



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤① Int. Cl.³: G 04 C
G 04 C

3/14
9/08

Patentgesuch für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **AUSLEGESCHRIFT** A3

⑪

642 513 G

②① Gesuchsnummer: 6110/81

②② Anmeldungsdatum: 22.09.1981

③③ Priorität(en): 24.09.1980 US 190157

④② Gesuch
bekanntgemacht: 30.04.1984

④④ Auslegeschrift
veröffentlicht: 30.04.1984

⑦① Patentbewerber:
Timex Corporation, Waterbury/CT (US)

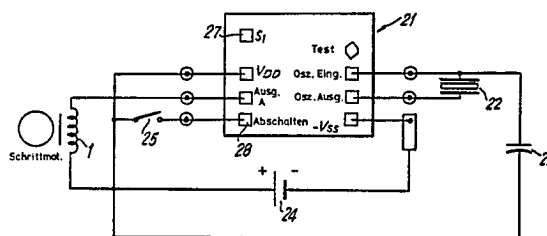
⑦② Erfinder:
Paul Grand Chavin, Besançon (FR)

⑦④ Vertreter:
Patentanwalts-Bureau Isler AG, Zürich

⑤⑥ Recherchenbericht siehe Rückseite

⑤④ Elektrische Treiberschaltung für einen umsteuerbaren Schrittschaltmotor.

⑤⑦ Der Rotor des Schrittschaltmotors weist magnetische Pole auf, um ihn zwischen den Fortschaltschritten in stabilen Gleichgewichtspositionen festzuhalten, die so angeordnet sind, dass die für die normale Vorwärtsdrehung des Rotors erforderliche Energie der Impulse verringert wird. Die Vorwärtsdrehung wird dabei über einen Schaltkreis (21) herbeigeführt, der während eines Vorwärtsschaltzyklus alternierend für vorgegebene Zeitintervalle eine Spannungsquelle (24) und Energievernichtungseinrichtungen mit der Wicklung (1) verbindet. Ferner umfasst ein Rückwärtsschaltzyklus, d.h. ein Schaltzyklus für eine Rückwärtsdrehung des Rotors ein oder mehrere Impulsteile, die eine Vorwärtsdrehung des Rotors bewirken, um eine Vorpositionierung desselben für eine Richtungsumkehr zu erreichen. Zur Vorbereitung der Drehrichtungsumkehr umfasst der Rückwärtsschaltzyklus für die Motorwicklung (1) dabei eine Impulsfolge mit hoher Impulsfolgefrequenz, wodurch das elektromagnetische Drehmoment in Vorwärtsrichtung und der Strom durch die Wicklung (1) des Motors verringert werden.





RAPPORT DE RECHERCHE RECHERCHENBERICHT

Demande de brevet No.:
Patentgesuch Nr.:

6 120/82

Documents considérés comme pertinents Einschlägige Dokumente		
Catégorie Kategorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes. Kennzeichnung des Dokuments, mit Angabe, soweit erforderlich, der massgeblichen Teile	Revendications con- cernées Betrifft Anspruch Nr.
X	FR-A- 2 425 756 (PORTECCAP) * Patentansprüche 1,2,4 und 5; S. 4, Zeile 14 bis S. 5, Zeile 1; Figuren 1 und 3 *	1,2,3,4,6
X	US-A- 3 958 167 (CITIZEN) * Patentansprüche 1 bis 5; Spalte 14, Zeile 26 bis Spalte 15 Zeile 61; Fig. 11 B *	1 - 7
Y	DE-A- 28 08 534 (SEIKOSHA) * Patentansprüche 1 und 2; S.16 Abs.2 bis S.18 Abs. 2 *	1
Y	US-A- 4 150 536 (CITIZEN) * Patentansprüche 1,2,3,5 und 7; Spalte 9, Z.48 bis Spalte 13, Zeile 16; Fig. 12 *	1 - 7
A	US-A- 4 144 467 (CITIZEN) * PA; Spalte 13, Zeile 39 bis Spalte 14, Zeile 43, Fig. 11 A *	1 - 7
A	FR-A- 2 209 251 (CITIZEN) * Patentansprüche 1 und 6; Seite 1, Zeile 30 bis Seite 2, Zeile 30; Seite 14 Zeile 16 bis 31; Fig. 1 *	1, 2, 3

Domaines techniques recherchés Recherchierte Sachgebiete (INT. CL. ²)	
G 04 C 3/14 G 04 C 9/00 G 04 C 9/08 H 02 F 8/00 H 02 K 37/00	
Catégorie des documents cités Kategorie der genannten Dokumente: X: particulièrement pertinent von besonderer Bedeutung A: arrière-plan technologique technologischer Hintergrund O: divulgation non-écrite nichtschriftliche Offenbarung P: document intercalaire Zwischenliteratur T: théorie ou principe à la base de l'invention der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: demande faisant interférence kollidierende Anmeldung L: document cité pour d'autres raisons aus andern Gründen angeführtes Dokument &: membre de la même famille, document correspondant Mitglied der gleichen Patentfamilie; übereinstimmendes Dokument	

Etendue de la recherche/Umfang der Recherche	
Revendications ayant fait l'objet de recherches Recherchierte Patentansprüche:	alle
Revendications n'ayant pas fait l'objet de recherches Nicht recherchierte Patentansprüche:	
Raison: Grund:	

Date d'achèvement de la recherche/Abschlussdatum der Recherche	Examineur Prüfer
6.03.1982	

PATENTANSPRÜCHE

1. Elektrische Treiberschaltung für einen umsteuerbaren Schrittschaltmotor mit einer Wicklung und einem Stator, die einen magnetischen Kreis für einen magnetisierten Rotor bilden, der erste Pole aufweist, die mit dem magnetischen Kreis zusammenwirken, wenn elektrische Impulse aus einer Spannungsquelle zugeführt werden, wobei die Treiberschaltung Einrichtungen umfasst, durch welche der Wicklung für vorgegebene Zeitintervalle Impulse vorgegebener Polarität und Frequenz zuführbar sind, um den Rotor zu einer Vorwärts- oder Rückwärtsdrehung anzutreiben, und wobei der Rotor zweite Pole aufweist, mit deren Hilfe er zwischen den Fortschrittschritten bei nicht erregter Wicklung in stabilen Gleichgewichtspositionen anhaltbar ist, die so angeordnet sind, dass für einen Vorwärtsantrieb des Rotors weniger Energie erforderlich ist als für einen Rückwärtsantrieb desselben, dadurch gekennzeichnet, dass eine Schaltung vorgesehen ist, mit deren Hilfe ein Rückwärtsschaltzyklus erzeugbar ist, in dessen Verlauf ein erster Impulsteil erzeugbar ist, der eine Drehung in Vorwärtsrichtung einleitet, und ein zweiter Impulsteil, der zu einem vorgegebenen Zeitpunkt, während sich der Rotor dreht, angelegt wird, dass ein entgegengesetztes elektromagnetisches Drehmoment zum Herbeiführen einer Drehrichtungsumkehr und zur Bewegung des Rotors in Gegenrichtung herbeiführbar ist, und dass mindestens einer der Impulsteile eine hochfrequente Impulsfolge von Impulsen derjenigen Polarität umfasst, mit der der Rotor normalerweise in Vorwärtsrichtung angetrieben wird, wobei die Impulsfrequenz dieser Impulsfolge ausreichend hoch gewählt ist, um den andernfalls durch die Wicklung fließenden Strom zu verringern.

2. Treiberschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Rückwärtsschaltzyklus sämtliche Impulse, die an die Wicklung angelegt werden, eine Spannung derselben Polarität aufweisen.

3. Treiberschaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Impulsfolge mit einer hohen Impulsfrequenz während eines zweiten Teils des Zyklus erzeugt wird.

4. Treiberschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Impulsfolge hoher Impulsfrequenz während des ersten Teils des Zyklus erzeugt wird und dass der zweite Impulsteil eine gegenüber der Polarität des ersten Impulsteils entgegengesetzte elektrische Polarität besitzt.

5. Treiberschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Rückwärtsschaltzyklus einen dritten Impulsteil umfasst, in dessen Verlauf die Wicklung durch Schalteinrichtungen in einen Energievernichtungskreis einschaltbar ist, um während der Rückwärtsdrehung die Selbstinduktion der Wicklung abzubauen.

6. Treiberschaltung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Rückwärtsschaltzyklus eine Zyklusphase umfasst, in deren Verlauf die Wicklung durch Schalteinrichtungen kurzgeschlossen wird, so dass die zweiten Pole den Rotor in einer stabilen Gleichgewichtsstellung festhalten.

7. Treiberschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Schalteinrichtungen vorgesehen sind, mit deren Hilfe ein Vorwärtsschaltzyklus zum Antreiben des Rotors in Vorwärtsrichtung herbeiführbar ist und dass der Vorwärtsschaltzyklus und der Rückwärtsschaltzyklus Impulse derselben Polarität umfassen, die der Wicklung zugeführt werden.

Die Erfindung betrifft eine elektrische Treiberschaltung für einen umsteuerbaren Schrittschaltmotor gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Speziell befasst sich die Erfindung mit elektrischen Treiberschaltungen für Miniatur-Schrittschaltmotoren, die normalerweise in einer ersten Drehrichtung, nämlich vorwärts laufen, bei denen jedoch gelegentlich ein Antrieb in entgegengesetzter Richtung, nämlich ein Rückwärtslauf erforderlich ist. Derartige Schrittschaltmotoren finden Verwendung in Quarz-Analog-Armbanduhren, wo die Stellung der Zeiger nicht wie üblich über eine Krone und eine Getriebeanordnung eingestellt bzw. korrigiert wird, sondern durch Anlegen von Impulsfolgen an den Schrittschaltmotor, wobei die einzelnen Impulse zu solchen Schaltzyklen zusammengefasst sind und solche Signalformen aufweisen, dass der Motor entweder in Vorwärtsrichtung oder in Rückwärtsrichtung angetrieben wird. Beispiele für umsteuerbare Motoren in Uhren, die durch Impulse spezieller Form angesteuert werden, finden sich in der US-A-4 112 671. Gemäss dieser Patentschrift wird ein zweipoliger Schrittschaltmotor eingesetzt, der mit Impulsen alternierender Polarität angesteuert wird. Bei einem Rückwärtslauf um einen Schritt wird das entsprechende Signal mit einem Impuls der dem Rückwärtslauf zugeordneten Richtung eingeleitet, dem sich ein Impuls entgegengesetzter Polarität anschliesst, um den Rückwärtslauf zu beschleunigen.

Ein neuerer Typ von Schrittschaltmotor, wie er in Verbindung mit der Erfindung bevorzugt wird, ist in der US-A-4 079 279 beschrieben. Bei diesem Schrittschaltmotor ist ein

40 Rotor vorgesehen, der eine dünne Scheibe aus magnetisierbarem Material mit zwei Ringen mit alternierend aufeinanderfolgenden Magnetpolen aufweist, wobei die Pole des äusseren Rings bzw. die ersten Pole ein elektromagnetisches Drehmoment liefern, wenn in einer stationären Spulen/Stator-Anordnung ein Feld erzeugt wird, während die Pole des inneren Rings bzw. die zweiten Pole eine magnetische «Verriegelung» des Rotors zwischen den Fortschrittschritten bewirken. Bezüglich des Aufbaus des Schrittschaltmotors wird auf diese Patentschrift hier ausdrücklich Bezug genommen.

50 Ein Rückwärtslauf kann bei dem letztgenannten Schrittschaltmotor mit Hilfe einer elektrischen Treiberschaltung erreicht werden, die der elektrischen Wicklung des Schrittschaltmotors Impulse ausgewählter Polarität, Amplitude und Dauer zuführt.

55 Eine derartige Treiberschaltung ist in der GB-A-2 026 793 bzw. in der FR-A -2 425 756 beschrieben, auf die hier ebenfalls Bezug genommen wird. Gemäss dieser früheren Anmeldung werden in der Treiberschaltung und einer Triggeranordnung fünf MOS-Transistoren sowie ein externer Lastwiderstand verwendet, um der Wicklung Treiberimpulse mit beiden Polaritäten zuzuführen, welche die richtige Amplitude und Dauer haben, um den Schrittschaltmotor in Vorwärtsrichtung oder auch in Rückwärtsrichtung anzutreiben. Die MOS-Transistoren sind dabei normalerweise 60 Elemente einer grossen integrierten Schaltung und nehmen einen beträchtlichen prozentualen Anteil der Fläche der Schaltung in Anspruch, da durch sie ein relativ hoher Strom fliesst. Der externe Widerstand, der verwendet wird, um die

während eines Rückwärtsschaltzyklus dem Motor zugeführte Energie zu verringern, stellt eine zusätzliche Ausgabe für die Treiberschaltung dar, da er als zusätzliches Bauteil neben der integrierten Schaltung vorgesehen werden muss.

Ähnliche Schrittschaltmotoren mit zugeordneten Treiberschaltungen, mit denen die Aufgabe gelöst werden soll, eine Vorwärts- oder Rückwärtsdrehung des Schrittschaltmotors mit geringem Aufwand und bei leichter Bedienbarkeit zu erreichen, sind auch in den US-A-3 958 167 und US-A-4 150 536 und in der DE-A-2 808 534 beschrieben. Auch die dort angegebenen Lösungen können jedoch in der Praxis nicht in allen Fällen voll befriedigen.

Ausgehend vom Stande der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine vereinfachte elektrische Treiberschaltung für einen umsteuerbaren Schrittschaltmotor anzugeben, wobei gleichzeitig angestrebt wird, dass dieselbe integrierte Schaltung nicht nur für umsteuerbare Schrittschaltmotoren verwendet werden kann, sondern auch für Schrittschaltmotoren mit Rotoren, die ein etwas anderes Magnetisierungsmuster haben und nur in einer Richtung umlaufen können.

Diese Aufgabe wird bei einer elektrischen Treiberschaltung der eingangs genannten Art erfindungsgemäss durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angeführten Merkmale gelöst.

Es ist ein Vorteil der erfindungsgemässen Treiberschaltung, dass die Richtungsumkehr ermöglicht wird, obwohl nur unipolare elektrische Impulse, d.h. nur Impulse derselben Polarität zur Verfügung stehen.

Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemässen Treiberschaltung besteht darin, dass der Einsatz einer universellen integrierten Schaltung sowohl für Schrittschaltmotoren mit nur einer Drehrichtung als auch für umsteuerbare Schrittschaltmotoren möglich ist.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden nachstehend anhand von Zeichnungen noch näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Explosionsdarstellung eines umsteuerbaren Elektromotors zur Verwendung in Verbindung mit einer Treiberschaltung gemäss der Erfindung;

Fig. 2 ein Schaltbild einer vorbekannten Treiberschaltung gemäss der GB-A-2 026 793;

Fig. 3a und 3b schematische Schaltbilder zweier Treiberschaltungen mit einer integrierten Schaltung als Grundbaustein und mit unterschiedlich angeschlossenen externen Bauelementen;

Fig. 4 ein Schaltbild einer erfindungsgemässen Treiberschaltung zur Verwendung anstelle der bekannten Treiberschaltung gemäss Fig. 2;

Fig. 5 und 6 Impulsdigramme für jeweils einen einzigen Vorwärtsschaltzyklus bzw. Rückwärtsschaltzyklus;

Fig. 7 ein Mehrfachdiagramm zur Erläuterung des Zusammenhangs zwischen dem Drehmoment am Rotor, der Rotorgeschwindigkeit, des elektrischen Winkels des Rotors und des Stroms durch die Rotorwicklung für einen einzigen Vorwärtsschaltzyklus;

Fig. 8 eine der Fig. 7 ähnliche Darstellung für einen einzigen Rückwärtsschaltzyklus;

Fig. 9 eine abgewandelte Ausführungsform einer Treiberschaltung gemäss der Erfindung;

Fig. 10 ein Impulsdigramm für einen einzigen Rückwärtsschaltzyklus bei einer Treiberschaltung gemäss Fig. 9 und

Fig. 11 ein Mehrfachdiagramm entsprechend Fig. 7 und 8 zur Erläuterung des Verlaufs des Rotordrehmoments, der Geschwindigkeit, des Stroms und des elektrischen Winkels bei Einsatz einer Treiberschaltung gemäss Fig. 9.

Im einzelnen zeigt Fig. 1 der Zeichnung einen Schrittschaltmotor desjenigen Typs, dessen Einsatz in Verbindung mit der verbesserten Treiberschaltung gemäss der Erfindung bevorzugt wird. Der Motor weist eine Wicklung 1 auf, die auf magnetisierbaren Kernelementen 2 und 3 sitzt, welche dazu bestimmt sind, mit einem oberen Statorelement 4 bzw. einem unteren Statorelement 5 verbunden zu werden. Die Statorelemente 4, 5 haben jeweils mehrere radial abstehende Zähne 4a bzw. 5a. Ein magnetisierter Rotor 7 ist in den magnetischen Kreisen zwischen den Statorzähnen 4a, 5a angeordnet. Der Rotor 7 ist vorzugsweise gemäss den Lehren der eingangs erwähnten US-PS 4 079 279 ausgebildet. Es ist also ein erster Ring mit N Paaren von magnetischen Polen 7a mit alternierender Polarität vorgesehen, die geeignet sind, mit dem Magnetkreis zusammenzuwirken, der zwischen den Statorzähnen 4a, 5a erzeugt wird, um den Motor vorwärts bzw. rückwärts anzutreiben, d.h. in einem bestimmten Drehsinn oder in dem dazu entgegengesetzten Drehsinn. Ein zweiter Ring mit N/2 Paaren von Polen 7b alternierender Polarität ist innerhalb des ersten Ringes mit den Polen 7a angeordnet, wobei die Pole 7b geeignet sind, den Rotor 7 in einem stabilen Gleichgewichtszustand festzuhalten, wenn die Wicklung 1 in den Pausen zwischen den Schaltschritten nicht erregt ist. Beim Ausführungsbeispiel gilt $N = 6$, so dass der Drehwinkel pro Schaltschritt $360^\circ/N = 60^\circ$ beträgt. Dieser Winkel von 60° ist in Fig. 1 zwischen Hilfslinien 8, 9 eingezeichnet. Die Pole 7a des ersten Ringes werden nachstehend der Einfachheit halber als erste Pole 7a bezeichnet, während die Pole 7b des zweiten Ringes nachstehend als zweite Pole 7b bezeichnet werden.

Die zweiten Pole 7b sind winkelmässig gegenüber den ersten Polen 7a, wie dies durch die Hilfslinie 10 angedeutet ist, derart versetzt, dass sie den Rotor 7 bei nicht erregter Wicklung 1 in einem stabilen Gleichgewichtszustand anhalten können. Im einzelnen sind die ersten und zweiten Pole so gegeneinander versetzt, dass beim Anlegen eines elektrischen Impulses an die Wicklung 1 weniger Energie erforderlich ist, um den Rotor 7 nach vorn zu schalten als beim Fortschalten des Rotors 7 nach hinten. Das Anlegen eines Impulses vorgegebener Dauer in Vorwärtsrichtung führt dazu, dass der Rotor 7 eine Drehung nach vorn beginnt, wie dies in Fig. 1 durch einen Pfeil angedeutet ist. (Drehung nach vorn bedeutet also eine Drehung im Gegenuhrzeigersinn in Fig. 1.) Anschliessend wird der Impuls unterbrochen, wobei eigens vorgesehene Freilaufdioden dazu dienen, die Induktionsspannung in der Wicklung 1 abzubauen, so dass der Rotor magnet gedämpft wird.

Diskussion des Standes der Technik

Die Drehrichtungsumkehr wurde bei Schrittschaltmotoren der vorstehend beschriebenen Art bisher mittels einer Schaltung ermöglicht, wie sie in Fig. 2 gezeigt ist. Bei einer derartigen Schaltung, wie sie in der veröffentlichten GB-A-2 026 793 bzw. FR-A-2 425 756 detailliert beschrieben ist, ist die Wicklung 1 an einem Schaltungspunkt B mit einem ersten Paar von komplementären MOS-Transistoren 11 und 12 verbunden und an einem Schaltungspunkt A mit einem zweiten Paar von MOS-Transistoren 13, 14, wobei die Schaltstrecken der Transistoren 11 bis 14 paarweise in Serie geschaltet sind und die Serienschaltungen zwischen den Polen $+V_{DD}$ und V_{SS} einer Batterie-Spannungsversorgung liegen. Ein fünfter MOS-Transistor 15 vom N-Typ liegt in Reihe mit einem Widerstand 16 parallel zur Schaltstrecke des MOS-Transistors 11. Ausserdem ist parallel zur Schaltstrecke jedes der Transistoren 11 bis 14 jeweils eine Diode 17 bis 20 vorgesehen, über die Ladungen abfliessen können, wenn der Wicklungsstrom abgeschaltet wird (Freilaufdioden!).

Bei der vorbekannten Schaltung werden also insgesamt fünf MOS-Transistoren verwendet. Eine Vorwärtsdrehung des Motors wird dabei durch «Schliessen» der als Schalter dienenden Transistoren 11, 14 bewirkt, wodurch die positive Spannung an den Punkt A angelegt wird. Bei einem anschliessenden Öffnen und Schliessen der MOS-Transistoren fliesst dort die Energie ab, wobei der Rotor 7 wieder in einer stabilen Lage festgehalten wird.

Eine Rückwärtsdrehung wird mit der bekannten Schaltung gemäss Fig. 2 dadurch erreicht, dass man einen schwachen Vorimpuls in Vorwärtsrichtung erzeugt, dem ein starker Impuls entgegengesetzter Polarität folgt, welcher der Wicklung 1 zugeführt wird. Der Vorimpuls wird dabei erzeugt, indem die als Schalter dienenden MOS-Transistoren 14, 15 geschlossen werden, um die positive Spannung an den Punkt A der Wicklung anzulegen, wobei dieser Impuls jedoch aufgrund des wegen des Widerstandes 16 verringerten Stromflusses eine geringere Energie hat. Die Vorimpulse bewegen den Rotor 7 jeweils in eine Position (im Phasendiagramm), in der ein Impuls entgegengesetzter Polarität ein grösseres Rückwärts-Drehmoment erzeugt. Anschliessend werden die als Schalter dienenden MOS-Transistoren 12 und 13 geschlossen, um die positive Spannung am Schaltungspunkt B an die Wicklung 1 anzulegen und dadurch eine kräftige Drehrichtungsumkehr des Rotors 7 einzuleiten. Während die vorbekannte Schaltung als Treiberschaltung für einen umsteuerbaren Schrittschaltmotor geeignet ist, fliesst andererseits über die MOS-Transistoren ein ziemlich hoher Strom. Wenn diese Bauelemente, wie dies gewöhnlich der Fall ist, gemeinsam mit Triggerschaltern, einem Oszillator und Rückwärtszähler-Bausteinen in einer grossen integrierten Schaltung zusammengefasst sind, ergeben sich folglich Probleme hinsichtlich der Vergrösserung der MOS-Transistoren und der Stromabflusszellen.

Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels

Gemäss Fig. 3a und 3b der Zeichnung wird die verbesserte elektrische Treiberschaltung für einen umsteuerbaren Schrittschaltmotor erfindungsgemäss mit einer integrierten Schaltung 21 verwirklicht, welche geeignete Anschlüsse für die externen Schaltungsteile aufweist, die dem Schrittschaltmotor zugeordnet sind. Zu diesen Elementen gehören die Wicklung 1 des Schrittschaltmotors, ein Quarzkristall 22, ein Kondensator 23, eine Speisespannungsquelle 24 in Form einer Batterie, ein Schalter 25 und nach Wunsch belegbare Anschlüsse 27, 28. Über die äusseren Verbindungen zu den Anschlüssen 27, 28 können verschiedene interne Schaltkreise der integrierten Schaltung 21 ausgewählt werden. Die integrierte Schaltung 21 umfasst übliche zeithaltende Komponenten, die einen Hochfrequenzoszillator bilden, welcher durch den Quarzkristall 22 gesteuert wird, sowie eine Kette von bistabilen Flipflops, die als abwärtszählende Teilerschaltung geschaltet sind, um am Ausgang der Schaltung eine Impulsfolgefrequenz von $1/20$ Hz zu erhalten. Diese Impulse leiten die normalen Vorwärtsschritte des Motors für den Antrieb eines zeithaltenden Gerätes ein. Die Teilerkette liefert ausserdem Impulsfolgen mit den Frequenzen 1 und 16 Hz zur Einleitung von Vorwärts- und Rückwärts-Schaltzyklen, in deren Verlauf der Schrittschaltmotor vorwärts bzw. rückwärts mit höherer Schaltfrequenz angetrieben wird. Integrierte Schaltungen der vorstehend beschriebenen Art sind bekannt und nicht Gegenstand der vorliegenden Erfindung mit der Ausnahme, dass die Frequenz der Einleitung der Schaltzyklen (oder Schritte) durch den Schrittschaltmotor gesetzt wird. Die vorliegende Erfindung befasst sich mit den Elementen einer Treiberschaltung und mit den Schalteinrichtungen, die erforderlich sind, um einen einzigen Vorwärtsschritt oder einen einzigen Rückwärtsschritt zu bewirken,

wobei es sich versteht, dass mehrere Vorwärtsschritte oder mehrere Rückwärtsschritte einfach durch wiederholte Einleitung des Schaltzyklus mit jeder gewünschten Wiederholungsfrequenz erreicht werden, vorausgesetzt dass die Wiederholungszeit für einen neuen Schritt nicht kürzer ist als die Zeit, die für die Durchführung eines vollen Schrittes insgesamt erforderlich ist.

Weiterhin ist zu beachten, dass die abwärtszählende Teilerkette der integrierten Schaltung 21 eine Quelle für jede gewünschte Frequenz sein kann, die sich beim Teilen der Frequenz des Quarzkristalls 22 ohne Rest ergibt, wobei im vorliegenden Fall die Quarzfrequenz bei 32 768 Hz liegt, so dass eine der möglichen Teilerfrequenzen bei 1 024 Hz liegt. Weiterhin wird für den Fachmann deutlich, dass exakte Steuersignale mit vorgegebener Dauer und zu einem vorgegebenen Zeitpunkt mit Hilfe logischer Schaltungen der integrierten Schaltung erzeugt werden können, indem man ein oder mehrere der an der Teilerkette zur Verfügung stehenden Frequenzen miteinander kombiniert. Die Erzeugung mehrerer derartiger Triggerimpulse mit einer Dauer von wenigen ms zum aufeinanderfolgenden Ein- und Ausschalten der als MOS-Transistoren ausgebildeten Schalter, die ebenfalls Bestandteil der integrierten Schaltung sind, ist auch eine Angelegenheit der richtigen Wahl der Parameter und bereitet dem Fachmann keine Schwierigkeiten.

Aus Fig. 4 wird deutlich, dass die erfindungsgemässe Treiberschaltung für einen Schrittschaltmotor ein Paar von komplementären MOS-Transistoren 31, 32 umfasst, deren Schaltstrecken in Serie miteinander zwischen dem positiven Pol $+V_{DD}$ und dem negativen Pol $-V_{SS}$ der Speisespannungsquelle liegen. Dabei ist der MOS-Transistor 31 vom P-Typ und der MOS-Transistor 32 vom N-Typ. Die source-drain-Verbindung der Transistoren 31, 32 ist mit dem Bezugszeichen 33 bezeichnet. Eine erste Diode 34 liegt zwischen dem Schaltungspunkt 33 und dem positiven Pol $+V_{DD}$, während eine zweite Diode 35 zwischen dem negativen Pol $-V_{SS}$ und dem Schaltungspunkt 33 liegt. Parallel zu der Diode 34 liegt die Wicklung 1 mit ihren Anschlüssen an den Schaltungspunkten A und B. Die Treiberschaltung gemäss Fig. 4 ermöglicht dieselbe Umsteuerfunktion wie die vorbekannte Schaltung gemäss Fig. 2, wenn ihr die richtigen Signalformen, Schaltbefehle und Impulszüge zugeführt werden.

Fig. 5 zeigt ein Phasen- bzw. Impulsdiagramm, welches das Durchschalten bzw. Sperren der MOS-Transistoren 31, 32 erläutert, wobei nachstehend auch statt dessen vom Schliessen und Öffnen der Schalter 31, 32 gesprochen wird, und zwar für einen vollständigen Vorwärtsschaltzyklus zum Herbeiführen eines (Dreh-)Vorwärtsschrittes des Schrittschaltmotors. Gemäss Fig. 5 wird während des Zeitintervalls T_1 , welches auf 3,9 ms festgelegt ist, dem Steueranschluss 37 des MOS-Transistors 32 ein Steuersignal zugeführt, welches diesen Transistor leitend steuert, wodurch ein Stromkreis geschlossen wird, in dem der Schaltungspunkt A an der Wicklung 1 mit dem positiven Pol $+V_{DD}$ verbunden wird.

Während eines Zeitintervalls T_2 , für welches ebenfalls 3,9 ms vorgegeben sind, werden keine Steuersignale angelegt, so dass beide Schalter 31, 32 geöffnet sind. Die überschüssige Selbstinduktionsenergie der Motorwicklung fliesst dabei über die Diode 34, wodurch der Rotormagnet gedämpft wird.

Während des verbleibenden Zeitintervalls T_3 dieses Zyklus bis zum nächsten Motor- bzw. Treiberimpuls wird der Schalter 31 durch ein Steuersignal am Steueranschluss 36 geschlossen, wodurch für die Wicklung 1 ein Kurzschluss erzeugt wird. Der Rotor 7 wird daher durch die Halte- bzw. Sperrmagneten in einer stabilen Lage gehalten. Das Zeitintervall T_3 besitzt dabei keine feste Länge. Die Länge dieses

Zeitintervalls hängt vielmehr von der gewünschten Wiederholungsfrequenz ab, mit der Fortschaltzyklen für den Motor eingeleitet werden. Bei einer Uhr kann die Wiederholungsfrequenz beispielsweise während des normalen Antriebs $1/20$ Hz betragen oder bei Korrektur- bzw. Stellvorgängen 1 oder 16 Hz.

Fig. 6 dient der Erläuterung der Funktion der verbesserten erfindungsgemässen Treiberschaltung bei einer Rückwärtsdrehung des Schrittschaltmotors. Dabei tritt während eines Zeitintervalls T_{11} mit einer vorgegebenen Dauer von 3,9 ms ein erster Impulsteil auf, der dem Rotor in derselben Weise wie bei der Vorwärtsdrehung zugeführt wird. Dies wird erreicht, indem man an den MOS-Transistor 32 ein Steuersignal anlegt, welches diesen leitend steuert.

Gemäss der Erfindung wird während des nächsten Zeitintervalls T_{12} ein zweiter Impulsteil erzeugt, indem ein Impulszug mit hoher Impulsfolgefrequenz an die Wicklung 1 des Motors angelegt wird. Wie in Fig. 6 angedeutet, wird als hochfrequente Impulsfolge ein Steuersignal mit einer Impulsfolgefrequenz von 1 024 Hz alternierend an die Gate- bzw. Steuerelektroden 36, 37 der MOS-Transistoren 31 und 32 angelegt, was zu einem schnellen Öffnen und Schliessen der MOS-Transistorschalter 31, 32 führt und zum Anlegen von Spannungsimpulsen an die Wicklung 1 mit hoher Impulsfolgefrequenz. Für das Zeitintervall T_{12} ist eine Zeit von 5,86 ms vorgegeben. Das nächste Zeitintervall T_{13} hat eine Dauer von 7,8 ms und das übernächste Zeitintervall T_{14} eine Dauer von 2,9 ms. Wie nachstehend noch erläutert wird, begrenzt die hochfrequente Impulsfolge den Strom durch die Motorwicklung und dämpft den Rotormagneten, so dass dieser seine Drehrichtung umkehrt und rückwärts gezogen wird.

Während des Zeitintervalls T_{13} sind die beiden Transistorschalter 31, 32 geöffnet. Die Selbstinduktionsenergie in der Motorwicklung wird in diesem Zeitintervall in einem Stromkreis verbraucht, der die Diode 34 enthält, wobei die Bewegung des Rotors in Gegenrichtung gedämpft wird.

Während des Zeitintervalls T_{14} wird der Schalter 32 durch ein Steuersignal geschlossen, um wieder eine Spannung positiver Polarität an die Wicklung 1 anzulegen. Bei der speziellen Winkelstellung, in der sich der Rotor zu diesem Zeitpunkt befindet, liefert dieser Impuls dabei zusätzliche elektromagnetische Antriebsenergie in Gegenrichtung bzw. für eine Rückwärtsdrehung.

Während eines abschliessenden Zeitintervalls T_{15} ist der Transistorschalter 31 geschlossen und die Wicklung kurzgeschlossen, so dass der Rotor mit seinen Magneten abgebremst und durch die Sperrmagnete in einer definierten Stellung festgelegt wird. Das Zeitintervall T_{15} hat dabei eine variable Dauer und endet erst, wenn der nächste Zyklus für eine Drehung in Gegenrichtung eingeleitet wird. Aus der vorstehenden Beschreibung wird, worauf besonders hingewiesen wird, deutlich, dass die Drehrichtungsumkehr bzw. der Antrieb in Gegenrichtung mit Impulsen derselben elektrischen Polarität erreicht wird wie in Vorwärtsrichtung, was im Gegensatz zum Stande der Technik steht.

Anhand von Fig. 7 und 8 wird nachstehend der Ablauf bei einer Vorwärtsdrehung – Fig. 7 – und der Ablauf bei einer Rückwärtsdrehung – Fig. 8 – detailliert erläutert.

In Fig. 7 und 8 stellt die sinusförmige Kurve C_0 das magnetische Drehmoment dar, welches an dem Rotor 7 aufgrund der als Sperrmagnete dienenden zweiten Magneten 7b (Fig. 1) wirksam wird, wobei den Kurventeilen über der Nulllinie ein Drehmoment in Vorwärtsrichtung und den Kurventeilen unterhalb der Nulllinie ein Drehmoment in Rückwärtsrichtung entspricht und wobei die Kurve C_0 über dem elektrischen Winkel θ aufgetragen ist. Ein vollständiger Fortschaltzyklus mit einem elektrischen Winkel $\theta = 360^\circ$

entspricht dabei einem mechanischen Drehwinkel von 60 (zwischen den Linien 8 und 9 in Fig. 1). Die Punkte des stabilen Gleichgewichts bei fehlendem Stromfluss in der Wicklung 1 – entsprechend der Hilfslinie 10 in Fig. 1 – ergeben sich folglich bei den elektrischen Winkeln θ_0 bzw. θ_3 , die in Fig. 7 an den Bezugslinien 40 bzw. 41 liegen.

Eine zweite sinusförmige Kurve ($C_0 + C_1$) stellt das kombinierte Rotor-Drehmoment bei einem Strom I durch die Motorwicklung 1 dar und umfasst einen ersten Bestandteil, der dem durch die Sperrmagneten 7b bewirkten Drehmoment entspricht – Kurve C_0 –, und einen zweiten Anteil, der dem elektromagnetischen Drehmoment C_1 entspricht, welches bei Erregung der Wicklung 1 erzeugt wird.

Die dick ausgezogene Kurve C entspricht dem tatsächlich wirksamen Drehmoment unter Berücksichtigung der Erregung und Entregung der Wicklung 1 durch die Treiberschaltung. Dementsprechend steigt das Drehmoment während des Zeitintervalls T_1 , wenn an die Wicklung 1 eine Spannung angelegt wird, von dem Wert 0 an, bis die Kurve $C_0 + C_1$ erreicht ist, und folgt dann dieser Kurve, bis die Wicklung 1 am Ende des Zeitintervalls T_1 entregt wird. Anschliessend folgt das Drehmoment der Kurve C_0 . Die Geschwindigkeit des Rotors ist im Geschwindigkeitsteil des Diagramms angezeigt, in dem der Verlauf der Rotorgeschwindigkeit bei einer Drehung von der ersten stabilen Position (Bezugslinie 40) in eine zweite stabile Stellung (Bezugslinie 41) dargestellt ist.

Die Winkelstellung des Rotors $\theta(t)$ ist in dem den elektrischen Winkel betreffenden Teil der graphischen Darstellung über der Zeit t für die Dauer der Zeitintervalle T_1 , T_2 , T_3 dargestellt.

Der zeitliche Verlauf des Stroms I in der Wicklung 1 ist in dem Diagramm gemäss Fig. 7 als Kurve I(t) dargestellt. Man erkennt, dass der Strom I während des Zeitintervalls T_1 entgegen der Wicklungsinduktivität exponentiell ansteigt. Zu Beginn des anschliessenden Zeitintervalls T_2 fällt der Strom I dann exponentiell ab. Die Kurventeile für die Zeitintervalle T_1 und T_2 sind mit den Bezugszeichen 43 bzw. 44 bezeichnet. In beiden Zeitintervallen sind die idealisiert dargestellten Kurven in Wirklichkeit komplizierter, da sich die Reluktanz des elektromagnetischen Pfades aufgrund der Bewegung des Rotors ständig ändert und da aufgrund der Wirkung der magnetischen Pole ausserdem eine Gegen-EMK vorhanden ist. Die anhand von Fig. 7 erläuterte Arbeitsweise der Schaltung ist an sich bekannt.

Die einzelnen Vorgänge bei einem Rückwärtsschritt bzw. Rückwärtsschritt werden nachstehend anhand von Fig. 8 erläutert. In diesem Fall wird der Rotor während eines Schaltzyklus in Gegenrichtung von einer ersten stabilen Gleichgewichtsposition (Linie 45) in eine zweite stabile Gleichgewichtsstellung (Linie 46) gedreht. Wie zuvor zeigt dabei die dick ausgezogene Kurve C das tatsächlich am Rotor wirksame Drehmoment sowohl für die Phasen des Zyklus, in denen die Wicklung erregt ist, als auch für diejenigen, in denen die Wicklung nicht erregt ist, unter Berücksichtigung des stets vorhandenen Drehmoments aufgrund der Verriegelungswirkung der Pole 7b und unter Berücksichtigung des durch die ersten Pole 7a bei erregter Wicklung bewirkten elektromagnetischen Drehmoments. Während des ersten Zeitintervalls T_{11} wird die Rotordrehung durch einen Vorimpuls in Drehrichtung bzw. im Uhrzeigersinn eingeleitet, wobei ein Winkel θ_{11} erreicht wird. Anschliessend wird während des zweiten Zeitintervalls T_{12} die hochfrequente Impulsfolge angelegt. Da das Gesamtdrehmoment am Rotor in dieser Phasenlage so zusammengesetzt ist, dass ein Spannungsimpuls positiver Polarität (zwischen den Punkten A und B in der Wicklung 1) zu einem negativen Drehmoment führt, wird die Drehrichtung des Rotors durch dieses nega-

tive Drehmoment umgekehrt, und der Rotor bewegt sich zurück in die Position θ_{12} . Während dieses Zeitintervalls wäre der Spitzenstrom aufgrund der Selbstinduktivität normalerweise sehr hoch, wenn ein einziger Impuls mit einer Dauer von einigen ms angelegt würde. Durch die mit hoher Frequenz aufeinanderfolgenden Impulse wird jedoch die wirksame Impedanz des Spulenkreises erhöht, wodurch der Stromfluss begrenzt wird, wie dies ungefähr in äquivalenter Weise durch Einfügen eines Widerstandes in Serie zu der Wicklung bewirkt würde. Die Kurve zeigt, dass nach einem Anstieg des Wicklungsstromes, wie er im Kurventeil 47 gezeigt ist, der Strom anschliessend entsprechend dem Verlauf des Kurventeils 48 begrenzt wird.

Beginnend mit dem Zeitintervall T_{13} wird der der Wicklung 1 zugeführte Strom unterbrochen, wobei der Rotor unter der Wirkung der magnetischen Pole 7b in Gegenrichtung weiterläuft, bis er die Position θ_{13} erreicht. Nunmehr wird erneut ein Impuls angelegt, und der Rotor erhält, da er sich nunmehr in einer Phasenlage befindet, in der ein positiver elektrischer Impuls ein negatives elektromagnetisches Drehmoment zur Folge hat, einen weiteren Anstoss für eine Drehung in Gegenrichtung. Am Beginn des Zeitintervalls T_{15} wird die Rotorwicklung dann kurzgeschlossen, und der Rotor erreicht nunmehr unter der Wirkung der Brems- bzw. Sperrmagneten wieder eine stabile Position.

Insgesamt wird also die Drehrichtungsumkehr des Schrittschaltmotors mit einer stark vereinfachten Schaltung erreicht, die mit nur 2 MOS-Transistoren arbeitet und nicht mit 5 MOS-Transistoren und einem zusätzlichen externen Widerstand, wie dies bei der vorbekannten Schaltung der Fall ist. Die gezeigten integrierten Schaltungen können entweder für einen Schrittschaltmotor verwendet werden, der nur mit einem Drehsinn läuft, oder für einen umsteuerbaren Schrittschaltmotor, wobei man entweder mit der Ansteuerung gemäss Fig. 5 allein oder mit den Steuerzyklen gemäss Fig. 5 und 6 arbeitet. Die Verringerung der Anzahl der viel Platz in Anspruch nehmenden MOS-Anordnungen in der integrierten Schaltung verringert jedenfalls deren Grösse und führt insgesamt zu einer preiswerteren Schaltung.

Abgewandelte Ausführungsform der Erfindung

Während die vorstehend beschriebenen Vorteile bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung mit Impulsen derselben Polarität erreicht werden (unipolare Impulse), werden bei einer abgewandelten Ausführungsform der Erfindung Impulse mit alternierender Polarität verwendet, wo-

durch es möglich wird, auf den bisher erforderlichen externen Widerstand und auf eine der MOS-Anordnungen zu verzichten. Dabei wird wieder mit einer Impulsfolge mit hoher Impulsfrequenz gearbeitet, um den effektiven Wicklungsstrom zu verringern und um so die Energie zu verringern, die im Sinn einer Vorwärtsdrehung zugeführt wird. Bei dem abgewandelten Ausführungsbeispiel wird entsprechend dem Verfahren für die Rückwärtsdrehung, welches gemäss der erwähnten GB-A-2 026 793 angewandt wird, mit einem schwachen Vorimpuls gearbeitet. Die Treiberschaltung gemäss der abgewandelten Ausführungsform ist in Fig. 9 gezeigt, wobei deutlich wird, dass die Schaltung gemäss Fig. 9 der bekannten Schaltung gemäss Fig. 2 entspricht mit dem Unterschied, dass der externe Widerstand 16 und der MOS-Transistor 15 weggelassen sind. Das Schaltzyklusdiagramm für die abgewandelte Schaltung ist in Fig. 10 gezeigt. Man erkennt, dass der erste Impulsteil während des Rückwärtslaufzyklus in dem Zeitintervall T_{20} eine Folge von mit hoher Impulsfrequenz auftretenden Impulsen ist, die an die Wicklung 1 durch Schliessen des MOS-Schalters 11 und durch alternierendes Triggern der MOS-Schalter 14 und 15 angelegt werden. Der zweite Impulsteil während des Zeitintervalls T_{21} umfasst einen Impuls entgegengesetzter Polarität, der erhalten wird, indem die Schalter 12 und 13 geschlossen werden, um so den am Schaltungspunkt B liegenden Anschluss der Motorwicklung an den positiven Pol V_{DD} anzulegen, während der mit dem Schaltungspunkt A verbundene Anschluss der Wicklung 1 mit dem Pol V_{SS} verbunden ist.

Während der Impulsperiode bzw. des Zeitintervalls T_{22} ist der Schalter 12 geöffnet, während der Schalter 13 geschlossen ist. Die überschüssige Energie aufgrund der Selbstinduktion wird über die Diode 17 abgebaut. Während des Zeitintervalls T_{23} sind die MOS-Transistorschalter 11 und 13 geschlossen, um die Rotorwicklung kurzzuschliessen, und der Rotor wird durch die magnetisierten Rotorpole 7b in einer Verriegelungsstellung gehalten. Auf diese Weise wird bei der abgewandelten Ausführungsform der Erfindung, deren Betriebszustände zusätzlich anhand von Fig. 11 erläutert sind, die im Prinzip Fig. 7 und 8 entspricht, trotz der Verwendung von Impulsen verschiedener Polarität ein neues Merkmal verwirklicht, welches darin besteht, dass mit einer Impulsfolge mit hoher Impulsfrequenz gearbeitet wird, um den Strom und damit das elektromagnetische Drehmoment während eines Vorimpulses zu verringern, der zur Vorbereitung einer Drehrichtungsumkehr des Motors im Sinne eines Antriebs des Motors in Vorwärtsrichtung angelegt wird.

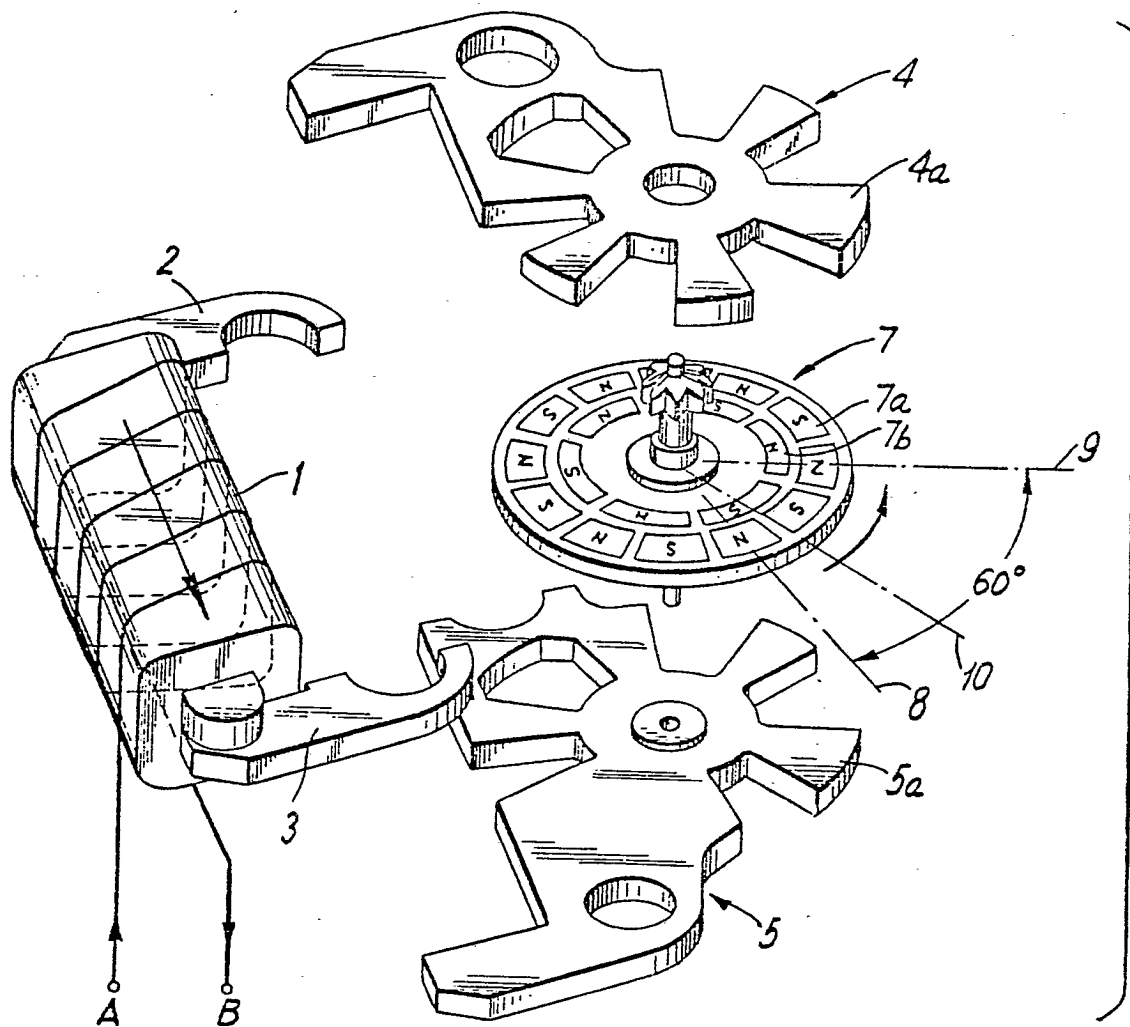


FIG. 1

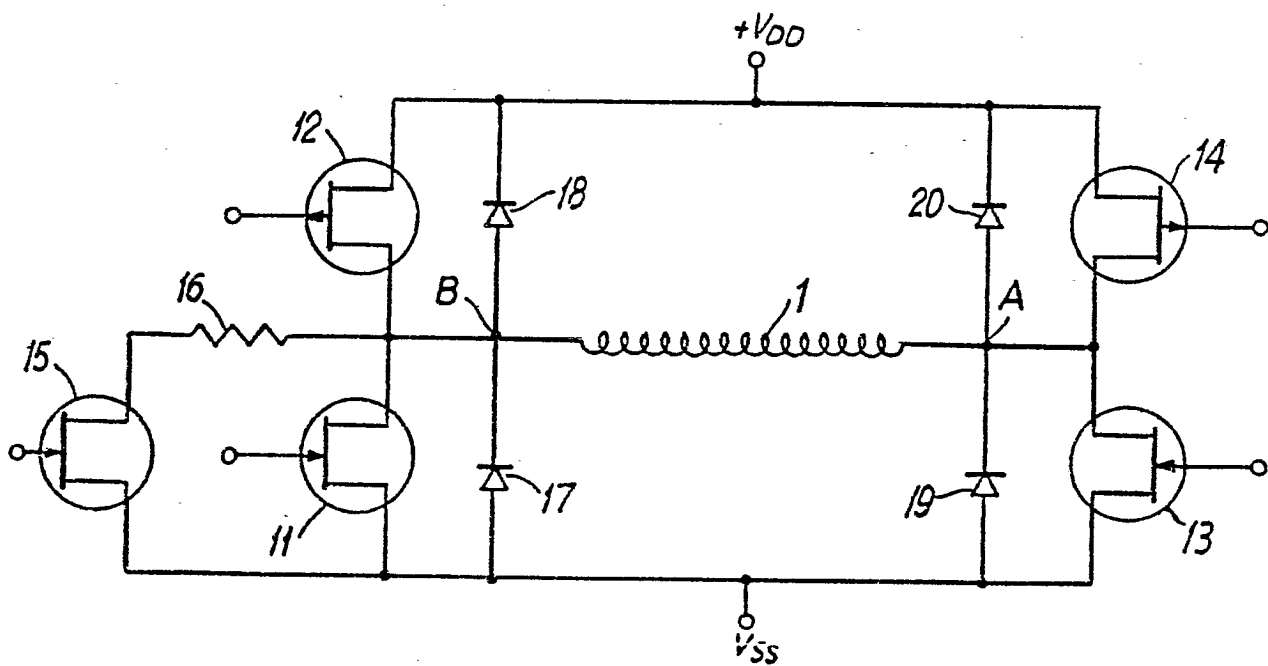


FIG. 2 (Stand der Technik)

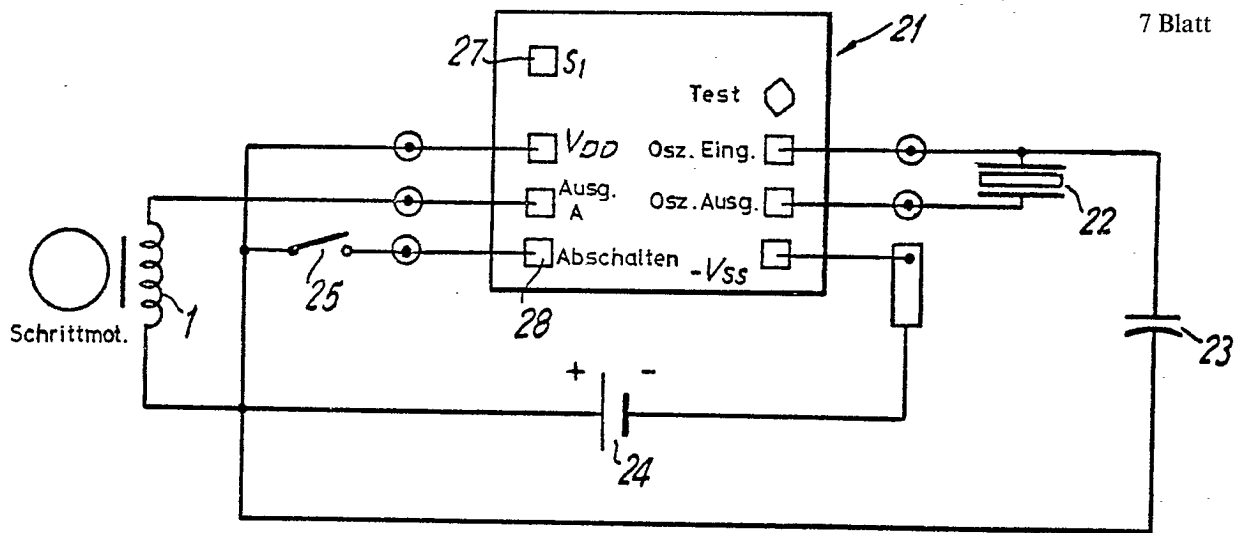


FIG. 3a

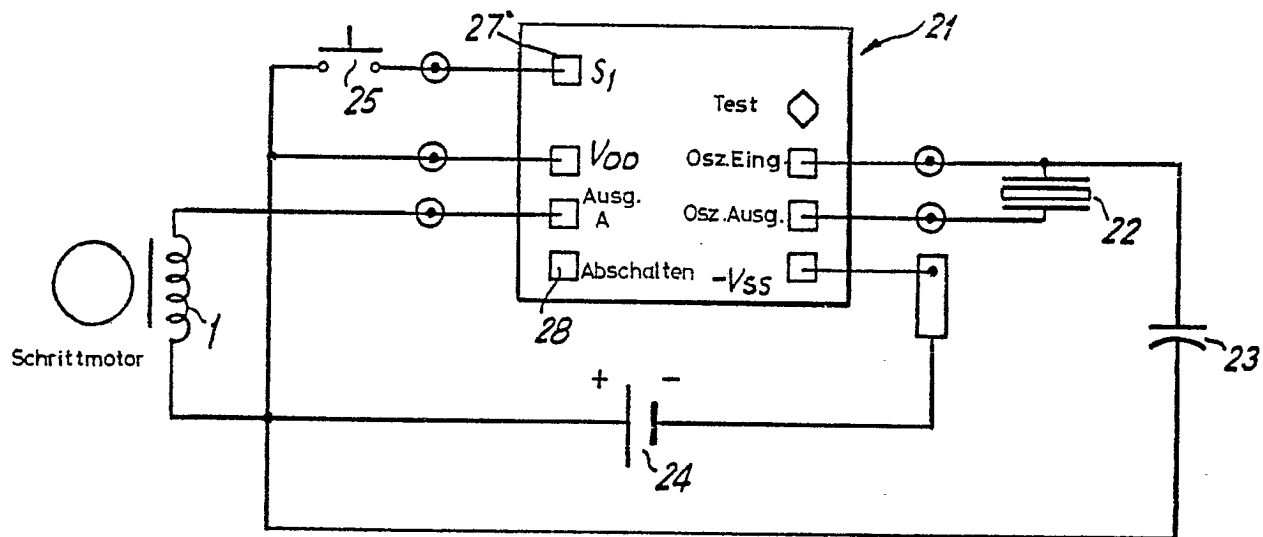


FIG. 3b

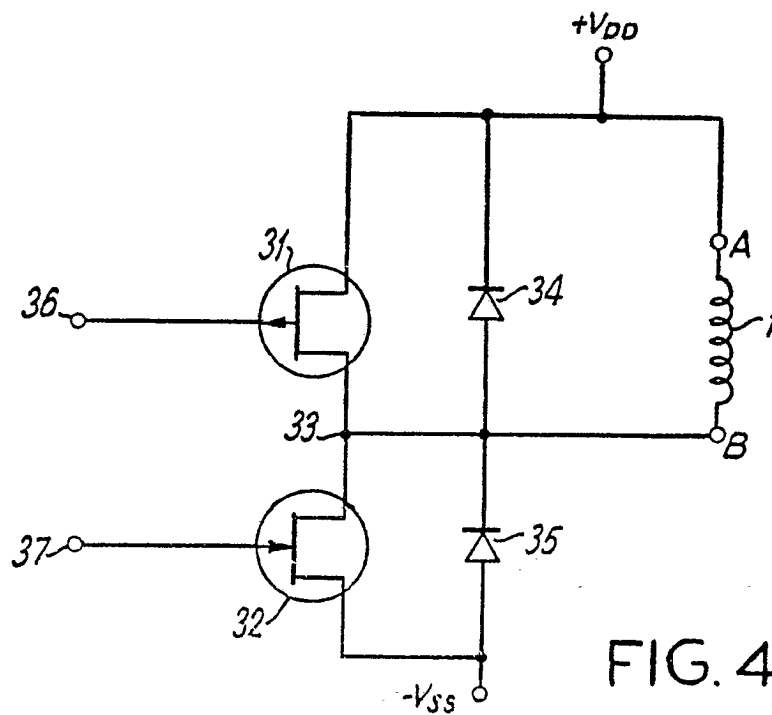


FIG. 4

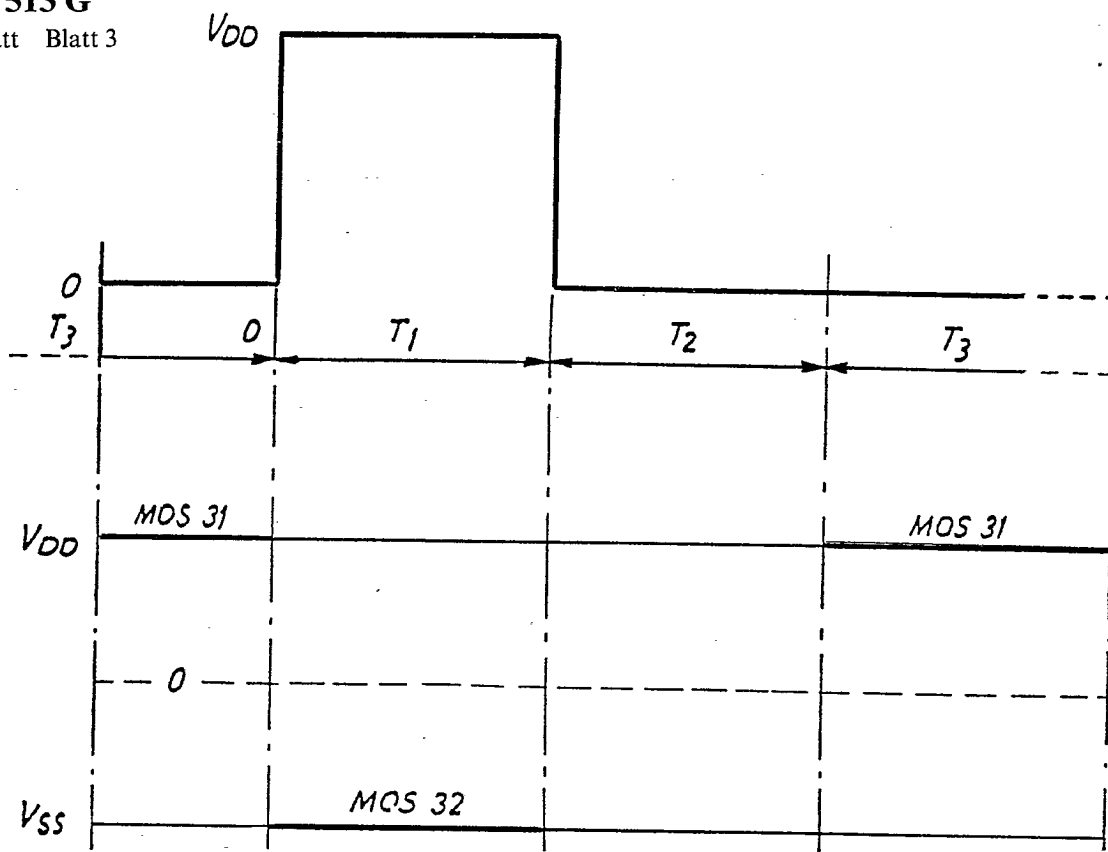


FIG. 5

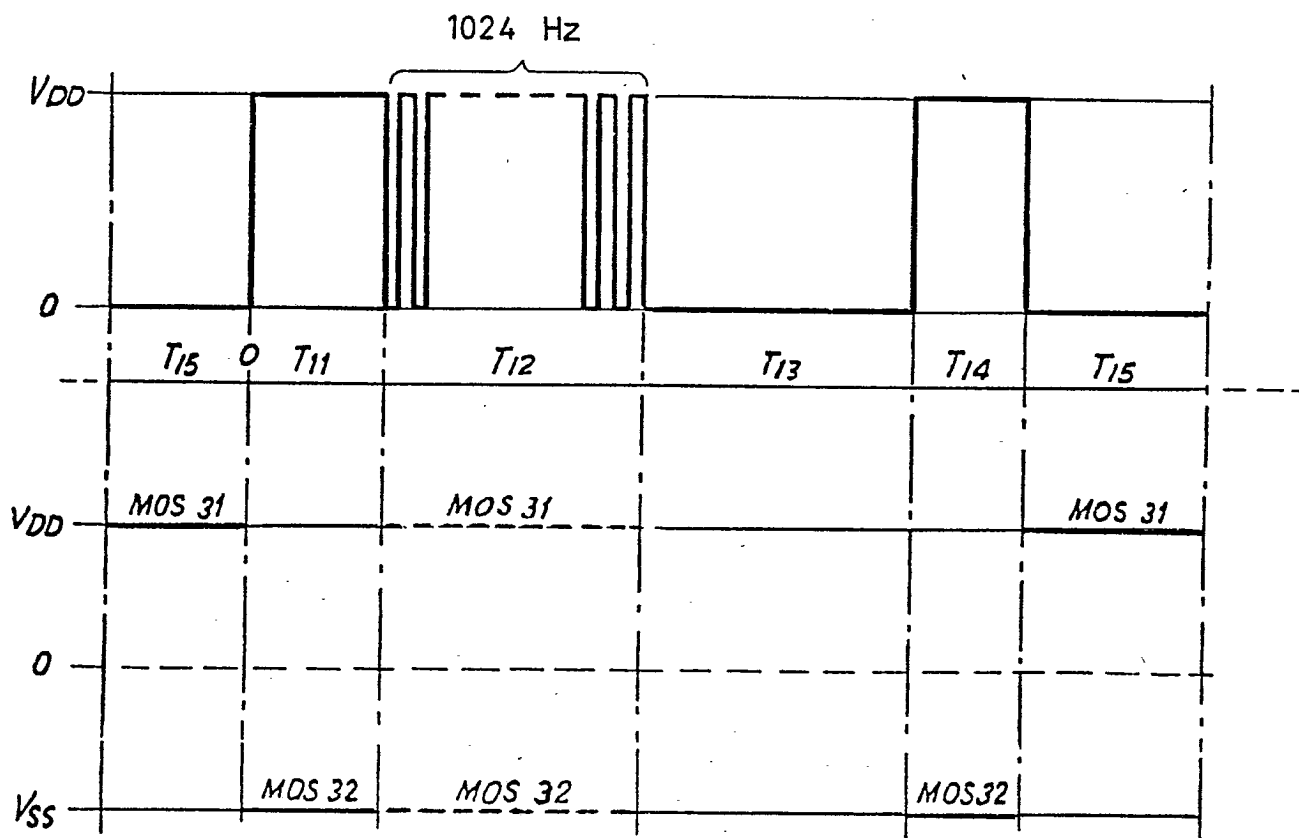


FIG. 6

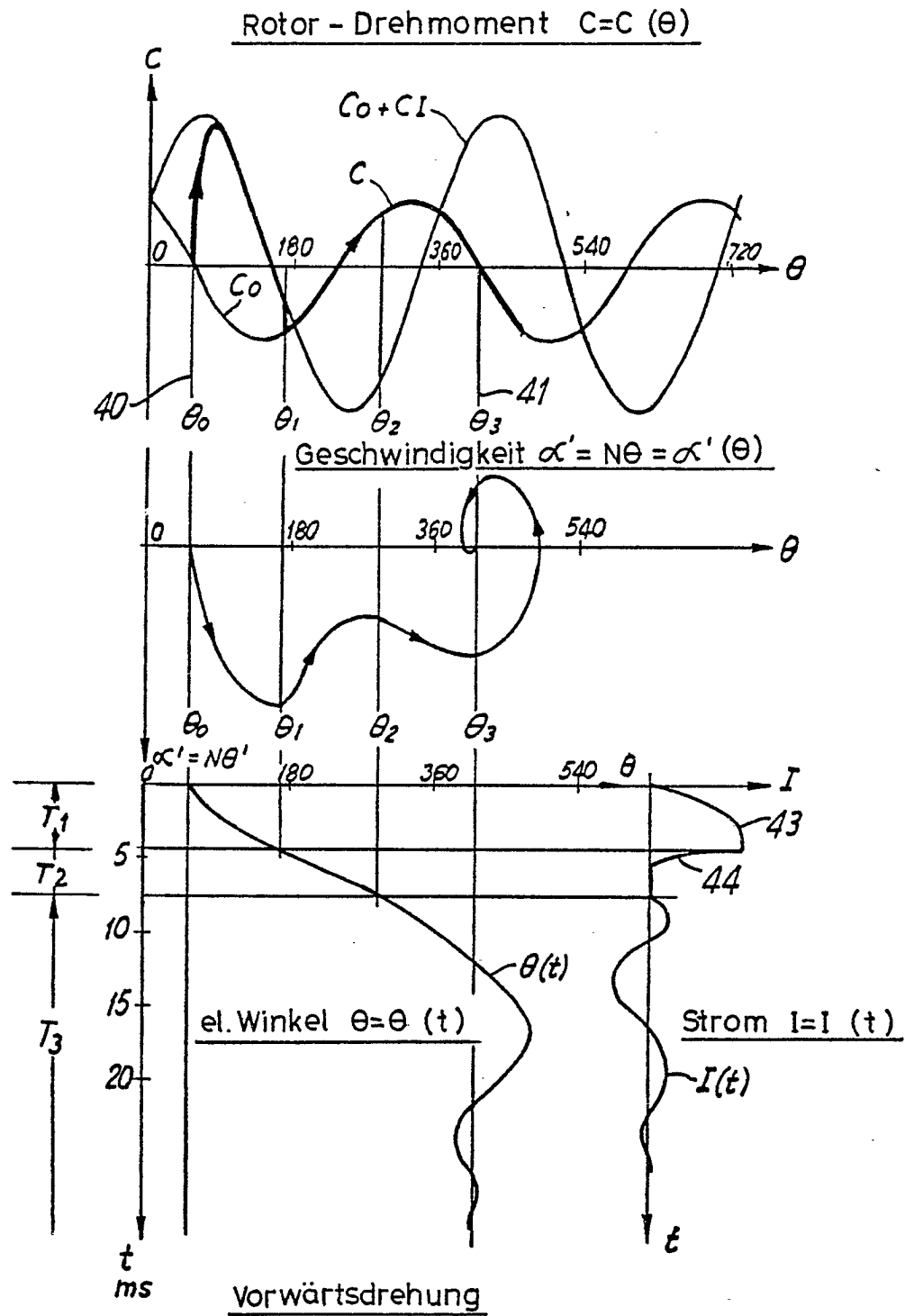


FIG.7

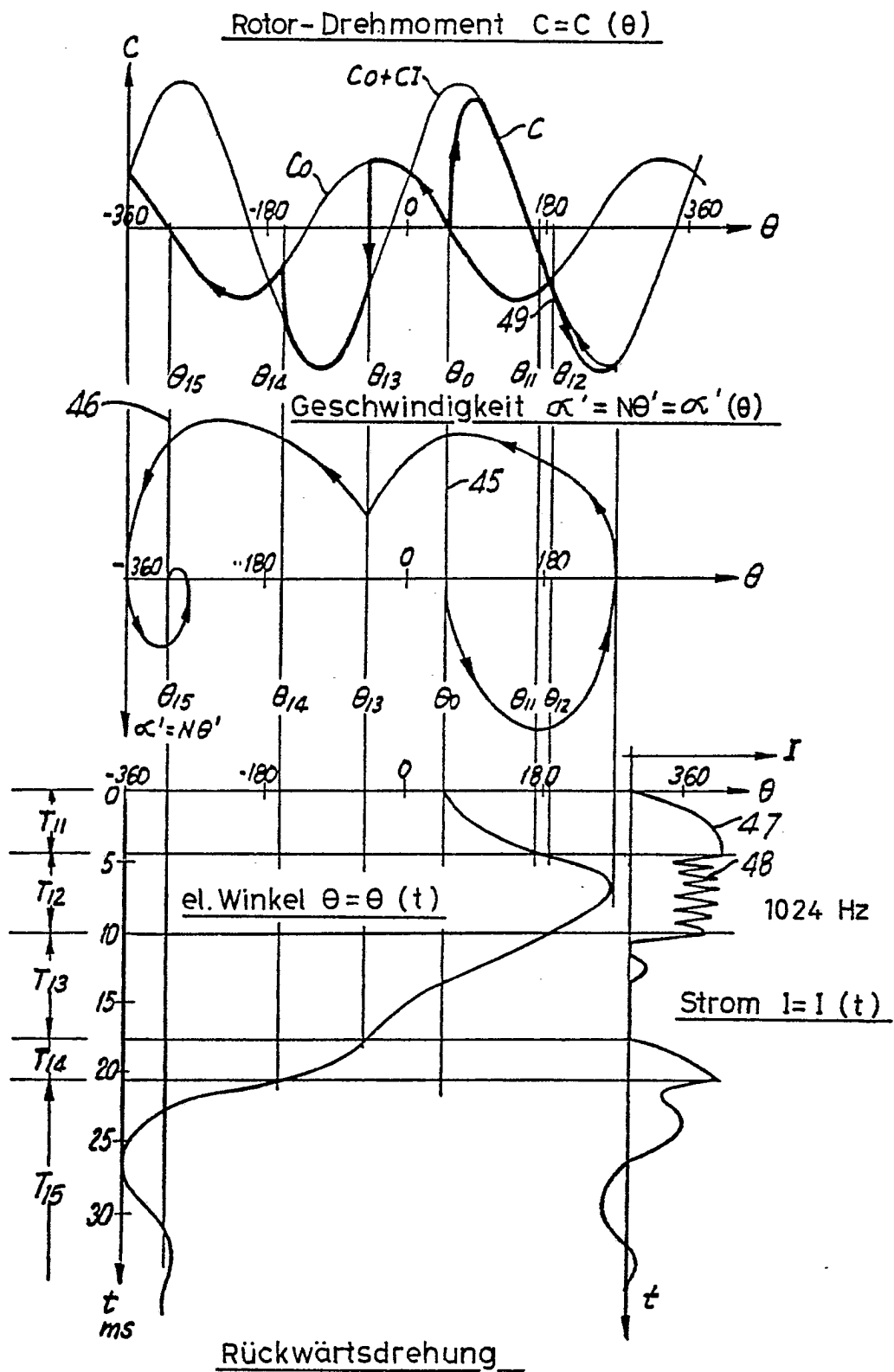


FIG.8

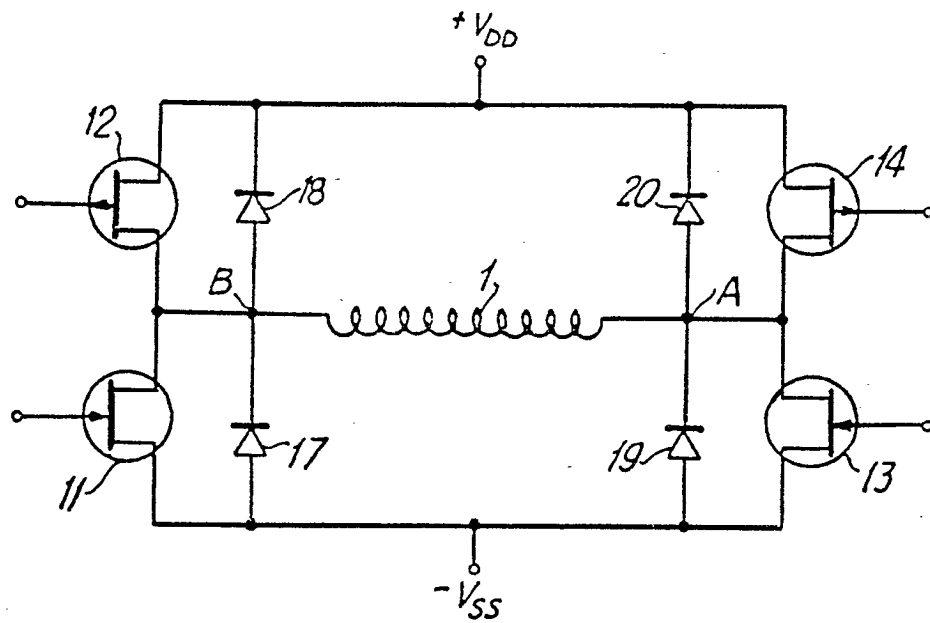


FIG.9

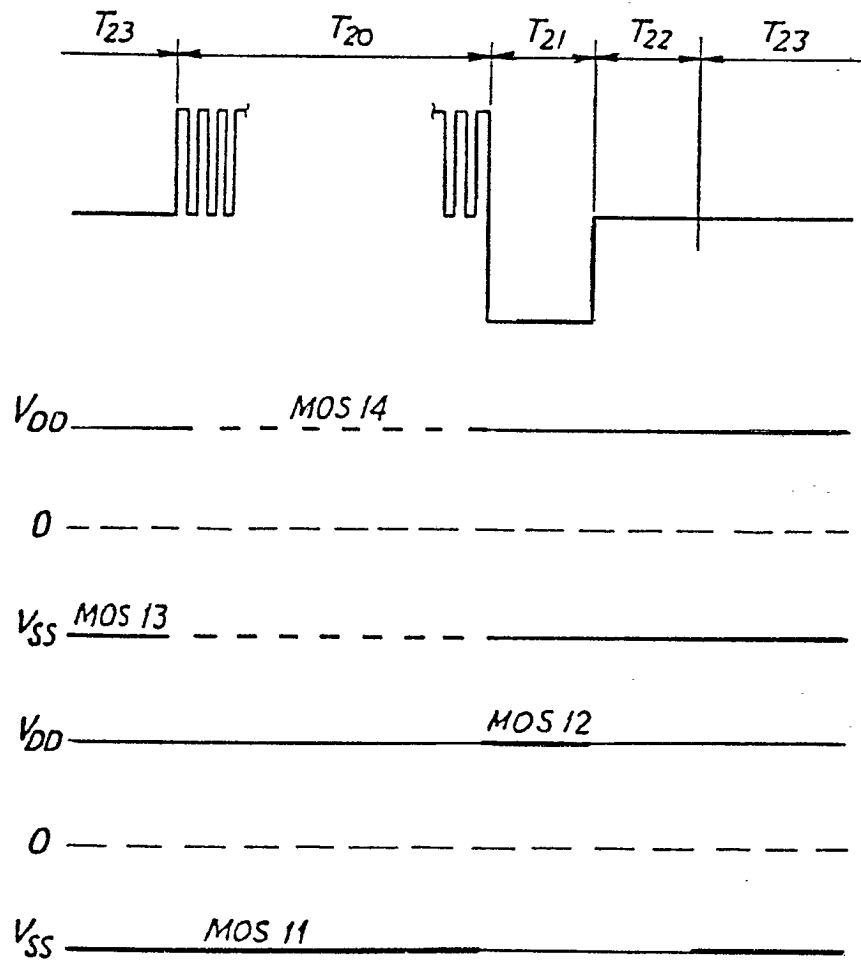


FIG.10

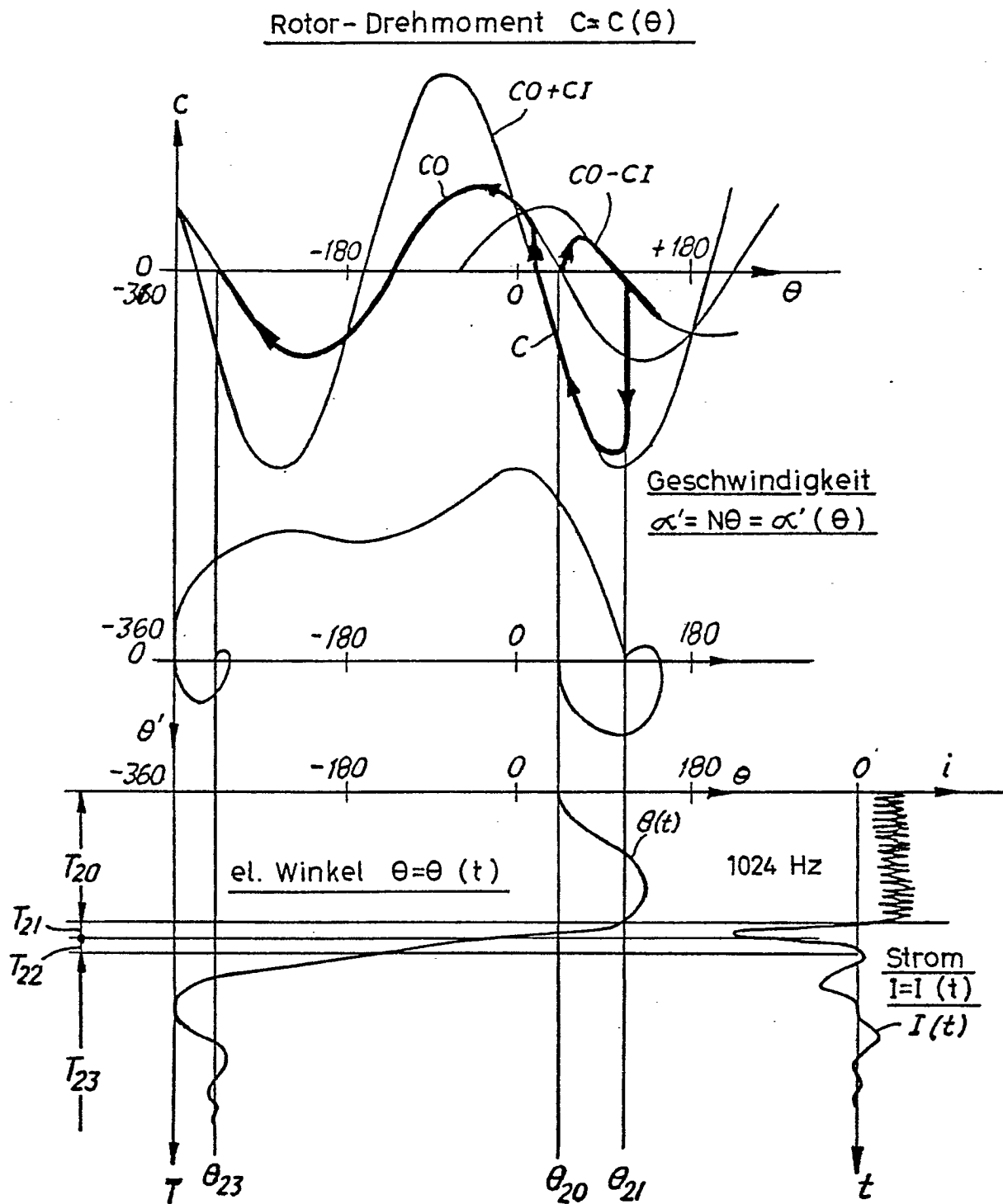


FIG. II