



<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : F16H 61/14</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/19132</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 6. April 2000 (06.04.00)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/07041</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 22. September 1999 (22.09.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 44 440.0 28. September 1998 (28.09.98) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ZF BATAVIA, L.L.C. [US/US]; 1981 Front Wheel Drive, Batavia, OH 45103 (US).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): VORNDRAN, Ralf [DE/DE]; Kilianstrasse 3, D-88097 Eriskirch (DE). DANZ, Wolfgang [DE/DE]; Flugplatzstrasse 35, D-88046 Friedrichshafen (DE). PIEPENBRINK, Andreas [DE/DE]; Mauthnerweg 6, D-88709 Meersburg (DE). SCHWENGER, Andreas [DE/DE]; Birkhuhnweg 11, D-88048 Friedrichshafen (DE).</p> <p>(74) Anwalt: ZIETLOW, Karl-Peter; ZF Friedrichshafen AG, D-88038 Friedrichshafen (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>
<p>(54) Title: ENGINE SPEED CONTROL VIA THE TORQUE CONVERTER LOCKUP CLUTCH OF A CONTINUOUSLY VARIABLE DRIVE</p>		
<p>(54) Bezeichnung: MOTORDREHZAHLFÜHRUNG ÜBER DIE WANDLERÜBERBRÜCKUNGSKUPPLUNG BEI EINEM STUFENLOSEN GETRIEBE</p>		
<div style="text-align: center;"> <p>ENGINE SPECIFIED $n_{motsoll} = iv_{soll} \cdot n_{s2}$</p> <p>ENGINE n_{mot}</p> <p>n_t</p> <p>t</p> </div>		
<p>(57) Abstract</p> <p>The invention relates to a method for controlling engine speed via the torque converter lockup clutch during the starting and stopping phase of a motor vehicle having a continuously variable drive, in combination with other elements of the drive train. According to said method the closing and opening of the torque converter lockup clutch are used as an implicit function, such as to ensure optimum comfort by means of the most asymptotic adjustment possible of the speed gradients of engine and turbine during starting and by a soft, defined separation of the speed characteristic curves of engine and turbine during stopping. When the vehicle is standing still the forward clutch is moved into standstill disengaged mode so that the torque converter lockup clutch can be closed fully.</p>		

(57) Zusammenfassung

Im Rahmen des Verfahrens zur Steuerung der Motordrehzahlführung über die Wandlerüberbrückungskupplung während der Anfahr- und Anhaltephase eines Kraftfahrzeugs mit einem stufenlosen Getriebe in Kombination mit weiteren Elementen des Antriebsstrangs wird das Schliessen und Öffnen der Wandlerüberbrückungskupplung als implizite Funktion verwendet, derart, dass durch eine möglichst asymptotische Angleichung der Drehzahlgradienten von Motor und Turbine beim Anfahren und durch ein weiches, definiertes Auseinanderführen der Drehzahlverläufe von Motor und Turbine beim Anhalten ein optimaler Komfort gewährleistet wird. Beim Stillstand des Fahrzeugs wird die Vorwärtskupplung in den Standabkopplungsbetrieb versetzt, so dass die Wandlerüberbrückungskupplung vollständig geschlossen werden kann.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Motordrehzahlführung über die Wandlerüberbrückungskupplung bei einem stufenlosen Getriebe

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Motordrehzahlführung über die Wandlerüberbrückungskupplung in Kombination mit weiteren Elementen des Antriebsstrangs bei einem stufenlosen Getriebe gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

10

Hydrodynamische Drehmomentwandler in automatischen Getrieben erfüllen die Aufgabe, einen komfortablen Anfahrvorgang bei ausreichender Anfahrleistung zu gewährleisten. Desweiteren werden mittels der hydrodynamischen Drehmomentwandler die Motor-Drehschwingungen vom Triebstrang abgekoppelt. Die Wirkungsgradverluste, die aus dem Einsatz eines hydrodynamischen Drehmomentwandlers resultieren werden

15 durch Wandlerüberbrückungskupplungen reduziert.

20

Bei den herkömmlichen Verfahren zur Ansteuerung der Wandlerüberbrückungskupplung bei Stufen- und stufenlosen Automatgetrieben wird der Wandler beim Anfahren über drehzahlabhängige Kennlinien geschlossen. Bedingt durch die Momentenunterschiede von An- und Abtriebsseite wird dabei

25 der Wandler zu Beginn des Anfahrvorgangs zunächst „aufgezogen“, was allgemein in der Entstehung einer signifikanten Drehzahldifferenz zwischen Motordrehzahl und Turbinendrehzahl resultiert. Diese Drehzahldifferenz ist von der Wandlercharakteristik (weich/hart) abhängig und kann deutlich

30 über 1000 Umdrehungen pro Minute liegen.

Speziell im unteren Lastbereich entsteht beim üblichen, kennliniengesteuerten Schließen der Wandlerüberbrück-

kungskupplung , bedingt durch den allgemein tiefer liegenden Soll-Betriebspunkt, ein deutlich negativer Motordrehzahlgradient. Für den Fahrer ist das Schließen der Wandlerüberbrückungskupplung dann als extrem störende Überhöhung („Overshoot“) spürbar, was sich zudem im Verbrauch negativ niederschlägt.

Des weiteren entsteht bei einem herkömmlichen kennliniengesteuerten Getriebe im Schubbetrieb beim Öffnen der Wandlerüberbrückungskupplung das übliche „Durchtauchen“ der Motordrehzahl unter der Turbinendrehzahl, eine Tatsache, die vom Fahrer allgemein als störend empfunden wird.

Die DE 196 31 071 A1 der Anmelderin offenbart ein Steuersystem für ein stufenlos verstellbares Getriebe. Hierbei wird das Ein- oder Ausrücken der Wandlerüberbrückungskupplung (WK) als Funktion der Führung der Motor-Soll-Drehzahl implementiert. Dieses Verfahren ermöglicht es, die Überhöhung der Motordrehzahl beim Anfahren zu reduzieren.

Die Motordrehzahlüberhöhung kann jedoch damit nicht vollständig beherrscht werden: es ist zu Beginn der Regelphase ein deutlicher Anstieg der Motordrehzahl zu erkennen. Ursache für diesen Effekt sind die Reaktionszeiten des Wandlers auf eine äußere Ansteuerung, die einige hundert msec betragen, da zuerst Öl-Umlagerungsvorgänge (Umsteuerung WK-Auf-Betrieb in WK-Zu-Betrieb) durchgeführt werden müssen.

Erst nachdem die Öl-Umlagerungsvorgänge im Wandler abgeschlossen sind, kann die Wandlerüberbrückungskupplung das zur Motordrehzahlführung entlang der Trajektorie notwendige Moment aufbauen. Bei einer angenommenen Zeitkon-

stante von 50 msec für Druckauf- und Abbau vergehen in diesem Beispiel ca. 200 msec bis die Wandlerüberbrückungskupplung den gewünschten Durchgriff erhält. Die normalen Durchschnittsreaktionszeiten liegen noch deutlich darüber. Während dieser Zeit besteht kein Einfluß auf das Verhalten der Wandlerüberbrückungskupplung, so dass auch keine Führung der Motordrehzahl im Sinne der vorliegenden Anmeldung möglich ist.

Bei herkömmlichen Getrieben nach dem Stand der Technik können verschiedene Umstände bewirken, dass die Wandlerüberbrückungskupplung nicht vollständig geöffnet wird, wodurch beim Anhalten ein Absterben des Motors verursacht wird.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ausgehend von dem erwähnten Stand der Technik, ein Verfahren zur Steuerung der Motordrehzahl über die Wandlerüberbrückungskupplung zu schaffen, welches während der Anfahrphase eine sofortige Reaktion der Wandlerüberbrückungskupplung und somit optimalen Komfort bei ausreichender Anfahrleistung gewährleistet und bei der Anhaltephase ein „Abwürgen“ des Motors aufgrund einer Fehlfunktion der Wandlerüberbrückungskupplung sowie das Absinken der Motordrehzahl unterhalb der Turbinendrehzahl im Schubetrieb vermeidet.

Insbesondere soll die oben erwähnte Überhöhung der Motordrehzahl beim Anfahren weitestgehend reduziert werden.

Darüber hinaus soll das erfindungsgemäße Verfahren kostengünstig und einfach realisierbar sein.

Diese Aufgabe ist gemäß der Erfindung durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Weitere Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

5 Dementsprechend wird vorgeschlagen, das Schliessen und Öffnen der Wandlerüberbrückungskupplung als implizite Funktion zu verwenden, derart, dass durch eine möglichst asymptotische Angleichung der Drehzahlgradienten von Motor und Turbine beim Anfahren und durch ein weiches, definiertes
10 Auseinanderführen der Drehzahlverläufe von Motor und Turbine beim Anhalten ein optimaler Komfort gewährleistet wird, und die Reaktionszeiten des Wandlers dadurch zu minimieren, dass beim Stillstand des Fahrzeugs die Vorwärtskupplung in den Standabkopplungsbetrieb versetzt wird, so dass die
15 Wandlerüberbrückungskupplung vollständig geschlossen werden kann.

Hierbei wird beim Anfahren die Motordrehzahl durch die Wandlerüberbrückungskupplung an einer definierter Trajektorie angenähert, wobei am Ende der Trajektorie die Motordrehzahl gleich der Turbinendrehzahl ist. Folglich wird die Überhöhung der Motordrehzahl beim Anfahren reduziert sowie ein ruckfreies komfortables Schliessen der Wandlerüberbrückungskupplung gewährleistet.

25 Gemäß der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, die Überhöhung der Motordrehzahl zu Beginn der Regelphase beim Anfahren zusätzlich zu reduzieren, indem die Reaktionszeiten des Wandlers auf eine äußere Ansteuerung, die mehrere
30 hundert msec betragen können, minimiert werden.

Erst nachdem die Öl-Umlagerungsvorgänge im Wandler abgeschlossen sind, kann die Wandlerüberbrückungskupplung

das zur Motordrehzahlführung entlang der Trajektorie notwendige Moment aufbauen. Für die möglichst frühzeitige Führung der Motordrehzahl beim Anfahrvorgang ist es folglich notwendig, dass die Wandlerüberbrückungskupplung direkt zu Beginn der Regelphase schon Durchgriff auf das System erhält. Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, die zeitaufwendigen Öl-Umlagerungsvorgänge im Wandler im Vorfeld schon abzuschliessen und die Wandlerüberbrückungskupplung in Aktionsbereitschaft zu halten.

Dies wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung dadurch erreicht, dass die Wandlerüberbrückungskupplung im Stillstand des Fahrzeugs im Zusammenspiel mit der Vorwärtskupplung betrieben wird.

Dabei soll die Vorwärtskupplung in „Standabkopplung“ (SBC, Stand By Control) betrieben werden, was es ermöglicht, die Wandlerüberbrückungskupplung in diesem Bereich vollständig zu schließen.

Beim dem aus dem Stand der Technik bekannten SBC-Betrieb wird beim Stillstand des Fahrzeugs die Vorwärtskupplung (gilt in Position „R“ auch für das entsprechende Schaltelement) gerade soweit geöffnet, dass das zum Anrollen notwendige Antriebsmoment im lastfreien Zustand gerade etwas unterhalb dem anstehenden Lastmoment liegt. Resultierend wird bei Betrieb in Position „D“ ohne Betätigung der Fahrzeugbremse das für Automatikgetriebe typische Anrollen verhindert. Zusätzlich werden durch diese Maßnahme die Wirkungsgradverluste durch Verschiebung des Wandlerbetriebspunktes reduziert. Die SBC-Funktion bringt daher auch eine Verbrauchsreduzierung mit sich.

Die Verlustleistung und damit die anfallende Wärmebelastung an der Wandlerüberbrückungskupplung sind hiermit außerhalb des kritischen Bereichs.

5 Durch diese Vorgehensweise entfallen die Schaltkennlinien und Schwellwertabfragen zum Schließen und Öffnen der Wandlerüberbrückungskupplung.

10 Die im Rahmen der vorliegenden Erfindung angewandte definierte Führung des Motors hat den Vorteil, dass der für ein positives Fahrempfinden wesentliche Kompromiß zwischen Anfahrleistung und Drehzahlüberhöhung (Overshoot) in einer optimalen Art und Weise realisiert werden kann.

15 Außerdem resultiert das erfindungsgemäße Verfahren in einer Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs.

20 Um ein sicheres Öffnen der Wandlerüberbrückungskupplung beim Anhalten zu gewährleisten, werden erfindungsgemäß Motordrehzahl Sollwerte unterhalb einem definierten Schwellwert über der Leerlaufdrehzahl nicht zugelassen. Zusätzlich ist im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehen, mittels einer Anhebung der Motorsoll-drehzahl bzw. Erhöhung des Übersetzungsollwertes ein frühzeitiges Öffnen der Wandlerüberbrückungskupplung einzuleiten.

25 Des Weiteren wird vorgeschlagen, das im Schubbetrieb beim Öffnen der Wandlerüberbrückungskupplung übliche „Durchtauchen“ der Motordrehzahl unter der Turbinendrehzahl, was vom Fahrer allgemein als störend empfunden wird, über eine definierte Motordrehzahlvorgabe und Führung der Wandlerüberbrückungskupplung gänzlich zu vermeiden. Die Motorsolldrehzahl wird dazu möglichst lange auf dem Turbi-

nendrehzahlwert gehalten. Ist es aufgrund störender Randeffekte (z. B. Resonanzbrummen wegen der nahezu geschlossenen Wandlerüberbrückungskupplung im unteren Drehzahlbereich) nicht möglich, den Motordrehzahlsollwert allein durch die
5 Wandlerüberbrückungskupplung-Führung oberhalb der Turbinendrehzahl zu halten, so kann auch hier durch Anhebung des Übersetzungssollwertes unterstützend eingegriffen werden.

Ein Abwürgen des Motors beim Anhalten, wenn die Wandlerüberbrückungskupplung nicht vollständig geöffnet werden
10 kann, erfolgt erfindungsgemäß dadurch, dass ein Auftrennen des Antriebsstrangs bei Erkennen dieser Fehlfunktion der Wandlerüberbrückungskupplung über die Vorwärtskupplung erfolgt.

15 In diesem Fall dient die Motordrehzahltrajektorie, die normalerweise zur Führung der Wandlerüberbrückungskupplung herangezogen wird, als Vorgabewert für die Schlupfregelung der Vorwärtskupplung.

20 Die Erfindung ist im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. In dieser stellen dar:

25 Fig. 1 eine Prinzipdarstellung des Anfahr- und Anhaltevorgangs nach den herkömmlichem Verfahren und

30 Fig. 2 eine Prinzipdarstellung des Anfahr- und Anhaltevorgangs nach dem Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung.

Fig. 1 zeigt einen Schliessvorgang der Wandlerüberbrückungskupplung nach dem Stand der Technik. Die Li-

nie n_{mot} stellt dabei die Motordrehzahl dar, wobei die Linie n_{t} den Drehzahlverlauf der Turbine darstellt. Deutlich zu erkennen ist die Überhöhung der Motordrehzahl beim Anfahren. Dieser Bereich ist schraffiert dargestellt. Erst
5 nach dem vollständigen Schliessen der Wandlerüberbrückungskupplung werden die Drehzahlen des Motors und der Turbine angeglichen.

Diese Überhöhung der Motordrehzahl während der Anfahr-
10 phase ist für den Fahrer extrem störend.

Ebenfalls in Fig. 1 ist der im Stand der Technik übliche Effekt des Durchtauchens der Motordrehzahl unter der Turbinendrehzahl im Schubbetrieb beim Öffnen der Wandlerüberbrückungskupplung illustriert. Auch dieser Effekt
15 wird vom Fahrer allgemein als störend empfunden.

Fig. 2 illustriert den Anfahr- und Anhaltevorgang gemäß der vorliegenden Erfindung.
20

Die gestrichelt gezeichnete Linie ist die Soll-Motordrehzahltrajektorie $n_{\text{mot_soll}}$.

Der Sollwert für die Motordrehzahltrajektorie wird von der aktuellen Betriebspunktvorgabe für die Übersetzung gemäß der Gleichung
25

$$n_{\text{mot_soll}} = iv_{\text{soll}} \cdot n_{\text{s2}}$$

30 abgeleitet, wobei $n_{\text{mot_soll}}$ die Soll-Motordrehzahl, iv_{soll} die Soll-Übersetzung und n_{s2} die Drehzahl der Sekundärscheibe ist.

Durch die Minimierung der Reaktionszeiten des Wandlers aufgrund der erfindungsgemäßen Vorkonditionierung im Stillstand wird ein steiler Anstieg der Motordrehzahl zu Beginn der Regelphase vermieden.

5

Die Vorkonditionierung besteht darin, dass die zeit-
aufwendigen Öl-Umlagerungsvorgänge im Wandler im Vorfeld
abgeschlossen werden, wodurch die Wandlerüberbrückungskupp-
lung in Aktionsbereitschaft gehalten wird.

10

Dies geschieht durch Versetzen der Vorwärtskupplung in
den SBC-Betrieb. Dadurch wird ein vollständiges Schliessen
der Wandlerüberbrückungskupplung möglich.

15

Die nach dem Übergang der Vorwärtskupplung in den SBC-
Betrieb geschlossene Wandlerüberbrückungskupplung wird im
Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens vom Ansteuerdruck-
niveau her nahe an ihrer Schlupfgrenze betrieben, um bei
einem plötzlichen Anfahrvorgang, wozu die Vorwärtskupplung
geschlossen werden muß, möglichst schnell geöffnet zu wer-
den. Der Einfluß auf die Motordrehzahl ist entsprechend
effektiv und das störende Überschwingen kann nahezu voll-
ständig kompensiert werden.

20

25

Das Schließen der Vorwärtskupplung und der Übergang
der Wandlerüberbrückungskupplung in den Motordrehzahlfüh-
rungsbetrieb laufen dabei mittels einer Überschneidungs-
schaltung komplementär ab.

30

Die übergeordnete Fahrstrategie stellt dabei sicher,
dass die Motordrehzahl zum Schließen der Wandlerüberbrück-
ungskupplung auf die Turbinendrehzahl überführt wird.

Aus Fig. 2 wird deutlich, dass das Motordrehzahlniveau deutlich unter dem des schaltkennliniengeführten Schließvorgangs der Wandlerüberbrückungskupplung liegt. Der Motordrehzahlüberhöhungseffekt kann nahezu vollständig vermieden werden. Ebenfalls deutlich ist die weiche Angleichung der Drehzahlen von Motor und Turbine beim Schliessen der Wandlerüberbrückungskupplung, gemäß der vorliegenden Erfindung.

Ein möglichst sicheres Öffnen der Wandlerüberbrückungskupplung beim Anhalten ist dadurch gewährleistet, dass Motordrehzahl Sollwerte unterhalb einem definierten Schwellwert über der Leerlaufdrehzahl nicht zugelassen werden. Zur Unterstützung kann die Fahrstrategie mittels der Anhebung der Motorsolldrehzahl über die Übersetzungsvorgabe zusätzlich korrigierend eingreifen, um ein frühzeitiges Öffnen der Wandlerüberbrückungskupplung einzuleiten.

Das im Schubetrieb beim Öffnen der Wandlerüberbrückungskupplung übliche „Durchtauchen“ der Motordrehzahl unter der Turbinendrehzahl, wird - wie in Fig. 2 deutlich illustriert - über die definierte Motordrehzahlvorgabe und Führung der Wandlerüberbrückungskupplung gänzlich vermieden. Die Motorsolldrehzahl wird erfindungsgemäß möglichst lange auf dem Turbinendrehzahlwert gehalten.

Im Fall einer Fehlfunktion beim Öffnen der Wandlerüberbrückungskupplung erfolgt die notwendige Auftrennung des Antriebsstrangs über die Vorwärtskupplung, wobei die Motordrehzahltrajektorie als Vorgabewert für die Schlupfregelung der Vorwärtskupplung dient.

Sobald das Fahrzeug den Stillstand erreicht hat, geht die Motordrehzahlführungsfunktion der Vorwärtskupplung in den SBC-Betrieb über. Ist dieser Betriebszustand sicher erreicht, wird die Wandlerüberbrückungskupplung in den oben
5 beschriebenen geschlossenen Betrieb an der Schlupfgrenze überführt. Folglich liegt im Stillstand immer der gleiche Betriebszustand von Vorwärtskupplung und Wandlerüberbrückungskupplung vor; dies erfolgt unabhängig davon, ob das Anhalten mit problemlos öffnender Wandlerüberbrückungskupplung oder nur unter Einsatz der vorgeschlagenen Ersatzfunktion
10 über die Vorwärtskupplung durchgeführt wurde.

Für den Fall, dass die Wandlerüberbrückungskupplung während des Ablaufs der Ersatzfunktion über die Vorwärtskupplung plötzlich aufreißt, wird die Vorwärtskupplung in
15 den Zustand „geschlossen“ überführt. Dabei wird stets überwacht, ob die Wandlerüberbrückungskupplung geöffnet bleibt. Wird wieder ein Fahrzeugstillstand erkannt, so erfolgt bei offener Wandlerüberbrückungskupplung der Übergang der Vorwärtskupplung in den Standabkopplungsbetrieb und danach
20 wird die Wandlerüberbrückungskupplung wieder in den geschlossenen Betrieb an der Schlupfgrenze überführt.

Wenn vor Erreichen des Fahrzeugstillstandes der Fahrer erneut Gas gibt (Durchstarten), wird zunächst die Vorwärtskupplung geschlossen und danach die Wandlerüberbrückungskupplung geschlossen, wobei wie bereits beschrieben die Wandlerüberbrückungskupplung auf der vorgegebenen Motordrehzahltrajektorie geführt wird.
25

30

Eine besonders vorteilhafte Variante der vorliegenden Erfindung sieht vor, dass um eine thermische Überlastung des Wandlerüberbrückungskupplung (sowie des gesamten Wand-

lers) zu vermeiden, während des gesamten „Rutschbetriebs“ ständig die aktuelle Verlustleistung mitberechnet und mit einem vorgegebenen zulässigen Grenzwert verglichen wird. Bei Überschreitung dieses Grenzwertes wird die Wandlerüberbrückungskupplung geöffnet, um durch die jetzt erhöhte Durchströmung des Wandlers eine Abkühlung zu bewirken. Ist bei Überschreitung des Grenzwertes die Differenz zwischen Motor- und Turbinendrehzahl bereits auf einen sehr geringen Wert (z. B. 50 - 100 rpm) abgesunken, so kann die Wandlerüberbrückungskupplung auch ganz geschlossen werden, so dass ein weiterer Wärmeeintrag unterbunden wird.

Erst nach Ablauf einer an den Abkühlvorgang angepassten Sperrzeit wird die Wandlerüberbrückungskupplung wieder für den Schlupfbetrieb, und damit zur Führung der Motordrehzahl freigegeben.

Die Überwachung der thermischen Belastungsgrenzen erfolgt erfindungsgemäß über ein physikalisch-mathematisches Modell.

Wenn die Umstände dies erfordern, werden die erfindungsgemäßen Funktionen der Vorwärtskupplung von der Rückwärtskupplung übernommen.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Steuerung der Motordrehzahlführung
5 über die Wandlerüberbrückungskupplung während der Anfahr-
und Anhaltephase eines Kraftfahrzeugs mit einem stufenlosen
Getriebe in Kombination mit weiteren Elementen des An-
triebsstrangs, dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
10 dass das Schliessen und Öffnen der Wandlerüberbrückungs-
kupplung als implizite Funktion verwendet wird, derart,
dass durch eine möglichst asymptotische Angleichung der
Drehzahlgradienten von Motor und Turbine beim Anfahren und
durch ein weiches, definiertes Auseinanderführen der Dreh-
zahlverläufe von Motor und Turbine beim Anhalten ein opti-
15 maler Komfort gewährleistet wird und dass beim Stillstand
des Fahrzeugs die Vorwärtskupplung in den Standabkopplungs-
betrieb versetzt wird, so dass die Wandlerüberbrückungs-
kupplung vollständig geschlossen werden kann.

20 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , dass beim Anfahren die Motordrehzahl
durch die Wandlerüberbrückungskupplung an einer definierter
Trajektorie angenähert wird, wobei am Ende der Trajektorie
die Motordrehzahl gleich der Turbinendrehzahl ist.

25 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , dass die Trajektorie gemäß

$$n_{\text{mot_soll}} = iv_{\text{soll}} \cdot n_{\text{s2}}$$

30

definiert wird, wobei $n_{\text{mot_soll}}$ die Soll-Motordrehzahl, $i_{\text{v_soll}}$ die Soll-Übersetzung und n_{s2} die Drehzahl der Sekundärscheibe ist.

5 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , dass das Druckniveau der geschlossenen
Wandlerüberbrückungskupplung dicht oberhalb des Druckwertes
betrieben wird, wo eine schlupffreie Übertragung des anste-
henden Motormomentes sichergestellt ist, so dass die Reak-
10 tionszeiten beim Übergang in den Motordrehzahlführungsbe-
trieb beim Anfahren minimiert werden.

 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , dass das Schliessen der Vorwärtskupp-
15 lung und der Übergang der Wandlerüberbrückungskupplung in
den Motordrehzahlführungsbetrieb durch Einsatz einer Über-
schneidungsschaltung komplementär ablaufen.

 6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
20 dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass im Schubbe-
trieb des Fahrzeugs ein Absinken der Motordrehzahl unter
der Turbinendrehzahl beim Öffnen der Wandlerüberbrückungs-
kupplung durch eine durch die Fahrstrategie definierte Mo-
tordrehzahlvorgabe und Führung der Wandlerüberbrückungs-
25 kupplung vermieden wird.

 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , dass die Motordrehzahlvorgabe bis kurz
vor Erreichen der Motorleerlaufdrehzahl auf dem Turbinen-
30 drehzahlwert gehalten wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , dass ab einem einstellbaren Zeitpunkt
kurz vor Erreichen der Motorleerlaufdrehzahl die Motordreh-
zahlvorgabe auf einen definierten Wert oberhalb der Motor-
5 leerlaufdrehzahl überführt wird.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass die Auftren-
nung des Antriebsstrangs bei Erkennen einer Fehlfunktion
10 der Wandlerüberbrückungskupplung über die Vorwärtskupplung
erfolgt, wobei die Motordrehzahltrajektorie als Vorgabewert
für die Schlupfregelung der Vorwärtskupplung dient.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch g e k e n n -
15 z e i c h n e t , dass bei Stillstand des Fahrzeugs die
Schlupfregelungsfunktion der Vorwärtskupplung in den Stand-
abkopplungsbetrieb übergeht, so dass im Stillstand immer
der gleiche Betriebszustand von Vorwärtskupplung und Wand-
lerüberbrückungskupplung vorliegt.

20 11. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , dass im Fall eines plötzlichen Öffnens
der Wandlerüberbrückungskupplung die Vorwärtskupplung ge-
schlossen wird, wobei kontinuierlich überwacht wird, ob die
25 Wandlerüberbrückungskupplung im geöffnetem Zustand ver-
bleibt.

30 12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass während des
Motordrehzahlführungsbetriebs der Wandlerüberbrückungskupp-
lung die Verlustleistung kontinuierlich mitberechnet und
mit einem vorgegebenen Grenzwert verglichen wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass bei Überschreitung des Grenzwertes die Wandlerüberbrückungskupplung geöffnet wird.

5 14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass nach Ablauf einer vorgegebenen, den Abkühlvorgang berücksichtigenden Sperrzeit die Wandlerüberbrückungskupplung wieder in den Motordrehzahlführungsbetrieb versetzt wird.

10

15 15. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass beim Absinken der Differenz zwischen der Motordrehzahl und der Turbinendrehzahl auf einen Wert kleiner als ein vorgegebener Grenzwert, die Wandlerüberbrückungskupplung vollständig geschlossen wird.

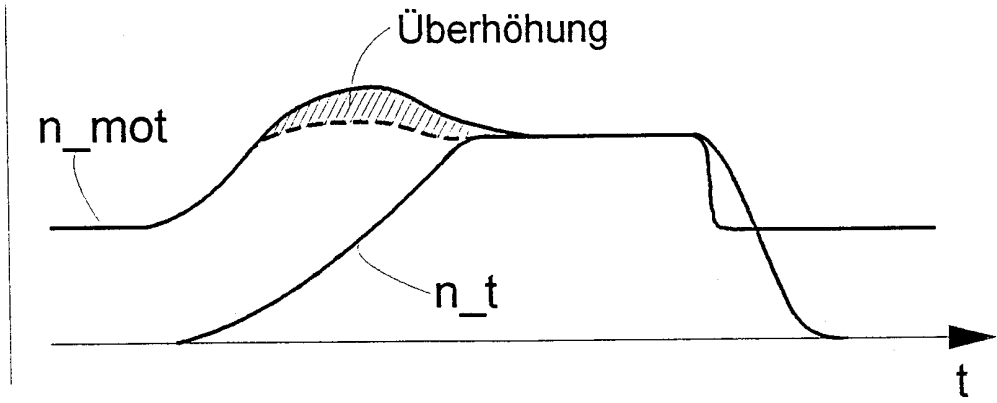


Fig. 1

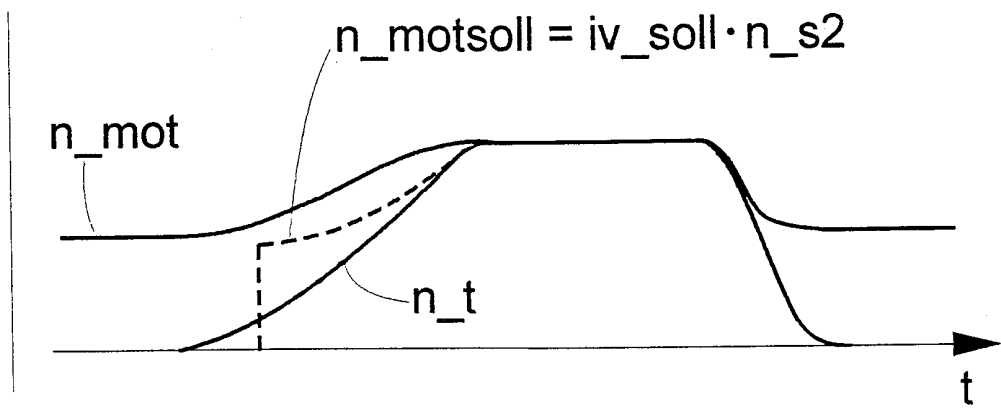


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 99/07041

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F16H61/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F16H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 196 31 071 A (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN) 5 February 1998 (1998-02-05) cited in the application column 3, line 54 -column 4, line 1 ---	1,2
A	EP 0 833 085 A (VOLKSWAGENWERK AG) 1 April 1998 (1998-04-01) column 3, line 14 - line 27 column 7, line 17 - line 36 figures 2,3 ---	1,2
A	US 5 160 003 A (SUZUKI YUTAKA) 3 November 1992 (1992-11-03) column 2, line 3 - line 12 figure 1 ---	1
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 January 2000

Date of mailing of the international search report

19/01/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Wilson, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 99/07041

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 196 45 984 C (HONDA MOTOR CO LTD) 7 May 1998 (1998-05-07) column 1, line 29 - line 60 column 5, line 44 -column 6, line 6 figure 9 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/07041

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19631071 A	05-02-1998	WO 9805887 A EP 0916043 A	12-02-1998 19-05-1999
EP 0833085 A	01-04-1998	DE 19640160 A	09-04-1998
US 5160003 A	03-11-1992	JP 2663674 B JP 3292462 A DE 4111083 A	15-10-1997 24-12-1991 10-10-1991
DE 19645984 C	07-05-1998	JP 2789181 B JP 9079370 A US 5893438 A	20-08-1998 25-03-1997 13-04-1999

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/07041

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 F16H61/14				
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK				
B. RECHERCHIERTE GEBIETE				
Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 F16H				
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen				
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)				
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN				
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.		
A	DE 196 31 071 A (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN) 5. Februar 1998 (1998-02-05) in der Anmeldung erwähnt Spalte 3, Zeile 54 - Spalte 4, Zeile 1 ---	1,2		
A	EP 0 833 085 A (VOLKSWAGENWERK AG) 1. April 1998 (1998-04-01) Spalte 3, Zeile 14 - Zeile 27 Spalte 7, Zeile 17 - Zeile 36 Abbildungen 2,3 ---	1,2		
A	US 5 160 003 A (SUZUKI YUTAKA) 3. November 1992 (1992-11-03) Spalte 2, Zeile 3 - Zeile 12 Abbildung 1 ---	1		
-/--				
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen </td> <td style="width: 50%; border: none;"> <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie </td> </tr> </table>			<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen	<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen	<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie			
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist </td> <td style="width: 50%; border: none;"> "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist </td> </tr> </table>			* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist	"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist	"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist			
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts		
11. Januar 2000		19/01/2000		
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Wilson, M		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/07041

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 196 45 984 C (HONDA MOTOR CO LTD) 7. Mai 1998 (1998-05-07) Spalte 1, Zeile 29 - Zeile 60 Spalte 5, Zeile 44 - Spalte 6, Zeile 6 Abbildung 9 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/07041

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19631071 A	05-02-1998	WO 9805887 A EP 0916043 A	12-02-1998 19-05-1999
EP 0833085 A	01-04-1998	DE 19640160 A	09-04-1998
US 5160003 A	03-11-1992	JP 2663674 B JP 3292462 A DE 4111083 A	15-10-1997 24-12-1991 10-10-1991
DE 19645984 C	07-05-1998	JP 2789181 B JP 9079370 A US 5893438 A	20-08-1998 25-03-1997 13-04-1999