



Ausschliessungspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Aenderungsgesetzes
zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

0154 232

Int.Cl.³

3(51) F 02 P 3/00

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) AP F 02 P/ 225 060
(31) 7938550

(22) 07.11.80
(32) 07.11.79

(44) 03.03.82
(33) GB

(71) ULTIMATE HOLDINGS S.A.;LU;
(72) WAINWRIGHT, BASIL E.;GB;
(73) ULTIMATE HOLDINGS S.A.;LU;
(74) PATENTANWALTSBUERO BERLIN, 1130 BERLIN, FRANKFURTER ALLEE 286

(54) EINRICHTUNG ZUR ERZEUGUNG VON FREMDZUENDUNG EINES VERBRENNUNGSMOTORS

(57) Einrichtung zur Erzeugung von Fremdzüendung in einem Verbrennungsmotor, in der Funken an den Zündkerzen durch einen Hochspannungsimpuls von im allgemeinen 20 kV gebildet und anschließend durch eine Gleichspannung von im allgemeinen 3 kV aufrechterhalten werden. Bei einer Ausführungsform wird die Gleichspannung von einer 12-Volt-Quelle durch einen Gleichstrom-Gleichstromumformer erzeugt, wobei der Umformer eine im wesentlichen konstante Spannung ungeachtet der Stromentnahme durch den erzeugten Funken innerhalb bestimmter Grenzen erzeugen kann. Der Umformer kann auch seinen Betrieb im Falle eines Ausgangskurzschlusses einstellen. Der Umformer wird so beschrieben, daß er mit einem PROCO-Motor mit Magergemischverbrennung verbunden ist mit dem Ergebnis, daß nur eine Zündkerze je Zylinder erforderlich ist. In einer anderen Ausführungsform wird die Gleichstromdauerspannung direkt von einem durch den Motor getriebenen herkoemmlichen Wechselstromgenerator abgenommen. - Fig. 1 -

Einrichtung zur Erzeugung von Fremd-
entzündung eines Verbrennungsmotors

Anwendungsgebiet der Erfindung:

Die Erfindung betrifft Verbesserungen an einer und hinsichtlich einer Einrichtung zur Erzeugung von Fremdzündung eines Verbrennungsmotors, und betrifft vor allem, jedoch nicht ausschließlich, Motoren für Kraftfahrzeuge.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen:

Bekanntlich werden die zu den Zündkerzen eines Verbrennungsmotors geführten elektrischen Funken gewöhnlich mit Hilfe einer Zündspule erzeugt, deren Hochspannungs-Sekundärwicklung durch einen Verteiler mit der Zündkerze des Motors verbunden ist, wobei die Primärwicklung der Spule mit einer Niederspannungsquelle verbunden ist, und zwar einer 12-Volt-Batterie oder einem vom Motor getriebenen Wechselstromgeneratorsystem. Ein vom Motor betriebenes Schaltgerät, und zwar ein mechanischer Unterbrecher, erzeugt Unterbrechungen in dem zur Primärwicklung der Spule fließenden Strom, und infolgedessen werden in der Sekundärwicklung Hochspannungsimpulse erzeugt, die zu den Zündkerzen gelangen.

Beträchtliche Forschungsarbeiten wurden zur Verbesserung der Brennstoffökonomie und zur Verringerung der Abgasemissionen von Verbrennungsmotoren durchgeführt. Es wurden Anstrengungen zur Entwicklung eines Motors unternommen, der zufriedenstellend mit einem magereren Verhältnis von Brennstoff und Luft, das den Zylindern des Motors zugeführt wird, läuft. Durch ein solches magereres Brennstoff-

Luft-Verhältnis wird der Kraftstoffverbrauch verringert, aber es hat den Nachteil, daß sich das Kraftstoff/Luft-Gemisch mit einem herkömmlichen Fremdzündungssystem schwerer entzünden läßt. Das höhere Verhältnis von Luft zu Kraftstoff erhöht auch die Wahrscheinlichkeit, daß stickstoffhaltige Kraftstoffbestandteile durch die Verbrennung in Stickstoffoxide, die anschließend als NO_x bezeichnet werden, umgewandelt werden. Solche NO_x -Produkte lassen sich nur schwer aus dem Abgas des Motors entfernen, wie es erforderlich wäre, wenn der Motor den Bestimmungen für schädliche Emissionen genügen soll.

Zur Verringerung von NO_x -Abgasemissionen waren jüngste Forschungsarbeiten auf eine Rezirkulation von Motorabgasen in die Motorzylinder gerichtet, um das Verhältnis von Kraftstoff und Luft in dem vom Motor verbrauchten Gemisch zu reduzieren und doch einen mageren Kraftstoffgehalt in dem Gemisch beizubehalten. Eine solche Abgasrezirkulation, im folgenden als EGR bezeichnet, verringert die NO_x -Emissionen, verringert aber auch die Verbrennungstemperatur und führt dazu, daß das brennbare Gemisch in den Motorzylindern noch schwerer zu entzünden ist.

Es sind die verschiedensten Vorschläge gemacht worden, um die beim Entzünden eines mageren Kraftstoff/Luft-Gemischs auftretenden Schwierigkeiten zu beseitigen. Eine Lösung sieht eine solche Neukonstruktion des Motors vor, daß eine sogenannte geschichtete Ladung in den Zylindern erzeugt wird. In einem Motor mit geschichteter Ladung hat ein Kraftstoff/Luft-Gemisch eine uneinheitliche räumliche Kraftstoffverteilung innerhalb des Zylinders, so daß eine höhere Kraftstoffkonzentration in der Nähe der

Zündkerze als im übrigen Teil des Zylinders herrscht. Wenn Fremdentzündung erfolgt, findet die Verbrennung leichter in der verhältnismäßig hohen Kraftstoffkonzentration nahe der Zündkerze statt, und die entstehende Verbrennungswärme führt dazu, daß sich die Verbrennung zu dem magereren Gemisch in den anderen Teilen des Zylinders hin ausbreitet. Ein Beispiel für einen Motor mit geschichteter Ladung wird in "A New Concept of Stratified Charge Combustion - The Ford Combustion Process (FCP)" (Eine neue Konzeption von geschichteter Ladungsverbrennung - Der Ford-Verbrennungsprozeß), SAE - Artikel Nr. 680041, Januar 1968, beschrieben. Dieser Motor wurde zu dem PROCOC-Motor entwickelt, der in "The Ford PROCOC Engine Update" SAE-Artikel Nr. 780699, August 1978, beschrieben wird. Man wird feststellen, daß der PROCOC-Motor im Gegensatz zum FCP-Motor mit einem EGR-System zur Verminderung der NO_x -Abgasemissionen ausgestattet ist. Darüberhinaus ist festzustellen, daß zur Erzielung einer zufriedenstellenden Verbrennung zwei Zündkerzen je Zylinder bei dem durch EGR unterstützten PROCOC-Motor erforderlich sind, wodurch die weiteren Schwierigkeiten sichtbar werden, die sich bei der Auslösung der Entzündung eines mageren Verbrennungsgemischs ergeben, wenn EGR angewandt wird. Man wird einsehen, daß bei Einsatz von zwei Zündkerzen je Zylinder ein komplizierter Verteiler notwendig wird und die Gesamtkosten für das Zündungssystem ganz erheblich höher sind. Ein anderes Problem, das sich aus dem Einsatz von zwei Zündkerzen je Zylinder ergibt, ist, daß die Konzeption des PROCOC-Motors nur bei großen Motorhubräumen von praktisch 5 Litern oder mehr angewandt werden kann. Bei kleineren Motorhubräumen ist nicht genügend Platz im Zylinderkopf für die Aufnahme der Zündkerzen und die für diesen Motortyp erforderlichen Ventile und Einspritzdüsen vorhanden.

Ein anderer Vorschlag für die Entzündung eines Kraftstoff/Luft-Gemischs wird in der US-PS Nr. 4.033.316 von Birchenough gemacht, und zwar betrifft er eine Anordnung, bei der eine Hochspannungs-Gleichstromquelle mit der Sekundärwicklung einer Zündspule in einer solchen Weise in Reihe geschaltet ist, daß der durch die herkömmliche Arbeitsweise der Spule erzeugte Funken aufrechterhalten bleibt. Somit wird die Fremdzündung im Zylinder durch einen typischen 20 kV-Impuls ausgelöst, der in herkömmlicher Weise durch Unterbrechen des Stromflusses in der Primärwicklung der Spule erzeugt wird, und der Funken wird anschließend durch eine Hochspannung von etwa 2 bis 4 kV von der Hochspannungs-Gleichstromquelle, die mit der Sekundärwicklung der Spule in Reihe geschaltet ist, in einer Weise aufrechterhalten, die weitgehend der Art und Weise analog ist, in der ein Schweißlichtbogen durch einen Hochspannungsimpuls erzeugt und durch einen Gleichstrom geringerer Spannung unterhalten wird. Es ist allgemein bekannt, daß ein einmal gezündeter Lichtbogen durch eine Spannung aufrechterhalten werden kann, die geringer ist als die zum Zünden des Lichtbogens gebrauchte.

Birchenough stellt fest, daß die zur Aufrechterhaltung des Funkens erforderliche Spannung im allgemeinen konstant ist, und daß die Spannungs-Strom-Kennlinie des Gleichstromgenerators so sein sollte, daß dem Funken ein konstanter Strom zugeführt wird.

Der in Fig. 2 der Birchenough US-PS gezeigte Stromkreis erhält diesen Zustand dadurch, daß der Gleichstromgenerator so eingerichtet wurde, daß er eine Ausgangsspannungs-

Strom-Kennlinie, hat, die durch eine Kurve definiert ist, für die eine verringerte Ausgangsspannung zu einem höheren Strom führt, wobei der Höchststrom bei Niederspannung durch die Ausgangsimpedanz des Gleichstromgenerators begrenzt wird.

In der Praxis wurde festgestellt, daß die für die Aufrechterhaltung des Lichtbogens erforderliche Spannung zwar im allgemeinen einen konstanten Mittelwert aufweist, aber auch vorübergehenden Schwankungen unterworfen ist, wobei diese Schwankungen während der Verbrennungsbedingungen bei hoher EGR, hoher Verdichtung, hohen Gaswirbelgeschwindigkeiten innerhalb des Zylinders und bei der Verbrennung von extrem mageren Kraftstoffgemischen auftreten. Während einer derartigen vorübergehenden Schwankung können sowohl eine relative hohe Spannung als auch ein relativ hoher Strom zur Aufrechterhaltung des Funkens erforderlich sein. Jedoch liefert der Gleichstromgenerator von Birchenough eine relativ geringe Spannung bei hohen Stromwerten und wird daher den Funken während solcher Übergangsbedingungen nur aufrechterhalten, wenn der Gleichstromgenerator stärker ausgelegt wird und er daher für den vorwiegenden Teil seines Einsatzes unrationell ist.

Ein anderes Problem tritt bei dem Gleichstromgenerator von Birchenough in dem Fall auf, daß ein Kurzschluß an der Zündkerze oder am Ausgang des Generators stattfindet. Ein derartiger Kurzschlußzustand kann eintreten, wenn ein Techniker die Arbeitsweise des Zündstromkreises überprüft. Es ist allgemein üblich, die Zuleitung der Zündkerze mit dem Motor in Berührung zu bringen, um zu sehen, ob ein Funke vom Ende der Zuleitung überspringt. Während

einer solchen Überprüfung kann ohne weiteres ein Kurzschluß am Ausgang des Gleichstromgenerators auftreten. Nun weist der Gleichstromgenerator von Birchenough einen frei laufenden Oszillator auf, der einen Aufwärtstransformator treibt, dessen Ausgang an eine Dioden- und Kondensatorschaltung angelegt wird, die als Gleichrichter und Spannungsvervielfacher wirkt, um einen Hochspannungs-Gleichstromausgang am Ausgangskondensator zu erzeugen. Falls ein Kurzschluß am Ausgang stattfindet, arbeitet der Gleichstromgenerator so, daß er einen hohen Strom in den Kurzschluß pumpt. Folglich wird sich der Oszillator überhitzen und möglicherweise ausfallen. Der Stromkreis von Birchenough ist somit für Wartungstechniker gefährlich. Wenn ein Techniker versehentlich die Hochspannungszuleitung der Zündkerze berührt, um einen Kurzschluß herbeizuführen, wird der Gleichstromgenerator einen starken Strom in den Kurzschluß pumpen mit für den Techniker gefährlichen Folgen.

Ein anderes Problem bei dem von Birchenough vorgeschlagenen Stromkreis liegt darin, daß durch die Arbeitsweise der Hochspannungs-Gleichstromquelle wesentliche Erosionsraten der Elektroden der Zündkerzen und der Elektroden des Verteilers und seines zugehörigen Rotorarmes erzeugt werden. Dieses Problem ist besonders schwerwiegend, wenn die vom Gleichstromgenerator gelieferte Energie so hoch gewählt wurde, daß der Funke während der Verbrennung bei hohen EGR-Geschwindigkeiten und starker Wirbelung des Verbrennungsgases für ein mageres Kraftstoff-Verbrennungsgemisch aufrechterhalten werden soll.

Ein weiteres aus dem Birchenough-Stromkreis entstehendes Problem ist, daß der Ausgangskondensator des Gleichstrom-

generators noch eine ziemlich lange Zeit nach dem Abschalten des Stromkreises geladen bleibt. So kann ein Techniker, wenn er den Ausgang des Zündstromkreises selbst nach Abschalten des Stromkreises berührt, noch einen elektrischen Schlag bekommen.

Ziel der Erfindung:

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Zündsystem für einen Verbrennungsmotor für Magergemisch zur Verfügung zu stellen.

Eine andere Aufgabe der Erfindung betrifft ein Zündsystem, das zu einer zufriedenstellenden Verbrennung in einem mit einem EGR-System ausgestatteten Verbrennungsmotor führt.

Eine weitere erfindungsgemäße Aufgabe ist die Bereitstellung eines Zündsystems, in dem die durch die Zündkerzen erzeugten Funken durch die übliche Arbeitsweise einer Zündspule ausgelöst und anschließend durch den Einsatz eines Gleichstromgenerators aufrechterhalten werden, wobei der Gleichstromgenerator so beschaffen ist, daß er die Funken auch während der oben genannten vorübergehenden Lichtbogendauerspannung und der Stromschwankungen aufrechterhalten kann.

Eine andere erfindungsgemäße Aufgabe besteht darin, einen solchen Gleichstromgenerator zur Verfügung zu stellen, der keinen Starkstrom in den Ausgangskurzschluß pumpt und bei dem es viel weniger wahrscheinlich ist, daß er zu ge-

fährlichen Elektroschocks bei Instandhaltungstechnikern führt.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung betrifft einen Verbrennungsmotor mit geschichteter Ladung mit einem EGR-System, wobei ein Zündsystem nur eine Zündkerze je Motorzylinder enthält.

Noch eine weitere Aufgabe der Erfindung betrifft die Schaffung eines PROCO-Motors mit einem Zündsystem, das nur eine Zündkerze je Zylinder enthält.

Und noch eine Aufgabe der Erfindung betrifft ein Zündsystem, das den Bau kleinerer PROCO-Motoren ermöglicht.

Darlegung des Wesens der Erfindung:

Gemäß einem Aspekt betrifft die Erfindung die Schaffung einer Einrichtung zur Erzeugung von Fremdzündung eines Verbrennungsmotors, bei der an den Zündkerzen Funken durch einen elektrischen Impuls erzeugt werden und anschließend durch den Einsatz eines Gleichstromgenerators aufrechterhalten werden, der eine Dauerspannung an die Kerzen anlegt, wobei der Generator dadurch gekennzeichnet ist, daß er für die Erzeugung einer im wesentlichen konstanten Spannung über einen bestimmten Bereich von Stromwerten, die durch ihn zur Aufrechterhaltung des Funkens geliefert werden, und zur Beendigung des zur Aufrechterhaltung des Funkens erfolgenden Vorganges in dem Falle, daß der dadurch zu der Zündkerze geleitete Strom einen

bestimmten Höchstwert überschreitet, ausgelegt ist. Der Gleichstromgenerator bietet den Vorteil, daß, weil seine Spannung im wesentlichen konstant bleibt, der Generator die Funken selbst unter Bedingungen von hoher EGR, Gaswirbelbelastung und extrem sparsamer Verbrennung aufrechterhalten wird. Wenn der Funke einen vorübergehend hohen Strom verlangt, kann die Spannung des Generators den Strom liefern, ohne daß die Spannung unter die Lichtbogendauer-spannung abfällt.

Da der Generator außerdem zu arbeiten aufhören wird, wenn der Strom einen bestimmten Höchstwert überschreitet, wird der Generator keinen Starkstrom in einen Kurzschluß pumpen, und somit sind die Gefahren für den Instandhaltungstechniker, der versehentlich die Zündkerzenzuleitungen berührt, erheblich verringert. Auch im Falle eines Ausgangskurzschlusses wird der Generator nicht überhitzt oder ausfallen.

In Übereinstimmung mit einem bevorzugten Merkmal der Erfindung entwickelt der Gleichstromgenerator seine Ausgangsspannung über einen Kondensator, der durch Widerstandselemente parallelgeschlossen ist, damit sich der Kondensator entladen kann, wenn der Generator außer Betrieb ist. Auf diese Weise wird der Kondensator die Ladung ableiten, die sonst zu einem elektrischen Schlag bei dem Wartungstechniker führen könnte.

Gemäß einem anderen Aspekt wird durch die Erfindung eine Einrichtung zur Erzeugung einer Fremdzündung bei einem Verbrennungsmotor zur Verfügung gestellt, bei der die von dem Gleichstromgenerator erzeugte Funken Dauerspannung

einen selektiv variablen Wert hat, wobei der Wert in Abhängigkeit von den Betriebsparametern des Motors veränderlich ist und der Vorteil darin besteht, daß relativ hohe Funkenenergien nur für extreme Verbrennungsbedingungen gebraucht werden und geringere Funkenenergien zu anderen Zeiten angewandt werden können, so daß die Erosion an der Elektrode der Zündkerze verringert wird.

Nach einem anderen erfindungsgemäßen Aspekt wird ein verbessertes Zündsystem für einen Verbrennungsmotor mit geschichteter Ladung für Magergemisch zur Verfügung gestellt, vor allem, jedoch nicht ausschließlich, für einen PROCO-Motor, bei dem die Funken an den Zündkerzen in den Verbrennungsräumen des Motors durch elektrische Impulse ausgelöst werden und anschließend durch die Anwendung eines Gleichstromgenerators erhalten werden, der eine Funken-dauerspannung an die Kerzen liefert. Nach diesem erfindungsgemäßen Aspekt ist nur eine Zündkerze je Verbrennungsraum vorgesehen, da erfindungsgemäß eine zufriedenstellende Entzündung mit nur einer Zündkerze erzielt werden kann, ohne daß die Kraftstoffwirtschaftlichkeit verringert würde und wobei eine Verbesserung hinsichtlich einer geringeren Abgasverschmutzung erzielt wird. Außerdem kann durch die Erfindung der Motor mit geschichteter Ladung mit höheren EGR-Geschwindigkeiten betrieben werden, ohne daß ein ziemlich hartes Laufen auftritt.

Ausführungsbeispiele:

Weitere Merkmale, Aufgaben und Vorteile der Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung hervorgehen, die

als erläuterndes Beispiel unter Bezugnahme auf die beige-fügten Zeichnungen dient.

In den Zeichnungen stellen dar:

Fig. 1 ein schematisches Diagramm einer Einrichtung zur Erzeugung von Fremdzündung gemäß der Erfindung;

Fig. 2 eine detailliertere Ansicht des Schaltbildes eines Gleichstromgenerators von Fig. 1;

Fig. 3 für die Arbeitsweise des Gleichstromgenerators typische Wellenformen, wobei Fig. 3a den Strom in der Primärwicklung des Transformators T1 von Fig. 2 zeigt; Fig. 3B eine Ansicht der in der Sekundärwicklung des Transformators T1 induzierten Spannung ist; Fig. 3C den für den Generator 7 charakteristischen Spannung-Strom-Ausgang darstellt;

Fig. 4 eine Modifikation der Einrichtung von Fig. 1 und 2, in der die vom Generator 7 erzeugte Spannung in Abhängigkeit von den Betriebsparametern des Motors zur Verringerung von Zündkerzenerosion gesteuert wird;

Fig. 5 bis 7 alternative Anordnungen des Schaltkreises von Fig. 4;

Fig. 8 ein schematisches Schaltbild einer Anordnung, die es ermöglicht, daß eine getrennte Induktivität in Reihe

mit den Zündkerzen geschaltet wird;

Fig. 9 eine schematische Anordnung, die die Verwendung des Gleichstromgenerators als Zusatzaggregat für ein herkömmliches Zündsystem gestattet;

Fig. 10 eine Schnittansicht eines Zylinders eines PROCO-Motors;

Fig. 11 eine schematische Draufsicht des Zylinderkopfes des PROCO-Motors;

Fig. 12 eine schematische Schnittansicht eines PROCO-Motors, der für ein erfindungsgemäßes Zündsystem eingerichtet ist und der nur eine Zündkerze je Zylinder hat;

Fig. 13 ein schematisches Diagramm eines anderen erfindungsgemäßen Beispiels, bei dem ein herkömmlicher Wechselstromgenerator verwendet wird.

In Fig. 1 wird eine Funkenimpulserzeugungseinrichtung gezeigt, die eine Zündspule 1 mit der Primärwicklung 1a und der Sekundärwicklung 1b, eine Stromregaleinrichtung 2, die einen in der Primärwicklung fließenden Niederspannungsstrom steuert, und eine vom Motor getriebene Funken-Zeitgeber-Steuereinrichtung 3 aufweist, die die Stromregaleinrichtung 2 treibt. Die Stromregaleinrichtung 2 ist so beschaffen, daß sie eine rasche Änderungsgeschwindigkeit des

in der Primärwicklung 1a vorhandenen Stromflusses in Abhängigkeit von der Arbeitsweise der Zeitgebersteuereinrichtung 3 hervorrufen kann, damit in der Sekundärwicklung 1b ein Hochspannungsimpuls von etwa 20 bis 40 kV induziert wird. Dieser Hochspannungsimpuls kann die Fremdzündung in einem Verbrennungsmotor herbeiführen, und der Impuls wird über einen Verteiler 4, der einer der bekannten Typen sein kann, an die in den Zylindern des Motors (nicht gezeigt) angebrachten Zündkerzen 5 angelegt.

Die Stromregeleinrichtung 2 und die Zeitsteuereinrichtung 3 können aus einem herkömmlichen Unterbrecher bestehen, der von einer Nocke im Verteiler 4 betätigt wird, der einen 12-Volt-Nennstrom von der üblichen Batterie/Wechselstromgenerator-Anordnung (nicht gezeigt) des Motors auf Leitung 6 schaltet, um den Stromfluß zu unterbrechen und eine rasche Veränderungsrate des Stroms in der Primärwicklung 1a zu erzeugen. Alternativ kann die Stromregeleinrichtung ein Halbleiterschalter sein, der so arbeitet, daß er einen Kondensator durch die Primärwicklung 1a entlädt. Auch die Funken-Zeitgebersteuereinrichtung 3 kann aus einem bekannten photoelektrischen, Infrarot- oder ähnlichen Detektor bestehen, der auf die Winkeldrehstellung des Motors anspricht.

So werden bei Betrieb der Funkenerzeugungseinrichtung Hochspannungsimpulse in der Sekundärwicklung 1b der Spule als Reaktion auf die aufeinanderfolgenden Arbeitsvorgänge der Funken-Zeitgebersteuereinrichtung 3 erzeugt, wobei diese Impulse durch den Verteiler 4 entsprechend nacheinander an eine der Zündkerzen 5 angelegt werden, um Funken nacheinander in einem der Zylinder zu erzeugen und da-

durch das in den Zylindern befindliche Luft-Kraftstoff-Gemisch zu entzünden.

Außerdem ist ein Gleichstromgenerator 7 vorhanden, der in Reihe mit der Sekundärwicklung 1b geschaltet ist. Der Generator 7 legt an die Zündkerzen 5 eine Gleichspannung an, durch die ein Funken an den Zündkerzen aufrechterhalten werden kann, nachdem der durch die Tätigkeit des Stromkreises 2 erzeugte Hochspannungs-Funkenauslöseimpuls auf einen Wert abgesunken ist, durch den der Funken nicht mehr aufrechterhalten werden kann. Der Gleichstromgenerator 7 enthält einen Gleichstrom-Gleichstrom-Umformer, der einen Hochspannungsausgang von nominell 3 kV von der Niederspannungsquelle in Leitung 6 erzeugen kann. Der Generator 7 erzeugt einen gleichgerichteten Gleichstromausgang in Leitung 8, der durch die Sekundärwicklung 1b der Spule zu dem Verteiler 4 und folglich zu den Zündkerzen 5 geleitet wird. Die Stärke der Ausgangsspannung des Generators 7 ist so gewählt, daß ein Funken an einer der Zündkerzen 5 unterhalten aber nicht gezündet wird, und der Generator ist an sich in der Lage, eine Dauerspannung von einer solchen Stärke zu erzeugen. Sobald der Funken durch einen, durch die Arbeit der Stromregleinrichtung 2 erzeugten Hochspannungsimpuls gezündet wurde, kann der Funken durch eine etwas niedrigere Spannung aufrechterhalten werden, und der Gleichstromgenerator 7 ist in der Lage, eine derartige Dauerspannung zur Verfügung zu stellen. Die Tatsache, daß der Funkendauerstrom von einem gesonderten Generator 7 geliefert wird, bietet den Vorteil, daß viel stärkere Funkenströme über längere Zeiträume gebildet werden können, wodurch sich eine bessere Kraftstoffverbrennung und eine bessere Kraftstoffwirtschaftlichkeit und/oder eine Verringerung der Abgasemission ergeben.

In den hier beschriebenen Formen der Erfindung entwickelt der Generator 7 eine Dauerausgangsspannung, und jeder Funken wird entweder durch die Arbeit des Verteilers, der die angelegte Dauerspannung unterbricht und sie an eine nachfolgende Zündkerze anlegt, oder durch den erhöhten Gasdruck, der in dem Zylinder durch die von dem Funken ausgelöste Verbrennung erzeugt wird, gelöscht. Der erhöhte Gasdruck stellt eine erhöhte elektrische Impedanz für den zwischen den Zündkerzenelektroden erzeugten Lichtbogen dar, und der von dem Generator 7 erzeugte Spannungspegel kann entsprechend so gewählt werden, daß der erhöhte Gasdruck zum automatischen Verlöschen des Funkens führt, wenn der Gasdruck auf eine bestimmte Höhe steigt, die anzeigt, daß eine zufriedenstellende Verbrennung in dem Zylinder stattgefunden hat. Wenn also eine bestimmte Druckhöhe in dem Zylinder erreicht wurde, reicht die vom Generator 7 erzeugte Spannung nicht mehr aus, um den Funken zu unterhalten, so daß der Funken automatisch verlöscht.

In einer anderen Anordnung wird der Gleichstromgenerator 7 abgeschaltet und wieder eingeschaltet, um den Funken zu löschen.

Da der Generator 7 an sich in der Lage ist, einen kontinuierlichen Hochspannungsausgang zu erzeugen, kann die Periode, in der der Generator 7 so geschaltet werden kann, daß er die Funkendauerspannung an die Funken liefert, unabhängig von den Kenndaten des Stromkreises des Generators 7 gewählt werden, und somit kann die Dauer der Ausgangsspannung zum Beispiel so gewählt werden, daß sie einige Millisekunden bis zu einer praktisch unbe-

grenzten Zeit beträgt. Durch diese Anordnung kann die Funkendauer unabhängig von den Kenndaten des Stromkreises gesteuert werden, und es kann der durch den an der Zündkerze geschaffenen Lichtbogen gehende Strom im wesentlichen während der gesamten Periode, in der der Funke durch die Spannung von Generator 7 unterhalten wird, konstant gehalten werden. Daher ist es durch das erfindungsgemäße System möglich, die Funkendauer auszudehnen und die Energie zu erhöhen, wodurch die Motorverbrennung verbessert wird.

Die Gleichstrom-Gleichstrom-Umformerschaltung des Generators 7 wird anschließend ausführlicher unter Bezugnahme auf Fig. 2 beschrieben. Der Stromkreis des Generators 7 ist innerhalb einer gestrichelten Umrißlinie gezeigt und seine Verbindungen mit dem übrigen Zündstromkreis sind schematisch gezeigt. Der Stromkreis weist eine Oszillatorstufe 9 auf, die einen Aufwärtstransformator T1 treibt, dessen Ausgang zu einer Spannungsvervielfachungs- und Gleichrichterstufe 10 geleitet wird.

Die Oszillatorstufe 9 wird von der 12-Volt-Niederspannungsleitung 6 durch eine Interferenzfilterschaltung, die die Kondensatoren C1 bis C3 und eine Induktionsspule L1 aufweist, getrieben. Die Filterschaltung verhindert, daß störende Einschwingvorgänge in Leitung 6 die Oszillatorbedingung der Oszillatorstufe 9 stören. Der Transformator T1 hat eine Primärwicklung mit den Wicklungsabschnitten 11a, 11b und einer Mittellanzapfung CT, eine Gegenkopplungswicklung 12, eine Sekundärwicklung 13 und einen sättigungsfähigen Kern 14. Die Transistoren TR1 und TR2 können den von der Schiene 6 in die Primärwicklungsabschnitte 11a bzw. 11b fließenden Strom steuern, wobei die

Basis der Transistoren eine von der Gegenkopplungswicklung 12 stammende Vorschaltspannung durch einen Vorspannungswiderstand R1 und die Dioden D1 und D2 erhält.

Die Arbeitsweise des Oszillators wird anschließend unter Bezugnahme auf die Wellenform-Diagramme von Fig. 3A und 3B beschrieben. Voraussetzung ist, daß der Transistor TR1 leitend ist. Ein Strom fließt von Leitung 6 durch den Wicklungsabschnitt 11a von der Mittelanzapfung CT, wobei sich der Strom im wesentlichen linear mit einer Geschwindigkeit aufbaut, die im wesentlichen durch die Induktanz des Wicklungsabschnittes 11a bestimmt wird. Der resultierende Stromanstieg im Wicklungsabschnitt 11a ist bei 15 in Fig. 3A gezeigt. Der Zweck dieser im wesentlichen konstanten Veränderungsgeschwindigkeit des Stromes in der Wicklung besteht darin, in der Rückkopplungswicklung eine im allgemeinen konstante Spannung zu induzieren, die eine solche Polarität hat, daß sie die Basis von Transistor TR1 entsprechend vorspannt, damit der Transistor in einem leitenden Zustand gehalten wird. In dem Maße, wie sich der in dem Wicklungsabschnitt 11a fließende Strom aufbaut, wird der Kern 14 mit Magnetfluß gesättigt, und der Strom kann nicht weiter ansteigen. Infolgedessen bricht die Spannung an der Gegenkopplungswicklung schnell zusammen und die zum Transistor TR1 gehende Vorspannung nimmt ab, so daß der Stromfluß in dem Wicklungsabschnitt 11a abnimmt, wodurch in der Gegenkopplungswicklung 12 eine Vorspannung mit entgegengesetzter Polarität induziert wird. Durch diese Vorspannung mit entgegengesetzter Polarität wird der Transistor TR2 rasch ein und der Transistor TR1 rasch ausgeschaltet. Der Strom baut sich dann in einem entgegengesetzten Sinne in dem Wicklungsabschnitt 11b auf, bis sich der Kern 14 in der in Fig. 3A bei 16 gezeig-

ten Art und Weise sättigt, wobei zu diesem Zeitpunkt der Transistor TR1 wieder einschaltet und der Transistor TR2 ausschaltet. Der Stromkreis wird in dieser Weise schwingen. Die Stromanstiege wie bei 15 und 16 induzieren in der Sekundärwicklung des Transformators positive bzw. negative Spannungen, wie 17 und 18 in Fig. 3B, wobei die Spannungen im Verhältnis zu der an die Primärwicklungsabschnitte 11 in Abhängigkeit von dem Windungsverhältnis des Primärwicklungsabschnittes 11 und des Sekundärwicklungsabschnittes 12 angelegten Spannung hinauftransformiert werden. Liegt kein Belastungszustand an dem Generator 7 treten Schaltübergangszustände im Oszillator auf, die zu Spannungsspitzen 19 (Fig. 3B) führen, die an der Spannungswellenform der Sekundärwicklung 12 auftreten.

Der Spannungsvervielfacher- und Gleichrichter 10 weist sich schnell erholende Dioden D3, D4 auf, die jeweils Ladung in in Reihe geschaltete Kondensatoren C4, C5 während entgegengesetzter Polaritäten der Spannung an Wicklung 13 pumpen. Wenn also die Ausgangsspannung an Wicklung 13 positiv ist, leitet Diode D4 und lädt den Kondensator C5, und wenn die Ausgangsspannung negativ ist, wird der Kondensator C4 durch Diode D3 geladen. Da die Kondensatoren in Reihe geschaltet sind, stellt der Ausgang an beiden eine Verdoppelung der positiven Spannungsschwankung an der Wicklung 13 dar. Ein Endausgangskondensator C6 ist mit den Kondensatoren C4, C5 für Glättungszwecke parallel geschaltet. Parallel geschaltet mit dem Endausgangskondensator ist eine Widerstandskette R2, R3, die zur Glättung des Ausgangs beiträgt und auch einen Entladungsweg für den Endausgangskondensator C6 schafft. Ein Funktionsanzeiger 20, im allgemeinen eine Neonröhre, ist mit dem Widerstand R3 parallel geschaltet, um anzuzeigen, daß der Generator 7 in Tätigkeit ist.

Die Spannungsstrom-Kennlinie des Ausgangs von Generator 7, der zu Leitung 8 geführt wird, ist in Fig. 30 als Kurve 21 gezeigt. Man wird feststellen, daß der Generator 7 eine im wesentlichen konstante Spannung über einen festgelegten Bereich des Stromes liefert. Wenn also ein Funke an einer Zündkerze 5 gezündet wurde, wird der Generator 7 eine konstante Spannung ungeachtet des durch die Impedanz des Lichtbogens definierten Strombedarfs bis zu einem Höchststromwert 22 aufrechterhalten (Fig. 30). Der Stromwert 22 ist durch den Punkt definiert, an dem die Basen von TR1 und TR2 nicht mehr sättigen, wobei das durch Einstellen des Wertes von Widerstand R1 einstellbar ist. Über dem Wert 22 liegende Ströme zeigen einen Kurzschluß oder eine andere Störbedingung an der Zündkerze an, und der Generator ist so eingerichtet, daß er automatisch den Betrieb abschaltet, wenn eine solche Bedingung auftritt. Das Auftreten eines derartigen Kurzschlusses wird so auf die Ausgangswicklung 13 des Transformators T1 (Fig. 2) zurückwirken, daß die Induktanz des Transformators verändert wird und der Oszillator 9 außer Betrieb gesetzt wird. Ein weiteres nützliches Merkmal des Generators 7 geht aus Fig. 30 hervor. Bevor ein Funke an einer der Zündkerzen gezündet wurde, wird im wesentlichen kein Strom auf Leitung 8 vom Generator 7 abgenommen. Unter einer solchen Bedingung wird der Kondensator C6 (Fig. 2) bis auf eine Spannung geladen, die im wesentlichen den doppelten Wert der Spannungspitzen 19 hat. Diese relativ hohe Spannung von dem Generator 7 unterstützt das Zünden der Funken an den Zündkerzen 5, da sich diese hohe Spannung zu den in der Sekundärwicklung 1b der Spule induzierten Hochspannungsimpulsen addiert. Nach dem Zünden des Funkens, wird Strom vom Generator 7 abgenommen, und die Spannungsspitzen 19 werden durch die Kondensatoren C4 bis C6 mit dem Ergebnis integriert, daß die Ausgangs-

spannung in Leitung 8 auf ein im wesentlichen konstantes in Fig. 3C gezeigtes Plateau abfällt, das im wesentlichen gleich dem doppelten Spannungspegel der Wellenform 17 ist (Fig. 3B).

Die Spannung-Strom-Kennlinie des Generators 7 hat den Vorteil, daß der Generator den Funken unter Bedingungen einer extrem schwachen Verbrennung in Verbindung mit wesentlichen Geschwindigkeiten der EGR und Gaswirbelung innerhalb der Zylinder des Motors aufrechterhalten kann. Unter solchen Bedingungen kann die Impedanz des Lichtbogens erheblichen vorübergehenden Schwankungen unterliegen, so daß eine verstärkte Stromentnahme vom Generator 7 erfolgt. Es wurde gefunden, daß der Generator zur Aufrechterhaltung des Lichtbogens unter diesen extremen Bedingungen in der Lage sein muß, einen entsprechenden Strom an den Lichtbogen zu liefern, ohne daß die an den Lichtbogen angelegte Spannung abfallen darf. Wenn die Spannung unter einen bestimmten Pegel abfällt, auch nur momentan, wird der Lichtbogen verlöschen und erst wieder aufleuchten, wenn ein neuer 20 kV-Impuls von der Zündspule angelegt wird. In Fig. 3 ist in gestrichelter Umrißlinie die Spannung-Strom-Kennlinie der Generatoren des Typs, wie er in der US-PS Nr. 4.033.316 von Birchenough beschrieben wird, dargestellt. Man kann feststellen, daß, wenn der Lichtbogen plötzlich einen relativ starken Strom braucht, die von dem Generator angelegte Spannung abfallen wird. Es würde also entweder der Lichtbogen erlöschen oder, wenn der Generator von Birchenough so ausgelegt wäre, daß er unter diesen Bedingungen zufriedenstellend arbeitet, würde er viel mehr Energie verbrauchen und würde normalerweise unnötig hohe Spannungen an die Zündkerzen liefern.

Es ist außerdem zu beachten, daß der Generator 7 aus einer geringen Anzahl von Einzelteilen besteht und daher billig herzustellen ist und zuverlässiger ist.

Ein weiterer Vorteil des Generators 7 liegt darin, daß in dem Falle, daß ein Techniker die Zündkerzenzuleitung zur Erzeugung eines Kurzschlusses berührt, der Oszillator 9 des Generators gedämpft wird und mit der Arbeit aufhört. Auf diese Weise wird ein Zustand vermieden, bei dem der Generator einen Starkstrom in den Kurzschluß pumpt. Selbstverständlich wäre eine solche Bedingung gefährlich für den Techniker und könnte auch möglicherweise zum Überhitzen und Ausfall des Generators führen.

Ein weiteres Sicherheitsmerkmal des Generators 7 ist, daß der Ausgangskondensator C6 (Fig. 2) durch die Widerstände R2, R3 parallelgeschaltet ist, so daß sich seine Ladung zerstreuen kann, wenn der Motor abgestellt ist.

Ohne diese Parallelschaltung würde der Kondensator C6 seine Ladung eine lange Zeit behalten, so daß ein Techniker, wenn er am Motor arbeiten muß, einen elektrischen Schlag von dem Kondensator C6 durch die Zündzuleitungen erhalten könnte. Bei dem vorgestellten Generator 7 wird die Neonröhre 20 ihm nicht nur sofort anzeigen, ob das System arbeitet, sondern auch, ob eine Ladung in dem Kondensator C6 bleibt.

Ein Merkmal des eben beschriebenen Zündungssystems ist, daß erheblich erhöhte durchschnittliche Funkenenergien im Vergleich zu einer herkömmlichen Unterbrecherzündung mit Hilfe der in die Funken durch den Generator 7 injizierten

Ströme erzielt werden. Wenn beträchtliche EGR oder extreme Schwachverbrennungen in einem Motor genutzt werden, müssen die Funkenenergien erheblich sein, wenn eine zuverlässige Zündung geschaffen werden soll. Ein möglicher Nachteil ist, daß die erhöhten Funkenenergien zu unannehmbaren Erosionsgeschwindigkeiten an den Zündkerzenelektroden und den Elektroden des Verteilers 4 führen können. Nach einem erfindungsgemäßen Aspekt kann der Energiepegel der Funken in Abhängigkeit von Betriebsparametern des Motors so gewählt werden, daß Funken höherer Energie nur erzeugt werden, wenn extreme Bedingungen auftreten. Auf diese Weise kann die durchschnittliche Energie der Funken verringert werden, ohne daß die aus der Erfindung resultierenden besseren Laufmerkmale des Motors verloren gingen. Ein Beispiel für eine derartige Anordnung ist in Fig. 4 gezeigt. Aus dieser Figur geht hervor, daß der Generator 7 in Reihe mit der Zündspule im wesentlichen wie in Fig. 2 verbunden ist, daß aber zusätzlich ein Relais 23 vorhanden ist, das zum Schalten der an den Oszillator 9 angelegten Spannung dient. Das Relais 23 hat eine Spule 24 und Kontakte 25, die durch einen Spannungsabfallwiderstand R4 parallelgeschaltet sind. Normalerweise sind die Kontakte 25 wie in der Zeichnung gezeigt offen, so daß ein Teil der zu dem Oszillator 9 geführten 12-V-Spannung an dem Widerstand R4 abfällt, wodurch die in der Primärwicklung 11 entwickelte Spannung auf einen Wert von unter 12 Volt reduziert wird. Infolgedessen wird der in Leitung 8 entwickelte Hochspannungs-Gleichstromausgang unter seinen Höchstwert verringert. Wenn jedoch die Kontakte 25 des Relais schließen, wird der Widerstand R4 kurzgeschlossen und die an den Oszillator 9 angelegte Spannung steigt mit dem Ergebnis an, daß die Gleichstrom-Ausgangsspannung in Leitung 8 ihren Höchstwert erreicht.

Das Relais wird von einer Logikschaltung 26 gesteuert, die praktisch einen Schaltweg zu Erde für den durch die Relaispule 24 fließenden Strom schafft. Die Logikschaltung spricht auf wahrgenommene Betriebsparameter des Motors an, schematisch bei 27 gezeigt. Die Logikschaltung 26 bestimmt, wann Betriebsparameter des Motors anzeigen, daß extreme Verbrennungsbedingungen herrschen, und entsprechend schaltet der Stromkreis 26 das Relais 23. Wie in Fig. 4 gezeigt wird, ist der Motor mit einem EGR-System ausgestattet, in dem die Gasströmungsgeschwindigkeit selektiv durch eine Steuerung 28 gesteuert wird. Wie der Fachmann erkennen wird, wird die EGR-Geschwindigkeit praktisch in Abhängigkeit vom Vakuumpegel im Einlaßkrümmer gesteuert. Die Logikschaltung 26 spricht auf die EGR-Geschwindigkeit an.

Die Logikschaltung 26 spricht auch auf einen Kraftstoffregler 29 an, der die Stärke des Kraftstoffgemischs bestimmt. In einem Motor mit Ansaugung durch einen herkömmlichen Vergaser wird die Logikschaltung auf die Einstellung der herkömmlichen Drosselklappe reagieren, während in einem Motor mit geschichteter Ladung mit Kraftstoffeinspritzdüsen die Strömungsgeschwindigkeit des Kraftstoffes zu den Einspritzdüsen überwacht sein wird.

Die Logikschaltung 26 spricht außerdem auf die Motortemperatur an, wie sie durch einen Temperaturfühler 30 festgestellt wird. Wenn diese Parameter nun gemeinsam oder einzeln einen Zustand anzeigen, von dem bekannt ist, daß er extreme Verbrennungsbedingungen darstellt, wird das Relais 23 geschaltet, damit eine maximale Ausgangsspannung in Leitung 8 zur Verfügung steht, aber andererseits

wird die Ausgangsspannung auf einen niedrigeren Pegel geschaltet, mit einer daraus resultierenden Minimisierung der Erosion der Zündkerzenelektroden.

Die Fig. 5 bis 7 zeigen alternative Möglichkeiten für die Verbindung von Relais 25 mit dem Gleichstromgenerator 7. In Fig. 5 ist der Abfallwiderstand R4 in die 12-Volt-Leitungsschiene 6 und nicht in die Erdrückleitung geschaltet. In Fig. 6 ist der Abfallwiderstand in die Ausgangs-Hochspannungsleitung 8 des Generators 7 geschaltet. In Fig. 7 ist der Abfallwiderstand in die Erdbezugsleitung der Gleichrichterausgangsstufe 10 des Generators geschaltet.

In den oben beschriebenen erfindungsgemäßen Ausführungsformen ist der Gleichstromgenerator 7 in Reihe mit der Sekundärwicklung 1b der Zündspule geschaltet. Diese Anordnung hat den Vorteil, daß die Induktanz der Sekundärwicklung 1b zur Erhöhung der Dauerspannung über den vom Generator 7 bestimmten Pegel als Reaktion auf die erhöhte Lichtbogenimpedanz, die beispielsweise bei starker Gaswirbelung auftritt, beiträgt. In bestimmten Fällen ist die Induktanz der Sekundärwicklung 1b möglicherweise für diesen Zweck nicht ausreichend und es kann angebracht sein, eine gesonderte Induktionsspule zur Schaffung des Ballastes einzusetzen.

Fig. 8 zeigt eine Anordnung, in der eine gesonderte Induktionsspule L2 in Leitung 8 geschaltet ist und die Spulenwicklung 1b nicht als Ballastinduktanz verwendet wird. Eine Spannungsisoliervorrichtung 31 ist in Reihe

mit der Sekundärwicklung 1b der Spule vorhanden, um zu verhindern, daß der Gleichstrom vom Generator 7 eher durch die Wicklung zu Erde fließt statt durch den Verteiler 4 zu den Zündkerzen zu gehen.

Die Spannungsisoliervorrichtung 31 ist auch so beschaffen, daß sie die Betätigung der Zündspule 1 in der Form ermöglicht, daß ein Hochspannungsimpuls, der in der Sekundärwicklung in bezug auf Erde induziert ist, zu den Zündkerzen gelangen kann. Die Spannungsisoliervorrichtung 31 weist in einer Ausführungsform einen Kondensator auf, der den Gleichstromfluß vom Generator 7 zu Erde durch die Wicklung 1b blockiert. Die Spannungsisoliervorrichtung kann auch eine Funkenstrecke, über die in der Sekundärwicklung 1b induzierte Impulse springen können, oder eine Hochspannungsdiode aufweisen.

Bei den oben beschriebenen Ausführungsformen ist die Zündspule 1 mit vier Klemmen, zwei für jede Wicklung, gezeigt. Eine derartige Spule kann mit geringen Kosten hergestellt werden, indem die Herstellung einer herkömmlichen Zündspule etwas verändert wird. Eine herkömmliche Zündspule hat drei Klemmen, so daß ein Ende von jeder Primär- und Sekundärwicklung mit einer entsprechenden Klemme versehen ist und ihre anderen Enden mit einer gemeinsamen Klemme zum Anschluß an Erde verbunden sind. Wenn vorgesehen ist, den Gleichstromgenerator 7 als ein Zusatzgerät für ein bestehendes herkömmliches Zündsystem zu verwenden, kann die in Fig. 9 gezeigte Schaltanordnung verwendet werden.

In Fig. 9 wird eine herkömmliche Drei-Klemmen-Spule 32 mit Primär- und Sekundärwicklungen 32a, b je mit ihren eigenen Klemmen 33, 34 und einer gemeinsamen geerdeten Klemme 35 gezeigt. Der Gleichstromgenerator 7 ist mit der herkömmlichen Spule und dem Verteiler 4 mit Hilfe der Ballastinduktionsspule L2 gekoppelt, und die oben genannte Spannungsisoliervorrichtung 31 ist zwischen dem Generator 7 und der Sekundärwicklung 1b der Spule in Reihe geschaltet. Die Spannungsisoliervorrichtung 31 hat die Aufgabe, den Strom von Generator 7 zu dem Verteiler 4 zu lenken und dadurch zu den Zündkerzen und nicht zuzulassen, daß er durch die Sekundärwicklung 32b zur Erde fließt. Dagegen gestattet die Spannungsisoliervorrichtung 31, daß die in der Wicklung 32b induzierten Hochspannungsimpulse zu dem Verteiler 4 gelangen können. Wie bereits gesagt wurde, kann die Isoliervorrichtung beispielsweise einen Kondensator, eine Funkenstrecke oder eine Diode aufweisen.

Man wird einsehen, daß verschiedene Kombinationen der eben beschriebenen Schaltungsmerkmale angewandt werden können. Zum Beispiel könnte jede der in den Fig. 4 bis 7 gezeigten Spannungspegel-Schaltanordnungen mit den Schaltkreisen der Fig. 8 oder 9 eingesetzt werden.

Der Generator 7 könnte somit mit Motoren mit herkömmlicher Ansaugung zur Erzielung von Verbesserungen in der Kraftstoffwirtschaftlichkeit und zur Senkung der Abgasemissionen verwendet werden, wie durch ein folgendes Beispiel erläutert wird, und auch für ähnliche Verbesserungen bei mit EGR ausgestatteten Motoren, die mit herkömmlicher Ansaugung mit einem Vergaser arbeiten oder nicht.

Wie oben erwähnt, betrifft ein Aspekt der Erfindung Motoren mit geschichteter Ladung, und ein Beispiel der Erfindung wird anschließend in Verbindung mit dem PROCO-Motor von Ford beschrieben, um die dadurch möglichen Vorteile zu erläutern.

Die Entwicklung des PROCO-Motors von Ford kann man aus dem SAE-Artikel Nr. 720052 "Exhaust Emission Control by the Ford Programmed Combustion Process - PROCO" (Abgasemissionssteuerung durch den programmierten Ford-Verbrennungsprozeß - PROCO) vom Januar 1972, und aus dem oben erwähnten SAE Artikel Nr. 780699 - "The Ford PROCO Engine Update" erfahren.

Eine schematische Darstellung des PROCO-Motors ist in den Fig. 10 und 11 enthalten. Der Motor hat ein hohes Verdichtungsverhältnis von praktisch 11:1 und arbeitet mit einem mageren Verhältnis von Kraftstoff und Luft von 15:1. In Fig. 10, die eine Schnittansicht eines Zylinders des Motors zeigt, ist ein Motorblock 36 mit einer Bohrung für einen Zylinder 37 versehen, in dem ein Kolben 38 mit einem schalenförmigen Verbrennungsraum 39 sitzt. Auf dem Block 36 ist ein Zylinderkopf 40 angeschraubt. In dem Kopf 40 sitzen zwei Zündkerzen 41 und 42 und außerdem eine Kraftstoff-Einspritzdüse 43, die Kraftstoff direkt so in den Zylinder einspritzt, daß darin eine geschichtete Ladung entsteht. Der Motor weist ein (nicht gezeigtes) EGR-System auf, damit die NO_x -Emissionen reduziert werden. Der Aufbau des Zylinderkopfes ist in Draufsicht schematisch in Fig. 10 gezeigt, aus der man entnehmen kann, daß der Kopf Einlaß- und Auslaßventile 44, 45 für Luft und EGR umfaßt sowie einen Einlaßkrümmer 46. Der

Einlaßkrümmer 46 und das Einlaßventil sind so angeordnet, daß innerhalb des Zylinders eine wirbelnde Gasbewegung geschaffen wird, wobei die Gasbewegung schematisch durch die Pfeile 47, 48 gezeigt wird.

Bei einem PROCO-Motor hat es sich als notwendig erwiesen, zwei Zündkerzen je Zylinder einzusetzen, da sich sonst bei hohen Belastungsbedingungen und hoher EGR eine unzureichende Verbrennung ergibt. Infolgedessen ist ein komplizierter Verteiler erforderlich und die Gesamtkosten des Zündsystems werden unangemessen erhöht. Wie aus Fig. 11 hervorgeht, wird außerdem der Zylinderkopf 40 ziemlich mit Einzelteilen vollgestopft, wodurch es schwierig wird, einen Motor dieses Typs mit einem Hubraum unter 5 Litern zu entwickeln, da die Größe des Kopfes dann für die Aufnahme aller erforderlichen Einzelteile zu klein ist.

Es wurde gefunden, daß ein PROCO-Motor durchaus zufriedenstellend mit nur einer Zündkerze je Zylinder laufen kann, wenn ein Zündsystem in der in Fig. 1 gezeigten Form dafür verwendet wird. Eine solche erfindungsgemäße Anordnung ist in Fig. 12 gezeigt, aus der man entnehmen kann, daß der Motor dahingehend verändert wurde, daß er nur eine Zündkerze 42 hat, die einen Funkenauslöseimpuls von einer Funkenenerzeugungsvorrichtung und anschließend eine Funkendauerspannung von einem Gleichstromgenerator, wie er unter Bezugnahme auf Fig. 1 und folgende beschrieben wurde, erhält. Die erzielte Verbesserung ist aus den anschließend aufgeführten Ergebnissen eines Tests zu erkennen, bei dem ein einziger Zylinder eines PROCO-Motors mit a) zwei Zündkerzen, b) einer Zündkerze und c) einer Zündkerze mit dem erfindungsgemäßen Zündsystem, wobei die andere Kerzen-

öffnung abgedichtet war, betrieben wurde. In den Ergebnissen von Test c) wird das erfindungsgemäße System als das BWU-Zündsystem bezeichnet. Die Tests wurden ohne den Versuch, die Einstellungen des Motors für das BWU-System zu optimieren, durchgeführt, es wurde lediglich eine Zündzeitpunktverzögerung von 4° im Verhältnis zur optimalen Einstellung des 2-Kerzen-PROCO-Motors angewandt. Man ist der Meinung, daß weitere Verbesserungen hinsichtlich der HC (Kohlenwasserstoff) und CO (Kohlendioxid) Abgasemissionen erzielt werden können, wenn eine weitere Optimierung der Betriebsparameter des Motors erreicht werden kann.

Tabelle 1

Testergebnis - 5-Liter-PROCO-Motor

	<u>4000 lb I. W.</u>			<u>12 P.A.U.</u>	<u>2,75 Hinterachse</u>
Test-	Emissionen, gal/Meile			Ökonomie	
Typ	HC	CO	NO _x	Meilen/gal	Bemerkungen
Kalt-					
Start	0,24	0,6	0,68	16,9	PROCO, Doppel-
(C/H)					kerzen, Basis
Warm-					
Start	0,11	0,2	0,52	17,7	X-5-Kerzen,
(H/S)					0,20" Abstand,
					Mittel von 2
					Tests

Test- Typ	<u>4000 lb I. W.</u>			<u>12 P.A.U.</u>	<u>2,75 Hinterachse</u>
	Emissionen, gal/Meile			Ökonomie Meilen/gal	Bemerkungen
	HC	CO	NO _x		
C/H	0,20	0,3	0,69	16,4	BWU-System, X-7 O.B.-Kerze
H/S	0,12	0,1	0,57	16,9	Blindstopfen I.B.-Kerze 0,035" Abstand, 1 Test
C/H	0,20	0,2	0,59	16,5	BWU-System, wie oben
H/S	0,12	0,1	0,50	17,2	Konfiguration, aber Zündzeitver- zögerung 4° - Mittel von 2 Tests
H/S	0,06	0,1	0,74	16,0	PROCO eine O.B. X-7, 0,035" rauher Gang des Motors, schwacher Antrieb, normale Zündpunkt- einstellung
H/S	0,11	0,2	0,53	17,7	BWU-System, 4° Verzögerung
Warm- vorüber- gehende Über- spannung	0,33	0,4	0,82	17,6	PROCO, eine O.B. Zündung, 4° Ver- zögerung
Warm- vorüber- gehende Überspannung	0,26	0,4	0,65	18,3	BWU-System, 4° Verzögerung

Beurteilung der Antriebseigenschaften

	PROCO-Doppel- Kerzen, (0,020" Abstand)	PROCO, eine Kerze (0,035" Abstand)	BWU-System, eine Kerze (0,035" Abstand)
Normaler Lauf	stetig	etwas rauher	stetig
Mittlere Belastung (10" Servo Vakuum)	leichte Rauhigkeit	merklich rauh	stetig bis leichte Rauhigkeit
Schwere Belastung (5" Servo Vakuum)	stetig leichte Härte	merklich rauh/ schwach	stetig, hart bei normaler Zündpunkt- einstellung, nur leichte Härte bei 4° Verzögerung

Schlußfolgerungen aus dem Test

1. Das BWU-System ist mit dem normalen 2-Kerzen-PROCO-System hinsichtlich der Emissionen vergleichbar und hat einen ähnlichen Kraftstoff-Verbrauch.
2. Das BWU-System ist besser als ein PROCO-System mit einer Kerze sowohl in bezug auf die Emissionen und den Kraftstoffverbrauch.

3. Das BWU-System ist hinsichtlich der Antriebseigenschaften mindestens so gut wie das PROCO-2-Kerzensystem und stellt eine wesentliche Verbesserung im Vergleich mit dem PROCO-1-Kerzensystem dar.

Das BWU-System ermöglicht eine größere EGR-Toleranz. Bei dem Versuch lief der normale PROCO-2-Kerzenmotor bis zu einer festgesetzten Mindest-Fehlzündungsgrenze bei einer EGR-Strömungsgeschwindigkeit von 66 % im Verhältnis zur Strömungsgeschwindigkeit von frischem Einlaßgas. Mit einer Kerze und dem BWU-System lief der PROCO-Motor dagegen bis 103 % EGR, bevor die Fehlzündungsgrenze erreicht war.

Wie bereits dargelegt wurde, bietet das erfindungsgemäße Zündsystem wesentliche Kraftstoffeinsparungen bei Motoren mit herkömmlicher Ansaugung, mit oder ohne EGR. In der folgenden Tabelle 2 sind die Ergebnisse von Tests enthalten, die mit herkömmlichen Motoren mit unterschiedlichem Hubraum durchgeführt wurden.

Tabelle 2

Versuch 1: 2,3-Liter-Motor

	<u>Emissionen, gal/Meile</u>			<u>Kraftstoff-</u>	<u>Kraftstoff-</u>
	<u>HC</u>	<u>CO</u>	<u>NO_x</u>	<u>verbrauch</u> (<u>Meilen/</u> <u>gal</u>)	<u>verbrauch</u> <u>auf Auto-</u> <u>bahnen</u>
Basis	0,172	3,48	1,12	18,40	24,75
BWU-Zün- dung S.H.U.	0,160	3,17	1,16	19,81 (+ 8%)	25,91 (+ 5%)
BWU-Zün- dung T.O.O.	0,301	2,29	1,82	21,09 (+ 15%)	28,30 (+ 14,43%)

Versuch 2: 3,3-Liter-Motor

	<u>Emissionen, gal/Meile</u>			<u>Kraftstoff-</u>	<u>Kraftstoff-</u>
	<u>HC</u>	<u>CO</u>	<u>NO_x</u>	<u>verbrauch</u> (<u>Meilen/</u> <u>gal</u>)	<u>verbrauch</u> <u>auf Auto-</u> <u>bahnen</u>
Basis	0,289	1,71	1,28	18,30	23,14
BWU-Zün- dung S.H.U.	0,52	2,28	1,11	19,06 (+ 4%)	23,57 (+ 2%)
BWU-Zün- dung T.O.O.	0,25	1,46	1,73	19,97 (+ 9%)	25,03 (+ 8%)

Versuch 3: 5,0-Liter-Motor

	<u>Emissionen, gal/Meile</u>			<u>Kraftstoff-</u>	<u>Kraftstoff-</u>
	<u>HC</u>	<u>CO</u>	<u>NO_x</u>	<u>verbrauch</u> (Meilen/ gal)	<u>verbrauch</u> auf Auto- bahnen
Basis	0,383	2,15	0,99	16,97	21,97
BWU-Zün- dung S.H.U.	0,341	2,32	0,70	17,06 (+ 5 %)	23,35 (+ 6,28%)
BWU-Zün- dung T.O.O.	0,347	2,48	0,73	19,11 (+ 12,6%)	24,92 (+ 10,15%)

S.H.U.: nur direkte Schaltung (keine anderen Veränderungen)

T.O.O.: nur Optimierung der Zündpunkteinstellung

Die Versuche wurden über 4200 Meilen durchgeführt. Die Angaben in Klammern zeigen durch das BWU-System erzielte Gesamtverbesserungen hinsichtlich des Kraftstoffverbrauchs in % in bezug auf eine Basis, die durch einen vergleichbaren Lauf des Motors mit seinem herkömmlichen Zündsystem festgelegt wurde.

Ein Vorteil des mit Bezugnahme auf die Fig. 2 und folgende beschriebenen Gleichstromgenerators 7 liegt in seiner außerordentlich guten Eignung für die Massenproduktion. Er besitzt einen hohen Umwandlungswirkungsgrad von über

90 %, der mit einer geringen Anzahl von Einzelteilen erzielt wird.

Eine andere praktische Form des Gleichstromgenerators 7 wird in Fig. 13 gezeigt. Diese Form des Generators leitet die zur Erhaltung der Funken angelegte Hochspannung direkt von dem üblichen am Motor zur Erregung der gewöhnlichen Motorhilfsstromkreise angebrachten Wechselstromgenerator ab. In Fig. 13 wird ein Motor 50 gezeigt, der einen elektrischen Wechselstromgenerator 51 mit Hilfe eines Riemens 52 in herkömmlicher Weise treibt. Die Wechselspannung von dem Wechselstromgenerator 51 wird dem üblichen bei 53 gezeigten Gleichrichter und Spannungsregler zugeführt, der einen normalen 12-Volt-Gleichstrom an die Hilfsstromkreise 54 abgibt, z.B. die Niederspannungskreise, die mit der Primärwicklung 1a der Spule 1 verbunden sind. Außerdem, und in Übereinstimmung mit der Erfindung, wird der Ausgang des Wechselstromgenerators 51 einem Isolier- und Aufwärtstransformator 55 und somit zu einem Gleichrichter- und Glättungsstromkreis mit einer Diode D5, einem Kondensator C7 und einem Widerstand R5 zugeleitet. Die Gleichrichteranordnung schafft eine Ausgangsspannung von nominell 3 kV für die Anlegung an Leitung 8 durch die Sekundärwicklung der Spule 1b, um die Funken in der unter Bezugnahme auf Fig. 1 beschriebenen Weise zu erhalten.

Wahlweise kann der Stromkreis eine Spannungspegel-Schalt-einrichtung enthalten, etwa in der unter Bezugnahme auf Fig. 7 beschriebenen Art. In Fig. 13 ist eine Logikschaltung 26 gezeigt, die Strom zur Betätigung der Relaispule 24 und der Kontakte 25 in der unter Bezugnahme

auf Fig. 7 beschriebenen Weise liefert. So verringert der Spannungsabfallwiderstand R4 normalerweise die Ausgangsspannung in Leitung 8, aber wenn das Relais zum Schließen der Kontakte 25 arbeitet, wird der Widerstand R4 parallelgeschlossen und die Ausgangsspannung in Leitung 8 erhöht.

Selbstverständlich kann die in Fig. 13 gezeigte Anordnung für einen Motor mit herkömmlicher Ansaugung mit oder ohne EGR verwendet werden und kann außerdem für einen Motor mit geschichteter Ladung wie den PROCO eingesetzt werden.

Erfindungsanspruch:

1. Einrichtung zur Erzeugung von Fremdzündung eines Verbrennungsmotors, gekennzeichnet dadurch, daß die Verbrennung mit Hilfe einer in einem Zylinder eines Motors befindlichen Zündkerze herbeigeführt wird, wobei die Einrichtung aus folgendem besteht:

Funkenimpuls-Erzeugungseinrichtung für die Anlegung eines elektrischen Impulses an die Zündkerze, mit dessen Hilfe ein Funken an der Zündkerze ausgelöst werden kann; und

einem Gleichstrom-Gleichstromumformer, der eine kontinuierliche Ausgangsspannung für die Anlegung an die Zündkerze zur Aufrechterhaltung von durch die Funkenimpuls-Erzeugungseinrichtung geschaffenen Funken erzeugt, wobei der Umformer eine im wesentlichen konstante Spannung über einen festgelegten Bereich von Stromwerten, die vom Umformer zur Aufrechterhaltung des Funkens geliefert werden, erzeugen kann, der Umformer so eingerichtet ist, daß der Betrieb im wesentlichen aufhört, falls der von dem Umformer gelieferte Strom einen bestimmten Höchstwert überschreitet.

2. Einrichtung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Gleichstrom-Gleichstromumformer aufweist:

- a) einen Aufwärtstransformator mit einer Primär-, einer Sekundär- und einer Gegenkopplungswicklung und einem sättigungsfähigen Kern;

- b) mit der Primärwicklung und der Gegenkopplungswicklung gekoppelte Halbleiter-Schalteinrichtung zur Bildung eines Oszillators zur Erzeugung eines schwingenden Stromflusses in der Primärwicklung, der den Kern mit Magnetfluß sättigt, wodurch eine schwingende hinauf-transformierte Spannung in der Sekundärwicklung des Transformators induziert wird;
 - c) mit der Sekundärwicklung des Transformators gekoppelte Gleichrichtereinrichtung zur Erzeugung einer gleichgerichteten Ausgangsspannung für die Anlegung an die Zündkerze; und
 - d) wobei der Umformer so eingerichtet ist, daß der Oszillator in dem Fall, daß die Ausgangsspannung zu Erde kurzgeschlossen wird, gedämpft wird und im wesentlichen zu arbeiten aufhört.
3. Verbrennungsmotor mit einem Fremdzündungssystem, gekennzeichnet dadurch, daß die Verbrennung mit Hilfe einer Zündkerze in einem Verbrennungsraum des Motors erfolgt, bestehend aus:
- a) einer Zündspule mit Primär- und Sekundärwicklung, wobei der Ausgang der Sekundärwicklung so eingerichtet ist, daß er Hochspannungsimpulse an die Zündkerze abgibt;
 - b) einer Stromquelle mit verhältnismäßig niedriger Spannung;

c) auf die Niederspannungsquelle ansprechende Einrichtung, die für die Erzeugung einer Änderungsgeschwindigkeit des Stromes in der Primärwicklung eingerichtet sind, damit Hochspannungsimpulse, die für die Auslösung eines Funkens an der Zündkerze geeignet sind, in der Sekundärwicklung induziert werden;

d) einem Gleichstrom-Gleichstromumformer, der eine kontinuierliche Ausgangsspannung für das Anlegen an die Zündkerze erzeugen kann, damit ein Funke, der durch einen der Spannungsimpulse erzeugt wurde, aufrechterhalten wird, wenn der Impuls den Funken nicht mehr erhalten kann, wobei der Umformer umfaßt:

einen Aufwärtstransformator mit einer Primär-, Sekundär- und Gegenkopplungswicklung und einem sättigungsfähigen Kern; Halbleiter-Schalteneinrichtungen, die mit der Primärwicklung und der Gegenkopplungswicklung verbunden sind, um einen Oszillator zur Erzeugung eines schwingenden Stromflusses in der Primärwicklung zu bilden, der den Kern mit Magnetfluß sättigt, wodurch eine schwingende, hinauftransformierte Spannung in der Sekundärwicklung des Transformators induziert wird;

mit der Sekundärwicklung des Transformators gekoppelte Gleichrichtereinrichtung für die Erzeugung einer gleichgerichteten Ausgangsspannung für die Anlegung an die Zündkerze; und

wobei der Umformer so eingerichtet ist, daß der Oszillator in dem Fall, daß die Ausgangsspannung zu Erde kurzgeschlossen ist, gedämpft wird und zu arbeiten aufhört.

4. Anordnung nach Punkt 3, gekennzeichnet dadurch, daß eine Spannungsvervielfacherstufe mit der Ausgangswicklung des Transformators verbunden ist, damit ein gleichgerichtetes Vielfaches der in der Ausgangswicklung entwickelten Schwingungsspannung erzeugt wird, ein Ausgangskondensator so angeordnet ist, daß in Abhängigkeit von der gleichgerichteten, von der Spannungsvervielfacherstufe erzeugten Mehrfachspannung geladen wird, und Widerstandselemente mit dem Ausgangskondensator parallel geschaltet sind, um für diesen einen Entladungsweg zu schaffen, wenn der Umformer nicht arbeitet.

5. Anordnung nach Punkt 4, gekennzeichnet durch einen Funktionsanzeiger, der anzeigt, daß der Umformer arbeitet.

6. Anordnung nach Punkt 5, gekennzeichnet dadurch, daß der Funktionsanzeiger eine parallel mit dem Ausgangskondensator geschaltete Neonröhre aufweist.

7. Anordnung nach Punkt 3, gekennzeichnet durch Meßfühlerelemente, die einen für einen Motorbetriebsparameter typischen Ausgang liefern, und auf den Ausgang der Meßfühlerelemente ansprechende Einrichtungen, die die Größe des Ausganges des Gleichstrom-Gleichstromumformers so steuern, daß die Funkenerosion der Zündkerze minimiert wird.

8. Anordnung nach Punkt 3, gekennzeichnet dadurch, daß eine gesonderte Induktionsspule in Reihe mit und zwischen den Ausgang des Gleichstrom-Gleichstromumformers und die Sekundärwicklung der Zündspule geschaltet ist, ein Zünd-

kerzenausgang für die Zuleitung zu den Zündkerzen an der Reihenschaltung der gesonderten Spule und der Sekundärwicklung der Zündspule abgenommen wird, und eine Spannungsisoliervorrichtung vorgesehen ist, die es ermöglicht, daß die in der Sekundärwicklung induzierten Hochspannungsimpulse zum Zündkerzenausgang gelangen können, wobei die Spannungsisoliervorrichtung außerdem veranlassen kann, daß Strom von dem Gleichstrom-Gleichstromumformer zum Zündkerzenausgang fließt und nicht durch die Sekundärwicklung der Zündspule geht.

9. Anordnung nach Punkt 8, gekennzeichnet dadurch, daß die Zündspule mit vier Klemmen versehen ist, von denen jede mit einem entsprechenden Ende der Primär- und Sekundärwicklung verbunden ist, und daß eine Klemme der Sekundärwicklung durch die Spannungsisoliervorrichtung mit Erde verbunden ist.

10. Anordnung nach Punkt 8, gekennzeichnet dadurch, daß die Zündspule drei Klemmen hat, wovon eine erste und eine zweite mit den jeweiligen Enden der Primär- und Sekundärspulenwicklung verbunden sind, die dritte Klemme gemeinsam mit den anderen beiden Enden der Wicklung verbunden ist, wobei die dritte Klemme geerdet ist, und die Spannungsisoliervorrichtung mit der zweiten Klemme und dem Zündkerzenausgang verbunden ist.

11. Anordnung nach Punkt 8, gekennzeichnet dadurch, daß die Spannungsisoliervorrichtung eine Funkenstrecke begrenzende Elektroden aufweist.

12. Anordnung nach Punkt 8, gekennzeichnet dadurch, daß die Spannungsisoliereinrichtung eine Diode enthält.

13. Anordnung nach Punkt 8, gekennzeichnet dadurch, daß die Spannungsisoliervorrichtung einen Kondensator enthält.

14. Verbrennungsmotor, gekennzeichnet dadurch, daß er umfaßt:

- a) einen Verbrennungsraum;
- b) eine Zündkerze zur Erzeugung von Fremdzündung in dem Raum;
- c) Zündimpulse erzeugende Einrichtung für die Anlegung elektrischer Impulse an die Zündkerze in einem von der Arbeit des Motors abhängigen zeitgesteuerten Verhältnis, wobei die Impulse Funken an der Zündkerze auslösen können;
- d) Generatorvorrichtung, die eine kontinuierliche Ausgangsspannung für die Anlegung an die Zündkerze erzeugen kann, damit der durch die Zündimpuls-Erzeugungsvorrichtung gebildete Funken aufrechterhalten wird, nachdem der dadurch erzeugte Impuls den Funken nicht mehr aufrechterhalten kann;
- e) Meßfühlerelemente für die Schaffung eines Ausganges, der einen Betriebsparameter des Motors anzeigt;
- f) Vorrichtungen, die auf den Ausgang des Meßfühlerelementes ansprechen und die Stärke der Ausgangsspannung

des Generators in einer solchen Art und Weise steuern können, daß die Funkenerosion der Zündkerze minimiert werden kann.

15. Motor nach Punkt 14 mit einem EGR-System, gekennzeichnet dadurch, daß das Meßfühlerelement auf die EGR-Geschwindigkeit des Motors ansprechende Einrichtungen aufweist.

16. Motor nach Punkt 14 oder 15, gekennzeichnet dadurch, daß der Meßfühler auf die Stärke des dem Motor zugeführten Kraftstoffgemischs anspricht.

17. Motor nach Punkt 14, 15 oder 16, gekennzeichnet dadurch, daß das Meßfühlerelement auf die Motortemperatur anspricht.

18. Motor nach Punkt 14 mit einer verhältnismäßig niedrigen Spannungsquelle, gekennzeichnet dadurch, daß die Generatorvorrichtung einen Gleichstrom-Gleichstromumformer aufweist mit einem Aufwärtstransformator mit einer Primär- und einer Sekundärwicklung, Halbleiterschalteneinrichtungen, die mit der Primärwicklung des Transformators so gekoppelt sind, daß Strom von der Niederspannungsquelle geschaltet und ein Schwingungsstromfluß in der Primärwicklung des Transformators erzeugt wird, um dadurch eine schwingende Hochspannung in der Sekundärwicklung des Transformators zu induzieren, und mit der Sekundärwicklung des Transformators gekoppelten Gleichrichtereinrichtungen, die eine relativ hohe gleichge-

richtete Ausgangsspannung für die Anlegung an die Zündkerze erzeugen können,

und eine Spannungsabfall-Impedanzeinrichtung so angeordnet ist, daß die durch den Gleichstrom-Gleichstromumformer erzeugte Spannung reduziert wird,

und Schalteinrichtungen vorhanden sind, die auf das Meßfühlerelement zur Unterbrechung der Tätigkeit der Spannungsabfallimpedanzeinrichtung ansprechen.

19. Motor nach Punkt 18, gekennzeichnet dadurch, daß die Schalteinrichtung mit einem Relais mit einer Spule und Schaltkontakten versehen ist, wobei die Relaispule von der Niederspannungsquelle in Abhängigkeit von der Arbeitsweise des Meßfühlerelementes erregt wird, und die Hochspannungsabfallvorrichtung durch die Schaltkontakte parallelgeschaltet wird.

20. Motor nach Punkt 19, gekennzeichnet dadurch, daß die Spannungsabfallimpedanzvorrichtung einen Widerstand aufweist, der so geschaltet ist, daß die vom Umformer aufgenommene Niederspannungsenergie reduziert wird.

21. Motor nach Punkt 19, gekennzeichnet dadurch, daß die Spannungsabfallimpedanzvorrichtung einen Widerstand aufweist, der so geschaltet ist, daß die durch den Gleichstrom-Gleichstromumformer erzeugte hohe Ausgangsspannung reduziert wird.

22. Einrichtung zur Erzeugung von Fremdzündung eines Verbrennungsmotors, gekennzeichnet dadurch, daß die Verbrennung mit Hilfe einer Zündkerze in einem Verbrennungsraum des Motors ausgelöst wird, bestehend aus:

Funkenimpulserzeugungsvorrichtung für die wiederholte Anlegung eines elektrischen Impulses an die Zündkerze, der einen Funken an der Zündkerze auslösen kann;

einem Gleichstrom-Gleichstromumformer, der eine kontinuierliche Ausgangsspannung für die Anlegung an die Zündkerze erzeugen kann, um einen durch die Funkenimpulserzeugungsvorrichtung ausgelösten Funken zu unterhalten, nachdem jeder Funkenauslöseimpuls den Funken nicht mehr unterhalten kann, wobei der Umformer aufweist:

- a) einen Aufwärtstransformator mit Primär-, Sekundär- und Gegenkopplungswicklung und einem sättigungsfähigen Kern,
- b) Halbleiterschaltetelemente, die mit der Primärwicklung und der Gegenkopplungswicklung in einer solchen Weise gekoppelt sind, daß ein Oszillator gebildet wird zur Erzeugung eines schwingenden Stromflusses in der Primärwicklung, der ein Magnetfeld aufbaut, das den Kern sättigt, wodurch eine schwingende aufwärtstransformierte Spannung in der Sekundärwicklung induziert wird;
- c) mit der Sekundärwicklung gekoppelte Gleichrichtereinrichtung, die eine gleichgerichtete Ausgangsspannung für die Anlegung an die Zündkerzen erzeugen kann;

- d) wobei der Umformer so beschaffen ist, daß im Falle eines Kurzschlusses der Ausgangsspannung zu Erde der Oszillator gedämpft wird und zu arbeiten aufhört.

23. Einrichtung zur Erzeugung von Fremdzündung eines Verbrennungsmotors, gekennzeichnet dadurch, daß die Verbrennung mit Hilfe einer Zündkerze in einem Verbrennungsraum des Motors ausgelöst wird, bestehend aus:

Funkenimpulserzeugungsvorrichtung für die wiederholte Anlegung eines elektrischen Impulses an die Zündkerze, durch den ein Funken an der Zündkerze ausgelöst werden kann,

und einem Gleichstrom-Gleichstromumformer, der aus einer relativ niedrigen Spannungsquelle eine relativ hohe Ausgangsspannung für die Anlegung an die Zündkerze erzeugen kann, um einen durch die Funkenimpulserzeugungsvorrichtung ausgelösten Funken zu erhalten, nachdem der Funkenauslöseimpuls den Funken nicht mehr unterhalten kann, wobei der Umformer aufweist:

- a) einen Aufwärtstransformator mit Primär- und Sekundärwicklung;
- b) mit der Primärwicklung gekoppelte Halbleiterschalt-elemente zur Erzeugung eines schwingenden Stromflusses darin, wodurch eine Schwingungsspannung in der Sekundärwicklung induziert wird;
- c) mit der Sekundärwicklung gekoppelte Spannungsvervielfacher- und Gleichrichtereinrichtung mit einem Aus-

gangskondensator, an dem ein gleichgerichtetes Vielfaches der Spannung der Sekundärwicklung bei seiner Tätigkeit entwickelt wird, und

- d) Schaltelemente, die einen Widerstandsweg parallel zu dem Kondensator bilden, damit sich dieser entladen kann, wenn der Stromkreis außer Tätigkeit ist.

24. Verbrennungsmotor, gekennzeichnet dadurch, daß

- a) Elemente einen Verbrennungsraum bilden,
- b) eine einzige Zündkerze für die Erzeugung von Fremdzündung in dem Verbrennungsraum vorgesehen ist,
- c) Kraftstoffeinspritzvorrichtungen vorhanden sind für das Einspritzen von Kraftstoff in den Verbrennungsraum in einer solchen Art und Weise, daß eine geschichtete Ladung von Kraftstoff in der Kammer mit einer Kraftstoffkonzentration geschaffen wird, die in einem an der Zündkerze befindlichen Bereich höher als in den davon entfernteren Bereichen ist,
- d) Funkenimpulserzeugungsvorrichtung für die Anlegung eines elektrischen Impulses an die Zündkerze, der einen Funken an der Zündkerze auslösen kann,
- e) Generatoreinrichtung für die Erzeugung einer Spannung zur Anlegung an die Zündkerze, um den von der Impulserzeugungsvorrichtung geschaffenen Funken aufrechtzuerhalten, nachdem die Impulserzeugungseinrichtung den Funken nicht mehr unterhalten kann.

25. Verbrennungsmotor nach Punkt 24, gekennzeichnet dadurch, daß ein Kolben- und Zylinderbauteil und ein Zylinderkopf vorhanden sind, wobei der Zylinderkopf mit einer Öffnung für die Aufnahme der Zündkerze versehen ist sowie mit einer Öffnung, in der die Kraftstoffeinspritzvorrichtung sitzt, und der Kolben einen Kopf aufweist, in dem sich ein schalenförmiges Mittelteil als Verbrennungsraum befindet.

26. Verbrennungsmotor nach Punkt 25, gekennzeichnet dadurch, daß Einlaß- und Auslaßventile an dem Zylinderkopf untergebracht sind und ein Einlaßkrümmer mit dem Einlaßventil verbunden und so beschaffen ist, daß in dem Zylinder eine wirbelnde Gasbewegung im allgemeinen koaxial zu der Zylinderbohrung erzeugt wird.

27. Verbrennungsmotor nach Punkt 26, gekennzeichnet dadurch, daß ein Abgasrezirkulationssystem mit dem Einlaß- und Auslaßventil verbunden ist.

28. Verbrennungsmotor nach Punkt 27, gekennzeichnet dadurch, daß der Generator einen Gleichstrom-Gleichstromumformer für die Schaffung der Dauerspannung von einer Niederspannungsquelle aufweist.

29. Verbrennungsmotor nach Punkt 28, gekennzeichnet dadurch, daß der Umformer umfaßt:

- a) einen Aufwärtstransformator mit einer Primär-, einer Sekundär- und einer Gegenkopplungswicklung sowie

einem sättigungsfähigen Kern;

- b) Halbleiterschaltetelemente, die so mit der Primärwicklung und der Gegenkopplungswicklung verbunden sind, daß ein Oszillator entsteht für die Schaffung eines schwingenden Stromflusses in der Primärwicklung, der den Kern mit Magnetfluß sättigt, wodurch eine schwingende aufwärtstransformierte Spannung in der Sekundärwicklung des Transformators induziert wird;
- c) Gleichrichtervorrichtung, die mit der Sekundärwicklung des Transformators gekoppelt und so beschaffen ist, daß sie eine gleichgerichtete Ausgangsspannung für die Anlegung an die Zündkerze erzeugt, und
- d) der Umformer so eingerichtet ist, daß der Oszillator im Falle eines Kurzschlusses der Ausgangsspannung zu Erde gedämpft wird und aufhört zu arbeiten.

30. Verbrennungsmotor nach Punkt 24, gekennzeichnet dadurch, daß eine vom Motor getriebene Maschine mit Elektromagnet zum Antreiben der Funkenimpulserzeugungseinrichtung vorhanden ist und der Generator Elemente zur Ableitung eines Ausgangs von der Maschine mit Elektromagnet für die Anlegung an die Zündkerze aufweist, um die dadurch hervorgerufenen Funken wie oben beschrieben zu unterhalten.

31. Verbrennungsmotor nach Punkt 30, gekennzeichnet dadurch, daß der Generator einen mit der Maschine mit Elektromagnet gekoppelten Aufwärtstransformator und einen mit dem Transformator verbundenen Gleichrichter umfaßt.

32. Verbrennungsmotor nach Punkt 24, gekennzeichnet dadurch, daß er Meßfühler-elemente für die Erfassung mindestens eines Betriebsparameters des Motors sowie Einrichtungen umfaßt, die den durch den Generator durch Ansprechen auf das Meßfühler-element erzeugten Spannungspegels steuern können.

33. Verbrennungsmotor nach Punkt 31, gekennzeichnet dadurch, daß die Maschine mit Elektromagnet einen Wechselstromgenerator aufweist.

34. Verbrennungsmotor, gekennzeichnet dadurch, daß er umfaßt:

- a) ein Kolben- und Zylinderbauteil, das einen Verbrennungsraum bildet;
- b) eine einzige Zündkerze zur Erzeugung von Fremdzündung in dem Verbrennungsraum;
- c) Verbrennungsraumeinlaß- und -auslaßvorrichtungen, damit Einlaß- und Abgase jeweils in den Raum gelangen oder ihn verlassen können;
- d) Abgasrezirkulationseinrichtung zur Rezirkulation von Abgas von der Auslaßvorrichtung zur Einlaßvorrichtung;
- e) Funkenimpulserzeugungsvorrichtung zur wiederholten Anlegung eines elektrischen Impulses an die Zündkerze, wobei durch den Impuls ein elektrischer Funken an der Zündkerze erzeugt werden kann;

- f) Generatoreinrichtung zur Erzeugung einer kontinuierlichen Ausgangsspannung für die Anlegung an die Zündkerze, um den durch die Funkenimpulserzeugungsvorrichtung erzeugten Funken aufrechtzuerhalten, nachdem der von ihr erzeugte Impuls den Funken nicht mehr aufrechterhalten kann.

35. Verbrennungsmotor nach Punkt 34, gekennzeichnet dadurch, daß die Generatoreinrichtung einen Gleichstrom-Gleichstromumformer aufweist, bestehend aus:

- a) einem Aufwärtstransformator mit einer Primär-, einer Sekundär- und einer Gegenkopplungswicklung sowie einem sättigungsfähigen Kern;
- b) Halbleiterschaltetelementen, die mit der Primär- und der Gegenkopplungswicklung so gekoppelt sind, daß ein Oszillator zur Erzeugung eines schwingenden Stromflusses in der Primärwicklung geschaffen wird, um den Kern mit Magnetfluß zu sättigen, damit eine schwingende aufwärtstransformierte Spannung in der Sekundärwicklung des Transformators induziert wird;
- c) mit der Sekundärwicklung des Transformators gekoppelte Gleichrichtereinrichtung, die eine gleichgerichtete Ausgangsspannung für die Anlegung an die Zündkerze erzeugt; und
- d) wobei der Umformer so eingerichtet ist, daß der Oszillator im Falle des Kurzschlusses der Ausgangsspannung mit Erde gedämpft wird und zu arbeiten aufhört.

36. Verbrennungsmotor, gekennzeichnet dadurch, daß er umfaßt:

- a) einen Verbrennungsraum;
- b) eine Zündkerze zur Erzeugung von Fremdzündung in dem Verbrennungsraum;
- c) Funkenimpulserzeugungseinrichtung für das wiederholte Anlegen eines elektrischen Impulses an die Zündkerze, der einen elektrischen Funken an der Zündkerze auslösen kann;
- d) einen von dem Motor getriebenen Wechselstromgenerator, der die Funkenimpulserzeugungseinrichtung antreibt;
- e) Einrichtungen für die Ableitung einer Ausgangsspannung von dem Wechselstromgenerator für die Anlegung an die Zündkerze, damit der von der Funkenimpulserzeugungseinrichtung gebildete Funken aufrechterhalten bleibt, nachdem die Funkenimpulserzeugungseinrichtung den Funken nicht mehr aufrechterhalten kann.

37. Verbrennungsmotor nach Punkt 36, gekennzeichnet dadurch, daß die Einrichtung e) einen mit dem Wechselstromgenerator gekoppelten Transformator und einen mit dem Transformator gekoppelten Gleichrichter aufweist.

Hierzu 11 Seiten Zeichnungen

FIG.1.

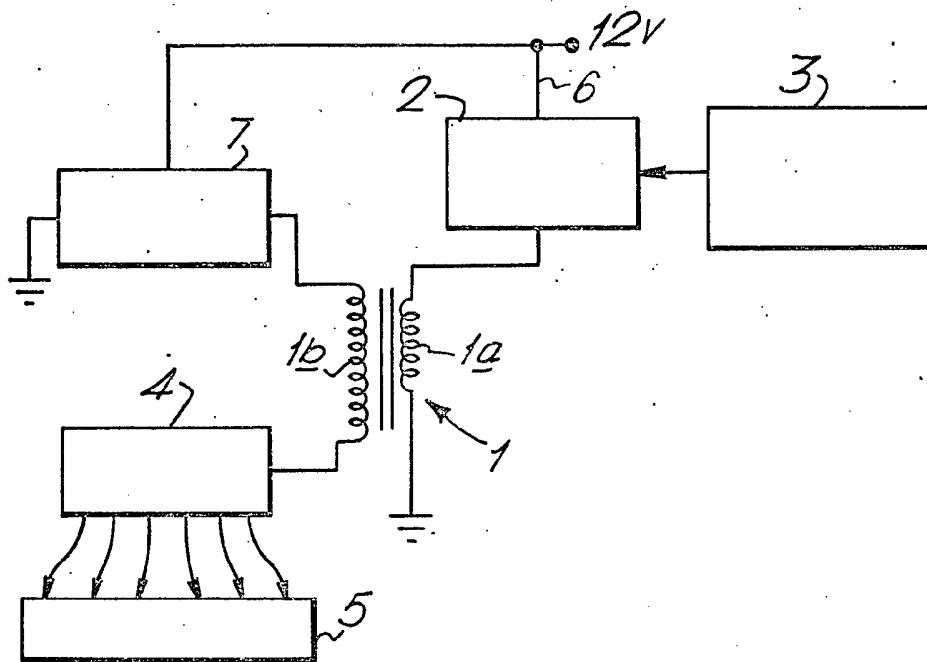
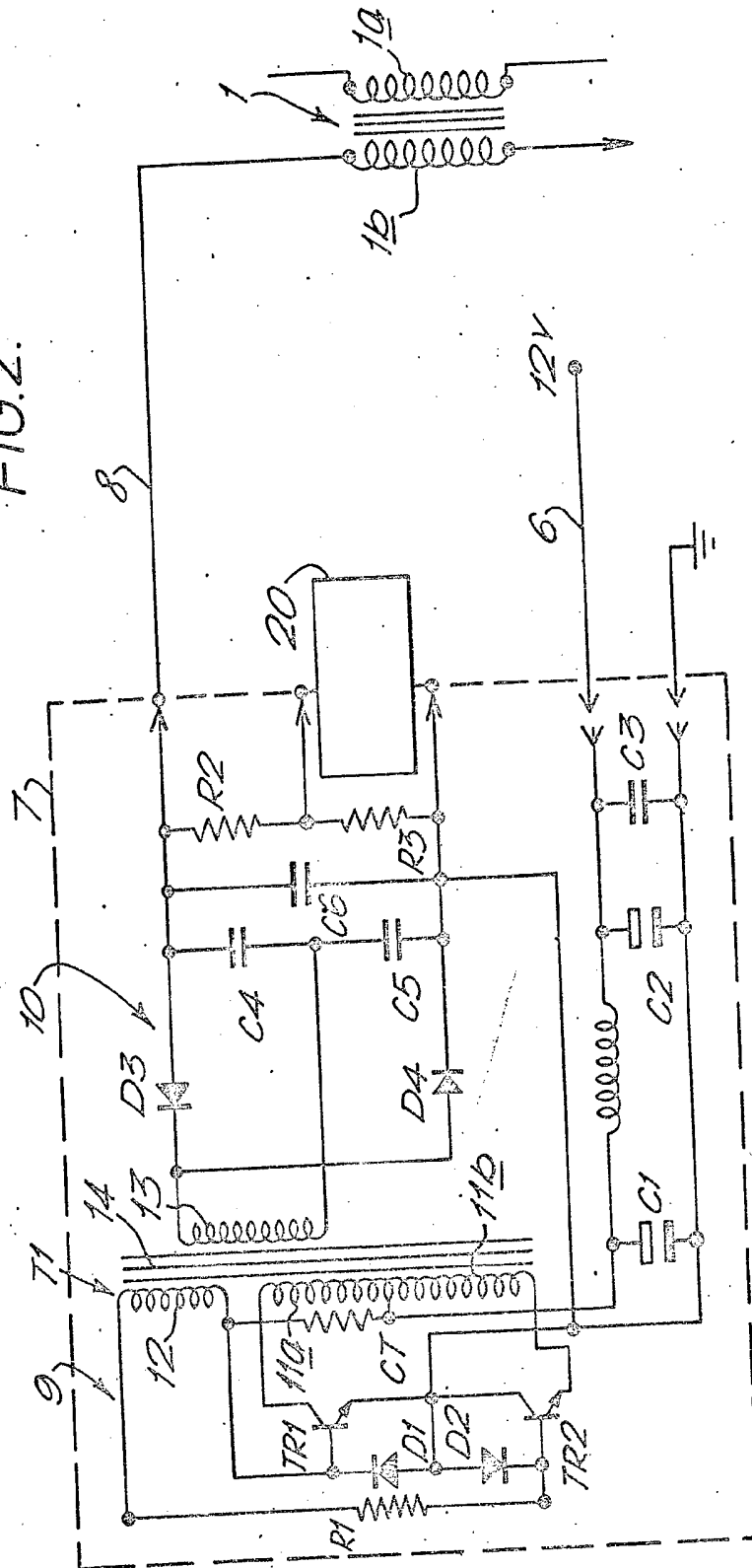


FIG. 2.



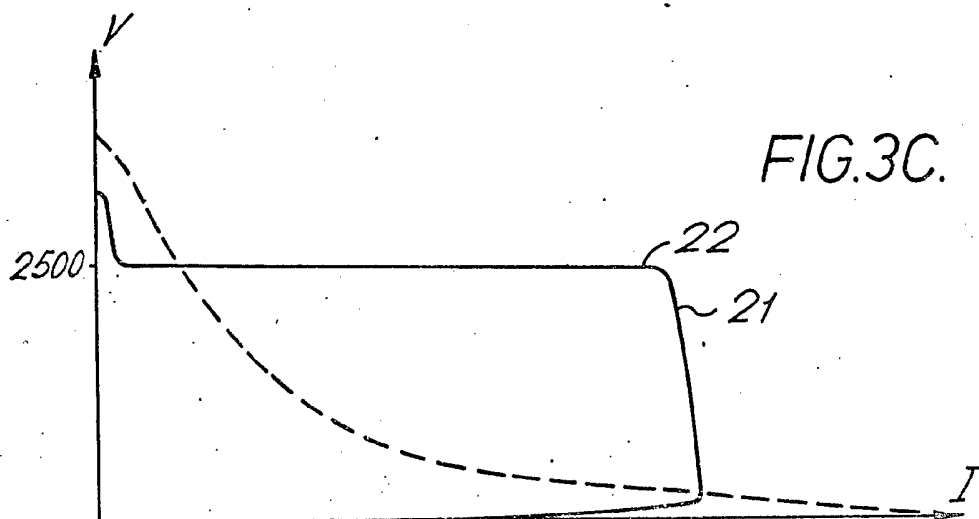
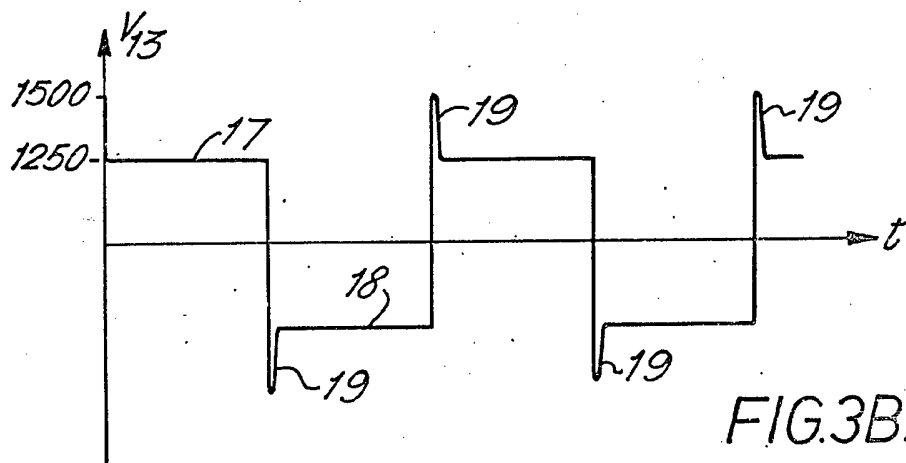
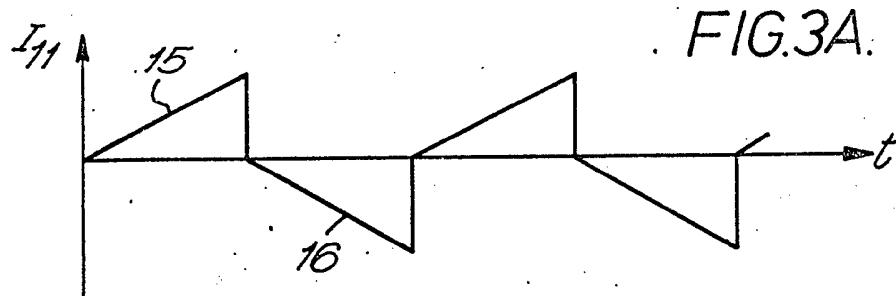


FIG. 4.

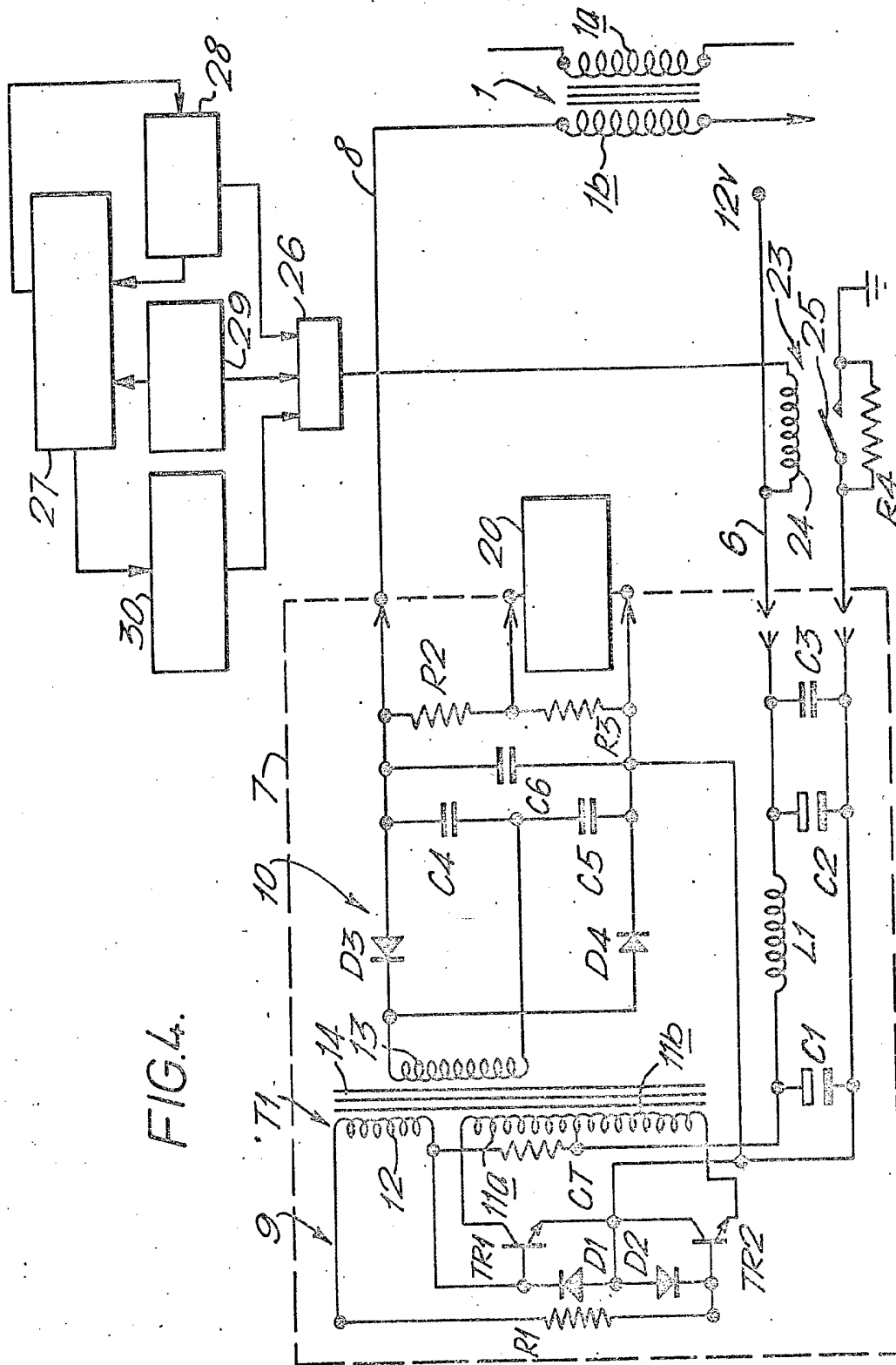


FIG. 8.

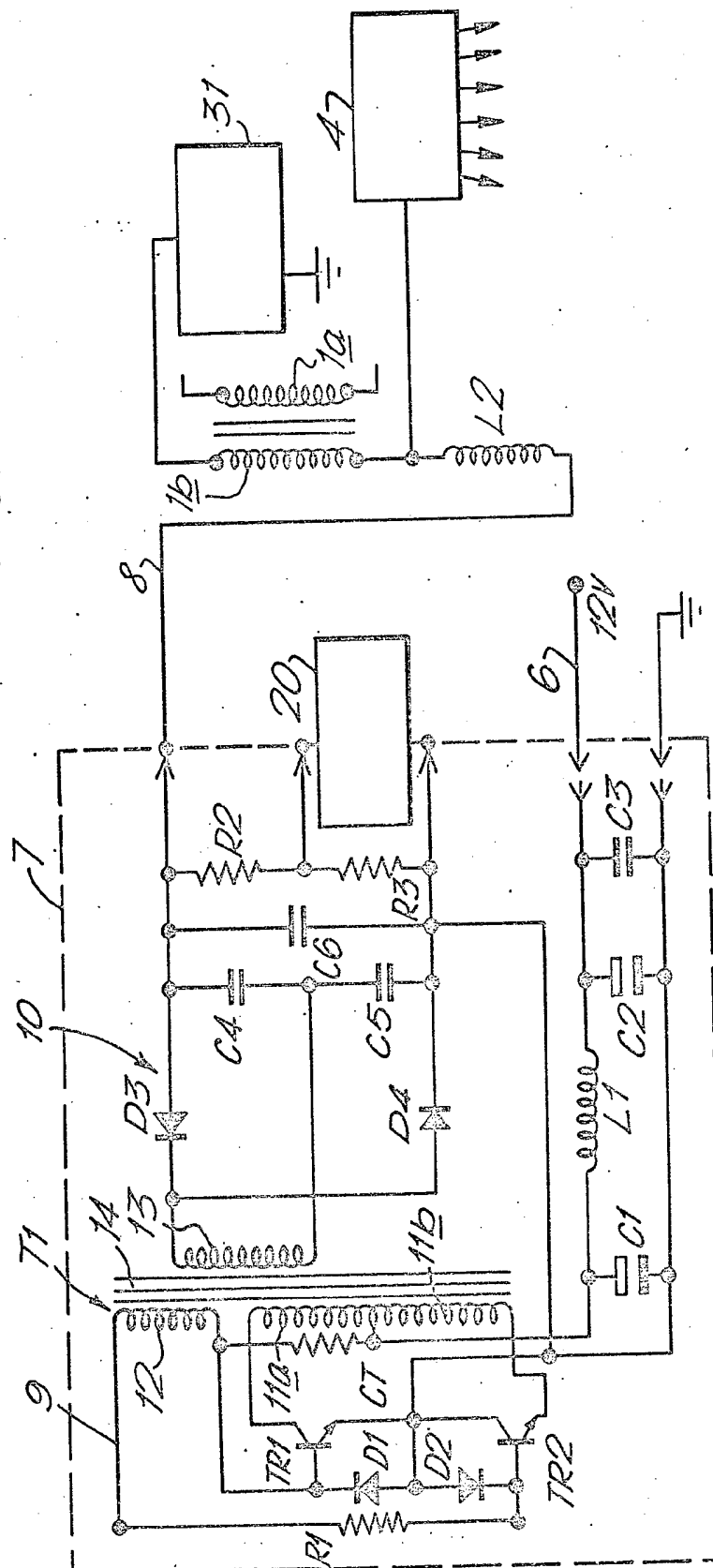


FIG. 9.

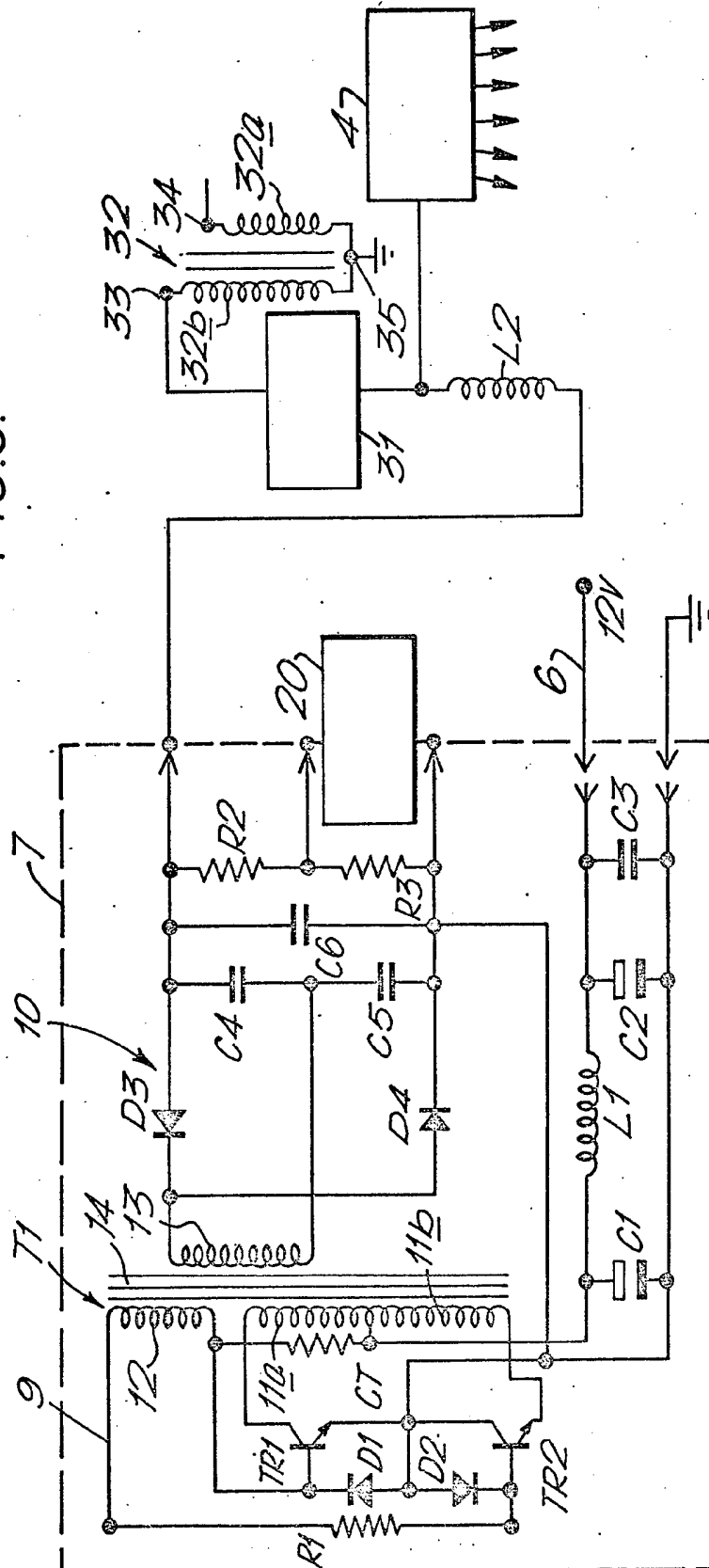


FIG.10.

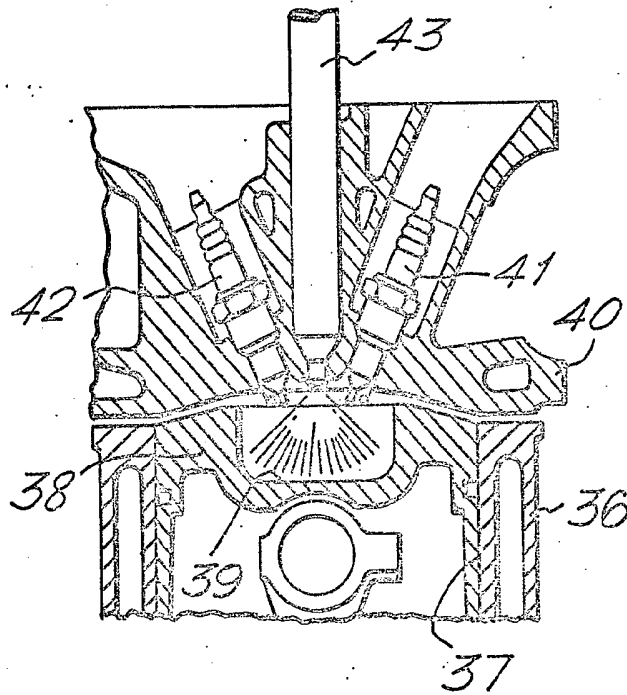


FIG.11.

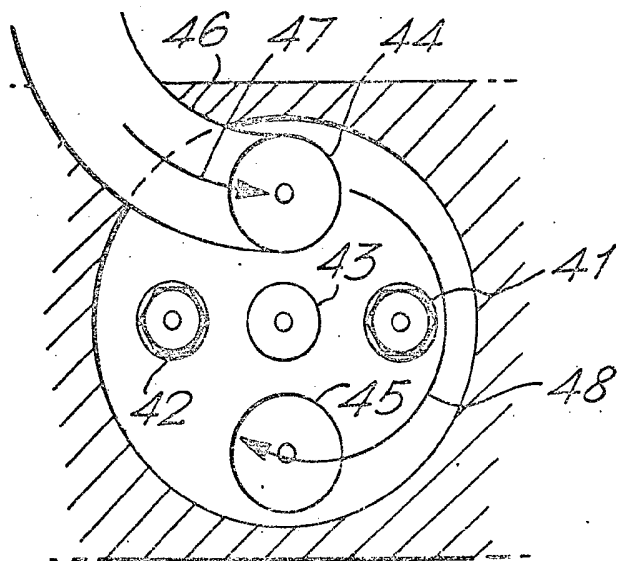


FIG.1.

FIG.12.

