(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 131 087**
A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **84101898.9**

(22) Anmeldetag: **23.02.84**

(51) Int. Cl.⁴: **D 05 B 19/00**
H 02 P 8/00

(30) Priorität: **11.06.83 DE 3321215**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.01.85 Patentblatt 85/3

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE IT LI SE

(71) Anmelder: **Pfaff Haushaltmaschinen GmbH**
Gritznerstrasse 11
D-7500 Karlsruhe-Durlach(DE)

(72) Erfinder: **Hammermann, Joachim, Ing. grad.**
Lamprechtstrasse 10
D-7500 Karlsruhe-Durlach(DE)

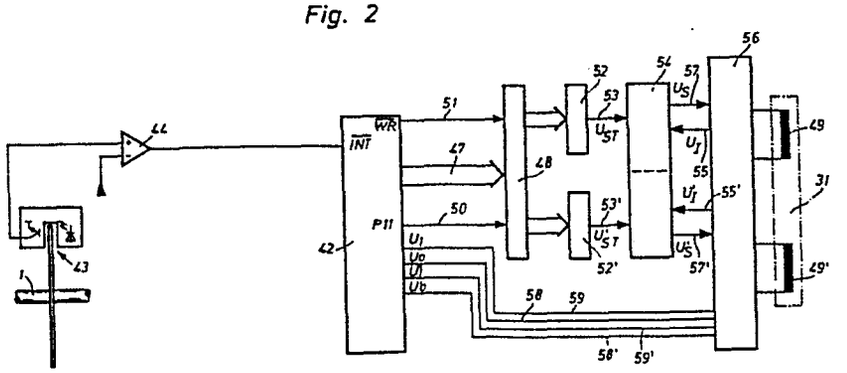
(74) Vertreter: **Klein, Friedrich**
Königstrasse 154
D-6750 Kaiserslautern(DE)

(54) Nähmaschine mit einem Schrittmotor zur Vorschubsteuerung.

(57) Bei einer Nähmaschine mit einem durch einen Mikrocomputer gesteuerten Schrittmotor für die Steuerung der Vorschubgröße und der Vorschubrichtung eines Stoffschiebers ist zur Schrittstellungskorrektur und zur Drehmomentverstärkung des Schrittmotors der Mikrocomputer über einen Zwischenspeicher und einen D/A-Wandler an den nicht invertierenden Eingang eines sowohl die Ein- und Ausschaltung als auch die Stromstärke des Strangstromes jeder Strangwicklung des Schrittmotors steuernden Komparators angeschlossen, dessen invertierender Eingang mit einem im Strangstromkreis angeordneten Meßglied verbunden ist.

Zur Anpassung der Korrekturmöglichkeiten an die Schrittmotorparameter weist der D/A-Wandler vier Eingangsstufen auf, deren größte Stufe über einen Spannungsteiler mit der entsprechenden Ausgangsstufe des Zwischenspeichers verbunden ist.

Fig. 2



EP 0 131 087 A2

0131087

Nähmaschine mit einem Schrittmotor zur Vorschubsteuerung

Die Erfindung betrifft eine Nähmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Elektronisch gesteuerte Nähmaschinen weisen vorzugsweise Schrittmotorantriebe zur Steuerung der Veränderung der seitlichen Ausschwingbewegung der Nadelstange und der Vorschubbewegung des Stoffschiebers auf, da sich diese Antriebe hervorragend für die Umsetzung der digital gespeicherten Stichinformationen eignen. Das Übersetzungsverhältnis zwischen der Schrittgröße des Schrittmotors und dem jeweils angetriebenen Element muß dabei so gewählt werden, daß bei einer genügend feinen Abstufung der Verstellbewegung eine ausreichend schnelle Ausführung der Verstellung des angetriebenen Elementes im maximalen Verstellbereich innerhalb der zur Verfügung stehenden Zeit erreicht wird. Bei ganz bestimmten Voraussetzungen genügt die vorhandene Abstufung von Schritt zu Schritt allerdings nicht. Hier ist eine weitere Unterteilung erforderlich.

Bei einer bekannten Nähmaschine (DE-OS 28 21 552) nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 ist die Schrittstellung des Schrittmotors für die Veränderung der Transportbewegung der Nähmaschine von Hand korrigierbar. Dies geschieht dadurch, daß die beiden Strangwicklungen des Schrittmotors durch zwei Potentiometer unterschiedlich erregt werden. Durch diese Maßnahme lassen sich die Verstellstufen des Stellgliedes für den Stoffvorschub im minimalen Vorschubbereich weiter unterteilen. Durch die bessere Feineinstellung des Stellgliedes können bessere Nähergebnisse erzielt werden, insbesondere dann, wenn gleich große Vorschubschritte nahe des Nulltransportbereiches sowohl beim Vorwärts- als auch beim Rückwärtsnähen ausgeführt werden. Die sich in diesem Bereich zwischen dem Vorwärts- und dem

Rückwärtsvorschub ergebenden Differenzen hängen außer von der werkseitig einstellbaren exakten Schrittstellung des Schrittmotors in die Nulltransportlage des Stellgliedes von der Art des zu vernähenden Stoffes und von der Arbeitsweise des Stoffschiebers ab, so daß eine Nachstellbarkeit vorhanden sein muß, wenn nicht die Güte der auszuführenden Näharbeit leiden soll.

Ganz besonders ist eine derartige Korrektur bei Nähmustern erforderlich, welche eine Vielzahl von Nähstichen enthalten, die sowohl in der einen als auch in der anderen Transportrichtung auszuführen sind. Hier wirkt sich jeder bei einzelnen Stichen nicht erkennbare Vorschubunterschied zwischen den beiden Transportrichtungen als Summenfehler aus, der das Nähergebnis unbrauchbar machen kann.

Die obengenannte bekannte Nähmaschine löst das Problem nur sehr unvollkommen, da die Feineinstellung nur auf den minimalen Vorschubbereich der Nähmaschine beschränkt ist. Bei Einstellung größerer Stichlängen ist eine Korrektur zur exakten Ausführung gleich großer Vor- und Rückwärtsstiche nicht möglich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Schrittstellungskorrektur über den gesamten Schrittbereich des Schrittmotors zu ermöglichen und mit der Schrittmotorsteuerung zu vereinigen.

Mit der erfindungsgemäßen Lösung nach dem Kennzeichen des Anspruches 1 ergibt sich eine Schrittmotorsteuerung für eine Nähmaschine, bei der sich nicht nur eine feinstufige Korrektur der vom Schrittmotor vorgegebenen Schrittpositionen in einfacher Weise durchführen läßt, sondern die darüber hinaus auch noch eine Verstärkung des Drehmomentes beim Antrieb des Schrittmotors und des Haltemoments in bestimmten Halteposition des Schrittmotors ermöglicht. Außerdem kann über den Mikrocomputer in einfacher Weise eine unter-

schiedliche Korrektur bei verschiedenen Situationen vorgegeben werden.

Eine besondere Anpassung der Korrekturmöglichkeiten an die dem Schrittmotor zugrundeliegenden Parameter ergibt sich durch die Schaltung des D/A-Wandlers nach Anspruch 2.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 eine Ansicht der Triebwerksteile einer Nähmaschine, insbesondere für die Stichlängenverstellung durch einen Schrittmotor;

Fig. 2 ein Blockschaltbild, das die Steuerung des Schrittmotors zeigt;

Fig. 3 einen vereinfachten Schaltplan der Stromregelung und der Endstufe eines Stranges des Schrittmotors;

Fig. 4 den Verlauf der Steuer- und der Pegelspannungen sowie des Strangstromes einer Strangwicklung des Schrittmotors;

Fig. 5 den Verlauf der Strangströme der beiden Strangwicklung des Schrittmotors bei der Ausführung von Voll- und Halbschritten während seines Antriebes und in einer Voll- und einer Halbschritthalteposition und

Fig. 6 den Verlauf der Strangströme der beiden Strangwicklungen des Schrittmotors in aufeinanderfolgenden Korrekturpositionen.

Wie die Fig. 1 zeigt, ist die Nähmaschine mit einer Hauptwelle 1 ausgestattet, welche über eine Kurbel 2 und einen Lenker 3 eine mit einer Nadel 4 versehene, in einer Führungsschwinge 5 gelagerte Nadelstange 6 in vertikale Hubbewegungen versetzt. Die Führungsschwinge 5 ist dabei in dem nicht dargestellten Gehäuse der Nähmaschine mittels eines Zapfens 7 gelagert.

Die Führungsschwinge 5 weist einen Ansatz 8 auf, der über einen Lenker 9 mit einer Kurbel 10 verbunden ist, die auf der Welle 11 eines im Gehäuse der Nähmaschine angeordneten Schrittmotors 12 zur Steuerung der Überstichbreite der Nadel 4 befestigt ist.

Die Hauptwelle 1 treibt über eine nicht dargestellte Kette eine untere Welle 13 an. Auf der Welle 13 ist ein Zahnrad 14 befestigt, welches mit einem Zahnrad 15 in Eingriff steht, das auf einer parallel zur Welle 13 gelagerten Welle 16 befestigt ist. Auf dieser ist ein Hebeexzenter 17 festgeschraubt, welcher einen Nocken 18 trägt. Auf der Welle 16 ist ferner ein Exzenter 19 befestigt, der von einer Exzenterstange 20 umgriffen wird, an der mittels eines Bolzens 21 zwei Lenker 22 und 23 angelenkt sind. Der Lenker 22 ist über einen Bolzen 24 mit einem Winkelhebel 25 drehbar verbunden, der auf einer im Gehäuse der Nähmaschine befestigten Achse 26 drehbar gelagert ist und über einen Arm 27 des Winkelhebels 25 und eine Stange 28 mit einer Kurbel 29 verbunden ist, die auf der Welle 30 eines zweiten in dem Gehäuse der Nähmaschine angeordneten Schrittmotors 31 befestigt ist, der die Steuerung der Stichlänge der Nähmaschine bewirkt.

Durch einen Bolzen 32 ist der Lenker 23 mit einem Arm 33 eines auf der Welle 13 gelagerten Schwinghebels 34 gelenkig verbunden. Ein zweiter nach oben ragender Arm 35 des Schwinghebels 34 weist an seinem Ende einen Führungsschlitz 36 auf, in dem ein Zapfen 37 geführt ist. Dieser ist an

einem Tragarm 38 befestigt, der auf einer horizontalen, im Gehäuse der Nähmaschine parallel zur Vorschubrichtung befestigten Achse 39 verschiebbar gelagert ist. An seinem freien Ende trägt der Tragarm 38 einen Stoffschieber 40, der zum Transport von Nähgut vorgesehen ist, welches von der Nadel 4 im Zusammenwirken mit einem nicht dargestellten Greifer vernäht wird. Der Tragarm 38 stützt sich über einen nach unten gerichteten Steg 41 auf den Nocken 18 des Hebeexzenters 17 ab.

Die beiden Schrittmotore 12 und 31 sind in ihrem Aufbau und in ihrer prinzipiellen Steuerung identisch; es genügt daher für das Verständnis ihrer Wirkungsweise die Beschreibung der Steuerung des Schrittmotors 31.

Der Schrittmotor 31, der zur Steuerung der Stichlänge der Nähmaschine dient, ist als Zweistrang-Schrittmotor ausgebildet. Er wird von einem Mikrocomputer 42 (Fig. 2) gesteuert, in dessen Speicher in bekannter Weise eine Vielzahl von beliebigen Nähmustern gespeichert sind.

Am Mikrocomputer 42 ist ein von der Hauptwelle 1 der Nähmaschine gesteuerter Impulsgeber 43 angeschlossen, der bei jeder Umdrehung der Hauptwelle 1 dann einen Impuls abgibt, wenn der Stoffschieber 40 mit dem Nähgut nicht in Eingriff steht und der Schrittmotor 31 eine Veränderung der Stichverstellung vornehmen kann. Der Impuls wird zur Impulsformung einem Komparator 44 zugeführt, dessen Ausgang mit dem $\overline{\text{INT}}$-Eingang des Mikrocomputers 42 verbunden ist.

Der Mikrocomputer 42 ist über eine Gruppe von acht Datenleitungen 47 mit einem Zwischenspeicher 48 zur Übertragung der Steuerungsvorgänge für die in dem Schrittmotor 31 vorhandenen beiden Strangwicklungen 49 und 49' verbunden, die mit Konstantstrom-Chopperregelung betrieben werden. Außerdem ist der Ausgang P11 des Mikrocomputers 42 über eine

Leitung 50 und der Ausgang $\overline{WR}$ des Mikrocomputers 42 über eine Leitung 51 mit dem Zwischenspeicher 48 verbunden.

Da der Aufbau der Regelschaltung zwischen dem Zwischenspeicher 48 und den Strangwicklungen 49 bzw. 49' identisch ist, wird nur die Regelung für die Strangwicklung 49 beschrieben. Gleichartige Elemente in den beiden Regelkreisen sind dabei mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Dem Zwischenspeicher 48 ist eine Digital-Analog-Wandlereinheit 52 nachgeschaltet, in dem eine Steuerspannung U_{ST} erzeugt wird. Diese wird über eine Leitung 53 einer Chopper-Stufe 54 zugeführt, in der sie mit einer Istspannung U_I verglichen wird, die über eine Leitung 55 von einer Schrittmotor-Endstufe 56 geliefert wird. In der Chopper-Stufe 54 wird eine Schaltspannung U_S erzeugt und über eine Leitung 57 an die Endstufe 56 geleitet. An die Schrittmotor-Endstufe 56 sind die beiden Strangwicklungen 49, 49' des Schrittmotors 31 angeschlossen. Der Mikrocomputer 42 und die Endstufe 56 sind noch durch Leitungen 58 und 59 zur Übertragung von Schaltspannungen U_0 und U_1 verbunden.

Der Zwischenspeicher 48 dient zur Ausgangserweiterung des Mikrocomputers 42, um die normal vom Schrittmotor 31 ausgeführten Halbschritte zur Balance-Korrektur nochmals in sieben Zwischenstufen zu unterteilen.

Der Zwischenspeicher 48 (Fig. 3) weist Ausgänge 0, 1, 2 auf, die direkt an Eingänge 0, 1, 2 eines D/A-Wandlers 60 angeschlossen sind, während ein weiterer Ausgang 3 des Zwischenspeichers 48 über einen Widerstand 61 an einen Eingang 3 des D/A-Wandlers 60 angeschlossen ist. Der Eingang 3 des D/A-Wandlers 60 ist über einen Widerstand 62 mit Masse verbunden. Der Ausgang des D/A-Wandlers 60 ist mit dem nicht invertierenden Eingang eines Impedanzwandlers 63 und über einen Kondensator 64 mit Masse verbunden.

Der Ausgang des Impedanzwandlers 63 ist über die Leitung 53 an einem Spannungsteiler 65 angeschlossen, der aus Widerständen 66 und 67 besteht, wobei der Widerstand 67 mit Masse verbunden ist. Parallel zu dem Widerstand 67 ist ein Kondensator 68 geschaltet.

Der Verbindungspunkt zwischen den beiden Widerständen 66 und 67 ist über einen Widerstand 69 an den Referenzeingang eines Komparators 70 angeschlossen, an dessen invertierenden Eingang über einen Widerstand 71 die Leitung 55 angeschlossen ist. Der invertierende Eingang des Komparators 70 ist über einen Kondensator 72 mit Masse verbunden.

Der Ausgang des Komparators 70 ist über einen Kondensator 73 an den nicht invertierenden Eingang eines zweiten Komparators 74 angeschlossen und über einen Widerstand 75, dem eine Diode 76 parallel geschaltet ist, mit der positiven Spannungsquelle +U verbunden. Der invertierende Eingang des Komparators 74 ist an einen aus den Widerständen 77 und 78 bestehenden zwischen die positive Spannung und Masse geschalteten Spannungsteiler angeschlossen. Die Ausgänge der Komparatoren 70 und 74 sind miteinander verbunden und über einen Widerstand 80 an die positive Spannungsquelle +U angeschlossen. Außerdem sind sie über die Leitung 57 mit der Schrittmotor-Endstufe 56 verbunden.

Im Mikrocomputer 42 werden die Schaltspannungen U_0 und U_1 erzeugt, die über die Leitungen 58 und 59 der Schrittmotor-Endstufe 56 zugeführt werden. Die Schaltspannungen U_0 und U_1 können vom Mikrocomputer 42 gesteuert den Wert L oder H annehmen.

Die Leitung 58 ist an den nicht invertierenden Eingang eines Schaltverstärkers 81 und die Leitung 59 an den nicht invertierenden Eingang eines weiteren Schaltverstärkers 82 in der Schrittmotor-Endstufe 56 angeschlossen. Die Leitung 57 ist mit den CE-Eingängen der beiden Schaltverstärker 81

und 82 verbunden. Diese arbeiten als Schalter zur Zu- und Abschaltung bzw. Umschaltung des Strangstromes I für die Strangwicklung 49, die zwischen den Ausgängen der beiden Schaltverstärker 81 und 82 liegt.

Die Schaltverstärker 81 und 82 sind mit ihren positiven Stromanschlüssen über eine Leitung 83 mit einer positiven Spannungsquelle $+U_B$ und mit ihren Sensoranschlüssen über die Leitung 55 an einen Meßwiderstand 84 angeschlossen, der mit Masse in Verbindung steht.

Die Anordnung arbeitet wie folgt:
Wird an die nicht invertierenden Eingänge der Schaltverstärker 81 und 82 (Fig. 3) jeweils ein H-Signal angelegt, so wird ihr Ausgang an die positive Betriebsspannung durchgeschaltet, während beim Anliegen eines L-Signales ihr Ausgang nach Masse durchgeschaltet wird. Liegt am Chip-Enable-Eingang (CE) ein L-Signal, wird der Ausgang hochohmig, d. h. es fließt kein Strom. Die CE-Eingänge dienen zum Choppen der Verstärker 81 und 82.

Es sei angenommen, die Schaltspannung U_0 der Leitung 58 sei H, die Schaltspannung U_1 der Leitung 59 sei L und die Schaltspannung U_S der Leitung 57 habe ebenfalls den Pegel L. Infolge des Pegels L der Leitung 59 liegt der Schaltverstärker 82 an Masse. Der Pegel H der Leitung 58 bewirkt ein Durchschalten des Schaltverstärkers 81, sobald auch die Schaltspannung U_S der Leitung 57 am CE-Eingang auf H-Potential umschaltet (siehe auch Fig. 4b). In diesem Fall beginnt somit Strangstrom I von der positiven Spannungsquelle $+U_B$ über den Schaltverstärker 81, die Strangwicklung 49, den Schaltverstärker 82 und den Meßwiderstand 84 an Masse zu fließen. Am Meßwiderstand 84 wird ein Spannungsabfall erzeugt, der über die Leitung 55, den Widerstand 71 und den Kondensator 72 als Istspannung U_I (Fig. 4c) zeitlich verzögert dem Komparator 70 zugeführt und hier mit der aus der Steuerspannung U_{ST} auf Leitung 53 gebildeten Referenz-

spannung verglichen wird. Überschreitet die Istspannung U_I über dem Meßwiderstand 84 die Steuerspannung U_{ST}, so ist im Zeitpunkt t_1 das Ende der Aufladephase erreicht. Der Ausgang des Komparators 70 schaltet die Schaltspannung U_S auf L-Potential um (Fig. 4b) und die beiden Schaltverstärker 81 und 82 werden über die an ihren CE-Eingängen angeschlossene Leitung 57 abgeschaltet. Gleichzeitig wird dieser negative Spannungssprung über den Kondensator 73 als Schaltspannung U_{S1} (Fig. 4d) an den nicht invertierenden Eingang des Komparators 74 übertragen, wodurch dieser auf L-Potential schaltet und die Abschaltung der Schaltverstärker 81 und 82 aufrecht hält. Diese würden sonst, da durch den Meßwiderstand 84 nun kein Strom mehr fließt, wieder eingeschaltet werden.

Erst nachdem der Kondensator 73 über den Widerstand 75 so weit aufgeladen ist, daß die Schaltspannung U_{S1} (Fig. 4d) am nicht invertierenden Eingang des Komparators 74 die durch den Spannungsteiler (Widerstände 77 und 78) am invertierenden Eingang anliegende Referenzspannung U_R überschreitet (Zeitpunkt t_2), schaltet der Ausgang des Komparators 74 wieder auf H-Potential. Dadurch wird der Schaltverstärker 81 über seinen CE-Eingang wieder durchgeschaltet und der beschriebene Schaltablauf beginnt von neuem. Vom Zeitpunkt t_1 ab wird der Strangstrom I der Strangwicklung 49 gechoppt.

Auf diese Weise wird die Strangwicklung 49 wechselweise an eine verhältnismäßig hohe Spannung geschaltet und nach Erreichen des Stromsollwertes I_S von dieser getrennt, so daß auf Grund des Induktionsgesetzes die in der Strangwicklung 49 gespeicherte Energie über die Freilaufdioden 85 in die Spannungsquelle $+U_B$ zurückgespeist wird. Der Strom I in der Strangwicklung 49 fließt also weiter.

Bei gleichzeitiger Erregung der beiden Strangwicklungen 49 und 49' (Fig. 1) ergeben sich dabei Vollschritte; bei Erregung nur einer einzigen Strangwicklung 49 oder 49' zwischen zwei benachbarten Vollschritten ergibt sich ein Halbschritt.

Der Strangstrom I der Strangwicklungen 49 und 49' kann zur Erhöhung des Drehmomentes des Schrittmotors 31 während seiner Bewegungsphase, zur Erhöhung der Haltekraft des Schrittmotors 31 in einer Halbschrittstellung und zur Korrektur der Schrittverstellung innerhalb des vorgegebenen Schrittwinkels durch die D/A-Wandlereinheit 52 verändert werden.

Der Strangstrom I der Strangwicklungen 49 und 49' verändert sich proportional mit der Steuerspannung U_{ST}. Die Höhe der Steuerspannung U_{ST} wird vom Mikrocomputer 42 (Fig. 3) gesteuert, indem dieser eine Korrekturzahl über die Datenleitungen 47 in den Zwischenspeicher 48 eingibt. An dessen Ausgang und damit auch am Eingang des D/A-Wandlers 60 steht diese Korrekturzahl beim Normalbetrieb des Schrittmotors 31 nunmehr bis zur Eingabe einer neuen Korrekturzahl dauerhaft an, während der Mikrocomputer 42 beim Korrekturbetrieb aus später beschriebenen Gründen abwechselnd die Korrekturzahl und den Wert 0 im Verhältnis 1 : 1 an den Zwischenspeicher 48 anlegt.

Im D/A-Wandler 60 wird die Korrekturzahl in eine entsprechende Pegelspannung umgewandelt und die im Korrekturbetrieb erzeugte Rechteckspannung durch den Kondensator 64 gesiebt, so daß auf der Leitung 53 eine relativ gering pulsierende Steuerspannung ansteht. Am Spannungsteiler 65 kann dann die nochmals reduzierte Steuerspannung U_{ST}, die durch den Kondensator 68 noch einmal weitgehend geglättet wird, entnommen und über den Widerstand 69 den Komparator 70 als Referenzspannung zugeführt werden. Die Höhe der Steuerspannung U_{ST} bestimmt die Anstiegszeit und damit die Höhe des Strangstromes I (Fig. 4).

Durch geeignete Schaltungsmaßnahmen werden dem Strangstrom I vorbestimmte konstante Stromwerte zugeordnet. Die Höhe des Strangstromes I wird dabei entsprechend der am Zwischenspeicher 48 anstehenden Korrekturzahl auf einen Stromwert $+I_H$, $-I_H$, $+I_V$, $-I_V$ oder einen Stromwert zwischen $+I_B$ und $-I_B$ eingeregelt (Fig. 5 und 6). Dabei bezeichnet ein positives Vorzeichen einen Stromfluß des Strangstromes I in der einen, ein negatives Vorzeichen einen Stromfluß des Strangstromes I in der anderen durch die Steuerspannungen U_0 und U_1 bestimmten Richtung. Sind die Steuerspannungen U_0 und U_1 gleich, so fließt kein Strom durch die jeweilige Strangwicklung 49 bzw. 49'.

Fig. 5 zeigt den Stromverlauf in den beiden Strangwicklungen 49 und 49' des Schrittmotors 31 bei der Ausführung von acht Vollschritten in der einen Richtung und nach einer Pause von acht Vollschritten und einem Halbschritt in der anderen Richtung. Die Fig. 5a zeigt dabei den Verlauf des Strangstromes I in der Strangwicklung 49 und die Fig. 5b den Verlauf des Strangstromes I in der Strangwicklung 49' an.

Zum Zeitpunkt t_0 steht der Schrittmotor 31 in Vollschrittposition, da beide Strangwicklungen 49 und 49' von Strangströmen I mit dem Stromwert $+I_V$ durchflossen werden. In dieser Vollschrittposition liegt an den Eingängen 0, 1 und 2 der D/A-Wandler 60 der beiden Strangwicklungen jeweils H-Potential an. Da beide Strangströme I die Stromwerte $+I_V$ aufweisen, ist ein genügend großes Haltemoment gegeben.

Im Zeitpunkt t_1 beginnt die Schrittfolge. Der Stromfluß in der Strangwicklung 49' wird auf den Stromwert $+I_H$ erhöht, während der Stromfluß in der Strangwicklung 49 durch Wechsel der Steuerspannungen U_0 und U_1 umgekehrt und auf den Stromwert $-I_H$ erhöht wird. Dadurch wird ein erhöhtes Drehmoment zum Antrieb des Schrittmotors 31 er-

zeugt, indem der Mikrocomputer 42 zusätzlich zu den Eingängen 0 bis 2 auch an den Eingang 3 der D/A-Wandler 60 H-Potential anlegt.

Im Zeitpunkt t_2 wird der Stromfluß und der Stromwert $-I_H$ in der Strangwicklung 49 beibehalten, während in der Strangwicklung 49' der Stromfluß auf den Stromwert $-I_H$ umgekehrt wird. Auf diese Weise wird der Schrittmotor 31 angetrieben, bis nach Erreichen der gewünschten Vollschrittposition im Zeitpunkt t_8 die Strangströme I der beiden Strangwicklungen 49 und 49' auf den Stromwert $+I_V$ reduziert werden.

Zur Ausführung einer Drehung des Schrittmotors 31 in der umgekehrten Richtung wird im Zeitpunkt t'_1 der Strangstrom I der Strangwicklung 49 auf den Stromwert $+I_H$ erhöht, während der Stromfluß in der Strangwicklung 49' umgekehrt und dabei auf den Stromwert $-I_H$ erhöht wird. Im Zeitpunkt t'_2 wird der Strangstrom I der Strangwicklung 49 vom Stromwert $+I_H$ umgekehrt, während der Strangstrom I der Strangwicklung 49' beibehalten wird, usw. Im Zeitpunkt t'_9, am Ende der zweiten Schrittfolge also, steht der Schrittmotor 31 in Halbschrittposition, in der der Strangstrom I der einen Strangwicklung, in diesem Falle der Strangwicklung 49', Null ist. Der Strangstrom I der anderen Strangwicklung 49 wird daher auf seinem erhöhten Stromwert $+I_H$ gehalten, um die normal in dieser Position verminderte Haltekraft des Schrittmotors 31 entsprechend zu erhöhen.

In Fig. 6 ist die gesteuerte Korrektur zwischen zwei Vollschrittpositionen VS dargestellt.

Eine Korrektur der Schrittverstellung zwischen einem Vollschritt VS und dem benachbarten Halbschritt HS erfolgt durch Unterteilung des dazwischen liegenden Schrittwinkels in sieben Zwischenstufen. Da der Schrittmotor 31 bei dem

vorgesehenen Betrieb sehr stark in seiner magnetischen Sättigung arbeitet, erfolgt seine Winkelabweichung nicht mehr proportional zur Stromänderung. Messungen haben ergeben, daß eine Proportionalität von Winkeldrehung und Stromänderung im vorliegenden Fall erst unterhalb der Hälfte des Stromwertes $+I_V$ bzw. $-I_V$ des Strangstromes I, also erst unterhalb von $+I_B$ bzw. $-I_B$ auftritt. Zur Ausführung einer Schrittkorrektur in sieben gleichmäßigen Stufen wird daher die vom Mikrocomputer 42 vorgegebene Stromstufe des Strangstromes $+I_V$ bzw. $-I_V$ jeweils halbiert. Dies erfolgt durch das bereits erwähnte Choppen der an den Ausgängen 0 bis 2 des Zwischenspeichers 48 anstehenden Korrekturzahl durch den Mikrocomputer 42 (Fig. 3) im Verhältnis Pulszeit : Pausenzeit = 1 : 1. Während der Pulszeit steht im Zwischenspeicher 48 die vorgegebene Korrekturzahl und während der Pausenzeit die Zahl 0. Nach entsprechender Siebung durch den Kondensator 64 sowie den Widerstand 66 und den Kondensator 68 weist die erzeugte Steuerspannung U_{ST} nur noch den halben vorherigen Wert auf.

Wenn an allen Eingängen 0 bis 3 des D/A-Wandlers 60 der einen Strangwicklung 49 bzw. 49' L-Potential anliegt, die Korrekturzahl also 0 ist, während bei der anderen Strangwicklung 49' bzw. 49 der Korrekturwert an den Eingängen 0 bis 3 konstantes H-Potential aufweist, stellt sich der Schrittmotor 31 auf einen Halbschritt HS ein. Wie die Fig. 6 (Stellung HS) zeigt, weist dann beispielsweise der Strangstrom I der einen Wicklung 49 den Wert 0 und der der anderen Wicklung 49' einen Wert $+I_H$ auf. Der Schrittmotor 31 ändert dadurch seinen Verdrehungswinkel derart, daß er sich auf die Stellung HS in der Mitte zwischen den beiden Vollschritten VS einstellt.

Beim Vollschritt VS sind alle Eingänge 0 bis 2 der D/A-Wandler 60 der beiden Strangwicklungen 49 und 49' auf H-Potential geschaltet. Wenn dagegen alle Eingänge 0 bis 3

des einen D/A-Wandlers auf L-Potential geschaltet sind und alle Eingänge 0 bis 3 des anderen D/A-Wandlers 60 auf H-Potential geschaltet sind, liegt ein Halbschritt HS vor.

Durch Anliegen einer bestimmten mit dem Wert 1 : 1 gechoppten Korrekturzahl vom Mikrocomputer 42 an den Zwischenspeicher 48 der Strangwicklung 49 - beispielsweise H-Potential an den Ausgängen 0 und 2 und L-Potential an den Ausgängen 1 und 3 bei positivem Strangstrom I unter Beibehaltung des Wertes $+I_V$ bei der Strangwicklung 49' - stellt sich der Schrittmotor 31 auf die in der Fig. 6 durch die Kennzeichnung 5 dargestellte Korrekturlage des Verdrehungswinkels φ ein. Entsprechendes gilt für die Einstellung in andere Korrekturlagen.

Soll der Schrittmotor in einer Halbschrittposition HS anhalten, bleibt der Eingang 3 des D/A-Wandlers 60, an dessen Eingängen in diesem Falle H-Potential anliegt, weiterhin auf H-Potential, um das in dieser Stellung geringere Haltemoment des Schrittmotors 31 zu erhöhen. Zur Vermeidung einer zu großen Erhöhung des Strangstromes I, die sich durch eine Stromverdoppelung ergeben würde, ist der Spannungsteiler aus den Widerständen 61 und 62 vorgeschaltet, so daß die Steuerspannung U_{ST} nicht verdoppelt, sondern nur um den halben Betrag erhöht wird. Damit erhöht sich der Strangstrom I der jeweils erregten Strangwicklung 49 oder 49' in der Halbschrittposition HS von dem Stromwert $+I_V$ bzw. $-I_V$ auf den Stromwert $+I_H$ bzw. $-I_H$, bei dem sich noch keine Wärmeprobleme bei einer Dauerhaltestellung des Schrittmotors 31 in dieser Position ergeben.

Patentansprüche

1. Nähmaschine mit einer Hauptwelle, einer senkrecht geführten und zur Hubbewegung mit der Hauptwelle in Antriebsverbindung stehenden Nadelstange, einem durch einen Mikrocomputer gesteuerten Schrittmotor, der mit einem Stellmittel zur Steuerung der Vorschubgröße und der Vorschubrichtung eines Stoffschiebers verbunden ist und einem mit der Hauptwelle verbundenen, die Bewegung des Schrittmotors auslösenden Impulsgeber, dadurch gekennzeichnet, daß der Mikrocomputer (42) über einen Zwischenspeicher (48) und einen D/A-Wandler (60) an den nicht invertierenden Eingang eines sowohl die Ein- und Ausschaltung als auch die Stromstärke des Strangstromes (I) jeder Strangwicklung (49, 49') des Schrittmotors (31) steuernden Komparators (70) angeschlossen ist, dessen invertierender Eingang mit einem im Strangstromkreis angeordneten Meßglied (84) verbunden ist.

2. Nähmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der D/A-Wandler (60) vier Eingangsstufen (0 bis 3) aufweist, deren größte Stufe (3) über einen Spannungsteiler (61, 62) mit der entsprechenden Ausgangsstufe des Zwischenspeichers (48) verbunden ist.

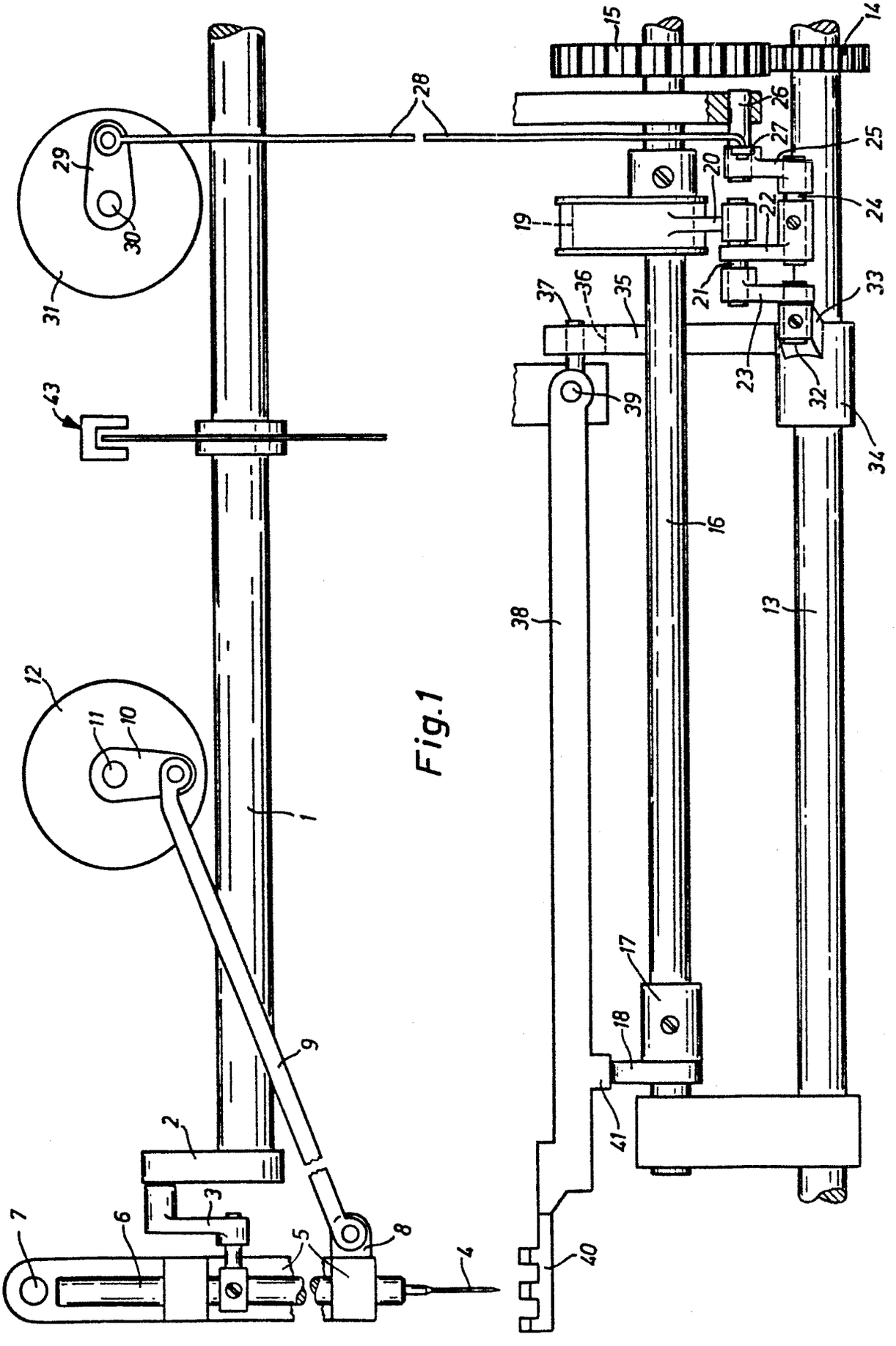

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
43

Fig.1

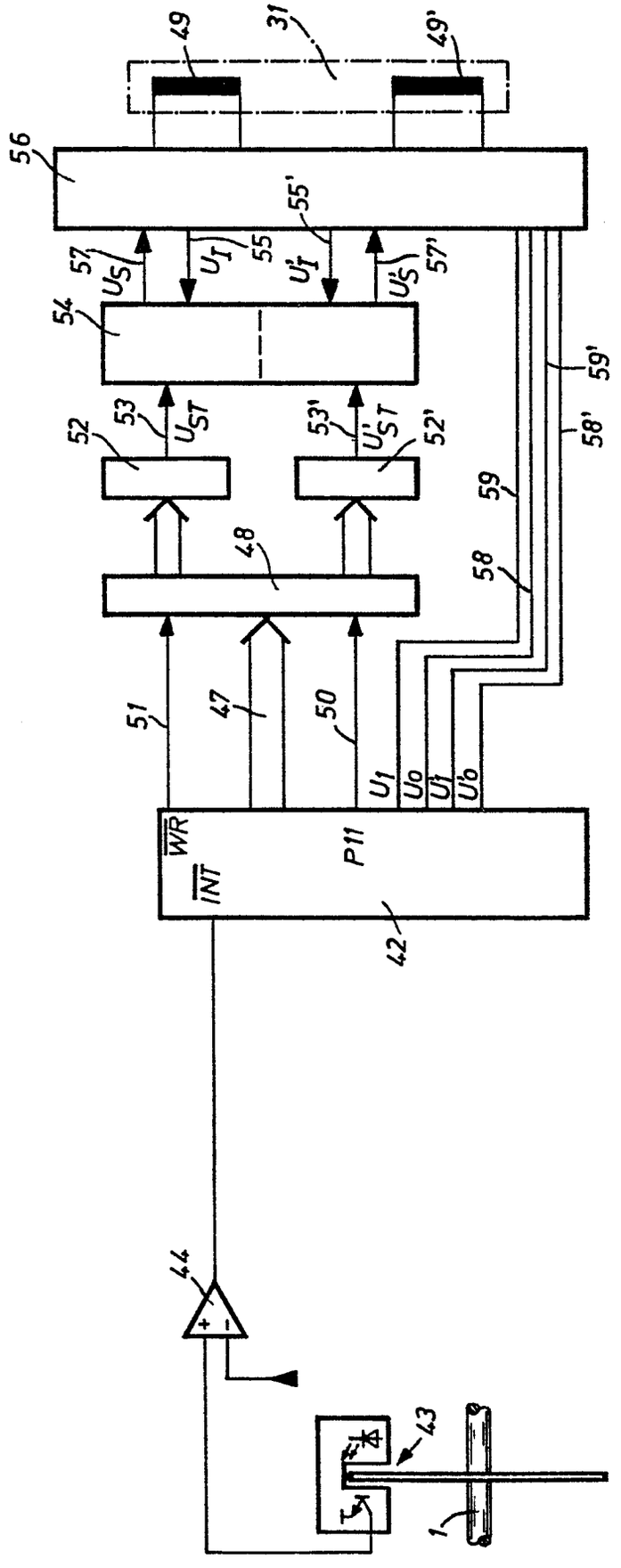
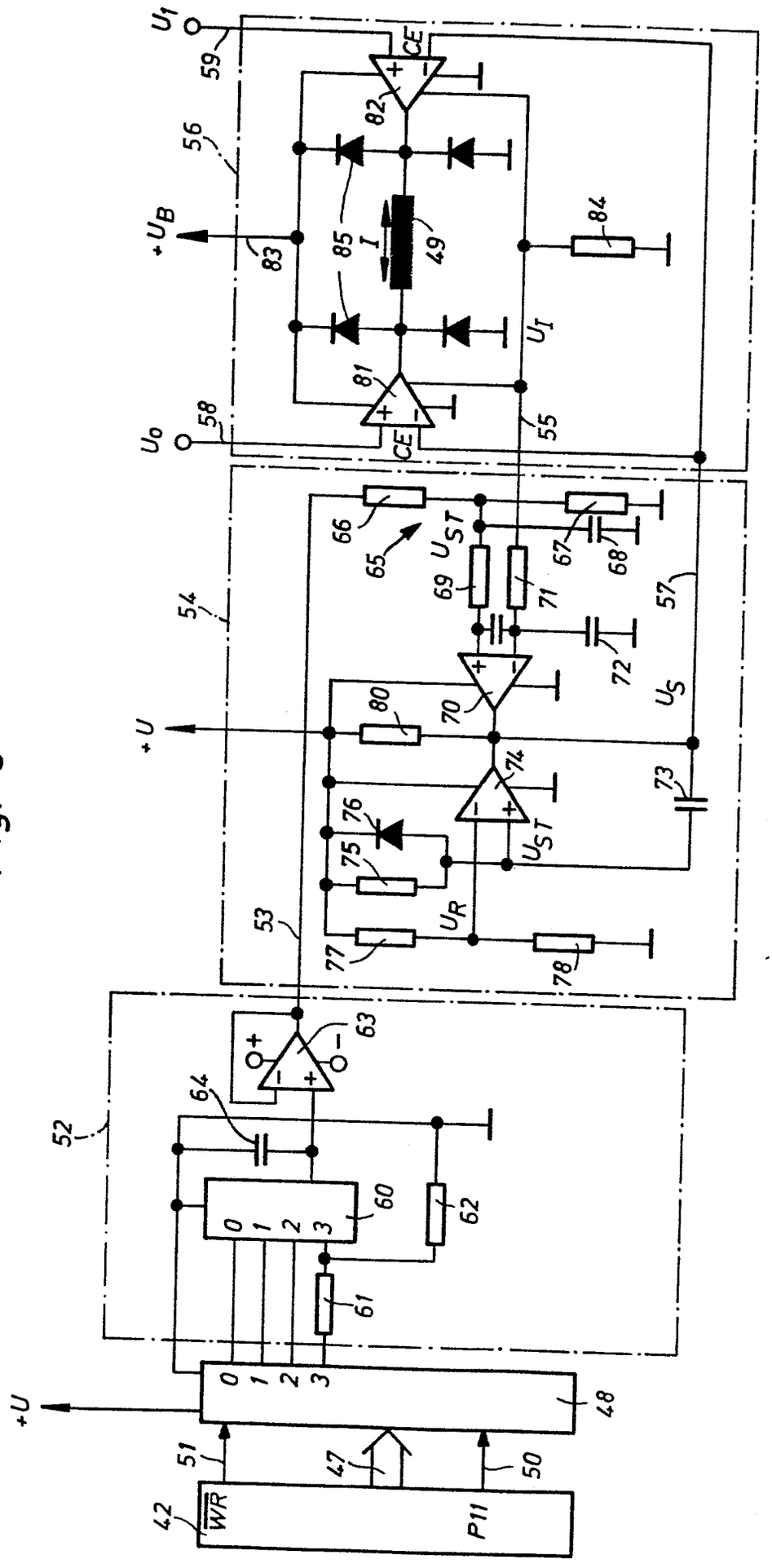

49
31
49'
56
55'
57
U_S
U_r
55
U'_r
U'_S
57'
54
59'
58'
53
U_{ST}
53'
U'_{ST}
52
52'
59
48
58
51
47
50
U_1
U_o
U'_r
U'_o
WR
INT
P11
42
44
43
1

Fig. 2

Fig. 3


U1
59
CE
82
56
+UB
83
85
I
49
84
UI
81
58
UO
CE
55
66
65
UST
67
68
69
71
54
57
72
US
+U
80
70
74
73
76
75
UST
UR
53
77
78
63
64
52
60
62
61
0 1 2 3
0 1 2 3
48
+U
51
47
50
42
WR
P11

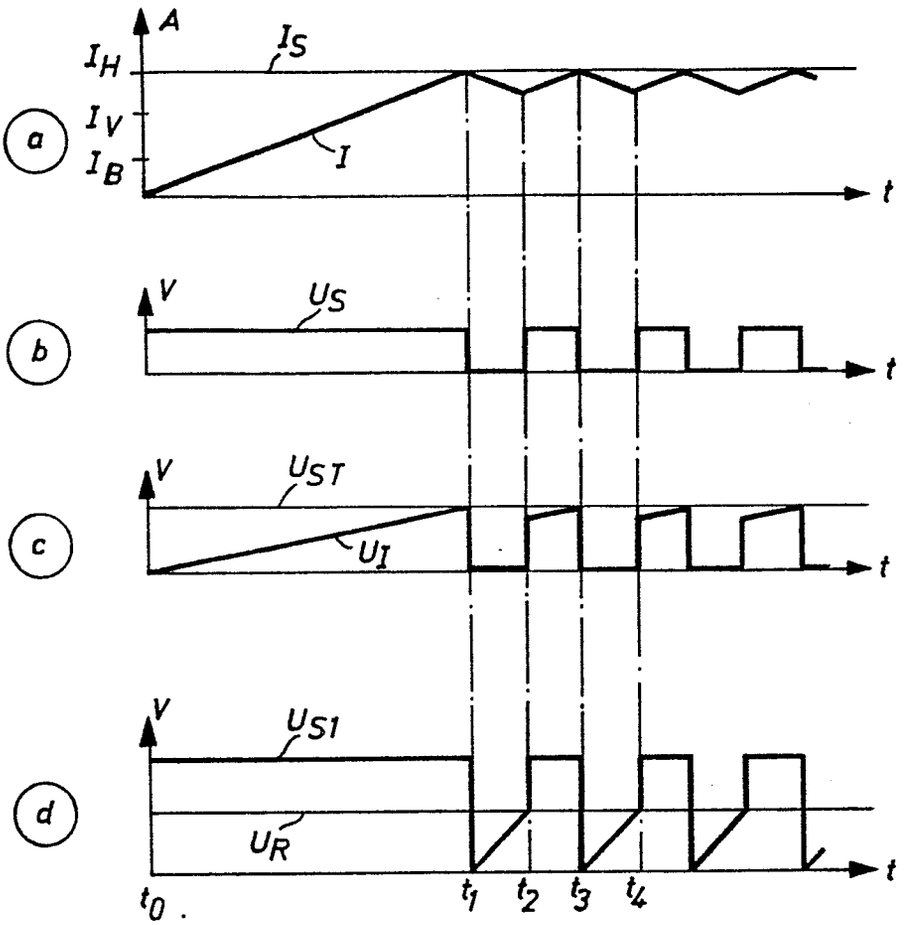

A
I_S
I_H
I_V
I_B
a
I
t
V
U_S
b
t
V
U_{ST}
c
U_I
t
V
U_{S1}
d
U_R
t
t_0
t_1 t_2 t_3 t_4

Fig. 4

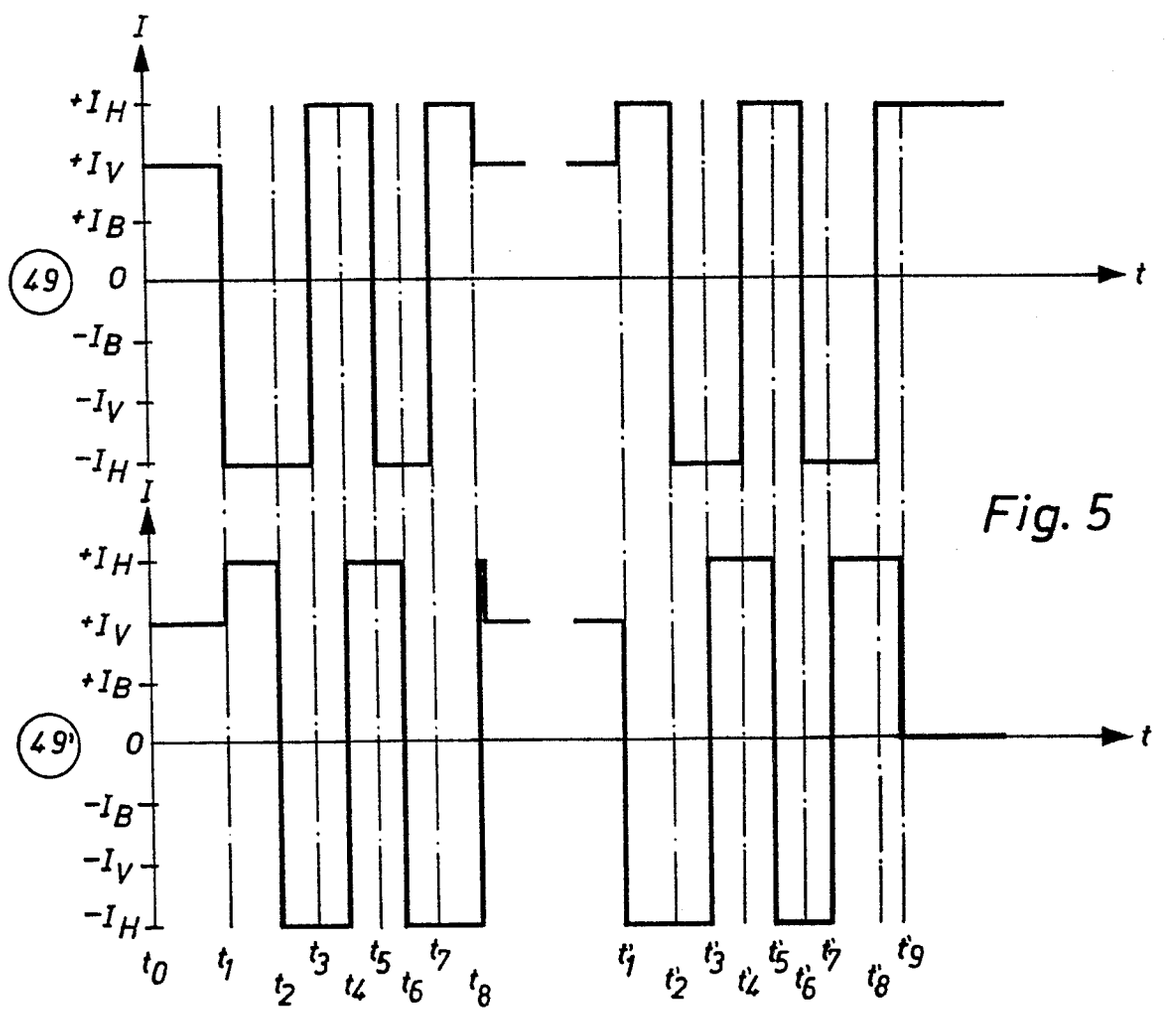

I
$+I_H$
$+I_V$
$+I_B$
49
0
t
$-I_B$
$-I_V$
$-I_H$
I
$+I_H$
$+I_V$
$+I_B$
49'
0
t
$-I_B$
$-I_V$
$-I_H$
t_0 t_1 t_2 t_3 t_4 t_5 t_6 t_7 t_8
t'_1 t'_2 t'_3 t'_4 t'_5 t'_6 t'_7 t'_8 t'_9

Fig. 5

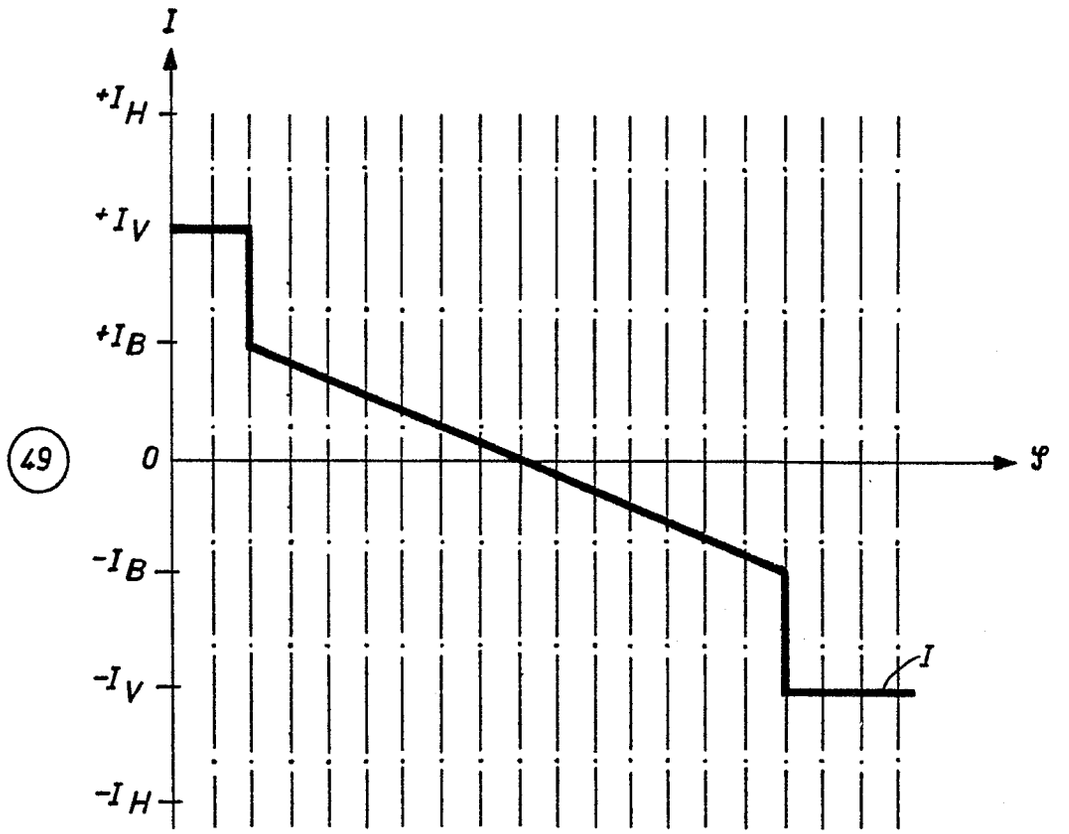
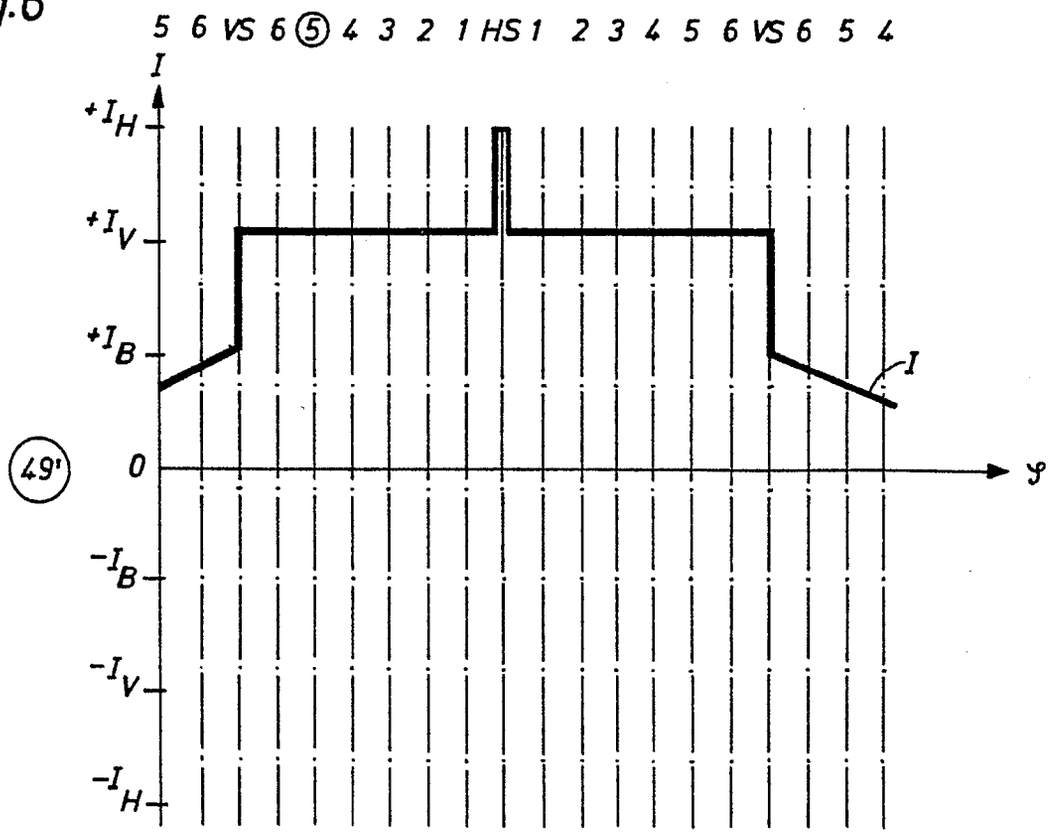

I
+I_H
+I_V
+I_B
0
-I_B
-I_V
-I_H
49
φ
I

Fig.6


5 6 VS 6 5 4 3 2 1 HS 1 2 3 4 5 6 VS 6 5 4
I
+I_H
+I_V
+I_B
0
-I_B
-I_V
-I_H
49'
φ
I