



(51) Classification internationale des brevets :

*F16H 3/72* (2006.01)      *B60K 6/445* (2007.10)  
*F16H 3/00* (2006.01)      *B60K 6/485* (2007.10)  
*F16H 37/08* (2006.01)      *B60K 6/547* (2007.10)  
*B60K 6/365* (2007.10)      *F16H 3/093* (2006.01)  
*B60K 6/36* (2007.10)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2009/050465

(22) Date de dépôt international :

19 mars 2009 (19.03.2009)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

0851776      19 mars 2008 (19.03.2008)      FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :

**RENAULT S.A.S** [FR/FR]; 13/15 Quai Le Gallo,  
F-92100 Boulogne Billancourt (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **CHEZE, Frederic** [FR/FR]; 76 Rue Jacques Prevert, F-78370 Plaisir (FR). **BUTOT, Jean-luc** [FR/FR]; 9 Rue Des Vignets, F-78920 Ecqueville (FR). **HILAIRE, Jacques** [FR/FR]; 49 Rue Lieutenant Georges Keissel, F-95110 Sannois (FR). **BELLARBRE, Raymond** [FR/FR]; 68 Allée De La Briance, F-87220 Boisseuil (FR).

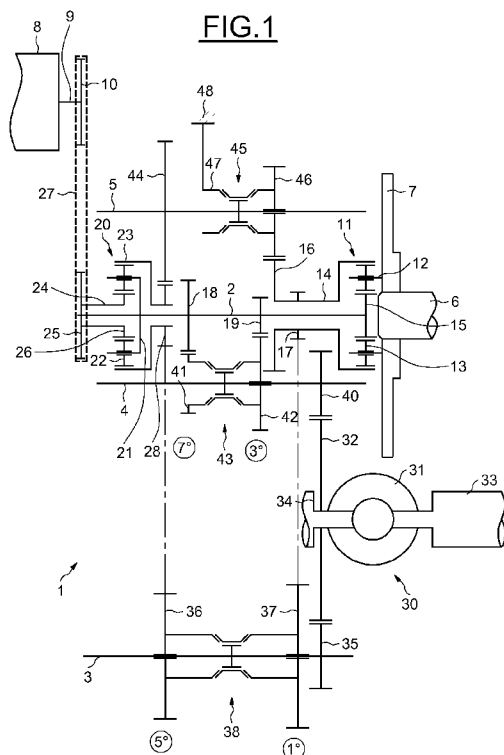
(74) Mandataire : **RENAULT S.A.S**; Renault Technocentre, TCR GRA 2 36 - SCE 0267, 1, Avenue Du Golf, F-78288 Guyancourt (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : TRANSMISSION FOR HYBRID VEHICLE

(54) Titre : BOITE DE VITESSE POUR VEHICULE HYBRIDE



(57) Abstract : The invention relates to a parallel shaft transmission for a hybrid motor vehicle, wherein said transmission is to be connected to a heat engine of the vehicle by a flywheel (7) and to an electrical machine (8) by a rotor (9); and which includes a first epicyclic gear train (11) for which a first rotational element (12) is connected to the flywheel (7) and a second rotational element (15) is connected to a primary shaft (2); and which includes a second epicyclic gear train (20) connected to the primary shaft (2) by a first rotational element (21), to said rotor (9) by a second rotational element (26), and to said first epicyclic gear train (11) by a third rotational element (23).

(57) Abrégé : Boîte de vitesses à arbres parallèles pour véhicule automobile hybride, ladite boîte de vitesses étant destinée à être reliée à un moteur thermique du véhicule par un volant moteur (7) et à une machine électrique (8) par un rotor (9), et comprenant un premier train (11) d'engrenages épicycloïdal dont un premier élément (12) de rotation est relié au volant moteur (7) et un deuxième élément (15) de rotation est relié à un arbre (2) primaire, et comprenant un deuxième train (20) d'engrenages épicycloïdal relié à l'arbre (2) primaire par un premier élément (21) de rotation, audit rotor (9) par un deuxième élément (26) de rotation et audit premier train (11) d'engrenages épicycloïdal par un troisième élément (23) de rotation.



SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),  
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,  
MR, NE, SN, TD, TG).

**(84) États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,

**Publiée :**

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2.g)*

### Boîte de vitesses pour véhicule hybride

L'invention concerne les boîtes de vitesses utilisées dans des véhicules automobiles hybrides équipés d'un moteur thermique et d'une machine électrique pour propulser le véhicule.

Actuellement les boîtes de vitesses des véhicules automobiles hybrides comprennent un ou plusieurs embrayages pour permettre un passage des vitesses sous couple. Ces embrayages peuvent être du type embrayage à friction sec ou humide, embrayage à commutation ou embrayage magnétique.

On peut citer par exemple le brevet américain US 6,592,484 et la demande de brevet américain US 2004/0097316 qui décrivent une transmission pour véhicule hybride comprenant un double embrayage. On peut également citer la demande de brevet internationale WO 2007110721 qui décrit une transmission hybride qui utilise deux machines électriques pour synchroniser les arbres de transmission de couple. Mais l'utilisation de deux machines électriques a un coût économique et entraîne des contraintes de place pour loger les différents organes dans le véhicule.

De manière générale, l'embrayage étant fortement sollicité lors de l'utilisation du véhicule, il est considéré comme une pièce d'usure et son remplacement fait partie de l'entretien courant du véhicule. Il est donc intéressant de proposer des boîtes de vitesses aptes à fonctionner sans embrayages et adaptées aux contraintes de coût et de place des véhicules automobiles hybrides.

Un but de l'invention est donc de fournir une boîte de vitesses qui permette de répondre aux besoins évoqués précédemment et, en particulier, de proposer une boîte de vitesses qui fonctionne sans embrayage avec une seule machine électrique.

Selon un mode de réalisation, la boîte de vitesses à arbres parallèles pour véhicule automobile hybride, qui est destinée à être reliée à un moteur thermique du véhicule par un volant moteur et à une machine électrique par un rotor, comprend un premier train d'engrenages épicycloïdal dont un premier élément de rotation est

relié au volant moteur et un deuxième élément de rotation est relié à un arbre primaire.

5 Cette boîte de vitesses comprend un deuxième train d'engrenages épicycloïdal relié à l'arbre primaire par un premier élément de rotation, audit rotor par un deuxième élément de rotation et audit premier train d'engrenages épicycloïdal un troisième élément de rotation.

10 Ainsi, la boîte de vitesses est dépourvue d'embrayage et le passage des vitesses sous couple est établi, notamment, par une seule machine électrique.

15 Selon une autre caractéristique de la boîte de vitesses, celle-ci comprend un arbre intermédiaire qui est parallèle audit arbre primaire et qui est muni d'un pignon de liaison monté fixe s'engrenant avec un pignon de rapport de vitesse monté sur le troisième élément du deuxième train d'engrenages épicycloïdal, d'un pignon d'attaque monté libre s'engrenant avec un pignon de liaison du premier train d'engrenages épicycloïdal, et d'un synchroniseur apte à craboter un crabot bloqueur relié à un carter.

20 Un tel système permet de bloquer un élément de rotation du deuxième train d'engrenages épicycloïdal, ce qui permet d'utiliser le véhicule en mode électrique, c'est-à-dire d'utiliser exclusivement la machine électrique pour propulser le véhicule. Par ailleurs on peut, grâce à ce système, démarrer le moteur thermique en roulant.

25 Selon encore une autre caractéristique, la boîte de vitesses comprend un organe différentiel d'entraînement des roues et un arbre secondaire principal muni d'un premier pignon de rapport de vitesse s'engrenant avec ledit pignon de rapport de vitesse du deuxième train d'engrenages épicycloïdal, d'un deuxième pignon de rapport de vitesse s'engrenant avec un pignon de rapport de vitesse du premier train d'engrenages épicycloïdal, et d'un pignon d'attaque s'engrenant avec  
30 une couronne dudit différentiel.

L'arbre primaire comprend par exemple au moins un pignon de rapport de vitesses, et ladite boîte de vitesses comprend un arbre secondaire auxiliaire muni d'au moins un pignon de rapport de vitesse

s'engrenant avec ledit pignon de rapport de vitesse de l'arbre primaire, et d'un pignon d'attaque s'engrenant avec la couronne du différentiel.

5 L'arbre secondaire principal peut encore comprendre un pignon de premier rapport de vitesse s'engrenant avec ledit pignon de rapport de vitesse du premier train d'engrenages épicycloïdal et un pignon de  
10 cinquième rapport de vitesse s'engrenant avec ledit pignon de rapport de vitesse du deuxième train d'engrenages épicycloïdal, et l'arbre secondaire auxiliaire peut comprendre un pignon de septième rapport de vitesse s'engrenant avec un premier pignon de rapport de vitesse de  
15 l'arbre primaire et un pignon de troisième rapport de vitesse s'engrenant avec un deuxième pignon de rapport de vitesse de l'arbre primaire.

Par exemple, l'engrenage composé du pignon de liaison de l'arbre intermédiaire et du pignon de rapport de vitesse du deuxième  
15 train d'engrenages épicycloïdal a un rapport de dents différent de celui de l'engrenage composé du pignon d'attaque de l'arbre intermédiaire et du pignon de liaison du premier train d'engrenages épicycloïdal.

D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante, donnée uniquement  
20 à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'une boîte de vitesses selon l'invention ; et
- la figure 2 est une représentation schématique transversale  
25 des arbres d'une boîte de vitesse selon l'invention.

Sur la figure 1, on a représenté une vue schématique d'une boîte 1 de vitesses. Cette boîte 1 de vitesses comprend un arbre 2  
primaire, un arbre 3 secondaire principal, un arbre 4 secondaire auxiliaire et un arbre 5 intermédiaire. Lesdits arbres 2 à 5 sont montés  
30 en parallèle les uns avec les autres.

L'arbre 2 primaire est relié par sa première extrémité à un arbre moteur 6 qui provient du moteur thermique du véhicule. L'arbre moteur 6 entraîne en rotation un volant moteur 7. La deuxième extrémité de l'arbre 2 primaire est reliée à une machine électrique 8.

La machine électrique 8 est apte à entraîner en rotation un rotor 9, noté arbre 9 d'entrée de boîte de vitesses, qui comprend un pignon 10 d'attaque monté fixe.

5 L'arbre 2 primaire peut être entraîné par le moteur thermique par l'intermédiaire d'un premier train 11 d'engrenages épicycloïdal, noté train planétaire primaire 11.

10 Le train planétaire primaire 11 comprend un porte satellite 12, noté arbre d'entrée du train planétaire primaire, au moins un satellite 13, une couronne extérieure 14 et un planétaire 15, noté pignon 15 solaire.

De préférence, le train planétaire primaire comprend trois satellites 13.

15 Le porte satellites 12 est monté fixe sur le volant moteur 7 et entraîne en rotation au moins un satellite 13. Le satellite 13 est monté libre en rotation sur ledit porte satellite 12 et s'engrène également avec la couronne extérieure 14.

20 La couronne extérieure 14 comprend, de gauche à droite sur la figure 1, un pignon 16 de liaison monté fixe et un pignon 17 de premier rapport de vitesse monté également fixe. L'arbre 2 primaire comprend sur sa première extrémité le pignon 15 solaire monté fixe qui est situé au centre du train planétaire primaire 11 et qui s'engrène avec le satellite 13. L'arbre 2 primaire comprend sur sa partie centrale, et de gauche à droite, un pignon 18 de septième rapport de vitesse et un pignon 19 de troisième rapport de vitesse. Lesdits  
25 pignons 18, 19 de rapport de vitesse sont montés fixes.

30 L'arbre 2 primaire peut également être entraîné par la machine électrique 8 par l'intermédiaire d'un deuxième train 20 d'engrenages épicycloïdal, noté train planétaire secondaire 20. Le train planétaire secondaire 20 comprend un porte satellite 21, noté arbre d'entrée du train planétaire secondaire 20, au moins un satellite 22, une couronne extérieure 23 et un planétaire 26, noté pignon 26 solaire.

De préférence, le train planétaire secondaire comprend trois satellites 22.

Un arbre 24 de sortie du train planétaire secondaire comprend sur son extrémité gauche un pignon 25 de liaison monté fixe et sur son extrémité droite le pignon 26 solaire monté également fixe. Le pignon 25 de liaison est apte à être entraîné en rotation par l'intermédiaire d'une chaîne 27. Cette chaîne 27 est entraînée par le pignon 10 d'attaque de l'arbre 9 d'entrée de boîte de vitesses.

Le pignon 26 solaire est placé au centre du train planétaire secondaire 20 et engrène au moins un satellite 22. Le satellite 22 est monté libre en rotation sur le porte satellite 21 et s'engrène également avec la couronne extérieure 23. La couronne extérieure 23 comprend un pignon 28 de cinquième rapport de vitesse monté fixe. Le porte satellites 21 est monté fixe sur la deuxième extrémité de l'arbre 2 primaire et entraîne en rotation au moins un satellite 22.

L'arbre 3 secondaire principal est un arbre de sortie de la boîte 1 de vitesses et il est apte à entraîner les roues du véhicule par l'intermédiaire d'un organe différentiel 30.

L'organe différentiel 30 comprend un corps 31 supportant une couronne 32. Ce corps 31 du différentiel entraîne deux arbres 33 et 34 reliés chacun à une roue de véhicule. Les arbres 33 et 34 comprennent respectivement une extrémité montée en rotation dans un alésage du corps 33 du différentiel et une extrémité montée en rotation pour entraîner une roue du véhicule.

L'arbre 3 secondaire principal est muni d'un pignon 35 d'attaque engrenant avec la couronne 32 du différentiel. Cet arbre 3 est muni, de gauche à droite, d'un pignon 36 de cinquième rapport de vitesse et d'un pignon 37 de premier rapport de vitesse. Les pignons 36 et 37 respectivement de cinquième et de premier rapport de vitesse sont montés libres en rotation. Le pignon 37 de premier rapport de vitesse est également utilisé pour la marche arrière du véhicule.

Un synchroniseur 38 bidirectionnel est monté sur un corps de synchroniseur fixé sur l'arbre 3 secondaire principal grâce à des cannelures. Le synchroniseur 38 bidirectionnel est situé entre le pignon 36 de cinquième rapport de vitesse et le pignon 37 de premier rapport de vitesse. Ce synchroniseur 38 est muni d'un baladeur

pouvant prendre exclusivement trois positions : une position neutre, une position synchronisée d'un côté pour craboter le pignon 36 de cinquième rapport de vitesse et une position synchronisée de l'autre côté pour craboter le pignon 37 de premier rapport de vitesse.

5           Le pignon 36 de cinquième rapport de vitesse s'engrène avec le pignon 28 de cinquième rapport de vitesse de la couronne 23 externe du train planétaire secondaire 20. Le pignon 37 de premier rapport de vitesse s'engrène avec le pignon 17 de premier rapport de vitesse de la couronne 14 externe du train planétaire primaire 11.

10           L'arbre 4 secondaire auxiliaire est également un arbre de sortie de la boîte 1 de vitesses et il est apte à entraîner les roues du véhicule par l'intermédiaire de l'organe différentiel 30. L'arbre 4 secondaire auxiliaire est muni d'un pignon 40 d'attaque engrenant avec la couronne 32 du différentiel. Cet arbre 4 est muni, de gauche à droite,  
15           d'un pignon 41 de septième rapport de vitesse et d'un pignon 42 de troisième rapport de vitesse. Les pignons 42 et 41 respectivement de troisième et de septième rapport de vitesse sont montés libres en rotation.

          Un synchroniseur 43 bidirectionnel est monté sur un corps de  
20           synchroniseur fixé sur l'arbre 4 secondaire auxiliaire grâce à des cannelures. Le synchroniseur 43 bidirectionnel est situé entre le pignon 41 de septième rapport de vitesse et le pignon 42 de troisième rapport de vitesse. Ce synchroniseur 43 est muni d'un baladeur pouvant prendre exclusivement trois positions : une position neutre,  
25           une position synchronisée d'un côté pour craboter le pignon 41 de septième rapport de vitesse et une position synchronisée de l'autre côté pour craboter le pignon 42 de troisième rapport de vitesse. Le pignon 41 de septième rapport de vitesse de l'arbre 4 secondaire auxiliaire s'engrène avec le pignon 18 de septième rapport de vitesse  
30           de l'arbre 2 primaire. Le pignon 42 de troisième rapport de vitesse de l'arbre 4 secondaire auxiliaire s'engrène avec le pignon 19 de troisième rapport de vitesse de l'arbre 2 primaire.

          L'arbre 5 intermédiaire comprend, de gauche à droite, un pignon 44 de liaison monté fixe, un synchroniseur 45 bidirectionnel et

un pignon 46 d'attaque monté libre en rotation. Le pignon 44 de liaison s'engrène avec le pignon 28 de cinquième rapport de vitesse de la couronne 23 externe du train planétaire secondaire 20. Le pignon 46 d'attaque s'engrène avec le pignon 16 de liaison de la couronne 14 externe du train planétaire primaire 11. Le synchroniseur 45 bidirectionnel est monté sur un corps de synchroniseur fixé sur l'arbre 5 intermédiaire grâce à des cannelures. Ce synchroniseur 45 est muni d'un baladeur pouvant prendre exclusivement trois positions : une position centrale qui rend solidaire le pignon 46 d'attaque et un crabot 47 bloqueur, une position synchronisée d'un côté pour craboter le pignon 46 d'attaque et une position synchronisée de l'autre côté pour craboter ledit crabot 47 bloqueur. Lorsque le synchroniseur 45 est synchronisé d'un côté avec le pignon 46 d'attaque, il permet de relier les deux trains planétaires 11 et 20. Lorsque le synchroniseur 45 est synchronisé de l'autre côté, le baladeur crabote le crabot 47 bloqueur. Ce crabot 47 bloqueur est monté fixe sur le carter 48 de la boîte 1 de vitesses, ledit carter 48 étant également fixe. Dans cette position, l'arbre 5 intermédiaire est relié au carter 48 et il est donc dans une position bloquée. Lorsque le baladeur du synchroniseur est en position centrale, il est craboté avec le pignon 46 d'attaque et avec le crabot 47 bloqueur, ce qui a pour effet de bloquer les couronnes 13 et 14 respectivement du premier 11 et deuxième 20 train d'engrenages épicycloïdal.

On va maintenant décrire la cinématique de la boîte 1 de vitesses illustrée sur la figure 1. La boîte de vitesses comprend deux pignons 41 et 42 respectivement de septième et de troisième rapport de vitesse de l'arbre 4 secondaire auxiliaire et deux pignons 36 et 37 respectivement de cinquième et de premier rapport de vitesse de l'arbre 3 secondaire principal. Ces quatre pignons représentent les quatre vitesses simples du véhicule. Afin d'éviter les trous de couple lors des passages des vitesses, on utilise une combinaison des quatre rapports de vitesses simple pour obtenir trois rapports de vitesses supplémentaires, notés rapports de vitesses combinés. La sélection des différents rapports de vitesses est effectuée par les baladeurs des

synchroniseurs 38 et 43 des arbres secondaires qui crabotent les pignons 36, 37, 41 et 42 desdits arbres secondaires.

- 5           - le premier rapport de vitesse simple et la marche arrière sont obtenus par le crabotage du pignon 37 de premier rapport de l'arbre 3 secondaire principal ;
- 10          - le deuxième rapport de vitesse combiné est obtenu par la combinaison du crabotage du pignon 37 de premier rapport de l'arbre 3 secondaire principal et du crabotage du pignon 42 de troisième rapport de vitesse de l'arbre 4 secondaire  
auxiliaire ;
- 15          - le troisième rapport de vitesse simple est obtenu par le crabotage du pignon 42 de troisième rapport de vitesse de l'arbre 4 secondaire auxiliaire ;
- 20          - le quatrième rapport de vitesse combiné est obtenu par la combinaison du crabotage du pignon 36 de cinquième rapport de l'arbre 3 secondaire principal et du crabotage du pignon 42 de troisième rapport de vitesse de l'arbre 4 secondaire  
auxiliaire ;
- 25          - le cinquième rapport de vitesse simple est obtenu par le crabotage du pignon 36 de cinquième rapport de l'arbre 3 secondaire principal ;
- 30          - le sixième rapport de vitesse combiné est obtenu par la combinaison du crabotage du pignon 36 de cinquième rapport de l'arbre 3 secondaire principal et du crabotage du pignon 41 de septième rapport de vitesse de l'arbre 4 secondaire  
auxiliaire ;
- le septième rapport de vitesse simple est obtenu par le crabotage du pignon 41 de septième rapport de vitesse de l'arbre 4 secondaire auxiliaire.

Au point mort, les synchroniseurs 38 et 43 sont en position neutre et le synchroniseur 45 est en position centrale. Dans ce cas aucun couple n'est transmis à l'organe différentiel 30.

Lorsque le véhicule utilise la machine électrique 8 uniquement pour fournir un couple aux roues, on dit qu'on est en mode électrique.

Dans ce cas, le moteur thermique est arrêté. Le baladeur du synchroniseur 45 de l'arbre 5 intermédiaire crabote le crabot 47 bloqueur ayant pour effet d'empêcher la rotation dudit arbre 5 intermédiaire. Ainsi le pignon 44 de liaison et la couronne 23 du deuxième train d'engrenages épicycloïdal sont dans une position bloquée. Le couple de la machine électrique transite successivement par le rotor 9, le pignon 10 d'attaque, la chaîne 27, le pignon 25 de liaison, l'arbre 24 de sortie du train planétaire secondaire, le pignon 26 solaire, les satellites 22, le porte satellite 21, l'arbre primaire 2, les pignons respectivement 18 et 19 des septième et troisième rapport de vitesse et du pignon 15 solaire du premier train d'engrenages épicycloïdal. Une partie du couple fourni par la machine électrique 8 transite, successivement, par les satellites 13, la couronne 14 et le pignon 16 de liaison du premier train d'engrenages épicycloïdal et par le pignon 46 d'attaque de l'arbre 5 intermédiaire. Une autre partie du couple transite par les pignons 18 et 19 de l'arbre 2 primaire. Dans le cas du mode électrique on utilise le troisième rapport de vitesse pour la marche avant et la marche arrière du véhicule. Le couple de la machine électrique transite successivement par le pignon 19 de troisième rapport de vitesse de l'arbre 2 primaire, le pignon 42 de troisième rapport de vitesse, le synchroniseur 43, l'arbre 4 secondaire auxiliaire, le pignon 40 d'attaque et la couronne 32 du différentiel. La marche arrière s'effectue à l'aide de la troisième vitesse en faisant tourner la machine électrique dans le sens inverse pour reculer le véhicule.

Lorsque le baladeur du synchroniseur 45 de l'arbre 5 intermédiaire est en position centrale, la couronne 14 du premier train 11 d'engrenages épicycloïdal est bloquée. On peut ainsi démarrer le moteur thermique, par le couple de la machine électrique 8, lorsque le véhicule est à l'arrêt ou en roulant.

Lorsque le véhicule est à l'arrêt au point mort, les synchroniseurs 38 et 43 sont en position neutre et le synchroniseur 45 est en position centrale. On démarre le moteur thermique lorsque le baladeur du synchroniseur 45 de l'arbre 5 intermédiaire crabote le

crabot 47 bloqueur. Dans ce cas, le couple de la machine électrique transite successivement par le rotor 9, le pignon 10 d'attaque, la chaîne 27, le pignon 25 de liaison, l'arbre 24 de sortie du train planétaire secondaire, le pignon 26 solaire et les satellites 22 du train planétaire secondaire 20, l'arbre primaire 2, et par le pignon 15 solaire, les satellites 13 et le porte satellite 12 du premier train d'engrenages épicycloïdal, et par le volant moteur 7 puis l'arbre moteur 6 ayant pour effet de démarrer le moteur thermique.

Lorsque le véhicule roule, le baladeur du synchroniseur 43 de l'arbre 4 secondaire auxiliaire crabote le pignon 42 de troisième rapport de vitesse dudit arbre 4 secondaire auxiliaire. Pour démarrer le moteur thermique, on bloque la couronne 14 extérieure du premier train 11 et une partie du couple moteur transite par l'organe différentiel 30 pour propulser le véhicule tandis qu'une autre partie du couple moteur transite par l'arbre moteur 6 pour démarrer le moteur thermique.

Lorsque le véhicule utilise à la fois le moteur thermique et la machine électrique 8 pour propulser le véhicule, on dit qu'on est en mode hybride. Dans ce cas, le baladeur du synchroniseur 45 de l'arbre 5 intermédiaire crabote le pignon 46 d'attaque dudit arbre 5 intermédiaire et l'on utilise les quatre pignons 36, 37, 41 et 42 de rapport de vitesse.

Le premier rapport de vitesse fait transiter le couple du moteur thermique successivement par l'arbre moteur 6, le volant moteur 7, par le porte satellite 12, le satellite 13 et la couronne 14 extérieure du premier train planétaire 11, le pignon 17 d'attaque, le pignon 37 de premier rapport de vitesse, le synchroniseur 38, l'arbre 3 secondaire principal, le pignon d'attaque 35 et la couronne 32 du différentiel.

Le cinquième rapport de vitesse fait transiter le couple du moteur thermique successivement par l'arbre moteur 6, le volant moteur 7, par le porte satellite 12, le satellite 13 et la couronne 14 extérieure du premier train planétaire 11, le pignon 16 de liaison, le pignon 46 d'attaque, le synchroniseur 45, l'arbre 5 intermédiaire, le pignon 44 de liaison, les pignons 28 et 36 de cinquième rapport de

vitesse, le synchroniseur 38, l'arbre 3 secondaire principal, le pignon d'attaque 35 et la couronne 32 du différentiel.

Le troisième rapport de vitesse fait transiter le couple du moteur thermique successivement par l'arbre moteur 6, le volant  
5 moteur 7, par le porte satellite 12, le satellite 13 et le planétaire 15 du premier train planétaire 11, l'arbre primaire 2, les pignons 19 et 42 de troisième rapport de vitesse, le synchroniseur 43, l'arbre 4 secondaire auxiliaire, le pignon d'attaque 40 et la couronne 32 du différentiel.

Le septième rapport de vitesse fait transiter le couple du  
10 moteur thermique successivement par l'arbre moteur 6, le volant moteur 7, par le porte satellite 12, le satellite 13 et le planétaire 15 du premier train planétaire 11, l'arbre primaire 2, les pignons 18 et 41 de septième rapport de vitesse, le synchroniseur 43, l'arbre 4 secondaire auxiliaire, le pignon d'attaque 40 et la couronne 32 du différentiel.

15 La machine électrique 8 assure une fonction d'embrayage en adaptant la vitesse des arbres d'entraînement pour la rapprocher de celle de l'arbre moteur. On notera que la machine électrique 8 est également destinée à automatiser la boîte de vitesses en contrôlant les synchroniseurs 38, 43, et 45 par l'intermédiaire d'actionneurs qui  
20 peuvent être des actionneurs électriques implantés sur la partie supérieure de la boîte de vitesses.

La machine électrique 8 permet donc de synchroniser les arbres lors des changements de vitesses afin de réduire la rupture de couple. Elle permet donc en combinaison avec le mécanisme de la boîte de  
25 vitesse d'assurer la fonction d'embrayage du véhicule. Elle permet également de freiner le planétaire du deuxième train d'engrenages épicycloïdal lorsqu'on utilise l'un des quatre rapports de vitesse simples.

Sur la figure 2 on a représenté une coupe transversale de la  
30 boîte 1 de vitesses avec les principaux engrènements décrits à la figure 1. La distance entre le rotor 9 et l'arbre 2 primaire est fixée notamment par la chaîne 27 qui entraîne le pignon 10 d'attaque avec le pignon 25 de liaison. La distance entre l'arbre 2 primaire et l'arbre 5 intermédiaire est fixée notamment par l'engrènement du pignon 28 de

cinquième rapport de vitesse avec le pignon 44 de liaison. La distance entre l'arbre 2 primaire et l'arbre 3 secondaire principal est fixée notamment par l'engrènement des pignons 17 et 37 de premier rapport de vitesse des arbres 2 et 3 respectivement primaire et secondaire principal. La distance entre l'arbre 3 secondaire principal et l'axe de rotation de la couronne 32 du différentiel est fixée notamment par l'engrènement du pignon 35 d'attaque avec la couronne 32 du différentiel. La distance entre l'arbre 4 secondaire auxiliaire et l'arbre 2 primaire est fixée notamment par l'engrènement des pignons 42 et 19 de troisième rapport de vitesse des arbres 4 et 2 respectivement secondaire auxiliaire et primaire. La distance entre l'arbre 4 secondaire auxiliaire et l'axe de la couronne 32 du différentiel est fixée notamment par l'engrènement du pignon 40 d'attaque avec la couronne 32 du différentiel.

15

## REVENDICATIONS

1. Boîte de vitesses à arbres parallèles pour véhicule automobile hybride, ladite boîte de vitesses étant destinée à être reliée à un moteur thermique du véhicule par un volant moteur (7) et à une machine électrique (8) par un rotor (9), et comprenant un premier train (11) d'engrenages épicycloïdal dont un premier élément (12) de rotation est relié au volant moteur (7) et un deuxième élément (15) de rotation est relié à un arbre (2) primaire, caractérisée en ce qu'elle comprend un deuxième train (20) d'engrenages épicycloïdal relié à l'arbre (2) primaire par un premier élément (21) de rotation, audit rotor (9) par un deuxième élément (26) de rotation et audit premier train (11) d'engrenages épicycloïdal par un troisième élément (23) de rotation.
2. Boîte de vitesses selon la revendication 1, comprenant un arbre (5) intermédiaire qui est parallèle audit arbre (2) primaire et qui est muni d'un pignon (44) de liaison monté fixe s'engrenant avec un pignon (28) de rapport de vitesse monté sur le troisième élément (23) du deuxième train (20) d'engrenages épicycloïdal, d'un pignon (46) d'attaque monté libre s'engrenant avec un pignon (16) de liaison du premier train (11) d'engrenages épicycloïdal, et d'un synchroniseur (45) apte à craboter un crabot (47) bloqueur relié à un carter (48).
3. Boîte de vitesses selon l'une des revendications 1 et 2, comprenant un organe (30) différentiel d'entraînement des roues et un arbre (3) secondaire principal muni d'un premier pignon (36) de rapport de vitesse s'engrenant avec ledit pignon (28) de rapport de vitesse du deuxième train (20) d'engrenages épicycloïdal, d'un deuxième pignon (37) de rapport de vitesse s'engrenant avec un pignon (17) de rapport de vitesse du premier train (11) d'engrenages épicycloïdal, et d'un pignon (35) d'attaque s'engrenant avec une couronne (32) dudit organe (30) différentiel.
4. Boîte de vitesses selon la revendication 3, dans laquelle l'arbre (2) primaire comprend au moins un pignon (18) de rapport de

vitesses, et qui comprend un arbre (4) secondaire auxiliaire muni d'au moins un pignon (41) de rapport de vitesse s'engrenant avec ledit pignon (18) de rapport de vitesse de l'arbre (2) primaire, et d'un pignon (40) d'attaque s'engrenant avec la couronne (32) de l'organe (30) différentiel.

5 5. Boîte de vitesses selon la revendication 4, dans laquelle l'arbre (3) secondaire principal comprend un pignon (37) de premier rapport de vitesse s'engrenant avec ledit pignon (42) de rapport de vitesse du premier train (11) d'engrenages épicycloïdal et un pignon (36) de cinquième rapport de vitesse s'engrenant avec ledit pignon (28) de rapport de vitesse du deuxième train (20) d'engrenages épicycloïdal, et dans laquelle l'arbre (4) secondaire auxiliaire comprend un pignon (41) de septième rapport de vitesse s'engrenant avec un premier pignon (18) de rapport de vitesse de l'arbre (2) primaire et un pignon (42) de troisième rapport de vitesse s'engrenant avec un deuxième pignon (19) de rapport de vitesse de l'arbre (2) primaire.

20 6. Boîte de vitesses selon l'une des revendications 1 à 6, dans laquelle l'engrenage composé du pignon (44) de liaison de l'arbre (5) intermédiaire et du pignon (28) de rapport de vitesse du deuxième train (20) d'engrenages épicycloïdal a un rapport de dents différent de celui de l'engrenage composé du pignon (46) d'attaque de l'arbre (5) intermédiaire et du pignon (16) de liaison du premier train (11) d'engrenages épicycloïdal.

25

FIG.1

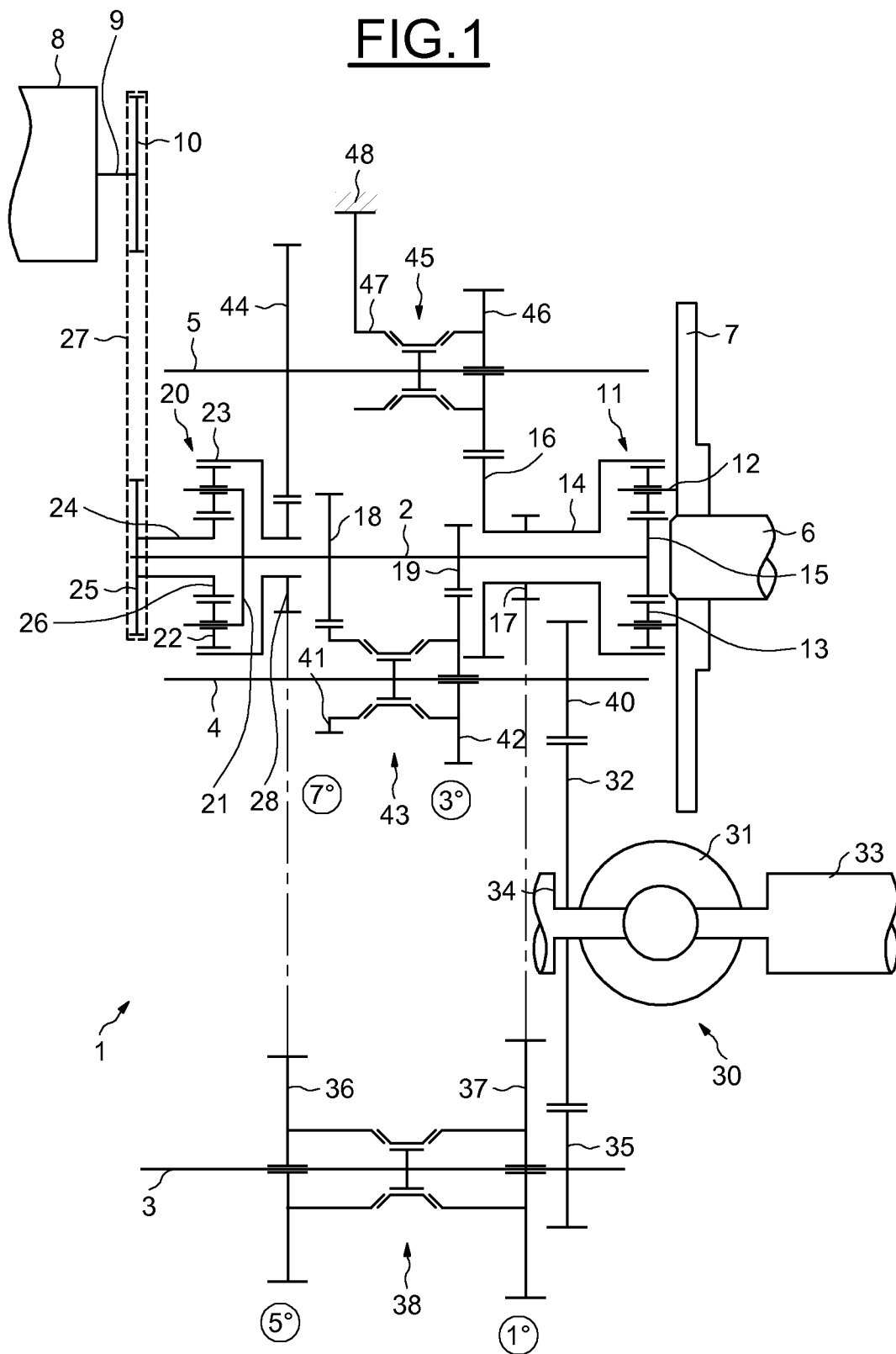


FIG.2

