

Beschreibung

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein induktives Spulenzündsystem für einen Motor, mit zumindest einer Zündspule, die eine von einer Spannungsquelle gespeiste, zwei Anschlüsse aufweisende Primärwicklung und eine ebenfalls zwei Anschlüsse aufweisende Sekundärwicklung umfaßt.

Induktive Spulenzündsysteme für Motoren, insbesondere Kfz-Motoren sind allgemein bekannt. Die in solchen Systemen eingesetzte Zündspule weist eine Primärwicklung auf, die periodisch mit einem Primärstrom beaufschlagt wird. Dieser Strom dient zum Aufbau eines Magnetfelds in der Spule, das als Energiespeicher dienen soll. Zum gewünschten Zündzeitpunkt wird der Primärstrom unterbrochen. Die im Magnetfeld gespeicherte Energie sorgt dann für einen steilen Anstieg der Spannung an der Sekundärwicklung mit dem Ergebnis eines Funkenüberschlags in der Zündkerze und einem entsprechend steilen Anstieg des Sekundärstroms. Die in der Spule gespeicherte magnetische Energie fließt stetig als elektrische Energie in den Funken ab.

Bei modernen Zündsystemen besteht heutzutage die Forderung, möglichst genau verbrennungsspezifische Parameter zu messen und anhand dessen die Zündung zu optimieren. Ein aus dem Stand der Technik bekanntes Verfahren zur Ermittlung solcher Verbrennungsparameter ist in dem Ionenstrom-Meßverfahren zu sehen.

Da das Ionenstrom-Meßverfahren einen erloschenen Zündfunken erfordert, ist es bei den bekannten Zündsystemen, bei denen der Sekundärstrom langsam abklingt, nicht einsetzbar. Zur Erfassung beispielsweise der Klopfneigung eines Motors sind vielmehr andere aufwendigere Meßsysteme notwendig.

Vorteile der Erfindung

Das induktive Spulenzündsystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß es den Einsatz eines Ionenstrom-Meßverfahrens ermöglicht, so daß eine kostengünstige Gesamtlösung erreichbar ist. Dadurch, daß eine parallel zur Primärwicklung angeordnete Schaltvorrichtung zu einem vorbestimmbaren Zeitpunkt die beiden Anschlüsse der Primärwicklung elektrisch verbindet, wird die magnetische Energie in der Spule über die Primärwicklung abgebaut, so daß der Sekundärstrom abrupt abfällt. Bedingt durch diesen Stromabfall erlischt der Zündfunke, so daß unmittelbar danach eine Ionenstrom-Messung möglich ist. Das parallel zur Primärwicklung angeordnete Schaltelement wird über einen Steuereingang von einem in einer speziellen Ansteuerschaltung erzeugten Steuersignal angesteuert.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung

ergeben sich aus den übrigen Unteransprüchen.

Zeichnungen

Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die Zeichnungen näher beschrieben. Dabei zeigen:

Figur 1 ein Schaltbild eines induktiven Spulenzündsystems mit einer Ionenstrom-Meßvorrichtung;

Figur 2 ein Diagramm der Spannungs- und Stromverläufe, und

Figur 3 ein zweites Ausführungsbeispiel eines induktiven Spulenzündsystems.

Ausführungsbeispiele

Figur 1 zeigt ein induktives Spulenzündsystem 1, das zur Ansteuerung einer Zündkerze 3 dient, die beispielsweise einem Zylinder eines Kfz-Motors zugeordnet ist. Wesentlicher Bestandteil eines solchen Spulenzündsystems ist eine Spule 5, die eine Primärwicklung 7 und eine Sekundärwicklung 9 aufweist. Eine Anschlußseite 11 der Primärwicklung 7 ist an den Pluspol einer Gleichspannungsquelle, vorzugsweise einer Batterie angeschlossen, der andere Anschluß 13 an den Kollektor eines Transistors T2, dessen Emitter an Masse liegt. Bei dem Transistor T2 handelt es sich vorzugsweise um einen 3-fach-Darlington-Transistor. Die Basis des Transistors T2 wird mit einem Zündsignal A beaufschlagt.

Auf der Sekundärseite der Spule 5 ist ein erster Anschluß 15 der Sekundärwicklung 9 mit einem Pol der Zündkerze verbunden, deren anderer Pol an Masse liegt.

An den zweiten Anschluß 17 der Sekundärwicklung 9 ist eine Kathode einer Diode D1 angeschlossen, deren Anode mit Masse verbunden ist.

Parallel zu der Primärwicklung 7 ist ein Schaltelement 19, beispielsweise ein Thyristor vorgesehen, dessen einer Anschluß 21 mit dem Anschluß 13 und dessen zweiter Anschluß 23 mit dem ersten Anschluß 11 der Primärwicklung verbunden ist. Einem Steuereingang 25 des Schaltelements 19 wird ein Ansteuersignal zugeführt, das von einer Ansteuerschaltung 27 erzeugt wird.

Die Steuerung der Ansteuerschaltung 27 erfolgt über ein Steuersignal B.

Der Sekundärseite der Spule 5 ist eine Ionenstrom-Meßvorrichtung 31 zugeordnet, die einen über die Kerze fließenden Ionenstrom nach Erlöschen des Zündfunkens mißt. Anhand dieses Meßwerts ist es möglich, Rückschlüsse auf den Ablauf der Verbrennung zu ziehen. Die Ionenstrom-Meßvorrichtung umfaßt eine Reihenschaltung aus einem Meßwiderstand R_M und

einer Diode D2, wobei die Anode dieser Diode mit dem Widerstand verbunden ist. Der andere Anschluß des Meßwiderstands R_M ist an eine Meßspannung U_M angeschlossen, während die Kathode der Diode D2 mit dem zweiten Anschluß 17 der Sekundärwicklung 9 in elektrischer Verbindung steht. Die an dem Meßwiderstand R_M abfallende Spannung wird einem Meßverstärker, vorzugsweise einem Operationsverstärker zugeführt, der ein Differenzsignal S erzeugt und einer Auswerteeinrichtung zuführt. Für den Einsatz der Ionenstrom-Meßvorrichtung ist es wichtig, daß der durch das Magnetfeld der Spule erzeugte Sekundärstrom auf Null abgesunken und damit der Zündfunken erloschen ist. Solange ein Zündfunken existiert, ist eine Ionenstrom-Messung nicht möglich.

Anhand der Spannungs- und Stromdiagramme in Figur 2 soll nun die Funktion des induktiven Spulenzündsystems 1 erläutert werden.

Wie bei den aus dem Stand der Technik bekannten induktiven Spulenzündsystemen wird das Zündsignal A zu einem Zeitpunkt t_1 auf einen Spannungspegel "1" (beispielsweise 5 V) gesetzt, mit der Folge, daß der Transistor T2 leitend wird. Damit fließt ein Primärstrom $I_{prim.}$ von der Batteriespannung U_{bat} über die Primärwicklung 7 und die Kollektor-Emitter-Verbindung des Transistors 2 zur Masse. Aufgrund der Induktivität der Spule 5 steigt der Strom $I_{prim.}$ exponentiell an. Dieser Primärstrom $I_{prim.}$ dient dazu, ein magnetisches Feld in der Spule 5 aufzubauen, das die für die Zündung notwendige Energie liefern soll. Zu einem gewünschten Zündzeitpunkt t_z wird das Zündsignal A auf das Potential "0" (beispielsweise 0 V) gesetzt. Der Transistor T2 fällt zurück in den sperrenden Zustand mit der Folge, daß der Primärstrom nicht mehr zur Masse abfließen kann. Wie aus dem Diagramm deutlich zu erkennen, fällt er auf den Wert 0 zurück.

Dieser Stromabfall in der Primärwicklung führt zu einer Induktion einer sehr großen Spannung in der Sekundärwicklung 9. Sobald die Spannung ausreichend groß ist, entsteht ein Zündfunke in der Zündkerze 3 bei gleichzeitigem steilen Anstieg des Sekundärstroms $I_{sek.}$, wie in Figur 2 zu erkennen. Die in der Spule gespeicherte magnetische Energie wird nun in elektrische Energie umgewandelt, so daß weiterhin ein Sekundärstrom über die Kerze zur Masse fließt, wobei der Stromwert über der Zeit abnimmt.

Nach einer definierbaren Zeitdauer t_{Funke} wird zu einem Zeitpunkt t_2 das einen "1" Pegel aufweisende Steuersignal B auf einen "0" Pegel gesetzt. Damit wird von der Ansteuerschaltung 27 das Schaltelement 19 über den Steuereingang 25 in den leitenden Zustand geschaltet. Damit wird eine elektrische Verbindung zwischen den beiden Anschlüssen 11, 13 der Primärwicklung 7 geschaffen, so daß ein weiterer Abbau der in der Spule gespeicherten magnetischen Energie über den Primärstrom $I_{prim.}$ erfolgt. Im Diagramm gemäß Figur 2 ist zu erkennen, daß der Primärstrom $I_{prim.}$ zum Zeitpunkt t_2 deutlich angestiegen ist und langsam über die

Zeit abklingt, bis die gespeicherte magnetische Energie auf den Wert 0 abgesunken ist.

Gleichzeitig mit dem Fließen eines Primärstroms $I_{prim.}$ zum Zeitpunkt t_2 fällt der Sekundärstrom $I_{sek.}$ auf den Wert 0 ab.

Es ergibt sich also, daß bereits nach einer kurzen Zeitdauer t_{funke} der Sekundärstrom auf 0 abgesunken und damit eine Ionenstrom-Messung möglich ist. Hierzu wird kurz nach dem Zeitpunkt t_2 eine Meßspannung U_M in der Ionenstrom-Meßvorrichtung eingeschaltet, die einen über den Meßwiderstand R_M , die Diode D2, die Sekundärwicklung 9 und die Kerze 3 fließenden Strom erzeugt. Die Höhe dieses Ionenstroms hängt insbesondere von den Verbrennungsverhältnissen innerhalb des der Kerze 3 zugeordneten Zylinders ab. Der Stromwert selbst läßt sich durch Abgreifen des an dem Meßwiderstand R_M entstehenden Spannungsabfalls bestimmen.

Anhand des gemessenen Ionenstroms läßt sich beispielsweise beurteilen, ob die Verbrennung zu früh stattgefunden hat mit der sich daraus ergebenden Gefahr des Klopfens. Ebenfalls ist es möglich, festzustellen, ob überhaupt eine Verbrennung stattgefunden hat. Die gemessenen Werte fließen dann beispielsweise in die Neubestimmung der Zündwinkel und die Diagnose des Zündsystems ein.

Figur 3 läßt ein Zündsystem erkennen, das aus mehreren Zündspulen aufgebaut ist. Derartige Systeme werden in mehrzylindrigen Motoren eingesetzt, wobei beispielsweise jedem Zylinder eine Zündspule zugeordnet ist.

Die gestrichelt umrandeten Einzelsysteme 1.1, 1.2 und 1.3 entsprechen in ihrem Aufbau und ihrer Funktionsweise dem Zündsystem gemäß Figur 1, weshalb auf eine nochmalige Beschreibung der mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichneten Teile verzichtet wird.

Von Bedeutung ist jedoch, daß für die in Figur 3 gezeigten drei Zündspulensysteme 1.1 bis 1.3 lediglich eine Ansteuerschaltung 27 mit einem Schaltelement 19 und eine Ionenstrom-Meßvorrichtung 31 vorgesehen sind. Die Anschlüsse 13 der drei Spulen 5 sind über jeweils eine Diode 35 mit dem Anschluß 21 des Schaltelements verbunden, wobei jeweils die Anode einer Diode 35 am Anschluß 13 liegt. Diese Verschaltung ermöglicht eine sehr kostengünstige Realisierung eines induktiven Spulenzündsystems auch bei mehrzylindrigen Motoren, da nur ein Schaltelement und eine Ansteuerschaltung 27 notwendig sind.

Die Ionenstrom-Meßvorrichtung 31 ist jeweils mit allen Anschlüssen 17 der Sekundärwicklungen 9 der Spulenzündsysteme 1.1 bis 1.3 verbunden, so daß auch hier bauliche Einsparungen realisiert sind.

Selbstverständlich lassen sich Spulenzündsysteme aufbauen, die mehr als die in Figur 3 gezeigten drei Einzelspulen aufweisen. Die Spulen selbst können als Einzelfunken- oder als Doppelfunkenspulen ausgebildet sein.

Bei der schaltungstechnischen Realisierung ist es

möglich, als Schaltelement einen IGBT (insulated gate bipolar transistor) oder einen Thyristor zu verwenden, dessen Ermitter beziehungsweise Kathode an einer mit einer positiven Spannung beaufschlagten Anschlußseite der Primärwicklung und der Kollektor beziehungsweise die Anode an der anderen Anschlußseite der Primärwicklung angeschlossen ist. Der Steuereingang des IGBT's beziehungsweise des Thyristors wird mit einem Ansteuersignal beaufschlagt, das von einer Ansteuerschaltung geliefert wird. Die Verwendung eines Thyristors als Schaltelement ermöglicht einen einfachen und kostengünstigen Aufbau. Bei einer solchen schaltungstechnischen Realisierung umfaßt die Ansteuerschaltung 27 einen Transistor T1, dessen Ermitter mit Masse verbunden ist. Der Kollektor des Transistors T1 ist über eine Parallelschaltung aus einem Widerstand R1 und einem RC-Glied mit der Batteriespannung U_{bat} verbunden. Das RC-Glied besteht aus einem Widerstand R2 und einem Kondensator C1, wobei ein Anschluß des Kondensators mit dem Kollektor verbunden ist. Das dem Steueranschluß 25 zuzuführende Steuersignal wird an einem Knoten 29 zwischen Widerstand R2 und Kondensator C1 abgegriffen.

Letztendlich ist es möglich, in der Ansteuerschaltung für das Schaltelement einen Transistor vorzusehen, dessen Basis ein Steuersignal zugeführt wird. Der Ermitter des Transistors ist an Masse gelegt, während der Kollektor über eine Parallelschaltung aus einem Widerstand und einem RC-Glied an die positive Spannung gelegt ist. Das Ansteuersignal für das Schaltelement wird dann am Verbindungsknoten von Widerstand und Kondensator des RC-Glieds abgegriffen.

Patentansprüche

1. Induktives Spulenzündsystem für einen Motor, mit zumindest einer Zündspule, die eine von einer Spannungsquelle gespeiste, zwei Anschlüsse aufweisende Primärwicklung und eine ebenfalls zwei Anschlüsse aufweisende Sekundärwicklung umfaßt, **gekennzeichnet durch** eine Schaltvorrichtung (19), die parallel zur Primärwicklung (7) angeordnet ist und abhängig von einem Steuersignal die beiden Anschlüsse (11,13) der Primärwicklung (7) verbindet, und eine Ansteuerschaltung (27) zur Erzeugung des Steuersignals.
2. Induktives Spulenzündsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ansteuerschaltung (27) das für die Schaltvorrichtung (19) erforderliche Ansteuersignal erzeugt und einen Steuereingang (B) aufweist, über den die Ansteuerschaltung (27) getriggert wird.
3. Induktives Spulenzündsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Primärwicklung (7) über einen Darlingten-Transistor (T2) mit der Spannungsquelle

(U_{bat}) verbindbar ist.

4. Induktives Spulenzündsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sekundärwicklung (9) mit einem Anschluß über die Zündkerze (3) an Masse und mit einem zweiten Anschluß (17) über eine Diode (D1) an Masse liegt.
5. Induktives Spulenzündsystem nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß an den zweiten Anschluß (17) der Sekundärwicklung (9) eine Ionenstrom-Meßvorrichtung (31) angeschlossen ist.
6. Induktives Spulenzündsystem nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ionenstrom-Meßvorrichtung (31) eine Reihenschaltung aus einer Diode (D2) und einem Strommeßwiderstand (R_M) aufweist, deren eines Ende an der Sekundärwicklung und dessen anderes Ende an einer Meßspannung (U_M) angeschlossen ist.
7. Induktives Spulenzündsystem nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine am Meßwiderstand (R_M) abfallende Spannung von einem Meßverstärker abgreifbar ist.
8. Induktives Spulenzündsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei einem mehrzylindrigen Motor entsprechend mehrere Zündspulen (5) vorgesehen sind, und daß die Schaltvorrichtung (19) allen Zündspulen (5) zugeordnet ist.
9. Induktives Spulenzündsystem nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der zweite Anschluß (13) jeder Primärwicklung (7) über eine Diode (35) mit der Anschluß (21) des Schaltelements (19) verbunden ist.
10. Induktives Spulenzündsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zündspule (5) als Einzelfunkens- oder als Doppelfunkenspule ausgebildet ist.

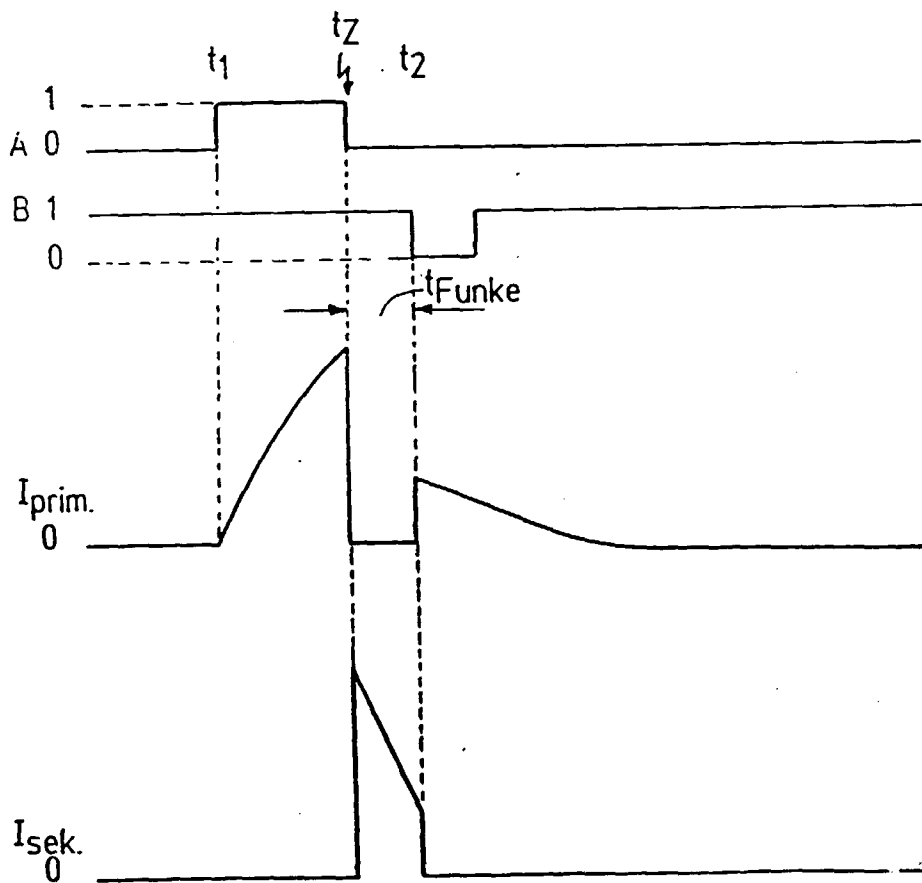
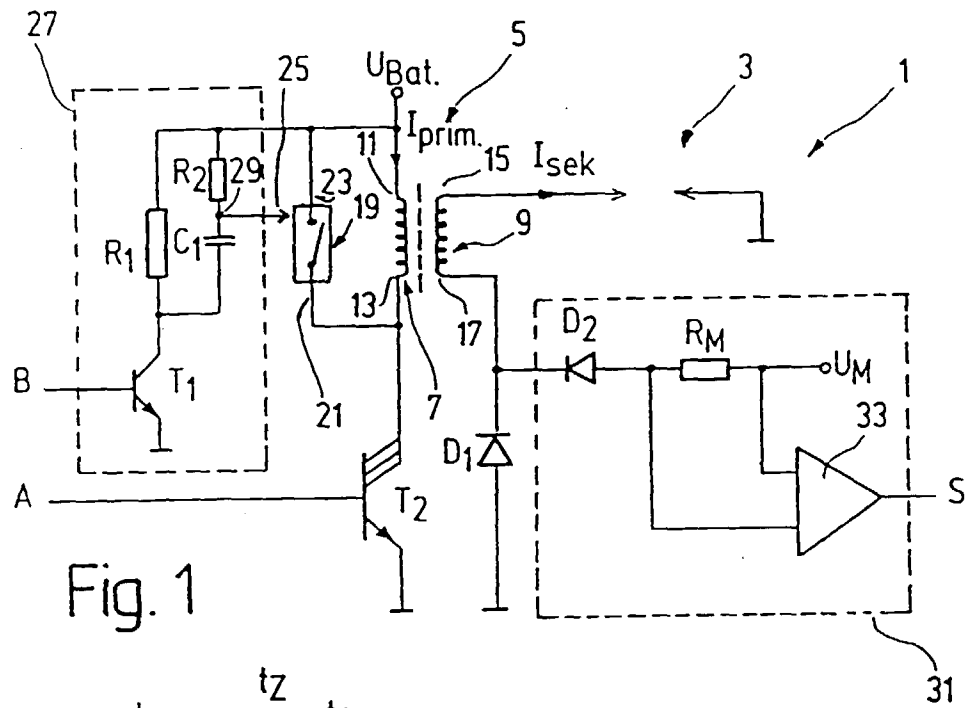


Fig. 2

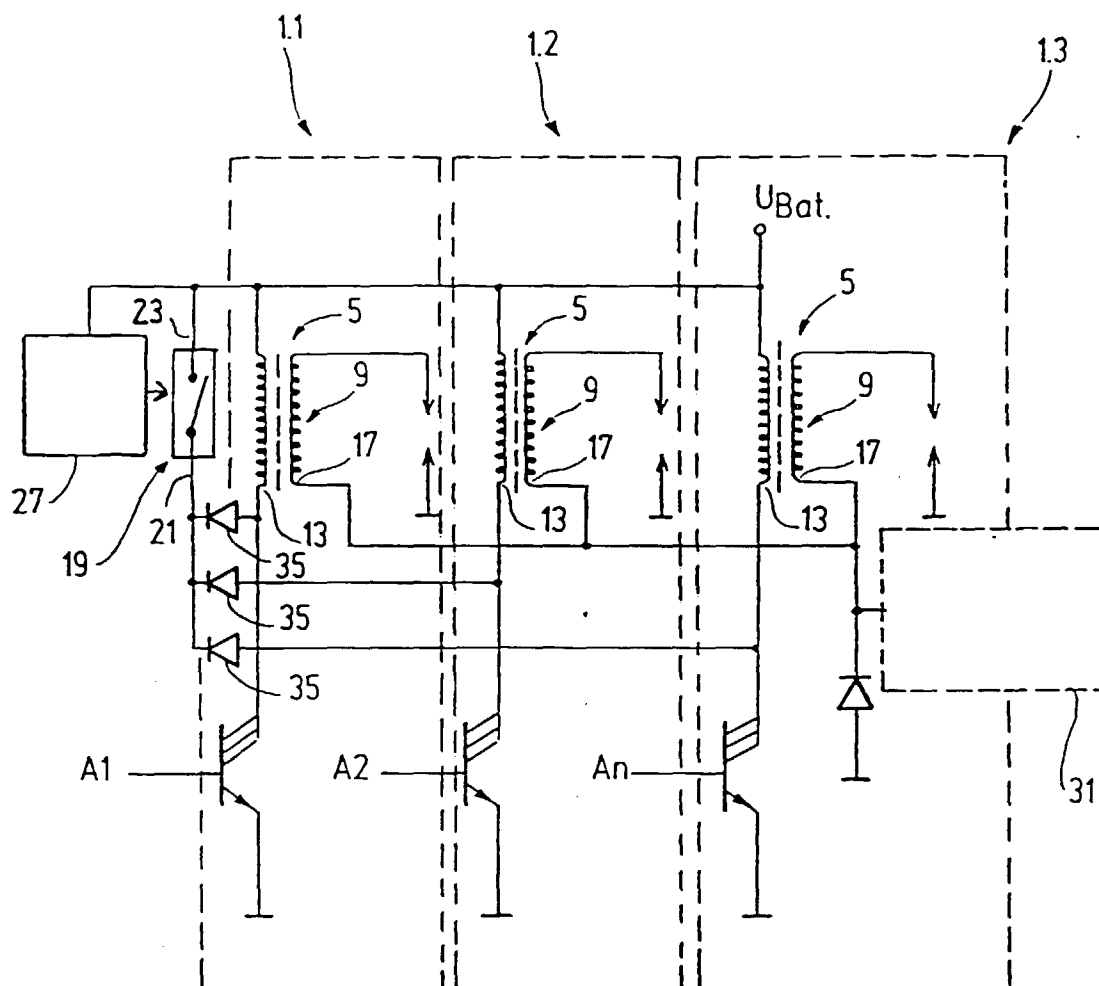


Fig. 3.