

PATENTSCHRIFT 138 127

Wirtschaftspatent

Teilweise aufgehoben gemäß § 6 Absatz 1 des Änderungsgesetzes
zum Patentgesetz

Int. Cl. 3

(11) 138 127 (45) 25.03.81 3(51) H 02 M 7/155
H 02 P 5/16
(21) WP H 02 M / 206 992 (22) 28.07.78
(44)¹ 10.10.79

(71) siehe (72)

(72) Emmerling, Frank, Dipl.-Ing.; Gräf, Heinz, Dr.-Ing.;
Wigand, Gunther, Dipl.-Ing., DD

(73) siehe (72)

(74) Johannes Wieland, VEB Numerik „Karl Marx“ Karl-Marx-Stadt;
Betrieb des VEB Kombinat Automatisierungsanlagenbau,
9010 Karl-Marx-Stadt, Bornaeer Straße 205, PSF 947

(54) Steueranordnung für den Betrieb zweier antiparalleler
Thyristorstromrichtergruppen in Brückenschaltung

20 Seiten

¹⁾ Ausgabedatum der Patentschrift für das gemäß § 5 Absatz 1 ÄndG zum PatG erteilte Patent

a) Titel der Erfindung

Steuerungsanordnung für den Betrieb zweier antiparalleler Thyristorstromrichtergruppen in Brückenschaltung.

b) Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Elektrotechnik und ihre Anwendung ist in Einrichtungen zum Regeln der Drehzahl von schnellen, induktivitätsarmen Gleichstrommotoren in beiden Richtungen möglich und zweckmäßig.

c) Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

In Einrichtungen zur Regelung der Drehzahl von Gleichstrommotoren in beiden Richtungen mit einer kreisstromfreien Schaltung erfolgt die Versorgung des Gleichstrommotors aus dem Wechselspannungsnetz über zwei Stromrichtergruppen, die in Gegenparallel- oder Kreuzschaltung angeordnet und mit Thyristoren ausgerüstet sind. Zur Verwirklichung der Regelung ist es dabei notwendig, jeweils eine Stromrichtergruppe mit Steuerimpulsen zu beaufschlagen und in Abhängigkeit von der geforderten Momentenrichtung in möglichst kurzer Zeit die Stromrichtergruppe umzuschalten.

Diese Schaltvorgänge der Stromrichtergruppen werden über eine besondere Anordnung in den Regeleinrichtungen gesteuert. Dazu ist aus der DT-PS 20 42 107, H 02 m 7/20 die Lösung einer Umschaltlogik für Umkehrstromrichter in kreisstromfreier Schaltung, insbesondere in kreisstromfreier Gegenparallelschaltung, bekannt. Die Schaltungsanordnung für diese Umschaltlogik besteht im wesentlichen aus fünf zusammenwirkenden Operationsverstärkern. Am Eingang eines ersten Operationsverstärkers liegt der Stromsollwert an und in Abhängigkeit von der Größe des Stromistwertes, der über einen zweiten Operationsverstärker auf einen Schalttransistor einwirkt, kann der erste Operationsverstärker entweder auf Speicher- oder auf Komparatorbetrieb geschaltet werden. Ein am Ausgang des ersten Operationsverstärkers austretendes Signal bestimmt mit seiner Polarität, welche der über einen dritten und vierten Operationsverstärker an den ersten Operationsverstärkerausgang angeschlossenen Stromrichtergruppen Zündimpulse erhält. Von den beiden Signalen am Ausgang des dritten und vierten Operationsverstärkers wird außerdem ein Signal zur Sperrre bzw. Freigabe des Stromreglers abgeleitet. Weiterhin gelangen das Stromsollwertsignal und das Ausgangssignal des ersten Operationsverstärkers über Schalttransistoren, zu den Eingängen eines fünften Operationsverstärkers, der ein dem Stromregler als Stromsollwert zugeführtes Signal mit konstantem definierten Vorzeichen erzeugt. Nachteilig bei dieser Umschaltlogik ist die Unempfindlichkeit gegenüber kleinen Stromsollwerten, weil zur Vermeidung von Fehlern durch Oberwellen der erste Operationsverstärker mit einer eingestellten Hysterese betrieben werden muß. So ist bei dieser Umschaltlogik ein toter Bereich vorhanden, in den der Stromregler nicht geführt ist. Weiterhin wird nur die Polarität des Stromsollwertes erfaßt, so daß der Bereich der Unempfindlichkeit betragsmäßig nicht ermittelt wird. Außerdem ist es notwendig, durch ein zusätzliches Signal bei einem Stromistwert 0 und bei der gleichzeitigen Sperrung beider Stromrichtergruppen auch den Stromregler

zu sperren, um Stromspitzen durch Interpolation des Stromreglers zu verhindern.

d) Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, bei einer Verbesserung der Zuverlässigkeit während des Betriebes der beiden Stromrichtergruppen in einer Brückenschaltung die Effektivität der Steueranordnung zu erhöhen, den Bauelementeaufwand zu verringern und das Anwendungsbereich auf einen größeren Bereich von Antriebseinrichtungen mit Gleichstrommotoren zu erweitern.

e) Darlegung des Wesens der Erfindung

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Steueranordnung zum kreisstromfreien Betrieb zweier antiparalleler Thyristorstromrichtergruppen in einer Brückenschaltung ohne zusätzliche Totzeiten bei der Übernahme eines geforderten Stromsollwertes, mit einem guten dynamischen Verhalten bei kleinen Drehzahlen und einer höheren Grenzfrequenz in diesem Bereich zu schaffen.

Das Wesen der Erfindung besteht darin, daß ein Fensterdiskriminator zu dessen Eingängen zwei Referenzspannungen und der Stromsollwert geführt sind, an eine bistabile Kippstufe und an eine Takteinheit angeschlossen ist. Die Ausgänge der bistabilen Kippstufe sind direkt und über eine Schalteinheit für das Sperren der Zündimpulszufuhr mit den beiden Stromrichtergruppen sowie mit dem Polaritätsumschalter verbunden, während der Ausgang der Takteinheit an die bistabile Kippstufe angeschlossen ist. Der Eingang der Takteinheit ist mit einer Eingabeeinheit verbunden, die ausgangsseitig an einen Eingang der Schalteinheit für das Sperren der Zündimpulszufuhr angeschlossen ist. Weitere Eingänge der Schalteinheit für das Sperren der Zündimpulszufuhr sind mit den Ausgängen des Fensterdiskriminators verbunden, der zweckmäßig aus zwei Operatiensver-

stärkern besteht. Dabei ist an einen Eingang des ersten Operationsverstärkers und an einen Eingang des zweiten Operationsverstärkers der Drehzahlregler angeschlossen, während die übrigen Eingänge mit einer Einheit zum Erzeugen einer positiven und negativen Referenzspannung verbunden sind. Die Ausgänge der beiden Operationsverstärker, die im Schaltbetrieb mit einer Hysterese behaftet arbeiten, sind gemeinsam auf ein NAND-Glied geführt.

Vorteilhaft ist es, in der Takteinheit zwei Impulsgeber zur Erzeugung der Taktimpulse anzurufen, wobei der erste Impulsgeber eingangsseitig am NAND-Glied des Fensterdiskriminators liegt und über ein erstes NOR-Glied, das durch einen weiteren Eingang mit der zweckmäßig aus einer logischen Verknüpfung bestehenden Eingabeschaltung verbunden ist, und ein erstes ODER-Glied, mit dessen zweitem Eingang über den zweiten Impulsgeber der Ausgang der Eingabeeinheit verbunden ist, zum Takteingang der bistabilen Kippstufe geführt ist.

Weiterhin sind die Ausgänge des ersten und zweiten Operationsverstärkers mit dem J- bzw. dem K-Eingang der bistabilen Kippstufe verbunden. An den wahren und den negierten Ausgang der bistabilen Kippstufe sind die beiden Stromrichtergruppen und ein zweites und drittes NOR-Glied zum Vergleichen der Signale am J-Eingang und wahren Ausgang bzw. am K-Eingang und negierten Ausgang angeschlossen. Zum Verknüpfen der vom zweiten und dritten NOR-Glied erzeugten Ausgangssignale und der über ein fünftes, mit der Eingabeeinheit verbundenen NOR-Glied vom Ausgang des NAND-Gliedes ankommenden Signale dient ein vierter NOR-Glied, an dessen Ausgang über ein Verzögerungsglied die Schalteinheit für die Impulssperre angeschlossen ist. Der Polaritätsumschalter wird von einem Ausgang der bistabilen Kippstufe aus bestätigt.

f) Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: ein Funktionsschema der Steueranordnung für zwei Stromrichtergruppen,

Fig. 2: ein Blockschaltbild der einzelnen Baugruppen der Steueranordnung und deren Verbindungen untereinander,

Fig. 3: eine Zusammenstellung von in der Steueranordnung auftretenden Signalverläufen.

In Fig. 1 sind die zur Erläuterung der Funktion wichtigsten Einheiten der Steueranordnung dargestellt. Ein Fensterdiskriminatior FD, der Eingänge zur Eingabe einer positiven und einer negativen Referenzspannung $+U_{ref}$; $-U_{ref}$ sowie zur Eingabe des Stromsollwertes I_{soll} besitzt, ist an eine bistabile Kippstufe BK angeschlossen, die wiederum an einen Polaritätsumschalter PUS, an zwei Stromrichtergruppen SG 1; SG 2 und an eine Schalteinheit IS für eine Impulssperre angeschlossen ist, die ausgangsseitig mit den beiden Stromrichtergruppen SG 1; SG 2 verbunden ist. Der Fensterdiskriminatior FD ist weiterhin an eine Takteinheit TE und direkt an die Schalteinheit IS für die Impulssperre angeschlossen. Die Takteinheit TE, an die eine mit der Schalteinheit IS für die Impulssperre verbundene Eingabeeinheit EE angeschlossen ist, liegt ausgangsseitig an der bistabilen Kippstufe BK.

Fig. 2 zeigt ein ausführliches Blockschaltbild der Steueranordnung, wo jede Baugruppe mit ihren Verbindungen zu sehen ist. Als Fensterdiskriminatior FD sind zwei Operationsverstärker OV 1, OV 2 und ein NAND-Glied NA angeordnet, wobei der

negative Eingang des ersten Operationsverstärkers OV 1 den ersten Eingang, der positive Eingang des zweiten Operationsverstärkers OV 2 den zweiten Eingang und der mit dem negativen Eingang des zweiten Operationsverstärkers OV 2 verbundene positive Eingang des ersten Operationsverstärkers OV 1 den dritten Eingang des Fensterdiskriminators FD bilden. Der Ausgang des NAND-Gliedes NA ist über einen ersten Impulsgeber IG 1 der Takteinheit TE und ein erstes NOR-Glied NO 1 zu einem ersten ODER-Glied OD 1 geführt, an dessen weiteren Eingang ein zweiter Impulsgeber IG 2 liegt. An dem Eingang dieses Impulsgebers IG 2 und an einen weiteren Eingang des ersten NOR-Gliedes NO 1 ist ein zweites ODER-Glied OD 2 der Eingabeeinheit EE angeschlossen. Der Ausgang des ersten ODER-Gliedes OD 1 ist mit dem Takteingang T eines als bistabile Kippstufe BK angeordneten Flip-Flops FF verbunden, deren wahrer Ausgang Q zu dem Polaritätsumschalter PUS und zu einer ersten Stromrichtergruppe SG 1 sowie deren negierter Ausgang \bar{Q} zu einer zweiten Stromrichtergruppe SG 2 geführt ist. An die Ausgänge Q, \bar{Q} des Flip-Flops FF sind weiterhin ein zweites und ein drittes NOR-Glied NO 2, NO 3 mit deren Eingängen angeschlossen, dessen übrige Eingänge mit den Ausgängen der beiden Operationsverstärker OV 1, OV 2 verbunden sind. Der Ausgang des ersten Operationsverstärkers OV 1 ist weiterhin an den J-Eingang des Flip-Flop FF und der Ausgang des zweiten Operationsverstärkers OV 2 an den K-Eingang K angeschlossen. Zu einem vierten NOR-Glied NO 4 sind die Ausgänge des zweiten und dritten NOR-Gliedes NO 2, NO 3 und über ein fünftes NOR-Glied NO 5, das mit dem einen Eingang an das zweite ODER-Glied OD 2 angeschlossen ist, der Ausgang des NAND-Gliedes NA geführt. Der Ausgang des vierten NOR-Gliedes NO 4 ist über ein Verzögerungsglied VG mit der Schalteinheit IS für die Impulssperre verbunden.

Fig. 3 enthält eine Zusammenstellung aller wichtigen Signalverläufe an Eingängen und Ausgängen der einzelnen Einheiten in der Steueranordnung für einen ausgewählten Zeitabschnitt.

Dabei zeigen die einzelnen Teilfiguren:

- 3.1: den Verlauf des Stromsollwertes I_{soll} am Eingang des Fensterdiskriminators FD
- 3.2; 3.3: die aus den Operationsverstärkern OV 1, OV 2 austretenden Ausgangssignale $A_{\text{OV } 1}; A_{\text{OV } 2}$
- 3.4: das Ausgangssignal A_{NA} des NAND-Gliedes NA
- 3.5: das Ausgangssignal $A_{\text{IG } 1}$ des ersten Impulsgebers IG 1
- 3.6: den Zündimpulsverlauf ZP am ersten Eingang der Eingabeeinheit EE
- 3.7: das Stromflußdauersignal der SFD am zweiten Eingang der Eingabeeinheit EE
- 3.8: das Ausgangssignal A_U der Eingabeeinheit EE
- 3.9: das Ausgangssignal $A_{\text{IG } 2}$ des zweiten Impulsgebers IG 2
- 3.10: das Ausgangssignal $A_{\text{NO } 1}$ des ersten NOR-Gliedes NO 1
- 3.11: das Ausgangssignal $A_{\text{OD } 1}$ des ersten ODER-Gliedes OD 1
- 3.12; 3.13 die Ausgangssignale $A_Q; \bar{A}_Q$ des Flip-Flops FF
- 3.14; 3.15; 3.16; 3.17 die Ausgangssignale $A_{\text{NO } 2}, A_{\text{NO } 3}, A_{\text{NO } 5}, A_{\text{NO } 4}$ des zweiten, dritten, fünften und vierten NOR-Gliedes NO 2, NO 3, NO 5, NO 4

3.18: das Ausgangssignal A_{VG} am Verzögerungsglied VG

3.19: den durch den Gleichstrommotor fließenden Strom I_M

Die Steueranordnung arbeitet auf folgende Weise:

Durch einen Vergleich von Drehzahlstwert und vorgegebenen Drehzahlsollwert wird im Drehzahlregler ein Stromsollwert I_{soll} für den Stromregler im unterlagerten Stromregelkreis erzeugt. Dieser Stromsollwert I_{soll} ist eine dem geforderten Moment in Betrag und Richtung proportionale Größe und entscheidet damit über die Auswahl der Stromrichtergruppe SG 1, SG 2.

Bei einem kleinen Stromsollwert I_{soll} wird aufgrund der kleinen Ankerzeitkonstante des Gleichstrommotors der Motorstrom I_M immer lückend sein. Im Stromregler entsteht durch den Vergleich von Stromsollwert I_{soll} und Stromistwert I_{ist} eine Regelabweichung, und am Ausgang des Stromreglers tritt eine Steuerspannung für die Steueranordnung der beiden Stromrichtergruppen SG 1, SG 2 aus. Zur Erfassung der Polarität des Stromsollwertes I_{soll} dienen die beiden Operationsverstärker OV 1, OV 2, die in Verbindung mit dem NAND-Glied NA den Fensterdiskriminator FD bilden.

Vorteilhaft ist ein mit einer kleinen Hysteres behaftetes Schalten der beiden Operationsverstärker OV 1, OV 2, um ein laufendes Umkippen bei niedrigen Stromsollwertänderungen im Regelprozeß zu verhindern.

Wenn der Betrag des Stromsollwertes I_{soll} kleiner als die angelegten Referenzspannungen $-U_{ref}$, $+U_{ref}$ ist, dann haben die Ausgangssignale der beiden Operationsverstärker OV 1, OV 2 gemeinsam L-Potential. Überschreitet der positive Stromsollwert $+I_{soll}$ den Betrag der Referenzspannung U_{ref} , dann hat der erste Operationsverstärker OV 1 L-Potential und der

zweite Operationsverstärker OV 2 hat L-Potential und überschreitet der negative Stromsollwert $-I_{\text{soll}}$ den Betrag der Referenzspannung U_{ref} , sind die Potentialverhältnisse an den Verstärkerausgängen umgekehrt. Die Ausgangssignale $A_{\text{OV } 1}$, $A_{\text{OV } 2}$ der beiden Operationsverstärker OV 1, OV 2 werden auf die J- und K-Eingänge J, K des Flip-Flops FF gegeben und bei Erscheinen eines Taktimpulses am T-Eingang T auf den wahren und den negierten Ausgang Q, \bar{Q} geschaltet. Wenn der J- und der K-Eingang gemeinsam L-Potential haben, wirkt das Flip-Flop FF als Frequenzteiler, d. h. bei jedem Taktimpuls am T-Eingang T werden die Ausgänge Q, \bar{Q} umgeschaltet. Die Taktimpulse AIG 1, AIG 2 für das Flip-Flop FF werden durch zwei Impulsgeber IG 1, IG 2 in der Takteinheit TE erzeugt. Der erste Impulsgeber IG 1 liefert immer dann einen Taktimpuls AIG 1, wenn einer der beiden Operationsverstärker OV 1, OV 2 ihr Ausgangssignal AOV 1, AOV 2 ändert. Diese Taktimpulse AIG 1 werden auf ein erstes NOR-Glied NO 1 gegeben und nur weitergeleitet, wenn vom zweiten ODER-Glied OD 2 keine Stromflußdauer SFD oder kein Zündimpuls ZP gemeldet wird. Der zweite Impulsgeber IG 2 gibt nur Taktimpulse AIG 2 ab, wenn vom ODER-Glied OD 2 Stromnull bzw. Zündimpulsende gemeldet werden. Im ersten ODER-Glied OD 1 werden die Ausgangssignale $A_{\text{NO } 1}$, AIG 2 des ersten NOR-Gliedes NO 1 und des zweiten Impulsgebers IG 2 summiert und zum Takteingang T des Flip-Flops FF geleitet. Ein zweites und drittes NOR-Glied NO 2, NO 3 dient zum Vergleichen der Signale AOV 1, AOV 2, AQ, $\bar{A}\bar{Q}$ am J-Eingang J und am wahren Ausgang Q sowie am K-Eingang K und am negierten Ausgang \bar{Q} des Flip-Flops FF. Wenn der J- und der K-Eingang J, K gemeinsam L-Potential bei $/I_{\text{soll}}/ < /U_{\text{ref}}/$ haben bzw. das Potential von J-Eingang J und Q-Ausgang Q oder K-Eingang K und \bar{Q} -Ausgang \bar{Q} unterschiedlich sind, besitzen das zweite und dritte NOR-Glied NO 2, NO 3 am Ausgang gemeinsam H-Potential. Am Ausgang des vierten NOR-Gliedes NO 4

tritt L-Potential bei $|I_{\text{soll}}| < |U_{\text{ref}}|$ dann auf, wenn ein Stromfluß- bzw. Zündimpulssignal vorhanden ist, bzw. bei einer Änderung der Polarität von I_{soll} unter der Bedingung $|I_{\text{soll}}| > |U_{\text{ref}}|$ und beim gleichzeitigen Vorhandensein eines Stromflußdauersignales SFD in der Eingabeeinheit EE. Die weitere Zufuhr von Zündimpulsen wird gesperrt. Das Verzögerungsglied VG berücksichtigt die Freiwerdezeit der Thyristoren in den Stromrichtergruppen SG 1, SG 2 nach einem Stromfluß. Wenn nun der Betrag des Stromsollwertes I_{soll} unterhalb des Betrages der Referenzspannung U_{ref} liegt, dann ist an den J-K-Eingängen J, K des Flip-Flops FF immer L-Potential vorhanden. Über die Ausgänge Q, \bar{Q} des Flip-Flops FF wird eine Stromrichtergruppe SG 1, SG 2 freigegeben und der Polaritätsumschalter PUS für die Steuerspannung so eingesellt, daß durch einen Zündimpuls ein Strom ausgelöst wird. Danach wird über das Verzögerungsglied VG eine Impulssperre für beide Stromrichtergruppen SG 1, SG 2 eingeleitet, und der Strom klingt ab. Über den zweiten Impulsgeber IG 2 wird nun ein Impuls AIG 2 an den Takteingang T des Flip-Flops FF gegeben und das Flip-Flop FF schaltet um. Dadurch wird eine andere Stromrichtergruppe SG 1, SG 2 ausgewählt, und der Polaritätumschalter PUS wird ebenfalls umgeschaltet. Nach Ablauf der Verzögerungszeit des Verzögerungsgliedes VG wird die Impulssperre aufgehoben und ein Zündimpuls löst einen Strom in der anderen Stromrichtergruppe aus. Auf diese Weise wird im Bereich kleiner Stromsollwert I_{soll} ein Stromsollwert ähnlich wie in einer kreisstrombehafteten Schaltung erreicht und der Gleichstrommotor ständig geführt.

Wenn der Betrag des Stromsollwertes I_{soll} den Betrag der Referenzspannung U_{ref} überschreitet, erhalten die J- und K-Eingänge J, K des Flip-Flops FF durch die beiden Operationsverstärker OV 1, OV 2 unterschiedliche Potentiale entsprechend der Polarität des Stromsollwertes I_{soll} .

Schalten die beiden Operationsverstärker OV 1, OV 2 bei einen entsprechenden Stromsollwert I_{soll} um, dann wird im ersten Impulsgeber IG 1 ein Impuls AIG 1 erzeugt. Bei Stromnull gelangt dieser Impuls AIG 1 an den Takteingang T des Flip-Flops FF und schaltet in Abhängigkeit von J- und K-Eingängen sowie der gewählten Stromrichtergruppe SG 1, SG 2 dieses um. Bei einem noch vorhandenen Stromfluß nach dem Umschalten eines Operationsverstärkers OV 1 bzw. OV 2 entsteht über das zweite, dritte und vierte NOR-Glied NO 2, NO 3, NO 4 sofort eine Impulssperre für beide Stromrichtergruppen SG 1, SG 2 und der durch das Umschalten im ersten Impulsgeber IG 1 erzeugte Impuls AIG 1 wird durch das erste NOR-Glied NO 1 gesperrt. Nach dem Abklingen des Stromes entsteht im zweiten Impulsgeber IG 2 ein Stromnullimpuls AIG 2, der an den Takteingang T des Flip-Flops FF gelangt und dieses entsprechend den vorgewählten J-K-Eingängen J-K umschaltet.

Nach der Verzögerung des Verzögerungsgliedes VG wird die Impulssperre freigegeben und ein Strom kann durch die Stromrichtergruppen SG 1, SG 2 fließen. In dem Bereich, wo der Betrag des Stromsollwertes I_{soll} größer als der Betrag der Referenzspannung U_{ref} ist, arbeitet jeweils eine Stromrichtergruppe. Im Bereich lückenden Stromes wird zwar ebenfalls im zweiten Impulsgeber IG 2 immer ein Stromnullimpuls erzeugt und zum Takteingang T des Flip-Flops FF geleitet, aber das führt aufgrund einer Wirkungsweise von J-K-Flip-Flops ohne Vorhandensein einer Polaritätsänderung an deren J-K-Eingängen J, K nicht zu einer Umschaltung. Damit bewirkt die Steueranordnung in Verbindung mit der Reglerführung bei Drehrichtungsumkehr keine zusätzlichen Totzeiten und ermöglicht beim Einsatz von induktivitätsarmen Gleichstrommotoren schnelle Antriebsvarianten.

Erfindungsanspruch

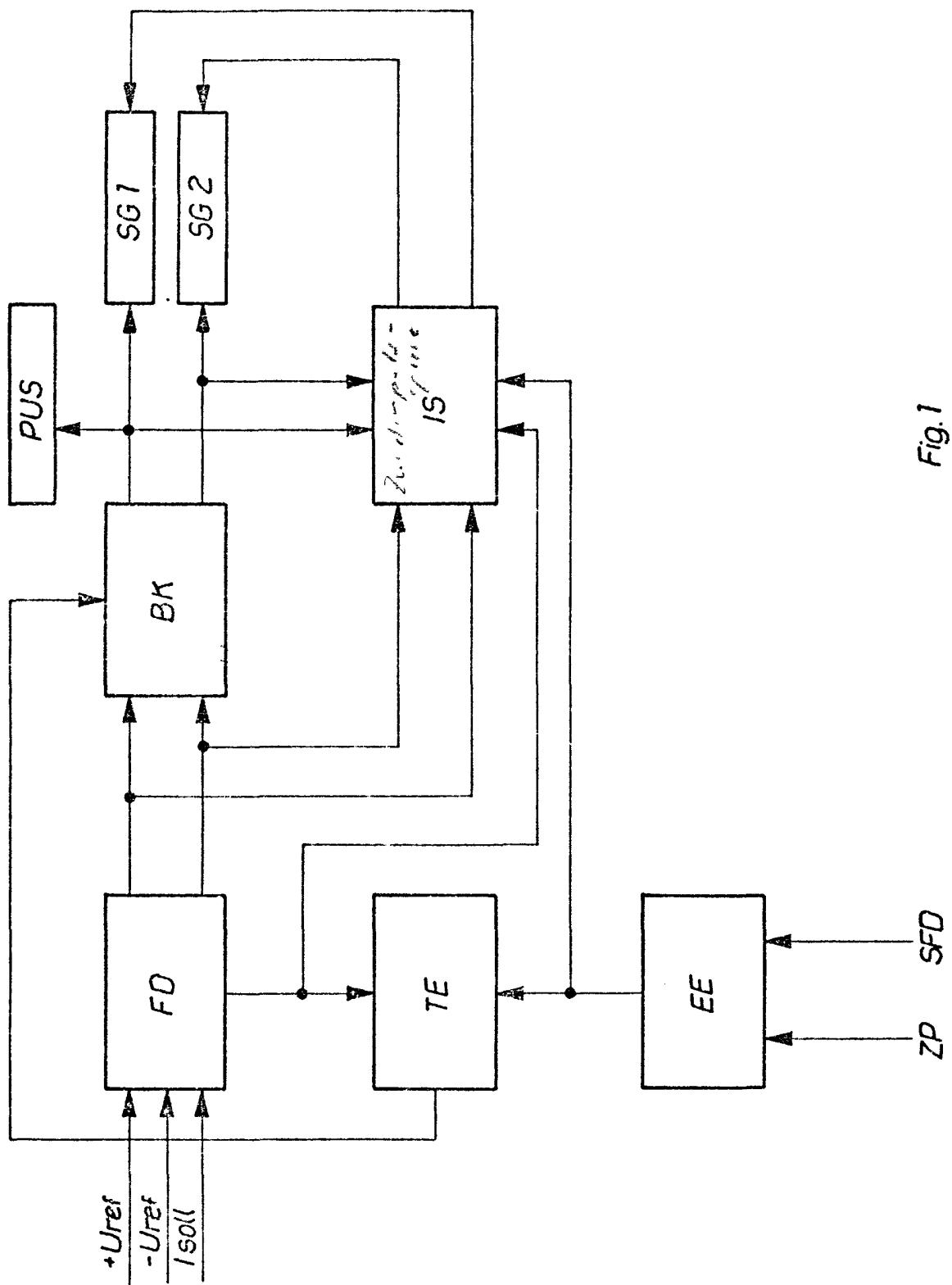
1. Steueranordnung für den Betrieb zweier antiparalleler Thyristorstromrichtergruppen in einer Brückenschaltung, die kreisstromfrei arbeitend in einem Drehzahlregelkreis für einen Gleichstrommotor mit unterlagerter Stromregelung sich befindet, der einen Polaritätsumschalter zur Festlegung der Vorzeichen von Steuerspannung und Stromistwert enthält, gekennzeichnet dadurch, daß ein Fensterdiskriminatör (FD), zu dessen Eingängen zwei Referenzspannungen ($+U_{ref}$; $-U_{ref}$) und der Stromsollwert (I_{soll}) geführt sind, an eine bistabile Kippstufe (BK), deren Ausgänge mit den beiden Stromrichtergruppen (SG 1; SG 2), dem Polaritätumschalter (PUS) und einer ausgangsseitig an die Stromrichtergruppen (SG 1; SG 2) Schalteinheit für das Sperren der Zündimpulszufuhr (IS) verbunden sind, und an eine Takteinheit (TE) angeschlossen ist, wobei deren Ausgang mit der bistabilen Kippstufe (BK) und deren Eingang mit einer Eingabeeinheit (EE) verbunden ist, die ausgangsseitig weiterhin an einen Eingang der Schalteinheit für das Sperren der Zündimpulszufuhr (IS) angeschlossen ist, deren weitere Eingänge mit Ausgängen des Fensterdiskriminators (FD) verbunden sind.
2. Steueranordnung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß als Fensterdiskriminatör (FD) ein erster Operationsverstärker (OV 1), ein zweiter Operationsverstärker (OV 2) und ein NAND-Glied (NA) angeordnet sind, wobei der Ausgang des NAND-Gliedes (NA) über einen ersten Impulsgenerator (IG 1) zur Taktezeugung in der Takteinheit (TE), ein mit einem zweiten an die Eingabeeinheit (EE) angeschlossenen Eingang versehenes erstes NOR-Glied (NO 1)

und ein erstes ODER-Glied (OD 1), mit dessen zweiten Eingang über einen zweiten Impulsgeber (IG 2) zur Taktzeugung der Ausgang der Eingabeeinheit (EE) verbunden ist, zum Takteingang (T) der mit dem J-Eingang (J) am Ausgang des ersten Operationsverstärkers (OV 1) mit dem K-Eingang (K) am Ausgang des zweiten Operationsverstärkers (OV 2) liegenden bistabilen Kippstufe (BK) geführt ist, an deren wahren und negierten Ausgang (Q , \bar{Q}) die beiden Stromrichtergruppen (SG 1, SG 2) und über ein zweites und ein drittes NOR-Glied (NO 2, NO 3) zum Vergleichen der Signale am J-Eingang (J) und wahren Ausgang (Q) sowie am K-Eingang und am negierten Ausgang (\bar{Q}), über ein vierter NOR-Glied (NO 4) zum Verknüpfen der Ausgangssignale des zweiten und dritten NOR-Gliedes (NO 2, NO 3) und der über ein fünftes NOR-Glied (NO 5) mit einer Verbindung zur Eingabeeinheit (EE) ankommen den Ausgangssignale des NAND-Gliedes (NA) und ein Verzögerungsglied (VG) an die Schalteinheit für das Sperren der Zündimpulszufuhr (IS) liegen und an deren wahren Ausgang (Q) der Polaritätsumschalter (PUS) angeschlossen ist.

3. Steueranordnung nach Punkt 1 und 2, gekennzeichnet dadurch, daß am negativen Eingang des ersten Operationsverstärkers (OV 1) eine positive Referenzspannung ($+U_{ref}$) und am positiven Eingang des zweiten Operationsverstärkers (OV 2) eine negative Referenzspannung ($-U_{ref}$) sowie an den übrigen Eingängen der Stromsollwert (I_{soll}) anliegt.
4. Steueranordnung nach Punkt 1 bis 3, gekennzeichnet dadurch, daß als Operationsverstärker (OV 1, OV 2) im Schaltbetrieb mit einer Hysterese behaftete Verstärker eingesetzt werden.

5. Steueranordnung nach Punkt 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, daß die Eingabeeinheit (EE) aus einer logischen Verknüpfung besteht, auf deren Eingänge Signale für die Stromdauer und Zündimpulssignale geführt sind.
6. Steueranordnung nach Punkt 1 bis 5, gekennzeichnet dadurch, daß die bistabile Kippstufe ein J-K-Flip-Flop (FF) ist.

- Hierzu 4 Blatt Zeichnungen -



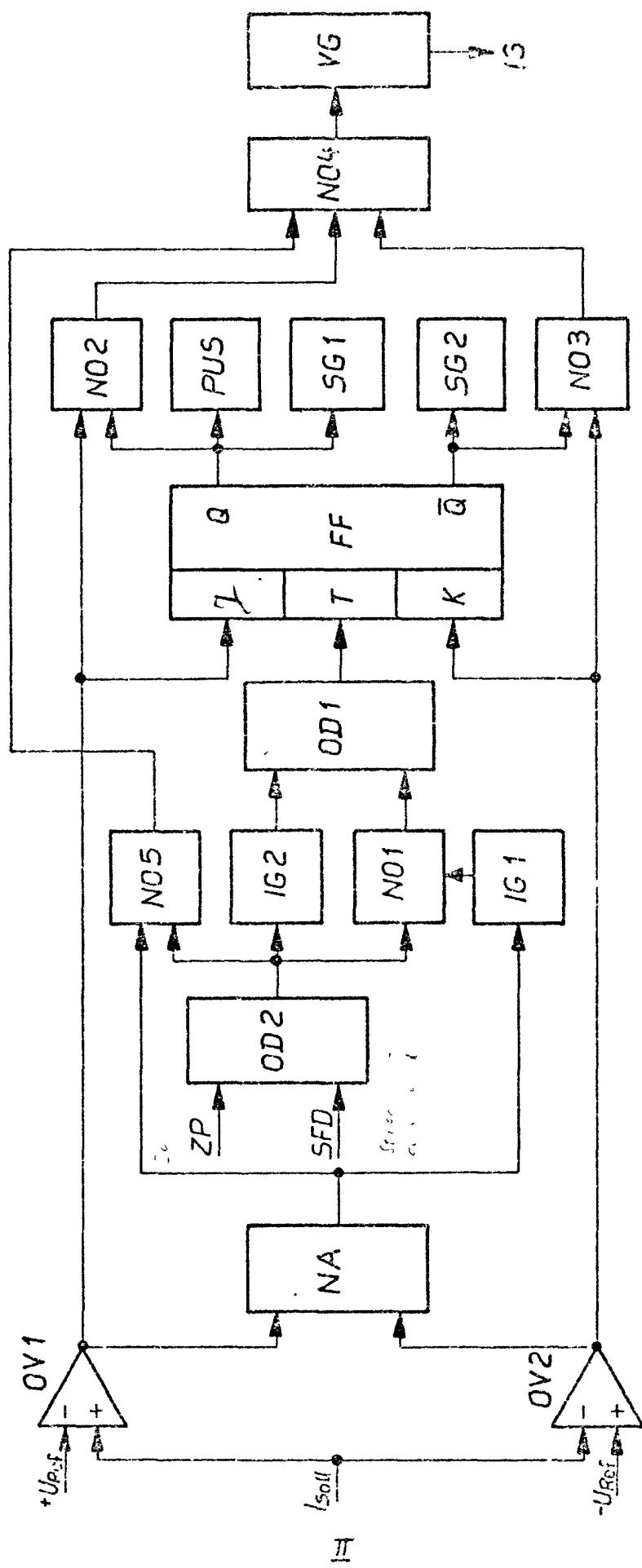


Fig. 2

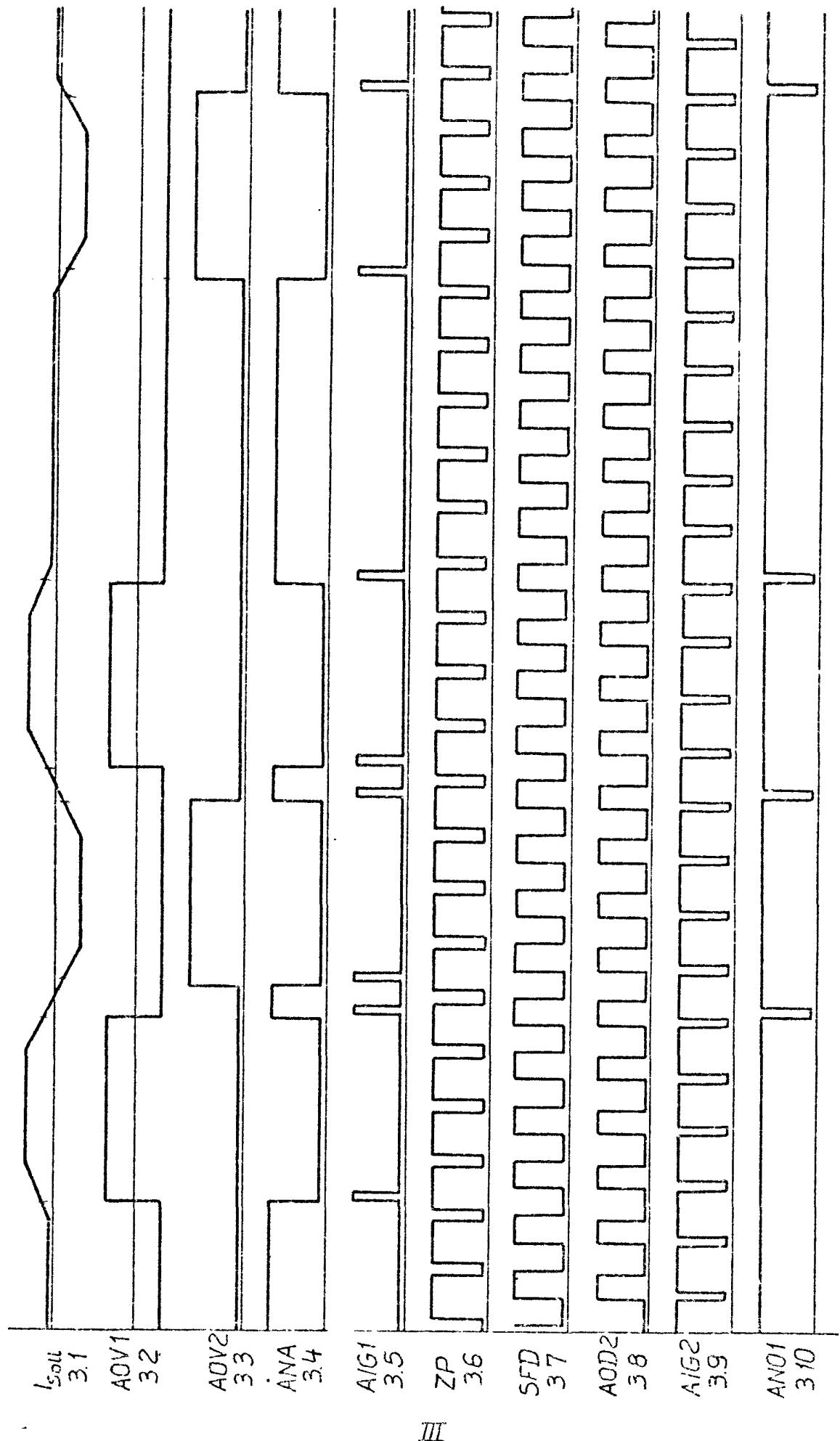


Fig 3

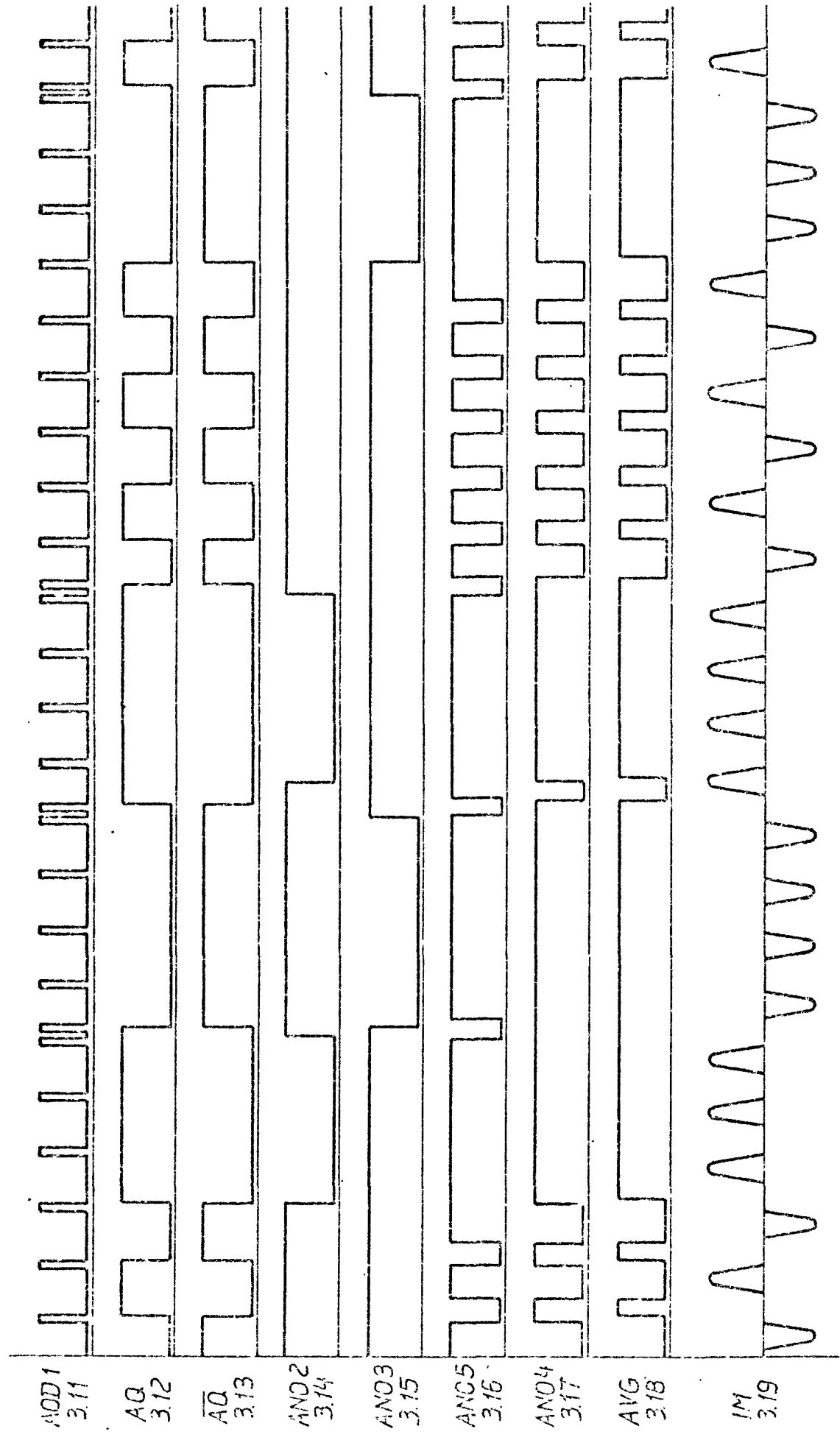


Fig.