



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤① Int. Cl.³: G 04 C 3/14
H 02 P 8/00

Patentgesuch für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **AUSLEGESCHRIFT** A3

⑪

640 386 G

②① Gesuchsnummer: 7960/80

②② Anmeldungsdatum: 24.10.1980

③③ Priorität(en): 07.11.1979 DE 2944872

④② Gesuch
bekanntgemacht: 13.01.1984

④④ Auslegeschrift
veröffentlicht: 13.01.1984

⑦① Patentbewerber:
Gebrüder Junghans GmbH, Schramberg (DE)

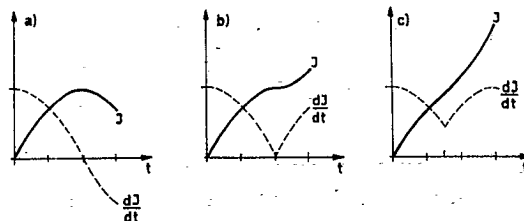
⑦② Erfinder:
Dr. Frieder Küppers, Schramberg (DE)
Bernhard Scherzinger, Esslingen/Berkheim (DE)
Dr. Friedrich Assmus, Schramberg (DE)
Hans Flaig, Schramberg (DE)

⑦④ Vertreter:
Patentanwaltsbureau Isler & Schmid, Zürich

⑤⑥ Recherchenbericht siehe Rückseite

⑤④ **Anordnung zur Steuerung eines Schrittmotors für batteriebetriebene Geräte.**

⑤⑦ Für Impulse zur Steuerung eines Schrittmotors für batteriebetriebene Geräte, insbesondere Uhren, wird eine minimale und eine maximale Dauer vorgegeben. Jeder Impuls wird innerhalb des Zeitraumes zwischen diesen Grenzwerten dann beendet, wenn der Betrag des Gradienten (dI/dt) des Stromes (I), der durch die Erregerwicklung des Schrittmotors fließt, ein erstes Minimum mindestens erreicht hat. Dadurch lässt sich eine Minimierung des Energieverbrauchs bei allen auftretenden Belastungszuständen durch Begrenzung der Dauer der Antriebsimpulse auf die notwendige Länge auch dann erzielen, wenn im Stromverlauf kein Minimum auftritt. Die Steuerung des Schrittmotors und eine Signalverarbeitung erfolgen vorteilhafterweise in digitaler Schaltungstechnik, um eine vollständige Integration der Anordnung zu ermöglichen.





RAPPORT DE RECHERCHE RECHERCHENBERICHT

Demande de brevet No.:
Patentgesuch Nr.:

CH 7960/80

I.I.B. Nr.:

14250

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.	
Y	JP - A - 53 060 268 (SUWA SEIKOSHA) * Figuren 2-13 *	1-5, 7, 11	
Y	DE - A - 2 745 052 (SUWA SEIKOSHA) * Seite 22, Zeile 15 - Seite 24, Zeile 2; Figuren 13-18 *	1, 3-5, 11	
A	DE - A - 2 855 083 (EBAUCHES) * Seite 9, Zeile 11 - Seite 10, Zeile 18; Figur 5 *	1	Domaines techniques recherchés Recherchierte Sachgebiete (INT. CL. ²)
A	US - A - 4 114 364 (DAINI SEIKOSHA) * Spalte 1, Zeile 67 - Spalte 3, Zeile 25; Figur 3 *	1	G 04 C H 02 P
D/A	FR - A - 2 200 675 (SOCIETE DE RE- CHERCHE) * Seite 4, Zeile 3 - Seite 5, Zeile 2; Figur 3 *	1	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
P/Y	CH - A - 616 819 (GIRARD-PERREGAUX) * Seite 4, Spalte 1, Zeile 67 - Seite 5, Spalte 1, Zeile 23; Fi- guren 2, 3 *	1-5, 11	

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

16. August 1982

Examineur I.I.B./I.I.B. Prüfer

PATENTANSPRÜCHE

1. Anordnung zur Steuerung eines Schrittmotors für batteriebetriebene Geräte, insbesondere Uhren, mit einer Oszillatorschaltung und mit einer Teilerschaltung, mit einer Steuer- und Treiberschaltung zur Erzeugung von Impulsen zur Ansteuerung einer Erregerwicklung eines Schrittmotors, mit einer Messeinrichtung zur Erfassung des Stromes durch die Erregerwicklung des Schrittmotors, mit einer Erkennungsschaltung zum Erfassen des zeitlichen Verlaufes des Stromes durch die Erregerwicklung, so dass durch die Erkennungsschaltung bei einer vorbestimmten Änderung des Stromes die von der Steuer- und Treiberschaltung erzeugten Impulse zur Ansteuerung der Erregerwicklung des Schrittmotors beendbar sind, mit einer ersten Schaltung, durch die bestimmt ist, dass die Dauer der Impulse zur Ansteuerung der Erregerwicklung einen ersten vorbestimmten Zeitraum nicht unterschreitet, und mit einer zweiten Schaltung, durch die bestimmt ist, dass die Dauer der Impulse zur Ansteuerung der Erregerwicklung einen zweiten vorbestimmten Zeitraum nicht überschreitet, dadurch gekennzeichnet, dass die der Messeinrichtung (12) zur Erfassung des Stroms durch die Erregerwicklung (5) nachgeschaltete Erkennungsschaltung (8) mit mindestens einem Takt ansteuerbar ist, der durch die Steuer- und Treiberschaltung (3) und/oder die Teilerschaltung (2) erzeugbar ist, und dass als erste Schaltung eine Verzögerungsschaltung (10) vorgesehen ist, durch die der Beginn der Erfassung des zeitlichen Verlaufs des Stromes durch die Erregerwicklung (5) mittels der Erkennungsschaltung (8) um einen vorgegebenen Zeitraum gegen den Beginn eines jeden Steuerimpulses verzögerbar ist, wobei dieser Zeitraum dadurch bestimmt ist, dass der Betrag des Gradienten des zeitlichen Verlaufs des Stroms unter allen Betriebsbedingungen des Schrittmotors ein erstes Minimum mindestens erreicht hat.

2. Anordnung zur Steuerung eines Schrittmotors nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Erkennungsschaltung (8) an einem ersten Eingang (14) durch Taktimpulse aus der der Oszillatorschaltung (1) nachgeschalteten Teilerschaltung (2) steuerbar ist, dass weiter die Erkennungsschaltung (8) an einem zweiten Eingang (7) mit Taktimpulsen aus der Steuer- und Treiberschaltung (3) ansteuerbar ist, dass die Erkennungsschaltung (8) ausserdem an einem dritten Eingang (15) von Steuersignalen aus der Verzögerungsschaltung (10) ansteuerbar ist, welche wiederum von Taktimpulsen ansteuerbar ist, die durch die Steuer- und Treiberschaltung (3) aus der derselben vorgeschalteten Teilerschaltung (2) erzeugbar sind, dass die Erkennungsschaltung (8) schliesslich an einem vierten Eingang (16) mit Signalen aus der Messeinrichtung (12) ansteuerbar ist, welche Messeinrichtung (12) wiederum von der Steuer- und Treiberschaltung (3) mit Taktimpulsen und einem Signal proportional zum Strom der durch die Steuer- und Treiberschaltung (3) ansteuerbaren Erregerwicklung (5) eines Schrittmotors ansteuerbar ist, und dass an einem Ausgang (17) der Erkennungsschaltung (8) ein Steuersignal zur Ansteuerung der Steuer- und Treiberschaltung (3) erzeugbar ist.

3. Anordnung zur Steuerung eines Schrittmotors nach den Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Erkennungsschaltung (8) aus einem mit Impulsen steuerbaren ersten Schaltkreis zum Zwischenspeichern und Auslesen von Spannungswerten, einem zweiten Schaltkreis zum Vergleichen von zwei Spannungswerten und einem mit Impulsen steuerbaren Analogschalter (30) am Ausgang des zweiten Schaltkreises sowie aus einer Logikschaltung besteht, durch welche der erste Schaltkreis und der Analogschalter (30) steuerbar sind.

4. Anordnung zur Steuerung eines Schrittmotors nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Erkennungsschaltung (8) aus einem Sample-Hold-Schaltkreis (28), ei-

nem Komparator (29) und einem Analogschalter (30) sowie mindestens zwei UND-Gattern (33, 34) besteht.

5. Anordnung zur Steuerung eines Schrittmotors nach den Ansprüchen 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass mittels des Komparators (29) eine vom Sample-Hold-Schaltkreis (28) erzeugte Referenzspannung mit der jeweils gegenwärtig anliegenden Spannung vergleichbar ist und dass durch den Komparator (29) ein Ausgangssignal nur dann erzeugbar ist, wenn die jeweils gegenwärtig anliegende Spannung höher ist als die Referenzspannung.

6. Anordnung zur Steuerung eines Schrittmotors nach den Ansprüchen 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Logikschaltung innerhalb der Erkennungsschaltung (8) mit einer ersten und einer zweiten Taktfolge ansteuerbar ist, welche aus der Teilerschaltung (2) erhaltbar sind, wobei die Frequenz der zweiten Taktfolge mindestens etwa das einhundertfache bzw. das zweihundertfache, bevorzugt das etwa eintausendfache bzw. das zweitausendfache, der Frequenz der Impulse zur Ansteuerung des Schrittmotors beträgt, dass die erste Taktfolge gegenüber der zweiten invertiert und das Frequenzverhältnis der ersten zur zweiten Taktfolge 2 : 1 ist und dass die genannte Logikschaltung ausserdem mit den invertierten Ausgangsimpulsen der Verzögerungsschaltung (10) und allen Impulsen zur Ansteuerung der Erregerwicklung (5) des Schrittmotors ansteuerbar ist.

7. Anordnung zur Ansteuerung eines Schrittmotors nach den Ansprüchen 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass am Ausgang des Komparators (29) ein elektronischer Analogschalter (30) liegt, der mit den am Ausgang eines ersten UND-Gatters (34) erhaltbaren Impulsen so steuerbar ist, dass ein Ausgangssignal nur dann erzeugbar ist, wenn die Sample-Hold-Schaltung (28) in Hold-Stellung ist, wenn ferner ein Impuls zur Ansteuerung der Erregerwicklung (5) des Schrittmotors vorhanden ist, wenn ausserdem der durch die Verzögerungsschaltung (10) bestimmte Zeitraum beendet ist und wenn schliesslich ein Impuls aus der ersten Taktfolge vorliegt.

8. Anordnung zur Ansteuerung eines Schrittmotors nach den Ansprüchen 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Sample-Hold-Schaltung (28) mit einer Taktfolge ansteuerbar ist, die am Ausgang des zweiten UND-Gatters (33) der Logiksteuerung erzeugbar ist, so dass die Sample-Stellung nur dann einschaltbar ist, wenn ein Impuls zur Ansteuerung der Erregerwicklung (5) des Schrittmotors vorliegt, wenn ferner der durch die Verzögerungsschaltung (10) bestimmte Zeitraum jeweils beendet ist und wenn ausserdem ein Impuls aus der zweiten Taktfolge vorliegt.

9. Anordnung zur Ansteuerung eines Schrittmotors nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Verzögerungsschaltung (10) ein Monoflop (37) verwendbar ist.

10. Anordnung zur Ansteuerung eines Schrittmotors nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Monoflop (37) aus der Verzögerungsschaltung (10) eine veränderbare Zeitkonstante besitzt, so dass die Schaltung an verschiedene Schrittmotoren anpassbar ist.

11. Anordnung zur Ansteuerung eines Schrittmotors nach den vorangegangenen Ansprüchen 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass bei Verwendung eines bipolaren Schrittmotors die der Erkennungsschaltung (8) vorgeschaltete Messeinrichtung (12) zur Erfassung des Stroms durch die Erregerwicklung (5) über zwei mit Taktimpulsen so steuerbare Analogschalter (26, 26') mit den beiden Anschlüssen der Erregerwicklung (5) des Schrittmotors verbunden ist, dass das am Ausgang der Messeinrichtung (12) erhaltbare Signal – unabhängig von der Richtung des Stromflusses durch die Erregerspule (5) während der Ansteuerperiode – die gleiche Polarität besitzt.

Bei der Erfindung handelt es sich um eine Anordnung zur Steuerung eines Schrittmotors für batteriebetriebene Geräte, insbesondere Uhren, mit einer Oszillatorschaltung und mit einer Teilerschaltung, mit einer Steuer- und Treiberschaltung zur Erzeugung von Impulsen zur Ansteuerung einer Erregerwicklung eines Schrittmotors, mit einer Messeinrichtung zur Erfassung des Stromes durch die Erregerwicklung des Schrittmotors, mit einer Erkennungsschaltung zum Erfassen des zeitlichen Verlaufes des Stromes durch die Erregerwicklung, so dass durch die Erkennungsschaltung bei einer vorbestimmten Änderung des Stromes die von der Steuer- und Treiberschaltung erzeugten Impulse zur Ansteuerung der Erregerwicklung des Schrittmotors beendbar sind, mit einer ersten Schaltung, durch die bestimmt ist, dass die Dauer der Impulse zur Ansteuerung der Erregerwicklung einen ersten vorbestimmten Zeitraum nicht unterschreitet, und mit einer zweiten Schaltung, durch die bestimmt ist, dass die Dauer der Impulse zur Ansteuerung der Erregerwicklung einen zweiten vorbestimmten Zeitraum nicht überschreitet.

Aus der DE-OS 2 346 975 ist bereits eine Impuls-Treiberschaltung zur Ansteuerung eines Einphasen-Schrittschaltrotationsmotors bekannt. Diese Schaltung geht von einem für Schrittmotoren charakteristischen Stromverlauf durch die Erregerwicklung beim Anlegen eines rechteckförmigen Steuersignals aus. Dieser Stromverlauf ist vom verwendeten Schrittmotor, von der anliegenden Spannung in Abhängigkeit des Ladezustandes der Batterie und von der Belastung des Schrittmotors abhängig. Bei bestimmten Kombinationen dieser Parameter kann der Fall eintreten, dass die für eine Stromeinsparung notwendige Unterbrechung der Steuerimpulse nicht erfolgen kann, da das für das Ansprechen der Steuerschaltung notwendige Stromminimum nicht zustande kommt. In diesem Fall wird bei der aus oben genannter DE-OS bekannten Schaltung das längstmögliche Steuersignal verwendet, obwohl dies nicht notwendig wäre. Um eine Energieeinsparung auch in diesen Fällen zu erzielen, ist es daher nötig, andere Kriterien für die Steuerung der Dauer der Antriebsimpulse für den Schrittmotor zu verwenden.

Ein weiterer Nachteil der aus oben genannter DE-OS bekannten Schaltung ist darin zu sehen, dass dort zur Erkennung des Stromminimums ein Differenzierglied aus einem Widerstand und einem Kondensator vorgesehen ist. Eine für diese Schaltung notwendige Kapazität ist aber nur schwer integrierbar und muss daher als externes Element eingebaut werden. Zusätzlich arbeitet diese Schaltung im Bereich der Strommessung und Erkennung analog mit sehr geringen Spannungen, so dass eine gewisse Störanfälligkeit durch Einstrahlungen von aussen gegeben ist.

Weiterhin ist aus der DE-A-2 745 052 eine Schaltung zur lastabhängigen Steuerung eines Schrittmotors bekannt, welche dem Schrittmotor zwei verschieden breite Speiseimpulse zuführen kann. Dabei kann die Belastung des Schrittmotors, wobei nur zwischen zwei Belastungsstufen unterschieden wird, nämlich Normalbetrieb und erhöhte Last, beispielsweise bei Inbetriebnahme der Kalendervorstellung einer Uhr, anhand der Form des Spulenstromverlaufes erkannt werden. Eine derartige Anordnung ist jedoch nicht in der Lage, bei der Ansteuerung der Spule eines Schrittmotors eine Fein Anpassung der notwendigen Ansteuerdauer, beispielsweise bei Batteriespannungsschwankungen, vorzunehmen.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, eine Schaltung anzugeben, bei der die oben genannten Nachteile dadurch vermieden werden, dass eine Begrenzung der Dauer der Antriebsimpulse auf die notwendige Länge auch dann möglich ist, wenn im Stromverlauf kein Minimum auftritt. Ausserdem soll eine analoge Signalverarbei-

tung so weit wie möglich vermieden werden und nur in einem Bereich geschehen, in dem genügend grosse Spannungen vorliegen, so dass die Störungsempfindlichkeit der Schaltung gering ist. Weiter soll die Verwendung grösserer Kapazitäten vermieden werden, so dass eine vollständige Integration der Schaltung möglich wird.

Die Lösung der gestellten Aufgabe besteht darin, dass die der Messeinrichtung zur Erfassung des Stroms durch die Erregerwicklung nachgeschaltete Erkennungsschaltung mit mindestens einem Takt ansteuerbar ist, der durch die Steuer- und Treiberschaltung und/oder die Teilerschaltung erzeugbar ist, und dass als erste Schaltung eine Verzögerungsschaltung vorgesehen ist, durch die der Beginn der Erfassung des zeitlichen Verlaufes des Stromes durch die Erregerwicklung mittels der Erkennungsschaltung um einen vorgegebenen Zeitraum gegen den Beginn eines jeden Steuerimpulses verzögerbar ist, wobei dieser Zeitraum dadurch bestimmt ist, dass der Betrag des Gradienten des zeitlichen Verlaufes des Stroms unter allen Betriebsbedingungen des Schrittmotors ein erstes Minimum mindestens erreicht hat.

Weitere vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnungen noch näher beschrieben:

Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild der erfindungsgemässen Anordnung;

Fig. 2 zeigt ein bevorzugtes Schaltungsbeispiel mit einem bipolaren Schrittmotor;

Fig. 3 zeigt verschiedene Möglichkeiten des Stromverlaufs am Anfang der Ansteuerperiode des Schrittmotors;

Fig. 4 zeigt Spannungs-Zeitdiagramme an – in Fig. 2 eingezeichneten – ausgewählten Punkten des bevorzugten Schaltungsbeispiels.

In Fig. 1 ist ein Blockschaltbild des Antriebssystems für einen Schrittmotor wiedergegeben. Mit 1 wird eine Oszillatorschaltung bezeichnet, die Taktimpulse bevorzugt mit einer für Uhren üblichen Frequenz von 32 768 bzw. 4 194 304 Hz an eine mehrstufige Teilerschaltung 2 liefert, an deren Ausgängen verschiedene Taktfrequenzen zur Verfügung stehen. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel sind das die Frequenzen 2048 und 1024 Hz sowie 16, 8, 4, 2 und 1 Hz. Mit den letzten fünf Taktfrequenzen wird eine Steuer- und Treiberschaltung 3 über Eingänge 4 angesteuert. Die Steuer- und Treiberschaltung 3 erzeugt entsprechende Antriebsimpulse für eine Erregerwicklung 5 eines Schrittmotors an Ausgängen 6. Weiter liefert die Steuer- und Treiberschaltung 3 verschiedene Taktimpulse an einen zweiten Eingang 7 einer Erkennungsschaltung 8, an einen Eingang 9 einer Verzögerungsschaltung 10 sowie an einen ersten Eingang 11 einer Messeinrichtung 12. Weiter liefert die Steuer- und Treiberschaltung 3 ein Signal proportional zum Strom durch die Erregerwicklung 5 des Schrittmotors an mindestens einen zweiten Eingang 13 der Messeinrichtung 12.

Mit den ersten beiden der oben genannten Taktfrequenzen aus der Teilerschaltung 2 wird über erste Eingänge 14 die Erkennungsschaltung 8 angesteuert. Mit einem weiteren Takt, den die Verzögerungsschaltung 10 erzeugt, wird ein dritter Eingang 15 der Erkennungsschaltung 8 angesteuert. Ausserdem wird ein weiterer Eingang 16 derselben Erkennungsschaltung 8 mit einem Signal, das durch die Messeinrichtung 12 erzeugt wird, angesteuert.

Die Erkennungsschaltung 8 gibt schliesslich über einen Ausgang 17 an die Steuer- und Treiberschaltung 3 ein Signal zur Steuerung der Dauer der Antriebsimpulse für die Erregerwicklung 5 des Schrittmotors ab, d.h., die Erkennungsschaltung 8 schaltet den Schrittmotor dann ab, wenn feststeht, dass der Rotor einen ausreichenden Antriebsimpuls erhalten hat, um sicher einen begonnenen Drehschritt aus-

zuführen und in seine nächste Ruhelage einzulaufen. Je nach Belastung des Schrittmotors bzw. der anliegenden Batteriespannung muss die Erkennungsschaltung 8 daher den Antriebsimpuls früher oder später abschalten. Das entsprechende Kriterium wird durch das Ausgangssignal der Messschaltung geliefert. Dabei beträgt die minimale Dauer der Antriebsimpulse in einer bevorzugten Schaltung 10 ms. Diese Zeit ist durch die Verzögerungsschaltung 10 bestimmt. Die maximale Dauer der Impulse beträgt 31,25 ms, ebenfalls in einer bevorzugten Schaltungsausführung. Diese Dauer ergibt sich aus der Erzeugung der Taktimpulse aus fünf Taktfrequenzen von 16, 8, 4, 2 und 1 Hz, wie im folgenden beschrieben.

Fig. 2 zeigt ein Schaltungsbeispiel für eine bevorzugte Ausführung der Erfindung mit einem bipolaren Schrittmotor, der durch eine Erregerwicklung 5 dargestellt ist. Die Oszillatorschaltung 1 und die Teilerschaltung 2 liefern an die Eingänge 4 eines UND-Gatters 18, wie oben bereits beschrieben, Taktfrequenzen von 16, 8, 4, 2 und 1 Hz. Daraus werden am Ausgang des UND-Gatters 18 Taktfrequenzen von 1 Hz mit einer Pulsdauer von 31,25 ms erzeugt, welche eine erste Steuerlogik aus einem UND-Gatter 19 und einem JK-Flipflop 20 steuern. Diese erste Steuerlogik kann die Pulsdauer aufgrund von aus der Erkennungsschaltung 8 erhältlichen Steuersignalen verkürzen. Diese verkürzten Steuerimpulse steuern eine zweite Logikschaltung aus einem als Zähler geschalteten JK-Flipflop 21 mit Takteingang, zwei UND-Gattern 22, 22' und zwei Invertern 23, 23'. Diese zweite Logikschaltung liefert vier später noch näher erläuterte Taktimpulsreihen zur Ansteuerung einer Polwenderschaltung aus vier Feldeffekttransistoren 24, 24', 25, 25' in der üblichen Weise. Mit Hilfe dieser Polwenderschaltung wird die Erregerwicklung 5 des bipolaren Schrittmotors mit wechselnder Stromrichtung angesteuert, wobei zwischen zwei Antriebsimpulsen die Erregerwicklung zum Zwecke der Dämpfung der Rotorbewegung jeweils kurzgeschlossen wird. Mit den gleichen Taktimpulsreihen, mit denen die Feldeffekttransistoren 24, 24' angesteuert werden, werden auch zwei Analogschalter 26, 26' angesteuert. Unter Analogschaltern werden, auch im folgenden, elektronische Schalter mit der Funktion eines Relais verstanden, deren Schaltgeschwindigkeit auch bei höheren Frequenzen genügt, saubere Rechteckimpulse herzustellen. Diese Analogschalter 26, 26' verbinden in geeigneter Weise die beiden Anschlüsse der Erregerwicklung 5 mit dem Eingang eines Operationsverstärkers 27 so, dass während des Zeitraums der Ansteuerung der Erregerwicklung 5 am Ausgang des Operationsverstärkers 27 eine Spannung proportional zum Strom durch die Erregerwicklung 5 des Schrittmotors erzeugbar ist. Diese Spannung gelangt zu einer nachgeordneten Sample-Hold-Schaltung 28, welche mit ihrem Ausgang an einem ersten Eingang eines Komparators 29 liegt. Mit einem zweiten Eingang des Komparators 29 ist der Ausgang des Operationsverstärkers 27 direkt verbunden. Am Ausgang des Komparators 29 liegt ein Analogschalter 30. Derselbe Analogschalter 30 und die Sample-Hold-Schaltung 28 werden mit einer dritten Steuerlogik aus Invertern 31, 32 und UND-Gattern 33, 34 so gesteuert, dass bei einer vorherbestimmten Änderung des Stromes durch die Erregerwicklung ein Steuerimpuls an ein Monoflop 35 abgegeben wird, das einen z. B. mindestens 1 ms langen Puls erzeugt, der das JK-Flipflop 20 aus der ersten Steuerlogik ansteuert und damit die Dauer der Taktimpulse zur Ansteuerung des Schrittmotors begrenzt. Im Sinne der Erfindung ist es auch möglich, den Analogschalter 30 zusammen mit dem der Ansteuerung desselben dienenden UND-Gatter 34 und dem Inverter 32 durch andere geeignete Bauelemente zu ersetzen. Dabei wird im einfachsten Fall ein UND-Gatter mit einem invertierenden und vier nicht inver-

tierenden Eingängen verwendet. Dann wird der Ausgang des Komparators 29 an einen nicht invertierenden Eingang des UND-Gatters gelegt, und die Leitung zur Ansteuerung des Inverters 32 direkt an den invertierenden Eingang des UND-Gatters angeschlossen. Der Ausgang des UND-Gatters liefert dann den Steuerpuls zur Ansteuerung des Monoflops 35. Die dritte Steuerlogik wird mit zwei Taktfrequenzen von bevorzugt 2048 und 1024 Hz aus der Teilerschaltung 2 angesteuert, weiter von den gleichen Taktimpulsen wie die Feldeffekttransistoren 24, 24' über ein ODER-Gatter 36 angesteuert und schließlich von einem invertierten Ausgang eines Monoflops 37 angesteuert, welches Taktimpulse erzeugt, die aus den Anstiegsflanken der Taktimpulse am Ausgang des ODER-Gatters 36 erzeugt werden und im bevorzugten Ausführungsbeispiel eine Länge von 10 ms besitzen. Diese Taktimpulse bewirken, dass die Erkennungsschaltung 8 erst 10 ms nach dem Beginn eines jeden Antriebsimpulses für die Erregerwicklung 5 des Schrittmotors zu arbeiten beginnt.

Die Fig. 3a, b und c zeigen verschiedene Möglichkeiten des Verlaufs des Stroms I durch die Erregerwicklung 5 zu Beginn der Ansteuerung mit einem Rechteckimpuls und den Gradienten des Stromverlaufs dI/dt . Dieser Stromverlauf kommt dadurch zustande, dass durch die Beschleunigung des Rotors des Schrittmotors eine Gegenspannung (EMK) induziert wird, die der Bewegung des Rotors entgegenwirkt.

Empirische Untersuchungen haben nun ergeben, dass ein Schrittmotor einen vollständigen Drehschritt ausführen kann, wenn die Antriebsimpulse eine solche Länge besitzen, dass der Stromanstieg nach einem Minimum oder einem Wendepunkt wieder begonnen hat. Die Erkennungsschaltung 8 ist nun so angelegt, dass ein Anstieg des zum Strom durch die Erregerwicklung 5 proportionalen Signals aus der Messeinrichtung 12 einen Impuls auslöst, der die Antriebsimpulse für den Schrittmotor jeweils beendet. Damit die Erkennungsschaltung 8 aber nicht bereits auf den Anstieg des Stroms zum Beginn eines Antriebsimpulses anspricht, muss die Erkennungsschaltung 8 so lange gesperrt werden, bis der erste Stromanstieg beendet ist, d. h., bis der Stromverlauf ein Maximum oder einen Wendepunkt erreicht hat. Dieser Punkt ist dadurch charakterisiert, dass der Betrag des Gradienten dI/dt des Stromverlaufes ein erstes Minimum durchläuft.

Schaltungstechnisch ist dies so gelöst, dass die Erkennungsschaltung 8 durch die Verzögerungsschaltung 10 ab Beginn eines Ansteuerimpulses bis mindestens zum Erreichen des oben definierten Punktes gesperrt bleibt. In der bevorzugten Schaltungsausführung wird die Verzögerungszeit der Verzögerungsschaltung 10, die im wesentlichen aus einem Monoflop 37 besteht, auf 10 ms eingestellt. Zur Anpassung an verschiedene Schrittmotoren, verschiedene Belastungen und verschiedene Batteriespannungen ist auch eine Möglichkeit zur Veränderung dieser Verzögerungszeit vorsehbar. Im Sinne der Erfindung ist es natürlich auch, dass als Verzögerungsschaltung 10 ein anderes geeignetes elektronisches Bauelement, wie zum Beispiel ein Zähler, verwendet wird. Dabei bekommt der Zähler zu Beginn eines Ansteuerimpulses einen Startimpuls und zählt danach mit einer höheren Frequenz, beispielsweise 1024 Hz, bis 10 (entspricht 10 ms) und gibt dann einen Steuerpuls ab. Durch eine Programmierbarkeit des Zählers wird auch hier eine Anpassung der Verzögerungszeit an verschiedene Schrittmotoren, Belastungen und Batteriespannungen möglich.

Die Funktion der gesamten Schaltung soll im folgenden anhand Fig. 4 näher erläutert werden. In Fig. 4 sind die verschiedenen, in der Schaltung vorkommenden Signalformen dargestellt. Der Zeitmassstab dazu ist jeweils in der Zeichnung eingetragen: In den Fig. 4a bis 4m entsprechen 100 ms

etwa 16 mm; die Fig. 4j und 4k sind wiederholt mit einem Massstab $10\text{ ms} \approx 20\text{ mm}$. Den gleichen Massstab besitzen die Fig. 4n bis 4s. Die Fig. 4t bis 4y sind schliesslich so gezeichnet, dass 1 ms etwa 10 mm entspricht; im gleichen Massstab sind die Fig. 4p bis 4s und 4g wiederholt. Die Kleinbuchstaben zur Untergliederung von Fig. 4 sind jeweils in Fig. 2 bei den Leitungen eingezeichnet, auf welchen die entsprechenden Signalformen messbar sind.

In den Fig. 4a bis e sind die Signalformen an den entsprechenden Ausgängen der Teilerschaltung 2 aufgetragen. Durch die Verknüpfung im UND-Gatter 18 ergeben sich 1 Hz Pulse mit einer Dauer von 31,25 ms, wie in Fig. 4f dargestellt. Die 1 Hz Pulse können in der ersten Steuerlogik aus dem UND-Gatter 19 und dem JK-Flipflop 20 durch einen Steuerimpuls aus der Erkennungsschaltung 8 (Fig. 4y) verkürzt werden. In Fig. 4g ist ein verkürzter Steuerimpuls dargestellt, wobei der gestrichelte Teil die maximal mögliche Impulslänge andeutet. Aus diesem Signal (Fig. 4g) werden die Steuerimpulse (Fig. 4j bzw. k) für die Feldeffekttransistoren 24 bzw. 24' erzeugt. Dazu wird das Signal einmal als Takt auf den JK-Flipflop 21 gegeben, zum anderen direkt auf das UND-Gatter 22 bzw. 22'. Am anderen Eingang von 22 bzw. 22' liegen die Ausgänge von 21, die jeweils wechselweise 1 s logisch hoch bzw. niedrig liegen (Fig. 4h bzw. i). Die dazu inversen Steuerimpulse, dargestellt in den Fig. 4l und 4m, steuern die Feldeffekttransistoren 25, 25' der Polwenderschaltung. Durch diese Steuerung werden nun während der Dauer eines Steuerimpulses abwechselnd die Feldeffekttransistoren 24 und 25' bzw. 24' und 25 auf Durchlass geschaltet und der Schrittmotor dadurch angetrieben. Nach dem Ende des Steuerimpulses werden die Feldeffekttransistoren 25, 25' bis zum Beginn des nächsten Steuerimpulses auf Durchlass geschaltet, so dass die Erregerwicklung 5 des Schrittmotors nahezu kurzgeschlossen ist. Dies dient der Dämpfung der Bewegung des Schrittmotors nach dem Ende des Antriebsimpulses.

In Fig. 4n ist ein typischer Stromverlauf in der Erregerwicklung 5 eines Schrittmotors während eines Drehschrittes dargestellt. Durch die Analogschalter 26, 26', die mit den Impulsreihen j bzw. k gesteuert werden, wird eine Spannung proportional zum Strom durch die Erregerwicklung 5 an den Eingang des Operationsverstärkers 27 gelegt (dargestellt in Fig. 4o). Dabei dienen die Analogschalter 26, 26' dazu, dass das Signal, unabhängig von der Richtung des Stroms durch die Erregerwicklung 5, die gleiche Polarität beibehält.

Der Ausgang des Operationsverstärkers 27 ist über eine Sample-Hold-Schaltung 28 mit einem ersten Eingang eines Komparators 29 (das dort anliegende Signal ist in Fig. 4o dargestellt) und direkt mit einem zweiten Eingang desselben Komparators 29 verbunden (das hier anliegende Signal ist in Fig. 4p dargestellt). Am Ausgang des Komparators 29 ist ein Analogschalter 30 angeschlossen, der das am Ausgang des Komparators 29 erscheinende Signal (Fig. 4x) nur während bestimmter Zeiten weiterleitet (das Signal nach dem Analog-

schalter 30 ist in Fig. 4y dargestellt). Zur Steuerung der Sample-Hold-Schaltung 28 wird der Takt t verwendet, zur Steuerung des Analogschalters 20 der Takt w. Der Takt t entsteht durch Verknüpfung folgender Signalfolgen in einem UND-Gatter 33: Die beiden Signalfolgen j und k zur Steuerung der beiden Feldeffekttransistoren 24 und 24' werden im ODER-Gatter 36 verknüpft. Die dabei entstehende Signalfolge r steuert das UND-Gatter 33 direkt und über das Monoflop 37.

Dabei erzeugt das Monoflop 37 an seinem inversen Ausgang Q ein Signal s, welches zu Beginn eines jeden Antriebsimpulses von logisch 1 auf logisch 0 wechselt und in der bevorzugten Schaltung nach 10 ms wieder auf logisch 1 geht. Mit diesen beiden Signalen r und s ist die Sample-Hold-Schaltung 28 und damit die gesamte Erkennungsschaltung 8 nur während eines Zeitraumes in Betrieb, der 10 ms nach Beginn eines jeden Antriebsimpulses anfängt und mit dem Ende des Antriebsimpulses aufhört. Zusätzlich wird das UND-Gatter 33 mit einer Taktfolge u mit einer Frequenz von 1024 Hz gesteuert, die dafür sorgt, dass die Sample-Hold-Schaltung 28 während ihrer Betriebszeit in etwa 1 ms-Abständen für etwa 0,5 ms sampelt (s. Takt dargestellt in Fig. 4t). Der Komparator 29 erzeugt nun an seinem Ausgang eine logische 1, wenn die Bedingung erfüllt ist, dass das Signal p grösser als das Signal q ist, d.h., wenn der Strom durch die Erregerwicklung 5 ansteigt. Um zu verhindern, dass die Steuer- und Treiberschaltung 3 ein nicht relevantes Steuersignal von der Erkennungsschaltung 8 während der Sample-Periode erhält, wird der Analogschalter 30 am Ausgang der Erkennungsschaltung 8 über den Inverter 31 und das UND-Gatter 34 mit dem Signal t gesteuert. Das bedeutet, dass der Analogschalter 30 während der Sample-Periode geöffnet ist. Weiter wird das UND-Gatter 34 mit den Taktreihen r und s gesteuert, so dass der Analogschalter 30 erst 10 ms nach dem Beginn eines jeden Antriebsimpulses für den Schrittmotor öffnen kann und zum Ende eines jeden Antriebsimpulses öffnet. Zusätzlich wird das UND-Gatter 34 noch mit einer Taktfolge V', die über den Inverter 32 aus der Taktfolge v aus der Teilerschaltung 2 erzeugt wird, angesteuert. Bei einem Vergleich dieses Taktes w mit dem vom UND-Gatter 33 erzeugten Takt t kann festgestellt werden, dass während der Zeit, in der die Erkennungsschaltung 8 in Betrieb ist, jeweils in 1ms-Perioden für etwa 0,5 ms gesampelt wird, danach für etwa 0,25 ms gewartet und während der letzten etwa 0,25 ms der Periode kann ein etwa vorhandenes Signal (dargestellt in Fig. 4y) an die Steuer- und Treiberschaltung 3 weitergegeben werden.

Das Monoflop 35 schliesslich dient der Entprellung des Eingangs der Steuer- und Treiberschaltung 3. Es erzeugt einen Impuls definierter Länge von z. B. 1 ms, wenn am Ausgang der Erkennungsschaltung 8 ein Signal erscheint. Dies ist notwendig, da bei Erscheinen desselben Signals jeweils die Antriebsimpulse für den Schrittmotor unterbrochen werden und damit auch die Erkennungsschaltung 8 ruht.

Fig. 1

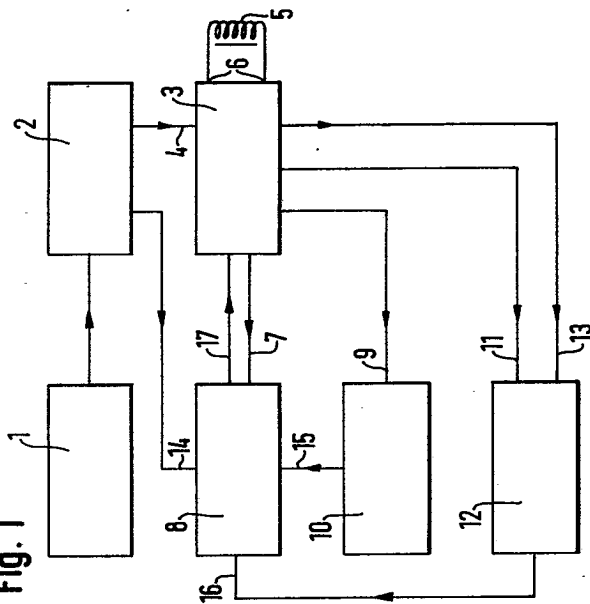


Fig. 4

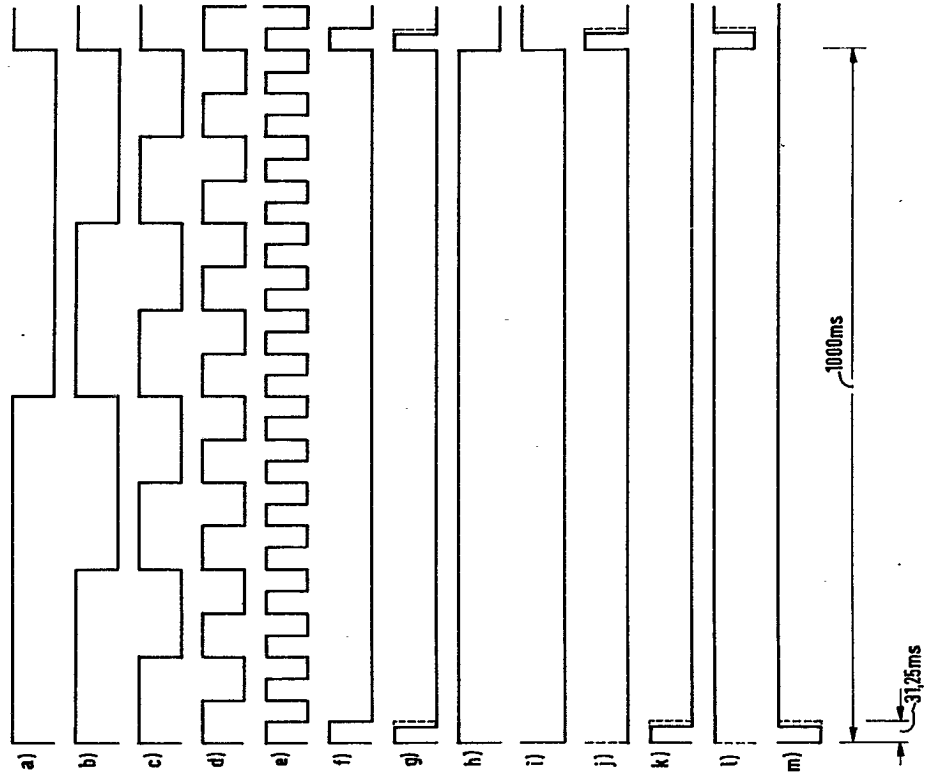
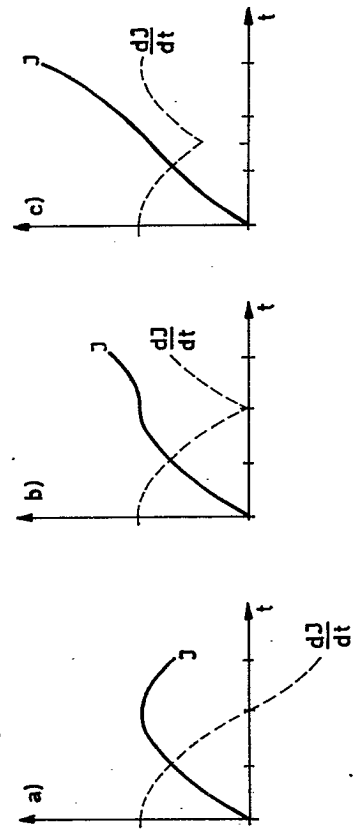


Fig. 3



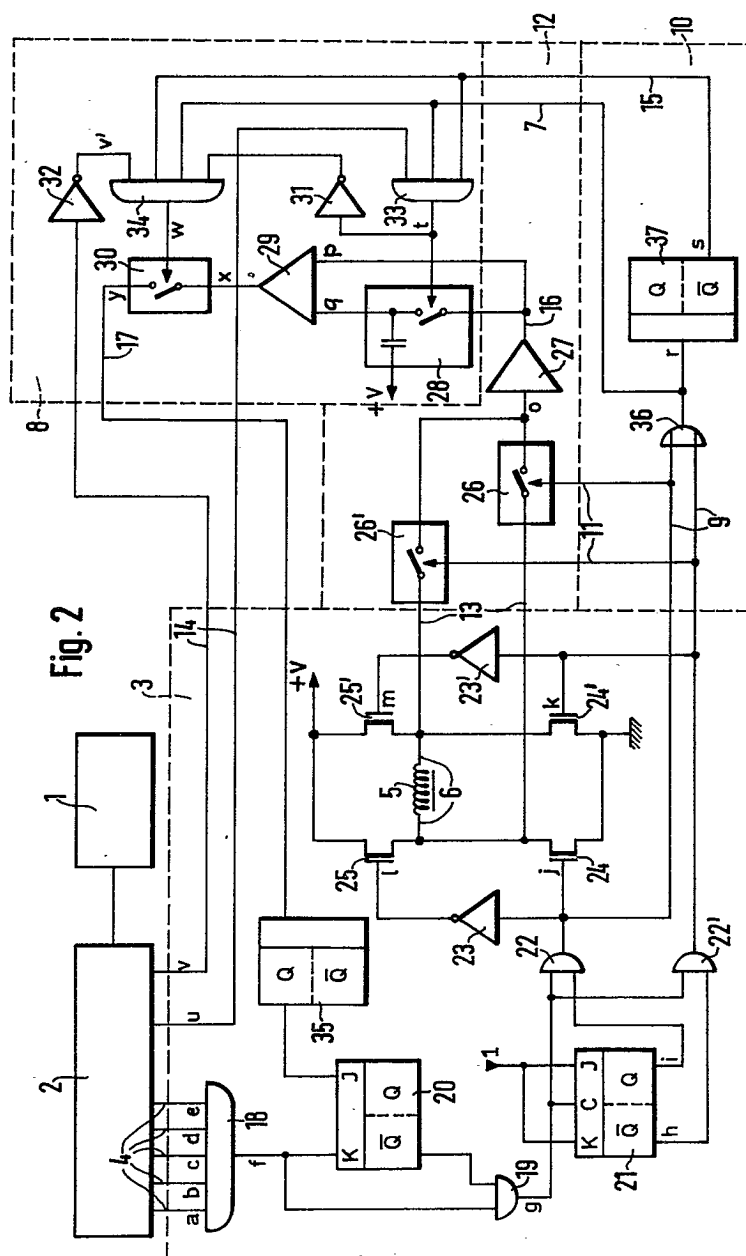


Fig. 4

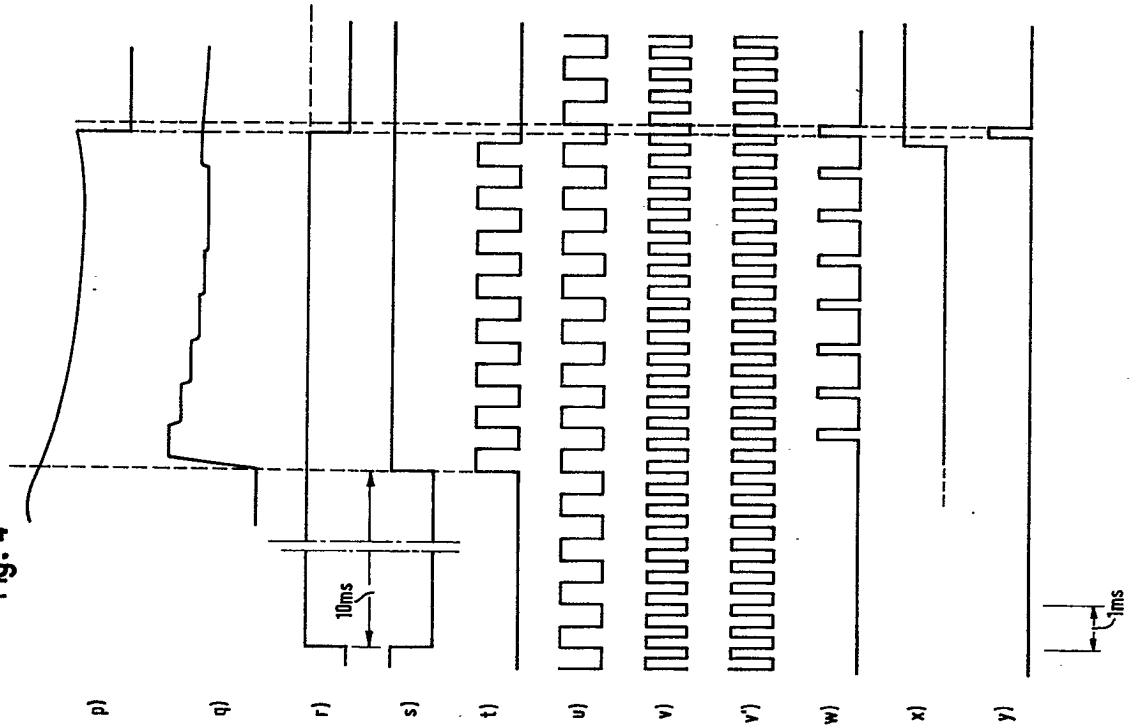


Fig. 4

