

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: **88119832.9**

Int. Cl.⁵: **F02D 41/06, F02D 41/36**

Anmeldetag: **28.11.88**

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.06.90 Patentblatt 90/23

Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
Wittelsbacherplatz 2
D-8000 München 2(DE)

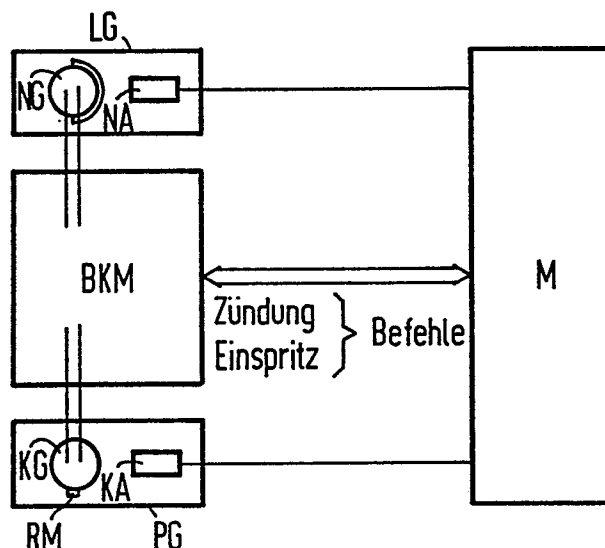
Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT

Erfinder: **Achleitner, Erwin, Dr.**
Hadamerstrasse 10
D-8400 Regensburg(DE)

Verfahren zum Einspritzen von Kraftstoff in eine Brennkraftmaschine.

Bei einem Verfahren zum Betrieb eines Einspritzsystems wird vor einem Synchronisationszeitpunkt, an dem die Stellung der einzelnen Zylinder durch die Signale von zwei Gebern bekannt ist, in die einzelnen Zylinder gruppenweise eingespritzt. Die Gruppen sind dabei so gewählt, daß eine Einspritzung in ein offenes Einlaßventil weitgehend vermieden wird. Beim Übergang auf die normale sequentielle Einspritzung wird der erste Zylinder, in den eingespritzt wird so bestimmt, daß keine Doppeleinspritzung bei einem Zylinder vorkommt. Das Verfahren vermeidet eine Startzeitverlängerung durch fehlende Einspritzung und auch eine erhöhte Abgasemission durch Bankeinspritzung vor dem Synchronisationszeitpunkt.

FIG 1



EP 0 371 158 A1

Verfahren zum Einspritzen von Kraftstoff in eine Brennkraftmaschine

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einspritzen von Kraftstoff in die Zylinder einer mehrzylindrigen Brennkraftmaschine gemäß Oberbegriff von Anspruch 1.

Bei einer Viertakt-Brennkraftmaschine überstreicht die Kurbelwelle je Arbeitsspiel einen Winkel von 720° , führt also zwei Vlldrehungen aus bevor ein bestimmter Zylinder wieder die gleiche Arbeitsstellung, z.B. den nächsten Zündzeitpunkt, erreicht. Um eine momentane Stellung eines Zylinders erfassen zu können, genügt es also nicht, die Winkelposition der Kurbelwelle innerhalb einer Vlldrehung zu bestimmen. Zusätzlich muß erfaßt werden, ob sich die Maschine gerade in der ersten oder in der zweiten Hälfte des Arbeitsspiels, entsprechend der ersten oder zweiten Kurbelwellendrehung, befindet.

Dazu ist es bekannt, einen statischen Lagegeber vorzusehen, dessen periodisches Lagesignal aus zwei Teilsignalen, einem A-Signal und einem B-Signal, besteht, die sich abwechselnd über je eine volle Kurbelwellendrehung erstrecken. Ein Positionsgeber liefert zusätzlich ein Positionssignal mit einem Referenzimpuls je Umdrehung der Kurbelwelle, durch den eine bekannte Winkelposition, die Synchronisationsposition, bestimmt ist. Erst mit dem Erkennen des Referenzimpulses ist in Verbindung mit dem Lagesignal die Stellung der Zylinder der Brennkraftmaschine genau bekannt und eine Synchronisation von elektrischen Steuerfunktionen - Zündung, Einspritzung, etc. - und den Zylinderstellungen möglich (Synchronisationszeitpunkt).

Nach dem Start der Brennkraftmaschine kann also im ungünstigsten Fall eine volle Kurbelwellendrehung vergehen, bis die Synchronisationsposition erstmals erreicht ist. Erst dann kann in die einzelnen Zylinder taktrichtig Kraftstoff eingespritzt werden.

Um eine Verlängerung der Startphase durch fehlende Einspritzung während der ersten Kurbelwellendrehung zu vermeiden, ist es bekannt, unmittelbar beim Start in alle Zylinder gleichzeitig Kraftstoff einzuspritzen - sogenannte Bankeinspritzung. Dies führt jedoch nach dem Synchronisationszeitpunkt und dem Übergang auf die normale Einspritzung je nach Stellung der Kurbelwelle beim Start zu einer doppelten Einspritzung in einige Zylinder. Außerdem wird bei mindestens einem Zylinder der Kraftstoff in das offene Einlaßventil eingespritzt, wodurch sich eine zusätzliche Erhöhung der Abgasemission ergibt.

Die Aufgabe der Erfindung liegt darin, das Verfahren gemäß Oberbegriff so zu verbessern, daß keine Startzeitverlängerung auftritt und die Nachteile der bekannten Bankeinspritzung vermieden wer-

den.

Die erfindungsgemäße Lösung ist in Anspruch 1 gekennzeichnet. Danach ist durch das erste Teilsignal des Lagegebers beim Start eine aktuelle (erste) Zylindergruppe bestimmt, die aus den Zylindern besteht, deren Einlaßventile während dieses ersten Teilsignals überwiegend geschlossen sind. Eine zweite Zylindergruppe besteht aus den Zylindern, deren Einlaßventile während des folgenden Teilsignals überwiegend geschlossen sind.

Beim Start der Brennkraftmaschine wird in alle Zylinder der ersten Zylindergruppe gleichzeitig eine Vorabmenge eingespritzt. Damit ist ein Einspritzen von Kraftstoff in ein offenes Einlaßventil eines Zylinders weitgehend vermieden.

Nach dem ersten Signalwechsel des Lagesignals wird in alle Zylinder der zweiten Zylindergruppe die Vorabmenge gleichzeitig eingespritzt, sofern dieser Signalwechsel vor dem Synchronisationszeitpunkt liegt.

Der Zeitpunkt für diese Einspritzung kann unmittelbar nach dem Signalwechsel liegen, was den Vorteil hat, daß keine zusätzliche Rechenoperation nach Erfassen des Signalwechsels nötig ist. Damit ist, wie bei der ersten Zylindergruppe, ein Einspritzen von Kraftstoff in ein offenes Einlaßventil eines Zylinders weitgehend vermieden.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann die Einspritzung in ein offenes Einlaßventil vollständig vermieden werden: Da die Winkelposition, an der das Lagesignal wechselt, bekannt ist, kann man für jede Brennkraftmaschine einen Winkel angeben, um den sich die Kurbelwelle weiterdrehen muß, bis keines der Einlaßventile der zweiten Zylindergruppe mehr geöffnet ist. Daß sich die Kurbelwelle um diesen Winkel weitergedreht hat, läßt sich aus dem Positionssignal des Positionsgebers bestimmen und danach die Einspritzung auslösen. Mit dieser Methode ist zwar ein geringer Mehraufwand an Rechnerleistung verbunden, jedoch auch eine weitere Absenkung der Abgasemissionen.

Liegt dagegen der Synchronisationszeitpunkt vor dem Zeitpunkt des ersten Signalwechsels des Lagesignals, so wird bereits die Vorabmenge in die Zylinder der zweiten Zylindergruppe sequentiell gemäß der bekannten Normalfolge eingespritzt. Diese Vorabmenge ist gegenüber der Normalmenge, die nach der Startphase vom Rechner ermittelt wird, erhöht. Sie wird beim Start nur einmal je Zylinder eingespritzt und hat unter anderem die Aufgabe, den Wandfilm im Saugrohr aufzubauen. Deshalb wird in die zweite Zylindergruppe auch dann diese Vorabmenge eingespritzt, wenn die Synchronisation bereits erfolgt ist, dann allerdings

in sequentieller Reihenfolge.

Nachdem jeder Zylinder der Brennkraftmaschine einmal die Vorabmenge erhalten hat, beginnt die bekannte sequentielle Einspritzung mit Normalmenge. Diese beginnt stets mit dem Zylinder, der bei - tatsächlicher oder gedachter - sequentieller Einspritzung in die Zylinder der zweiten Zylindergruppe gemäß Normalfolge nach dem letzten Zylinder dieser zweiten Zylindergruppe an der Reihe ist. Die Zählung der Zylinder der zweiten Zylindergruppe in Normalfolge beginnt dabei mit dem Zylinder, dessen Einspritzzeitpunkt bei Normalfolge von dem Beginn der Einspritzung in die zweite Zylindergruppe den geringsten Zeitabstand hat.

Die Erfindung wird anhand der Figuren näher erläutert. Dabei zeigen:

Figur 1 ein Strukturbild der Steuerung einer Brennkraftmaschine und

Figuren 2 und 3 Einspritzimpulsdiagramme von vier Betriebsfällen einer Sechszylinder-Brennkraftmaschine.

In Figur 1 ist einer Brennkraftmaschine BKM ein übliches Steuergerät M zugeordnet, das die Zündung und die Kraftstoffeinspritzung steuert. Als Lagegeber LG dient ein Nockenwellengeber NG in Verbindung mit einem Nockenwellenabtaster NA. Der Lagegeber erzeugt ein statisches Lagesignal, bestehend aus zwei Teilsignalen mit einem A-Signal (binäre "1") für eine erste Volldrehung der Kurbelwelle und einem B-Signal (binäre "0") für die nächste Volldrehung der Kurbelwelle. Die Lage dieser Teilsignale bezüglich der Stellungen der Zylinder ist frei wählbar. Im Ausführungsbeispiel liegt die Mitte jedes Teilsignales 84° vor dem oberen Totpunkt des Zylinders mit Nummer 1.

Als Positionsgeber PG dient ein Kurbelwellengeber KG mit einer Referenzmarke RM in Verbindung mit einem zugeordneten Kurbelwellenabtaster KA. Dieser liefert einen Referenzimpuls R je Umdrehung der Kurbelwelle, der eine Synchronisationsposition bestimmt. Die Abstiegsflanke dieses Referenzimpulses R liegt 84° vor jedem oberen Totpunkt des Zylinders 1. Der Signalwechsel des Lagegebers liegt jeweils in der Mitte zwischen zwei solchen Referenzimpulsen R. Dieser Abstand ist ein Erfahrungswert, für den sich bei einer ganz bestimmten Brennkraftmaschine eine besonders günstige Signalverarbeitung ergibt.

In den Figuren 2 und 3 sind untereinander je zwei Betriebsfälle dargestellt, wobei die zeitlich versetzten Arbeitszyklen der Zylinder 1 bis 6 untereinander, horizontal von links nach rechts aufgetragen sind. Ihnen sind das Lagesignal, bestehend aus abwechselndem A- und B-Signal, das Positionssignal mit den Referenzimpulsen R sowie eine Winkelachse W und eine Zeitachse t zugeordnet.

Der Zylinder 1 beginnt jeweils bei 0° - ausgehend vom oberen Totpunkt - seinen Ansaugtakt.

Dementsprechend bleibt das Einlaßventil für die nächsten 180° der Kurbelwellendrehung offen. Dieser Winkelbereich ist in den Figuren mit einem Rechteckbalken angedeutet. Der Zylinder 1 erreicht nach 360° wieder seinen oberen Totpunkt, in dessen Umgebung die Zündung erfolgt und der Arbeitstakt beginnt. Der Zündbereich ist jeweils durch ein schwarzes Rechteck angedeutet. Nach 720° - Kurbelwellendrehung ist schließlich ein Arbeitsspiel abgeschlossen und es beginnt wieder der Ansaugtakt.

Bei der hier zugrundegelegten Sechszylindermaschine sind die Arbeitsspiele für die Zylinder jeweils um 120° gegeneinander versetzt. Die einzelnen Zylinder sind in den Figuren gemäß ihrer Normalfolge beim Einspritzen und Zünden durchnummeriert und untereinander dargestellt.

Das Steuergerät erkennt den Start, wenn die Drehzahl der Brennkraftmaschine eine Drehzahlschwelle N erreicht hat, die z.B. bei 15 Umdrehungen pro Minute liegt; das ist in Figur 2 im Zeitpunkt t1 der Fall, der hier kurz nach dem Referenzimpuls R des Positionssignals liegt. Zu diesem Zeitpunkt liefert der Lagegeber A-Signal und dementsprechend besteht die zugehörige aktuelle Zylindergruppe (deren Einlaßventile überwiegend geschlossen sind) aus den Zylindern 1, 5 und 6. In diese wird sofort nach t1 die Vorabmenge eingespritzt, was in der Figur mit punktierten Quadraten angedeutet ist.

Sofort nach dem Wechsel des Lagesignals von A-Signal auf B-Signal wird in die zweite, dem B-Signal zugeordnete Zylindergruppe mit den Zylindern 2, 3 und 4 die Vorabmenge eingespritzt. Hierbei ist das Einlaßventil von Zylinder 4 noch kurzzeitig geöffnet.

Eine Variante hierzu ist in Figur 2 gestrichelt eingezeichnet: Die Einspritzung in die zweite Zylindergruppe ist hier um einen Winkel von ungefähr 90° kW auf den Zeitpunkt t2 verschoben. Damit ist dann jede Einspritzung in ein offenes Einlaßventil vermieden. Der Zeitpunkt t2 wird dabei aus dem Positionssignal bestimmt.

Im Zeitpunkt t3 - Synchronisationszeitpunkt - wird dann der erste Referenzimpuls R nach Starterkennung - t1 - erkannt. Von da an wird die Normalmenge in bekannter Normalfolge sequentiell eingespritzt, was in den Figuren mit TI-Quadraten angedeutet ist. Zur Bestimmung des Zylinders, in den erstmals die Normalmenge eingespritzt wird, zählt man die Zylinder der zweiten Gruppe in Normalfolge ab Beginn der Einspritzung in die zweite Gruppe. Zur Veranschaulichung ist in den Fällen A und B der Figur 2 die Normalfolge der Zylinder der zweiten Gruppe gestrichelt als Kreis eingetragen. Aus der Darstellung folgt, daß Zylinder 4 der letzte Zylinder der zweiten Gruppe ist und somit die sequentielle Einspritzung mit Normalmenge mit

dem Zylinder 5 beginnt.

Im Fall B von Figur 2 ist angenommen, daß der Start zum Zeitpunkt t4 erkannt wird und sich dementsprechend der Einspritzmodus ändert. Der Lagegeber liefert zum Zeitpunkt t4 B-Signal, dem als aktuelle Zylindergruppe die Zylinder 2, 3 und 4 zugeordnet sind. Diese erhalten gleichzeitig die Vorabmenge. Nach dem Signalwechsel des Lagesignals auf A-Signal folgt dann die gleichzeitige Einspritzung der Vorabmenge in die Zylinder 1, 5 und 6 der zweiten Zylindergruppe. An die Normalfolge der Zylinder der zweiten Zylindergruppe - durch gestrichelte Kreise markiert - schließt sich dann die sequentielle Einspritzung mit Normalmenge an; diese beginnt also mit dem Zylinder 2.

Beim Fall C in Figur 3 liegt der Zeitpunkt t1 der Starterkennung und der folgende Referenzimpuls R (Zeitpunkt t2) innerhalb desselben Lagesignals - A-Signal. Daher wird in die zugeordnete Zylindergruppe mit den Zylindern 1, 5 und 6 gleichzeitig die Vorabmenge eingespritzt (t1). In diesem Fall folgt jedoch der Synchronisationszeitpunkt t2 zeitlich vor dem Signalwechsel des Lagesignals. Die Zylinder 4, 2, 3 der nächsten Zylindergruppe erhalten dementsprechend schon die Vorabmenge sequentiell, und zwar beginnend mit dem Zylinder dieser Gruppe, der in der Normalfolge als erster nach t2 kommt - hier Zylinder 4. Nach dem Einspritzen der Vorabmenge in den letzten Zylinder - 3 - dieser Zylindergruppe wird die sequentielle Einspritzung mit Normalmenge - beginnend mit Zylinder 4 - fortgesetzt.

Bei einem vierten Betriebsfall - D in Figur 3 - liegt der Zeitpunkt t3 der Starterkennung im Bereich des B-Signals, so daß die Zylinder 2, 3 und 4 der zugeordneten Zylindergruppe gleichzeitig die Vorabmenge erhalten. Der Referenzimpuls R folgt wieder vor dem nächsten Signalwechsel des Lagesignals, so daß die Zylinder 1, 5 und 6 der nächsten Zylindergruppe die Vorabmenge sequentiell erhalten. Mit Zylinder 1 beginnt dann die sequentielle Einspritzung mit Normalmenge.

Ansprüche

1. Verfahren zum Einspritzen von Kraftstoff in die Zylinder einer mehrzylindrigen Brennkraftmaschine, bei dem nach einer Startphase eine von einem Steuergerät (11) ermittelte Normalmenge in die Zylinder sequentiell in Normalfolge und bei dem während der Startphase eine erhöhte Kraftstoffmenge, Vorabmenge, eingespritzt wird,

- mit einem statischen Lagegeber (LG), der ein periodisches Lagesignal mit zwei unterschiedlichen Teilsignalen, A-Signal und B-Signal, liefert, die sich jeweils über eine volle Kurbelwellendrehung erstrecken und denen eine erste bzw. zweite Zylinder-

dergruppe zugeordnet ist, sodaß durch das jeweils vorhandene Teilsignal eine aktuelle Zylindergruppe bestimmt ist,

- mit einem Positionsgeber (PG), der ein Positionssignal mit einem Referenzimpuls (R) je Umdrehung der Kurbelwelle liefert,

dadurch gekennzeichnet,

- daß jede Zylindergruppe diejenigen Zylinder umfaßt, deren Einlaßventile während des zugeordneten Teilsignals des Lagegebers (LG) überwiegend geschlossen sind,

- daß nach der Starterkennung in jeden Zylinder der Brennkraftmaschine nur ein einziges Mal die Vorabmenge eingespritzt wird und zwar

-- einerseits - ausgelöst durch die Starterkennung - gleichzeitig in alle Zylinder der aktuellen Zylindergruppe und

-- andererseits in die Zylinder der zweiten Zylindergruppe

--- entweder gleichzeitig, ausgelöst durch den Wechsel des Lagesignals, wenn dieses vor dem ersten Referenzimpuls (R) auftritt,

--- oder sequentiell in Normalfolge, ausgelöst durch den Referenzimpuls, wenn dieser vor dem Wechsel des Lagesignals liegt,

- und daß die sequentielle Einspritzung der Normalmenge mit dem Zylinder beginnt, der auf den letzten Zylinder der zweiten Zylindergruppe folgt, wobei dieser durch Zählung der Zylinder in Normalfolge vom Beginn der Einspritzung in die Zylinder der zweiten Zylindergruppe ermittelt wird. 2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß bei gleichzeitiger Einspritzung in die zweite Zylindergruppe die Vorabmenge unmittelbar nach dem Wechsel des Lagesignals eingespritzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

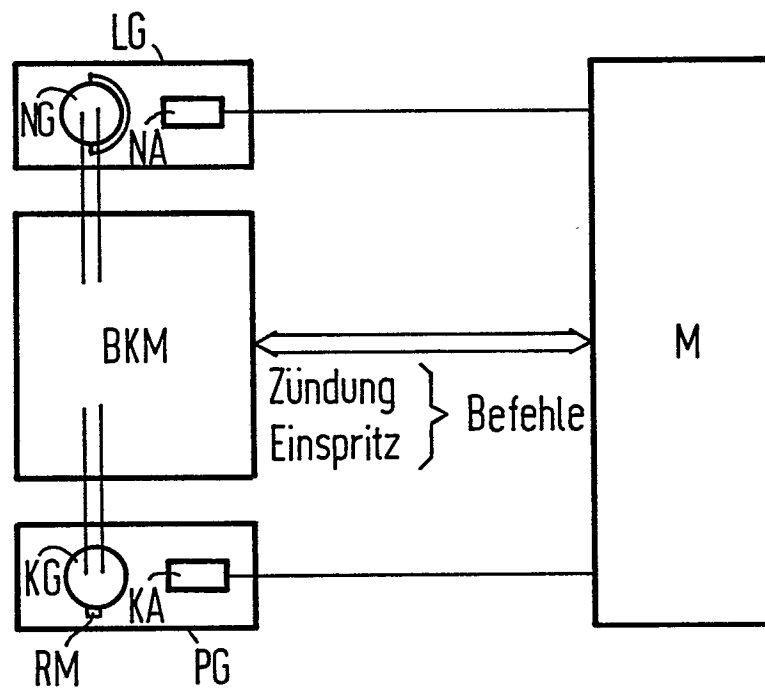
daß bei gleichzeitiger Einspritzung in die zweite Zylindergruppe die Vorabmenge zu einem Zeitpunkt eingespritzt wird, der um einen solchen Winkel nach dem Wechsel des Lagesignals liegt, daß keines der Einlaßventile der zweiten Zylindergruppe geöffnet ist.

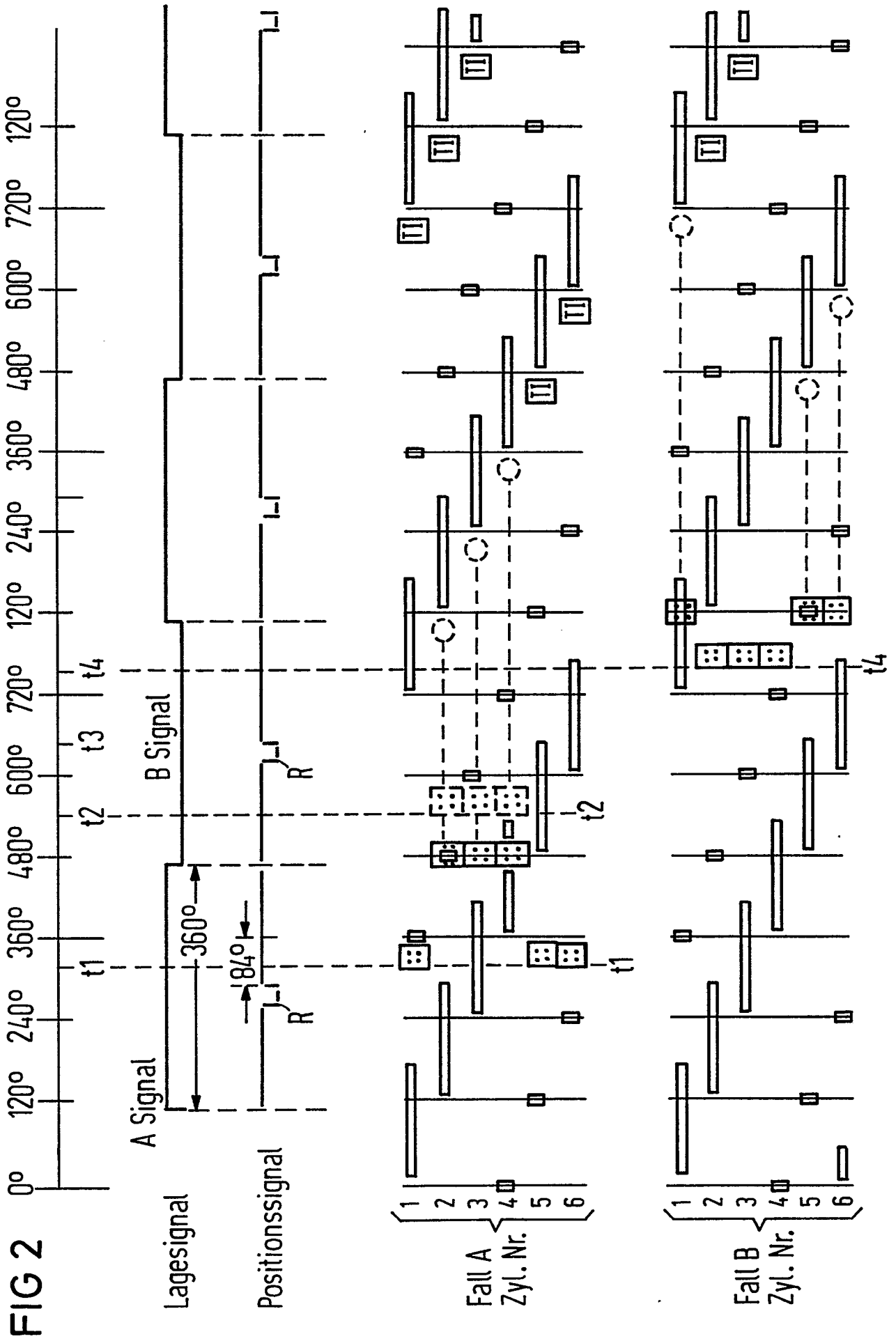
4. Verfahren nach Anspruch 3,

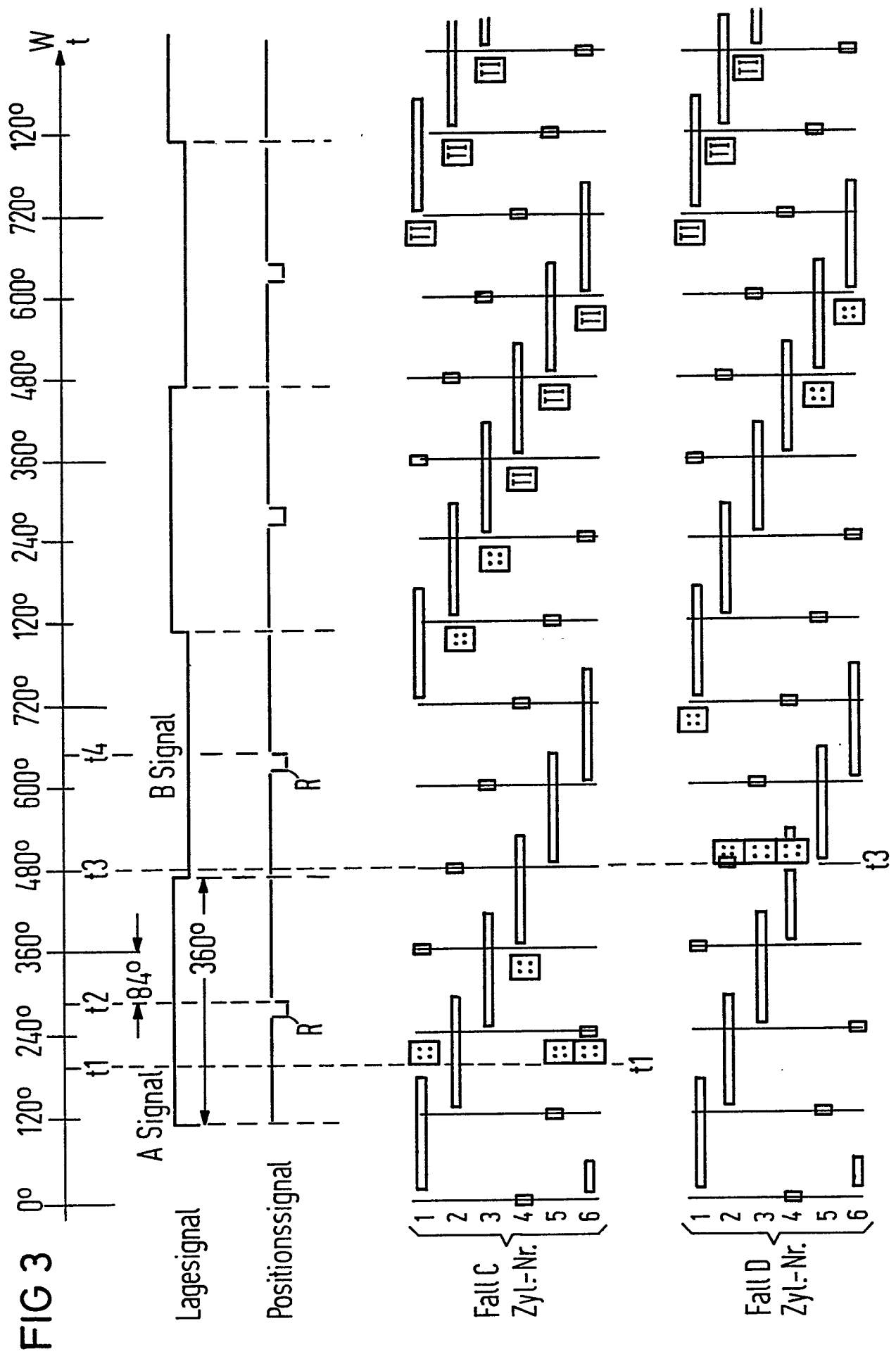
dadurch gekennzeichnet,

daß der Winkel aus dem Positionssignal bestimmt wird.

FIG 1









Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 88 11 9832

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.3)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 8, Nr. 210 (M-328)[1647], 26. September 1984; & JP-A-59 99 044 (TOYOTA JIDOSHA K.K.) 07-06-1984 * Zusammenfassung * ---	1	F 02 D 41/06 F 02 D 41/36
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 10, Nr. 81 (M-465)[2138], 29. März 1986; & JP-A-60 222 541 (TOYOTA JIDOSHA K.K.) 07-11-1985 * Zusammenfassung * ---	1	
X	EP-A-0 058 561 (HONDA) * Seite 1 - Seite 3, Zeile 2; Seite 10, Zeile 27 - Seite 12, Zeile 5; Anspruch 1; Figur 2 * ---	1-4	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 8, Nr. 96 (M-294)[1533], 4. Mai 1984; & JP-A-59 12 137 (NIPPON DENSO K.K.) 21-01-1984 ---	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 10, Nr. 109 (M-472)[2166], 23. April 1986; & JP-A-60 240 875 (NISSAN JIDOSHA K.K.) 29-11-1985 -----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 12-06-1989	Prüfer GAGLIARDI P.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, 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			