



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 590 181 A1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **92116652.6**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **F02P 3/045**

22 Anmeldetag: **29.09.92**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**06.04.94 Patentblatt 94/14**

72 Erfinder: **Fisch, Alfons, Dipl.-Ing. (FH)**  
**Litzelsdorf 4**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB**

**W-8411 Falkenstein(DE)**

Erfinder: **Gerken, Hartmut, Dipl.-Ing. (FH)**

71 Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**  
**Wittelsbacherplatz 2**  
**D-80333 München(DE)**

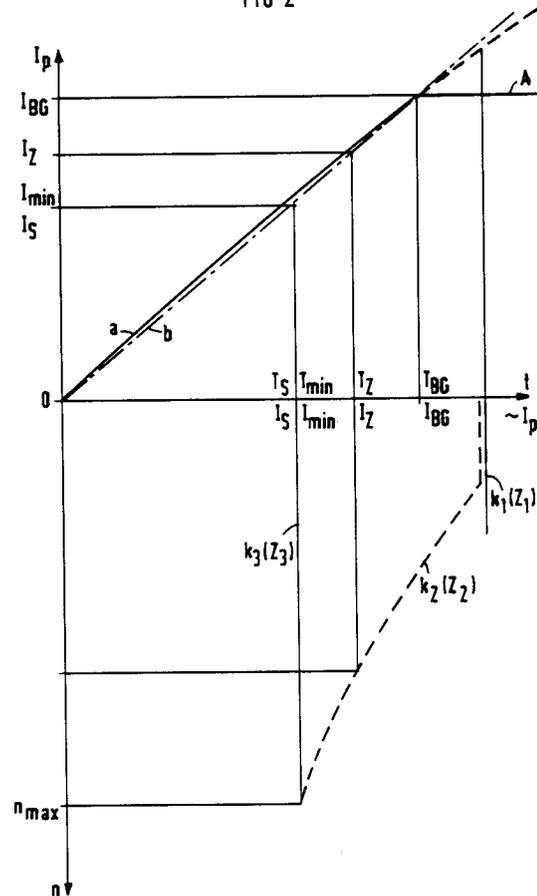
**Josef-Geller-Strasse 1**

**W-8419 Nittendorf(DE)**

54 Verfahren zur Ermittlung der Schliessdauer des Primärkreises in einer Zündanlage einer Brennkraftmaschine.

57 Verfahren zur Ermittlung der Schließdauer des Primärstromkreises einer Zündspule in einer Zündanlage einer Brennkraftmaschine, wobei der Primärstrom der Zündspule mit einem Schwellwert verglichen wird. Dieser Schwellwert wird geräteindividuell vor der ersten Inbetriebnahme des Zündsteuergerätes gemessen und nichtflüchtig abgespeichert. Nach der Dauer, welche der Primärstrom braucht, um diesen Schwellwert zu erreichen, wird die Schließdauer für den gewünschten Zündstrom, der von der Motordrehzahl und zusätzlich vom Betriebszustand der Brennkraftmaschine abhängig sein kann, berechnet.

FIG 2



EP 0 590 181 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung der Schließdauer des Primärstromkreises einer Zündspule in einer Zündanlage einer Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 (DE-OS 30 34 440).

Beim Betrieb einer Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung wird für die Erzeugung der Zündfunken ein Steuergerät mit wenigstens einer Zündspule verwendet, dessen Aufgabe es ist, den Primärstrom in der Zündspule rechtzeitig einzuschalten und zum Zündzeitpunkt wieder auszuschalten.

Unter Berücksichtigung der Drehzahldynamik muß der Einschaltzeitpunkt des Primärstromes vorverlegt werden, um zum Zündzeitpunkt einen ausreichenden Zündstromwert sicherzustellen, damit sogenannte "Beschleunigungsaussetzer" vermieden werden. Der Primärstrom darf jedoch einen Maximalwert nicht überschreiten, um eine Schädigung oder Zerstörung der Zündanlage zu verhindern.

Beispielsweise aus der DE-PS 29 03 978 ist es bekannt, die Schließdauer des Primärstromkreises in Abhängigkeit von der Betriebsspannung zu steuern.

Es ist auch bekannt, den Primärstrom auf einen vorgegebenen Wert zu begrenzen und die Schließdauer so festzulegen, daß eine vorgegebene Dauer der Strombegrenzung erreicht wird (DE-OS 31 05 857).

Aus der DE-OS 30 34 440 ist eine Zündanlage bekannt, bei der die Dauer, die der Primärstrom bis zum Erreichen eines festlegbaren Schwellwertes, der kleiner als der Primärstromwert im Zündzeitpunkt ist, benötigt, gemessen und daraus unter Berücksichtigung der gemessenen Beschleunigung ein Wert für die Schließdauer ermittelt wird.

Obwohl die Schaltungen dieser Zündsteuergeräte so ausgelegt sind, daß auch bei Bauteilwerten an der Grenze der zugelassenen Toleranzen der Schwellwert oder Begrenzungswert des Primärstromes innerhalb ihrer vorbestimmten Toleranzgrenzen bleiben und auch im ungünstigsten Fall einen ausreichenden Zündstromwert ermöglichen, so erfolgt in der Regel doch ein Stromabgleich, um den Zündstrom genau zu bestimmen, der beispielsweise durch Trimmen (z.B. Laserschnitt) eines Widerstandes während der Geräteprüfung erfolgt. Solche Abgleicharbeiten sind zeit- und kostenaufwendig.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren zu entwickeln, bei dessen Anwendung die Schließdauer des Primärstromkreises im Zündsteuergerät mit der erforderlichen Genauigkeit bestimmt werden kann, ohne daß ein teurer Stromabgleich erforderlich ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher erläutert.

Es zeigen:

Figur 1 den prinzipiellen Aufbau einer Zündanlage und

Figur 2 ein Diagramm des Primärstroms über der Zeit und der Schließdauer über Drehzahl und Betriebszustand.

Eine mit Begrenzung des Primärstromes  $I_p$  arbeitende Zündanlage einer Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug besteht nach Figur 1 aus einem nicht näher ausgeführten Zündsteuergerät 1 und einem in diesem enthaltenen Regler 2, welcher den vom Pluspol  $+U_b$  der Bordspannung  $U_b$  über die Primärwicklung 4 einer Zündspule 3 und einen Meßwiderstand 7 zum Minuspol  $-U_b$  der Bordspannung fließenden Primärstrom  $I_p$  über einen zwischen Primärwicklung 4 und Meßwiderstand 7 angeordneten Schalter 6 ein- und ausschaltet und auf einen vorgegebenen Strombegrenzungswert  $I_{BG}$  begrenzt, der als Schwellwert für das Einsetzen der Strombegrenzung anzusehen ist.

Das Zündsteuergerät 1 ermittelt aus verschiedenen, nicht näher bezeichneten Motorparametern  $P$  sowie der Motordrehzahl  $n$  und dem Betriebszustand  $Z$  (Start, Leerlauf, Vollast usw.) der Brennkraftmaschine in an sich bekannter Weise den Zündzeitpunkt, bei dem der Primärstrom unterbrochen wird und an einer an die Sekundärwicklung 5 der Zündspule 3 angeschlossenen Zündkerze 8 ein Zündfunke entsteht, und davon ausgehend den Schließzeitpunkt zum Einschalten des Primärstromes  $I_p$  und übermittelt entsprechende Befehle über eine Leitung 1a an den Regler 2, der diese Befehle ausführt, indem er den Schalter 6 öffnet oder schließt. Die Strombegrenzung des Primärstromes  $I_p$  auf den Wert  $I_{BG}$  führt der Regler mittels Vergleich der am Meßwiderstand 7 abfallenden Spannung mit einem Schwellwert  $U_{BG}$  selbst durch.

Aufgrund der Schaltungsauslegung und der zugelassenen Toleranzwerte für die einzelnen Bauteile des Zündsteuergerätes ergibt sich ohne Abgleich nun ein zunächst nicht bekannter Wert  $I_{BG}$ , bei dem die Strombegrenzung einsetzt, der lediglich die Bedingung erfüllen muß, daß er oberhalb eines minimalen Zündstromwertes  $I_{min}$  liegt, der mit Sicherheit für eine Entzündung des Kraftstoff-Luft-Gemisches ausreicht.

Insbesondere nach dem Start und bei niedrigen Motordrehzahlen und kleiner Last weist die Brennkraftmaschine ein großes Beschleunigungsvermögen auf, so daß die Schließdauer in diesen Bereichen vorsorglich vergrößert werden muß, damit auch bei maximaler Beschleunigung der erforderliche Zündstromwert  $I_z$  erreicht wird. Dieses Be-

schleunigungsvermögen verringert sich mit zunehmender Motordrehzahl  $n$  und wird bei maximaler Motordrehzahl zu Null.

Figur 2 zeigt ein Diagramm, welches das Verhältnis von Primärstrom  $I_p$  (auf der Ordinate nach oben) und Schließdauer (auf der Abszisse) sowie zwischen dieser und der Motordrehzahl  $n$  (auf der Ordinate nach unten) darstellt.

Beim Einschalten des Primärstromkreises im Schließwinkel steigt der Primärstrom  $I_p$  vom Wert Null exponentiell bis zu einem nicht dargestellten Sättigungswert an, wird jedoch ab dem Erreichen des Strombegrenzungswertes  $I_{BG}$  auf diesem Wert konstant gehalten (Kurve A).

Im Bereich der unteren zwei Drittel des gesamten Primärstrombereiches kann der zeitliche Anstieg des Primärstromes als hinreichend linear angesehen werden, vgl. in Figur 2 die durchgezogene Kurve a mit der Strichpunktierten Geraden b. Damit aber liegt auch ein bestimmtes Verhältnis  $k$  eines beliebig vorgegebenen Zündstromwertes  $I_Z$  zu diesem Strombegrenzungswert  $I_{BG}$  mit hinreichender Genauigkeit auf dieser Kurve a des Primärstromes  $I_p$ .

Bei der Endprüfung jedes Zündsteuergerätes wird nun der geräteindividuelle Wert  $I_{BG}$ , bei dem die Strombegrenzung des Primärstromes einsetzt, gemessen und das Verhältnis  $k = I_Z/I_{BG}$  des gewünschten Zündstromes  $I_Z$  zu diesem Strombegrenzungswert  $I_{BG}$  im Zündsteuergerät 1 nichtflüchtig abgespeichert. Für  $k < 1$  ist  $I_Z < I_{BG}$  und für  $k \geq 1$  ist  $I_Z = I_{BG}$ , wobei für  $k > 1$  die Strombegrenzung wirksam wird.

Im Betrieb des mit Brennkraftmaschine verbundenen Zündsteuergerätes wird beim Erreichen bestimmter Betriebszustände, beispielsweise nach Beendigung eines Startvorganges, wenn die Bordspannung einen statischen Wert erreicht hat, die Schwellwertdauer  $T_{BG}$ , welche der Primärstrom benötigt, um vom Wert Null bis zum Strombegrenzungswert  $I_{BG}$  anzusteigen, über eine Leitung 2a gemessen und gespeichert. Die zum Erreichen des vorgegebenen Zündstromwertes  $I_Z$  benötigte Schließdauer  $T_Z$  wird anschließend nach der Formel  $T_Z = k * T_{BG}$  berechnet und der Schließwinkel so bestimmt, daß die Schließdauer im Zündwinkel, d.h., im Zündzeitpunkt endet.

Damit ist gleichzeitig die Abhängigkeit der Schließdauer  $T_Z$  sowie der Schwellwertdauer  $T_{BG}$  von der Betriebsspannung  $U_b$  mit erfaßt und berücksichtigt.

Eine weitere vorteilhafte und energiesparende Verbesserung kann dadurch erreicht werden, daß das drehzahlabhängige Verhältnis  $k(n) = I_Z/I_{BG}$  auch von unterschiedlichen Betriebszuständen  $Z$  der Brennkraftmaschine abhängig gemacht wird und die Tabelle zu einem Kennfeld  $k(n,Z)$  erweitert wird, denn es ist ohne weiteres einsichtig, daß im

Startbetrieb andere Zündströme  $I_Z$  bzw. Schließdauern  $T_Z$  erforderlich sein können als im Leerlauf bzw. Schubetrieb oder Teil- bzw. Vollast.

Gemäß dem Zusammenhang  $k = I_Z/I_{BG} = T_Z/T_{BG}$  können der Primärstrom  $I_p$  und das Verhältnis  $k$  auch - mit einem zum Zeitmaßstab proportionalen Maßstab - auf der Abszisse aufgetragen werden. Mit der auf der Ordinate nach unten aufgetragenen Drehzahl entsteht dann ein Diagramm für die Kurve  $k(n)$  bzw. mehrere Kurven  $k(n,Z)$ , nach denen dann die aktuellen Schließdauern nach der Formel  $T_Z = k(n) * T_{BG}$  oder  $T_Z = k(n, Z) * T_{BG}$  berechnet werden können, welche über die betriebsspannungsabhängige Schwellwertdauer  $T_{BG}$  ebenfalls betriebsspannungsabhängig sind. So ist beispielsweise für den Betriebszustand  $Z_1 =$  Startvorgang eine Kennlinie  $k_1(Z_1)$  denkbar, die bis etwa 2000 U/min reicht und für den ganzen Bereich einen Wert  $k = 1,2 =$  konstant vorschreibt. Für den Betriebszustand  $Z_2 =$  Vollast kann die Kennlinie  $k_2(Z_2)$  den in Figur 2 gezeigten gestrichelten Verlauf haben, wobei das Verhältnis  $k$  von 1,2 bei etwa 1300 U/min kontinuierlich bis auf  $k = I_{min}/I_{BG}$  bei der Maximaldrehzahl  $n_{max}$  abnimmt, entsprechend dem drehzahlabhängigen Beschleunigungsvermögen der Brennkraftmaschine. Eine dritte Kennlinie  $k_3(Z_3)$  könnte beispielsweise dem Betriebszustand  $Z_3 =$  Schubetrieb zugeordnet sein, wobei hier  $k_3 = I_{min}/I_{BG} =$  konstant über den ganzen Drehzahlbereich ist. Weitere Kennlinien für andere Betriebszustände sind denkbar. Immer dann, wenn einer dieser Betriebszustände erreicht wird, oder wenn sich die Betriebsspannung  $U_b$  um einen bestimmten Betrag oder Anteil ändert, wird die Schwellwertdauer  $T_{BG}$  neu gemessen.

Ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens bezieht sich auf Zündanlagen ohne Primärstrombegrenzung. Bei solchen Zündanlagen ist ein Strombegrenzungswert  $I_{BG}$  nicht definierbar. An Stelle des Reglers 2 in Figur 1 tritt dann ein Komparator, in welchem der Primärstrom mit einem freigewählten Schwellwert  $I_S$  verglichen wird. Dieser ist in Figur 2 beispielsweise auf den kleinsten erforderlichen Zündstrom  $I_{min}$  gesetzt.

Alle weiteren Verfahrensschritte sind identisch mit denen nach dem ersten Ausführungsbeispiel, nur daß an Stelle des Strombegrenzungswertes  $I_{BG}$  der Schwellwert  $I_S$  gesetzt wird und sich dem entsprechend an Stelle der Strombegrenzungsdauer  $T_{BG}$  nunmehr die Schwellwertdauer  $T_S$  ergibt und die Verhältnisse  $k = I_Z/I_S$  entsprechend ändern. Für  $I_Z = I_{min} = I_S$  ergibt sich  $k = 1$ , für alle anderen  $I_Z > I_{min}$  ergibt sich  $k > 1$ .

Dieses Verfahren nach dem zweiten Ausführungsbeispiel ist auch auf Zündanlagen anwendbar, die zwar eine Primärstrombegrenzung aufweisen, die aber nur zur Schadensverhütung vorgesehen ist und im normalen Betrieb der Brennkraftmaschi-

ne nicht tätig wird.

Die Bestimmung der Schließdauer  $T_Z$  kann für jede Zündperiode oder nur dann neu berechnet werden, wenn sich das Verhältnis  $k$  oder die Schwellwertdauer  $T_{BG}$  bzw.  $T_S$  geändert hat.

5

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schließdauer (TZ) nach jeder Änderung des Verhältnisses ( $k$ ) oder der Schwellwertdauer ( $T_S, T_{BG}$ ) neu berechnet wird.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung der Schließdauer des Primärstromkreises einer Zündspule in einer Zündanlage einer Brennkraftmaschine, mit einem Zündsteuergerät, in welchem der Primärstrom mit einem Schwellwert (IS) verglichen wird, dadurch gekennzeichnet,
- daß vor der ersten Inbetriebnahme des Zündsteuergerätes der geräteindividuelle Schwellwert (IS, IBG) gemessen wird und das Verhältnis ( $k = I_Z/IS$  bzw.  $k = I_Z/IBG$ ) wenigstens eines vorgegebenen Zündstromwertes ( $I_Z$ ) zu diesem Schwellwert (IS, IBG) im Zündsteuergerät nichtflüchtig abgespeichert wird,
  - daß im Betrieb der Brennkraftmaschine beim Erreichen bestimmter Betriebszustände oder in bestimmten zeitlichen Abständen die Schwellwertdauer ( $T_S, T_{BG}$ ), welche der Primärstrom benötigt, um vom Wert Null bis zum Schwellwert (IS, IBG) anzusteigen, gemessen und gespeichert wird, und
  - daß die Schließdauer (TZ) zum Erreichen des vorgegebenen Zündstromwertes ( $I_Z$ ) nach der Formel  $TZ = k * T_S$  bzw.  $TZ = k * T_{BG}$  berechnet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis ( $k(n)$ ) von der Drehzahl ( $n$ ) der Brennkraftmaschine abhängig ist.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis ( $k_Z(n)$ ) zusätzlich vom Betriebszustand ( $Z$ ) der Brennkraftmaschine abhängig ist.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Startvorgang, Ende eines Startvorgangs, Leerlauf, Schubbetrieb, Teil- oder Vollast bestimmte Betriebszustände sind.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Änderung der Betriebsspannung (UB) um einen vorgegebenen Betrag oder Anteil ein bestimmter Betriebszustand ist.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schließdauer (TZ) für jede Zündperiode berechnet wird.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

4

FIG 1

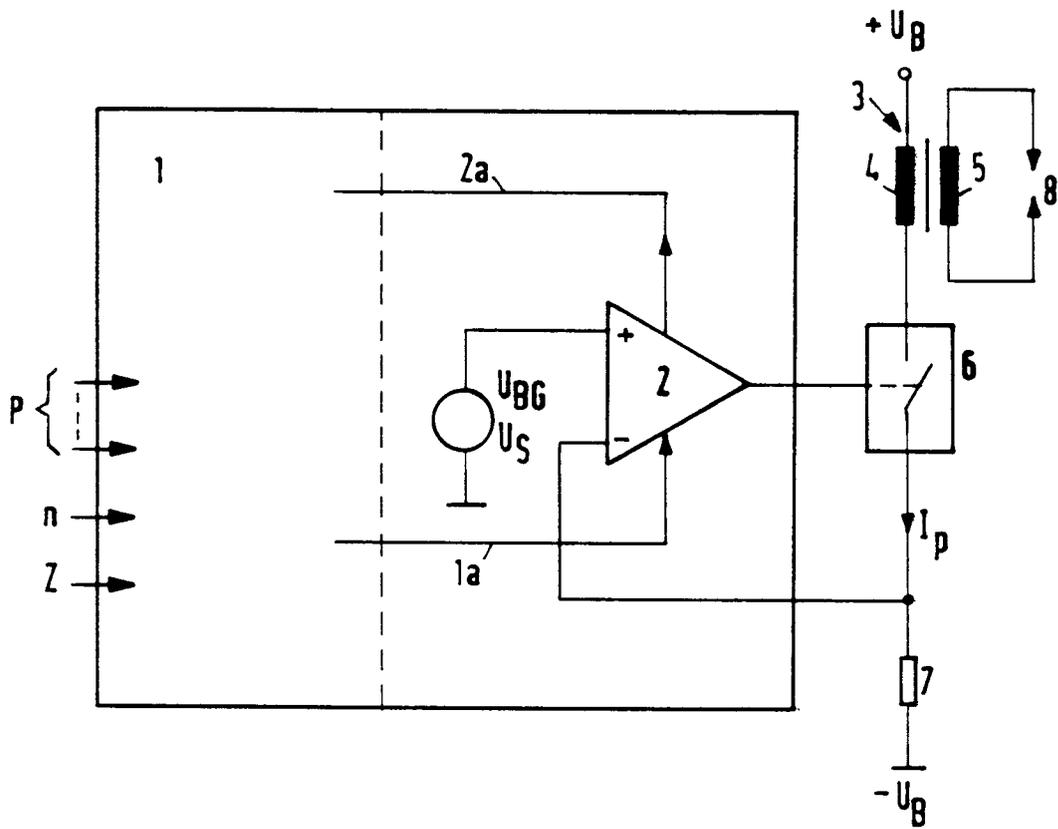
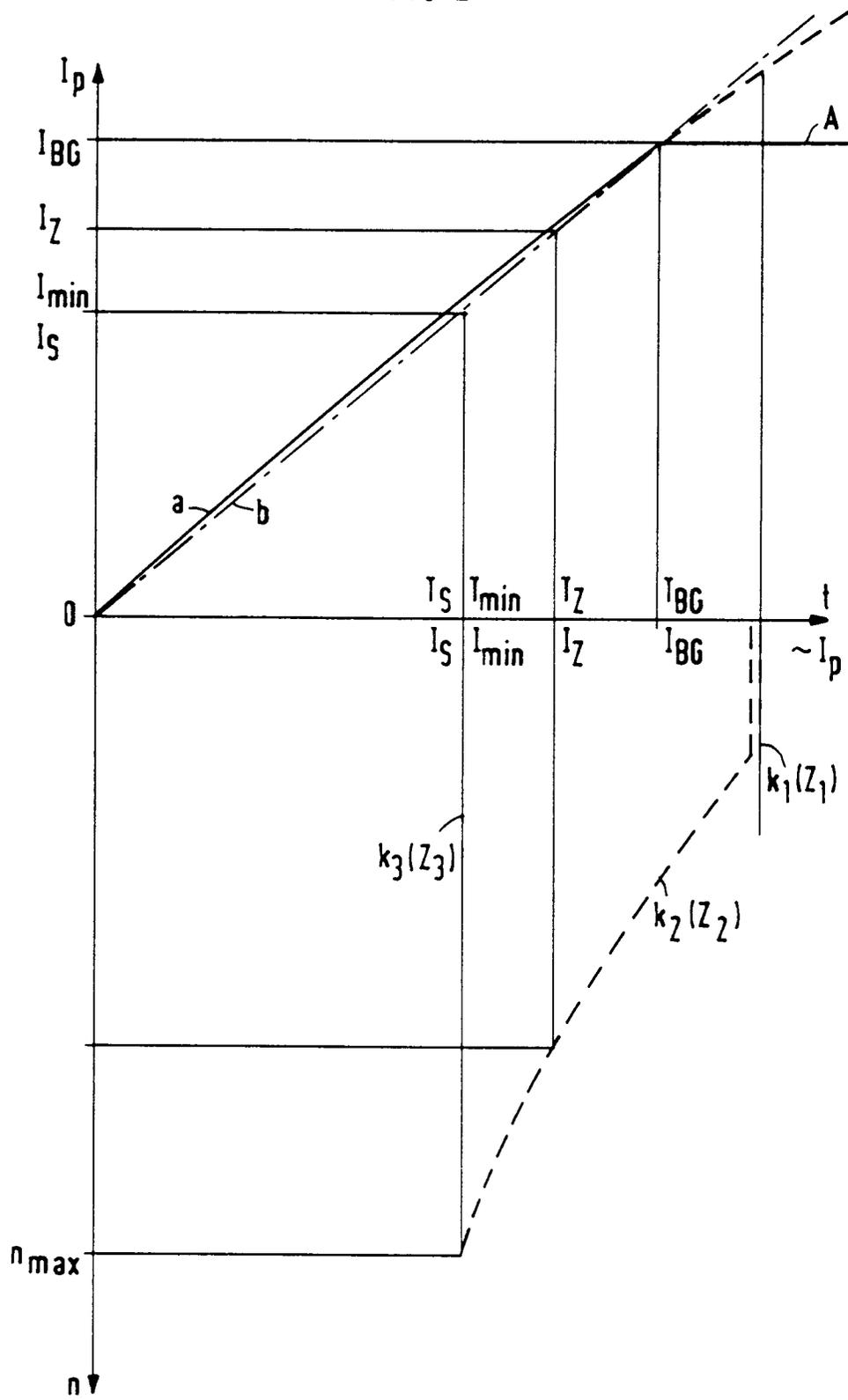


FIG 2





Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 11 6652

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	EP-A-0 281 528 (MARELLI AUTRONICA S.P.A.) * das ganze Dokument *	1-7	F02P3/045
D,A	DE-A-3 034 440 (ROBERT BOSCH GMBH) * Seite 4, Zeile 1 - Seite 6, Zeile 9 *	1,2,4,5	
A	US-A-4 773 380 (NARITA ET AL) * Spalte 1, Zeile 1 - Spalte 2, Zeile 34 *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 272 (M-425)30. Oktober 1985 & JP-A-60 116 863 ( NIPPON DENSO KK ) * Zusammenfassung *	1,2,5	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			F02P
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG	Abschlußdatum der Recherche 20 APRIL 1993	Prüfer MICHELS J.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P0403)