

(12)

# PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1102/91

(51) Int.Cl.<sup>5</sup> : **B60L 15/00**

(22) Anmeldetag: 31. 5.1991

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 5.1994

(45) Ausgabetag: 27.12.1994

(56) Entgegenhaltungen:

DE-053433888

(73) Patentinhaber:

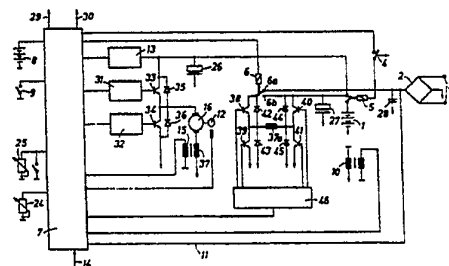
STEYR-DAIMLER-PUCH AKTIENGESELLSCHAFT  
A-1010 WIEN (AT).

(72) Erfinder:

BITSCH OTMAR DIPL.ING.  
GRAZ, STEIERMARK (AT).

## (54) REGELSCHALTUNG FÜR BATTERIEBETRIEBENE ELEKTROFAHRZEUGE

(57) Für batteriebetriebene Elektrofahrzeuge, die eine über ein an ein Versorgungsnetz (3) anschließbares Bordladegerät mit Gleichrichterschaltung (2) aufladbare Batterie (1) und wenigstens einen Elektromotor (16) aufweisen, ist eine Regelschaltung mit einem mit einem Mikroprozessor (7) versehenen Regler vorgesehen, der mit Fühlern (10, 11, 13, 15) für Betriebsparameter des Fahrzeuges, der Batterie (1) und des Motors (16) verbundene Eingänge sowie Steuereingänge (9, 24, 25) zur Eingabe von Fahrbefehlen, insbesondere für Fahrtrichtung, Fahrgeschwindigkeit und Bremsung, aufweist und den Stromdurchfluß wenigstens einer Motorwicklung (37a) nach einem durch die an den Eingängen anstehenden Signale beeinflussten Steuerprogramm über kontaktlose elektronische Regelschalter mit Leistungsein- und Ausgängen und Regeleingängen, insbesondere über von ihm angesteuerte Transistoren (38 bis 41), die durch gegengeschaltete Dioden (42 bis 45) überbrückt sind, steuert. Zur Vereinfachung des Gesamtaufbaues ist die wenigstens eine Motorwicklung (37a) mit den zugeordneten elektronischen Regelschaltern (42, 43) über einen Umschalter (6) als Regelkreis in einen vom Mikroprozessor (7) nach einem vorgegebenen Regelprogramm geregelten Ladestromkreis zwischen Gleichrichterschaltung (2) und Batterie (1) einschaltbar.



Die Erfindung betrifft eine Regelschaltung für batteriebetriebene Elektrofahrzeuge, die eine über ein an ein Versorgungsnetz anschließbares Bordladegerät mit Gleichrichterschaltung aufladbare Batterie und wenigstens einen Elektromotor aufweisen, für den ein mit einem Mikroprozessor versehener Regler vorgesehen ist, der mit Fühlern für Betriebsparameter des Fahrzeuges, der Batterie und des Motors verbundene Eingänge sowie Steuereingänge zur Eingabe von Fahrbefehlen, insbesondere für Fahrtrichtung, Fahrgeschwindigkeit und Bremsung, aufweist und den Stromdurchfluß wenigstens einer Motorwicklung nach einem durch die an den Eingängen anstehenden Signale beeinflussten Steuerprogramm über kontaktlose elektronische Regelschalter mit Leistungsein- und -ausgängen und Regeleingängen, insbesondere über von ihm angesteuerte Transistoren, die durch gegengeschaltete Dioden überbrückt sind, steuert. Neben einer derartigen aus der Praxis bekannten Regelschaltung ist aus der DE-A1-34 33 888 eine Regelschaltung bekannt, bei der zusätzlich Teilbatterien abhängig von der momentanen Belastung über Halbleiterschalter zu- und abgeschaltet werden.

Unter den batteriebetriebenen Elektrofahrzeugen werden in der Folge Fahrzeuge mit reinem Batteriebetrieb und auch Fahrzeuge mit Hybridantrieb verstanden, bei denen z. B. für die Überlandfahrt eine Brennkraftmaschine und für die Stadtfahrt ein oder mehrere Elektromotoren eingesetzt werden. Bei allen diesen Fahrzeugen muß eine Möglichkeit vorgesehen werden, die Fahrbatterie oder -batterien über eine Gleichrichterschaltung an einem Versorgungsnetz aufzuladen.

Für die Optimierung der Batterieaufladung sollen bzw. müssen verschiedene Bedingungen eingehalten werden, um einerseits die benötigte Aufladezeit in vernünftigen Grenzen zu halten und andererseits eine ausreichende Lebensdauer der Batterie zu gewährleisten. Es ist deshalb notwendig, auch im Aufladekreis Regeleinrichtungen vorzusehen, die die Aufladung abhängig vom momentanen Aufladezustand und der Art der Batterie durch Strom/Spannungsregelung nach batteriespezifischen Kennlinien regeln, wobei zusätzlich noch die Möglichkeit vorgesehen werden kann, für Notfälle eine Schnellaufladung unter etwas stärkerer Beanspruchung der Batterie und bei genügender zur Verfügung stehender Aufladezeit die für die jeweilige Batterie und den Aufladezustand günstigste Aufladung zu regeln. Für die Batterieaufladung werden bisher in einem eigenen Bordladegerät gesonderte meist über einen Mikroprozessor gesteuerte Regelschaltungen mit zu- und abschaltbaren Vorwiderständen, Impedanzen usw. vorgesehen, wobei über den Mikroprozessor bevorzugt in einem Impulsregelverfahren durch Einstellung der Höhe und Länge aufeinanderfolgender Stromimpulse bzw. durch das Einschalt/Pausenverhältnis die Regelung vorgenommen wird. Die Regeleinrichtung des Bordladegerätes stellt bisher mit ihren Zusatzeinrichtungen ein gesondertes, aufwendiges und Preis und Gewicht des Fahrzeuges erhöhendes Aggregat dar.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung einer Regelschaltung der eingangs genannten Art, bei der der zusätzliche Aufwand für das Bordladegerät bei Beibehaltung der Möglichkeit einer sicheren und schonenden Batterieaufladung auf ein Minimum reduziert wird.

Die gestellte Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die wenigstens eine Motorwicklung mit den zugeordneten elektronischen Regelschaltern über einen Umschalter als Regelkreis in einen vom Mikroprozessor nach einem vorgegebenen Regelprogramm geregelten Ladestromkreis zwischen Gleichrichterschaltung und Batterie einschaltbar ist.

Der Grundgedanke der Erfindung besteht somit darin, die für die Motorwicklung bzw. Wicklungen vorhandenen Regeleinrichtungen und die Wicklung des stillstehenden Motors selbst als wesentlichen Bestandteil des Bordladegerätes zu verwenden, so daß bei der einfachsten Ausführung gegenüber der normalen Regelschaltung für den Motor nur der zusätzliche Umschalter und eine Erweiterung des Steuerprogrammes des Mikroprozessors für den Ladebetrieb erforderlich werden. Selbstverständlich wird auch der Netzanschluß mit Gleichrichterschaltung für die Aufladung der Batterie benötigt, die wesentlichen, teuren und voluminösen Bestandteile der bisher üblichen Regeleinrichtungen des Bordladegerätes können aber wegfallen.

Im Rahmen der Erfindung sind je nach Motor- und Batterietype und nach dem Grundaufbau der Regelschaltung für den Motor verschiedenste Varianten möglich. Vor allem kann man im Bedarfsfall die Impedanz bzw. den Scheinwiderstand durch Änderung der Schaltung der Motorwicklungen oder Serien- oder Parallelschaltungen von Teilen der Motorwicklungen an die momentan für den Aufladezustand günstigsten Werte anpassen und auch Schaltungsänderungen vornehmen, je nachdem, ob der Regelkreis als sogenannter Abwärtswandler, bei dem die Ladespannung für die Batterie kleiner als die Netzspannung sein soll oder als Aufwärtswandler, bei dem die Ladespannung höher als die Netzspannung ist, eingesetzt werden soll. Vorteilhaft ist hier auch, daß der Regler für den Motorbetrieb von Haus aus meist ein relativ aufwendiger Regler ist, wie er normalerweise bei üblichen Ladegeräten nicht eingesetzt wird. Man kann deshalb Ladefunktionen steuern, wie sie mit einem normalen Ladegerät kaum durchführbar sind. Es ist unter anderem möglich, über die Gleichrichterschaltung einen welligen Gleichstrom zu erzeugen und über die Regelschaltung, je nach dem Momentanwert der Gleichspannung aufwärts oder abwärts zu regeln.

Dabei werden Blindverluste vermieden, so daß die durch die Absicherung der meisten Steckdosen begrenzte Netzleistung voll ausgenützt und damit die Ladezeit bei gegebener maximaler Netz- bzw. Gleichrichterleistung wesentlich, in der Praxis größenordnungsmäßig um 30 % verkürzt werden kann.

Für eine genaue Anpassung ist es auch denkbar, für den Ladebetrieb zusätzlich zu vorhandenen Teilen  
 5 der Wicklung gesonderte Impedanzen oder Widerstände in den Regelkreis einzuschalten, doch dienen diese nur dem Abgleich und sind im Verhältnis zur Wicklung selbst bzw. den bisher bei Bordladegeräten verwendeten Abgleichelementen klein und billig.

Eine bevorzugte Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes besteht darin, daß für jede geregelte Motorwicklung wenigstens zwei mit ihren Leistungsteilen in Serie geschaltete Transistoren und sie über-  
 10 brückende gegengeschaltete Dioden sowie gesondert vom Mikroprozessor ansteuerbaren Steuereingängen vorgesehen sind, wobei die Motorwicklung zwischen den beiden Leistungsstufen der Transistoren angeschlossen ist. Eine entsprechende Schaltung wird vorgesehen, wenn der andere Wicklungsanschluß z. B. bei einer Wechselstrommaschine als Motor zu einer Bürste am Kommutator führt bzw. der Motor als Drehstrommotor ausgeführt wird, dessen Phasenwicklungen vom Regler mit dem durch Steuerung der  
 15 Regelschalter entsprechend umgewandelten Batteriestrom versorgt werden und untereinander in Stern- oder Dreieckschaltung verbunden sind. Bei einem Wechselstrommotor kann man hier je nach der Art der momentanen Regelung (Auf- oder Abwärtsregelung) nur die eine oder beide Phasenwicklungen in den Regelkreis für die Batterieaufladung bei stillstehendem Motor einbeziehen.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß die wenigstens eine Motorwicklung aus zwei oder  
 20 mehreren Teilwicklungen besteht, die für den Fahrbetrieb in Serie geschaltet und zur Anpassung der Impedanz für den Ladebetrieb über den Umschalter oder einen gemeinsam mit diesem betätigbaren Schalter in einer Parallel- oder gemischten Serien-Parallel-schaltung verbindbar sind. Eine entsprechende Ausbildung ist vor allen Dingen dann vorteilhaft, wenn von Haus aus eine aus mehreren Teilwicklungen gebildete Motorwicklung vorhanden ist, doch lassen sich auch viele bisher durchgehend hergestellte  
 25 Wicklungen ohne wesentliche Erhöhung des Gesamtaufwandes aus Teilwicklungen aufbauen, um so die erwähnte zusätzliche Verwendungsmöglichkeit zu gestatten.

Nach einer weiteren Möglichkeit ist vorgesehen, daß bei Ausbildung des Motors als fremderregter Gleichstrommotor beide Anschlüsse der Erregerwicklung in einer H-Brückenschaltung an den Verbindungs-  
 stellen paarweise in Serie geschalteter, durch gegengeschaltete Dioden überbrückter Transistoren ange-  
 30 schaltet sind. Eine derartige Schaltung ermöglicht beim Motorbetrieb eine äußerst genaue Einregelung des gewünschten Erregerstromes hinsichtlich der Stromstärke und der Stromrichtung und erlaubt auch bei der Verwendung dieser Schaltung für die Batterieaufladung wahlweise die Einschaltung verschiedener Regelar-  
 ten, insbesondere wahlweise eine Aufoder Abwärtsregelung der Aufladung.

Weitere Einzelheiten und Vorteile des Erfindungsgegenstandes entnimmt man der nachfolgenden  
 35 Zeichnungsbeschreibung.

In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielweise veranschaulicht. Es zeigen

Fig. 1 , das Prinzipschalt-schema einer Regelschaltung für ein mit einem fremderregten Gleichstrom-  
 motor ausgestattetes Elektrofahrzeug,

Fig. 2 das Prinzipschalt-schema einer Regelschaltung für ein mit einem Drehstrommotor ausgestatte-  
 40 tes Elektrofahrzeug,

Fig. 3 und 4 die beim Batterieladebetrieb wirksam werdenden Teile der Regelschaltung nach Fig. 1  
 beim Einsatz als Abwärts- bzw. Aufwärtswandler,

Fig. 5 eine mögliche Variante der Erregerwicklung,

Fig. 6 die beim Ladebetrieb wirksam werdenden Teile der Regelschaltung nach Fig. 2 für im Stern  
 45 geschaltete Motorwicklungen und

Fig. 7 eine der Fig. 6 entsprechende Darstellung für im Dreieck geschaltete Motorwicklungen.

Bei den Schaltungen nach den Fig. 1 und 2 ist für ein Elektrofahrzeug jeweils eine Fahrbatterie 1, eine Gleichrichterschaltung 2 mit Anschlüssen 3 für ein Versorgungsnetz zur Wiederaufladung der Batterie, ein  
 50 Notschalter 4 mit zugeordnetem, als Relais ausgebildeten Ein-Ausschalter 5 für die Batterie, ein Umschal-  
 relais 6 mit Schaltstellung 6a für den Ladebetrieb und Schaltstellung 6b für den Motorbetrieb und ein Teil  
 einer Steuereinrichtung bildender Mikroprozessor 7 vorhanden, für den eine eigene Versorgungsbatterie 8  
 vorgesehen ist. Der Mikroprozessor 7 ist über einen eigenen EinAusschalter 9 aktivierbar und besitzt  
 55 Eingänge für Betriebsparameter, nämlich unter anderem einen mit einem Batteriestromwandler 10 verbun-  
 denen Eingang, eine Eingangsleitung 11 zur Erfassung der Netzspannung, einen mit einem Drehzahlfühler  
 12 für den Motor verbundenen Eingang, einen mit einem Spannungswandler 13 für die Batteriespannung  
 verbundenen Eingang, nur durch einen Pfeil 14 angedeutete Eingänge für die Motor- bzw. Batterietempera-  
 tur und nach Fig. 1 einen mit einem Stromwandler 15 für den in der Feldwicklung eines fremderregten  
 Gleichstrommotors 16 fließenden Strom verbundenen Eingang und nach Fig. 2 drei Eingänge, die mit

Stromwandlern 17, 18, 19 an den drei Phasenwicklungen 20, 21, 22 eines Drehstrommotors 23 verbunden sind. Zusätzlich zu diesen Eingängen für Betriebsparameter sind in beiden Fällen Eingänge für einen Fahrbetriebsregler 24 und einen Bremsregler 25 vorgesehen, wobei die Schaltung so getroffen ist, daß in beiden Fällen der Motor 16 bzw. 23 im Bremsbetrieb als Generator arbeitet und die Batterie auflädt. In der  
5 Schaltung sind noch in beiden Fällen in bekannter Weise Puffer- und Glättungskondensatoren 26, 27, 28 vorhanden.

In den Mikroprozessor 7 integriert oder in einem gesonderten Speicher abgelegt sind Steuerprogramme abgespeichert, nach denen der Mikroprozessor 7 nach den erfaßten Parametern und den Signalen aus den Befehlseingängen 24, 25 den Motor 16 bzw. 23 für den Fahrbetrieb steuert bzw. bei stillstehendem Motor  
10 und eingestelltem Ladebetrieb die Batterieaufladung regelt. Dabei kann vorgesehen werden, daß das Relais 6 grundsätzlich bei Stillstand des Motors und Anliegen einer Spannung an 3 die Schaltstellung 6a ansteuert.

Der Mikroprozessor 7 besitzt Ausgänge 29, 30, die zu seriellen Schnittstellen und Anzeigeeinrichtungen führen.

Bei der Ausführung nach Fig. 1 ist der Motor 16 als fremderregter Gleichstrommotor ausgeführt. Für  
15 den Motorbetrieb steuert der Mikroprozessor 7 über entsprechende Ausgänge und Treiberstufen 31, 32 die Steuereingänge von Zwei Transistoren 33, 34 an, die bezogen auf die Batteriespannung (der Schalter 6 befindet sich in Schaltstellung 6b) in Serie geschaltet und jeweils durch gegengeschaltete Dioden 35, 36 überbrückt sind. Die Verbindungsstellen der beiden Transistoren 33, 34 und der Dioden 35, 36 sind mit den Bürsten des Gleichstrommotors 16 und damit mit der Feldwicklung 37 verbunden.

Für die Erregerwicklung 37a ist in der ersichtlichen Steuerschaltung eine H-Brückenschaltung aus vier  
20 Transistoren 38 bis 41 mit gegengeschalteten Dioden 42 bis 45 vorgesehen. Die Transistoren 38 bis 41 sind vom Mikroprozessor 7 über Treiber-Decodierstufen 46 ansteuerbar, wodurch die Stromstärke und die Stromrichtung in der Erregerwicklung 37a über Impulsregelverfahren genau eingeregelt werden kann. Die Regelung erfolgt dabei, wie erwähnt, nach dem für den Mikroprozessor 7 eingespeicherten Fahrprogramm.  
25 Soweit die Schaltung bisher beschrieben wurde, ist sie dem Prinzip nach für die Motorregelung eines Gleichstrommotors auf einem Elektrofahrzeug bekannt.

Für den Ladebetrieb wird der Relaischalter 6 in die Stellung 6a verstellt und der Motor 16 steht still. Der Mikroprozessor 7 erhält über seine Eingänge Informationen über die an der Gleichrichterschaltung 2 erzeugte Ladespannung, die momentane Batteriespannung, die Batterietemperatur, den Ladezustand der  
30 Batterie usw. Abhängig von der Batterietype und den eingegebenen Parametern wählt der Mikroprozessor aus seinem Speicherprogramm das spezifische Programm bzw. aufgrund des Ladezustandes der Batterie den momentanen Arbeitspunkt auf der ausgewählten Ladekennlinie an, nach der die Aufladung der Batterie erfolgen soll. Durch Ansteuerung der Transistoren 38 bis 41 entsprechend diesem Programm wird aus der Erregerwicklung 37a und den Transistoren 38 bis 41 unter Einbeziehung der gegengeschalteten Dioden 42  
35 bis 45 ein Regelkreis gebildet, über den die Aufladung der Batterie 1 gemäß der angesprochenen Kennlinie bzw. dem vorabgespeicherten Programm geregelt und bei Erreichen des gewünschten Aufladezustandes unterbrochen wird.

Bei einer möglichen Schaltung für die sogenannte Abwärtsregelung, bei der die Ladespannung unter der Netzspannung am Ausgang des Gleichrichters 2 liegt, werden gemäß Fig. 3 die Transistoren 39, 40 und  
40 41 gesperrt und der Transistor 38 wird vom Mikroprozessor 7 über die Decoder-Treiberstufe 46 getaktet eingeschaltet, wobei die Taktlänge bzw. das Verhältnis Takt/Pausenzeit den mittleren Ladestrom an der Batterie 1 bestimmt und die Wicklung 37a als Impedanz im Ladestromkreis liegt.

Im Gegensatz dazu zeigt Fig. 4 eine Schaltung der genannten Elemente als Aufwärtswandler. Bei dieser Variante wird der Transistor 38 bleibend durchgeschaltet und der Transistor 41 wird getaktet, so daß an der  
45 nach 27 wie in Fig. 3 angeschlossenen Batterie 1 eine Ladespannung auftritt, die über der Netzspannung liegt.

Die Impedanz der Erregerwicklung 37a wird in manchen Fällen relativ hoch sein. Um den Scheinwiderstand herabzusetzen, kann man gemäß Fig. 5 eine z. B. in vier Teilwicklungen 47, 48, 49, 50 aufgeteilte Erregerwicklung 37a verwenden und den Umschalter 6 bzw. einen weiteren entsprechend dem Relais 6  
50 ansprechenden Umschalter 51 vorsehen, der mit einem Kontakt 52 für den Motorbetrieb die Teilwicklungen 47 bis 50 in Serienschaltung in den Regelkreis einbindet und mit weiteren Kontakten 52, 54, 55, 56 bei Umschaltung auf den Ladebetrieb unter Abtrennung der Serienschaltung durch Öffnen des Kontaktes 52 die Teilwicklungen 47 bis 50 parallel schaltet.

Auch gemischte Serien-Parallelschaltung einzelner Teilwicklungen sind zur Erzielung der gewünschten  
55 bzw. günstigsten Impedanz für den Ladebetrieb möglich und man könnte mit Hilfe weiterer Kontakte des Schalters 51 auch nur für den Ladebetrieb Widerstände oder Impedanzen der Wicklung 37a zuschalten.

Bei der Ausführung nach Fig. 2 ist jeder Phasenwicklung 20 bis 22 eine vom Mikroprozessor 7 angesteuerte Decoder-Treiberstufe 57, 58, 59 zugeordnet, wobei jede dieser Stufen zwei mit ihrem

Leistungsteil in Serie geschaltete Transistoren 60, 61, 62, 63, 64, 65 steuert, denen wieder Dioden 66 bis 71 in Gegenschaltung zugeordnet sind. Beim Motorbetrieb erfolgt durch gepulste Einschaltung der Wicklungen 20 bis 22 der Antrieb, wobei die Motordrehzahl, vorzugsweise zunächst nach der Spannung und bei Erreichen der Endspannung durch Frequenzregelung der Erregerfrequenz entsprechend den vorgegebenen Fahrparametern eingeregelt wird.

Die Wicklungen 20 bis 22 können in Stern- oder Dreieckschaltung verbunden sein, wie dies noch im Zusammenhang mit den Fig. 6 und 7 erläutert wird. Ein Wechselstrommotor als Fahr-motor 23 hätte im Regelkreis das gleiche Schaltschema wie der Regelkreis für den Drehstrommotor nach Fig. 2, wobei die Wicklungen 20, 21 die Phasenwicklungen des Wechselstrommotors sein könnten und an Stelle der Wicklung 22 ein direkter über die Transistoren 64 und 65 gesteuerter Zugang zur dritten Kommutatorbürste regelbar wäre. Für den Laderegelbetrieb kann man hier durch entsprechend Schaltung der Transistoren 60, 61 bzw. 62, 63 wahlweise die Wicklung 20 (Abwärtswandler) oder die Wicklungen 20, 21 (Aufwärtswandler) in den Ladekreis für die Batterie 1 einbeziehen.

Bei einer Sternschaltung der Motorwicklungen 20 bis 22 nach Fig. 6 werden, ebenso wie bei einer Dreieckschaltung nach Fig. 7, jeweils die Transistoren 60 für sich und die Transistoren 63, 65 gemeinsam entsprechend dem gewählten Steuerprogramm vom Mikroprozessor über die Decoder-Treiberstufen getaktet aus- und eingeschaltet, um auf diese Weise eine Anpassung an die ausgewählte Auflade-Kennlinie für die Batterie 1 zu erhalten.

## 20 Patentansprüche

1. Regelschaltung für batteriebetriebene Elektrofahrzeuge, die eine über ein an ein Versorgungsnetz anschließbares Bordladegerät mit Gleichrichterschaltung aufladbare Batterie und wenigstens einen Elektromotor aufweisen, für den ein mit einem Mikroprozessor versehener Regler vorgesehen ist, der mit Fühlern für Betriebsparameter des Fahrzeuges, der Batterie und des Motors verbundene Eingänge sowie Steuereingänge zur Eingabe von Fahrbefehlen, insbesondere für Fahrtrichtung, Fahrgeschwindigkeit und Bremsung, aufweist und den Stromdurchfluß wenigstens einer Motorwicklung nach einem durch die an den Eingängen anstehenden Signale beeinflussten Steuerprogramm über kontaktlose elektronische Regelschalter mit Leistungsein- und Ausgängen und Regeleingängen, insbesondere über von ihm angesteuerte Transistoren, die durch gegengeschaltete Dioden überbrückt sind, steuert, **dadurch gekennzeichnet**, daß die wenigstens eine Motorwicklung (22 bis 22, 37a) mit den zugeordneten elektronischen Regelschaltern (42, 43; 60 bis 65) über einen Umschalter (6) als Regelkreis in einen vom Mikroprozessor (7) nach einem vorgegebenen Regelprogramm geregelten Ladestromkreis zwischen Gleichrichterschaltung (2) und Batterie (1) einschaltbar ist.
2. Regelschaltung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet** daß für jede geregelte Motorwicklung (20 bis 22, 37, 37a) wenigstens zwei mit ihrem Leistungsteil in Serie geschaltete Transistoren (33, 34, 38, 39, 60 bis 65) und sie überbrückende gegengeschaltete Dioden (35, 36, 42, 43, 66 bis 71) sowie gesondert vom Mikroprozessor (7) ansteuerbaren Steuereingängen vorgesehen sind, wobei die Motorwicklung zwischen den beiden Leistungstufen der Transistoren angeschlossen ist.
3. Regelschaltung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die wenigstens eine Motorwicklung (37a) aus zwei oder mehreren Teilwicklungen (47 bis 50) besteht, die für den Fahrbetrieb in Serie geschaltet und zur Anpassung der Impedanz für den Ladebetrieb über den Umschalter (6) oder einen gemeinsam mit diesem betätigbaren Schalter (51 bis 56) in einer Parallel- oder gemischten Serien-Parallelschaltung verbindbar sind.
4. Regelschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei Ausbildung des Motors als fremderregter Gleichstrommotor (16) beide Anschlüsse der Erregerwicklung (37a) in einer H-Brückenschaltung an den Verbindungsstellen paarweise in Serie geschalteter, durch gegengeschaltete Dioden (42 bis 45) überbrückter Transistoren (38 bis 41) angeschaltet sind.

Hiezu 4 Blatt Zeichnungen

FIG.1

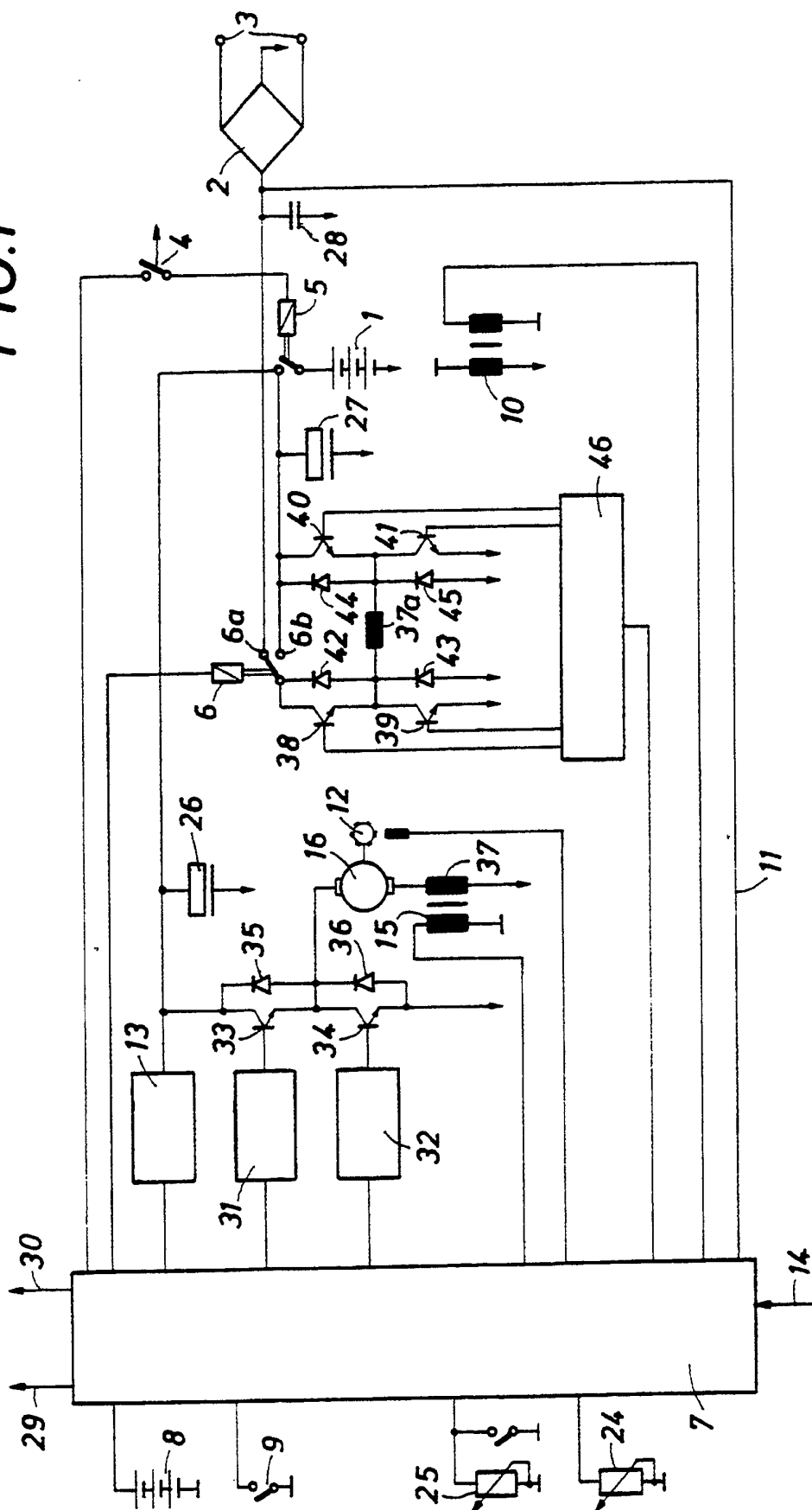
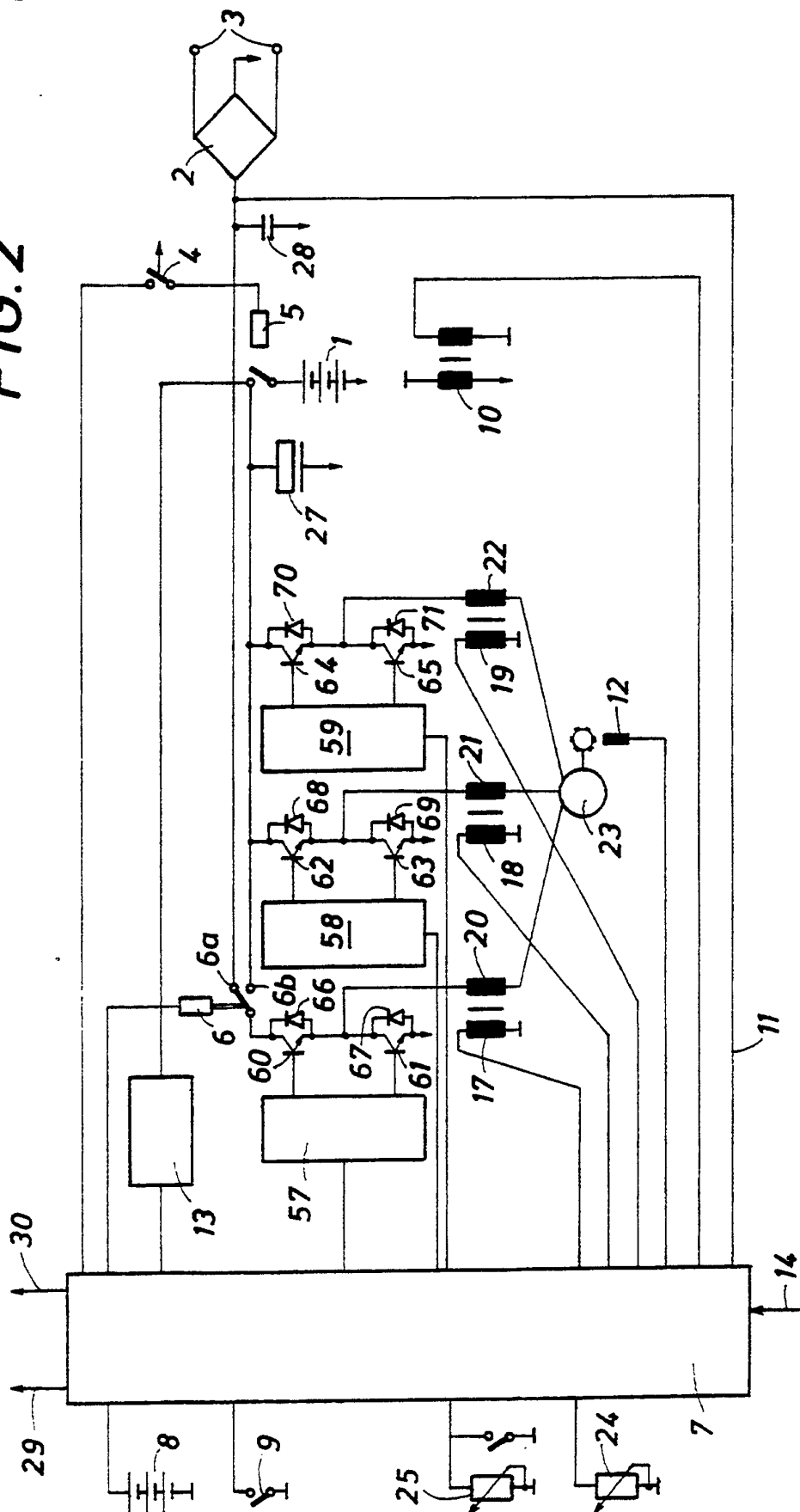
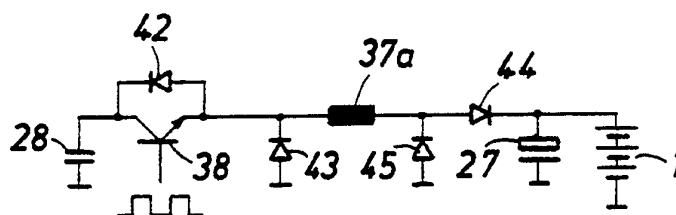


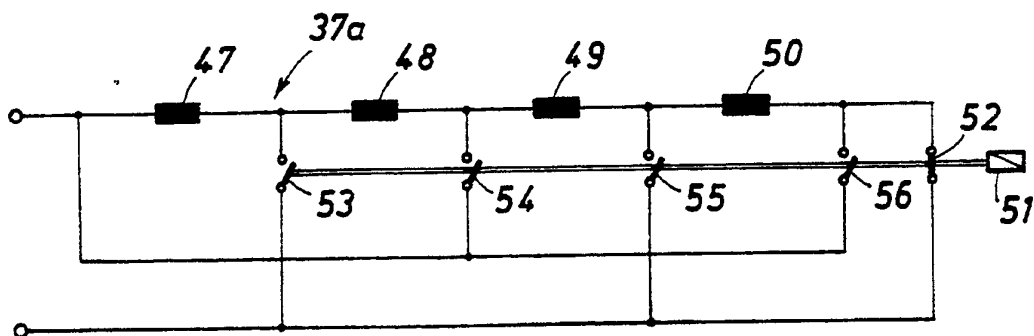
FIG. 2



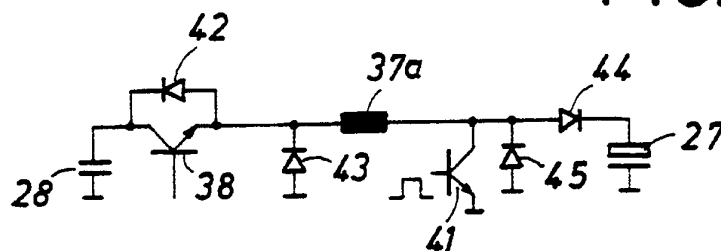
**FIG. 3**



**FIG. 5**

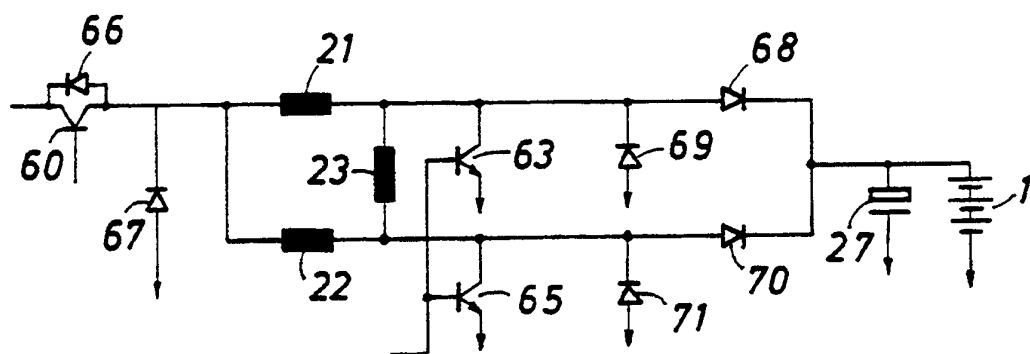


**FIG. 4**





**FIG.7**



**FIG.6**

