



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.01.2004 Patentblatt 2004/01

(51) Int Cl.7: **F01L 1/34, F01L 13/00**

(21) Anmeldenummer: **03007251.6**

(22) Anmeldetag: **31.03.2003**

(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 SE SI SK TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
 • **Wild, Ernst**
71739 Oberriexingen (DE)
 • **Mezger, Werner**
74246 Eberstadt (DE)

(30) Priorität: **28.06.2002 DE 10229197**

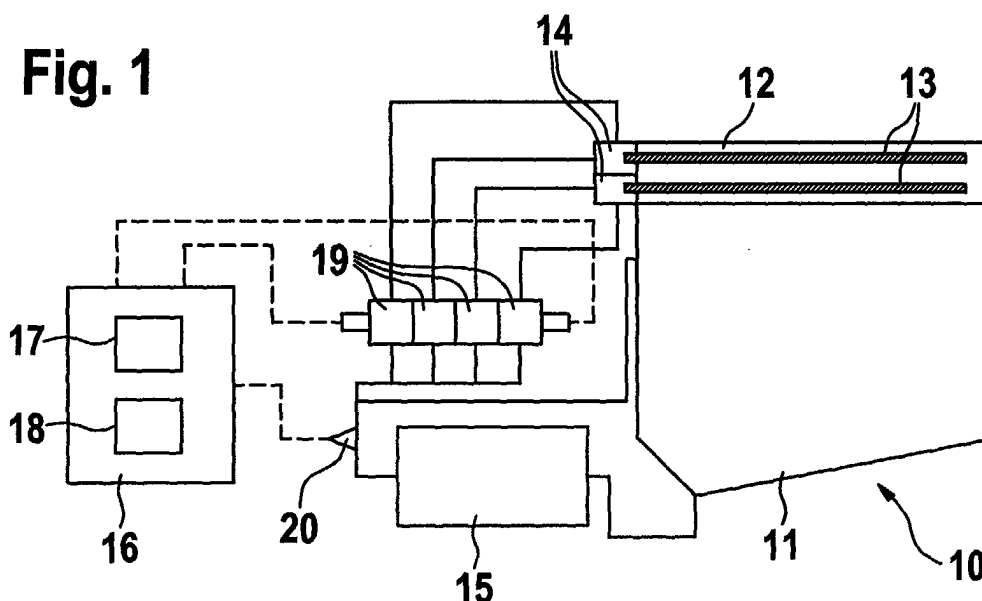
(54) **Verfahren zum Verstellen von dem Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine zugeordneten Stellern**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verstellen von dem Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine zugeordneten Stellern, eine Speichereinrichtung mit einem Computerprogramm zur Durchführung eines solchen Verfahrens sowie ein Kraftfahrzeug mit einer Brennkraftmaschine.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Verstellen von Stellern des Ventiltriebs einer Brennkraftmaschine mit wenigstens zwei Stellern, findet insbesondere bei Brennkraftmaschinen von Kraftfahrzeugen Verwendung. Den verstellbaren Elementen des Ventiltriebs ist

jeweils ein Steller zugeordnet. Dieser wird zur Durchführung von Stellvorgängen von einer Fremdkraftquelle mit Energie versorgt. Die Stellvorgänge dienen dem Einsteuern einer vorgegebenen Sollstellung bezüglich einer Referenzposition. Gemäß der Erfindung wird die von der Fremdkraftquelle bereitgestellte Energie erfasst. Sollen mehrere Stellvorgänge zugleich durchgeführt werden, wird überprüft, ob die bereitgestellte Energie ausreicht, die Stellvorgänge gleichzeitig, also parallel zueinander durchzuführen. Ist dies nicht der Fall, so werden gemäß der Erfindung Stellvorgänge zu einer späteren Ausführung zurückgestellt.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verstellen von dem Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine zugeordneten Stellern, eine Speichereinrichtung mit einem Computerprogramm zur Durchführung eines solchen Verfahrens sowie ein Kraftfahrzeug mit einer Brennkraftmaschine.

[0002] Der Ventiltrieb von Brennkraftmaschinen umfasst Nockenwellen zum Betätigen der Ventile der Brennkammern. Weiter ist es bekannt, die Öffnungs- und Schließzeiten der Ventile sowie teilweise auch den Ventilhub durch Nockenwellensteller zu verändern. Dabei ist jeder verstellbaren Nockenwelle ein Nockenwellensteller zugeordnet. Weist eine Brennkraftmaschine mehrere Zylinderbänke - bei V-Motoren sind dies zwei - auf, so können Gruppen von Nockenwellenstellern gebildet werden, welche die einander entsprechenden Ventile betätigenden Nockenwellen zusammenfassen. Gruppen von Nockenwellenstellern wird der gleiche durch den Nockenwellensteller einzusteuende Sollwert vorgegeben. Der Ventilhub von Ventilen kann auch über gesonderte Ventilhubsteller, ggf. auch für Einlass- und Auslassventile gesondert, verstellbar sein. Steller des Ventiltriebs sind also insbesondere Nockenwellensteller und Ventilhubsteller.

[0003] Es ist weiterhin bekannt, dass Brennkraftmaschinen für die Betätigung der Ventile einer Zylinderbank zwei Nockenwellen aufweisen können, wobei eine der beiden der Betätigung der Einlassventile und die andere der Betätigung der Auslassventile dient. Beide Nockenwellen können verstellbar sein, wobei es auch möglich ist, dass nur eine der beiden Nockenwellen mittels eines Nockenwellenstellers verstellbar ist. Es können für jede Nockenwelle einer Zylinderbank unabhängige Nockenwellensteller vorgesehen sein.

[0004] Es ist auch möglich eine der beiden Nockenwellen in Abhängigkeit der anderen Nockenwelle zu verstellen.

[0005] Mittels der Steller des Ventiltriebs wird ein in einer Steuereinrichtung ermittelter vorgegebener Sollwert für die Stellung der Elemente des Ventiltriebs eingesteuert. Hierzu führen die Steller Stellvorgänge durch. Die für die Betätigung eines Stellers benötigt Energie wird von einer Fremdkraftquelle bereitgestellt. Häufig wird die erforderliche Energie in Form eines unter Druck stehenden Fluids, wie Motoröl, zugeführt. Der Fluiddruck wird dabei durch eine Druckpumpe erzeugt, bei der es sich auch um die den Öldruck des Motorölkreislaufes erzeugenden Öldruckpumpe handeln kann. Auch eine elektrische Betätigung der Steller ist denkbar, in diesem Fall ist die Fremdkraftquelle die Batterie bzw. der Generator des Fahrzeugstromkreises.

[0006] Während des Betriebes der Brennkraftmaschine können Betriebszustände auftreten, in denen zum einen Stellvorgänge an mehreren Stellern gleichzeitig ausgeführt werden sollen, zum anderen aber die Fremdkraftquelle nur eine niedrige Energiemenge lie-

fern kann, die nicht ausreicht, alle Stellvorgänge auszuführen.

[0007] Im Falle von Stellern, deren Fremdkraftquelle die Öldruckpumpe des Motorkreislaufes ist, ist eine solche Situation beispielsweise der Motorstart. Bei Motorstart muss zunächst einmal der Öldruck im Ölkreislauf der Brennkraftmaschine aufgebaut werden. Des Weiteren kann es gerade zu diesem Zeitpunkt zu Stellvorgängen an allen Stellern kommen, weil die Nockenwellen aus der Referenzstellung, die beim Abstellen des Motors angefahren wurde, in andere Sollstellungen verfahren werden sollen und ggf. gleichzeitig der Ventilhub verändert werden soll. Hierfür steht dann aber der erforderliche Öldruck nicht zur Verfügung. Gleiches ist beispielsweise in Situationen hoher Öltemperatur und bei ungünstigem Lastwechseln (z.B. rascher Übergang in den Leerlaufbetrieb) der Fall. Die hohe Öltemperatur führt zu geringer Viskosität des Motoröls, bei geringen Motordrehzahlen kann dies zu einem kurzzeitigen Abfall des Öldrucks am Ausgang der Öldruckpumpe kommen. Dies ist für den Betrieb der Brennkraftmaschine mit ihrem Ölkreislauf nicht störend, jedoch kann dann der zur Verfügung stehende Öldruck unter Umständen nicht mehr ausreichen, mehrere Nockenwellensteller mit der für Stellvorgänge erforderlichen Energie zu versorgen.

[0008] Bricht die erforderliche Energieversorgung zur Durchführung mehrerer Stellvorgänge ein, so können die Stellvorgänge überhaupt nicht oder aber nicht kontrolliert durchgeführt werden. Es können unerwünschte ungünstige Betriebszustände der Brennkraftmaschine auftreten.

[0009] Auch bei vom Motorölkreislauf unabhängigen Fremdkraftquellen können in solchen Situationen Betriebszustände auftreten, bei denen die erforderliche Energie nicht unbedingt zur Verfügung steht. Wird beispielsweise bei niedrigen Außentemperaturen ein Fahrzeug angelassen so kann die Bordnetzspannung aufgrund einer ungenügenden Ladung der Batterie und der hohen Belastung absinken. Dies kann verschärft werden, wenn gleichzeitig weitere starke Verbraucher, wie Sitzheizung, elektrische Scheibenheizungen und Fahrcheinwerfer in Betrieb sind.

[0010] Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine kontrollierte Durchführung von Stellvorgängen der dem Ventiltrieb zugeordneten Steller auch dann zu ermöglichen, wenn die zu Verfügung stehende Energie nicht zur anforderungsgemäßen, gleichzeitigen Durchführung aller Stellvorgänge ausreicht.

[0011] Diese Aufgabe wird durch ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Verstellen von Steller des Ventiltriebs einer Brennkraftmaschine, mittels einer erfindungsgemäßen Speichereinrichtung sowie bei einem erfindungsgemäßen Kraftfahrzeug gelöst.

[0012] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Verstellen von Stellern des Ventiltriebs einer Brennkraftmaschine mit wenigstens zwei Steller, findet insbesondere bei Brennkraftmaschinen von Kraftfahrzeugen Verwendung. Den verstellbaren Elementen des Ventiltriebs ist

jeweils ein Steller zugeordnet. Dieser wird zur Durchführung von Stellvorgängen von einer Fremdkraftquelle mit Energie versorgt. Die Stellvorgänge dienen dem Einsteuern einer vorgegebenen Sollstellung bezüglich einer Referenzposition. Gemäß der Erfindung wird die von der Fremdkraftquelle bereitgestellte Energie erfasst. Sollen mehrere Stellvorgänge zugleich durchgeführt werden, wird überprüft, ob die bereitgestellte Energie ausreicht, die Stellvorgänge gleichzeitig, also parallel zueinander durchzuführen. Ist dies nicht der Fall, so werden gemäß der Erfindung Stellvorgänge zu einer späteren Ausführung zurückgestellt.

[0013] Das erfindungsgemäße Zurückstellen der Ausführung von Stellvorgängen hat den Vorteil, dass kein Zusammenbruch der Versorgung mit Energie durch die Fremdkraftquelle erfolgt. Die Steller führen zwar nicht in erwünschtem Umfang die Stellbewegungen parallel, also zeitgleich, durch. Dennoch können, in eingeschränktem Umfang Stellbewegungen durchgeführt werden. Unerwünschte oder undefinierte Betriebszustände der Brennkraftmaschine werden vermieden. Die Sollstellung der Steller die durch die Stellvorgänge erreicht werden soll, wird trotz der teilweise zeitversetzten Durchführung sicherer und früher erreicht, wie wenn ein vorübergehender Zusammenbruch der Versorgung mit Energie durch die Fremdkraftquelle in Kauf genommen wird.

[0014] Eine rasche Verstellbarkeit der Steller ist insbesondere beim Kaltstart der Brennkraftmaschine von Interesse. Gerade beim Kaltstart werden, beispielsweise zur Optimierung der Abgaskonditionierung und der Funktion der Abgasreinigungsanlage Stellvorgänge der Steller des Ventiltriebs erforderlich. Bei diesen Stellern handelt es sich insbesondere um Nockenwellensteller und vorzugsweise auch um Ventilhubsteller. Die Ausgangsstellung, meist eine definierte Leerlaufstellung muss verlassen werden. Hier wird die Fremdenergie nicht nur zur Durchführung der Stellvorgänge sondern unter Umständen auch zum Lösen von Sperrgliedern benötigt. Andererseits ist im Ölkreislauf der Brennkraftmaschine der Öldruck noch nicht aufgebaut, so dass ausgang der Öldruckpumpe des Ölkreislaufes noch nicht der erforderliche Öldruck bzw. der erforderliche Volumenstrom zur druckabfallfreien Versorgung der Steller zur Verfügung steht. Dies gilt um so mehr, je größer die Anzahl der Steller und ihr Energiebedarf ist. In diesem Fall ist es dann für den Betrieb der Brennkraftmaschine aber auch im Sinne einer besseren Konditionierung der Abgase günstiger, wenn Betätigungen der Steller zeitversetzt ausgeführt werden.

[0015] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird für die parallel auszuführenden Stellvorgänge die jeweils erforderliche Energie ermittelt wird, wobei Stellvorgänge parallel ausgeführt werden, soweit die Summe der dabei benötigten Energie, die bereitgestellte Energie nicht überschreitet. Weitere auszuführende Stellvorgänge werden dann zu einer späteren Ausführung zurückgestellt. Durch diese Maßnahme

werden Stellvorgänge parallel ausgeführt, die aufgrund der bereitstehenden Energiemenge parallel ausgeführt werden können. Weitere Stellvorgänge werden zunächst zurückgestellt. Dies kann auch zu einem ganz oder teilweise sequentiellen Ausführen von Stellvorgängen führen.

[0016] Dabei ist es bei dieser Vorgehensweise möglich, dass bei ansteigender Energiemenge der Fremdkraftquelle nacheinander weitere, zuvor zur späteren Ausführung vorgesehene Stellvorgänge nacheinander mit in die parallele Ausführung einbezogen werden. Diese werden also im Endeffekt nur nach hinten zeitversetzt gestartet aber dennoch teilweise parallel zu zuvor gestarteten Stellvorgängen ausgeführt. Auch wenn ein Teil der parallel ausgeführten Stellvorgänge abgeschlossen ist, können Stellvorgänge, die zuvor zur späteren Ausführung vorgesehen waren, parallel zu anderen noch in der Ausführung begriffenen Stellvorgängen durchgeführt werden, soweit die bereitgestellte Energie zu hierfür ausreicht. Hierdurch werden in vorteilhafter Weise Stellvorgänge soweit wie nötig aber nicht mehr als erforderlich zeitlich versetzt ausgeführt. Eine optimierte Ausnutzung der bereitstehenden Energie der Fremdkraftquelle wird erreicht.

[0017] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung werden bevorzugt solche Stellvorgänge parallel ausgeführt, die zur Verstellung von Nockenwellenstellern führen, welche einander entsprechende Ventile unterschiedlicher Zylinderbänke betätigenden Nockenwellen zugeordnet sind.

[0018] Gemäß der Erfindung ist es auch möglich, dass Stellvorgänge in Teilvorgänge zerlegt werden. Teilvorgänge mehrerer Stellvorgänge, die zur Betätigung unterschiedlicher Nockenwellensteller führen, können zu Stellvorgängen zusammengefasst zyklisch sequenziell nacheinander ausgeführt werden. Insbesondere können dabei solche Stellvorgänge in Teilvorgänge zerlegt werden, die Nockenwellensteller betreffen, welche einander entsprechende Ventile unterschiedlicher Zylinderbänken betätigenden Nockenwellen zugeordnet sind. Durch die Zerlegung dieser Stellvorgänge in Teilvorgänge und deren zyklischen (bei zwei Nockenwellenstellern abwechselnden) Ausführung wird trotz der zeitlich gestaffelten Ausführung ein gewisser Gleichlauf dieser Nockenwellen erreicht. Dies fördert einen gleichmäßigen, laufruhigen Betrieb einer Brennkraftmaschine mit mehreren Zylinderbänken.

[0019] Die parallele Ausführung von Stellvorgängen und die Zerlegung in Teilvorgänge können alternativ oder ergänzend vorgenommen werden. So ist es beispielsweise möglich, parallel zueinander zwei Stellvorgängen vorzunehmen, von denen jeder eine sequenzielle, zyklische Ausführung von Teilvorgängen zweier Stellvorgänge darstellt. So können beispielsweise im Falle eines V-Motors mit jeweils zwei verstellbaren Einlass- und Auslassnockenwellen gleichzeitig Stellvorgänge der Einlassnockenwellen und der Auslassnockenwellen erfolgen, wobei bei beiden Verstell-

vorgänge eine Abfolge von Teilvorgängen der Stellvorgänge der beiden einander entsprechende Ventile der beiden Zylinderbänke betätigenden Nockenwellen (der beiden Einlass- bzw. der beiden Auslassnockenwellen) sind. Somit werden zu einem beliebigen Zeitpunkt der beiden parallel ausgeführten Verstellvorgänge stets zwei Nockenwellensteller betätigt. Es werden jedoch bei jedem Verstellvorgang alternierend zwei Nockenwellensteller betätigt, zwischen denen so ein gewisser Gleichlauf der Stellbewegungen eingehalten wird. Es finden parallel sowie sequenziell gesehen stets zwei Stellvorgänge statt, die hierfür benötigte Energie, die von der Fremdkraftquelle bereitgestellt wird, übersteigt zu keinem Zeitpunkt die für die Verstellung eines Nockenwellenstellers eines Einlassventils und eines Nockenwellenstellers eines Auslassventils erforderliche Energie, also der Hälfte der Energie, die zur parallelen Durchführung aller vier Stellvorgänge erforderlich ist.

[0020] Ebenso ist es möglich, dass zuerst gestartete Stellvorgänge, beispielsweise die Verstellung der Einlassnockenwellen, in Teilvorgänge zerlegt werden, während die Verstellung der beiden Auslassnockenwellen, zunächst zurückgestellt wird, später, ggf. aber durchaus noch parallel zur Ausführung der Teilvorgänge, aber ebenfalls zueinander parallel, ausgeführt werden. Dies kann dann so erfolgen, wenn die von der Fremdkraftquelle bereitgestellte Energie zunächst nur die Betätigung eines Nockenwellenstellers einer Einlassventile betätigenden Nockenwelle, zum späteren Zeitpunkt zusätzlich auch die Betätigung der beiden den Auslassventilen zugeordneten Nockenwellensteller erlaubt.

[0021] Gemäß der Erfindung kann es auch vorgesehen sein, dass Gruppen von Nockenwellenstellern gebildet werden, wobei ein Stellvorgang die Betätigung aller Nockenwellensteller der Gruppe umfasst. Hierdurch wird also eine Betätigung von Nockenwellenstellern nur dann durchgeführt, wenn die bereitstehende Energie der Fremdkraftquelle die Betätigung aller Nockenwellensteller der Gruppe ermöglicht. Eine zeitversetzte Ausführung von Nockenwellenstellern und damit stark voneinander abweichende Positionen der Nockenwellensteller der Gruppe untereinander wird vermieden. Zu einer Gruppe können insbesondere die Nockenwellensteller zusammengefasst werden, die einander entsprechende Ventile unterschiedlicher Zylinderbänke betätigenden Nockenwellen zugeordnet sind.

[0022] Gemäß vorteilhafter Ausgestaltung werden die Stellvorgänge in unterschiedliche Kategorien eingeteilt. Die Zuordnung der Stellvorgänge in die unterschiedlichen Kategorien bestimmt dabei, welche Stellvorgänge bei nicht zur Durchführung aller Stellvorgänge ausreichender bereitgestellter Energie zuerst durchgeführt werden. Es kann dabei vorteilhafter Weise insbesondere vorgesehen sein, dass Verstellvorgänge gleicher Kategorie in Teilvorgänge zerlegt und zyklisch sequenziell durchgeführt werden, soweit nicht die für die Durchführung aller Verstellvorgänge der Kategorie erforderliche Energiemenge bereitsteht.

[0023] Die Zuordnung der Verstellvorgänge in unterschiedliche Kategorien kann dabei zum einen nach dem durch den Steller betätigten Element des Ventiltriebs erfolgen. So ist es möglich, der ersten Kategorie alle Ventilhubsteller, der zweiten Kategorie alle Nockenwellensteller der Auslassnockenwellen und der dritten Kategorie alle Nockenwellensteller der Einlassnockenwellen zuzuordnen.

[0024] Die Kategorien können jedoch auch nach dem von der Betätigung der Nockenwellensteller bewirkten Effekt geordnet werden. Hierdurch wird es möglich, die Reihenfolge der Ausführung der Stellvorgänge nicht nach dem betätigten Steller auszuwählen, sondern nach anderen Kriterien der Optimierung. Eine Einteilung in Kategorien kann beispielsweise nach den Kriterien:

- a) Vergrößerung des Ventilhubes der Ventile
- b) Vergrößerung der Überschneidung der Ventilöffnung
- c) Verringerung der Überschneidung der Ventilöffnung
- d) Vergrößerung der Ventilöffnung der Einlassventile

erfolgen, wobei die Kategorien in der Reihenfolge absteigender Priorität geordnet sind. Es werden also zuerst die Stellvorgänge der Kategorie a) und zuletzt die Stellvorgänge der Kategorie d) ausgeführt. Dabei dienen die Verstellungen der Steller in den Kategorien a) und b) im wesentlichen der Abgaskonditionierung. So wird eine Vergrößerung der Überschneidung der Ventilöffnungen insbesondere vorgenommen um eine innere Abgasrückführung und eine schnellere Aufheizung von Katalysatoren im Abgasstrang zu bewirken. Betätigungen nach dem Kriterium c) dienen der Bereitstellung der vollen Leistung der Brennkraftmaschine, während Betätigungen der Steller nach Kriterium d) vor allem der Reduzierung des Verbrauchs der Brennkraftmaschine dienen.

[0025] Innerhalb der Kategorie b), bei der die Stellvorgänge eine Vergrößerung der Überschneidung der Ventilöffnung zur Folge haben, können erforderlichenfalls zuerst Verstellvorgänge der Nockenwellensteller, die den Auslassventile betätigenden Nockenwellen zugeordnet sind, durchgeführt werden.

[0026] Bei Stellvorgängen der Kategorie c) können erforderlichenfalls Stellvorgänge zuerst durchgeführt haben, die eine größere Verringerung der Überschneidung der Ventilöffnung zur Folge haben. Es ist in diesem Fall also von der aktuellen Position der Nockenwellen und ihrer Steller sowie der zur Verfügung stehenden Stellwege abhängig, ob zuerst die Nockenwellensteller, die Einlassventile betätigenden Nockenwellen zugeordnet sind, oder die Nockenwellensteller, die Auslassventile betätigenden Nockenwellen zugeordnet sind, ausgeführt werden.

[0027] Ein erfindungsgemäßes Verfahren kann insbesondere in einem auf einem Rechner, wie einem Mi-

koprozessor, ausführbaren Computerprogramm bestehen, das auf einer Speichereinrichtung, wie beispielsweise einer Read-Only-Memory (ROM) abgespeichert ist.

[0028] Erfindungsgemäße Verfahren finden insbesondere bei Brennkraftmaschinen von Kraftfahrzeugen Verwendung, die wenigstens zwei Steller zum Ausführen von Stellbewegungen von Elementen des Ventiltriebs der Brennkraftmaschine bewirken. Bei den Stellern handelt es sich insbesondere um Nockenwellensteller und Ventilhubsteller. Es ist eine Fremdkraftquelle zur Bereitstellung der für die Durchführung von Stellvorgängen der Steller erforderlichen Energie vorgesehen. Die Stellvorgänge können entsprechend der bereitgestellten Energie zur Ausführung von Stellvorgängen teilweise zurückgestellt werden. Bei der Fremdkraftquelle handelt es sich insbesondere um eine Öldruckpumpe, wobei die Steller hydraulische Steller sind. Die Öldruckpumpe ist vorzugsweise die den Ölkreislauf der Brennkraftmaschine speisende Öldruckpumpe.

[0029] Im übrigen ist die Erfindung auch anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert, dabei zeigt:

- Fig. 1: die schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine;
- Fig. 2: die bereitgestellte Energie über die Zeit und die verzögerte Ausführung von Stellvorgängen;
- Fig. 3: die bereitgestellte Energie über die Zeit und die verzögerte Ausführung von Verstellungen, die jeweils aus einer zyklisch sequenziellen Abfolge von Teilvorgängen bestehen; und
- Fig. 4: das Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0030] In der Fig. 1 ist in schematischer Darstellung eine erfindungsgemäß gestaltete Brennkraftmaschine 10 mit den erforderlichen Elementen zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens gezeigt. Die Figuren 2 bis 4 zeigen in unterschiedlichen Darstellungsformen den Ablauf erfindungsgemäßer Verfahren.

[0031] Die Brennkraftmaschine 10 weist einen Zylinderblock 11 und einen darauf aufgesetzten Zylinderkopf 12 auf, in dem der Ventiltrieb angeordnet ist. Der Ventiltrieb umfasst die beiden Nockenwellen 13, wobei jeder der beiden Nockenwellen ein Nockenwellensteller 14 zugeordnet ist. Es ist ferner auch möglich, dass eine Verstellung des Ventilhubes über die Nockenwellen 13 und die zugehörigen Nockenwellensteller oder aber gesonderte Ventilhubsteller erfolgt. Als Fremdkraftquelle dient die Öldruckpumpe 15, die auch der Versorgung der Brennkraftmaschine 10 mit dem für ihren Betrieb erforderlichen Öldruck vornimmt. Die Öldruckpumpe 15 wird dabei ebenso wie die Nockenwellen 13 insbesondere über eine Steuerkette durch die Kurbelwelle der Brennkraftmaschine 11 angetrieben.

[0032] Das Steuergerät 16 dient der Ansteuerung der

Steuerventile 19 über die die Versorgung der Nockenwellensteller 14 mit Energie, nämlich druckbeaufschlagtem Motoröl, erfolgt. Durch die gesteuerte Versorgung mit Motoröl werden Stellvorgänge der Nockenwellensteller 14 erzeugt. Das Steuergerät umfasst dabei einen Rechner 17 zur Durchführung von auf der Speichereinrichtung 18, einer ROM, abgelegter Programme. Die Programme dienen der Durchführung von Ansteuerungen der Steller, insbesondere werden dadurch die Steuerventile 19 angesteuert. Zur Erfassung der von der Öldruckpumpe bereitgestellten Energie (Druck) dient der Drucksensor 20, dessen Signale dem Steuergerät 16 zugeführt und dort verarbeitet werden. Dem Steuergerät 20 können dabei noch weitere Signale zugeführt werden, die für die Steuerverfahren, die Sollwertermittlung der Steuerverfahren und die Ansteuerung der Steller verwendet werden.

[0033] Die Figur 2 zeigt in Form eines Zeitdiagramms die Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens. Die strichpunktierte Linie zeigt die von der Fremdkraftquelle für die Verstellung der Steller bereitgestellte Energie E im Verlauf der Zeit. Durchgeführte Stellvorgänge werden als Balken dargestellt, wobei die Breite der Balken die für die Durchführung des Stellvorgangs erforderliche Energie repräsentiert. Die Länge der Balken zeigt die für die Durchführung des Stellvorganges benötigte Zeit an.

[0034] Bis zum Zeitpunkt t1 reicht die bereitgestellte Energie E nicht aus, um einen Stellvorgang auszuführen. Stellanforderungen zum Durchführen von Stellvorgängen liegen vor, die Stellvorgänge können aber nicht ausgeführt werden und werden daher zu einer späteren Ausführung zurückgestellt. Zum Zeitpunkt t1 wird festgestellt, dass aufgrund der nunmehr bereitstehenden Energie ein Verstellvorgang 1, nämlich der Stellvorgang, der der höchsten Kategorie angehört, beispielsweise ein Verstellen des Ventilhubes über einen entsprechenden Ventilhubsteller, durchgeführt werden kann. Dieser Stellvorgang wird begonnen, weitere Stellvorgänge bleiben zurückgestellt.

[0035] Zum Zeitpunkt t2 reicht die bereitgestellte Energiemenge aus, parallel zum Stellvorgang 1 einen Stellvorgang 2, beispielsweise das Verstellen der Auslassnockenwellen durch zugeordnete Nockenwellensteller 14, auszuführen. Die beiden Stellvorgänge werden also von diesem Zeitpunkt an zugleich ausgeführt. Weitere Stellvorgänge bleiben zurückgestellt. Zum Zeitpunkt t3 wird aufgrund der dann zur Verfügung stehenden Energie auch die parallele Durchführung eines dritten Stellvorganges 3, beispielsweise das Verstellen der Einlassnockenwellen, möglich. Nunmehr werden drei Stellvorgänge zugleich ausgeführt. Zum Zeitpunkt t4 ist der erste Stellvorgang abgeschlossen. Ein eventueller vierter, noch zurückgestellter Stellvorgang 4 kann dann ausgeführt werden. Sein Energiebedarf beansprucht den Energiebedarf des abgeschlossenen ersten Stellvorgangs 1.

[0036] Die Figur 3 zeigt das Zeitdiagramm eines wei-

teren erfindungsgemäßen Verfahrens. Auch hier ist die bereitgestellte Energie als strichpunktierte Linie dargestellt. Die Stellvorgänge 1,2 sind als Balken dargestellt, die Breite der Balken zeigt ihren Energiebedarf. Die Stellvorgänge 1,2 sind dabei jeweils eine periodisch zyklische Folge von Teilvorgängen 1a, 1b bzw. 2a, 2b jeweils zweier Stellvorgänge.

[0037] Zum Zeitpunkt t1 wird festgestellt, dass ein Stellvorgang ausgeführt werden kann. Weitere Stellvorgänge oder Stellvorgänge müssen zur späteren Ausführung zurückgestellt werden. Der Stellvorgang 1 wird aufgrund seiner Priorität, bzw. seiner Zugehörigkeit zu einer Kategorie, die vor der Kategorie anderer Stellvorgänge rangiert, ausgewählt. Bei dem Stellvorgang 1 kann es sich um das Verstellen der beiden Nockenwellensteller, welche die Einlassventile betätigenden Nockenwellen zweier Zylinderbänke der Brennkraftmaschine zugeordnet sind, handeln. Dabei werden die Stellvorgänge in Teilvorgänge 1a, 1b unterteilt. Bei den Teilvorgängen 1a kann es sich also um einen Teilvorgang eines Stellvorganges des Nockenwellenstellers der linken Zylinderbank und bei den Teilvorgängen 1b um einen Teilvorgang eines Stellvorganges des Nockenwellenstellers der rechten Zylinderbank handeln. Damit ein Gleichlauf zwischen der Nockenwellenverstellung der die Einlassventile betätigenden Nockenwelle der beiden Zylinderbänke gewährleistet ist, werden die Teilvorgänge alternierend durchgeführt. Zuerst wird für ein Zeitintervall tz ein Teilvorgang 1a, anschließend für ein Zeitintervall tz ein Teilvorgang 1b, dann wieder ein Teilvorgang 1a usw. durchgeführt. Die Abfolge der Teilvorgänge 1a, 1b kann solange fortgesetzt werden, bis beide Stellvorgänge beendet sind.

[0038] Durch die alternierende Ausführung der beiden Stellvorgänge erhöht sich gegenüber einer parallelen Ausführung der Stellvorgänge zwar der Zeitbedarf bis beide Steller die Sollstellung erreicht haben. Eine parallele Ausführung der beiden Stellvorgänge kann aber zum Zeitpunkt t1 nicht durchgeführt werden, so dass deshalb die alternierende Ausführung von Teilvorgängen 1a, 1b vorteilhaft ist.

[0039] Zum Zeitpunkt t2 ist es dann aufgrund der zur Verfügung stehenden Energie der Fremdkraftquelle möglich, einen weiteren, zweiten Stellvorgang 2 parallel durchzuführen. Entsprechend dem Stellvorgang 1 kann bei dem Stellvorgang 2 ein Verstellen der beiden Nockenwellensteller, welche die Auslassventile betätigenden Nockenwellen zweier Zylinderbänke der Brennkraftmaschine zugeordnet sind, erfolgen. Dabei werden die Stellvorgänge in Teilvorgänge 2a, 2b unterteilt. Teilvorgänge 2a sind also um einen Teilvorgänge eines Stellvorganges des Nockenwellenstellers, welcher der die Auslassventile betätigenden Nockenwelle der linken Zylinderbank zugeordnet ist, und bei den Teilvorgängen 2b um einen Teilvorgang eines Stellvorganges des Nockenwellenstellers, welcher der die Auslassventile betätigenden Nockenwelle der rechten Zylinderbank zugeordnet ist. Damit ein gewisser Gleich-

lauf zwischen der Nockenwellenverstellung der die Auslassventile betätigenden Nockenwellen der beiden Zylinderbänke gewährleistet ist, werden die Teilvorgänge 2a, 2b alternierend durchgeführt. Zuerst wird für ein Zeitintervall tz ein Teilvorgang 2a, anschließend für ein Zeitintervall tz ein Teilvorgang 2b durchgeführt. Die Abfolge der Teilvorgänge 2a, 2b kann solange fortgesetzt werden, bis beide Stellvorgänge beendet sind.

[0040] Es werden also parallel zueinander zwei Stellvorgänge ausgeführt, wobei jeder der beiden Stellvorgänge die sequenzielle Durchführung zweier Stellvorgänge in Teilvorgängen durch Betätigen zweier Steller umfasst. Es werden zu jedem Zeitpunkt aber nur zwei Steller betätigt, so dass die zu jedem Zeitpunkt benötigte Energiemenge halb so groß ist, wie bei der gleichzeitigen Durchführung aller vier Stellvorgänge.

[0041] Zum Zeitpunkt t3, beginnt das erste Zeitintervall, bei dem aufgrund der bereitgestellten Energie nicht nur zwei Stellvorgänge durchgeführt werden können, sondern bei dem neben dem zweiten Stellvorgang mit den Teilvorgängen 2a, 2b auch die Teilvorgänge 1a und 1b parallel durchgeführt werden können. Dies führt dazu, dass bezüglich der Teilvorgänge 1a das zyklische Abarbeiten beendet und beide Stellvorgänge nunmehr ununterbrochen und parallel zueinander ausgeführt werden. Zum Zeitpunkt t4 sind die beiden Stellvorgänge mit den Teilvorgängen 1a, 1b des ersten Stellvorganges beendet, der entsprechende Sollwert an den Stellorganen wurde eingesteuert. Das Wechseln zwischen sequenzieller und paralleler Ausführung der Stellvorgänge reduziert die erforderliche Stellzeit zur Durchführung der Stellvorgänge, soweit die von der Fremdkraftquelle bereitgestellte Energie dies ermöglicht. Der zweite Stellvorgang mit den Teilvorgängen 2a, 2b der zugehörigen Stellvorgänge wird im Zeitpunkt t5 abgeschlossen.

[0042] Die Figur 4 zeigt das Blockdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Betätigung von 3 Stellern. Das dabei ausgeführte Verfahren entspricht weitgehend der bezüglich Fig. 2 dargelegten Vorgehensweise. Bei dem ersten Steller St_1 kann es sich um einen Ventilhubsteller, bei den zweiten Stellern St_2 um die Nockenwellensteller, die den die Auslassventile betätigenden Nockenwellen zugeordnet sind, und bei den dritten Stellern St_3 um die Nockenwellensteller, die den die Einlassventile betätigenden Nockenwellen zugeordnet sind, handeln.

[0043] Zunächst ist keiner der Steller St_1 bis St_3 aktiv, es liegt keine Anforderung eines Stellvorganges Stellanf_1 bis Stellanf_3 vor. Ein Angebot an Energie E der Hilfskraftquelle steht zur Verfügung. Alle Steller sind zunächst über die Ausgangsschalter AS 1 bis AS3 deaktiviert.

[0044] Sind nun mehrere Stellanforderungen Verstellanf_1 bis Verstellanf_3 für die Steller St_1 bis St_3 gegeben, so wird zunächst die bereitgestellte Energie E des Angebots mit der für den ersten Stellvorgang erforderlichen Energie B1 im Vergleich V1 ver-

glichen. Ist das Angebot an Energie E größer als der Bedarf B1 so wird durch das FlipFlop FF1 ein Erlaubnissignal an den Ausgangsschalter AS1 weitergegeben. Mit dem Vorliegen des Erlaubnissignals wird die Verstellanforderung Verstellanf_1 für den Stellvorgang des Stellers 1 an die Steuereinheit weitergeleitet, die die Sollwertesteuerung am Steller St_1 vornimmt. Der Steller St_1 ist aktiviert.

[0045] Durch Schalten des Schalters S1 wird durch den Subtrahierer 31 das Energieangebot E um den Energiebedarf B1 des Stellers St_1 vermindert. Dann wird im Vergleich V2 überprüft, ob die noch zur Verfügung stehende Energie E-B1 größer ist als der Energiebedarf B2 für das Verstellen der zweiten Steller St_2 bei der zweiten Verstellanforderung Verstellanf_2. Ist dies nicht der Fall, so wird durch das Flip-Flop FF2 kein Erlaubnissignal generiert, der Ausgangsschalter AS2 sperrt die Aktivierung des Stellers St_2. Die Verstellanforderung Verstellanf_2 wird zurückgestellt. Erst wenn ein ausreichendes Angebot an Energie ($E-B1 > B2$) zur Verfügung steht, wird durch den Vergleich V2 und das Flip-Flop das Erlaubnissignal an den Ausgangsschalter AS 2 weitergeleitet. Mit dem Vorliegen des Erlaubnissignals wird die Verstellanforderung Verstellanf_2 für den Stellvorgang der Steller St_2 an die Steuereinheit weitergeleitet, die die Sollwertesteuerung durch den Steller St_2 vornimmt. Der Steller St_2 ist aktiviert.

[0046] Durch Schalten des Schalters S2 wird nun durch den Addierer 32 und den Subtrahierer 31 das Energieangebot E um den Energiebedarf B1 des Stellers St_1 und den Energiebedarf B2 des Stellers St_2 vermindert. Dann wird im Vergleich V3 überprüft, ob die noch zur Verfügung stehende Energie E-B1-B2 größer ist als der Energiebedarf B2 für das Verstellen der dritten Steller St_3 aufgrund der dritten Verstellanforderung Verstellanf_3. Ist dies nicht der Fall, so wird durch das Flip-Flop FF3 kein Erlaubnissignal generiert, der Ausgangsschalter AS3 sperrt die Aktivierung der Steller St_3. Die Verstellanforderung Verstellanf_3 wird zurückgestellt. Erst wenn ein ausreichendes Angebot an Energie ($E-B1-B2 > B3$) zur Verfügung steht, wird durch den Vergleich V3 und das Flip-Flop FF3 das Erlaubnissignal an den Ausgangsschalter AS3 weitergeleitet. Mit dem Vorliegen des Erlaubnissignals wird die Verstellanforderung Verstellanf_3 für den Stellvorgang der Steller St_3 an die Steuereinheit weitergeleitet, die die Sollwertesteuerung an den Stellern St_3 vornimmt. Der Steller St_3 ist aktiviert.

[0047] Durch Schalten des Schalters S3 wird nun durch die Addierer 32, 33 und den Subtrahierer 31 das Energieangebot E um den Energiebedarf B1 des Stellers St_1, den Energiebedarf B2 des Stellers St_2 und den Energiebedarf B3 des Stellers St_3 vermindert. Dies dient der Überprüfung, ob der Energiebedarf auch während der Ausführung der drei parallel ausgeführten Stellvorgänge ausreichend bleibt. Andernfalls würde durch die Flip-Flops FF1 bis FF3 Stellvorgänge unterbrochen, in dem Erlaubnissignale zurückgesetzt wer-

den, wobei zuerst die Steller St_3 deaktiviert werden.

[0048] Somit wird ein hierarchisch gestuftes Betätigen der Steller St_1 bis St_3 in Abhängigkeit der zur Verfügung stehenden Energie erreicht, wobei bei nicht ausreichender Energie Stellvorgänge zurückgestellt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verstellen von dem Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine, insbesondere in einem Kraftfahrzeug, zugehörigen Stellern, die den verstellbaren Elementen des Ventiltriebs zugeordnet sind, durch die bei Stellvorgängen eine vorgegebene Sollstellung des Stellers bezüglich einer Referenzposition eingesteuert wird, wobei die Steller zur Durchführung der Stellvorgänge aus einer Fremdkraftquelle mit Energie versorgt werden, wobei wenigstens zwei verstellbare Nockenwellen vorgesehen sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** erfasst wird, ob die von der Fremdkraftquelle (15) bereitgestellte Energie (E) zur gleichzeitigen Ausführung mehrerer parallel durchzuführender Stellvorgänge (1,2,3) ausreicht und dann, wenn die bereitgestellte Energie (E) nicht ausreicht, Stellvorgänge (1,2,3) zu einer späteren Ausführung zurückgestellt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die einzelnen Steller (14, St_1, St_2, St_3) die für den auszuführenden Stellvorgang (1, 2, 3) benötigte Energie (E) ermittelt wird, wobei ein Teil der durchzuführenden Stellvorgänge (1, 2, 3) parallel ausgeführt wird, soweit die Summe der für diese Stellvorgänge (1; 1, 2) benötigten Energie geringer ist, als die bereitgestellte Energie (E), während weitere auszuführende Stellvorgänge (2, 3; 3) zu einer späteren Ausführung zurückgestellt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Teil der Steller (14, St_1, St_2, St_3) Nockenwellensteller (14) sind und bevorzugt solche Stellvorgänge (1, 2, 3) parallel ausgeführt werden, die von Nockenwellenstellern (14) ausgeführt werden, die einander entsprechende Ventile unterschiedlicher Zylinderbänke betätigenden Nockenwellen (13) zugeordnet sind.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** Stellvorgänge in Teilvorgänge (1a, 1b, 2a, 2b) zerlegt werden, wobei Teilvorgänge (1a, 1b, 2a, 2b) mehrerer Stellvorgänge (1, 2), die zu Stellvorgängen (1,2) unterschiedlicher Steller (14, St_1, St_2, St_3) gehören, zu einem Stellvorgang zusammengefasst und innerhalb dessen zyklisch sequentiell nacheinander ausge-

führt werden, wobei insbesondere solche Stellvorgänge (1a, 1b, 2a, 2b) zu Verstellvorgängen zusammengefasst werden, die von Nockenwellenstellern (14) ausgeführt werden, die einander entsprechende Ventile unterschiedlicher Zylinderbänke betätigenden Nockenwellen (13) zugeordnet sind.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Teil der Steller (14, St_1, St_2, St_3) Nockenwellensteller (14) sind und dass Gruppen aus den Nockenwellenstellern (14), die einander entsprechende Ventile unterschiedlicher Zylinderbänke betätigenden Nockenwellen (13) zugeordnet sind, gebildet werden, wobei ein Stellvorgang (1, 2, 3) die Betätigung aller Nockenwellensteller (14) der Gruppe umfasst.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen Kategorien von Stellvorgängen (1, 2, 3) unterschieden wird, wobei die Bestimmung der Reihenfolge zuerst durchzuführender Stellvorgänge (1, 2, 3) aufgrund der Kategorie der durchzuführenden Stellvorgänge (1, 2, 3) bestimmt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kategorien aus Stellvorgängen (1, 2, 3), die
 - a) eine Vergrößerung des Ventilhubes der Ventile,
 - b) eine Vergrößerung der Überschneidung der Ventilöffnung,
 - c) eine Verringerung der Überschneidung der Ventilöffnung, und die
 - d) eine Vergrößerung der Öffnung des Einlassventils
 bewirken, gebildet werden, wobei zuerst genannte Kategorien von Stellvorgängen (1, 2, 3) zuerst durchgeführt werden.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Teil der Steller (14, St_1, St_2, St_3) Nockenwellensteller (14) sind und dass bei Stellvorgängen (1, 2, 3), die eine Vergrößerung der Überschneidung der Ventilöffnung bewirken, zuerst die Stellvorgänge (1, 2, 3) der Nockenwellensteller (14) durchgeführt werden, welche den Auslassventile betätigenden Nockenwellen zugeordnet sind, und dass bei Stellvorgängen (1, 2, 3), die eine Verringerung der Überschneidung der Ventilöffnung bewirken, zuerst die Stellvorgänge der Nockenwellensteller durchgeführt werden, die die größere Verringerung der Überschneidung bewirken können,

9. Speichereinrichtung (18), insbesondere ROM, mit einem Computerprogramm, das auf einem Rechner (17), wie einem Mikroprozessor, ausführbar ist, wobei das Computerprogramm zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einer der vorhergehenden Ansprüche geeignet ist.

10. Kraftfahrzeug mit einer Brennkraftmaschine (10) und einem Ventiltrieb, der wenigstens zwei über jeweils einen Nockenwellensteller (14) bezüglich einer Referenzposition verstellbare Nockenwellen (13) und vorzugsweise auch Ventilhubsteller zum Verändern des Ventilhubes aufweist, mit einer Fremdkraftquelle (15), die Energie (E) zur Durchführung von Stellvorgängen (1, 2, 3) der Nockenwellensteller (14) und ggf. der Ventilhubsteller bereitstellt, und mit einem Steuergerät (16) zum Steuern der Stellvorgänge der Nockenwellensteller (14) und ggf. der Ventilhubsteller nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8.

11. Kraftfahrzeug nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fremdkraftquelle (15) eine Öldruckpumpe beinhaltet, und ein Sensor (20) zur Erfassung des von der Öldruckpumpe erzeugten Öldrucks als Maß für die bereitgestellte Energie (E) vorgesehen ist, wobei es sich bei der Öldruckpumpe vorzugsweise um die den Ölkreislauf der Brennkraftmaschine speisende Öldruckpumpe (15) handelt.

Fig. 1

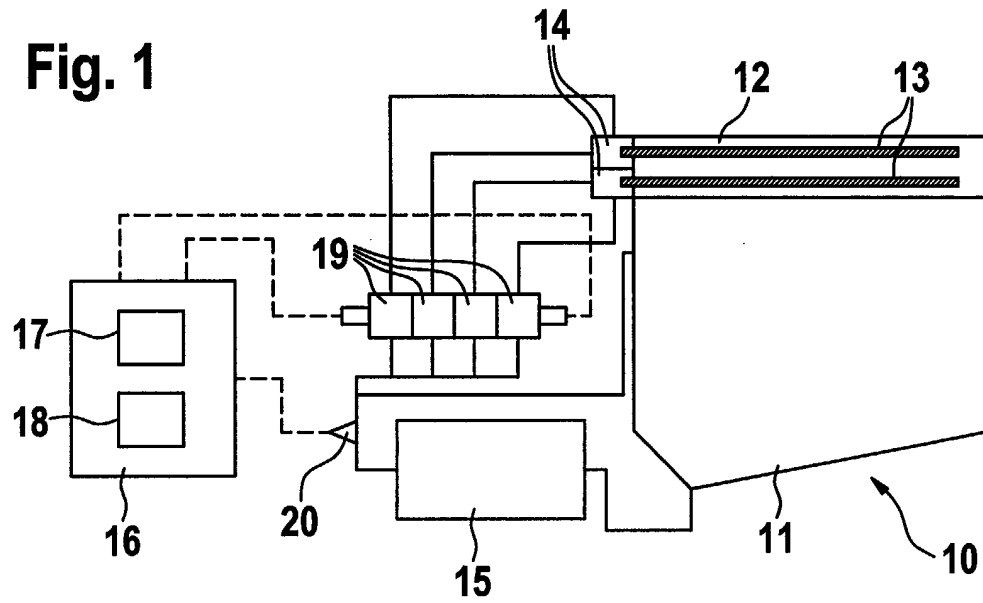


Fig. 2

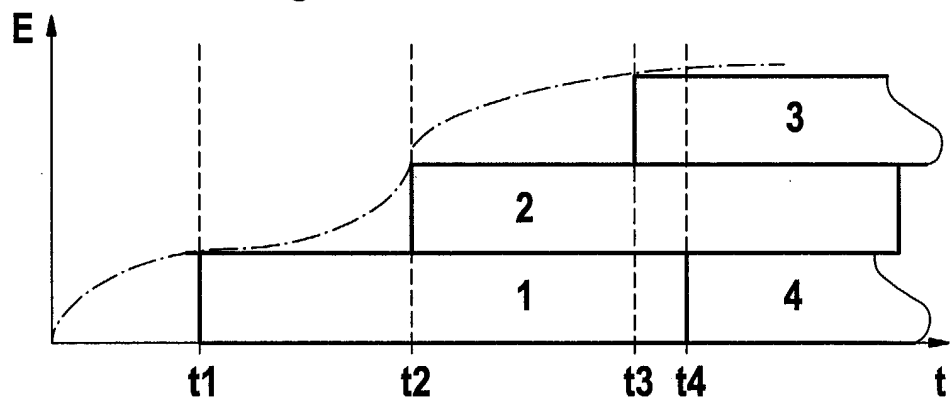


Fig. 3

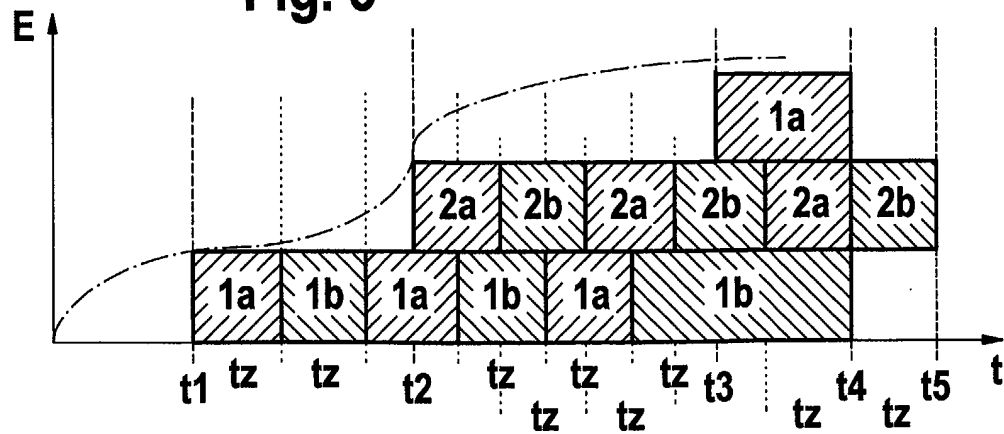


Fig. 4

