



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

51 Int. Cl.³: H 02 P
H 02 P
B 60 L

3/08
7/28
7/22

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



12 PATENTSCHRIFT A5

11

630 758

21 Gesuchsnummer: 14888/77

22 Anmeldungsdatum: 06.12.1977

30 Priorität(en): 22.12.1976 FR 76 38688

24 Patent erteilt: 30.06.1982

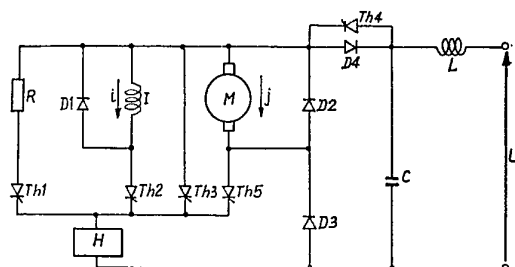
45 Patentschrift
veröffentlicht: 30.06.1982

73 Inhaber:
BBC Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie.,
Baden

72 Erfinder:
Jean-Claude Alacoque, Saint-Symphorien-d'Ozon
(FR)

54 Lauf- und Bremsschaltungsanordnung für einen Gleichstrommotor und Verwendung der Schaltungsanordnung.

57 Bei gleichstromgetriebenen Motoren auf dem Traktionsgebiet ist es aus Gründen der Energieeinsparung erwünscht, beim Bremsen der Fahrzeuge elektrische Energie zurückzugewinnen. Um sowohl einen guten Fahr- als auch einen guten Bremsbetrieb zu gewährleisten, werden der Bremswiderstand (R), die Erregerwicklung (I) und die Läuferwicklung (M) eines Motors in zueinander parallelen Lastzweigen angeordnet und einzeln durch Lastzweigthyristoren (Th1, Th2, Th5) gesteuert. Zum Steuern und Löschen dieser Thyristoren ist eine für alle Lastzweige gemeinsame Umschaltvorrichtung (H) in Reihe geschaltet. Diese Anordnung eignet sich besonders zum Umschalten des Motors auf folgende Funktionsphasen: Motorspeisung, Feldschwächung des Motorläufers, Widerstandsbremse und Nutzbremse, wobei die Nutzbremse Vorrang gegenüber der Widerstandsbremse hat.



PATENTANSPRÜCHE

1. Lauf- und Bremsschaltungsanordnung für einen Gleichstrommotor, in der ein Bremswiderstand (R), die Erregerwicklung (I) und die Läuferwicklung des Motors (M) in zueinander parallelen Lastzweigen angeordnet und unabhängig voneinander durch Lastzweigthyristoren gesteuert sind, dadurch gekennzeichnet, dass zum Umschalten auf verschiedene Funktionsphasen des Motors die Lastzweige in Reihe mit einer gemeinsamen, die Lastzweigthyristoren steuernden und diese Thyristoren zur gleichen Zeit löschenden Umschaltvorrichtung geschaltet sind.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass parallel zur Läuferwicklung des Motors (M) ein Thyristor (Th₁) geschaltet ist.

3. Verwendung der Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 für die Traktion zum Umschalten des Motors auf folgende Funktionsphasen: Motorspeisung, Feldschwächung des Läufers, Widerstandsbremung und Nutzbremung.

Die Erfindung betrifft eine Lauf- und Bremsschaltungsanordnung für einen Gleichstrommotor, in der ein Bremswiderstand, die Erregerwicklung und die Läuferwicklung des Motors in zueinander parallelen Lastzweigen angeordnet und unabhängig voneinander durch Lastzweigthyristoren gesteuert sind, und eine Verwendung der Schaltungsanordnung.

Mit diesem Oberbegriff nimmt die Erfindung auf einen Stand der Technik Bezug, wie er in der DE-OS 1 763 640 beschrieben ist. Dort ist bei einem Gleichstromantrieb für Wasserfahrzeuge für parallele Lastzweige mit thyatrongesteuerten Ankerwicklungen eine gemeinsame Löscheinrichtung vorgesehen. Die Löscheinrichtung weist ein Halbleiterthyatron mit zugehörigem Löschthyatron, Kondensator und Widerstand auf. Unterschiedliche Fahrtstufen lassen sich durch Serie-Parallelschaltungen von Gleichspannungsquellen und Gleichstromantriebsmotoren mittels Thyatronen und Gleichrichtern einstellen. In Reihe mit den Ankerwicklungen sind überbrückbare Ankervorwiderstände vorgesehen. In den einzelnen Fahrtstufen erfolgt eine Drehzahlverstellung mittels eines weiteren Gleichstromstellers, der auf die Erregerwicklungen der Motoren wirkt. Das Problem einer Rückgewinnung elektrischer Energie beim Bremsen stellt sich hier nicht.

Eine Nutzbremms-Steueranordnung mit einem gemeinsamen Thyristor-Zerhacker und zwei nachgeschalteten Thyristoren ist durch die DE-OS 2 403 926 bekannt. Während des Bremsens werden die Motoren als Generatoren verwendet. Während der Einschaltzeit von Thyristoren und Zerhacker fliesst durch mit Induktionsspulen hintereinandergeschalteten Feld- und Ankerwicklungen der Motore ein Strom, der in den Spulen ein elektrisches Feld aufbaut. Beim Unterbrechen dieses Stromes entsteht eine hohe Induktionsspannung und ein Induktionsstrom, der über eine Diode in ein zu speisendes Netz abgegeben werden kann.

Aufgabe der Erfindung ist es, die elektrischen Parameter eines Gleichstromantriebs der eingangs genannten Art besser den Erfordernissen des Lauf- und Bremsbetriebes anzupassen.

Die Aufgabe wird in Verbindung mit den Merkmalen des Oberbegriffs gemäss dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 gelöst. Eine Weiterbildung der Erfindung ist im Anspruch 2 beschrieben und eine Verwendung im Anspruch 3.

Ein Vorteil der Erfindung besteht darin, dass jeder Parameter unabhängig von anderen sehr freizügig auf optimale Werte einstellbar ist. Es können gleichstrukturierte Ventile und gemeinsame Schaltungsteile verwendet werden. Für die Erregerwicklung des Motors ist keine separate Spannungsquelle erforderlich.

Der Aufbau des elektrischen Feldes für den Bremsbetrieb ist stark erleichtert.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 das Prinzipschema zur allgemeine Erläuterung,

Fig. 2 ein repräsentatives Schaubild der Ströme in den in Fig. 1 gezeigten verschiedenen Schaltungselementen,

Fig. 3a eine erfindungsgemässe Schaltung, mit welcher das Umschalten auf verschiedene Funktionsphasen möglich ist:

10 Traktion, Nutzbremung, Widerstandsbremung,

Fig. 3b eine Darstellung jener Elemente gemäss Fig. 3a, die während der Traktionsphase aktiv sind, und

Fig. 3c eine Darstellung jener Elemente gemäss Fig. 3a, die während der Bremsphase aktiv sind.

15 In Fig. 1 versorgt ein Anschlussnetz mit der Gleichspannung U die Lasten 1, 2 ... n. Mit je einer Last ist ein Thyristor Th₁, Th₂ ... Th_n in Reihe geschaltet.

20 Ein einziger mit Thyristoren bestückter Unterbrecher H ist in Reihe geschaltet zwischen einem der Pole des Anschlussnetzes und dem gemeinsamen Verbindungspunkt der Thyristoren Th₁, Th₂ ... Th_n.

Der thyristorenversehene Unterbrecher H kann beliebig leitend gemacht oder gesperrt werden.

25 Das Löschen der Thyristoren Th₁, Th₂ ... Th_n wird durch Abklingen des sie durchfliessenden Stromes erzielt, wenn der Unterbrecher H öffnet. Die natürliche Löschung der Thyristoren Th₁, Th₂ ... Th_n durch Fehlen von Strom erlaubt es in der Regel, sogenannte «langsame» Thyristoren zu verwenden, im Gegensatz zur erzwungenen Löschung, welche «schnelle» Thyristoren bedingt. Die langsamen Thyristoren sind billiger und vertragen höhere Spannungen als die schnellen Thyristoren.

30 Anhand des Diagrammes in Fig. 2 wird die Funktionsweise der Einrichtung erläutert. Die Aufeinanderfolge der Zustände der einzelnen Einrichtungselemente ist in Funktion der Zeit dargestellt. Das Niveau 0 bedeutet Sperrung (nicht leitend), das Niveau I Leitung des Elementes.

Es wird die Annahme getroffen, dass vor dem Zeitpunkt t₀ der Unterbrecher H blockiert ist. Die Thyristoren Th₁, Th₂ ... Th_n sind demnach zwangsläufig gelöscht, weil kein Strom 40 fliesst.

Im Zeitpunkt t₀ wird der Unterbrecher H leitend gemacht. Von diesem Augenblick an ist es möglich, zu einem gewünschten Zeitpunkt und völlig unabhängig voneinander die Thyristoren Th₁, Th₂ ... Th_n leitend zu machen. Sollen eine oder mehrere Lasten nicht angespeist werden, so müssen die entsprechenden Thyristoren nichtleitend gemacht werden.

Im gezeigten Beispiel gemäss Fig. 2 wird der Thyristor Th₁ zum Zeitpunkt t₁ leitend, der Thyristor Th₂ zum Zeitpunkt t₂, ... der Thyristor Th_n zum Zeitpunkt t_n. Infolgedessen liegt die Speisespannung U ab dem Zeitpunkt t₁ an den Klemmen der Last 1 an, an den Klemmen der Last 2 vom Zeitpunkt t₂ an, ... an den Klemmen der Last n vom Zeitpunkt t_n an.

55 Im Zeitpunkt t₃ wird der Unterbrecher H blockiert, wodurch mangels Strom ebenfalls die Thyristoren Th₁, Th₂ ... Th_n nichtleitend werden. Die Lasten 1, 2 ... n werden demnach vom Zeitpunkt t₃ an nicht mehr angespeist.

Im Zeitpunkt t₄ wird der Unterbrecher H erneut leitend gemacht, womit ein neuer Zyklus beginnt, analog jenem zwischen t₀ und t₄.

Beispielsweise beträgt der Mittelwert des zwischen den Zeitpunkten t₀ und t₄ an die Klemmen einer Last n angelegten Spannung:

$$u = U \times \frac{t_3 - t_n}{t_4 - t_0}$$

Die Zeitpunkte t₀, t₃ und t₄ sind nur von der Wirkungsweise des Unterbrechers H abhängig. Die Spannung U ist vom Gleichstromnetz her gegeben. Infolgedessen ist der Mittelwert

der an den Klemmen der Last n angelegten Spannung nur vom Zündzeitpunkt t_n des Thyristors Th_n abhängig. Da dieser Zeitpunkt für jede Last unabhängig gesteuert werden kann, kann somit für jede einzelne Last ihre mittlere Klemmenspannung geregelt werden.

Der zwischen den Zeitpunkten t_0 und t_3 von der Einrichtung durchlaufene Zyklus kann auf irgendeine Art wiederholt werden (mit konstanter Frequenz von z. B. einigen 100 Hz, mit variabler Frequenz, stochastisch usw.). Die einzige zu beachtende Bedingung ist, dass das Zeitintervall ($t_4 - t_3$) genügend gross gewählt wird, damit die Thyristoren Th_1 , Th_2 bis Th_n ihr Sperrvermögen erreichen.

Die Schaltungsanordnung ist besonders verwendbar bei der Koppelung von Widerstands- und Nutzbremmung bei einem Fahrzeug im Gleichstromfahrbetrieb.

Fig. 3a zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Einrichtung zur statischen Umschaltung der verschiedenen Funktionsphasen eines Motors: Traktion, Widerstandsbremsen, Nutzbremsen.

In dieser Schaltung ist mit M der Läufer eines Traktionsmotors bezeichnet, der vom Strom j durchflossen ist.

R ist der Widerstand für die Widerstandsbremmung; er ist so dimensioniert, dass die bei der Bremsung anfallende Energie in Wärme umgewandelt wird.

I bezeichnet eine Erregerwicklung eines Traktionsmotors.

D_1 ist eine Freilaufdiode der Erregerspule,

D_2 ist eine Freilaufdiode des Läufers,

H ein Unterbrecher mit Thyristor,

D_3 eine während der Bremsphase leitend werdende Diode,

D_4 eine Diode, die verhindert, dass die Speisespannung U während den Bremsphasen am Motor M anliegt,

L und C bilden ein Sperrfilter zur Entkopplung von Wechselstrom im Speisernetz und in elektrischen Schaltkreisen des Fahrzeugs,

Th_1 ist ein Thyristor, mit dem der mittlere Strom im Widerstand R gesteuert wird,

Th_2 ein Thyristor, mit dem der mittlere Strom i in der Erregerspule gesteuert wird; dieser Strom bestimmt die EMK des Motors, wenn er als Generator läuft, also den Strom j ,

Th_3 ein Thyristor parallel zur Läuferwicklung M,

Th_4 ein Thyristor parallel zur Diode D_4 und

Th_5 ein Thyristor mit dem der Ankerstrom j gesteuert wird.

Zum besseren Verständnis der Wirkungsweise ist die Einrichtung in zwei Schemata aufgeteilt.

Fig. 3b zeigt die Konfiguration Traktion. Nur die während dieser Phase aktiven Elemente sind dargestellt. Der Thyristor Th_4 ist kontinuierlich leitend.

Der Feldstrom i wird mit dem Thyristor Th_2 , der Ankerstrom j mit dem Thyristor Th_3 gesteuert. Es muss demnach keine Vorrichtung zur Feldschwächung vorgesehen werden.

Fig. 3c zeigt die Konfiguration Bremsung. Nur die während dieser Phase aktiven Elemente sind dargestellt. Die Diode D_3 übt keinen Einfluss auf die Funktionsweise aus.

Der Thyristor Th_3 wird notwendig, wenn die Erregerwicklung im Nebenschluss liegt. Er bewirkt einen Kurzschluss, welcher eine Energiespeicherung in der Läuferinduktanz ermöglicht. Nach erfolgter Abschaltung durch den Unterbrecher H wird diese Energie an das Netz zurückgegeben.

Die notwendige Vormagnetisierung zum Umschalten des Motors M auf Generatorbetrieb beim Bremsen wird dadurch erzielt, dass der Thyristor Th_4 , der Thyristor Th_2 und der Unterbrecher H leitend werden, und zwar während einer Zeitspanne, die benötigt wird, damit sich in der Erregerwicklung ein vom Netz herrührender, genügend grosser Strom i aufbauen kann.

Zur Vormagnetisierung sind somit kein separates Versorgungsnetz und keine zusätzlichen Elemente erforderlich.

Zusammengefasst sind die Vorteile der Schaltungsanordnung:

- Umschaltung Traktion-Bremsung erfolgt einfach und mit nur wenigen Elementen
- Stufenloses Schalten von Bremswiderständen und Nutzbremsen, wobei die höchstmögliche Leistung ans Netz abgegeben wird
- Einfache Vorerregung ohne Hilfsstromquelle
- Feldschwächung ohne besondere hierfür vorgesehene Vorrichtung.

Die Erfindung ist besonders geeignet bei einem Motor, der über einen Gleichstromregler gesteuert wird, wobei letzterer einen Hauptthyristor und einen Löschkreis mit Thyristor aufweist. Der Regler übernimmt in diesem Fall die Funktion des Unterbrechers H. Ein Ausführungsbeispiel eines derartigen Reglers ist in der französischen Patentanmeldung Nr. 76/34263 beschrieben.

Es versteht sich, dass die Zündschaltkreise der verschiedenen Thyristoren als bekannt vorausgesetzt werden und deshalb nicht dargestellt und beschrieben worden sind.

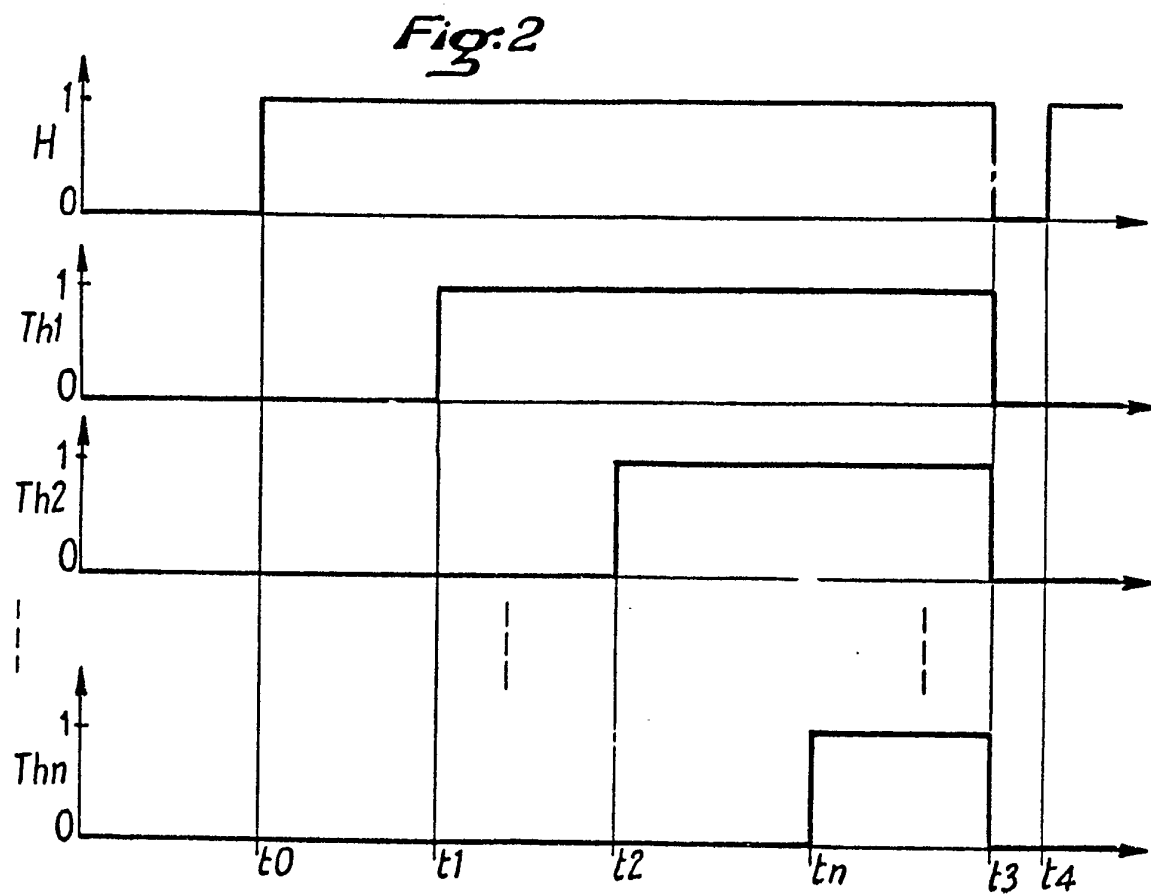
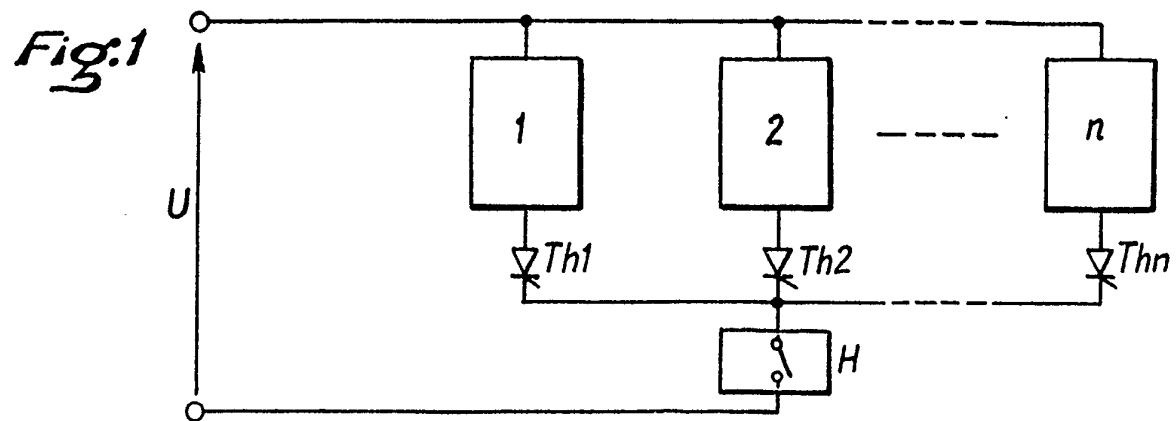


Fig. 3a

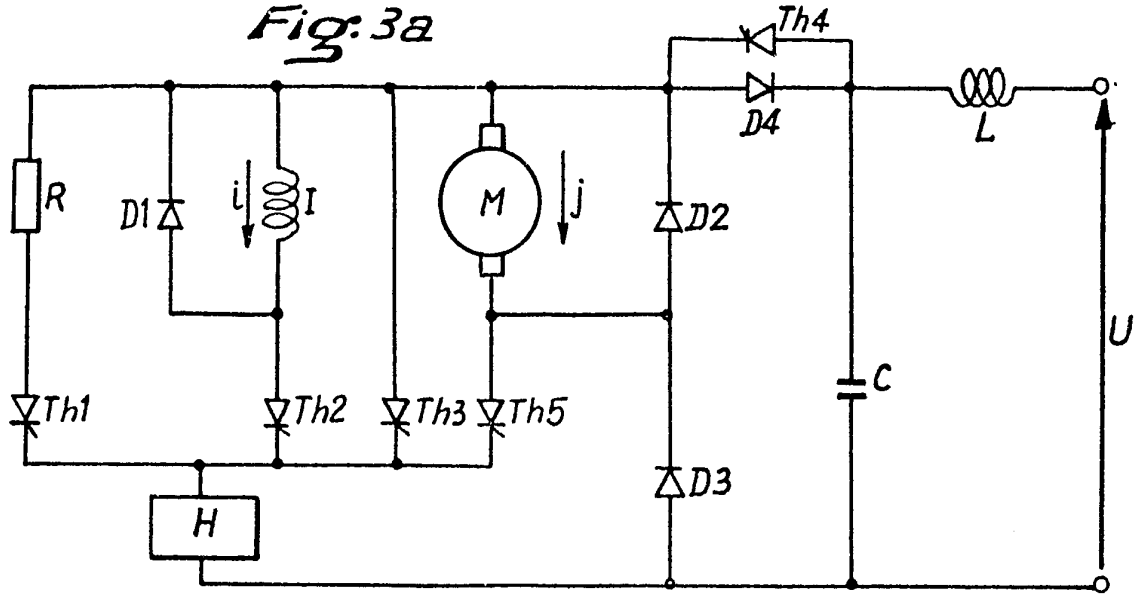


Fig: 36

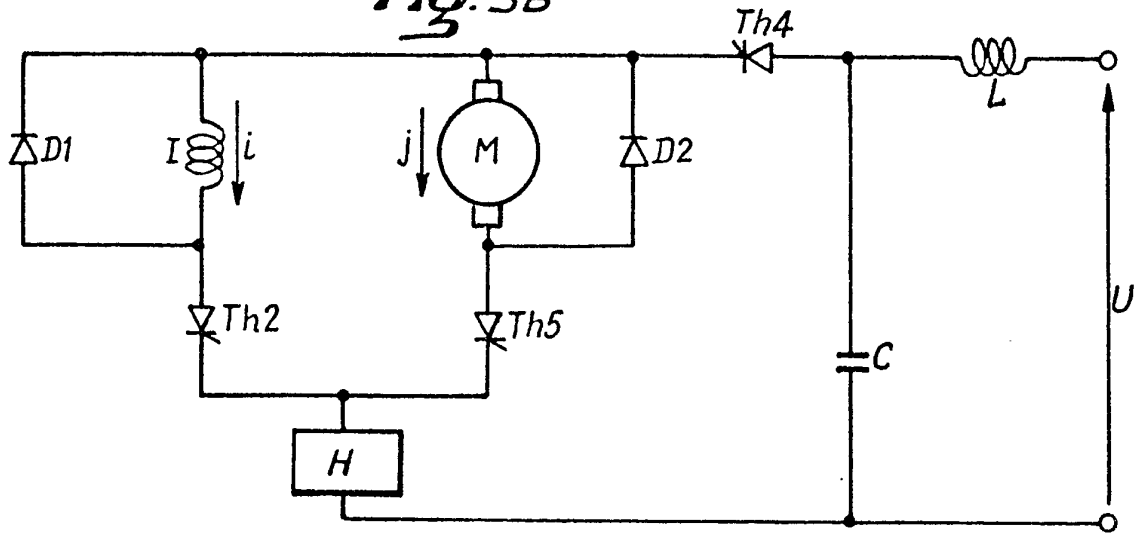


Fig. 3c

