

Brevet N° **85168** GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG  
 du 10 janvier 1984  
 Titre délivré : **- 2 MAI 1984**



Monsieur le Ministre  
 de l'Économie et des Classes Moyennes  
 Service de la Propriété Intellectuelle  
 LUXEMBOURG

## Demande de Brevet d'Invention

### I. Requête

- Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH, Theodor-Stern-Kai 1, D-6000 (1)  
Frankfurt am Main, représentée par Monsieur Jean Waxweiler, 21-  
25 Allée Scheffer, Luxembourg, agissant en qualité de manda- (2)  
taire
- dépose(nt) ce dix janvier mil neuf cent quatre-vingt-quatre (3)  
 à 15,00 heures, au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes, à Luxembourg :
1. la présente requête pour l'obtention d'un brevet d'invention concernant :  
Schaltung für den Fahr- und Bremsbetrieb elektrischer Trieb- (4)  
fahrzeuge
2. la délégation de pouvoir, datée de Frankfurt/Main le 30 décembre 1983  
 3. la description en langue allemande de l'invention en deux exemplaires;  
 4. 2 planches de dessin, en deux exemplaires;  
 5. la quittance des taxes versées au Bureau de l'Enregistrement à Luxembourg,  
 le dix janvier mil neuf cent quatre-vingt-quatre
- déclare(nt) en assumant la responsabilité de cette déclaration, que l'(es) inventeur(s) est (sont) :  
Heinz Böhm, Onkel-Tom-Strasse 35, D-1000 Berlin 37 (5)
- revendique(nt) pour la susdite demande de brevet la priorité d'une (des) demande(s) de  
 (6) brevet d'invention déposée(s) en (7) Allemagne  
 le 15 janvier 1983 sous le No. P 3301496.5 (8)
- au nom de Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH (9)  
élit(élisent) pour lui (elle) et, si désigné, pour son mandataire, à Luxembourg  
Jean Waxweiler, 21-25 Allée Scheffer, Luxembourg (10)  
sollicite(nt) la délivrance d'un brevet d'invention pour l'objet décrit et représenté dans les  
annexes susmentionnées, — avec ajournement de cette délivrance à / mois. (11)  
 Le mandataire

### II. Procès-verbal de Dépôt

La susdite demande de brevet d'invention a été déposée au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes, Service de la Propriété Intellectuelle à Luxembourg, en date du :

10.01.1984

à 15,00 heures



Pr. le Ministre  
 de l'Économie et des Classes Moyennes,  
 p. d.

A 68007

(1) Nom, prénom, firme, adresse — (2) s'il a lieu «représenté par...» agissant en qualité de mandataire — (3) date du dépôt en toutes lettres — (4) titre de l'invention — (5) noms et adresses — (6) brevet, certificat d'adoption, modèle d'utilité — (7) pays — (8) date — (9) déposant originaire — (10) adresse — (11) 6, 12 ou 18 mois.

Brevet N° **85168** GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG  
 du 10 janvier 1984  
 Titre délivré : .....



Monsieur le Ministre  
 de l'Économie et des Classes Moyennes  
 Service de la Propriété Intellectuelle  
 LUXEMBOURG

## Demande de Brevet d'Invention

### I. Requête

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH, Theodor-Stern-Kai 1, D-6000 (1)  
Frankfurt am Main, représentée par Monsieur Jean Waxweiler, 21-  
25 Allée Scheffer, Luxembourg, agissant en qualité de manda- (2)  
taire

dépose(nt) ce dix janvier mil neuf cent quatre-vingt-quatre (3)  
 à 15,00 heures, au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes, à Luxembourg :

1. la présente requête pour l'obtention d'un brevet d'invention concernant :  
Schaltung für den Fahr- und Bremsbetrieb elektrischer Trieb- (4)  
fahrzeuge

2. la délégation de pouvoir, datée de Frankfurt/Main le 30 décembre 1983  
 3. la description en langue allemande de l'invention en deux exemplaires;  
 4. 2 planches de dessin, en deux exemplaires;  
 5. la quittance des taxes versées au Bureau de l'Enregistrement à Luxembourg,  
 le dix janvier mil neuf cent quatre-vingt-quatre

déclare(nt) en assumant la responsabilité de cette déclaration, que l'(es) inventeur(s) est (sont) :  
Heinz Böhm, Onkel-Tom-Strasse 35, D-1000 Berlin 37 (5)

revendique(nt) pour la susdite demande de brevet la priorité d'une (des) demande(s) de  
 (6) brevet d'invention déposée(s) en (7) Allemagne  
 le 15 janvier 1983 sous le No. P 3301496.5 (8)

au nom de Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH (9)  
élit(élisent) pour lui (elle) et, si désigné, pour son mandataire, à Luxembourg  
Jean Waxweiler, 21-25 Allée Scheffer, Luxembourg (10)  
sollicite(nt) la délivrance d'un brevet d'invention pour l'objet décrit et représenté dans les  
annexes susmentionnées, — avec ajournement de cette délivrance à / mois. (11)  
 Le mandataire

### II. Procès-verbal de Dépôt

La susdite demande de brevet d'invention a été déposée au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes, Service de la Propriété Intellectuelle à Luxembourg, en date du :

10.01.1984

à 15,00 heures



Pr. le Ministre  
 de l'Économie et des Classes Moyennes,  
 p. d.

A 68007

(1) Nom, prénom, firme, adresse — (2) s'il a lieu «représenté par ...» agissant en qualité de mandataire — (3) date du dépôt en toutes lettres — (4) titre de l'invention — (5) noms et adresses — (6) brevet, certificat d'addition, modèle d'utilité — (7) pays — (8) date — (9) déposant originaire — (10) adresse — (11) 6, 12 ou 18 mois.

# PRIORITÄTS-BEANSPRUCHUNG

L- 2848

der Patent-Anmeldung

in Deutschland

vom 15. Januar 1983 unter Nr. P 3301496.5

B E S C H R E I B U N G

ZU EINER PATENTANMELDUNG

IM

GROSSHERZOGTUM LUXEMBURG

---

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH

---

Schaltung für den Fahr- und Bremsbetrieb  
elektrischer Triebfahrzeuge

---

## Schaltung für den Fahr- und Bremsbetrieb elektrischer Triebfahrzeuge

Die Erfindung bezieht sich auf eine Schaltung für den Fahr- und Bremsbetrieb elektrischer Triebfahrzeuge, wie sie im Oberbegriff des Anspruches 1 näher definiert ist. Es wird dabei ausgegangen von der Grundschialtung einer Folgeschaltung für Wechselspannungsbetrieb, wie sie z.B. aus Fig. 1 mit einer 1-Kondensatorlöschanordnung hervorgeht. Derartige Folgeschaltungen bestehen jeweils aus einer löschbaren unsymmetrisch halbgesteuerten Brücke und einer unsymmetrisch halbgesteuerten nur zündsteuerbaren Brücke. Für die löschbare Brücke sind dabei Varianten mit 1, 2 oder 3 Löschkondensatoren bekannt und ausgeführt. Es wird dazu z.B. auf die DE-PS 26 09 285 und die DE-OS 21 26 111 verwiesen. Mit diesen Schaltungen läßt sich durch Steuerung des Anschnitts- bzw. des Abschnittswinkels bei anlie-

gender Wechselspannung eine gewünschte Gleichspannung bzw. ein Gleichstrom einstellen. Die Schaltung ermöglicht Leistungsfaktoren  $\lambda$  von 0,85 bis 0,95, ist aber als halbgesteuerte Brücke nicht rückspeisefähig.

Bekannt sind ferner Schaltungen, bei denen zwischen Gleichspannungsnetz und Gleichstromlast bzw. -zwischenkreis ein stromstellender Stromrichter unter dem Namen Gleichstromsteller gelegt ist. Diese Schaltungen sind normalerweise rückspeisefähig. Dazu wird das Fahrschütz geöffnet. Bei nicht aufnahmefähigem Netz wird ein Bremsthyristor gezündet, um die Bremsleistung in einem Bremswiderstand in Wärme umzusetzen.

Zweck der Erfindung ist die Realisierung eines einfachen Mehrsystem-Netzstromrichters unter Verwendung einer bewährten Schaltung. Alle dazu bekannten Fahrzeuglösungen verwenden sonst wahlweise ein Netzteil zur Ws-Einspeisung und ein anderes zur Gs-Einspeisung oder bei einem anderen System beide Netzteile in Reihe. Das bedeutet einen hohen Aufwand an Leistungs- und Steuerelektronik und bei Verwendung mehrerer Stromrichter in Reihe einen schlechten Wirkungsgrad.

Die eigentliche technische Aufgabe liegt darin, die bekannte, bisher nur für den Betrieb an Wechselspannungsnetzen verwendbare Folgeschaltung mit ihren vorteilhaften Eigenschaften durch einfache Schaltungsänderungen universell für Fahren und Bremsen an Gleich- und Wechselspannungsnetzen verwendbar zu machen. Bei Betrieb an Gleichspannungsnetzen soll darüberhinaus wahlfrei Netz- oder Widerstandsbremse erzielbar sein.

Die genannte Aufgabe wird für eine Schaltung der eingangs genannten Art entsprechend den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruches 1 gelöst.

Neben der Aufwandsreduzierung ergibt sich zusätzlich eine Erhöhung der Betriebssicherheit aus der Komponentenverringerung.

Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen sind den Unteransprüchen entnehmbar.

Anhand eines Ausführungsbeispieles wird die Erfindung im nachstehenden näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine bekannte Folgeschaltung

Fig. 2 eine erfindungsgemäße Schaltung

Anhand der bekannten Schaltung nach Fig. 1 - von der bei der Erfindung ausgegangen wurde - soll der Grundaufbau erläutert werden. Danach wird von einem Wechselspannungsfahrleitungsnetz 1 über einen Transformator 2 mit getrennten Sekundärwicklungen 2a, 2b die getrennte Speisung der Folgeschaltung einer löschbaren unsymmetrisch halbgesteuerten Brücke 4 und einer unsymmetrisch halbgesteuerten Folgebrücke 3 betrieben. Letztere speist über eine Lastdrossel 6 eine nicht näher dargestellte, an den Klemmen +, - liegende Last. Die Last kann eine Gleichstromlast, z.B. Gleichstrommotoren oder ein Zwischenkreis sein.

Die nicht steuerbaren Ventile der löschbaren Brücke 4 sind mit 4.1, 4.2, die steuerbaren mit 4.3 und 4.4 bezeichnet. 5 ist ein Löschkondensator und 4.5 und 4.6 stellen die zugehörigen Löschthyristoren dar. Von der Folgebrücke 3 sind die nicht steuerbaren Ventile mit 3.1 und 3.2 und die <sup>nur zünd-</sup>steuerbaren mit 3.3 und 3.4 bezeichnet. M stellt den Masserückschluß dar.

In der nachfolgenden Erörterung der Erfindung sind für gleiche Elemente in der Schaltung die gewählten Bezugszeichen weitgehend beibehalten worden.

Fig. 2 zeigt nun die erfindungsgemäße Schaltung für einen wahlweisen Anschluß an ein Wechselspannungsnetz 1.1 oder ein Gleichspannungsnetz 1.2. Über einen Systemumschalter 17 erfolgt die Umschaltung auf das entsprechende System, wobei die obere Stellung - wie ersichtlich - für Gleichspannungsbetrieb vorgesehen ist. Bei Gleichspannungsbetrieb sind die Sekundärwicklungen a und b des Transformators 2 von den Wechselspannungseinspeisungspunkten der Brücken 3 und 4 getrennt (Schalter 21 und 22 sind geöffnet) u. es wird direkt über die Netzdrossel 7, Systemumschalter 17 und Schalter 20 eingespeist. Bei Wechselspannungsbetrieb wird über die Schalter 21 und 22 eingespeist. Systemumschalter 17 ist dann in der unteren Position und Schalter 20 ist geöffnet. Hinzugekommen ist des weiteren ein Fahrschütz 9 und ein Bremswiderstand 14 mit reihengeschaltetem Thyristor 13.

Mit der neuen Schaltung ist Fahr- und Bremsbetrieb an Gleich- und Wechselspannungsnetzen möglich. Dabei erlaubt der Gleichspannungsbetrieb Netzbremse oder gemischte Netz-Widerstandsbremse. Bei Wechselspannungseinspeisung kann nur Leistung im Bremswiderstand 14 umgesetzt werden. Eine Netzzurückspeisung ist nicht möglich.

In der nachfolgenden Funktionsbeschreibung werden die charakteristischen Betriebszustände mit den jeweiligen Stromführungen beschrieben. Die Umschaltkriterien zwischen den Betriebszuständen werden von einer übergeordneten Steuerung gebildet, die nicht Gegenstand der Erfindung ist und/oder<sup>hier</sup> ausgesetzt wird.

Zur Funktion:

#### Wechselspannungseinspeisung

Der Systemumschalter 17 ist in der Schaltstellung  $\approx$ , d.h. in unterer Lage und Schalter 21 und 22 sind <sup>geschlossen</sup> Das Fahrschütz 9 ist für "Fahren" geschlossen, für "Bremsen" geöffnet. Der Stromabnehmer für Gleichspannung liegt nicht am Fahrdrabt bzw. der entsprechende Hauptschalter ist geöffnet.

Für "Fahren" im Zustand "Treiben" verläuft der Strom - es wird nur der Betrieb der ersten Brücke 4 beschrieben - in der ersten Halbwelle über die Haupttransformator-Sekundärwicklung 2b, die Ventile 4.3, 3.2, 3.1, Lastdrossel 6, Last und zurück über Ventil 4.2. In der nächsten Halbwelle fließt der Strom - wieder ausgehend von Wicklung 2b - über die Ventile 4.1, 3.2, 3.1, Lastdrossel 6, Last und zurück über Ventil 4.4. Dies wiederholt sich abwechselnd. Dazwischen liegen jeweils die Zustände des Löschsens und Freilaufes. Zum Löschen nach der ersten Halbwelle wird der Thyristor 4.5 gezündet und der Kommutierungskondensator 5 mit rechtsseitiger +-Polarität über das Ventil 4.3 entladen. Ventil 4.3 erlischt damit. Der Freilauf erfolgt stets über die nicht steuerbaren Ventile 4.1 und 4.2. Es folgt die zweite Halbwelle "Treiben" wie bereits geschildert. Dazu wird Ventil 4.4 gezündet. Zur Löschung von Ventil 4.4 wird nun Ventil 4.6 gezündet, der Kommutierungskondensator 5 ~~wieder~~ auf rechtsseitige +-Polarität umgeladen und der Freilauf erfolgt wieder wie beschrieben über die Ventile 4.2 und 4.1. Die Stromführung im Freilauf ist unabhängig von der Polarität des Netzes und des Kommutierungskondensators 5.

Soll die Widerstandsbremse eingeschaltet werden, ist das Fahrschütz 9 zu öffnen und der Thyristor 13 zu zünden. Der

Strom verläuft dann bei generatorischem Betrieb des Motors (Last) von der Minusklemme aus über den Bremswiderstand 14, Thyristor 13 und die Ventile 3.2, 3.1, Lastdrossel 6 zurück zum Motor. Auch hier ist die Polarität des Kommutierungskondensators 5 unerheblich.

Es folgt ein Zustand "Freilaufbremsen", bei dem durch Zünden der Ventile 4.4 und 4.3 die Widerstandsbremse herausgenommen wird. Im folgenden Zustand "Löschen Freilauf Bremsen" wird je nach Polarität des Kommutierungskondensators 5 durch Zünden des Ventils 4.6 das Ventil 4.4 bzw. durch Zünden von Ventil 4.5 das Ventil 4.3 gelöscht und anschließend der Kondensator 5 umgeladen.

Bei Verwendung der Schaltung als Netzstromrichter in einem Drehstromantriebssystem mit eingepprägtem Strom kann zur Verlustdeckung bei Bremsbetrieb mit kleinster vom Motor gelieferten Bremsleistung die Folgebrücke 3 mit Sekundärwicklung 2a des Haupttransformators 2 mit zur Energielieferung herangezogen werden. Der Strom verläuft dann bei geöffnetem Fahrschütz 9 von der Minusklemme über die Ventile 4.4, 4.3, 3.4, Wicklung 2a, Ventil 3.1, Lastdrossel 6, Plusklemme oder für die nächste Halbwelle von Minusklemme, Ventile 4.4, 4.3, 3.2, Wicklung 2a, Ventil 3.3, Lastdrossel 6, Plusklemme .

#### Gleichspannungseinspeisung

Hierbei ist der Systemumschalter 17 in <sup>der oberen</sup> Stellung "=", der Kontakt 20 ist geschlossen, und die Schalter 21 und 22 sind geöffnet. Weiterhin ist das Fahrschütz 9 beim Fahren geschlossen und beim Bremsen geöffnet sowie der Stromabnehmer 1.1 für Wechselspannung abgelegt und/oder ein entsprechender Hauptschalter offen.

Im Zustand "Treiben" fließt der Strom aus dem Gleichspannungsnetz und die Drossel 7 bzw. aus dem Netzkondensator 8 über das Fahrschütz 9, Systemumschalter 17, Lastdrossel 6 in die Last und von dort über den gezündeten Gleichstromsteller aus den Ventilen 4.4 und 4.3, Schalter 20 zurück. Die Polarität des Kommutierungskondensators ist dabei beliebig.

Es folgt ein Zustand "Löschen Treiben", bei dem - wie bereits für Wechselspannungsbetrieb beschrieben - je nach Aufladung des Kommutierungskondensators 5 einer der beiden Löschthyristoren 4.5 oder 4.6 gezündet wird und die Kondensatorentladung das Ventil 4.3 oder 4.4 löscht. Nach erfolgreichem Umladen des Kommutierungskondensators 5 ergibt sich der Zustand "Freilauf Fahren", bei dem der Strom über die als Freilaufdiode wirkenden Ventile 4.1 und 4.2 fließt.

Im Zustand "Netzbremse" ist Fahrschütz 9 geöffnet und der Strom fließt über die Freilaufventile 4.2 und 4.1 in den Netzkondensator 8 und in das Netz, was einer Energierücklieferung entspricht. Nach Erreichen der zulässigen Spannung am Netzkondensator 8 kann der Bremsthyristor 13 gezündet und die weitere Bremsenergie im Bremswiderstand 14 in Wärme umgesetzt werden.

Im Zustand "Freilauf Bremsen" sind die Gleichstromsteller-Ventile 4.4 und 4.3 gezündet und der Strom fließt über diese Ventile und die als Bremsdioden wirkenden Ventile 3.1 und 3.2.

Analog dem geschilderten Zustand bei Wechselstrombetrieb kann auch bei Gleichstrombetrieb ein Zusteuern von Leistung aus dem Netz beim Bremsen mit kleiner Generatorleistung erforderlich sein. Das exakte Zuschalten kann über ein zusätz-

liches Schütz 18 und einen Widerstand 19 unter Benutzung des gezündeten Ventils 3.3 als Überbrückungsthyristor erfolgen.

Die bei Gleichstromstellerbetrieb durch Verwendung jeweils eines Zweigpaares als eine Funktionsgruppe vorgegebene Reihenschaltung von jeweils zwei Ventilen läßt bei Gleichspannungsbetrieb eine ähnliche Stellerspannung zu, wie die Gleichspannung bei der Folgeschaltung in Wechselspannungsbetrieb.

Die als LUB-Schaltung bekannte Grundsaltung stellt eine bewährte und am Markt eingeführte Lösung für elektrische Triebfahrzeuge dar. Die erfindungsgemäße Erweiterung der Schaltung nur um wenige Bauteile erschließt zusätzlich den Anwendungsbereich für Mehrsystemfahrzeuge vorzugsweise in Drehstromantriebstechnik an Gleich- und Wechselspannungsnetzen.

## Patentansprüche

1. Schaltung für den Fahr- und Bremsbetrieb elektrischer Triebfahrzeuge, insbesondere für Stromsystemwechsel z.B. bei grenzüberschreitendem Verkehr, unter Verwendung einer Folgeschaltung aus einer löschbaren, unsymmetrisch halbgesteuerten Brücke und einer unsymmetrisch halbgesteuerten Brücke, bei der beide Brücken getrennt vom Wechselspannungsnetz einspeisbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß gleichsinnig parallel zwischen dem löschbaren und dem nicht steuerbaren Ventilzweigpaar (4.3/4.4 und 4.1/4.2) der löschbaren Brücke (4) die Reihenschaltung eines Bremswiderstandes (14) und eines Thyristors (13) angeordnet ist und zwischen den Kathoden der angrenzenden 3 Ventile (4.1, 13 und 4.3) je ein Schalter (9 bzw. 17 ) liegt, von denen der Schalter auf der Seite zum nicht steuerbaren Ventilzweigpaar (4.1/4.2) als Fahrschutz (9) bei Bremsbetrieb geöffnet und bei Fahrbetrieb geschlossen ist und

der Schalter auf der Seite zum löschraren Ventilzweigpaar (4.3/4.4) als Umschalter (17 ) dient, der bei Wechselspannungsbetrieb die Kathoden der angrenzenden Ventile (13 und 4.3) und bei Gleichspannungsbetrieb die Gleichstromeinspeisung (Punkt A) über das Fahrschütz ( 9) unter Umgehung der Folgebrücke (3) direkt mit dem Lastkreis verbindet, wobei der Stromrücklauf über die löschraren Ventilzweige (4.4, 4.3) <sup>und/oder die zugeordneten \*)</sup> einem zwischen der Kathodenseite (Punkt C) des löschraren Ventilzweigpaares (4.3/4.4) und der Masse (M) liegenden Schalter ( 20 ) erfolgt.

2. Schaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei Gleichspannungsbetrieb die Verbindungen zu den Wechselspannungseinspeisepunkten der beiden Brücken (3 und 4) durch Schalter ( 21 und 22 ) unterbrochen sind und die Gleichspannung (+) auf der Kathodenseite (Punkt A) des nichtsteuerbaren Ventilzweigpaares (4.1/4.2) der löschraren Brücke (4) angeschlossen ist.
3. Schaltung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß parallel zur Gleichspannungseinspeisung (Punkt A) der löschraren Brücke (4) und der Masse (M) ein Netzkondensator (8) gelegt ist.
4. Schaltung nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei Fahrbetrieb und Anliegen einer Gleichspannung das rechte löschrare Ventilzweigpaar (4.3/4.4) der löschraren Brücke (4) als Gleichstromsteller und das linke nicht steuerbare Ventilzweigpaar (4.1 und 4.2) als "Freilauf" wirksam ist.

\*) Löschrthyristoren (4.6, 4.5) sowie

5. Schaltung nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei Betrieb "Netzbremse" und Anliegen einer Gleichspannung für eine Rückspeisung in <sup>das</sup> Netz das ungesteuerte linke Ventilzweigpaar (4.1/4.2) der löschraren Brücke (4) und das rechte ungesteuerte Ventilzweigpaar (3.1/3.2) der Folgebrücke (3) stromführend sind.
6. Schaltung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß für den Freilauf im Bremsbetrieb die Stromführung über das rechte löschrare Ventilzweigpaar (4.3/4.4) der löschraren Brücke (4) und das rechte ungesteuerte Ventilzweigpaar (3.1/3.2) der Folgebrücke (3) verläuft.
7. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für Zusatzeinspeisung aus dem Gleichspannungsnetz beim Bremsen mit kleiner Leistung ein Schalter (18) mit Reihenwiderstand (19) zwischen der Gleichstromeinspeisung (Punkt A) und dem Teilerpunkt des linken ungesteuerten Ventilzweigpaares (3.3/3.4) der Folgebrücke (3) vorgesehen ist, über den\*) die Stromführung in den Lastkreis erfolgt mit Rücklauf an Masse (M) über das rechte löschrare Ventilzweigpaar (4.3/4.4) der löschraren Brücke (4).
8. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für Zusatzeinspeisung aus dem Wechselspannungsnetz beim Bremsen mit kleiner Leistung die Stromführung über die Sekundärwicklung (2a) der Folgebrückeneinspeisung, über Diagonalventile (3.3 und 3.2 bzw. 3.1 und 3.4) der Folgebrücke (3) und das rechte löschrare Ventilzweigpaar (4.3/4.4) der löschraren Brücke (4) erfolgt.

\*) nach Zünden des einen Ventiles (3.3)

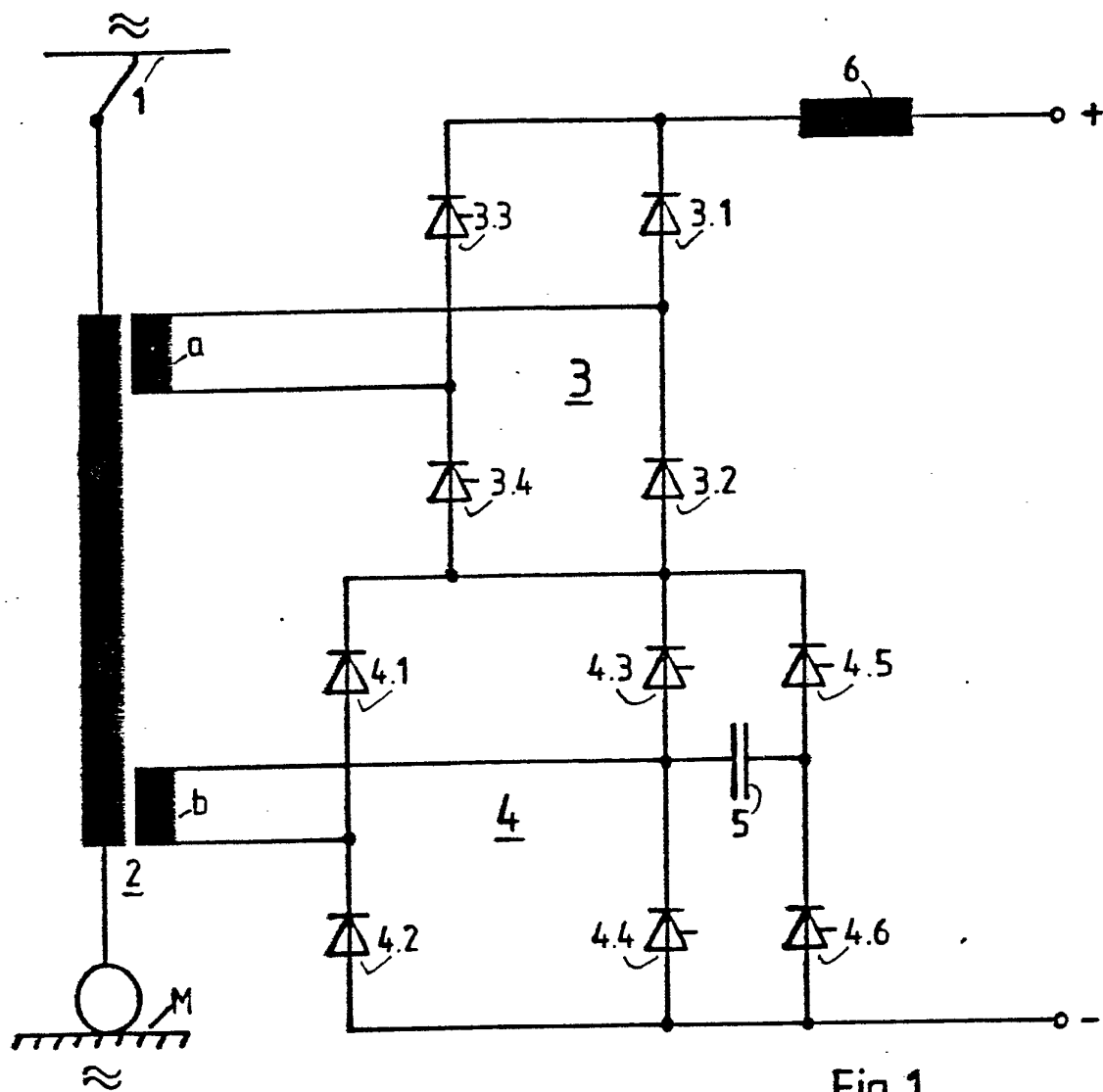


Fig.1

