



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.11.2002 Patentblatt 2002/48

(51) Int Cl.7: **F02D 41/20, H03K 17/64**

(21) Anmeldenummer: **02010711.6**

(22) Anmeldetag: **14.05.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
 • **Schenk, Joachim**
38536 Meinersen-Ohof (DE)
 • **Schweiggart, Hubert**
70191 Stuttgart (DE)

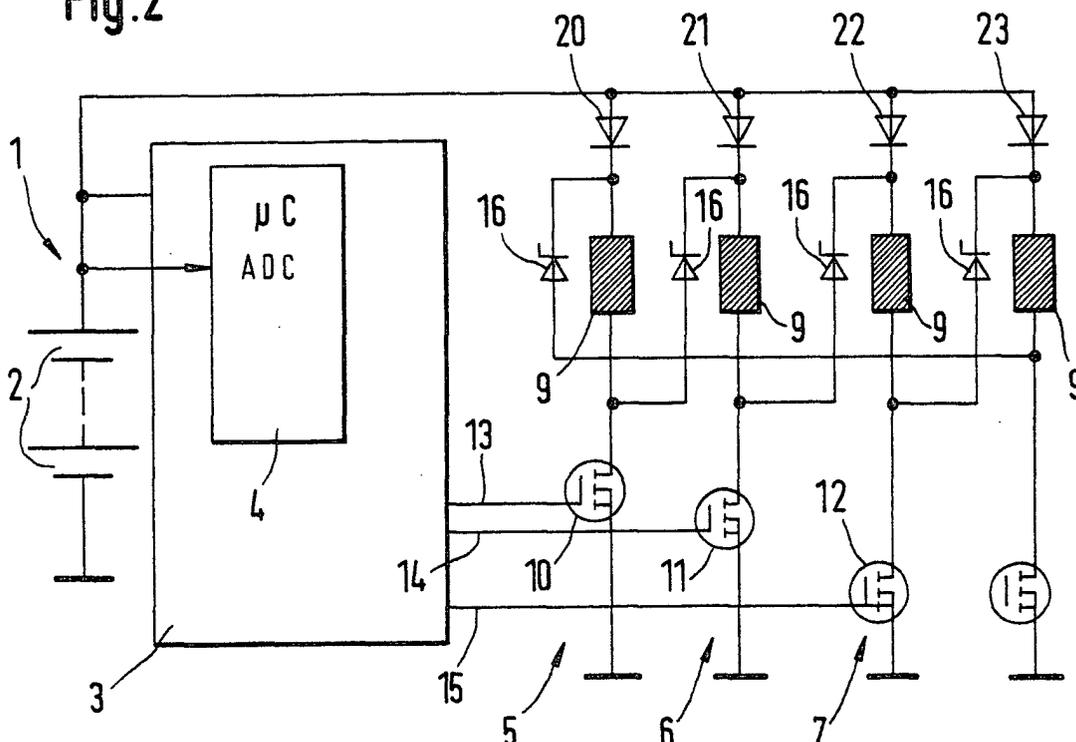
(30) Priorität: **15.05.2001 DE 10123519**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Erhöhung des Spannungsniveaus an hochdynamischen induktiven Stellgliedern**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Ansteuerung elektromagnetischer Verbraucher (5, 6, 7) eines Bordnetzes (1), welches eine Spannungsquelle (2) und ein Steuergerät (3) enthält, das die elektromagnetischen Verbraucher (5, 6, 7) über diesen zugeordnete Schalter (11, 11, 12) ansteuert. Die bei Abschaltung eines oder mehrerer der elektromagnetischen Ver-

braucher (5, 6, 7) vorhandene induktive Energie wird zur Spannungsanhebung beim Einschalten der übrigen der elektromagnetischen Verbraucher (5, 6, 7) eingesetzt oder bei Überschreiten einer erhöhten Einschaltspannung eines elektrischen Aktuators (9) über Schaltelemente (20, 21, 22, 23; 30, 33, 34) in das Bordnetz (1) eingespeist.

Fig.2



BeschreibungTechnisches Gebiet

[0001] Für Anwendungen an Kraftfahrzeugen ist zukünftig der Einsatz von elektromagnetisch bzw. elektrohydraulisch betätigten Ventilen in Sicht. Mit solchen Ventilen lassen sich zum Beispiel die Einspritzventile einer luftverdichtenden Verbrennungskraftmaschine ansteuern. Zur Erzielung einer hohen Stelldynamik wird zum Öffnen und teilweise auch zum Schließen eine hohe Spannung benötigt. Diese hohe Spannung wird bislang von zusätzlich benötigten Spannungswandlern aus kleineren jedoch vorhandenen Spannungsnetzen generiert.

Stand der Technik

[0002] DE 37 02 680 A1 bezieht sich auf ein Verfahren und eine Schaltung zur Ansteuerung von elektromagnetischen Verbrauchern. Es wird ein Verfahren zur Ansteuerung von elektromagnetischen Verbrauchern mit mindestens einer Magnetspule, insbesondere von magnetisch betätigbaren Einspritzventilen über mindestens einen steuerbaren Schalter vorgeschlagen. Nach Abschaltung eines elektromagnetischen Verbrauchers vorhandene induktive Energie der stromdurchflossenen Magnetspule des elektromagnetischen Verbrauchers wird für den Einschaltvorgang eines elektromagnetischen Verbrauchers verwendet. Außerdem wird eine Schaltung zur Ausführung des Verfahrens geschaffen, die sich dadurch auszeichnet, daß mindestens ein mit einem elektromagnetischen Verbraucher verbundener Kondensator zur Zwischenspeicherung der bei Abschaltung des elektromagnetischen Verbrauchers in dessen Magnetspule vorhandenen induktiven Energie vorgesehen ist.

[0003] DE OS 44 19 240 bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Ansteuerung eines elektromagnetischen Verbrauchers. Bei dieser Vorrichtung wird die beim Abschalten freiwerdende Energie in einen Kondensator gespeichert. Dabei wird die beim Übergang von einem Haltestrom auf den Strom Null freiwerdende Energie in einen Kondensator umgeladen. Die beim Übergang vom Anzugsstrom auf den Haltestrom freiwerdende elektrische Energie geht bei dieser Einrichtung verloren.

[0004] DE 195 39 071 bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Ansteuerung wenigstens eines elektromagnetischen Verbrauchers. Die Vorrichtung umfaßt ein erstes Schaltmittel, das zwischen einem ersten Anschluß einer Versorgungsspannung und einem ersten Anschluß wenigstens eines Verbrauchers angeordnet ist, ferner zweite Schaltmittel, die zwischen einem zweiten Anschluß eines zugeordneten Verbrauchers und dem zweiten Anschluß der Spannungsversorgung angeordnet sind. Beim Übergang von einem ersten höheren Stromwert auf einen zweiten niedrigeren Stromwert wird die freiwerdende Energie in einem Speichermittel

gespeichert.

Darstellung der Erfindung

[0005] Mit der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung ist eine Spannungsversorgung darstellbar, mit welcher die Einschaltspannung von induktiven Stellgliedern zum Beispiel zur Ein- und Abschaltung von Ventilen zur Einspritzung von Kraftstoff in Brennkraftmaschinen erfolgen kann, wobei eine gegenseitige Spannungserhöhung zum Schalten der einzelnen induktiven Stellglieder erzielbar ist. Bei Abschaltung eines als Schalter mit kurzen Schaltzeiten dienenden Transistors erfolgt der Aufbau einer Überspannung im induktiven Stellglied, die über eine Diode in einen Kondensator geleitet wird. Die im Kondensator gespeicherte Spannung erhöht die Betriebsspannung entsprechend, so daß für das folgende induktive Stellglied bei Einschaltung dieses ansteuernden Transistors eine höhere Spannung zur Verfügung steht. Aufgrund der höheren Spannung schaltet das Ventil schneller durch.

[0006] Der als Schalter mit kurzen Schaltzeiten bevorzugt eingesetzte Transistor kann im ein- und ausgeschalteten Zustand getaktet werden, solange gewährleistet ist, daß der Abfallmindeststrom am induktiven Stellglied nicht unterschritten wird bzw. der Mindesteinschaltstrom überschritten bleibt. Zwischen diesen Stromwerten ist der Transistor entsprechend zu regeln.

[0007] Reicht die durch das Abschalten eines induktiven Stellgliedes im Kondensator erzeugte Überspannung nicht aus, so können durchaus auch mehrere schaltende induktive Stellglieder parallel zur Spannungsanhebung auf einen oder mehrere Kondensatoren geschaltet werden. Bei Abschaltung eines induktiven Stellgliedes ohne daß der Transistor leitend ist und Auftreten einer Spannung oberhalb der erhöhten Einschaltspannung der Stellglieder, kann diese über eine Diode abgeführt werden, ohne daß das induktive Stellglied Schaden nimmt.

[0008] Fällt die Spannung oberhalb der erzeugten Einschaltspannung wieder auf ein Spannungsniveau ab, auf dem die Diode nicht leitet, teilt sich die im Kondensator gespeicherte Restenergie auf die verbleibenden, in Reihe geschalteten induktiven Stellglieder und Dioden auf.

[0009] In einer Ausführungsvariante der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung kann eine Abführung der Abschaltenergie induktiver Stellglieder in ein Bordnetz zum Beispiel eines Kraftfahrzeuges über einen Analogschalter erfolgen. Bei abgeschaltetem als Schalter mit kurzen Schaltzeiten eingesetzten Transistor und nicht über den Transistor aktiviertem induktiven Stellglied, kann die Abschaltenergie des induktiven Stellgliedes anstatt in einen Kondensator durch Aktivierung des Analogschalters über einen Treiber in das Bordnetz zurückgespeist werden. Sobald der Transistor wieder aktiviert wird, wird der Analogschalter abgeschaltet, so daß die andernfalls ins Bordnetz eingespeiste Abschalt-

tenergie beim Schalten induktiver Stellglieder in Kondensatoren geleitet wird, so daß eine Spannungsreserve für induktive Stellglieder zur Verfügung steht und diese schneller aktiviert, d.h. durchgeschaltet werden können.

[0010] Beim Schalten induktiver Stellglieder auftretende Spannungserhöhungen können mit der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung sowohl im Kondensator gespeichert und zur Durchschaltbeschleunigung genutzt als auch in das Bordnetz eingespeist werden.

Zeichnung

[0011] Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend eingehender beschrieben.

Es zeigt:

[0012]

Figur 1 ein Blockschaltbild von induktiven Stellgliedern mit über ein Steuergerät anzusteuern den Transistoren,

Figur 2 ein Blockschaltbild einer weiteren Ausführungsvariante,

Figur 3 ein Blockschaltbild mit einer Schaltodiode zur Einspeisung von Spannungsspitzen ins Bordnetz und

Figur 4 ein Blockschaltbild mit einem Analogschalter zur Abführung der Abschaltenergie.

Ausführungsvarianten

[0013] Figur 1 zeigt ein Blockschaltbild mit induktiven Stellgliedern mit über ein Steuergerät anzusteuern dem Transistor.

[0014] In einem eine Spannungsquelle 2 aufweisenden Bordnetz 1, zum Beispiel eines Kraftfahrzeuges, ist ein Steuergerät 3 aufgenommen, welches z.B. einen Mikrocontroller 4 umfaßt. Elektromagnetische Verbraucher in Gestalt einer 1. Aktuatorstufe 5 einer 2. Aktuatorstufe 6 sowie einer 3. Aktuatorstufe 7 können zum Beispiel die Einspritzventile an einer luftverdichtenden Verbrennungskraftmaschine oder auch als andere Aktuatoren ausgebildet sein. Die 1. Aktuatorstufe 5, die 2. Aktuatorstufe 6 sowie die 3. Aktuatorstufe 7 stehen jeweils über Eingangsdioden 8 mit dem Bordnetz 1 in Verbindung, dessen Versorgungsspannung durch die Spannungsquelle 2 gestellt wird. Jeder der Aktuatorstufen 5, 6 und 7 ist ein elektrisches Ventil in Gestalt beispielsweise einer stromdurchflossenen Magnetspule zugeordnet. Bei diesen Aktuatoren kann es sich zum Beispiel über schnellschaltende elektromagnetische Ventile, Steller oder auch um Magnetspulen handeln.

Ferner umfaßt jede der Aktuatorstufen 5, 6 und 7 einen Schalter mit kurzen Schaltzeiten, zum Beispiel einen Transistor (Feldeffekttransistor), der mit dem Steuergerät 3 vor jeweils einer Ansteuerleitung 13 bzw. 14 bzw. 15 in Verbindung steht. Ferner ist in jedem der Aktuatorstufen 5, 6 und 7 der elektromagnetischen Verbraucher eine Diode 16 aufgenommen, die nur in eine Richtung durchgängig ist, demzufolge in die andere Richtung sperrt.

[0015] In der Schaltungsvariante gemäß Figur 1 ist jedem elektromagnetischen Verbraucher in Gestalt einer Aktuatorstufe 5, 6 oder 7 ein Speicherelement für induktive Energie wie zum Beispiel ein Kondensator 17, 18 oder 19 zugeordnet.

[0016] Mit der in Figur 1 wiedergegebenen Schaltungsanordnung kann eine Spannungsversorgung geschaffen werden, welche die Einschaltspannung von induktiven Stellgliedern wie zum Beispiel der elektrischen Aktuatoren 9 (stromdurchflossene Magnetspulen) bei Ein- und Ausschalten durch gegenseitige Hochspannungserzeugung signifikant erhöht.

[0017] Der elektrische Aktuator 9 des 1. elektromagnetischen Verbrauchers in Gestalt einer Aktuatorstufe 5 wird über die Spannungsquelle 2 im Bordnetz 1 und über die Eingangsdiode 8 versorgt. Über den vorzugsweise als Transistor beschaffenen schnellschaltenden Schalter ist der elektrische Aktuator 9 gegen Masse geschaltet. Bei Ansteuerung des Transistors 10 über die zugehörige Ansteuerleitung 13 vom Steuergerät 3 wird ein Stromfluß durch den elektrischen Aktuator 9 z.B. einer Magnetspule erzeugt. Wird der Transistor 10 vom Steuergerät 3 entsprechend der dort eingestellten Taktung über die Ansteuerleitung 13 abgeschaltet, baut der induktiv wirkende elektrische Aktuator 9 eine Überspannung auf, welche über die Diode 16 in den Speicher 18 (zum Beispiel ein Kondensator) abgeleitet wird. Somit steht für das in der weiteren Aktuatorstufe 6, d.h. dem weiteren elektromagnetischen Verbraucher eine größere Spannung als die in der Spannungsquelle 2 des Bordnetzes 1 herrschende Spannung zur Verfügung. Beim Einschalten des Transistors 11 des weiteren elektromagnetischen Verbrauchers, d.h. der 2. Aktuatorstufe 6 über den dieser zugeordneten Transistor 11 kann der elektrische Aktuator 9 in der 2. Aktuatorstufe 6 aufgrund der erhöhten Einschaltspannung schneller durchgeschaltet werden.

[0018] Der als schnellschaltender Schalter fungierende Transistor kann im ein- und ausgeschalteten Zustand getaktet werden, solange nicht der Abfallmindeststrom eines als stromdurchflossene Magnetspule beschaffenen elektrischen Aktuators unterschritten bzw. dessen Mindesteinschaltstrom überschritten wird. Die Taktung kann aufgrund der technischen Daten des elektrischen Aktuators 9 und der über das Steuergerät 3 gemessenen Spannung berechnet werden. Aufgrund dieser berechneten Werte kann das Tastverhältnis entsprechend eingestellt und geregelt werden.

[0019] Figur 2 zeigt ein Blockschaltbild einer weiteren

Ausführungsvariante einer Schaltung zur Erhöhung der Einschaltspannung induktiver Stellglieder.

[0020] Gemäß des Blockschaltbildes in Figur 2 sind anstelle von Eingangsdioden 8 zu jedem der elektromagnetischen Verbraucher 5, 6 oder 7 in Gestalt von Aktuatorstufen Schaltelemente 20, 21, 22 und 23 vorgesehen, welche als Z-Dioden ausgeführt sind, deren Zenerspannung die Spannungsüberhöhung zu der Versorgungsspannung 2 festlegen.

[0021] Das Bordnetz 1 gemäß Figur 2 enthält analog zum Blockschaltbild gemäß Figur 1 eine Spannungsquelle 2 sowie ein Steuergerät 3, welches zum Beispiel unter anderem einen Mikrocontroller 4 umfaßt. Vom Steuergerät 3 erstrecken sich Ansteuerleitungen 13, 14 und 15 zu den vorzugsweise als Transistoren ausgebildeten Schaltelementen 10, 11 und 12 der einzelnen elektromagnetischen Verbraucher 5, 6 oder 7. Jeder der elektromagnetischen Verbraucher 5, 6 oder 7 in Gestalt von Aktuatorstufen enthält einen elektrischen Aktuator 9, dem eine Sperrdiode 16 parallelgeschaltet ist. Bei entsprechender Ansteuerung durch das Steuergerät 3 wird durch den Transistor 10 im elektromagnetischen Verbraucher 5 ein Stromfluß durch den elektrische Aktuator 9 hervorgerufen. Bei Abschaltung des Transistors 10 des elektrischen Verbrauchers 5 baut der induktiv wirkende elektrische Aktuator eine Überspannung auf, die über die parallelgeschaltete Diode 16 und der elektrische Aktuator 10 des weiteren elektromagnetischen Verbrauchers 6 und den leitenden Transistor 11 des elektromagnetischen Verbrauchers 6 abgebaut wird. Somit steht für den elektrischen Aktuator 9 in dem weiteren elektromagnetischen Verbraucher 6 eine erhöhte Spannung, verglichen mit der von der Spannungsquelle 2 im Bordnetz 1 erzeugten Spannung zur Verfügung. Beim gleichzeitigen oder etwas vorzeitigen Einschalten des als Transistor vorzugsweise ausgebildeten Schalters 11 im weiteren elektromagnetischen Verbraucher 6 vor Abschaltung des Transistors 10 im diesen vorgeordneten elektromagnetischen Verbraucher 5 schaltet der elektrische Aktuator 9 im 2. elektromagnetischen Verbraucher 6 aufgrund der erhöhten Spannung schneller durch.

[0022] Figur 3 ist ein Blockschaltbild entnehmbar mit einer Verbindung der elektromagnetischen Verbraucher untereinander.

[0023] Die Schaltungsanordnung gemäß Figur 3 unterscheidet sich von der Schaltungsanordnung gemäß Figur 2 im wesentlichen dadurch, daß jedem der elektrischen Aktuatoren 9 in den elektromagnetischen Verbrauchern 5, 6 oder 7, d.h. der 1.2. oder 3 Aktuatorstufe zwei Sperrdioden 16 zugeordnet sind, die jeweils mit unterschiedlichen, die elektrischen Aktuatoren 9 miteinander verbindenden Parallelschaltzweigen 24, 25 bzw. 26 verbunden sind. Analog zum Blockschaltbild gemäß der Darstellung in Figur 2 umfaßt das Bordnetz 1 eine Spannungsquelle 2 sowie ein Steuergerät 3, in welchem ein Mikrocontroller 4 aufgenommen ist. Jeder der elektromagnetischen Verbraucher 5, 6 bzw. 7 gemäß des

Blockschaltbildes in Figur 3 umfaßt einen vorzugsweise als schnellschaltenden Transistor ausgebildeten Schalter 10, 11 bzw. 12. Jeder der Transistoren 10, 11 bzw. 12 steht über eine Ansteuerleitung 13, 14 und 15 mit dem Steuergerät 3 in Verbindung und wird über dieses getaktet angesteuert. Reicht die Abschaltenergie eines abschaltenden elektrischen Aktuators 9 nicht aus, so können auch mehrere elektrische Aktuatoren 9 parallel zur Spannungsanhebung herangezogen werden. So kann eine Spannungserhöhung am elektrischen Aktuator 9 des elektromagnetischen Verbrauchers 5 dadurch herbeigeführt werden, daß diesem in Durchlaßrichtung der Sperrdiode 16 gesehen die Spannung des elektrischen Aktuators 9 des elektromagnetischen Verbrauchers 7 sowie die Spannung des elektrischen Aktuators 9 im nicht numerierten elektromagnetischen Verbraucher aufgeschaltet ist. Dazu sind die Sperrdioden 16 parallel zum elektrischen Aktuator 9 des elektromagnetischen Verbrauchers 6 mit den Parallelschaltzweigen 24 bzw. 27 der erwähnten elektrischen Aktuatoren 9 verbunden.

[0024] Eine Schaltspannungserhöhung am elektrischen Aktuator 9 des elektromagnetischen Verbrauchers 7, 6, d.h. der 2. Aktuatorstufe erfolgt durch Anlegen der Spannung am elektrischen Aktuator 9 des elektromagnetischen Verbrauchers 5 über den Parallelschaltzweig 24 bzw. Durchlaßrichtung der Diode 16 bzw. durch Anlegen der Spannung des elektrischen Aktuators 9 des nicht numerierten elektromagnetischen Verbrauchers. Jeder der Parallelschaltzweige 24, 25 bzw. 26 ist mit zwei Spannungsabgriffspunkten versehen, so daß einem jeden zwei elektrische Aktuatoren 9 zur Spannungserhöhung zugeordnet sind.

[0025] Zum Schutz gegen übermäßig hohe Einschaltspannungen werden die jeweiligen elektrischen Aktuatoren 9 im abgeschalteten Zustand, ohne daß der entsprechend zugeordnete Transistor leitend ist, über die als Z-Dioden ausgebildeten Schaltelemente 20, 21, 22 bzw. 23 entladen, wenn die Spannung über der erhöhten Einschaltspannung der elektrischen Aktuatoren 9 ansteigt. Analog zur Darstellung gemäß des Blockschaltbildes in Figur 1 können die als Schalter fungierenden Transistoren 10, 11 oder 12 zwischenzeitlich auch abgeschaltet werden, solange nicht der jeweilige Abfallmindeststrom der elektrischen Aktuatoren 9 unterschritten wird. Ebenso kann ein elektrischer Aktuator 9 zur Spannungserzeugung auch kurzzeitig eingeschaltet werden, solange nicht der Mindesteinschaltstrom überschritten wird.

[0026] Der Darstellung gemäß Figur 4 ist ein Blockschaltbild mit einem Schaltelement zur Abführung der Abschaltenergie elektrischer Aktuatoren in das Bordnetz eines Fahrzeugs zu entnehmen.

[0027] Im Bordnetz 1 ist eine Spannungsquelle 2 aufgenommen, über welche zwei parallelgeschaltete elektromagnetische Verbraucher 5 bzw. 6 sowie ein Steuergerät 3 u.a. mit einem Mikrocontroller 4 und zwei Treibern 33 bzw. 34 mit elektrischer Energie versorgt wer-

den.

[0028] Jedem der elektromagnetischen Verbraucher 5 bzw. 6, im vorliegenden Falle einer 1. Aktuatorstufe 5 und einer 2. Aktuatorstufe 6 ist ein analoger Schalter 30 zugeordnet, der im wesentlichen aus einer Sperrdiode 31 und einem zu dieser parallelgeschalteten Transistor 32 besteht. Jeder der in Figur 4 schematisch dargestellten elektromagnetischen Verbraucher 5 bzw. 6 umfaßt einen elektrischen Aktuator 9, welchem jeweils eine Eingangsdiode 8 vorgeschaltet ist. Jedem der elektrischen Aktuatoren 9 ist eine Sperrdiode 16 parallelgeschaltet. Analog zu den elektromagnetischen Verbrauchern 5, 6 und 7 der Blockschaltbilder gemäß den Figuren 1, 2 und 3 umfassen auch die in Figur 4 wiedergegebenen elektromagnetischen Verbraucher 5 und 6 jeweils einen Transistor 10 bzw. 11, die als schnellschaltende Schalter wirken und über die Ansteuerleitungen 13 bzw. 14 vom Mikrocontroller 4 des Steuergerätes 3 in entsprechender Taktung angesteuert werden.

[0029] Gemäß des Blockschaltbildes in Figur 4 wird bei abgeschaltetem Transistor 10 des am 1. elektromagnetischen Verbrauchers 5 und nicht aktiviertem elektrischen Aktuator 9 des weiteren elektromagnetischen Verbrauchers 6 die Abschaltenergie des elektrischen Aktuators 9 im elektromagnetischen Verbraucher 5, d. h. der 1. Aktuatorstufe durch Aktivierung des Analogschalters 30 des elektromagnetischen Verbrauchers 5 über Treiber 33 bzw. 34 in das Bordnetz 1 eines Fahrzeugs zurückgespeist. Bei der Aktivierung des Transistors 11 im elektromagnetischen Verbraucher 6, d. h. der 2. Aktuatorstufe wird der Analogschalter 30 abgeschaltet bzw. nicht aktiviert, so daß die Abschaltenergie des elektrischen Aktuators 9 im elektromagnetischen Verbraucher 5 zur Spannungserhöhung am elektrischen Aktuator 9 des elektromagnetischen Verbrauchers 6, d. h. der 2. Aktuatorstufe 6 eingesetzt werden kann. Dies bedeutet, daß der elektrische Aktuator 9 schneller durchgeschaltet werden kann.

[0030] Mit den in den Figuren 1 bis 4 beispielhaft wiedergegebenen Blockschaltbildern sind Schaltungen charakterisiert, mit denen eine hohe Stelldynamik von induktiven Stellgliedern erzielt werden kann, um zum Beispiel Einspritzventile von luftverdichtenden Verbrennungskraftmaschinen, die elektromagnetische Verbraucher im Sinne der obigen Ausführungen darstellen, hochdynamisch ansteuern und damit betätigen zu können. Bisher zusätzlich benötigte Spannungswandler von kleineren, am Fahrzeug vorhandenen, Spannungsnetzen können entfallen ebenso wie zusätzlich einzusetzende Kondensatoren, die von getakteten Aktuatoren aufgeladen werden. Mit der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung kann eine Spannungsversorgung realisiert werden, die eine signifikante Erhöhung der Einschaltspannung von induktiven Stellgliedern wie zum Beispiel stromdurchflossene elektrische Magnetspulen, die als elektrische Aktuatoren Einsatz finden, erzielt werden. Die Ein- und Abschaltung von elektromagnetischen Verbrauchern kann somit auf dem Wege der

gegenseitigen Hochspannungserzeugung erfolgen, wobei die Spannungserhöhung zum Einschalten eines elektrischen Aktuators 9 zuvor durch die Speicherung bzw. Umleitung der induktiven Energie beim Abschaltvorgang eines anderen elektrischen Aktuators 9 eingesetzt wird.

Bezugszeichenliste

10 [0031]

1	Bordnetz
2	Spannungsquelle
3	Steuergerät
15 4	Mikrocontroller
5	1. Aktuatorstufe (elektromagnetischer Verbraucher)
6	2. Aktuatorstufe (elektromagnetischer Verbraucher)
20 7	3. Aktuatorstufe (elektromagnetischer Verbraucher)
8	Eingangsdiode
9	elektrischer Aktuator
10	Transistor
25 11	Transistor
12	Transistor
13	Ansteuerleitung
14	Ansteuerleitung
15	Ansteuerleitung
30 16	Sperrdiode
17	Kondensator
18	Kondensator
19	Kondensator
20	Z-Diode
35 21	Z-Diode
22	Z-Diode
23	Z-Diode
24	Parallelschaltzweig
25	Parallelschaltzweig
40 26	Parallelschaltzweig
27	Parallelschaltzweig
30	Schaltelement
31	Sperrdiode
45 32	Transistor
33	1. Treiber
34	2. Treiber

50 Patentansprüche

1. Verfahren zur Ansteuerung elektromagnetischer Verbraucher (5, 6, 7) eines Bordnetzes (1), welches eine Spannungsquelle (2) und ein Steuergerät (3) enthält, welches die elektromagnetischen Verbraucher (5, 6, 7) über diesen zugeordnete Schalter (10, 11, 12) ansteuert, **dadurch gekennzeichnet, daß** die beim Abschalten eines oder mehrerer der elek-

- tromagnetischen Verbraucher (5, 6, 7) vorhandene induktive Energie zur Spannungsanhebung beim Einschalten der übrigen der elektromagnetischen Verbraucher (5, 6, 7) eingesetzt oder bei Überschreiten einer erhöhten Einschaltspannung elektrischer Aktuatoren (9) über Schaltelemente (20, 21, 22, 23; 30, 33, 34) in das Bordnetz (1) eingespeist wird.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die den elektromagnetischen Verbrauchern (5, 6, 7) zugeordneten Schalter (10, 11, 12) über das Steuergerät (3) zwischen ein- und ausgeschaltetem Zustand getaktet werden.
3. Verfahren gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Steuergerät (3) die Taktung der Schalter (10, 11, 12) derart steuert, daß am elektrischen Aktuator (9) weder der Abfallmindeststrom unterschritten, noch der Mindesteinschaltstrom überschritten wird.
4. Verfahren gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schalter (10, 11, 12) über das Steuergerät (3) abgeschaltet werden, solange nicht der Abfallmindeststrom am elektrischen Aktuator (9) unterschritten wird.
5. Verfahren gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schalter (10, 11, 12) über das Steuergerät (3) eingeschaltet werden, solange nicht der Mindesteinschaltstrom am elektrischen Aktuator (9) überschritten wird.
6. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur Erhöhung der beim Abschalten ein oder mehrerer der elektromagnetischen Verbraucher (5, 6, 7) vorhandenen induktiven Energie mehrere elektrische Aktuatoren (9) über Parallelschaltzweige (24, 25, 26, 27) parallelgeschaltet werden.
7. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei abgeschalteten elektrischen Aktuatoren (9) und leitenden korrespondierenden Schaltern (10, 11, 12) bei Spannungen oberhalb einer erhöhten Einschaltspannung des elektrischen Aktuators (9) diese über als Z-Dioden ausgebildete Schaltelemente (20, 21, 22, 23) abfließen.
8. Verfahren gemäß Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei Unterschreiten der Öffnungsspannung der Z-Dioden (20, 21, 22, 23) die induktive Restenergie auf die elektrischen Aktuatoren (9) der elektromagnetischen Verbraucher (5, 6, 7) aufgeteilt wird.
9. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei Abschaltung eines Schalters (10) eines 1. elektromagnetischen Verbrauchers (5) und nicht aktiviertem elektrischen Aktuator (9) eines weiteren elektromagnetischen Verbrauchers (6) die Abschaltenergie des elektrischen Aktuators (9) des 1. elektromagnetischen Verbrauchers (5) durch Ansteuerung eines Schaltelementes (30) durch das Steuergerät (3) in das Bordnetz (1) zurückgespeist wird.
10. Verfahren gemäß Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** mit der Aktivierung eines Schalters (11) der weiteren Aktuatorstufe (6) das Schaltelement (30) abgeschaltet wird, so daß die induktive Energie des elektrischen Aktuators (9) des elektromagnetischen Verbrauchers (5) zur Spannungserhöhung am elektrischen Aktuator (9) des weiteren elektromagnetischen Verbrauchers (6) eingesetzt wird.
11. Schaltung zur Durchführung des Verfahrens gemäß einem oder mehrerer der Ansprüche 1 bis 10 mit einem Steuergerät (3), einer Spannungsquelle (2) sowie mehreren elektromagnetischen Verbrauchern (5, 6, 7), **dadurch gekennzeichnet, daß** jedem elektromagnetischen Verbraucher (5, 6, 7) ein vom Steuergerät (3) ansteuerbarer Schalter (10, 11, 12) und ein Speicher für elektrische Energie (17, 18, 19) zugeordnet sind.
12. Schaltung zur Durchführung des Verfahrens gemäß einem oder mehrerer der Ansprüche 1 bis 10 mit einem Steuergerät (3), einer Spannungsquelle (2) sowie mehrerer elektromagnetischer Verbraucher (5, 6, 7), **dadurch gekennzeichnet, daß** jedem elektromagnetischen Verbraucher (5, 6, 7) jeweils eine als Zener-Diode als Schaltelement (20, 21, 22, 23) zugeordnet ist, deren Zenerspannung die Spannungsüberhöhung zu der Spannungsversorgung (2) festlegen.
13. Schaltung gemäß Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** die elektrischen Aktuatoren (9) mehrerer elektromagnetischer Verbraucher (5, 6, 7) über Parallelschaltzweige (24, 25, 26, 27) miteinander verbunden sind.
14. Schaltung zur Durchführung des Verfahrens gemäß einem oder mehrerer der Ansprüche 1 bis 10 mit einem Steuergerät (3), einer Spannungsquelle (2) sowie mit elektromagnetischen Verbrauchern (5, 6), **dadurch gekennzeichnet, daß** jedem elektromagnetischen Verbraucher (5, 6) ein diesem mit dem Bordnetz (1) verbindendes Schaltelement (30) zugeordnet ist, über welches die Abschaltenergie eines elektrischen Aktuators (9) in das Bordnetz (1) zurückleitbar ist.

15. Schaltung gemäß Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei Abschaltung des Schaltelementes (30) die Abschaltenergie eines elektrischen Aktuators (9) zur Spannungserhöhung an einem weiteren elektrischen Aktuator (9) eines elektromagnetischen Verbrauchers (5, 6) eingesetzt wird. 5

16. Schaltung gemäß Anspruch 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein elektromagnetischer Verbraucher zum Erzeugen einer Überspannung eingerichtet ist und diese Überspannung über die Leitungen (24, 25, 26, 27) anderen elektromagnetischen Verbrauchern für eine hochdynamische Ansteuerung zeitgerecht bereitgestellt wird. 10
15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

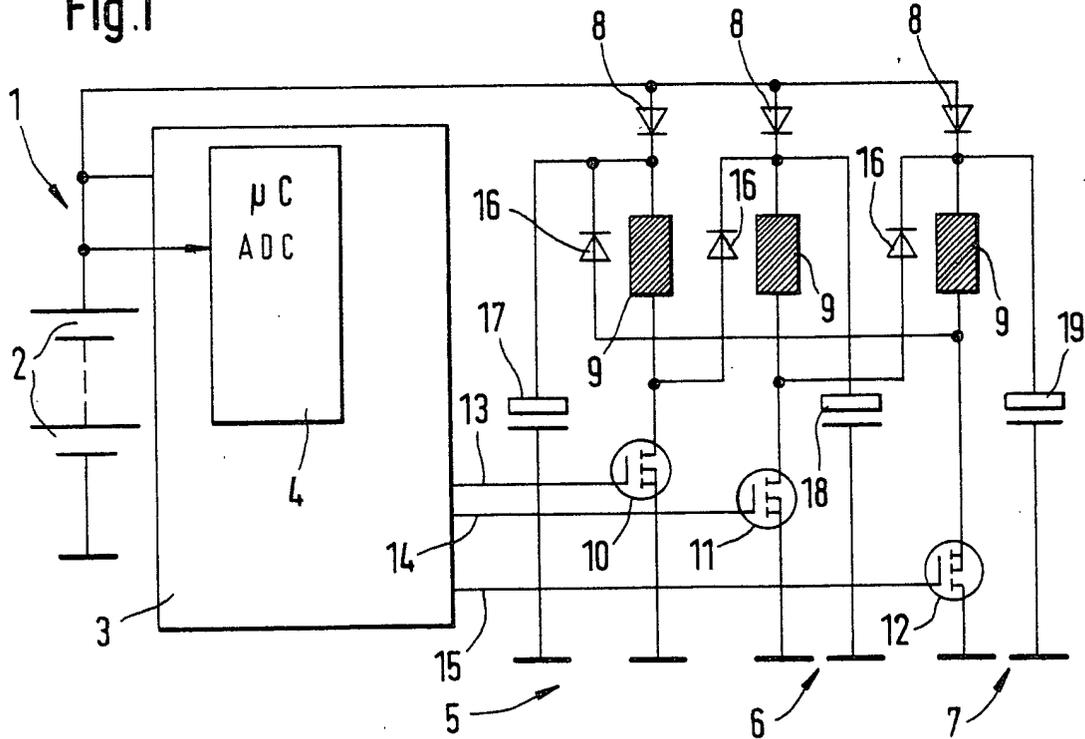


Fig.2

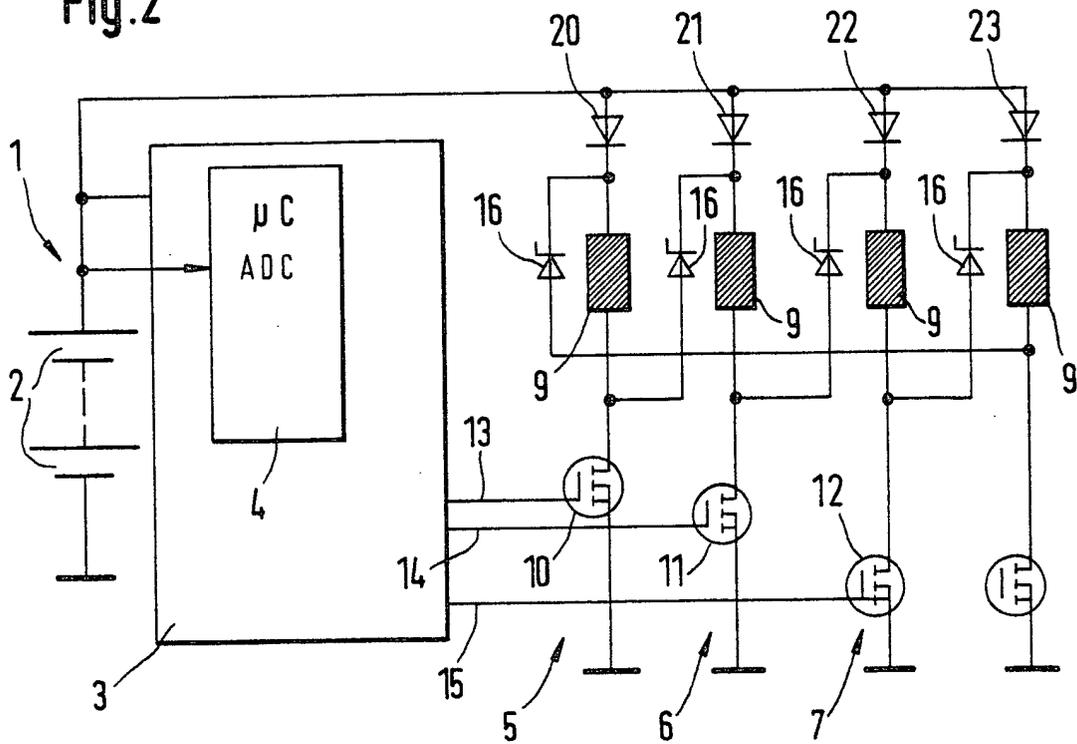


Fig.3

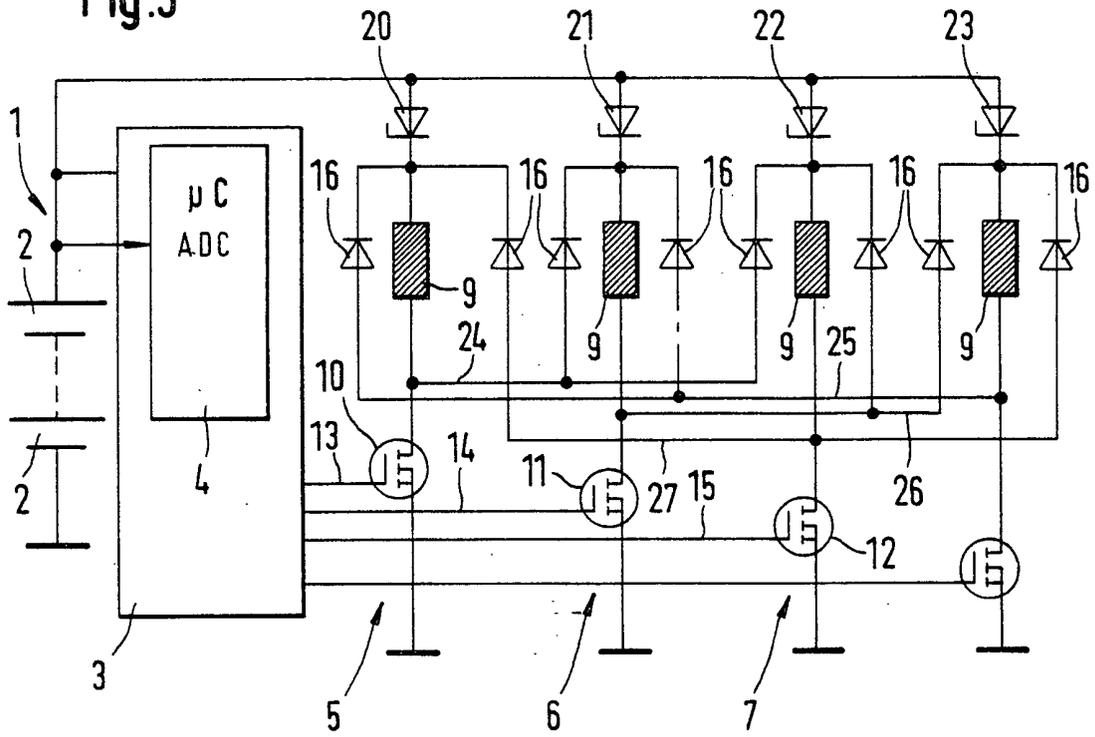


Fig.4

