

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 615 580 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
28.05.1997 Patentblatt 1997/22

(51) Int Cl.6: **F02P 3/055, F02P 17/00**

(21) Anmeldenummer: **93918954.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE93/00817

(22) Anmeldetag: **08.09.1993**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 94/08133 (14.04.1994 Gazette 1994/09)

(54) **ZÜNDANLAGE MIT VARIABLER PRIMÄRSPANNUNGSBEGRENZUNG UND FEHLERDIAGNOSE**

IGNITION SYSTEM WITH VARIABLE PRIMARY VOLTAGE LIMITATION AND DEFECT DIAGNOSIS
SYSTEME D'ALLUMAGE A LIMITATION DE LA TENSION PRIMAIRE ET A DIAGNOSTIC DE DEFAULTS

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR

• **GOLLIN, Walter**
D-71696 Moeglingen (DE)

(30) Priorität: **02.10.1992 DE 4233211**
13.05.1993 DE 4315999

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 040 260 DE-A- 2 265 344
DE-A- 2 811 149 DE-A- 2 842 923
US-A- 4 913 123

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.09.1994 Patentblatt 1994/38

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

• **RESEARCH DISCLOSURE Bd. 292, Nr. 98 ,**
August 1988 , NEW YORK, NY, USA Seite 637
XP000031709 M. G. MCDERMOTT 'IGNITION
COIL SECONDARY CLAMPING CIRCUIT'
• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 313**
(M-437)10. Dezember 1985 & JP,A,60 147 571
(TOSHIBA KK) 3. August 1985

(72) Erfinder:
• **KUGLER, Karl-Heinz**
D-71665 Vaihingen 11 (DE)
• **ZIMMERMANN, Christian**
D-74379 Ingersheim (DE)

EP 0 615 580 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Zündanlage für Brennkraftmaschinen nach der Gattung des Hauptanspruchs. Es ist schon eine derartige Zündanlage aus der DE-OS 23 39 896 bekannt. Bei dieser bekannten Zündanlage ist im Primärstromkreis zwischen der Primärwicklung und der Schaltstrecke des Zündtransistors eine Verbindung mit einem Element bestimmter Durchbruchspannung an die Steuerelektrode des Schalttransistors geführt. Übersteigt nun beim Übergang der Schaltstrecke des Zündtransistors in den nicht leitenden Zustand die Spannung den zulässigen Wert, so bricht die Spannung an dem Element bestimmter Durchbruchspannung durch und es beginnt über die Steuerstrecke des Zündtransistors ein Steuerstrom zu fließen, der die Emitter-Kollektor-Strecke des Zündtransistors wieder etwas stromdurchlässig macht. Dadurch fällt die Spannung an der Schaltstrecke des Zündtransistors wieder ab und zwar soweit, bis die Spannung an dem Schaltelement mit bestimmter Durchbruchspannung diese Durchbruchspannung unterschreitet. Diese Anordnung mit dem Element fester Durchbruchspannung (Zenerdiode) kann nicht für alle Betriebsbereiche den Schutz vor Überspannungen sicherstellen. Legt man beispielsweise die Zündanlage und damit das Element mit bestimmter Durchbruchspannung so aus, daß bei großer Sekundärlast noch ein für alle Betriebszustände ausreichendes Sekundärspannungsangebot zustande kommt, können bei niedriger Sekundärlast höhere Werte an den hochspannungsführenden Teilen auftreten. Eine solche Überlastung kann zu deren Zerstörung führen, wenn z.B. ein Kerzenstecker abfällt und es zum Durchschlag der Hochspannungsisolation kommt.

Bisher bekannte Anlagen arbeiteten mit einer festen Primärzenerung als Spannungsklammerung des Zündtransistors und stellen so einen unzureichenden Kompromiß zwischen ausreichendem Sekundärspannungsangebot und Hochspannungsfestigkeit der hochspannungsführenden Teile dar.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Anordnung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß durch Anpassung der Primärspannungszenerung der Endstufen an die jeweilige sekundäre Last keine zu hohe Spannung am Zündgeschirr bei kleiner Last bzw. kein zu niedriges Spannungsangebot bei hoher Last auftritt.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Hauptanspruch angegebenen Zündanlage möglich. Besonders vorteilhaft ist, daß durch Auswertungen der Anstiegszeit der Primärspan-

nung jeweils ein optimaler Spannungswert für einen Zündfunken zur Verfügung steht. Besonders vorteilhaft ist weiterhin, daß als Maß für die sekundäre Last die erreichte Spannung in der Primärwicklung nach Ablauf einer vorgebbaren Zeit auswertbar ist. Somit kann auf veränderte Betriebsbedingungen unmittelbar reagiert werden.

Letztendlich bietet das Erfassen der sekundärseitig wirkenden Last den Vorteil, daß Aussagen über das zur Verfügung stehende Zündspannungsangebot möglich sind. So ist beispielsweise die Auswertung der Anstiegszeit der Primärspannung oder das Erreichen eines bestimmten Primär-Spannungswertes innerhalb einer vorgebbaren Zeit als Maß für das Zündspannungsangebot auswertbar. Diese primärseitige Erfassung des Zündspannungsangebots auf der Sekundärseite der Zündspule hat ferner den Vorteil, daß es während des normalen Motorbetriebs zur diagnostischen Auswertung für das Erkennen möglicher Fehler im Zündsystem herangezogen werden kann. So ist ein flacher Anstieg der Sekundärspannung ein Indiz dafür, daß die Zündkerze Nebenschlüsse aufweist. Ist dagegen die erfaßte Funkendauer kürzer als ein Grenzwert bzw. fehlt der für eine Verbrennung typische Brennspannungsverlauf, so fehlt beispielsweise ein zündfähiges Gemisch oder möglicherweise ein Zündfunke an der Zündkerze aufgrund eines abgefallenen Kerzensteckers.

Das eigentliche Hochspannungsangebot ist z.B. durch Abziehen eines Kerzensteckers und entsprechende Messungen möglich, jedoch ist dies bei Betrieb der Brennkraftmaschine nicht anwendbar. Hier bietet die Auswertung wie oben beschrieben, eine einfache Möglichkeit der Zündspannungserfassung.

35 Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 den Prinzipaufbau für eine variable Endstufenzenerung, Figur 2 in Tabellenform den Zusammenhang zwischen Sekundärlast und Anstiegsverlauf der Primärspannung und Figur 3 ein Struktogramm zur Erfassung und Auswertung der Primärspannung.

45

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Figur 1 zeigt eine Zündeinrichtung bei einer nicht dargestellten Brennkraftmaschine. Die Primärwicklung 1 der Zündspule 2 ist einerseits mit der Versorgungsspannung U_B und andererseits über die Kollektor-Emitter-Strecke des Zündtransistors 3 und einen Widerstand 4 mit Masse verbunden. An der Sekundärwicklung 5 der Zündspule 2 greift eine Last an, welche hier als Ersatzschaltbild durch die Parallelschaltung eines Kondensators 6 und eines Widerstandes 7 dargestellt ist. Zur Erfassung der Primärspannung ist zwischen der Primärwicklung 1 und dem Zündtransistor 3 ein Abgriff 8 vor-

gesehen, so daß die Primärspannung U_p in einer Auswerteeinheit 9 ausgewertet wird, wobei der Anstiegsverlauf der Primärspannung U_p bei Auslösung eines Zündimpulses ein Maß für die sekundäre Last ist. Ein weiterer Abgriff 14 zwischen Primärwicklung und Zündtransistor 3 ist über einen Widerstand 10 und eine Zenerdiode 11 an den Steuereingang eines Transistors 12 geführt. Der Kollektor des Transistors 12 ist über einen Widerstand 15 an eine 5 Volt-Versorgungsspannung geführt, während der Emitter des Transistors 12 an eine Verbindung zwischen einem Steueranschluß 13 für das Zündsignal und dem Steuereingang des Zündtransistors 3 geführt ist. Ein dritter Transistor 16 ist kollektorseitig an die Verbindung zwischen dem Widerstand 10 und der Zenerdiode 11 geführt und emitterseitig gegen Masse geschaltet. Der Steuereingang dieses dritten Transistors 16 ist mit der Auswerteeinheit 9 verbunden.

Die soeben beschriebene Zündanlage hat folgende Wirkungsweise. Über den Steueranschluß 13 wird der Zündtransistor 3 zunächst in den leitenden Zustand gesteuert, so daß die Primärwicklung 1 der Zündspule 2 von Strom durchflossen wird. Am Ende des Signals an dem Steueranschluß 13 gelangt der Zündtransistor 3 in den nicht leitenden Zustand, was eine Unterbrechung des Stromflusses in der Primärwicklung 1 der Zündspule 2 und einen davon abhängigen Hochspannungsstoß in der Sekundärwicklung 5 zur Folge hat. Dies würde dann sekundärseitig an einer nicht dargestellten Zündkerze zu einem Zündfunken führen. Übersteigt nun beim Übergang des Zündtransistors in den nicht leitenden Zustand die Spannung den zulässigen Wert, so bricht die Spannung an der Zenerdiode 11 durch und an dem Steuereingang des Transistors 12 liegt ein Steuerstrom an, so daß auch ein Steuerstrom am Zündtransistor 3 diesen Transistor wieder etwas stromdurchlässig macht. Dadurch fällt die Spannung an der Schaltstrecke des Zündtransistors 3 sofort wieder ab und zwar soweit, bis die Spannung an der Zenerdiode 11 die Durchbruchspannung dieser Zenerdiode unterschreitet. Dies ist eine an sich bekannte Spannungsklammerung des Zündtransistors 3, wobei die Primärspannung U_p , bei der die Zenerdiode 11 anspricht, als Klammerspannung bezeichnet wird. Am Abgriff 8 wird in der Auswerteeinheit 9 die Primärspannung U_p erfaßt und in der Art ausgewertet, daß über eine Ansteuerung des Transistors 16 die sich an der Zenerdiode 11 aufbauende Spannung variiert werden kann, d.h. der Transistor 16 bildet mit dem Widerstand 10 einen einstellbaren Spannungsteiler, wobei die an der Mitte des einstellbaren Spannungsteilers anliegende Spannung der Spannung entspricht, die an der Zenerdiode 11 anliegt. Je nach Ansteuerung des Transistors 16 wird das an der Zenerdiode anliegende Spannungspotential verändert. Hierzu wird in der Auswerteeinheit 9 vor allem die Anstiegszeit t_r der Primärspannung U_p bis zu einem vorgegebenen Wert ausgewertet. So bewirkt eine große kapazitive Last auf der Sekundärseite eine längere Anstiegszeit

als bei kleiner kapazitiver Last. Bei einer langen Anstiegszeit t_r , also bei hoher kapazitiver Last wird der Transistor 16 mit entsprechend großer Spannung angesteuert und das angreifende Spannungspotential an der Zenerdiode 11 verkleinert. Im Gegensatz dazu wird bei niedriger Last der Transistor 16 entsprechend weniger angesteuert, so daß die Zenerdiode 11 wesentlich früher die Durchbruchspannung erreicht als bei hoher kapazitiver Last.

In Figur 2 ist der Zusammenhang zwischen Sekundärlast und Anstiegszeit t_r der Primärspannung dargestellt. Die Tabelle in Figur 2 ist in zwei Bereiche, in den Bereich a) für größere Lasten im Sekundärstromkreis und den Bereich b) für kleinere Lasten aufgeteilt. Diese Bereiche unterscheiden sich dadurch, daß bei der Messung jeweils zwei unterschiedliche Lasten verwendet wurden. Weiterhin sind in der Tabelle die Anstiegszeit t_r , welche der Zeit des Anstiegs der Primärspannung von 0 auf 200 V entspricht, die Spannungsänderung dU_1 (während 25 μ s) und die Spannungsänderung dU_2 (während 50 μ s) dargestellt. Dieser Tabelle in Figur 2 ist deutlich zu entnehmen, daß bei der unter a) angreifenden Last (vgl. die Werte bei C-6 und R-7) eine wesentlich größere Anstiegszeit t_r bis zum Erreichen von 200 Volt Primärspannung verstreicht als bei der unter Figur b) angegebenen Last. Es ist also deutlich zu erkennen, daß ein direkter Zusammenhang zwischen der Anstiegszeit und der Sekundärlast besteht. Dieser Zusammenhang wird in der Auswerteeinheit 9 ausgewertet und der Transistor 16 entsprechend angesteuert.

Eine weitere Möglichkeit zur Erfassung der Sekundärlast, ist dadurch gegeben, daß nach einer vorgebbaren Zeit (beispielsweise 25 μ s oder 50 μ s) von der Auswerteeinheit 9 die Spannungsänderung dU_p erfaßt wird. Auch hier ist aus Figur 2 ersichtlich, daß das Spannungspotential im Teil b) der Tabelle nach der gleichen Zeit bei geringerer Last wesentlich größer ist als das Spannungspotential im Teil a) der Tabelle.

Figur 3 zeigt eine Möglichkeit, die erfaßte Primärspannung U_p auszuwerten. So wird in einem Arbeitsschritt 20 die Primärspannung U_p , wie bereits zu Figur 1 beschrieben, erfaßt, wobei beispielsweise entweder die Anstiegszeit t_r bis zum Erreichen 200 V Primärspannung U_p oder die erreichte Primärspannung U_p nach einer vorgebbaren Zeit auswertbar ist. Im anschließenden Arbeitsschritt 21 wird die erfaßte Primärspannung U_p als Maß für die angreifende Sekundärlast, indem z.B. die Anstiegszeit bis zum Erreichen 200 V bewertet wird ausgewertet und im Arbeitsschritt 22 die Klammerspannung wie zu Figur 1 beschrieben, über eine entsprechende Ansteuerung des Transistors 16 festgelegt.

Im Arbeitsschritt 23 wird die erfaßte Primärspannung mit Referenzwerten U_{REF} der Funkendauer und/oder des Brennspannungsverlaufs verglichen. In der Abfrage 24 wird nun geprüft, ob die erfaßten Größen im Bereich der vorgebbaren Grenzwerte U_{REF} liegen. Ist dies der Fall, so wird im Arbeitsschritt 25 die ausgewertete Zündung als ordnungsgemäß erkannt. Ein Nein auf

die Frage 24 führt zum Arbeitsschritt 26, in welchem die erfolgte Zündung als fehlerhaft gewertet wird, wobei gleichzeitig eine Einteilung in verschiedene Fehlerarten aufgrund der ausgewerteten Brennspannung möglich ist. So läßt ein fehlendes Überspringen beim Durchbruch der Zündung bzw. ein flacher Spannungsanstieg auf Nebenschlüsse an der Zündkerze schließen. Im Arbeitsschritt 27 wird nun ein Fehleranzeige-Signal ausgegeben und im Arbeitsschritt 28 die darauffolgende Verbrennung ausgewertet. Über die Auswerteeinheit 9 der Figur 1 ist es möglich, beispielsweise bei einem zu geringen Anstieg der Primärspannung und der Schlußfolgerung auf mögliche Nebenschlüsse das Sekundärspannungsangebot über eine entsprechende Klammerung U_{KL} zu erhöhen, um so ein Freibrennen der Zündkerze zu bewirken.

Patentansprüche

1. Zündanlage für Brennkraftmaschinen mit einer Zündspule und einer in Reihe mit der Primärwicklung (1) der Zündspule liegenden Zündendstufe (3), mit einer Klammerschaltung (10, 11, 12, 16), die den in der Primärwicklung der Zündspule fließenden Primärstroms beim Überschreiten einer vorgebbaren Primärspannung an der Verbindung (14) zwischen Primärwicklung (1) und Zündendstufe (3) begrenzt und mindestens ein Schaltelement (11) bestimmter Durchbruchspannung enthält, wobei der das Schaltelement (11) bestimmter Durchbruchspannung enthaltende Zweig der Klammerschaltung (10, 11, 12, 16) von der Verbindung (14) zwischen Primärwicklung (1) und Zündendstufe (3) an die Steuerelektrode der Zündendstufe (3) geführt ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Klammerschaltung (10, 11, 12, 16) mit einer zwischen Primärwicklung (1) und Zündendstufe (3) angeschlossenen Auswerteeinheit (9) in Abhängigkeit einer sekundärseitigen Last (6, 7) in der Art veränderbar ist, daß die Klammerschaltung (10, 11, 12, 16) die Primärspannung bei einer hohen Sekundärlast bei einer hohen Primärspannung und bei einer niedrigen Sekundärlast bei einer entsprechend niedrigen Primärspannung begrenzt.
2. Zündanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinheit (9) als Maß der sekundären Last die Anstiegszeit (t_r) der Primärspannung (U_p) erfaßt.
3. Zündanlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinheit (9) die Zeit zwischen dem Zündzeitpunkt und dem Erreichen einer vorgebbaren Spannungsschwelle in der Primärwicklung als Maß für die Anstiegszeit (t_r) erfaßt.
4. Zündanlage nach Anspruch 1, dadurch gekenn-

zeichnet, daß die Auswerteeinheit (9) nach einer vorgebbaren Zeit nach dem Zündzeitpunkt als Maß für die sekundäre Last die Spannung in der Primärwicklung erfaßt.

5. Zündanlage nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erfaßte Primärspannung (U_p) mit Grenzwerten (U_{REF}) für Funkendauer und/oder Brennspannungsverlauf, die eine korrekte Verbrennung darstellen, vergleichbar ist.
6. Zündanlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Abweichung der Primärspannung von den Grenzwerten eine fehlerhafte Verbrennung erkannt und ein Fehleranzeige-Signal (27) ausgegeben wird.

Claims

1. Ignition system for internal combustion engines, with an ignition coil and an ignition output stage (3) in series with the primary winding (1) of the ignition coil, with a terminal circuit (10,11,12,16) which limits the primary current flowing in the primary winding of the ignition coil when a prescribable primary voltage at the connection (14) between the primary winding (1) and ignition output stage (3) is exceeded, and contains at least one switching element (11) with a specific breakdown voltage, the branch of the terminal circuit (10,11, 12,16) which contains the switching element (11) with a specific breakdown voltage being led from the connection (14) between the primary winding (1) and ignition output stage (3) to the control electrode of the ignition output stage (3), characterized in that the terminal circuit (10,11,12,16) can be modified with an evaluation unit (9), connected between the primary winding (1) and ignition output stage (3), as a function of a secondary-side load (6,7), in such a way that the terminal circuit (10,11,12,16) limits the primary voltage in the case of a high secondary load with a high primary voltage and in the case of a low secondary load with a correspondingly low primary voltage.
2. Ignition system according to Claim 1, characterized in that the evaluation unit (9) detects the rise time (t_r) of the primary voltage (U_p) as a measure of the secondary load.
3. Ignition system according to Claim 2, characterized in that the evaluation unit (9) detects the time between the ignition time and the time when a prescribable threshold voltage is reached in the primary winding as a measure of the rise time (t_r).
4. Ignition system according to Claim 1, characterized in that, after a prescribable time after the ignition

time, the evaluation unit (9) detects the voltage in the primary winding as a measure of the secondary load.

5. Ignition system according to one of the preceding claims, characterized in that the detected primary voltage (U_p) can be compared with limit values (U_{REF}) for spark length and/or sparking voltage profile which represent a correct combustion.
6. Ignition system according to Claim 5, characterized in that, in the case of a deviation of the primary voltage from the limit values, a faulty combustion is detected and a fault display signal (27) is output.

Revendications

1. Installation d'allumage pour des moteurs à combustion interne, comprenant une bobine d'allumage et un étage d'allumage (3) en série avec l'enroulement primaire (1) de la bobine d'allumage, un circuit d'écrêtage (10, 11, 12, 16) qui limite le courant primaire passant dans l'enroulement primaire de la bobine d'allumage en cas de dépassement d'une tension primaire prédéterminée à la jonction (14) entre l'enroulement primaire (1) et l'étage d'allumage (3), ainsi qu'au moins un élément de commutation (11) pour une certaine tension de claquage ; la branche du circuit d'écrêtage (10, 11, 16), comportant l'élément de commutation (11) offrant une certaine tension de claquage, relie la jonction (14) de l'enroulement primaire (1) et de l'étage d'allumage (3), à l'électrode de commande de l'étage d'allumage (3), caractérisée en ce que le circuit d'écrêtage (10, 11, 12, 16) peut être modifié par un circuit d'exploitation (9) branché entre l'enroulement primaire (1) et l'étage d'allumage (3) en fonction de la charge (6, 7) du côté du secondaire, de façon que le circuit d'écrêtage (10, 11, 12, 16) limite la tension primaire, pour une charge secondaire élevée, à une tension primaire élevée et, pour une charge secondaire faible, à une tension primaire faible correspondante.
2. Installation d'allumage selon la revendication 1, caractérisée en ce que le circuit d'exploitation (9) détecte la durée de montée (t_r) de la tension primaire (U_p) comme mesure de la charge secondaire.
3. Installation d'allumage selon la revendication 2, caractérisée en ce que le circuit d'exploitation (9) détecte le temps entre l'instant d'allumage et celui auquel on atteint un seuil de tension prédéterminé dans l'enroulement primaire comme mesure du temps de montée (t_r).

4. Installation d'allumage selon la revendication 1, caractérisée en ce que le circuit d'exploitation (9) détecte comme mesure de la charge secondaire, après un temps prédéterminé à la suite de l'instant d'allumage, la tension dans l'enroulement primaire.
5. Installation d'allumage selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que la tension primaire (U_p) détectée est comparée à des valeurs limites (U_{REF}) de la durée des étincelles et/ou de la forme de la tension de combustion représentant une combustion correcte.
6. Installation d'allumage selon la revendication 5, caractérisée en ce qu'au cas où la tension primaire est différente des valeurs limites, on estime qu'il y a une combustion défectueuse et on affiche un signal d'affichage de défaut (27).

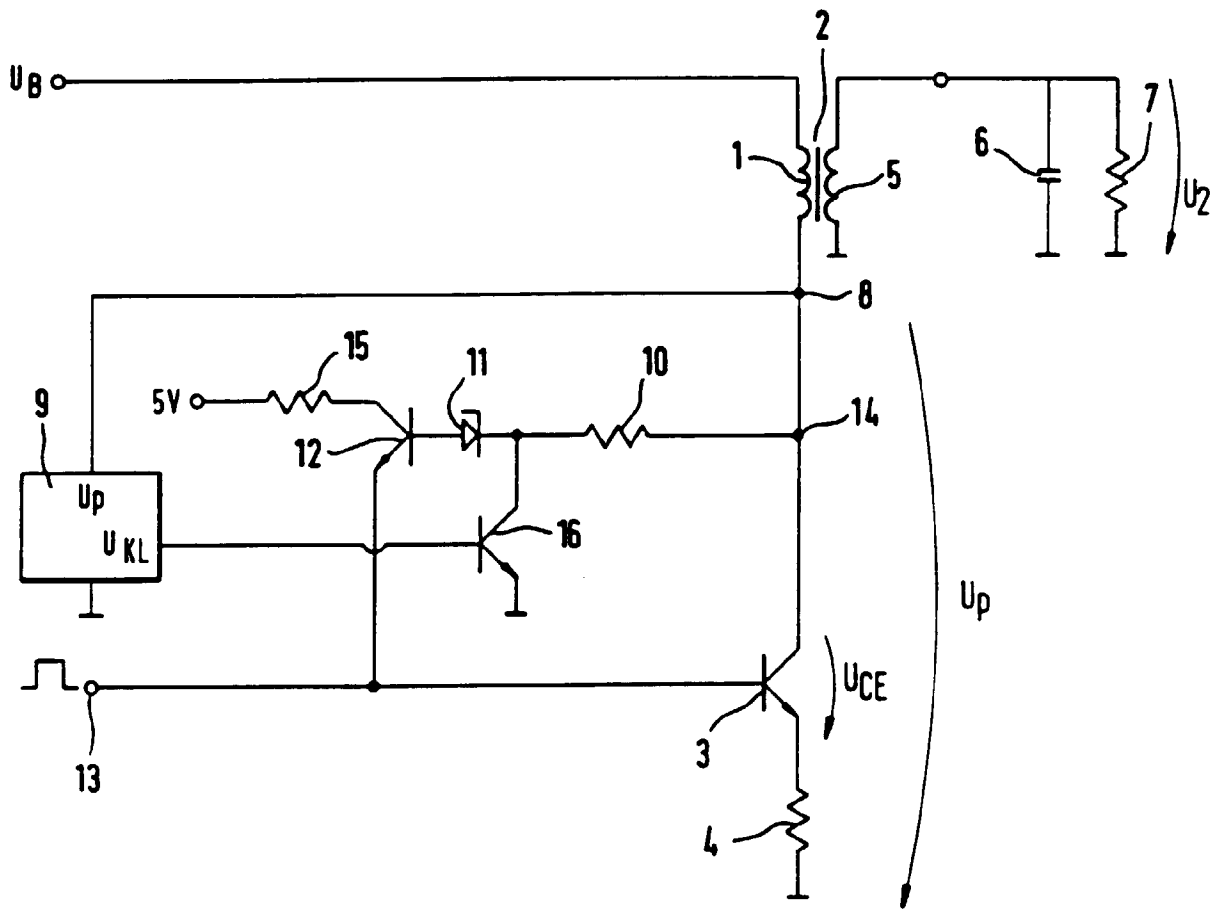


Fig. 1

	C-6	R-7	t_r 0...200V	dU_1 0...25 μ s	dU_2 0...50 μ s
a	120 pF	—	36 μ s	140 V	262 V
	..	—	38 μ s	130 V	262 V
	..	—	39 μ s	125 V	240 V
	..	1M	40 μ s	130 V	242 V
	..	1M	42 μ s	125 V	230 V
	..	1M	43 μ s	115 V	225 V
b	50 pF	—	23 μ s	210 V	390 V
	..	—	25 μ s	200 V	300 V
	..	—	27 μ s	185 V	250 V
	..	1M	25 μ s	200 V	330 V
	..	1M	27 μ s	190 V	300 V
	..	1M	28 μ s	180 V	250 V

Fig.2

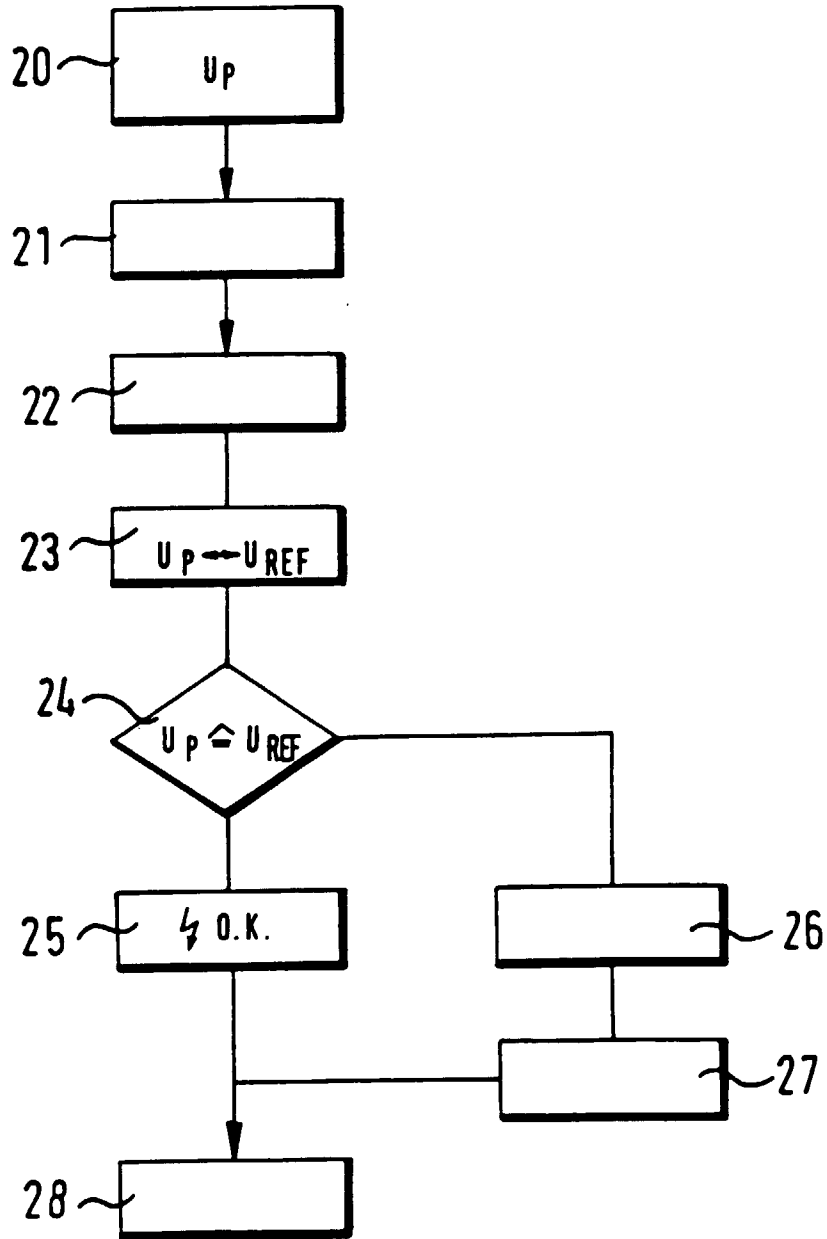


Fig. 3