



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.01.2003 Patentblatt 2003/01

(51) Int Cl.7: **F02N 11/00, F02N 11/08**

(21) Anmeldenummer: **01115871.4**

(22) Anmeldetag: **29.06.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Busch, Rainer**
52076 Aachen (DE)
• **Seibertz, Achim**
52064 Aachen (DE)

(71) Anmelder: **Ford Global Technologies, Inc.,
A subsidiary of Ford Motor Company
Dearborn, Michigan 48126 (US)**

(74) Vertreter: **Drömer, Hans-Carsten, Dipl.-Ing. et al
Ford-Werke Aktiengesellschaft,
Patentabteilung NH/DRP
50725 Köln (DE)**

(54) **Verfahren zur Kontrolle der Drehmomentabgabe eines Anlassers**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kontrolle der Drehmomentabgabe eines Anlassers (2), insbesondere eines leistungsstarken Anlasser-Generators, während des Anlassvorgangs einer Brennkraftmaschine (1) sowie einen entsprechenden Fahrzeugantrieb zur Durchführung des Verfahrens. Da Drehzahlsenso-

ren (7) ein verwertbares Drehzahl-signal (n) erst verzögert bereitstellen, wird in einer ersten Phase des Anlassens eine nicht rückgekoppelte Steuerung (4b) vorgenommen, welche bei Vorliegen verwertbarer Drehzahl-signale durch eine rückgekoppelte Regelung (4a) abgelöst wird.

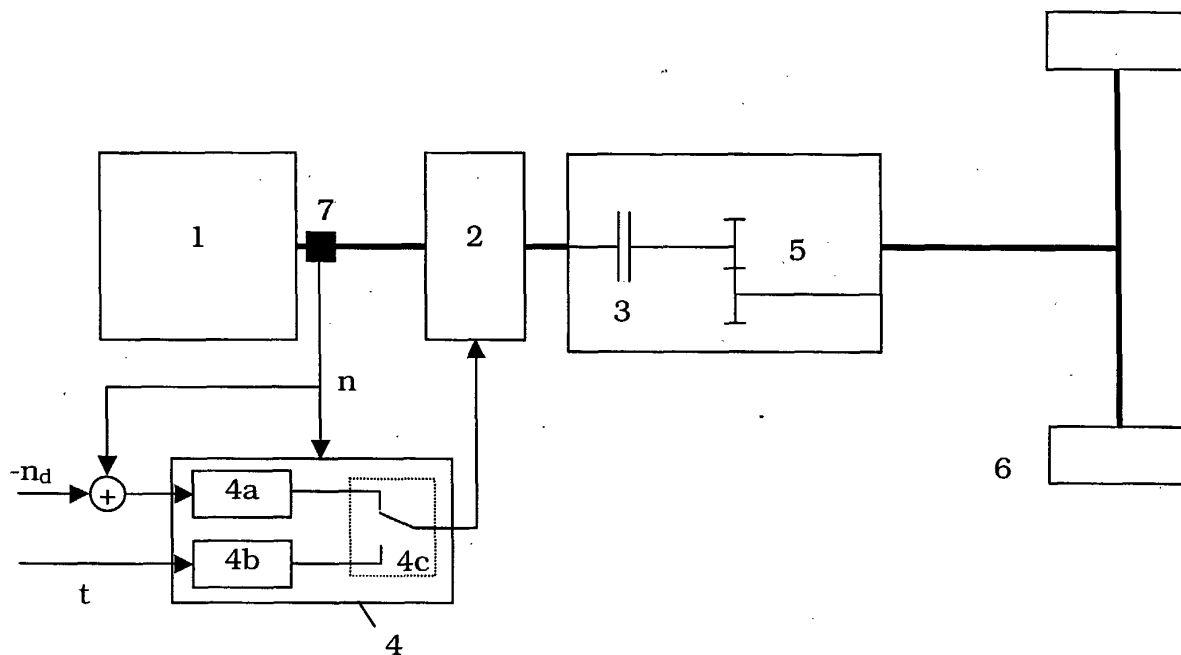


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kontrolle der Drehmomentabgabe eines Anlassers während des Anlassens einer mit dem Anlasser gekoppelten Brennkraftmaschine. Ferner betrifft die Erfindung einen Fahrzeugantrieb enthaltend eine Brennkraftmaschine, einen mit der Brennkraftmaschine gekoppelten Anlasser sowie einen Regler zur Kontrolle der Drehmomentabgabe des Anlassers während des Anlassvorgangs der Brennkraftmaschine.

[0002] Kraftfahrzeuge mit Verbrennungsmotor weisen in der Regel einen Anlasser bzw. Starter auf, mit dessen Hilfe die Brennkraftmaschine angelassen wird. Derzeit sind Startermotoren in Entwicklung, mittels derer eine Brennkraftmaschine innerhalb weniger Millisekunden vom Stillstand auf die Leerlaufdrehzahl von zum Beispiel 800 U/min gebracht werden kann. Derartige elektrische Maschinen werden häufig mit einer Generatorfunktion kombiniert, weshalb diese auch als (integrierte) Starter-Generatoren (engl.: starter generator S/A) bezeichnet werden.

[0003] Derartige Starter-Generatoren sind zum Beispiel aus der US 6 073 713 und der US 6 002 219 bekannt. Ferner ist aus der EP 0 903 492 A2 ein Verfahren zur Ansteuerung eines Starter-Generators bekannt, bei welchem ein Regler das während des Anlassens der Brennkraftmaschine von dem Anlasser abgegebene Drehmoment kontrolliert. Dabei wird die Kühlmitteltemperatur der Brennkraftmaschine überwacht und bei kalten Motor eine geringere Leistungsabgabe der elektrischen Maschine vorgegeben. Durch diese Maßnahme soll auf ein verändertes Verhalten einer kalten Brennkraftmaschine im Vergleich zu einer warmgelaufenen Brennkraftmaschine reagiert werden.

[0004] Die Leistungsfähigkeit moderner elektrischer Maschinen kann dazu genutzt werden, die Brennkraftmaschine schon während kurzer Stillstandszeiten, zum Beispiel vor einer Verkehrsampel, auszuschalten und hierdurch Kraftstoff zu sparen. Die rasche Reaktion des Anlassers ermöglicht nämlich ein schnelles erneutes Anlassen der Brennkraftmaschine, so dass ein quasi verzögerungsloses Anfahren erfolgen kann. Das während des Anlassens von dem Anlasser an die Brennkraftmaschine abgegebene Drehmoment wird dabei in Abhängigkeit von bestimmten Betriebsparametern gemäß einem vorgegebenen Drehmomentverlauf kontrolliert, um Beschädigungen zu vermeiden und ein schnelles und komfortables Anlassen der Brennkraftmaschine zu gewährleisten. Eine derartige Regelung der Drehmomentabgabe des Anlassers erfolgt üblicherweise rückgekoppelt anhand einer Messung der erreichten Drehzahl der Brennkraftmaschine. Dabei tritt jedoch das Problem auf, dass die in der Praxis eingesetzten Schaltungen zur Drehzahlerfassung die Motordrehzahl nur oberhalb einer gewissen Drehzahlschwelle und mit einer bestimmten Zeitverzögerung erkennen können. Diese Zeitverzögerung entsteht u.a. durch die Erfassung der

Rohdaten, durch die anschließende Signalfilterung und durch Übertragungsverzögerungen. Alle Einflussgrößen zusammen können zu einer Drehzahlerfassung führen, bei der das erste nutzbare Drehzahlsignal erst sehr spät zur Verfügung steht. Typischerweise kann die angestrebte Leerlaufdrehzahl bereits zu 70% erreicht sein, bis die ersten Signale vorliegen.

[0005] Vor diesem Hintergrund bestand eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Kontrolle der Drehmomentabgabe eines Anlassers bereitzustellen, durch welches bzw. durch welche ein verbessertes und sichereres Anlassverhalten unter Beibehaltung der bekannten Drehzahlmessmethoden gewährleistet wird.

[0006] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie durch einen Fahrzeugantrieb mit den Merkmalen des Patentanspruchs 5 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen enthalten.

[0007] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Kontrolle der Drehmomentabgabe eines Anlassers, insbesondere eines Anlassers vom leistungsstarken Typ des Anlasser-Generators, während des Anlassens einer mit dem Anlasser gekoppelten Brennkraftmaschine beruht zunächst darauf, dass Drehzahlsensoren die Drehzahl der Brennkraftmaschine erfassen. In Abhängigkeit von wenigstens einem Motorbetriebsparameter - z.B. von der erreichten und von den Drehzahlsensoren signalisierten Drehzahl der Brennkraftmaschine - wird bei dem Verfahren von einer zunächst vorgenommenen, nicht rückgekoppelten Steuerung der Drehmomentabgabe, bei welcher keine Berücksichtigung des Drehzahlsignals erfolgt, auf eine rückgekoppelte Regelung der Drehmomentabgabe umgeschaltet, bei welcher die von den Drehzahlsensoren signalisierte Drehzahl berücksichtigt wird.

[0008] Anders als die bekannten Verfahren arbeitet das erläuterte Verfahren somit während des Anlassvorgangs nicht durchgehend mit einer rückgekoppelten Regelung. Vielmehr geht einer derartigen Regelung zunächst eine Phase mit nicht rückgekoppelter Steuerung voraus. Diese Steuerungsphase erstreckt sich wenigstens auf den Zeitraum, in welchem von den Drehzahlsensoren noch kein verwertbares Drehzahlsignal bereitgestellt wird. Anstatt - wie bei herkömmlichen rückgekoppelten Regelungen bekannt - in diesem Zeitraum mit einem fehlerhaften Drehzahlsignal zu arbeiten, wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren nicht auf das Drehzahlsignal zurückgegriffen und statt dessen eine nicht rückgekoppelte Steuerung vorgenommen. Hierdurch lässt sich ein besseres Anlassverhalten des Anlassers erzielen als bei einer rückgekoppelten Regelung mit möglicherweise fehlerhaften sensorischen Eingaben. Sobald von den Drehzahlsensoren verwertbare Signale geliefert werden, kann auf die rückgekoppelte Regelung umgeschaltet werden, deren ordnungsgemäße Funktion dann sichergestellt ist.

[0009] Vorzugsweise gibt die nicht rückgekoppelte

Steuerung rein zeitabhängige Stellsignale an den Anlasser ab. Das heißt, dass die Stellsignale als Zeitabläufe in der Steuerung gespeichert sind und ihr Verlauf weder von der Drehzahl noch von sonstigen Variablen außer der Zeit abhängt. Die für einen jeweiligen Fahrzeugantrieb optimalen Steuerungsverläufe kann der Fachmann durch theoretische Berechnungen oder mit Hilfe einfacher Versuche gewinnen.

[0010] Die rückgekoppelte Regelung in der zweiten Phase des Anlassens erfolgt vorzugsweise in Abhängigkeit von einem Fehlersignal, welches definiert ist als die Differenz zwischen einem vorgegebenen gewünschten Drehzahlverlauf und der gemessenen Drehzahl. Da die gemessene Drehzahl in der zweiten Phase des Anlassens zuverlässig von den Drehzahlsensoren bereitgestellt wird, kann die Regelung das genannte Fehlersignal minimieren, so dass die Drehzahl der Brennkraftmaschine bestmöglich dem vorgegebenen Drehzahlverlauf folgt.

[0011] Die Umschaltung von der nicht rückgekoppelten Steuerung auf die rückgekoppelte Regelung wird in vorteilhafter Weise bei Erreichen einer vorgegebenen Drehzahl vorgenommen. Das Erreichen dieser Drehzahl wird dabei mit Hilfe der Drehzahlsignale der Drehzahlsensoren überwacht. Dabei muss sichergestellt werden, dass eine Verwendung dieses Drehzahlsignals erst erfolgt, wenn es einen stabilen und zuverlässigen Wert erreicht hat.

[0012] Alternativ können jedoch auch andere Motorbetriebsparameter für die Initiierung der Umschaltung herangezogen werden, wobei als Motorbetriebsparameter z.B. die seit dem Starten des Anlassers vergangene Zeit oder ein Signal der Drehmomentsensoren betreffend die Gültigkeit der ermittelten Drehmomentsignale usw. verwendet werden können.

[0013] Der Übergang zwischen nicht rückgekoppeltem und rückgekoppelten Betrieb kann durch einen Dämpfungsterm im Rückkopplungsregler derart gestaltet werden, dass zu schnelle Regelsprünge oder Überschwinger vermieden werden.

[0014] Die Erfindung betrifft weiterhin einen Fahrzeugantrieb, welcher eine Brennkraftmaschine, einen mit der Brennkraftmaschine gekoppelten Anlasser, einen Regler zur Kontrolle der Drehmomentabgabe des Anlassers während des Anlassvorganges der Brennkraftmaschine sowie mindestens einen mit dem Regler gekoppelten Drehzahlsensor zur Erfassung der Drehzahl der Brennkraftmaschine enthält. Der genannte Regler ist dabei so eingerichtet, dass er ein Verfahren der oben erläuterten Art durchführen kann. Das heißt, dass der Regler funktionell aus zwei Modulen besteht, von denen das eine eine nicht rückgekoppelte Steuerung während der ersten Phase des Anlassens und das zweite eine rückgekoppelte Regelung während der anschließenden zweiten Phase des Anlassens vornimmt. Der Regler kann darüber hinaus so ausgestaltet werden, dass die bevorzugten Ausführungsformen des erläuterten Verfahrens implementiert werden.

[0015] Bei dem Anlasser des erfindungsgemäßen Fahrzeugantriebs handelt es sich vorzugsweise um einen integrierten Anlasser-Generator. Ein derartiger Anlasser-Generator hat aufgrund seiner Leistungsfähigkeit erhebliche Vorteile und ermöglicht einen kraftstoffsparenden Betrieb des Fahrzeugs. Gleichzeitig ist es bei einer derartigen elektrischen Maschine jedoch erforderlich, die Drehmomentabgabe während des Anlassvorganges möglichst genau zu kontrollieren, um Beschädigungen vorzubeugen.

[0016] Im Folgenden wird die Erfindung anhand der Figuren beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der Komponenten eines erfindungsgemäßen Fahrzeugantriebs; und

Fig. 2 eine schematische Darstellung des Drehzahlverlaufs während des Anlassvorganges.

[0017] Der in Fig. 1 dargestellte Fahrzeugantrieb enthält eine Brennkraftmaschine 1, welche eine Ausgangswelle antreibt. Auf der Ausgangswelle ist eine elektrische Maschine 2 in Form eines Anlasser-Generators angeordnet, welche sowohl als Motor als auch als Generator betrieben werden kann. Die Ausgangswelle der Maschine 2 ist über eine Kupplung 3 an ein Getriebe 5 gekoppelt, durch welches verschiedene Übersetzungen eingestellt werden können. An der Ausgangsseite des Getriebes 5 wird das Antriebsdrehmoment an die Räder 6 des Fahrzeugs weitergegeben. Während des Anlassvorganges der Brennkraftmaschine 1 ist die Kupplung 3 geöffnet, um Brennkraftmaschine und Anlasser von dem Getriebe 5 zu trennen.

[0018] Der Anlasser-Generator 2 stellt eine elektrische Maschine modernen Typs dar, welche so leistungsfähig ist, dass die Brennkraftmaschine 1 innerhalb von Millisekunden angelassen werden kann. Um hierbei auftretende Beschädigungen und ein nachteiliges Verhalten zu vermeiden, wird der Anlasser 2 von einem Regler 4 kontrolliert. Der Regler 4 erhält von an der Brennkraftmaschine 1 angeordneten Drehzahlsensoren 7 ein Drehzahlsignal, welches die aktuelle Drehzahl n der Brennkraftmaschine 1 anzeigt. Dabei ist jedoch zu beachten, dass beim Anlassen der Brennkraftmaschine 1 aufgrund technischer Effekte erst sehr stark verzögert ein verwertbares Drehzahlsignal von den Drehzahlsensoren 7 bereitgestellt wird. Diese Situation ist schematisch in Fig. 2 illustriert. Fig. 2 zeigt einen typischen Verlauf der Drehzahl n (vertikale Achse) über der Zeit t (horizontale Achse) während eines Anlassvorganges. Dabei ist ersichtlich, dass das erste verwertbare Drehzahlsignal n_1 erst dann zur Verfügung steht, wenn die Drehzahl bereits etwa 70% ihres Maximalwertes, d.h. der Leerlaufdrehzahl n_{idle} erreicht hat. Über den größten Teil des Anlassvorganges steht dem Regler 4 somit kein nutzbares Drehzahlsignal zur Verfügung.

[0019] Während bei herkömmlichen Reglern dessen-

ungeachtet eine rückgekoppelte Regelung der Drehmomentabgabe der Maschine 2 erfolgt, enthält der erfindungsgemäße Regler 4 drei verschiedene Module zur Erfüllung der Regelungsaufgabe. Das erste Modul 4a entspricht einer rückgekoppelten Regelung, die als Eingangssignal ein Fehlersignal erhält, welches als Differenz zwischen der gemessenen Drehzahl n und einem Soll-Drehzahlverlauf n_d definiert ist. Daneben ist jedoch auch ein Modul 4b zur Durchführung einer nicht rückgekoppelten Steuerung vorgesehen, deren Ausgangssignal allein von der Zeit t abhängt. Die Umschaltung zwischen den beiden genannten Modulen 4a, 4b wird von einem Auswahlmodul 4c vorgenommen, welches in der ersten Phase des Anlassens das Stellsignal der nicht rückgekoppelten Steuerung 4b und in der anschließenden Phase des Anlassvorgangs das Stellsignal des rückgekoppelten Reglers 4a zur Maschine 2 weiterleitet. Das Umschaltmodul 4c überwacht dabei das Drehzahlensignal und nimmt die Umschaltung in dem Moment vor, in dem ein erstes (brauchbares) Drehzahlensignal detektiert wird.

[0020] Durch die zweigeteilte Arbeitsweise des Reglers 4 lässt sich insgesamt eine bessere Kontrolle der elektrischen Maschine 2 erreichen, da nicht mit fehlerhaften Drehzahlensignalen in der ersten Phase des Anlassens gearbeitet wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kontrolle der Drehmomentabgabe eines Anlassers (2) während des Anlassvorganges einer mit dem Anlasser gekoppelten Brennkraftmaschine (1), wobei Drehzahlsensoren (7) die Drehzahl (n) der Brennkraftmaschine erfassen, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Abhängigkeit von wenigstens einem Motorbetriebsparameter von einer anfänglichen, bezüglich der Drehzahl nicht rückgekoppelten Steuerung (4b) der Drehmomentabgabe auf eine bezüglich der Drehzahl rückgekoppelte Regelung (4a) der Drehmomentabgabe umgeschaltet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der nicht rückgekoppelten Steuerung (4b) rein zeitabhängige Stellsignale an den Anlasser (2) abgegeben werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die rückgekoppelte Regelung (4a) in Abhängigkeit von einem Fehlersignal bestehend aus der Differenz zwischen der gemessenen Drehzahl (n) und einem vorgegebenen Drehzahlverlauf (n_d) erfolgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** von der nicht rückgekoppelten Steuerung (4b) zur rückgekoppelten

Regelung (4a) bei Erreichen einer vorgegebenen Drehzahl umgeschaltet wird.

5. Fahrzeugantrieb, enthaltend

- a) eine Brennkraftmaschine (1),
- b) einen mit der Brennkraftmaschine gekoppelten Anlasser (2),
- c) einen Regler (4) zur Kontrolle der Drehmomentabgabe des Anlassers (2) während des Anlassens der Brennkraftmaschine (1),
- d) einen mit dem Regler (4) gekoppelten Drehzahlsensor (7) zur Erfassung der Drehzahl der Brennkraftmaschine (1),

dadurch gekennzeichnet, dass der Regler (4) ein Regelmodul (4b) für eine nicht rückgekoppelte Steuerung der Drehmomentabgabe des Anlassers sowie ein Regelmodul (4a) für eine Rückkopplungsregelung abhängig von der Drehzahl des Verbrennungsmotors sowie eine Umschalteinheit (4c) aufweist, die während des Anlassvorganges abhängig von wenigstens einem Motorbetriebsparameter die Regelung von dem nicht rückgekoppelten Steuerungsmodul (4b) auf das Rückkopplungsregelmodul (4a) umgeschaltet.

6. Fahrzeugantrieb nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei dem Anlasser um einen integrierten Anlasser-Generator (2) handelt.

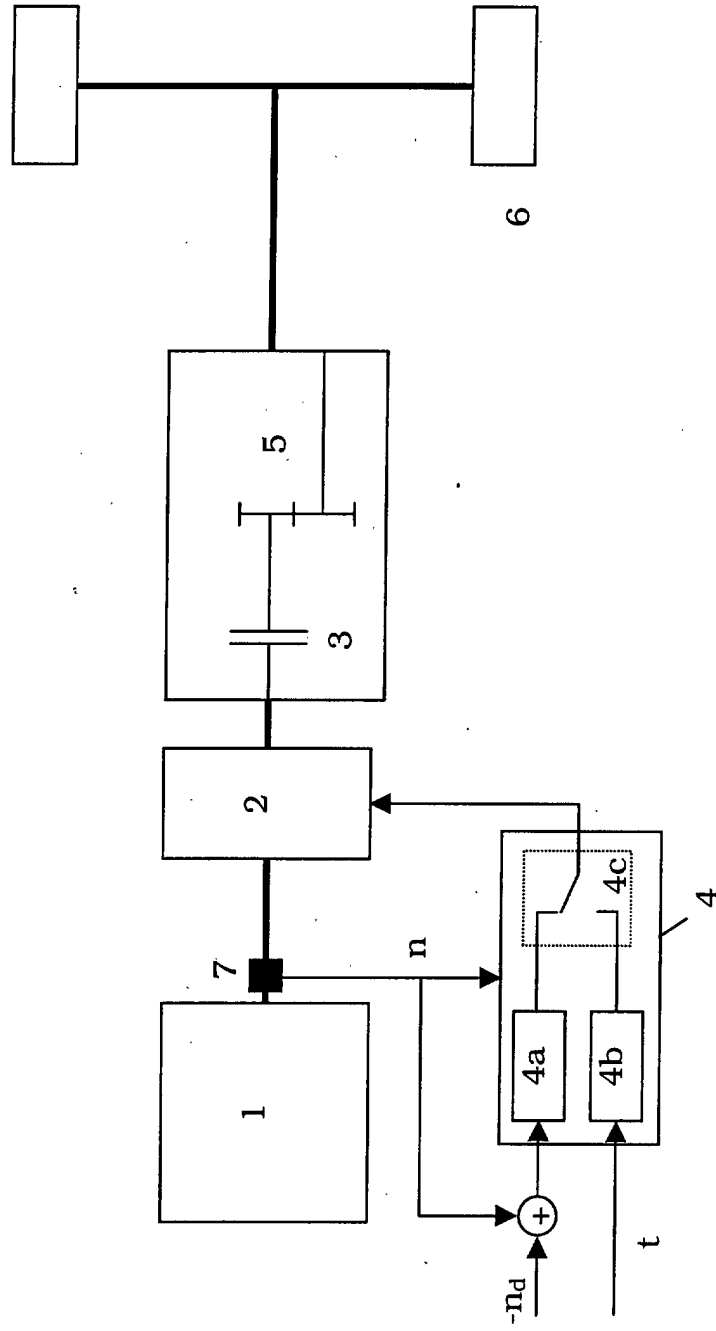


Fig. 1

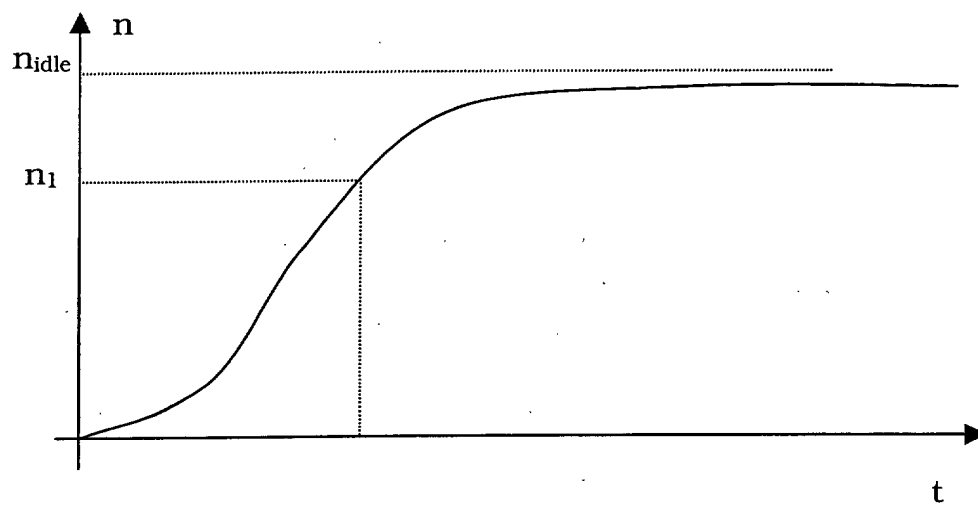


Fig. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 11 5871

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 1 052 401 A (NISSAN MOTOR) 15. November 2000 (2000-11-15) * Seite 2, Zeile 19 - Zeile 35 * * Seite 3, Zeile 51 - Zeile 53 * * Absatz '0005! - Absatz '0006! * * Absatz '0012! * * Abbildungen 1,2C *	1-6	F02N11/00 F02N11/08
D,X	EP 0 903 492 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 24. März 1999 (1999-03-24) * Seite 10, Absatz 56 - Seite 11, Absatz 65 * * Abbildungen 4,5,9 *	1-6	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 13, 30. November 1998 (1998-11-30) & JP 10 212983 A (TOYOTA MOTOR CORP), 11. August 1998 (1998-08-11)	1,5	
A	* Zusammenfassung *	2-4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F02N B60K H02P
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 19. November 2001	Prüfer Lapeyronnie, 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 : mündliche 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 anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 11 5871

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

19-11-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1052401	A	15-11-2000	JP	2000320366 A	21-11-2000
			EP	1052401 A2	15-11-2000
EP 0903492	A	24-03-1999	JP	11153075 A	08-06-1999
			EP	0903492 A2	24-03-1999
			US	6247437 B1	19-06-2001
			US	2001022166 A1	20-09-2001
JP 10212983	A	11-08-1998	JP	3219006 B2	15-10-2001

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82