

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

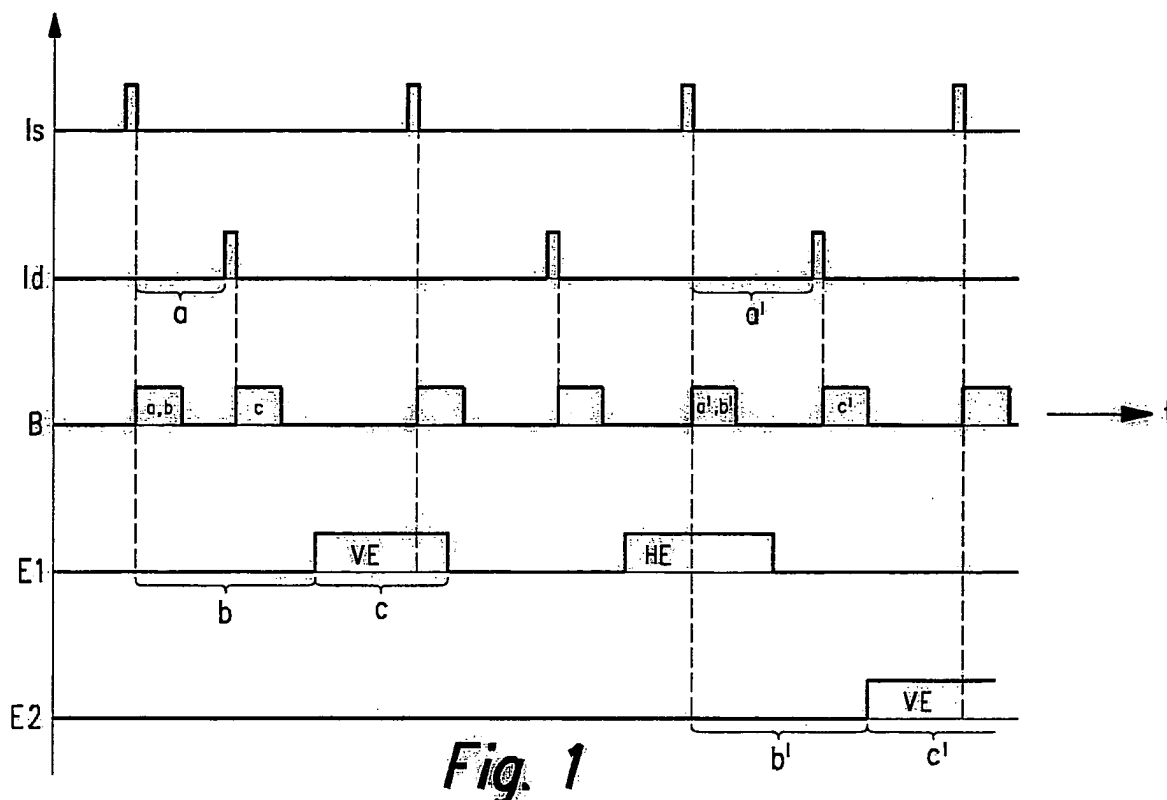
EP 1 375 884 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG(43) Veröffentlichungstag:
02.01.2004 Patentblatt 2004/01(51) Int Cl.7: **F02D 41/34**, F02D 41/38,
F02D 41/22(21) Anmeldenummer: **03008431.3**(22) Anmeldetag: **11.04.2003**(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)(72) Erfinder:
• **Gangi, Marco**
73734 Esslingen (DE)
• **Schulz, Udo**
71665 Vaihingen/Enz (DE)(30) Priorität: **26.06.2002 DE 10228609**(54) **Verfahren zur Plausibilisierung von zur Berechnung der Steuersignale für die Kraftstoffeinspritzung einer Brennkraftmaschine verwendeten Bezugsmarken**

(57) Es wird ein Verfahren zur Plausibilisierung von zur Berechnung der Steuersignale (E1, E2) für die Kraftstoffeinspritzung einer Brennkraftmaschine verwendeten Bezugsmarken, insbesondere für Common Rail Systeme, vorgeschlagen. Dabei werden erste Bezugsmarken (statische Interrupts Is) drehwinkelabhängig generiert, und zu jeder ersten Bezugsmarke (Is) wird rech-

nerisch in Abhängigkeit von Parametern eine zweite, zeitlich oder winkelmäßig spätere Bezugsmarke (dynamische Interrupts Id) generiert. Die ersten und zweiten Bezugsmarken (Is, Id) werden jeweils separat gezählt und die Zählerstände zyklisch miteinander verglichen, wobei unzulässige Abweichungen der Zählerstände voneinander Notmaßnahmen und/oder Fehlererkennungsmaßnahmen auslösen.

**Fig. 1****EP 1 375 884 A2**

Beschreibung

STAND DER TECHNIK

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Plausibilisierung von zur Berechnung der Steuersignale für die Kraftstoffeinspritzung einer Brennkraftmaschine verwendeten Bezugsmarken, insbesondere für Common Rail Systeme.

[0002] Derzeitige Steuergeräte für Common Rail Systeme beinhalten ein drehzahlsynchrones Einspritz-Software-Timing, wobei die Berechnung jeweils des zylinderspezifischen Einspritzbeginns durch statische Interrupt-Signale ausgelöst wird. Diese werden winkelsynchron mit Hilfe eines Zahngebers und einer Zähleinrichtung erzeugt. Rechtzeitig vor dem berechneten Einspritzbeginn wird ein dynamisches Interrupt-Signal ausgelöst, durch das die Berechnung der Ansteuerdauer, also der Einspritzzeit, berechnet wird. Die Erfassung der Drehzahl erfolgt üblicherweise in einem separaten Mikrocontroller bzw. ASIC. Zur Plausibilisierung und Überwachung der Interrupts wird in bekannter Weise eine Zeitüberwachung bzw. Deadline-Überwachung durchgeführt. Diese Überwachung eignet sich zwar noch recht gut für zeitsynchrone Abläufe, jedoch sind für die Überwachung sicherheitsrelevanter, ereignissynchroner Abläufe, wie die Berechnung und Ausführung von Einspritz-Beginn und -ende nicht mehr ausreichend, so dass die Plausibilisierung von statischen und dynamischen Interrupts hinsichtlich ihrer Konsistenz, Lage und Anzahl insbesondere bei Common Rail Systemen ein dringendes Problem darstellt.

VORTEILE DER ERFINDUNG

[0003] Durch das erfindungsgemäße Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 können in vorteilhafter Weise schnell und sicher Fehler im Interrupt-Timing sowohl hinsichtlich der statischen als auch hinsichtlich der dynamischen Interrupts erkannt werden. Dies führt sowohl zu einer größeren Sicherheit für Personen, nämlich Fahrer des mit der Brennkraftmaschine versehenen Kraftfahrzeugs, sowie zu einem besseren Schutz vor Motorschäden infolge fehlerhafter Einspritzung.

[0004] Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Anspruch 1 angegebenen Verfahrens möglich.

[0005] Geeignete Notmaßnahmen sind insbesondere die Auslösung von Resets und/oder die Umschaltung auf Notbetrieb und/oder die Abschaltung der Brennkraftmaschine. Als Fehlererkennungsmaßnahmen eignen sich Anzeigemittel und/oder die Speicherung von Fehlern in Speichermitteln, damit bei einer späteren Diagnose die Fehlerursachen und Fehlerhäufigkeit sicher erkannt werden können. Die Auslösung der unterschiedlichen Notmaßnahmen und/oder Fehlererkennungsmaßnahmen erfolgt vorzugsweise in Abhängig-

keit der Fehlerhäufigkeit. So kann beispielsweise die Auslösung eines Resets bei Ausbleiben eines dynamischen Interrupts vorgesehen sein, während beispielsweise nach drei vergeblichen Resets hintereinander die Umschaltung auf einen Notbetrieb oder gar die vollständige Abschaltung der Brennkraftmaschine erfolgt, wobei letztere Maßnahme auch erst dann vorgesehen sein kann, wenn der Notbetrieb ebenfalls nicht zu einem zufriedenstellenden Fahrverhalten führt.

[0006] Die Berechnung der Steuersignale für die Kraftstoffeinspritzung erfolgt nur bei korrekt ermittelten Bezugsmarken bzw. Interrupts. Hierdurch soll verhindert werden, dass durch fehlerhafte Kraftstoffeinspritzung zu ungeeigneten Zeitpunkten Schäden an der Brennkraftmaschine entstehen.

[0007] Während die erste Bezugsmarke die Berechnung des Beginns der Kraftstoffeinspritzung vorgibt, löst die zweite Bezugsmarke die Berechnung der Dauer oder des Endes der Kraftstoffeinspritzung aus. Hierdurch kann diese Dauer oder das Ende mit möglichst exakten Parametern sehr kurz vor dem Einspritzbeginn berechnet werden.

[0008] Im Hinblick auf mögliche zeitliche Überlappungen sind für die verschiedenen Kraftstoffeinspritzarten (Voreinspritzung, Haupteinspritzung, Nacheinspritzung) jeweils eigene Zählvorgänge und Zähleinrichtungen vorgesehen.

[0009] Die ersten Bezugsmarken (statische Interrupts) lösen abwechselnd die Berechnung des Beginns unterschiedlicher Einspritzarten aus. Hierdurch werden zu lange Zeitintervalle zwischen Bezugsmarke und Beginn der jeweiligen Einspritzart verhindert.

[0010] Zusätzlich können noch in vorteilhafter Weise die Winkelabstände der ersten Bezugsmarken untereinander überprüft werden. Dies erfolgt in einer zweckmäßigen Ausgestaltung des Verfahrens dadurch, dass die Winkelsignale eines von der Brennkraftmaschine angetriebenen Zahngebers in einer Zähleinrichtung gezählt werden, wobei jeweils nach einer vorgebbaren Zahl von Winkelsignalen eine der ersten Bezugsmarken generiert wird, und dass bei jeder ersten Bezugsmarke die Zählerdifferenz zwischen dem aktuellen Zählerstand und dem bei der letzten Bezugsmarke erfassten Zählerstand daraufhin überprüft wird, ob diese der vorgebbaren Zahl entspricht.

ZEICHNUNG

[0011] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein Signaldiagramm zur Erläuterung der Wirkungsweise und

Figur 2 eine schematische Blockdarstellung einer Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

BESCHREIBUNG DES AUSFÜHRUNGSBEISPIELS

[0012] Bei dem in Figur 2 vereinfacht dargestellten Kraftstoffeinspritzsystem für eine Brennkraftmaschine erzeugt ein beispielsweise von der Nockenwelle angetriebener Zahngeber 10 eine Vielzahl von Winkelimpulsen pro Umdrehung. Diese werden in einem Zahnzähler 11 gezählt, der in einem Drehzahlerfassungsmodul 12 untergebracht ist. In diesem Drehzahlerfassungsmodul 12 wird die Drehzahl n der Brennkraftmaschine anhand der erfassten Zahnimpulse erfasst, wozu beispielsweise ein separater Mikrocontroller vorgesehen ist. Jeweils nach einer festgelegten Zahl von Zahnimpulsen löst das Drehzahlerfassungsmodul 12 einen statischen Interrupt Is aus, wobei diese statischen Interrupts eine erste Art von äquidistanten Bezugsmarken darstellen. Obwohl diese statischen Interrupts aus Gründen der Abtastung von Sensorwerten üblicherweise äquidistant sind, können aus Gründen der Gleichverteilung der Laufzeitbelastung auch nicht-äquidistante Abstände günstiger sein.

[0013] Diese statischen Interrupts Is lösen jeweils in einer Berechnungsstufe 13 der CPU 14 für die Berechnung der Kraftstoff-Einspritzsignale einen Berechnungsschritt B für die Berechnung eines dynamischen Interrupt-Signals Id und die Berechnung des Einspritzbeginns, also Beginns des Einspritz-Signals $E1$, aus. Das dynamische Interrupt-Signal Is als zweite Bezugsmarkenart beginnt nach einem Intervall a so rechtzeitig vor Beginn des Einspritzsignals $E1$, das dieses Interrupt-Signal Id in einer zweiten Berechnungsstufe 15 einen Berechnungsschritt B zur Berechnung der Dauer c des Einspritzsignals $E1$ auslöst. Die Berechnungsstufen 13, 15 steuern eine Endstufe 16 und diese wiederum wenigstens ein Einspritzventil 17.

[0014] Die statischen Interrupt-Signale Is lösen abwechselnd die Freigabe und Berechnung des Ansteuerbeginns für die Voreinspritzung VE und die Haupteinspritzung HE sowie für die entsprechenden dynamischen Interrupt-Signale Id für die Berechnung der Dauer von Voreinspritzung und Haupteinspritzung aus.

[0015] In an sich bekannter Weise können selbstverständlich auch mehrere Voreinspritzvorgänge und auch Nacheinspritzvorgänge vorgesehen sein.

[0016] Zur Plausibilisierung der Interrupt-Signale ist für jeden Einspritztyp, also zum Beispiel Voreinspritzungen, Haupteinspritzung und Nacheinspritzung, ein eigener Interrupt-Zähler vorgesehen, der jeweils mit einem statischen Interrupt-Signal Is inkrementiert wird. Zur Vereinfachung ist in Figur 2 nur ein einziger solcher Interrupt-Zähler 18 dargestellt. Mit den dynamischen Interrupt-Signalen Id bzw. mit den Interrupt-Serviceroutinen der jeweiligen Einspritztypen wird ebenfalls ein Interrupt-Zähler 19 hochgezählt bzw. inkrementiert. Auch hier können je nach vorgesehenen Einspritztypen mehrere Interrupt-Zähler 19 vorgesehen sein. Mit dem dynamischen Interrupt-Signal Id werden nun die Inhalte der Interrupt-Zähler 18, 19 mit Hilfe eines Vergleichers

20 verglichen. Folgt im ordnungsgemäßen Betrieb jedem statischen Interrupt-Signal Is ein dynamisches Interrupt-Signal Id , so müssen die Zählerstände zum Zeitpunkt des dynamischen Interrupt-Signals Id immer gleich groß sein. Voneinander abweichende Zählerstände werden als Fehler interpretiert, worauf Notmaßnahmen und/oder Fehlererkennungsmaßnahmen ausgelöst werden. Die Fehlererkennung besteht darin, dass ein solcher Fehler in einem Fehlerspeicher 21 registriert wird. Gleichzeitig wird ein ResetSignal R für die CPU ausgelöst, und eine Berechnung und Programmierung der Einspritzdauer findet nicht statt. Weitere Notmaßnahmen sind beispielsweise die Umschaltung auf einen Notbetrieb bei mehreren Fehlersignalen oder schließlich gar eine Abschaltung der Brennkraftmaschine. Weiterhin kann eine Anzeigevorrichtung 22 zur Fehleranzeige vorgesehen sein, wobei auch hier die Anzeige stufenweise mit wachsender Zählerzahl erfolgen kann, oder es erfolgt eine exaktere Anzeige auf einem Display.

[0017] Um zu überprüfen, ob das Drehzahlerfassungsmodul 12 die statischen Interrupt-Signale Is im jeweils richtigen Winkel auslöst und die CPU 14 rechtzeitig reagiert hat, wird von der CPU im statischen Interrupt jeweils der Zahnzähler 11 abgefragt und die Zahnzählerdifferenz zum letzten statischen Interrupt-Signal bestimmt. Ist die Zahnzählerdifferenz gleich der definierten Anzahl von Zähnen zwischen den statischen Interrupts (definierter Winkelabstand bzw. Interrupt-Abstand bzw. Segmentlänge), dann kann die Berechnung B des Einspritzbeginns und die Programmierung der dynamischen Interrupt-Signale Id beginnen. Zur Definition einer festen Bezugsmarke, beispielsweise des oberen Totpunkts, besitzt der Zahngeber 10 eine aus wenigstens einem Zahn bestehende Zahnücke. Bei der Berechnung werden die fehlenden Zähne vom Rechner extrapoliert.

[0018] In Figur 1 sind in der untersten Zeile die Einspritzsignale für ein anderes Einspritzventil bzw. einen anderen Zylinder dargestellt. Die Berechnung wird ebenfalls durch die statischen Interrupt-Signale Is ausgelöst. Die in den Berechnungsintervallen B ermittelten Abstände sind entsprechend mit a' , b' und c' bezeichnet.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Plausibilisierung von zur Berechnung der Steuersignale ($E1$, $E2$) für die Kraftstoffeinspritzung einer Brennkraftmaschine verwendeten Bezugsmarken, insbesondere für Common Rail Systeme, wobei erste Bezugsmarken (statische Interrupts Is) drehwinkelabhängig generiert werden und zu jeder ersten Bezugsmarke (Is) rechnerisch in Abhängigkeit von Parametern eine zweite, zeitlich oder winkelmäßig spätere Bezugsmarke (dynamische Interrupts Id) generiert wird, wobei die ersten und zweiten Bezugsmarken (Is , Id) jeweils separat

gezählt und die Zählerstände zyklisch miteinander verglichen werden, und wobei unzulässige Abweichungen der Zählerstände voneinander Notmaßnahmen und/oder Fehlererkennungsmaßnahmen auslösen.

5

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auslösung von Resets (R) und/oder die Umschaltung auf Notbetrieb und/oder die Abschaltung der Brennkraftmaschine als Notmaßnahmen vorgesehen sind. 10
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** Anzeigemittel (22) und/oder die Speicherung von Fehlern in Speichermitteln (21) als Fehlererkennungsmaßnahmen vorgesehen sind. 15
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auslösung unterschiedlicher Notmaßnahmen und/oder Fehlererkennungsmaßnahmen in Abhängigkeit der Fehlerhäufigkeit unterschiedlich erfolgt. 20
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Berechnung der Steuersignale (E1, E2) für die Kraftstoffeinspritzung nur bei als korrekt ermittelten Bezugsmarken (Is, Id) erfolgt. 25
30
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Bezugsmarke (Is) die Berechnung des Beginns der Kraftstoffeinspritzung und die zweite Bezugsmarke (Id) die Berechnung der Dauer oder des Endes der Kraftstoffeinspritzung auslöst. 35
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die verschiedenen Kraftstoffeinspritzarten (Voreinspritzungen, Haupteinspritzung, Nacheinspritzung) jeweils eigene Zählvorgänge und Zähleinrichtungen (18, 19) vorgesehen sind. 40
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten Bezugsmarken (statische Interrupts Is) abwechselnd die Berechnung des Beginns der unterschiedlichen Einspritzarten auslösen. 45
50
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Winkelabstände der ersten Bezugsmarken (Is) überprüft werden. 55
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Winkelsignale eines von der Brennkraftmaschine angetriebenen Zahngebers

(10) in einer Zähleinrichtung (11) gezählt werden, wobei jeweils nach einer vorgebbaren Zahl von Winkelsignalen eine der ersten Bezugsmarken (Is) generiert wird, und dass bei jeder ersten Bezugsmarke (Is) die Zählerdifferenz zwischen dem aktuellen Zählerstand und dem bei der letzten Bezugsmarke (Is) erfassten Zählerstand daraufhin überprüft wird, ob diese der vorgebbaren Zahl entspricht.

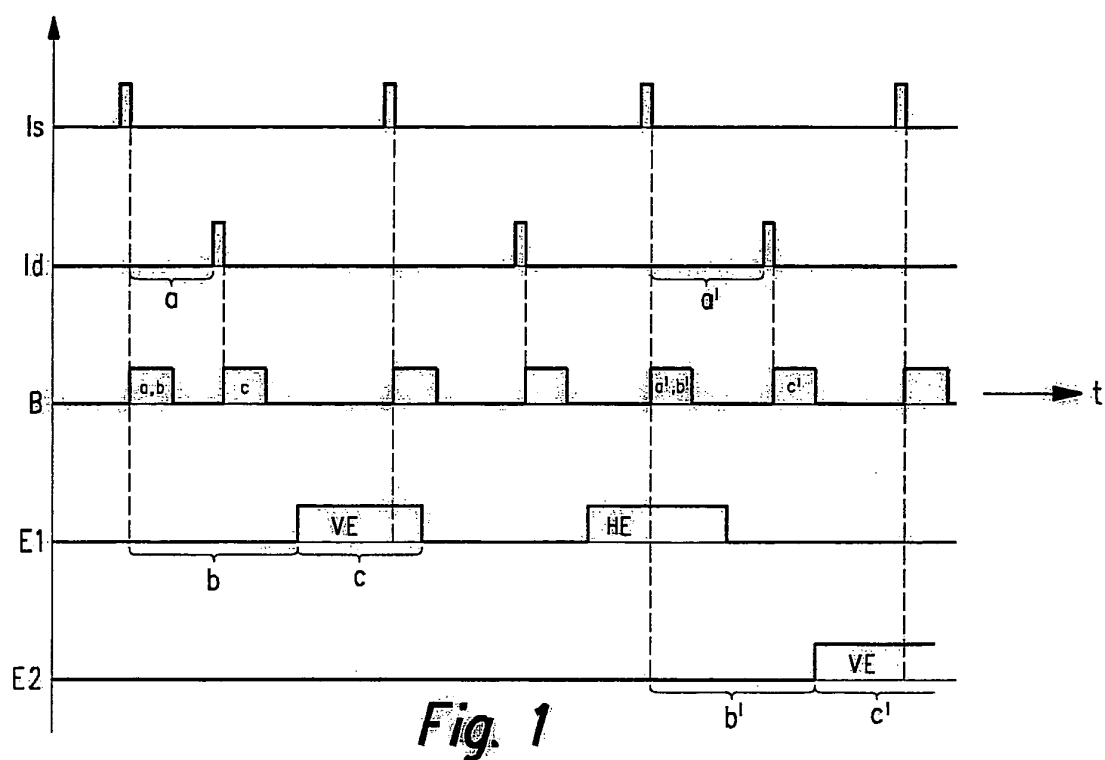


Fig. 1

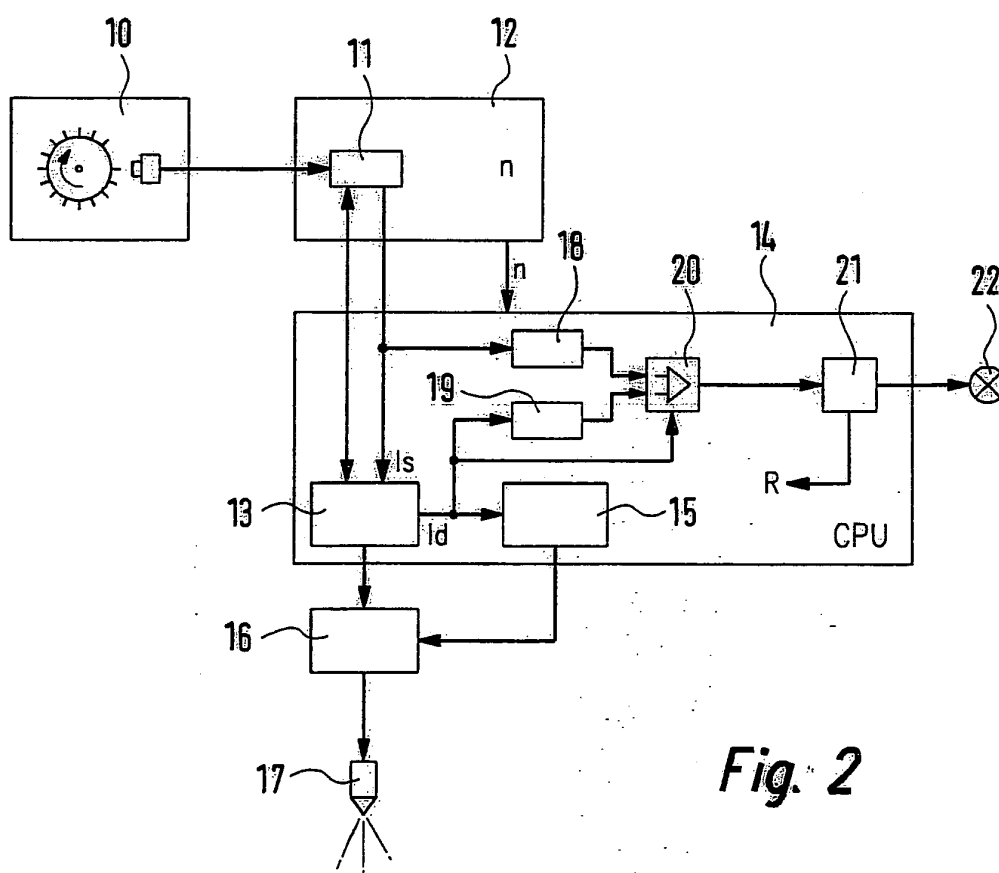


Fig. 2