(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 547 258 B1**

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift: **07.06.95**

(51) Int. Cl.[6]: **F02P 3/045**

(21) Anmeldenummer: **91121608.3**

(22) Anmeldetag: **17.12.91**

(54) **Zündeinrichtung für Brennkraftmaschinen.**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.06.93 Patentblatt 93/25

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.06.95 Patentblatt 95/23

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 132 985
EP-A- 0 229 643
EP-A- 0 458 993
DE-A- 2 759 154
DE-A- 3 447 341
US-A- 3 921 062

(73) Patentinhaber: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
Wittelsbacherplatz 2
D-80333 München (DE)

(72) Erfinder: **Achleitner, Erwin, Dr. Dipl.-Ing.**
Hadamarstrasse 30
W-8400 Regensburg (DE)
Erfinder: **Freudenberg, Hellmut, Dipl.-Ing.**
Tulpenweg 3b
W-8401 Pentling (DE)
Erfinder: **Wier, Manfred, Dr. Dipl.-Ing.**
Ahornweg 2
W-8411 Wenzenbach (DE)
Erfinder: **Elbe, Thomas, Dipl.-Ing.**
Rosenweg 19
W-8411 Laaber (DE)

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).

EP 0 547 258 B1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Zündeinrichtung für Brennkraftmaschinen nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 (EP-A-0470277).

Aus der DE-A-27 59 154 ist eine Zündeinrichtung für Brennkraftmaschinen bekannt, bei welcher die Funkenentladedauer auf einen vorgegebenen Wert geregelt wird, indem die Zeitdauer, innerhalb welcher der Funkenentladestrom bis zu einem vorgegebenen Entladestromniveau abgesunken ist, mit einem vorgegebenen Sollwert verglichen wird und abhängig von dem Vergleichsergebnis die Schließdauer des Primärstromkreises der Zündspule nachgeregelt wird. Damit sollen Änderungen der Belastung an der Zündkerze ausgeglichen werden, wenn infolge Verschmutzung der Zündkerzenelektroden ein Nebenschlußwiderstand gebildet oder durch Abbrand der Elektrodenabstand vergrößert wird.

Aus der DE-A-21 45 285 ist bekannt, daß zum Entzünden des Kraftstoff-Luft-Gemisches in einem Zylinder die anfängliche Stromstärke im Zündfunken wichtig ist.

Dieser Spitzenwert und die Steigung der abfallenden Kurve des Funkenentladestroms vermindern sich aber mit zunehmender Verschmutzung bzw. Vergrößerung des Elektrodenabstandes, so daß die zur Verfügung stehende Zündenergie immer geringer werden kann, ohne eine Nachregelung der Schließdauer beim Gegenstand nach der DE-A-27 59 154 zur Folge zu haben.

Aufgabe der Erfindung ist es demgegenüber, die gattungsgemäße Zündeinrichtung so auszubilden, daß solche Zündkerzenbelastungen und darüber hinaus Temperatureffekte der Zündspule sowie herstellerspezifische Unterschiede der Zündspulen und Zündkerzen, d. h. des Zündkreises insgesamt, erkannt und ausgeglichen werden können.

Diese Aufgabe wird durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 genannten Merkmale gelöst.

Besondere Ausführungsarten der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen 2-7 angegeben.

Der Spitzenwert des im Zündkerzen- oder Sekundärstromkreis im Zündzeitpunkt oder kurz danach fließenden Stromes wird mittels einer Regelung der Schließdauer mit einem Sollwert verglichen. Ist der Spitzenwert infolge irgendeiner Ursache - Übersetzungsverhältnis oder Qualität der Zündspule, Kerzen- oder Kabelzustand, Verschmutzung, Kontaktabbrand usw. - höher oder niedriger als der vorgegebene, in diesem Ausführungsbeispiel von Motordrehzahl und Motorlast abhängige Sollwert, so wird die Schließdauer des Primärstromkreises kürzer oder länger, um so den Istwert wieder auf den Sollwert zu bringen.

Damit ist ein ausreichender Anfangs- oder Spitzenwert des Zündstromes gewährleistet, der für eine sichere Gemischzündung erforderlich ist, unabhängig vom weiteren Verlauf des Zündstromes.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der Zeichnung näher erläutert.

Die einzige Figur der Zeichnung zeigt ein Prinzip-Schaltbild der Zündeinrichtung. Die Primärwicklung 1 einer Zündspule SP wird über einen Schalttransistor 3 angesteuert. Der erste Anschluß der Sekundärwicklung 2 wird zu einer oder mehreren Zündkerzen ZK und der zweite Anschluß ist über einen Sensor 4 mit dem Minuspol einer nicht dargestellten Versorgungsspannungsquelle verbunden. Gestrichelt angedeutet ist eine weitere Sekundärwicklung von möglichen weiteren Zündspulen, deren zweite Anschlüsse auf den gemeinsamen Punkt P führen. Von diesem Punkt P führt eine Meßleitung 8 über einen Spitzenwert-Gleichrichter 14 zu einem Anschlußpin 12 eines Mikroprozessors 16.

Bis hierher entspricht die Schaltung der bekannten Zündeinrichtung, von welcher die Erfindung ausgeht.

Der Mikropozessor 16 weist softwaremäßig die Funktion einer Zündsteuerschaltung auf. Die wichtigsten Größen einer Zündsteuerung sind der Zündzeitpunkt ZZP und die Schließdauer SD des Primärstromkreises. Aus beiden Größen kann dann der Schließbeginn, bezogen auf die Kurbelwellenstellung der Brennkraftmaschine, bestimmt werden.

Der Zündzeitpunkt wird in an sich bekannter Weise aus verschiedenen Betriebsparametern der Brennkraftmaschine ermittelt und interessiert hier nicht weiter.

Schließbeginn und Zündzeitpunkt bestimmen Anfang und Ende eines Steuerimpulses ST, der an die Basis des Schalttransistors 3 gelangt und diesen öffnet, so daß in der Primärwicklung 1 der Zündspule SP Strom fließen kann.

Der bei der Zündung eines bestimmten Zylinders x (Index x = 1 ... z, wobei z gleich der Zylinderzahl entspricht) auftretende Spitzenwert Ix des sekundärseitigen Zündstromes wird im Spitzenwert-Gleichrichter14 gespeichert. Der Wert der Schließdauer besteht aus einem Vorsteuerwert V, der mit einem Anpaßwert fakx gewichtet wird.

In einem ersten Speicherberech 5 sind in einer Tabelle oder in einem Kennfeld mehrere Vorsteuerwerte V in Abhängigkeit von wenigstens einem Betriebsparameter, beispielsweise von der Motordrehzahl N, der Motorlast LM, der Motortemperatur T oder, wie zu diesem Ausführungsbeispiel, der Versorgungsspannung UB gespeichert.

In einem zweiten Speicherbereich 6 sind in einem Kennfeld, abhängig von Motordrehzahl N und Motorlast (gemessen über die Luftmasse LM) Sollwerte S für den Spitzenwert des Zündstromes gespeichert.

Istwert Ix und Sollwert S werden zu einem geeigneten Zeitpunkt in eine erste Rechenschaltung 7 (diese und weitere Rechenschaltungen sind softwaremäßig im Rechenprogramm des Mikroprozessors 16 enthalten) übertragen, welche einen der Differenz beider Werte zugeordneten Anpaßwert fakx errechnet, der anschließend in einem Zwischenspeicher 9 abgelegt wird. Die Zuordnung kann additiv, multiplikativ oder anders erfolgen.

Dieser Zwischenspeicher 9 weist für jeden Zylinder x der Brennkraftmaschine einen Speicherplatz auf, in den der errechnete Anpaßwert fakx zylinderselektiv abgelegt wird, bis er für den nächsten Zündvorgang dieses Zylinders weiterverarbeitet wird.

Vor der Zwischenspeicherung wird in einem weiteren Programmschritt, in der Zeichnung dargestellt als eine weitere Rechenschaltung 11, noch geprüft, ob der errechnete Wert fakx größer als ein vorgegebener oberer (fakmax) oder kleiner als ein vorgegebener unterer Grenzwert fakmin ist. Falls dies zutrifft, wird fakx vor der Weiterverarbeitung auf diesen Grenzwert gesetzt und anschließend zwischengespeichert. Zur Bestimmung der nächsten Schließdauer SDx dieses Zylinders x werden der momentan gültige Vorsteuerwert V und der Anpaßwert fakx aus ihren Speichern 5 und 9 in eine zweite Rechenschaltung 10 übertragen und dort miteinander - beispielsweise additiv oder multiplikativ - zur Schließdauer SDx des Zylinders x verknüpft.

Um bei hohen Motordrehzahlen N nicht an die Grenze der Rechenkapazität des Mikroprozessors 16 zu stoßen - dieser hat eine Vielzahl von Berechnungen durchzuführen - ist in diesem Ausführungsbeispiel vorgesehen, die zylinderselektive Berechnung des Anpaßwertes fakx nur unterhalb eines vorgegebenen Motordrehzahl-Grenzwertes NG vorzunehmen und bei Erreichen oder Überschreiten dieses Grenzwertes nur den Anpaßwert fakl eines bestimmten ersten Zylinders (x = 1) zu berechnen und für alle weiteren Zylinder während eines kompletten Zündzyklus (2 Umdrehungen der Kurbelwelle bei einem VierTakt-Motor) mitzuverwenden.

Dazu wird im Drehzahlbereich unterhalb des Motordrehzahl-Grenzwertes NG für jeden weiteren Zylinder (x = 2 ... z) ein Korrekturwert korx errechnet, welcher dem Verhältnis fakx/fakl zugeordnet ist, und in einem weiteren Speicherbereich 13 gespeichert. Diese Werte bleiben auch nach dem Abstellen des Motors gespeichert.

Oberhalb des Motordrehzahl-Grenzwertes NG bleiben diese Korrekturwerte unverändert und werden zur Bildung der Schließdauerwerte SDx mit herangezogen. Mit der Berechnung neuer Korrekturwerte wird erst nach einer vorgegebenen Zahl von Motorumdrehungen nach Motorstart begonnen.

Somit werden die Schließdauern, wie folgt, berechnet:

N NG	N NG
SD1 = V * fak1	SD1 = V * fak1
SD2 = V * fak2	SD2 = V * fak1 * kor2
. . .	. . . .
. . .	. . . .
. . .	. . . .
SDz = V * fakz	SDz = V * fak1 * korz

Vor der Ausgabe der auf diese Weise ermittelten Schließdauerwerte SDx wird in diesem Ausführungsbeispiel noch geprüft, ob diese größer als ein vorgegebener oberer (SDmax) oder kleiner als ein vorgegebener unterer Grenzwert (SDmin) sind. Diese Grenzwerte können vorzugsweise selbst von wenigstens einem Betriebsparameter abhängig gespeichert sein.

Bei zu kleinem Schließdauerwert SD < SDmin ist eine sichere Zündung nicht gewährleistet und bei einem zu großen Schließdauerwert SD > SDmax besteht die Gefahr zu großer Erhitzung der Zündspule.

Patentansprüche

1. Zündeinrichtung für Brennkraftmaschinen, mit wenigstens einer Zündspule (SP) mit von der Primärwicklung (1), die Teil des Primärstromkreises ist, getrennter Sekundärwicklung (2), wobei der erste Anschluß der Sekundärwicklung (2) direkt zu einer oder über einen Verteiler zu mehreren Zündkerzen (ZK) führt und wobei der zweite Anschluß der Sekundärwicklung (2) der einen oder aller Zündspulen auf einen gemeinsamen Punkt (P) und von diesem über einen Sensor (4) zum Minuspol einer Versorgungsspannungsquelle führt, und mit einer von dem gemeinsamen Punkt (P) über einen Spitzenwert-Gleichrichter (14) zu einer in einem Mikroprozessor (16) enthaltenen Zündsteuerschaltung führenden Meßleitung (8),
dadurch gekennzeichnet, daß
die Zündsteuerschaltung
   - einen ersten Speicherbereich (5) aufweist, in welchem wenigstens einem Betriebsparamter zugeordnete Vorsteuerwerte (V) für die Schließdauer (SD) des Primärstromkreises der Zündspule (SP) gespeichert sind,
   - einen zweiten Speicherbereich (6) aufweist, in welchem von wenigstens einer Betriebsgröße (N, LM) der Brennkraftmaschine abhängige Sollwerte (S) für den Spitzenwert des Zündstromes (I) gespeichert sind,
   - eine erste Rechenschaltung (7) aufweist, welcher der im Spitzenwert-Gleichrichter (14) gespeicherte Istwert (I) des Zündstrom-Spitzenwertes und der Sollwert (S) zugeführt werden und welche daraus einen der Differenz von Soll- und Istwert zugeordneten Anpaßwert (fak) errechnet, welcher in einem dritten Speicherbereich (9) zwischengespeichert wird, und
   - eine zweite Rechenschaltung (10) aufweist, welche den Vorsteuerwert (V) abhängig von dem errechneten Anpaßwert (fak) verändert, wobei der veränderte Vorsteuerwert der Schließdauer (SD) entspricht.

2. Zündeinrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
für den Anpaßwert (fak) ein oberer (fakmax) und ein unterer Grenzwert (fakmin) vorgegeben ist.

3. Zündeinrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß
ein Motordrehzahl-Grenzwert (NG) vorgegeben ist, unterhalb dessen der Anpaßwert (fakx) für Jeden Zylinder (x = 1 ... z) der Brennkraftmaschine getrennt, d. h. zylinderselektiv, ermittelt wird und oberhalb dessen er nur für einen bestimmten ersten Zylinder (x = 1) ermittelt, aber allen weiteren Zylindern (x = 2 ... z) zugeordnet wird und daß für alle weiteren Zylinder (x = 2 ... z) unterhalb des Motordrehzahl-Grenzwertes (NG) ein Korrekturwert (korx) berechnet und gespeichert wird, welcher dem Verhältnis fakx/fakl zugeordnet ist und welcher oberhalb des Motordrehzahl-Grenzwertes (NG) mit dem Anpaßwert (fakl) des bestimmten ersten Zylinders (x = 1) additiv oder multiplikativ zu einem Anpaßwert (fakx = fakl * korx) verknüpft wird.

4. Zündeinrichtung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, daß
mit der Berechnung der Korrekturwerte (korx) für die weiteren Zylinder (x = 2 ... z) erst nach einer vorgegebenen Zahl von Motorumdrehungen nach Motorstart begonnen wird.

5. Zündeinrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß
ein Betriebsparamter für den Vorsteuerwert (V) die Versorgungsspannung (UB) ist.

6. Zündeinrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß
für den Wert (SDx) der Schließdauer ein oberer (SDmax) und ein unterer Grenzwert (SDmin) vorgegeben ist.

7. Zündeinrichtung nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, daß
wenigstens einer der Grenzwerte (SDmax, SDmin) von wenigstens einem Betriebsparameter abhängig

ist.

Claims

1. Ignition for internal combustion engines, having at least one ignition coil (SP) with a secondary winding (2) which is divided from the primary winding (1) which is part of the primary circuit, the first terminal of the secondary winding (2) leading directly to one spark plug (ZK) or via a distributor to a plurality of spark plugs (ZK), the second terminal of the secondary winding (2) of the one ignition coil or of all the ignition coils leading to a common point (P) and from the latter to the negative pole of a supply voltage source via a sensor (4), and with a measurement line (8) which leads from the common point (P) via a peak-value rectifier (14) to an ignition control circuit which is contained in a micro-processor (16), characterized in that the ignition control circuit
   - has a first memory area (5) in which pilot control values (V), which are assigned to at least one operating parameter, for the closing duration (SD) of the primary circuit of the ignition coil (SP) are stored,
   - has a second memory area (6) in which set values (S), dependent on at least one operating variable (N, LM) of the internal combustion engine, for the peak value of the ignition coil (I) are stored,
   - has a first computing circuit (7) to which the actual value (I), stored in the peak-value rectifier (14), of the peak value of the ignition current and the set value (S) are fed and which calculates therefrom an adaptation value (fak) which is assigned to the difference between the set value and actual value and is buffered in a third memory area (9), and
   - has a second computing circuit (10) which changes the pilot control value (V) as a function of the calculated adaptation value (fak), the changed pilot control value corresponding to the closing duration (SD).

2. Ignition device according to Claim 1, characterized in that an upper limit value (fakmax) and a lower limit value (fakmin) are prescribed for the adaptation value (fak).

3. Ignition device according to Claim 1, characterized in that a limit value (NG) for the engine rpm is prescribed, below which limit value (NG) the adaptation value (fakx) for each cylinder (x = 1 ... z) of the internal combustion engine is determined separately, i.e. selectively for each cylinder and above which it is only determined for a specific first cylinder (x = 1) but is assigned to all the other cylinders (x = 2 ... z), and in that a correction value (korx) is calculated for all the other cylinders (x = 2 ... z) below the limit value (NG) for the engine rpm and stored, which correction value (korx) is assigned to the ratio fakx/fak1 and which, above the limit value (NG) of the engine rpm, is logically connected additively or multiplicatively with the adaptation value (fak1) of the specific first cylinder (x = 1) to form an adaptation value (fakx = fak1 * korx).

4. Ignition device according to Claim 3, characterized in that the calculation of the correction value (korx) for the other cylinders (x = 2 ... z) is not started until after a prescribed number of revolutions of the engine after the engine has started.

5. Ignition device according to Claim 1, characterized in that an operating parameter for the pilot control value (V) is the supply voltage (UB).

6. Ignition device according to Claim 1, characterized in that an upper limit value (SDmax) and a lower limit value (SDmin) are prescribed for the value (SDx) of the closing duration.

7. Ignition device according to Claim 6, characterized in that at least one of the limit values (SDmax, SDmin) is dependent on at least one operating parameter.

Revendications

1. Dispositif d'allumage pour moteurs à combustion interne comportant au moins une bobine d'allumage (SP), avec enroulement secondaire (2) séparé de l'enroulement primaire (1), qui fait partie du circuit de courant primaire, la première borne de l'enroulement secondaire (2) conduisant directement à une bougie d'allumage ou, par l'intermédiaire d'un distributeur, à plusieurs bougies d'allumage (ZK) et la

deuxième borne de l'enroulement secondaire (2) d'une ou de toutes les bobines d'allumage conduisant à un point commun (P) et, de ce point, en passant par un capteur (4), au pôle négatif d'une source de tension d'alimentation, et comportant une ligne de mesure (8) conduisant du point commun (P), en passant par un redresseur de valeur de crête (14), à un montage de commande d'allumage contenu dans un microprocesseur (16), caractérisé en ce que le montage d'allumage présente

- une première zone de mémoire (5), dans laquelle des valeurs de précommande (V) associées à au moins un paramètre de fonctionnement sont stockées pour la durée de fermeture (SD) du circuit de courant primaire de la bobine d'allumage (SP),
- une deuxième zone de mémoire (6), dans laquelle des valeurs de consigne (S) fonction d'au moins une grandeur de fonctionnement (N, LM) du moteur à combustion interne sont stockées pour la valeur de crête du courant d'allumage (I),
- un premier montage de calcul (7), auquel sont appliquées la valeur réelle (I) de la valeur de crête du courant d'allumage mis en mémoire dans le redresseur de valeur de crête (14) et la valeur de consigne (S) et qui, à partir de celles-ci, calcule une valeur d'adaptation (fak) associée à la différence de la valeur de consigne et de la valeur réelle, valeur d'adaptation qui est stockée en tampon dans une troisième zone de mémoire (9), et
- un deuxième circuit de calcul (10), qui modifie la valeur de précommande (V) en fonction de la valeur d'adaptation calculée (fak), la valeur de précommande modifiée correspondant à la durée de fermeture (SD).

2. Dispositif d'allumage selon la revendication 1,
caractérisé en ce que
une valeur limite supérieure (fakmax) et une valeur limite inférieure (fakmin) sont prédéfinies pour la valeur d'adaptation (fak).

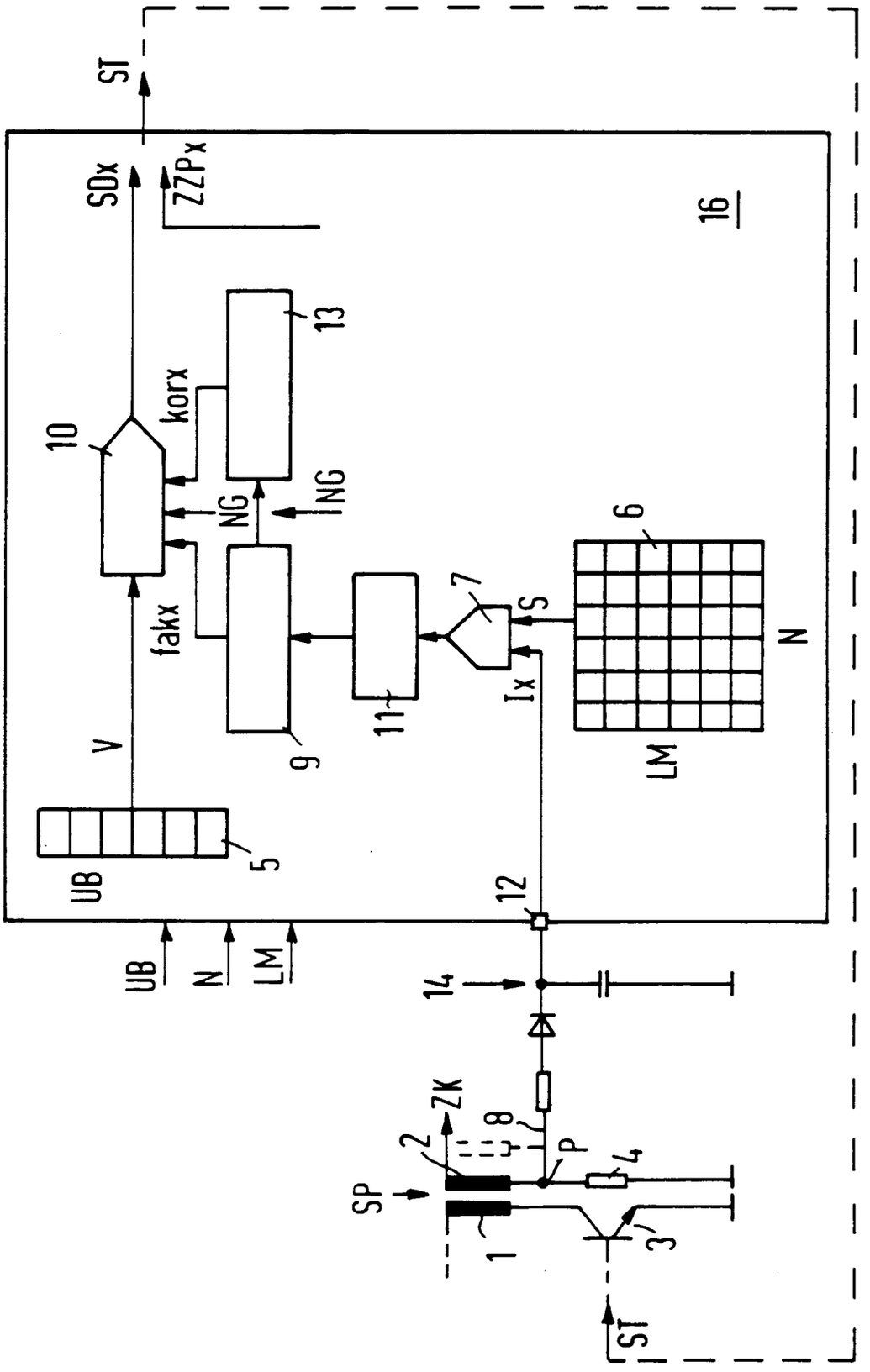
3. Dispositif d'allumage selon la revendication 1,
caractérisé en ce qu'
on prédéfinit une valeur limite (N) de la vitesse de rotation du moteur, au-dessous de laquelle la valeur d'adaptation (fakx) est recherchée séparément pour chaque cylindre (x = 1... z) du moteur à combustion interne, c'est-à-dire sélectivement pour chaque cylindre, et au-dessus de laquelle elle n'est recherchée que pour un premier cylindre déterminé (x = 1), mais est attribué à tous les autres cylindres (x = 2... z) et en ce que, pour tous les autres cylindres (x = 2 ... z) au-dessous de la valeur limite (NG) de la vitesse de rotation du moteur, on calcule et met en mémoire une valeur de correction (korx), qui est associée au rapport fakx/fakl et qui, au-dessus de la valeur limite (NG) de la vitesse de rotation du moteur, est combinée avec la valeur d'adaptation (fakl) du premier cylindre déterminé (x = 1) par addition ou multiplication pour élaborer une valeur d'adaptation (fakx = fakl * korx).

4. Dispositif d'allumage selon la revendication 3,
caractérisé en ce que
le calcul des valeurs de correction (korx) pour les autres cylindres (x = 2 ... z) ne commence qu'après un nombre prédéfini de tours du moteur après le démarrage de ce moteur.

5. Dispositif d'allumage selon la revendication 1,
caractérisé en ce qu'
un paramètre de fonctionnement pour la valeur de précommande (V) est la tension d'alimentation (UB).

6. Dispositif d'allumage selon la revendication 1,
caractérisé en ce qu'
on prédéfinit, pour la valeur (SDx) de la durée de fermeture, une valeur limite supérieure (SDmax) et une valeur limite inférieure (SDmin).

7. Dispositif d'allumage selon la revendication 6,
caractérisé en ce qu'
au moins l'une des valeurs limites (SDmax, SDmin) dépend d'au moins un paramètre de fonctionnement.


ST
SDx
ZZPx
16
korx
13
10
NG
NG
6
fakx
7
S
N
Ix
11
9
LM
V
UB
5
12
UB
N
LM
14
ZK
2
8
P
4
SP
1
3
ST