 besitzt einen Soll-Istwertvergleicher 32 und einen Regelverstärker 33 mit Steuersatz für ein im Ankerkreis des Motors 13 angeordnetes über den Verknüpfungspunkt 122 verbundenes elektronisches Stellglied 35. Der mit dem Motor 13 verbundene weitere Winkelgeber 12 liefert den Istwert E_{ist} , der über den Ausgang 123 dem Soll-Istwertvergleicher 32 zugeführt wird. Der vom Ausgang 51a automatisch vorgegebene Sollwert für den Drehwinkelregler 31 kann über einen von einem Hebel 50 betätigbaren Kontakt 51c abgekoppelt und durch den von Hand über den Hebel 50 eingebaren Sollwert aus der Einrichtung 49 am Eingang 51b ersetzt werden. Dadurch ist es möglich, den Innenholm 4 und den Außenholm 11 getrennt voneinander beliebig zu verstellen. Dies ist unter anderem bei der Festlegung eines gewünschten Transportweges erforderlich.

25 Mit dem Steuerhebel 23 wird vom Kranführer die Transportgeschwindigkeit v vorgegeben. Abhängig von dem am Ausgang des Rechners 77 anstehenden Drehwinkelsollwert μ_{soll} wird im Funktionsgenerator 30 für den Drehwerksantrieb des Außenholms 11 am Ausgang 51a ein Sollwert E_{soll} von solcher Größe gebildet, daß das Ladegeschirr 19 mit der Last 20 auf einem vorgegebenen Transportweg bewegt wird. Hierzu ist der Funktionsgenerator 30 derart ausgebildet, daß sein Ausgangssignal nach der mathematischen Beziehung

$$\varepsilon_{\text{soll}} = f(\mu_{\text{soll}}, y_0, R) \quad \dots (1)$$

5 vom Eingangssignal μ_{soll} abhängt. Dabei ist y_0 ein Parameter des Transportweges und R die Länge des Innenholms 4, die im vorliegenden Fall gleich der Länge des Außenholms 11 ist.

Für einen geradlinigen Transportweg gilt:

$$\varepsilon_{\text{soll}} = \arccos \left[\sin \gamma_{\text{soll}} \sqrt{1 - \left(\frac{y_0}{R} - \cos \gamma_{\text{soll}} \right)^2} - \cos \gamma_{\text{soll}} \left(\frac{y_0}{R} - \cos \gamma_{\text{soll}} \right) \right] \dots (2)$$

15 Der Wert y_0 kann für jeden gewünschten Transportweg zu Beginn der Ladetätigkeit gewonnen werden. Er ist hier der senkrechte Abstand des Transportweges von der inneren Drehachse 3 des Innenholms 4 (Fig. 2 und 5). Ist - wie die Fig. 1 und 2 zeigen - am Ende des Außenholms 11 für das Ladegeschirr 19 eine in einem Drehgelenk 21 gelagerte mit einem Zahnkranz versehene
20 Drehscheibe 55 mit Getriebe 57 und Drehwerksmotor 56 angeordnet (siehe auch Fig. 3), so kann die Last 20 entlang des Transportweges parallel zu ihrer Querachse bewegt werden. Hierzu wird der Winkel α zwischen
25 Außenholm 11 und Querachse der Last 20 (parallel zum Transportweg) abhängig vom Drehwinkel μ und dem Winkel ε zwischen Innenholm und Außenholm nach der Beziehung:

$$30 \quad \alpha_{\text{soll}} = \frac{3\pi}{2} - (\mu_{\text{soll}} + \varepsilon_{\text{soll}}) \quad \dots (3)$$

mittels eines Konstantwertgebers 66, eines Addierers 64 und eines Subtrahierers 65 ermittelt und als Sollwert α_{soll} vom Ausgang 63 an einen Drehwinkelregler
35 59 gegeben. Dieser Drehwinkelregler 59 enthält einen

- 7 - VPA 79 P 3 1 5 5 EUR

Soll-Istwertvergleich 60 und einen Regelverstärker 61 mit Steuersatz, welcher ein über den Verknüpfungspunkt 124 verbundenes elektronisches Stellglied 62 für den Ankerstrom des Drehwerksmotors 56 beaufschlagt.
 5 Der mit dem Drehgelenk 21 der Drehscheibe 55 verbundene Geber 58 liefert ein Signal \mathcal{X}_{ist} , das über den Ausgang 125 dem Soll-Istwertgeber 60 zugeführt wird.

10 Gemäß der mathematischen Beziehung (3) wird der Addierer 64 von den Sollwerten \mathcal{H}_{soll} und \mathcal{E}_{soll} gespeist und der Subtrahierer 65 von dem Konstantwertgeber 66, in dem der konstante Signalwert $\frac{3\pi}{2}$ gebildet wird.

15 Diese Regelung für die Drehscheibe 55 ist für die Verladetechnik vorteilhaft, da auf diese Weise Personal für das Ausrichten der Lastachse am Lastaufsetzpunkt nicht erforderlich ist.

20 Wie Fig. 4 zeigt, befinden sich im Funktionsgenerator 30 zur Berechnung des Sollwertes \mathcal{E}_{soll} entsprechend der oben angegebenen Beziehung (2) mehrere Rechnerbausteine. Der am Eingang 34b des Funktionsgenerators 30 anstehende Sollwert \mathcal{H}_{soll} wird einem Cosinus-Bildner 37 zugeführt und dessen Ausgangssignal $\cos \mathcal{H}_{soll}$ im
 25 Subtrahierer 38 von dem in der Einrichtung 91 gebildeten und am Eingang 36b zugeführten Signalwert $\frac{y_0}{R}$ subtrahiert.

30 Das Ausgangssignal $\frac{y_0}{R} - \cos \mathcal{H}_{soll}$ des Subtrahierers 38 wird in einem Multiplizierer 40 quadriert. Vom Ausgang 39a der Einrichtung 91 wird über den Eingang 39b der Konstantwert 1 und der Ausgangswert des Multiplizierers 40 wird an den Subtrahierer 41 gegeben. Die Differenz am Ausgang des Subtrahierers 41 wird dem

Radizierer 42 zugeführt, dessen Ausgangssignal im Multiplizierer 43 mit dem Ausgangssignal des Sinus-Bildners 44, der den Wert $\sin \varphi_{\text{soll}}$ bildet, multipliziert wird. Der so gebildete Wert wird einem Eingang eines Subtrahierers 45 zugeführt, dessen anderer Eingang mit dem Ausgang eines weiteren Multiplizierers 46 verbunden ist. Dessen Eingänge sind einerseits an den Ausgang des Cosinus-Bildners 37 und an den Ausgang des Subtrahierers 38 angeschlossen. Der Ausgang des Subtrahierers 45 liefert das Signal $\cos \epsilon_{\text{soll}}$, welches im Baustein 47 invertiert wird, d.h. es wird am Ausgang 51 der arc cos von $\cos \epsilon_{\text{soll}}$ und damit ϵ_{soll} gebildet.

Zur Ermittlung des Parameters y_0 (Fig. 3 und 5) ist in einer Steuerkabine 52 (Fig. 1) ein in den Lagern 54c, 54d verstellbares Winkeleinstellglied G angeordnet, das nach Art eines Winkelgebers aus einem Ständer 54a mit Einstellhebel 54b und einem Läufer 53a mit Einstellhebel 53b besteht. Am Ausgang 53c des Winkeleinstellgliedes liegt ein später erläuteter elektrischer Signalwert λ .

Im folgenden wird angenommen, daß sich der Kranführer in einer auf der Drehscheibe 55 angeordneten Steuerkabine 52 befindet (Fig. 1). Zu Beginn eines Transportvorganges steuert der Kranführer mittels der Hebel 23 und/oder 50 (Fig. 3) das Ende des Außenholms 11 (Fig. 5 in Verbindung mit Fig. 2) z.B. vom Punkt $P_e \text{ alt}$ auf einem Transportweg (alt) zu einem neuen Wegendpunkt P_e eines gewünschten Transportweges (neu), so daß der diesem Wegendpunkt zugeordnete Winkel ϵ_0 zwischen Innen- und Außenholm gegeben ist. Hierauf wird der Ständer 54a (Fig. 3) mittels seines Einstellhebels 54b so gedreht, daß der Einstellhebel 54b parallel zum Transportweg (neu) ist. Dann wird der Läufer 53a mittels seines

- 9 - VPA 79 P 3 1 5 5 EUR

Einstellhebels 53b bei festgehaltenem Ständer 54a derart gedreht, daß der Einstellhebel 53b zum Drehgelenk 3 gerichtet ist. Damit schließen die beiden Einstellhebel 54b und 53b den Winkel λ ein und am Ausgang des Winklereinstellgliedes G wird ein entsprechendes elektrisches Signal abgegeben. Mittels des Winkelgebers 12 wird der Winkel ε_0 zwischen Innenholm und Außenholm erfaßt. Wie aus der Fig. 5 hervorgeht, läßt sich nach der geometrischen Beziehung:

$$y_0 = 2 \cdot R \cdot \sin \frac{\varepsilon_0}{2} \cdot \sin \lambda \quad \dots(4)$$

die senkrechte Strecke y_0 für den Transportweg (neu) ermitteln. Die hierzu erforderliche Rechenschaltung wird in Verbindung mit Fig. 7 noch näher beschrieben.

Wie in Fig. 6 dargestellt ist, besitzt der Sollwertgeber 48 des Geschwindigkeitsstellers 24 einen Steuerhebel 23 für ein Potentiometer 68a, das an einer Batterie 67 mit konstanter Spannung liegt. Die ausgangsseitig an den Klemmen 68c und 68d des Sollwertgebers 48 anstehende Spannung wird dem Anker eines Stellmotors 69 mit konstantem Fluß zugeführt, so daß sich die Drehzahl linear zu der am Abgriff 68b anstehenden Spannung verhält. Der Stellmotor 69 verstellt mit seiner Welle 70 über ein Getriebe 71 einen Abgriff 72 eines weiteren Potentiometers 73 derart, daß in Abhängigkeit von der Zeit t ein nach einer vorgegebenen Funktion, insbesondere linearen Funktion, sich änderndes Ausgangssignal gebildet wird.

Anstelle des Stellmotors 69 kann auch ein Uhrwerk treten, dessen Laufgeschwindigkeit durch den Steuerhebel verstellbar ist.

Die am Potentiometer 73 liegende Spannung der Batterie 74 kann zur Änderung des Vorzeichens des Signals am Ausgang 28a mittels eines Kreuzschalters 75 je nach Fahrtrichtung umgepolt werden. Der Stellmotor 69 mit Welle 70 und Getriebe 71 bilden zusammen mit dem Potentiometer 73 und dessen Abgriff 72, der Batterie 74 und Kreuzschalter 75 einen linear wirkenden Signalumformer 76.

- 10 Die Berechnung des Drehwinkelsollwertes φ_{soll} erfolgt abhängig von der Zeit t für einen geradlinigen Transportweg unter Berücksichtigung der Längen R des Innen- und Außenholms zwischen den Drehpunkten, des Abstandes y_0 des Transportweges vom inneren Drehpunkt des Innenholms 4 und des senkrechten Abstandes x_a der Last 20 von der jeweiligen Parameterlinie y_0 zu Beginn jedes Transportvorganges sowie abhängig von der Stellung des Steuerhebels 23, welche die Transportgeschwindigkeit v bestimmt, nach der mathematischen Beziehung
- 20

$$\varphi_{\text{soll}}(t) = \arctg \frac{x(t)}{y_0} + \arccos \frac{\sqrt{y_0^2 + x(t)^2}}{2R} \quad \dots(5)$$

- 25 Darin ist $x(t)$ die zeitabhängige Lagekoordinate der Last, die sich auf ein rechtwinkeliges Koordinatensystem bezieht (Fig. 5), bei dem der Lastweg die Abszisse und der Parameterwert y_0 die Ordinate bildet, so daß x der jeweilige Abstand des Drehgelenks 21 (des Außenholms) von dem Nullpunkt des Koordinatensystems ist. Dabei gilt für eine konstante Transportgeschwindigkeit v längs einer Geraden die Beziehung:
- 30

$$x(t) = x_a + v \cdot t \quad \dots(6)$$

- 11 - VPA 79 P 3 1 5 5 EUR

x_a ist dabei der Abstand des Lastaufnahme- oder -absetzpunktes P_e vom Koordinaten-Nullpunkt. Erreicht der Betrag x einen vorgegebenen Wert, so ist der jeweilige Transportvorgang beendet.

5

Mit dem Ausgang 28a (Fig. 6) des Signalumformers 76 im Geschwindigkeitssteller 24 ist über den Eingang 28b des Rechners 77 ein Additionsglied 78 verbunden, dem der der Position des Steuerhebels 23 entsprechende Signalwert $\pm v \cdot t$ zugeführt wird. Der zweite Eingang des Additionsgliedes 78 ist über den Eingang 79b des Rechners 77 an einen Ausgang 79a der Einrichtung 91 angeschlossen, in dem der Wert x_a gebildet wird. Das Differenzsignal $x(t) = x_a \pm v \cdot t$ wird an einen Eingang eines Divisors 80 geführt, dessen anderer Eingang vom Ausgang 81a der Einrichtung 91 über einen Eingang 81b des Rechners 77 mit dem Signal y_0 gespeist wird.

Am Ausgang des Divisors 80 entsteht der Signalwert $\frac{x}{y_0}$.
 20 Im Arcustangens-Bildner 82 wird der Wert $\arctg \frac{x}{y_0}$ gebildet und dem Summierglied 83 zugeführt. Der andere Eingang des Summiergliedes 83 ist mit einer Rechnerkette verbunden, in der zu Beginn durch einen Multiplizierer 84 der Signalwert x^2 und in einem weiteren
 25 Multiplizierer 85 der Signalwert y_0^2 gebildet werden. Beide Werte werden an den Eingang eines Summiergliedes 86 gegeben, dessen Ausgang einen Radizierer 87 speist. Sein Ausgangssignal wird an einen Eingang eines Divisors 88 weitergeleitet. Der andere Eingang des Divisors 88 erhält über den Eingang 89b, der mit dem Aus-
 30 gang 89a der Einrichtung 91 verbunden ist, einen Signalwert $2R$. Dadurch wird dem Eingang eines

Arcus-Cosinus-Bildners 90 der Wert $\frac{\sqrt{y_0^2 + x^2}}{2R}$ zuge-

führt. Der Ausgang des Arcus-Cosinus-Bildners 90 ist
 - wie bereits gesagt - an den Eingang des Summierers 83
 gelegt. Damit steht am Ausgang des Summierers 83 bzw.
 am Ausgang 34a des Rechners 77 entsprechend der Be-
 5 zziehung (5) der gewünschte Sollwert μ_{soll} an, der ge-
 gemäß Fig. 3 dem Funktionsgenerator 30, dem Drehwinkel-
 regler 25, dem Addierer 64 und der Einrichtung 91 über
 den Geschwindigkeitsgeber 24 zugeführt wird.

10 In der Einrichtung 91 (Fig. 7) werden die Parameter-
 werte erzeugt, die für die Sollwertbildung erforderlich
 sind. Die Werte μ_{soll} vom Ausgang 34a und $(\mu + \epsilon)_{\text{soll}}$
 vom Ausgang des Addierers 64 werden über einen Schalter
 92 des Geschwindigkeitsstellers 24 geführt, so daß im-
 15 mer nur zu Ende eines Transportvorganges, d.h. wenn der
 Kran eine der Endlagen erreicht hat, die Signale an die
 Eingänge 93 und 94 gelangen. Dann steht nämlich der
 Hebel 23 des Geschwindigkeitsstellers 24 auf Null und
 die Kontakte des Schalters 92 werden geschlossen, so
 20 daß jeweils nur Endwerte μ_{sollE} und $(\mu + \epsilon)_{\text{sollE}}$ Bau-
 steinen der Einrichtung 91 zugeführt werden. Die Ein-
 richtung 91 dient u.a. zur Berechnung der mathemati-
 schen Beziehung:

$$25 \quad x_a = y_o \frac{\sin \mu_{\text{sollE}} - \sin (\mu_{\text{sollE}} + \epsilon_{\text{sollE}})}{\cos \mu_{\text{sollE}} - \cos (\mu_{\text{sollE}} + \epsilon_{\text{sollE}})} \quad \dots(7)$$

Darin bedeutet der Index E den jeweiligen Endwert bei
 einem Bewegungsvorgang. Die Werte μ_{sollE} und $(\mu + \epsilon)_{\text{sollE}}$
 30 werden jeweils über einen Cosinus-Bildner 95 und 97
 und Sinus-Bildner 96 und 98 geführt. Die Ausgänge die-
 ser Bausteine 95 und 97 sowie 96 und 98 werden an die
 Eingänge von Subtrahierern 99 bzw. 100 gelegt, deren
 Ausgangssignale auf den Divisor 101 gegeben werden. Der
 35 Ausgang des Divisors 101 liefert ein Signal, das dem

- 13 - VPA 79 P 3155 EUR

in der Gleichung (7) angegebenen Bruch entspricht und im Multiplizierer 102 mit dem Signalwert y_0 aus einem Rechner-
 5 teil multipliziert den Ausgangswert x_a ergibt, der im Gedächtnis 103 so lange gespeichert wird, bis bei Erreichen einer neuen Endposition des Innen- und Außenholms ein neuer Signalwert x_a eingegeben wird.

Der Signalwert y_0 wird in der Einrichtung 91 auf folgende Weise gebildet:

10

An einem Differenzbildner 104 werden die Signalwerte μ_{solle} und $(\mu_{\text{solle}} + \epsilon_{\text{solle}})$ angelegt, so daß an dessen Ausgang das Signal ϵ_{solle} entsteht, das durch eine
 15 Teilerschaltung 105 halbiert und einem Sinusbildner 106 zugeführt wird. Parallel zu dem Sinusbildner 106 wird ein weiterer Sinusbildner 107 von dem Signal λ des Winkeleinstellgliedes G (Fig. 3) beaufschlagt. Die Ausgänge der Bausteine 106 und 107 sind an die
 20 Eingänge eines Multiplizierers 108 gelegt. Ein weiterer Eingang des Multiplizierers 108 wird von dem Signal 2R gespeist, so daß an dem Ausgang des Multiplizierers 108 entsprechend der Beziehung (4) der Wert y_0 entsteht, der mittels des Gedächtnisses 109 so lange
 25 festgehalten wird und am Ausgang 81a der Einrichtung 91 zur Verfügung steht, bis eine neue Lastweinstellung verlangt wird. An einer Batterie 110 liegt ein Potentiometer 111, an dessen Abgriff ein der Länge R des Außenholms und Innenholms entsprechender Spannungswert ansteht. Durch ein Summierglied 112
 30 wird die Größe 2R gebildet und zum Ausgang 89a geführt.

Ein Divisor 113 wird eingangsseitig vom Ausgang des Gedächtnisses 109 und vom Abgriff des Potentiometers
 35 111 gespeist, so daß am Ausgang 36a der Wert y_0/R

zur Verfügung steht.

Mittels eines weiteren Divisors 114 wird der Konstantwert 1 dadurch erzeugt, daß an die Eingänge gleichzeitig jeweils der vom Potentiometer 111 abgegriffene Spannungswert R geführt wird. Am Ausgang 39a liegt somit der Signalwert 1 an. Damit sind die Bausteine für die in Fig. 3 gezeigte Geschwindigkeitssteuerung beschrieben.

10

Eine andere Art zum Erzielen einer konstanten Transportgeschwindigkeit, die nur abhängig ist von der Position des Stellhebels 23, ist in Fig. 8 dargestellt.

15

Ein Verstärker 115 bildet zusammen mit dem Potentiometer 68a mit Abgriff 68b einen Integrator 118, der im Zusammenwirken mit der Batterie 74, dem Kreuzschalter 75 und dem Relais 117 sowie den Schaltkontakten

20

116a, 116b positive oder negative Ausgangswerte liefern kann. Der Verstärker 115 ist dabei über den Kreuzschalter 75 an die Versorgungsspannung der Batterie 74 angeschlossen. Wird der Steuerhebel 23 von seiner Null-Lage in die eine Richtung ausgelenkt, so wird über den Kontakt 116a und das Relais 117 der Kreuz-

25

schalter 75 in eine solche Lage gebracht, daß ein positives Ausgangssignal am Integrator 118 bzw. am Ausgang 28a des Geschwindigkeitsstellers 24 ansteht, während bei einer Auslenkung des Steuerhebels 23 in die entgegengesetzte Seite über den Kontakt 116b die Erreger- spule den Kreuzschalter 75 in eine solche Stellung

30

bringt, daß ein negatives Ausgangssignal am Ausgang 28a entsteht. Nach Beendigung eines Bewegungsvorganges des Krans wird der Integrator 118 selbsttätig auf Null gestellt. Das Potentiometer 68a mit Abgriff 68b ist in

- 15 - VPA 79 P 3 155 EUR

der Rückführung des Verstärkers 115 angeordnet und bildet zugleich einen Rückkopplungswiderstand und gestattet im Zusammenwirken mit einem Kondensator 119 das Hochlaufverhalten einzustellen.

5

Bei dieser Art der Geschwindigkeitsvorgabe werden mechanisch bewegte Teile im Signalumformer vermieden.

10 Unter Beibehaltung des prinzipiellen Lösungsweges kann die Geschwindigkeitssteuerung - wie Fig. 9 zeigt - in vorteilhafter Weise auch mittels eines Prozeßrechners 126 realisiert werden, der die Aufgabe der Sollwert- und Parameterbildung nach Maßgabe der erfindungsgemäßen Lösung übernimmt und bei dem die erforderlichen mechani-

15 schen Kontakte durch elektronische Schalter ersetzt sind. Hierbei ist das Potentiometer 68a mit Abgriff 68b und Steuerhebel 23 des Geschwindigkeitsstellers über die Ausgänge 68c, 68d an den Prozeßrechner 126 angeschlossen. Der für die manuelle Einstellung des Winkels $\mathcal{E}_{\text{soll}}$ dienende Sollwertgeber 49 mit Steuerhebel 50

20 ist über seinen Ausgang 51b an den Prozeßrechner 126 gelegt. Der Geber G ist mit dem Prozeßrechner 126 über seinen Ausgang 53c verbunden. Andererseits sind die elektronischen Stellglieder 29, 35 und 62 der Drehwerksantriebe und die zugeordneten Winkelgeber 8, 12, 58 an den Verknüpfungspunkten 120, 122, 124 bzw. den

25 Ausgängen 121, 123, 125 mit dem Prozeßrechner 126 verbunden.

30 Die bekannte unterlagerte Geschwindigkeitsregelung verwendet eine Messung der Drehwinkelgeschwindigkeit mit bestimmten funktionellen Zuordnungen über dem

- 16 - VPA 79 P 3155 EUR

Transportweg (grobe Annäherungen). Mit der erfindungs-
gemäßen Geschwindigkeitssteuerung ist es möglich, eine
konstante Transportgeschwindigkeit zu garantieren, ohne
daß eine Messung der Transportgeschwindigkeit und der
5 Winkelgeschwindigkeiten vorgenommen werden muß.
Dadurch ergibt sich eine größere Genauigkeit und Ein-
fachheit.

9 Figuren
6 Patentansprüche

- 1 Konsole
- 2 Säule
- 3 Drehgelenk
- 4 Innenholm
- 5 Motor
- 6 Ritzel
- 7 Zahnkranz
- 8 Winkelgeber
- 9 Bezugslinie
- 10 weiteres Drehgelenk
- 11 Außenholm
- 12 weiterer Winkelgeber
- 13 Motor
- 14 Ritzel
- 15 Zahnkranz
- 16 Winde
- 17 Seil
- 18 Laufrolle
- 19 Ladegeschirr
- 20 Last
- 21 Drehgelenk
- 22 Geschwindigkeitssteuereinrichtung
- 23 Steuerhebel
- 24 Geschwindigkeitssteller
- 25 Drehwinkelregler
- 26 Soll-Istwertvergleicher
- 27 Regelverstärker mit Steuersatz
- 28a Ausgang
- 28b Eingang
- 29 elektronisches Stellglied
- 30 Funktionsgenerator
- 31 Drehwinkelregler
- 32 Soll-Istwertvergleicher
- 33 Regelverstärker mit Steuersatz

18 - VPA 79 P 3155 EUR

- 34a Ausgang
- 34b Eingang
- 35 elektronisches Stellglied
- 36a Ausgang
- 36b Eingang
- 37 Cosinusbildner
- 38 Subtrahierer
- 39a Ausgang
- 39b Eingang
- 40 Multiplizierer
- 41 Subtrahierer
- 42 Radizierer
- 43 Multiplizierer
- 44 Sinus-Bildner
- 45 Subtrahierer
- 46 weiterer Multiplizierer
- 47 Baustein
- 48 Sollwertgeber
- 49 Sollwertgeber
- 50 Steuerhebel
- 51a Ausgang , 51b Eingang, 51c Kontakt
- 52 Steuerkabine
- 53a Läufer
- 53b Einstellhebel
- 53c Ausgang
- 54a Ständer
- 54b Einstellhebel
- 54c Lager
- 54d Lager
- 55 Drehscheibe
- 56 Drehwerksmotor
- 57 Getriebe
- 58 Winkelgeber
- 59 Drehwinkelregler
- 60 Soll-Istwertvergleicher

- 19 - VPA 79 P 3 1 5 5 EUR

- 61 Regelverstärker mit Steuersatz
- 62 Stellglied
- 63 Ausgang
- 64 Addierer
- 65 Subtrahierer
- 66 Konstantwertgeber
- 67 Batterie
- 68a Potentiometer
- 68b Abgriff
- 68c Klemme
- 68d Klemme
- 69 Stellmotor
- 70 Welle
- 71 Getriebe
- 72 Abgriff
- 73 Potentiometer
- 74 Batterie
- 75 Kreuzschalter
- 76 Signalumformer
- 77 Rechner
- 78 Additionsglied
- 79a Ausgang
- 79b Eingang
- 80 Divisor
- 81a Ausgang
- 81b Eingang
- 82 Arcustangens-Bildner
- 83 Summierer
- 84 Multiplizierer
- 85 Multiplizierer
- 86 Summierglied
- 87 Radizierer
- 88 Divisor
- 89a Ausgang
- 89b Eingang

- 20 - VPA 79 P 3155 EUR

- 90 Arcus-Cosinus-Bildner
- 91 Einrichtung zum Bilden von Parameterwerten
- 92 Schalter
- 93 Eingang
- 94 Eingang
- 95 Cosinus-Bildner
- 96 Sinus-Bildner
- 97 Cosinus-Bildner
- 98 Sinus-Bildner
- 99 Subtrahierer
- 100 Subtrahierer
- 101 Divisor
- 102 Multiplizierer
- 103 Gedächtnis
- 104 Differenzbildner
- 105 Teilerschaltung
- 106 Sinusbildner
- 107 weiterer Sinusbildner
- 108 Multiplizierer
- 109 Gedächtnis
- 110 Batterie
- 111 Potentiometer
- 112 Summierer
- 113 Divisor
- 114 weiterer Divisor
- 115 Verstärker
- 116a Kontakt
- 116b Kontakt
- 117 Relais
- 118 Integrator
- 119 Kondensator
- 120 Verknüpfungspunkt
- 121 Ausgang
- 122 Verknüpfungspunkt

-2/ - VPA 79 P 3 1 5 5 EUR

- 123 Ausgang
- 124 Verknüpfungspunkt
- 125 Ausgang
- 126 Prozeßbrechner (PR)

- μ Drehwinkel des Innenholms
- E Winkel zwischen Innen- und Außenholm
- v Transportgeschwindigkeit
- t Zeit
- x Transportweg
- μ_{soll} Drehwinkel-Sollwert
- E_{soll} Winkel-Sollwert
- μ_{ist} Drehwinkel-Istwert
- E_{ist} Winkel-Istwert
- y_0 Parameter
- R Länge des Innenholms und Außenholms
- α Winkel der Drehscheibe
- α_{soll} Sollwert
- P_{ealt} Punkt auf einem Transportweg (alt)
- G Winkeleinstellglied
- P_e Wegendpunkt

Patentansprüche

1. Steuerung für Drehwerks- oder Hubwerksantriebe einer
Transporteinrichtung, insbesondere eines Schiffskrans,
5 bei dem am Ende eines um ein Drehgelenk drehbaren Innen-
holms ein um ein Drehgelenk drehbarer Außenholm mit
einem Ladegeschirr angeordnet ist und die Antriebe des
Innenholms und des Außenholms Drehwinkelregler besitzen,
denen Drehwinkelsollwerte über Sollwertgeber zugeführt
10 werden, die über Steuerhebel manuell einstellbar sind,
wobei der Sollwertgeber für den Drehwinkel des Außen-
holms von dem zugehörigen Drehwinkelregler abkuppelbar
und auf diesen Drehwinkelregler ein von dem Sollwert-
geber für den Drehwinkel des Innenholms ansteuerbarer
15 Funktionsgenerator schaltbar ist, der zur Erzielung
eines vorgegebenen Transportweges abhängig vom Winkel
des Innenholms einen Winkelsollwert für die Einstellung
des Winkels zwischen Innenholm und Außenholm bildet,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der
20 mit dem Steuerhebel (23) versehene Sollwertgeber (48)
zur Vorgabe einer Transportgeschwindigkeit (v) einen
Signalumformer (76) steuert, der ein nach einer vor-
gegebenen Funktion sich zeitlich änderndes Ausgangs-
signal ($\pm v \cdot t$) bildet, das einem Rechner(77) zur Be-
25 rechnung des zeitlichen Verlaufes des Drehwinkelsoll-
wertes (φ_{soll}) in Abhängigkeit von den für den Trans-
portweg charakteristischen Parameterwerten zugeführt
wird.
- 30 2. Steuerung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , daß der Signalumformer (76)
ein von einem Antriebsmotor (69) oder Uhrwerk ange-
triebenes Potentiometer (73) ist.

- 23- VPA 79 P 3155 EUR

3. Steuerung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , daß der Signalumformer (76)
ein beschaltbarer Verstärker (115), insbesondere ein
aus elektronischen Bauelementen aufgebauter Integrator,
5 ist.
4. Steuerung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
der dem Signalumformer (76) nachgeschaltete Rechner
10 (77) den zeitlichen Verlauf des Drehwinkelsollwertes
(μ_{soll}) in Abhängigkeit von den Parameterwerten y_0 ,
 x_a und R ermittelt, wobei y_0 der senkrechte Abstand
des Lastweges von der inneren Drehachse (3) des Innen-
holms (4), x_a der Abstand des Lastaufnahme- oder
15 -absetzpunktes (P_e) von der durch die innere Drehachse
(3) errichteten Normalen zum Lastweg (in der y_0 liegt)
und R die gleichen Längen des Innen- und Außenholms
zwischen ihren Drehachsen sind.
- 20 5. Steuerung nach Anspruch 4, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , daß eine dem Geschwindigkeits-
steller (24), dem Funktionsgenerator (30) und dem
Rechner (77) zugeordnete Einrichtung (91) zum Bilden
der Parameterwerte y_0 , x_a und R sowie von Konstant-
25 werten vorgesehen ist, welche die Charakteristik der
Transportwege und Winkelverläufe darstellen.
6. Steuerung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die
30 Drehwinkelregler (25, 31, 59), der Signalumformer (76)
des Geschwindigkeitsstellers (24) mit dem nachgeschal-
teten Rechner (77), die Einrichtung (91) zum Bilden von
Parameterwerten, der Funktionsgenerator (30) und der
Sollwertbildner (64, 65, 66) durch einen Prozeßrechner
35 (126) gebildet sind.

1/7 79 P 3155

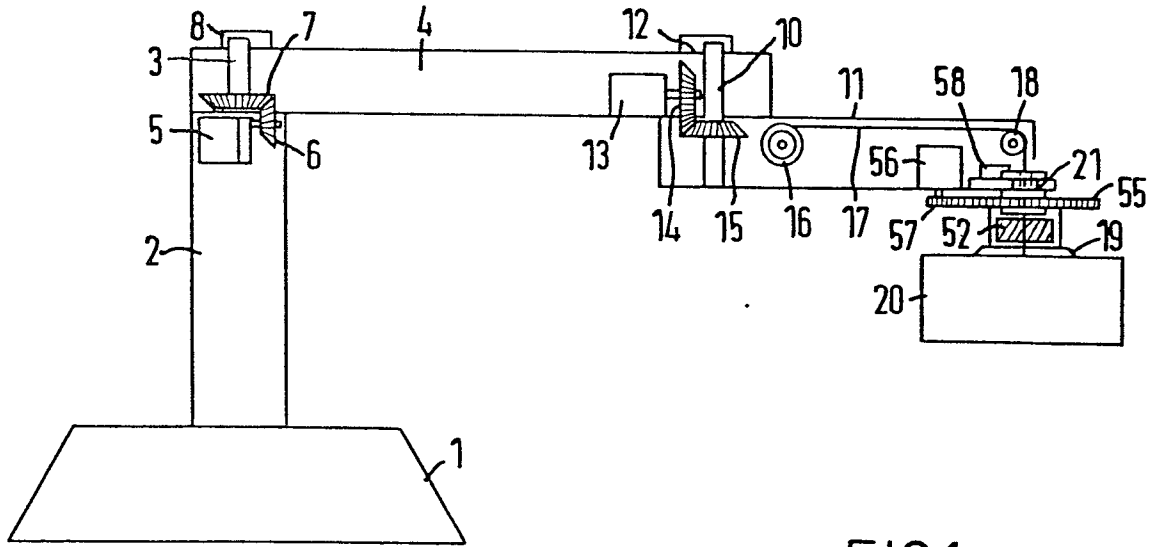


FIG 1

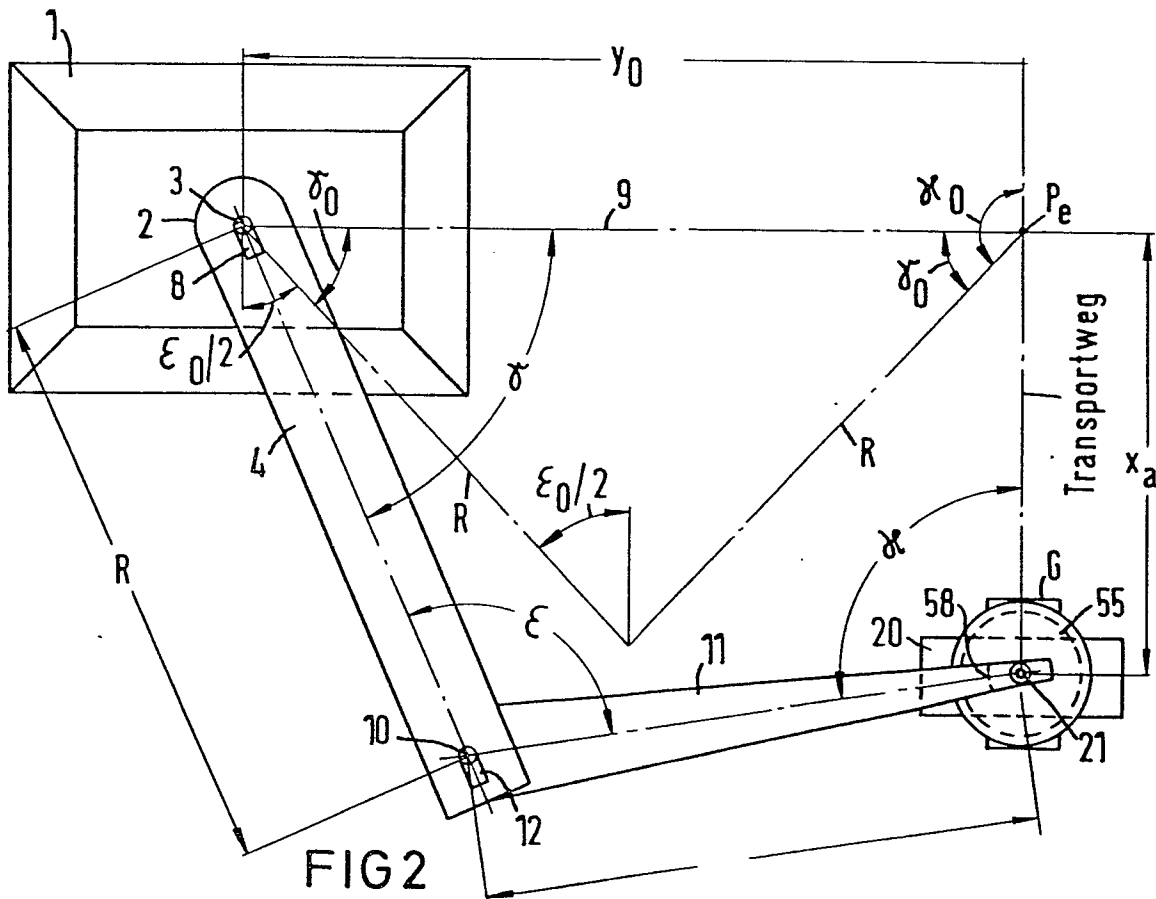


FIG 2

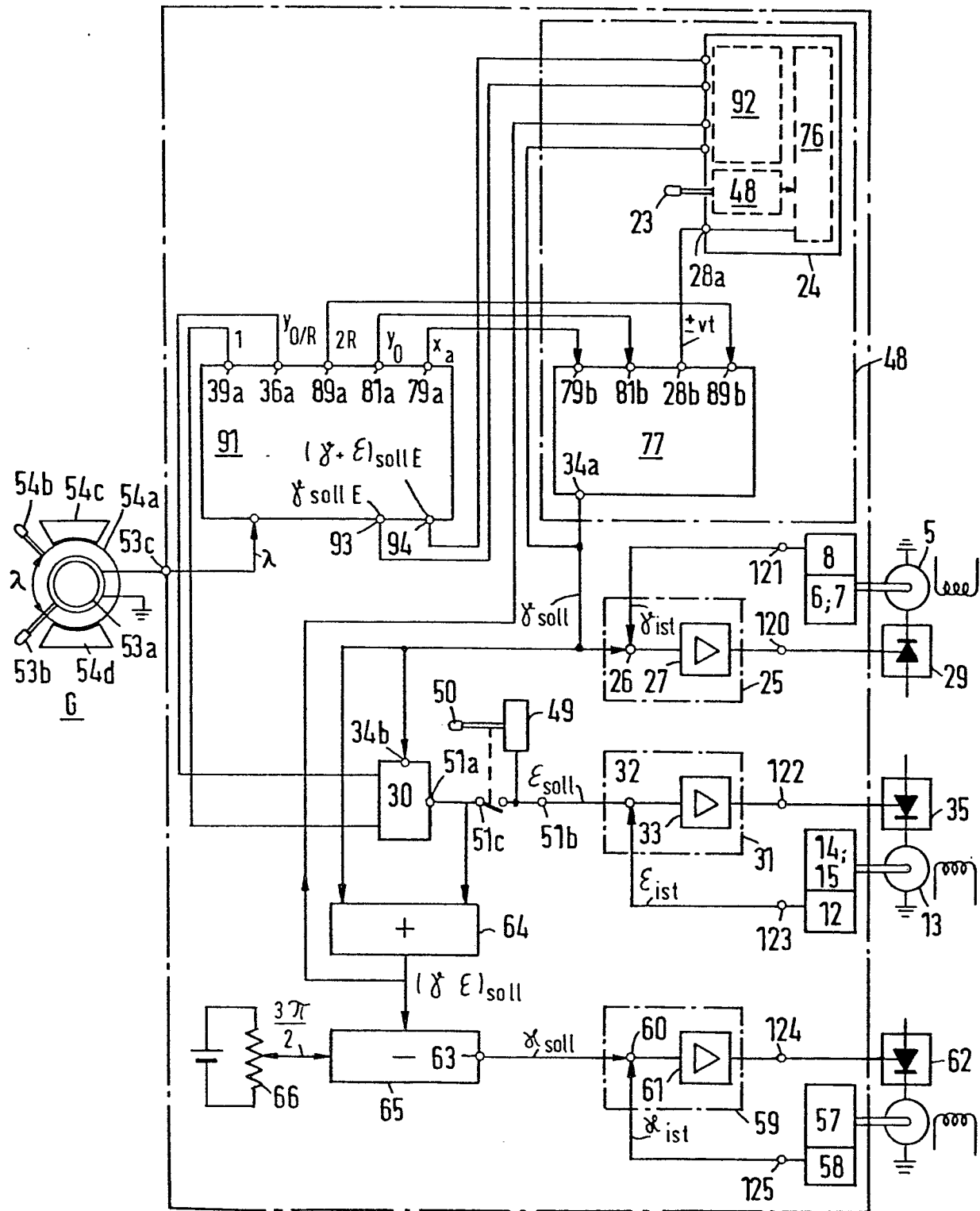


FIG 3

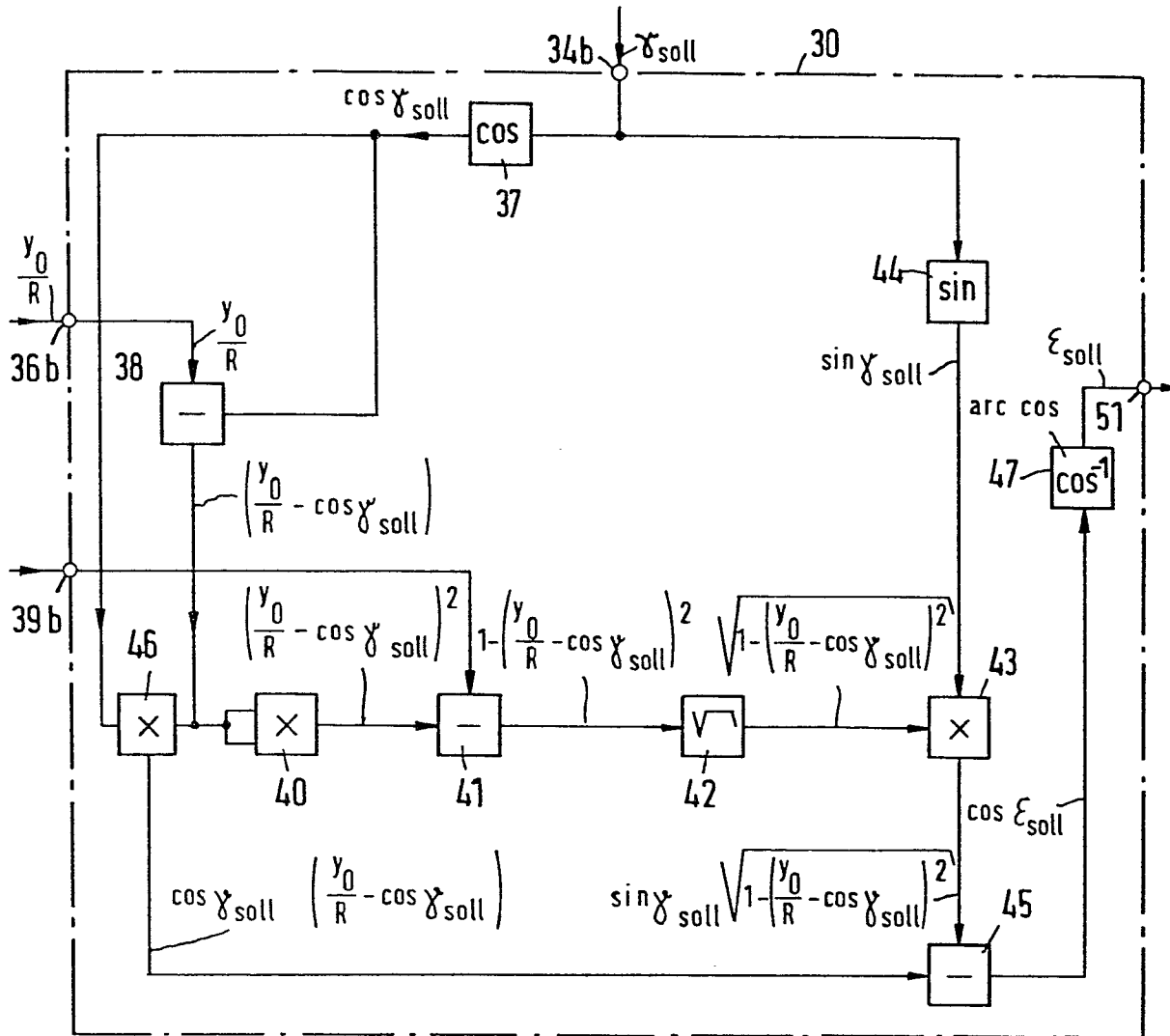


FIG 4

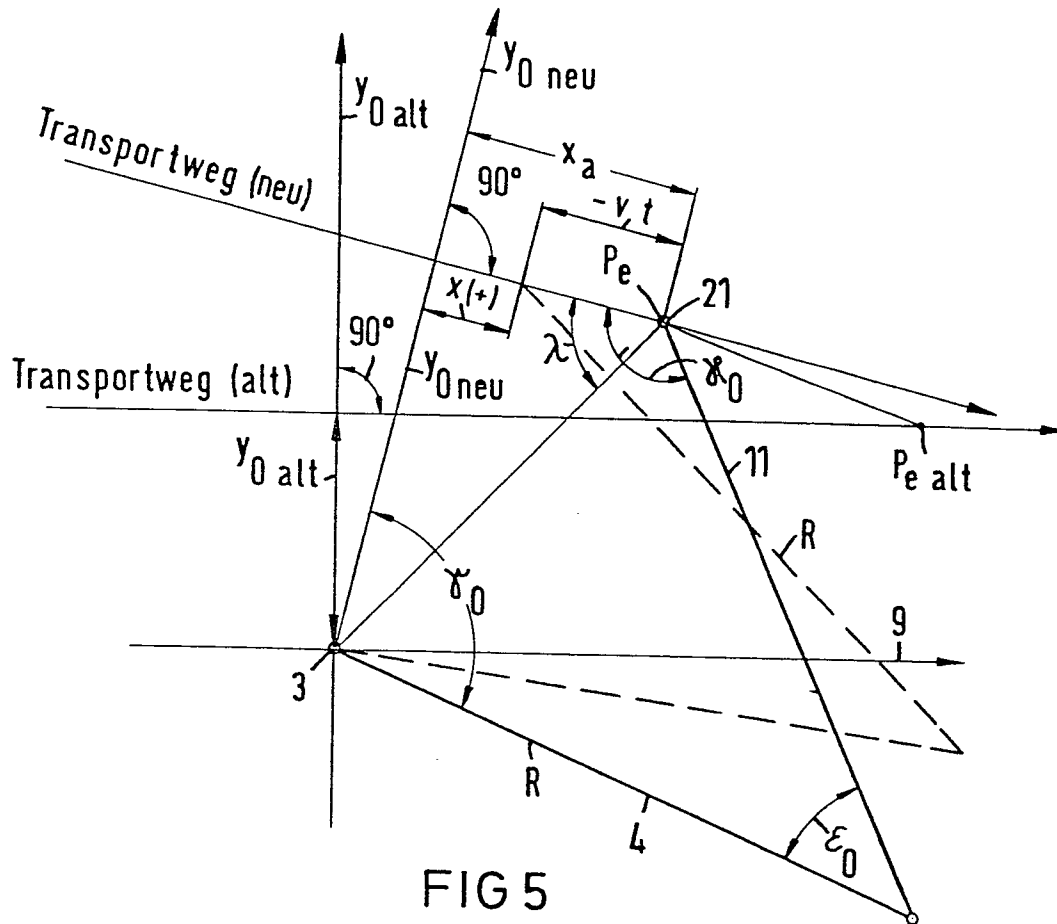


FIG 5

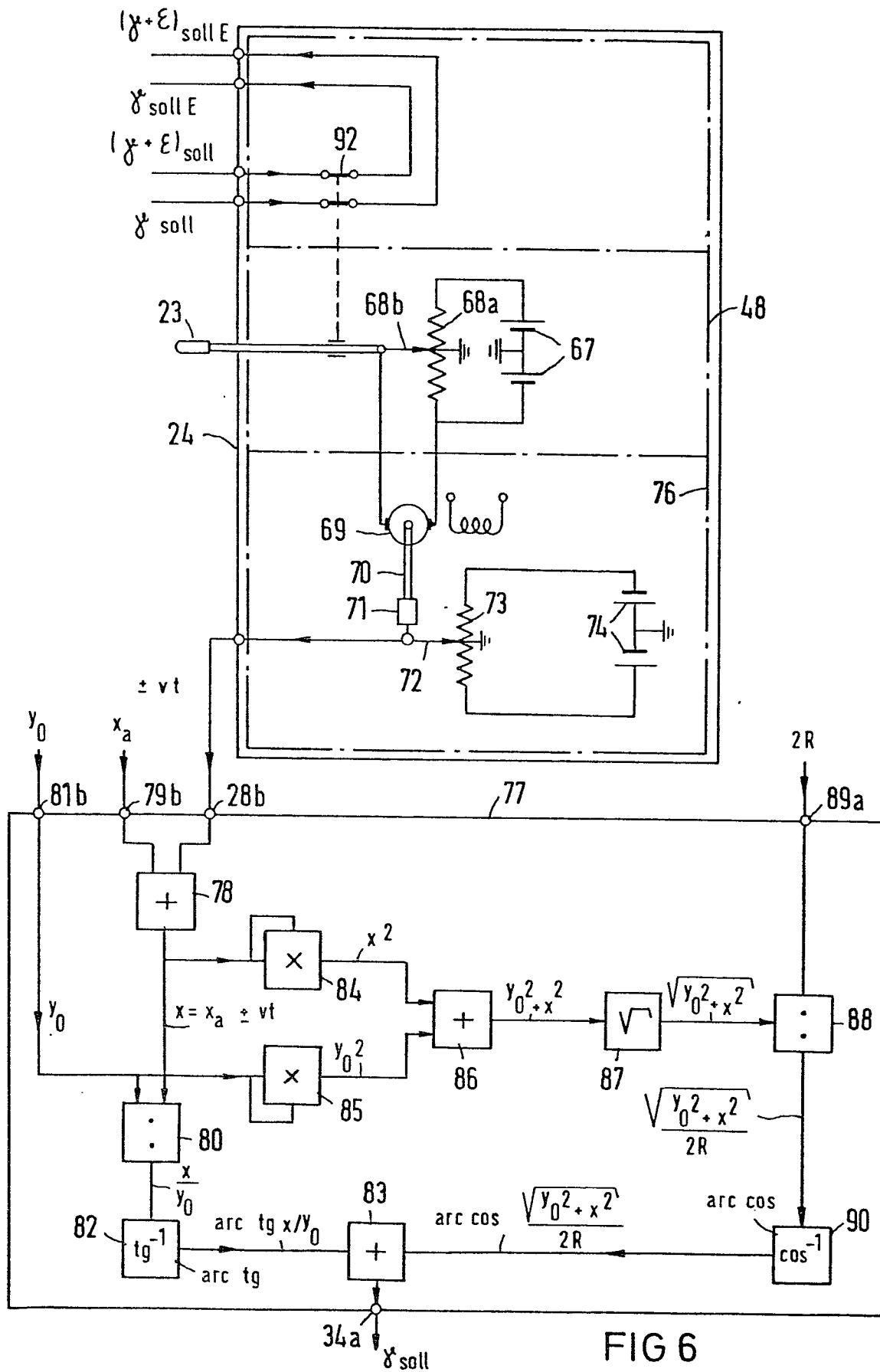


FIG 6

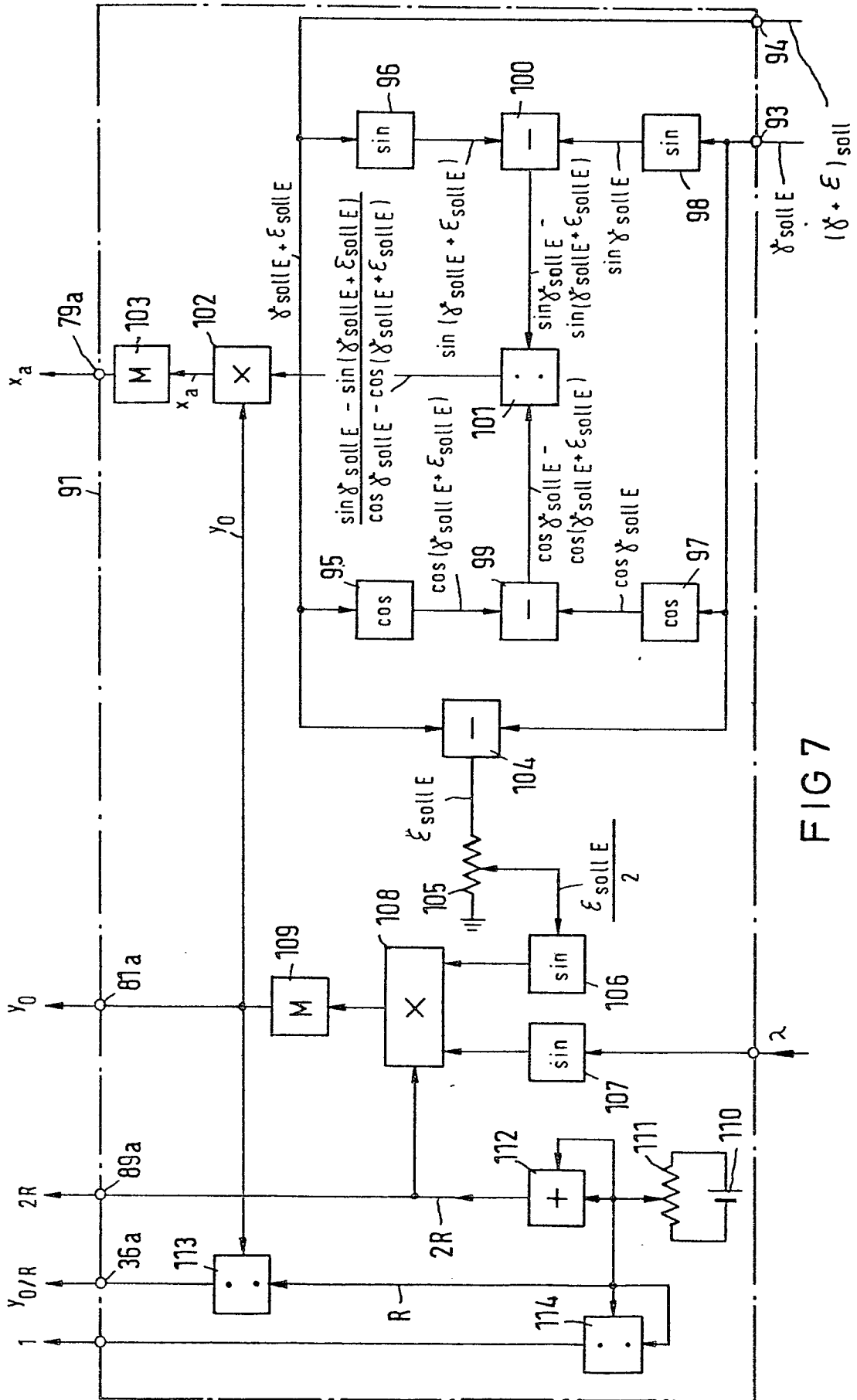


FIG 7

717

79 P 3155

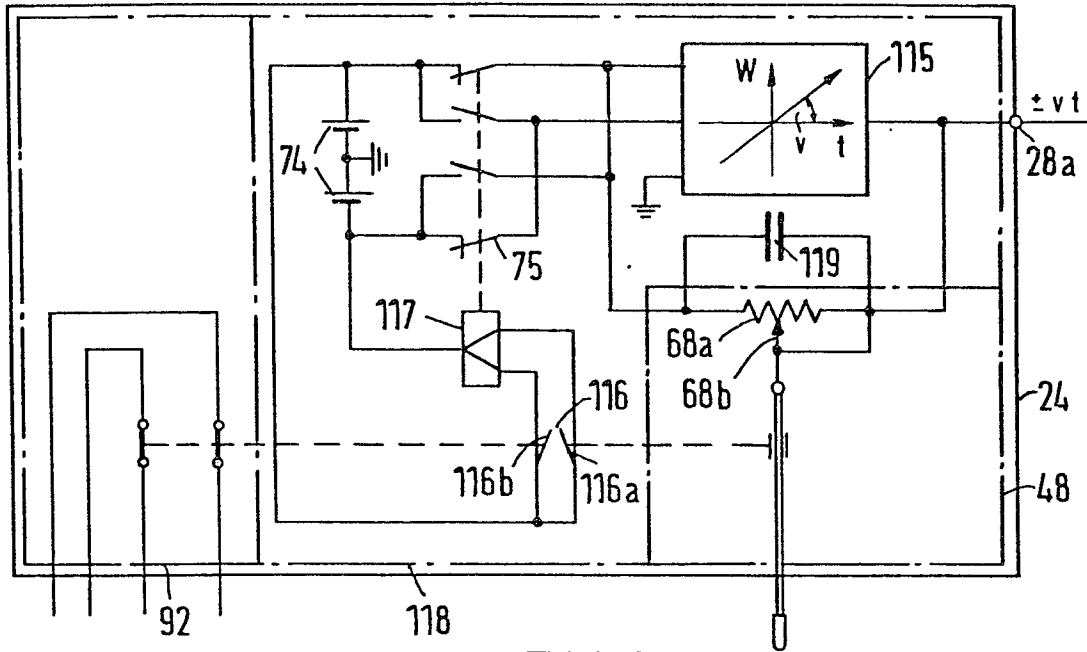


FIG 8

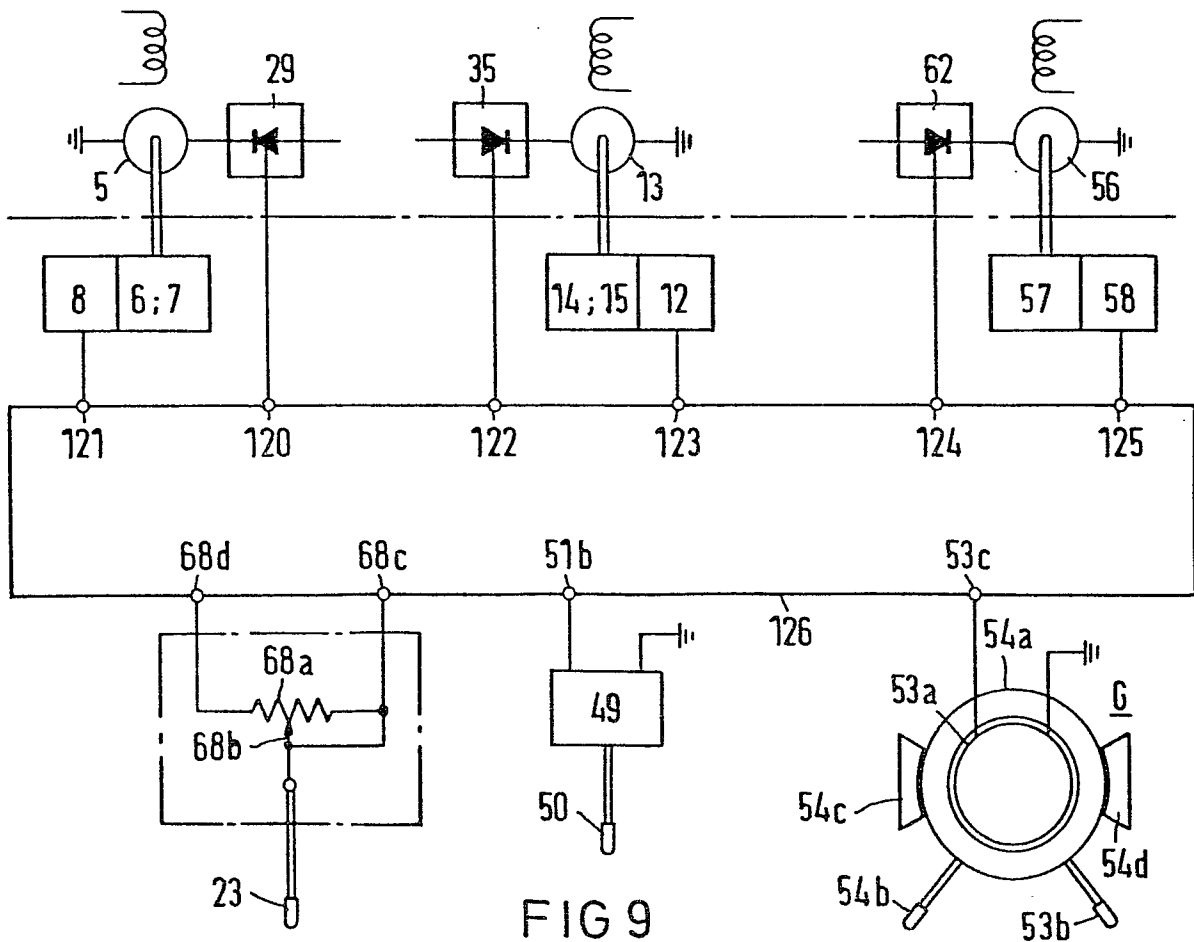


FIG 9



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. ³)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
A	EP - A1 - 0 003 025 (SIEMENS AG et al.) * Anspruch 4 *	1	B 66 C 13/48 B 66 C 13/30 B 63 B 27/10
A	DE - B2 - 1 961 345 (SIEMENS AG) * Ansprüche 1,2; Fig. 2, 3 *	1	G 05 D 3/14
A	DE - A1 - 2 653 951 (O & K ORENSTEIN & KOPPEL AG) * Fig. *	1	
A	FR - A - 2 065 598 (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP.) * Ansprüche 1 bis 3; Fig. 2, 4 *	1	B 25 J 9/00 B 25 J 13/00 B 63 B 27/00 B 66 C 13/00
P	EP - A1 - 0 003 577 (SIEMENS AG) * Ansprüche 1 bis 3 *	1-4	B 66 C 23/00 G 05 D 3/00
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. ³)
			KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE
			X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
X	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.		
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Berlin	19-01-1981	KANAL	