

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 86110629.2

51 Int. Cl.⁴: F 02 P 3/08, F 02 P 15/12

22 Anmeldetag: 31.07.86

30 Priorität: 03.10.85 DE 3535365

71 Anmelder: Niggemeyer, Gert Günther, Steinbecker
Mühlenweg 95, D-2110 Buchholz i.d.N. (DE)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 15.04.87
Patentblatt 87/16

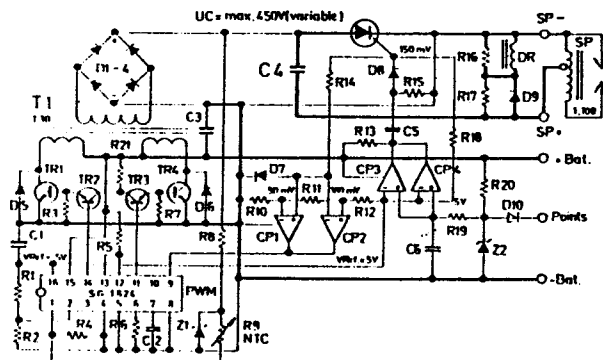
72 Erfinder: Niggemeyer, Gert Günther, Steinbecker
Mühlenweg 95, D-2110 Buchholz i.d.N. (DE)

84 Benannte Vertragsstaaten: DE FR GB IT

74 Vertreter: Patentanwälte Grünecker, Kinkeldey,
Stockmair & Partner, Maximilianstrasse 58,
D-8000 München 22 (DE)

54 Hochspannungs-Kondensator-Zündgerät für Brennkraftmaschinen.

57 Hochspannungs-Kondensator-Zündgerät für Brennkraftmaschinen mit einer im Rhythmus der Zündimpulse abschaltbaren Spannungsquelle, die als Tonfrequenz-Gegentakt-Sperrwandler ausgebildet ist, der von einem Impulsweiten-Modulator angesteuert ist und eine einen Zündkondensator aufladende Hochspannung aus einer Bordnetz-Niederspannung erzeugt, und mit einem den Zündkondensator über eine Zündspule entladenden Thyristor, der an seiner Gate-Elektrode von den Zündimpulsen angesteuert und durch Abschaltung der Spannungsquelle gesperrt wird. Mindestens ein Komparator (CP1, CP2) erhält die an der Gate-Elektrode auftretende Spannung als Parameter des Betriebszustandes des Thyristors (THY) unmittelbar, vergleicht sie mit einer Bezugsspannung und erzeugt ein die Spannungsquelle abschaltendes Ausgangssignal nur so lange, wie sich der Thyristor (THY) in seinem leitenden Zustand befindet. Die Primärwicklung der Zündspule (SP) ist mit einer Reihenschaltung überbrückt, die ihrerseits aus einer Diode (D9) und der Parallelschaltung aus einer Drosselspule (DR) und einem Widerstand (R16) gebildet ist.



1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Hochspannungs-Kondensator-Zündgerät der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 genannten Art.

Ein solches Zündgerät ist z.B. aus dem Buch "Modern Electronic Circuits Manual" McGraw-Hill Book Company, 1980, Seite 83 bekannt. Dieses bekannte Zündgerät benutzt einen abschalzbaren, mit $f = 10$ kHz schwingenden Sperrwandler, der aus NAND-Gliedern gebildet ist. Mit dem den Zündkondensator entladenden Thyristor ist die Primärwicklung eines Transformators in Reihe geschaltet, dessen Sekundärwicklung einen weiteren Thyristor ansteuert, um einen Impuls zum Abschalten des Spannungswandlers zu erzeugen. Die Dauer dieses Abschaltimpulses muß so groß sein, daß ein vorzeitiges Wiedereinschalten des Spannungswandlers so lange verzögert wird, wie der Hauptthyristor leitend bzw. ionisiert ist. Wird der Spannungswandler zu früh wieder eingeschaltet, führt der Thyristor sofort wieder Strom, ohne daß dieser an seiner Gate-Elektrode von einem Zündimpuls angesteuert werden müßte. Die Abschaltdauer für den Spannungswandler muß daher so groß gewählt werden, daß der Thyristor nach dem Entladen der maximal möglichen Hochspannung am Zündkondensator, also nach dem Fließen eines maximal möglichen Stromes durch den Thyristor mit Sicherheit wieder entionisiert, d.h. vollständig gesperrt ist, bevor der Spannungswandler erneut eingeschaltet werden kann, um den Zündkondensator wieder aufzuladen.

30

Dadurch wird aber die maximale Zündfrequenz begrenzt, bis zu der noch eine ausreichende Hochspannung am Zündkondensator zu erzeugen ist. Zwar wird auch bei dem bekannten Zündgerät die Dauer des Abschaltimpulses für den Spannungswandler in Abhängigkeit von der Zündfrequenz geändert, um bei ansteigender Frequenz die Abschaltdauer des Spannungs-

35

1 wandlers zu verringern. Jedoch erfolgt dieses über den im
Stromkreis des Thyristors liegenden Transformator, der,
sobald ein Impuls ausgelöst wurde, den zweiten Thyristor
auslöst, worauf dieser einen von einer R-C-Kombination ver-
5 zögerten Abschaltimpuls an die NAND-Glieder weitergibt.
Die Abschaltdauer wird mit höherer Frequenz zwar kürzer,
kann aber nur einen Näherungswert der tatsächlichen Ver-
hältnisse am Hauptthyristor darstellen, der mit einigem
Sicherheitsabstand immer größer sein muß, als das physika-
10 lisch absolut mögliche zeitliche Minimum. Da der Transfor-
mator weiterhin bekanntlich nur Stromänderungen zu über-
tragen vermag, ist bei dieser bekannten Schaltung nicht
ersichtlich, wie ein fehlerhaft ausgelöster Thyristor aus
seinem Dauer-Leitzustand herauskommen soll, sofern sein
15 Haltestrom nicht durch Abschalten der Spannungsquelle
unterbrochen wird. Ferner sei anzumerken, daß sich die
Entladezeit des Zündkondensators wesentlich nach der Impe-
danz der Zündspule richtet. Bei einer, wie hier veröffent-
lichten, Schaltung müßte sich die Abschaltzeit entweder
20 nach der größtmöglichen Impedanz einer evtl. verwendeten
Zündspule richten, oder aber das Gerät muß jedesmal auf die
zu verwendende Zündspule optimiert werden, wobei hier Fer-
tigungs-Toleranzen der Zündspule ebenfalls eine Rolle
spielen. Sollte ferner die Zündfunkenleistung durch Ände-
25 rung von Gerätekomponenten verändert werden, muß jedesmal
erneut die Abschaltzeitdauer durch R-C-Abstimmung justiert
werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Zündgerät der im Oberbe-
30 griff des Patentanspruchs 1 genannten Art so weiterzubil-
den, daß die Spannungsquelle immer nur so lange abgeschal-
tet wird, wie sich der Thyristor tatsächlich, auch unter
sich stets ändernden Arbeitsbedingungen, in seinem leiten-
den bzw. noch ionisierten Betriebszustand befindet, wobei
35 dieser so kurz wie möglich sein soll, und daß Änderungen
von leistungsbestimmenden Komponenten des Gerätes und der

1 äußeren Zündanlage ohne Einfluß auf die optimale Abschaltzeit der Spannungsquelle sind, da die Abschaltzeit sich jederzeit anpaßt.

5 Bei einem Zündgerät der genannten Art ist diese Aufgabe durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Bei dem erfindungsgemäßen Zündgerät wird mit Hilfe mindestens eines Komparators die an der Gate-Elektrode des Thyristors auftretende Spannung unmittelbar überwacht und mit einer Bezugsspannung verglichen.

Die Erfindung nutzt die Erkenntnis aus, daß die an der Gate-Elektrode auftretende Spannung jederzeit Aufschluß über den augenblicklichen Betriebszustand des Thyristors gibt. So erreicht nämlich die an der Gate-Elektrode auftretende Spannung immer erst dann ihre konstante Ruhespannung von ca. < 1 mV, wenn der Thyristor entionisiert, d.h. vollständig gesperrt ist. In diesem Zustand des Thyristors kann dieser nur dann wieder leitend geschaltet werden, wenn er einen ausreichend großen Impuls an seiner Gate-Elektrode erhält. Mit Hilfe des mindestens einen Komparators kann daher ein die Spannungsquelle abschaltendes Ausgangssignal nur so lange aber auch immer so lange erzeugt werden, wie der Thyristor leitend bzw. ionisiert ist. Damit ist aber die Spannungsquelle immer nur so lange abgeschaltet, wie dieses aus physikalischen Gründen unbedingt erforderlich ist. Diese kürzestmöglichen Abschaltzeiten der Spannungsquelle verlängern aber die nutzbaren Aufladezeiten für den Zündkondensator, so daß höhere Zündfrequenzen, bzw. im oberen Drehzahlbereich eine höhere Zündspannung U_C erreichbar sind. Ferner paßt sich die Abschaltzeit Komponenten-Änderungen optimal an, z.B. nach Änderung der Zündspulen-Impedanz, und der damit verbundenen Änderung der Funkenbrenndauer.

1 Außerdem ist das erfindungsgemäße Zündgerät auch gegenüber
Störungen sehr unanfällig, da durch die unmittelbare Über-
wachung der Gate-Elektrode ein leitender oder ionisierter
Zustand des Thyristors selbst dann festgestellt wird, wenn
5 dieser Zustand fehlerhaft eingeleitet sein sollte, d.h.
nicht aufgrund eines an die Gate-Elektrode gegebenen Zünd-
impulses. Ein fehlerhaft dauerleitender und damit die Span-
nungsquelle kurzschließender Thyristor weist an seiner Gate-
Elektrode eine Spannung von ca. 600 Millivolt auf. Auch bei
10 einem solchen Zustand schaltet das Ausgangssignal des min-
destens einen Komparators die Spannungsquelle ab, wodurch
der Haltestrom für den Thyristor unterbrochen und dieser
daher gesperrt wird.

Durch eine gemäß einer im Patentanspruch 2 angegebenen Wei-
15 terbildung die Primärwicklung der Zündspule überbrückende
Reihenschaltung, die aus einer Diode und einer Parallel-
schaltung aus einem Widerstand sowie einer Drosselspule
gebildet ist, kann der Thyristor beschleunigt abgeschaltet
werden. Dieses erfolgt im einzelnen dadurch, daß aus dem
20 von der Zündspule erzeugten positiv polarisierten Rückimpuls
ein kleiner Impuls abgeleitet wird, der seinerseits wiederum,
umgekehrt polarisiert den Zündkondensator auflädt. Nach
Abklingen dieses kleinen Impulses liegt der Zündkondensator
mit umgekehrter Polarität an der Anoden-Kathoden-Strecke
25 des Thyristors an. Dieses bewirkt die beschleunigte Ent-
ionisierung bzw. das Sperren des Thyristors. Der Hauptan-
teil des Rückimpulses wird dagegen über die Diode und den
sehr niederohmigen Gleichstrom-Widerstand der Drosselspule
sowie den ihr parallel geschalteten Widerstand an die Zünd-
30 spule zurückgeführt. Trotz Entnahme einer Teilenergie aus
dem Rückimpuls kann daher der Zündfunke ohne Unterbrechung
als Gleichstrom-Zündfunke weiterbrennen.

Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen
35 angegeben.

1 Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der
Zeichnung erläutert. Im einzelnen zeigt:

Fig. 1 den Stromlaufplan eines bevorzugten Ausführungs-
5 beispiels des erfindungsgemäßen Zündgerätes,

Fig. 2 ein Oszillogramm der am Zündkondensator auftre-
tenden Spannungen,

Fig. 3 Oszillogramme der an der Zündspule und der Drossel-
10 spule auftretenden Spannungen,

Fig. 4 ein Oszillogramm der an der Gate-Elektrode auf-
tretenden Spannung und

Fig. 5 ein Oszillogramm der am Thyristor zwischen Anode
15 und Kathode auftretenden Spannung.

Wie aus dem in Fig. 1 gezeigten Stromlaufplan zu erkennen
ist, weist die Spannungsquelle einen Tonfrequenz-Gegentakt-
20 Sperrwandler, $f=10$ kHz, mit zwei Leistungstransistoren TR1
und TR4 sowie zwei Treibertransistoren TR2 und TR3 auf.
Diese sind in üblicher Weise mit Widerständen R3, R7, R21
und Dioden D5 und D6 beschaltet und mit den Primärwick-
lungen eines Transformators T1 verbunden, dessen Sekundär-
25 seite auf eine Gleichrichter-Brücke D1 bis D4 arbeitet.
Der Sperrwandler wird von einem Impulsweiten-Modulator
PWM in Form einer handelsüblichen integrierten Schaltung
angesteuert. Der Modulator gibt an seinem Anschluß 16 eine
Bezugsgleichspannung von 5 Volt ab, die mit Hilfe eines
30 aus Widerständen R1 und R2 gebildeten Spannungsteilers auf
2,5 Volt unterteilt, am Komparator-Anschluß 2 als dessen
Bezug liegen. Am anderen Komparator-Anschluß 1 liegt eine
durch einen weiteren und aus Widerständen R8, R9 und R4 ge-
bildeten Spannungsteiler aus der von der Gleichrichter-

1 Brücke abgegebenen Hochspannung UC unterteilte Spannung.
Dem als Thermistor bzw. NTC-Widerstand ausgebildete Wider-
stand R9 ist eine Zenerdiode Z1 parallel geschaltet. Kon-
densatoren C1, C2 und C3 vervollständigen in der gezeigten
5 Weise die Schaltung der Spannungsquelle.

Die von der Gleichrichterbrücke abgegebene Hochspannung UC
liegt an einem Zündkondensator C4, der mit einer Zündspule
SP in Reihe liegt und über eine als dünn gezeichneter Lei-
10 tungszug dargestellte Verbindung zu seiner Aufladung mit
Masse bzw. dem Minuspol einer Bordnetzatterie verbunden
ist. Der andere Anschluß des Zündkondensators C4 ist über
einen Thyristor THY mit der Zündspule SP verbunden. Der
Zündspule SP ist eine Reihenschaltung aus der Diode D9 mit
15 einer Parallelschaltung einer Dosselspule DR und einem
Widerstand R16 parallel geschaltet. Zur Diode D9 liegt
ein Widerstand R17 parallel. Die Diode D9 ist gegen die
Entladerichtung des Zündkondensators C4 geschaltet.

20 Ein mit einem üblichen Unterbrecher oder einem anderen
Zündimpulsgenerator verbindbarer Anschluß ist über eine
Diode D10 und einem Widerstand R19 mit den Eingängen zweier
Komparatoren CP3 und CP4 verbunden, wobei die jeweils
anderen Eingänge dieser beiden Komparatoren die vorstehend
25 genannte Bezugsgleichspannung von 5 Volt erhalten. Die
beiden anderen Anschlüsse des Widerstandes R19 sind je-
weils mit einem Kondensator C6 und einer Zenerdiode Z2 ver-
bunden, die wiederum mit Masse bzw. dem Minuspol der Batte-
rie verbunden sind. Ein Widerstand R20 versorgt einen
30 Unterbrecher-Kontakt mit Arbeitsstrom. Die Zenerdiode Z2
begrenzt die eingehenden Zündsignale auf gleichbleibende
Amplitude. Die miteinander verbundenen Ausgänge der Kompa-
ratoren CP3 und CP4 sind über einen Kondensator C5 und eine
Diode D8 mit der Gate-Elektrode des Thyristors THY verbun-
35 den. Widerstände R13 und R14 legen die beiden Anschlüsse
des Kondensators C5 gleichspannungsmäßig fest. Über den

- 1 Widerstand R18 wird von der vorstehend erwähnten Bezugs-
gleichspannung ein Teil an die Gate-Elektrode des Thyri-
stors THY gegeben, um dessen Ruhepotential gleichspannungs-
mäßig geringfügig, z.B. auf 150 mV, anzuheben. Dabei ist
5 zu betonen, daß dieses Anheben der bei gesperrtem Thyri-
stor an seiner Gate-Elektrode auftretenden Ruhespannung,
die sonst im wesentlichen nur < 1 mV ist, auf vorzugsweise
150 mV, das Betriebsverhalten des Thyristors nicht beein-
flußt.
- 10 Über einen Widerstand R14 ist die Gate-Elektrode mit Ein-
gängen von Komparatoren CP1 und CP2 verbunden, um die je-
weils an der Gate-Elektrode des Thyristors THY auftretende
Spannung an diese Vergleicher zu geben. Die anderen Ein-
15 gänge dieser Vergleicher erhalten eine Bezugsspannung von
jeweils 50 mV und 380 mV. Diese Bezugsspannungen werden mit
Hilfe eines aus den Widerständen R10, R11 und R12 gebilde-
ten Spannungsteilers aus der genannten Bezugs-Gleichspan-
nung abgeleitet. Eine mit den Eingängen der Komparatoren
20 verbundene Diode D7 schützt diese vor zu großen Eingangs-
spannungen. Die miteinander verbundenen Ausgänge der Kom-
paratoren CP1 und CP2 sind mit dem Kompensationsanschluß 9
des Impulsweiten-Modulators PWM verbunden, der in dieser
Anwendung zum Abschalten des Modulators vorzüglich zu be-
25 nutzen ist.

Das in Fig. 1 dargestellte Zündgerät arbeitet wie folgt:

- Wenn der Thyristor THY gesperrt und die Spannungsquelle
30 eingeschaltet ist, wird am Ausgang der Gleichrichter-Brücke
D1 bis D4 eine Hochspannung von maximal 450 Volt erzeugt,
auf die der Zündkondensator C4 aufgeladen wird, wobei der
Ladestrom vom positiven Ausgang der Gleichrichterbrücke
durch den Kondensator C4, die Zündspule SP und, parallel
35 zu diesem Weg, durch die Diode D9 und die Drosselspule DR
zum negativen Ausgang der Gleichrichterbrücke fließt. Die

1 Hochspannung UC wird mit Hilfe des Spannungsteilers R8, R9
und R4 auf einen Wert in der Größenordnung von 2,5 Volt
heruntergeteilt, wobei dieser Wert mit der am Komparator-
Anschluß 2 des Impulsweiten-Modulators PWM anliegenden Be-
5 zugsgleichspannung von 2,5 Volt verglichen wird. Der Im-
pulsweiten-Modulator ist dabei bestrebt, den Sperrwandler
so zu steuern, daß auch der am Komparator-Anschluß 1 lie-
gende Wert auf 2,5 Volt gebracht wird. Da der Widerstand
R9 als Thermistor ausgebildet und damit temperaturempfind-
10 lich ist, wird die Hochspannung UC nach Maßgabe der an dem
Thermistor R9 herrschenden Temperatur gesteuert. Wie dieses
in Fig. 2 zu erkennen ist, ändert sich die Hochspannung um-
gekehrt proportional zur Temperatur T. Je niedriger also
die Temperatur ist, umso höher wird die Hochspannung UC.
15 Vorzugsweise wird der Thermistor R9 der Temperatur des Zünd-
gerätes selbst ausgesetzt, die durch die Verlustwärme des
Zündgerätes, aber auch durch die Umgebung desselben be-
stimmt ist. Bei kaltem Zündgerät und damit auch kalter
Brennkraftmaschine wird daher eine maximale Hochspannung
20 UC erzeugt, die durch die Zenerdiode Z1 begrenzt, einer
Art "Kaltstart-Automatik" vergleichbar, die Brennkraftma-
schine mit Zündfunken größerem Energieinhalts versorgt.
Das Zündgerät ist dabei vorzugsweise so ausgelegt und ange-
ordnet, daß es sich in etwa gleicher Weise wie die warm-
25 laufende Brennkraftmaschine erwärmt. Dadurch werden der
Brennkraftmaschine in ihrem kalten Zustand Zündfunken mit
erhöhter Energie und Dauer zugeführt, um auch zündunwillige
Gemische sicher zu zünden. Erreicht die Brennkraftmaschine
und damit auch das Zündgerät ihre Betriebstemperaturen, so
30 wird die Hochspannung UC entsprechend vermindert, da dann
Zündfunken geringerer Energie und Dauer ausreichen und das
Zündgerät nur mit der erforderlichen Leistung betrieben
wird.
35 Der Thermistor R9 dient dabei gleichzeitig auch als Über-
lastschutz für das Zündgerät, da dieses sich bei hoher

- 1 Leistungsaufnahme infolge der Verlustwärme stärker erhitzt, wodurch die Hochspannung UC zurückgenommen und auch die Leistungsaufnahme durch das Zündgerät begrenzt wird.
- 5 Wenn von dem mit dem Zündimpulsgenerator verbundenen Anschluß ein Zündimpuls an die Komparatoren CP3 und CP4 gegeben wird, erscheint an den Ausgängen dieser Komparatoren immer dann ein Impuls, wenn der Zündimpuls die Bezugs-Gleichspannung von 5 Volt überschreitet. Keinen echten Zünd-
- 10 impuls darstellende Zündimpulse, die z.B. durch Kontaktprellen eines Unterbrecherkontaktes erzeugt sein können, werden durch die Schaltung Z2, R19 und C6 unterdrückt. Ein echter Zündimpuls gelangt über den Kondensator C5 und die Diode D8 an die Gate-Elektrode des Thyristors THY, um diesen
- 15 leitend zu schalten. Bei leitendem Thyristor wird der Zündkondensator C4 über die Zündspule SP entladen, wobei der in Fig. 3 dargestellte negativ polarisierte Spannungsimpuls USP auftritt.
- 20 Über die aus der Diode D9, der Drosselspule DR und dem Widerstand R16 gebildete Schaltung wird ein kleiner Teil des sehr kräftigen (bis 65 A!), von der Zündspule SP reflektierten positiv polarisierten Rückimpulses, der dem negativ polarisierten Initialimpuls folgt, abgeleitet, in
- 25 seiner Amplitude von dem Widerstand R16 auf maximal etwa 40 Volt und in seiner zeitlichen Länge von der Drosselspule DR auf ca. 40 μ s begrenzt. Bei der Verwendung einer extrem niederohmigen Hochleistungs-Zündspule sollten die Drosselspule DR einen Wert von vorzugsweise 20 μ H, bei
- 30 einem Gleichstromwiderstand von maximal 100 mOhm, und der Widerstand (R16) einen Wert von 600 mOhm haben.
- Der vorstehend angegebene, aus dem Rückimpuls abgeleitete kleine Impuls UDR (vgl. Fig. 3), stellt für seine Zeit-
- 35 dauer eine Spannungsquelle dar, die jetzt ihrerseits, vom Zündspulenanschluß SP+ aus, kurzzeitig einen Aufladestrom-

1 stoß durch den Kondensator C4 und durch den Thyristor THY
schickt. Beim Abklingen dieses kleinen Impulses liegt der
Zündkondensator C4 mit umgekehrt polarisierter, reduzier-
ter Spannung an den Hauptelektroden des Thyristors THY und
5 bringt diesen beschleunigt aus seinem noch leitenden Zu-
stand, während der Hauptteil des Rückimpulses über die
Diode D9 und den sehr niederohmigen Gleichstrom-Widerstand
der Drosselspule DR in die Zündspule SP zurückgeführt wird
und hier den Zündfunken ohne Unterbrechung weiterbrennen
10 läßt.

Beim Leitendwerden des Thyristors THY ändert sich auch die
an seiner Gate-Elektrode auftretende Spannung UG (vgl.
Fig. 4), die an die Eingänge der Komparatoren CP1 und CP2
15 gegeben wird. In Fig. 4 sind dabei mit gestrichelten Linien
auch die beiden Bezugsspannungen der beiden Komparatoren
CP1 und CP2 angegeben, wobei die Bezugsspannung des ersten
Komparators CP2 oberhalb der in Fig. 4 ganz rechts darge-
stellten, bereits auf 150 mV angehobenen, Gate-Ruhespannung
20 liegt, die bei gesperrtem bzw. nicht mehr ionisiertem Thy-
ristor auftritt. Die Bezugsspannung am zweiten Komparator
CP1 liegt dagegen unterhalb dieser Ruhespannung. Wie die-
ses aus Fig. 4 zu erkennen ist, geben die Komparatoren
CP1 und CP2 an ihren Ausgängen Signale ab, solange die an
25 der Gate-Elektrode auftretende Spannung die Bezugsspannungen
über- oder unterschreitet. Dabei ist zu beachten, daß der
Thyristor THY auch dann noch leitend bzw. ionisiert ist,
wenn der unterhalb der zweiten Bezugsspannung liegende
Impuls auftritt. Das heißt, auch in diesem Fall wird der
30 Thyristor sofort wieder voll Strom führen, wenn die Span-
nungsquelle eingeschaltet würde.

Bei leitendem Thyristor THY gelangen die Ausgangssignale
der Komparatoren CP1 und CP2 an den Anschluß 9 des Impuls-
35 weiten-Modulators PWM, hier als Abschaltmöglichkeit ge-
nutzt, der damit sofort gesperrt wird, wodurch wiederum

1 sofort die Spannungsquelle abgeschaltet wird, d.h. keine
Hochspannung UC mehr erzeugt wird. Wie dieses aus den Fig. 1
und 4 zu erkennen ist, wird die normalerweise etwasweniger
als 1 mV über Nullpotential liegende Ruhespannung an der
5 Gate-Elektrode des gesperrten Thyristors THY z.B. auf 150
mV angehoben, um auch den zweiten Komparator CP1 mit
einer positiven Bezugsspannung von z.B. 50 mV arbeiten
lassen zu können. Diese Maßnahme ist nötig, weil der Kom-
parator CP1 von einer lediglich positiven Spannung gespeist
10 wird und dadurch nicht in der Lage ist, Spannungen, die
nahe des Nullpotentials, oder gar negativ sind, zu ver-
gleichen. Das geringfügige Anheben der Ruhespannung an der
Gate-Elektrode beeinflußt das Betriebsverhalten des Thy-
ristors THY in keiner Weise.

15 Wie aus Fig. 4 zu erkennen ist, stellt der zweite Kompara-
tor CP1 nach etwa 105 μ s das Überschreiten der zweiten Be-
zugsspannung fest, ohne daß die erste Bezugsspannung des
ersten Komparators CP2 ebenfalls überschritten würde. Die-
20 ses bedeutet aber, daß der Thyristor nicht länger ionisiert
ist. Nach Wiedereinschaltung der Spannungsquelle kann der
Thyristor daher nur wieder leitend geschaltet werden, wenn
er an seiner Gate-Elektrode mit einem ausreichend großen
Ansteuerimpuls, d.h. einem echten Zündimpuls, angesteuert
25 wird.

Unmittelbar nach der Entionisierung des Thyristors THY
verschwindet daher das Ausgangssignal am Kompensations-
anschluß 9 des Impulsweiten-Modulators PWM, wodurch die
30 Spannungsquelle erneut eingeschaltet wird und damit der
Zündkondensator C4 wieder aufgeladen werden kann. Die vor-
stehend angegebene, kürzestmögliche Abschaltzeit von nur
etwa 105 μ s ist auch in Fig. 2 eingetragen und bezieht
sich auf die Maximalspannung von UC. Mit geringerer Span-
35 nung UC verkürzt sich die Abschaltzeit der Spannungsquelle
um etwa 5 μ s auf etwa 100 μ s bei der Minimalspannung von UC.

1 Bei steigender Drehzahl der Brennkraftmaschine steigt
selbstverständlich auch die Zündfrequenz an, wodurch die
Aufladezeiten für den Zündkondensator C4 immer kürzer
werden. Dieser Sachverhalt ist ebenfalls in Fig. 2 ange-
5 geben, so daß sich dann die am Zündkondensator C4 auftre-
tende Hochspannung UC umgekehrt proportional zur Zündfre-
quenz verringert. Andererseits ist aber auch eine derart
kleiner werdende Ladespannung am Zündkondensator C4 für
eine sichere Zündung des Gemisches der Brennkraftmaschine
10 immer noch groß genug, da bei hohen und höchsten Drehzah-
len der Brennkraftmaschine und damit stark verkürzter
Verweildauer der Kolben im oberen Totpunktbereich, auch ein
entsprechend energieärmerer und wiederum damit kürzerer
Zündfunke zur Zündung des Gemisches immer noch ausreicht.
15 Da andererseits aber die Abschaltzeit der Spannungsquelle
durch die unmittelbare Überwachung der an der Gate-Elek-
trode auftretenden Spannung und das beschleunigte Entioni-
sieren bzw. Sperren des Thyristors so kurz wie möglich ist,
ist selbst bei höchsten Drehzahlen die für die Aufladung
20 des Zündkondensators C4 zur Verfügung stehende Ladezeit
immer noch maximal.

Durch die Gate-Überwachung durch Komparatoren, sowie durch
den aus dem Rückimpuls abgeleiteten kleinen positiven
25 Impuls UDR, der bei seinem Abklingen die Spannung UA, THY
(vgl. Fig. 5) an der Anoden-Kathoden-Strecke des Thyri-
stors umpolt und diesen dadurch beschleunigt entionisiert
bzw. abschaltet, kann eine maximale Zündfrequenz bis über
1 kHz erreicht werden. Wobei zu erwähnen sei, daß 800 Hz
30 bei einem Viertakt-Otto-Motor mit acht Zylindern einer
Drehzahl von 12.000 Umin^{-1} entspricht. Ferner sei erwähnt,
daß in Verbindung mit einer modernen, handelsüblichen
Hochleistungs-Zündspule als Zündtransformator bei Maximal-
spannung UC eine Zündfunkenbrenndauer von effektiv 300 μs
35 erreicht werden. Mit anderen handelsüblichen höherohmigen
Zündspulen werden bei verminderter Anstiegssteilheit der

- 1 Spannung USP (vgl. Fig. 3), 600 bis 700 μ s effektiver
Funkenbrenndauer erreicht.

Aus den in den Fig. 4 und 5 gezeigten Oszillogrammen der
5 an der Gate-Elektrode des Thyristors liegenden Spannung
 U_G sowie der über der Anoden-Kathoden-Strecke des Thyri-
stors gemessenen Spannung U_A , THY ist besonders deutlich
der zeitliche und amplitudenmäßige Zusammenhang zwischen
diesen beiden Spannungen zu erkennen. Figur 5 zeigt dabei
10 als ein "lupenartiger Ausschnitt" einen Teil des sehr steilen Span-
nungsabfalls bei leitend werdendem Thyristor. Gleichzeitig fällt auch
die an der Gate-Elektrode auftretende Spannung steil bis auf unter Nullpoten-
tial ab. Da zu diesem Zeitpunkt der Thyristor aber den
aus dem Rückimpuls abgeleiteten kleinen Impuls dann erhält,
15 steigt die Spannung an der Anoden-Kathoden-Strecke des
Thyristors nochmals geringfügig und kurzfristig an, wonach
sie dann in ihrer Polarität sich umkehrt und zur beschleunigten
Entionisierung bzw. zum beschleunigten Sperren des
Thyristors führt. Gleichzeitig sinkt auch die an der Gate-
20 Elektrode auftretende Spannung unter Nullpotential ab.
Diese Spannung klingt dann in der in Fig. 4 gezeigten Weise
auf die dort ganz rechts gezeigte Gate-Ruhe-spannung ab.
Wie angegeben, wird diese Ruhespannung nach einer Zeit-
dauer von etwa 110 μ s erreicht. Wie bereits vorstehend er-
25 läutert wurde, verschwinden dann die Ausgangssignale an
den Ausgängen der Komparatoren CP1 und CP2, wodurch wieder-
um der Impulsweiten-Modulator PWM und damit auch die
Spannungsquelle erneut eingeschaltet werden.

- 30 Aus den vorstehend näher erläuterten Oszillogrammen der
Fig. 4 und 5 ist damit sehr deutlich zu erkennen, daß die
an der Gate-Elektrode des Thyristors jeweils auftretende
Spannung ein exaktes Abbild des jeweiligen Betriebszustan-
des des Thyristors ist.

- 35 Obwohl bei dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel des

1 Zündgerätes jeweils zwei Komparatoren CP3, CP4 für die
Ansteuerung des Thyristors THY vorgesehen sind, kann auch
nur ein einziger zur Ansteuerung benutzt werden. Die Ver-
wendung von zwei parallel geschalteten Komparatoren er-
5 höht die Stärke des Ansteuerimpulses bzw. entlastet den
einzelnen Komparator-Ausgangstransistor und bietet sich
ferner an, da ohnehin eine vielverbreitete Form als Vier-
fach-Komparator handelsüblich ist, der beim gezeigten Aus-
führungsbeispiel die Komparatoren CP1 bis CP4 enthält.

10

15

20

25

30

35

02:18029

GRÜNECKER, KINKELDEY, STOCKMAIR & PARTNER

PATENTANWÄLTE
EUROPEAN PATENT ATTORNEYS

A GRÜNECKER, DIPL. ING.
DR. H. KINKELDEY, DIPL. ING.
DR. W. STOCKMAIR, DIPL. ING. A.E. ICA/TECH.
DR. K. SCHUMANN, DIPL. PHYS.
P. H. JAKOB, DIPL. ING.
DR. G. BEZOLD, DIPL. CHEM.
W. MEISTER, DIPL. ING.
H. HILGERS, DIPL. ING.
DR. H. MEYER-PLATH, DIPL. ING.
DR. M. BOTT-BODENHAUSEN, DIPL. PHYS.
DR. U. KINKELDEY, DIPL. BIOL.

LICENCIÉ EN DROIT DE L'UNIV. DE GENÈVE

8000 MÜNCHEN 22
MAXIMILIANSTRASSE 58

P 19 859-70/W

1

5

10

15 Gert Günther Niggemeyer
Steinbecker Mühlenweg 95
D-2110 Buchholz i.d.N.

20 Hochspannungs-Kondensator-Zündgerät für Brennkraftma-
maschinen

P a t e n t a n s p r ü c h e

25

1. Hochspannungs-Kondensator-Zündgerät für Brennkraftma-
schinen mit einer im Rhythmus der Zündimpulse abschaltbaren
Spannungsquelle, die als Tonfrequenz-Gegentakt-Sperrwandler
ausgebildet ist, der von einem Impulsweiten-Modulator ge-
steuert ist und eine einen Zündkondensator aufladende Hoch-
spannung aus einer Bordnetz-Niederspannung erzeugt, und mit
einem den Zündkondensator über eine Zündspule entladenden
Thyristor, der an seiner Gate-Elektrode von den Zündimpul-
sen angesteuert und durch Abschaltung der Spannungsquelle
gesperrt wird, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß
mindestens ein Komparator (CP1, CP2) die an der Gate-Elek-

- 1 trode auftretende Spannung als Parameter des Betriebs-Zu-
standes des Thyristors (THY) unmittelbar überwacht und ein
die Spannungsquelle abschaltendes Ausgangssignal nur so
lange erzeugt, wie sich der Thyristor (THY) in seinem lei-
5 tenden Zustand befindet, und daß der Primärwicklung der
Zündspule (SP) eine Schaltung (D9, R16, DR) zugeordnet ist,
mit der aus dem Rückimpuls der Zündspule (SP) ein den
Thyristor (THY) beschleunigt sperrender Impuls ableitbar
ist.
- 10
2. Hochspannungs-Kondensator-Zündgerät nach Anspruch 1,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die Schaltung
eine aus einer Diode (D9) und einer Parallelschaltung aus
einem Widerstand (R16) und einer Drosselspule (DR) gebil-
15 dete Reihenschaltung ist, die der Primärwicklung der Zünd-
spule (SP) parallel geschaltet ist.
3. Zündgerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , daß die Bezugsspannung des einen Kompa-
20 rators (CP2) größer als die an der Gate-Elektrode bei ge-
sperrtem Thyristor (THY) auftretende Ruhespannung ist und
daß dieser Komparator (CP2) das die Spannungsquelle ab-
schaltende Signal immer dann erzeugt, wenn die an der Gate-
Elektrode auftretende Spannung größer als die Bezugsspan-
25 nung ist.
4. Zündgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , daß die Bezugsspannung eines zweiten
Komparators (CP1) kleiner als die an der Gate-Elektrode
30 bei gesperrtem Thyristor (THY) auftretende Ruhespannung
ist und daß dieser zweite Komparator (CP1) das die Span-
nungsquelle abschaltende Ausgangssignal immer dann erzeugt,
wenn die an der Gate-Elektrode auftretende Spannung kleiner
als die Bezugsspannung ist.

- 1 5. Zündgerät nach Anspruch 4, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , daß die Gate-Elektrode des Thyristors
(THY) über einen Widerstand (R18) an einer Bezugsspannung
(5 V) liegt, um die Ruhespannung geringfügig über das Null-
5 potential, vorzugsweise 150 mV, anzuheben, damit der, von
einer lediglich positiven Spannung gespeiste, zweite Kompa-
rator ein Unterschreiten dieser Gate-Ruhespannung fest-
stellen kann.
- 10 6. Zündgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Gate-Elektrode des
Thyristors (THY) über mindestens einen weiteren Komparator
(CP3, CP4) angesteuert wird, der an seinem anderen Eingang
eine Bezugsgleichspannung (5V) erhält.
- 15 7. Zündgerät nach Anspruch 6, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , daß der mindestens eine weitere Kompara-
tor (CP3, CP4) über eine Reihenschaltung aus einem Wider-
stand (R19) und einer Diode (D10) von Zündimpulsen ange-
20 steuert ist, wobei der eine Anschluß des Widerstandes (R19)
über einen Kondensator (C6) und der andere Anschluß des
Widerstandes (R19) über eine Zenerdiode (Z2) mit Masse ver-
bunden ist, wodurch ein ungewolltes Zünden, z.B. durch
Kontaktprellen eines Unterbrechers, unterbunden wird.
- 25 8. Zündgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß der Impulsweiten-Modu-
lator (PWM) die an den Zündkondensator (C4) von der Span-
nungsquelle abgegebene Hochspannung (UC) auf einen der
30 Temperatur entsprechenden Wert begrenzt und konstant hält.
9. Zündgerät nach Anspruch 8, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , daß an Komparator-Anschlüssen (1, 2) des
Impulsweiten-Modulators (PWM) ein Thermistor (R9 NTC) derart
35 angeschlossen ist, daß die von der Spannungsquelle abge-
gebene Hochspannung (UC) umgekehrt proportional zur Tempe-
ratur des Thermistors gesteuert wird.

1 10. Zündgerät nach Anspruch 9, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , daß die vom Thermistor (R9 NTC) gemes-
sene Temperatur den Betriebsdaten einer Brennkraftmaschine
angepaßt ist, indem die Erwärmung des Zündgerätes, z.B.
5 infolge seiner Verlustwärme, als Bezugsgröße dient.

11. Zündgerät nach Anspruch 10, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , daß der Thermistor (R9 NTC) einen thermi-
schen Überlastschutz für das Zündgerät bildet.

10

12. Zündgerät nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß dem Thermistor (R9 NTC)
eine Zenerdiode (Z1) parallel geschaltet ist, die die Hoch-
spannung (UC) auf einen Maximalwert begrenzt.

15

20

25

30

35

0218029

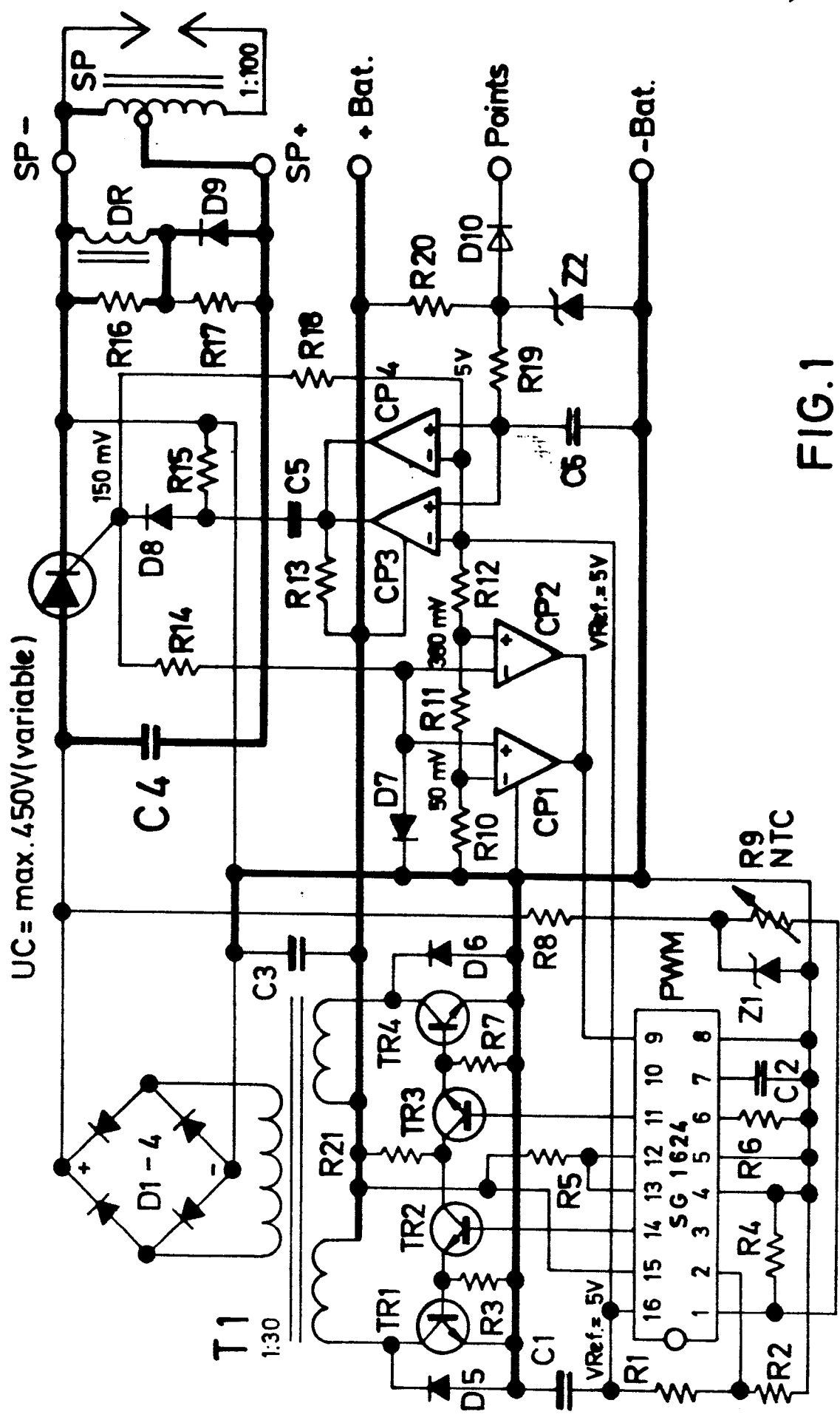


FIG.1

0218029

2/3

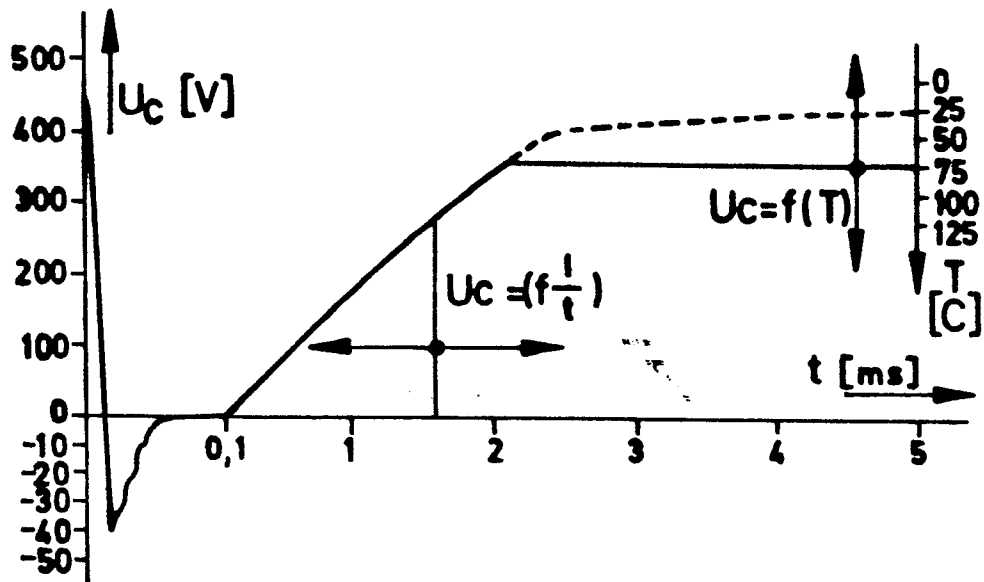


FIG. 2

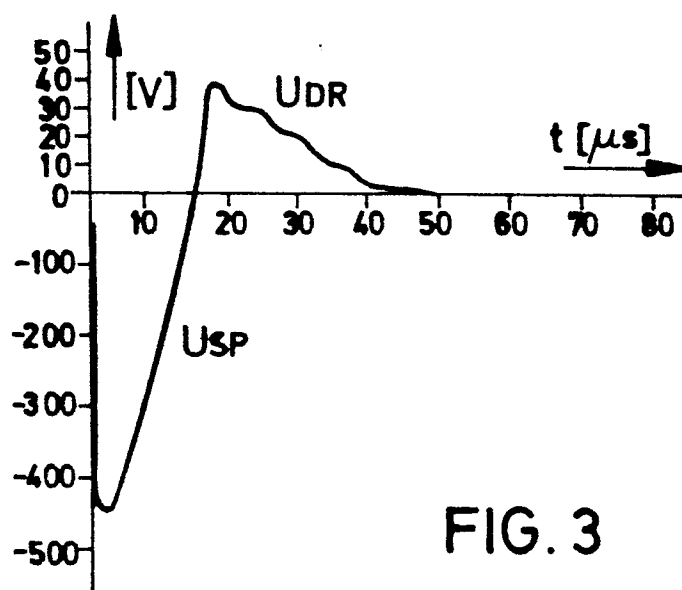


FIG. 3

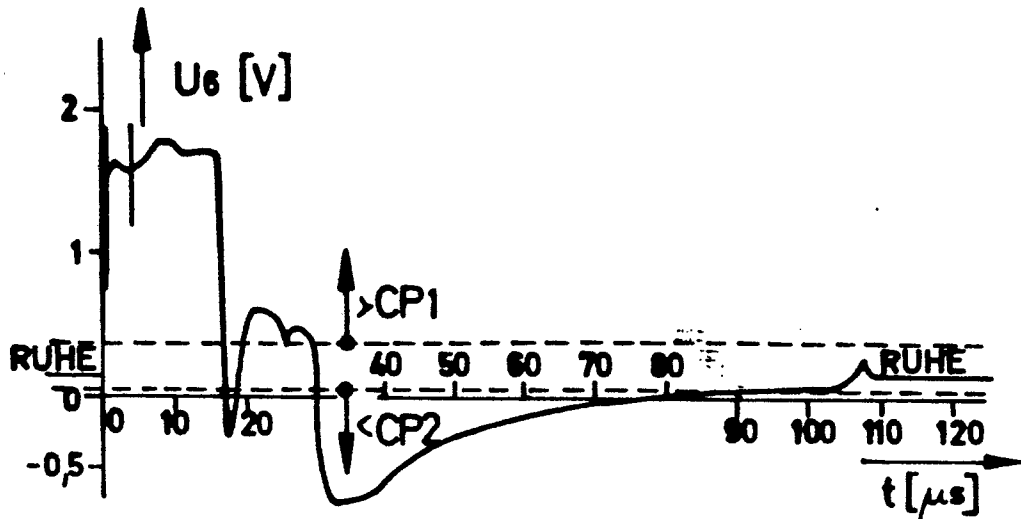


FIG. 4

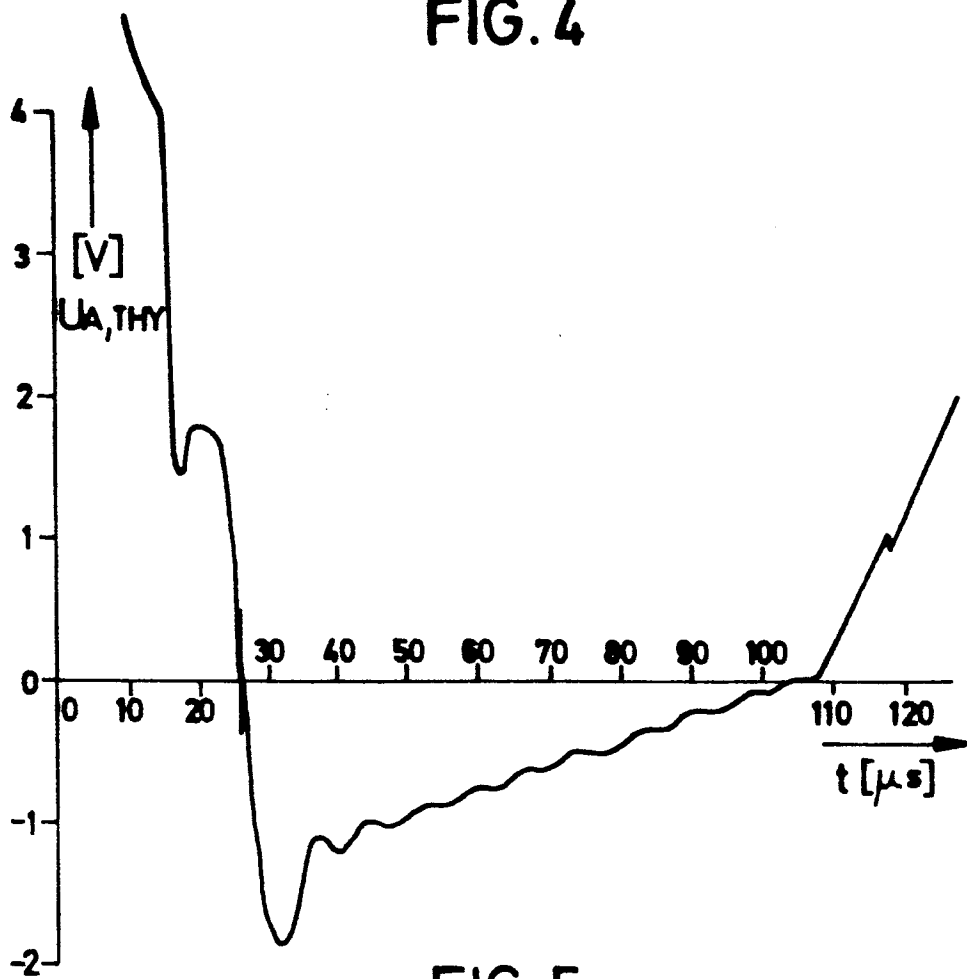


FIG. 5



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0218029

Nummer der Anmeldung

EP 86 11 0629

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE																	
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)														
X	DE-A-1 952 603 (R. BOSCH) * Abbildungen 1-3; Seite 2, Zeile 7 - Seite 4, Zeile 11; Seite 6, Zeile 27 - Seite 10, Zeile 22 *	1,3,11 ,12	F 02 P 3/08 F 02 P 15/12														
A	DE-A-1 539 211 (GENERAL MOTORS) * Abbildung; Spalte 7, Zeile 13 - Spalte 8, Zeile 58 *	1,2															
A	US-A-3 487 822 (A.G. HUFTON et al.) * Insgesamt *	8-12															
A	FR-A-2 205 112 (COMMENGES)																
A	GB-A-1 403 518 (B.S. GUNTON)																
A	US-A-3 581 726 (A. PLUME Jr.)																
A	US-A-3 870 026 (C.A. JACOBS)																
A	US-A-3 857 376 (E.L. WILLIAMS)																
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.																	
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 28-11-1986	Prüfer GODIN CH.G.														
<table border="0"><tr><td>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</td><td>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</td></tr><tr><td>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</td><td>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</td><td>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>A : technologischer Hintergrund</td><td></td></tr><tr><td>O : mündliche Offenbarung</td><td></td></tr><tr><td>P : Zwischenliteratur</td><td>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</td></tr><tr><td>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</td><td></td></tr></table>				KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	A : technologischer Hintergrund		O : mündliche Offenbarung		P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist																
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument																
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument																
A : technologischer Hintergrund																	
O : mündliche Offenbarung																	
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument																
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze																	