

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 854 848

21) N° d'enregistrement national : 03 05783

51) Int Cl⁷ : B 60 K 41/02

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 14.05.03.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 19.11.04 Bulletin 04/47.

56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71) Demandeur(s) : VALEO EMBRAYAGES Société par actions simplifiée — FR.

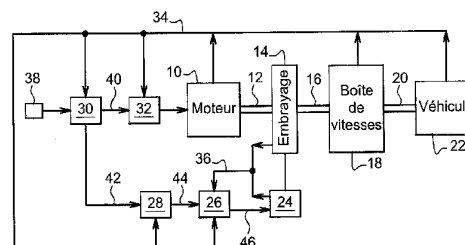
72) Inventeur(s) : MAUREL PASCAL et HOFFMANN CHRISTIAN.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : VALEO EMBRAYAGES & TRANSMISSIONS.

54) DISPOSITIF ADAPTATIF PILOTE D'ACCOUPLMENT ENTRE UN MOTEUR ET UNE BOITE DE VITESSE DANS UN VEHICULE AUTOMOBILE.

57) Dispositif adaptatif piloté d'accouplement entre un moteur (10) et une boîte de vitesses (18) dans un véhicule automobile, ce dispositif comprenant un embrayage (14), un actionneur (24) de commande de l'embrayage, un module (26) de pilotage de l'actionneur (24) à partir d'un signal (44) de consigne d'un paramètre de commande de l'embrayage fourni par un module (28) de pilotage de l'embrayage en couple à partir d'un signal de consigne de couple transmissible par l'embrayage fourni par un module (30) de supervision de la transmission.



FR 2 854 848 - A1



DISPOSITIF ADAPTATIF PILOTE D'ACCOUPLLEMENT ENTRE UN MOTEUR ET UNE BOITE DE VITESSES DANS UN VEHICULE AUTOMOBILE

L'invention concerne un dispositif adaptatif piloté d'accouplement
5 entre un moteur et une boîte de vitesses dans un véhicule automobile.

Un tel dispositif comprend un moyen d'accouplement entre l'arbre de
sortie du moteur à combustion interne du véhicule automobile et un arbre
d'entrée de la boîte de vitesses qui peut être du type mécanique à
plusieurs rapports de transmission avec ou sans robotisation des
10 changements de rapport. Le moyen d'accouplement est en général un
embrayage à friction, commandé par un actionneur piloté par un système
de traitement de l'information en fonction d'un certain nombre de
paramètres mesurés ou estimés tels que des positions, des vitesses, des
accélérations, des efforts, des couples, des pressions et des tensions
15 électriques.

L'actionneur de commande de l'embrayage agit sur la position d'un
organe mobile de cet embrayage, tel par exemple que la butée
d'embrayage, qui détermine la position d'un plateau de pression et la
charge appliquée à ce plateau par un diaphragme annulaire pour le serrage
20 des garnitures de friction d'un disque relié à un arbre d'entrée de la boîte de
vitesses, ce serrage déterminant le couple transmis par l'embrayage.
L'actionneur peut aussi agir directement sur la charge appliquée sur le
plateau de pression par une liaison mécanique ou hydraulique par
exemple.

25 La commande automatisée de l'embrayage doit prendre en compte
un grand nombre de grandeurs physiques, de grandeurs d'état et de
grandeurs de commande qui sont mesurées ou estimées sur le moteur, sur
la boîte de vitesses et sur le reste du véhicule et de signaux représentant la
volonté du conducteur, l'adaptation du comportement de la transmission au
30 style de conduite du conducteur, l'état dynamique du véhicule et l'état du
dispositif de commande (initialisation, mode normal, mode dégradé,

apprentissage, arrêt...) etc...

On a déjà proposé de commander l'embrayage pour lui faire transmettre un couple désiré, mais le couple transmis par l'embrayage varie de façon non linéaire en fonction de la pression ou de la position d'un organe de commande de l'embrayage, tel que la butée d'embrayage par exemple, il varie d'un embrayage à l'autre en raison des dispersions de fabrication, et il varie aussi en fonction d'un certain nombre de paramètres tels que la température, l'état des garnitures et des surfaces de friction, du mécanisme d'embrayage, etc...

Il est donc extrêmement difficile, voire impossible de commander automatiquement l'embrayage de façon correcte pour lui faire transmettre un couple désiré qui a été déterminé par des moyens de calcul et de traitement de l'information.

La présente invention propose une solution à ce problème, qui consiste à piloter l'embrayage de façon linéaire en couple transmissible, au moyen d'un dispositif de commande partagé en plusieurs modules de pilotage qui sont destinés à compenser en cascade les dispersions des divers composants de la transmission du véhicule et qui comprennent :

- un module de supervision de la transmission, mettant en œuvre des stratégies de gestion de l'agrément de conduite qui pilotent l'embrayage en couple et/ou le moteur du véhicule en vitesse et/ou en couple et qui sont destinées à compenser la variabilité du comportement dynamique du moteur, de la boîte de vitesses et du reste du véhicule, notamment des composants de la transmission reliés aux roues motrices du véhicule,

- un module de pilotage de l'embrayage en couple, qui permet de déterminer, entre autres, une bonne valeur de consigne d'une grandeur physique de commande interne ou externe de l'embrayage pour obtenir un couple transmissible souhaité dans l'embrayage en fonction d'une consigne de couple à transmettre, délivrée par le module de supervision de la transmission, et de divers signaux de grandeurs physiques, d'état ou de

commande qui sont mesurés sur le moteur, sur la boîte de vitesses et sur le reste du véhicule,

- et un module de pilotage d'un actionneur de l'embrayage, qui permet de commander l'actionneur pour obtenir une grandeur physique de commande interne ou externe de l'embrayage en fonction d'une consigne
5 fournie par le module de pilotage en couple de l'embrayage et de divers signaux de grandeurs physiques, d'état ou de commande qui sont mesurés sur le moteur, sur la boîte de vitesses et sur le reste du véhicule.

Ainsi, l'actionneur et son module de pilotage sont vus comme à peu
10 près parfaits par le module de pilotage en couple de l'embrayage, et l'embrayage et son module de pilotage sont eux-mêmes vus comme à peu près parfaits par le module de supervision qui gère les stratégies de pilotage de l'embrayage et du moteur en tenant compte du comportement dynamique du moteur, de la boîte de vitesses et du reste du véhicule.

En partageant ce dispositif de commande en trois modules qui
15 compensent chacun des variabilités de comportement d'éléments ou d'organes différents, on améliore les performances globales du dispositif et on tient davantage compte des variations des paramètres représentatifs de l'état ou de la commande des divers composants de la transmission du
20 véhicule.

Le module de pilotage en couple de l'embrayage selon l'invention comprend des moyens de détermination d'une consigne du paramètre de commande de l'embrayage à partir d'une courbe apprise de variation de cette consigne en fonction du couple transmissible désiré.

Cette détermination de la consigne du paramètre de commande de
25 l'embrayage et son application à l'embrayage, par l'intermédiaire de l'actionneur et de son module de pilotage, permettent de linéariser le système asservi formé par l'embrayage et son actionneur et donc de simplifier la commande de ce système et d'améliorer les performances de
30 la commande.

Avantageusement, le dispositif selon l'invention comprend des

moyens de calcul de la courbe de variation de la consigne du paramètre de commande de l'embrayage en fonction du couple transmissible désiré, ces moyens de calcul recevant en entrée des valeurs réelles mesurées ou estimées de ce paramètre de commande et du couple transmis par l'embrayage, lesdits moyens de calcul utilisant un modèle mathématique de la courbe de variation précitée et des moyens de mise à jour des paramètres de ce modèle, permettant de tenir compte en temps réel des évolutions à long terme de l'embrayage, et notamment de son usure.

Cet apprentissage et la mise à jour automatique de la courbe de variation du paramètre de commande de l'embrayage en fonction du couple transmissible désiré permettent une détermination précise et correcte en temps réel du signal de consigne du paramètre de commande d'embrayage, qui est appliqué au module de pilotage de l'actionneur.

Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, le module de pilotage en couple de l'embrayage comprend un circuit de régulation recevant le signal précité de consigne de couple transmissible et une mesure ou une estimation du couple réellement transmis pour générer un signal d'écart appliqué à un circuit de correction.

Ce circuit de régulation permet de prendre en compte les variations à court terme des caractéristiques de l'embrayage, dues notamment aux variations de température, et de compenser les défauts de modélisation de la courbe de variation du paramètre de commande de l'embrayage en fonction du couple transmissible désiré.

Le circuit de correction peut être un correcteur du type P (proportionnelle), ou du type PI numérique (proportionnelle-intégrale), ou du type PI² (proportionnelle-intégrale-intégrale), ou du type PID numérique à dérivée filtrée (proportionnelle-intégrale-dérivée), ou un régulateur à dérivateur d'ordre non entier du type CRONE, ou l'élément T d'un correcteur RST discrétisé, ou un filtre numérique, ce correcteur permettant d'amplifier ou de réduire certaines fréquences pour adapter le pilotage en couple à la stratégie d'accouplement-désaccouplement du moteur et de la

boîte de vitesses.

Ce correcteur sert également à placer les pôles de l'embrayage asservi de manière à garantir une réponse dynamique optimale dépourvue d'instabilité ou de phénomènes oscillants qui seraient préjudiciables au confort et à l'agrément de conduite du véhicule, ainsi qu'à la tenue
5 mécanique des organes de la transmission et de ses moyens de pilotage.

Le module de pilotage en couple de l'embrayage comprend également, en parallèle avec le circuit de régulation, un circuit de mise en forme en boucle ouverte recevant le signal précité de consigne de couple
10 transmissible, ce circuit de mise en forme comprenant des moyens de mise à l'échelle, par exemple pour une normalisation du signal précité de consigne de couple transmissible par rapport à un couple moteur maximal, et éventuellement un filtre numérique pour amplifier ou réduire certaines fréquences et adapter le pilotage en couple à la stratégie d'accouplement-
15 désaccouplement du moteur et de la boîte de vitesses.

Dans un premier mode de réalisation de l'invention, les signaux de sortie de ce circuit de mise en forme, et du circuit de régulation sont appliqués à des moyens de sélection qui transmettent l'une de ces sorties aux moyens de détermination d'une consigne du paramètre de commande
20 de l'embrayage.

Ces moyens de sélection sont destinés notamment à bloquer la transmission du signal de sortie du circuit de régulation, pour accélérer la réponse du dispositif, par exemple pour éviter le calage du moteur, et/ou pour découpler les régulations dans le cas d'une boîte de vitesses à deux
25 arbres d'entrée reliés chacun par un embrayage à l'arbre de sortie du moteur.

La sortie des moyens précités de sélection est reliée aux moyens de détermination d'une valeur de consigne dudit paramètre de commande de l'embrayage à partir d'une courbe apprise de variation de la consigne du
30 paramètre de commande en fonction de la consigne précitée de couple transmissible et la sortie de ces moyens de détermination est reliée par des

moyens de mise en forme de signal au module de pilotage de l'actionneur.

Dans un autre mode de réalisation du dispositif selon l'invention, la sortie du circuit de mise en forme en boucle ouverte est reliée aux moyens de détermination d'une valeur de consigne du paramètre de commande de l'embrayage à partir d'une courbe apprise de variation de la consigne de paramètre de commande en fonction de la consigne précitée de couple transmissible et les signaux de sortie de ces moyens de détermination et du circuit de régulation sont appliqués par un sommateur d'effets et par des moyens de mise en forme au module de pilotage de l'actionneur.

Dans un autre mode de réalisation de l'invention, un signal de sortie du circuit de mise en forme en boucle ouverte est appliqué à une entrée d'un sommateur d'effets dont une autre entrée reçoit le circuit de sortie du signal de régulation par l'intermédiaire de moyens de sélection, et la sortie du sommateur d'effets est reliée aux moyens de détermination d'une consigne de paramètre de commande de l'embrayage à partir d'une courbe apprise de variation de la consigne de paramètre de commande en fonction de la consigne de couple transmissible par l'embrayage.

Le dispositif selon l'invention comprend également des moyens d'estimation en temps réel du couple transmis par l'embrayage, ces moyens comprenant des moyens de calcul du couple transmis par l'embrayage à partir des équations dynamiques du moteur et du véhicule connues par des mesures, des estimations et des calculs .

Le dispositif comprend également des moyens de calcul du couple transmis vu du côté moteur, des moyens de calcul du couple transmis vu du côté boîte de vitesses, et des moyens de sélection de l'un ou de l'autre de ces couples transmis calculés ou de combinaison linéaire de ces deux couples transmis calculés pour l'obtention d'un couple transmis estimé qui est appliqué au circuit de régulation précité du module de pilotage en couple.

Le dispositif selon l'invention comprend également des moyens d'apprentissage de l'inertie moteur et du frottement sec et visqueux

équivalent de l'équipage mobile du moteur pendant des phases de pilotage du moteur où le couple transmis par l'embrayage est nul, et des moyens d'apprentissage de l'inertie du véhicule, du frottement visqueux équivalent de la chaîne de transmission ramené à l'entrée de la boîte de vitesses et de la charge du véhicule pendant les phases de déplacement en roue libre du véhicule où le couple transmis par l'embrayage est nul.

En variante, le dispositif selon l'invention peut comprendre des moyens de calcul des inerties du moteur et du véhicule, des frottements visqueux équivalents précités du moteur et de la chaîne de transmission du véhicule, et de la charge du véhicule à partir de mesures de la vitesse de rotation du moteur, de la vitesses ramenée à l'entrée de la boîte de vitesses et du couple produit par le moteur diminué du couple des accessoires du moteur.

L'invention s'applique également, bien entendu, à la commande de l'accouplement entre l'arbre de sortie d'un moteur de véhicule et une boîte de vitesses robotisée qui comprend deux arbres d'entrée en parallèle reliés chacun par un embrayage à l'arbre de sortie du moteur du véhicule.

Dans ce cas, chaque embrayage est commandé par un actionneur commandé lui-même par un module précité de pilotage d'actionneur et par un module de pilotage d'embrayage en couple.

L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques, détails et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement à partir de la description qui suit, faite à titre d'exemple en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- 25 - La figure 1 est un schéma fonctionnel d'un véhicule équipé d'un dispositif selon l'invention, dans le cas d'une boîte de vitesses à un seul arbre d'entrée ;
- La figure 2 est un schéma fonctionnel d'un véhicule équipé d'une variante de réalisation du dispositif selon l'invention, dans le cas d'une boîte 30 de vitesses robotisée à deux arbres d'entrée parallèles ;
- La figure 3 est une représentation schématique des

caractéristiques essentielles du dispositif selon l'invention ;

- La figure 4 représente schématiquement un module de pilotage en couple d'un embrayage faisant partie du dispositif selon l'invention ;

5 - La figure 5 représente schématiquement une variante de réalisation de ce module de pilotage ;

- La figure 6 représente une autre variante de réalisation de ce module de pilotage ;

- La figure 7 représente schématiquement des moyens d'estimation du couple transmis par l'embrayage ;

10 - La figure 8 représente schématiquement une courbe de variation de la position d'une butée d'embrayage en fonction du couple transmissible par l'embrayage ;

- La figure 9 représente schématiquement un module de pilotage de l'actionneur de l'embrayage.

15 On a représenté schématiquement en figure 1 un véhicule automobile équipé d'un dispositif selon l'invention, la référence 10 désignant un moteur à combustion interne dont l'arbre de sortie 12 est relié par un embrayage 14 à l'arbre d'entrée 16 d'une boîte de vitesses par exemple robotisée 18 qui est du type mécanique à plusieurs rapports de
20 transmission et dont l'arbre de sortie 20 est relié à des roues motrices du véhicule 22.

L'embrayage 14 est commandé par un actionneur 24 approprié, qui agit par exemple sur la position d'une butée d'embrayage. De façon bien connue de l'homme du métier, cette butée d'embrayage agit elle-même sur
25 des doigts radiaux d'un diaphragme annulaire qui est porté par un couvercle d'embrayage et qui agit axialement sur un plateau de pression de l'embrayage pour le serrage des garnitures de friction d'un disque relié en rotation à l'arbre d'entrée 16 de la boîte de vitesses.

Il peut s'agir aussi d'un embrayage ouvert au repos, l'actionneur
30 réalisant le serrage des garnitures par un moyen mécanique ou hydraulique. Les garnitures peuvent travailler à sec ou dans l'huile.

Le dispositif selon l'invention comprend un module 26 de pilotage de l'actionneur 24, ce module 26 recevant un signal de consigne généré par un module 28 de pilotage de l'embrayage en couple, ce module 28 recevant un signal de consigne de couple transmissible par l'embrayage
5 fourni par un module 30 de supervision de la transmission qui fournit également des signaux de pilotage et de consigne à un système 32 de pilotage du moteur 10 du véhicule.

Des informations 34 en provenance du véhicule, du moteur et/ou du système de pilotage 32, et de la boîte de vitesses, par exemple telles que
10 la vitesse de rotation du moteur, le couple fourni par le moteur, la quantité de carburant, la quantité d'air, le rapport de transmission utilisé, la température ambiante, la température du liquide de refroidissement, la vitesse du véhicule, la vitesse de rotation de l'arbre d'entrée de la boîte de vitesses, la vitesse des roues du véhicule, la tension électrique fournie par
15 la batterie du véhicule, etc..., sont appliquées au module 26 de pilotage de l'actionneur, au module 28 de pilotage de l'embrayage en couple, au module 30 de supervision de la transmission et au système 32 de pilotage du moteur du véhicule.

Des informations 36 relatives à l'actionneur 24 et à l'embrayage 14,
20 telles que des valeurs d'effort, de pression, de position d'un organe mobile de l'actionneur, de position de la butée d'embrayage, de tension électrique, d'intensité de courant électrique, de température, etc..., sont appliquées à des entrées du module 26 de pilotage de l'actionneur.

Des informations 38 appliquées à des entrées du module de
25 supervision de la transmission 30 comprennent des signaux de gestion et d'adaptation de stratégies de pilotage de la transmission, relatives au fonctionnement du véhicule, aux intentions du conducteur, au mode automatique de commande de la transmission, à l'adaptabilité du comportement de la transmission, à des niveaux de confort et de
30 performance, etc...

Le module 30 de supervision de la transmission génère, à partir de

ces informations et de stratégies de gestion enregistrées en mémoire, des signaux 40 de pilotage et/ou de consigne qui sont appliqués au système 32 de pilotage du moteur 10, et des signaux 42 de consigne appliqués au module 28 de pilotage en couple de l'embrayage 14, les signaux 42
5 comprenant un signal de consigne de couple transmissible par l'embrayage 14.

Le module 28 de pilotage de l'embrayage recevant ces signaux 42 et les informations 34 fournies par le moteur 10, la boîte de vitesses 18 et le reste du véhicule 22, génère un signal 44 de pilotage du module 26 de
10 pilotage de l'actionneur 24, ce signal 44 étant un signal de consigne du paramètre de commande de l'embrayage 14 tel par exemple que la position de la butée d'embrayage.

Le module 26 de pilotage de l'actionneur A reçoit ce signal de consigne 44, les informations 34 fournies par le moteur 10, la boîte de
15 vitesses 18 et le reste du véhicule 22 et les informations 36 relatives à l'embrayage 14 et à son actionneur 24, et génère un signal 46 de commande de l'actionneur 24.

Dans la variante de réalisation représentée en figure 2, on retrouve sensiblement les mêmes composants et modules que dans le mode de
20 réalisation de la figure 1, la différence étant que la boîte de vitesses 18 comprend deux arbres d'entrée 16 parallèles, reliés chacun par un embrayage 14 à l'arbre de sortie 12 du moteur 10, chaque embrayage 14 étant commandé par son actionneur 24 commandé lui-même par un module de pilotage 26 du type précité et par un module 28 de pilotage en
25 couple de l'embrayage correspondant.

Les deux modules 28 de pilotage en couple sont commandés par un même module 30 de supervision de la transmission qui commande également le système 32 de pilotage du moteur 10.

La figure 3 est une illustration schématique des caractéristiques
30 essentielles du dispositif selon l'invention.

Le module de pilotage en couple 28, qui reçoit un signal 42 de

consigne de couple transmissible par l'embrayage et qui génère un signal 44 de consigne d'un paramètre de commande appliqué au module 26 de pilotage de l'actionneur, génère ce signal 44 à partir d'une courbe apprise A qui est une courbe de variation du signal de consigne du paramètre de commande de l'embrayage 14 en fonction du signal 42, c'est-à-dire du couple transmissible désiré. Cette courbe A est l'inverse de la courbe B de variation du couple T_t qui est transmis par l'embrayage en fonction de son paramètre de commande P, qui est par exemple la position de la butée d'embrayage.

10 On voit que cette courbe B n'est pas une variation linéaire du paramètre de commande P et que sa pente varie entre ses extrémités d'une valeur faible à une valeur élevée. En outre, cette courbe B varie d'un véhicule à l'autre en raison des dispersions de fabrication des composants de l'embrayage, elle varie également en fonction du temps, en raison des variations de température de ses composants, de leur degré d'usure, des caractéristiques des composants du mécanisme d'embrayage, etc...

L'avantage essentiel du dispositif selon l'invention est de linéariser la commande de l'embrayage grâce à l'utilisation dans le module de pilotage 28 d'une courbe caractéristique A qui est l'inverse de la courbe caractéristique B de fonctionnement de l'embrayage. Cette combinaison en série des deux courbes caractéristiques permet d'obtenir, comme représenté en partie droite de la figure 3, une caractéristique C de variation linéaire du couple T_t transmis par l'embrayage en fonction du couple transmissible désiré, c'est-à-dire du signal 42 de consigne de couple transmissible par l'embrayage.

25 Le pilotage du confort, représenté par la courbe du couple ou de l'accélération lors de la manœuvre de l'embrayage est ainsi plus simple, plus performant et réalisable en temps réel.

30 La courbe caractéristique A utilisée par le module 28 de pilotage en couple est une courbe apprise, déterminée par calcul à partir de valeurs mesurées ou estimées du couple transmis T_t et du paramètre de

commande P et d'un modèle mathématique simple de la courbe caractéristique, ce qui permet de suivre l'évolution de cette courbe caractéristique et de prendre en compte les variations des paramètres qui la déterminent, comme cela sera décrit plus en détail dans ce qui suit en
5 référence aux figures 4 et suivantes.

La figure 4 représente un premier mode de réalisation du module 28 de pilotage en couple d'un embrayage 14, ce module 28 permettant une régulation en couple avec linéarisation du fonctionnement de l'embrayage sans pré-positionnement, c'est-à-dire que le signal de sortie 44 de ce
10 module en mode régulation ne dépend pas directement du signal de consigne 42, mais dépend de l'écart entre ce signal de consigne et la mesure à travers un circuit de correction 50 qui va être décrit dans ce qui suit.

Le module de pilotage 28 de la figure 4 comprend un circuit de
15 régulation 52 en parallèle avec un circuit 54 de mise en forme en boucle ouverte de la consigne, les sorties des circuits 52 et 54 étant reliées à des moyens de sélection 56 dont la sortie est reliée à des moyens 58 de détermination d'une consigne de paramètre de commande de l'embrayage, la sortie des moyens 58 étant reliée à des moyens 60 de mise en forme
20 fournissant le signal 44 de consigne appliqué au module 26 de pilotage de l'actionneur 24 de l'embrayage.

Le circuit de régulation 52 comprend des moyens 62 de mise en forme et de traitement recevant le signal de consigne 42 fourni par le module 30 de supervision de la transmission, des moyens 64 de mise en
25 forme et de traitement recevant en entrée un signal 66 estimé ou mesuré en temps réel du couple transmis par l'embrayage 14, des moyens 68 de calcul de l'écart entre la consigne de couple transmissible et la mesure ou l'estimation du couple transmis par l'embrayage, et le correcteur précité 50.

Les moyens 62 de traitement et de mise en forme peuvent
30 comprendre des moyens de mise à l'échelle du signal de consigne 42, par exemple une normalisation par rapport au couple moteur maximal,

permettant de rendre le dispositif indépendant d'un véhicule déterminé et donc de faciliter l'accord des paramètres d'une gamme de véhicules à une autre.

Ces moyens 62 comprennent éventuellement un filtre numérique qui permet d'amplifier ou de réduire certaines fréquences pour adapter le pilotage en couple à la stratégie d'accouplement-désaccouplement du moteur et de la boîte de vitesses qui est utilisée. Ce filtre peut être l'élément R d'un correcteur RST permettant de placer les pôles du système d'embrayage asservi de manière à garantir une réponse dynamique optimale dépourvue d'instabilité ou de phénomènes oscillants préjudiciables au confort, à l'agrément de conduite du véhicule et à la tenue mécanique des organes de la transmission et de ses moyens de pilotage.

Les moyens 64 de mise en forme et de traitement peuvent comprendre des moyens de mise à l'échelle du signal 66 de mesure ou d'estimation du couple transmis par l'embrayage, par exemple pour une normalisation par rapport au couple moteur maximal de façon à être indépendant d'un véhicule particulier et faciliter l'accord des paramètres d'une gamme de véhicules à une autre. Ces moyens 64 peuvent éventuellement comprendre un filtre numérique, permettant d'amplifier ou de réduire certaines fréquences pour adapter le pilotage en couple à la stratégie d'accouplement-désaccouplement du moteur et de la boîte de vitesses qui est utilisée, ce filtre pouvant être l'élément S d'un correcteur RST permettant de placer les pôles de l'embrayage asservi pour garantir une réponse dynamique optimale dépourvue d'instabilité ou de phénomènes oscillants précités.

Le circuit 54 de mise en forme en boucle ouverte comprend des moyens de mise à l'échelle du signal de consigne 42, par exemple pour une normalisation par rapport au couple moteur maximum, permettant d'être indépendant d'un véhicule particulier et de faciliter l'accord des paramètres d'une gamme de véhicules à une autre. Le circuit 54 peut aussi comprendre un filtre numérique permettant d'amplifier ou de réduire

certaines fréquences pour adapter le pilotage en couple à la stratégie utilisée pour l'accouplement-désaccouplement du moteur et de la boîte de vitesses.

Le correcteur 50 reçoit du comparateur 68 un signal d'erreur entre la
5 consigne de couple transmissible et le couple transmis, et calcule la correction à apporter pour obtenir le couple désiré.

Le correcteur 50 peut être constitué d'un correcteur P (proportionnelle) ou d'un correcteur PI (proportionnelle-intégrale) numérique et supportant un pré-positionnement et/ou une dé-saturation de
10 son intégrateur, ou un correcteur PI² (proportionnelle-intégrale-intégrale) numérique et supportant un pré-positionnement et /ou une dé-saturation de ses intégrateurs, ou un correcteur PID (proportionnelle-intégrale-dérivée) numérique à dérivée filtrée, supportant un pré-positionnement et/ou une dé-saturation de son intégrateur, ou un régulateur à dérivateur d'ordre non
15 entier de type CRONE, ou de l'élément T d'un correcteur RST discrétisé, ou d'un filtre numérique, ce correcteur 50 permettant d'amplifier ou de réduire certaines fréquences pour adapter le pilotage en couple à la stratégie d'accouplement-désaccouplement du moteur et de la boîte de vitesses qui est utilisée.

20 Ce correcteur sert également à placer les pôles de l'embrayage asservi de manière à garantir une réponse dynamique optimale dépourvue d'instabilité ou de phénomènes oscillants précités.

Les moyens de sélection 56 servent à débrayer le circuit de régulation 52 avant ou après une opération de manœuvre de l'embrayage
25 au moyen de signaux envoyés par le module 30 de supervision de la transmission suivant les diverses phases de pilotage de la transmission pour des opérations de désaccouplement du moteur et de la boîte de vitesses, cette sélection permettant :

- d'avoir un gain de temps sur la réactivité du dispositif, par exemple
30 pour éviter le calage du moteur 10,
- de découpler les régulations des deux embrayages 14 sur une

boîte de vitesses à deux arbres d'entrée parallèles, quand on bascule d'un embrayage à l'autre lors des changements de rapports.

Le dispositif qui accouple le moteur et la boîte de vitesses est toujours en régulation en boucle fermée tandis que le dispositif qui
5 désaccouple le moteur et la boîte de vitesses est toujours en boucle ouverte.

Le couple fourni par les moyens de sélection 56 est transformé par les moyens 58 en paramètre de commande de l'embrayage et est envoyé après traitement par les moyens 60 comme signal de consigne 44 du
10 paramètre de commande de l'embrayage au module 26 de pilotage de l'actionneur 24.

Les moyens 58 qui servent à déterminer le paramètre de commande de l'embrayage en fonction du couple que l'on désire transmettre servent également à linéariser le fonctionnement de l'embrayage et de sa
15 commande, ce qui permet une synthèse du correcteur 50 et une commande plus performante en terme de robustesse et de rapidité.

L'effet de non-linéarité de la relation entre la commande de l'embrayage 14 et le couple transmissible par l'embrayage est celui d'une variation locale du gain de la fonction de transfert écart de sortie du
20 comparateur 68 entre la consigne de couple 42 et la mesure ou l'estimation du couple transmis 66 sur le couple transmissible par l'embrayage 14 en fonction du paramètre de commande de l'embrayage.

La figure 8 représente une courbe caractéristique 70 typique de la variation du paramètre de commande de l'embrayage (par exemple la
25 position de la butée d'embrayage) en fonction du couple transmissible par l'embrayage.

On voit sur cette courbe que la pente de la caractéristique 70 varie fortement d'un point à l'autre de la courbe.

En général, on ne connaît pas la courbe réelle 70 de variation du
30 paramètre de commande en fonction du couple transmissible par l'embrayage, cette courbe variant de plus dans le temps. Par exemple,

dans le cas d'un embrayage à friction à sec, le couple transmissible dépend de la caractéristique de la charge exercée sur le plateau de pression en fonction de la position de la butée d'embrayage, du coefficient de frottement du matériau de friction sur le matériau du plateau de pression et
5 du plateau de réaction et de la géométrie des garnitures de friction.

Ce coefficient de frottement dépend de l'état des surfaces en contact et de leur température. La charge appliquée sur le plateau de friction dépend de l'épaisseur de la friction et donc de l'usure et de la progressivité de cette friction (élasticité) et du mécanisme d'embrayage (raideur du
10 diaphragme annulaire et des doigts radiaux du diaphragme).

Une solution idéale serait de pouvoir mesurer directement le couple transmissible par l'embrayage. Toutefois, ce couple transmissible n'est observable que pendant les phases de glissement de l'embrayage. En particulier, les points de la courbe 70 à fort couple transmis ne sont pas
15 observables car on ne peut maintenir en ces points l'embrayage en état de glissement.

Cependant, si l'on ne connaît pas exactement la courbe 70 de variation représentée en figure 8, on connaît l'allure générale de cette courbe et on peut l'approcher au moyen d'un modèle mathématique simple
20 monotone comprenant un certain nombre de paramètres. Il suffit alors de mesurer quelques points de la courbe caractéristique pour pouvoir extrapoler toute cette courbe sans se soucier de sa continuité et de sa dérivée entre ses différents points.

On utilise des moyens d'estimation en temps réel du couple transmis
25 par l'embrayage et des moyens de détermination ou de mesure de la vitesse de glissement de l'embrayage. Pendant une opération d'embrayage et tant que l'on observe un glissement de l'embrayage, on mesure ou l'on estime des couples de valeurs du paramètre de commande de l'embrayage et du couple transmissible en valeur absolue et en temps réel, on construit
30 deux normes pour les fonctions mathématiques donnant le paramètre de commande en fonction du couple transmissible et le couple transmissible

en fonction du paramètre de commande, ces deux normes mesurant l'écart entre le modèle mathématique et l'échantillon de mesure, on cherche les paramètres qui minimisent ces normes en effectuant l'annulation des dérivations partielles des normes, on obtient ainsi deux systèmes
5 d'équation linéaires à N inconnues, N étant le nombre de paramètres du modèle mathématique de la courbe, et l'on résout ces systèmes d'équations linéaires pour déterminer les meilleurs paramètres.

En variante, on peut ne construire qu'une des deux normes précitées et minimiser cette norme en annulant ses dérivations partielles.

10 Un avantage important de l'utilisation d'un modèle mathématique simple de la courbe précitée est que l'on peut travailler avec un nombre de paramètres réduit, de 4 ou 5 par exemple, au lieu de 30 ou davantage, ce qui permet de faire les calculs nécessaires en temps réel.

On peut par exemple utiliser des modèles polynomiaux d'ordre 4
15 pour les fonctions mathématiques donnant le paramètre de commande en fonction du couple transmissible et le couple transmissible en fonction du paramètre de commande.

On procède pour le calcul de la façon suivante :

On attend le début d'une nouvelle opération d'embrayage pour
20 mesurer les paramètres nécessaires (couple transmis par l'embrayage et paramètre de commande, par exemple position de la butée d'embrayage), on effectue les calculs nécessaires, notamment de l'énergie dissipée dans l'embrayage (qui correspond au glissement de l'embrayage), on vérifie si l'embrayage est toujours glissant et dans ce cas on continue les mesures
25 des paramètres, ou bien si l'embrayage est terminé, auquel cas l'on procède à un test sur l'énergie dissipée dans l'embrayage pour vérifier son niveau par rapport à des valeurs limites supérieure et inférieure.

Si l'énergie dissipée est supérieure à la valeur limite supérieure ou inférieure à la valeur limite inférieure, on efface les mesures et on attend
30 une nouvelle opération d'embrayage pour les recommencer. Si l'énergie dissipée est comprise entre les valeurs limites supérieure et inférieure, on

procède à un test sur le nombre de valeurs mesurées que l'on compare à un seuil. Si le seuil n'est pas atteint, on ajoute les valeurs mesurées aux mesures précédentes. Si le seuil est atteint, on calcule les paramètres qui minimisent les normes précitées. Ce calcul peut être fait à partir des formules donnant le paramètre de commande en fonction du couple transmissible et le couple transmis en fonction du paramètre de commande, ou bien on peut calculer, à partir de ces formules, des ordonnées correspondant à des points d'abscisses fixes prédéterminés pour régénérer une table d'interpolation linéaire, ce qui a l'avantage de réduire la complexité des calculs effectués en temps réel.

On obtient ainsi une courbe caractéristique apprise désignée par la référence 72 en figure 8 et représentée en pointillés, qui diffère peu de la courbe caractéristique réelle 70.

Les moyens de calcul correspondants sont désignés par la référence 74 en figure 4 et fournissent cette courbe caractéristique apprise aux moyens 58 de détermination précités, en fonction des informations 34 nécessaires, qui sont prélevées sur le moteur et/ou sur son système de pilotage 32, sur la boîte de vitesses et sur le reste du véhicule et qui sont appliquées également aux moyens 62 et 64 précités, ainsi qu'au circuit 54 de mise en forme du signal de consigne 42 en boucle ouverte ou en anticipation.

La variante de réalisation du module de pilotage en couple 28 qui est représentée en figure 5 permet une régulation avec un pré-positionnement, sans linéarisation du correcteur 50, c'est-à-dire que le signal de consigne 44 du paramètre de commande 44 de l'embrayage dépend en partie directement du signal 42 de consigne de couple transmissible, le correcteur 50 corrigeant les écarts autour d'une valeur du paramètre de commande de l'embrayage donnée par les moyens de détermination 58 précités.

On retrouve dans cette variante de réalisation le circuit de régulation 52 et le circuit de mise en forme 54 décrits en référence à la figure 4, mais la sortie du circuit 54 de mise en forme en boucle ouverte est appliquée à

l'entrée des moyens 58 de détermination du paramètre de commande de l'embrayage en fonction du couple transmissible par l'embrayage, la sortie des moyens 58 étant reliée à une entrée d'un sommateur d'effets 76 dont une autre entrée est reliée par le sélecteur 56 soit à la sortie du correcteur 50 du circuit de régulation 52, soit à des moyens 78 de neutralisation du circuit de régulation 52.

Le pré-positionnement qui est réalisé par le circuit 54 et le sommateur d'effets 76 est un lien direct entre une grandeur de consigne et une grandeur de commande dans un système régulé. Il permet d'augmenter les performances dynamiques du système en anticipant sur la valeur de commande qui est ici le couple transmissible par l'embrayage.

Le correcteur 50 n'a plus alors qu'à corriger des variations faibles autour du pré-positionnement, ce qui permet d'augmenter sa bande passante et donc ses performances dynamiques.

La variante de réalisation du module 28 de pilotage en couple qui est représentée en figure 6 permet une régulation avec un pré-positionnement et une linéarisation du correcteur 50, c'est-à-dire que le couple désiré fourni par le sommateur d'effets 76 dépend pour partie directement du signal 42 de consigne de couple transmissible, le correcteur 50 corrigeant les écarts par rapport à la valeur mesurée ou estimée 66 du couple transmis par l'embrayage.

Dans cette variante de réalisation, le sommateur d'effets 76 est entre le sélecteur 56 qui reçoit en entrée le signal de sortie du circuit de régulation 52 et le signal fourni par les moyens de neutralisation de ce circuit de régulation, et l'entrée des moyens 58 de détermination du paramètre de commande de l'embrayage en fonction de la consigne de couple transmissible, la sortie du circuit de mise en forme en boucle ouverte 54 étant reliée à une entrée du sommateur 76 dont l'autre entrée est reliée à la sortie du sélecteur 56 comme déjà indiqué.

Les moyens d'estimation du couple transmis par l'embrayage sont représentés schématiquement en figure 7.

Ces moyens ont pour fonction de fournir les valeurs du couple transmis en temps réel à partir de mesures pour permettre au circuit de régulation 52 précité de compenser les effets d'écart entre le modèle mathématique et la courbe réelle dans les moyens de détermination 58
 5 précités et les effets dus aux variations à court terme telles par exemple que la température de l'embrayage 14.

On peut déterminer le couple transmis par l'embrayage à partir de l'équation du couple moteur et de l'équation de charge du véhicule qui sont indiqués ci-dessous.

10 L'équation du couple moteur est :

$$J_e \cdot d\omega_e / dt = T_e - T_t - f_e \cdot \omega_e$$

où : . J_e est l'inertie du moteur 10,

. T_e est le couple produit par le moteur diminué du couple des accessoires,

15 . T_t est le couple transmis par l'embrayage,

. f_e est le frottement visqueux équivalent de l'équipage mobile du moteur,

. ω_e est la vitesse de rotation de l'arbre de sortie du moteur.

L'équation de la charge du véhicule est :

20 $J_v \cdot d\omega_v / dt = T_t - T_1 - f_v \cdot \omega_v - f_{dv} \cdot \omega_v^2$

où : . J_v est l'inertie du véhicule,

. f_v est le frottement visqueux équivalent de la transmission ramené à l'entrée de la boîte de vitesses,

25 . T_1 est le couple équivalent à la charge du véhicule (résistance au roulement, pente de la route, etc...),

. f_{dv} est le frottement aérodynamique du véhicule ramené à l'entrée de la boîte de vitesses,

. ω_v est la vitesse de rotation à l'entrée de la boîte de vitesses.

30 La première équation permet de déterminer le couple transmis quand l'information sur le couple moteur T_e est disponible, c'est-à-dire

quand le moteur thermique tourne.

La seconde équation permet de déterminer le couple transmis par l'embrayage quand le véhicule est en mouvement, que le moteur du véhicule soit à l'arrêt ou non.

5 L'utilisation combinée de ces deux équations permet d'avoir une information de couple transmis par l'embrayage qui est disponible dans la quasi-totalité des opérations de manœuvre de l'embrayage.

En variante, on peut aussi combiner les deux équations précitées en éliminant le couple T_t transmis par l'embrayage et faire ensuite les calculs
10 sur une seule équation, ce qui permet d'identifier tous les paramètres du système en une seule fois.

Les moyens d'estimation représentés schématiquement en figure 7 comprennent des moyens 82 de mise à l'échelle et de filtration du couple moteur 84 mesuré ou estimé par le système de contrôle moteur. La vitesse
15 de rotation 86 du moteur est mise à l'échelle et filtrée par des moyens 88 pour fournir l'accélération en rotation 90 du moteur. Des moyens 92 multiplient cette accélération par l'inertie 94 du moteur fournie par des moyens 96 à partir de signaux 98 de commande et de données nécessaires à l'apprentissage de l'inertie du volant moteur et du
20 mécanisme d'embrayage.

La sortie des moyens 92 fournit un couple dynamique 100 du moteur qui est retranché par un soustracteur 102 au couple statique fourni par les moyens 82, pour fournir un couple 104 transmis par l'embrayage et vu du côté moteur. Ce signal peut être à nouveau filtré par des moyens 106 avant
25 d'être utilisé dans un sélecteur-combinateur 108 comme décrit dans ce qui suit.

La vitesse du véhicule peut être mesurée en différents endroits (sur l'arbre primaire ou secondaire de la boîte de vitesses, sur le pont de la transmission ou sur le différentiel, sur les roues du véhicule, etc...) et cette
30 vitesse 110 est filtrée au moyen d'un filtre dérivateur associé à un filtre passe-bas dans des moyens 112 pour éliminer des effets indésirables des

pôles et des zéros de la fonction de transfert accélération au point de mesure de la vitesse sur le couple transmis. L'accélération du véhicule est multipliée, dans des moyens 114, par l'inertie 116 du véhicule ramenée à l'arbre d'entrée de la boîte de vitesses, cette inertie étant fournie par des
5 moyens d'apprentissage 118 recevant en entrée les signaux nécessaires 120.

Cette inertie est également appliquée à des moyens 122 d'estimation de la charge du véhicule qui reçoivent également en entrée des signaux nécessaires 124 ainsi que le couple transmis par l'embrayage
10 vu du côté moteur.

Les sorties des moyens 114 et 122 sont appliquées à un soustracteur 126 dont la sortie fournit le couple transmis par l'embrayage vu du côté véhicule. Ce couple est mis à l'échelle et éventuellement filtré par des moyens 128. La référence 129 désigne les signaux servant à
15 l'adaptation des paramètres ou au calcul par les moyens 82, 106 et 128.

Le sélecteur-combinezur 108 permet, en fonction de signaux de commande 130, soit de choisir le couple transmis par l'embrayage vu du côté moteur, fourni par les moyens 106, soit de choisir le couple transmis par l'embrayage vu du côté véhicule fourni par les moyens 128, soit encore
20 d'effectuer une combinaison linéaire de ces deux couples transmis, pour fournir un signal de couple transmis estimé 66 qui est utilisé dans le circuit de régulation 52 du module 28 de pilotage en couple.

Un mode de réalisation du module 26 de pilotage de l'actionneur 24 est représenté schématiquement en figure 9.

25 La réponse dynamique et la précision de cet actionneur sont affectées par des grandeurs physiques telles que la température, la tension électrique d'alimentation, les effets de l'usure et du vieillissement des composants internes de l'actionneur et de la commande de l'embrayage 14. La variabilité engendrée par l'actionneur imposerait au circuit de régulation
30 52 du module 28 de pilotage en couple de corriger les écarts de réponse du système complet, ce qui diminuerait l'efficacité de ce circuit de régulation.

Le module 26 de pilotage de l'actionneur est chargé de compenser les variations du processus physique d'actionnement et de commande de l'embrayage.

Le module 28 de pilotage de l'embrayage fournit un signal de
5 consigne 44 du paramètre de commande de l'embrayage, qui est comparé par un comparateur 131 à une mesure ou une estimation 132 de ce paramètre de commande, obtenue à partir de mesures de ce paramètre sur l'embrayage 14.

Des moyens de régulation permettent de déterminer la meilleure
10 valeur du signal de commande 46 de l'actionneur pour annuler l'écart entre la consigne 44 et la mesure 132 en minimisant le temps pris par l'actionneur 24 pour annuler cet écart.

Les paramètres des moyens de régulation sont ajustés par un circuit
15 134 qui prend en compte le vieillissement des dispersions de fabrication et des grandeurs physiques d'environnement 136 susceptibles de perturber le fonctionnement de l'actionneur 24.

Plus précisément, le module 26 de pilotage de l'actionneur
représenté en figure 9 comprend des moyens 138 de mise à l'échelle et de
filtrage du signal 44 de consigne de paramètre de commande, dont la sortie
20 est appliquée à une entrée du comparateur 131 dont l'autre entrée reçoit une valeur mesurée 132 du paramètre de commande après traitement par des moyens 140 de mise à l'échelle et de filtrage.

La sortie du comparateur 131 est reliée à une entrée d'un correcteur
142 dont une autre entrée reçoit le signal de sortie des moyens 134
25 précités. La sortie du correcteur 142 est reliée à une entrée d'un sommateur 144 dont une autre entrée reçoit un signal de sortie d'un circuit 146 d'anticipation de la valeur du signal de commande de l'actionneur en fonction du signal de consigne 44 fourni par le module 28 précité. La sortie du sommateur 144 est traitée par des moyens 148 de mise à l'échelle pour
30 fournir le signal 46 de commande de l'actionneur, qui est également appliqué à une entrée des moyens 134 précités.

Des signaux de contrôle 150 nécessaires sont également appliqués à ces moyens 134.

Le signal de sortie des moyens 146 est une anticipation du signal de commande de l'actionneur 24 et est ajouté à la sortie du correcteur 142 par le sommateur 144. Cette anticipation permet de positionner directement la commande de l'actionneur avec une grande rapidité. Le correcteur 142 vient ensuite ajuster la valeur de la commande pour compenser les erreurs de modèle, les perturbations et les dispersions.

Quand l'actionneur 24 est un vérin électromécanique qui déplace une butée d'embrayage et qui est commandé par un moteur électrique piloté en courant, l'anticipation permet de donner une consigne de courant minimum pour déplacer la butée d'embrayage en fonction de la consigne de position de butée à atteindre, au lieu d'attendre qu'un intégrateur du correcteur 142 monte lentement à la bonne valeur.

Quand l'actionneur 24 est un distributeur de fluide commandé par une électrovanne, l'anticipation permet d'appliquer une tension électrique plus importante pour commander l'ouverture de l'électrovanne plus rapidement, le correcteur 142 venant corriger le débit ou la pression du fluide pour atteindre ou maintenir la position de la butée d'embrayage.

20

25

REVENDEICATIONS

1. Dispositif adaptatif piloté d'accouplement entre un moteur (10) et une boîte de vitesses (18) dans un véhicule automobile, ce dispositif
5 comprenant un embrayage (14), un actionneur (24) de commande de l'embrayage, et des moyens de commande de l'actionneur (24), caractérisé en ce qu'il est partagé en plusieurs modules de pilotage destinés à compenser en cascade les dispersions des divers composants de la transmission du véhicule et qui comprennent :

10 - un module (30) de supervision de la transmission, mettant en œuvre des stratégies de gestion de l'agrément de conduite qui pilotent l'embrayage (14) en couple et/ou le moteur (10) du véhicule en vitesse et/ou en couple et qui sont destinées à compenser la variabilité du comportement dynamique du moteur (10), de la boîte de vitesses (18) et du
15 reste du véhicule (22),

- un module (28) de pilotage de l'embrayage (14) en couple, qui détermine une valeur de consigne d'une grandeur physique de commande de l'embrayage pour obtenir un couple transmissible souhaité dans l'embrayage en fonction d'une consigne de couple à transmettre, délivrée
20 par le module de supervision de la transmission, et de divers signaux de grandeurs physiques, d'état ou de commande qui sont mesurés sur le moteur, sur la boîte de vitesses et sur le reste du véhicule,

- et un module (26) de pilotage de l'actionneur (24) de l'embrayage, qui commande l'actionneur pour obtenir une grandeur physique de commande
25 de l'embrayage en fonction d'une consigne fournie par le module de pilotage en couple de l'embrayage et de divers signaux de grandeurs physiques, d'état ou de commande qui sont mesurés sur le moteur, sur la boîte de vitesses et sur le reste du véhicule.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le
30 module (28) de pilotage en couple de l'embrayage comprend des moyens (58) de détermination d'une consigne (44) du paramètre de commande de

l'embrayage à partir d'une courbe apprise (72) de variation de ladite consigne du paramètre de commande en fonction de la consigne de couple transmissible par l'embrayage.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il
5 comprend des moyens (74) de calcul de la courbe (72) de variation de la consigne de paramètre de commande de l'embrayage en fonction du signal de consigne (42) du couple transmissible par l'embrayage, ces moyens de calcul (74) étant reliés aux moyens de détermination (58) précités et recevant en entrée des valeurs réelles du paramètre de commande de
10 l'embrayage et du couple transmis par l'embrayage, ces valeurs étant mesurées ou estimées pendant les phases de glissement de l'embrayage.

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que lesdits
moyens de calcul (74) comprennent un modèle mathématique de la courbe
de variation précitée et des moyens de mise à jour des paramètres de ce
15 modèle en fonction des variations mesurées ou estimées du paramètre de commande de l'embrayage et du couple transmis par l'embrayage, permettant de tenir des évolutions à long terme de l'embrayage, telles par exemple que son usure.

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que les
20 moyens de calcul (74) sont conçus pour déterminer au moins une norme qui mesure l'écart entre des valeurs mesurées de couple et de paramètre de commande et une fonction mathématique de variation du couple en fonction du paramètre de commande ou de variation du paramètre de commande en fonction du couple, et pour minimiser cette norme en
25 recherchant les valeurs de ses paramètres qui annulent ses dérivées partielles.

6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le module (28) de pilotage en couple de l'embrayage comprend un
circuit de régulation (52) recevant le signal de consigne (42) du couple
30 transmissible par l'embrayage et une mesure ou une estimation (66) du couple réellement transmis par l'embrayage et générant un signal d'écart

appliqué à un circuit de correction (50).

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que le circuit de régulation (52) du module (28) de pilotage en couple prend en compte les variations à court terme des caractéristiques de l'embrayage, telles que
5 celles dues aux variations de température, et les défauts de modélisation de la courbe (70) de variation du paramètre de commande de l'embrayage en fonction du signal de consigne de couple transmissible par l'embrayage.

8. Dispositif selon la revendication 6 ou 7, caractérisé en ce que le circuit de correction (50) est un correcteur du type P (proportionnelle) ou PI
10 (proportionnelle-intégrale) numérique ou PI2 (proportionnelle-intégrale-intégrale) numérique, ou PID (proportionnelle-intégrale-dérivée) numérique à dérivée filtrée, ou un régulateur à dérivateur d'ordre non entier de type CRONE, ou un élément d'un correcteur RST discrétisé ou un filtre numérique.

15 9. Dispositif selon l'une des revendications 6 à 8, caractérisé en ce qu'il comprend, en parallèle avec le circuit de régulation (52) un circuit (54) de mise en forme en boucle ouverte recevant le signal de consigne (42) de couple transmissible, ce circuit de mise en forme (54) comprenant des moyens de mise à l'échelle, par exemple pour une normalisation du signal
20 de consigne (42) de couple transmissible par rapport à un couple moteur maximal et éventuellement un filtre numérique pour l'amplification ou la réduction de certaines fréquences et l'adaptation du pilotage en couple à une stratégie d'accouplement-désaccouplement du moteur et de la boîte de vitesses.

25 10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que les signaux de sortie du circuit (54) de mise en forme en boucle ouverte et du circuit (52) de régulation sont appliqués à des moyens de sélection (56) qui transmettent l'un de ces signaux de sortie aux moyens (58) de détermination d'une consigne correspondante du paramètre de commande
30 de l'embrayage.

11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que les

moyens de sélection (56) sont destinés à bloquer la transmission du signal de sortie du circuit de régulation (52) pour accélérer la réponse du dispositif, par exemple pour éviter le calage du moteur (10), et/ou pour découpler les régulations dans le cas d'une boîte de vitesses (18) à deux arbres d'entrée (16) parallèles et deux embrayages (14) de liaison de ces arbres d'entrée à l'arbre de sortie du moteur (10).

12. Dispositif selon l'une des revendications 2 à 11, caractérisé en ce que la sortie des moyens de détermination (58) est reliée par des moyens de mise en forme (60) au module (26) de pilotage de l'actionneur.

10 13. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que la sortie du circuit (54) de mise en forme en boucle ouverte est reliée aux moyens (58) de détermination d'une consigne du paramètre de commande de l'embrayage à partir d'une courbe apprise (72) de variation de cette consigne en fonction du signal de consigne (42) de couple transmissible par l'embrayage, les signaux de sortie de ces moyens de détermination (58) et du circuit de régulation (52) étant appliqués à un sommateur d'effets (76) reliés par des moyens (60) de mise en forme au module (26) de pilotage de l'actionneur.

20 14. Dispositif selon la revendication 13, caractérisé en ce que la sortie du circuit de régulation (52) est appliquée à une entrée du sommateur d'effets (76) par l'intermédiaire de moyens de sélection (56) permettant de bloquer le signal de sortie de ce circuit de régulation.

25 15. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que le signal de sortie du circuit (54) de mise en forme en boucle ouverte est appliqué à une entrée d'un sommateur d'effets (76) dont une autre entrée reçoit le signal de sortie du circuit de régulation (52) par l'intermédiaire des moyens de sélection (56) permettant de neutraliser ce circuit de régulation (52), la sortie du sommateur d'effets (76) étant reliée aux moyens (58) de détermination d'une consigne de paramètre de commande de l'embrayage à partir d'une courbe apprise (72) de variation de cette consigne en fonction du signal de consigne (42) de couple transmissible par l'embrayage.

30

16. Dispositif selon la revendication 15, caractérisé en ce que la sortie desdits moyens de détermination (58) est reliée par des moyens de mise en forme (60) au module (26) de pilotage de l'actionneur.

17. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens d'estimation en temps réel du couple transmis par l'embrayage, ces moyens comprenant des moyens de calcul du couple transmis par l'embrayage à partir des équations de couple moteur et de charge du véhicule et d'une mesure ou d'une estimation du couple moteur, de la vitesse moteur, de la vitesse du véhicule, de la charge du véhicule et de l'inertie du véhicule.

18. Dispositif selon la revendication 17, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de calcul du couple transmis vu du côté moteur, des moyens de calcul du couple transmis vu du côté boîte de vitesses, et des moyens (102) de sélection de l'un ou de l'autre des couples calculés ou de combinaison linéaire de ces deux couples pour l'obtention d'un couple transmis estimé (66) appliqué au circuit de régulation (52) du module (28) de pilotage en couple.

19. Dispositif selon la revendication 17 ou 18, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens d'apprentissage de l'inertie moteur et du frottement visqueux équivalent de l'équipage mobile du moteur pendant des phases de pilotage du moteur où le couple transmis par l'embrayage est nul, et des moyens d'apprentissage de l'inertie du véhicule, du frottement visqueux équivalent de la transmission ramenée à l'entrée de la boîte de vitesses et de la charge du véhicule pendant les phases de déplacement en roue libre du véhicule où le couple transmis par l'embrayage est nul.

20. Dispositif selon la revendication 17 ou 18, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de calcul des inerties du moteur et du véhicule, des frottements visqueux équivalents du moteur et de la transmission du véhicule, et de la charge du véhicule à partir de mesures des vitesses de rotation du moteur et de l'entrée de la boîte de vitesses et du couple produit par le moteur diminué du couple des accessoires.

21. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la boîte de vitesses (18) comprend deux arbres d'entrée parallèles (16) reliés chacun par un embrayage (14) à l'arbre de sortie (12) du moteur (10), chaque embrayage (14) étant commandé par un
5 actionneur (24) piloté par un dispositif précité comprenant un module (26) de pilotage d'actionneur et un module (28) de pilotage en couple de l'embrayage.

10

15

1/5

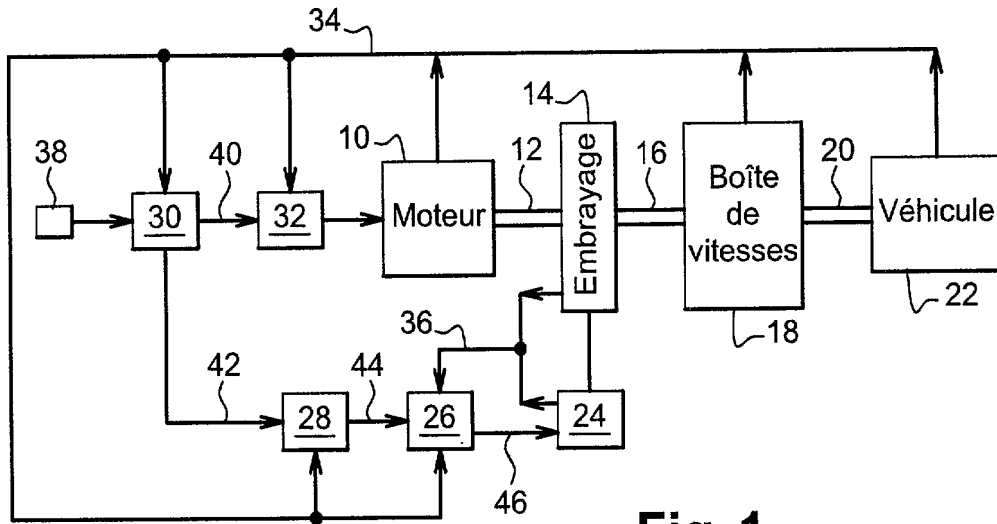


Fig. 1

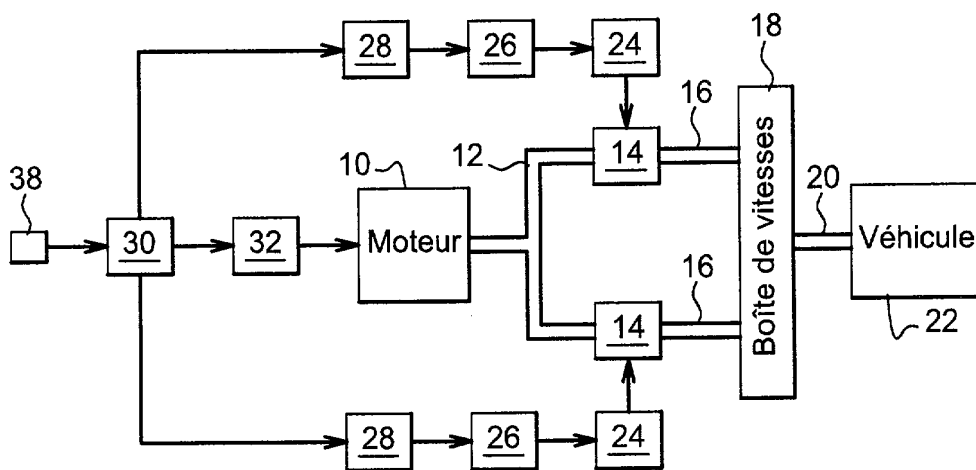


Fig. 2

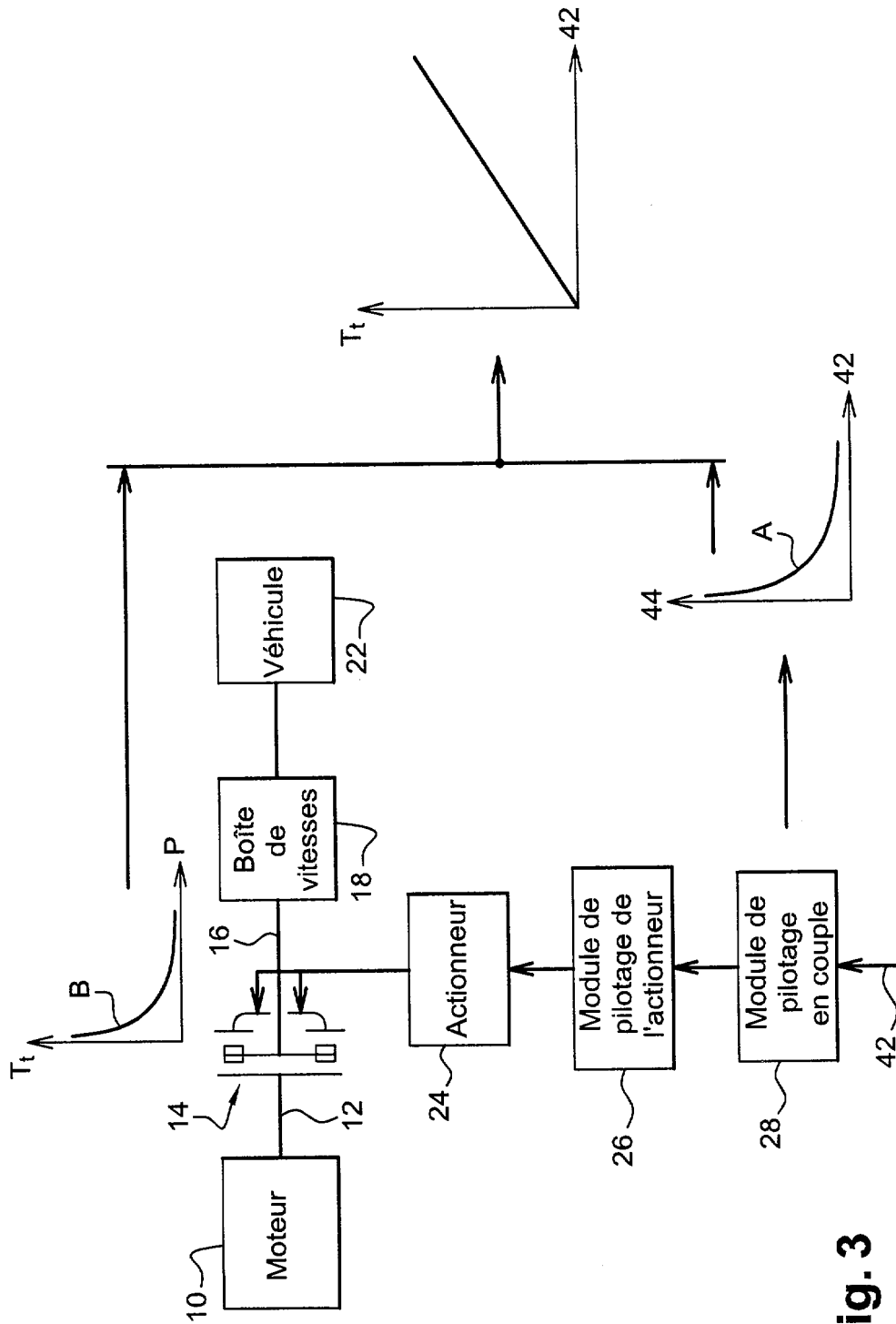


Fig. 3

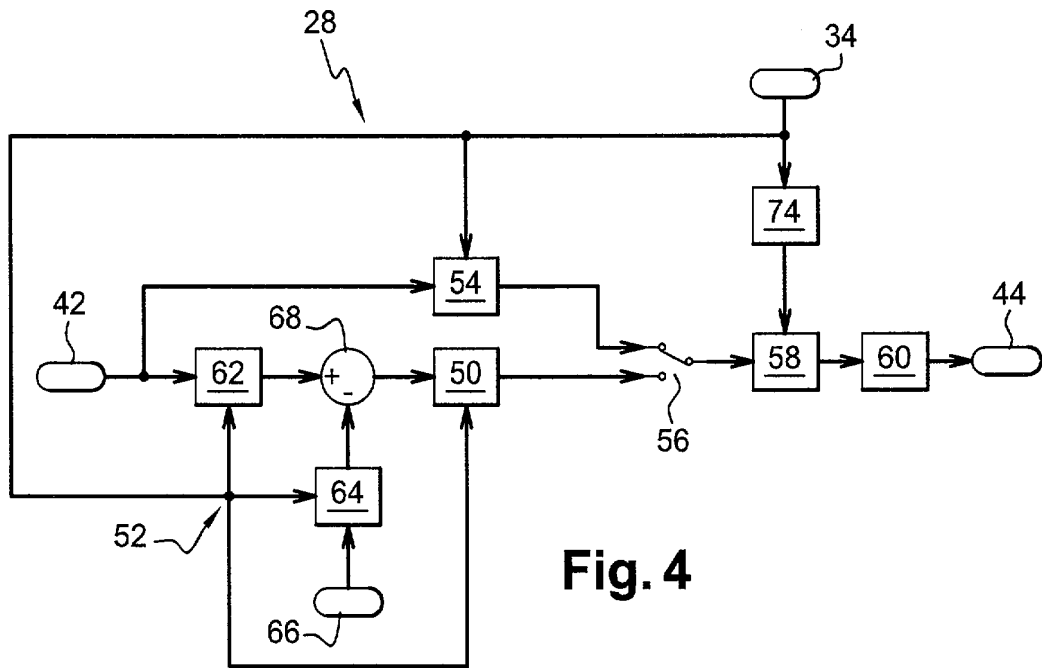


Fig. 4

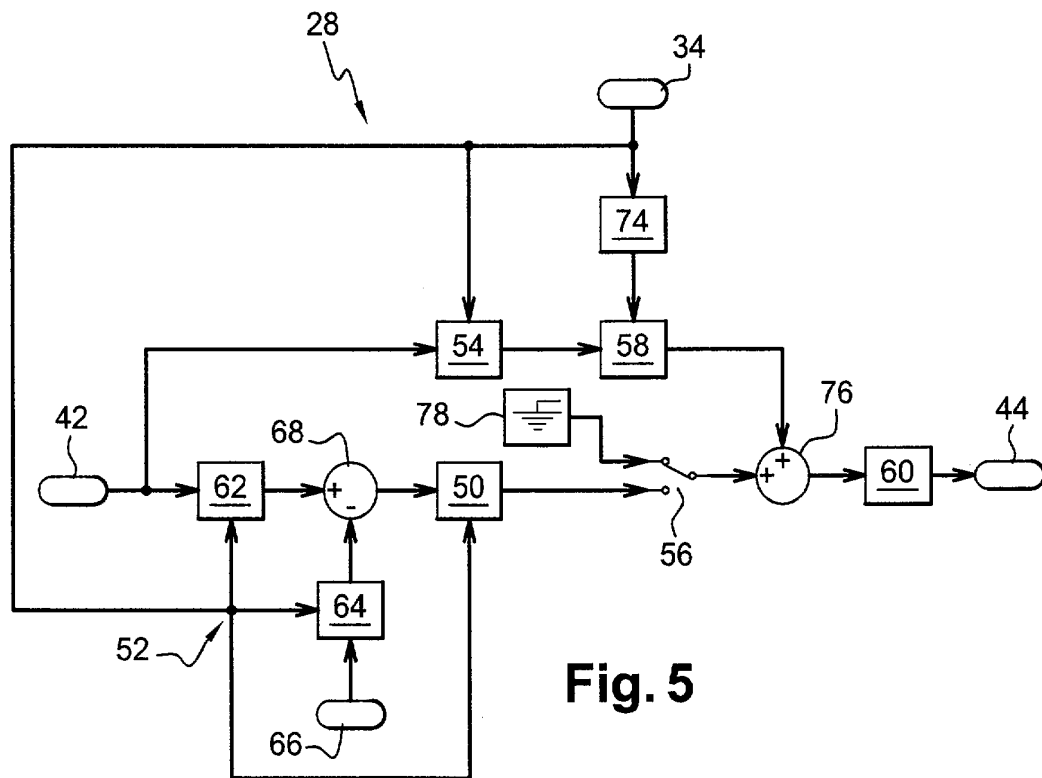


Fig. 5

4/5

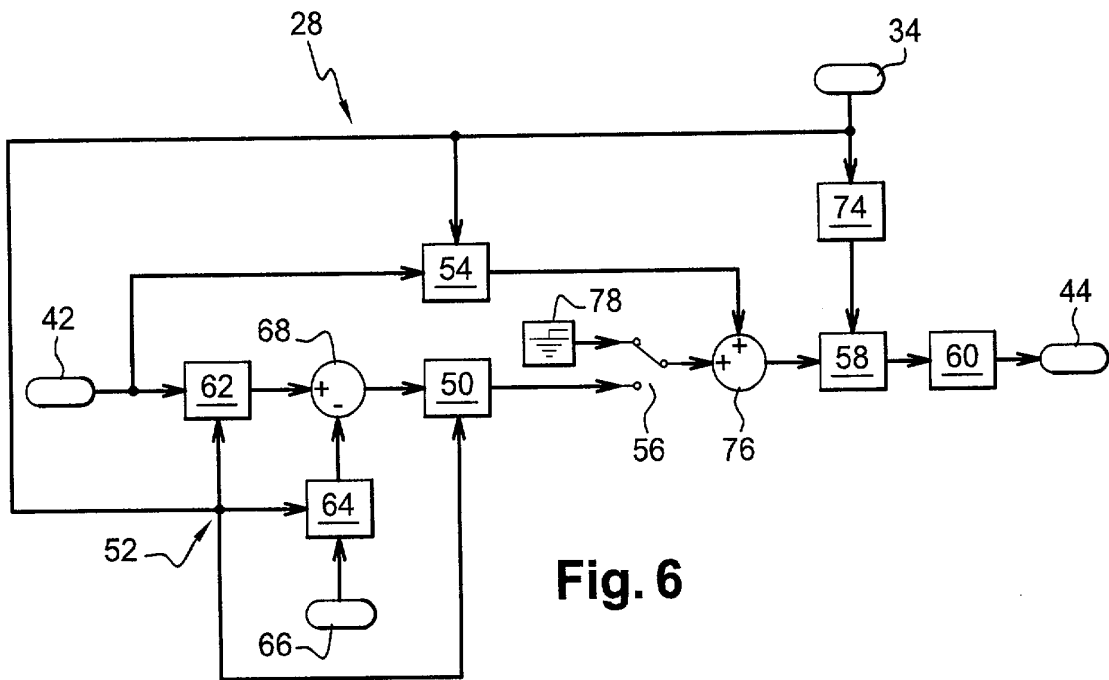


Fig. 6

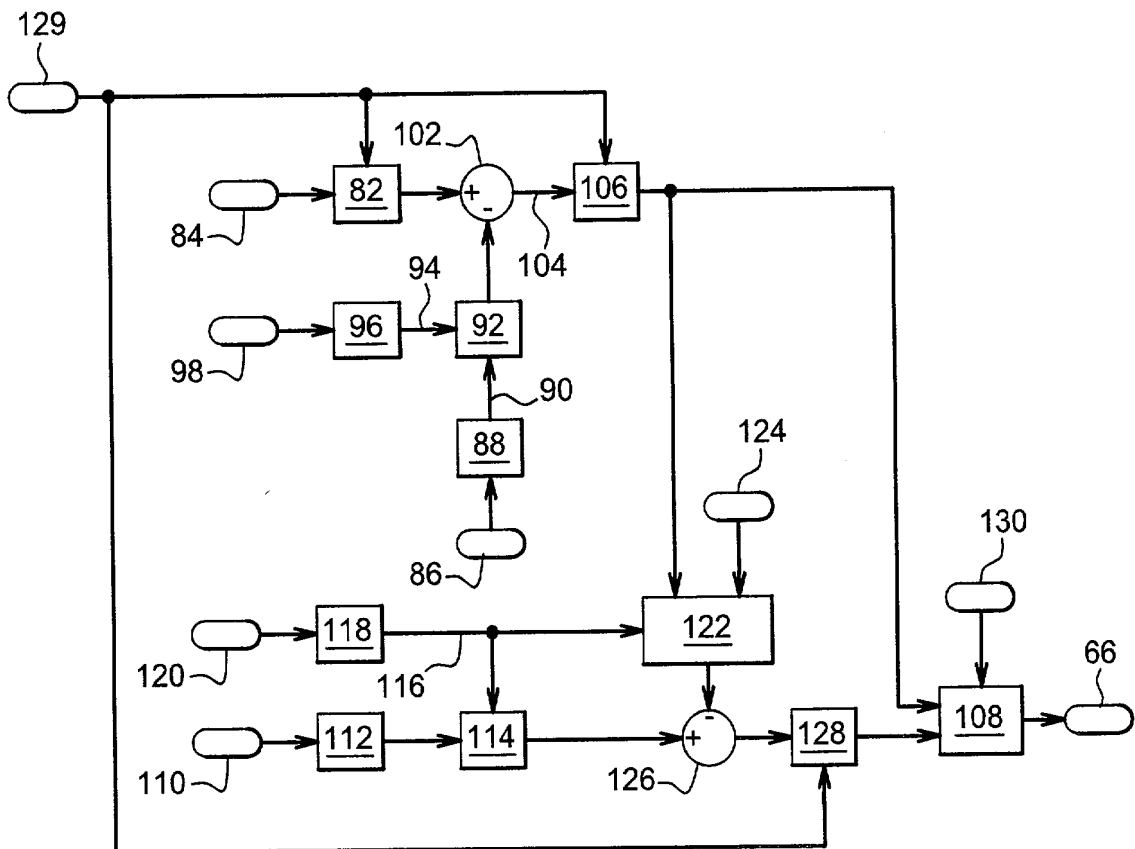


Fig. 7



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 633631
FR 0305783

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2002/042325 A1 (PINDL STEPHAN ET AL) 11 avril 2002 (2002-04-11) * page 4, alinéa 63 - alinéa 76; figure 13 *	1,2	B60K41/02
A	EP 0 856 677 A (MAGNETI MARELLI SPA) 5 août 1998 (1998-08-05) * revendications *	1-4,6,17	
A	US 2002/134637 A1 (RAUSER MARTIN ET AL) 26 septembre 2002 (2002-09-26) * page 26, alinéa 419 - alinéa 424 *	1,6,17	
A	DE 100 60 642 A (SIEMENS AG) 20 juin 2002 (2002-06-20) * figure 4 *	1,6,17	
A	FR 2 794 509 A (MANNESMANN SACHS AG) 8 décembre 2000 (2000-12-08) * revendication 5 *	1,6,17	
A	FR 2 830 217 A (BOSCH GMBH ROBERT) 4 avril 2003 (2003-04-04) * revendications *	1	
A	DE 100 36 820 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 7 février 2002 (2002-02-07) * revendications; figure 2 *	21	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
5 mars 2004		Bufacchi, B	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p>		<p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>	

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0305783 FA 633631**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 05-03-2004

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2002042325 A1	11-04-2002	WO 0156826 A1	09-08-2001
		DE 50004648 D1	15-01-2004
		EP 1165340 A1	02-01-2002

EP 0856677 A	05-08-1998	IT T0970086 A1	04-08-1998
		BR 9800415 A	29-06-1999
		DE 69813921 D1	05-06-2003
		EP 0856677 A1	05-08-1998
		ES 2198607 T3	01-02-2004
		US 6151544 A	21-11-2000

US 2002134637 A1	26-09-2002	US 6386351 B1	14-05-2002
		US 6105743 A	22-08-2000
		US 5890992 A	06-04-1999
		CN 1111005 A ,B	01-11-1995
		DE 19504847 A1	28-09-1995
		DE 19504935 A1	24-08-1995
		FR 2716516 A1	25-08-1995
		FR 2721987 A1	05-01-1996
		FR 2763373 A1	20-11-1998
		FR 2764664 A1	18-12-1998
		FR 2767364 A1	19-02-1999
		FR 2767288 A1	19-02-1999
		GB 2286862 A ,B	30-08-1995
		GB 2286863 A ,B	30-08-1995
		GB 2319817 A ,B	03-06-1998
		GB 2319818 A ,B	03-06-1998
		GB 2319819 A ,B	03-06-1998
		GB 2319820 A ,B	03-06-1998
		GB 2320531 A ,B	24-06-1998
		GB 2320533 A ,B	24-06-1998
		GB 2320534 A ,B	24-06-1998
		GB 2320535 A ,B	24-06-1998
		GB 2320536 A ,B	24-06-1998
		GB 2320537 A ,B	24-06-1998
		GB 2320538 A ,B	24-06-1998
		GB 2324583 A ,B	28-10-1998
		GB 2325036 A ,B	11-11-1998
JP 7269694 A	20-10-1995		
JP 7301326 A	14-11-1995		
SE 516922 C2	19-03-2002		
SE 9500640 A	24-08-1995		
SE 512269 C2	21-02-2000		
SE 9500641 A	24-08-1995		
SE 521372 C2	28-10-2003		
SE 9901247 A	08-04-1999		

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0305783 FA 633631**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 05-03-2004

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2002134637 A1		SE 9901342 A	15-04-1999
		SE 521452 C2	04-11-2003
		SE 9901343 A	15-04-1999
		SE 521453 C2	04-11-2003
		SE 9901344 A	15-04-1999
		US 5679091 A	21-10-1997
		CN 1128330 A	07-08-1996

DE 10060642 A	20-06-2002	DE 10060642 A1	20-06-2002
		WO 0246636 A1	13-06-2002
		EP 1339996 A1	03-09-2003

FR 2794509 A	08-12-2000	DE 19925664 A1	21-12-2000
		FR 2794509 A1	08-12-2000

FR 2830217 A	04-04-2003	DE 10148343 A1	10-04-2003
		FR 2830217 A1	04-04-2003
		IT MI20022032 A1	31-03-2003
		JP 2003176736 A	27-06-2003
		US 2003064856 A1	03-04-2003

DE 10036820 A	07-02-2002	DE 19937716 C1	30-11-2000
		DE 10036820 A1	07-02-2002

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82