

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 18.02.93.

30 Priorité :

43 Date de la mise à disposition du public de la demande : 26.08.94 Bulletin 94/34.

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) : ANTONOV Roumen — FR.

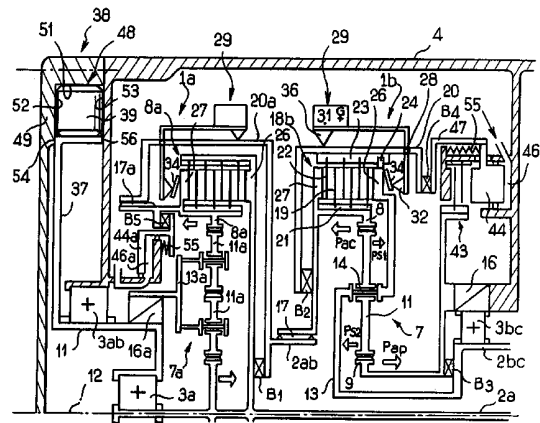
72 Inventeur(s) : ANTONOV Roumen.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire : Pontet et Allano Sarl.

54 Dispositif de transmission, en particulier pour véhicule, et procédés de pilotage s'y rapportant.

57 Le dispositif de transmission (1b) comprend un train épicycloïdal (7) avec une couronne (8) reliée à l'entrée (2ab) et une roue planétaire (9) empêchée de tourner en inverse par une roue libre (16). Un porte-satellites (13) est relié à l'arbre de sortie (2bc). La couronne (8) et le porte-satellites (13) peuvent être accouplés par un embrayage (18b) actionné au serrage par des masselottes (29) et un ressort (34) pour réaliser une prise directe. Si le serrage est suffisant pour le couple à transmettre, la roue planétaire (9) ralentit puis est immobilisée par la roue libre (16). Le dispositif fonctionne alors en réducteur, tandis qu'une poussée axiale (Pac) due aux dents hélicoïdales apparaît et desserre l'embrayage.



- 1 -

La présente invention concerne un dispositif de transmission automatique à au moins deux rapports, en particulier pour véhicule.

La présente invention concerne également des  
5 procédés pour piloter un tel dispositif de transmission.

On connaît d'après le WO-A-9207206 une transmission automatique dans laquelle un embrayage relie sélectivement deux organes rotatifs d'un engrenage différentiel tel qu'un train épicycloïdal selon que  
10 l'une ou l'autre de deux forces antagonistes domine. Ils s'agit par exemple d'une poussée axiale produite par une denture hélicoïdale montée mobile axialement, tendant à desserrer l'embrayage à l'encontre de  
15 ressorts et/ou d'une force produite par un moyen tachymétrique centrifuge, tendant à serrer l'embrayage. Lorsque l'embrayage est desserré, il faut empêcher la rotation d'un troisième organe rotatif de l'engrenage différentiel, et cela peut être assuré par une roue  
20 libre empêchant ce troisième organe de tourner en inverse.

Ce type de transmission est très avantageux car son fonctionnement de base ne nécessite ni source de puissance extérieure, ni capteurs, ni circuit de  
25 pilotage. C'est le dispositif de transmission lui-même qui produit les forces qui vont le piloter et ces forces sont en même temps une mesure des paramètres nécessaires au pilotage.

Cependant, un tel dispositif de transmission n'est  
30 pas directement capable d'optimiser le fonctionnement en retenue, c'est à dire lorsqu'on relâche la pédale d'accélérateur pour que le moteur assure un certain freinage du véhicule. Dans ce cas, le couple résistant du moteur ne dépend plus que de sa vitesse de rotation  
35 et n'est donc pas indicatif de la décélération souhaitée par le conducteur. De plus, dans le cas où le couple est détecté par une réaction de denture

hélicoïdale, cette réaction change de sens lors du fonctionnement en retenue et elle ne tend donc plus à desserrer l'embrayage. En outre, dans le cas de la structure à roue libre, même si la réaction de denture  
5 était capable de desserrer l'embrayage pour créer ainsi l'une des conditions du fonctionnement en réducteur, une autre condition demeurerait non satisfaite : pendant le fonctionnement en retenue, le troisième organe rotatif de l'engrenage différentiel tend à  
10 tourner non pas en inverse, mais à grande vitesse dans le sens normal, ce que la roue libre ne peut pas empêcher.

Le but de la présente invention est de proposer un dispositif de transmission du type dans lequel les  
15 moyens d'accouplement sélectif sont commandés par des forces antagonistes variables, mais qui permette en outre de provoquer le fonctionnement en réducteur dans des conditions autres que celles définies par les forces antagonistes, notamment lorsque le moteur du  
20 véhicule fonctionne en retenue.

Suivant l'invention, le dispositif de transmission comprenant une combinaison de dentures interengrenées et un moyen d'accouplement sélectif attaqué par des moyens de sollicitation antagonistes produisant des  
25 forces dont une au moins varie de manière monotone en fonction d'au moins un paramètre de fonctionnement du dispositif de transmission, la combinaison de dentures réalisant deux rapports de transmission différents selon que le moyen d'accouplement sélectif est dans un  
30 état accouplé ou dans un état désaccouplé, est caractérisé par des moyens de sollicitation supplémentaire pour appliquer sélectivement au moyen d'accouplement une force supplémentaire favorisant l'un des états accouplé et désaccouplé du dispositif de  
35 transmission.

Les moyens de sollicitation supplémentaires introduisent dans le dispositif de transmission une

force qui simule un accroissement ou une réapparition de l'une des forces antagonistes pilotant normalement le dispositif, de manière à davantage favoriser le fonctionnement du dispositif selon l'un des rapports de transmission par rapport au cas du pilotage automatique par les moyens de sollicitation antagonistes seuls.

De préférence, la combinaison de dentures est un engrenage différentiel comprenant plusieurs éléments rotatifs portant des dentures interengrenées, et le moyen d'accouplement sélectif est un embrayage monté fonctionnellement entre deux des éléments rotatifs pour faire sélectivement fonctionner l'engrenage différentiel selon un premier et un deuxième rapport de transmission, tandis qu'une roue libre empêche un élément rotatif de réaction de l'engrenage différentiel de tourner en inverse lorsque l'embrayage permet une rotation relative entre ses deux éléments. Dans ce cas, il est avantageusement prévu :

- des moyens d'immobilisation pour sélectivement bloquer l'élément rotatif de réaction indépendamment de la roue libre ; et
- des moyens d'actionnement pour simultanément actionner les moyens d'immobilisation dans le sens du blocage et les moyens de sollicitation supplémentaire dans le sens du desserrage de l'embrayage.

En activant les moyens d'actionnement, on assure à la fois le desserrage de l'embrayage et l'immobilisation de l'organe de réaction même lorsqu'il tend à tourner dans le sens normal. On réalise donc ainsi les conditions nécessaires pour que l'embrayage différentiel fonctionne en réducteur même si l'arbre d'entrée du dispositif est soumis à un couple négatif, c'est à dire s'exerçant en sens contraire du sens de rotation (couple de retenue).

Selon un deuxième aspect de l'invention, le procédé pour piloter un dispositif de transmission selon le

premier aspect, dans lequel les moyens de sollicitation antagonistes comprennent des moyens élastiques tendant à accoupler les moyens d'accouplement, est caractérisé en ce que pour la mise en mouvement d'un arbre de  
5 sortie du dispositif, on active les moyens de sollicitation supplémentaire pour placer le moyen d'accouplement sélectif à l'état désaccouplé à l'encontre des moyens élastiques de façon que la mise en mouvement débute avec le rapport de transmission le  
10 plus court.

De manière classique, on dit qu'un rapport de transmission est "court" ou "bas" lorsqu'il correspond à une faible vitesse de la sortie par rapport à la vitesse d'entrée. Dans le cas contraire, le rapport est  
15 dit "long" ou "élevé".

Selon un troisième aspect de l'invention, le procédé pour piloter un dispositif de transmission selon le premier aspect est caractérisé en ce que lorsque le couple appliqué à un arbre d'entrée du  
20 dispositif est en sens contraire de la rotation de cet arbre, on active sélectivement les moyens de sollicitation supplémentaire pour faire fonctionner la combinaison de dentures avec son rapport de transmission le plus court.

Selon un quatrième aspect de l'invention, le procédé pour piloter un dispositif de transmission selon le premier aspect est caractérisé en ce qu'on active les moyens de sollicitation supplémentaire lorsqu'on détecte une forte demande de puissance de la  
30 part du conducteur du véhicule.

Selon un cinquième aspect de l'invention, le procédé pour piloter un dispositif de transmission selon le premier aspect, est caractérisé en ce qu'on active les moyens de sollicitation supplémentaire de  
35 façon qu'ils appliquent au moyen d'accouplement sélectif une force qui ne surmonte celle de masselottes centrifuges tendant à accoupler le moyen d'accouplement

que si la force des masselottes correspond à une vitesse permettant de passer du plus long au plus court des deux rapports de transmission sans risque de survitesse à l'entrée du dispositif.

5 D'autres particularités et avantages de l'invention ressortiront encore de la description ci-après, relative à des exemples non-limitatifs.

Aux dessins annexés :

- 10 - la figure 1 est une vue en coupe longitudinale schématique d'une transmission à quatre rapports comprenant plusieurs dispositifs de transmission successifs selon l'invention, au repos en haut de la figure et au point mort en bas de la figure ;
- la figure 2 est une vue à échelle agrandie de la 15 partie supérieure gauche de la figure 1 ;
- les figures 3 à 5 sont des vues analogues à la moitié supérieure de la figure 1, mais relatives au fonctionnement en 2ième vitesse, en 4ième vitesse, et respectivement en retenue en 3ième 20 vitesse ;
- la figure 6 est une vue de face schématique de la pompe de démarrage des figures 1 à 5 ;
- la figure 7 est un schéma hydraulique de la transmission des figures 1 à 5 ;
- 25 - la figure 8 est relative à une variante de schéma hydraulique pour la transmission des figures 1 à 5 ;
- la figure 9 correspond à la partie supérieure gauche de la figure 1, mais dans le cas d'un 30 deuxième mode de réalisation ; et
- la figure 10 correspond à la partie droite de la figure 1, mais dans le cas d'un troisième mode de réalisation.

La transmission à quatre rapports représentée à la 35 figure 1, destinée en particulier à une automobile, comprend trois dispositifs de transmission -ou modules- successifs 1a, 1b, 1c, à deux rapports chacun, montés

- 6 -

en série entre un arbre d'entrée 2a et un arbre de sortie 2c de la transmission. L'arbre d'entrée 2a constitue aussi l'arbre d'entrée dans le module 1a. Il est relié à l'arbre de sortie d'un moteur 5 de véhicule sans interposition d'embrayage. L'arbre de sortie 2c constitue en même temps l'arbre de sortie du module 1c et comporte une roue dentée destinée à entraîner par engrènement l'entrée d'un différentiel pour l'entraînement des roues motrices d'un véhicule. Entre la roue dentée et l'entrée du différentiel peut être interposé un inverseur marche avant - marche arrière à commande manuelle.

L'arbre d'entrée 2a traverse toute la transmission, le premier module 1a étant le plus éloigné du moteur du véhicule. Le troisième module 2c est le plus proche du moteur, de sorte que la roue dentée de sortie est tout près du moteur. Les modules 1b et 1c sont disposés autour de l'arbre d'entrée 2a sans être liés en rotation à lui.

Il y a le long de l'axe géométrique 12 de la transmission, entre l'arbre d'entrée 2a et l'arbre de sortie 2c, deux arbres intermédiaires successifs 2ab, 2bc, qui constituent chacun l'arbre de sortie du module 1a, 1b respectivement situé en amont, et l'arbre d'entrée du module 1b, 1c respectivement situé en aval. Les arbres d'entrée 2a, intermédiaires 2ab, 2bc et de sortie 2c sont immobilisés axialement relativement à un carter 4 de la transmission. Pour cela, l'arbre d'entrée 2a est supporté en rotation, avec immobilisation axiale, dans un moyeu 11 au moyen d'un palier 3a. Le moyeu 11 est lui-même supporté en rotation, avec immobilisation axiale, relativement au carter 4 par un palier 3ab. L'arbre intermédiaire 2ab est immobilisé axialement par appui axial, avec liberté de rotation relative, contre l'arbre d'entrée 2a au moyen d'une butée axiale B1. L'arbre intermédiaire 2bc et l'arbre de sortie 2c sont chacun supportés par un

palier à roulement 3bc, 3c relativement au carter 4.

Chaque module est capable de fonctionner en réducteur ou en prise directe. Un premier rapport est réalisé lorsque les trois modules fonctionnent en réducteur, un deuxième rapport lorsque le premier module 1a fonctionne en prise directe et les deux autres en réducteur, un troisième rapport avec les deux premiers modules 1a et 1b en prise directe et le troisième 1c en réducteur, et un quatrième rapport avec les trois modules en prise directe.

On va maintenant décrire plus en détail, en référence à la figure 2 le module 1b, cette description étant valable aussi pour le module 1c qui est identique au module 1b excepté que son arbre d'entrée est l'arbre 2bc et que son arbre de sortie est l'arbre 2c supporté par le palier 3c.

Un train épicycloïdal 7 comprend une couronne 8 à denture intérieure et une roue planétaire 9 à denture extérieure, engrenant toutes deux avec des satellites 11 supportés, à intervalles angulaires égaux autour de l'axe 12 du dispositif de transmission, par un porte-satellites 13 relié rigidement à l'arbre de sortie 2bc. Les satellites 11 peuvent tourillonner librement autour de tourillons excentrés 14 du porte-satellites 13. La roue planétaire 9 peut tourner librement autour de l'axe 12 du dispositif de transmission par rapport à l'arbre de sortie 2bc qu'elle entoure. Toutefois, un dispositif de roue libre 16 empêche la roue planétaire 9 de tourner en inverse, c'est à dire en sens inverse du sens normal de rotation de l'arbre d'entrée 2ab, par rapport au carter 4 de la transmission.

La couronne 8 est liée en rotation, mais libre en coulissement axial relativement à l'arbre d'entrée 2ab du module, par l'intermédiaire de cannelures 17.

Un embrayage 18b est disposé autour de la couronne 8. Il comprend un empilement de disques annulaires 19 alternant avec des disques annulaires 22. Les disques



- 8 -

19 sont reliés en rotation à la couronne 8 avec possibilité de coulisement axial. Pour cela, les disques 19 ont des dents intérieures engagées dans des cannelures 21 solidaires de la couronne 8. Les disques  
5 22 sont liés en rotation, avec possibilité de coulisement axial, au porte-satellites 13. Pour cela, une cage 20 comporte, sur sa face radialement intérieure, des cannelures 23 dans lesquelles sont engagées de façon axialement coulissante d'une part des  
10 dents extérieures des disques 22 et d'autre part des dents extérieures 24 du porte-satellites 13.

L'empilement de disques 19 et 22 peut être serré axialement entre un plateau de retenue 26 solidaire du porte-satellites 13 et un plateau mobile 27 qui est  
15 solidaire de la couronne 8. Le plateau 27 est donc mobile axialement avec la couronne 8.

La cage 20 supporte des masselottes centrifuges 29 disposées en couronne autour de l'embrayage 18b.

Les masselottes sont donc liées en rotation à  
20 l'arbre de sortie 2bc du module 1b auquel elles appartiennent.

Chaque masselotte a un corps massif 31 situé radialement à l'extérieur des disques 19 et 22 et un bec d'actionnement 32 appuyé contre une face extérieure  
25 du plateau fixe 26 par l'intermédiaire d'un ressort belleville 34. Le bec 32 est relié au corps massif 31 par un bras coudé 33 articulé à la cage 20 autour d'un axe géométrique 28 orienté tangentiellement par rapport à l'axe 12 du dispositif. Le WO-A-91/13275 décrit des  
30 dispositions avantageuses pour le montage articulé de telles masselottes. Le centre de gravité G de la masselotte est situé à l'intérieur ou au voisinage du corps massif 31, en une position qui présente par rapport à l'axe 28 un certain écartement mesuré  
35 parallèlement à l'axe 12 du dispositif.

Ainsi, la rotation du porte-satellites 13 tend à faire pivoter radialement vers l'extérieur les corps 31

des masselottes 29 autour de leur axe tangentiel 28 sous l'action de leur force centrifuge  $F_a$ , pour les faire passer d'une position de repos définie par une butée 36 contre la cage 20 à une position écartée visible à la figure 4.

Il en résulte alors un déplacement axial relatif entre le bec 32 et l'axe d'articulation 28 de la masselotte, donc entre le bec 32 et la cage 20. Relativement au sens de déplacement correspondant à l'écartement centrifuge des masselottes 29, la cage 20 est appuyée axialement contre la couronne 8, avec liberté de rotation relative, par une butée axiale B2.

Ainsi, le déplacement de la cage 20 par rapport au bec 32 provoque un mouvement de rapprochement relatif entre le bec 32 et le plateau mobile 27 de l'embrayage 18b. Ce déplacement relatif peut correspondre à une compression du ressort belleville 34 et/ou à un déplacement du plateau mobile 27 vers le plateau fixe 26 dans le sens du serrage de l'embrayage 18b.

Lorsque la transmission est au repos comme représenté en haut de la figure 1 et à la figure 2, le ressort belleville 34 transmet à la cage 20, par l'intermédiaire des masselottes 29 en butée au repos, une force qui serre l'embrayage 18b de sorte que l'entrée 2ab du module 1b est couplée en rotation avec la sortie 2bc et le module constitue une prise directe capable de transmettre du couple jusqu'à un certain maximum défini par la force de serrage du ressort belleville.

D'autre part, les dentures de la couronne 8, des satellites 11 et de la roue planétaire 9 sont de type hélicoïdal. Ainsi, dans chaque couple de dentures engrenant sous charge, il apparaît des poussées axiales opposées proportionnelles à la force circonférentielle transmise, donc au couple sur l'arbre d'entrée 2ab et au couple sur l'arbre de sortie 2bc. Le sens d'inclinaison hélicoïdale des dentures est choisi pour

- 10 -

que le sens de la poussée axiale Pac prenant naissance dans la couronne 8 lorsqu'elle transmet un couple moteur soit tel que le plateau mobile 27, entraîné axialement par la couronne 8, s'écarte du plateau de retenue 26 de l'embrayage. Les satellites 11, qui engrènent non seulement avec la couronne 8 mais aussi avec la roue planétaire 9, subissent deux réactions axiales opposées PS1 et PS2, qui s'équilibrent, et la roue planétaire 9 subit, compte-tenu de son engrènement avec les satellites 11, une poussée axiale Pap qui est égale en intensité et opposée à la poussée axiale Pac de la couronne 8. La poussée Pap de la roue planétaire 9 est transmise au carter 4 par l'intermédiaire d'une butée B3, du porte-satellites 13 et du palier 3bc. Ainsi, la poussée axiale Pac s'exerce sur le plateau mobile 27 de l'embrayage et par rapport au carter 4, donc par rapport au plateau de retenue 26 de l'embrayage, et ceci dans le sens tendant à desserrer l'embrayage 18b. Cette force, transmise par la butée B2 à la cage 20, tend aussi à rapprocher l'un de l'autre le bec 32 des masselottes 29 et le plateau de retenue 26, donc à maintenir les masselottes 29 dans leur position de repos et à comprimer le ressort belleville 34.

C'est la situation représentée à la figure 3. En supposant cette situation réalisée, on va maintenant décrire le fonctionnement de base du module 1b. Tant que le couple transmis au module par l'arbre d'entrée 2ab est tel que la poussée axiale Pac dans la couronne 8 suffit pour comprimer le ressort belleville 34 et maintenir les masselottes 29 dans la position de repos représentée à la figure 3, l'écartement entre le plateau de retenue 26 et le plateau mobile 27 de l'embrayage est tel que les disques 19 et 22 glissent les uns contre les autres sans transmettre de couple entre eux. Dans ce cas, le porte-satellites 13 peut tourner à une vitesse différente de celle de l'arbre

- 11 -

d'entrée 2ab, et il tend à être immobilisé par la charge que doit entraîner l'arbre de sortie 2bc du module. Il en résulte que les satellites 11 tendent à se comporter en inverseurs de mouvement, c'est à dire à  
5 faire tourner la roue planétaire 9 en sens inverse du sens de rotation de la couronne 8. Mais ceci est empêché par la roue libre 16. La roue planétaire 9 est donc immobilisée par la roue libre 16 et le porte-satellites 13 tourne à une vitesse qui est  
10 intermédiaire entre la vitesse nulle de la roue planétaire 9 et la vitesse de la couronne 8 et de l'arbre d'entrée 2ab. Le module fonctionne donc en réducteur. Si la vitesse de rotation augmente et que le couple reste inchangé, il arrive un instant où la force  
15 centrifuge produit entre le plateau de retenue 26 et le plateau mobile 27 une force axiale de serrage plus grande que la poussée axiale  $P_{ac}$ , et le plateau mobile 27 est poussé vers le plateau 26 pour réaliser la prise directe.

20 Lorsque l'embrayage 18b est serré, les dentures du train épicycloïdal 7 ne travaillent plus, c'est à dire qu'elles ne transmettent plus aucune force et elles ne donnent donc naissance à aucune poussée axiale. Ainsi, la poussée axiale due à la force centrifuge peut  
25 s'exercer pleinement pour serrer les plateaux 26 et 27 l'un vers l'autre. On comprend alors mieux le processus de passage en prise directe : dès que les disques 19 et 22 commencent à frotter les uns contre les autres et transmettent une partie de la puissance, les dentures  
30 sont déchargées d'autant, la poussée axiale  $P_{ac}$  diminue d'autant, et la suprématie de la force centrifuge se confirme de plus en plus jusqu'à ce que l'embrayage 18b assure totalement la prise directe.

Il peut alors arriver que la vitesse de rotation de  
35 l'arbre de sortie 2ab diminue, et/ou que le couple à transmettre augmente, au point que les masselottes 29 n'assurent plus dans l'embrayage 18b une force de

serrage suffisante pour transmettre le couple. Dans ce cas, l'embrayage 18b commence à patiner. La vitesse de la roue planétaire 9 diminue jusqu'à s'annuler. La roue libre 16 immobilise la roue planétaire et la force de denture Pac réapparaît pour desserrer l'embrayage, de sorte que le module fonctionne ensuite en réducteur. Ainsi, chaque fois qu'un changement entre le fonctionnement en réducteur et le fonctionnement en prise directe s'opère, la force axiale Pac varie dans le sens qui stabilise le rapport de transmission nouvellement institué. Ceci est très avantageux d'une part pour éviter les changements de rapport incessants autour de certains points de fonctionnement critiques, et d'autre part pour que les situations de patinage de l'embrayage 18b ne soient que transitoires.

Le rôle du ressort belleville 34 est double. D'une part, en serrant les embrayages lorsque la transmission est au repos, il réalise un couplage mécanique entre l'entrée et la sortie du module. Cette fonction étant assurée dans les trois modules, le véhicule à l'arrêt est retenu par le moteur lorsque celui-ci est lui-même à l'arrêt. Si l'embrayage 18b était desserré au repos, le véhicule ne serait pas empêché de rouler librement en marche avant car dans ce cas l'immobilisation de la couronne 8 par le moteur 4 ferait tourner la roue planétaire 9 en sens normal, ce que la roue libre 16 n'empêche pas.

D'autre part, le ressort belleville 34 permet au module de fonctionner en prise directe pour des vitesses, relativement basses, où la force centrifuge, proportionnelle au carré de la vitesse, serait si faible que le moindre couple à transmettre provoquerait, de manière non souhaitable en pratique, un maintien ou une tendance au retour au fonctionnement en réducteur.

On va maintenant exposer les différences présentées par le module 1a par rapport au module 1b.

L'utilisation d'un train épicycloïdal avec l'entrée sur la couronne et la sortie sur le porte-satellites ne permet guère de réaliser des rapports de réduction supérieurs à 1,4. Avec un tel rapport, la réduction de  
5 la vitesse du moteur lors du passage en 2ème vitesse serait de 40 %. Ceci est un peu faible pour le passage de première en deuxième vitesse. Si l'on fait l'entrée par le planétaire et la sortie par le porte-satellites, le rapport de réduction est en pratique au minimum de  
10 3, ce qui est trop. On peut par contre réaliser pratiquement n'importe quel rapport de réduction en entrant par le planétaire et en sortant par la couronne, mais dans ce cas la couronne tourne en sens contraire du planétaire, ce qui est un inconvénient  
15 rédhibitoire puisque le sens de rotation de la couronne ne serait pas le même pour le fonctionnement du module en prise directe et son fonctionnement en réducteur.

Pour résoudre simultanément toutes ces difficultés, le module 1a a son arbre d'entrée 2a relié à la roue  
20 planétaire 9a, son arbre de sortie 2ab entraîné par la couronne 8a, et pour que le sens de rotation de la couronne 8a soit le même que celui de la roue planétaire 9a même lors du fonctionnement en réducteur, chaque satellite est remplacé par une cascade de deux  
25 satellites 11a engrenant ensemble et engrenant l'un avec la roue planétaire 9a et l'autre avec la couronne 8a. Le porte-satellites 13a est relié au moyeu 11 par une roue libre 16a.

Le moyeu 11 est solidaire du rotor 37 d'un frein de  
30 démarrage 38.

Comme le montre également la figure 6, le frein 38 est constitué par une pompe à engrenages dont le rotor 37 constitue une roue planétaire menante entraînant quatre satellites de pompage 39 qui sont  
35 hydrauliquement en parallèle les uns avec les autres entre une aspiration 41 et un refoulement 42 qui peuvent être tous deux reliés à une réserve d'huile de

lubrification de la transmission. Une vanne 40 est montée dans le conduit de refoulement 42 pour sélectivement permettre ou empêcher le flux d'huile à travers la pompe, ou encore créer une perte de charge réglable à la sortie de la pompe. Lorsque la vanne 40 est fermée, l'huile, empêchée de circuler, bloque la pompe, de sorte que le rotor 37 ne peut plus tourner et la roue libre 16a ne permet au porte-satellites 13a que de tourner dans le sens normal. Si au contraire la vanne 40 est ouverte, le rotor 37 tourne librement. Dans ce cas, le porte-satellites 13a peut tourner en inverse en entraînant le moyeu 11 avec lui par la roue libre 16a, ce qui provoque le pompage dans le sens représenté à la figure 6. On provoque l'ouverture de la vanne 40 pour réaliser automatiquement une condition de point mort, c'est à dire de désaccouplement entre les arbres d'entrée 2a et de sortie 2c lorsque le véhicule est à l'arrêt (arbre de sortie 2c immobile) alors que l'arbre d'entrée 2a tourne. C'est grâce à cette fonction que l'on peut supprimer l'embrayage ou le convertisseur de couple traditionnellement monté entre le moteur 5 et la transmission. Pour provoquer la mise en mouvement progressive de l'arbre de sortie 2c, on ferme progressivement la vanne 40 pour freiner progressivement le rotor 37 au moyen d'une perte de charge croissante à travers la vanne 40.

En variante, on peut prévoir de monter en parallèle avec la vanne 40 un clapet anti-retour 45 permettant à l'huile de contourner la vanne 40 si elle tend à circuler en sens inverse de celui représenté à la figure 6, c'est à dire si l'huile tend à être aspirée à travers le refoulement 42, et refoulée à travers l'aspiration 41. Grâce à ce clapet anti-retour 45, il est possible de supprimer la roue libre 16a, la fonction de roue libre étant assurée hydrauliquement par le clapet anti-retour 45. Cette solution supprime l'encombrement, relativement important, d'une roue

- 15 -

libre, mais introduit une perte par frottement hydraulique lorsque le module la fonctionne en prise directe, situation dans laquelle le porte-satellites 13a tourne dans le sens normal à la même vitesse que l'arbre d'entrée 2a.

Comme le montre encore la figure 2, la pompe hydraulique matérialisant le frein 38 est réalisée de manière particulièrement simple : chaque satellite 39 est simplement enfermé dans une alvéole 48 d'un couvercle 49 fixé contre l'extrémité du carter 4 opposée au moteur 5. La surface périphérique 51 des alvéoles est en contact d'étanchéité avec les sommets des dents des satellites 39 et la surface de fond 52 des alvéoles 48 ainsi que la face terminale extérieure 53 du carter 4 sont en contact d'étanchéité avec les deux faces radiales de chaque satellites 39. En outre, le rotor 37 comprend, de part et d'autre de sa denture, deux faces annulaires 54 et 56, opposées, qui sont en contact d'étanchéité l'une avec le fond intérieur du couvercle 49 et l'autre avec la face extérieure 53 du carter 4. Ce sont les différents contacts d'étanchéité des sommets de dents des satellites et des faces radiales des satellites avec le couvercle 49 et le carter 4 qui assurent en même temps le guidage en rotation des satellites.

La cage 20a pour les masselottes 29 du module 1a est, comme dans les autres modules 1b et 1c, solidaire en rotation de l'arbre de sortie 2ab du module, mais elle en est aussi solidaire axialement. La cage 20a, et avec elle les axes 28 des masselottes 29, n'ont donc pas de mobilité axiale.

Par contre, les becs 32 des masselottes 29 s'appuient non plus sur le plateau de retenue 26, mais sur le plateau mobile 27 de l'embrayage 18a, toujours par l'intermédiaire d'un ressort Belleville 34. Le plateau mobile 27 est comme dans les autres modules solidaire de la couronne 8a, qui est mobile axialement



- 16 -

grâce à des cannelures 17a par rapport à la cage 20a liée en rotation à l'arbre de sortie 2ab. Le plateau de retenue 26 est solidaire de l'arbre d'entrée 2a.

Le fonctionnement du module 1a est similaire à  
5 celui des modules 1b et 1c. Les masselottes ou le ressort belleville 34 tendent à serrer l'embrayage 18a avec une force qui détermine le couple maximum transmissible, et lors du fonctionnement en réducteur la force axiale de denture hélicoïdale de la couronne  
10 8a, pousse le plateau mobile 27 dans le sens desserrant l'embrayage.

On va maintenant expliquer le fonctionnement général des trois modules 1a, 1b, 1c.

Si l'on considère le cas où tous les modules 1a-1c  
15 fonctionnent en réducteur (partie inférieure de la figure 1), ce qui réalise le premier rapport du dispositif de transmission, c'est dans le module 1a que la vitesse est la plus forte et le couple est le plus faible, comme cela est illustré par une triple flèche  
20 Fa et une simple flèche Pac. C'est donc ce premier module 1a qui passe le premier en prise directe lorsque le véhicule accélère, comme représenté à la figure 3. Le couple diminue dans le second module 1b, car il n'est plus augmenté par la démultiplication dans le  
25 premier module, mais les vitesses de rotation dans le second module restent inchangées, donc inférieures à celles dans le premier module juste avant le changement, car elles sont déterminées par la vitesse de rotation des roues du véhicule. Il faut donc que la  
30 vitesse du véhicule augmente encore pour que le second module atteigne à son tour les conditions de passage en prise directe si le couple fourni par le moteur demeure inchangé. Et ainsi de suite jusqu'à ce que tous les modules du dispositif de transmission soient en prise  
35 directe comme représenté à la figure 4. Ainsi, des modules, tous essentiellement identiques, s'organisent spontanément pour réaliser un passage échelonné des

- 17 -

rapports de vitesse. Les différences qu'on a décrites à propos du module la sont sans incidence à cet égard.

Pour que, parmi les modules qui fonctionnent en prise directe dans une situation donnée, celui qui rétrograde soit toujours celui qui est le plus proche fonctionnellement de l'arbre de sortie 2c, on peut prévoir que les modules ont d'autant moins de masselottes, ou des masselottes d'autant plus légères, ou encore d'autant moins de disques dans leur embrayage, qu'ils sont plus proches fonctionnellement de la sortie. Mais il s'agit simplement de nuancer la réponse au couple transmis, avec des variations de quelques % d'un module au voisin.

On va maintenant décrire en référence à la figure 2 et à propos du module 1b des moyens complémentaires prévus dans les modules 1b et 1c pour les faire fonctionner sélectivement en réducteur dans des conditions différentes de celles déterminées par les forces axiales du ressort belleville 34, des masselottes centrifuges 29 et de denture de la couronne 8.

Pour cela, le module 1b comprend un frein 43 qui permet d'immobiliser la roue planétaire 9 relativement au carter 4 indépendamment de la roue libre 16. En d'autre termes, le frein 43 est monté fonctionnellement en parallèle avec la roue libre 16 entre la roue planétaire 9 et le carter 4. Un piston hydraulique 44 est monté axialement coulissant pour sélectivement serrer et desserrer le frein 43. Le frein 43 et le piston 44 ont une forme annulaire ayant pour axe l'axe 12 de la transmission. Le piston 44 est adjacent à une chambre hydraulique 46b qui peut être sélectivement alimentée en huile sous pression pour solliciter le piston 44 dans le sens du serrage du frein 43, à l'encontre de l'action d'un ressort de rappel 55.

De plus, le piston 44 est relié rigidement à un poussoir 47 qui peut s'appuyer contre la cage 20 au

- 18 -

moyen d'une butée axiale B<sub>4</sub>. Le montage est tel que lorsque la pression régnant dans la chambre 46b pousse le piston 44 dans la position de serrage du frein 43, la cage 20, avant que le frein 43 ne soit serré, est repoussée de manière suffisante pour que l'embrayage 18b soit relâché.

Ainsi, lorsque le piston 44 est dans la position de serrage du frein, la roue planétaire 9 est immobilisée même si le porte-satellites 13 tend à tourner plus vite que la couronne 8, comme c'est le cas lors du fonctionnement en retenue, et par conséquent le module fonctionne en réducteur, comme le permet le desserrage de l'embrayage 18b.

L'ensemble 43, 44, 46b, 47 qui vient d'être décrit constitue donc un moyen qui peut être mis à la disposition du conducteur du véhicule pour obliger le module à fonctionner en réducteur lorsqu'il souhaite augmenter l'effet de frein moteur, par exemple en descente.

On a vu plus haut que les ressorts belleville 34 placent tous les modules en prise directe lorsque le véhicule est à l'arrêt. Au démarrage, il faudrait donc que l'apparition des forces de denture Pac fasse passer tous les modules au fonctionnement en réducteur pour que le démarrage s'effectue ensuite sous le premier rapport. Ceci peut créer systématiquement une secousse désagréable. Pour éviter cela, il est prévu que l'ensemble frein 43 piston 44 et poussoir 47 place le module 1b dans son état "réducteur" lorsque le moteur tourne mais que la mise en mouvement de l'arbre de sortie 2c n'a pas encore eu lieu, de façon que la transmission opère selon son premier rapport de transmission dès le début de la mise en mouvement de l'arbre de sortie 2c.

Pour alimenter la chambre hydraulique 46b en vue des fonctions qui viennent d'être décrites, on peut utiliser une pression hydraulique choisie suffisamment

- 19 -

élevée pour surmonter de manière certaine la force axiale produite en sens contraire par les masselottes 29, quelle que soit la vitesse de rotation des masselottes autour de l'axe 12.

5 Mais pour des raisons de sécurité on peut également choisir de ne fournir à la chambre hydraulique 46b qu'une pression limitée à une valeur telle que la force axiale du piston 44 ne surmonte la force contraire des masselottes 29 que si la vitesse de rotation des  
10 masselottes est suffisamment faible pour que le passage au fonctionnement en réducteur n'entraîne pas de survitesse du moteur 5.

On peut également -appliquer dans la chambre hydraulique 46b, lorsque le conducteur désire une  
15 conduite sportive favorisant les vitesses de rotation élevées de l'arbre d'entrée 2a, une pression constante modérée qui va produire, sur la cage 20, une force se soustrayant à la force de serrage produite par les masselottes. Ainsi, le couple transmissible en prise  
20 directe pour une vitesse de rotation donnée des masselottes, est moindre, et la vitesse au-dessus de laquelle la transmission fonctionnant en réducteur repasse au fonctionnement en prise directe pour un couple donné est plus grande.

25 On peut encore utiliser le piston 44 pour accélérer la transition entre le fonctionnement en prise directe et le fonctionnement en réducteur. Lorsque le conducteur demande brusquement la pleine puissance du moteur, cela est détecté et une impulsion de pression,  
30 durant par exemple une ou deux seconde, est envoyée dans la chambre 46b. Cette impulsion desserre l'embrayage 18b instantanément, de sorte que le fonctionnement en réducteur est aussitôt établi. Lorsque la pression dans la chambre 46b disparaît, le  
35 module ne repasse pas au fonctionnement en prise directe car le fonctionnement en réducteur avec une forte puissance à transmettre a fait apparaître une

forte poussée axiale de denture Pac qui maintient le fonctionnement en réducteur. Autrement dit, comme la force de denture varie systématiquement dans le sens qui stabilise le rapport de transmission nouvellement  
5 institué, il suffit de n'appliquer qu'une impulsion de force dans le sens du changement souhaité, puis de laisser à nouveau les forces internes du module régir le comportement de ce dernier. Là encore, on peut faire en sorte que l'impulsion de pression ne puisse vaincre  
10 la force des masselottes que si la vitesse de la sortie est inférieure à un certain seuil.

Le module 1c possède un frein 43, un piston 44 , une chambre 46c et un poussoir 47 ainsi qu'une butée B4, identiques à ceux du module 1b.

15 Par contre, le module 1a est différent. Il comporte bien un piston 44a adjacent à une chambre hydraulique 46a, mais aucun frein tel que 43 n'est prévu en parallèle avec la roue libre 16a, et d'autre part le piston 44 agit par une butée B5 non pas sur la cage 20a  
20 qui est axialement immobile, mais sur la couronne 8a et le plateau mobile 27 de l'embrayage 18a dans le sens du desserrage de l'embrayage 18a. Ce montage a simplement pour but de permettre de desserrer l'embrayage 18a lorsque le véhicule est à l'arrêt mais que l'arbre 2a  
25 est déjà en rotation, comme cela est permis si la vanne 40 est en position d'ouverture. Le piston 44a est également utilisable pour favoriser le fonctionnement en réducteur pour une conduite dite "sportive" ou pour envoyer une impulsion de pression lorsque le conducteur  
30 enfonce complètement la pédale d'accélérateur comme cela a été décrit plus haut. Par contre, le piston 44a n'est pas utilisable pour réaliser un fonctionnement en réducteur lorsque le moteur fonctionne en retenue. Il a en effet été estimé inutile en pratique de créer la  
35 possibilité d'un fonctionnement en retenue sur le premier rapport de la transmission.

On va maintenant revenir en référence aux figures 1

et 3 à 5 aux différents états de la transmission dans son ensemble.

A la figure 1, partie supérieure, la transmission est au repos en prise directe car tous les embrayages 5 18a, 18b sont serrés et le frein de démarrage 38 est bloqué car la vanne 40 est ramenée en position de fermeture par son ressort de rappel 50. Les pistons 44 et 44a sont poussés vers leur position inactive sous l'action des ressorts de rappel 55.

10 Dans la situation représentée en bas de la figure 1, on a représenté la vanne 40 en position d'ouverture de façon à libérer le rotor 37. On a également représenté les chambres hydrauliques 46a, 46b, 46c 15 alimentées de façon à desserrer les embrayages 18a, 18b et 18c en comprimant les ressorts belleville 34 correspondants, ainsi que les ressorts de rappel 55 des pistons. C'est la situation lorsque le moteur 5 20 fonctionne, par exemple au ralenti, alors que l'arbre de sortie 2c est immobile (véhicule à l'arrêt). Le dispositif de démarrage 38 permet alors à l'arbre d'entrée 2a de tourner sans qu'il y ait rotation de l'arbre de sortie 2ab du module 1a, et sans aucune rotation dans les deux autres modules 1b, 1c. C'est le 25 porte-satellites 13a et le moyeu 11 qui tournent en sens inverse de la normale pour permettre cette situation. A ce stade, le rotor 37 ajoute son effet d'inertie à celui du volant d'inertie traditionnel du moteur thermique 5. Ceci est très avantageux car le volant d'inertie d'un moteur thermique est surtout 30 utile lors du fonctionnement au ralenti pour éviter que le moteur, non relié à une charge inertielle, soit incapable de poursuivre sa rotation lorsqu'un piston du moteur thermique arrive en fin de compression des gaz. Au contraire, lors du fonctionnement normal, le volant 35 d'inertie du moteur thermique traditionnel grève les performances d'accélération du véhicule. Avec le rotor 37 ne tournant que lorsque le véhicule est à l'arrêt,

- 22 -

d'une part une même stabilisation de ralenti est obtenue avec un volant d'inertie plus petit sur le moteur 5, et en plus l'inertie du rotor 37 disparaît lors du fonctionnement normal puisque le rotor 37 est  
5 alors arrêté.

Pour passer du fonctionnement en point mort correspondant à la situation qui vient d'être décrite pour la bas de la figure 1, à la situation de fonctionnement selon le premier rapport de  
10 transmission, on ferme progressivement la vanne 40 pour mettre progressivement en mouvement de rotation l'arbre de sortie 2ab du premier module et le mouvement est transmis en étant réduit de vitesse dans chaque module jusqu'à l'arbre de sortie 2c. Dès que le véhicule a  
15 atteint une certaine vitesse par exemple égale à cinq kilomètres/heure, on peut relâcher la pression dans les chambres hydrauliques 46a, 46b et 46c pour permettre aux forces de dentures Pac, aux forces centrifuges Fa et aux forces élastiques des ressorts 34 de jouer leur  
20 rôle de pilotage automatique de l'ensemble, comme décrit plus haut.

La figure 5 montre que, à partir de la situation de prise directe de l'ensemble de la transmission, la chambre hydraulique 46c du module 1c a été alimentée  
25 pour activer le frein 43 et en même temps ramener l'embrayage 18c de ce module à l'état desserré. Ainsi, le piston 44 de ce module oblige celui-ci à fonctionner en réducteur, soit pour créer un effet de frein moteur accru, soit pour initier rapidement le retour au  
30 fonctionnement en réducteur en vue d'une forte accélération.

On va maintenant décrire en référence à la figure 7 un schéma hydraulique pour la commande de la pression hydraulique dans les chambres 46a, 46b et 46c de  
35 commande des pistons 44 et 44a.

De manière non représentée aux figures 1 à 5, il est prévu à l'entrée de la transmission une pompe

hydraulique d'entrée 57 entraînée par l'arbre 2a et tournant donc à la vitesse du moteur 5, et à la sortie de la transmission ou en aval de cette sortie une pompe hydraulique de sortie 58. La pompe 57 est conçue pour  
5 délivrer une pression qui est constante quelle que soit la vitesse de rotation du moteur, par exemple une pression de 200kPa définie par un clapet de décharge 59. Au contraire, la pompe de sortie 58 est conçue en pompe tachymétrique pour délivrer une pression  
10 constituant une mesure de la vitesse de la sortie de la transmission, autrement dit une mesure de la vitesse du véhicule.

En amont du clapet de décharge 59, la pompe d'entrée alimente une branche moyenne pression 61,  
15 pouvant notamment être reliée à un circuit de lubrification 60 de la transmission. En aval du clapet 59, la pompe d'entrée alimente une branche basse pression 62, dans laquelle la pression est fixée par exemple à 100kPa par un clapet de décharge terminal 63.  
20 Chaque chambre hydraulique 46a, 46b et 46c peut être alimentée par l'une ou l'autre des deux branches 61, 62 grâce à des clapets d'entrée 64 qui envoient systématiquement la plus forte des deux pressions qu'ils reçoivent dans la chambre qui leur est associée,  
25 tout en empêchant cette pression de passer dans l'autre branche. L'alimentation de la branche basse pression 62 est commandée par une vanne de comportement 66 qui, lorsqu'elle est en position d'ouverture, applique aux chambres 46a, b, c une pression favorisant le  
30 fonctionnement des modules en réducteur. Cette pression peut être appliquée soit de manière permanente lorsqu'une commande manuelle 67 est actionnée, soit de manière brève, sous forme d'impulsions d'une à deux secondes, au moyen d'un amortisseur 68 qui est  
- 35 sollicité lorsque la pédale d'accélérateur est complètement enfoncée.

L'envoi de la moyenne pression provenant de la



branche 61 est décidé individuellement pour chaque chambre 46a, 46b, ou 46c par une vanne individuelle respective 69a, 69b ou 69c. Lorsque les vannes 69a, 69b et 69c sont au repos, les chambres correspondantes 46a, 5 46b et 46c sont alimentées par la moyenne pression, de sorte que les modules correspondants fonctionnent ou sont prêts à fonctionner en réducteur. La pression de la pompe de sortie 58 est appliquée à chaque vanne individuelle pour tendre à faire passer celle-ci en 10 position de fermeture. Pour la vanne individuelle 69a correspondant au premier module 1a, celle-ci passe en position de fermeture lorsque la vitesse du véhicule est d'environ 5 km/h.

Les deux autres vannes 69b et 69c passent en 15 position de fermeture respectivement lorsque la vitesse du véhicule est supérieure à 30 et 50 km/h et qu'une came 71, mobile entre trois positions repérées "4", "3" et "2", est sur la position "4". Lorsque la came, commandée par un sélecteur manuel, est sur la position 20 "3", et encore plus lorsqu'elle est sur la position "2", des ressorts de rappel 72 des vannes individuelles 69b et 69c sont davantage comprimés pour augmenter la force de rappel vers la position d'ouverture, de sorte que les vitesses de véhicule nécessaires pour faire 25 passer les vannes individuelles en position de fermeture sont plus élevées.

En outre, les vannes individuelles 69b et 69c reçoivent sélectivement, dans le sens de leur passage en position de fermeture, donc en plus de la pression 30 correspondant à la vitesse du véhicule, la moyenne pression de la branche 61. Pour cela, il faut qu'une vanne de ralenti 73, normalement en position de fermeture, soit poussée en position d'ouverture par la pression de la pompe de sortie 58. La pression de la 35 pompe 58 est appliquée à la vanne de ralenti 73 lorsqu'une vanne de pilotage 74 est elle-même en position d'ouverture. La vanne de pilotage 74 s'ouvre

lorsque la pédale d'accélérateur 76 du véhicule est actionnée.

On va maintenant décrire le fonctionnement du circuit hydraulique de la figure 7.

5 Lorsque le véhicule est à l'arrêt et que la pédale d'accélérateur 76 est relâchée, le moteur tournant au ralenti, la vanne de pilotage 74 est en position de fermeture et la pression produite par la pompe de sortie 58 est nulle, de sorte que les trois vannes  
10 individuelles sont au repos, donc les trois chambres 46a, 46b, 46c sont alimentées et les trois modules sont prêts à fonctionner en réducteur.

Des moyens 77, pouvant puiser leur énergie dans le circuit moyenne pression 61 de la pompe d'entrée 57,  
15 peuvent être mis en action pour fermer progressivement la vanne 40 du frein du démarrage 38.

Lorsque la vitesse du véhicule atteint environ 5 km/h, la vanne 69a se ferme, de sorte que la chambre 46a n'est plus sous pression (on suppose à ce stade que  
20 la vanne de comportement 66 est fermée).

En outre, la mise en mouvement du véhicule a nécessité d'actionner la pédale d'accélérateur 76, de sorte que la vanne de pilotage 74 a permis à la pression naissante dans le circuit de refoulement de la  
25 pompe de sortie 58 de venir pousser la vanne de ralenti 73 en position d'ouverture. Ceci a permis à la moyenne pression de la branche 61 de pousser les deux autres vannes individuelles 69b et 69c en position de fermeture pour décharger les chambres 46b et 46c.

30 Autrement dit, dès que le démarrage du véhicule a eu lieu et tant que la pédale d'accélérateur 76 est actionnée, les chambres 46a à 46c sont hors pression et laissent les forces produites par les ressorts belleville 34, les masselottes 29 et les dentures  
35 hélicoïdales gérer les changements de rapport sans influence extérieure.

A partir d'une certaine vitesse du véhicule, si le

conducteur relâche la pédale d'accélérateur 76, la vanne de ralenti se ferme et la position des vannes individuelles 69b et 69c est régie par la pression produite par la pompe de sortie 58. C'est à dire que  
5 lorsque la vitesse du véhicule tombe en dessous de 50 km/h, la transmission initialement en prise directe rétrograde automatiquement en troisième vitesse, puis en deuxième vitesse lorsque la vitesse franchit le seuil de 30 km/h dans le sens descendant.

10 Ces seuils sont augmentés lorsque la came 71 est sur la position "3", et encore davantage augmentés lorsque la came est sur la position "2". Grâce à la came 71, le conducteur du véhicule peut donc produire un effet de frein moteur accru, par exemple lorsqu'il  
15 circule sur une route descendante.

Selon un perfectionnement représenté à la figure 7, on peut également prévoir que les seuils sont accrus lorsque le conducteur actionne les freins du véhicule. Pour cela, la pompe de sortie 58 débite à travers une  
20 vanne de détente 78 qui est réglée automatiquement de manière à se fermer d'autant plus que la pression dans le circuit hydraulique de freinage 79 est importante. Pour cela, un capteur de pression 81 monté sur le circuit de freinage, fournit un signal électrique qui  
25 commande la vanne 78. Plus la vanne 78 est fermée, plus la pression dans le circuit de refoulement de la pompe de sortie 58 augmente pour une vitesse donnée du véhicule.

Si le conducteur actionne l'accélérateur 76 alors  
30 que le véhicule est à l'arrêt, la vanne de pilotage s'ouvre mais la pression fournie par la pompe de sortie 58 est nulle, par conséquent la vanne de ralenti reste en position de fermeture.

Ainsi, les vannes individuelles ne sont en position  
35 d'ouverture que lorsque le véhicule est à l'arrêt d'une part ou lorsque l'accélérateur 76 est relâché et que la vitesse du véhicule est inférieure à certains seuils.

- 27 -

Lorsque les vannes individuelles sont en position d'ouverture, leur sortie est nécessairement en communication avec les chambres correpondantes 46a, 46b et 46c. Lorsqu'elles sont en position de fermeture  
5 et que la vanne de comportement 66 est en position d'ouverture, les chambres 46a, 46b et 46c sont alimentées avec la basse pression comme il a été décrit plus haut pour modifier le comportement de la transmission lorsque la pédale d'accélérateur 76 est  
10 actionnée. A la figure 7, on a représenté deux fois la pédale d'accélérateur 76 au voisinage des vannes 66 et 74 respectivement, mais il s'agit bien entendu en réalité d'une seule et même pédale.

L'exemple représenté à la figure 8 correspond à une  
15 version simplifiée qui ne sera décrite que pour ses différences par rapport à la figure 7.

Il n'y a plus de pompe de sortie, ni de vanne de pilotage, ni de vanne de ralenti.

La pompe d'entrée 57 est conçue en pompe  
20 tachymétrique pour délivrer une pression qui augmente progressivement jusqu'à par exemple 2.000 t/mn, puis qui est ensuite constante.

Cette pression est seule appliquée à l'entrée de commande des trois vannes individuelles 69a, 69b et  
25 69c, sur une aire relativement grande, ce qui est symbolisé par une double flèche 87. En outre, la pression produite par la pompe 57 est appliquée aux chambres 46a, 46b et 46c par les vannes individuelles 69a, 69b et 69c lorsque celles-ci sont maintenues en  
30 position d'ouverture par leur ressort de rappel 72a, 72b et 72c, qui ont une raideur croissant dans cet ordre.

Quand une chambre 46a, 46b ou 46c est sous pression, un conduit ou passage de stabilisation d'état  
35 88 applique la pression de la pompe 57 sur une aire relativement faible (simple flèche), sur le côté de la vanne individuelle correspondante 69a, 69b ou 69c pour

que cette pression agisse dans le même sens que le ressort 72a, 72b, 72c. La came 71 est remplacée par deux cames 71b et 71c solidaires l'une de l'autre. Dans la position "3", la came 71c comprime le ressort 72c  
5 pour que la force élastique surpasse la force maximale produite en sens contraire par la pompe 57, et donc empêche le fonctionnement en prise directe. Dans la position "2", il y a en outre la came 71b qui comprime le ressort 72b de façon à empêcher le passage du 3ème  
10 rapport de transmission.

Lorsque les cames 71b et 71c sont dans la position "4" et que le moteur fonctionne au ralenti, les trois vannes individuelles 69a, 69b et 69c sont ouvertes, de sorte que les trois modules fonctionnent en réducteur.  
15 Dès que la vitesse de rotation du moteur atteint par exemple 1.400 tours par minute, la vanne 69a du premier module se ferme et autorise le passage au deuxième rapport, dans les conditions définies par les forces de denture, les ressorts belleville 34 et les masselottes  
20 centrifuges 29. Dès que la vitesse de rotation du moteur atteint 1.600 t/mn puis 1.800 t/mn, la vanne individuelle 69b autorise le passage au troisième rapport puis, respectivement, la vanne individuelle 69c autorise à son tour le passage en prise directe. Chaque  
25 fois qu'une vanne se ferme, le conduit de stabilisation d'état 88 est déchargé, ce qui stabilise l'état de fermeture.

Lors du fonctionnement en retenue, à partir de la prise directe (4ème rapport), dès que la vitesse de rotation du moteur devient inférieure à par exemple  
30 1.300 t/mn, nouveau seuil défini par le déchargement du conduit de stabilisation d'état 88 de la vanne 69c, la vanne 69c s'ouvre et le troisième module repasse au fonctionnement en réducteur. Cet état sera conservé  
35 tant que la vitesse de rotation du moteur sera inférieure à 1.800t/mn puisque l'ouverture de la vanne 69c a remis en charge le conduit 88.

Un processus similaire peut provoquer le passage du 3ème au 2ème rapport grâce à la vanne individuelle 69b.

Dans l'exemple représenté à la figure 9 qui ne sera décrit que pour ses différences par rapport à celui de la figure 2, le frein 38 est non plus une pompe hydraulique mais un frein à disque. Le rotor 37 du frein est un disque solidaire du moyeu 11. Le disque 37 coopère avec des mâchoires 82 portées par le carter 4, donc empêchées de tourner autour de l'axe 12. Un ressort 83 tend en permanence à serrer les mâchoires 82 donc à immobiliser le moyeu 11. Dans ce cas la roue libre 16a ne permet au porte-satellites 13a que de tourner dans le sens normal. Un vérin hydraulique 84 peut être alimenté pour écarter les mâchoires à l'encontre de la force du ressort. Dans ce cas, le porte-satellites 13a peut tourner en inverse en entraînant le moyeu 11 avec lui par la roue libre 16a, de façon à réaliser la condition de point mort.

Pour mettre progressivement le véhicule en mouvement, on relâche progressivement la pression dans le vérin 84.

Le frein de démarrage 38 est monté à l'extérieur, à l'extrémité libre (opposée au moteur 5) du carter 4, de sorte qu'au besoin les garnitures de friction des mâchoires 82 peuvent être changées par une opération d'entretien très simple.

Cette disposition est permise, dans l'exemple, par le fait que le premier module 1a est reporté du côté de l'extrémité libre du carter 4 au lieu d'être du côté du moteur, et aussi au fait que la sortie 2ab du premier module 1a est reliée à la couronne 8a de son train épicycloïdal. On voit en effet que si la couronne 8a avait été reliée à l'entrée (2a) du module 1a (comme c'est le cas dans les modules 1b et 1c), il y aurait eu du côté du train épicycloïdal 7a opposé au moteur 5, un flasque radial reliant l'arbre 2a et la couronne 8a, et ce flasque aurait empêché, de ce côté-ci du train

épicycloïdal, toute liaison directe entre le porte-satellites et l'extérieur du carter. La disposition particulière du train planétaire 7a du premier module 1a a donc le double avantage de donner un meilleur  
5 échelonnement entre le 1er et le 2ème rapport de transmission, comme exposé plus haut, et de permettre de ramener à l'extérieur du carter 4 le dispositif de démarrage 38. Bien entendu les paliers 3a et 3ab sont associés à des moyens d'étanchéité convenables.

10 Selon un autre exemple, comme le montre la figure 10, il serait encore possible de prévoir un embrayage traditionnel 86 entre la sortie du moteur 5 et l'arbre d'entrée 2a de la transmission. Dans ce cas, le frein 38 est supprimé et le moyeu 11 est relié de manière  
15 permanente au carter 4.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux exemples décrits et représentés.

Les forces appliquées pour corriger le fonctionnement automatique des modules peuvent être  
20 d'une nature autre qu'hydraulique, par exemple élastique.

La transmission n'est pas nécessairement agencée en modules successifs.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de transmission comprenant une combinaison de denture interengrenées (7) et un moyen d'accouplement sélectif (18a, 18b), attaqué par des  
5 moyens de sollicitation antagonistes (29, 34) produisant des forces dont une au moins ( $F_a$ ,  $P_{ac}$ ) varie de manière monotone en fonction d'au moins un paramètre de fonctionnement du dispositif de transmission, la  
10 combinaison de dentures réalisant deux rapports de transmission différents selon que le moyen d'accouplement sélectif est dans un état accouplé ou dans un état désaccouplé, caractérisé par des moyens de sollicitation supplémentaire (44, 46, 47) pour  
15 appliquer sélectivement au moyen d'accouplement (18a, 18b) une force supplémentaire favorisant l'un des états accouplé et désaccouplé du dispositif de transmission.

2. Dispositif de transmission selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de sollicitation supplémentaire, lorsqu'ils appliquent la  
20 force supplémentaire, favorisent le fonctionnement du dispositif de transmission selon son rapport de transmission le plus court.

3. Dispositif de transmission selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les moyens  
25 de sollicitation antagonistes comprennent des masselottes centrifuges (29) qui sollicitent le moyen d'accouplement sélectif vers l'état accouplé.

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les moyens de sollicitation  
30 antagonistes comprennent des moyens pour transmettre au moyen d'accouplement sélectif, dans le sens du désaccouplement, une force qui est fonction du couple transmis.

5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3,  
35 caractérisé en ce que les moyens de sollicitation antagonistes comprennent des moyens pour transmettre à l'embrayage, dans le sens du désaccouplement, une force



de répulsion de denture à laquelle est soumise l'une des dentures engrenées lorsqu'elle est sous charge.

6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que le moyen d'accouplement sélectif est monté de façon à transmettre de la puissance à la place de ladite denture lorsqu'il est à l'état accouplé, de manière que ladite denture soit au moins partiellement déchargée lorsque le moyen d'accouplement est à l'état accouplé.

7. Dispositif de transmission selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la combinaison de dentures comprend un engrenage différentiel comprenant plusieurs éléments rotatifs portant des dentures interengrenées, et le moyen d'accouplement sélectif est un embrayage (18b) monté fonctionnellement entre deux des éléments rotatifs (8, 13) pour faire sélectivement fonctionner l'engrenage différentiel selon un premier et un deuxième des deux rapports de transmission.

8. Dispositif de transmission selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comprend :

- une roue libre (16) pour empêcher un élément rotatif de réaction (9) de l'engrenage différentiel de tourner en inverse lorsque l'embrayage (18b) permet une rotation relative entre lesdits deux éléments rotatifs (13, 8) ;
- des moyens d'immobilisation (43) pour sélectivement bloquer l'élément rotatif de réaction (9) indépendamment de la roue libre (16); et
- des moyens d'actionnement (44, 46b, 46c) pour simultanément actionner les moyens d'immobilisation (43) dans le sens du blocage et les moyens de sollicitation supplémentaire (47) dans le sens du desserrage de l'embrayage (18b).

9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que les moyens d'immobilisation comprennent un

frein (43) monté fonctionnellement en parallèle avec la roue libre (16).

10. Dispositif selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que les moyens d'actionnement  
5 comprennent un vérin (44, 46b, 46c).

11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'un piston (44) du vérin actionne directement les moyens d'immobilisation (43), et sollicite l'embrayage (18b) dans le sens du desserrage  
10 par l'intermédiaire d'une butée axiale (B4).

12. Dispositif de transmission selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé par des moyens (69a, 69b, 69c) pour piloter l'activation des moyens de sollicitation supplémentaire lorsqu'une vitesse de rotation devient inférieure à un seuil prédéterminé, et des moyens (66, 71, 71b, 71c) pour commander sélectivement ladite activation indépendamment du seuil prédéterminé.  
15

13. Dispositif de transmission selon la revendication 12, caractérisé en ce que ladite vitesse de rotation est détectée par une pompe tachymétrique (57) placée en amont de l'entrée du dispositif de transmission.  
20

14. Dispositif de transmission selon la revendication 12 ou 13, caractérisé en ce que les moyens pour commander sélectivement l'activation des moyens de sollicitation supplémentaire indépendamment du seuil comprennent des moyens à commande manuelle (71, 71b, 71c) modifiant la tension d'un ressort (72, 72b, 72c) agissant contre une pression caractéristique de ladite vitesse de rotation.  
25  
30

15. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que les moyens de sollicitation antagonistes comprennent des moyens élastiques (34) pour solliciter le moyen d'accouplement sélectif vers l'état accouplé.  
35

16. Procédé pour piloter un dispositif de

transmission selon la revendication 15, caractérisé en ce que pour la mise en mouvement d'un arbre de sortie (2c) du dispositif, on active les moyens de sollicitation supplémentaire (47) pour placer le moyen d'accouplement sélectif à l'état désaccouplé à l'encontre des moyens élastiques (34) de façon que la mise en mouvement débute avec le rapport de transmission le plus court.

17. Procédé selon la revendication 16, caractérisé en ce que pour un fonctionnement au point mort, on active simultanément les moyens de sollicitation supplémentaire (47, 44a) dans le sens du désaccouplement, et un moyen d'embrayage d'entrée (38) pour permettre à un arbre d'entrée (2a) du dispositif de transmission de tourner alors que l'arbre de sortie du dispositif de transmission (2c) a une vitesse nulle.

18. Procédé pour piloter un dispositif de transmission selon l'une des revendications 1 à 15, caractérisé en ce que lorsque le couple appliqué à un arbre d'entrée (2a) du dispositif est en sens contraire de la rotation de cet arbre, on active sélectivement les moyens de sollicitation supplémentaire pour faire fonctionner la combinaison de dentures avec son rapport de transmission le plus court.

19. Procédé selon la revendication 18, caractérisé en ce qu'on active les moyens de sollicitation supplémentaire de manière à favoriser le fonctionnement du dispositif de transmission selon son rapport de transmission le plus court lorsque des freins d'un véhicule équipé du dispositif de transmission sont actionnés.

20. Procédé pour piloter un dispositif de transmission selon l'une des revendications 1 à 15, caractérisé en ce qu'on active les moyens de sollicitation supplémentaire (43, 44, 47) lorsqu'on détecte une forte demande de puissance de la part du conducteur du véhicule, pour favoriser le

fonctionnement du dispositif de transmission selon un rapport court.

21. Procédé selon la revendication 20, pour piloter un dispositif de transmission comportant des moyens  
5 pour stabiliser chaque état de l'embrayage en déplaçant les conditions de changement d'état après chaque changement d'état, caractérisé en ce qu'on active les moyens de sollicitation supplémentaire de manière  
impulsionnelle lorsqu'on détecte une forte demande de  
10 puissance.

22. Procédé pour piloter un dispositif de transmission selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'on active les moyens de sollicitation supplémentaire (44, 47) de façon qu'ils appliquent au  
15 moyen d'accouplement sélectif (18b) une force qui ne surmonte celle des masselottes centrifuges (29) que si la force des masselottes correspond à une vitesse permettant de passer au plus court des deux rapports de transmission sans risque de survitesse à l'entrée (2a)  
20 du dispositif.

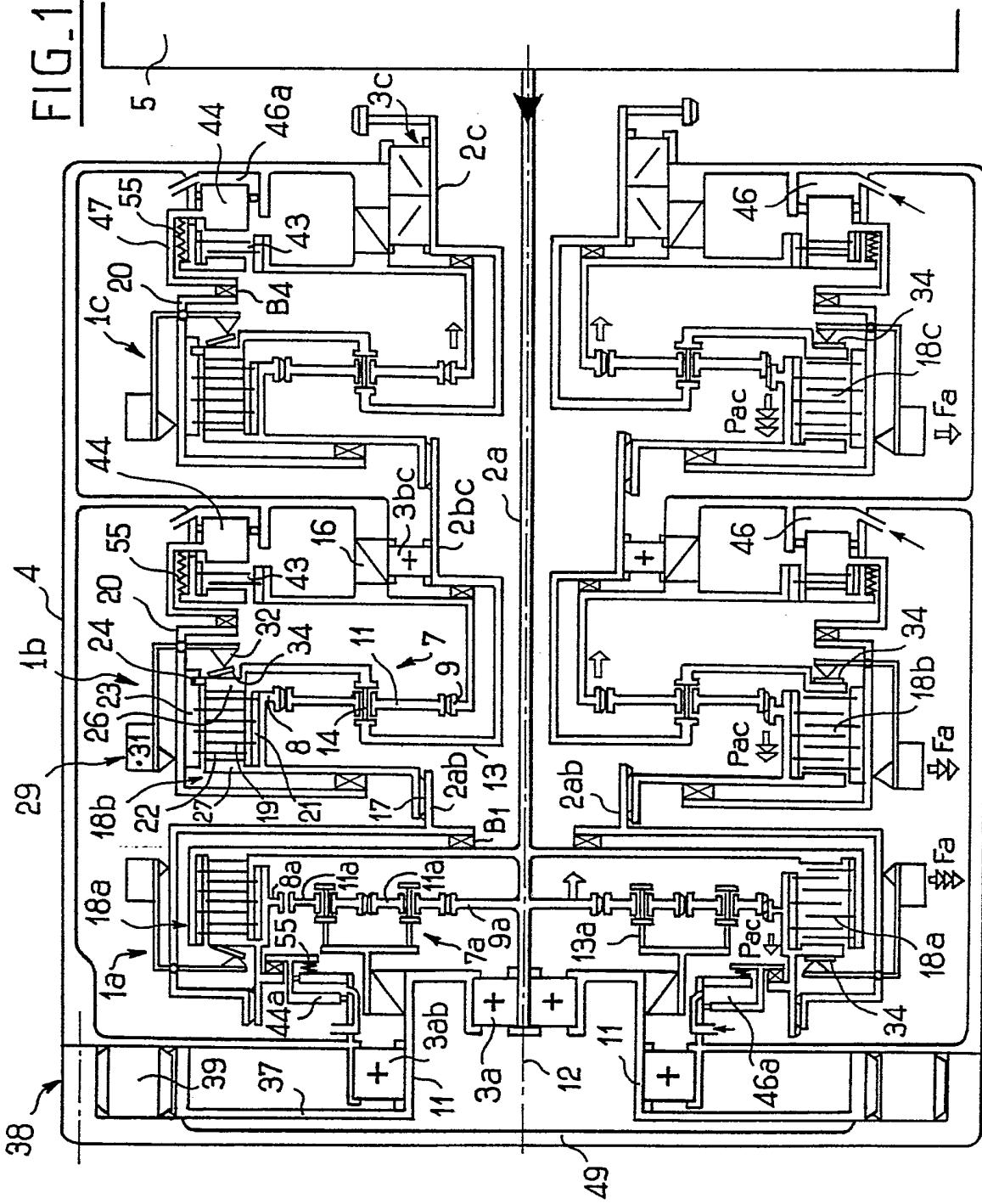
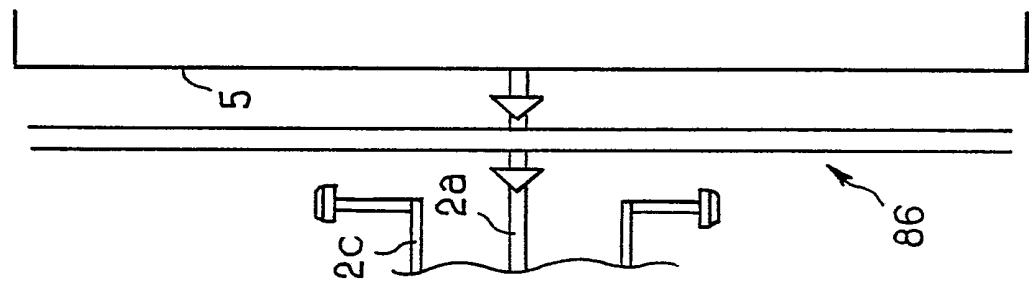


FIG-10



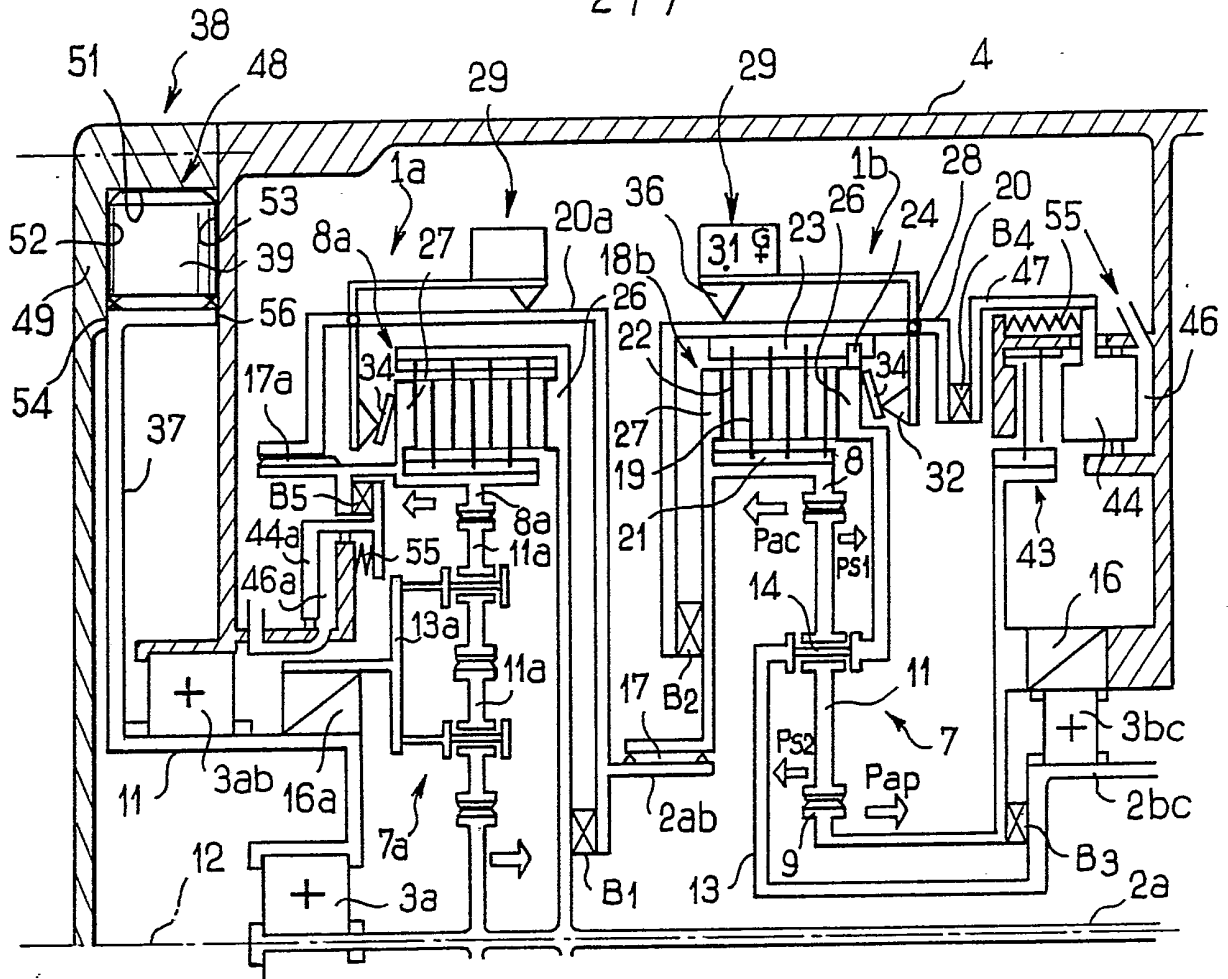


FIG. 2

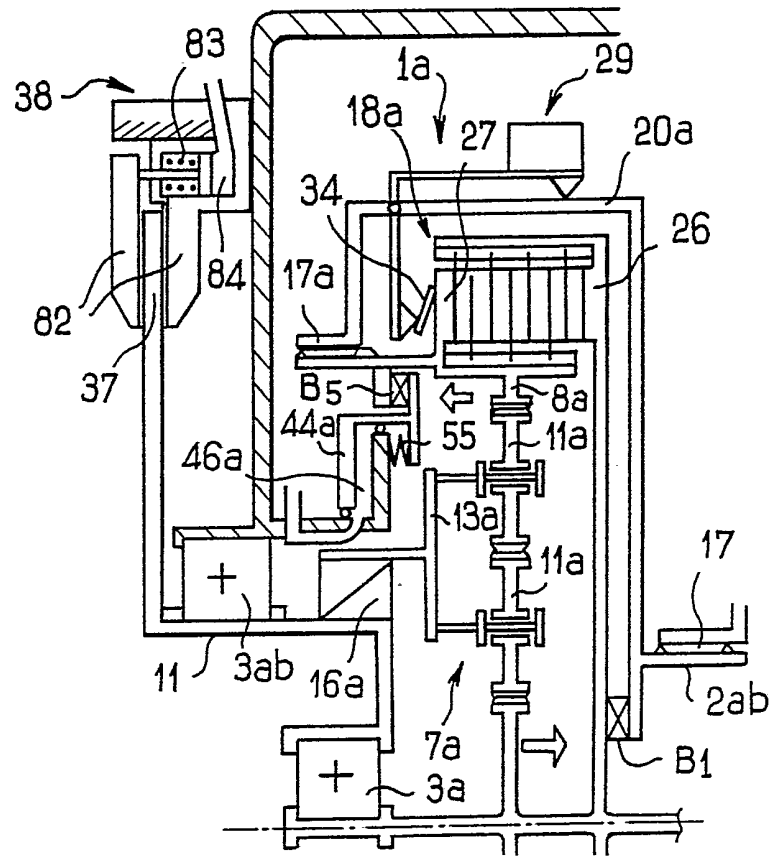


FIG. 9

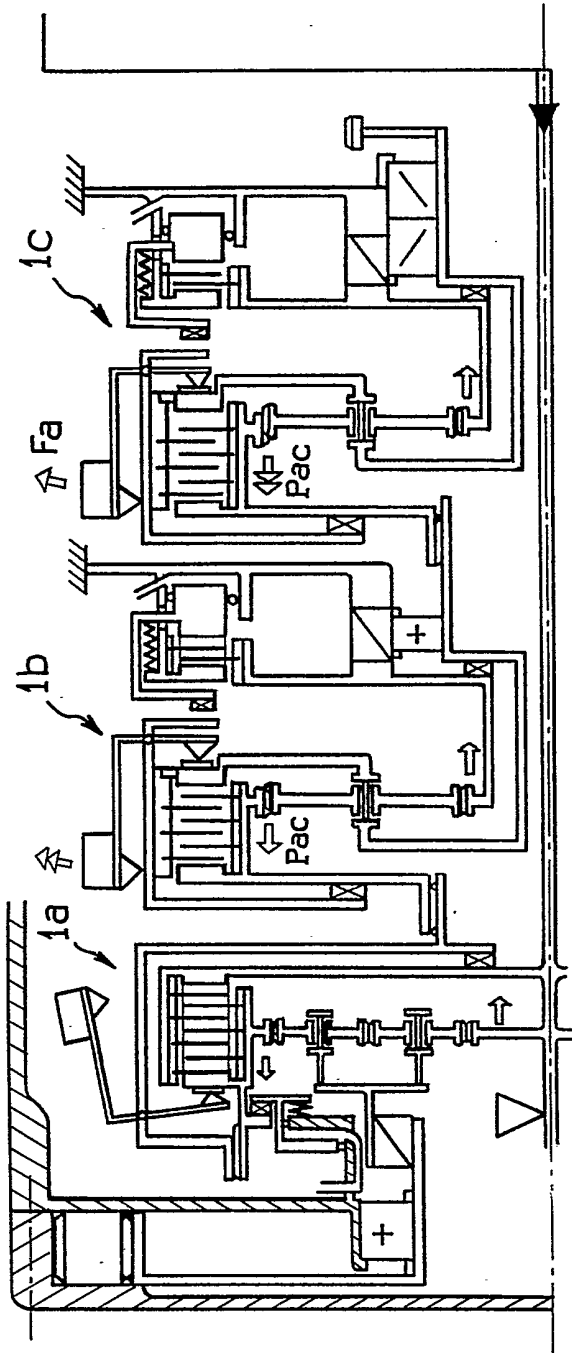


FIG. 3

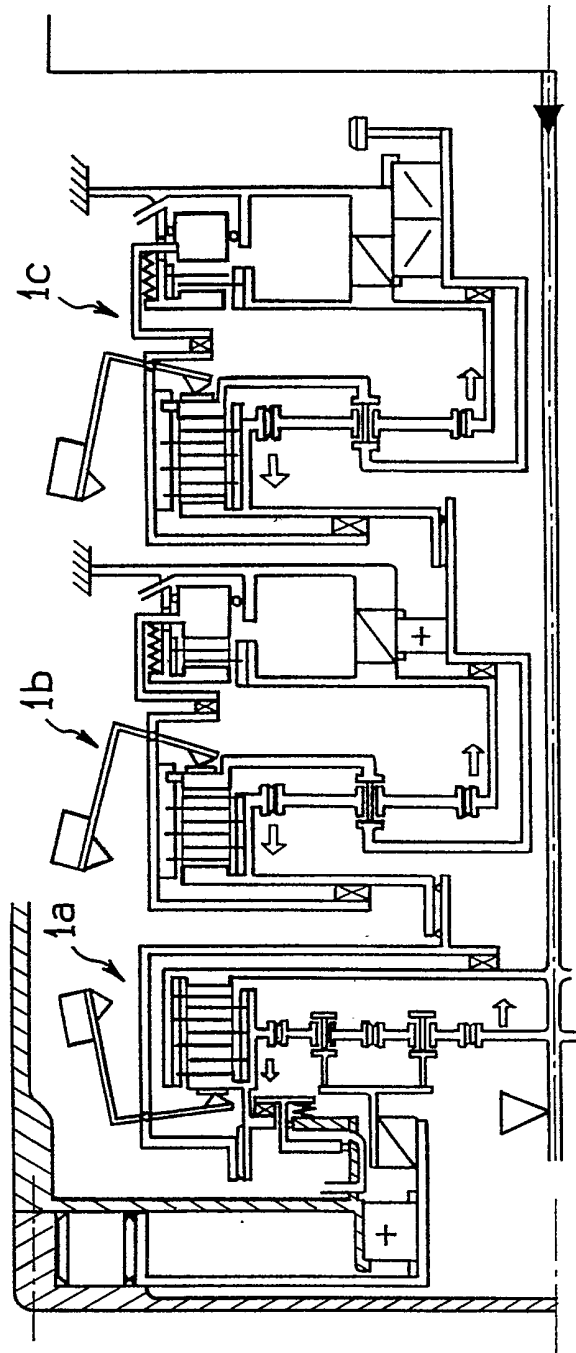


FIG. 4

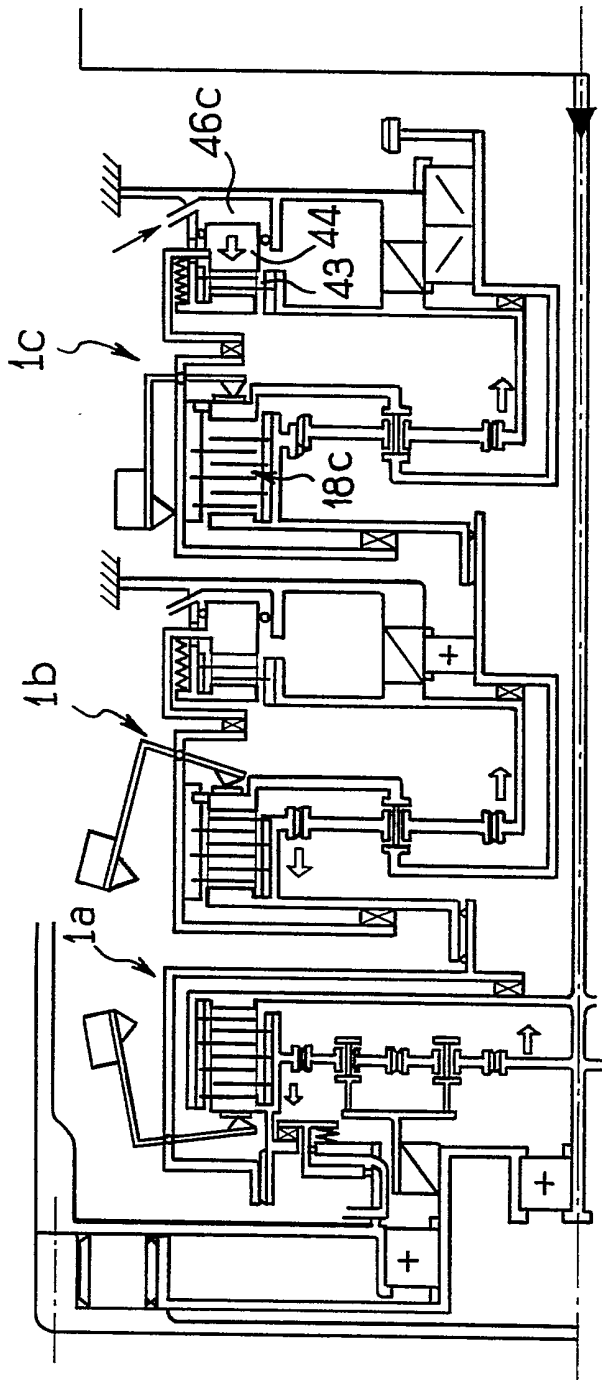


FIG. 5



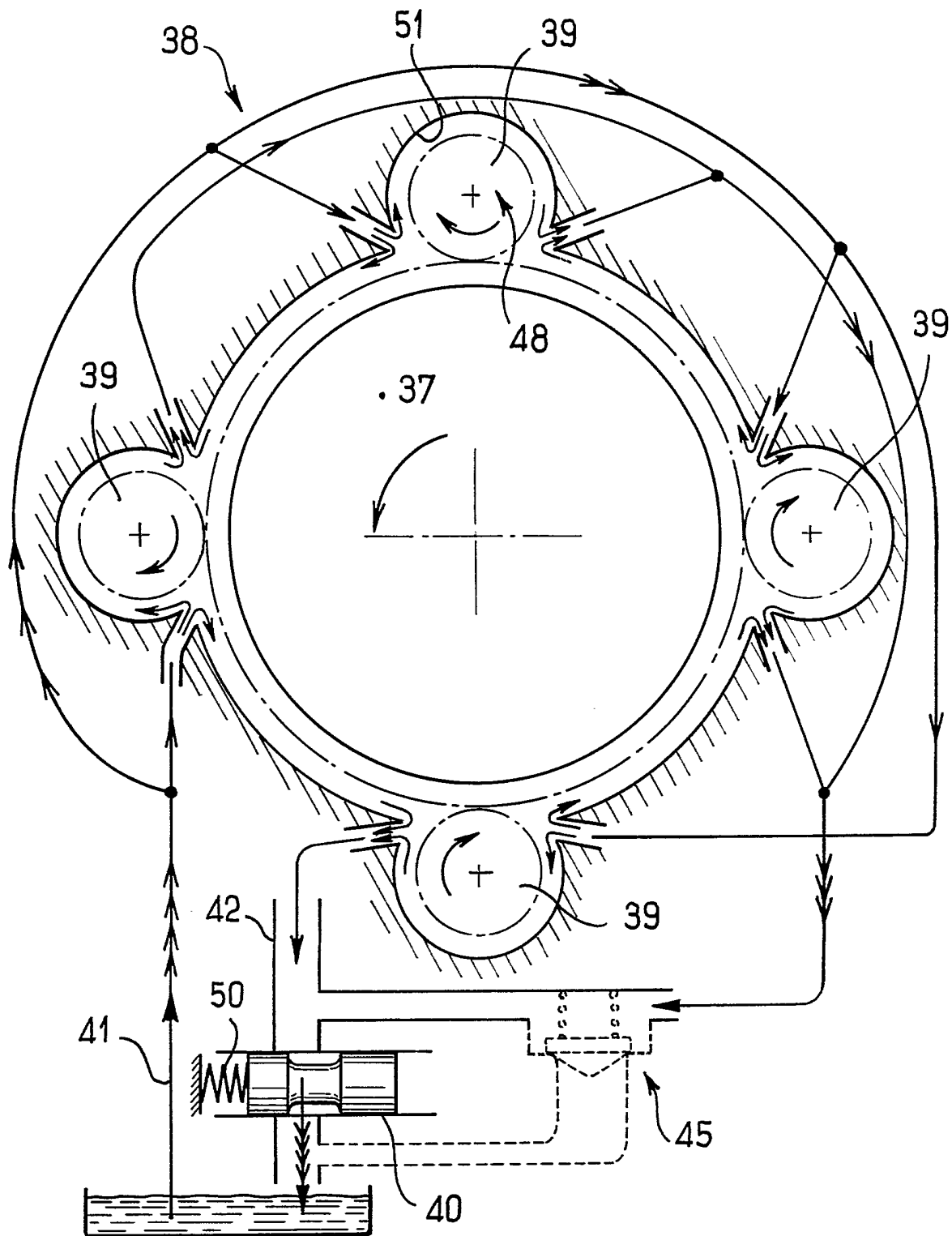


FIG. 6

6 / 7

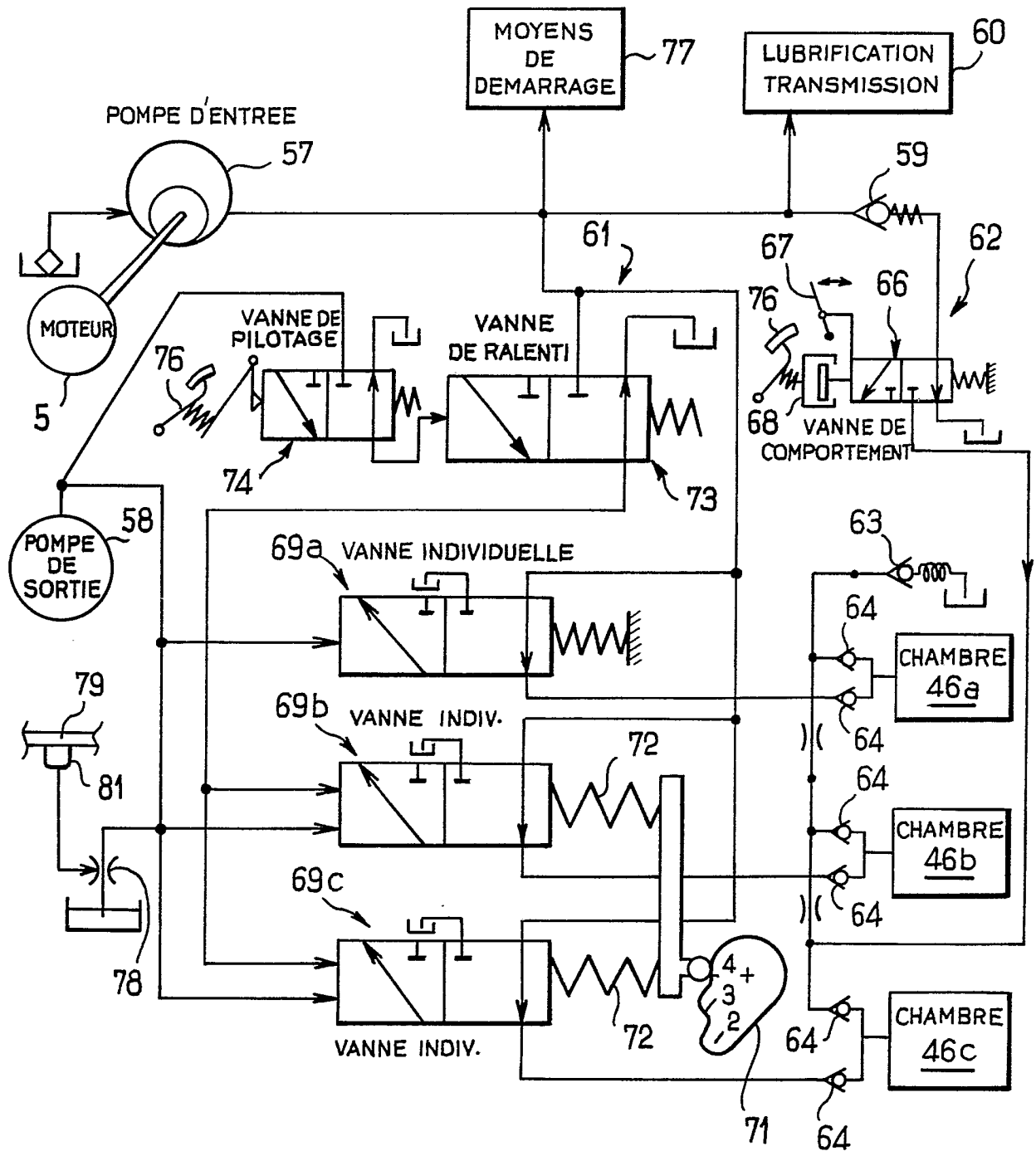
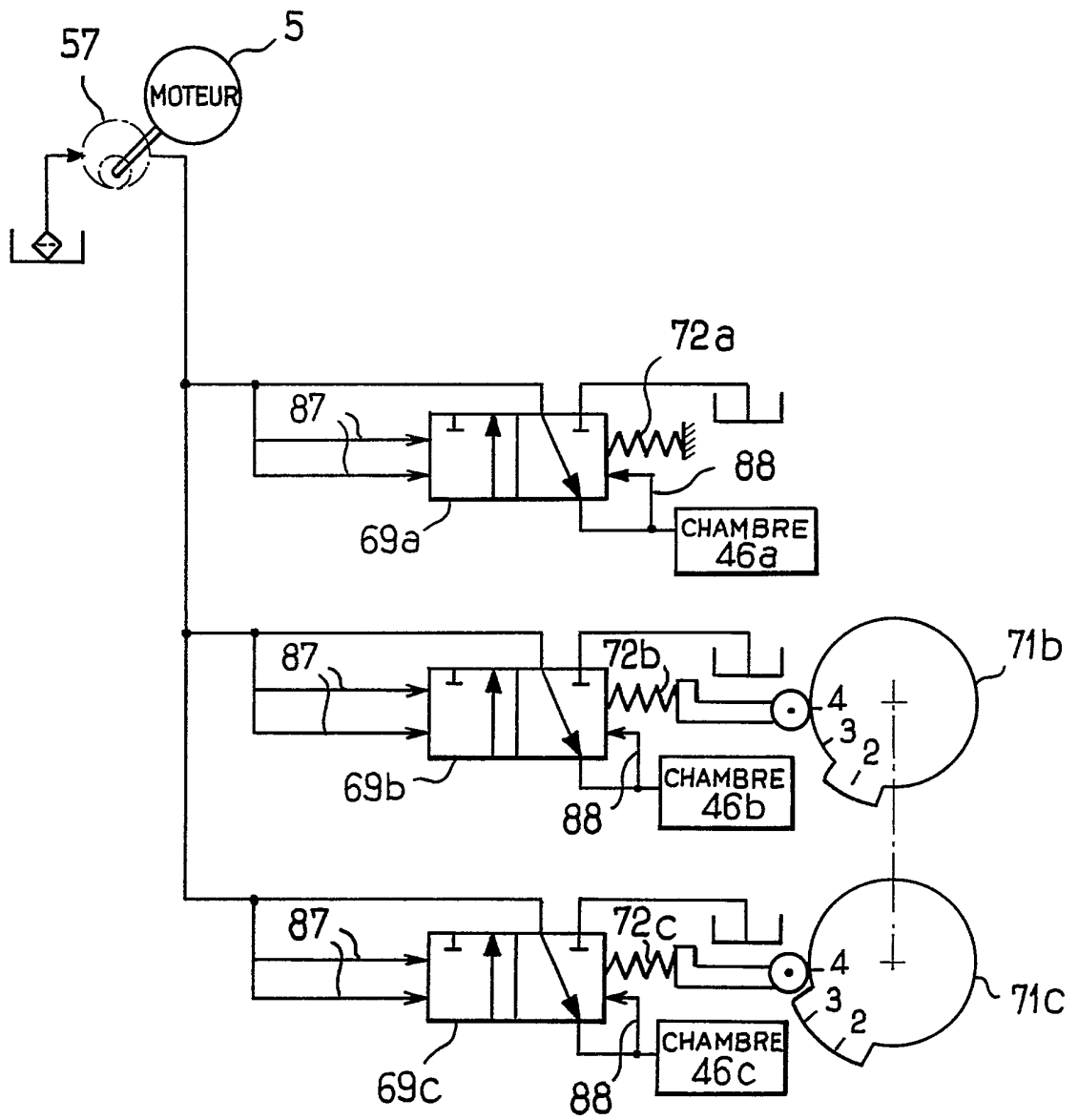


FIG. 7

FIG. 8

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
E	WO-A-9 308 411 (MODERN AUTOMOTIVE TECHNOLOGIES HOLDINGS) * revendications 1-7 * ---	1-7, 20
A, D	WO-A-9 207 206 (MAT HOLDINGS)  * page 15, ligne 21 - page 24, ligne 27; revendications; figures 8-16 * ---	1, 3-9, 19, 20
A	US-A-5 033 598 (TIPTON) * colonne 7, ligne 34 - ligne 59 * * revendications 1,4,8,11,12,14 * * figures 2,15,16 * ---	1
A	DE-B-1 230 679 (SOCIÉTÉ ANONYME FRANCAISE DU FÉRODO) * revendications 1,2; figure 2 *  -----	1
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
		F16H F16D B60K
Date d'achèvement de la recherche 25 OCTOBRE 1993		Examineur MENDE H.
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b> X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		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

1