

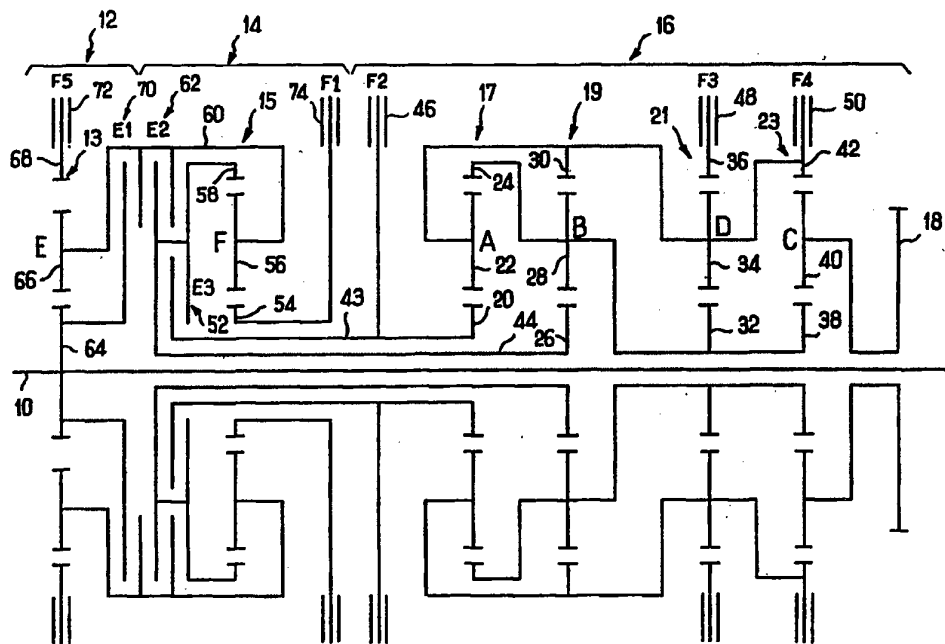


DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁶ : F16H 37/04, 3/66	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 96/41976 (43) Date de publication internationale: 27 décembre 1996 (27.12.96)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR96/00830 (22) Date de dépôt international: 3 juin 1996 (03.06.96) (30) Données relatives à la priorité: 95/06956 13 juin 1995 (13.06.95) FR (71) Déposant: SOCIÉTÉ D'ÉQUIPEMENTS, SYSTÈMES ET MÉCANISMES [FR/FR]; Zone Industrielle d'Epluches, 67, rue d'Epluches, F-95310 Saint-Ouen L'Aumône (FR). (72) Inventeur: MICHEL, Robert; 14, rue des Bruyères, F-95540 Mery-sur-Oise (FR). (74) Mandataire: POIDATZ, Emmanuel; 96, boulevard Malesherbes, F-75017 Paris (FR).		(81) États désignés: CZ, PL, RO, RU, SK, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.</i>

(54) Title: GEARBOX DRIVE LINE**(54) Titre:** ENSEMBLE CINÉMATIQUE DE BOÎTE DE VITESSES**(57) Abstract**

A drive line comprising a set (16) of four epicyclic gear trains (17, 19, 21, 23), an overdrive assembly (14) with an epicyclic gear train (15) and a reverser assembly (12) with a dual-satellite epicyclic gear train (13). The five trains (15, 17, 19, 21, 23) in the set (16) and the overdrive (14) have identical train ratios close to a single value $K = 2.148$, whereby eight geometrically progressive stepped forward gears are achieved at the output (18). The six epicyclic trains are controlled by five brakes (46, 48, 50, 72, 74) and three clutches (52, 62, 70). The input shaft (10) passes through the drive line. Said drive line may be used in gearboxes for trucks and lorries.



(57) Abrégé

L'ensemble cinématique comporte un groupe (16) de quatre trains épicycles (ou épicycloïdaux) (17, 19, 21, 23), un ensemble surmultiplicateur (14) à train épicycle (15) et un ensemble inverseur (12) à train épicycle (13) à double satellites. Les cinq trains (15, 17, 19, 21, 23) du groupe (16) et du surmultiplicateur (14) présentent des rapports de train identiques approchant une valeur unique $K=2,148$ de façon à obtenir en sortie (18) huit vitesses avant étagées en progression géométrique. Les six trains épicycles sont commandés par cinq freins (46, 48, 50, 72, 74), et trois embrayages (52, 62, 70). L'arbre d'entrée (10) est traversant par rapport à l'ensemble cinématique. L'ensemble cinématique est utilisable dans le domaine des boîtes de vitesses pour véhicules poids lourds.

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Arménie	GB	Royaume-Uni	MW	Malawi
AT	Autriche	GE	Géorgie	MX	Mexique
AU	Australie	GN	Guinée	NE	Niger
BB	Barbade	GR	Grèce	NL	Pays-Bas
BE	Belgique	HU	Hongrie	NO	Norvège
BF	Burkina Faso	IE	Irlande	NZ	Nouvelle-Zélande
BG	Bulgarie	IT	Italie	PL	Pologne
BJ	Bénin	JP	Japon	PT	Portugal
BR	Brésil	KE	Kenya	RO	Roumanie
BY	Bélarus	KG	Kirghizistan	RU	Fédération de Russie
CA	Canada	KP	République populaire démocratique de Corée	SD	Soudan
CF	République centrafricaine	KR	République de Corée	SE	Suède
CG	Congo	KZ	Kazakhstan	SG	Singapour
CH	Suisse	LI	Liechtenstein	SI	Slovénie
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SK	Slovaquie
CM	Cameroun	LR	Libéria	SN	Sénégal
CN	Chine	LT	Lituanie	SZ	Swaziland
CS	Tchécoslovaquie	LU	Luxembourg	TD	Tchad
CZ	République tchèque	LV	Lettonie	TG	Togo
DE	Allemagne	MC	Monaco	TJ	Tadjikistan
DK	Danemark	MD	République de Moldova	TT	Trinité-et-Tobago
EE	Estonie	MG	Madagascar	UA	Ukraine
ES	Espagne	ML	Mali	UG	Ouganda
FI	Finlande	MN	Mongolie	US	Etats-Unis d'Amérique
FR	France	MR	Mauritanie	UZ	Ouzbékistan
GA	Gabon			VN	Viet Nam

ENSEMBLE CINEMATIQUE DE BOITE DE VITESSES

- La présente invention concerne un ensemble cinématique de boîte de vitesses de type à trains épicycles (également appelés trains épicycliques, épicycloïdaux ou planétaires) utilisable notamment dans des transmissions de propulsion de véhicules, par exemple pour l'entraînement des roues motrices d'un véhicule.
- Les trains épicycles sont utilisés depuis longtemps dans les transmissions automobiles, notamment dans les boîtes de vitesses automatiques et dans les surmultiplicateurs ou "overdrive". D'une façon générale, un train épicycle simple comprend un pignon central ou pignon planétaire, une couronne à denture intérieure et un jeu de pignons satellites disposés entre la couronne et le pignon planétaire et liés entre eux par un bâti ou porte-satellites. En fonctionnement, le pignon planétaire, la couronne et le bâti sont indépendamment associés à un élément tournant moteur, à un élément tournant récepteur et à un élément servant de point d'appui ou de réaction. Cet élément de réaction peut être fixe ou tournant embrayé avec le moteur ou le récepteur (prise directe). Selon le choix de la combinaison des associations on obtient une démultiplication, une surmultiplication ou une marche arrière, toutes trois fonctions du rapport du train défini par le rapport du nombre de dents de la couronne sur le nombre de dents du planétaire. Le changement de rapport des vitesses est alors obtenu par une modification de la combinaison des associations. En pratique, les associations temporaires avec les éléments du train sont réalisées à l'aide d'organes de friction, soit à l'aide d'embrayages pour associer des éléments tournants, soit à l'aide de freins pour obtenir le blocage des éléments choisis pour assurer la réaction. Enfin la solidarisation temporaire de deux des éléments constitutifs du train entraîne un blocage de celui-ci et

la prise directe entre l'élément moteur et l'élément récepteur.

Les boîtes de vitesses de véhicule ont pour fonction
5 d'adapter le couple délivré par le moteur aux conditions
exigées par la charge du véhicule et par le profil et la
nature de la piste de roulement du véhicule. En
particulier la boîte réalise une multiplication du
couple permettant le démarrage notamment en terrain
10 difficile. Quand le véhicule gagne de la vitesse, la
démultiplication de couple diminue jusqu'à la prise
directe et les vitesses surmultipliées. La relation des
rapports de vitesses successifs constitue l'étagement de
la boîte de vitesses.

15

A défaut de contrainte particulière d'utilisation,
l'étagement idéal d'une boîte de vitesses est selon une
progression géométrique. Un tel étagement permet
i) d'approcher au plus près l'hyperbole d'équipuissance
20 ($P = C \times w$), ii) de réaliser les changements de rapports
de vitesse dans les meilleures conditions pour la
mobilité en utilisant toujours la même plage de vitesse
du moteur (la plage offrant la puissance maximale),
iii) d'obtenir un pas relatif de deux rapports
25 successifs constant (progression géométrique).

Une autre caractéristique importante d'une boîte de
vitesses est son "ouverture" définie par le rapport de
la vitesse la moins démultipliée sur la vitesse la plus
30 démultipliée. Cette ouverture permet de multiplier le
couple (au démarrage) ou la vitesse maximale (en
roulage) et de disposer une plage plus ou moins large
sur l'hyperbole de puissance correspondant à la
puissance moteur. Pour des véhicules tout terrain
35 utilisant des boîtes de vitesses à trains épicycles, une
ouverture en couple d'environ 12 est nécessaire,
ouverture qui peut être produite par une ouverture

mécanique de 6 dans le cas d'utilisation d'un convertisseur de couple. En particulier le document DE-B-1.031.647 montre un ensemble cinématique de boîte de vitesses comportant quatre trains épicycles à rapport de
5 train identique égal à 1,618 pour obtenir quatre vitesses en Entrée/Sortie en progression géométrique avec une ouverture mécanique proche de 7, l'ensemble mécanique étant associé à un convertisseur de couple.

10 Pour des raisons de coût, d'encombrement et de rendement, il peut s'avérer intéressant d'éviter l'utilisation d'un convertisseur de couple. Dans ce cas, l'organisation d'une chaîne cinématique pour boîte de vitesses de véhicule à grande ouverture (>12) avec un
15 pas limité (<1,5) pour utiliser le moteur dans sa plage maximale conduit à un grand nombre de rapports. La chaîne cinématique devient très complexe et l'étalement géométrique quasiment impossible à obtenir avec l'augmentation du nombre de trains épicycles.

20

L'invention a pour but de proposer un ensemble cinématique de boîte de vitesses bien adapté pour être utilisé dans des boîtes de vitesses à grande ouverture, notamment des boîtes à étalement en progression
25 géométrique, et de réalisation technique relativement aisée.

Plus particulièrement, l'invention propose un ensemble cinématique pour boîte de vitesses comportant un groupe
30 de quatre trains épicycles à rapports de train identiques K et associés de façon à obtenir au moins trois rapports de vitesses en Entrée/Sortie du groupe étagés sensiblement en progression géométrique, caractérisé en ce que le rapport K des quatre trains
35 épicycles est choisi à une valeur approchée de la solution réelle de l'équation $K^3 - (K+1)^2 = 0$, soit à une valeur approchée de K théorique = $K_t = 2,148$. Ce choix

permet notamment d'obtenir un étagement des vitesses en progression géométrique de pas égal au rapport K des trains.

5 L'ensemble cinématique selon l'invention défini ci-dessus limité au groupe des quatre trains épicycles présente dans sa configuration à 4 vitesses en progression géométrique une ouverture déjà importante de 10 avec un pas de 2,15. Cet ensemble est bien adapté pour être utilisé directement comme boîte de vitesses avec des moteurs électriques ou avec des moteurs thermiques fixes. De plus cet ensemble peut servir de base à des ensembles cinématiques encore plus performants destinés aux véhicules à moteurs thermiques.

15

Par ailleurs la fabrication de trains épicycles à rapport inférieur à 2 s'avère difficile compte tenu de la relative petite taille des diamètres des pignons satellites. Ainsi avec l'utilisation de trains identiques de rapport voisin de 2,15, la structure de 20 l'ensemble cinématique de boîte de vitesses selon l'invention est de construction relativement aisée et facilitée par la standardisation des trains épicycles. Ceci permet d'utiliser les mêmes outils de taillage et parfois même des éléments de l'ensemble totalement 25 identiques avec pour conséquence des coûts de fabrication diminués. Un autre effet intéressant est l'homogénéité dans les dimensions diamétrales de l'ensemble cinématique compte tenu du fait que le concepteur de cet ensemble a la possibilité d'agir sur 30 la dimension de l'épaisseur axiale des roues d'engrenage ou sur le nombre de satellites pour ajuster le dimensionnement de l'ensemble cinématique aux couples. Avantagement les quatre trains du groupe présentent des modules identiques notamment choisis à 90/42 dents 35 ou à 82/38 dents, soit des rapports de trains pratiques respectivement égaux à $K_p=2,143$ et $K_p'=2,158$.

Selon une variante préférentielle de l'ensemble cinématique selon l'invention, celui-ci comporte en amont du groupe de trains de rapport K un ensemble surmultiplicateur débrayable à train épicycle présentant un coefficient de surmultiplication CS approchant $\sqrt{K}$, l'ensemble surmultiplicateur étant associé au groupe de trains de façon à obtenir six ou huit rapports de vitesses en Entrée/Sortie sensiblement étagés en progression géométrique de pas $\sqrt{K}$, soit d'un pas d'une valeur approchée de 1,466. L'ensemble combiné "groupe et surmultiplicateur" selon l'invention ainsi défini dans sa configuration à 8 vitesses présente une large ouverture de 14,5 avec un pas de l'ordre 1,45. Un tel ensemble combiné est particulièrement bien adapté à la propulsion de véhicules tout terrain et de véhicules lourds à moteurs de forte puissance.

Selon une caractéristique additionnelle avantageuse, les cinq trains épicycles de l'ensemble combiné présentent des rapports de train identiques. Ceci permet d'utiliser des trains épicycles de même module, par exemple 90/42 et de parfaire la standardisation des éléments constitutifs de l'ensemble combiné.

Toujours selon une caractéristique additionnelle avantageuse, l'ensemble cinématique peut comporter en entrée un ensemble inverseur débrayable à train épicycle.

Toujours selon une autre caractéristique additionnelle, l'organe d'entrée se présente principalement sous la forme d'un arbre traversant ledit ensemble cinématique et monté coaxialement par rapport aux trains épicycles. En effet le rapport des trains incorporés dans l'ensemble cinématique selon l'invention légèrement supérieur à 2 autorise l'utilisation de pignons planétaires d'un diamètre suffisant pour présenter un

arbre creux et permettre à l'arbre d'entrée de traverser l'ensemble cinématique de boîte de vitesses de part en part, facilitant ainsi le montage de la boîte et/ou de prises de force.

5

Selon un mode de réalisation particulier d'un ensemble cinématique selon l'invention, le groupe de trains épicycles comporte un train d'entrée B, un train de sortie C et deux trains intermédiaires A et D, l'arbre d'entrée du groupe étant lié en rotation au planétaire du train d'entrée B, l'arbre de sortie du groupe étant lié en rotation au bâti du train de sortie C, le planétaire du train C étant lié en rotation au planétaire du train D, au bâti du train B et à la couronne du train A, la couronne freinée du train C étant liée en rotation au bâti du train D, à la couronne du train B et au bâti du train A, le planétaire du train A et la couronne du train D étant individuellement freinés. Avantagusement, le groupe de trains comporte au moins un embrayage entre le planétaire du train A et le planétaire du train B pour obtenir la prise directe en Entrée/Sortie du groupe.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront dans la description ci-après qui se réfère aux dessins joints dans lesquels:

- la figure 1 montre une représentation schématique en coupe axiale d'un mode de réalisation d'un ensemble cinématique de boîte de vitesses selon l'invention comportant un groupe de trains, un ensemble surmultiplicateur et un ensemble inverseur; et
- la figure 2 montre une représentation schématique en coupe axiale d'un autre mode de réalisation d'un ensemble cinématique de boîte de vitesses selon l'invention comportant un groupe de trains et un ensemble surmultiplicateur avec fonction d'inversion intégrée.

Si l'on considère la figure 1, l'ensemble cinématique selon l'invention présenté à titre d'exemple non limitatif comporte un arbre d'entrée 10 traversant l'ensemble cinématique, un ensemble inverseur 12 à train épicycle 13, un ensemble surmultiplicateur 14 à train épicycle 15 un groupe 16 de quatre trains épicycles A-B-D-C et un organe de sortie 18. Par convention l'ensemble cinématique complet selon l'invention ici décrit est également appelé ensemble combiné 12+14+16.

10

Le groupe 16 comporte quatre trains épicycles simples classiques, avec pour chacun un pignon central ou planétaire (ci-après le planétaire), une couronne à denture intérieure et un jeu de pignons satellites (par exemple 4 à 6 pignons satellites) portés par un porte-satellites ou bâti: soit pour le train A 17 le planétaire 20, le bâti 22 et la couronne 24, pour le train B 19 le planétaire 26, le bâti 28 et la couronne 30, pour le train D 21 le planétaire 32, le bâti 34 et la couronne 36 et pour le train C 23 le planétaire 38, le bâti 40 et la couronne 42. L'entrée du groupe 16 est réalisée par l'arbre creux 44 lié en rotation au planétaire 26 du train B (train d'entrée), tandis que la sortie 18 du groupe 16 (tenant lieu également de sortie de l'ensemble cinématique complet) est réalisée par un pignon d'entraînement 18 lié en rotation au bâti 40 du train C (train de sortie). Le groupe 16 comporte trois freins, le frein F2 46 associé au planétaire 20 du train A, le frein F3 48 associé à la couronne 36 du train D et le frein F4 50 associé à la couronne 42 du train D. Enfin, le groupe 16 comporte un embrayage, l'embrayage E3 52 disposé entre les arbres 43 et 44 respectivement liés en rotation aux planétaires 20 et 26 des trains A et B. Pour des raisons de compacité de montage, l'embrayage 52 est imbriqué dans l'ensemble surmultiplicateur 14, toutefois cette disposition n'est ni impérative ni exhaustive.

Chaque train épicycle fournissant 3 degrés de liberté, on obtient un total de 12 auquel il faut déduire 4 relations linéaires sur les vitesses (formules de Willis). En conséquence la définition d'une vitesse de sortie (vitesse angulaire du bâti 40 du train C) à partir d'une vitesse d'entrée du groupe 16 déterminée (la vitesse angulaire du planétaire 26 du train B) nécessite 6 liaisons en rotation internes permanentes ($12-4-6-1=1$). Ces six liaisons sont constituées par les deux groupements suivants:

i) Couronne 24 du train A liée en rotation avec le bâti 28 du train B lié en rotation avec le planétaire 32 du train D lié en rotation avec le planétaire 38 du train C;

ii) Bâti 22 du train A lié en rotation avec la couronne 30 du train B liée en rotation avec le bâti 34 du train D lié en rotation avec la couronne 42 du train C.

Selon une caractéristique importante de l'invention les quatre trains A-B-D-C ont des rapports de train identiques de valeur unique K ($K_a=K_b=K_d=K_c=K$), le rapport de train K_i étant défini comme égal au Nombre de dents couronne/Nombre de dents du pignon planétaire.

Comme expliqué en détails ci-après, K est choisi à une valeur approchée de $K_t=2,148$ pour obtenir des rapports de vitesses à étagement en progression géométrique sensiblement de pas K pour le groupe de trains 16.

Dans le mode de réalisation ici décrit à titre d'exemple non limitatif, les trains A-B-D-C sont identiques et de même module 90/42, ce qui donne un rapport $K=K_p=K(90/42)=2,143$.

L'ensemble surmultiplicateur 14 disposé en amont du groupe 16 est principalement constitué d'un train épicycle F 15 de même rapport de train K que les trains

A-B-D-C. Dans le mode de réalisation ici décrit à titre d'exemple non limitatif le train F présente le même module 90/42 et le rapport K_f du train F s'écrit $K_f = K_p = 2,143$. Dans la pratique les cinq trains 15, 17, 19, 21 et 23 sont identiques ce qui permet une réduction importante des coûts de fabrication du fait de la standardisation des composants et facilite l'agencement spatial général de l'ensemble cinématique selon l'invention. Le train F 15 comporte un planétaire 54 associé à un frein F1 74, un bâti 56 lié en rotation à un manchon tournant 60 et une couronne 58 liée en rotation à l'arbre d'entrée 44 du groupe 16 (lié en rotation au planétaire 26 du train B), un embrayage E2 62 étant disposé entre la couronne 58 et le manchon tournant 60.

L'ensemble cinématique est complété par un ensemble inverseur débrayable 12 comportant un train épicycle E 13 à double satellites (pour obtenir l'inversion de la rotation) et de rapport de train K_e voisin de 2 (pour obtenir en sortie du train E 13 des vitesses avant et arrière sensiblement égales). Le train inverseur 13 comporte un planétaire 64 lié en rotation à l'arbre d'entrée 10, un bâti 66 lié en rotation avec le manchon tournant 60 et une couronne 68 associée à un frein F5 72, un embrayage E1 70 étant disposé entre le planétaire 64 et le bâti 66 du train E 72.

Les freins et embrayages utilisés dans l'ensemble cinématique selon l'invention et qui peuvent être du type multidisque, sont commandés par des servocommandes électriques et/ou hydrauliques, éventuellement sous le contrôle d'un module électronique.

Le fonctionnement de l'ensemble cinématique selon l'invention (ensemble combiné 12+14+16) est décrit ci-après en référence au tableau des commutations ou

TABLEAU I illustrant les combinaisons opératoires des divers organes de friction pour obtenir 8 vitesses AV et 6 vitesses AR (l'astérisque * indiquant la mise en action de l'organe de friction considérée), le point mort étant obtenu par relâchement de tous les organes de friction.

	E1	E2	E3	F1	F2	F3	F4	F5
1 AV	*	*					*	
2 AV	*			*			*	
3 AV	*	*				*		
4 AV	*			*		*		
5 AV	*	*			*			
6 AV	*			*	*			
7 AV	*	*	*					
8 AV	*		*	*				
1 AR		*					*	*
2 AR				*			*	*
3 AR		*				*		*
4 AR				*		*		*
5 AR		*			*			*
6 AR				*	*			*

TABLEAU I

10

Si l'on considère la figure 1 avec le Tableau I, on peut remarquer en ce qui concerne l'ensemble inverseur 12 que le bâti 66 du train E 13 est rendu solidaire de l'arbre d'entrée 10 lorsque l'embrayage E1 70 est actionné (E1=1) pour obtenir les vitesses Avant (AV) et tourne en sens inverse lorsque le frein F5 72 est actionné (F5=1) pour obtenir les vitesses Arrières (AR). Le manchon 60 lié en rotation au bâti 66 du train E sert d'entrée (par le bâti 56 du train F) à l'ensemble surmultiplicateur 14. Lorsque le frein F1 74 est actionné et l'embrayage E2 62 ouvert la sortie du train F (la couronne 58 reliée au planétaire 26 du train B, c'est à dire à l'entrée du groupe 16) est surmultipliée. Par contre le manchon 60 se trouve en prise directe avec la sortie du train F 15 lorsque l'embrayage E2 62 est activé et le frein F1 74 désactivé.

25

Le groupe 16 des trains A-B-D-C permet d'obtenir 3 vitesses démultipliées par mise en action des freins F4 50 (1 AV), F3 48 (3 AV) et F2 46 (5 AV) et une prise directe pour le groupe 16 (7 AV) par mise en action de
5 l'embrayage E3 52. Conjugué à l'ensemble surmultiplicateur 14, le groupe 16 permet d'obtenir sur le pignon de sortie 18 huit vitesses Avant (AV) par l'incrustation de quatre vitesses supplémentaires 2 AV, 4 AV, 6 AV et 8 AV, entre et au-delà des quatre vitesses
10 1 AV, 3 AV, 5 AV et 7 AV. Les vitesses Arrière (AR) sont produites par les mêmes combinaisons des trains du groupe 16 mais après inversion par le train E 13. Les vitesses Arrière sont au nombre de 8 maximum, mais dans la pratique seules les 6 premières sont utilisées.

15

Le groupe 16 des trains A-B-D-C présente une propriété remarquable en ce qu'il permet d'obtenir un étagement de vitesses à progression géométrique de pas K en choisissant des trains A, B, D, C à rapport de train
20 identique égal à K. En effet le calcul montre la condition qui réalise la progression géométrique de pas K des quatre vitesses 1 AV, 3 AV, 5 AV et 7 AV n'est possible que pour un rapport de train identique égal à K et vérifiant l'équation $K^3 - (K+1)^2 = 0$. Cette équation
25 admet pour seule solution réelle $K=2,1479$, ce qui donne une valeur arrondie de K théorique $K_t=2,148$.

Le train surmultiplicateur 14 de rapport K_f produit un coefficient de surmultiplication $CS=(1+K_f)/K_f$. Si l'on
30 veut respecter la progression géométrique sur les 8 vitesses AV de l'ensemble combiné 12+14+16 il importe que $CS=(1+K_f)/K_f=\sqrt{K}$ soit $K \times (K_f^2) - (K_f+1)^2 = 0$, équation qui se vérifie pour $K_f=K=2,1479$.

35 Dans ces conditions le pas théorique de la nouvelle progression géométrique des 8 vitesses de l'étagement de

l'ensemble combiné 12+14+16 est donné par $\sqrt{K_t}=1,466$ avec une ouverture totale de $\sqrt{K_t}(1+K_t)^2=14,52$.

Dans la pratique lors de la construction technologique
5 on a choisi des modules identiques 90/42 pour les cinq
trains A,B,D,C,F avec un rapport de train K pratique
 $K(90/42)=K_p=2,143$ approchant à moins de 1% la valeur de
 K_t et un pas d'étagement $\sqrt{K_p}=1,464$ (au lieu de
 $\sqrt{K_t}=1,466$), les deux écarts n'étant pas perceptibles
10 dans la pratique lors du fonctionnement l'ensemble
cinématique complet combiné.

Il est à noter que la mise en action du train inverseur
13 par relâchement de l'embrayage E1 70 et l'activation
15 du frein F5 permet d'obtenir six (ou huit) vitesses
Arrière AR également en progression géométrique.

Ainsi donc l'ensemble cinématique combiné 12+14+16 selon
l'invention décrit ci-avant permet d'obtenir 8 vitesses
20 AV en progression géométrique et 8 vitesses arrière en
progression géométrique avec 5 trains épicycles simples,
1 train inverseur, 3 embrayages et 5 freins.

Bien évidemment l'invention n'est pas limitée à
25 l'utilisation de trains épicycles de modules 90/42 ou
82/38 mais couvre l'utilisation de trains à rapports
identiques dont la valeur approche d'une façon générale
 K_t soit 2,148. Enfin sans sortir du cadre de l'invention
différents arrangements de construction sont possibles
30 notamment dans la disposition des embrayages.

Par ailleurs d'autres variantes de l'ensemble
cinématique selon l'invention ont été réalisées à partir
du groupe de trains 16 pour obtenir des agencements de
35 vitesses AR différents et portant sur la suppression de
l'inverseur 12 et l'aménagement de l'ensemble
surmultiplicateur.

En particulier dans la mesure où l'utilisation projetée de l'ensemble cinématique selon l'invention ne nécessite pas un grand nombre de vitesses AR, il est possible de modifier l'ensemble combiné de la figure 1 et d'éliminer l'ensemble inverseur 12.

Dans une première variante (non représentée) le train inverseur 13, l'embrayage E1 70 et le train F5 sont éliminés pour réaliser la prise directe entre l'arbre d'entrée 10 et le manchon 60, l'inversion à la sortie 18 du groupe 16 étant obtenue par la mise en action d'un frein F'5 (non représenté) associé à un élément tournant lié en rotation au planétaire 38 du train C. On obtient ainsi selon le tableau des commutations ci-après (TABLEAU II) huit vitesses AV en progression géométrique et deux vitesses AR avec 5 trains épicycles simples, 2 embrayages et 5 freins (après élimination du train inverseur et d'un embrayage).

	E2	E3	F1	F2	F3	F4	F'5
1 AV	*					*	
2 AV			*			*	
3 AV	*				*		
4 AV			*		*		
5 AV	*			*			
6 AV			*	*			
7 AV	*	*					
8 AV		*	*				
1 AR	*						*
2 AR			*				*

TABLEAU II

Selon une seconde variante faisant l'objet du mode de réalisation de l'ensemble cinématique selon l'invention illustré à la figure 2, le groupe de trains 16 est associé à un ensemble surmultiplicateur modifié 14' incorporant le train épicycle F 15. Par convention tous les éléments identiques ou techniquement similaires aux éléments déjà décrits en relation à la figure 1

porteront les mêmes références numériques et ne seront pas décrits à nouveau (en particulier le groupe 16 est inchangé et les cinq trains épicycles A-B-D-C et F ont même rapport de train K).

- 5 Comme illustré sur la figure 2, le bâti 56 du train F est lié en rotation à l'arbre d'entrée 10 de l'ensemble cinématique, le planétaire 54 du train F étant associé au frein F1 74 tandis que la couronne 58 du train F est
- 10 liée en rotation avec un manchon 86 porteur de trois embrayages E'1 80, E'2 82 et E'3 84 respectivement associés au bâti 56 du train F, au planétaire 26 du train B et au planétaire 20 du train A.
- 15 On obtient ainsi selon le tableau des commutations ci-après (TABLEAU III) huit vitesses AV en progression géométrique et quatre vitesses AR (dont deux très basses vitesses AR particulièrement intéressantes pour une utilisation en situation difficile) avec 5 trains
- 20 épicycles simples, 3 embrayages et 4 freins (après élimination du train inverseur et d'un frein).

	E'1	E'2	E'3	F1	F2	F3	F4
1 AV	*	*					*
2 AV		*		*			*
3 AV	*	*				*	
4 AV		*		*		*	
5 AV	*	*			*		
6 AV		*		*	*		
7 AV	*	*	*				
8 AV		*	*	*			
1 AR	*		*				*
2 AR			*	*			*
3 AR	*		*			*	
4 AR			*	*		*	

TABLEAU III

Il est à noter que l'embrayage E'1 80 sert au débrayage du train surmultiplicateur F 15, que les embrayages E'2 82 et E'3 84 activés ensemble réalisent la prise directe pour le groupe 16 et que l'embrayage E'3 84 activé sans
5 l'embrayage E'2 82 provoque l'entrée du groupe 16 sur le planétaire 20 du train A pour réaliser l'inversion requise permettant d'obtenir les vitesses Arrière AR.

REVENDEICATIONS:

1. Ensemble cinématique de boîte de vitesses, comportant
5 un groupe (16) de quatre trains épicycles (17, 19, 21, 23) à rapports de train identiques K et associés de façon à obtenir au moins trois rapports de vitesse en Entrée/Sortie du groupe (16) sensiblement étagés en progression géométrique, caractérisé en ce que le
10 rapport K des quatre trains épicycles (17, 19, 21, 23) est choisi à une valeur approchée de la solution réelle de l'équation $K^3 - (1+K)^2 = 0$, soit à une valeur approchée de 2,148.
- 15 2. Ensemble cinématique selon la revendication 1, caractérisé en ce que les quatre trains (17, 19, 21, 23) dudit groupe (16) présentent des modules identiques correspondants à une valeur approchée de 2,148 pour les rapports des trains, lesdits modules étant notamment
20 choisis à 90/42 ou 82/38.
3. Ensemble cinématique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit groupe comporte un train d'entrée B (19), un train de sortie C (23), et
25 deux trains intermédiaires A (17) et D (19), l'élément d'entrée (44) du groupe (16) étant lié en rotation au planétaire (26) du train d'entrée B, l'élément de sortie (18) du groupe (16) étant lié en rotation au bâti (40) du train de sortie C, le planétaire (38) du train C
30 étant lié en rotation au planétaire (32) du train D, au bâti (28) du train B et à la couronne (24) du train A, la couronne freinée (42) du train C étant liée en rotation au bâti (34) du train D, à la couronne (30) du train B et au bâti (22) du train A, le planétaire (20)
35 du train A et la couronne (36) du train D étant individuellement freinés.

4. Ensemble cinématique selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un embrayage (52, 82-84) entre le planétaire (20) du train A et le planétaire (26) du train B pour obtenir la prise directe
5 en Entrée/Sortie dudit groupe (16).

5. Ensemble cinématique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte en amont dudit groupe (16) un ensemble surmultiplicateur
10 (14, 14') à train épicycle F (15) débrayable présentant un coefficient de surmultiplication CS approchant $\sqrt{K}$, ledit ensemble surmultiplicateur (14, 14') étant associé audit groupe (16) de façon à obtenir six ou huit rapports de vitesse en Entrée/Sortie sensiblement étagés
15 en progression géométrique de pas $\sqrt{K}$, soit d'un pas d'une valeur approchée de 1,466.

6. Ensemble cinématique selon la revendication 5, caractérisé en ce que les cinq trains épicycles (15, 17, 19, 21, 23) du groupe (16) et de l'ensemble surmultipli-
20 cateur (14, 14') présentent des rapports de train identiques.

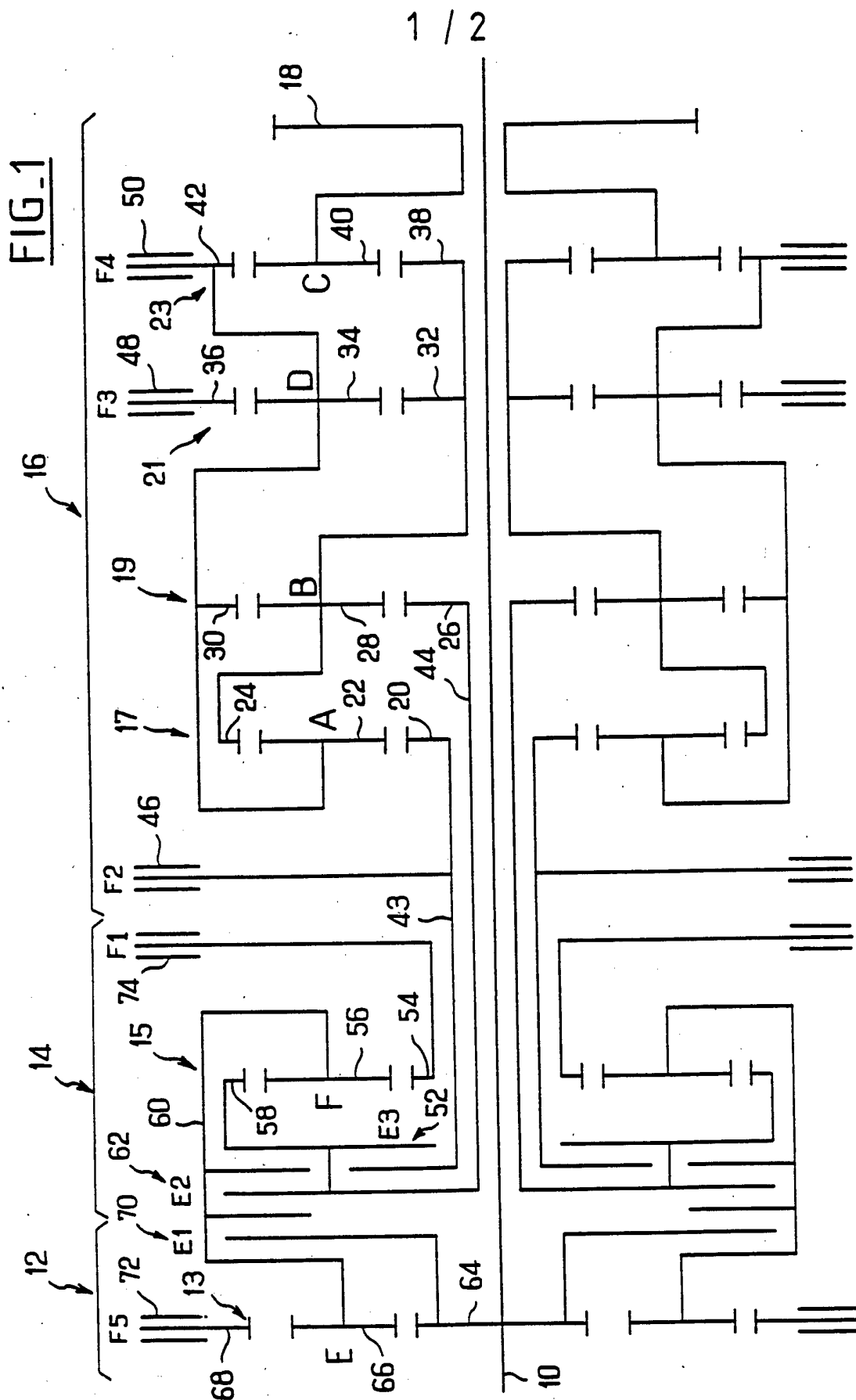
7. Ensemble cinématique selon les revendications 2 et 6
25 prises en combinaison, caractérisé en ce que lesdits cinq trains épicycles (15, 17, 19, 21, 23) ont même module.

8. Ensemble cinématique selon l'une des revendications
30 précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte en entrée un ensemble inverseur (12) à train épicycle débrayable (13).

9. Ensemble cinématique selon l'une des revendications 3
35 à 7 caractérisé en ce qu'il comporte un frein F'5 associé au planétaire (38) du train C (23) de façon à

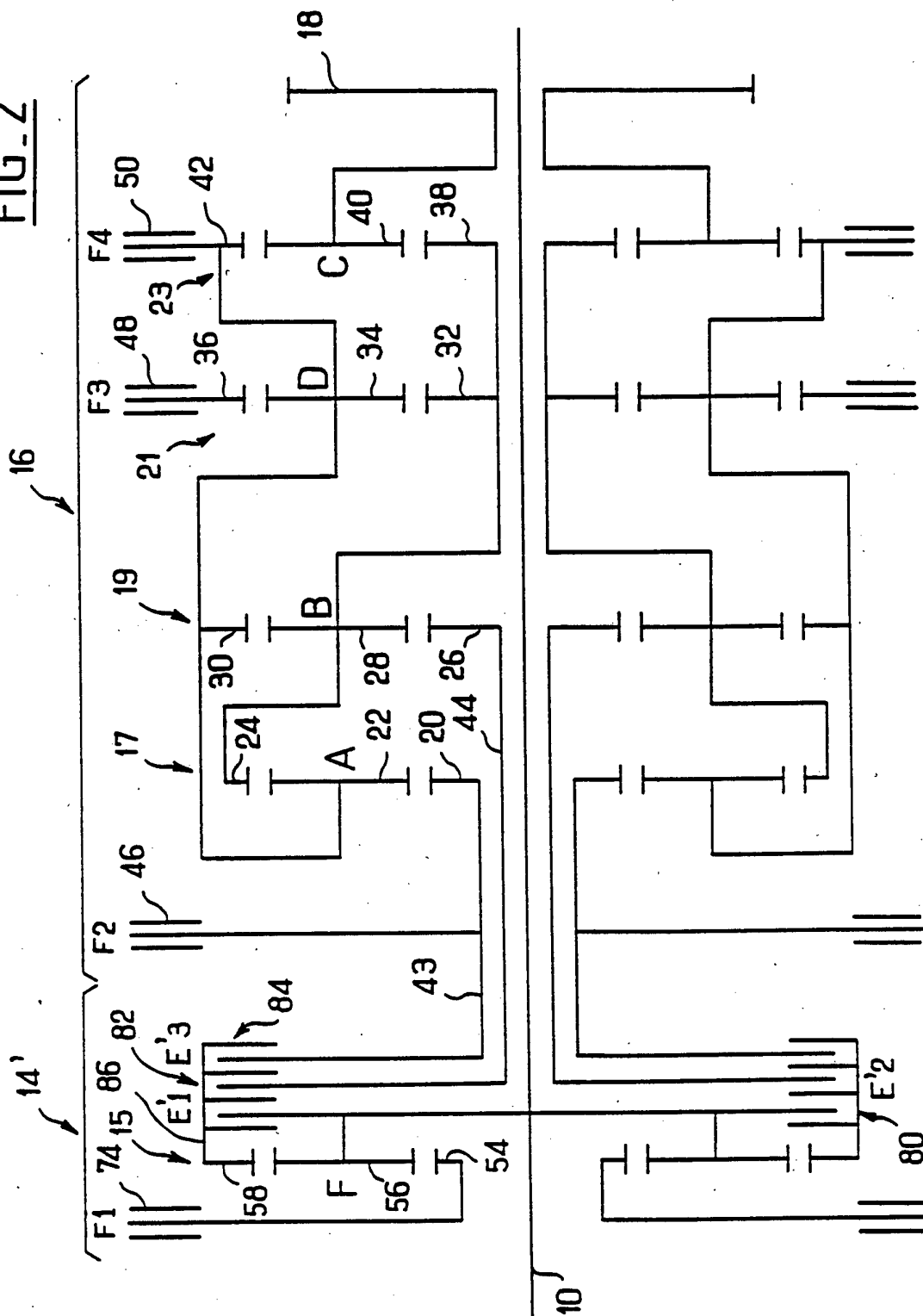
obtenir au moins une vitesse Arrière en sortie (18) de l'ensemble cinématique lorsque le frein F'5 est activé.

10. Ensemble cinématique selon l'une des revendications 5 à 7 caractérisé en ce que le planétaire (54) du train F (15) est lié en rotation à un frein F1 (74), le bâti (56) du train F (15) est lié en rotation à l'organe d'entrée (10) de l'ensemble cinématique et la couronne (58) du train F (15) étant liée en rotation avec trois embrayages E'1 (80), E'2 (82) et E'3 (84) respectivement associés à l'organe d'entrée (10) de l'ensemble cinématique, au planétaire (26) du train C et au planétaire (20) du train A.
11. Ensemble cinématique selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'organe d'entrée se présente principalement sous la forme d'un arbre (10) traversant ledit ensemble cinématique monté coaxialement par rapport auxdits trains épicycles (13, 15, 17, 19, 21, 23).



2 / 2

FIG. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 96/00830

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 F16H37/04 F16H3/66

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 F16H

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE,B,10 31 647 (BORG-WARNER) 4 June 1958 cited in the application see line 7 - line 10; figure 2A ---	1,2
A	DATABASE WPI Section PQ, Week 8444 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class Q64, AN 84-274503 XP002011590 & SU,A,1 010 355 (AGRIC) , 7 April 1983 see abstract ---	1
A	DE,A,19 06 030 (Z.F.) 13 August 1970 see page 1; figure 1 ---	1
A	US,A,4 446 758 (CATERPILLAR) 8 May 1984 see column 3 - column 4; figures 1,2 --- -/--	1-11

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

Date of the actual completion of the international search

26 August 1996

Date of mailing of the international search report

29.08.96

Name and mailing address of the ISA

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

Authorized officer

Flores, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. Appl. No.
PCT/FR 96/00830

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>US,A,4 531 428 (CATERPILLAR) 30 July 1985 see column 2 - column 4; figures 1,2 -----</p>	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 96/00830

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE-B-1031647		NONE	
DE-A-1906030	13-08-70	NONE	
US-A-4446758	08-05-84	NONE	
US-A-4531428	30-07-85	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem: Internationale No
PCT/FR 96/00830

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 6 F16H37/04 F16H3/66

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 6 F16H

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	DE,B,10 31 647 (BORG-WARNER) 4 Juin 1958 cité dans la demande voir ligne 7 - ligne 10; figure 2A ---	1,2
A	DATABASE WPI Section PQ, Week 8444 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class Q64, AN 84-274503 XP002011590 & SU,A,1 010 355 (AGRIC) , 7 Avril 1983 voir abrégé ---	1
A	DE,A,19 06 030 (Z.F.) 13 Août 1970 voir page 1; figure 1 ---	1
A	US,A,4 446 758 (CATERPILLAR) 8 Mai 1984 voir colonne 3 - colonne 4; figures 1,2 ---	1-11
	-/--	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

26 Août 1996

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

29. 08. 98

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+ 31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Flores, E

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No
PCT/FR 96/00830

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>US,A,4 531 428 (CATERPILLAR) 30 Juillet 1985 voir colonne 2 - colonne 4; figures 1,2 -----</p>	1-11

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Dem. Internationale No

PCT/FR 96/00830

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE-B-1031647		AUCUN	
DE-A-1906030	13-08-70	AUCUN	
US-A-4446758	08-05-84	AUCUN	
US-A-4531428	30-07-85	AUCUN	