

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 140 920

②1 N° d'enregistrement national : **22 10456**

⑤1 Int Cl⁸ : **F 16 H 61/04 (2022.01), F 16 D 25/10**

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 12.10.22.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 19.04.24 Bulletin 24/16.

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

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : *PSA AUTOMOBILES SA Société par actions simplifiée (SAS) — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : SCHAEFFER ERIC et MILHAU YOHAN.

⑦3 Titulaire(s) : STELLANTIS AUTO SAS Société par actions simplifiée.

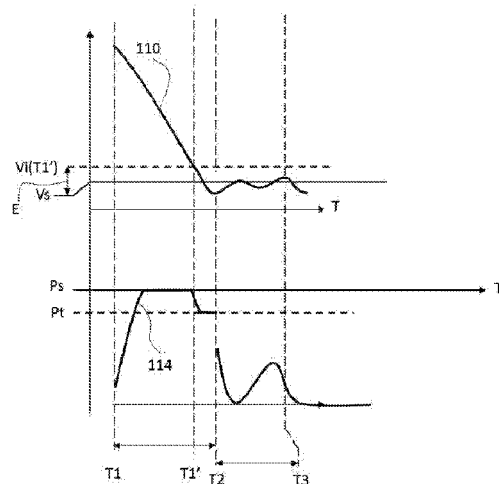
⑦4 **PROCEDE(S) DE PILOTAGE D'UNE BOITE DE VITESSE.**

⑦5 L'invention concerne un procédé de pilotage d'une

boîte de vitesses présentant un ensemble de transmission de couple entre un arbre primaire et un arbre secondaire avec un dispositif de synchronisation, ledit ensemble de transmission étant activé par un actionneur (60) piloté par une unité de

commande (70), le procédé de pilotage comportant étant caractérisé en ce qu'une étape de synchronisation comporte au moins une première étape de contrôle de l'actionneur (60) en effort (114) par l'unité de commande (70) pour appliquer une pression ajustée (Ps) sur le pignon (82) correspondant à un effort de synchronisation ; une deuxième étape de contrôle de l'actionneur en effort (114) par l'unité de commande (70) pour appliquer une pression (Pt) cible réduite sur le pignon (82) correspondant à un effort réduit de l'actionneur (60) par rapport à l'effort de synchronisation, la deuxième étape de contrôle de l'actionneur (60) étant mise en œuvre à un instant prédéterminé (T1') en amont d'une fin (T2) de l'étape de synchronisation dans laquelle la vitesse angulaire (110) du pignon (82) est synchronisée avec celle de la vitesse angulaire de l'arbre secondaire.

Figure 8



FR 3 140 920 - A1



Description

Titre de l'invention : PROCÉDE DE PILOTAGE D'UNE BOITE DE VITESSE

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

- [0001] L'invention concerne, de façon générale, le domaine technique des boîtes de vitesses pour des véhicules tels que des véhicules automobiles.
- [0002] L'invention se rapporte plus spécifiquement à un procédé de pilotage d'une boîte de vitesses, un ensemble d'une boîte de vitesses, de préférence à double embrayages, et d'une unité de commande pour mettre en œuvre le procédé de pilotage, ainsi qu'un véhicule automobile comprenant un tel ensemble.

ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

- [0003] Une boîte de vitesses comprend généralement un arbre primaire lié en rotation à un arbre de sortie de moteur du véhicule par un embrayage et un arbre secondaire lié en rotation à un arbre de transmission aux roues motrices du véhicule. L'arbre primaire porte plusieurs pignons primaires qui sont rigidement solidaires de celui-ci et l'arbre secondaire porte plusieurs pignons et plusieurs synchroniseurs. Chaque pignon secondaire forme une roue folle et est en permanence engrené dans un pignon primaire correspondant, chaque pignon secondaire étant monté rotatif sur l'arbre secondaire tout en pouvant être solidarisé en rotation avec cet arbre secondaire par un synchroniseur qui lui est associé. Chaque ensemble, formé d'un pignon primaire et d'un pignon secondaire engrenés l'un dans l'autre, correspond à un rapport de démultiplication de la boîte de vitesses. Cette boîte de vitesses est au point mort lorsque aucun pignon secondaire n'est solidarisé à l'arbre secondaire, et elle est en prise lorsqu'un des pignons secondaires est solidarisé en rotation à l'arbre secondaire, plusieurs pignons secondaires n'étant jamais solidarisés simultanément à l'arbre secondaire.
- [0004] Lors d'un changement de rapport, le synchroniseur correspondant au rapport souhaité est engagé pour désaccoupler de l'arbre secondaire le pignon secondaire correspondant au rapport à désengager. Ensuite, le synchroniseur est engagé pour solidariser à l'arbre secondaire le pignon secondaire correspondant au nouveau rapport souhaité. Ainsi, la synchronisation lors d'un changement de rapport permet d'engager un rapport de la boîte de vitesses sans choc ni craquement.
- [0005] Pour supprimer la majeure partie des à-coups ainsi que la rupture d'accélération lors des passages de rapports, des boîtes de vitesse avec plusieurs embrayages ont été développés, telles que des boîtes de vitesses à double embrayage à double ou triple embrayage.
- [0006] Dans le cas des boîtes de vitesses à double embrayage par exemple, celles-ci

comportent deux arbres primaires d'entrée concentriques reliés chacun au moteur par un embrayage. Chaque arbre primaire d'entrée est relié à l'arbre secondaire de sortie par un ensemble de rapports de vitesse paire ou impaire, qui constitue une demi-boîte.

- [0007] Pendant le roulage sur un rapport de vitesse avec son embrayage d'entrée fermé transmettant le couple du moteur, on peut préparer l'engagement d'un rapport de vitesse suivant supérieur ou inférieur, commandé par l'autre embrayage, en laissant cet embrayage ouvert, et en engageant le rapport suivant par le déplacement d'un manchon de synchronisation.
- [0008] Le manchon de synchronisation réalise d'abord une synchronisation de la vitesse de l'arbre primaire d'entrée en fonction de la vitesse du véhicule, puis un pré-engagement du rapport suivant. On réalise ensuite une bascule progressive du couple moteur du premier sur le deuxième embrayage, pour obtenir le changement de rapport en maintenant une transmission du couple moteur aux roues motrices.
- [0009] Le manchon de synchronisation peut être commandé par des actionneurs électriques ou hydrauliques, comportant une commande indépendante pour chaque manchon, ou une commande regroupée pour plusieurs manchons avec par exemple un barillet rotatif comprenant un profil de came.
- [0010] La technologie des boîtes de vitesses à double embrayages implique de présélectionner un rapport et d'effectuer le changement de démultiplication par croisement des embrayages.
- [0011] La présélection de rapport peut être imposée par un superviseur à des vitesses véhicule faible et en mode de roulage tout électrique, avec un faible niveau acoustique imputable au groupe motopropulseur et au roulage du véhicule, tels que les bruits aérodynamiques. Les bruits imputables aux chocs de commutation de rapports deviennent alors audibles pour un conducteur. Un pilotage conventionnel d'une phase de synchronisation suivie d'une phase de crabotage peut donc amener à des désagréments pour le conducteur qui pourrait penser à des dysfonctionnements.

Exposé de l'invention

- [0012] L'invention vise à remédier à tout ou partie des inconvénients de l'état de la technique en proposant notamment une solution permettant notamment d'améliorer la qualité de passage de rapports perçue par le client.
- [0013] Un autre objectif de l'invention est de diminuer l'usure de la boîte de vitesse.
- [0014] Pour ce faire est proposé, selon un premier aspect de l'invention, un procédé de pilotage d'une boîte de vitesses présentant un ensemble de transmission de couple entre un arbre primaire et un arbre secondaire avec un dispositif de synchronisation, ledit ensemble de transmission étant activé par un actionneur piloté par une unité de commande, le procédé de pilotage comportant une étape de synchronisation pour syn-

chroniser une vitesse angulaire d'un pignon monté libre sur l'arbre secondaire avec une vitesse angulaire dudit arbre secondaire par le dispositif de synchronisation, le procédé de pilotage étant caractérisé en ce que l'étape de synchronisation comporte au moins :

- une première étape de contrôle de l'actionneur en effort par l'unité de commande pour appliquer une pression ajustée sur le pignon correspondant à un effort de synchronisation ;
- une deuxième étape de contrôle de l'actionneur en effort par l'unité de commande pour appliquer une pression cible réduite sur le pignon correspondant à un effort réduit de l'actionneur par rapport à l'effort de synchronisation,

la deuxième étape de contrôle de l'actionneur étant mise en œuvre à un instant prédéterminé en amont d'une fin de l'étape de synchronisation dans laquelle la vitesse angulaire du pignon est synchronisée avec celle de la vitesse angulaire de l'arbre secondaire.

- [0015] Selon un mode de réalisation, le dispositif de synchronisation comprend un manchon de synchronisation commandé par l'actionneur et un cône de synchronisation supporté par le pignon, la pression ajustée par l'actionneur sur le pignon étant appliqué axialement par rapport à l'arbre secondaire par le manchon de synchronisation sur le cône de synchronisation.
- [0016] Selon un mode de réalisation, le procédé de pilotage comporte, préalablement à l'étape de synchronisation, une étape d'approche dans laquelle l'actionneur est contrôlé en vitesse pour déplacer le dispositif de synchronisation vers le pignon, de préférence pour déplacer le manchon de synchronisation vers le cône de synchronisation.
- [0017] Selon un mode de réalisation, le procédé de pilotage comporte, postérieurement à l'étape de synchronisation, une étape de crabotage, dans laquelle l'actionneur est de préférence contrôlé en vitesse, et dans laquelle des dents du manchon viennent de préférence encore en prise avec des dents du pignon.
- [0018] Selon un mode de réalisation, une vitesse seuil prédéterminée de déclenchement de la deuxième étape de contrôle de l'actionneur durant l'étape de synchronisation, correspondant à la vitesse angulaire du pignon prise à l'instant prédéterminé où la deuxième étape de contrôle de l'actionneur durant l'étape de synchronisation est mise en œuvre, est calculée à partir d'une vitesse de synchronisation cible correspondant à la vitesse angulaire de l'arbre secondaire.
- [0019] Selon un mode de réalisation, un écart de vitesse angulaire entre la vitesse seuil prédéterminée de déclenchement de la deuxième étape de contrôle de l'actionneur durant l'étape de synchronisation et la vitesse de synchronisation cible dépend au moins d'un type de rapport de vitesse de la boîte de vitesse à synchroniser et d'une vitesse

angulaire initiale de l'arbre secondaire.

[0020] Selon un mode de réalisation, l'écart de vitesse angulaire entre la vitesse seuil prédéterminée de déclenchement de la deuxième étape de contrôle de l'actionneur durant l'étape de synchronisation et la vitesse de synchronisation cible est proportionnel à l'écart de vitesse angulaire initial à synchroniser de sorte que plus l'écart de vitesse angulaire initial à synchroniser est important, plus l'écart de vitesse angulaire entre la vitesse seuil prédéterminée de déclenchement de la deuxième étape de contrôle de l'actionneur durant l'étape de synchronisation et la vitesse de synchronisation cible est important.

[0021] Selon un mode de réalisation, à la fin de l'étape de synchronisation où la vitesse angulaire du pignon est synchronisée avec celle de la vitesse angulaire de l'arbre secondaire, un contrôle de la réduction de l'effort de l'actionneur par rapport à l'effort de synchronisation est mis en œuvre, cette réduction d'effort étant de préférence inférieure ou égale à 20%, de préférence encore inférieure ou égale à 18%, et/ou de préférence supérieure ou égale à 5%, de préférence encore supérieure ou égale à 10% de l'effort de synchronisation.

[0022] Selon un autre aspect de l'invention, celle-ci a trait à un ensemble d'une boîte de vitesses, de préférence à double embrayages, et d'une unité de commande, la boîte de vitesse comprenant au moins un manchon de synchronisation, l'ensemble étant remarquable en ce que l'unité de commande est configurée pour mettre en œuvre un procédé de commande tel que décrit ci-avant.

[0023] Selon un autre aspect, l'invention concerne également un véhicule automobile, remarquable en ce qu'il comprend un ensemble d'une boîte de vitesses et d'une unité de commande tel que décrit ci-avant.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0024] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description qui suit, en référence aux figures annexées, qui illustrent :

- [Fig.1] : un schéma d'une boîte de vitesses à double embrayage mettant en œuvre un procédé de pilotage selon l'invention ;
- [Fig.2] : un schéma en coupe axiale d'un dispositif de synchronisation de cette boîte de vitesses ;
- [Fig.3] : un schéma de dessus du dispositif de synchronisation de la [Fig.2] ;
- [Fig.4] : un schéma en coupe axiale, avec la fourchette, d'un dispositif de synchronisation de la [Fig.2] ;
- [Fig.5] : un graphique présentant en fonction du temps différentes caractéristiques de fonctionnement d'une boîte de vitesses de l'art antérieur, pendant l'engagement d'un rapport ;

- [Fig.6] : un schéma en coupe axiale d'un dispositif de synchronisation d'une boîte de vitesses fonctionnant conformément au graphique de la [Fig.5] ;
- [Fig.7] : un schéma en coupe axiale d'un dispositif de synchronisation d'une boîte de vitesses fonctionnant conformément au graphique de la [Fig.5] ;
- [Fig.8] : un graphique présentant en fonction du temps différentes caractéristiques de fonctionnement d'une boîte de vitesses selon un mode de réalisation de l'invention, pendant l'engagement d'un rapport.

[0025] Pour plus de clarté, les éléments identiques ou similaires sont repérés par des signes de référence identiques sur l'ensemble des figures.

DESCRIPTION DETAILLEE D'UN MODE DE REALISATION

[0026] La [Fig.1] présente un groupe motopropulseur comportant un moteur 2, ici thermique, entraînant une boîte de vitesses à double embrayage. On notera que dans le cadre de l'invention, le moteur peut être alimenté par tout type d'énergie usuelle. Aussi, le moteur employé peut être un moteur électrique ou hybride.

[0027] La boîte de vitesses à double embrayage comprend un premier embrayage d'entrée 4 entraînant un premier arbre primaire 6, et un deuxième embrayage d'entrée 8 entraînant un deuxième arbre primaire 10 qui est creux, recevant à l'intérieur ce premier arbre primaire.

[0028] La boîte de vitesses comporte un premier arbre secondaire 12 comportant un pignon de sortie 14, un deuxième arbre secondaire 16 comportant un pignon de sortie 18, et un troisième arbre secondaire 40 comportant un pignon de sortie 42. Les différents pignons de sortie 14, 18, 42 sont engagés sur une couronne d'un différentiel non représenté, répartissant le mouvement vers les roues motrices.

[0029] Pour former la première demi-boîte comprenant les rapports impairs, le premier arbre secondaire 12 reçoit le mouvement du premier arbre primaire 6 par un premier couple de pignon 20 pour former le premier rapport de vitesse I, et par un troisième couple de pignon 22 pour former le troisième rapport de vitesse III. Le deuxième arbre secondaire 16 reçoit le mouvement du premier arbre primaire 6 par un cinquième couple de pignon 24 pour former le cinquième rapport de vitesse V, et par un septième couple de pignon 26 pour former le septième rapport de vitesse VII.

[0030] Un premier manchon de synchronisation 50 disposé sur le premier arbre secondaire 12 entre le premier 20 et le troisième couple de pignon 22, engage alternativement le premier I ou le troisième rapport III. Un deuxième manchon de synchronisation 52 disposé sur le deuxième arbre secondaire 16 entre le cinquième 24 et le septième couple de pignon 26, engage alternativement le cinquième V ou le septième rapport VII.

[0031] Pour former la deuxième demi-boîte comprenant les rapports pairs, le premier arbre secondaire 12 reçoit le mouvement du deuxième arbre primaire 10 par un deuxième

couple de pignon 28 pour former le deuxième rapport de vitesse II, et par un quatrième couple de pignon 30 pour former le quatrième rapport de vitesse IV. Le deuxième arbre secondaire 16 reçoit le mouvement du deuxième arbre primaire 10 par un septième couple de pignon 32, comportant un pignon commun avec le sixième couple de pignon 30, pour former le septième rapport de vitesse VII.

- [0032] Un troisième manchon de synchronisation 54 disposé sur le premier arbre secondaire 12 entre le deuxième 28 et le quatrième couple de pignon 30, engage alternativement le deuxième II ou le quatrième rapport IV. Un quatrième manchon de synchronisation 56 disposé sur le deuxième arbre secondaire 16 à droite du septième couple de pignon 32, engage le septième rapport VII.
- [0033] Le deuxième arbre secondaire 16 comporte un pignon libre 34 engagé avec le premier pignon du deuxième couple de pignon 28, qui est lié à un deuxième pignon libre 36 engagé sur un pignon 38 porté par le troisième arbre secondaire 40. Un cinquième manchon de synchronisation 58 disposé sur le troisième arbre secondaire 40, permet de lier le pignon 38 avec cet arbre pour engager le rapport de marche arrière R.
- [0034] On obtient la possibilité de rouler sur la première demi-boîte avec les rapports impairs comportant le premier embrayage 4 fermé transmettant le couple moteur, et simultanément d'engager un des rapports pairs pour monter ou descendre un rapport, ou éventuellement trois rapports d'un coup. De la même manière en roulant sur la deuxième demi-boîte avec les rapports pairs comportant le deuxième embrayage 8 fermé, on peut engager simultanément un des rapports impairs.
- [0035] Un calculateur électronique de contrôle de la transmission d'une unité de commande 70 recevant des informations de capteurs de vitesse 74 disposés sur chaque arbre primaire 6, 10, et échangeant des informations avec le moteur 2, échange des informations avec un actionneur 60 de synchroniseurs permettant d'actionner individuellement chacun des manchons de synchronisation 50, 52, 54, 56, 58, et avec un actionneur d'embrayage 72 permettant d'actionner individuellement chaque embrayage 4, 8.
- [0036] Les figures 2 et 3 présentent des vues détaillées d'un dispositif de synchronisation comportant un moyeu 80 lié par des cannelures intérieures à un arbre secondaire le traversant, et à côté un pignon 82 d'un des rapports de vitesse qui est monté libre sur cet arbre.
- [0037] Le pignon libre 82 supporte un cône de synchronisation 84, qui est poussé axialement vers la droite par le déplacement d'un manchon de synchronisation 86 recevant dans une rainure circulaire transversale 90 une fourchette de commande non représentée. Un système de billes poussées par des ressorts 96 maintient la position centrale neutre du manchon de synchronisation 86.

- [0038] Le pignon libre 82 comporte après le cône de synchronisation 84, des dents d'engagement 94 qui lui sont liés.
- [0039] La [Fig.4] présente une fourchette de commande 100 déplacée par l'actionneur de synchroniseurs 60, qui est engagée dans la rainure 90 du manchon de synchronisation 86 pour le déplacer axialement. Un capteur de position 102 relié au calculateur de contrôle de la transmission d'une unité de commande 70, mesure la position axiale de la fourchette 100 pour permettre sa commande.
- [0040] La [Fig.5] illustre un graphique présentant en fonction du temps différentes caractéristiques de fonctionnement d'une boîte de vitesses de l'art antérieur, pendant l'engagement d'un rapport. Plus précisément, cette [Fig.5] présente en fonction du temps T lors de l'engagement d'un rapport, des courbes représentant la vitesse 110 de l'arbre primaire, la position 112 de la fourchette 100, et l'effort 114 appliqué par l'actionneur 60 sur cette fourchette.
- [0041] Au temps T_0 on réalise une avance de la fourchette 100. Le manchon de synchronisation 86 comporte des dents axiales intérieures 92 présentant à chaque extrémité une pointe qui va pousser sur une dent du cône de synchronisation 84, pour appliquer son cône sur un cône correspondant du pignon libre 82. Le déplacement qui est contrôlé en vitesse, s'arrête au temps T_1 à la position du premier point particulier 120 mesurée par le capteur 102. Durant cette étape d'approche du dispositif de synchronisation, on cherche généralement à réduire le temps de cette phase non fonctionnelle pour la boîte de vitesse.
- [0042] On réalise ensuite un contrôle de l'actionneur 60 en effort pour appliquer une pression ajustée sur les cônes de synchronisation, qui va réaliser un essorage de l'huile recouvrant ces cônes, puis un freinage de la vitesse du pignon libre 82 par friction sur ces cônes. L'effort appliqué par l'actionneur durant l'étape de synchronisation est ainsi transformé en couple qui est directement transmis aux roues motrices.
- [0043] Au temps T_2 la vitesse du pignon libre 82 est synchronisée avec celle de son arbre secondaire. On obtient la position du deuxième point particulier 122 mesurée par le capteur 102, qui est assez proche de celle du premier point particulier 120.
- [0044] Le cône de synchronisation 84 ne reçoit alors plus de couple d'entraînement qui s'oppose à l'avance des pointes avant des dents intérieures 92 du manchon de synchronisation 86. Ce cône 84 peut tourner en dégageant ses dents entre les dents intérieures 92 du manchon de synchronisation 86, ce qui permet l'avance de ce manchon.
- [0045] Après le temps T_2 on a une avance du manchon de synchronisation 86 contrôlée en vitesse, puis l'engagement rapide sur les dents d'engagement 94 qui lie complètement le pignon 82 avec son arbre, se terminant à la position du troisième point particulier 124 mesurée par le capteur 102.
- [0046] Toutefois, durant un tel procédé, il a été constaté qu'à partir d'un certain niveau

d'effort, la fourchette va fléchir et se déformer, comme illustré sur la [Fig.6]. Par ailleurs, à la fin de la phase de synchronisation, le synchroniseur va se « déverrouiller » brutalement (voir la [Fig.7]), réagissant de façon analogue à un élastique qui se détend. Durant cette phase l'actionneur perd alors le contrôle de la commande de la fourchette, le manchon de synchronisation se déplaçant rapidement tandis que l'actionneur est toujours piloté en effort. Dans un tel cas, il existe un risque que le manchon de synchronisation percute les crabots sans être « contrôlé » par l'actionneur.

- [0047] En plus d'une usure prématurée, un tel phénomène entraîne des bruits à chaque choc de commutation de rapports audibles pour un conducteur, d'autant plus si le véhicule se déplace dans un bruit de fonctionnement relativement faible, ce qui est généralement le cas s'agissant d'un véhicule automobile de type hybride ou électrique.
- [0048] La [Fig.8] illustre un graphique présentant en fonction du temps différentes caractéristiques de fonctionnement d'une boîte de vitesses selon l'invention, pendant l'engagement d'un rapport. De façon analogue à la [Fig.5], la [Fig.8] présente des courbes représentant la vitesse angulaire 110 de l'arbre primaire et l'effort 114 appliqué par l'actionneur 60 sur cette fourchette, ceci en fonction du temps T lors de l'engagement d'un rapport.
- [0049] Au temps T0, et comme dans le procédé de la [Fig.5], on réalise une étape d'approche dans laquelle l'actionneur 60 est contrôlé en vitesse pour déplacer le dispositif de synchronisation vers le pignon 82. Plus précisément, on réalise une avance de la fourchette 100. Le manchon de synchronisation 86 se déplace alors vers le cône de synchronisation 84. Le manchon de synchronisation 86 comporte des dents axiales intérieures 92 présentant à chaque extrémité une pointe qui va pousser sur une dent du cône de synchronisation 84, pour appliquer son cône sur un cône correspondant du pignon libre 82. Le déplacement qui est contrôlé en vitesse, s'arrête au temps T1 à la position du premier point particulier 120 mesurée par le capteur 102.
- [0050] Durant cette étape d'approche, la vitesse du synchroniseur piloté par l'actionneur ne doit pas être trop importante, inférieure à une vitesse maximale de tolérance au risque de voir « chasser » la bague de synchronisation, provoquant dans ce cas un dysfonctionnement. Cette vitesse maximale de tolérance admissible va dépendre de l'effort résistant d'armement, et de la technologie de l'actionneur. Plus celui-ci sera « léger » plus la vitesse pourra être élevée (énergie cinétique).
- [0051] On réalise ensuite un contrôle de l'actionneur 60 en effort pour appliquer une pression ajustée sur les cônes de synchronisation, qui va réaliser un essorage de l'huile recouvrant ces cônes, puis un freinage de la vitesse du pignon libre 82 par friction sur ces cônes. Cette étape de synchronisation se déroule ici en deux temps :
- à partir du temps T1, une première étape de contrôle de l'actionneur 60 en effort 114 par l'unité de commande 70 est mise en œuvre pour appliquer une

pression ajustée P_s sur le pignon 82, cet effort P_s correspondant à un effort de synchronisation ; puis

- à partir d'un temps $T1'$, compris entre $T1$ et $T2$ où $T1'$ est distinct de $T1$ et $T2$, une deuxième étape de contrôle de l'actionneur en effort 114 par l'unité de commande 70 est mise en œuvre pour appliquer une pression P_t cible réduite sur le pignon 82 correspondant à un effort réduit de l'actionneur 60 par rapport à l'effort de synchronisation P_s , on a donc la relation : $P_t < P_s$.

[0052] Durant cette première étape de contrôle de l'actionneur 60, la pression P_s ajustée par l'actionneur 60 sur le pignon 82 est appliqué axialement par rapport à l'arbre secondaire par le manchon de synchronisation 86 sur le cône de synchronisation 84. L'effort de synchronisation P_s appliqué par l'actionneur durant la phase de synchronisation est transformé en couple qui est directement transmis aux roues motrices. Dans le cas d'une boîte de vitesse à double embrayage par exemple, cet effort doit être déterminé de sorte à ce que ce couple ne perturbe pas l'accélération longitudinale du véhicule qui est obtenue par la demi boîte de vitesses correspondante qui est embrayée au moteur.

[0053] La consigne par l'unité de commande 70 de l'effort à fournir par la fourchette 100 est donc modifiée de sorte à être réduite au temps $T1'$ pour réduire cet effort, ceci avant d'avoir atteint un état de synchronisation au temps $T2$. Ainsi, la deuxième étape de contrôle de l'actionneur est mise en œuvre à l'instant $T1'$ en amont d'un temps $T2$ correspondant à la fin de l'étape de synchronisation dans laquelle la vitesse angulaire 110 du pignon 82 est synchronisée avec celle de la vitesse angulaire de l'arbre secondaire.

[0054] On détecte ainsi la fin $T2$ de l'étape de synchronisation par la mesure d'un régime cible V_s de fin de synchronisation. Ce régime cible permet de déterminer en amont un écart E qui est calibrable et qui permet d'initier la stratégie de réduction de l'effort lors de l'étape de synchronisation, c'est-à-dire d'initier la deuxième étape de contrôle de l'actionneur en effort 114 par l'unité de commande 70. L'écart E représente un écart de régime, soit de vitesse angulaire, entre, d'une part, une vitesse seuil $V_i(T1')$ de déclenchement de la deuxième étape de contrôle de l'actionneur 60 durant l'étape de synchronisation, correspondant à la vitesse angulaire 110 du pignon 82 prise à l'instant prédéterminé $T1'$ et, d'autre part, la vitesse de synchronisation V_s cible de l'arbre primaire.

[0055] Le procédé de pilotage comprend donc une étape de détermination de la vitesse seuil $V_i(T1')$ de déclenchement de la deuxième étape de contrôle de l'actionneur 60, cette vitesse seuil $V_i(T1')$ étant calculée à partir de l'écart E prédéterminé et de la vitesse de synchronisation V_s cible de l'arbre primaire.

[0056] L'écart E de régime, ou de vitesse angulaire, par rapport au régime cible V_s dépend notamment de plusieurs paramètres tels que le type de rapport de vitesse à syn-

chroniser, par exemple du deuxième II vers le premier I rapport de vitesse, ou du deuxième II vers le troisième rapport III de vitesse. Cet écart E de vitesse angulaire est par exemple de quelques millisecondes et est variable de façon proportionnelle à un écart initial mesuré au temps $T1$, lorsque l'étape de synchronisation débute. Ainsi, plus l'écart de régime initial à synchroniser entre $V(T1)$ et $V(T2)$ sera important et plus l'écart E de régime déclenchant la deuxième étape de contrôle au temps $T1'$ par rapport au temps $T2$ sera important. En d'autres termes, plus l'écart de vitesse angulaire à synchroniser initialement au temps $T1$ est important, plus l'écart E de vitesse angulaire entre la vitesse seuil $V_i(T1')$ prédéterminée de déclenchement de la deuxième étape de contrôle de l'actionneur 60 durant l'étape de synchronisation et la vitesse de synchronisation V_s cible est important. L'écart initial à synchroniser à partir duquel l'écart E est calculé correspond au delta entre les vitesses angulaires des arbres primaires et secondaires, ou dit autrement, entre le pignon libre 82 et l'arbre secondaire.

[0057] A la fin $T2$ de l'étape de synchronisation où la vitesse angulaire 110 du pignon 82 est synchronisée avec celle de la vitesse angulaire de l'arbre secondaire, un contrôle de la réduction de l'effort P_t de l'actionneur 60 par rapport à l'effort de synchronisation P_s est mis en œuvre. Cette réduction d'effort est de préférence inférieure ou égale à 20%, de préférence encore inférieure ou égale à 18%, et/ou de préférence supérieure ou égale à 5%, de préférence encore supérieure ou égale à 10% de l'effort de synchronisation P_s . Une telle réduction permet de garantir la synchronisation car, si cette valeur d'effort était trop faible, il existerait alors un risque de perdre la synchronisation.

[0058] Une fois la fin $T2$ de l'étape de synchronisation parvenue, le cône de synchronisation 84 ne reçoit alors plus de couple d'entraînement qui s'oppose à l'avance des pointes avant des dents intérieures 92 du manchon de synchronisation 86. Ce cône 84 peut tourner en dégageant ses dents entre les dents intérieures 92 du manchon de synchronisation 86, ce qui permet l'avance de ce manchon de synchronisation 86.

[0059] Le temps $T2$ marque en outre le début d'une étape de crabotage, dans laquelle l'actionneur 60 est ici contrôlé en vitesse, et dans laquelle des dents 92 du manchon de synchronisation 86 viennent en prise avec des dents 94 du pignon 82. En effet, au temps $T2$ la vitesse du pignon libre 82 est synchronisée avec celle de son arbre secondaire. Ainsi, après le temps $T2$ on procède à une avance du manchon de synchronisation 86 contrôlée en vitesse, puis à l'engagement rapide sur les dents d'engagement 94 qui lie complètement le pignon 82 avec son arbre, se terminant au temps $T3$ à la position du troisième point particulier 124 mesurée par le capteur 102.

[0060] Durant cette étape de crabotage, on veille à ce que le temps entre la fin de la synchronisation $T2$ et celle du crabotage $T3$ soit le plus court possible, ceci pour éviter une

reprise de différentiel de vitesse. La vitesse de déplacement de l'actionneur doit donc être suffisamment élevée pour diminuer la durée de l'étape de crabotage, c'est à dire l'intervalle de temps entre T2 et T3, mais suffisamment faible pour éviter des chocs qui seraient de nature à provoquer des bruits.

[0061] Le procédé de pilotage selon l'invention propose ainsi une stratégie de pilotage de l'effort de synchronisation durant l'étape de synchronisation permettant d'annuler toute flexion de la fourchette en fin de phase de synchronisation. On garantit ainsi un contrôle permanent du déplacement du manchon de synchronisation pendant la phase de crabotage.

[0062] Naturellement, l'invention est décrite dans ce qui précède à titre d'exemple. Il est entendu que l'homme du métier est à même de réaliser différentes variantes de réalisation de l'invention sans pour autant sortir du cadre de l'invention.

[0063] Il est souligné que toutes les caractéristiques, telles qu'elles se dégagent pour un homme du métier à partir de la présente description, des dessins et des revendications attachées, même si concrètement elles n'ont été décrites qu'en relation avec d'autres caractéristiques déterminées, tant individuellement que dans des combinaisons quelconques, peuvent être combinées à d'autres caractéristiques ou groupes de caractéristiques divulguées ici, pour autant que cela n'a pas été expressément exclu ou que des circonstances techniques rendent de telles combinaisons impossibles ou dénuées de sens.

Revendications

- [Revendication 1] Procédé de pilotage d'une boîte de vitesses présentant un ensemble de transmission de couple entre un arbre primaire (6, 10) et un arbre secondaire (12, 16) avec un dispositif de synchronisation, ledit ensemble de transmission étant activé par un actionneur (60) piloté par une unité de commande (70), le procédé de pilotage comportant une étape de synchronisation pour synchroniser une vitesse angulaire (110) d'un pignon (82) monté libre sur l'arbre secondaire avec une vitesse angulaire dudit arbre secondaire par le dispositif de synchronisation, le procédé de pilotage étant caractérisé en ce que l'étape de synchronisation comporte au moins : une première étape de contrôle de l'actionneur (60) en effort (114) par l'unité de commande (70) pour appliquer une pression ajustée (Ps) sur le pignon (82) correspondant à un effort de synchronisation ; une deuxième étape de contrôle de l'actionneur en effort (114) par l'unité de commande (70) pour appliquer une pression (Pt) cible réduite sur le pignon (82) correspondant à un effort réduit de l'actionneur (60) par rapport à l'effort de synchronisation, la deuxième étape de contrôle de l'actionneur (60) étant mise en œuvre à un instant prédéterminé (T1') en amont d'une fin (T2) de l'étape de synchronisation dans laquelle la vitesse angulaire (110) du pignon (82) est synchronisée avec celle de la vitesse angulaire de l'arbre secondaire.
- [Revendication 2] Procédé de pilotage selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif de synchronisation comprend un manchon de synchronisation (86) commandé par l'actionneur (60) et un cône de synchronisation (84) supporté par le pignon (82), la pression ajustée par l'actionneur (60) sur le pignon (82) étant appliqué axialement par rapport à l'arbre secondaire par le manchon de synchronisation (86) sur le cône de synchronisation (84).
- [Revendication 3] Procédé de pilotage selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comporte, préalablement à l'étape de synchronisation, une étape d'approche dans laquelle l'actionneur (60) est contrôlé en vitesse pour déplacer le dispositif de synchronisation vers le pignon (82), de préférence pour déplacer le manchon de synchronisation (86) vers le cône de synchronisation (84).
- [Revendication 4] Procédé de pilotage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte, postérieurement à l'étape de synchronisation, une étape de crabotage, dans laquelle l'actionneur (60)

est de préférence contrôlé en vitesse, et dans laquelle des dents (92) du manchon de synchronisation (86) viennent de préférence encore en prise avec des dents (94) du pignon (82).

- [Revendication 5] Procédé de pilotage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'une vitesse seuil ($V_i(T1')$) prédéterminée de déclenchement de la deuxième étape de contrôle de l'actionneur (60) durant l'étape de synchronisation, correspondant à la vitesse angulaire (110) du pignon (82) prise à l'instant prédéterminé ($T1'$) où la deuxième étape de contrôle de l'actionneur (60) durant l'étape de synchronisation est mise en œuvre, est calculée à partir d'une vitesse de synchronisation (V_s) cible correspondant à la vitesse angulaire de l'arbre secondaire.
- [Revendication 6] Procédé de pilotage selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'un écart (E) de vitesse angulaire entre la vitesse seuil ($V_i(T1')$) prédéterminée de déclenchement de la deuxième étape de contrôle de l'actionneur durant l'étape de synchronisation et la vitesse de synchronisation (V_s) cible dépend au moins d'un type de rapport de vitesse de la boîte de vitesse à synchroniser et d'une vitesse angulaire initiale de l'arbre secondaire.
- [Revendication 7] Procédé de pilotage selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'écart (E) de vitesse angulaire entre la vitesse seuil ($V_i(T1')$) prédéterminée de déclenchement de la deuxième étape de contrôle de l'actionneur durant l'étape de synchronisation et la vitesse de synchronisation (V_s) cible est proportionnel à l'écart de vitesse angulaire à synchroniser de sorte que plus l'écart de vitesse angulaire à synchroniser est important, plus l'écart (E) de vitesse angulaire entre la vitesse seuil ($V_i(T1')$) prédéterminée de déclenchement de la deuxième étape de contrôle de l'actionneur durant l'étape de synchronisation et la vitesse de synchronisation (V_s) cible est important.
- [Revendication 8] Procédé de pilotage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'à la fin ($T2$) de l'étape de synchronisation où la vitesse angulaire (110) du pignon (82) est synchronisée avec celle de la vitesse angulaire de l'arbre secondaire, un contrôle de la réduction de l'effort (P_t) de l'actionneur (60) par rapport à l'effort de synchronisation (P_s) est mis en œuvre, cette réduction d'effort étant de préférence inférieure ou égale à 20%, de préférence encore inférieure ou égale à 18%, et/ou de préférence supérieure ou égale à 5%, de préférence encore supérieure ou égale à 10% de l'effort de synchronisation (P_s).

- [Revendication 9] Ensemble d'une boîte de vitesses, de préférence à double embrayages, et d'une unité de commande (70), la boîte de vitesse comprenant au moins un manchon de synchronisation (84), l'ensemble étant caractérisé en ce que l'unité de commande (70) est configurée pour mettre en œuvre un procédé de commande selon l'une quelconque des revendications précédentes.
- [Revendication 10] Véhicule automobile, caractérisé en ce qu'il comprend un ensemble d'une boîte de vitesses et d'une unité de commande (70) selon la revendication 9.

[Fig. 3]

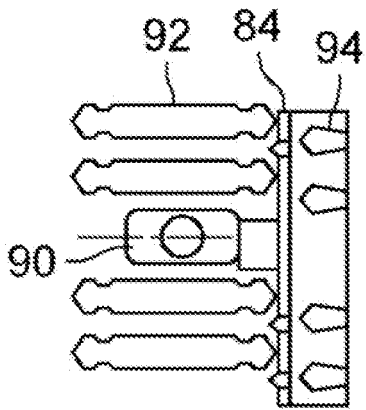


Fig. 3

[Fig. 4]

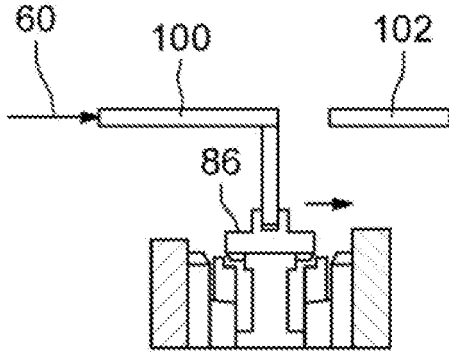


Fig. 4

[Fig. 5]

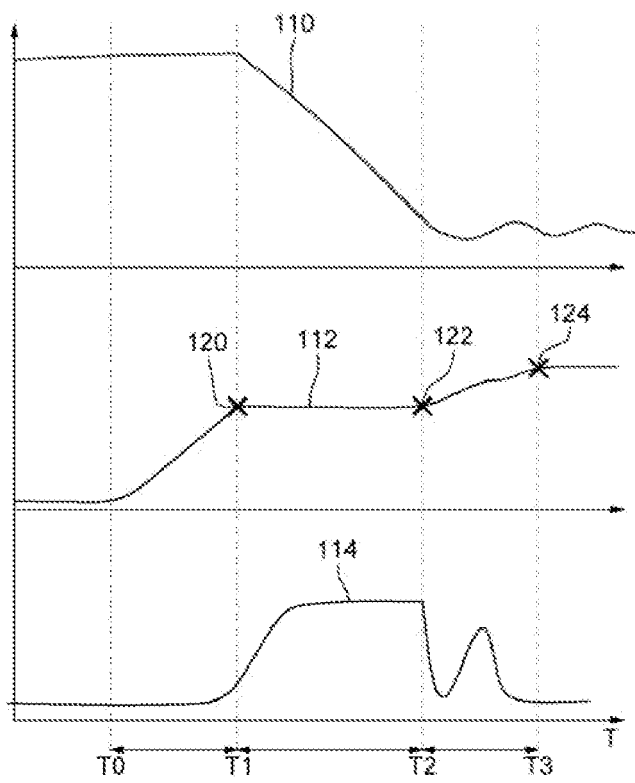


Fig. 5

[Fig. 6]

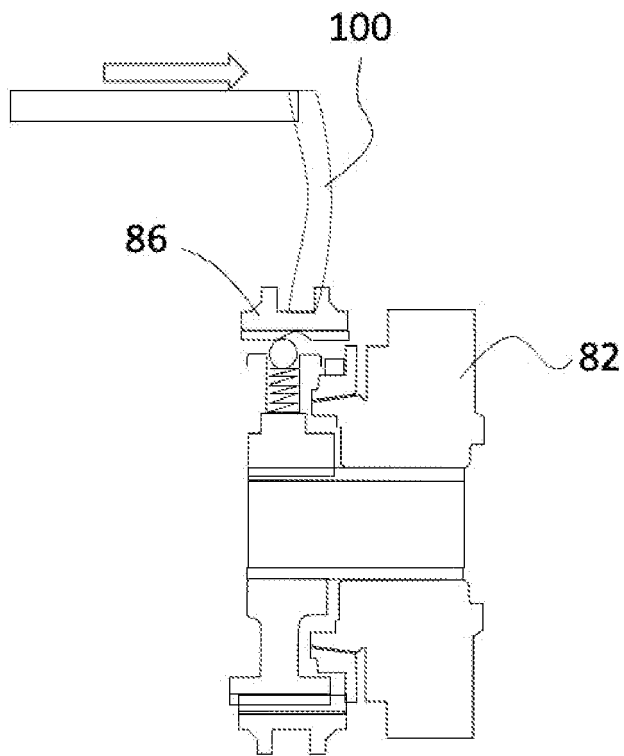


Fig. 6

[Fig. 7]

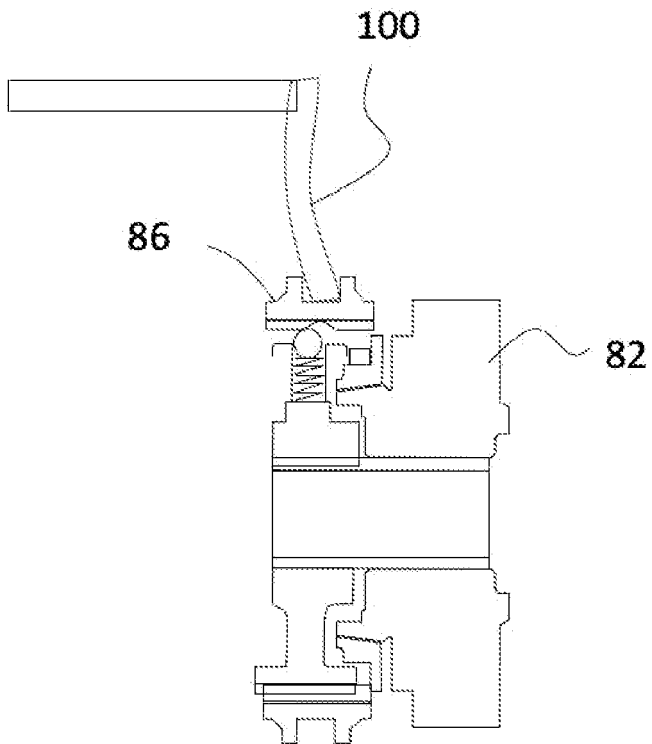


Fig. 7

[Fig. 8]

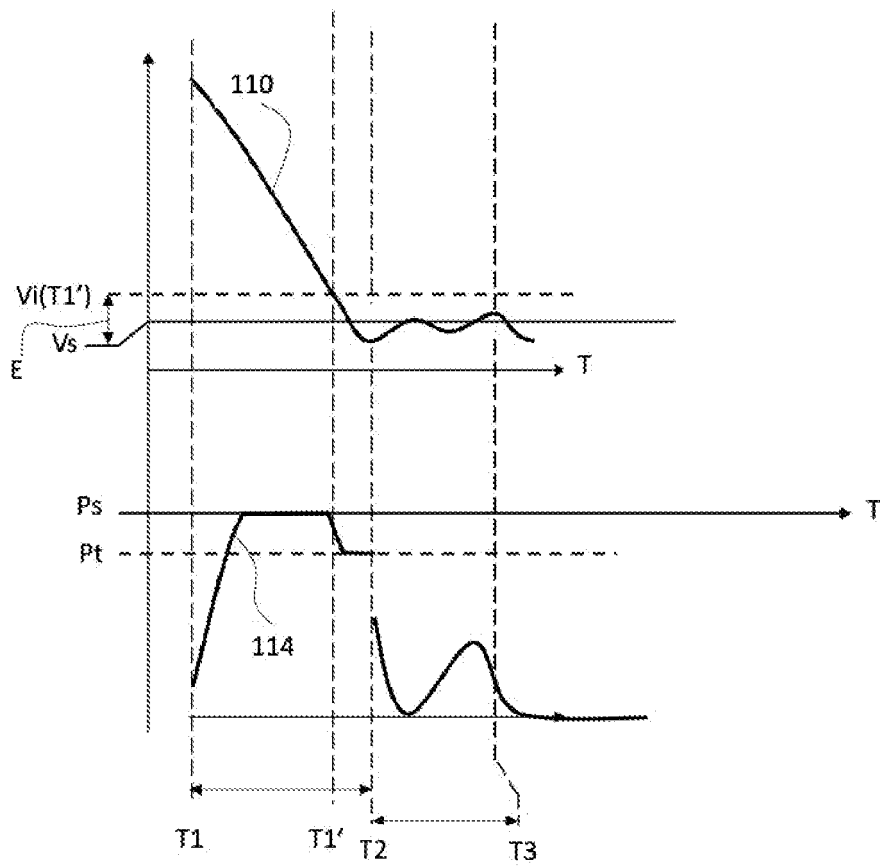


Fig. 8

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 911080
FR 2210456

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	GB 2 471 989 A (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 26 janvier 2011 (2011-01-26) * page 12, ligne 13 - page 13, ligne 35; figures * -----	1-10	F16H61/04 F16D25/10
X	US 11 408 470 B2 (AUDI AG [DE]) 9 août 2022 (2022-08-09) * colonne 9, ligne 24 - colonne 10, ligne 54; figures 1,2 * -----	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F16H F16D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
17 mai 2023		Meritano, Luciano	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		
		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2210456 FA 911080**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **17-05-2023**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
GB 2471989	A	26-01-2011	AUCUN	

US 11408470	B2	09-08-2022	CN 109690114 A	26-04-2019
			DE 102016217096 A1	08-03-2018
			EP 3510295 A1	17-07-2019
			US 2019186554 A1	20-06-2019
			WO 2018046581 A1	15-03-2018
