

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 0 492 084 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**03.01.1996 Patentblatt 1996/01**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **F02P 19/02**

(21) Anmeldenummer: **91118286.3**

(22) Anmeldetag: **26.10.1991**

(54) **Verfahren zum Aufheizen der Ansaugluft bei Brennkraftmaschinen mittels einer  
Flammstartanlage**

Device for the heating of the admission air in the combustion engine by means of a flame starting system

Dispositif pour le chauffage de l'air d'admission dans les moteurs à combustion au moyen d'une installation de démarrage par flamme

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**FR GB IT SE**

(30) Priorität: **22.12.1990 DE 4041630**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**01.07.1992 Patentblatt 1992/27**

(73) Patentinhaber: **MERCEDES-BENZ AG  
D-70327 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:

- **Schmid, Friedrich  
W-7054 Korb (DE)**
- **Koppitz, Andreas  
W-7000 Stuttgart 60 (DE)**

- **Hase, Friedrich  
W-7000 Stuttgart 61 (DE)**
- **Joppig, Peter  
W-7054 Korb 2 (DE)**
- **Klak, Roland  
W-7402 Ostfildern 1 (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**DE-A- 3 316 447                      DE-A- 3 342 865  
GB-A- 2 099 920**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 9, no. 3  
(M-349) 9. Januar 1985 & JP-A-59 153 979**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 8, no.  
267 (M-343) 7. Dezember 1984 & JP-A-59 138  
775**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 8, no.  
120 (M-300) 6. Juni 1984 & JP-A-59 025 084**

**EP 0 492 084 B1**

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

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufheizen der Ansaugluft bei Brennkraftmaschinen mittels einer Flammstartanlage nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Die Erfindung betrifft auch eine Flammstartanlage mit einer Glühkerze zur Durchführung dieses Verfahrens.

Ein derartiges Verfahren ist aus der DE-A-33 42 865 bekannt. Dabei handelt es sich um eine Flammstartanlage, bei der zur Verhinderung des sogenannten "Weißbrauchs" in der Warmlaufphase der Brennkraftmaschine die durch das Ansaugrohr strömende Luft vorgewärmt wird. Zu diesem Zweck ist im Saugrohr der Brennkraftmaschine eine Brennkammer vorgesehen, in welcher eine Kraftstoffeinspritzdüse und eine Glühkerze angeordnet sind. Zum Starten der Brennkraftmaschine bei tieferen Temperaturen wird die Glühkerze vorgeglüht und nach Ablauf der Vorglühzeit beim Start des Motors Kraftstoff über ein Magnetventil zur Kraftstoffeinspritzdüse und damit in die Brennkammer der Flammstartanlage gebracht. Der in der Brennkammer zur Entzündung kommende Kraftstoff heizt die vorbeiströmende Ansaugluft vor und ermöglicht ein sicheres Zünden der Zylinder der Brennkraftmaschine bei niedrigen Außentemperaturen. Dabei wird der Glühkerze während der Dauer einer bestimmten ersten Zeitspanne, bis der Motor sicher rundläuft, ein stetiger Strom zugeführt und nach Ablauf dieser ersten Zeitspanne während einer zweiten Zeitspanne, bis der Motor eine bestimmte Betriebstemperatur erreicht hat, entsprechend einer verminderten Leistung ein stoßweiser Strom.

Schon mit Erreichen der Startbereitschaft des Motors wird eine Sicherheitszeit gestartet, die durch einen erfolgreichen Startvorgang beendet wird. Erfolgt jedoch kein Startvorgang oder bleibt der Motor nach erfolgtem Startvorgang innerhalb der Sicherheitszeit stehen, so wird zu Sicherheitszwecken und zur Schonung der Batterie der Strom zur Glühkerze nach Ablauf der Sicherheitsdauer unterbrochen und der Flammstartvorgang beendet und die Glühkerze kühlt ab.

Soll ein erneuter Startvorgang vorgenommen werden, so muß die Flammanlage wieder eingeschaltet und die Glühkerze entsprechend dem oben geschilderten Vorgehen wieder vorgeglüht werden. Dieser erneute Vorglühvorgang berücksichtigt dabei jedoch nicht die momentane Glühkerzentemperatur, die durch die Abkühlzeit der Glühkerze bestimmt ist und auch nicht die zur Verfügung stehende Spannung an der Glühkerze.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Glühkerze unter Berücksichtigung der momentanen Glühkerzentemperatur und der anliegenden Spannung so vorzuglühen, daß die für einen Wiederholstart benötigte Temperatur in einfacher Weise in einem engen Toleranzband erreicht wird.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 und die in

Anspruch 6 angegebenen Merkmale gelöst. Weitere Merkmale und Ausgestaltungen gehen aus den Unteransprüchen und der Beschreibung hervor.

Nach Ablauf der Sicherheitszeit einer Flammstartanlage und nicht erfolgtem Start des Motors wird der Flammstartvorgang beendet und die in der Flammstartanlage eingesetzte Glühkerze kühlt ab. Aus der ermittelten Abkühlkurve der Glühkerze wird durch Zeitmessung die momentane Glühkerzentemperatur ermittelt und die dazugehörige Vorglühzeit für einen Wiederholstart an das Steuergerät der Flammstartanlage weitergegeben. Bei einem nun erfolgenden erneuten Start der Anlage ist zu jedem Zeitabschnitt der Abkühlkurve der Glühkerze ein eigener, zuvor ermittelter, Wert für die Vorglühzeit vorhanden, wodurch die Glühkerzentemperatur immer auf einen fest definierten, zum Wiederholstart benötigten Wert gebracht wird, der innerhalb eines zulässigen Toleranzbereiches liegt.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist nachstehend anhand der Zeichnung beschrieben. Es zeigt

Figur 1 die Vorglühzeiten für einen Wiederholstart gemäß dem Verfahren nach der Erfindung in Abhängigkeit von der Abkühlzeit,

Figur 2 beispielhaft in tabellarischer Form die Vorglühzeiten in Abhängigkeit von den Abkühlintervallen und der anliegenden Spannung.

Flammstartanlagen zur Vorwärmung der Ansaugluft in Brennkraftmaschinen enthalten eine oder mehrere Glühkerzen, welche von der Fahrzeugbatterie mit Strom versorgt werden. Bei Inbetriebnahme der Flammstartanlage wird die Glühkerze bzw. werden die Glühkerzen während einer ersten Zeitspanne stetig vorgeglüht und der Motor kann gestartet werden. Nach Ablauf der ersten Zeitspanne wird der Flammstartanlage für die Dauer einer zweiten Zeitspanne, bis der Motor seine Betriebstemperatur erreicht hat, ein stoßweiser Strom entsprechend einer verminderten Leistung zugeführt und danach der Flammstartvorgang durch Abschalten des Stroms zur Glühkerze beendet. Findet jedoch gar kein Startvorgang des Motors statt, so schaltet die Flammstartanlage selbsttätig nach Ablauf einer Sicherheitszeit ab und die Glühkerze kühlt ab.

Ein derartiger Verlauf der Abkühlung ist in dem in Figur 1 gezeigten Diagramm dargestellt. Ausgehend von der Glühkerzen-Solltemperatur  $\vartheta_{\text{soll}}$ , die gemäß dem Diagramm etwa 1050°C beträgt, stellt die mit 1 bezeichnete Kurve den Verlauf der Abkühlung einer Glühkerze über der Zeit  $t$  in Sekunden, also die Glühkerzentemperatur als Funktion der Zeit  $\vartheta(t)$  dar.

Wird nun innerhalb dieser Abkühlzeit ein erneuter Startversuch unternommen, so muß die Glühkerze abhängig von ihrer momentanen Temperatur für diesen Wiederholstart vorgeglüht werden. Ein Maß für die momentane Glühkerzentemperatur  $\vartheta$  ist mit der Abkühlzeit, die für jeden Verwendung findenden Glühkerzentyp, wie

zum Beispiel Stabglühkerze oder Flammglühkerze, ermittelt werden kann und in der Figur 1 in Form der Abkühlkurve 1 über der Zeit  $t$  aufgetragen ist, gegeben. Beim Einsatz von mehreren anstelle nur einer Glühkerze in der Flammstartanlage wird das daraus resultierende unterschiedliche Abkühl- und Aufheizverhalten durch andere Vorglühzeiten berücksichtigt. Ebenso berücksichtigt wird die an der Glühkerze anliegende Spannung, die ja für die Wahl der Vorglühzeit eine bedeutende Rolle spielt. So kann die Vorglühzeit bei einer über ihrem Sollwert liegenden Spannung entsprechend verkürzt werden, während die Vorglühzeit bei unter dem Sollwert liegender Spannung, wie es zum Beispiel bei tiefen Temperaturen, bei denen die Flammstartanlage ja gerade eingesetzt wird, gegenüber dem Normalwert verlängert wird.

Die einmal ermittelten Werte für die Vorglühzeit beim Wiederholstart können in einfacher Weise in einem Kennfeld abgespeichert sein, wobei die Steuerung der Flammstartanlage aus einer elektronischen Steuereinheit besteht, welche einen Timer zur Ermittlung der Abkühlzeit für die Glühkerze enthält und welche weiter ein in einem nicht-flüchtigen Speicher gespeichertes Kennfeld für die entsprechenden Werte der Vorglühzeit in Abhängigkeit von der Abkühlzeit, der anliegenden Spannung sowie der Art und Anzahl der eingesetzten Glühkerzen umfaßt. Zweckmäßig für eine solche elektronische Steuereinheit ist der Einsatz eines programmierbaren Mikroprozessors. Ein solches genanntes Kennfeld ist beispielhaft in der in Figur 2 abgebildeten Tabelle dargestellt. Der Einfachheit halber sind hier die Werte für die Vorglühzeit für den Wiederholstart nur in Abhängigkeit von der Abkühlzeit, das heißt von der momentanen Glühkerzentemperatur nach dem Abkühlen vom Sollwert  $\vartheta_{\text{soll}}$  dargestellt. Die der Tabelle zu entnehmenden Werte sind dabei nur beispielhaft angegeben, ohne die Erfindung auf diese Werte zu beschränken.

Wie leicht zu sehen ist, ist die Anzahl der im Kennfeld zu speichernden Werte direkt abhängig von der Feinheit der Unterteilung des Wertebereichs für die anliegende Spannung und die Abkühlzeit. Zur Verminderung der zu speichernden Werte für die Vorglühzeit ist die Abkühlzeit in einzelne Intervalle zerlegt, zum Beispiel wie in der Figur 1 gezeigt in die acht Intervalle  $t_0-t_1$ ,  $t_1-t_2, \dots, t_7-t_8$ . In diesem Falle ist jedem Zeitintervall ein bestimmter Wert für die Vorglühzeit zugeordnet, so daß zu den hier gezeigten 8 Intervallen auch genau 8 verschiedene Vorglühzeiten gespeichert sind. In der Figur 1 ist nun für eine Normspannung von  $U = 12 \text{ V}$  beginnend zum Zeitpunkt  $t_2$ , also zu Beginn des dritten Intervalls (und entsprechend für die folgenden Intervalle), ein Vorglühen für einen Wiederholstart gezeigt. Das nachstehend beschriebene Vorgehen ist natürlich auch auf das erste und das zweite Intervall anwendbar, jedoch in dieser Figur aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt. Zu Beginn dieses Intervalls weist die Glühkerze durch ihr Abkühlen eine Temperatur  $\vartheta_2$  unterhalb der Solltemperatur  $\vartheta_{\text{soll}}$  der Glühkerze für einen Wieder-

holstart auf. Diese Temperatur  $\vartheta_2$  beträgt in diesem Beispiel etwa  $900^\circ\text{C}$ . Ausgehend von dieser Temperatur wird die Glühkerze mit einer vorgegebenen Vorglühzeit von in diesem Beispiel etwa 8 Sekunden vorgeglüht. Diese Vorglühzeit ist dabei so gewählt, daß die Glühkerzentemperatur ausgehend von ihrer momentanen Temperatur zu Beginn dieses Intervalls nach Ablauf der Vorglühzeit einen vorgegebenen Wert  $\vartheta_{\text{soll,max}}$  nicht übersteigt. Die Länge des Intervalls  $t_2-t_3$  von hier etwa 4 Sekunden ist derart gewählt, daß bei der vorgegebenen Vorglühzeit von 8 Sekunden bei einem Wiederholstart am Ende des Intervalls, das heißt also direkt vor dem Zeitpunkt  $t_3$ , die Glühkerzentemperatur ausgehend von ihrer momentanen Temperatur zu diesem Zeitpunkt, einen zweiten vorgegebenen Wert  $\vartheta_{\text{soll,min}}$  nicht unterschreitet. Für die folgenden Intervalle gilt sinngemäß das gleiche. Das heißt die vorgegebene Vorglühzeit für das zum Zeitpunkt  $t_3$  beginnende vierte Intervall, welches sich bis zum Zeitpunkt  $t_4$  erstreckt, ist wieder so gewählt, daß die obere Grenztemperatur  $\vartheta_{\text{soll,max}}$  nicht überschritten und die untere Grenztemperatur  $\vartheta_{\text{soll,min}}$  nicht unterschritten wird. Im Falle dieses vierten Intervalls wird dies im gezeigten Beispiel mit einer Intervalllänge von circa 8 Sekunden und einer dazugehörigen Vorglühzeit von etwa 10 Sekunden erzielt. Auf diese Weise kann erreicht werden, daß für alle Intervalle eines Wiederholstarts bei einer möglichst geringen Anzahl von gespeicherten Vorglühzeiten die Glühkerzentemperatur immer innerhalb eines zulässigen Toleranzbandes zwischen der oberen Grenztemperatur  $\vartheta_{\text{soll,max}}$  und der unteren Grenztemperatur  $\vartheta_{\text{soll,min}}$  liegt, welche so gewählt sind, daß ein Wiederholstart sicher gewährleistet ist.

Vereinfachend kann die Aufteilung der Intervalle so erfolgen, daß - abgesehen von den ersten und letzten Intervallen - die Intervalldauer so gewählt ist, daß das jeweils folgende Intervall eine Intervalldauer aufweist, die ungefähr doppelt so groß ist wie die Dauer des vorhergehenden Intervalls. Für die ersten und letzten Intervalle hat dies deshalb keine Gültigkeit, weil dort die Abkühlkurve extrem steil beziehungsweise extrem flach verläuft.

In der Figur 2 ist in tabellarischer Form der aus dem Diagramm der Figur 1 bekannte Sachverhalt dargestellt. Dabei sind die vorgegebenen Vorglühzeiten in Abhängigkeit von der in die einzelnen Intervalle unterteilten Abkühlzeit  $t$  der Glühkerze sowie in Abhängigkeit von der anliegenden Spannung  $U$  in Volt angegeben. Ausgehend von einer Normspannung von  $U = 12 \text{ V}$  sind die Vorglühzeiten innerhalb jedes Intervalls mit sinkender Spannung größer und mit steigender Spannung entsprechend geringer vorgegeben.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufheizen der Ansaugluft bei Brennkraftmaschinen mittels einer mindestens eine Glühkerze aufweisenden Flammstartanlage, welche der-

art gesteuert ist, daß die Glühkerze während einer ersten Zeitspanne stetig vorgeglüht und in einer darauffolgenden zweiten Zeitspanne stoßweise betrieben wird und daß nach Ablauf einer Sicherheitszeit die Glühkerze abgeschaltet wird,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß bei einem nach Ablauf der Sicherheitszeit erfolgenden wiederholten Startvorgang die erneute Vorglühzeit (t) der Glühkerze nach einem wenigstens aus der Glühkerzentemperatur ( $\vartheta$ ) bestimmten Wert vorgegeben ist, wobei die momentane Glühkerzentemperatur ( $\vartheta$ ) aus der Abkühlzeit der Glühkerze nach deren Abschalten ermittelt ist, wobei der zeitliche Verlauf der Glühkerzentemperatur ( $\vartheta(t)$ ) in einzelne Intervalle ( $t_0-t_1, t_1-t_2, \dots, t_7-t_8$ ) unterteilt ist, denen jeweils ein bestimmter Wert für die Vorglühzeit (t) zugeordnet ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß jedes Intervall ( $t_0-t_1, t_1-t_2, \dots, t_7-t_8$ ) annähernd die doppelte Zeitdauer gegenüber dem davorliegenden Intervall aufweist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß der Wert für die Vorglühzeit auch abhängig ist von der Spannung (U) an der Glühkerze.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß der Wert für die Vorglühzeit auch abhängig ist von der Art und Anzahl der eingesetzten Glühkerzen.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die für jedes Intervall entsprechenden Werte für die Vorglühzeit aus einem Kennfeld ausgelesen werden.
6. Flammstartanlage mit einer Glühkerze zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
**gekennzeichnet durch**  
eine elektronische Steuereinheit mit einem Timer zur Ermittlung der Abkühlzeit nach Abschalten der Glühkerze und einem Kennfeld zur Auslesung der entsprechenden Werte für die Vorglühzeit.
7. Flammstartanlage mit einer Glühkerze nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die elektronische Steuereinheit ein programmierbarer Mikroprozessor ist.

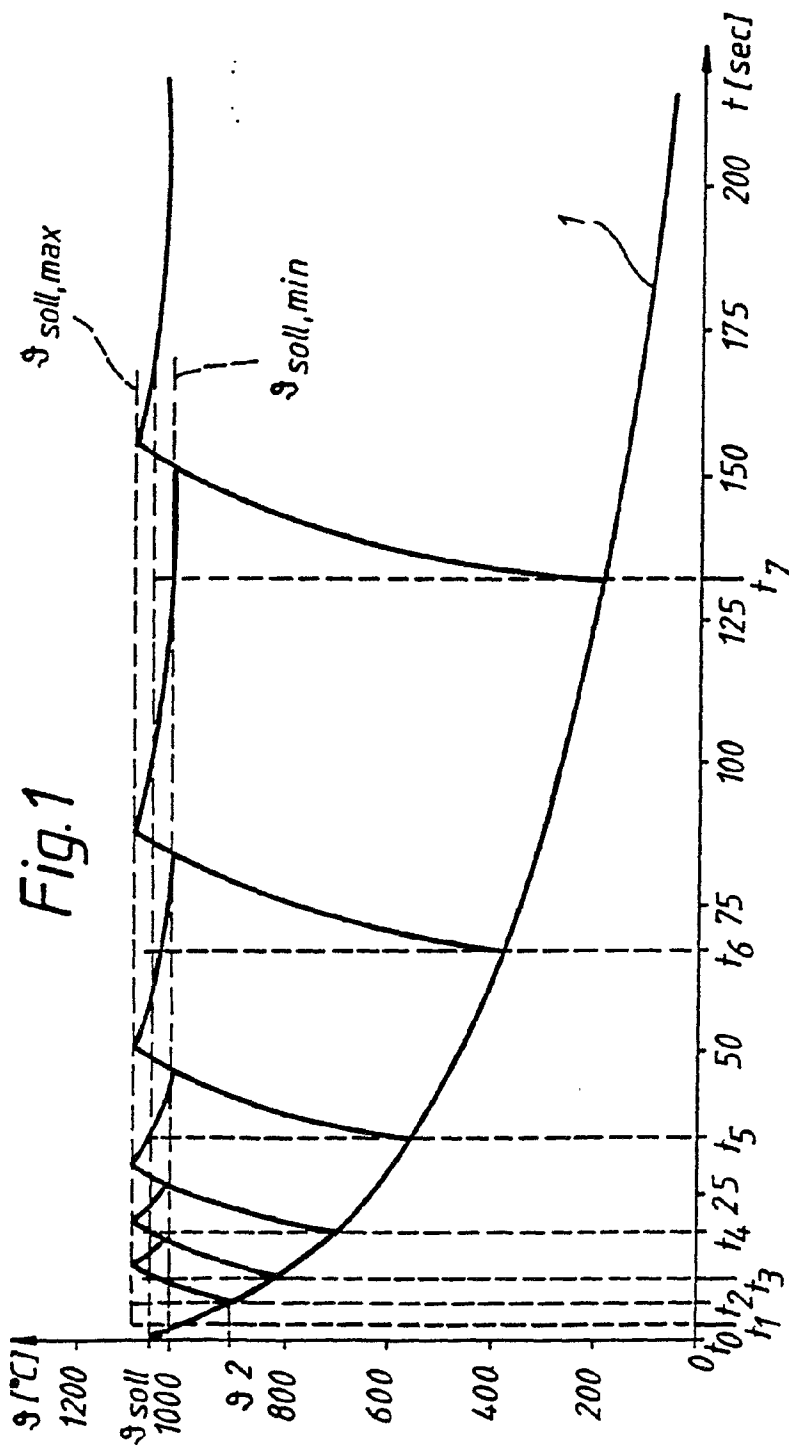
## Claims

1. Method for heating the induction air in internal combustion engines by means of a flame starting device with at least one glow plug, which device is controlled in such a way that the glow plug is continuously preheated during a first time period and is operated in pulses in a following second time period and that, after a safety time has elapsed, the glow plug is switched off, characterised in that in the case of a repeat starting procedure taking place after the safety time has elapsed, the renewed preheating time (t) of the glow plug is specified in accordance with a value determined at least from the glow plug temperature ( $\theta$ ), the instantaneous glow plug temperature ( $\theta$ ) being determined from the cooling time of the glow plug after it has been switched off and the variation with time of the glow plug temperature ( $\theta(t)$ ) being subdivided into individual intervals ( $t_0-t_1, t_1-t_2, \dots, t_7-t_8$ ), each having associated with it a certain value for the preheating time (t).
2. Method according to Claim 1, characterised in that each interval ( $t_0-t_1, t_1-t_2, \dots, t_7-t_8$ ) has approximately twice the time duration compared with the previous interval.
3. Method according to Claim 1 or 2, characterised in that the value for the preheating time also depends on the voltage (U) at the glow plug.
4. Method according to one of the Claims 1 to 3, characterised in that the value for the preheating time also depends on the type and number of the glow plugs employed.
5. Method according to one of the Claims 1 to 4, characterised in that the preheating time values appropriate for each interval are read from a characteristic field.
6. Flame starting device with a glow plug for carrying out the method according to one of the Claims 1 to 5, characterised by an electronic control unit with a timer for determining the cooling time after the glow plug is switched off and a characteristic field for reading out the corresponding preheating time values.
7. Flame starting device with a glow plug according to Claim 6, characterised in that the electronic control unit is a programmable microprocessor.

## Revendications

1. Procédé pour réchauffer l'air aspiré par les moteurs à combustion interne, au moyen d'un dispositif de

- démarrage à flamme comportant au moins une bougie à incandescence, dispositif qui est commandé de manière que la bougie soit préchauffée de façon permanente pendant un premier laps de temps et soit alimentée de façon pulsée dans un second laps de temps consécutif, et que l'alimentation de la bougie soit coupée après expiration d'un temps de sécurité, 5
- caractérisé en ce que,
- lors d'une nouvelle opération de démarrage effectuée après expiration du temps de sécurité, le nouveau temps de préchauffage ( $t$ ) de la bougie est préfixé d'après une valeur établie au moins à partir de la température ( $\vartheta$ ) de la bougie, la température instantanée ( $\vartheta$ ) de la bougie étant déterminée à partir du temps de refroidissement de la bougie à la suite de la coupure de son alimentation, l'allure dans le temps de la température de la bougie ( $\vartheta(t)$ ) étant subdivisée en différents intervalles ( $t_0-t_1$ ,  $t_1-t_2, \dots$ ,  $t_7-t_8$ ) à chacun desquels est coordonnée une valeur déterminée pour le temps de préchauffage ( $t$ ). 10 15 20
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque intervalle ( $t_0-t_1$ ,  $t_1-t_2, \dots$ ,  $t_7-t_8$ ) présente approximativement une durée double de celle de l'intervalle précédent. 25
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la valeur pour le temps de préchauffage dépend aussi de la tension ( $U$ ) aux bornes de la bougie. 30
4. Procédé selon une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la valeur pour le temps de préchauffage dépend aussi du type et du nombre de bougies employées. 35
5. Procédé selon une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les valeurs du temps de préchauffage pour chaque intervalle sont extraites d'un champ caractéristique. 40
6. Dispositif de démarrage à flamme, comportant une bougie à incandescence, pour la mise en oeuvre du procédé selon une des revendications 1 à 5, caractérisé par une unité électronique de commande avec un minuteur pour déterminer le temps de refroidissement après la coupure de l'alimentation de la bougie et un champ caractéristique d'où peuvent être extraites les valeurs correspondantes pour le temps de préchauffage. 45 50
7. Dispositif de démarrage à flamme avec une bougie selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'unité électronique de commande est un microprocesseur programmable. 55



Spannung  $U$  in V

Vorglühzeit $t$ in Sekunden in Abhängigkeit von den Abkühlintervallen	0-2s	2-6s	6-10s	10-18s	18-34s	34-66s	66-130s	130-480s
10.	9	13	16	20	25	30	38	45
10.5	7	10	13	17	21	26	32	38
11.	5	8	11	14	18	22	27	32
11.5	4	6	9	12	15	19	23	27
12	3	5	8	10	13	16	20	23
12.5	3	5	8	10	12	14	18	20
13.	2	4	7	9	11	13	16	18
13.5	2	4	6	8	10	12	15	17
14.	2	3	5	7	9	11	13	15

**Fig.2**