

51

Int. Cl.:

H 02 p, 13/14

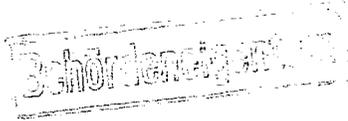
BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Deutsche Kl.: 21 d2, 12/02



10

11

# Offenlegungsschrift 2 306 603

21

Aktenzeichen: P 23 06 603.7-32

22

Anmeldetag: 10. Februar 1973

43

Offenlegungstag: 14. August 1974

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: —

33

Land: —

31

Aktenzeichen: —

54

Bezeichnung: Fahrspannungsregler insbesondere für Modellbahnen

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder: Trix Mangold GmbH & Co, 8510 Fürth

Vertreter gem. §16PatG: —

72

Als Erfinder benannt: Albrecht, Günter, 8500 Nürnberg

Prüfungsantrag gemäß § 28 b PatG ist gestellt

DT 2 306 603

2306603

PATENTANWÄLTE  
**DR. MAX SCHNEIDER**  
**DR. ALFRED EITEL**  
**ERNST CZOWALLA**

DIPL. ING. - DIPL. LDW.

**NÜRNBERG**

Fernsprech-Sammel-Nr. 20 39 31

Bankkonten:

Deutsche Bank A.G. Nürnberg Nr. 03/30688

Hypobank Nürnberg Nr. 156 / 274 500

Postscheck-Konto: Ami Nürnberg Nr. 383 05

Drahtanschrift: Norispatent

diess.Nr. 25 330/Ma-Wu

3500 NÜRNBERG 6, den 10. 11. 53  
Abhofach, Königstraße 1 (Museumsbrücke)

Firma Trix Mangold GmbH & Co, 8500 Nürnberg, Kreul-  
straße 40

"Fahrspannungsregler ins-  
besondere für Modellbahnen"

Die Erfindung betrifft einen Fahrspannungsregler, insbesondere für Modellbahnen, mit einem vorzugsweise über einen Transformator mit der Netzspannung verbundenen Gleichrichter und einem in dessen Gleichspannungsausgangsleitung liegenden steuerbaren elektronischen Bauelement, um beim Hochregeln einen kontinuierlichen Übergang von Halbwellen- auf Vollwellenbetrieb zu erhalten.

Die Mehrzahl der bekannten Gleichspannungsmotoren für Modellbahn-Triebfahrzeuge zeigt bekanntlich ein verhältnismäßig schlechtes Anlaufverhalten, d.h. man kann kaum langsamste Fahrbewegungen, wie sie insbesondere zum Rangieren benötigt werden, durchführen. Die Triebfahrzeuge laufen erst bei einer bestimmten Anlauf-Schwellenspannung an und fahren - einmal in Schwung gekommen -

409833/0579

mit zu hoher Geschwindigkeit weiter, woran auch ein Zurückdrehen des Fahrreglers nichts ändern kann, da dann eine Anhalteschwellenspannung unterschritten wird und das Fahrzeug stehenbleibt, statt lediglich langsamer zu fahren. Die genannten Verhältnisse werden um so ungünstiger, je geringer die Welligkeit des Gleichstroms ist.

Bei höheren Fahrspannungen verhalten sich auf der anderen Seite die Gleichstrommotoren im Modellbahnbetrieb um so günstiger, je geringer die Welligkeit des Fahrstroms ist. Die Fahrt wird dann ruhiger und geräuschärmer. Es besteht somit das Problem, beiden einander entgegengesetzten Forderungen gerecht zu werden.

Um die ungünstigen Langsam-Fahreigenschaften zu verbessern, ist es bereits bekanntgeworden, im Halbwellenbetrieb zu arbeiten, bei dem an Stelle der in den Modellbahnfahrpulten üblichen Vollweg-Gleichrichtung eine Halbwellengleichrichtung verwendet wird, durch die der Fahrstrom eine größere Welligkeit erhält. Der Motor wird somit impulsmäßig angestoßen, wobei die Impulse die Schwellenspannung überschreiten können, während auf der anderen Seite die resultierende geringe Effektivspannung doch zu einer niedrigen Drehzahl führt, da der Motor immer aufs neue angestoßen wird.

Dieser Halbwellenbetrieb hat jedoch den Nachteil, daß bei höher werdender Effektivspannung und damit höherer Fahrgeschwindigkeit der Fahrlauf unruhiger, d.h. geräuschvoller, wird. Außerdem muß bei einer Halbwellenspannung die Spitzenspannung wesentlich erhöht sein, um zu der gleichen Effektivspannung zu kommen, wie bei

einer Vollweggleichrichtung. Hohe Spitzenspannung bringen aber Kommutierungsschwierigkeiten bei den Motoren mit sich, so daß die Konstruktion der Motoren zwangsläufig aufwendiger und teurer bzw. der Gesamtwirkungsgrad der Motoren schlechter wird.

Zur Vermeidung dieses Nachteils der mit einer Halbwellengleichrichtung arbeitenden Fahrspannungsregler ist es bereits vorgeschlagen worden, entweder einen Schalter oder einen regelbaren Widerstand vorzusehen, um die Halbwellenschaltung zu einem geeigneten Zeitpunkt in eine Vollweg-Gleichrichtung überführen zu können. Bei der Verwendung eines Schalters erfolgt der Übergang sprungartig, wodurch auch die Fahrgeschwindigkeit ruckartig größer wird. Dies ist schon deshalb unerwünscht, da es nicht dem Vorbild-Fahrverhalten entspricht.

Verwendet man dagegen einen Regler, so müssen entweder zwei getrennte Bedienungselemente betätigt werden (Hauptfahrregler und Zusatzregler) oder beide Regler müssen mit einem erhöhten mechanischen Aufwand über eine gemeinsame Bedienungssachse gekoppelt werden. Ein weiterer Nachteil dieser mit Hilfe von Widerstandsreglern vom Halbwellenbetrieb zur Vollweggleichrichtung überleitenden Fahrspannungsregler liegt darin, daß die Widerstandsregler für den maximalen Fahrstrom bzw. sogar für den Kurzschlußstrom ausgelegt sein müssen, was mit kleinen und billigen Schichtpotentiometern nicht möglich ist. Die Widerstandsregler werden somit volumenmäßig sehr groß, was zu Platzschwierigkeiten bei der Unterbringung im Fahrspannungsregler-Gehäuse führt und

darüberhinaus sehr aufwendig und teuer.

Schließlich ist auch bereits ein Fahrspannungsregler der eingangs genannten Art bekanntgeworden, bei dem durch Einfügen eines Thyristors in den Gleichrichterzweig des Fahrstromgleichrichters ein stetiger Übergang von Halbwellen- auf Vollwellenbetrieb erzielt werden kann und zwar mit Hilfe einer sogenannten Phasen-Anschnittschaltung. Eine derartige Phasen-Anschnittschaltung hat jedoch den Nachteil, daß sie infolge ihrer Kurvenform verhältnismäßig starke Funkstörungen hervorruft, die nicht einfach zu unterdrücken sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Fahrspannungsregler insbesondere für aus der Netzspannung mit Gleichstrombetriebene Modellbahnen zu schaffen, der die Nachteile der bislang bekannten Fahrtregler vermeidet und sowohl günstige Fahreigenschaften bei Langsam- als auch bei Schnellfahrt gewährleistet.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist bei einem Fahrspannungsregler der eingangs genannten Art gemäß der Erfindung vorgesehen, daß die Steuerelektrode des elektronischen Bauelements mit dem regelbaren Abgriff eines Potentiometers verbunden ist, das direkt mit den einen Halbwellen des gleichgerichteten Wechselstroms beaufschlagt ist, während die anderen Halbwellen nach Maßgabe eines von der Abgriffspannung gesteuerten zweiten regelbaren elektronischen Bauelements am Potentiometer liegen.

Beim Hochregeln des Fahrspannungsreglers öffnet das (erste) elektronische Bauelement nur während der direkt am Potentiometer liegenden Halbwellen und läßt somit ~~vorüber~~ die eine Hälfte der Halbwellen auf der Gleichspannungs-Ausgangsleitung nach Maßgabe der Abgriffsspannung zum Reglerausgang gelangen, während die anderen Halbwellen zunächst überhaupt nicht durchgelassen werden. Erst mit stärkerem Aufdrehen des Potentiometers wird die Abgriffsspannung groß genug, um das zweite elektronische Bauelement zu öffnen und damit die anderen Halbwellen vom Gleichrichter an das Potentiometer anzulegen, so daß das erste elektronische Bauelement auch (im gewünschten kleineren Ausmaß) die vorher unterdrückten Halbwellen durchläßt. Bei höheren Fahrspannungen ist schließlich auch das zweite elektronische Bauelement voll geöffnet, so daß die bei höheren Fahrgeschwindigkeiten erwünschte Vollweggleichrichtung am Reglerausgang erscheint.

Zur gegenseitigen Entkopplung der beiden unterschiedlichen Halbwellen können in Weiterbildung der Erfindung zwischen dem Gleichrichter und dem Potentiometer bzw. dem zweiten elektronischen Bauelement nur für jeweils eine der Halbwellen durchlässige Stromrichter, insbesondere Dioden, vorgesehen sein.

Die Steuerung des zweiten regelbaren elektronischen Bauelements durch die Abgriffsspannung am Potentiometer erfolgt mit Vorteil dadurch, daß die Steuerelektrode des zweiten elektronischen Bauelements über eine Diode mit dem regelbaren Abgriff des Potentiometers <sup>und</sup> über einen Kondensator mit Masse verbunden ist. Das

verzögerte Öffnen des zweiten elektronischen Bauelements gegenüber dem ersten elektronischen Bauelement ergibt sich dabei dadurch, daß der am Abgriff des Potentiometers erscheinende Bruchteil der direkt am Potentiometer liegenden Halbwellen zu einer Aufladung des Kondensators führt, die ab einer bestimmten Abgriffspannung auch noch während der zunächst gesperrten zweiten Halbwellen als Spannung am Kondensator wirksam ist, so daß im entsprechenden Maß das zweite elektronische Bauelement öffnet.

Die beiden steuerbaren elektronischen Bauelemente können mit Vorteil als in Basisschaltung betriebene Transistoren ausgebildet sein.

Neuerdings hat sich die sogenannte Einknopfbedienung durchgesetzt, wobei der Schalter für die Fahrtrichtung und der Regler für die Fahrgeschwindigkeit in einem Bedienungselement gekoppelt sind. Eine Linksdrehung des Bedienungselements von der Nullstellung bedeutet beispielsweise Rückwärtsfahrt, eine Rechtsdrehung dagegen Vorwärtsfahrt, während in der Nullstellung die Fahrspannung Null oder nahezu Null ist. Diese Einknopfbedienung erfordert bislang einen verhältnismäßig hohen mechanischen Aufwand, weil die Schleiferbahn (bei den bisherigen Reglern ist dies im allgemeinen die Sekundärwicklung des Transformators), während des Drehvorgangs vom Vollausschlag links (Rückwärtsfahrt) über die Nullstellung bis zum Vollausschlag rechts (Vorwärtsfahrt) praktisch zweimal vollkommen abgetastet werden muß.

Diese komplizierte Mechanik kann in Ausgestaltung der Erfindung

dadurch entfallen, daß die Potentiometerschleifbahn eine Mittelanzapfung und parallel geschaltete Endanschlüsse besitzt und daß die Betätigungsachse zur Verstellung des regelbaren Abgriffs gegenüber der Potentiometerschleifbahn mechanisch mit einer Umschaltvorrichtung zur Umpolung der Ausgangsspannung des Fahrspannungsreglers gekoppelt ist. Die Umschaltvorrichtung kann in einfacher Weise mechanisch ausgebildet sein und eine Mittelstellungsrastung aufweisen, so daß die Bedienungsperson des Fahrspannungsreglers sich voll auf die Beobachtung des Zuges konzentrieren kann und nicht gleichzeitig die Skala des Fahrpultes ablesen muß, um das Erreichen der Nullstellung bzw. das Verlassen der Nullstellung sofort zu erkennen.

Zur Absicherung des Fahrspannungsreglers gegen Kurzschlüsse kann in die gemeinsame Rückleitung für den Verbraucher und die Regelelektronik zu dem vorzugsweise als Brückengleichrichter aufgebauten Gleichrichter ein elektromechanisches oder elektronisches Sicherungsglied eingefügt sein, wobei die Anordnung dieses Sicherungsgliedes in der Rückleitung den Vorteil hat, daß für die Absicherung sowohl des Verbrauchers als auch der Regelelektronik lediglich ein Sicherungsglied erforderlich ist.

Das Sicherungsglied kann in weiterer Ausbildung der Erfindung mit einem automatischen Strombegrenzungsregler verbunden sein, der sich bei einem erfindungsgemäß aufgebauten Fahrspannungsregler in besonders einfacher Weise dadurch erzielen läßt, daß er ein stromabhängiges Ausgangssignal erzeugt, welches die Steuerspannung an

der Steuerelektrode des (ersten) elektronischen Bauelements entsprechend dem in der gemeinsamen Rückleitung fließenden Strom verkleinert.

Ein besonders gedrängter einfacher Aufbau eines erfindungsgemäßen Fahrspannungsreglers ergibt sich dadurch, daß alle Bauteile der Regelelektronik und der Wechselspannungsgleichrichtung, einschließlich des Regelpotentiometers auf einer gemeinsamen Schaltplatine angeordnet sind und daß auf dieser Schaltplatine neben den Kontaktbahnen für die Schalteinrichtung der Fahrspannungsumpolung auch ein Rastanschlag der Mittelstellungsrastung, bestehend aus wenigstens einer Ausstanzung, Bohrung oder einer Erhebung untergebracht ist.

Dieser Aufbau ermöglicht eine sehr einfache Kühlung der elektronischen Bauteile dadurch, daß die aus isolierendem Material bestehende Schaltplatine, gegebenenfalls beidseitig, in den für die Schaltungsbahnen nicht benötigten Bereichen eine gegenüber den Schaltungsbahnen isolierte metallische Beschichtung aufweist, die als wärmeabstrahlende Kühlfläche dient. Die metallische Beschichtung kann dabei auf galvanischem oder mechanischem (Aufbringen einer entsprechenden Metallfolie) Weg erfolgen, wobei mit Vorteil auch eine zunächst vollkommen metallisierte Schaltplatine verwendet werden kann, aus welcher die Leiterbahnen herausgeätzt werden.

Weitere Vorteile, Einzelheiten und Merkmale der Erfindung ergeben

sich aus der nachfolgenden Beschreibung einiger Ausführungsbeispiele sowie an Hand der Zeichnung. Dabei zeigen:

Fig. 1 das Schaltbild eines erfindungsgemäßen Fahrspannungsreglers;

Fig. 2 einen Ausschnitt der Schaltung nach Fig. 1 mit Mittelabgriffspotentiometer und damit gekoppelter Umschaltvorrichtung zur Umpolung der Fahrspannung und

Fig. 3 eine perspektivische Ansicht einer Schaltplatine für einen erfindungsgemäßen Fahrspannungsregler.

Die Netzspannung wird in bekannter Weise durch einen Transformator 1 auf die für den Betrieb einer Modellbahn erforderliche Ausgangsspannung herabtransformiert und durch einen Gleichrichter 2 in ebenfalls bekannter Weise gleichgerichtet. Von Plus-Pol des Gleichrichters 2 fließt dann der Strom über die Kollektor-emitterstrecke des Transistors  $T_1$  zu den Ausgangsklemmen A und B des im allgemeinen als Fahrpult ausgebildeten Fahrspannungsreglers und zum Verbraucher 4. Soweit entspricht der erfindungsgemäße Fahrspannungsregler dem Grundprinzip der bereits bekanntgewordenen Anordnungen, bei denen die Beeinflussung des durch den Transistor  $T_1$  fließenden Fahrstroms über die Basis dieses Transistors erfolgt. Der erfindungsgemäße Fahrspannungsregler arbeitet dabei nach dem Prinzip der Transistor-Spannungsstabilisierung, bei der die Ausgangsspannung zwischen dem Emitter des Transistors in etwa der Basisspannung und Masse/entspricht. Macht man diese Basis-

spannung regelbar, so ist damit auch die Ausgangsspannung regelbar.

Von dem einen Wechselstromanschluß 5 des Gleichrichters 2 wird über die Diode 6 jeweils nur eine der Halbwellen ausgesiebt und dem oberen Anschluß des Potentiometers 7 zugeführt. Über den Schleifer 8 dieses Potentiometers 7 wird ein Teil dieser Spannung abgegriffen und über den Schutzwiderstand 9 der Basis des Transistors  $T_1$  zugeführt. Da in diesem Stromkreis 5-6-7-8-9- $T_1$  keinerlei Glättungsmittel, wie z.B. Kondensatoren od.dgl., liegen, entspricht die Kurvenform der Steuerspannung an der Basis des Transistors  $T_1$  stets der Kurvenform der betreffenden Halbwelle, die auch am Plus-Ausgang des Gleichrichters 2 besteht. Nur die Höhe dieser Spannung ist durch die Regelung des Potentiometerschleifers vorgegeben.

Von dieser Halbwellen-Steuerspannung wird am Schleifer 8 ein Teil über die Diode 12 abgezweigt und über einen Schutzwiderstand 13 der Basis des Transistors  $T_2$  zugeführt. Dabei wird der an Masse liegende Kondensator 14 etwas aufgeladen und sorgt dafür, daß diese Spannung nicht nur während der Zeit der ersten Halbwelle an der Basis des Transistors  $T_2$  liegt, sondern auch noch während der im Transistor zunächst noch unterdrückten zweiten Halbwelle. Dementsprechend wird ein Bruchteil der zweiten Halbwelle vom Wechselspannungsanschlußpunkt 9 des Gleichrichters 2 abgenommen und über die Diode 11 sowie den Transistor  $T_2$  zusätzlich zur ersten Halbwelle dem Potentiometer 7 zugeführt.

Die Abhängigkeit der Steuerspannung an der Basis des Transistors  $T_2$  von der Stellung des Potentiometerschleifers 8 wirkt sich dabei folgendermaßen aus: Je näher der Schleifer 8 dem Massepunkt liegt, desto geringer ist die Abgriffsspannung im Verhältnis zur Ausgangsspannung im oberen Anschlußpunkt des Potentiometers. Aufgrund des Spannungs-Stabilisierungsprinzips stellt sich am Emitterausgang des Transistors  $T_2$  in etwa die gleiche Spannung ein wie an seiner Basis, d.h. im unteren Regelbereich ist die über den Transistor  $T_2$  an das Potentiometer 7 angelegte Spannung der zweiten Halbwelle wesentlich kleiner als die der vollen liegenden ersten Halbwelle, so daß demzufolge der Transistor  $T_1$  während der zweiten Halbwelle wesentlich weniger aufgeregt wird als während der ersten. Je mehr nun der Schleifer 8 des Potentiometers 7 dem oberen Anschluß zugeordnet wird, desto höher wird auch die Basis-Steuerspannung für den Transistor  $T_2$  und damit seine an das Potentiometer 7 angelegte Ausgangsspannung. Folglich wird auch die vom Schleifer 8 abgegriffene und der Basis des Transistors  $T_1$  zugeführte Steuerspannung während der zweiten Halbwelle vergrößert und damit auch die Ausgangsspannung am Emitter des Transistors  $T_1$ .

Insgesamt ergibt sich somit die gewünschte Regelwirkung, bei der am Anfang des Potentiometersdrehbereichs im wesentlichen nur eine der Halbwellen an den Verbraucher gegeben wird, und die zweite Halbwelle um so stärker hinzugefügt wird je mehr das Potentiometer in den oberen Regelbereich gedreht wird. In der Endstellung des Potentiometers sind dann beide Halbwellen in prak-

tisch gleicher Höhe an den Ausgangsklemmen A und B verfügbar.

Die Diode 12 hat die Aufgabe, die im Kondensator 14 gespeicherte Ladung am Abfließen in die Basis des Transistors  $T_1$  zu hindern, damit dieser ausschließlich entsprechend der Spannungs-Kurvenform am Potentiometerschleifer 8 gesteuert wird.

In der gemeinsamen Rückleitung 15 für den Verbraucher 5 und die Regelelektronik ist ein elektromechanisches oder elektronisches Sicherungsglied 16 eingefügt, um den Fahrspannungsregler gegen Kurzschlüsse abzusichern. Das Sicherungsglied 16 liegt dabei als Widerstand im Eingangskreis eines Strombegrenzungsreglers 17, dessen Ausgangsleitung 18 mit der Basis des Transistors  $T_1$  verbunden ist, um die dort anliegende Steuerspannung entsprechend dem Anwachsens des Stroms in der gemeinsamen Rückleitung 15 abzusenken. Steigt der Strom beispielsweise infolge eines Kurzschlusses im Motor stark an, so erhöht sich damit die Eingangsspannung am Strombegrenzungsregler 17, so daß seine Ausgangsspannung negativer wird und damit den Transistor  $T_1$  sperrt. Nach Beseitigung des Kurzschlusses ist dann der Fahrspannungsregler sofort wieder funktionsbereit.

Durch richtige Dimensionierung des Kondensators 14 ergibt sich eine sinusähnliche Kurvenform der an das Potentiometer 7 angelegten zweiten Halbwelle.

Die Fig. 2 zeigt zunächst den durch den gestrichelten Kasten II

umrahmten Teil der Schaltung nach Fig. 1, wobei in Fig. 2 das Potentiometer 7 einen Mittelanriff und parallel geschaltete Endanschlüsse besitzt. Der drehbare Schleifer 8 ist mit dem zwei Schleifkontakte 19 und 20 tragenden Arm 21 eines mechanischen Umschalters 22 gekoppelt, so daß die Fahrspannung an den Ausgangsklemmen A und B automatisch umgepolt wird, wenn der Schleifer 8 seine Mittelstellung durchläuft. 23 sind mit Vorteil auf einer Schaltplatine angeordnete, als gedruckte Leitungen ausgebildete Leiterbahnen, während mit 24 ein Rastnocken bezeichnet ist, der in der Mittelstellung des Schleifers 8 und damit des Umschalters 22 in eine Vertiefung 25 der Schaltplatine einfällt.

Die Fig. 3 zeigt die geometrische Anordnung des mit einem Mittelanriff versehenen Potentiometers 7 gemäß Fig. 2 mit dem auf der Schleiferwelle 26 sitzenden Arm 21 des Umschalters 22. Auf der das Potentiometer 7 und den Umschalter 22 tragenden Schaltplatine 27 sind gedruckte Verbindungsleitungen für die auf der anderen Seite der Schaltplatine 27 angeordneten Bauteile eines erfindungsgemäßen Fahrspannungsreglers zu erkennen.

Patentansprüche

1. Fahrspannungsregler, insbesondere für Modellbahnen, mit einem vorzugsweise über einen Transformator mit der Netzspannung verbundenen Vollweg-Gleichrichter und einem in dessen Gleichspannungs-Ausgangsleitung liegenden steuerbaren elektronischen Bauelement, um beim Hochregeln einen kontinuierlichen Übergang von Halbwellen- auf Vollwellenbetrieb zu erreichen, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerelektrode des elektronischen Bauelements ( $T_1$ ) mit dem regelbaren Abgriff (8) eines Potentiometers (7) verbunden ist, das direkt mit den einen Halbwellen (bei 5) des gleichgerichteten Wechselstroms beaufschlagt ist, während die anderen Halbwellen (bei 10) nach Maßgabe eines von der Abgriffspannung gesteuerten zweiten regelbaren elektronischen Bauelements ( $T_2$ ) am Potentiometer (7) liegen.
2. Fahrspannungsregler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Gleichrichter (2) und dem Potentiometer (7) bzw. dem zweiten elektronischen Bauelement ( $T_2$ ) nur für jeweils eine der Halbwellen durchlässige Stromrichter, insbesondere Dioden (6,11) vorgesehen sind.
3. Fahrspannungsregler nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerelektrode des zweiten elektronischen Bauelements ( $T_2$ ) über eine Diode (12) mit dem regelbaren Abgriff (8) des Potentiometers (7) und über einen Kondensator

(14) mit Masse verbunden ist.

4. Fahrspannungsregler nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden steuerbaren elektrischen Bauelemente ( $T_1$ ,  $T_2$ ) in Basisschaltung betriebene Transistoren sind.
5. Fahrspannungsregler nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Potentiometer-Schleifbahn eine Mittelanzapfung und parallel geschaltete Endanschlüsse hat und daß die Betätigungsachse (26) zur Verstellung des regelbaren Abgriffs (8) gegenüber der Potentiometer-Schleifbahn mechanisch mit einer Umschaltvorrichtung (22) zur Umpolung der Ausgangsspannung des Fahrspannungsreglers gekoppelt ist.
6. Fahrspannungsregler nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die mechanisch ausgebildete Umschaltvorrichtung (22) eine Mittelstellungsrastung (24,25) aufweist.
7. Fahrspannungsregler nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß in die gemeinsame Rückleitung (15) für den Verbraucher (4) und die R<sub>p</sub>gelelektronik zu dem vorzugsweise als Brückengleichrichter aufgebauten Gleichrichter (2) ein elektromechanisches oder elektronisches Sicherungsglied (16) eingefügt ist.
8. Fahrspannungsregler nach Anspruch 7, gekennzeichnet durch einen mit dem Sicherungsglied (16) verbundenen automatischen Strom-

- begrenzungsregler (17).
9. Fahrspannungsregler nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Strombegrenzungsregler (17) die Steuerspannung an der Steuerelektrode des elektronischen Bauelements ( $T_1$ ) entsprechend dem in der gemeinsamen Rückleitung (15) fließenden Strom verkleinert.
  10. Fahrspannungsregler nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß alle Bauteile der Regelelektronik und der Wechselspannungsgleichrichtung einschließlich des Regelpotentiometers (7) auf einer gemeinsamen Schaltplatine (27) angeordnet sind und daß auf dieser Schaltplatine (27) neben den Kontaktbahnen (23) für die Umschaltvorrichtung (22) der Fahrspannungsumpolung ein Rastanschlag (25) der Mittelstellungs-Rastung, bestehend aus wenigstens einer Ausstanzung, Bohrung oder einer Erhebung, angeordnet ist.
  11. Fahrspannungsregler nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß zur Schaffung einer Kühlfläche für die elektronischen Bauteile der Regelvorrichtung die aus isolierendem Material bestehende Schaltplatine (27), gegebenenfalls beidseitig, in den für die Schaltungsbahnen u.dgl. nicht benötigten Bereichen eine gegenüber den Schaltungsbahnen isolierte metallische Beschichtung aufweist.

17  
Leerseite

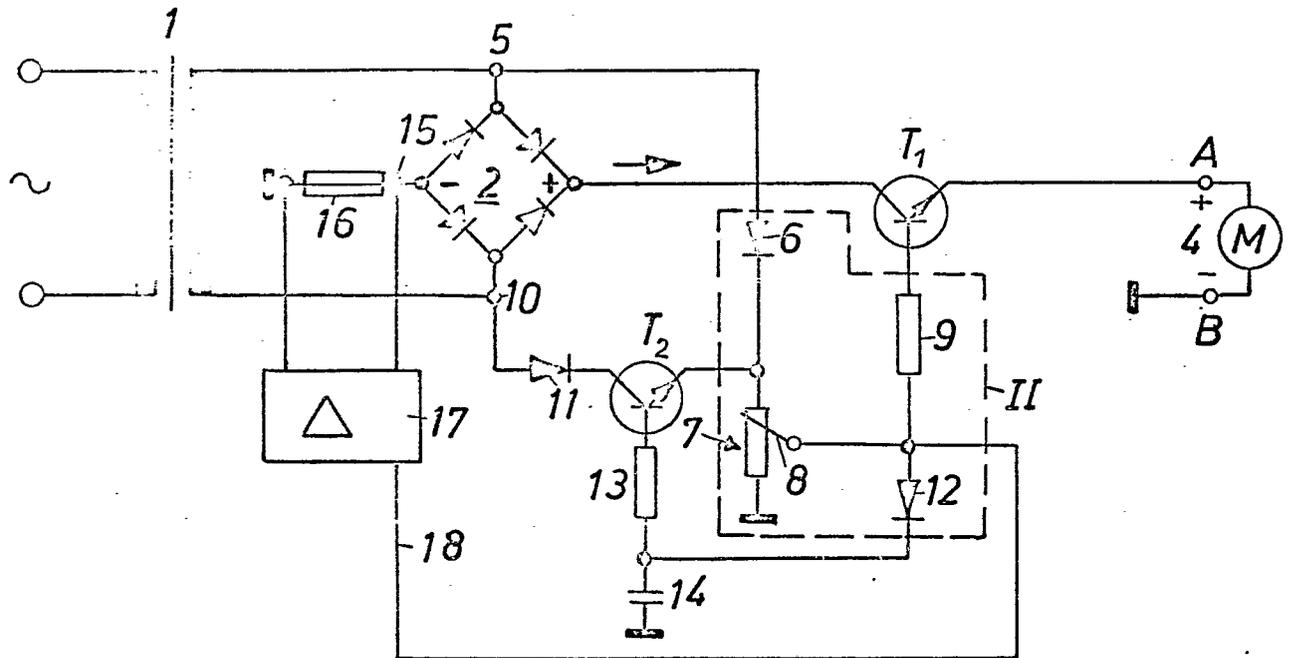


Fig.1

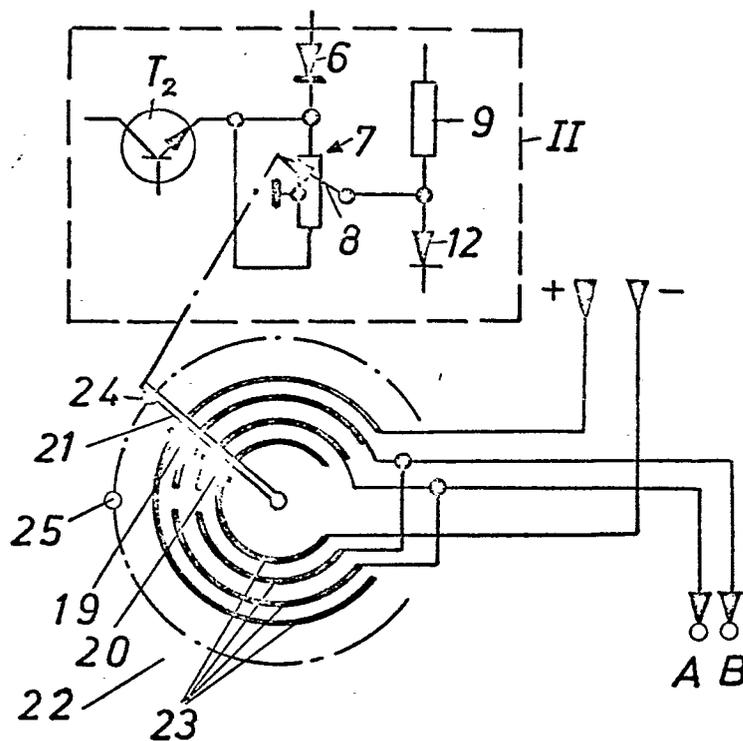
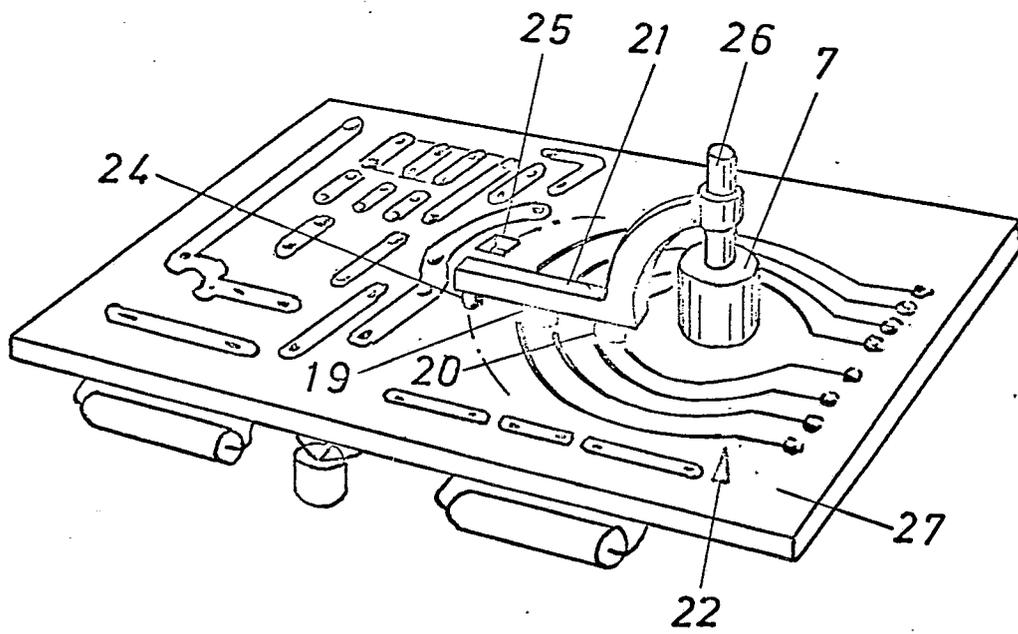


Fig.2

409833/0579

*Fig. 3*