(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 945 609 A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
29.09.1999 Patentblatt 1999/39

(51) Int. Cl.[6]: **F02D 41/20**, H01F 7/18, H01H 47/32

(21) Anmeldenummer: **98117685.2**

(22) Anmeldetag: **17.09.1998**

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

(30) Priorität: **24.03.1998 DE 19812744**

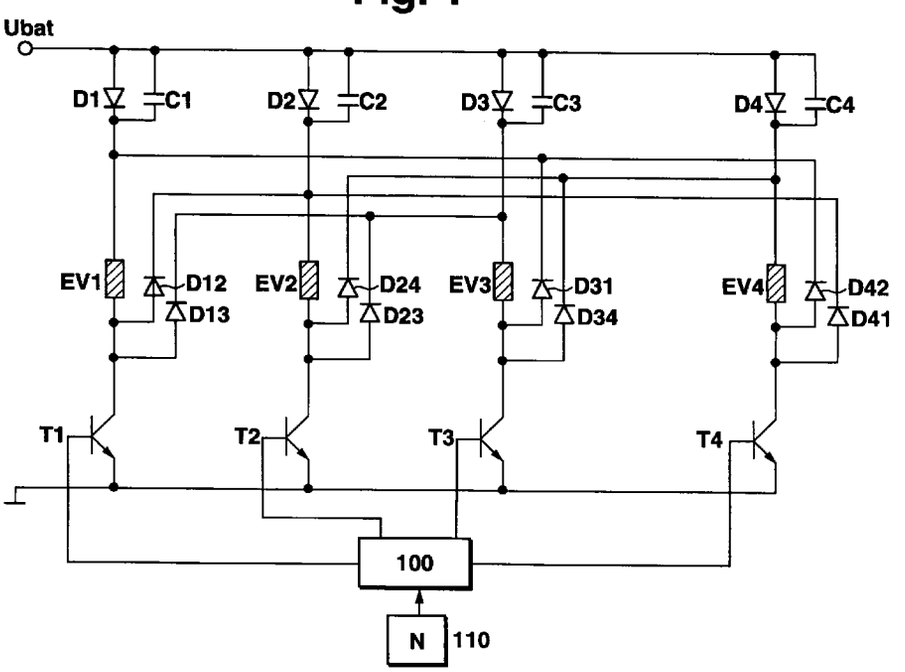
(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
- **Fritz, Adolf**
  71254 Ditzingen (DE)
- **Jundt, Werner**
  71636 Ludwigsburg (DE)

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Schalten eines induktiven Verbrauchers

(57) Es werden eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Schalten eines induktiven Verbrauchers beschrieben. Ein erster Anschluß des Verbrauchers steht über ein erstes Schaltmittel mit Masse in Verbindung. Ein zweiter Anschluß des Verbrauchers steht mit einer Versorgungsspannung in Verbindung. Eine Induktivität ist über ein zweites Schaltmittel mit Masse verbindbar. Es sind Mittel vorgesehen sind, die die Schaltmittel derart ansteuern, daß die beim Unterbrechen des Stromflusses durch die Induktivität freiwerdende Energie zum Schalten des Verbrauchers verwendet wird.

Fig. 1



EP 0 945 609 A2

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Schalten eines induktiven Verbrauchers gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche.

[0002] Ein solches Verfahren und eine solche Vorrichtung zum Schalten eines induktiven Verbrauchers sind aus der DE-OS 195 39 071 bekannt. Bei dieser Vorrichtung wird die beim Abschalten eines Verbrauchers freiwerdende Energie in einem Kondensator zwischengespeichert und bei einem nachfolgenden Einschaltvorgang wieder verwendet.

Aufgabe der Erfindung

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Ansteuerung eines induktiven Verbrauchers eine möglichst einfach aufgebaute Einrichtung bereitzustellen, bei der der Einschaltvorgang beschleunigt und der Gesamtenergieverbrauch minimiert wird.

Vorteile der Erfindung

[0004] Mit der erfindungsgemäßen Vorgehensweise wird eine einfach aufgebaute Einrichtung bereitgestellt, bei der der Einschaltvorgang beschleunigt und der Gesamtenergieverbrauch minimiert ist.

[0005] Vorteilhafte und zweckmäßige Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Zeichnung

[0006] Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen erläutert.

[0007] Es zeigen Figur 1 eine erste Ausgestaltung, Figur 2 verschiedene über der Zeit t aufgetragene Signal, Figur 3 eine Ausgestaltung mit einer zusätzlichen Induktivität, Figur 4 eine Ausgestaltung mit einem Speicherkondensator, Figur 5 eine Ausführungsform mit einer Brückenschaltung und Figur eine Ausgestaltung mit einer Doppelspule.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0008] Zur Steuerung der einzuspritzenden Kraftstoffmenge werden häufig Magnetventile eingesetzt. Um eine exakte Kraftstoffeinspritzung gewährleisten zu können, müssen die Magnetventile schnell schalten. Ein schneller Schaltvorgang bei Magnetventilen kann dadurch erzielt werden, daß zu Beginn der Ansteuerung eine erhöhte Spannung angelegt wird. Beim Einsatz in Kraftfahrzeugen steht eine solche erhöhte Spannung nur bedingt zur Verfügung.

[0009] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß die beim Abschalten einer Induktivität auftretende Spannungsspitze zum beschleunigten Einschalten des Verbrauchers verwendet wird. In Figur 1 sind die wesentlichen Elemente einer solchen Ansteuerung als Blockdiagramm dargestellt.

[0010] Eine Steuerung ist mit 100 bezeichnet. Diese verarbeitet die Ausgangssignale verschiedener Sensoren 110. Ausgehend von diesen Sensorsignalen steuert sie die Kraftstoffeinspritzung durch Ansteuerung verschiedener Magnetventile. Die Magnetventile, die auch als induktive Verbraucher bezeichnet werden, sind mit EV1, EV2, EV3 und EV4 bezeichnet. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich um eine Brennkraftmaschine mit vier Zylindern. Die erfindungsgemäße Vorgehensweise ist aber auch auf Brennkraftmaschinen mit anderer Zylinderzahl, bei der dann eine entsprechende Anzahl von Verbrauchern EVN vorzusehen ist, anwendbar.

[0011] Der erste Verbraucher EV1 steht für eine in Flußrichtung gepolte Diode D1 mit einer Versorgungsspannung Ubat in Verbindung. Entsprechend steht der Verbraucher EV2 über eine Diode D2, der Verbraucher EV3 über eine Diode D3 und der Verbraucher EV4 über eine Diode D4 mit der Versorgungsspannung Ubat in Verbindung. Dabei stehen jeweils die Anoden der Dioden D1 bis D4 mit der Versorgungsspannung und die Kathoden mit dem ersten Anschluß der Verbraucher EV1 bis EV4 in Kontakt. Parallel zu den Dioden D1 bis D4 ist jeweils ein Kondensator C1, C2, C3 und C4 geschaltet.

[0012] Der zweite Anschluß der Verbraucher EV1 bis EV4 steht jeweils über ein Schaltmittel T1, T2, T3 und T4 mit einem Masseanschluß in Kontakt. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Schaltmittel als Transistoren ausgebildet. Die Steueranschlüsse der Schaltmittel werden von der Steuerung 100 mit Ansteuersignalen beaufschlagt.

[0013] Ferner stehen die zweiten Anschlüsse der Verbraucher jeweils über wenigstens eine Diode mit dem ersten Anschluß eines weiteren Verbrauchers in Verbindung. So steht der zweite Anschluß des Verbrauchers EV1 über eine Diode D12 mit dem ersten Anschluß des Verbrauchers EV2 in Verbindung. Ebenso steht der zweite Anschluß des Verbrauchers EV1 über eine Diode D13 mit dem ersten Anschluß des dritten Verbrauchers EV3 in Kontakt.

[0014] Entsprechend steht der zweite Anschluß des zweiten Verbrauchers EV2 über die Dioden D23 und D24 mit dem ersten Anschluß des dritten bzw. des vierten Verbrauchers in Kontakt. Der zweite Anschluß des dritten Verbrauchers EV3 steht über Dioden D31 und D34 mit dem ersten Anschluß des ersten Verbrauchers EV1 und dem vierten Verbraucher EV4 in Kontakt. Der zweite Anschluß des vierten Verbrauchers EV4 steht über Dioden DV1 und DV2 mit dem ersten Anschluß des ersten und des zweiten Verbrauchers in Kontakt.

[0015] Die Dioden D12, D13, D24, D23, D31, D34, D41 und D42 sind jeweils so beschaltet, daß ihre Anode mit dem zweiten Anschluß eines Verbrauchers und die Kathode mit dem ersten Anschluß eines anderen Verbrauchers in Verbindung steht.

[0016] In dem dargestellten Ausführungsbeispiel steht jeweils der zweite Anschluß eines Verbrauchers über zwei Dioden mit dem ersten Anschluß zweier weiterer Verbraucher in Kontakt. Bei einer vereinfachten Ausgestaltung kann auch vorgesehen sein, daß der zweite Anschluß eines Verbrauchers jeweils nur über eine Diode mit dem ersten Anschluß eines weiteren Verbrauchers in Kontakt steht. Es kann auch vorgesehen sein, daß der zweite Anschluß eines jeden Verbrauchers über Dioden mit den ersten Anschlüssen aller übrigen Verbraucher in Verbindung steht.

[0017] In Figur 2 sind verschiedene Signale über der Zeit t aufgetragen. In Teilfigur 2a) ist das Ansteuersignal für den Transistor T1, in der zweiten Teilfigur 2b) ist der durch den ersten Verbraucher EV1 fließende Strom I1, in Teilfigur 3c) ist das Ansteuersignal für den Schalter T2 und in Teilfigur 2d) der durch den zweiten Verbraucher fließende Strom I2 aufgetragen.

[0018] Im folgenden wird die Funktionsweise der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform anhand der Figur 2 verdeutlicht. Zur Vereinfachung ist vorgesehen, daß die Verbraucher lediglich über eine Diode mit einem weiteren Verbraucher in Verbindung stehen.

[0019] In dem dargestellten Ausführungsbeispiel soll der Verbraucher EV2 zum Zeitpunkt t2 angesteuert werden. Hierzu wird zum Zeitpunkt t1, der kurz vor dem Zeitpunkt t2 liegt, der erste Verbraucher EV1 bestromt. Dies bedeutet, daß das Schaltmittel T1 zwischen den Zeitpunkten t1 und t2 derart angesteuert wird, daß ein Strom I1 über die Diode D1, den ersten Verbraucher EV1 und das Schaltmittel T1 fließt. Der Zeitraum t1 bis t2 ist so gewählt, daß der Strom I1, der durch den Verbraucher EV1 fließt, nicht ausreicht, um den Zustand des Verbrauchers EV1 zu ändern. In einer ersten Phase, die durch die Zeitpunkte t1 und t2 definiert ist, wird der erste Verbraucher bestromt.

[0020] Zum Zeitpunkt t2, bei dem der Verbraucher EV2 angesteuert werden soll, wird das Schaltmittel T2 so angesteuert, daß es den Stromfluß freigibt und das Schaltmittel T1 so, daß es den Stromfluß sperrt. Dies hat zur Folge, daß die in dem Verbraucher EV1 gespeicherte Energie von dem Verbraucher EV1 in den Verbraucher EV2 umschwingt, das heißt der Strom I1 bewirkt eine Induktionsspannung, die über die Diode D12 in den Verbraucher EV2 geleitet wird.

[0021] Die Folge hiervon ist, daß der Strom I2 ab dem Zeitpunkt t2 sehr schnell ansteigt und der Verbraucher EV2 sehr schnell in seinen neuen Zustand übergeht. In einer zweiten Phase, die durch die Zeitpunkte t2 und t3 definiert ist, wird die in dem ersten Verbraucher EV1 gespeicherte Energie in den zweiten Verbraucher EV2 umgeladen.

[0022] Zum Zeitpunkt t3 wird dann auf die übliche Stromregelung übergegangen bzw. wie in dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird der Strom auf den Haltestrom abgesenkt. In einer dritten Phase, die zum Zeitpunkt t3 beginnt, wird lediglich der zweite Verbraucher EV2 bestromt. In dieser Phase fließt der Strom über die Diode D2, den Verbraucher EV2 und das Schaltmittel T2 nach Masse. Durch den Verbraucher EV1 fließt kein Strom mehr.

[0023] Zum Zeitpunkt t4 wird die Ansteuerung für das Schaltmittel T2 zurückgenommen, dies bedeutet, daß der Strom I2 auf 0 abfällt. Der Verbraucher EV2 geht in seinen Ausgangszustand zurück.

[0024] Zum Zeitpunkt t5 übernimmt der Verbraucher EV2 die Energiespeicherung für den vierten Verbraucher EV4. Zum Zeitpunkt t6 wird dann der nächste Verbraucher insbesondere EV4 eingeschaltet. Besonders vorteilhaft ist es, daß durch eine geeignete Kaskadierung der Endstufen jeweils ein oder mehrere Verbraucher die Energiespeicherung für die anderen übernimmt.

[0025] Bei dieser in Figur 1 dargestellten Ausführungsform dient jeweils ein oder mehrere Verbraucher als Energiespeicher für einen anderen Verbraucher. In Figur 3 ist eine Ausgestaltung dargestellt, bei dem eine zusätzliche Induktivität vorgesehen ist, die als Energiespeicher dient.

[0026] Bereits in Figur 1 beschriebene Elemente sind mit entsprechenden Bezugszeichen bezeichnet. Die einzelnen Verbraucher EV1 bis EV4 sind über jeweils ein Schaltmittel T1 bis T4 mit Masse verbunden. Die ersten Anschlüsse der Verbraucher EV1 bis EV4 stehen mit der Kathode einer Diode D11 und einem zweiten Anschluß eines Kondensators C11 in Verbindung. Die Anode der Diode D11 und der erste Anschluß des Kondensators C11 stehen mit einer Versorgungsspannung Ubat in Kontakt.

[0027] Die Versorgungsspannung Ubat steht über eine Induktivität I10 und ein Schaltmittel T10 mit Masse in Verbindung. Das Schaltmittel T10 wird ebenfalls von der Steuerung 100 angesteuert. Der Verbindungspunkt zwischen dem Schaltmittel T10 und der Induktivität I10 steht über eine Diode D10 mit dem gemeinsamen Anschluß aller Verbraucher EV1 bis EV4 und der Diode D11 und dem Kondensator C11 in Kontakt.

[0028] Die Induktivität I10 ist so ausgebildet, daß sie sehr schnell, beispielsweise innerhalb einer Millisekunde, ausreichend Energie speichern kann, um einen schnellen Schaltvorgang eines Verbrauchers zu ermöglichen.

[0029] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Diode D10, D11 und der Kondensator C11 zusammen mit der Induktivität I10 und dem Schaltmittel T10 zu einem Speichermodul zusammengefaßt werden, das mit einer gestrichelten Linie gekennzeichnet ist.

[0030] Die Funktionsweise entspricht im wesentlichen der Funktionsweise der Figur 1. Die Induktivität I10 übernimmt die Funktion des vor der Einspritzung zu bestromenden Verbrauchers. Bei dem in Figur 2 darge-

stelltem Beispiel bedeutet dies, daß das Schaltmittel T10 entsprechend wie Schaltmittel T1 angesteuert wird.

[0031] Bevor einer der Verbraucher angesteuert werden soll, wird das Schaltmittel T10 geschlossen, so daß in der Induktivität I10 der Strom ansteigt und in Energie gespeichert wird. Zum Zeitpunkt, bei dem der Verbraucher eingeschaltet werden soll, wird das Schaltmittel T10 in seinen gesperrten Zustand übergeleitet und die Energie aus der Induktivität I10 kommutiert auf den Kondensator C11 über und erhöht die Versorgungsspannung kurzzeitig, damit der Verbraucher schneller öffnet. Da immer nur ein Verbraucher angesteuert werden muß, kann ein Speichermodul alle Verbraucher versorgen.

[0032] Vor der Ansteuerung eines Verbrauchers wird die Induktivität I10 kurzfristig bestromt und die beim Abschalten freiwerdende Energie in den jeweiligen Verbraucher umgeladen.

[0033] Besonders vorteilhaft ist es, daß der Verbraucher I10 für einen längeren Zeitraum bestromt werden kann und dadurch mehr Energie aufnimmt, als ein Verbraucher bei der Ausführungsform gemäß Figur 1.

[0034] Vorteilhaft bei dieser Ausgestaltung ist es, daß keine Strombegrenzung derart erfolgen muß, daß beim Laden des Energiespeichers der entsprechende Verbraucher nicht reagiert. Die Auslegung des Energiespeichermoduls kann so erfolgen, daß eine schnelle Energiespeicherung möglich ist. Durch das Zusammenfassen verschiedener Elemente in einem Speichermodul, der in der Nähe der Verbraucher angeordnet ist, verringert sich der Aufwand an Verkabelung. Desweiteren wird die Zahl der Bauteile reduziert.

[0035] Bei beiden Ausführungsformen ist vorgesehen, daß ein erster Anschluß des Verbrauchers über ein erstes Schaltmittel mit Masse verbindbar ist. Ein zweiter Anschluß des Verbrauchers steht mit einer Versorgungsspannung in Verbindung. Ein erster Anschluß einer Induktivität ist über ein zweites Schaltmittel mit Masse verbindbar. Ein zweiter Anschluß der Induktivität steht mit der Versorgungsspannung in Verbindung. Der erste Anschluß der Induktivität steht über eine Diode mit dem zweiten Anschluß des Verbrauchers in Verbindung. Die Steuerung steuert die Schaltmittel derart an, daß die beim Unterbrechen des Stromflusses durch die Induktivität freiwerdende Energie zum Schalten des Verbrauchers verwendet wird.

[0036] Die beiden Ausführungsformen unterscheiden sich im wesentlichen darin, daß bei der Ausführungsform gemäß Figur 1 wenigstens ein weiterer Verbraucher als Induktivität eingesetzt wird. Bei der Ausführungsform gemäß Figur 3 ist eine zusätzliche Induktivität vorgesehen.

[0037] In Figur 4 ist eine weitere Ausführungsform einer Schaltung zur schnellen exakten Ansteuerung von Endstufen dargestellt. Die Spulen der Einspritzventile sind wieder mit EV1, EV2 und EV3 bezeichnet. In den dargestellten Ausführungsformen sind lediglich drei Verbraucher eingezeichnet. Die erfindungsgemäße Vorgehensweise ist aber bei jeder beliebigen Anzahl von Verbrauchern einsetzbar. Die zweiten Anschlüsse der Verbraucher sind jeweils über ein Schaltmittel T1, T2 und T3 mit Masse verbunden. Die Schaltmittel T1, T2 und T3 werden entsprechend wie in Figur 3 von einer Steuerung 100 mit Ansteuersignalen beaufschlagt.

[0038] Der erste Anschluß der Verbraucher EV1, EV2 und EV3 steht über eine gemeinsame Diode DB mit Batteriespannung Ubat in Verbindung. Dabei ist der Anodenanschluß mit der Batteriespannung und der Kathodenanschluß der Diode DB mit den ersten Anschlüssen der Verbraucher verbunden.

[0039] Der Verbindungspunkt zwischen dem Verbraucher EV1 und dem ersten Schaltmittel T1 steht über eine Diode D2C mit einem ersten Anschluß eines Kondensators C1 in Verbindung, dessen zweiter Anschluß mit Masse in Verbindung steht. Der erste Anschluß des Kondensators C1 steht über ein Schaltmittel TB mit dem ersten Anschluß des Verbrauchers EV1 in Kontakt.

[0040] Entsprechend ist der Verbraucher EV2 über eine Diode D3C ebenfalls mit dem Kondensator C1 verbunden. Der Verbraucher EV3 ist ebenfalls über eine Diode D3C mit dem Kondensator C1 verbunden.

[0041] Zwischen dem ersten Anschluß des Kondensators C1 und Masse ist ein Spannungsteiler, der aus den Widerständen R10 und R11 besteht, geschaltet. Der Verbindungspunkt der beiden Widerstände steht mit der Steuerung 100 in Kontakt, die auch das Schaltmittel TB ansteuert.

[0042] Die Schaltmittel sind in dem dargestellten Ausführungsbeispiel als Transistoren dargestellt. Anstelle der Transistoren können aber auch andere Schaltelemente insbesondere Feldeffekttransistoren oder Thyristoren eingesetzt werden.

[0043] Im Unterschied zu der Ausführungsform gemäß Figur 1 ist ein Zwischenspeicher in Form eines Kondensators vorgesehen, in dem die beim Abschalten freiwerdende Energie gespeichert und bei Beginn der Ansteuerung über ein Schaltmittel dem Verbraucher zugeführt wird.

[0044] Diese Einrichtung arbeitet wie folgt. Solange die Verbraucher EV1 bis EV3 nicht angesteuert werden, werden diese getaktet mit hoher Frequenz ein- und ausgeschaltet. Die Abschaltenergie aus den Verbrauchern EV1 bis EV3 gelangt dabei über die Dioden D1C, D2C und D3C in den Kondensator C1. Die Spannung am ersten Anschluß des Kondensators C1 wird mittels des Spannungsteilers bestehend aus den Widerständen R10 und R1 erfaßt und von der Steuerung auf einen vorgegebenen Wert geregelt.

[0045] Das heißt, übersteigt die Spannung am Kondensator C1 einen vorgegebenen Wert, erfolgt keine Taktung der Verbraucher. Unterschreitet die Spannung am Kondensator C1 einen vorgegebenen Wert, wird der Verbraucher angetaktet. Die vorgegebene Spannung liegt wesentlich höher als die Versorgungsspannung Ubat. Im dargestellten Beispiel beträgt die Verbraucherspannung 12 Volt und die Spannung am Kondenstor C1

ca. 80 Volt.

[0046] Soll nun beispielsweise der Verbraucher EV1 angesteuert werden, so wird zu Beginn das Schaltmittel T1 und das Schaltmittel TB in den geschlossenen Zustand überführt. Dies hat zur Folge, daß an dem Verbraucher EV1 eine Spannung von 80 Volt anliegt. Dies führt zu einem sehr schnellen Stromanstieg und damit zu einem schnellen Schaltvorgang des Verbrauchers.

[0047] Hat der Verbraucher seine neue Endlage erreicht, so wird das Schaltmittel TB geöffnet. Über die Diode DB fließt dann ein Strom von der Versorgungsspannung über den Verbraucher und das Schaltmittel T1 nach Masse.

[0048] Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Schaltmittel TB geöffnet wird, wenn der Strom, der durch den Verbraucher fließt, einen bestimmten Wert überschritten oder die Spannung an dem Kondensator C1 einen bestimmten Wert unterschritten hat. Dadurch wird der Zwischenspeicher C1 nicht völlig entladen.

[0049] Der Anzugsstrom und/oder der Haltestrom kann durch Ansteuern des Schaltmittels T1 auf vorgegebene Werte geregelt werden.

[0050] Bei der Ansteuerung der übrigen Verbraucher EV2 und EV3 wird entsprechend vorgegangen. Besonders vorteilhaft ist es, wenn wie im dargestellten Beispiel, lediglich ein Schaltmittel TB und eine Diode DB vorgesehen ist. Es kann aber auch vorgesehen sein, daß für jeden Verbraucher ein Schaltmittel TB und eine Diode DB vorgesehen ist.

[0051] Besonders vorteilhaft ist es, daß beim Schalten des Verbrauchers ein schneller Stromabfall und damit auch eine schnelle Schaltzeit erzielt wird. Desweiteren ist nur ein Kondensator notwendig.

[0052] Problematisch ist das Laden des Kondensators C1. Der Strom, mit dem die Verbraucher beaufschlagt werden, muß ausreichend hoch sein, damit ein schneller Ladevorgang erzielt werden kann. Andererseits darf der Strom einen bestimmten Wert nicht überschreiten, da andernfalls der Verbraucher seinen Schaltzustand ändert.

[0053] Wird ein Verbraucher verwendet, dessen Schaltzustand von der Stromrichtung abhängt, die durch den Verbraucher fließt, so ist eine Schaltungsanordnung gemäß Figur 5 besonders vorteilhaft. Eine solche Anordnung wird üblicherweise als H-Brückenschaltung bezeichnet. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist lediglich ein Verbraucher EV1 dargestellt.

[0054] Fließt ein Strom I1 in die mit einem Pfeil bezeichneten Richtung, so öffnet der Verbraucher. Fließt ein Strom in die mit dem Pfeil i3 bezeichneten Richtung, so schließt der Verbraucher. Fließt ein Strom in die mit dem Pfeil i1 bezeichneten Richtung, so öffnet der Verbraucher.

[0055] Der Verbraucher ist mit seinem ersten Anschluß über ein Schaltmittel T15 mit einem ersten Anschluß eines Kondensators C1 verbunden. Ferner steht der erste Anschluß des Verbrauchers EV1 über ein Schaltmittel T45 mit Masse in Verbindung. Der zweite Anschluß des Verbrauchers EV1 steht über ein Schaltmittel T25 mit Masse und über ein Schaltmittel T35 mit einer Versorgungsspannung Ubat in Verbindung.

[0056] Die Versorgungsspannung Ubat steht ferner über eine Diode D1B mit dem Kondensator C1 in Kontakt. Ebenso steht der erste Anschluß des Verbrauchers EV1 über eine Diode D1C mit dem Kondensator in Verbindung. Die Kathoden der Dioden D1B und D1C sind jeweils mit dem ersten Anschluß des Kondensators C1 verbunden. Der zweite Anschluß des Kondensators C1 steht mit Masse in Kontakt.

[0057] Die Schaltmittel T115, T125, T35 und T45 werden von einer Steuerung 100 mit Ansteuersignalen beaufschlagt. Zum Öffnen des Verbrauchers werden die Schaltmittel T15 und T25 so angesteuert, daß sie den Stromfluß in der Richtung i1 freigeben. Aufgrund dieses Stromflußes öffnet der Verbraucher. Das Schaltmittel T25 entspricht gemäß seiner Funktion dem Schaltmittel T1 bei der Ausführungsform gemäß Figur 4. Das Schaltmittel T15 entspricht gemäß seiner Funktion dem Schaltmittel TB bei der Ausführungsform gemäß Figur 4.

[0058] Durch Ansteuern der Schaltmittel T35 und T45 wird ein Stromfluß Richtung I3 bewirkt, der den Verbraucher schließt. Das Schaltmittel T45 entspricht gemäß seiner Funktion dem Schaltmittel T1 bei der Ausführungsform gemäß Figur 4.

[0059] Besonders vorteilhaft ist es, daß zum Öffnen des Verbrauchers die erhöhte Spannung, die am Kondensator C1 liegt, verwendet wird. Fällt die Spannung am Kondensator C1 unter die Batteriespannung ab, so erfolgt die Versorgung des Verbrauchers aus der Versorgungsspannung Ubat.

[0060] Das Antakten zum Nachladen des Kondensators C1 erfolgt mittels der Schaltmittel D35 und T45, die einen Stromfluß induzieren, der den Verbraucher schließt. Dadurch kann ein wesentlich höherer Strom verwendet werden, da keine Gefahr besteht, daß der Verbraucher unkontrolliert öffnet.

[0061] Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung ergibt sich, wenn die Diode D1B entsprechend wie in Figur 4 zwischen der Versorgungsspannung und dem ersten Anschluß des Verbrauchers angeordnet ist. In diesem Fall kann ein gemeinsamer Speicher für alle Verbraucher verwendet werden

[0062] In Figur 6 ist eine weitere Ausführungsform dargestellt, bei der die Nachtaktung so erfolgt, daß ein Strom fließt, der ein Schließen des Verbrauchers zur Folge hat. In Figur 6a ist ein Magnetventil mit zwei Wicklungen W1 und W2 und der Magnetventilnadel 666 schematisch dargestellt. Wird die Wicklung W1 bestromt, so öffnet der Verbraucher, wird die Wicklung W2 bestromt, so schließt der Verbraucher.

[0063] In Figur 6b sind die wesentlichen Elemente der hierzu notwendigen Steuerschaltung dargestellt. Die beiden Spulen sind gemeinsam mit der Versorgungs-

spannung Ubat verbunden. Über jeweils einen Schalter T11 oder T12 sind die Spulen mit Masse verbunden. Die Schaltmittel werden von einer Steuerung 100 angesteuert. Diese Schaltmittel entsprechen dem Schaltmittel T1 bei der Ausführungsform gemäß Figur 4. Die weiteren Elemente, insbesondere der Kondensator C1 und die Dioden sind in Figur 6 nicht dargestellt.

[0064] Besonders vorteilhaft ist es, wenn diese Anordnung entsprechend wie in Figur 4 realisiert ist, das heißt das Schaltmittel T11 entspricht dem Schaltmittel T1 und der Verbraucher EV1 entspricht der Windung W1. Dabei wird durch Ansteuern des Schaltmittels T12 das Nachtakten erzielt. Besonders vorteilhaft ist bei dieser Einrichtung ebenfalls, daß beim Laden des Kondensators die Schließfunktion des Verbrauchers verwendet wird. Der Stromfluß wird derart freigeben, daß der Verbraucher in seinem sicheren Zustand verbleibt.

[0065] Bei Einspritzsystemen, die beispielsweise bei selbstzündenden Brennkraftmaschinen eingesetzt werden, erfolgt eine Einspritzung, wenn das steuernde Magnetventil geschlossen ist. In diesem Fall erfolgt das Nachtakten derart, daß das Ventil in seiner geöffneten Stellung verbleibt oder sich in seine geöffnete Stellung bewegt. Dies bedeutet das Nachtakten erfolgt so, daß der Stromfluß den Verbraucher in einen sicheren Zustand überführt.

[0066] Der Stromfluß durch den Verbraucher wird in Zeiten, in denen er so angesteuert wird, daß er sich in einem sicheren Zustand befindet, mehrmals freigegeben und unterbrochen, wobei die beim Unterbrechen des Stromflusses freiwerdende Energie in einem Kondensator gespeichert wird. Der Stromfluß wird derart freigeben, daß der Verbraucher in seinem sicheren Zustand Verbleibt. Dies bedeutet, die Ansteuerung ist so kurz, daß sie nicht zum Schalten ausreicht, oder der Strom fließt in eine Richtung, die den Verbraucher in seiner sicheren Stellung hält.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Schalten wenigstens eines induktiven Verbrauchers, bei der ein erster Anschluß des Verbrauchers über ein erstes Schaltmittel mit Masse verbindbar ist und ein zweiter Anschluß des Verbrauchers mit einer Versorgungsspannung in Verbindung steht, daß ein erster Anschluß einer Induktivität über ein zweites Schaltmittel mit Masse verbindbar ist und ein zweiter Anschluß der Induktivität mit der Versorgungsspannung in Verbindung steht, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Anschluß der Induktivität über eine Diode mit dem zweiten Anschluß des Verbrauchers in Verbindung steht.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel vorgesehen sind, die die Schaltmittel derart ansteuern, daß die beim Unterbrechen des Stromflusses durch die Induktivität freiwerdende Energie zum Schalten des Verbrauchers verwendet wird.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei der Induktivität um wenigstens einen weiteren Verbraucher handelt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Dioden und dem zweiten Anschluß der Verbraucher ein drittes Schaltmittel angeordnet ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Dioden den zweiten Anschluß der Verbraucher mit einem ersten Anschluß eines Kondensators verbinden, dessen zweiter Anschluß gegen Masse geschaltet ist.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Versorgungsspannung und dem zweiten Anschluß des Verbrauchers eine Diode geschaltet ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß parallel zu der Diode ein Kondensator geschaltet ist.

8. Verfahren zum Schalten wenigstens eines induktiven Verbrauchers, wobei ein erster Anschluß des Verbrauchers über ein erstes Schaltmittel mit Masse verbindbar ist und ein zweiter Anschluß des Verbrauchers mit einer Versorgungsspannung in Verbindung steht, wobei ein erster Anschluß einer Induktivität über ein zweites Schaltmittel mit Masse verbindbar ist und ein zweiter Anschluß der Induktivität mit der Versorgungsspannung in Verbindung steht, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltmittel derart angesteuert werden, daß die beim Unterbrechen des Stromflusses durch die Induktivität freiwerdende Energie zum Schalten des Verbrauchers verwendet wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß in Zeiten, in denen der Verbraucher derart angesteuert wird, daß er einen sicheren Zustand einnimmt, mehrmals der Stromfluß freigegeben und unterbrochen wird, wobei die beim Unterbrechen des Stromflusses freiwerdende Energie in einen Kondensator gespeichert wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9 ,dadurch gekennzeichnet, daß der Stromfluß derart gesteuert wird, daß der Verbraucher in seinem sicheren Zustand verbleibt.

Fig. 1

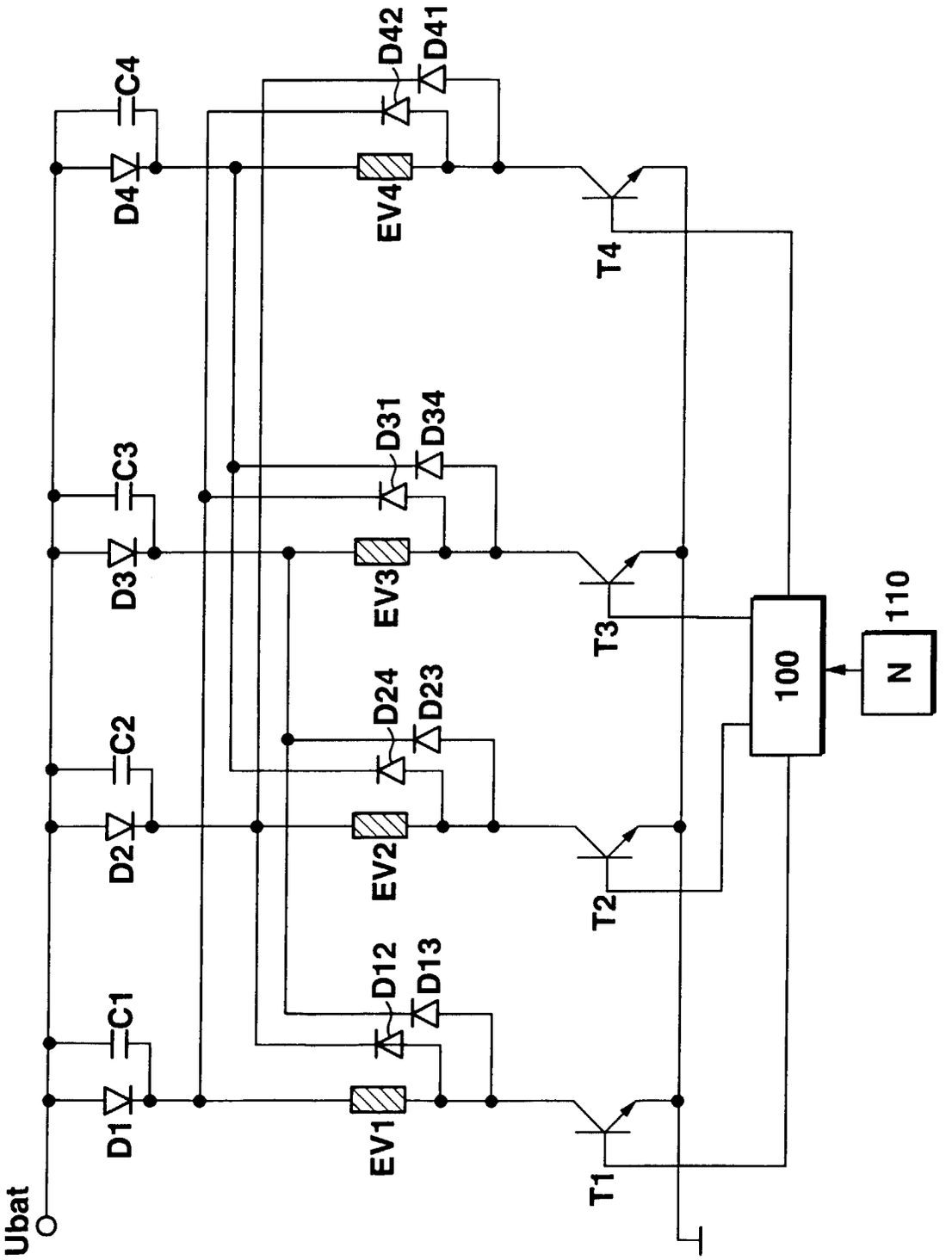

Ubat
D1
C1
D2
C2
D3
C3
D4
C4
EV1
EV2
EV3
EV4
D12
D13
D24
D23
D31
D34
D42
D41
T1
T2
T3
T4
100
N
110

Fig. 2

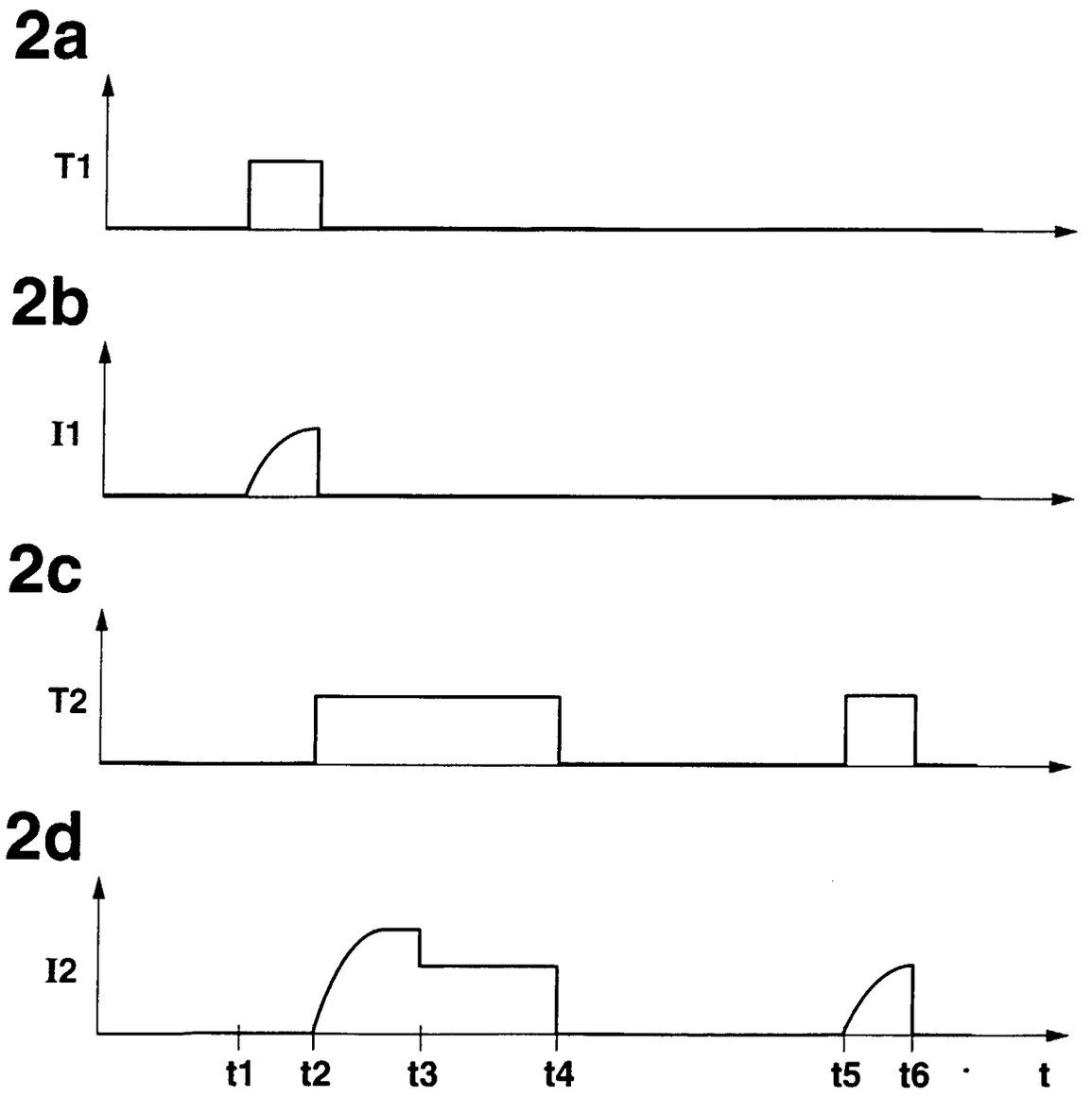


Fig. 3

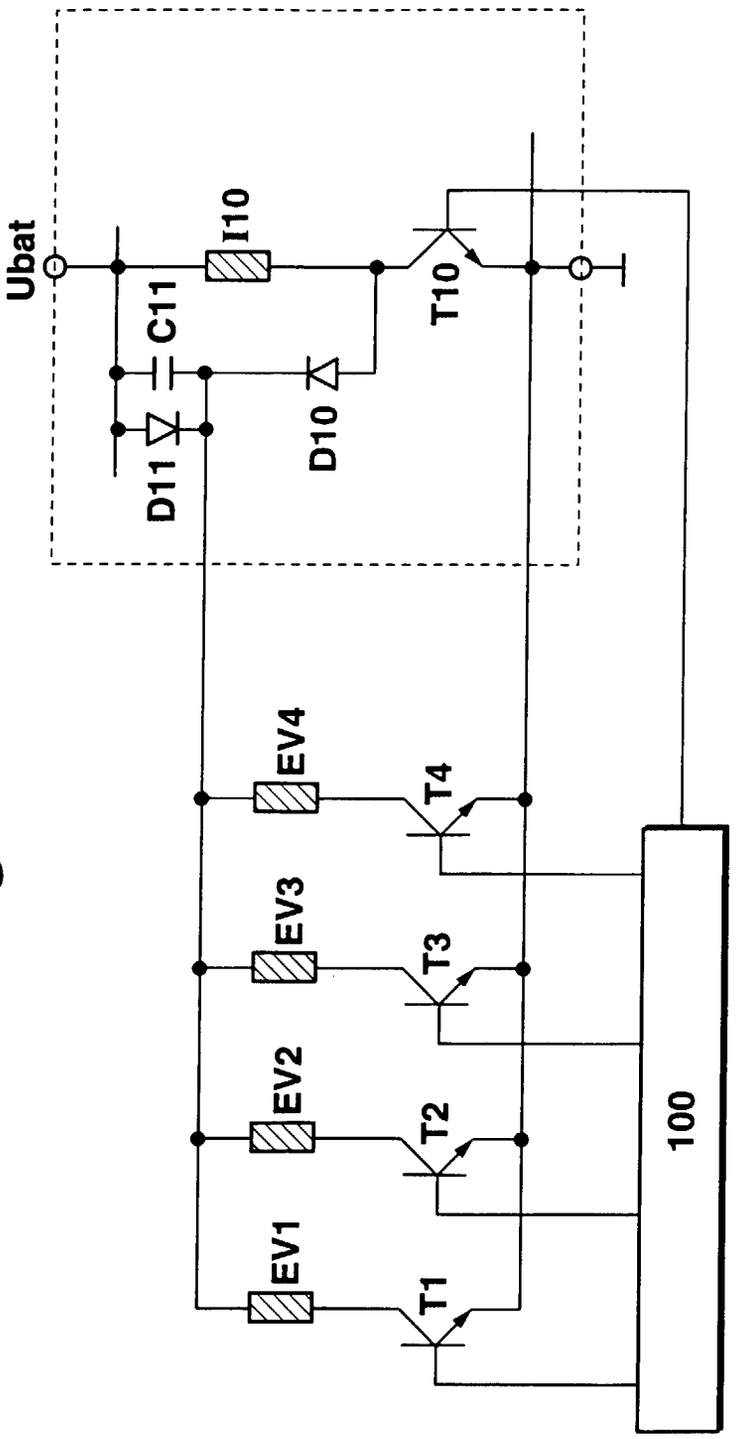
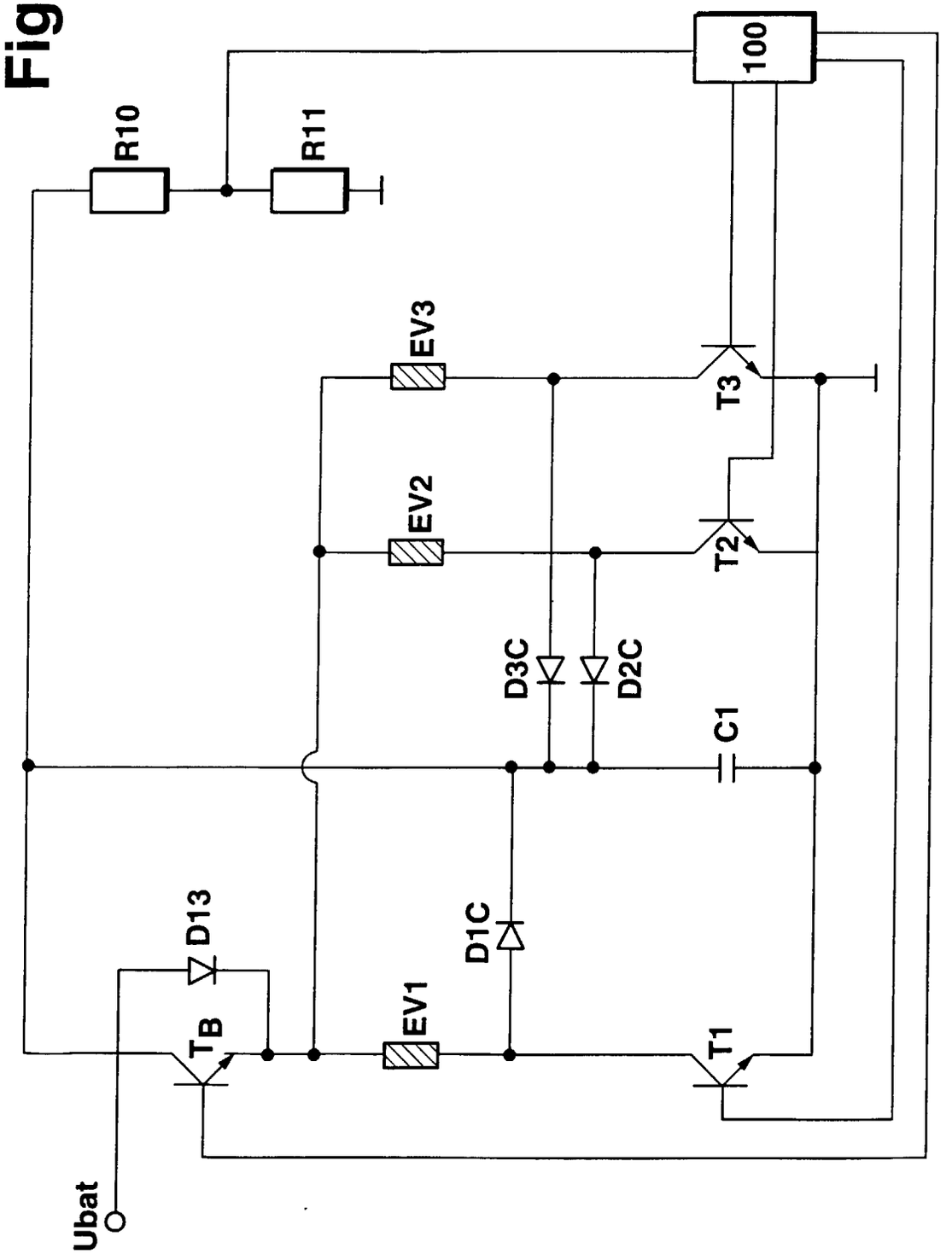


Fig. 4



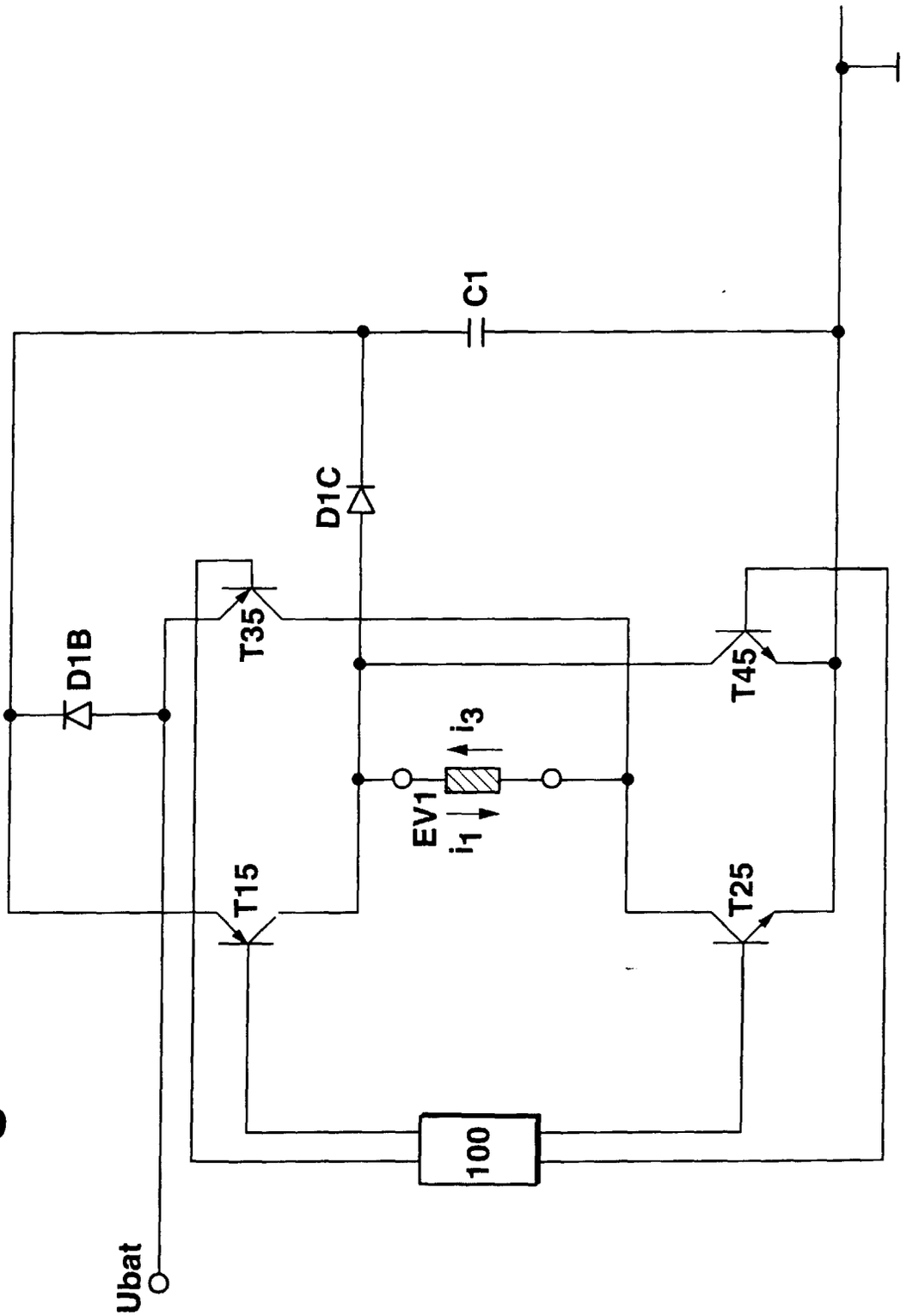
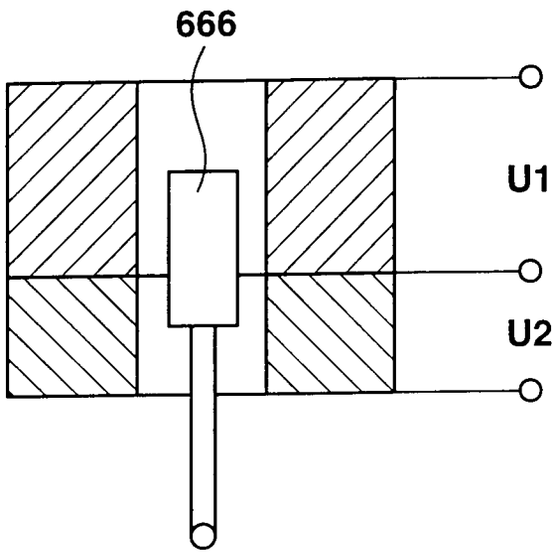
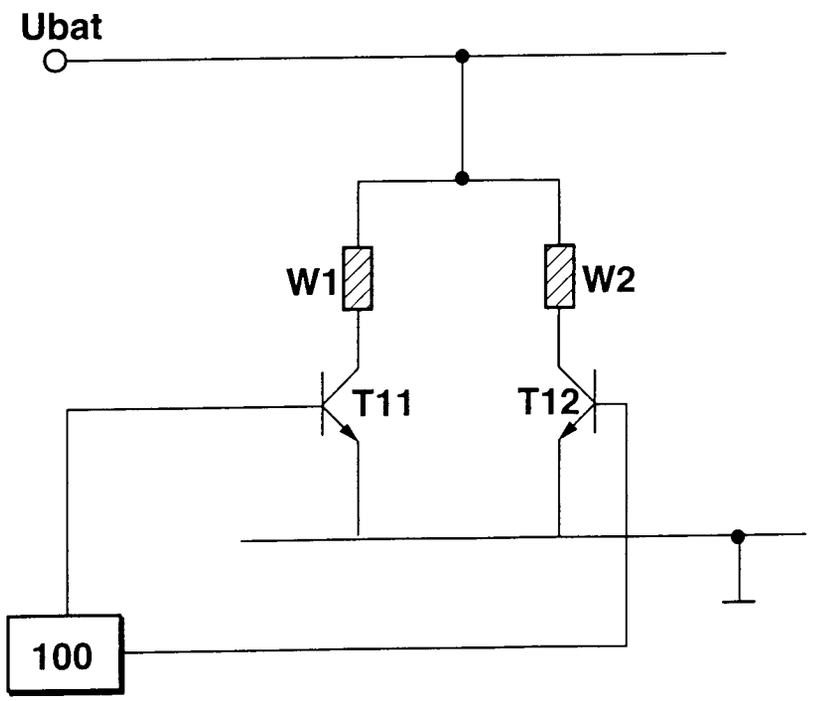


Fig. 5

Fig. 6

6a



6b