



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Veröffentlichungsnummer:

0 130 341
A2

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 84105760.7

51 Int. Cl. 4: **F 02 D 5/02**

22 Anmeldetag: 19.05.84

30 Priorität: 01.07.83 DE 3323723

71 Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH, Postfach 50, D-7000 Stuttgart 1 (DE)**

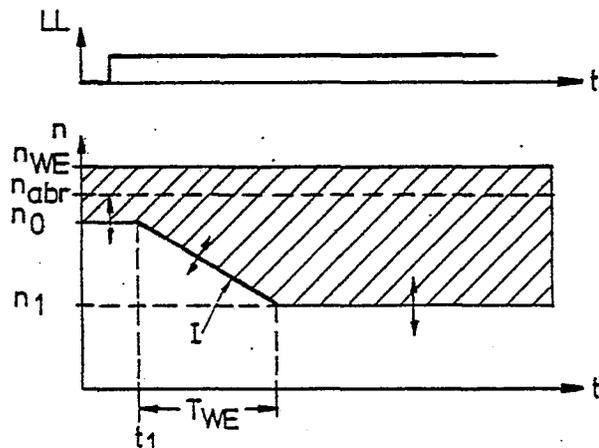
43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 09.01.85
Patentblatt 85/2

72 Erfinder: **Glöckler, Otto, Dipl.-Ing., Rankbachstrasse 1, D-7253 Renningen (DE)**
Erfinder: **Günther, Dieter, Rieslingweg 3, D-7141 Murr (DE)**
Erfinder: **Steinbrenner, Ulrich, Paul-Lincke-Strasse 37, D-7000 Stuttgart 1 (DE)**

84 Benannte Vertragsstaaten: **DE FR GB IT**

54 **Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung des Schubbetriebs einer Brennkraftmaschine.**

57 Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung des Schubbetriebs von Brennkraftmaschinen vorgeschlagen, wobei Augenblickswerte der jeweiligen negativen Drehzahländerung der Brennkraftmaschine erfaßt und zur Steuerung des Schubbetriebs ausgewertet werden. Dabei kann eine zu Beginn des Schubbetriebs jeweils gewählte höhere Wiedereinsetzdrehzahl, die nach einer vorgegebenen Zeitfunktion auf einen unteren Drehzahlgrenzwert abgesenkt wird, zusätzlich in Abhängigkeit zur negativen Drehzahländerung verschoben werden. Zum sicheren Abfangen einer Brennkraftmaschine kann ferner der Istwert der negativen Drehzahländerung mit einem vorgegebenen Sollwert verglichen und bei Überschreiten sofort auf Wiedereinsetzen der Kraftstoffzufuhr erkannt werden.



EP 0 130 341 A2

18776

Mü

1698/ot/wi
15.3.1983Firma Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart 1Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung des Schubbetriebs
einer Brennkraftmaschine

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren nach der Gattung des Hauptanspruchs und einer Vorrichtung nach der Gattung des ersten Vorrichtungsanspruchs. Es ist bekannt, beim Betrieb von Brennkraftmaschinen dann die Kraftstoffzufuhr zu unterbrechen, wenn bei höheren und hohen Drehzahlen die Drosselklappe geschlossen ist, die Brennkraftmaschine sich also im sog. Schubbetrieb befindet. Schubbetrieb liegt aber auch dann vor, wenn eine Brennkraftmaschine eine höhere Drehzahl aufweist als dies der Stellung der Drosselklappe beim Otto-Motor oder der eingespritzten Kraftstoffmenge bei einem Dieselmotor entspricht; befindet sich die Brennkraftmaschine im Schubbetrieb, dann ist eine Arbeitsleistung nicht erwünscht. Daher wird die über Vergaser, Einspritzsysteme o. ä. Mittel der Brennkraftmaschine zugeführte Kraftstoffmenge reduziert oder ganz auf Null gestellt.

1698/ot/wi
15.3.1983

- 2 -

Man kann so eine zum Teil erhebliche Kraftstoffeinsparung erzielen, andererseits ist der Schubbetrieb insofern nicht unproblematisch, als mit der Unterbrechung der Kraftstoffzufuhr eine gewisse Auskühlung der Brennkraftmaschine und anschließend bei Ende des Schubbetriebs für eine gewisse Zeit auch eine Abgasverschlechterung sowie unter Umständen Einbußen an Fahrkomfort bei Übergang vom Schubbetrieb in Normalbetrieb in Kauf genommen werden müssen. Problematisch ist ferner, daß sichergestellt werden muß, daß die Brennkraftmaschine in ihrem Drehzahlverhalten stets sicher abgefangen werden muß, also nicht ausgehen darf, und zwar auch dann nicht, wenn sich der Zustand der Schubabschneidung beispielsweise bei kalter Brennkraftmaschine ergibt. So kann es beispielsweise dann zu einer kritischen Belastung bei der Einstellung der Schubabschneidung kommen, wenn mit kalter Maschine bergab gefahren wird, bei geschlossener Drosselklappe also die Kraftstoffzufuhr unterbrochen ist und dann plötzlich die Kupplung getreten wird, wodurch die Brennkraftmaschine von der Drehbewegung der Räder über das Getriebe nicht mehr mitgenommen wird. Es besteht dann die Gefahr, daß die Drehzahl derart schnell abfällt, bevor Gegenmaßnahmen getroffen werden, daß die Maschine ausgeht.

Es ist daher bei einem System zum Schubabschneiden (DE-OS 31 34 991) bekannt, die jeweilige Ist-Drehzahl mit einem vorgegebenen, zeitabhängigen Verlauf einer Wiedereinsetzdrehzahl zu vergleichen und die Kraftstoffzufuhr zur Brennkraftmaschine lediglich dann zu unterbrechen, wenn die Ist-drehzahl sich oberhalb des Verlaufs der Wiedereinsetzdrehzahl befindet. Hierdurch wird eine genauere Erfassung des jeweiligen Betriebszustands möglich; das Schubabschneiden wird zurückgenommen, wenn Drehzahlabfälle auftreten, die den gewünschten Sollkurvenverlauf der Wiedereinsetzdrehzahl un-

18776
0130341

1698/ot/wi
15.3.1983

- 3 -

terschreiten und Einsetzrucke können vermieden werden, so daß der Fahrkomfort verbessert wird. Dennoch ist das bekannte System zum Schubabschneiden nicht universell anwendbar und reagiert auch nicht ausreichend flexibel auf alle möglichen, auftretenden Betriebszustände.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung jeweils mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs bzw. des ersten Vorrichtungsanspruchs haben demgegenüber den Vorteil, daß erheblich umfassender auf praktisch alle möglichen Betriebszustände einer Brennkraftmaschine im Schiebetrieb reagiert werden kann, so daß die Maßnahmen zur Kraftstoffabschaltung auf einen größeren Betriebsbereich ausgedehnt werden können, ohne daß sich Nachteile im Fahrverhalten und der Motorstabilität ergeben. Die Erfindung ermöglicht deutliche Verbrauchsvorteile im Stadtverkehr, insbesondere bei Automatikfahrzeugen und Fahrzeugen mit langen Gesamtübersetzungen und stellt, da sie sich adaptiv auf den Schubabschneidebetrieb einstellt, sicher, daß sich die Brennkraftmaschine unter allen Umständen abfangen läßt, auch wenn sich wie weiter vorn schon angedeutet, die Möglichkeiten extrem starker Drehzahlabfälle ergeben können. Die besonders flexible und adaptive Reaktion auf den Betriebszustand des Schubabschneidens wird durch die vorliegende Erfindung insoweit deshalb gewährleistet, weil nicht nur lediglich das Unterschreiten vorgegebener Schwellwertverläufe der Wiedereinsetzdrehzahl beobachtet und entsprechend reagiert wird, sondern das Drehzahlverhalten des Motors dynamisch erfaßt und ausgewertet wird, mit anderen Worten durch die Bezogenheit von Abfangfunktionen und der Variabilität von den Kennlinienver-

1698/ot/wi
15.3.1983

- 4 -

lauf der Wiedereinsetzdrehzahlkurve bestimmenden Drehzahlwerten aufgrund und in der Abhängigkeit zu negativen Istwert-Drehzahländerungen können Reaktionen beim und für das Wiedereinsetzen der Kraftstoffzufuhr veranlaßt werden. Hierdurch wird nicht nur eine wesentlich größere Ausdehnung des Schiebetriebes, also die Unterbrechung der Kraftstoffzufuhr für den Betriebsbereich der Brennkraftmaschine erzielt, sondern es ist auch möglich, die jeweiligen, primär statisch festgelegten Drehzahlpunkte (Wiedereinsetz-Drehzahl) so tief wie möglich zu legen, ohne daß die Gefahr besteht, daß der Motor abstirbt und/oder sich beim plötzlichen Gasgeben ein Rucken bemerkbar macht. Hier hilft in vorteilhafter Weise in einer Ausgestaltung vorliegender Erfindung die zusätzliche Steuerung der Kraftstoffmenge mit dem (jeweils errechneten) Sollwert, mit einer Mehrmenge oder mit einer Mindermenge, jeweils bezogen auf die durch die Erfindung zur Verfügung gestellte Information der negativen Drehzahländerung. Diese negative Drehzahländerung wird vorzugsweise als Funktion der Istzahl der Brennkraftmaschine gehandhabt, mit anderen Worten bestimmte Maßnahmen oder Abfangfunktionen werden in Abhängigkeit dazu, in welchem Bereich der Drehzahl die jeweils erfaßte, starke oder weniger starke negative Drehzahländerung aufgetreten ist, entsprechend unterschiedlich beeinflußt. So kann bei dynamischen Drehzahlabfällen, wie sie beispielsweise bei einem Auskuppeln im Schiebetrieb auftreten, der Motor stets sicher bei einer vorgegebenen Drehzahl abgefangen werden, die oberhalb der statischen Wiedereinsetzdrehzahl liegt.

Die Erfindung vermeidet ferner sicher ein mögliches Leerlaufsägen, welches sich als Folge einer überhöhten Leerlaufdrehzahl in der Warmlaufphase oder bei Leerlaufphasen nach zeitweisem Motorstillstand ergeben könnte.

1698/ot/wi
15.3.1983

- 5 -

Die Erfindung kann in einer Kombination einer statischen Betrachtungsweise bei Unterschreiten einer Wiedereinsetzdrehzahlkurve durch die Istdrehzahl des Motors und dynamisch in der Weise reagieren, daß bei Auftreten eines vorgegebenen negativen Drehzahlabfalls grundsätzlich auf Wiedereinsetzen der Kraftstoffzufuhr gesteuert wird, im letzteren Fall noch in Abhängigkeit dazu, bei welchem numerischen Drehzahlwert die negative Drehzahländerung aufgetreten ist.

Weitere Vorteile der Erfindung sowie zweckmäßige Ausgestaltung ergeben sich in Verbindung mit der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen sowie aus den Merkmalen der Unteransprüche.

Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben und erläutert. Es zeigen Fig. 1 in stark schematisierter Blockbild-darstellung ein Einspritzsystem bei einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine als bevorzugten Anwendungsbereich vorliegender Erfindung, Fig. 2 in Form eines Diagramms den Verlauf einer Wiedereinsetz-Drehzahlkurve, die Fig. 3, 4 und 5 verschiedene Betriebszustände für den Schiebetrieb mit Angabe der Augenblicksdrehzahl im Wiedereinsetzdrehzahldiagramm der Fig. 1, Fig. 6 ebenfalls in Form eines Diagramms die Temperaturabhängigkeit von zeitunabhängigen Bezugsgrößen der Wiedereinsetzdrehzahlkurve, Fig. 7 den Funktionsverlauf der negativen Drehzahländerung der Augenblicks- oder Istdrehzahl über der Drehzahl der Brennkraftmaschine mit Unterteilung in die Bereiche Schubabschneiden und kein Schubabschneiden, Fig. 8 den Verlauf der Wiedereinsetzdrehzahl

1698/ot/wi
15.3.1983

- 6 -

ergänzend als Funktion der negativen Drehzahländerung der Ist-drehzahl, Fig. 9 in Form einer Ausgestaltung die Abhängigkeit der beim Wiedereinsetzen zugeführten Kraftstoffmenge von der negativen Drehzahländerung der Ist-drehzahl, Fig. 10 die zeitliche Abhängigkeit der Rückführung von beim Wiedereinsetzen zugeführten Kraftstoffmehrer- oder -mindermengen auf die Normalmenge und Fig. 11 in Form eines Flußdiagramms gleichzeitig die Arbeitsweise des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie den möglichen Aufbau einer Vorrichtung zur Steuerung des Schubbetriebs als angenähertes Blockschaltbild.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Der Grundgedanke vorliegender Erfindung besteht darin, in die existierenden Steuerungsmöglichkeiten für den Schubbetrieb eine dynamische Erfassung des aktuellen Drehzahlverlaufs der Brennkraftmaschine einzuführen und so die Gelegenheit zu erhalten, unmittelbar auf Änderungstendenzen in der Drehzahl der Brennkraftmaschine reagieren zu können, entweder durch sofortige Rettungsmaßnahmen oder durch Verschiebung von Bezugskurvenverläufen, die für die Steuerungsfunktionen des Schubabschneidens (SAS) oder des Wiedereinsetzens (WE) der Kraftstoffzufuhr maßgebend sind. Darüber hinaus ist es in einer Ausgestaltung der Erfindung möglich, unter Berücksichtigung der erfaßten negativen Drehzahländerung auf Kraftstoffmehrer- oder -mindermengen beim Wiedereinsetzen zu steuern, so daß sich insgesamt ein besonders flexibles und belastungsfähiges System für den Vorgang des Schubabschneidens ergibt, welches universell für beliebige Fahrzeugtypen eingesetzt werden kann.

1698/ot/wi
15.3.1983

- 7 -

Zum besseren Verständnis des Umfelds vorliegender Erfindung wird zunächst anhand der Darstellung der Fig. 1 in schematisierter Kurzdarstellung ein Kraftstoffeinspritzsystem bei einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine (Ottomotor) kurz erläutert; es versteht sich aber, daß die Erfindung auf beliebige Brennkraftmaschinen und beliebige Kraftstoffzumeßsysteme anwendbar ist, insbesondere also auch auf Brennkraftmaschinen, denen die jeweils erforderlichen Kraftstoffmengen über Vergaser oder sonstige Systeme zugeführt werden.

Die grundlegenden Elemente der in Fig. 1 gezeigten Einspritzanlage sind ein Sensor 10 für die durchfließende oder von der Brennkraftmaschine angesaugte Luftmasse im Ansaugrohr, ein Sensor 11 für die Erfassung der Drehzahl n der Brennkraftmaschine, ein Temperatursensor 12 und ein Sensor 13 für den Leerlauffall, der als Drosselklappen-Stellungsgeber ausgebildet sein kann und einen Kontakt umfaßt, der bei zurückgenommenem Gaspedal und geschlossener Drosselklappe ein elektrisches Signal $\alpha_{DK}=0$ oder $\alpha_{DK}>0$ erzeugt. Mit 14 ist ein Zeitglied bezeichnet, welches luftmassendurchsatz- und drehzahlabhängig Grundeinspritzimpulse der Dauer t_p erzeugt. An das Zeitglied 14 schließt sich eine Verknüpfungsstufe 15 an, welches die Ausgangssignale einer Schubabschaltstufe 16 verarbeitet, die ihrerseits im Grundprinzip so ausgebildet sein kann, wie das Flußdiagramm der Fig. 11. Die Schubabschaltstufe 16 verarbeitet ihrerseits wieder die Ausgangssignale des Drehzahlsensors 14, des Drosselklappensensors 13 für den Leerlauffall und ergänzend des Temperatursensors 12. An die Verknüpfungsstufe 15 schließt sich eine Multiplizierstufe 17 an, die dann mindestens noch eine temperaturabhängige Korrektur der Einspritzsignale durchführt und deren Ausgang über entsprechende Endstufen bei 18 dargestellte Einspritzventile ansteuert. Diese für sich gesehen nach Aufbau und Funktion bekannte Kraft-

1698/ot/wi
15.3.1983

- 8 -

stoffeinspritzanlage läßt die sinnvolle Einordnung des erfindungsgemäßen Systems zur Steuerung des Schubbetriebs erkennen.

Das in Fig. 2 gezeigte Drehzahl/Zeitdiagramm stellt den Kennlinienverlauf einer (vorgegebenen) Wiedereinsetz-Drehzahlkurve dar, also den Verlauf von n_{WE} über der Zeit t . Die Kurve I trennt einen oberen, schräg gestrichelt dargestellten Abschneidebereich, in welchem grundsätzlich die Zufuhr weiteren Kraftstoffs zur Brennkraftmaschine infolge Erkennens des Schubbetriebs unterbrochen ist, von einem unteren Kraftstoffzufuhrbereich, in welchem, angewendet auf das vorliegende Ausführungsbeispiel also Einspritzimpulse erzeugt und entsprechende Kraftstoffmengen der Brennkraftmaschine zugeführt sind. Besondere Kennwerte im Diagramm der Fig. 2 sind bei n_1 eine (statische) untere Wiedereinsetzdrehzahlgrenze, bei n_0 eine (dynamische) Wiedereinsetzdrehzahlgrenze und eine zwischen diesen beiden Grenzen verlaufende Zeitfunktion als schräggestellte Gerade mit negativer Steigung, die während des Zeitraums TWE (= Abregelzeit der dynamischen Wiedereinsetzdrehzahl) eine Zeitfunktion $n_{WE}(t)$ ist.

Durch die Einführung der dynamischen Drehzahlerfassung können diese vorgebbaren Kennwerte n_0 , n_1 und $n_{WE}(t)$ Verschiebungen erfahren, die durch die Doppelpfeile im Diagramm angegeben sind; dies ist eine erste Lösungsmöglichkeit zur Einbeziehung des negativen Differentials der jeweiligen Istdrehzahl der Brennkraftmaschine. Um hier lediglich einen Anwendungsfall sofort zu erläutern, sei angenommen, daß sich im Abschneidebereich, also bei einer Istdrehzahl des Motors im Schiebetrieb noch oberhalb einer sogenannten Abregeldrehzahl - hierauf wird gleich noch eingegangen - ein extrem starker Drehzahlabfall ergibt, etwa weil im Schiebetrieb

bei gesperrter Kraftstoffzufuhr ausgekuppelt worden ist. In diesem Fall kann die durchlaufend erfaßte Information $-dn/dt = f(n_{\text{mot}})$ dafür sorgen, daß jedenfalls zunächst die dynamische Wiedereinsetzdrehzahl n_0 eine Anhebung erfährt, im allgemeinen Fall beispielsweise der Wiedereinsetzdrehzahlkurvenverlauf I insgesamt angehoben wird, so daß die Brennkraftmaschine noch vor dem Absterben sicher abgefangen werden kann. Man erhält so einen sicheren Motorlauf, wobei diese Möglichkeit nur ein Anwendungsbeispiel darstellt für eine flexible Reaktion im Schubetrieb unter Auswertung dynamischer Drehzahlbedingungen. Eine andere Möglichkeit besteht darin, daß bei Überschreiten eines vorgegebenen negativen Drehzahldifferentials der Istdrehzahl sofort auf Wiedereinsetzen umgeschaltet wird mit oder ohne Berücksichtigung von sich gegebenenfalls ergänzend verschiebenden Kennlinienverläufen $n_{\text{WE}} = f(t)$.

Der grundsätzliche Ablauf und die erfindungsgemäßen Reaktionen für den Schubetrieb, die weiter unten für drei verschiedene Anwendungsfälle noch anhand der Fig. 3, 4 und 5 erläutert werden, ist für den statischen Anwendungsfall betrachtet, wenn man nämlich zunächst von der Einbeziehung des negativen Drehzahldifferentials der Augenblicksdrehzahl absieht, so, daß bei geschlossenem Leerlaufkontakt LL (siehe das obere Diagramm der Fig. 3) und abfallender Istdrehzahl n unter einen vorgegebenen Drehzahlwert n_{abr} , der beispielsweise mit $n_0 + 100 \text{ min}^{-1}$ angesetzt werden kann, die zeitliche Abregelung des Schwellwertkurvenverlaufs vom angehobenen Kennwert der dynamischen Wiedereinsetzdrehzahl n_0 anläuft. Die Abregelung von n_0 auf die statische Wiedereinsetzschwelle n_1 erfolgt in der Zeit T_{WE} und erfolgt selbstverständlich auch dann, wenn bei geschlossenem Leerlaufkontakt die Motordrehzahl schon unterhalb des Schwell-

1698/ot/wi
15.3.1983

- 10 -

wertes n_0 liegt, also $n < n_0$ ist.

In den Figuren 3, 4 und 5 ist die jeweils herrschende Augenblicksdrehzahl oder Istdrehzahl n als Kurvenverlauf II, II' bzw. II" gestrichelt in das Drehzahl/Zeitdiagramm mit dem Wiedereinsetzdrehzahlkurvenverlauf noch eingezeichnet. Im Fall der Fig. 3 liegt Schiebetrieb mit langsamem Drehzahlabfall vor; sobald die Istdrehzahl entsprechend II zum Zeitpunkt t_1 die Abregeldrehzahl n_{abr} erreicht hat, setzt für den Verlauf der Wiedereinsetzdrehzahl $n_{WE}=f(t)$ die Abregelwirkung ein, deren Steigung von vornherein in etwa so festgelegt werden kann, daß bei langsamem Istdrehzahlabfall die beiden Kurven I und II in diesem Bereich nahezu parallel verlaufen; daher schneidet für diesen Fall die Istdrehzahlkurve II die Wiedereinsetzdrehzahlkurve erst relativ spät zum Zeitpunkt t_2 und für die gesamte Zeitdauer bis t_2 liegt Schubabschneiden (SAS) vor, da sich die Istdrehzahl stets oberhalb des Verlaufs der Wiedereinsetzdrehzahl befindet. Bei einem so langsamen Drehzahlabfall wie in Fig. 2 dargestellt ergibt sich dann auch nur ein relativ geringer Abfall der effektiven Drehzahl unter die (statische) Wiedereinsetzdrehzahlschwelle n_1 , da ab t_2 Kraftstoff wieder zugeführt wird. Bei einem solchen Diagrammverlauf wie in Fig. 3 dargestellt, bei welchem die negative Drehzahländerung relativ gering ist, kann es bei der bisherigen, statischen Betrachtungsweise verbleiben und ein übergeordneter Eingriff aus der Information $-dn/dt$ ist nicht unbedingt erforderlich. Das Wiedereinsetzen der Kraftstoffzufuhr nach t_2 läßt die Drehzahl im weichen Bogen wieder ansteigen und den Motor im Leerlauf drehen. Um ein Leerlaufsägen zu verhüten, kann auch eine Verriegelungsschwelle vorgesehen sein, worauf in Verbindung mit Fig. 5 eingegangen wird.

18776

0130341

1698/ot/wi
15.3.1983

- 11 -

Bei dem Gesamtverlauf der Fig. 4 handelt es sich um die Möglichkeit, daß der Fahrzeugbenutzer während des Schiebetriebes abrupt auskuppelt, so daß sich praktisch unmittelbar vor t_1 ein nahezu senkrechter Istdrehzahlabsturz ergibt. Hier sind jetzt mehrere Maßnahmen ergänzend möglich; die Erfassung dieser extrem starken negativen Drehzahländerung kann dazu führen, daß je nachdem, welchen numerischen Wert zu diesem Zeitpunkt die Istdrehzahl hatte, entweder sofort auf Wiedereinsetzen WE gegangen wird, was im Diagramm der Fig. 4 nicht erkennbar ist, und/oder daß die dynamische Wiedereinsetzdrehzahl n_0 in ihrer Schwellenposition angehoben wird, gegebenenfalls gleichzeitig mit einem Anheben der statischen Wiedereinsetzschwelle n_1 und gegebenenfalls gleichzeitig mit Zuführung einer Kraftstoffmenge, worauf weiter unten noch eingegangen wird. Diese sehr flexible Reaktion des Systems auf den plötzlichen Drehzahlabfall kann zur Folge haben, daß der Istdrehzahlverlauf II' nochmals kurzzeitig in den Abschneidebereich SAS eintritt, für welchen Zeitraum die Kraftstoffzufuhr dann erneut unterbrochen wird.

Bei dem in Fig. 5 dargestellten Diagrammverlauf liegt zum Zeitpunkt $t=0$ Schubphase vor mit Unterschreiten der dynamischen Wiedereinsetzdrehzahl n_0 durch den Istdrehzahlverlauf mit anschließendem Drehzahlanstieg, beispielsweise dadurch, daß nach einem Auskuppeln im Schiebetrieb mit relativ hoher Geschwindigkeit des Fahrzeugs wieder eingekuppelt wird und die angetriebenen Räder den Motor aus dem Leerlaufbetrieb auf höhere Drehzahlen beschleunigen. Es ergeben sich dann Schubabschaltphasen vom Zeitpunkt t_2 bis t_3 sowie erneut ab t_4 bis t_5 ; für die letztere Phase nur dann, wenn der Drehzahlanstieg so hoch ist, daß eine vorgegebene Verriegelungsdrehzahlschwelle n_V , die beispielsweise bei $n_1 +$

1698/ot/wi
15.3.1983

- 12 -

1000 ... 1200 min^{-1} angesetzt werden kann, überschritten wird. Das Sperren einer SAS-Funktion bei geschlossenem Leerlaufkontakt und erneutem Anstieg der Motordrehzahl bis zu der Verriegelungsschwelle n_V ist eine wirksame Maßnahme gegen ein mögliches Leerlaufsägen.

Der Darstellung der Fig. 6 läßt sich ergänzend zu der Abhängigkeit der Schwellenwerte n_1 und n_0 sowie gegebenenfalls der Dauer der Abregelzeit T_{WE} und der Steigung von der negativen Drehzahländerung noch die Temperaturabhängigkeit dieser Schwellenwerte entnehmen. Die im Diagramm der Fig. 6 angegebenen Schwellenwertverläufe von n_0 und n_1 sind realisierbare Verläufe der Schwellen über der Temperatur; sie hängen in erster Linie von den Warmlauffunktionen der jeweiligen Brennkraftmaschine ab und führen eine Doppelabhängigkeit der n_{WE} -Kennlinie und damit der jeweils möglichen SAS-Funktionen von der Temperatur und der negativen Drehzahländerung ein. Es ist sinnvoll, die Werte für n_1 , n_0 und T_{WE} bei $\vartheta = 80^\circ$ zu definieren.

Die Kurvenverläufe in Fig. 7 und Fig. 8 zeigen den Einfluß der negativen Drehzahländerung auf den Verlauf der Wiedereinsetzdrehzahl- oder Drehzahlkennlinie sowie die Abhängigkeit der negativen Drehzahländerung von der momentanen Ist-drehzahl der Brennkraftmaschine.

Der Kurvenverlauf III in Fig. 7 unterscheidet einen oberen Bereich, in welchem Schubabschneidefunktionen (SAS), also Unterbrechen der Kraftstoffzufuhr nicht erlaubt sind, da in diesem Bereich entweder die aktuelle Motordrehzahl zu gering ist, ein schneller Abfall also ein Absterben des Motors bedeuten könnte, oder trotz Vorhandenseins höherer Drehzahlen der negative Drehzahlabfall so signifikant ist, daß keine Un-

1698/ot/wi
15.3.1983

- 13 -

terbrechung der Kraftstoffzufuhr erfolgen darf. Unterhalb des Kurvenverlaufs III, welcher auch empirisch in Abhängigkeit zu den Daten der jeweiligen Brennkraftmaschine bestimmt sein kann, ist Schubabschneiden erlaubt, da entweder die Drehzahl hoch genug ist oder der negative Drehzahländerungsverlauf klein bleibt.

Der Kurvenverlauf der Fig. 8 gibt an, daß mit größer werdender negativer Drehzahländerung $-dn/dt$ die Wiedereinsetzdrehzahl angehoben wird; dies kann sich im einfachsten Fall darin erschöpfen, daß die dynamische Wiedereinsetzdrehzahl n_0 angehoben wird oder daß der ganze Kurvenverlauf I kontinuierlich oder stufig angehoben wird, je nachdem, welche effektive negative Drehzahländerung vorliegt.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung vorliegender Erfindung besteht darin, daß gleichzeitig mit der Information $-dn/dt$ beim Wiedereinsetzen (WE) die Kraftstoffmenge mit dem Sollwert, mit einer Mehrmenge (bei einer Kraftstoffeinspritzanlage über Vergrößerung des Normalimpulses oder durch Zwischenspritzer) oder einer Mindermenge gesteuert wird. Der Kurvenverlauf der Fig. 9 läßt erkennen, daß unterhalb eines ersten negativen Drehzahländerungs-Schwellenwertes $-(dn/dt)_1$ mit einer Mindermenge im Bereich (1) des zugeführten Kraftstoffs gearbeitet werden kann; im Bereich (2) des Diagramms der Fig. 9, also zwischen den beiden Werten $-(dn/dt)_1$ und $-(dn/dt)_2$ mit der Normal- oder Sollmenge und bei sehr stark negativen Drehzahländerungen, also steilen Drehzahlabfällen auch mit erheblichen Mehrmengen, jeweils zum Zeitpunkt $t=0$, nämlich im Moment des Wiedereinsetzens der Kraftstoffzufuhr, gearbeitet wird.

Die Kurvenverläufe in Fig. 10 zeigen dann an, daß innerhalb

1698/ot/wi
15.3.1983

- 14 -

vorgegebener Zeiten die Mehr- oder Minderungensteuerung auf die Normalmenge von 100 % zurückgeführt werden, bei einer Mindermenge bis zu einem längeren Zeitpunkt t_7 , während die Mehrmenge zum kurzzeitigen Abfangen des Drehzahlabfalls relativ kurzzeitig, etwa bis zum Zeitpunkt t_6 zugeführt wird. Die zeitliche Abhängigkeit der Minder- oder Mehrmengensteuerung entsprechend Fig. 10 kann auch erst ab Öffnen des Drosselklappenschalters erfolgen. Ferner ist es möglich, daß bei hierfür geeigneten Systemen, nämlich solchen, die etwa über eine sog. λ -Regelung die Verhältnisanteile des der Brennkraftmaschine zugeführten Kraftstoffluftgemisches bestimmen, während der Aufregelfunktionen $q_k = f(-dn/dt; t)$ ausgeschaltet und definierte Steuerwerte vorgegeben werden. Hierdurch wird verhindert, daß ein evtl. vorhandenes Gemischregelsystem den beabsichtigten Wirkungen entgegenarbeitet.

Die bisher beschriebenen Wirkungen, Maßnahmen und Steuervorgänge gemäß vorliegender Erfindung können sowohl mit digitaler als auch analoger Schaltungstechnik und Signalverarbeitung einschließlich des Einsatzes von speziellen Rechnersystemen realisiert werden. In diesem Zusammenhang kann die Darstellung der Fig. 11 als Flußdiagramm für einen Signalverarbeitungsverlauf verstanden werden; entsprechend einem solchen Flußdiagramm läßt sich beispielsweise für ein Rechnersystem ein Programmablauf erstellen und die beschriebenen technischen Wirkungen unter Einsatz äußerer Sensoren und Stellmittel realisieren. Die Darstellung der Fig. 11 kann aber auch als Blockschaltbild für die Anordnung diskreter Bauelemente verstanden werden, die im folgenden nach Art ihrer Wirkungsweise erläutert werden und deren Zusammenschaltung sich aus dem Blockschaltbild ergibt.

In Fig. 11 ist mit 20 eine Drosselklappenstellungsabfrage

1698/ot/wi
15.3.1983

- 15 -

bezeichnet. Bei positivem Ergebnis erfolgt bei 21 eine Drehzahlabfrage und im Block 22 wird verglichen oder festgestellt, ob die Istdrehzahl n oberhalb einer festen Drehzahlschwelle liegt, die beispielsweise die statische Wiedereinsetzschwelle n_1 sein kann und oberhalb welcher in diesem Zweig stets abgeschnitten wird, d.h. im Falle eines höheren Wertes $n > n_1$ kommt der Schubabschneidungsblock 23 zum Tragen mit entsprechender Ansteuerung geeigneter Bereiche, Schaltungselemente oder Stationen der Kraftstoffeinspritzanlage zur Unterbrechung der Kraftstoffzufuhr; in Fig. 11 symbolisch dargestellt durch einen Schaltblock 24, der einen Schalter 25 in Reihe mit einem Einspritzventil 26 ansteuert und der so ausgebildet ist, daß ein von einem Wiedereinsetzblock 27 kommendes Signal grundsätzlich Priorität hat.

Ein mit 28 bezeichneter Block erstellt den Kennlinienverlauf n_{WE} als Funktion der Zeit, der Temperatur und der negativen Drehzahländerung; im allgemeinsten Fall kann es sich hier um eine Beeinflussung des gesamten Kennlinienverlaufs I der Fig. 2 handeln; im einfachsten Fall wird lediglich ein Schwellwert einer Wiedereinsetzdrehzahl temperaturabhängig und abhängig zur negativen Drehzahländerung $-dn/dt$ verschoben. Der Block 28 vergleicht dann gleichzeitig den ihm zugeführten Istdrehzahlwert mit dem jeweils vermittelten Kennlinienverlauf n_{WE} oder dem jeweiligen Schwellenwert und bestimmt, ob sich die Istdrehzahl zu jedem Zeitpunkt unterhalb oder oberhalb von n_{WE} befindet. Es erfolgt eine unmittelbare Ansteuerung des Wiedereinsetzblocks 27 dann, wenn die Istdrehzahl des Motors sich unterhalb von n_{WE} befindet. Realisiert kann der Block 28 beispielsweise in der Weise sein, daß durch Differenzbildung aus dem Drehzahlsignal vom Block 21 oder auf sonstige Weise ein Wert der negativen Drehzahländerung $-dn/dt$ erstellt und als Adresse einem

1698/ot/wi
15.3.1983

- 16 -

Speicher zugeführt wird, der für unterschiedliche $-dn/dt$ -Werte gespeicherte Kennlinienverläufe zum Vergleich mit der Istdrehzahl erzeugt; anstelle des Speichers kann bei analoger Verarbeitung beispielsweise ein Funktionsgenerator vorgesehen sein.

Ergänzend zum Schaltungsblock 28 oder anstelle dieses Schaltungsblocks ist ein weiterer Differentialvergleichsblock 29 vorgesehen, der aus dem Drehzahlsignal vom Block 21 oder aus dem negativen Differential der Drehzahl, welches ihm vom Block 28 zugeführt ist, einen Sollverlauf der negativen Drehzahländerung als Funktion der Istdrehzahl erstellt. Der Block 28 gibt also für bestimmte numerische Drehzahlwerte Sollschwellenwerte einer negativen Drehzahländerung vor, oberhalb welcher die jeweilige negative Augenblicksdrehzahländerung zu einem sofortigen Wiedereinsetzsignal führt, da der Motor abgefangen werden muß. Der Block 29 vergleicht also die negative Istdrehzahländerung mit einem Kurvenverlauf einer Sollschwellendrehzahländerung über der Drehzahl, so wie der Kurvenverlauf III in Fig. 7 angibt und sperrt die Schubabschaltung über dem Block 27 dann, wenn sich der Istwert der negativen Drehzahländerung oberhalb des errechneten oder eingegebenen Schwellenwerts befindet.

Ergänzend hierzu sind zur Realisierung der Kurvenverläufe in den Fig. 9 und 10 zwei weitere Schaltungsblöcke 30, 31 mit nachgeschalteten Zeitblöcken 32, 33 vorgesehen. Die Blöcke 30 und 31 geben für eine ergänzende Kraftstoffmengenbeeinflussung im Falle des Wiedereinsetzens feste Schwellenwerte negativer Drehzahländerungen vor, die entsprechend Fig. 9 als unterer Wert mit $-(dn/dt)_1$ und als oberer Wert mit $-(dn/dt)_2$ bezeichnet sind. Liegt der Istwert der negati-

1698/ot/wi
15.3.1983

- 17 -

ven Drehzahlaugenblicksänderung unterhalb des unteren Schwellenwerts vom Block 30, dann wird auf Mindermenge der Kraftstoffzufuhr erkannt und das Signal geht über das nachgeschaltete Zeitglied 32, welches das Abklingverhalten der Mindermengenzuführung bestimmt, zu einem Beeinflussungsblock 34 für die Menge der Kraftstoffeinspritzimpulse t_i ; das Ausgangssignal des Blocks 34 kann dann beispielsweise dem Korrekturblock 17 der Fig. 1, in Fig. 11 mit 17' bezeichnet, zugeführt werden. Gleichzeitig ergeht ein Blockierbefehl für evtl. Gemischregelsysteme zu einem Schaltungsblock 35, der die in diesem Fall vorgesehene λ -Regelung für die Gemischzusammensetzung blockiert.

In entsprechender Weise wird auf die Zuführung einer Kraftstoffmehrmenge (t_i -Mehrmenge) dann erkannt, wenn der momentane Istwert der negativen Drehzahländerung den vom Schaltungsblock 31 vorgegebenen Schwellenwert übersteigt, der Drehzahlabfall also extrem stark ist und nur durch zusätzlich zugeführte Kraftstoffmengen der Motor weich und sicher und insbesondere ohne Rucken abgefangen werden kann. Schließlich kann auf Zuführung einer Kraftstoffmehrmenge durch das in Fig. 11 dargestellte System eines adaptiven Schubabschneidens noch dann erkannt werden, wenn von einem Block 36 ein Signal für geöffnete Drosselklappe eingeht, was jedenfalls automatisch die Schubabschneidefunktion über die Blöcke 20, 21, 22 und 23 beendet. Hierdurch wird ein sauberer, ruckfreier Übergang in den Normalbetrieb erzielt.

18776

0130341

1698/ot/wi
15.3.1983

Firma Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart 1

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung des Schubbetriebs einer Brennkraftmaschine in Abhängigkeit zur Augenblicksdrehzahl (Istdrehzahl) und einem Wiedereinsetzdrehzahlschwellenverlauf, dadurch gekennzeichnet, daß das dynamische Verhalten der Augenblicksdrehzahl (n) durch Erfassung der negativen Drehzahländerung ($-dn/dt$) zur Bestimmung des Zustands Schubabschneiden (SAS) ausgewertet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwellenwert einer Wiedereinsetzdrehzahl oder ein zeitabhängiger Wiedereinsetzdrehzahl-Kurvenverlauf in Abhängigkeit zur jeweiligen negativen Drehzahländerung und gegebenenfalls zur Temperatur der Brennkraftmaschine geändert und bei Unterschreitung durch die Istdrehzahl auf Wiedereinsetzen der Kraftstoffzufuhr erkannt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Istwert der negativen Drehzahländerung mit einem negativen Drehzahländerungssollwert verglichen und bei Überschreiten auf Wiedereinsetzen der Kraftstoffzufuhr erkannt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Vergleichssollwert der negativen Drehzahländerung eine Funktion der Istdrehzahl ist ($-dn/dt_{\text{soll}} = f(n)$).

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Schwellwert einer negativen Vergleichsdrehzahländerung bestimmt wird, bei dessen Über- oder Unterschreiten ergänzend auf eine Kraftstoffminder- oder Kraftstoffmehrmenge gesteuert wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein unterer und ein oberer Vergleichswert einer negativen Drehzahländerung ($-dn/dt_1$; $-dn/dt_2$) vorgegeben werden, wobei bei Unterschreitung durch den momentanen Istwert der negativen Drehzahländerung eine Kraftstoffmindermenge und bei Überschreiten eine Kraftstoffmehrmenge, jeweils mit zeitlichem Abklingverhalten, zugeführt werden.
7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei Änderung der zugeführten Kraftstoffmenge von der Sollmenge in Abhängigkeit zur negativen Drehzahländerung vorhandene Gemischregelsysteme bis zum Abklingen des Einflusses blockiert werden.
8. Vorrichtung zur Steuerung des Schubbetriebs bei einer Brennkraftmaschine in Abhängigkeit zur Augenblicksdrehzahl (Istdrehzahl) und einem Wiedereinsetzdrehzahl-Schwellenverlauf, mit einem Drosselklappenstellungssensor, einer Drehzahlvergleichsstufe und einer Auswerteschaltung zum Bestimmen eines Kraftstoffsabschneide- oder -zumeßsignals, dadurch gekennzeichnet, daß zum adaptiven Schubabschneiden das negative Differential der Drehzahl bestimmt und zum Vergleich oder zur Verschiebung von Wiedereinsetzdrehzahl-Schwellenwerten ausgewertet ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß

1698/ot/wi
15.3.1983

- 3 -

einzelne Schwellwerte oder der zeitliche Verlauf der Wiedereinsetzdrehzahl (n_{WE}) in Abhängigkeit zur jeweiligen negativen Drehzahländerung und gegebenenfalls zur Temperatur veränderbar sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein vorgegebener Sollvergleichswert einer negativen Drehzahländerungskurve in Abhängigkeit zur jeweiligen Istdrehzahl erstellt und in einer Vergleichsschaltung (29) mit dem Istwert der negativen Drehzahländerung zur Ausgabe eines Wiedereinsetzsignals verglichen wird.
11. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß zur Änderung der zugeführten Kraftstoffmenge nach Wiedereinsetzen der Kraftstoffzufuhr bzw. geöffneter Drosselklappe Vergleichsschaltungen (30, 31) für vorgegebene Schwellenvergleichswerte der negativen Drehzahländerung mit dem Istwert der negativen Drehzahländerung vorgesehen sind, denen Zeitglieder (32, 33) nachgeschaltet sind, die den jeweiligen Kraftstoffmehr- oder -minderungen ein Zeitverhalten verleihen.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine Blockierschaltung (35) für Gemischregelsysteme bei Erkennung auf Kraftstoffmehr- oder -minderungen vorgesehen ist.

Fig.1

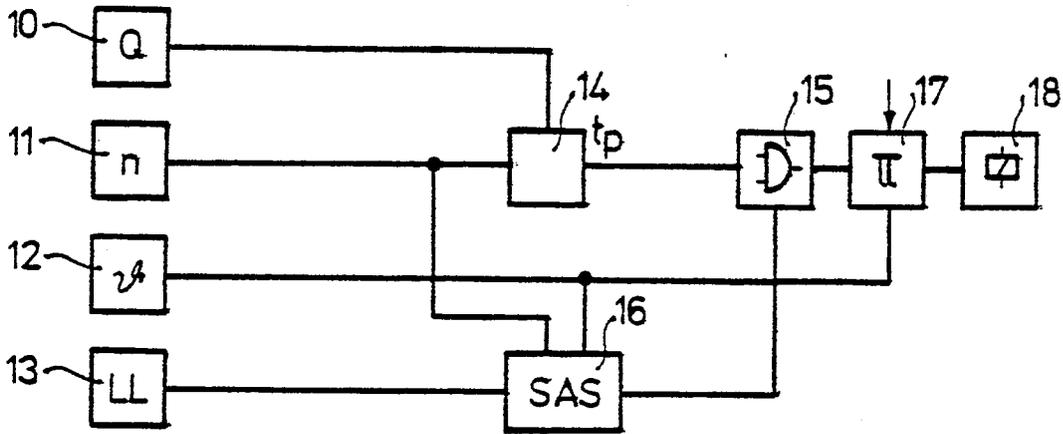


Fig.2

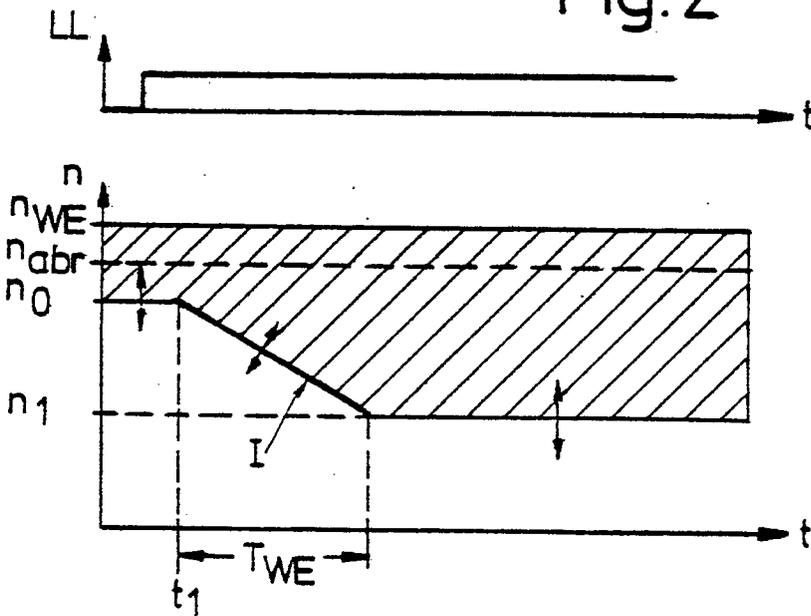
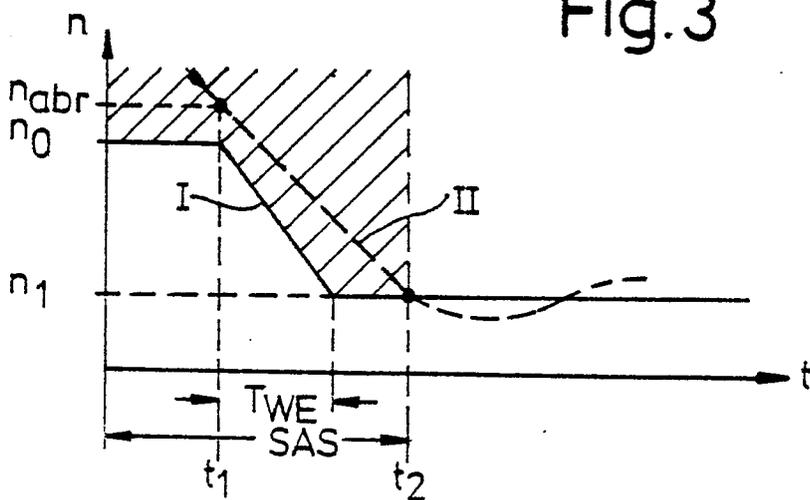
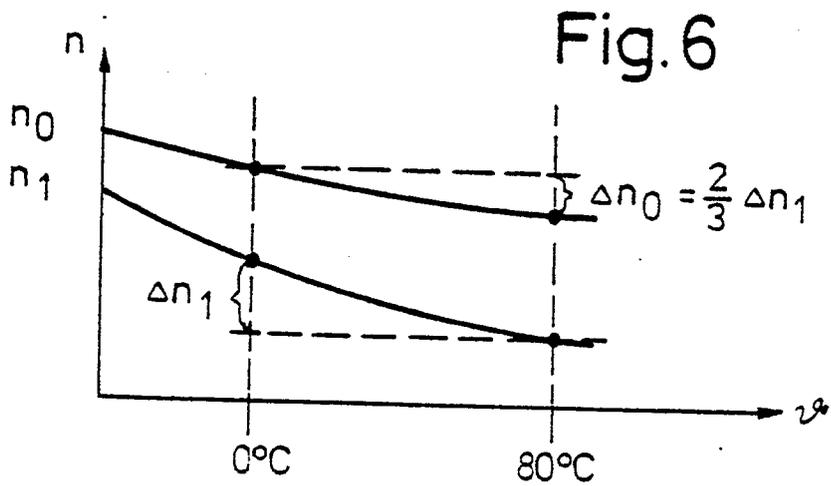
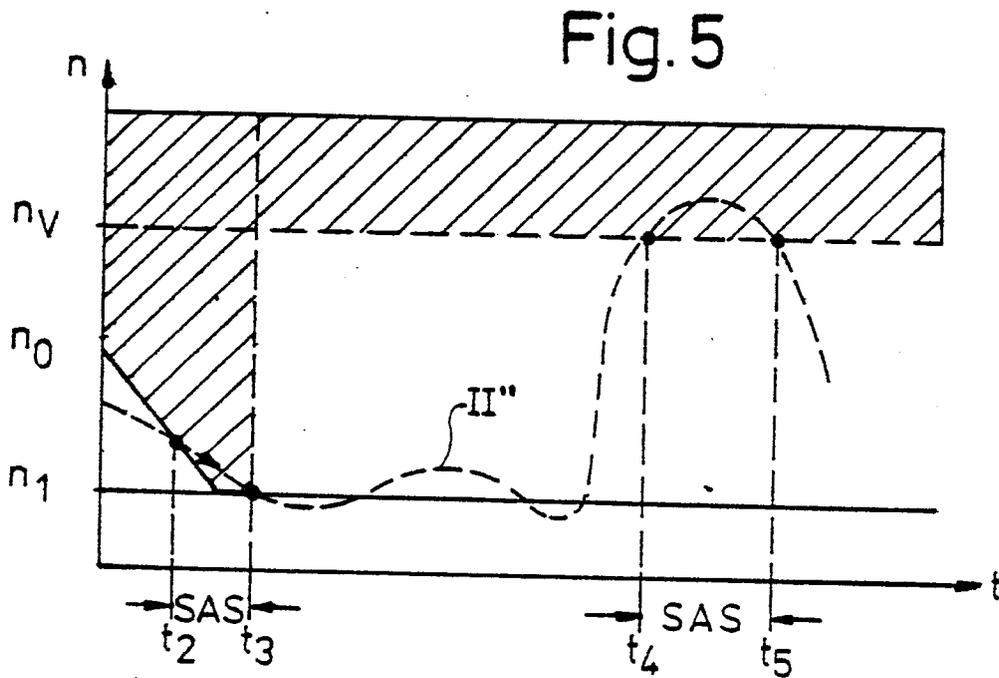
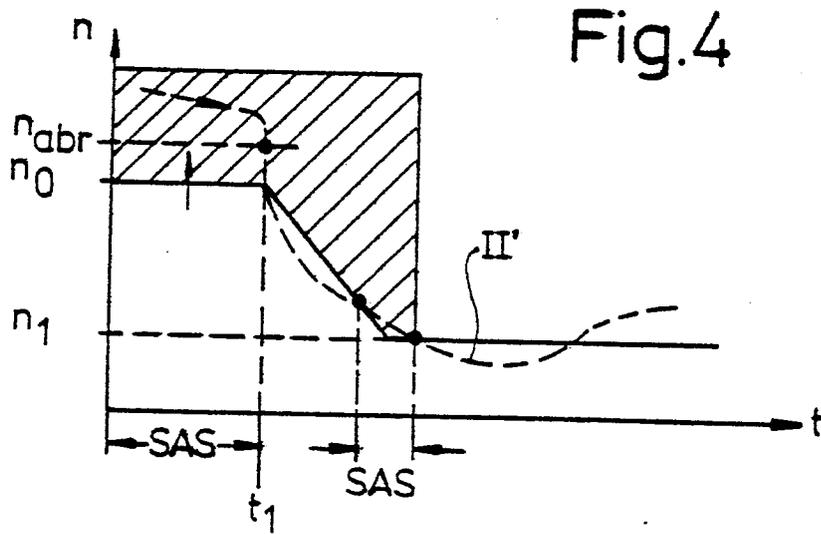


Fig.3





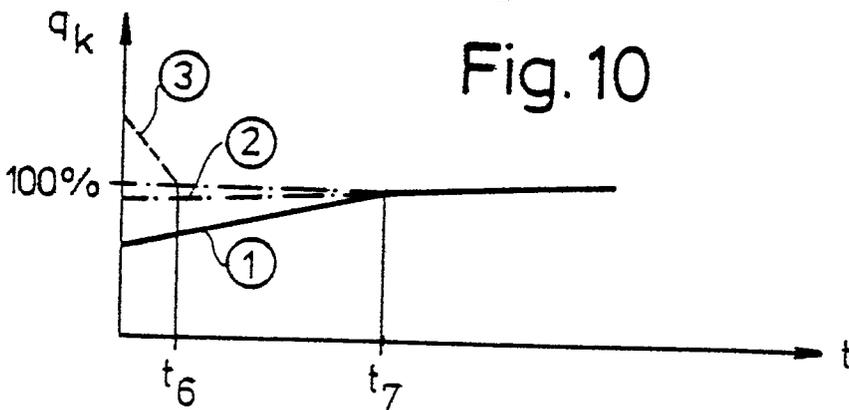
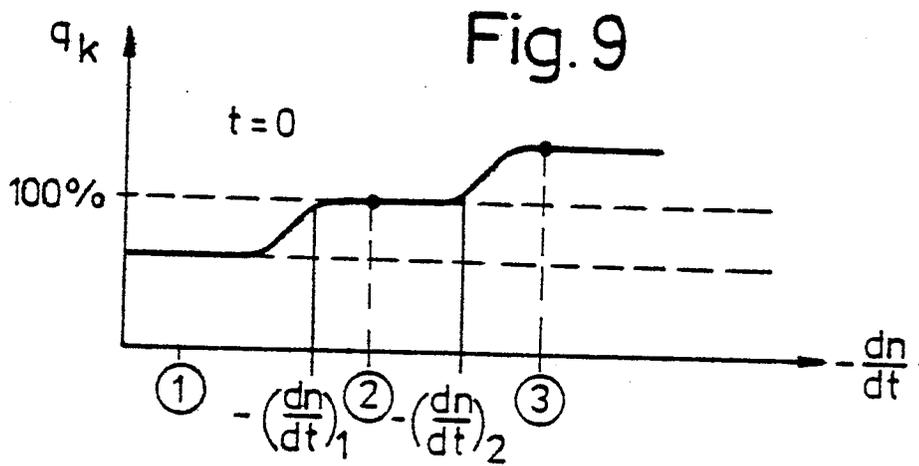
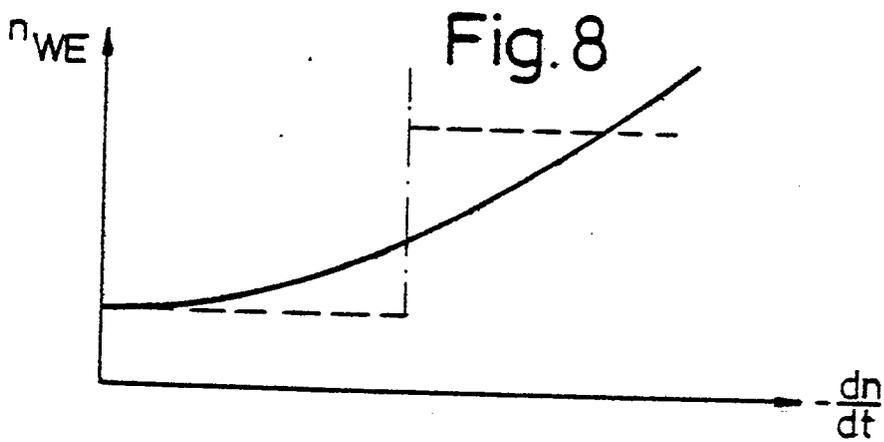
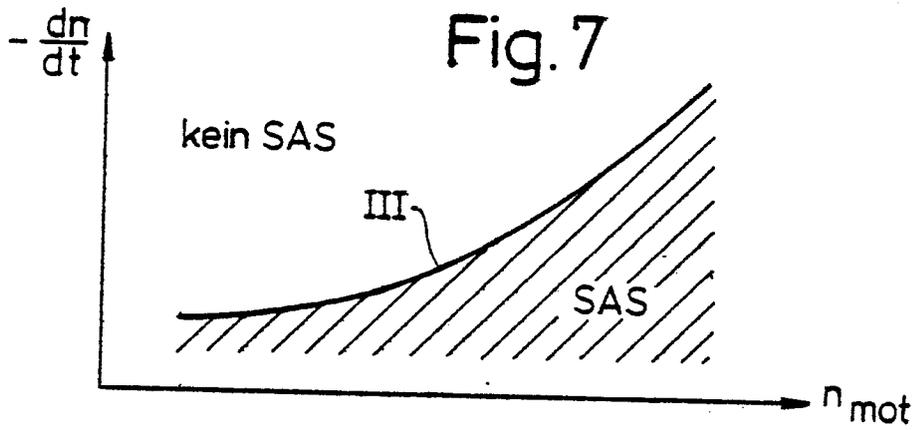


Fig. 11

