



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 02 991 A1** 2004.08.12

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 02 991.5**

(22) Anmeldetag: **26.01.2003**

(43) Offenlegungstag: **12.08.2004**

(51) Int Cl.7: **B60R 16/04**

(71) Anmelder:

**Robert Seuffer GmbH & Co. KG, 75365 Calw, DE;  
HKR climatec GmbH, 74653 Künzelsau, DE**

(72) Erfinder:

**Bass, Wolfgang, 74626 Bretzfeld, DE; Herdtweck,  
Franz, 74679 Weißbach, DE**

(74) Vertreter:

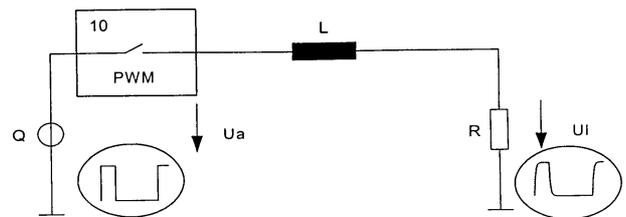
**Patentanwaltkanzlei Nöth, 80335 München**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und eine Schaltungsanordnung zur Versorgung eines Verbrauchers aus einem Bordnetz**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf eine Schaltungsanordnung und ein Verfahren zur Ansteuerung eines Verbrauchers aus einem Bordnetz, wobei die Versorgungsgröße durch eine Schalteinrichtung moduliert. In Abhängigkeit eines erfassten Parameters wird mithilfe des Stromes der Effektivwert der modulierten Versorgungsgröße an der Last bestimmt und gesteuert. Durch dieses vereinfachte Ansteuerungsverfahren können Verbraucher beispielsweise aus einem Bordnetz mit höherer Spannung angesteuert werden, ohne aufwendige Gleichstromwandler und Ausgangskondensatoren zu benötigen, wenn der Verbraucher über eine Glättungsreaktanz versorgt wird.



**Beschreibung**

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zur Versorgung eines Verbrauchers aus einem Bordnetz, beispielsweise eines Kraftfahrzeugs oder dergleichen.

[0002] Die elektrische Energie in einem Kraftfahrzeug muss so verfügbar sein, dass das Kraftfahrzeug jederzeit startfähig ist, während des Betriebs ausreichende Stromversorgung vorhanden ist, und auch im abgestellten Zustand elektrische Verbraucher noch angemessene Zeit zu betreiben sind, ohne dass ein nachfolgender Start unmöglich wird. Batterie, Starter, Generator und Bordnetz müssen für den Anwendungsfall aufeinander abgestimmt sein. Zu den Kriterien gehören niedriges Gewicht oder kleines Volumen oder niedriger Kraftstoffverbrauch. Verbraucher benötigen eine möglichst konstante Spannung. Für Glühlampen muss die Spannung eng toleriert sein, damit Lebensdauer und Lichtstärke innerhalb vorgegebener Grenzen liegen. Das Bordnetz umfasst die Art der Verkabelung zwischen Generator, Batterie und Verbrauchern und beeinflusst damit ebenfalls das Spannungsniveau und damit den Batterieladezustand.

[0003] In Zukunft wird die Spannung des Fahrzeug-Bordnetzes auf 14 V oder 42 V erhöht. Ursache für diese Spannungserhöhung ist im Wesentlichen der Leistungsbedarf in modernen Kraftfahrzeugen, der sich in den letzten 10 Jahren bei den aktuellen Modellen mehr als verdoppelt hat. Die Zahl der elektrischen Verbraucher steigt ständig. Beispielsweise sind in Oberklasse-Kraftfahrzeugen mehr als hundert Elektromotoren verschiedenster Leistungsklassen verbaut. Auch steigt die Zahl der elektrischen Verbraucher, die früher direkt über den Motor betrieben wurden. Zur Versorgung der gestiegenen Verbraucherzahl ist ein nicht unerhebliches Gewicht an Kupfer in Form von Verbindungskabeln erforderlich. Bei einer Erhöhung der Bordspannung auf 42 V kann diese Masse jedoch deutlich verringert werden, da bei gleicher Leistung nur noch etwa ein Drittel des Stroms fließt. In 42V-Bordnetzsystemen sind Gleichstromwandler erforderlich, da auch dort mit unterschiedlichen Spannungsebenen gearbeitet wird. So werden beispielsweise aus Gründen der Logistik und Lebensdauer manche Verbraucher, wie beispielsweise Glühlampen, auch weiterhin mit 12 V betrieben.

[0004] Bei Glühlampen muss der Drahtdurchmesser der Glühwendel mit steigender Betriebsspannung verringert werden, was eine geringere mechanische Festigkeit und somit eine geringere Lebensdauer zur Folge hat. Die dazu vorgeschlagene Verwendung von Gleichstromwandlern für die Versorgung in künftigen Fahrzeug-Bordnetzen mit höherer Versorgungsspannung führt zu einem hohen Schaltungs- und Bauteilaufwand.

[0005] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Verbraucheransteuerung aus einem Bordnetz bereitzustellen, durch die eine gewünschte Ausgangsspannung mit annehmbarer Schwankung ohne aufwendigen Gleichstromwandler erzeugt werden kann.

[0006] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Schaltungsanordnung gemäß Patentanspruch 1 und ein Versorgungsverfahren gemäß Patentanspruch 17.

[0007] Durch die vorgeschlagene gesteuerte Modulation des Versorgungssignals kann dessen Effektivwert auf einen gewünschten Wert geregelt werden, wobei die Reaktanz der Zuleitungen oder ein zusätzliches Impedanzelement bei geeigneter Wahl der Schaltfrequenz bereits zur Glättung der Schaltflanken ausreicht, ohne dass zusätzliche Ausgangskondensatoren erforderlich sind. Die vorgeschlagene Lösung führt somit zu einer deutlichen Verringerung der Komplexität des Energieversorgungssystems in Bordnetzen.

[0008] Durch die Reaktanz, z.B. der Leitungsinduktivität, ist der Effektivwert der Ausgangsspannung nicht gleich der Effektivspannung am Verbraucher. Die vorgeschlagene Lösung führt zu einer Messung und Regelung des Effektivwertes an dem Verbraucher ohne das Erfordernis einer zusätzlichen Verkabelung zur Effektivwertmessung. Die Lampenleistung kann somit unabhängig von Leitungseinflüssen im Wesentlichen konstant gehalten werden. Eine Verringerung der Lebensdauer von Glühlampen kann vermieden werden, da die im normalen Fahrzeugbetrieb auftretende Überspannung ausgeregelt wird.

[0009] Vorzugsweise handelt es sich bei der Modulation um eine Pulsweitenmodulation, wobei die Schalteinrichtung durch einen gesteuerten Schalter realisiert werden kann, der zur Veränderung des Tastverhältnisses angesteuert wird. Selbstverständlich sind auch andere Modulationsarten denkbar, die eine Effektivwert- oder Leistungssteuerung durch Veränderung einer Modulationsgröße ermöglichen.

[0010] So kann am Steuergeräteausgang annähernd ein rechteckförmiges Signal vorhanden sein, während durch die Leitungsreaktanz am Verbraucher ein Signal mit exponentiellem Verlauf hervorgerufen wird.

[0011] Die Erfassungseinrichtung kann eine Stromerfassungseinrichtung zum Erfassen des Versorgungsstroms aufweisen. Da der zeitliche Stromverlauf an jeder Stelle eines geschlossenen Stromkreises gleich ist, kann die Erfassungseinrichtung dabei in vorteilhafter Weise direkt am Ort des Modulationssteuergeräts angeordnet werden. Dabei kann die Steuereinrichtung ausgestaltet sein zum Ändern der Schaltfrequenz der Schalteinrichtung in Abhängigkeit der durch die Stromerfassungseinrichtung erfassten Stromhöhe, die beispielsweise dem Spitzenwert des erfassten Stroms entsprechen kann.

[0012] Ferner kann die Erfassungseinrichtung eine Zeitmesseinrichtung aufweisen zur Messung der Zeitkonstanten des Anstiegs des durch die Stromerfassungseinrichtung erfassten Versorgungsstroms. Dabei kann die Steuereinrichtung ausgestaltet sein zur Steuerung des Tastverhältnisses der Modulation in der Weise, dass ein vorbestimmter Effektivwert des Versorgungssignals erreicht wird.

[0013] Die Steuerung der die Leistung oder den Effektivwert des Versorgungssignals am Verbraucher beeinflussenden Modulationsgröße kann auch in Abhängigkeit anderer erfassbarer Messparameter erfolgen, die zur Bestimmung des Effektivwerts des Versorgungssignals geeignet sind.

[0014] Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Patentansprüchen definiert.

[0015] Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnungsfiguren näher erläutert. Es zeigen:

[0016] **Fig. 1** ein schematisches Blockschaltbild des der vorliegenden Erfindung zugrunde liegenden Versorgungssystems mit modulierter Versorgungsspannung und Glättungs- bzw. Leitungsreaktanz;

[0017] **Fig. 2** ein allgemeiner geglätteter Signalverlauf mit Gleichanteil; und

[0018] **Fig. 3** ein Blockschaltbild des Ansteuersystems gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel.

[0019] Das bevorzugte Ausführungsbeispiel wird nachfolgend anhand eines Fahrzeug-Bordnetzes mit höherer Versorgungsspannung, wie beispielsweise 42 V, zur Versorgung eines Verbrauchers mit geringerer Spannung, wie beispielsweise 12 V, beschrieben.

[0020] Derartige Verbraucher mit geringerer Nennspannung können durch kurze Impulse mit höherer Spannung beschädigt werden. So haben beispielsweise Lampen mit geringerer Leistung eine geringere Lebensdauer bei gepulstem Betrieb mit kleinem Tastverhältnis. Durch Verwendung einer Reaktanz oder Induktivität kann der Spannungsrippel oder die Spannungswelligkeit bei geeigneter Wahl der Schaltfrequenz auch ohne zusätzliche Ausgangskondensatoren in einem zulässigen Bereich beibehalten werden. Die Schaltfrequenz der Pulsweitenmodulation wird beispielsweise bei großem Laststrom auf eine geringe Frequenz eingestellt, während sie bei geringem Laststrom auf eine hohe Frequenz eingestellt wird. Somit kann die Höhe des Spannungsrippels oder der Spannungswelligkeit durch Änderung der Periodendauer T der Schaltfrequenz eingestellt werden. Wie im Folgenden noch erläutert wird, kann ferner die am Verbraucher anliegende Effektivspannung über das Tastverhältnis  $d = t/T$  eingestellt werden.

[0021] Im Folgenden wird das Grundprinzip der vorliegenden Versorgungsansteuerung anhand eines schematischen Schaltbilds gemäß **Fig. 1** erläutert.

[0022] **Fig. 1** zeigt einen prinzipiellen Schaltungsaufbau mit einem als einfacher Schalter dargestellten Pulsweitenmodulationssteuergerät (PWM-Steuergerät) **10**, die eine Versorgungsspannung  $U_a$  aus einer Versorgungsquelle moduliert und einem Verbraucher R über eine parasitäre oder separate Induktivität L zuführt. Aus Platzgründen kann es erforderlich sein, das PWM-Steuergerät **10** entfernt vom Verbraucher, z.B. Scheinwerfer des Fahrzeugs, anzuordnen. Je höher die Frequenz des PWM-Signals ist, desto stärker wirkt sich die durch die Induktivität der Verbindungsleitungen zwischen dem PWM-Steuergerät **10** und dem Verbraucher R hervorgerufene Reaktanz aus. Der ohmsche Widerstand der Verbindungsleitungen kann durch Anpassung des Leitungsquerschnitts kompensiert werden. Die Induktivität der Leitung ist jedoch vorwiegend von der Länge der Verbindungsleitungen abhängig. Durch die Induktivität L wird der Verlauf der Ein- und Ausschaltflanken der Lastspannung  $U_l$  am Verbraucher gemäß einer Exponentialfunktion geglättet. Dadurch verringert sich der Effektivwert der direkt am Verbraucher R anliegenden Spannung.

[0023] Somit wird zum Betrieb einer Glühlampe als beispielhafter Verbraucher an dem Gleichspannungs-Bordnetz mit höherer Spannung das Pulsweitenmodulations-Verfahren eingesetzt, wodurch eine Reduktion der Effektivspannung für die Glühlampe mit möglichst hohem Wirkungsgrad möglich ist. Der durch die steilen Flanken des Rechteckimpulses der Pulsweitenmodulation hervorgerufene Nachteil kann durch die Induktivität L der in der Anschlussleitung zwischen dem PWM-Steuergerät **10** und der Glühlampe vorgesehenen Reaktanz aufgehoben werden. Wie bereits erwähnt, entspricht der Verlauf der Schaltflanken dann einer Exponentialfunktion, wie in **Fig. 1** dargestellt ist.

[0024] Hauptproblem ist, dass die Leitung eine Reaktanz darstellt und dadurch die Spannung am Verbraucher einen anderen zeitlichen Verlauf als am Steuergerät aufweist. Um den Effektivwert am Verbraucher zu erhalten ist ein Messverfahren zur Ermittlung des Effektivwerts an der Last erforderlich.

[0025] Für eine rechteckige Impulsform errechnet sich die Effektivspannung nach folgender Gleichung (1):

$$U_{eff} = \sqrt{\left( \frac{1}{T} \cdot \int_0^t U_s^2 dt \right)}$$

wobei  $U_s$  die Eingangsversorgungsspannung kennzeichnet, T die Periodendauer und t die Impulsdauer.

[0026] Um ein Flackern der Glühlampe zu vermeiden, sollte die Frequenz vorzugsweise größer als 50 Hz gewählt werden. Ferner haben Langzeitversuche gezeigt, dass sich die Lebensdauer der Glühlampen bei niedrigen Frequenzen stark verkürzt. Aus diesem Grund sollte eine relativ hohe Ansteuerfrequenz im Bereich größer als 15 kHz gewählt werden, um eine Verkürzung der Lebensdauer zu vermeiden.

[0027] Des weiteren sollte eine Überschreitung der Nennspannung der Glühlampe vermieden werden, um die maximale Lebensdauer der Glühlampe zu erreichen. So verkürzt bzw. verlängert eine 5%ige Spannungserhöhung oder -absenkung die Lebensdauer um ca. 50%.

[0028] Durch die glättende Wirkung der in **Fig. 1** vorgeschalteten Reaktanz verringert sich der Effektivwert

der Lastspannung  $U_I$  an der Glühlampe. Zur Bestimmung des für die Regelung der Pulsweitenmodulation erforderlichen Effektivwertes kann eine so genannte True-RMS-Messung durchgeführt werden, wobei hierfür aber ein hoher Schaltungsaufwand mit hoher Abtastrate und Bandbreite erforderlich ist. Bei der Ausregelung der Leitungsinduktivitäten wären nämlich zusätzliche Messleitungen zur Glühlampe bzw. Last erforderlich. Als Alternative kann eine True-RMS-Berechnung durchgeführt werden, gemäß der der Spitzenwert  $I_s$  des Laststromes und die Zeitkonstante  $\tau$  des Stromanstiegs berechnet werden, da der Spitzenwert  $I_s$  im gesamten Stromkreis derselbe ist.

[0029] Da die Induktivität der Reaktanz bei steigender sowie auch bei fallender Impulsflanke wirkt, muss die glättende Wirkung der Exponentialfunktion in beiden Signalbereichen berücksichtigt werden. Eine Glühlampe kann als rein Ohmscher Widerstand betrachtet werden, der im Wesentlichen nur von der Glühwendeltemperatur abhängig ist. Daraus ergibt sich für den Laststrom an der Glühlampe eine dem Spannungsverlauf entsprechende Signalform.

[0030] **Fig. 2** zeigt einen allgemeinen Verlauf des Laststromes in dem in **Fig. 1** gezeigten prinzipiellen Stromkreis.

[0031] Die Zeitkonstante  $\tau$  des Stromanstiegs bzw. -abfalls errechnet sich nach der Gleichung  $\tau = L/R$ , wobei  $L$  die Induktivität der vorgeschalteten Reaktanz und  $R$  den Ohmschen Widerstand der Glühlampe bezeichnen. Die Zeitkonstante ist somit proportional zur vorgeschalteten Induktivität der Reaktanz. Die Zeitkonstante  $\tau$  ist messtechnisch erfassbar, wobei die Zeit vom Einschaltpunkt der Spannung in dem PWM-Steuergerät **10** bis zum Erreichen von ca. 63% der Spitzenspannung gemessen wird. Ergibt sich durch die Glättung der Reaktanz auch ein Gleichanteil  $b$  gemäß **Fig. 2**, so errechnet sich der Effektivstrom in der allgemeinsten Form gemäß der nachstehenden Gleichung (2) wie folgt:

$$I_{\text{eff}}^2 = \frac{1}{T} \cdot \left[ \int_0^t I_s^2 \cdot \left( \left( 1 - e^{-\frac{t_x}{\tau}} \right)^2 + b \right) dt_x + \int_t^T I_s^2 \cdot \left( \left( e^{-\frac{t_x-t}{\tau}} \right)^2 + b \right) dt_x \right]$$

wobei  $I_{\text{eff}}$  den Effektivwert des Laststroms kennzeichnet,  $I_s$  den Spitzenwert, und  $b$  den Gleichanteil oder Minimalwert des Laststroms. Ein entsprechender Zusammenhang ergibt sich auch für die Berechnung des Effektivwertes der Lastspannung  $U_I$ . Ausgehend von der vorgenannten Gleichung (2) kann somit der Effektivwert des Laststromes  $I_L$  und der Lastspannung  $U_I$  beispielsweise durch Bestimmung der Zeitkonstanten  $\tau$  und des Spitzenstroms  $I_s$  geregelt werden.

[0032] Da der Strom in einem geschlossenen Stromkreis an allen Stellen die gleiche Signalform besitzt, ist somit die Signalform von Laststrom und Lastspannung an der Glühlampe auch an dem über Leitungen abgesetzten PWM-Steuergerät bekannt. Somit lassen sich dort die Effektivspannung sowie der Effektivstrom an der Glühlampe berechnen. Der durch die Anschlussleitungen hervorgerufene Spannungsabfall kann dabei kompensiert und verschiedene Regelungsverfahren angewendet werden. Solche Verfahren umfassen beispielsweise das Widerstandsverfahren, bei dem die Lampenleistung anhand des Kaltwiderstands und des Warmwiderstands der Glühwendel ermittelt wird. Der Warmwiderstand der Glühwendel ist im Wesentlichen proportional zu deren Temperatur und damit auch zur Helligkeit, die konstant gehalten werden soll. Um dies zu ermöglichen, ist aufgrund des geringen Kaltwiderstands und der sich ändernden Übergangswiderstände an den Anschlusssteckern eine 4-Leiter-Messung erforderlich.

[0033] Ein weiteres Regelungsverfahren ist das Konstantstromverfahren, bei dem die Glühwendel kontinuierlich mit Nennstrom betrieben wird. Dies hat den Vorteil, dass die Glühwendel nicht durch den um ein Vielfaches höheren Einschaltstrom belastet wird. Dadurch kann die Lebensdauer deutlich erhöht werden. Nachteilig ist die deutlich höhere Verzögerungszeit bis zum Erreichen der maximalen Helligkeit, so dass ein Einsatz dieses Verfahrens für Bremsleuchten von Kraftfahrzeugen weniger geeignet ist.

[0034] Ein weiteres mögliches Regelungsverfahren ist die kombinierte Spannungsregelung mit Strombegrenzung, bei der der Einschaltstrom auf den vierfachen Nennstrom begrenzt und die Betriebsspannung anschließend konstant gehalten wird. Durch dieses Verfahren wird die Verzögerungszeit bis zum Erreichen der maximalen Helligkeit kaum beeinflusst und der Glühdraht wenig belastet. Die konstante Betriebsspannung in Verbindung mit der Einschaltstrombegrenzung garantiert somit eine maximale Lebensdauer der Glühlampe. Zur Realisierung ist ferner kein zusätzlicher Verkabelungsaufwand erforderlich.

[0035] Ein weiteres Regelungsverfahren stellt schließlich die Leistungsregelung dar, bei der die Leistung direkt an der Glühlampe konstant gehalten wird. Es handelt sich somit um eine kombinierte Spannungs- und Stromregelung. Sich ändernde Übergangswiderstände an den Steckverbindern werden somit ausgeglichen. Auch bei diesem Verfahren muss die Zeit bis zum Erreichen der maximalen Helligkeit beachtet werden.

[0036] **Fig. 3** zeigt ein schematisches Blockschaltbild des in **Fig. 1** gezeigten PWM-Steuergeräts **10** gemäß

dem bevorzugten Ausführungsbeispiel.

[0037] Gemäß **Fig. 3** wird die Versorgungsgleichspannung  $U_b$  über einen steuerbaren Schalter **9** einer Pulsweitenmodulation unterzogen und über in die Zuführleitung geschaltete Induktivitäten bzw. die Induktivitäten der Zuführleitungen dem Verbraucher, wie beispielsweise der Glühlampe, zugeführt. Bei dem Schalter **9** kann es sich um eine steuerbare Halbleiter-Schalteinrichtung wie beispielsweise ein Bipolar- oder Feldeffekttransistor oder dgl. handeln. Ferner kann der Schalter **9** auch als Rechteckoszillatorschaltung, wie beispielsweise ein astabiler Multivibrator odgl., realisiert sein.

[0038] Der Effektivwert der Lastspannung und/oder des Laststroms wird über eine an einem Mess- oder Shunt-Widerstand **8** abfallende Spannung vorzugsweise innerhalb des PWM-Steuergeräts **10** erfasst. Ein Strom-Spitzenwertverstärker **1**, der beispielsweise durch eine Operationsverstärkerschaltung realisiert sein kann, dient zum Verstärken des indirekt gemessenen Laststroms. Bei geringer Leitungslänge ist aufgrund der kurzen Signalanstiegszeit eine große Bandbreite und eine hohe Anstiegsrate (Slew Rate) des Operationsverstärkers erforderlich. Die verstärkte Messgröße einem Abtast/Halte-Verstärker oder Sample/Hold-Verstärker **2**, einem ersten Komparator **4** und einem zweiten Komparator **3** zugeführt wird. Die Abtast/Halte-Verstärkerschaltung **2** kann durch eine Operationsverstärkerschaltung mit eingangsseitiger Speicherkapazität gebildet sein, die sich bspw. über eine Diode auf den Maximalwert der Messgröße auflädt und damit eine dem Spitzenwert  $I_s$  des Laststroms entsprechende Messgröße liefert. Für die weitere Signalverarbeitung kann ein Impedanzwandler nachgeschaltet sein, der den Kondensator nur wenig belastet, so dass der Spitzenwert  $I_s$  über eine längere Zeit gespeichert werden kann. Der erste Komparator **4** vergleicht die Messgröße am Ausgang des Spitzenwertverstärkers **1** mit dem Spitzenstrom  $I_s$  zur Feststellung einer 80%igen Stromänderung, die zum Rücksetzen des Abtast/Halte-Verstärkers und eines Zeitglieds **5** zur Ermittlung der Zeitkonstante  $\tau$  führt. Der Rücksetzvorgang wird bspw. durch einen Zustandwechsel am Ausgang des ersten Komparators **4** getriggert. Der zweite Komparator dient zur Feststellung einer dem Ablauf der Zeitkonstante  $\tau$  entsprechenden 63%igen Stromänderung, wobei das Zeitglied **4** die Zeitdauer zwischen einem Schaltvorgang des Schalters **9** und dem Erreichen des 63%igen Stromabfalls und damit die Zeitkonstante  $\tau$  misst. Diese Zeitkonstante  $\tau$  wird in einer Abtast/Haltestufe **6** für die Weiterverarbeitung gespeichert. Bei der Abtast/Haltestufe **6** kann es sich ebenfalls um einen Differenzverstärker mit eingangsseitiger Speicherkapazität handeln. Die Abtast/Haltestufe **6** wird bspw. durch einen Zustandswechsel des Ausgangssignals des zweiten Komparators **3** zur Speicherung des Messwerts des Zeitglieds **5** getriggert. Bei dem Zeitglied **5** kann es sich um eine übliche Zeitgeber- oder Zählerschaltung handeln. Die ersten und zweiten Komparatoren **3**, **4** und das Zeitglied **5** können sowohl als Digitalschaltungen oder als Analogschaltungen aufgebaut sein, wobei im ersteren Fall entsprechende Analog/Digital-Wandler bzw. Digital/Analog-Wandler vorgesehen sind. Die analoge Zeitmessung kann bspw. mit einem einfachen RC-Glied realisiert werden, wobei ein Ladekondensator bspw. über einen als Konstantstromquelle verschalteten Transistor geladen wird. Solange der Kondensator nicht komplett geladen ist, steigt die Spannung am Kondensator linear an und kann somit zur Zeitmessung herangezogen werden. Über einen weiteren Transistor kann der Kondensator dann nach dem Beenden der Zeitmessung für eine erneute Messung entladen und damit zurückgesetzt werden.

[0039] Die Steuerung des Schalters **9** erfolgt durch ein Regelsystem oder eine Regeleinrichtung **7**, die das Tastverhältnis  $T_v$  der Pulsweitenmodulation in Abhängigkeit des gemessenen Spitzenstroms  $I_s$ , der gemessenen Zeitkonstante  $\tau$  und der am Ausgang des Schalters **9** anliegenden Spitzenspannung  $U_s$  ermittelt. Die Spannung  $U_s$  entspricht somit der Eingangsspannung des PWM-Steuergeräts **10** abzüglich des bspw. durch Schalttransistoren oder andere Schaltmittel hervorgerufenen Spannungsabfalls am Schalter **9**. Die Ermittlung kann beispielsweise durch eine Berechnung und Steuerung der Effektivspannung und/oder des Effektivstroms gemäß einem der oben genannten Regelverfahren erfolgen. Ferner kann eine Regelung der Schaltfrequenz des Schalters **9** in Abhängigkeit der Höhe des Spitzenstroms  $I_s$  vorgesehen sein. Die Regeleinrichtung **7** kann durch eine Digital- oder Analog-Prozessorschaltung realisiert werden, wobei die Ermittlung der zur Regelung des Tastverhältnisses  $T_v$  erforderlichen Effektivwerte der Lastspannung und des Laststroms entsprechend der Gleichung (2) durchgeführt werden kann.

[0040] Selbstverständlich kann auch die gesamte Erfassung des Spitzenstroms  $I_s$ , der Zeitkonstanten  $\tau$  und der Spitzenspannung  $U_s$  in Verbindung mit der nachfolgenden Regelauswertung durch eine Prozessorschaltung mit entsprechendem Steuerprogramm realisiert werden.

[0041] Zusammenfassend kann somit eine vereinfachte Ansteuerung zur Versorgung von Lasten aus einem Bordnetz mit beliebiger Versorgungsspannung realisiert werden, ohne das Erfordernis aufwendiger Gleichstromwandler und ausgangsseitiger Glättungskondensatoren. Die Schaltungsanordnung ist selbstverständlich auch für andere Verbraucher und Spannungsverhältnisse in Bordnetzen einsetzbar. Der Effektivwert an der Last kann trotz Reaktanz in der Zuleitung ohne zusätzliche Messleitungen geregelt werden.

## Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zur Versorgung eines Verbrauchers aus einem Bordnetz, wobei die Schaltungs-

anordnung umfasst:

- a) eine Schalteinrichtung (9) zum Modulieren des dem Verbraucher über einen Versorgungsstromkreis zugeführten Versorgungssignals;
- b) eine Erfassungseinrichtung (1 bis 6, 8) zum Erfassen von zumindest einem den Effektivwert des modulierten Versorgungssignals bestimmenden Parameter; und
- c) eine Steuereinrichtung (7) zum Steuern der Modulation der Schalteinrichtung (9) im Ansprechen auf das Erfassungsergebnis des zumindest einen Parameters.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, wobei die Versorgungsspannung des Bordnetzes höher ist als die Nennspannung des Verbrauchers.

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Schaltungsanordnung in einem Kraftfahrzeug angeordnet ist und der Verbraucher einer ohmschen Last im Kraftfahrzeug entspricht.

4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 3, wobei die Schaltungsanordnung in einem Kraftfahrzeug angeordnet ist und der Verbraucher einer Lampe des Kraftfahrzeugs entspricht

5. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Modulation eine Pulsweitenmodulation ist.

6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, wobei eine zusätzliche Glättungsimpedanz in den Versorgungsstromkreis geschaltet ist.

7. Schaltungsanordnung nach einem der vorgenannten Ansprüche, wobei die Erfassungseinrichtung eine Stromerfassungseinrichtung (1, 8) aufweist zur Erfassung des Versorgungsstroms.

8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 7, wobei die Steuereinrichtung (7) ausgestaltet ist zur Änderung der Schaltfrequenz der Schalteinrichtung (9) in Abhängigkeit der durch die Stromerfassungseinrichtung (1, 8) erfassten Stromhöhe.

9. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 7 und 8, wobei die erfasste Stromhöhe dem Spitzenwert des erfassten Stroms entspricht.

10. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei die Erfassungseinrichtung eine Zeitmesseinrichtung (5) aufweist, zur Messung der Zeitkonstanten der Änderung des durch die Stromerfassungseinrichtung (1, 8) erfassten Versorgungsstroms.

11. Schaltungsanordnung nach Anspruch 10, wobei die Steuereinrichtung (7) ausgestaltet ist zur Steuerung des Tastverhältnisses der Modulation in der Weise, dass ein vorbestimmter Effektivwert des Versorgungssignals erreicht wird.

12. Schaltungsanordnung nach Anspruch 11, wobei der Effektivwert der effektiven Spannung an der Last entspricht.

13. Schaltungsanordnung nach Anspruch 11, wobei der Effektivwert dem effektiven Strom an der Last entspricht.

14. Schaltungsanordnung nach Anspruch 11, wobei der Effektivwert der effektiven Leistung der Last entspricht.

15. Schaltungsanordnung nach Anspruch 11, wobei der Effektivwert dem Widerstand der Last entspricht.

16. Schaltungsanordnung nach Anspruch 11, wobei der Effektivwert einer Kombination aus zumindest zwei der Effektivwerte gemäß Anspruch 12 bis 15 entspricht.

17. Verfahren zur Versorgung eines Verbrauchers aus einem Bordnetz, mit den Schritten:

- a) Modulation des dem Verbraucher zugeführten Versorgungssignals;
- b) Erfassen von zumindest einem den Effektivwert des zugeführten modulierten Versorgungssignals bestimmenden Parameter; und
- c) Steuerung der in dem Modulationsschritt durchgeführten Modulation im Ansprechen auf das Erfassungsergebnis.

gebnis.

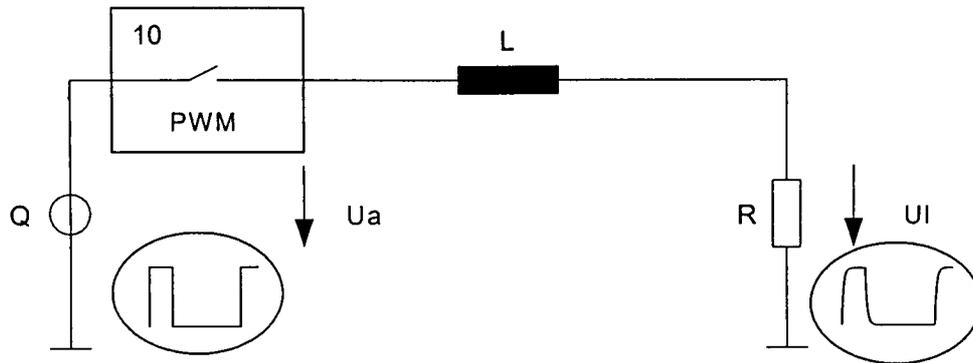
18. Verfahren nach Anspruch 17, wobei der Spitzenwert des Versorgungssignals in dem Erfassungsschritt erfasst wird.

19. Verfahren nach Anspruch 18, wobei die Frequenz der Modulation in Abhängigkeit des erfassten Spitzenwerts gesteuert wird.

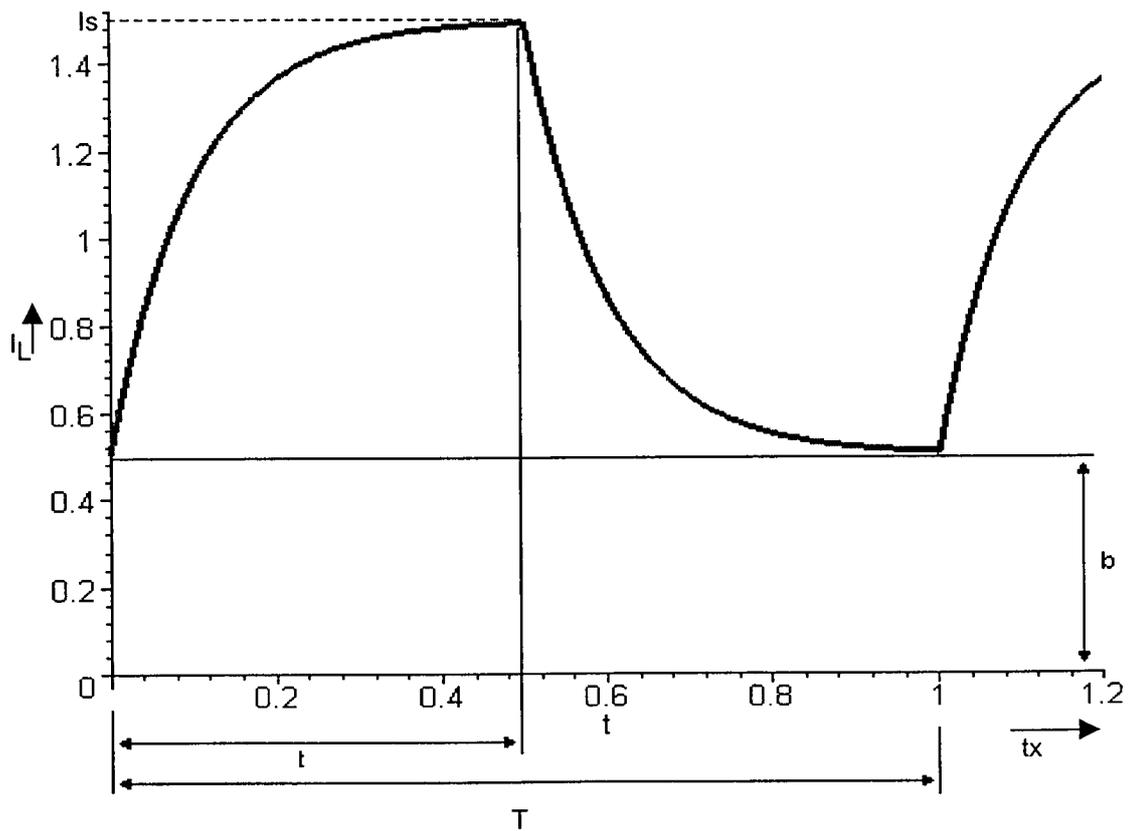
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 19, wobei die Zeitkonstante des Anstiegs des Versorgungssignals in dem Erfassungsschritt erfasst wird.

21. Verfahren nach Anspruch 20, wobei das Tastverhältnis der Modulation in Abhängigkeit der erfassten Zeitkonstante gesteuert wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen



**Fig. 1**



**Fig. 2**

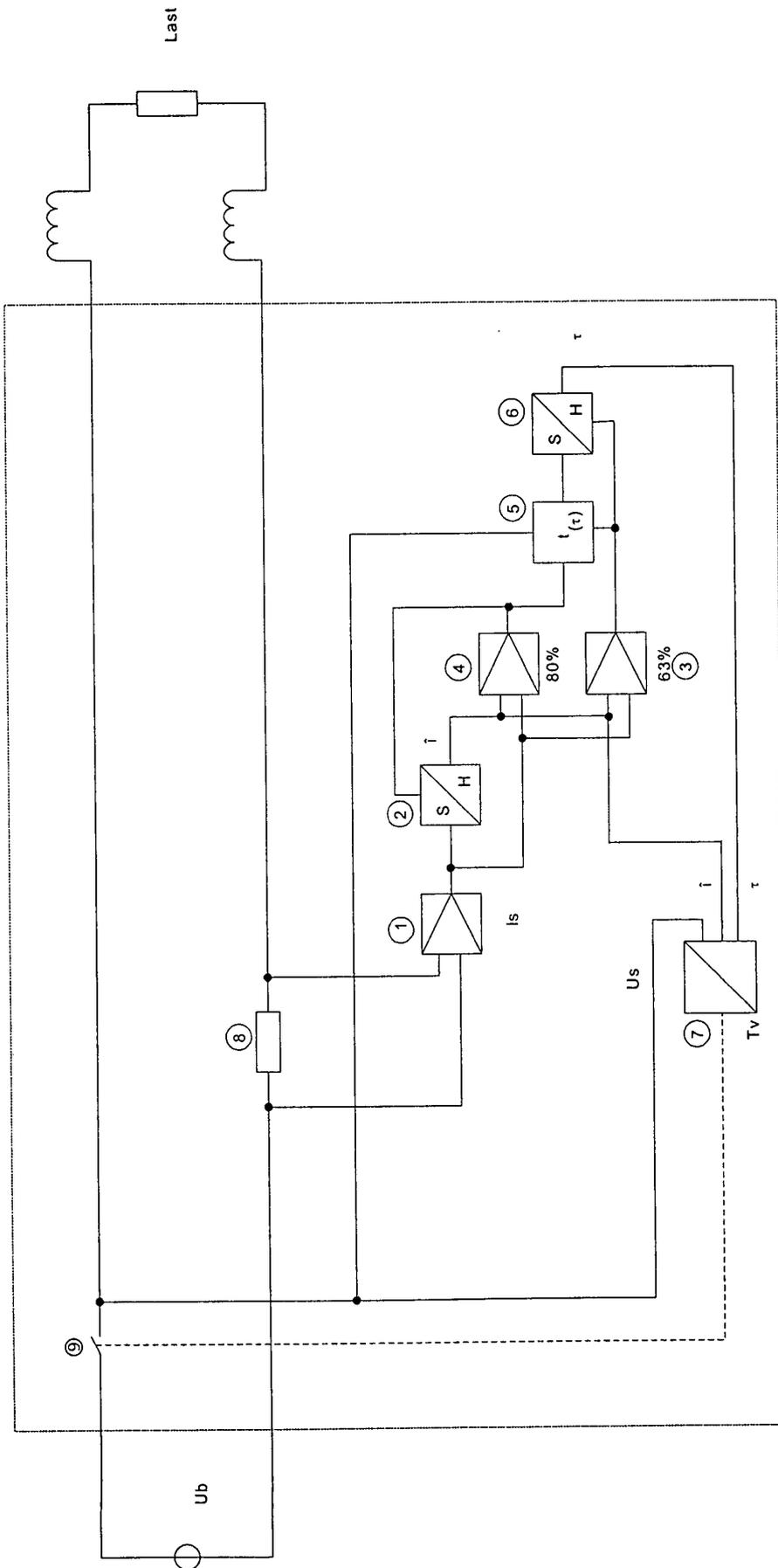


Fig. 3