

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑯

N° 82 14909

⑮ Changement de vitesse en charge avec retardateur.

⑯ Classification internationale (Int. Cl. 3). F 16 H 47/08; B 60 K 17/06; F 16 H 3/62, 57/02.

⑯ Date de dépôt..... 25 août 1982.

⑯ ⑯ ⑯ Priorité revendiquée : DE, 29 août 1981, n° P 31 34 259.0.

⑯ Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 9 du 4-3-1983.

⑯ Déposant : Société dite : J. M. VOITH GMBH. — DE.

⑯ Invention de : Ernst Elsner.

⑯ Titulaire : *Idem* ⑯

⑯ Mandataire : Jean Maisonnier, ingénieur conseil,
28, rue Servient, 69003 Lyon.

La présente invention concerne un changement de vitesse en charge avec retardateur, en particulier pour véhicules, comprenant un arbre moteur ou de commande et un arbre de sortie, une boîte de vitesses à trains épicycloïdaux disposée entre l'arbre moteur et l'arbre de sortie, qui comporte au moins quatre éléments de transmission ou pignons, dont le premier est constamment accouplé à l'arbre de sortie, un rotor de retardateur et un stator de retardateur, des embrayages et des freins pouvant être enclenchés et déclenchés en vue de l'établissement de divers rapports de vitesse de rotation entre l'arbre moteur et l'arbre de sortie, de telle sorte que l'élément de transmission qui entraîne le rotor du retardateur tourne dans le même sens au moins pour toutes les vitesses de marche avant.

Selon l'invention, il s'agit d'une boîte à trains épicycloïdaux embrayable en charge. En général, un convertisseur de couple hydrodynamique à embrayage de transmission est disposé entre la motrice du véhicule et l'engrenage précité, pour faciliter le départ arrêté du véhicule. Le retardateur est en général un frein hydrodynamique.

L'état actuel de la technique est exposé dans les documents suivants :

1. Demande de brevet allemand publiée sous le numéro
25 2 656 669
2. "VDI-Zeitschrift" 1969, pages 333-338
3. Brevet allemand n° 2 021 543
4. Brevet britannique n° 1 501 595 ; figure 9 (correspondant au brevet US n° 4 077 502)
- 30 5. Demande de brevet allemand publiée sous le numéro
2 521 831
6. "Automobiltechnische Zeitschrift" 1967, pages 149-152.

Dans le changement de vitesse décrit dans la référence 35 n°1, le rotor du retardateur est constamment accouplé à l'arbre moteur de la boîte de vitesses. Un inconvénient de ce dispositif est que le rotor du retardateur est obligé de subir les variations brutales de la vitesse de rotation de la motrice à chaque changement de vitesse. Cela se traduit par des à-coups

désagréables, tout au moins lors des changements entre les vitesses supérieures, pour l'élimination desquels des commandes compliquées sont nécessaires. Un autre inconvénient, est 5 que, pendant que le frein hydrodynamique est en fonctionnement, les éléments de transmission (embrayages ou freins) qui sont concernés par un changement de vitesse sont chargés par le couple de freinage du retardateur.

Les inconvénients décrits ci-dessus sont évités dans 10 un dispositif selon la référence n°2. Là, le rotor du retardateur est accouplé en permanence à l'arbre de sortie de la boîte. Un tel retardateur ne subit donc pas d'à-coups lors des changements de vitesse ; mais il doit être de plus grandes dimensions qu'un retardateur selon la référence n°1, car la vitesse 15 de rotation du rotor du retardateur est faible pour les petites vitesses de marche, et le couple de freinage du retardateur s'abaisse en conséquence. On peut certes remédier à cet inconvénient à l'aide d'un pignon supplémentaire pour la vitesse supérieure, mais cela augmente considérablement les coûts 20 de fabrication.

Egalement dans le changement de vitesse selon la référence n°3, la valeur du couple de freinage hydrodynamique est insuffisante dans la zone des petites vitesses de marche. Dans ce mécanisme, on utilise, au lieu d'un retardateur, le convertisseur de couple hydrodynamique pour le freinage. On connaît certes également un mécanisme de changement de vitesse (référence n°4), dans lequel le convertisseur peut assurer le freinage jusqu'à l'arrêt. Mais là encore, il est nécessaire que la motrice alimente une certaine puissance dans le mécanisme.

30 L'invention a pour objectif de procurer un mécanisme de changement de vitesse embrayable en charge avec un retardateur intégré, dont le retardateur peut fonctionner sans variation brutale de la vitesse de rotation lors des changements de vitesse entre deux vitesses voisines, de préférence 35 inférieures, et qui, malgré ses petites dimensions, délivre un couple de freinage suffisant même aux petites vitesses de marche. En même temps, les éléments de transmission (embrayages ou freins) doivent être sollicités le moins possible lors des changements de vitesse.

Cet objectif est atteint, selon l'invention, grâce au fait que : le deuxième élément de transmission ou pignon peut être immobilisé au moyen d'un frein, qui peut être enclenché 5 sur au moins deux vitesses voisines ; le troisième élément de transmission, qui peut être accouplé à l'arbre moteur au moins sur une partie des vitesses, est relié au rotor du retardateur ; et les différents éléments de transmission sont accouplés entre eux de telle sorte que, lorsque le frein de la vitesse supérieure est enclenché, non seulement le rapport entre les vitesses de rotation du troisième et du premier éléments de transmission, mais aussi le rapport entre les vitesses de rotation du quatrième et du premier éléments de transmission, est plus grand que +1. Selon l'invention, le rotor du retardateur n'est 10 accouplé en permanence ni à l'arbre moteur, ni à l'arbre de 15 sortie.

Au lieu de cela, il est accouplé à un élément de transmission du train épicycloïdal (le "troisième"), qui n'est accouplé directement à l'arbre moteur que sur une partie des 20 vitesses (arbre qui constitue toujours le "premier" élément de transmission du train épicycloïdal). Il importe alors que le premier, le deuxième (auquel est associé le frein de vitesse supérieure) et le troisième éléments de transmission soient reliés entre eux dans toutes les conditions de fonctionnement, 25 de telle sorte que le train épicycloïdal établisse une vitesse supérieure, c'est-à-dire une transmission en surmultipliée, à l'aide d'éléments de changements de vitesse existants par ailleurs, entre l'arbre moteur et le rotor du retardateur, sur deux vitesses voisines, alors que le frein de vitesse supérieure est serré. De ce fait, le retardateur peut avoir des dimensions plus petites que dans le dispositif selon la référence n°2, sans cependant être aussi petit que dans le mécanisme selon la référence n°1. En même temps, il est garanti que lors 30 des changements de vitesse entre les deux dites vitesses voisines, le rapport entre les vitesses de rotation du rotor du retardateur et de l'arbre de sortie reste inchangé. Autrement dit, le retardateur peut fonctionner sans variation brutale de régime lors de ces changements de vitesse ; les à-coups sont 35 totalement évités.

La référence n°5 révèle certes un mécanisme à retardateur intégré, dans lequel également une partie du mécanisme établit une vitesse supérieure qui entraîne le rotor du retardateur à partir de l'arbre de sortie. Mais ce mécanisme comporte l'inconvénient que l'élément de transmission qui entraîne le rotor du retardateur s'arrête sur une au moins des vitesses de marche avant. Dans certains exemples de réalisation, cet élément de transmission présente le sens de rotation inverse dans une des vitesses de marche avant aussi bien que dans une autre vitesse de marche avant. De ce fait, le retardateur correspondant ne peut fonctionner que sur une vitesse de freinage spéciale. Autrement dit, lors de l'enclenchement et du déclenchement du retardateur, il faut tout d'abord actionner un embrayage et/ou un frein, si bien que ceux-ci sont davantage sollicités et s'usent donc plus vite que d'habitude. Ces inconvénients sont évités, selon l'invention, grâce au fait que l'on prend comme point de départ un mécanisme (référence n°1) dans lequel le rotor du retardateur est entraîné par un arbre tournant dans le même sens de rotation, au moins pour toutes les vitesses de marche avant. De ce fait, il est possible d'enclencher ou de déclencher à volonté le retardateur, tout au moins pour chacune des vitesses de marche avant (et dans certains cas même pour une vitesse de marche arrière), sans avoir à actionner un embrayage ou un frein. Dans le cas d'un retardateur hydrodynamique, il suffit d'emplir ou de vider ce dernier d'un fluide de travail.

Un autre inconvénient du mode de construction selon la référence n°5 consiste en ce que le mécanisme doit obligatoirement être débrayé de la motrice à chaque enclenchement du retardateur. De ce fait, il n'est plus possible, en cas de besoin, d'utiliser la motrice additionnellement pour le freinage.

Les caractéristiques de l'invention vont être décrites plus en détail ci-après au moyen d'exemples de réalisations, qui sont représentés sur les dessins ci-joints. Sur ces dessins :

la figure 1 représente un schéma de chaîne cinématique valable pour de nombreux mécanismes selon l'invention ;

la figure 2 représente le plan des vitesses de rotation qui se rapporte à ce schéma ;

5 la figure 3 représente un schéma de chaîne cinématique combiné pour un mécanisme dérivé de celui des figures 1 et 2, comportant deux trains épicycloïdaux ;

la figure 4 représente le schéma des roues dentées pour le mécanisme selon la figure 3 ;

10 la figure 5 est une vue schématique d'un autre mécanisme dérivé de celui des figures 1 et 2 ;

la figure 6 représente le schéma des roues dentées pour le mécanisme selon la figure 5 :

15 les figures 7 à 10 sont respectivement le schéma de chaîne cinématique, le plan de vitesses de rotation, le schéma de chaîne cinématique combiné et le schéma des roues dentées pour un autre mécanisme qui ne se différencie de celui des figures 1 à 4 que par le fait qu'il est prévu un train épicycloïdal supplémentaire pour une marche ralentié ;

20 les figures 11 à 13 représentent respectivement un schéma de chaîne cinématique combiné, le plan des vitesses de rotation et le schéma des roues dentées pour un autre mécanisme selon l'invention.

25 La représentation des trains épicycloïdaux sous la forme d'un schéma de chaîne cinématique est connue d'après la référence n°6.

30 Le schéma de chaîne cinématique qui est représenté sur la figure 1 représente des trains épicycloïdaux comportant quatre pignons épicycloïdaux ; ce sont les points 11 à 14 de la chaîne cinématique 10. Les flèches 20 et 30 représentent respectivement l'arbre moteur ou de commande et l'arbre de sortie. A ce mécanisme peut être accouplé un convertisseur de couple hydrodynamique 40, de préférence au moyen d'un embrayage de transmission 41. L'arbre de sortie 30 est accouplé au premier pignon 11 de la boîte de vitesses. Le rotor d'un retardateur 31, 32 est accouplé au troisième pignon 13 de la boîte. Sur le deuxième pignon 12 de la boîte est disposé un frein B2 dit "de vitesse supérieure". L'arbre moteur 20 peut être relié au troisième pignon 13 de la boîte au moyen d'un embrayage K3, et/ou au quatrième pignon 14 de la boîte au moyen

d'un embrayage K4.

Il pourrait en outre être prévu : un frein B4 sur le quatrième pignon 14 de la boîte, au cas où la transmission 5 devrait comporter quatre vitesses de marche avant au lieu de trois seulement et un frein B3 sur le troisième pignon de la boîte, au cas où une vitesse de marche arrière est nécessaire.

Sur la figure 2, on reconnaît de nouveau la chaîne cinématique 10 de la figure 1 avec les quatre pignons 11 à 14 de 10 la boîte de vitesses. Les différentes vitesses sont - pour le cas où une transmission à quatre vitesses de marche avant et une vitesse de marche arrière est construite et représentée comme suit :

Vitesse I

15 L'embrayage K4 et le frein B2 sont enclenchés. Le quatrième pignon 14 de la boîte tourne alors à la vitesse de rotation d'entrée n_{20} et l'arbre de sortie 30 tourne à la vitesse de rotation n_I .

Vitesse II

20 C'est alors l'embrayage K3 qui est enclenché au lieu de l'embrayage K4 ; le frein B2 reste serré. Le troisième pignon 13 de la boîte et le rotor du retardateur tournent donc alors à la vitesse n_{20} , et l'arbre de sortie à la vitesse n_{II} plus grande que la vitesse n_I .

Vitesse III

25 L'embrayage K3 reste enclenché. Le frein B2 est desserré tandis que l'embrayage K4 est enclenché. Les pignons 11 à 14 de la boîte tournent donc ensemble à la vitesse de rotation d'entrée n_{20} = vitesse de rotation de l'arbre de sortie n_{III} .

Vitesse IV

30 Au lieu de l'embrayage K4, c'est le frein B4 qui est enclenché. Il en résulte la vitesse de rotation n_{IV} de l'arbre de sortie, qui est plus grande que la vitesse de rotation d'entrée n_{20} (surmultipliée).

Vitesse de marche arrière R

35 L'embrayage K4 et le frein B3 sont enclenchés. L'arbre de sortie 30 tourne en sens contraire à la vitesse de rotation n_R .

Pour toutes les vitesses I, II, III, IV et R, on peut

supposer par exemple que la vitesse de rotation d'entrée n_{20} correspond à la vitesse de rotation maximale de la motrice ; les vitesses de rotation $n_I \dots n_{IV}$ et n_R sont alors les vitesses de rotation maximales de l'arbre de sortie 30 pour les différents rapports de transmission.

La figure 2 permet également de se rendre compte que : sur la vitesse I, le troisième pignon 13 de la boîte de vitesses, et donc aussi le rotor 31 du retardateur, tourne à la vitesse r_I . Sur la vitesse II, la vitesse de rotation r_{II} du rotor du retardateur est égale, ainsi qu'on l'a déjà mentionné, à n_{20} . En outre, le rapport des vitesses de rotation n_{II}/n_I sur l'arbre de sortie 30 est égal au rapport des vitesses de rotation r_{II}/r_I sur le rotor 31 du retardateur. En d'autres termes, cela signifie que : le rapport entre la vitesse de rotation du retardateur et la vitesse de rotation de l'arbre de sortie est le même pour les deux rapports de transmission I et II ($r_I/n_I = r_{II}/n_{II}$). On en déduit que, lors du passage de la vitesse I à la vitesse II, ou vice versa, le rotor du retardateur ne subit aucune modification brutale de régime. La figure 2 permet également de se rendre compte que pour les rapports de transmission I et II la vitesse de rotation du retardateur est constamment plus grande que la vitesse de rotation de l'arbre de sortie. La transmission établit donc ici pour le retardateur une vitesse supérieure (transmission en surmultipliée), si bien que le retardateur est capable, malgré des dimensions relativement petites, de délivrer un couple de freinage important tout aussi bien dans la zone des petites vitesses de marche.

Pour obtenir ce résultat souhaitable, l'agencement selon les figures 1 et 2 doit présenter les caractéristiques suivantes : sur la chaîne cinématique 10, le premier pignon 11 de la boîte (auquel est accouplé l'arbre de sortie 30) doit impérativement être disposé entre le deuxième pignon 12 de la boîte (auquel est associé le frein B2 de vitesse supérieure) et le troisième pignon 13 de la boîte (auquel est relié le rotor 31 du retardateur). Le frein B2 de vitesse supérieure doit alors être enclenché sur deux rapports de transmission voisins (dans l'exemple représenté, il s'agit des rapports I et II), si bien que le deuxième pignon 12 de la boîte reste immobile. En outre,

la condition suivante doit être remplie : le premier pignon 11 de la boîte se trouve également entre le deuxième pignon 12 de la boîte et le quatrième pignon 14 de la boîte.

5 En d'autres termes, les pignons 11 et 14 de la boîte de vitesses doivent être accouplés entre eux de telle sorte que, lorsque le frein de vitesse supérieure est enclenché, non seulement le rapport entre les vitesses de rotation du troisième pignon 13 et du premier pignon 11, mais aussi le rapport entre 10 les vitesses de rotation du quatrième pignon 14 et du premier pignon 11, est plus grand que +1. On pourrait dire également que, lorsque le frein B2 de vitesse supérieure est enclenché, non seulement la vitesse de rotation du troisième pignon 13 mais aussi la vitesse de rotation du quatrième pignon 14 est 15 plus grande que la vitesse de rotation du premier pignon.

Sur les figures 1 et 2, le quatrième pignon 14 de la boîte de vitesses se trouve à l'une des extrémités de la chaîne cinématique 10 ; c'est-à-dire que le troisième pignon est disposé entre le premier et le quatrième pignons. Il en résulte 20 que le rapport entre les vitesses de rotation du quatrième et du troisième pignons est plus grand que +1. Une autre possibilité est que le quatrième pignon soit disposé entre le premier et le troisième pignons.

La figure 3 se différencie de la figure 1 uniquement en 25 ce que, au lieu d'une seule et unique chaîne cinématique 10, il a été mis en place une combinaison de deux chaînes 10' et 10''. Chacune de ces chaînes 10' et 10'' symbolise un train simple P1, P2 d'engrenages épicycloïdaux se composant d'une roue solaire, de cages de transmission planétaire (avec des roues 30 satellites) et d'une roue à denture intérieure. Cela représente l'une des nombreuses possibilités de réalisation de la transmission selon les figures 1 et 2. La figure 4 montre le schéma des roues se rapportant à la figure 3, duquel il apparaît une possibilité pour l'aspect de construction de la transmission 35 selon la figure 3. La roue solaire S1, une cage T1 de transmission planétaire (correspondant au premier pignon 11 de la boîte de vitesses) et la roue H1 à denture intérieure font partie du train P1 de roues planétaires. La roue solaire S2, la cage T2 de transmission planétaire et une roue H2 à denture intérieure (correspondant au quatrième élément 14 du polygone articulé)

font partie du train P2 de roues planétaires. Le deuxième pignon 12 de la boîte de vitesses est un élément d'accouplement fixe, qui accoupe l'une à l'autre les roues solaires S1 et S2. De même le troisième pignon 14 est un élément d'accouplement fixe ; il accoupe la roue H1 à denture intérieure à la cage T2 de transmission planétaire. En outre, sur les figures 3 et 4, les mêmes repères numériques sont utilisés que sur les figures 1 et 2.

Il est maintenant possible d'expliquer encore d'autres avantages de l'invention :

Il est d'abord tout à fait remarquable que la charge ou sollicitation des éléments d'accouplement (embrayages et freins) est petite lorsque le retardateur 31,32 est en service. A titre d'exemple, supposons que le retardateur commence à fonctionner à une grande vitesse de marche, donc quand la vitesse IV est enclenchée. Seul le frein B4 est alors sollicité. Les deux embrayages K3 et K4 ne sont pas affectés par le couple du retardateur. Lors du passage de la vitesse IV à la vitesse III, l'embrayage K4 est enclenché. Le couple qui s'exerce sur K4 et K3 est plus petit que le couple du retardateur. Comme K3 était déjà enclenché sur la vitesse IV, il ne se produit sur K4 qu'une charge thermique. Lors du passage de la vitesse III à la vitesse II, le frein B2 est enclenché, et subit de ce fait une certaine charge thermique. Pourtant, lors du passage de la vitesse II à la vitesse I, le frein B2 reste enclenché sans modification et c'est le seul élément du changement de vitesse qui est sollicité par le retardateur. Toute charge thermique se trouve donc alors évitée. L'embrayage K4 n'est sollicité que par le couple d'entraînement de la motrice.

Des rapports appropriés semblables existent lorsque le changement de vitesse est mis sur une vitesse supérieure alors que le retardateur est en service. De bonnes conditions sont alors créées pour une utilisation économique du changement de vitesse dans les véhicules utilitaires, les autobus par exemple.

Un avantage supplémentaire consiste en ce que, dans la zone de vitesse correspondant au rapport de transmission I, une nouvelle possibilité de freinage est procurée lorsqu'il est possible de freiner avec un couple jusqu'à l'arrêt. On

obtient cette mise en service du retardateur uniquement en enclenchant l'embrayage K4 et en emplissant de fluide le retardateur. Le couple de freinage et le couple du moteur s'exercent alors dans le retardateur. Comme le moteur délivre un couple même à l'arrêt du véhicule, il existe même à l'arrêt un couple de freinage qui s'exerce sur l'arbre de sortie. Ce couple de freinage est alors également réglé par l'intermédiaire du couple moteur. Cet état de transmission permet également une vitesse de marche arrière réduite dans son régime de traction.

Si ces rapports de traction réduits sont suffisants, il est également possible de supprimer le frein d'arrêt ou de blocage mécanique B3. En outre, il peut également arriver qu'une vitesse de marche arrière disparaîsse totalement. Exemple :

Supposons que le changement de vitesse soit prévu pour un véhicule sur rails, qui doit atteindre dans les deux sens de circulation une très grande vitesse. Il est alors prévu une transmission réversible entre le changement de vitesse et les roues motrices. Le retardateur peut ainsi être utilisé dans les deux sens de marche.

Sur les figures 5 et 6, il est représenté comment un autre changement de vitesse peut être dérivé de la chaîne cinématique 10 des figures 1 et 2. Rapportons-nous de nouveau pour cela à la référence n°6. Ce changement de vitesse comporte deux roues solaires S3 et S4 indépendantes l'une de l'autre avec des diamètres différents. La plus grande engrène avec des roues planétaires 29, auxquelles une roue H4 à denture intérieure est associée de la manière habituelle. La plus petite roue solaire engrène avec des roues planétaires 28. Aucune roue à denture intérieure n'est associée à ces dernières. Au lieu de cela, les roues planétaires 29 mentionnées en premier lieu sont si longues qu'elles engrènent également avec des roues planétaires 28. Dans ce changement de vitesse, la roue H4 à denture intérieure constitue le premier pignon 11 de la boîte de vitesses, auquel est accouplé l'arbre de sortie 30. En outre, la roue solaire S3 constitue ici le deuxième pignon 12 de la boîte. La cage T de transmission planétaire (commune aux roues planétaires 28 et 29) constitue le troisième pignon 13, et la roue solaire S4 constitue le quatrième pignon 14. Le retardateur 31,32, les

freins B2, B3 et B4 et les embrayages K3 et K4 sont essentiellement combinés avec les pignons 11 à 14 de la boîte de la même manière que sur la figure 4.

5 Les figures 7 à 10 correspondent aux figures 1 à 4. Sur la figure 7, à la différence de la figure 1, il est disposé sur la chaîne cinématique 10 encore un autre pignon 15 de boîte de vitesses avec un frein B5, et ce entre le premier pignon 11 et le deuxième pignon 12. On voit sur la figure 8 que, lorsque 10 le frein B5 est serré et que l'embrayage K4 est enclenché, l'arbre de sortie tourne à une vitesse de rotation n' , qui est plus petite que la vitesse de rotation n_1 . Il s'agit donc maintenant d'un changement de vitesse à cinq vitesses. Mais on peut maintenant supprimer également le frein B4, pour obtenir un 15 changement de vitesse à quatre vitesses sans surmultipliée, c'est-à-dire un changement de vitesse dans lequel l'arbre de sortie 30 tourne, sur le rapport de transmission le plus haut, à la vitesse de rotation d'entrée n_1 . La figure 9 est, à la différence de la figure 3, complétée par une chaîne cinématique 20 supplémentaire 10''' qui comporte un troisième train P3 de roues planétaires. Celle-ci comporte des planétaires doubles selon la figure 10, donc la cage est accouplée à l'arbre de sortie 30. La roue solaire est accouplée au deuxième pignon 12 de la boîte et la roue à denture intérieure constitue le cinquième pignon 15.

25 L'exemple qui vient d'être décrit montre que le deuxième pignon 12 de la boîte de vitesses ne doit pas absolument être immobilisé au moyen du frein B2 sur les deux rapports de vitesse inférieure, pour que le changement de vitesse établisse un rapport de vitesse supérieure pour le retardateur. Au contraire il peut s'agir ici de deux rapports de vitesse moyens voisins. En outre, d'autres modifications du changement de vitesse représenté sont encore possibles, c'est-à-dire des modifications telles que le frein B2 de vitesse supérieure est efficace sur 35 les trois rapports de transmission inférieurs. Un exemple de cela est représenté sur les figures 11 à 13.

Sur la figure 11, on peut tout d'abord reconnaître de nouveaux la chaîne cinématique 10', qui comporte le train P1 de roues planétaires et qui correspond totalement à la chaîne

10' de la figure 3 ou de la figure 9. Il est également prévu une chaîne cinématique 10a, qui représente le train P2 de roues planétaires et qui est représentée en deux grandeurs différentes, une fois sous la forme d'un trait interrompu et une autre fois sous la forme d'un trait tireté. Il faut remarquer qu'il s'agit dans les deux cas du même train P2 de roues planétaires, comprenant une roue solaire S2, une cage T2 de transmission planétaire et une roue H2 à denture intérieure. Dans les deux cas de la figure 11, le rapport entre les distances S2-T2 et T2-H2 est le même ; en outre, dans les deux cas, la roue solaire est accouplée à un seul et même arbre moteur ou de commande 20.

Ce type de représentation résulte du fait qu'à la différence des figures 3 et 9, il n'y a entre les deux trains P1 et P2 de roues planétaires qu'un seul et unique élément 13 d'accouplement fixe. L'autre accouplement est au contraire variable ou totalement desserrable, ce qui procure les quatre possibilités suivantes :

20 1. L'embrayage K2 accouple la roue H2 à denture intérieure, lorsque l'embrayage K1 est déclenché, à la roue solaire S1. L'extrémité gauche (sur la figure 11) de la chaîne 10a se trouve alors avec l'entraînement au point 14 (vitesse I, voir la figure 12).

25 2. L'embrayage K1 accouple la roue H2 à denture intérieure (l'embrayage K2 étant enclenché) à la cage T1 de transmission planétaire. L'extrémité gauche de la chaîne 10a se trouve alors avec l'entraînement au point 14' (vitesse II).

30 3. Si, des trois embrayages K1, K2 et K5, seul le dernier est enclenché, le train P2 de roues planétaires tourne alors en bloc, si bien que l'élément 13 d'accouplement tourne alors à la vitesse de rotation d'entrée n_{20} (vitesse III).

35 4. Si, contrairement à 3., un des embrayages K1 et K2 est enclenché en plus du premier, le train P1 de roues planétaires tourne alors lui aussi en bloc. Cela signifie que l'arbre de sortie 30 tourne à la vitesse $n_{IV} = n_{20}$.

Par enclenchement de l'embrayage K2 et du frein B3, il est possible de passer la vitesse de marche arrière. De même qu'avec les autres changements de vitesse, ce mécanisme peut

lui aussi être complété par des éléments d'accouplement supplémentaires et, le cas échéant, par un train de roues planétaires supplémentaire, pour augmenter le nombre des rapports de transmission.

Sur la figure 12, les vitesses de rotation du troisième pignon 13 de la boîte de vitesses, auquel est accouplé le rotor 31 du retardateur, sont désignées par les repères r_I , r_{II} et r_{III} , correspondant respectivement aux rapports de transmission I à III. On voit que maintenant, pour ces trois rapports de transmission, le rapport entre la vitesse de rotation du retardateur et la vitesse de rotation de l'arbre de sortie est le même, et que ce rapport est à nouveau plus grand que +1. En d'autres termes, il y a pour chacun des trois rapports de transmission I à III la même transmission en surmultipliée. Ce changement de vitesse convient donc particulièrement bien à la réalisation de l'invention.

Il est possible de dériver de la figure 2 un plan de vitesses de rotation très similaire à celui de la figure 12, en annexant encore un autre élément de transmission à l'extrême gauche de cette figure. Cela signifie, sur la figure 4, qu'il faut intercaler entre l'arbre de commande 20 et les embrayages K3 et K4 un autre train de roues planétaires, qui peut être relié à l'arbre moteur 20 au moyen d'un embrayage supplémentaire. Au moyen d'un frein supplémentaire, il serait possible de passer en surmultipliée. Le frein B3 est représenté sur la figure 13 sous la forme d'un frein sans glissement, qui ne peut être enclenché qu'à l'arrêt.

Dans tous les exemples de réalisation représentés, il est admis que l'on peut enclencher le retardateur 31,32 en l'emplissant d'un fluide de travail, et le déclencher en le vidant de ce fluide. Si alors, à vide, le couple résiduel produit par l'air est aussi petit que possible, il est possible de prévoir des dispositifs connus en soi pour faire obstacle aux courants d'air. Une autre possibilité d'enclenchement et de déclenchement du retardateur consiste à relier le rotor du retardateur au troisième pignon 13 de la boîte de vitesses au moyen d'un accouplement de transmission desserrable supplémentaire.

REVENDICATIONS

1. Changement de vitesse en charge à retardateur, en particulier pour véhicules, comportant les éléments constituants et particularités suivantes :
 - (a) un arbre moteur (20) et un arbre de sortie (30) ;
 - (b) une boîte de vitesses à trains épicycloïdaux disposée entre l'arbre moteur et l'arbre de sortie, qui comporte quatre éléments de transmission (numérotés de 11 à 14 du premier au quatrième), dont le premier (11) est constamment accouplé à l'arbre de sortie (30) ;
 - (c) un rotor de retardateur (31) et un stator de retardateur (32) ;
 - (d) des embrayages et des freins pouvant être enclenchés et déclenchés en vue de l'établissement de différents rapports de vitesse de rotation entre l'arbre moteur et l'arbre de sortie ;
 - (e) celui des éléments de transmission (13) qui entraîne le rotor (31) du retardateur, présente le même sens de rotation au moins pour toutes les vitesses de marche avant, caractérisé par les caractéristiques additionnelles suivantes :
 - (f) le deuxième élément de transmission (12) peut être immobilisé au moyen d'un frein ("frein de vitesse supérieure" B2) qui peut être enclenché sur au moins deux rapports de transmission voisins ;
 - (g) le troisième élément de transmission (13), qui peut être accouplé à l'arbre moteur (20) au maximum sur une partie des rapports de transmission, est relié au rotor (31) du retardateur ;
 - (h) les différents éléments de transmission (11 à 14) sont accouplés entre eux de telle sorte que, lorsque le frein de vitesse supérieure (B2) est enclenché, non seulement le rapport entre les vitesses de rotation du troisième élément de transmission (13) et du premier élément de transmission (11), mais aussi le rapport entre les vitesses de rotation du quatrième élément de transmission (14) et du premier élément de transmission (11), est plus grand que +1.
2. Changement de vitesse selon la revendication 1,

caractérisé en ce que le rapport entre les vitesses de rotation du quatrième et du troisième éléments de transmission est lui aussi plus grand que +1.

5 3. Changement de vitesse selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que, des troisième et quatrième éléments de transmission (13 et 14), c'est celui qui présente la plus petite vitesse de rotation lorsque le frein de vitesse supérieure (B2) est enclenché, qui peut être immobilisé au moyen d'un 10 autre frein (B3) en vue de l'enclenchement d'une vitesse de marche arrière lors du desserrage du frein de vitesse supérieure (B2).

15 4. Changement de vitesse selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le rotor (31) du retardateur est relié de manière amovible au troisième élément de transmission (13).

5. Changement de vitesse selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, comportant les éléments constituants suivants :

20 (a) au moins deux trains de roues planétaires (à savoir un premier train P1 et un second train P2), dont chacun comporte une roue solaire (S1, S2), une cage de transmission planétaire (T1, T2) et une roue à denture intérieure (H1, H2), l'arbre de sortie (30) étant relié de manière amovible à la cage 25 de transmission planétaire (T1) du premier train de roues planétaires (P1) ;

30 (b) au moins un élément d'accouplement fixe (13) qui relie de manière amovible la roue à denture intérieure (H1) du premier train de roues planétaires (P1) à la cage de transmission planétaire (T2) du second train de roues planétaires (P2)

caractérisé par les particularités additionnelles suivantes :

35 (c) le rotor (31) du retardateur est relié à l'élément d'accouplement fixe mentionné (13) (troisième élément de transmission) ;

(d) la roue solaire (S1) du premier train de roues planétaires (P1) peut être immobilisée au moyen du "frein de vitesse supérieure" (B2) (figures 4, 10 et 13).

6. Changement de vitesse selon l'une quelconque des

revendications 1 à 5, caractérisé en ce que, lorsque le frein de vitesse supérieure (B2) est enclenché, l'arbre moteur (20) peut être accouplé soit au troisième élément de transmission (13) soit au quatrième élément de transmission (14) (embrayages K3, K4).

7. Changement de vitesse selon la revendication 6, caractérisé en ce que, des troisième et quatrième éléments de transmission (13 et 14), c'est celui qui présente la plus grande vitesse de rotation lorsque le frein de vitesse supérieure (B2) est enclenché, qui peut être immobilisé au moyen d'un frein supplémentaire (B4) en vue du passage d'une vitesse surmultipliée lorsque le frein de vitesse supérieure (B2) est desserré.

8. Changement de vitesse selon la revendication 5, caractérisé par les particularités suivantes :

(a) l'arbre moteur (20) peut être relié de manière amo-
vible à la roue solaire (P2) du deuxième train de roues plané-
taires (22) ;

(b) la roue à denture intérieure (H2) du deuxième train
20 de roues planétaires (P2) peut être reliée soit à l'arbre de
sortie (30) par l'intermédiaire d'un embrayage (K1), soit au
frein de vitesse supérieure (B2) par l'intermédiaire d'un autre
embrayage (K2) (figure 13).

9. Changement de vitesse selon la revendication 8, caractérisé en ce que la roue à denture intérieure (H2) du deuxième train de roues planétaires (P2) peut être accouplée au troisième élément de transmission (13), relié au rotor (31) du retardateur au moyen d'un embrayage supplémentaire (K5).

10. Changement de vitesse selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé par l'utilisation d'un train de roues planétaires comportant une roue solaire (S4), des roues planétaires (29) et une roue à denture intérieure (H4), dont les roues planétaires (29) sont prolongées de manière à pouvoir engrainer également avec des roues planétaires supplémentaires voisines (28), qui engrènent par ailleurs avec une roue solaire (S3) (figure 6).

PL 1/4

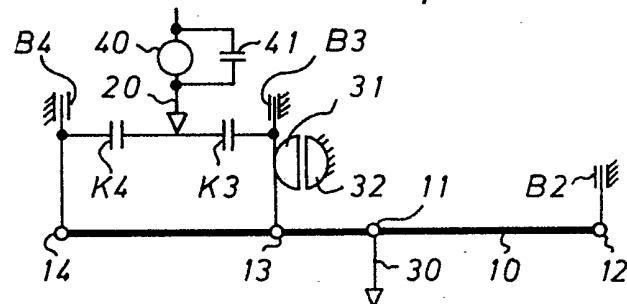


Fig. 1

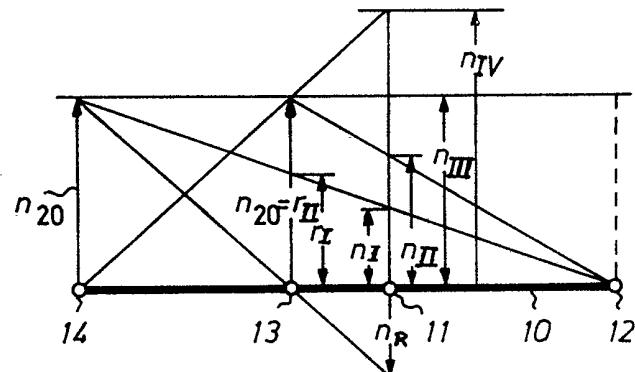


Fig. 2

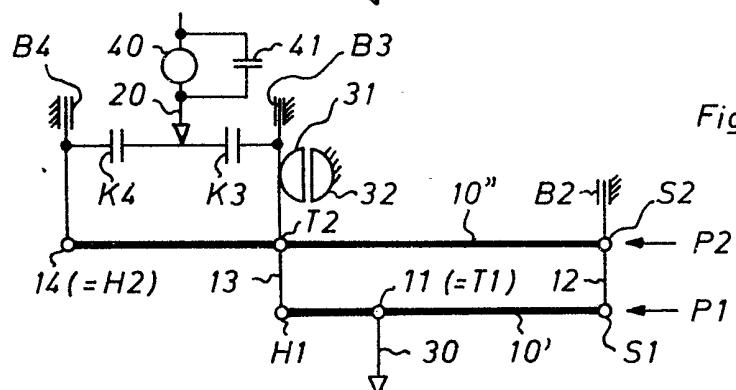


Fig. 3

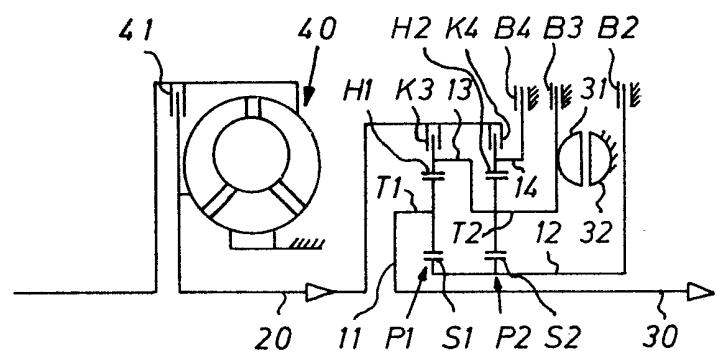


Fig. 4

PL 2/4

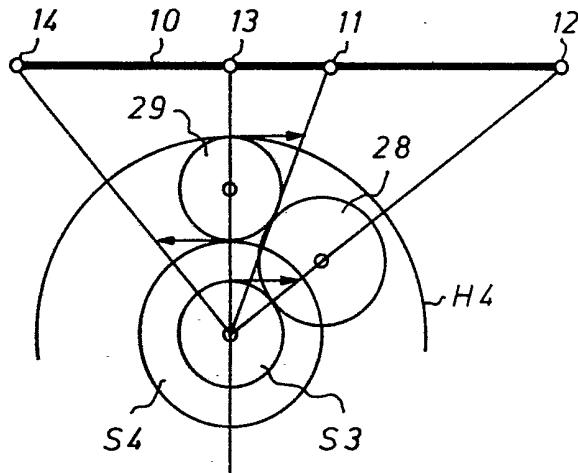


Fig. 5.

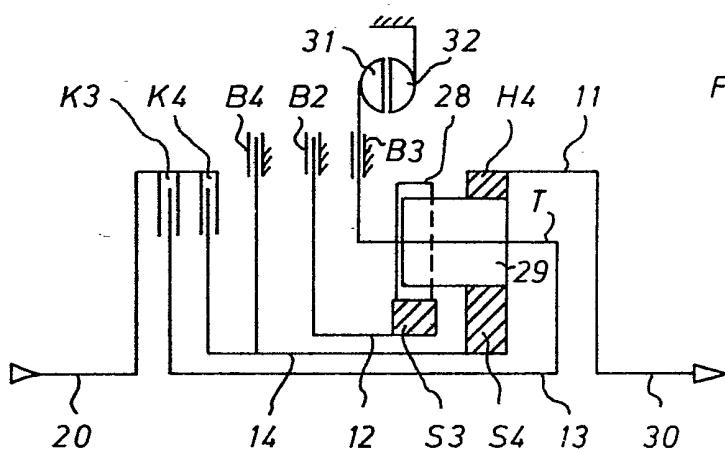
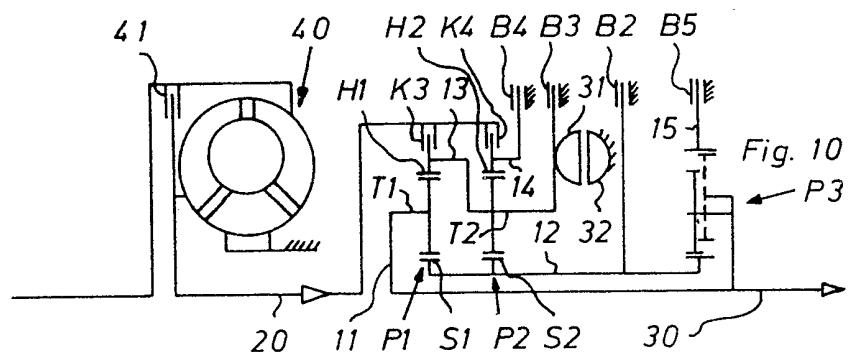
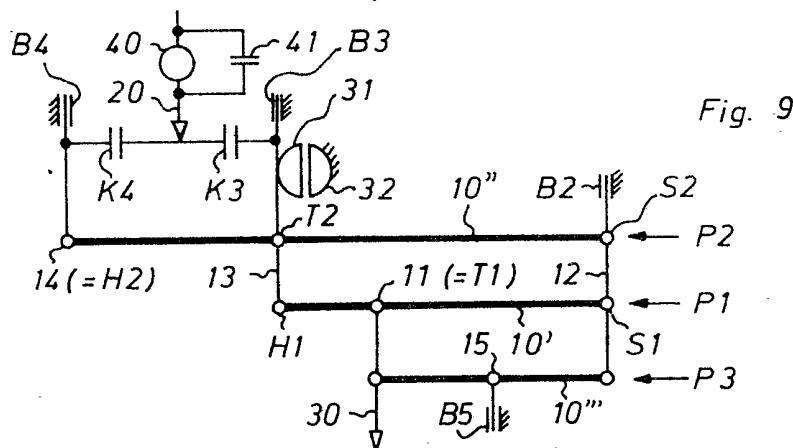
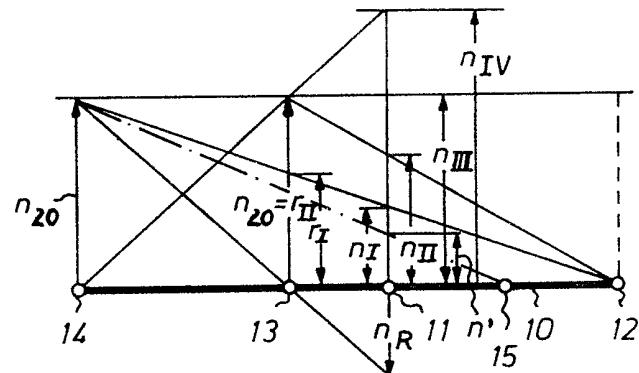
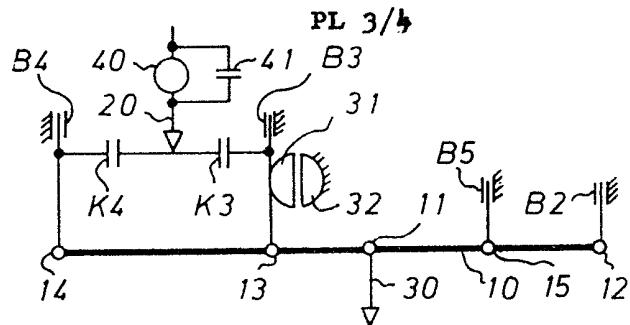


Fig. 6



PL 4/4

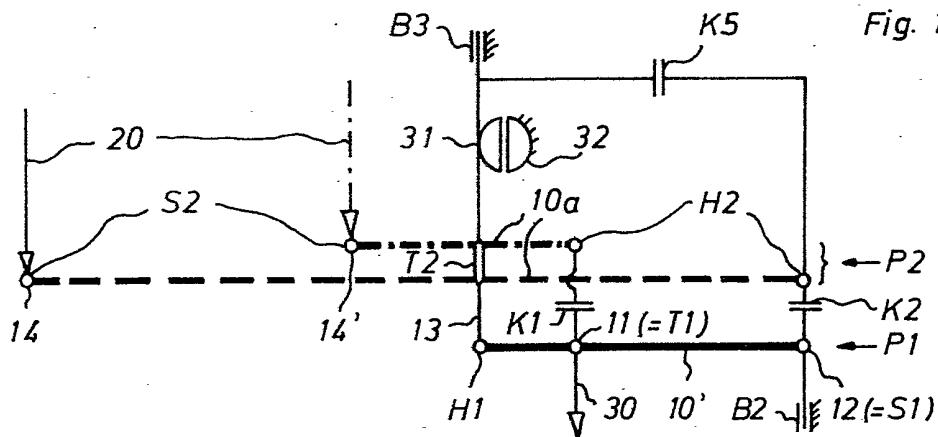


Fig. 11

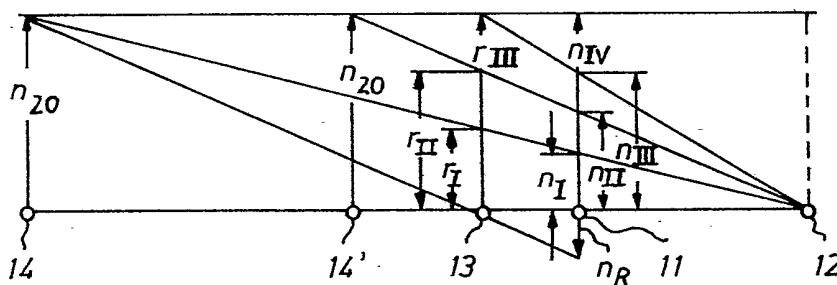


Fig. 12

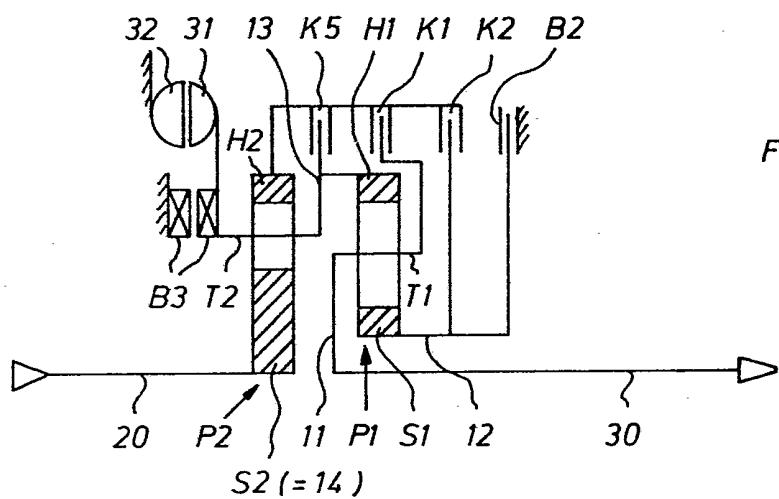


Fig. 13