



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 862 692 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**13.02.2002 Patentblatt 2002/07**

(21) Anmeldenummer: **97938754.5**

(22) Anmeldetag: **09.08.1997**

(51) Int Cl.7: **F02P 7/077**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE97/01707**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 98/12432 (26.03.1998 Gazette 1998/12)**

(54) **VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG DER PHASENLAGE BEI EINER 4-TAKT BRENNKRAFTMASCHINE MIT UNGERADER ZYLINDERZAHL**

METHODS TO DETERMINE THE PHASE ANGLE OF A FOUR STROKE INTERNAL COMBUSTION ENGINE WITH AN ODD NUMBER OF CYLINDERS

PROCEDE PERMETTANT DE DETERMINER L'ANGLE DE PHASE D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE A QUATRE TEMPS ET A NOMBRE IMPAIR DE CYLINDRES

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE**

(30) Priorität: **18.09.1996 DE 19638010**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**09.09.1998 Patentblatt 1998/37**

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH 70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:  
• **BRAUN, Guenter D-74321 Bietigheim (DE)**

• **HAUFER, Michael D-74081 Heilbronn (DE)**  
• **EGE, Taskin D-71691 Freiberg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**WO-A-87/05971 DE-A- 4 114 797**  
**DE-A- 4 229 773 US-A- 4 266 427**  
**US-A- 4 483 183**

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 096, no. 009, 30.September 1996 & JP 08 121299 A (DAIHATSU MOTOR CO LTD), 14.Mai 1996,**

**EP 0 862 692 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

**[0001]** Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Bestimmung der Phasenlage bei einer 4-Takt-Brennkraftmaschine mit ungerader Zylinderzahl nach der Gattung des Hauptanspruchs.

### Stand der Technik

**[0002]** Bei einer Mehrzylinder-Brennkraftmaschine mit einer Kurbel- und wenigstens einer Nockenwelle wird vom Steuergerät der Brennkraftmaschine nach der Synchronisation in Abhängigkeit von der erkannten Lage der Kurbel- bzw. Nockenwelle berechnet, zu welchem Zeitpunkt für welchen Zylinder Kraftstoff eingespritzt werden soll und wann in welchem Zylinder eine Zündung auszulösen ist. Bei herkömmlichen Brennkraftmaschinen ist es üblich, die Winkellage der Kurbelwelle mit Hilfe eines Sensors zu ermitteln, der eine mit der Kurbelwelle verbundene Scheibe mit einer charakteristischen Oberfläche, beispielsweise mit einer Vielzahl gleichartiger Winkelmarken sowie einer Bezugs- marken abtastet und ein entsprechendes Signal an das Steuergerät abgibt.

**[0003]** Da sich die Kurbelwelle innerhalb eines Arbeitsspielbereiches einer 4-Takt-Brennkraftmaschine zweimal dreht, während sich die Nockenwelle nur einmal dreht, läßt sich die Phasenlage der Brennkraftmaschine allein aus dem Kurbelwellensensorsignal nicht eindeutig bestimmen, es ist daher üblich, auch die Nockenwellenstellung mit Hilfe eines eigenen Sensors, eines sogenannten Phasensensors zu ermitteln, wobei dieser Phasensensor eine mit der Nockenwelle verbundene Scheibe mit einer einzigen Markierung abtastet. Das entstehende Signal, das einen Impuls pro Nockenwellenumdrehung aufweist, wird ebenfalls im Steuergerät ausgewertet.

**[0004]** Aus der internationalen Anmeldung WO 87/05971 ist eine Einrichtung zur Zylindererkennung bzw. zur Erkennung des Arbeitstaktes einer Brennkraftmaschine mit ungerader Zylinderzahl bekannt, die ohne einen Nockenwellensensor auskommt. Dazu wird im Steuergerät der Brennkraftmaschine das von einem Kurbelwellensensor gelieferte Signal, das einen Impuls pro Kurbelwellenumdrehung, also zwei Impulse pro Nockenwellenumdrehung aufweist, mit einem zweiten Signal in Bezug gesetzt, das beispielsweise ein im Arbeitstakt der Brennkraftmaschine periodisch schwankendes Signal ist. Dieses periodisch schwankende Signal ist entweder das Ausgangssignal eines Drehzahlsensors oder das Ausgangssignal eines Saugrohrdrucksensors. Durch die bei einer Brennkraftmaschine mit ungerader Zylinderzahl herrschenden Bedingungen und die feste Phasenbeziehung zwischen Kurbelwelle und Nockenwelle läßt sich anhand einer einfachen logischen Verknüpfung des Kurbelwellensignales und des zweiten Signales eine Arbeitstakterkennung durchführen, da in einer Kurbelwellenumdrehung das periodisch

schwankende zweite Signal "high" sein muß, während es in der anderen Umdrehung der Kurbelwelle "low" sein muß. Bei der bekannten Einrichtung wird also die Arbeitstakterkennung anhand einer einfachen logischen Verknüpfung zweier Signale durchgeführt.

**[0005]** Die Druckschrift US-A-4 266 427 beschreibt ein System zur Regelung der Einspritzung bei einer Brennkraftmaschine, bei dem der Zylinderdruck mit Hilfe eines Sensors gemessen wird. Zur Auswertung des Zylinderdrucks wird unter anderem auch die Vorzeichenumkehr der Steigung des Druckverlaufs ausgewertet. Zusätzlich wird der Einspritzbeginn erkannt bzw. der Einspritzverlauf ausgewertet. Dies geschieht mit Hilfe eines eigenen Sensors, der die Bewegung der Nadel eines Einspritzventils erkennt. Durch geeignete Aufbereitung der beiden Sensorsignale sowie durch Verknüpfung der damit gewonnenen Informationen läßt sich erkennen, welcher Zylinder sich im oberen Totpunkt befindet.

**[0006]** In der DE-OS 42 29 773 wird ein Verfahren zur Zylindererkennung bei Brennkraftmaschinen beschrieben, das es ermöglicht, auch bei fehlendem oder fehlerhaftem Phasensignal eine Zylindererkennung durchzuführen. Dazu werden zu vorgebbaren Zeitpunkten bzw. bei vorgebbaren Kurbelwellenwinkelpositionen Zündimpulse ausgelöst und die Reaktion im Zylinder ausgewertet. Je nachdem, ob der Zündzeitpunkt richtig oder falsch gewählt wurde, ergibt sich eine Verbrennung oder ein Zündaussetzer, damit kann die Zylindererkennung durchgeführt werden.

**[0007]** Eine Auswertung eines charakteristischen Signalverlaufes wird jedoch nicht vorgeschlagen.

### Vorteile der Erfindung

**[0008]** Das erfindungsgemäße Verfahren zur Bestimmung der Phasenlage bei einer 4-Takt-Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, daß eine Motorsynchronisation ohne Erfassung der Nockenwellenstellung möglich ist. Dies gilt auch bei Systemen, bei denen eine Phasenbeziehung zwischen Kurbel- und Nockenwelle veränderbar ist. Erzielt wird dieser Vorteil gemäß vorliegendem Anspruch 1, indem zur Bestimmung der Phasenlage das vom Kurbelwellenwinkelsensor gelieferte Signal, das eine Singularität aufweist, mit einem zweiten Signal, das im Verbrennungstakt schwankt und zylinderspezifische Eigenheiten aufweist, in Bezug gesetzt wird, wobei zur Bestimmung der Phasenlage der Verlauf des zweiten Signales während des Auftretens der Singularität des ersten Signales untersucht wird. Da sich das Verfahren ausschließlich auf Brennkraftmaschinen mit ungerader Zylinderzahl bezieht, ergibt sich beim Auftreten der Singularität des ersten Signales in der ersten Kurbelwellenumdrehung ein anderer Verlauf des zweiten Signales als in der zweiten Kurbelwellenumdrehung. Grund dafür ist, daß sich die Zylinder in der ersten Kurbelwellenumdrehung in einem anderen Takt befinden als in der zwei-

ten, so daß das abgegebene Moment der Brennkraftmaschine unterschiedlich ist, dies hat Auswirkungen auf den Verlauf des zweiten Signales, also auf den Drehzahlverlauf und den Saugrohrdruckverlauf, wobei diese Auswirkungen meßbar sind und zur Zylindererkennung herangezogen werden können. In vorteilhafter Weise ist daher das zweite Signal das Ausgangssignal eines Drehzahlsensors oder eines Saugrohrdrucksensors.

**[0009]** Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich durch die in den Unteransprüchen angegebenen Maßnahmen. Dabei hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, daß Phasenverschiebungen zwischen dem ersten und dem zweiten Drehzahlsignal bei der Bestimmung der Phasenlage unproblematisch sind, da der Verlauf des zweiten Signales und nicht das Auftreten eines Minimums oder Maximums des zweiten Signales mit der Singularität des ersten Signales in Beziehung gesetzt wird.

**[0010]** Besonders vorteilhaft ist, daß das Verfahren zur Bestimmung der Phasenlage bereits während des Startvorgangs durchgeführt werden kann, also noch bevor die erste Befuerung eines Zylinders erfolgt ist. Diese frühe Bestimmung der Phasenlage ist möglich, da sich die unterschiedlichen Takte auch ohne Befuerung verschiedenartig auf die Drehzahl bzw. den Saugrohrdruck auswirken.

**[0011]** Bei einem System ohne Nockenwellensensor kann der Sensor samt Elektronik, das Nockenwellenrad und die entsprechende Verkabelung eingespart werden. Am Motorsteuergerät können drei Steckerpins sowie die Aufbereitungsschaltung für den Sensor und ein Rechnerportpin eingespart werden. Die Leiterplattenfläche läßt sich ebenfalls reduzieren. Ohne Nockenwellensensor kann auf dessen Diagnose und Fehlerbehandlungsmaßnahmen für diesen Sensor verzichtet werden, wodurch sich die Verfügbarkeit des Gesamtsystemes erhöht. Diese Einsparungen lassen sich erzielen, ohne daß sich dies nachteilig auf das Abgas- oder Startverhalten der Brennkraftmaschine auswirkt. Als vorteilhaft erweist sich auch, daß die beanspruchten Verfahren keine zusätzliche Laufzeitbelastung der Steuergeräte-Software verursachen, da die Synchronisation vor dem eigentlichen Motorbetrieb abgeschlossen ist und somit für die Rechnerressourcen keine Laufzeiteinschränkung darstellt.

#### Zeichnung

**[0012]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

#### Beschreibung

**[0013]** In Figur 1 sind die zur Erläuterung der Erfindung erforderlichen Komponenten des Steuersystems einer Brennkraftmaschine schematisch dargestellt. Dabei ist mit 10 eine Geberscheibe bezeichnet, die starr

mit der Kurbelwelle 11 der Brennkraftmaschine verbunden ist und an ihrem Umfang eine Vielzahl gleichartiger Winkelmarken 12 aufweist. Neben diesen gleichartigen Winkelmarken 12 ist eine Referenzmarke 13 vorhanden, die beispielsweise durch zwei fehlende Winkelmarken realisiert ist.

**[0014]** Die Geberscheibe 10 wird von einem Aufnehmer 14, beispielsweise einem induktiven Aufnehmer oder einem Hall-Sensor abgetastet. Die beim Vorbeilaufen der Winkelmarken im Aufnehmer erzeugten Spannungsimpulse des Signales S1 werden im Steuergerät 15 der Brennkraftmaschine in geeigneter Weise aufbereitet und weiterverarbeitet.

**[0015]** Neben einer Kurbelwelle 11 weist eine Brennkraftmaschine üblicherweise auch noch wenigstens eine Nockenwelle auf, die in Figur 1 mit 25 bezeichnet ist und üblicherweise mit der Kurbelwelle 11 in einem festen Bezug steht. Dieser Bezug wird durch die Linie 16 symbolisiert. Die Winkellage der Nockenwelle 15 wird bei dem in Figur 1 dargestellten Steuerungssystem einer Brennkraftmaschine nicht erfaßt. Zur Synchronisation des Bezuges zwischen Kurbelwelle 11 und Nockenwelle 25 wird ein periodisch im Verbrennungstakt schwankendes zweites Signal im Steuergerät verarbeitet. Dieses zweite Signal S2 wird mit Hilfe eines Sensors 17 gewonnen. Der Sensor 17 ist ein Sensor, der den Druck im Saugrohr der Brennkraftmaschine mißt.

**[0016]** Dem Steuergerät 15 können weitere, für die Steuerung bzw. Regelung der Brennkraftmaschine erforderliche Eingangsgrößen zugeführt werden, in Figur 1 ist lediglich noch die Eingangsgröße "Zündung ein" als Signal dargestellt, das beim Schließen des Zündschalters 18 von der Klemme K115 des Zündschlosses geliefert wird und dem Steuergerät 15 die Inbetriebnahme der Brennkraftmaschine anzeigt.

**[0017]** Das Steuergerät 15 selbst umfaßt wenigstens eine zentrale Rechneinheit 19 sowie Speicher 20. Im Steuergerät 15 werden Ansteuersignale für die Einspritzung und Zündung für nicht näher bezeichnete entsprechende Komponenten der Brennkraftmaschine gebildet. Diese Signale werden über die Ausgänge 21 und 22 des Steuergerätes 15 abgegeben. Die Spannungsversorgung des Steuergerätes erfolgt in üblicher Weise aus der Batterie 23 über einen Schalter 24, der während des Betriebes der Brennkraftmaschine sowie gegebenenfalls während einer Nachlaufphase geschlossen ist. Die nachfolgend beschriebene Signalverarbeitung und Auswertung erfolgt im Steuergerät 15.

**[0018]** Mit dem in der Figur 1 dargestellten Steuerungssystem kann die Winkelstellung der Kurbelwelle 11 während des Betriebes der Brennkraftmaschine jederzeit erfaßt werden. Beim Anlassen tritt spätestens nach einer Umdrehung der Kurbelwelle 11 eine Singularität im Signal S1 auf, die der Bezugsmarke der Kurbelwelle entspricht. Da die Zuordnung zwischen Kurbelwelle 11 und Nockenwelle 25 üblicherweise ebenso bekannt ist wie die Zuordnung zwischen der Stellung der Nockenwelle und der Lage der einzelnen Zylinder der

Brennkraftmaschine, kann nach dem Erkennen der Bezugsmarke eine Synchronisation erfolgen, jedoch nur dann, wenn ein für die Phasenlage charakteristisches Signal vorhanden ist.

**[0019]** Bei dem erfindungsgemäßen System, das ohne Phasensensor bzw. ohne Nockenwellensensor auskommen soll, d. h. also ohne Sensor, der die Stellung der Nockenwelle 25 ermittelt, besteht das Problem, daß das vom Kurbelwellensensor gelieferte Bezugsmarkensignal mehrdeutig ist, da sich die Kurbelwelle innerhalb eines Arbeitsspieles zweimal dreht, während sich die Nockenwelle 25 nur einmal dreht. Es wird daher im Steuergerät 15 zusätzlich zum Signal S1 das Signal S2, also ein Drehzahlsignal oder das Ausgangssignal eines Saugrohrdrucksensors ausgewertet, das für die Stellung der Zylinder charakteristische Eigenheiten aufweist. Dieses Signal S2 bzw. die charakteristischen Eigenheiten dieses Signales werden zum Signal S1 in Bezug gesetzt, und es wird insbesondere der Verlauf des Signales S2 während des Auftretens der Bezugsmarke bzw. der Singularität des Signals S1 ausgewertet.

**[0020]** Eine solche Auswertung ist möglich, da bei Brennkraftmaschinen mit ungeradzahlgiger Anzahl von Zylindern nicht bei jeder Kurbelwellenumdrehung dieselben Verhältnisse herrschen. Bei Brennkraftmaschinen bzw. bei Motoren befindet sich in der einen Motorposition, im folgenden mit M1 abgekürzt, eine andere Anzahl von Zylindern in bestimmten Takten als bei der zweiten möglichen Motorposition M2. Anhand eines Dreizylindermotors läßt sich dies wie folgt veranschaulichen:

**[0021]** Zur Motorposition M1 befindet sich beispielsweise:

Zylinder 1 im Verdichtungstakt  
Zylinder 2 im Einlaßtakt  
Zylinder 3 im Auslaßtakt.

**[0022]** Zur Motorposition M2 befindet sich hingegen:

Zylinder 1 im Auslaßtakt  
Zylinder 2 im Arbeitstakt  
Zylinder 3 im Einlaßtakt.

**[0023]** Aus dieser Zusammenstellung wird deutlich, daß sich zu beiden Motorpositionen M1 und M2 jeweils ein Zylinder im Ein- und Auslaßtakt befindet, jedoch ein dritter Zylinder sich je nach Motorposition entweder im Arbeitstakt oder im Verdichtungstakt befindet. Während der Verdichtungstakt einen drehzahlhemmenden Einfluß hat, führt der Arbeitstakt zu einer Drehzahlerhöhung. Somit unterscheiden sich der Drehzahlverlauf und der Verlauf des Saugrohrdrucks in der ersten Umdrehung der Kurbelwelle in charakteristischer Weise von den Verläufen in der zweiten Kurbelwellenumdrehung. Damit stellt der Drehzahlverlauf und der Verlauf des Saugrohrdrucks in der Umgebung der Bezugsmarke bzw. in der Umgebung der Singularität des Signales

S1 ein Kriterium für die Motorposition dar und kann als Ersatz für das Nockenwellensignal herangezogen werden, wobei ein Erkennungssignal, das die Motorposition M1 oder M2 angibt, erzeugt wird.

**[0024]** In Abhängigkeit von der Anzahl der Zylinder und von den Ventilsteuerzeiten des Motors wird sowohl bei der Auswertung des Drehzahlverlaufs als auch bei der Auswertung des Drucksignales entschieden, ob die Vorzeichenumkehr der Steigung des zweiten Signales oder eine Minimum-/Maximumauswertung des zweiten Signales in der Umgebung der Bezugsmarke bzw. der Singularität des Signales S1 das beste Verfahren zur Erkennung der Phasenlage ist. Zur Ermittlung der Vorzeichenumkehr oder zur Minimum-/Maximum-Auswertung werden die zweiten Signale nach der Zeit abgeleitet und so Steigungen und/oder Maximalwerte/Minimalwerte erhalten. Die genauen Meßpunkte zur Erfassung der Drehzahl oder des Saugrohrdrucks werden motorspezifisch festgelegt.

**[0025]** Wie Messungen belegen, können beim Start der Brennkraftmaschine bzw. des Motors unmittelbar nachdem vom Steuergerät erkannt wird, daß der Anlaser betätigt wurde, sowohl der Drehzahlverlauf als auch der Saugrohrdruckverlauf als Signale S2 zur Synchronisation verwendet werden. Die Auswertung kann dabei unmittelbar nach Beginn der Drehung des Motors im unbefeuerten Betrieb erfolgen noch bevor erste Einspritzungen bzw. Zündungen ausgelöst werden. Bei ersten Umdrehungen ohne Befeuerung sind sowohl der Drehzahlverlauf als auch der Saugrohrdruckverlauf charakteristisch für die erste oder zweite Kurbelwellenumdrehung. Nach Beginn des normalen Motorbetriebs, insbesondere bei hohen Motordrehzahlen oder Drehzahländerungen kann eventuell der Drehzahlverlauf zur Bestimmung der Motorposition nicht mehr herangezogen werden. Falls eine Synchronisation während des Betriebes durchgeführt werden soll, muß sie mittels Auswertung des Saugrohrdrucksignales erfolgen.

**[0026]** Werden die erfindungsgemäßen Verfahren bei Systemen mit Nockenwellensensor eingesetzt, können sie als Notlauf immer dann zum Einsatz kommen, wenn ein Defekt des Nockenwellensensors erkannt wird.

**[0027]** Auch eine Kombination bei der unmittelbar nach dem Start ein erfindungsgemäßes Verfahren abläuft und während des normalen Betriebes das Ausgangssignal eines Nockenwellensensors zur Bestimmung der Phasenlage herangezogen wird, ist möglich.

## 50 Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Phasenlage bei einer Viertakt-Brennkraftmaschine mit ungerader Zylinderzahl, bei dem mittels eines Aufnehmers (14), der eine mit der Kurbelwelle (11) verbundene, eine Referenzmarke (13) aufweisende Geberscheibe (10) abtastet, ein erstes Signal (S1) gebildet wird, das eine Singularität aufweist, die einem vorgebba-

ren Kurbelwellenwinkel zuordenbar ist und mit einem zweiten Signal (S2), das aus einem Ausgangssignal eines Drehzahlsensors und/oder dem Ausgangssignal eines Saugrohrdrucksensors (17) gebildet wird, in Bezug gesetzt wird und ein Erkennungssignal durch Auswertung des zweiten Signales (S2) im Bereich der Singularität des ersten Signales gebildet wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Verlauf des zweiten Signales (S2), der jeweils für eine erste Umdrehung der Kurbelwelle (11) und eine zweite Umdrehung der Kurbelwelle (11) typisch ist, im Bereich der Singularität so untersucht wird, dass die Auswertung des zweiten Signales (S2) die Erkennung einer Vorzeichenumkehr der Steigung des zweiten Signales (S2) oder eine Minimum/Maximumauswertung in der Umgebung der Singularität des ersten Signales (S1) umfaßt.

2. Verfahren zur Bestimmung der Phasenlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Verfahren beim Start, vor der ersten Befeuerung in einem der Zylinder der Brennkraftmaschine durchgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Steuergerät (15) in Abhängigkeit von der Anzahl der Zylinder und/oder der Ventilsteuerzeiten der Brennkraftmaschine entscheidet, ob die Auswertung anhand der Steigung des zweiten Signales oder anhand der Minimum/Maximumauswertung erfolgt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Meßpunkte zur Erfassung der Drehzahl und/oder des Saugrohrdrucks motorspezifisch festgelegt werden.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** während des Betriebs zu vorgebbaren Zeiten oder bei vorgebbaren Bedingungen weitere Bestimmungen oder Überprüfungen der Phasenlage erfolgen, wobei bei den Bestimmungen während des Betriebes ausschließlich das Ausgangssignal (S2) des Sensors (17), der ein Saugrohrsensor ist, ausgewertet wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** es bei einer Brennkraftmaschine mit Phasensensor durchgeführt wird, falls vom Steuergerät (15) ein Defekt des Phasensensors oder der zugehörigen Signalaufbereitungsschaltung erkannt wird, zur Durchführung eines Notbetriebes.

#### Claims

1. Method for determining the phase angle in a four-

stroke internal combustion engine with an odd number of cylinders, in which there is formed by means of a pick-up (14), which scans a sensor disc (10) which is connected to the crankshaft (11) and has a reference mark (13), a first signal (S1), which has a singularity, which can be assigned to a prescribable crankshaft angle, and whose relationship with a second signal (S2), which is formed from an output signal of a rotational-speed sensor and/or the output signal of an inlet-manifold air-pressure sensor (17), is determined, and a detection signal is formed by evaluating the second signal (S2) in the region of the singularity of the first signal, **characterized in that** the characteristic of the second signal (S2), which is respectively typical of a first revolution of the crankshaft (11) and a second revolution of the crankshaft (11), is examined in the region of the singularity in such a manner that the evaluation of the second signal (S2) comprises the detection of a sign reversal in the gradient of the second signal (S2) or a minimum/maximum evaluation in the vicinity of the singularity of the first signal (S1).

2. Method for determining the phase angle according to Claim 1, **characterized in that** the method is carried out at the start, before the first firing in one of the cylinders of the internal combustion engine.
3. Method according to Claim 2, **characterized in that** the control unit (15) decides as a function of the number of cylinders and/or the valve timings of the internal combustion engine whether the evaluation is performed with the aid of the gradient of the second signal or with the aid of the minimum/maximum evaluation.
4. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the measuring points for detecting the rotational speed and/or the inlet-manifold air-pressure are determined in an engine-specific fashion.
5. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** during operation further determinations or checks of the phase angle are performed at prescribable times or under prescribable conditions, only the output signal (S2) of the sensor (17), which is an inlet-manifold air-pressure sensor, being evaluated in the determinations during operation.
6. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** in the case of an internal combustion engine with a phase sensor it is carried out in order to conduct emergency operation if the control unit (15) detects a defect in the phase sensor or the associated signal conditioning circuit.

## Revendications

1. Procédé pour déterminer l'angle de phase d'un moteur à combustion interne à quatre temps, à nombre impair de cylindres, selon lequel, à l'aide d'un capteur (14) détectant un disque phonique (10) relié au vilebrequin (11) et comportant un repère de référence (13), on forme un premier signal (S1) ayant une singularité associable à un angle prédéterminé du vilebrequin et on le met en rapport avec un second signal (S2) formé à partir du signal de sortie d'un capteur de vitesse de rotation et/ou du signal de sortie d'un capteur de pression de tubulure d'aspiration (17) et

5

on forme un signal de reconnaissance par l'exploitation du second signal (S2) dans la plage de singularité du premier signal,

10

**caractérisé en ce que**

le profil du second signal (S2), typique pour une première rotation du vilebrequin (11) et une seconde rotation du vilebrequin (11), est examiné dans la plage de singularité, de sorte que l'exploitation du second signal (S2) permet la reconnaissance d'une inversion de signal algébrique de la pente du second signal (S2) ou une exploitation du minimum/maximum dans l'environnement de la singularité du premier signal (S1).

15
2. Procédé pour déterminer la phase selon la revendication 1,

30

**caractérisé en ce qu'**

on exécute le procédé au démarrage avant le premier allumage dans l'un des cylindres du moteur à combustion interne.

35
3. Procédé selon la revendication 2,

**caractérisé en ce que**

l'appareil de commande (15) décide, en fonction du nombre de cylindres et/ou des durées de commande des soupapes du moteur à combustion interne,

40

si l'exploitation se fait en utilisant la pente du second signal ou en exploitant le minimum/maximum.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes,

45

**caractérisé en ce que**

les points de mesure pour la saisie de la vitesse de rotation et/ou de la pression dans la tubulure d'aspiration sont fixés en fonction du moteur.

50
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes,

**caractérisé en ce que**

pendant le fonctionnement, à des instants prédéterminés ou pour des conditions prédéterminées, on effectue d'autres déterminations ou contrôles de l'angle de phase et dans ces déterminations faites pendant le fonctionnement, on exploite exclusive-

55
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes,

**caractérisé en ce qu'**

il est appliqué à un moteur à combustion interne équipé d'un capteur de phase pour passer en fonctionnement de secours si l'appareil de commande (15) constate un défaut du capteur de phase ou du circuit correspondant de préparation de signal de fonctionnement.

