

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 445 339 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **90104535.1**

(51) Int. Cl.⁵: **F02D 41/08, F02D 41/24**

(22) Anmeldetag: **09.03.90**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.09.91 Patentblatt 91/37

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
Wittelsbacherplatz 2
W-8000 München 2(DE)

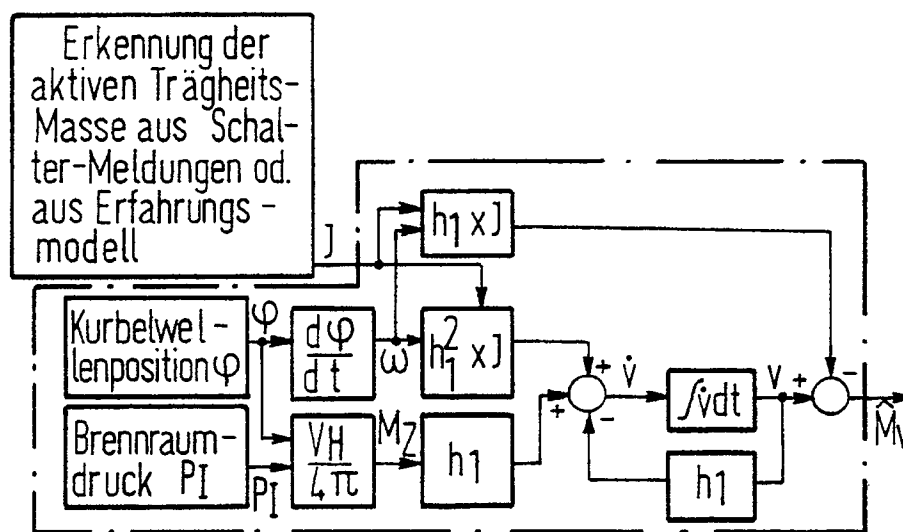
(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE

(72) Erfinder: **Assbeck, Franz, Prof. Dr.-Ing**
Wilhelmstrasse 3
W-7743 Furtwangen 1(DE)

(54) **Leerlaufregelsystem für eine Brennkraftmaschine.**

(57) Ein Leerlaufregelsystem für eine Brennkraftmaschine, mit einer Verlust- und Störgrößentrückführung aus einer Beobachtereinheit, bei dem die gesamten mechanischen Verluste der Brennkraftmaschine (M_{VM}) einschließlich des Energiebedarfs aller momentan zugeschalteten Hilfsaggregate (M_{VA}) in der Beobachtereinheit (B) mit einer vorgegebenen Zeitkonstante (h_1) rekonstruiert werden, wozu der Beobachtereinheit (B) als Eingangsgrößen die Winkelgeschwindigkeit (ω) der Brennkraftmaschine und die in deren Brennraum freigesetzte Gasarbeit M_I ($M_I = \int_0^{\omega} p_i dV$, wobei p_i der indizierte Mitteldruck und V das Hubvolumen ist) zugeführt werden und bei dem das von der Beobachtereinheit rekonstruierte, für sicheren Leerlauf erforderliche, Mindestdrehmoment (M_V) der dem zugeführten Gemisch (G) entsprechenden Größe als Führungsgrößenkomponente kompensierend aufaddiert wird.

FIG 2



EP 0 445 339 A1

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Leerlaufregelsystem für eine Brennkraftmaschine, mit einer Verlust- und Störgrößenrückführung aus einer Beobachtereinheit.

Herkömmliche Leerlaufdrehzahlregler gewinnen den der Brennkraftmaschinen-Vorsteuerung überlagerten Regeleingriff für den Leerlauf ausschließlich aus einem Sollwert-Istwert-Vergleich der Motordrehzahl, vergl. Fig. 1. Um Überschwinger und/oder Einbrüche der Leerlaufdrehzahl möglichst klein zu halten, wird dazu üblicherweise ein PID-(Proportional-Integral-Differential-)Regler, vergl. z.B. Leonhard "Einführung in die Regelungstechnik", Vieweg, eingesetzt, der bereits auf den Gradienten eines "drohenden" Drehzahleinbruchs reagieren kann.

Wegen

a) der großen Tot- und Verzögerungszeiten zwischen der Stellgröße "Gemischeinbringung" und der im Brennraum freigesetzten Gasarbeit (M_i), sowie

b) der zu beschleunigenden Trägheitsmassen (J) von Motor und Hilfsantrieben müssen hochverstärkende DT_1 -Regelparameter angesetzt werden. Hohe D-Anteile begünstigen jedoch bekannterweise ein instabiles Regelverhalten (aufschwingende Eigenbewegung), was zu einer drastisch erhöhten Emission, einem erhöhtem Verbrauch und im Extremfall zum "Abwürgen" des Motors führen kann. Um bei ungenügend beherrschbaren Oszillationen ein "Abwürgen" des Motors zu verhindern, wird die Leerlaufdrehzahl üblicherweise um einen Sicherheitsreserve-Betrag höher eingestellt.

Zur Verbesserung des Führungsgrößen-Verhaltens bezüglich a) wurde bereits in der Druckschrift Kiencke U., VDI-Ber. 612 (1986) "Entwurf eines Zustandsreglers für die Leerlaufregelung eines Ottomotors" ein Zustandsregelkreis mit Rückführung des Saugrohrdrucks angegeben. Dieser bekannte Zustandsregelkreis ist robust gegenüber Führungsgrößensprüngen (Gaspedal), kann jedoch Änderungen von Verlust- und Störgrößen (mech. Verluste während des Warmlaufs, zuschaltende Hilfsantriebe) nur begrenzt, nämlich über den herkömmlichen Drehzahl-Sollwert-Istwert-Vergleich und durch heuristische Zusatzeingriffe kompensieren.

Zur Verbesserung des Störgrößen-Verhaltens bezüglich b) wurden bisher nur Vorsteuerungen über Erfahrungsmodelle realisiert, in die Zustandsparameter, wie z.B. Motortemperatur, Luftmasse, Mischungsverhältnis und Drehzahl sowie Schaltersignale von Hilfsantrieben, eingehen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Leerlaufregelsystem der eingangs genannten Art zu schaffen, das in der Lage ist, die Leerlaufdrehzahl mit einem Zustandsregler, der sowohl die betriebspunktabhängigen mechanischen Verluste als auch auf das mechanische System Motor einwirkende Störelemente mit einer Beobachtereinheit erfaßt und kompensierend der Gemisch-Zuführung aufschaltet, zu regeln.

Zur Lösung der Aufgabe wird ein Leerlaufregelsystem vorgeschlagen, bei dem die gesamten mechanischen Verluste der Brennkraftmaschine einschließlich des Energiebedarfs aller momentan zugeschalteten Hilfsaggregate in der Beobachtereinheit mit einer vorgegebenen Zeitkonstante rekonstruiert werden, wozu der Beobachtereinheit als Eingangsgrößen die Winkelgeschwindigkeit der Brennkraftmaschine und die in deren Brennraum freigesetzte Gasarbeit zugeführt werden und das von der Beobachtereinheit rekonstruierte Leerlaufdrehmoment der dem zugeführten Gemisch entsprechenden Größe als Führungsgrößenkomponente kompensierend aufaddiert wird, um ein möglichst ideales Störgrößenverhalten zu erzielen.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind durch die in den Unteransprüchen angegebenen Merkmale gekennzeichnet.

Die Erfindung bietet den Vorteil, daß die Laufgrenze (dies ist die Mindestdrehzahl, von der ab ein "Abwürgen" im Leerlauf nicht mehr auftreten kann) weiter abgesenkt und die Laufruhe verbessert werden kann. Da Verbrauch und Emission etwa proportional mit der Drehzahl sinken, können hiermit vor allem im Stadtverkehr, vergl. z.B. Bosch Techn. Unterrichtung "Motronic" Sept. 1985, S. 26, und in der Warmlaufphase, Verbesserungen erreicht werden.

Mit Hilfe des somit von der Beobachtereinheit in Echtzeit ermittelten für Leerlaufbetrieb erforderlichen Drehmoments kann die benötigte Gemischmenge gut vorausbestimmt werden, und das Agieren des Regelkreises wird nicht mehr nur vom Drehzahl-Sollwert-Istwert-Vergleich allein eingeleitet.

Damit adaptiert sich die Regelung z.B. an die während des Warmlaufs sinkende Motorreibung oder an den variierenden Energiebedarf der Hilfsantriebe. Die Zustandsrückführung aus dem "Verlustbeobachter", nämlich der Beobachtereinheit, kann - bei Berücksichtigung einer Einschwingzeit der Beobachtereinheit - auch willkürliche Störgrößenaufschaltungen (wie Einschalten der Klimaanlage, von Servomotoren und dgl.) kompensieren, ohne den Drehzahlregler zu überfordern.

Die Erfindung eliminiert alle mit einer (zuvor erläuterten) "Vorsteuerung des erforderlichen Leerlaufdrehmoments" verbundenen Nachteile, indem die Beobachtereinheit diese Größe aus dem Vergleich der im Brennraum freigesetzten Gasarbeit (M_i) mit der Dynamik der Motordrehzahl (dn/dt) rekonstruiert und der Gemischeinbringung als eine Führungsgrößenkomponente vorgibt.

Bei Anwendung der bekannten Methode der Polvorgabe läßt sich durch entsprechende Beaufschlagung der Steuergröße "Gemischeinbringung" mit aus den Zustandsgrößen "Saugrohrdruck" und "Leerlaufdrehmoment" gebildeten Rückführungen das dynamische Verhalten des Gesamtsystems vorbestimmen.

5 Im folgenden wird die Erfindung anhand mehrerer Figuren im einzelnen beschrieben.

Es zeigt:

- Fig. 1 den Funktionsplan eines Zustandsregelkreises für ein gutes Führungsverhalten nach dem Stand der Technik gemäß Kiencke U., VDI-Ber. 612(1986) ("Entwurf eines Zustandsreglers für die Leerlaufregelung eines Ottomotors");
- 10 Fig. 2 den Funktionsplan eines sog. Beobachtermodells zur Rekonstruktion der "mechanischen Verluste im Leerlaufbetrieb" nach dem Stand der Technik, dem eine Beobachtereinheit B gemäß der Erfindung zugefügt ist;
- Fig. 3 das Prinzipschaltbild der Beobachtereinheit B in einer Anlogschaltungsanordnung;
- Fig. 4 den Funktionsplan einer Beobachtereinheit B gemäß der Erfindung für die "Beobachtung der mechanischen Verluste" in einer Digitalschaltungsanordnung;
- 15 Fig. 5 den Funktionsplan einer Verlust- und Störgrößenrückführung in einem Leerlaufregelsystem gemäß der Erfindung.

Die Differentialgleichung des bisher bekannten (Kiencke, U.) Leerlauf-Zustandsregelkreises lautet:

20

$$\dot{p}_s = K_{IS} [\dot{m}_{G, zu} - \dot{m}_{G, ab}] ,$$

25

$$\text{wobei } K_{IS} = \frac{k \cdot R \cdot T_S}{V_S}$$

$$\dot{n} = M_e^* / (1 - e^{-t/t_s}) e^{-j/tt} \cdot 2\pi \quad (2\pi \cdot J)$$

30

mit

- $\dot{m}_{G, zu}$: dem Einlaßtrakt zugeführte Gemischmasse [kg/s]
 $\dot{m}_{G, ab}$: vom Einlaßtrakt abgesaugte Gemischmasse [kg/s]
 K_{IS} : Saugrohr-Integrationskonstante [N/m²s]
 35 R : spezielle Gaskonstante

$$[ca. 290 \text{ J/kg} \cdot K]$$

40

- K : Adiabatenexponent [ca. 1,40]
 T_S : Temperatur im Ansaugrohr
 V_S : Volumen des Ansaugrohrs
 Indizes "•" : Ableitung nach der Zeit
 M_e^* : in einem Kennfeld abgelegtes effektives Motormoment (aus stationären Prüfstandsversuchen) [Nm]
 45 M_l : alternativ zu $M_e^* \cdot (1 - e^{-t/t_s}) e^{-t/tt} \cdot 2\pi$ [Nm] falls Brennraumdruck-Messung vorhanden [Nm]
 J : Trägheitsmoment des Motors inklusive aller im Leerlauf aktivierten Aggregate [kgm²]
 50 n : Motordrehzahl [S⁻¹]

weitere Nomenklatur siehe Fig. 1.

55

$$\begin{bmatrix} \dot{\frac{P_s}{K_{12}}} \\ \dot{\frac{n}{2\pi f}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -k_2 - (k_p \cdot k_{12}) & -k_3 - (k_n \cdot k_{12}) \\ +k_4 f_M & k_5 \cdot f_M - M_v \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} P_s \\ n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} k_{12} & k_M \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} n_0^* \\ \alpha_D \end{bmatrix}$$

10

15

drehzahlabh.
Verluste u. Lasten

drehzahlunabh.
Verluste u. Lasten

20

$$M_v = M_{vn} + M_{vz}$$

M_{vn} = permanente mechan. Verluste im Leerlauf
 M_{vz} = zuschaltbare mechan. Verluste im Leerlauf

25

$$f_M = (1 - e^{-t/\tau_s}) \cdot e^{-j \frac{t}{\tau_t} \cdot 2\pi}$$

f_M = vereinfachte math. Funktion für Zeitverhalten der thermodyn. Energieumsetzung im Motor.

30

Um nun den Leerlaufregler gemäß Fig. 1 auch adaptiv auf die Betriebspunktabhängigen mechanischen Verluste (insbesondere Warmlaufverhalten) sowie robust gegenüber Störmomenten durch zuschaltende Hilfsantriebe zu machen, wird ein Beobachtermodell zur Rekonstruktion dieser Verlust- und Störgrößen eingeführt.

35

Zustandsgleichungen des Beobachters:

$$\dot{v} = (-h_1 \cdot v) + (h_1 \cdot M_l) + (h_1^2 \cdot J \cdot d\phi/dt)$$

$$v = \int (\dot{v} \cdot dt)$$

$$\hat{M}_v = v - (h_1 \cdot J \cdot d\phi/dt)$$

40 mit

v : beobachterinterne Signalgröße

$\dot{v}$: deren Zeitableitung

h_1 : die entsprechend der gewünschten Güteklasse festgelegte Zeitkonstante für das Abklingen des dynamischen Rekonstruktionsfehlers, [S⁻¹]

45

$d\phi/dt$: motordrehzahlabh. Impulsfrequenz von einer Kurbelwellenindizierung in s⁻¹ als Winkelgeschwindigkeit

M_l : alternativ zu M_e^* , falls Brennraumdruck-Messung vorhanden

J : Trägheitsmoment des Motors inklusive aller im Leerlauf aktivierten Aggregate

50

M_v : die "vom Beobachter rekonstruierten" mechanischen Verluste (inkl. Hilfsantriebe)

$\hat{\text{Indizes}}^{\wedge}$: für über Beobachterschaltung rekonstruierte Abbilder einer physikalischen Größe.

Fig. 2 Zeigt, wie zuvor angegeben, den Funktionsplan eines sog. Beobachtermodells zur Rekonstruktion der "mechanischen Verluste im Leerlaufbetrieb" nach dem Stand der Technik, dem eine Beobachtereinheit B gemäß der Erfindung zugeführt ist.

55

Da sich das "aktive Trägheitsmoment" J geringfügig ändert, sobald Hilfsantriebe Zu- oder abschalten, wird es deshalb mit Hilfe von Schaltermeldungen oder den Ansteuerbefehlen der zugeschalteten Aggregate oder aus einem im Beobachter implementierten Erfahrungsmodell adaptiert.

Das Erfahrungsmodell nimmt den Zeitverlauf eines im ersten Arbeitsgang nur qualitativ rekonstruierten

"Störmoments" auf und vergleicht diesen mit den ihm bekannten der in Frage kommenden zuschaltbaren Aggregate.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß die gesamten mechanischen Verluste der Brennkraftmaschine M_{VM} einschließlich des Energiebedarfs aller momentan zugeschalteten Hilfsaggregate M_{VA} in der Beobachtereinheit B mit einer vorgegebenen Zeitkonstante h_1 rekonstruiert werden, wozu der Beobachtereinheit B als Eingangsgrößen die Winkelgeschwindigkeit ω der Brennkraftmaschine und die in deren Brennraum freigesetzte Gasarbeit M_i ($M_i = \int_0^V p_i dV$, wobei p_i der indizierte Mitteldruck und V das Hubvolumen ist) zugeführt werden und daß das von der Beobachtereinheit rekonstruierte Leerlaufdrehmoment M_v der dem zugeführten Gemisch G entsprechenden Größe als Führungsgrößenkomponente kompensierend aufaddiert wird (Fig. 3), um ein möglichst ideales Störgrößenverhalten zu erzielen.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung arbeitet die Beobachtereinheit B analog (vergl. Fig. 3) und rekonstruiert aus den Eingangsgrößen ω , M_i eine Ausgangsgröße M_v nach den Gleichungen

$$\begin{aligned} \dot{V} &= (-h_1 \cdot V) + (h_1 \cdot M_i) + (h_1^2 \cdot J \cdot d\phi/dt) \\ V &= \int (\dot{V} \cdot dt) \\ \hat{M}_v &= V - (h_1 \cdot J \cdot d\phi/dt) \end{aligned}$$

mit

- v : beobachterinterne Signalgröße
- $\dot{v}$: deren Zeitableitung
- h_1 : die entsprechend der gewünschten Güteklasse festgelegte Zeitkonstante für das Abklingen des dynamischen Rekonstruktionsfehlers [s^{-1}]
- $d\phi/dt$: Impulse von einer Kurbelwellenindizierung
- M_i : alternativ zu M_e^* , falls Brennraumdruck-Messung vorhanden,
- J : Trägheitsmasse der Brennkraftmaschine einschließlich aller im Leerlauf aktivierten Aggregate [kgm^2],
- $\hat{M}_v$: die von der Beobachtereinheit B rekonstruierten mechanischen Verluste (einschließlich Hilfsaggregate) [Nm].

Gemäß einer anderen Ausführungsform arbeitet die Beobachtereinheit B digital (vergl. Fig. 4) und bildet aus den Eingangsgrößen ω , M_i eine Ausgangsgröße $M_{v(n)T}$ nach Algorithmus gemäß den Gleichungen

$$\begin{aligned} \text{allgemein: } V_{(n+1)T} &= A \cdot V_{(n)T} + \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} U_{(n)T} \\ M_{v(n)T} &= C \cdot V_{(n)T} - d \cdot U_{(n)T} \\ \text{angewendet: } V_{(n+1)T} &= e^{-h_1 T} \cdot V_{(n)T} + \begin{bmatrix} T \cdot h_1^2 \cdot e^{-h_1 T} \\ T \cdot h_1 \cdot e^{-h_1 T} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} d\psi/dt \\ PI \cdot \frac{VH}{4\pi} \end{bmatrix} \\ M_{v(n)T} &= 1 \cdot V_{(n)T} + \begin{bmatrix} h_1 \cdot J \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} d\psi/dt \end{bmatrix} \end{aligned}$$

allgemein:

$U_{(n)T}$: Ausdruck für den Steuervektor des Systems zum Taktzeitpunkt $n \cdot T$

$V_{(n)T}$: allgem. Ausdruck für den Zustandsvektor des Systems zum Taktzeitpunkt

Es ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß die Trägheitsmasse J mittels Schaltermeldungen oder aus den Ansteuersignalen der zugeschalteten Hilfsaggregate adaptiert und in der Analogschaltung (Fig. 3) entsprechende Kondensatoren zu C parallel schaltet.

Bei einer nicht verfügbaren Brennraumdruck-Indizierung wird die freigesetzte Gasarbeit über Kennfeldwerte k_4 und k_5 (Fig. 1) abgerufen.

Eine in der Beobachtereinheit (B) unvermeidbare Einschwingzeit (= Abklingzeit des dynamischen Rekonstruktionsfehlers) wird durch einen entsprechend dimensionierten Differentialanteil (Vorhalt) in einem Störgrößenregler (Fig. 3) kompensiert.

Die Eingangsgrößen und die der beobachterinternen Signalgröße v entsprechende Größe werden mit einem Schalter S1 abgetastet und zwischengespeichert. Ein Halte- und Verzögerungsglied (z^{-1}) führt die

Verarbeitung der beobachterinternen Signalgröße v durch Verzögerung um ein Abtastintervall T aus. Die digitale Beobachtereinheit B speichert sovielen Abtastzeitpunkte $(n)T$, $(n+1)T$, ... zwischen, wie es der Systemordnung der Beobachtereinheit B entspricht.

Eine Adaption der "aktivierten Trägheitsmasse", welche sich geringfügig ändert, sobald sich Hilfsantriebe zu- oder abschalten, wird durch ein in der Beobachtereinheit B implementiertes Erfahrungsmodell ausgeführt, das den Zeitverlauf eines in einem ersten Arbeitsgang nur qualitativ rekonstruierten "Störmoments" aufnimmt und diesen mit den ihm bekannten Zeitverläufen aller zuschaltbaren Hilfsantriebe vergleicht.

Da in dieser Arbeit nun aufgezeigt wurde, wie die mechanischen Verluste des Motors im Leerlauf (inklusive der Energie für die zugeschalteten Hilfsantriebe) mit einem Beobachter rekonstruiert werden können, darf das Motormodell (1t. Fig. 1) um diese "Energiesenke" erweitert werden. Das Ergebnis ist eine Leerlaufregelung, welche nicht nur robust gegenüber Gasstößen des Fahrers, sondern auch - adaptiv auf das Warmlaufverhalten, auf mechanische Veränderungen infolge Alterung, gegenüber Exemplarstreuungen und - robust gegenüber Störmomenten, eingebracht durch zuschaltende Hilfsantriebe ist.

Die Differentialgleichung des "störmomentrobusten" Leerlaufreglers lautet:

$$\begin{bmatrix} \dot{\frac{p_s}{k_{TS}}} \\ \dot{\frac{n}{2\pi f}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -k_2 - (k_p \cdot k_{12}) & -k_3 - (k_n \cdot k_{12}) & +k_D \cdot \frac{(1+T_D)}{(1+T_I)} \\ k_4 \cdot f_M & k_5 \cdot f_M - M_{V0} & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} p_s \\ n \\ \hat{M}_V \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} k_{12} & k_{14} & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_{n0} \\ \alpha_0 \\ M_{Vn} \end{bmatrix}$$

drehzahlabh.
Verluste u. Lasten

drehzahlunabh.
Verluste u. Lasten

$$M_V = M_{Vn} \cdot n + M_{V0}$$

$$f_m = (1 - e^{-t/t_s}) \cdot e^{-j\omega t}$$

Bei Versuchsmeßreihen ergaben sich für eine Abtastperiode $T = 10$ ms und einer gewählten Rekonstruktionszeit von $T_B = 100$ ms folgende mittlere Werte für die einzelnen Größen:

$$B = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.00211 & s^{-1} \\ 0.00458 & s^{-1} \end{bmatrix}$$

$$-h_1 T_B = \ln 10\% = -2.30$$

$$h_1 = 23 \text{ s}^{-1}$$

$$A = e^{-h_1 T} = e^{-23 \cdot 0.01} = 0.80$$

$$J = 3.02 \text{ kgm}^2 \text{ (Forschungsmotor AVL-Einzyylinder mit } V_z = 400 \text{ cm}^3 \text{)}$$

$$d = h_1 \cdot J = 0.23 \text{ s}^{-1} \cdot 3.02 \text{ kgm}^2 = 6.95 \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}}$$

Patentansprüche

1. Leerlaufregelsystem für eine Brennkraftmaschine, mit einer Verlust- und Störgrößenrückführung aus einer Beobachtereinheit,

5 **dadurch gekennzeichnet,**

- daß die gesamten mechanischen Verluste der Brennkraftmaschine (M_{VM}) einschließlich des Energiebedarfs aller momentan zugeschalteten Hilfsaggregate (M_{VA}) in der Beobachtereinheit (B) mit einer vorgegebenen Zeitkonstante (h_1) rekonstruiert werden, wozu der Beobachtereinheit (B) als Eingangsgrößen die Winkelgeschwindigkeit ($\omega = d\phi/dt$) der Brennkraftmaschine und die in deren Brennraum freigesetzte Gasarbeit M_I ($M_I = \int_0^V p_i dV$, wobei p_i der indizierte Mitteldruck und V das Hubvolumen ist) zugeführt werden und
- daß das von der Beobachtereinheit rekonstruierte Leerlaufdrehmoment (M_V) der dem zugeführten Gemisch (G) entsprechenden Größe als Führungsgrößenkomponente kompensierend aufaddiert wird (Fig. 3), um ein möglichst ideales Störgrößenverhalten zu erzielen.

15

2. Leerlaufregelsystem nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Beobachtereinheit (B) analog arbeitet und aus den Eingangsgrößen (ϕ , M_I) eine Ausgangsgröße (M_V) nach den Gleichungen

20

$$\dot{V} = (-h_1 \cdot V) + (h_1 \cdot M_I) + (h_1^2 \cdot J \cdot d\phi/dt)$$

$$V = \int (\dot{V} dt)$$

$$\hat{M}_V = V - (h_1 \cdot J \cdot d\phi/dt)$$

25

mit

V : beobachterinterne Signalgröße

$\dot{V}$: deren Zeitableitung

h_1 : die entsprechend der gewünschten Güteklasse festgelegte Zeitkonstante für das Abklingen des dynamischen Rekonstruktionsfehlers, [s⁻¹]

30

ϕ : Impulse von einer Kurbelwellenindizierung

M_I : alternativ zu M_e^* , falls Brennraumdruck-Messung vorhanden,

J : Trägheitsmasse der Brennkraftmaschine einschließlich aller im Leerlauf aktivierten Aggregate [kgm²]

$\hat{M}_V$: die von der Beobachtereinheit (B) rekonstruierten mechanischen Verluste (einschließlich Hilfsaggregate) [Nm]

35

rekonstruiert.

3. Leerlaufregelsystem nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

40 daß die Beobachtereinheit (B) digital arbeitet und aus den Eingangsgrößen (ϕ , M_I) eine Ausgangsgröße ($M_{(n)T}$) nach den Gleichungen

45

$$\text{allgemein: } V_{(n+1)T} = -A \cdot V_{(n)T} + \frac{b_1}{b_2} U_{(n)T}$$

$$M_{V(n)T} = C \cdot V_{(n)T} - d \cdot U_{(n)T}$$

50

$$\text{angewendet: } V_{(n+1)T} = -e^{-h_1 T} \cdot V_{(n)T} + \left[\frac{J \cdot T}{T \cdot h_1^2} \cdot \frac{e^{-h_1 T}}{e^{-h_1 T}} \right] \cdot \left[\frac{d\varphi/dt}{PI \cdot \frac{VH}{4\pi}} \right]$$

$$M_{V(n)T} = 1 \cdot V_{(n)T} - [h_1 \cdot J] \cdot [d\varphi/dt]$$

55

rekonstruiert.

4. Leerlaufregelsystem nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet ,

- 5 - daß die Trägheitsmasse (J) mittels Schaltermeldungen oder aus den Ansteuersignalen der zugeschalteten Hilfsaggregate adaptiert und in der Analogschaltung (2b) entsprechende Kondensatoren zu (C) parallel schaltet.
- 10 5. Leerlaufregelsystem nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet ,
daß bei einer nicht verfügbaren Brennraumdruck-Indizierung die freigesetzte Gasarbeit über Kennfeldwerte (k4) und (k5) (Fig. 1) abgerufen wird.
- 15 6. Leerlaufregelsystem nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet ,
daß eine in der Beobachtereinheit (B) unvermeidbare Einschwingzeit (= Abklingzeit des dynamischen Rekonstruktionsfehlers) durch einen entsprechend dimensionierten Differentialanteil (Vorhalt) in einem Störgrößenregler (Fig. 3) kompensiert wird.
- 20 7. Leerlaufregelsystem für eine Brennkraftmaschine, mit einer Verlust- und Störgrößenrückführung aus einer Beobachtereinheit , nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet ,
 - daß die Eingangsgrößen und die der beobachterinternen Signalgröße (v) entsprechende Größe mit einem Schalter (S1) abgetastet und zwischengespeichert werden,
 - daß ein Halte- und Verzögerungsglied (z^{-1}) die Verarbeitung der beobachterinternen Signalgröße (v) durch Verzögerung um ein Abtastintervall (T) ausführt und
 - 25 - daß die digitale Beobachtereinheit (B) sovielen Abtastzeitpunkte ((n)T, (n + 1)T , ...) zwischenspeichert, wie es der Systemordnung der Beobachtereinheit (B) entspricht.
- 30 8. Leerlaufregelsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet ,
daß eine Adaption der "aktivierten Trägheitsmasse", welche sich geringfügig ändert, sobald sich Hilfsantriebe zu- oder abschalten, durch ein in der Beobachtereinheit (B) implementiertes Erfahrungsmodell ausgeführt wird, das den Zeitverlauf eines in einem ersten Arbeitsgang nur qualitativ rekonstruierten "Störmoments" aufnimmt und diesen mit den ihm bekannten Zeitverläufen aller zuschaltbaren Hilfsantriebe vergleicht.

FIG1

(STAND DER TECHNIK)

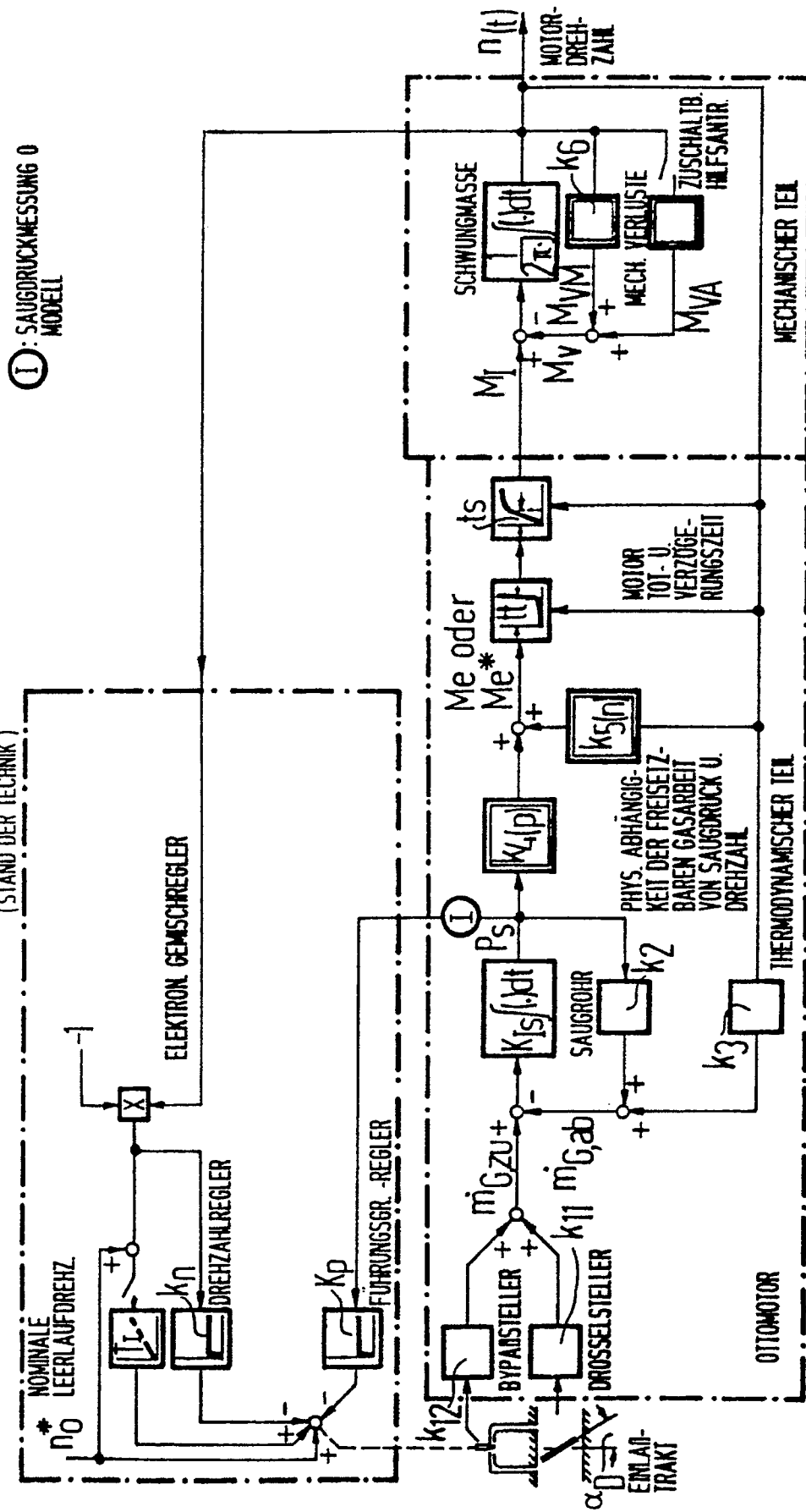


FIG 2

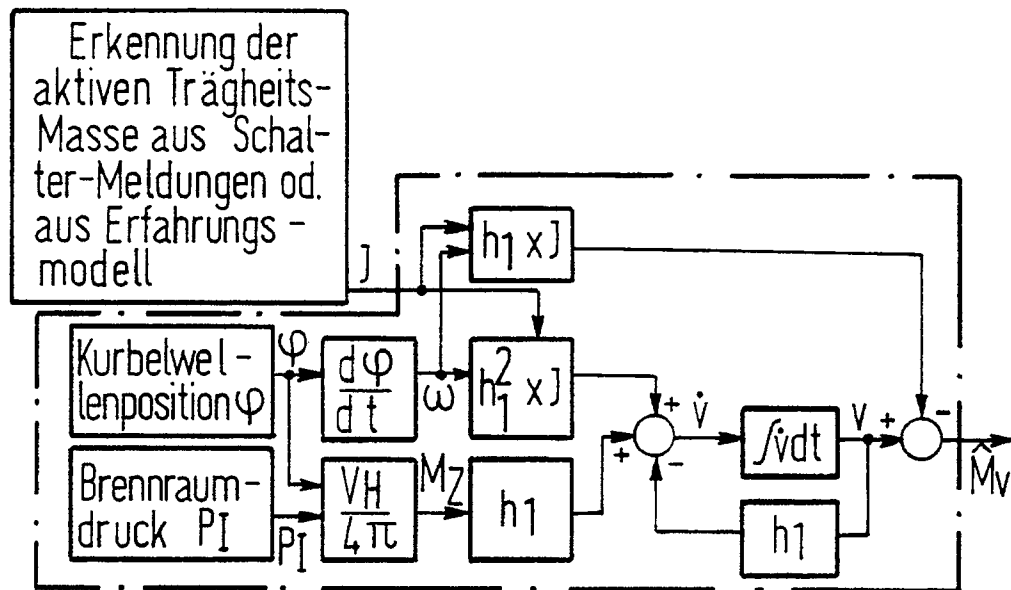


FIG 3

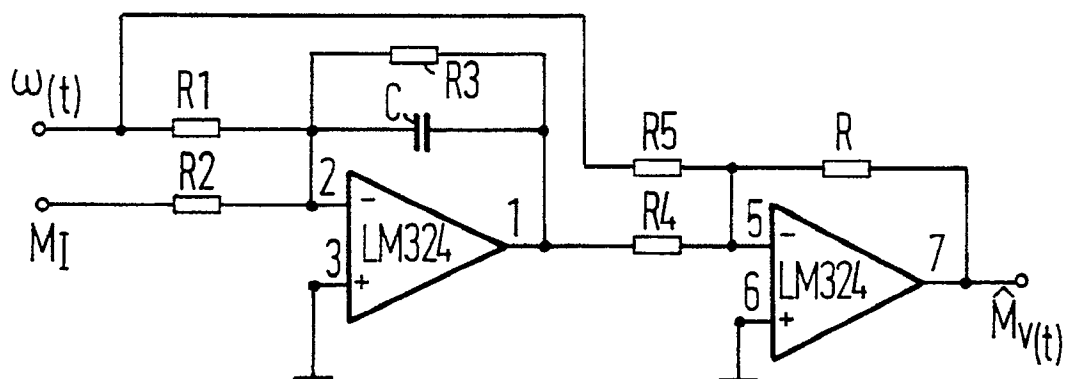


FIG 4

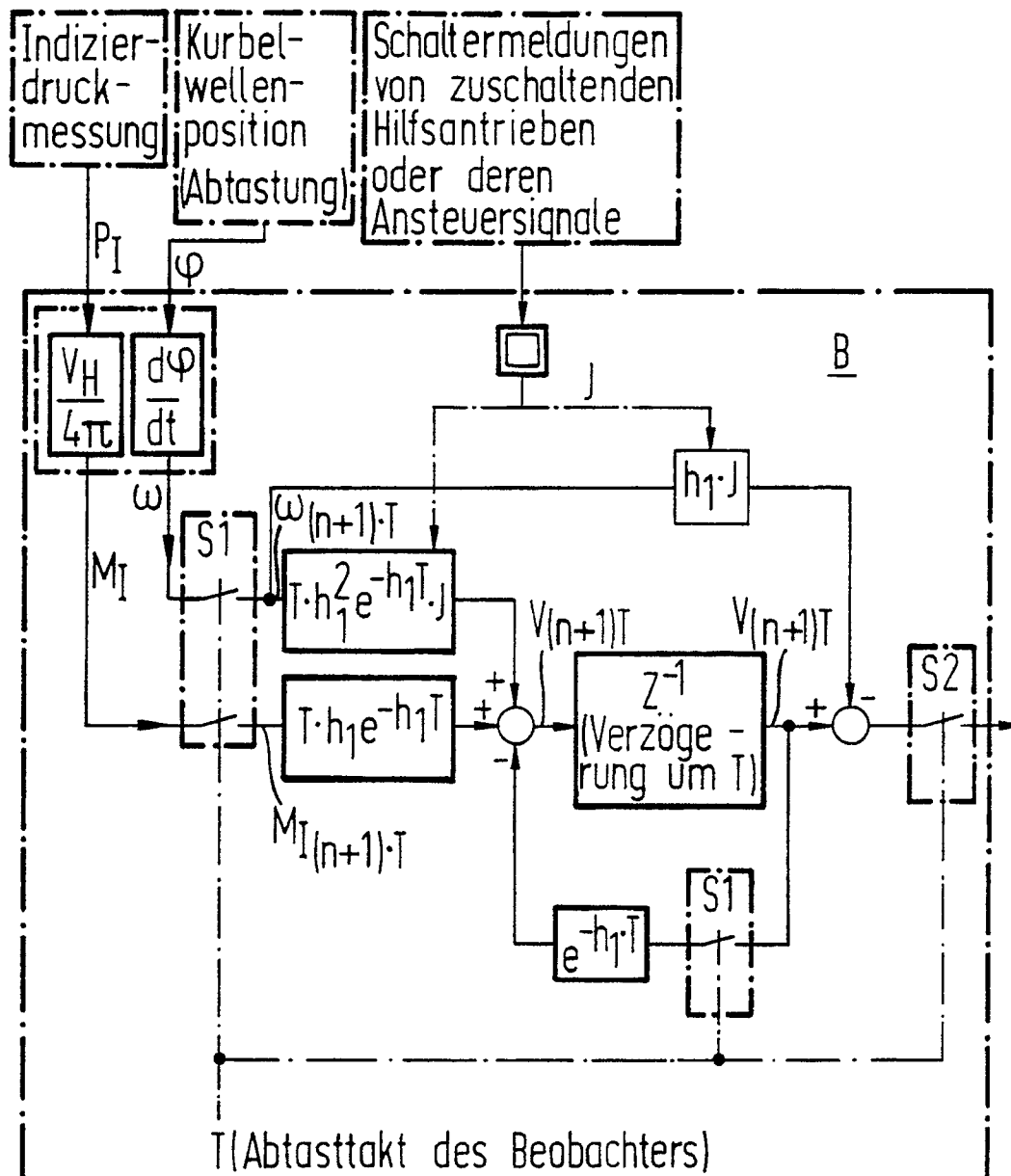
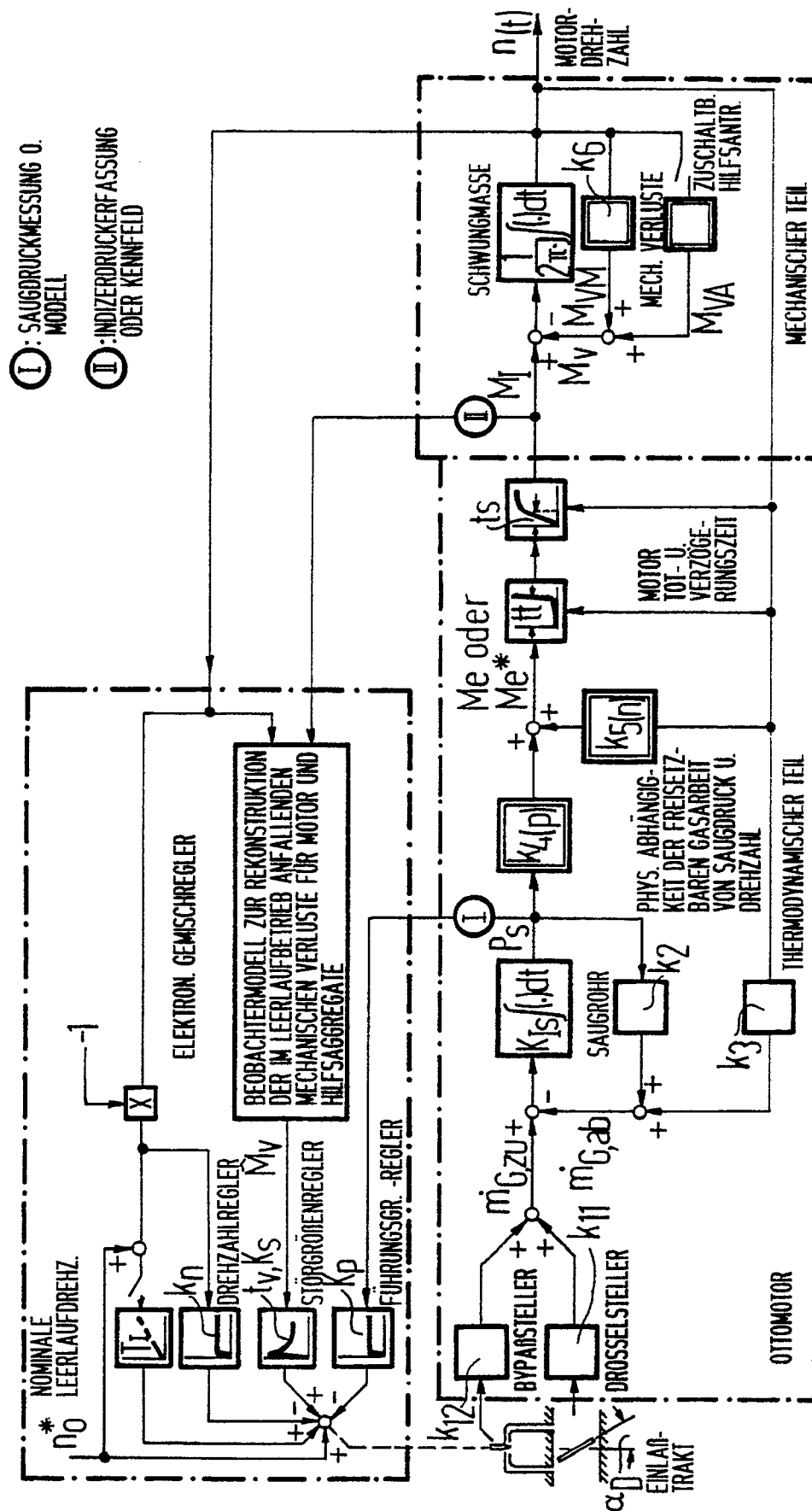


FIG 5





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 90 10 4535

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
Y	EP-A-0 326 188 (NISSAN MOTOR) * Spalte 1 - Spalte 3, Zeile 27; Figur 6; Spalte 24, Zeilen 32-52 *	1-3	F 02 D 41/08 F 02 D 41/24
A	---	4,8	
Y	EP-A-0 338 560 (HITACHI) * Seite 1 - Seite 4, Zeile 56; Figur 7; Seite 7, Zeile 45 - Seite 8, Zeile 15 *	1-3	
A	---	6	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 12, Nr. 296 (M-731), 12. August 1988; & JP-A-63 74 733 (TOYOTA MOTOR) 05-04-1988	5	
X	EP-A-0 352 705 (SIEMENS) * Insgesamt *	7	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			F 02 D
Recherchemort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG		24-09-1990	GAGLIARDI P.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	