



European Patent Office



(11)

EP 0 790 408 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

20.08.1997 Patentblatt 1997/34

(51) Int. Cl.⁶: **F02P 17/12**

(21) Anmeldenummer: 97101842.9

(22) Anmeldetag: 06.02.1997

DE ES FR GB IT SE

(30) Priorität: 16.02.1996 DE 19605803

38114 Braunschweig (DE)

(72) Erfinder:

38118 Braunschweig (DE)

38473 Tiddische (DE)

Vertreter: Kolb, Georg

TEMIC Telefunken Microelectronics GmbH.

Postfach 35 35

74025 Heilbronn (DE)

(54) **Schaltungsanordnung zur Ionenstrommessung in Zündvorrichtungen für Brennkraftmaschinen**

(57) Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Ionenstrommessung im Verbrennungsraum einer Brennkraftmaschine mit einer aus Primär- und Sekundärwicklung bestehenden Zündspule, deren Sekundärwicklung sowohl an eine Zündkerze, die gleichzeitig als Ionenstromsonde dient, angeschlossen ist als auch über deren Niedrigpotentialeseite mit einem invertierenden Verstärker zur Erzeugung einer konstanten Meßspannung zur Ionenstrommessung verbunden ist. Erfindungsgemäß ist zur Ableitung des während der Brenndauer der Zündkerze fließenden Zündstromes auf das Massepotential der Schaltungsanordnung sowohl ein erster Ableitschaltzweig mit einer ersten Halbleiterdiode als auch ein zweiter, parallel zum invertierenden Verstärker geschalteten Ableitschaltzweig mit einer zweiten Halbleiterdiode vorgesehen.

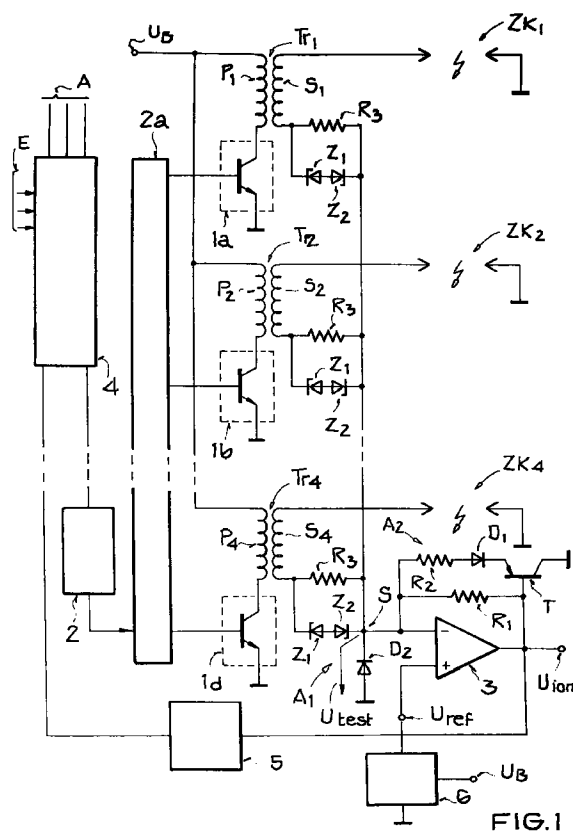


FIG. 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Ionenstrommessung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Eine solche Ionenstrommeßschaltung ist aus der US 5483818 bekannt, die einen als invertierenden Verstärker geschalteten Differenzverstärker aufweist, hierzu ist die Niedrigpotentialseite der Sekundärwicklung der Zündspule über einen Widerstand mit dem invertierenden Eingang des Differenzverstärkers verbunden, während an dessen nichtinvertierenden Eingang eine Vorspannung von ca. 40 V angelegt wird. Zur Erzielung der invertierenden Verstärkereigenschaft wird der Ausgang über einen Widerstand auf den invertierenden Eingang rückgekoppelt und gleichzeitig das Ausgangssignal zur Auswertung des Ionenstromes einer Schwellwertschaltung zugeführt. Ebenfalls an die Niedrigpotentialseite der Sekundärwicklung sind zwei in Reihe geschaltete Zenerdioden angeschlossen, deren Verbindungsknoten von einem weiteren invertierenden Verstärker derart angesteuert wird, daß die während einer Ionenstrommessung auftretenden Leckströme vermieden werden, um damit unverfälschte Ionenstromsignale zu erzeugen. Der weitere invertierende Verstärker ist entsprechender Weise wie der direkt an die Sekundärwicklung angeschlossene Verstärker aufgebaut, wobei dessen Ausgang über einen Widerstand mit dem invertierenden Eingang des weiteren Verstärkers verbunden ist und dessen nichtinvertierenden Eingang die gleiche Vorspannung zugeführt wird.

Zur Vermeidung der durch die verwendeten Zenerdioden erzeugten Leckströme bedarf es bei dieser bekannten Ionenstrommeßschaltung in nachteiliger Weise eines hohen Schaltungsaufwandes.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, eine Schaltungsanordnung zur Ionenstrommessung der eingangs genannten Art anzugeben, die diesen Nachteil vermeidet.

Die Lösung dieser Aufgabe ist durch das kennzeichnende Merkmal des Patentanspruches 1 gegeben. Hiernach sind zur Ableitung des während der Brenndauer der Zündkerze fließenden Zündstromes ein erster und zweiter Ableitschaltungs Zweig vorgesehen, die jeweils eine Halbleiterdiode aufweisen und der zweite Ableitschaltungs Zweig parallel zum invertierenden Verstärker angeordnet ist. Der wesentlichste Vorteil dieser erfindungsgemäßen Lösung liegt in der Verwendung von normalen Halbleiterdioden, so daß das Problem von hohen Leckströmen nicht auftritt und daher eine wie im Stand der Technik vorgeschlagene aufwendige Schaltung entfallen kann.

Ein weiterer mit der vorliegenden Erfindung erzielbarer Vorteil liegt in einer Absenkung des Wertes der Meßspannung unter den im Stand der Technik angegebenen Spannungswert von 40 V.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist zur weiteren Halbleiterdiode, die den zweiten Ableitschaltungs Zweig bildet, ein Zündstrommeßwiderstand

in Reihe geschaltet. Der an diesem Zündstrommeßwiderstand auftretende Spannungsabfall kann während der Brenndauer der Zündkerze in vorteilhafter Weise als Meßsignal für die Höhe des Zündstromes dienen. Dieses Zündstrommeßsignal kann dazu verwendet werden, den Zündablauf bei einer Folgezündung zu steuern.

Vorzugsweise kann der zweite Ableitschaltungs Zweig über einen vom Ausgang des invertierenden Verstärkers steuerbaren Halbleiterschalter, insbesondere eines Transistors mit dem Massepotential der Schaltungsanordnung verbunden werden. Damit läßt sich in vorteilhafter Weise die Strombelastbarkeit des Differenzverstärkers erhöhen.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist ein als invertierender Verstärker geschalteter Differenzverstärker vorgesehen.

Vorzugsweise ist dabei der eine Eingang eines solchen Differenzverstärkers mit der Niedrigpotentialseite der Sekundärwicklung der Zündspule verbunden, während am anderen Eingang eine Referenzspannung zugeführt wird, deren Wert der Meßspannung entspricht und bei dem der Ausgang über einen Meßwiderstand mit dem einen Eingang verbunden ist.

Damit wird der Ionenstrom mit einfachsten Schaltungsmitteln in eine als Meßsignal dienende Spannung umgewandelt, die anschließend einer Auswertung zugeführt wird.

Die einem solchen Differenzverstärker zugeführte Referenzspannung wird in einfachster Weise mit einer Konstantspannungsquelle erzeugt.

Weiterhin können bei Einsatz einer Mehrzylinderbrennkraftmaschine die Meßstrecken der als Ionenstromsonde dienenden Zündkerzen parallel geschaltet werden, so daß der Vorteil eines geringen Schaltungsaufwandes erhalten bleibt. Sollen dagegen die Meßstrecken der als Ionenstromsonde dienenden Zündkerzen völlig unabhängig voneinander gemessen werden, können aber auch die Schaltungen mehrfach vorhanden sein, deren Ausgangssignale dann in geeigneter Form zeitlich gemultiplext werden.

Schließlich kann bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung eine Parallelschaltung aus einem Dissipationswiderstand und wenigstens einer Zenerdiode in Reihe zur Sekundärwicklung geschaltet werden, um die Energie, die sich nach dem Abreißen des Zündfunken noch in der Zündspule oder den Sekundärkapazitäten befindet, schnell zu dissipieren, damit ohne große Zeitverzögerung anschließend die Ionenstrommessung durchführbar ist. In vorteilhafter Weise können vorzugsweise zwei antiseriell verbundene Zenerdioden anstelle nur einer einzigen Zenerdiode verwendet werden, um damit gegenüber der Verwendung nur einer einzigen Zenerdiode ein Ausschwingverhalten zu erzielen, dessen Dauer kürzer und außerdem symmetrisch ist.

Im folgenden soll die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels im Zusammenhang mit der Figur dargestellt und erläutert werden. Es zeigen:

Figur 1 ein Schaltbild eines elektronischen Zündsystems gemäß der Erfindung und

Figur 2 einen Schaltungsausschnitt des Schaltbildes nach Figur 1 mit einem alternativen zweiten Ableitschaltungs-
zweig A2.

Die Figur 1 zeigt eine Transistorzündanlage einer 4-Zylinder-Brennkraftmaschine mit jeweils einem Zylinder zugeordneten Zündendstufe, wobei jede Zündendstufe aus einer Zündspule $Tr_1, \dots, Tr_4$, die eine Primärwicklung $P_1, \dots, P_4$ und eine Sekundärwicklung $S_1, \dots, S_4$ umfaßt, und einem mit der Primärwicklung $P_1, \dots, P_4$ verbundenen Zündtransistor 1a, ..., 1d mit zugehöriger Zündkerze $Zk_1, \dots, Zk_4$ aufgebaut ist. Die Primärwicklungen $P_1, \dots, P_4$ sind mit ihrem einen Anschluß an eine von einer Bordbatterie gelieferten Bordnetzspannung U_B von beispielsweise 12 V angeschlossen, während der andere Anschluß mit dem zugehörigen Zündtransistor 1a, ..., 1d verbunden ist.

Die Zündtransistoren 1a, ..., 1d werden über deren Steuerelektroden von einer Schaltung 2a zur Zylinderselektion angesteuert, die ihrerseits mit einer Regelschaltung 2 verbunden ist, die die entsprechenden Zündauslöseimpulse für die einzelnen Zylinder dieser Schaltung 2a zuführt.

Die Figur zeigt ferner ein Steuergerät 4, das die Funktion eines Motormanagements übernimmt und seinerseits die Regelschaltung 2 ansteuert. Hierzu werden dieser Steuereinheit 4 über einen Eingang E Motorparameter, wie Last, Drehzahl und Temperatur zugeführt. Entsprechende Aktuatoren werden über Ausgänge A gesteuert.

Die Sekundärwicklungen $S_1, \dots, S_4$ sind jeweils mit ihrer Hochspannungsseite mit der zugehörigen Zündkerze $Zk_1, \dots, Zk_4$ verbunden, während deren Niedrigpotentialseite über jeweils einen Dissipationswiderstand R_3 in einem Schaltungsknoten S zusammengeführt sind.

Dieser Schaltungsknoten S ist auf den Eingang eines als nicht invertierenden Verstärkers geschalteten Differenzverstärkers 3 geführt, indem dieser Schaltungsknoten S an den invertierenden Eingang dieses Differenzverstärkers 3 angeschlossen ist. An den nicht-invertierenden Eingang dieses Differenzverstärkers 3 wird dagegen eine konstante Referenzspannung U_{ref} , vorzugsweise 20 V angelegt, wobei diese konstante Referenzspannung von einer Konstantspannungsquelle 6 erzeugt wird. Diese konstante Referenzspannung U_{ref} wird über diesen Differenzverstärker 3 mittels eines auf den invertierenden Eingang rückgekoppelten Meßwiderstandes R_1 den Sekundärwicklungen $S_1, \dots, S_4$ zugeführt und gelangt somit als Meßspannung U_{test} an die als Ionenmeßstromstrecken arbeitenden Zündkerzen $Zk_1, \dots, Zk_4$.

Um den während der Brenndauer aufgrund des Zündvorganges entstehenden Zündstrom abzuleiten, weist die Schaltung gemäß der Figur einen ersten und zweiten Ableitschaltungs-
zweig A1 und A2 auf. Der erste

Ableitschaltungs-
zweig A1 verbindet den Schaltungsknoten S über eine Halbleiterdiode D_2 mit dem Massepotential der Schaltung, während der zweite Ableitschaltungs-
zweig A2 aus einer Serienschaltung eines Zündstromableitwiderstandes R_2 , einer weiteren Halbleiterdiode D_1 und eines pnp-Transistors T besteht, wobei der Zündstrommeßwiderstand R_2 mit dem Schaltungsknoten S verbunden ist und die Kollektorelektrode des Transistors T auf dem Massepotential der Schaltung liegt. Die Basiselektrode dieses Transistors T wird vom Ausgang des Differenzverstärkers 3 angesteuert.

Der erste Ableitschaltungs-
zweig A1 dient dazu, im Augenblick eines Hochspannungsdurchbruches in einer der Zündkerzen $Zk_1, \dots, Zk_4$ entstehende negative Spannungsspitzen abzuleiten.

Der eigentliche Zündstrom wird über den zweiten Ableitungsschalt-
zweig A_2 abgeleitet, der auch ohne den Transistor T aufgebaut werden kann, der lediglich zur Erhöhung der Strombelastbarkeit des Differenzverstärkers 3 dient. Wird auf einen solchen Transistor T verzichtet, ist die Kathode der Halbleiterdiode D_1 direkt mit dem Ausgang des Differenzverstärkers 3 verbunden, so daß der Ableitschaltungs-
zweig A_2 parallel zum Ionenmeßwiderstand R_1 geschaltet ist.

Im folgenden soll die Funktion der Schaltung gemäß der Figur 1 erläutert werden:

Die Generierung eines Zündimpulses durch die Regelschaltung 2 führt zur Ansteuerung des entsprechenden Zündtransistors 1a, ..., 1d. Der hierdurch erzeugte Zündfunke an der zugehörigen Zündkerze $Zk_1, \dots, Zk_4$ führt zu einer bestimmten Brenndauer, die von einem Zündstrom begleitet wird. Dieser Zündstrom fließt über den niederohmigen Ableitschaltungs-
zweig A_2 zu einem Teil über den Differenzverstärker 3 und zu einem anderen Teil entsprechend dem eingestellten Arbeitspunkt des Transistors T auf Massepotential ab. Dieser Arbeitspunkt des Transistors T wird durch das Ausgangssignal U_{ion} des Differenzverstärkers 3 bestimmt, das durch die Rückkopplung über den Ionenmeßwiderstand R_1 auf den invertierenden Eingang dessen Potential auf das U_{ref} -Potential einregelt, das die Meßspannung für die nachfolgende Ionenstrommessung darstellt. Damit wird durch den Einsatz eines solchen Transistors T eine Überbelastung des Differenzverstärkers 3 durch den Zündstrom vermieden.

Während der Brenndauer zeigt das Ausgangssignal U_{ion} des Differenzverstärkers 3 die Höhe des durch den Zündstrommeßwiderstand R_2 fließenden Zündstromes an und kann daher als Meßsignal des Zündstromes nach Auswertung zur Lade- und Brenndauerregelung der Brennkraftmaschine herangezogen werden. Der Wert des Zündstrommeßwiderstandes R_2 wird so gewählt, daß dessen Spannungsabfall U_{R2} mit dem Wert $R_2 \cdot I_{zünd}$ im Bereich einiger Volt liegt. Ein solcher Wert für den Widerstand R_2 wäre beispielsweise 15 Ω . Am Ausgang des Differenzverstärkers 3 liegt dann eine Spannung U_{ion} mit einem Wert von $U_{ref} - I_{zünd} \cdot R_2 - U_{D1} - U_{BE}$ an, wobei U_{D1} bzw. U_{BE}

die Diodenflußspannung bzw. die Basis-Emitterspannung darstellt.

Die Meßspannung für die Höhe des Zündstromes könnte auch am Emitter des Transistors T oder hochohmig an der Anode der Diode D_1 abgegriffen werden. Die Toleranzen der Basis-Emitterspannung des Transistors T bzw. die Diodenflußspannung der Diode D_1 würden dann nicht in die Messung eingehen. Eine weitere Möglichkeit zur Erzeugung einer Meßspannung für den Zündstrom ist mit der weiter unten erläuterten Figur 2 gegeben.

Nach dem Abreißen des Zündfunkes, also am Ende der Brenndauer, muß die noch in der entsprechenden Sekundärwicklung $S_1, \dots, S_4$ oder in den Sekundärkapazitäten verbleibende Restenergie schnell abgebaut werden. Hierzu dient der schon erwähnte Dissipationswiderstand R_3 , dem zwei antiseriell verbundene Zenerdioden Z_1 und Z_2 parallel geschaltet sind.

Durch eine solche Parallelschaltung wird die Dauer des Ausschwingens nach dem Abreißen des Zündfunkes wesentlich verkürzt, so daß unmittelbar danach eine durch das Ausschwingverhalten nicht beeinträchtigte Ionenstrommessung durchführbar ist.

Eine solche beschleunigte Energiedissipation ist besonders bei hohen Motordrehzahlen wichtig. Der Wert des Dissipationswiderstandes R_3 wird vorzugsweise so gewählt, daß er dem Wert $(L_{\text{sek}}/C_{\text{sek}})^{1/2}$ entspricht, wobei die Größen L_{sek} und C_{sek} , die sekundärseitig wirksame Spuleninduktivität bzw. Spulen- und Streukapazitäten darstellen. Der Wert dieses Dissipationswiderstandes R_2 wird üblicherweise im Bereich zwischen 10 k Ω und 100 k Ω liegen und bewirkt damit ein schnelles Dissipieren der Energie.

Die beiden Zenerdioden Z_1 und Z_2 sind zur Begrenzung des über dem Dissipationswiderstand R_3 entstehenden Spannungsabfalles notwendig, was ansonsten eine erhebliche Verminderung der Zündenergie zur Folge hätte. So würde ein Zündstrom von beispielsweise 100 mA an einem Widerstand von beispielsweise 50 k Ω einen Spannungsabfall von 5000 V bewirken. Die Zenerspannungen der Zenerdioden Z_1 und Z_2 werden daher so gewählt, daß nur eine geringe Verminderung der Zündenergie eintritt, beispielsweise in Höhe von 50 V.

Anstelle der Verwendung von zwei Zenerdioden Z_1 und Z_2 ist es auch möglich, lediglich die Zenerdiode Z_2 vorzusehen und auf die Zenerdiode Z_1 zu verzichten. Damit würde allerdings das Ausschwingverhalten unsymmetrisch und die Ausschwingdauer etwas verlängert werden. Vorteilhaft wäre dagegen, daß der Spannungsverlust im Zündbetrieb kleiner als 1 V wäre.

Da in beidgenannten Fällen die Zenerdioden in Reihe zur Sekundärwicklung der Zündspulen $Tr_1, \dots, Tr_4$ und zum Ionenstrommeßwiderstand R_1 liegen, haben deren Leckströme bei der nachfolgenden Ionenstrommessung keine negative Auswirkung.

Nach dem Abklingen des Zündstromes wird die als Meßspannung U_{test} dienende Referenzspannung U_{ref} von dem invertierenden Differenzverstärker 3 an die

Sekundärwicklungen $S_1, \dots, S_4$ angelegt, die dann an der entsprechenden Zündkerze einen Ionenstrom erzeugt.

Der invertierende Differenzverstärker 3 wandelt diesen Ionenstrom in ein Spannungssignal U_{ion} um, das nun als Meßsignal des Ionenstroms der Auswerteeinheit 5 zugeführt wird, deren Auswerteergebnis anschließend an das Steuergerät 4 weitergeleitet wird. Die den Sekundärwicklungen $S_1, \dots, S_4$ der Zündspulen $Tr_1, \dots, Tr_4$ zugeführte Meßspannung U_{test} , die zwischen 5 und 30 V, vorzugsweise 20 V liegen kann, ist während der gesamten Ionenstrommeßdauer konstant. Da der Ionenstrom im μA -Bereich liegt, wird ein Differenzverstärker 3 mit einem niedrigen Eingangsstrom verwendet, der heutzutage kostengünstig verfügbar ist. Durch die niederohmige Bereitstellung dieser Meßspannung U_{test} entfallen Umladungen von Streukapazitäten, wie sie in anderen bekannten Systemen bei Wechselstrombelastung, wie zum Beispiel bei klopfender Verbrennung, auftreten können. Dieser Vorteil macht sich besonders dann bemerkbar, wenn mehrere Ionenmeßstrecken parallel betrieben werden, wie dies in der Figur dargestellt ist, da sich dann wirksame Streukapazitäten vervielfachen können.

Um den in den Differenzverstärker 3 fließenden Strom zu begrenzen, kann in der Zuleitung zu dessen invertierenden Eingang ein weiterer Widerstand (in der Figur nicht dargestellt) vorgesehen werden.

Die Figur 2 zeigt einen Ausschnitt des Schaltbildes nach Figur 1 mit dem als invertierenden Verstärker geschalteten Differenzverstärker 3 und den zugehörigen beiden Ableitschaltungszweigen A_1 und A_2 .

Der Unterschied zu Figur 1 liegt in der Beschaltung des Zündstrommeßwiderstandes R_2 , der nun masseseitig, nämlich zwischen dem Kollektor des Transistors T und Massepotential angeordnet ist. Die zum Zündstrom proportionale Meßspannung $U_{\text{Zünd}}$ liegt daher massebezogen vor, was für die Weiterverwendung dieses Meßsignals vorteilhaft ist.

Die zusätzliche Verwendung eines zwischen dem Ausgang des Differenzverstärkers 3 und der Basis des Transistors T geschalteten Widerstandes R_4 begrenzt den durch einen Basisstrom entstehenden Meßfehler auf kleine Werte.

Das Ionenstromsignal kann dazu verwendet werden, um das Klopfen der Brennkraftmaschine zu detektieren und über eine Steuerung des Zündzeitpunktes eine entsprechende Klopfregelung aufzubauen.

Eine weitere Anwendung besteht darin, das Ionenstromsignal sowohl zur Erkennung von Entflammungsaussetzern als auch zur Erkennung der Nockenwellenstellung zu verwenden.

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung zur Ionenstrommessung ist nicht nur bei Transistorzündanlagen, wie in dem Ausführungsbeispiel dargestellt, einsetzbar, sondern gleichfalls bei Wechselstromzündungen oder Hochspannungskondensatorzündungen.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zur Ionenstrommessung im Verbrennungsraum einer Brennkraftmaschine, bestehend aus:

a) einer Zündspule ($Tr_1, \dots, Tr_4$) mit Primär- und Sekundärwicklung ($P_1, \dots, P_4$, $S_1, \dots, S_4$),

b) einer mit der Sekundärwicklung ($S_1, \dots, S_4$) verbundenen Zündkerze ($Zk_1, \dots, Zk_4$), die gleichzeitig als Ionenstromsonde dient,

c) einen an die Niedrigpotentialseite der Sekundärwicklung ($S_1, \dots, S_4$) der Zündspule ($Tr_1, \dots, Tr_4$) angeschlossenen invertierenden Verstärker (3, R_1) zur Erzeugung einer konstanten Meßspannung (U_M) zur Ionenstrommessung,

gekennzeichnet durch folgendes Merkmal:

d) zur Ableitung des während der Zündung der Zündkerze fließenden Zündstromes auf das Massepotential der Schaltungsanordnung ist

d1) ein erster Ableitschaltungsweig (A_1) mit einer Halbleiterdiode (D_2) vorgesehen und

d2) ein zweiter, parallel zum invertierenden Verstärker (3, R_1) geschalteter Ableitschaltungsweig (A_2) mit einer weiteren Halbleiterdiode (D_1)

vorgesehen.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Ableitschaltungsweig (A_2) einen in Reihe zur weiteren Halbleiterdiode (D_1) geschalteten Zündstrommeßwiderstand (R_2) aufweist.

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Ableitschaltungsweig in (A_2) über einen vom Ausgang des invertierenden Verstärkers (3, R_1) steuerbaren Halbleiterschalter (T), insbesondere eines Transistors mit dem Massepotential verbunden ist.

4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Zündstrommeßwiderstand (R_2) im Emitterzweig des Transistors (T) angeordnet ist.

5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Zündstrommeßwiderstand (R_2) im Kollektorzweig des Transistors (T) angeordnet ist.

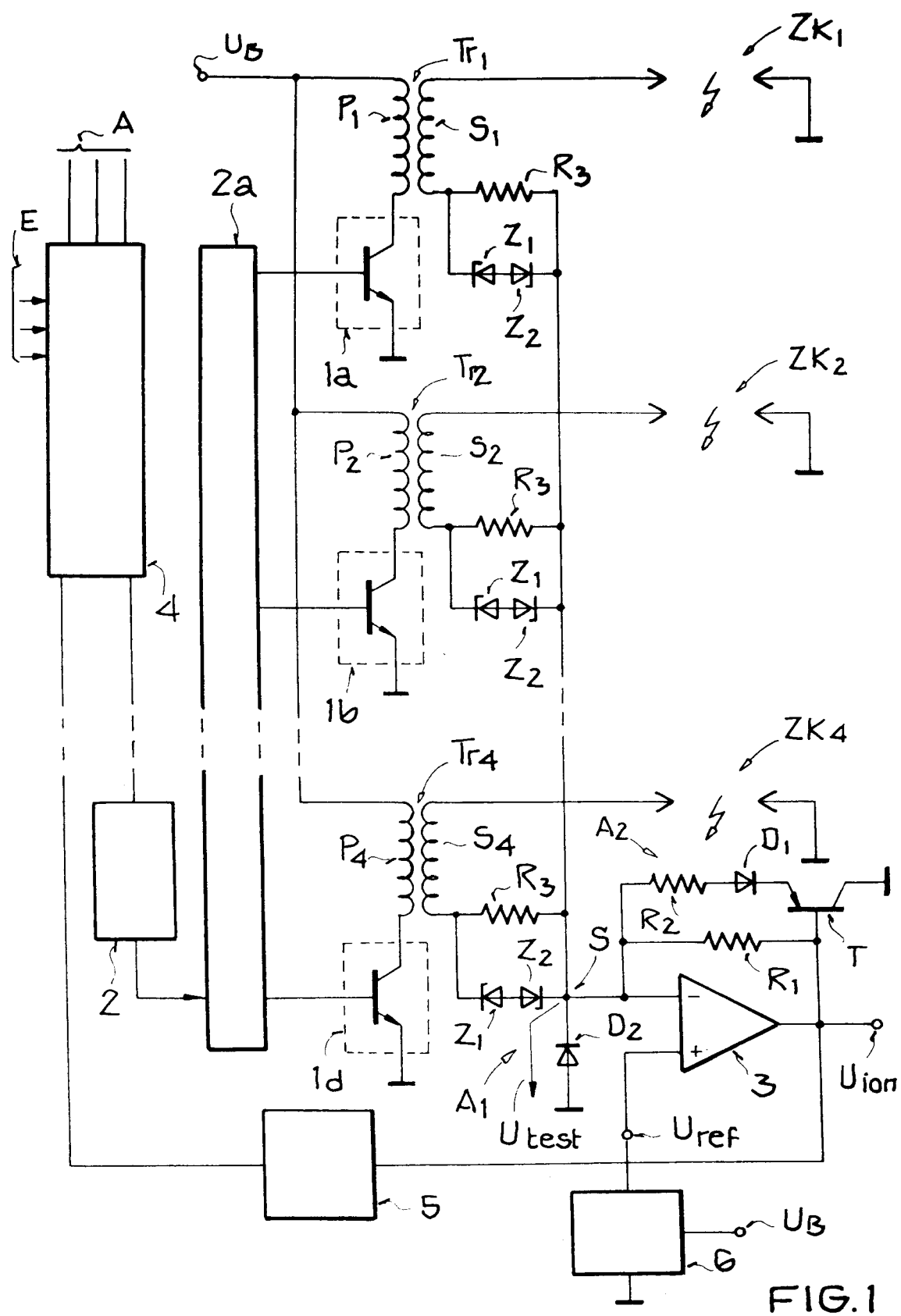
6. Schaltungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Differenzverstärker 3 als invertierender Verstärker vorgesehen ist.

7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der eine Eingang des Differenzverstärkers (3) mit der Niedrigpotentialseite der Sekundärwicklung ($S_1, \dots, S_4$) der Zündspule ($Tr_1, \dots, Tr_4$) verbunden ist und dem anderen Eingang eine Referenzspannung (U_{ref}) zugeführt wird, deren Wert der Meßspannung (U_{test}) entspricht, und der Ausgang des Differenzverstärkers (3) über einen Ionenstrommeßwiderstand (R_1) mit dem einen Eingang verbunden ist.

8. Schaltungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in Reihe zur Sekundärwicklung ($S_1 \dots S_4$) eine Parallelschaltung aus einem Dissipationswiderstand (R_3) und wenigstens einer Zenerdiode (Z_1, Z_2) geschaltet ist.

9. Schaltungsanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß parallel zum Dissipationswiderstand (R_2) zwei antiseriell geschaltete Zenerdioden (Z_1, Z_2) liegen.

10. Verwendung der Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 9 für eine Zündstrommessung, indem der an dem Zündstrommeßwiderstand (R_2) auftretende Spannungsabfall als Meßsignal für die Höhe des Zündstromes dient.



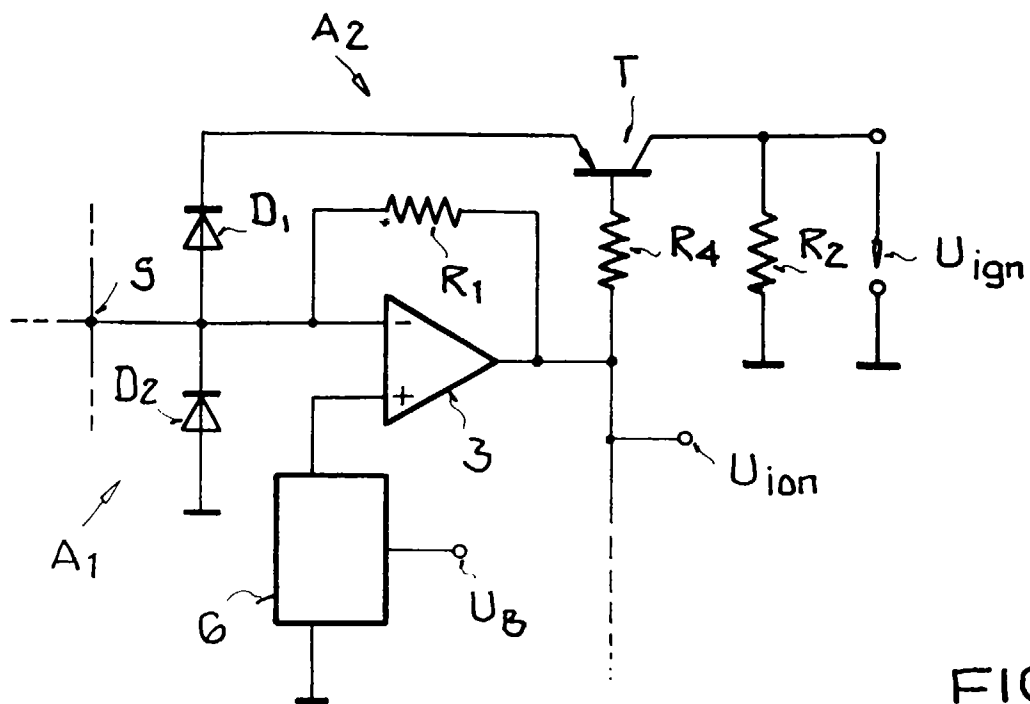


FIG.2