

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 638 717 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **94110647.8**

(51) Int. Cl.⁶: **F02D 41/34, F02D 37/02**

(22) Anmeldetag: **08.07.94**

(30) Priorität: **13.08.93 DE 4327218**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.02.95 Patentblatt 95/07

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB SE

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
Postfach 30 02 20
D-70442 Stuttgart (DE)

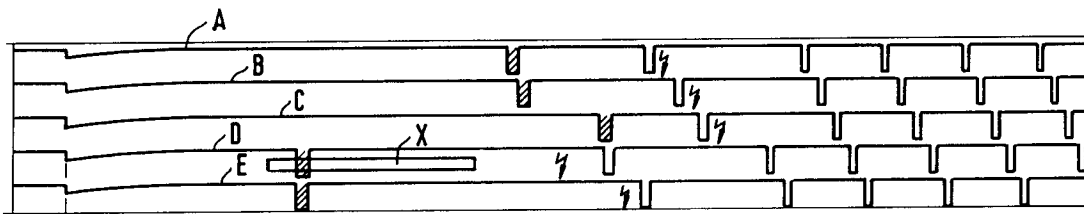
(72) Erfinder: **Walter, Klaus, Dipl.-Ing.**
Westendstrasse 71
D-74321 Bietigheim-Bissingen (DE)
Erfinder: **Harter, Thomas, Dipl.-Ing.**
Kolberger Weg 2
D-71701 Schwieberdingen (DE)
Erfinder: **Klein, Ralf, Dipl.-Ing.**
Scheffelweg 3
D-74206 Bad Wimpfen (DE)

(54) **Einrichtung zur Regelung der Kraftstoffeinspritzung und der Zündung bei einer Brennkraftmaschine.**

(57) Es wird eine Einrichtung zum Regeln der Kraftstoffeinspritzung und der Zündung bei einer Brennkraftmaschine beschrieben, bei der im Steuergerät möglichst bald nach dem Einschalten der Brennkraftmaschine die Position der Kurbel- und Nockenwelle bestimmt wird. Dazu werden die Ausgangssignale eines Kurbel- und eines Nockenwellengebers ausgewertet, wobei der Kurbelwellengeber wenigstens eine Bezugsmarke erkennen läßt und der Nockenwellengeber eine Geberscheibe aufweist, die eine Markierung hat, die sich über einen Winkelbereich von 180° erstreckt. Die Zuordnung zwischen Kurbel und Nockenwelle muß so sein, daß der Pegelwechsel des Nockenwellengebersignales möglichst genau zwischen zwei Bezugsmarken liegt, dann lassen sich vier Marken erzeugen, die zur Absetzung der ersten Einspritz und Zündsignale verwendet werden, wobei zusätzliche Plausibilitätsprüfungen ablaufen können.

Fig. 2

a)



EP 0 638 717 A2

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Einrichtung zur Regelung der Kraftstoffeinspritzung und der Zündung bei einer Brennkraftmaschine nach der Gattung des Hauptanspruchs.

5 Bei Mehrzylinder-Brennkraftmaschinen mit elektronisch geregelter Einspritzung und Zündung wird üblicherweise im Steuergerät berechnet, wann und wieviel Kraftstoff pro Zylinder eingespritzt werden soll und wann der geeignete Zündzeitpunkt ist. Damit diese Berechnungen in korrekter Weise durchgeführt werden können, muß die jeweilige Stellung der Kurbel- bzw. Nockenwelle der Brennkraftmaschine bekannt sein, es ist daher üblich und wird beispielsweise in der EP-A1 0 371 158 beschrieben, daß die Kurbel- und
10 die Nockenwelle mit je einer Scheibe verbunden sind, dabei ist an der Oberfläche der mit der Kurbelwelle verbundenen Scheibe eine einzelne Markierung angeordnet, während auf der Oberfläche der mit der Nockenwelle verbundenen Scheibe eine Markierung vorhanden ist, die sich über einen Winkel von 180° erstreckt.

Die beiden sich drehenden Scheiben werden von passenden feststehenden Aufnehmern abgetastet, aus
15 der zeitlichen Abfolge der von den Aufnehmern gelieferten Impulsen wird eine eindeutige Aussage über die Stellung von Kurbel- und Nockenwelle gewonnen in Abhängigkeit davon werden im Steuergerät Ansteuersignale für die Einspritzung und Zündung gebildet.

Die Einspritzung erfolgt bei der bekannten Einrichtung in Abhängigkeit vom Nockenwellengebersignal erstmalig in die Zylindergruppe, die überwiegend geschlossene Einlaßventile aufweist. Die Einspritzung für
20 die nächste Zylindergruppe wird am Pegelwechsel des Nockenwellensignales abgesetzt oder sequentiell nach der Synchronisation.

Die bekannte Einrichtung hat den Nachteil, daß die ersten Einspritzungen mit undefinierten Vorlage-
rungswinkeln erfolgen und zu einem frühen Zeitpunkt, bei dem die Kraftstoffdruckaufbauphase noch nicht abgeschlossen ist, eine Vielzahl von Einspritzungen erfolgen.

25 Um diese Probleme während der Startphase zu verringern, wird deshalb in der noch nicht veröffentlichten deutschen Patentanmeldung P 42 30 616 eine Einrichtung zur Erkennung der Stellung wenigstens einer, eine Referenzmarke aufweisenden Welle beschrieben. Diese Einrichtung wird bei einer Brennkraftmaschine eingesetzt, es wird dabei nach dem Abschalten der Zündung und Einspritzung eine Auslauferkennung durchgeführt, wobei vom Steuergerät die Stellung der Kurbel- und Nockenwelle im Stillstand ermittelt und
30 abgespeichert wird.

Beim Wiedereinschalten stehen die so ermittelten Stellungen dem Steuergerät sofort zur Verfügung, so daß die ersten Einspritzungen bereits kurz nach Drehbeginn erfolgen können. Bei dieser bekannten Einrichtung muß jedoch stets eine Nachlauferkennung durchgeführt werden.

35 Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Einrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, daß die Stellung der Kurbel- und Nockenwelle besonders schnell ermittelbar ist, so daß ein sehr früher Beginn der sequentiellen Einspritzung möglich ist. Dabei erfolgen die ersten Einspritzungen mit einem definierten
40 Vorlagerungswinkel und zu dem spätestens noch möglichen Zeitpunkt, so daß diese Einspritzungen bei einem weitgehend gesicherten Kraftstoffdruck erfolgen. Es wird außerdem eine sichere phasenrichtige Zylindererkennung und Zündausgabe bereits nach besonders kurzem Drehwinkel erhalten, so daß sich kurze Startzeiten ergeben.

Erzielt werden diese Vorteile, indem auf der Nockenwelle eine Phasengeberscheibe mit einer 180°-
45 Markierung angeordnet ist, die mit einem statischen Aufnehmer abgetastet wird, während gleichzeitig eine Kurbelwellengeberscheibe mit 60-2 Markierungen und einer Bezugsmarke vorhanden ist und die Scheiben so angeordnet sind, daß der Pegelwechsel der Nockenwellengeberscheibe möglichst genau zwischen zwei Bezugsmarken stattfindet.

Weitere Vorteile der Erfindung werden durch die in den Unteransprüchen angegebenen Maßnahmen
50 erzielt.

Zeichnung

Die Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher
55 erläutert. Dabei zeigt Figur 1 eine grobe Übersicht über die Anordnung von Kurbel- bzw. Nockenwelle samt den zugehörigen Sensoren und dem Steuergerät, in dem die Berechnungen zur Regelung der Einspritzung und Zündung ablaufen. In Figur 2 sind Steuersignale bzw. von Sensoren abgegebene Signale während der Startphase einer Brennkraftmaschine über der Zeit aufgetragen.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Figur 1 sind die zur Erläuterung der Erfindung erforderlichen Bestandteile einer Brennkraftmaschine beispielhaft 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 Bezugsmarke 13 vorgesehen, die beispielsweise durch zwei fehlende Winkelmarken realisiert ist.

Eine zweite Geberscheibe 14 ist mit der Nockenwelle 15 der Brennkraftmaschine verbunden und weist an ihrem Umfang eine Marke 16 auf, das sich über einen Winkel von 180° erstreckt. Mit 17 ist die zwischen Kurbel- und Nockenwelle bestehende Verbindung die die Nockenwelle mit halber Kurbelwellendrehzahl dreht, symbolisch dargestellt.

Die beiden Geberscheiben 10, 14 werden von Aufnehmern 18, 19, beispielsweise induktiven Aufnehmern oder Hall-Sensoren, beispielsweise statischen Hall-Sensoren abgetastet, die beim Vorbeilaufen der Winkelmarken in den Aufnehmern erzeugten Signale werden entweder gleich aufbereitet und einem Steuergerät 20 zugeführt oder erst im Steuergerät 20 in geeigneter Weise aufbereitet, wobei vorzugsweise Rechtecksignale gebildet werden, deren Anstiegsflanken den Beginn einer Winkelmarke und deren abfallende Flanken dem Ende einer Winkelmarke entsprechen. Diese Signale bzw. die zeitlichen Abfolgen der einzelnen Impulse werden im Steuergerät ausgewertet.

Bezüglich der Anordnung der beiden Geberscheiben ist noch zu bemerken, daß sie so zu erfolgen hat, daß die mit der Nockenwelle verbundene Geberscheibe, die im zugehörigen Sensor ein Signal mit gleich großen Low- und Highphasen erzeugt, so erfolgt, daß ein Pegelwechsel zwischen Low und High möglichst genau zwischen die vom Kurbelwellengeber gelieferten Bezugsmarkensignale fällt.

Das Steuergerät 20 erhält über verschiedene Eingänge weitere, für die Steuerung bzw. Regelung der Brennkraftmaschine erforderliche Eingangsgrößen, die von verschiedenen Sensoren gemessen werden. Als Beispiele solcher Sensoren seien erwähnt: ein Temperatursensor 21, der die Motortemperatur mißt, ein Drosselklappensensor 22, der die Stellung der Drosselklappe registriert, ein Drucksensor 23, der den Druck im Ansaugrohr oder den Druck in einem Zylinder der Brennkraftmaschine mißt. Weiterhin wird über den Eingang 24 ein "Zündung-Ein"-Signal zugeführt, das beim Schließen des Zündschalters 25 von der Klemme Kl.15 des Zündschlosses geliefert wird.

Ausgangsseitig stellt das Steuergerät, das nicht dargestellte Rechen- bzw. Speichermittel, sowie einen mit 30 bezeichneten Permanentenspeicher umfaßt, Signale für die Zündung und Einspritzung, für nicht näher bezeichnete, entsprechende Komponenten der Brennkraftmaschine zur Verfügung. Diese Signale werden über die Ausgänge 26 und 27 des Steuergerätes 20 abgegeben.

Je nach Bedarf können weitere Sensoren eingesetzt werden, deren Signale dem Steuergerät zugeführt werden, das Steuergerät 20 kann ebenfalls weitere für die Regelung der Brennkraftmaschine erforderliche Signale abgeben. Es ist nicht unbedingt erforderlich, daß alle dargestellten Sensoren vorhanden sind.

Die Spannungsversorgung des Steuergerätes 20 erfolgt in üblicher Weise mit Hilfe einer Batterie 28, die über einen Schalter 29 während des Betriebs der Brennkraftmaschine sowie in einer weiteren Ausgestaltung während einer Nachlaufphase nach Abstellen des Motors mit dem Steuergerät 20 in Verbindung steht.

Mit der in Figur 1 beschriebenen Einrichtung kann die Stellung der Kurbelwelle 11 und der Nockenwelle 15 während des Betriebes der Brennkraftmaschine jederzeit erfaßt werden, da die Zuordnung zwischen Kurbelwelle und Nockenwelle ebenso bekannt ist wie die Zuordnung zwischen der Stellung der Nockenwelle und der Lage der einzelnen Zylinder, kann nach dem Erkennen der Bezugsmarke eine Synchronisation erfolgen und nach einer erfolgten Synchronisation in bekannter Weise die Einspritzung und die Zündung gesteuert bzw. geregelt werden. Eine solche Steuerung bzw. Regelung einer Brennkraftmaschine ist beispielsweise in der DE-OS 39 23 478 beschrieben und wird deshalb hier nicht näher erläutert.

Mit der in Figur 1 beschriebenen Einrichtung ist mit der Ergänzung nach der das Steuergerät 20 auch noch in einer Nachlaufphase mit Spannung versorgt wird, auch eine Erkennung der Motorposition im Auslauf möglich, also während der sogenannten Nachlaufphase. In dieser Nachlaufphase, die sich an den üblichen, beispielsweise in der obengenannten Offenlegungsschrift beschriebenen Normalbetrieb der Brennkraftmaschine anschließt, läuft noch eine Auswertung der Sensorausgangssignale ab. Die letzten so ermittelten Stellungen der Kurbel- und Nockenwelle werden im Permanentenspeicher 30 des Steuergerätes 20 abgelegt und stehen daher beim Wiedereinschalten sofort zur Verfügung. Die genaue Vorgehensweise dazu wird in der DE-P 42 30 660 beschrieben und wird daher an dieser Stelle nicht näher ausgeführt.

In Figur 2 sind für eine 5-Zylinder-Brennkraftmaschine die zum Verständnis der Erfindung wesentlichen Signal- bzw. Spannungsverläufe $U(t)[V]$, die bei Probeläufen aufgenommen wurden, über der Zeit t in Millisekunden aufgetragen.

Die Startbedingungen sind dabei beispielsweise:

Fig 2:

5

Vorlagerung der Einspritzung:	30 °KW nach LWOT
Startposition:	48 °KW vor OT1
Erste Einspritzung nach:	150 °KW
Erste Zündung nach:	480 °KW
Hochlaufbeginn nach:	480 °KW

10

Fig 3:

15

Vorlagerung der Einspritzung:	72 °KW nach LWOT
Startposition:	60 °KW vor OT3
Erste Einspritzung nach:	54 °KW
Erste Zündung nach:	348 °KW
Hochlaufbeginn nach:	348 °KW

20

Fig 4:

25

Vorlagerung der Einspritzung:	102 °KW nach LWOT
Startposition:	72 °KW vor OT4
Erste Einspritzung nach:	96 °KW
Erste Zündung nach:	360 °KW
Hochlaufbeginn nach:	360 °KW

30

Fig 5:

35

Vorlagerung der Einspritzung:	+ 6 °KW vor LWOT
Startposition:	54 °KW vor OT5
Erste Einspritzung nach:	120 °KW
Erste Zündung nach:	474 °KW
Hochlaufbeginn nach:	474 °KW

Mit OT1 bis OT 5 ist der Obere Totpunkt der Zylinder 1 bis 5 bezeichnet.

In Figur 2a sind die vom Steuergerät abgegebenen Ansteuersignale A, B, C, D und E für die Einspritzventile EV1 bis EV5 angegeben, wobei die Einspritzungen durch die Minima charakterisiert sind. Die schraffierten Bereiche geben jeweils die erste Einspritzung an. Der Bereich X bezeichnet eine Phase, während der ein Einlaßventil offen ist. Mit einem Pfeil sind die ersten Zündungen, die in den einzelnen zugehörigen Zylindern erfolgen, symbolisiert.

In Figur 2b gibt das obere Signal F den Verlauf des Ausgangssignales des Nockenwellengebers bzw. des Phasengebers an, bei diesem Signal tritt mit der gewählten Geberscheibe ein Phasenwechsel alle 360 °KW auf. Der erste Flankenwechsel ist als Marke M1 bezeichnet. Das untere Signal G gibt den Verlauf der Zündsignale wieder.

In Figur 2c ist das Drehzahlsignal H sowie das Ausgangssignal J des Kurbelwellengebers aufgetragen, für eine entsprechende Geberscheibe mit einer Vielzahl gleichartiger Winkelmarken sowie einer durch zwei fehlende Winkelmarken dargestellte Bezugsmarke angegeben.

Zum Zeitpunkt t1 wird über das Zündschloß 25 der Start der Brennkraftmaschine eingeleitet. Es wird vom Steuergerät 20 Spannung an die einzelnen Systeme bzw. Geber gelegt, das Elektrokraftstoffpumpenrelais wird betätigt, so daß die Kraftstoffpumpe mit der Förderung des Kraftstoffs beginnt.

Zu diesem Zeitpunkt ist dem Steuergerät normalerweise die genaue Winkellage der Kurbel- bzw. der Nockenwelle noch nicht bekannt. Wird allerdings eine Nachlauferkennung durchgeführt wie sie in der deutschen Patentanmeldung P 42 30 616 beschrieben wird, ist die genaue Winkellage bereits zu diesem Zeitpunkt bekannt und das Steuergerät kann sofort mit der Berechnung der für die Einspritzung wesentlichen Zeiten beginnen.

Zum Zeitpunkt t_2 wird der Anlasser eingerückt und der Motor beginnt sich zu drehen, der Kurbelwellengeber gibt drehzahlabhängige Impulse ab.

In den Figuren 3 bis 5 ist der selbe Sachverhalt dargestellt wie in Figur 2, jedoch bei anderen Start-Position des Motors und damit auch bei anderen Einspritzwinkeln.

5 In den Figuren 3c und 5c ist die Bezugsmarke BM im Ausgangssignal des Kurbelwellengebers erkennbar, sie entspricht einer als Marke M2 bzw. M4 bezeichneten Marke. In Figur 4c wird die Marke M3 durch den ersten Flankenwechsel des Nockenwellengebersignales festgelegt.

Ausgehend von der Anordnung nach Figur 1 und den in den folgenden Figuren dargestellten Signalverläufen soll nun erläutert werden, wie die Einspritzung und Zündausgabe im Start unter Benutzung der
10 Marken M1 bis M4 erfolgt.

1. Mit der Bezugsmarke und dem Pegelwechsel des Phasensignales von Low nach High und von High nach Low ergeben sich über ein Arbeitsspiel von 720°KW die vier Marken M1 bis M4, an denen die Einspritzung synchronisiert beginnt. Entsprechend der Motorposition werden an den Marken die ersten Einspritzungen derart abgesetzt, daß ein schneller und sicherer Start möglich ist. Die ersten Einspritzungen sind in den Figuren 2 bis 5 schraffiert dargestellt.
15

Der Zylinder, der mit der ersten Einspritzung an den Marken bedient wird, ist motortemperaturabhängig wählbar. Um einen schnellen Start zu erreichen sind kleine Vorlagerungswinkel und gegebenenfalls sogar Einspritzungen ins offene Einlaßventil erforderlich, sofern eine ungünstige Zündkerzenlage oder sehr große Einspritzzeiten dies nicht verbieten. Gleichzeitig mit der ersten Einspritzung oder kurz danach erfolgt eine zweite Einspritzung in den nächstfolgenden Zylinder.
20

Die weiteren Einspritzungen erfolgen sequentiell im nächsten Segment. Diese schließen sich an die Einspritzungen an den Marken derart an, daß fehlende oder doppelte Einspritzungen nicht auftreten.

2. Um eine sichere zylinderrichtige Zündausgabe durchzuführen, erfolgt diese erst nach dem Erkennen der Bezugsmarke und des Phasenwechsels. Es wird also geprüft, ob das Phasensignal in Ordnung ist. Die Reihenfolge, in der diese Signale auftreten, ist beliebig. Die genannte Vorgehensweise ist besonders bei 5-Zylinder-Motoren wegen der dort herrschenden Unsymmetrie erforderlich.
25

3. Um eine besonders schnelle Zündausgabe durchzuführen, erfolgt diese nach dem Erkennen des Phasenwechsels oder nach der Bezugsmarke. Eine Überprüfung, daß das Phasensignal in Ordnung ist, erfolgt dann für die ersten Zündungen nicht. Diese Vorgehensweise ist bei 4-, 6-, 8-, 12-Zylindermotoren zulässig.
30

Da sich die Zündausgabe an den Pegelwechsel des Phasensignals anschließt, muß die genaue Lage dieser Marke bekannt sein. Die Bestimmung dieser Marke kann durch ein geeignetes Adaptionsverfahren im Start oder Leerlauf erfolgen.

In Kombination mit einer frühzeitigen Einspritzung mit Vorabspritzern oder einer Einspritzung nach durchgeführter Auslauferkennung, sind besonders schnelle Starts möglich. Vorabspritzer sind dabei Einspritzungen, die vor der Synchronisation in alle Zylinder gleichzeitig erfolgen. Erste sequentielle Einspritzungen, die auch noch vor Drehbeginn erfolgen können, sind nur in Verbindung mit einer Auslauferkennung oder einem Absolutgebersystem möglich, da in diesen beiden Fällen die genaue Motor- bzw. Wellenstellung bereits unmittelbar nach dem Start bekannt sind.
35

4. Mittels der Pegelwechsel des Phasensignales ist auch eine Verstellwinkelerfassung bei einem System mit einer variablen Nockenwellenverstellung möglich oder es ist eine Diagnose bei einer Nockenwellensteuerung möglich.
40

Patentansprüche

45

1. Einrichtung zur Regelung der Kraftstoffeinspritzung und der Zündung bei einer Brennkraftmaschine mit einer Recheneinrichtung, in der die Winkellage der Kurbel- und der Nockenwelle durch Auswertung der entsprechenden Gebersignale ermittelt wird zur Bildung von Steuersignalen für die Einspritzventile und zur Auslösung von Zündungen, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung der Stellung der Nockenwelle eine mit der Nockenwelle verbundene Scheibe abgetastet wird, die eine sich über 180° erstreckende Winkelmarke aufweist, daß auf der Kurbelwelle oder einer der Kurbelwelle zugeordneten Scheibe eine Bezugsmarke vorhanden ist und die Kurbel- und die Nockenwelle einander so zugeordnet sind, daß der Pegelwechsel des Nockenwellengebersignales etwa in der Mitte zwischen zwei Bezugsmarken auftritt.
50

55

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Recheneinrichtung das Steuergerät der Brennkraftmaschine ist.

3. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß aus der Bezugsmarke des Kurbelwellengebersignales und einem Flankenwechsel des Nockenwellengebersignales jeweils eine Marke M1 bis M4 gebildet wird, die zur Bildung der Einspritz- und/oder Zündsignale verwendet werden.

5

4. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß insbesondere beim Start des Motors erste Einspritzungen an den Marken (M1 bis M4) in bestimmte Zylinder, die temperaturabhängig ausgewählt werden können, derart erfolgen daß kurze Startzeiten erreicht werden.

10

5. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten Zündausgaben erst dann erfolgen, wenn die Bezugsmarke und ein Phasenwechsel erkannt sind, wobei die Reihenfolge des Auftretens der entsprechenden Signale nicht berücksichtigt wird.

15

6. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten Zündausgaben bereits nach dem Erkennen eines Phasenwechsels oder nach der Bezugsmarke ohne zuvorige Überprüfungen erfolgen, wenn dies bei bestimmten Zylinderzahlen zulässig ist.

20

7. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß nach der Synchronisation ein Übergang auf eine übliche zylinderspezifische Einspritzung ohne Fehl- oder Doppeleinspritzungen, insbesondere die sog. SEFI erfolgt.

25

8. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät Mittel umfaßt, das nach dem Abschalten der Zündung der Brennkraftmaschine, während einer Nachlaufphase das Gebersignal oder die Gebersignale bis zum Stillstand der Kurbel- und der Nockenwelle auswertet und die so ermittelte Stellung der Kurbel- und der Nockenwelle beim Stillstand abspeichert und beim Wiedereinschalten bereitstellt.

30

35

40

45

50

55

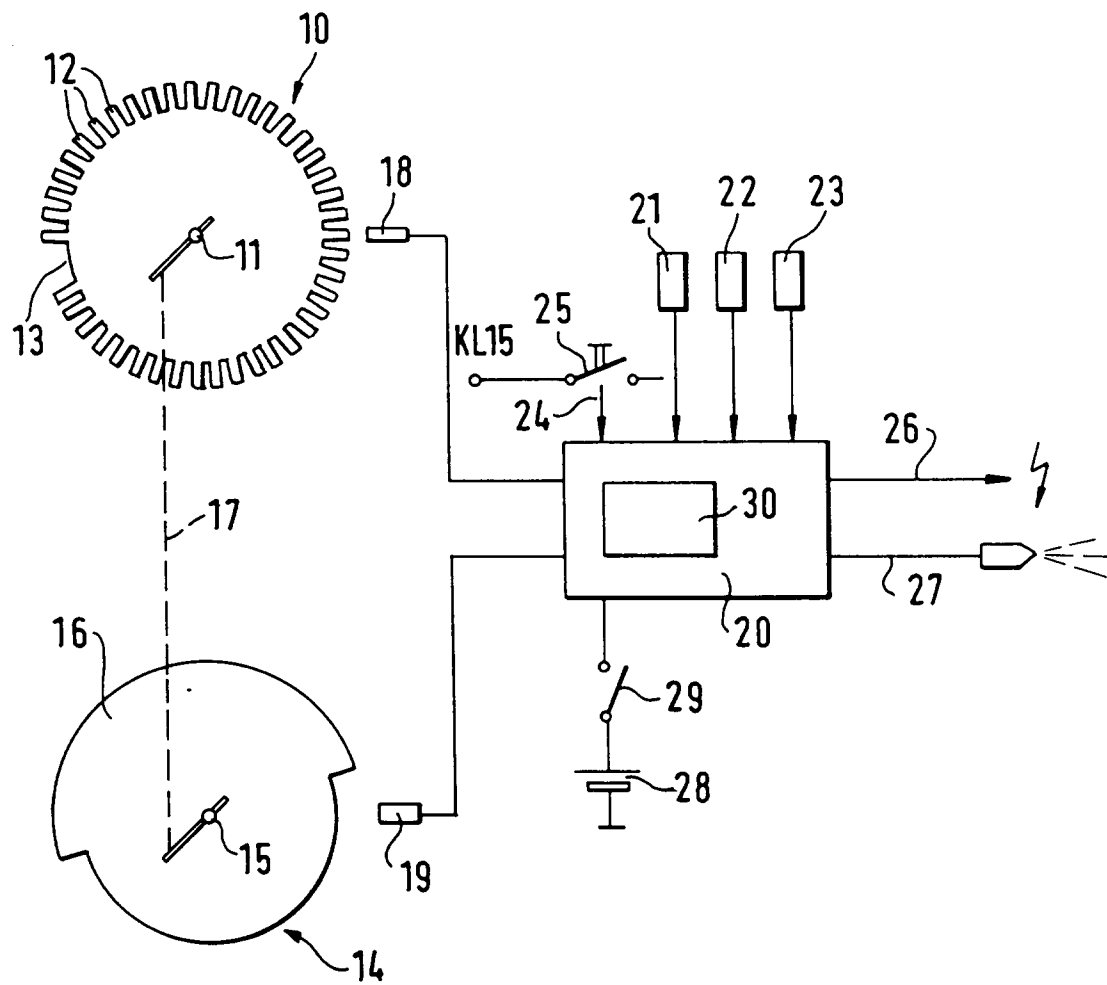
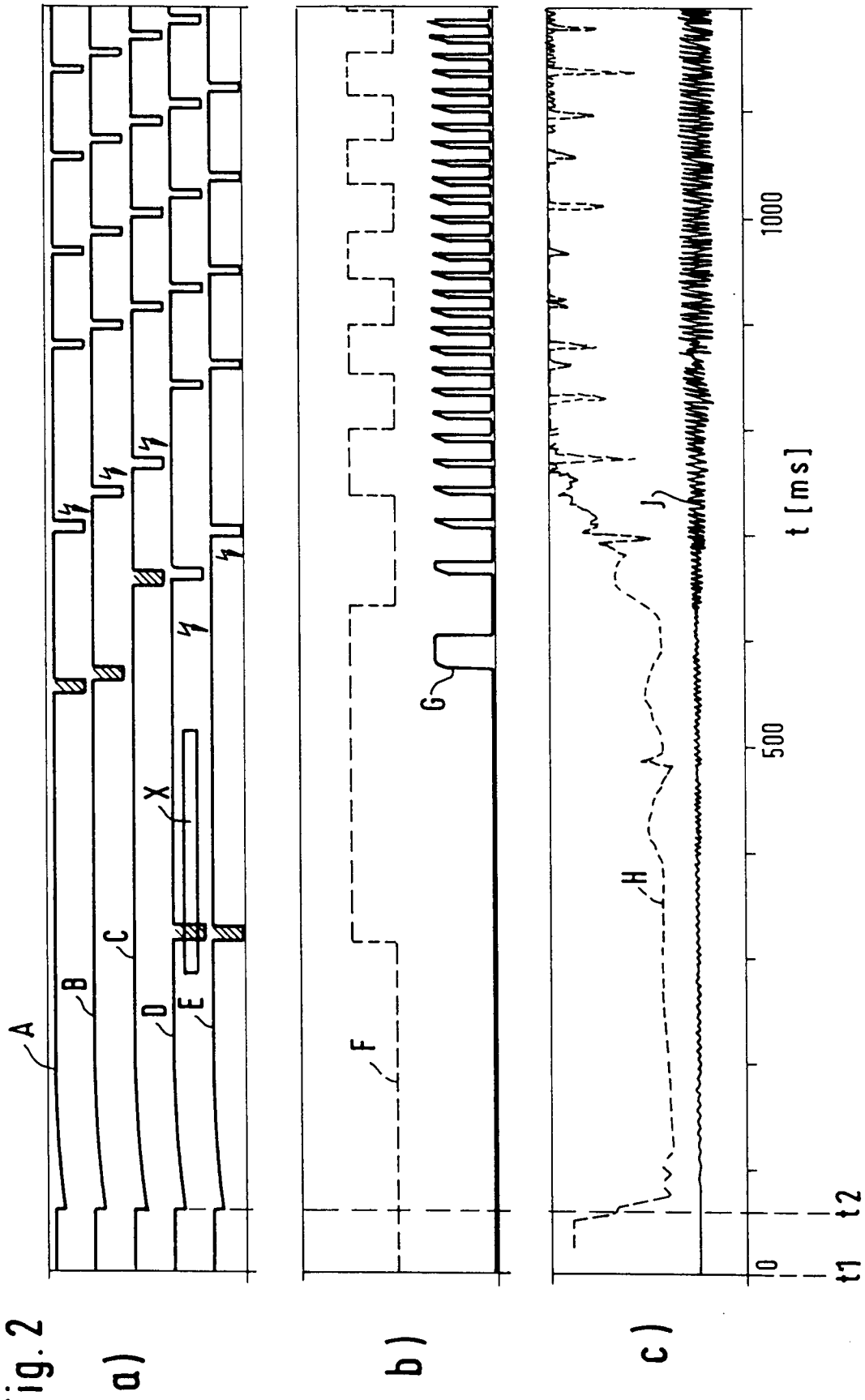


Fig. 1

Fig. 2



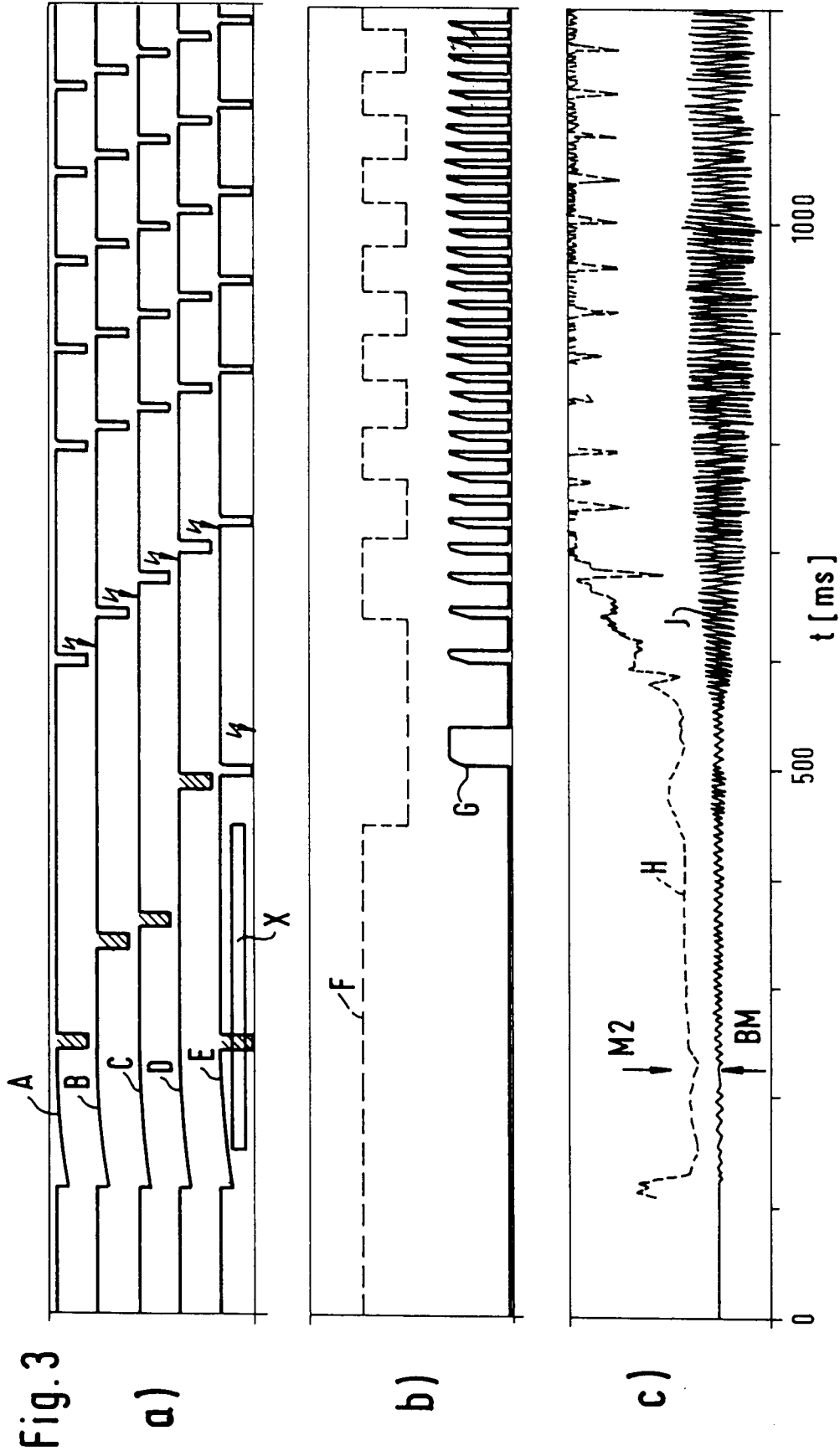


Fig. 4

