

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 020 028

②1 N° d'enregistrement national : **14 53478**

⑤1 Int Cl⁸ : **B 60 W 20/00** (2013.01), **B 60 W 10/06**, **10/08**, **10/11**,
B 60 K 6/48, **6/46**, **6/547**

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 17.04.14.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 23.10.15 Bulletin 15/43.

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) : PEUGEOT CITROEN AUTOMO-
BILES SA Société anonyme — FR, CENTRE NATIO-
NAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
Etablissement public — FR, UNIVERSITE PARIS SUD
11 Etablissement public — FR et UNIVERSITE PIERRE
ET MARIE CURIE (PARIS 6) Etablissement public —
FR.

⑦2 Inventeur(s) : ROY FRANCIS, OSSART FLORENCE
et MARCHAND CLAUDE.

⑦3 Titulaire(s) : PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES
SA Société anonyme, CENTRE NATIONAL DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE Etablissement
public, UNIVERSITE PARIS SUD 11 Etablissement
public, UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE

⑦4 Mandataire(s) : Etablissement public.

PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA Société anonyme.

⑤4 **PROCEDE ET DISPOSITIF DE CONTROLE DU
FONCTIONNEMENT DE LA CHAINE DE
TRANSMISSION D'UN VEHICULE HYBRIDE A
BOITE DE VITESSES A RAPPORTS DISCRETS,
EN L'ABSENCE D'EMBRAYAGE.**

⑤7 Un procédé contrôle le fonctionnement d'une chaîne
de transmission d'un véhicule hybride (V) comprenant un
moteur thermique (MT) couplé à une première machine
électrique (ME1) et à un arbre d'entrée (AE) d'une boîte de
vitesses (BV) à rapports discrets et à arbre de sortie (AS)
équipé de baladeur(s) (B1-B2), et une seconde machine
électrique (ME2) couplée à l'arbre de sortie (AS). Ce procé-
dé consiste à contrôler les fonctionnements du moteur ther-
mique (MT) et des première (ME1) et seconde (ME2)
machines électriques afin qu'ils induisent par des substitu-
tions choisies ou conjointement des vitesses de rotation
sensiblement identiques des arbres d'entrée (AE) et de sortie
(AS) au prorata des rapports de démultiplication, et des
conditions de couple sur les arbres d'entrée (AE) et de sortie
(AS) permettant un changement de rapport dans le mode

hybride mixte ou un passage du mode électrique pur au
mode hybride mixte par déplacement contrôlé d'un bala-
deur.

FR 3 020 028 - A1



PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE CONTRÔLE DU FONCTIONNEMENT DE LA CHAÎNE DE TRANSMISSION D'UN VÉHICULE HYBRIDE À BOÎTE DE VITESSES À RAPPORTS DISCRETS, EN L'ABSENCE D'EMBRAYAGE

5

L'invention concerne les véhicules hybrides comprenant une chaîne de transmission dite « parallèle » du fait qu'elle comporte un moteur thermique couplé à une première machine électrique et à un arbre d'entrée d'une boîte de vitesses à rapports discrets, et une seconde machine électrique couplée à l'arbre de sortie de la boîte de vitesses.

10

On notera que l'invention concerne aussi bien les véhicules hybrides offrant une possibilité de recharge sur le secteur de la batterie à laquelle sont couplées les première et seconde machines électriques, que les véhicules hybrides qui n'offrent pas cette possibilité.

15

Comme le sait l'homme de l'art dans un véhicule hybride à boîte de vitesses à rapports discrets, un changement de rapport se fait en deux étapes. Une première étape consiste à déplacer un baladeur de la boîte de vitesses pour provoquer un décrabotage du pignon en prise (ou passage au neutre) afin de découpler les arbres d'entrée et de sortie. Cela nécessite que le couple transmis soit nul, ce qui est réalisé en ouvrant la liaison mécanique entre le moteur thermique et la boîte de vitesses par actionnement d'un embrayage. Une seconde étape consiste à déplacer un baladeur de la boîte de vitesses pour provoquer un crabotage d'un nouveau pignon afin de coupler les arbres d'entrée et de sortie. Cela nécessite que pendant une phase de synchronisation, réalisée au moyen de synchroniseurs, les vitesses de rotation des pièces à accoupler deviennent sensiblement identiques et que le couple transmis reste nul.

20

25

Durant le changement de rapport, la transmission mécanique entre le moteur thermique et les roues étant interrompue, le conducteur ressent une rupture de couple et constate un effet dit « de salut » du véhicule à la reprise de l'accélération (l'effet de salut est un abaissement de l'avant du véhicule suivi d'un redressement). Afin de pallier ces désagréments, certains

30

constructeurs de véhicules hybrides utilisent des boîtes de vitesses à deux embrayages (ou DCT). Dans ce cas, les changements de rapport s'effectuent sans rupture de couple grâce à un basculement de la transmission mécanique d'un embrayage sur l'autre embrayage. Le changement de rapport est alors transparent pour le conducteur, mais cela induit une notable augmentation de la complexité des boîtes de vitesses, de l'embrayage et du pilotage de ces derniers, et donc une importante augmentation des coûts de fabrication accompagnée d'une notable augmentation du poids. En outre, la technologie DCT présente parfois des dysfonctionnements qui induisent une usure prématurée.

Par ailleurs, même si la technologie des embrayages a constamment évolué depuis une centaine d'années, le principe de fonctionnement des embrayages reste basé sur des phénomènes de glissement et de frottement qui induisent une usure des garnitures.

L'invention a donc notamment pour but d'améliorer la situation par une suppression de l'embrayage et des synchroniseurs.

Plus précisément, l'invention propose notamment un procédé destiné à permettre le contrôle du fonctionnement d'une chaîne de transmission d'un véhicule hybride, d'une part, comprenant un moteur thermique couplé à une première machine électrique et à un arbre d'entrée d'une boîte de vitesses à rapports discrets et à arbre de sortie équipé de baladeur(s), et une seconde machine électrique couplée à l'arbre de sortie, et, d'autre part, offrant au moins un mode de fonctionnement dit « électrique pur » dans lequel seule la seconde machine électrique fournit du couple pour un déplacement du véhicule, et un mode de fonctionnement dit « hybride mixte » dans lequel au moins le moteur thermique fournit du couple pour un déplacement du véhicule.

Ce procédé consiste, en l'absence d'embrayage et de synchroniseur, à contrôler les fonctionnements respectifs du moteur thermique et des première et seconde machines électriques de sorte qu'ils induisent par des substitutions choisies ou conjointement, d'une part, des vitesses de rotation sensiblement identiques des arbres d'entrée et de sortie au prorata des rapports de démultiplication, et, d'autre part, des conditions de couple sur les

arbres d'entrée et de sortie propres à permettre un changement de rapport dans le mode de fonctionnement hybride mixte ou un passage du mode de fonctionnement électrique pur au mode de fonctionnement hybride mixte, ou inversement, par déplacement contrôlé d'un baladeur choisi.

5 Grâce à ce contrôle des fonctionnements respectifs du moteur thermique et des première et seconde machines électriques, il est désormais possible de s'affranchir non seulement de l'embrayage, mais également des synchroniseurs, ce qui permet très avantageusement de réduire le poids et le coût de fabrication du véhicule hybride, de rendre la boîte de vitesses plus compacte, et de diminuer le nombre de pièces d'usure.

10 Le procédé de contrôle selon l'invention peut comporter d'autres caractéristiques qui peuvent être prises séparément ou en combinaison, et notamment :

- lors d'un passage du mode de fonctionnement électrique pur au mode de
15 fonctionnement hybride mixte, on peut démarrer la première machine électrique pour qu'elle entraîne le moteur thermique et qu'ensemble ils fassent tourner l'arbre d'entrée à une vitesse sensiblement égale à une vitesse de rotation en cours de l'arbre de sortie au prorata du rapport de démultiplication, puis on peut déplacer un baladeur pour provoquer un
20 couplage entre les arbres d'entrée et de sortie, et on peut alimenter le moteur thermique en carburant pour qu'il fournisse du couple progressivement ;

- lors d'un passage du mode de fonctionnement hybride mixte au mode de
25 fonctionnement électrique pur, on peut réduire l'alimentation du moteur thermique en carburant, on peut utiliser la première machine électrique pour annuler le couple à l'entrée de la boîte de vitesses, et on peut utiliser la deuxième machine électrique pour reprendre le couple aux roues, puis, quand le couple en entrée de la boîte de vitesses est nul, on peut déplacer un baladeur pour provoquer un découplage entre les arbres d'entrée et de
30 sortie, puis on peut couper l'alimentation en carburant du moteur thermique et utiliser la première machine électrique pour ralentir et arrêter le moteur thermique, éventuellement en récupérant son énergie cinétique ;

- lors d'un changement de rapport dans le mode de fonctionnement hybride mixte on peut réduire l'alimentation en carburant du moteur thermique, on peut utiliser la deuxième machine électrique pour reprendre le couple aux roues, et on peut utiliser la première machine électrique pour annuler le couple en entrée de la boîte de vitesses, puis on peut déplacer un baladeur pour provoquer un découplage entre les arbres d'entrée et de sortie, puis on peut utiliser la première machine électrique pour entraîner le moteur thermique jusqu'à ce qu'il entraîne l'arbre d'entrée à une vitesse adaptée au changement de rapport, puis on peut déplacer un baladeur pour provoquer un couplage entre les arbres d'entrée et de sortie, et on peut alimenter le moteur thermique en carburant pour qu'il fournisse du couple progressivement ;
- lors d'un passage du mode de fonctionnement hybride mixte à un mode de récupération d'énergie cinétique dans une phase de freinage, on peut réduire l'alimentation du moteur thermique en carburant, on peut utiliser la deuxième machine électrique pour récupérer une énergie cinétique acquise par le véhicule et transformer cette énergie en énergie électrique, et on peut utiliser la première machine électrique pour annuler le couple sur l'arbre d'entrée de la boîte de vitesses, puis on peut déplacer un baladeur pour provoquer un découplage entre les arbres d'entrée et de sortie, puis on peut utiliser la première machine électrique pour ralentir et arrêter le moteur thermique, éventuellement en récupérant son énergie cinétique.

L'invention propose également un dispositif destiné à contrôler le fonctionnement d'une chaîne de transmission d'un véhicule hybride comprenant un moteur thermique couplé à une première machine électrique et à un arbre d'entrée d'une boîte de vitesses à rapports discrets et à arbre de sortie équipé de baladeur(s), et une seconde machine électrique couplée à l'arbre de sortie, et offrant au moins un mode de fonctionnement dit « électrique pur » dans lequel seule la seconde machine électrique fournit du couple pour un déplacement du véhicule, et un mode de fonctionnement dit « hybride mixte » dans lequel au moins le moteur thermique fournit du couple pour un déplacement du véhicule.

Ce dispositif se caractérise par le fait qu'il est agencé, en l'absence

d'embrayage et de synchroniseur, pour contrôler les fonctionnements respectifs du moteur thermique et des première et seconde machines électriques de sorte qu'ils induisent par des substitutions choisies ou conjointement, d'une part, des vitesses de rotation sensiblement identiques des arbres d'entrée et de sortie au prorata des rapports de démultiplication, et, d'autre part, des conditions de couple sur les arbres d'entrée et de sortie propres à permettre un changement de rapport dans le mode de fonctionnement hybride mixte ou un passage du mode de fonctionnement électrique pur au mode de fonctionnement hybride mixte, ou inversement, par déplacement contrôlé d'un baladeur choisi.

L'invention propose également un véhicule hybride, éventuellement de type automobile, et comprenant, d'une part, une chaîne de transmission, comportant un moteur thermique couplé à une première machine électrique et à un arbre d'entrée d'une boîte de vitesses à rapports discrets et à arbre de sortie équipé de baladeur(s), et une seconde machine électrique couplée à l'arbre de sortie, et offrant au moins un mode de fonctionnement dit « électrique pur » dans lequel seule la seconde machine électrique fournit du couple pour un déplacement du véhicule, et un mode de fonctionnement dit « hybride mixte » dans lequel au moins le moteur thermique fournit du couple pour un déplacement du véhicule, et, d'autre part, un dispositif de contrôle du type de celui présenté ci-avant.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée ci-après, et des dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 illustre schématiquement et fonctionnellement un véhicule hybride comprenant un exemple de chaîne de transmission et un superviseur de chaîne de transmission équipé d'un dispositif de contrôle selon l'invention,
- la figure 2 illustre schématiquement un premier exemple de chronogrammes, d'une première part, des rotations (Ω) respectives du moteur thermique (trait continu), de la première machine électrique (trait discontinu) et de la seconde machine électrique (pointillés) d'un véhicule hybride, d'une deuxième part, des couples (C) produits respectivement par

- le moteur thermique (trait continu), par la première machine électrique (trait discontinu) et par la seconde machine électrique (pointillés), et, d'une troisième part, de la position d'un baladeur de la boîte de vitesses de ce véhicule hybride, lors d'un passage du mode électrique pur au mode hybride mixte,
- 5
- la figure 3 illustre schématiquement un deuxième exemple de chronogrammes, d'une première part, des rotations (Ω) respectives du moteur thermique (trait continu), de la première machine électrique (trait discontinu) et de la seconde machine électrique (pointillés) d'un véhicule hybride, d'une deuxième part, des couples (C) produits respectivement par le moteur thermique (trait continu), par la première machine électrique (trait discontinu) et par la seconde machine électrique (pointillés), et, d'une troisième part, de la position d'un baladeur de la boîte de vitesses de ce véhicule hybride, lors d'un passage du mode hybride mixte au mode électrique pur,
- 10
- la figure 4 illustre schématiquement un troisième exemple de chronogrammes, d'une première part, des rotations (Ω) respectives du moteur thermique (trait continu), de la première machine électrique (trait discontinu) et de la seconde machine électrique (pointillés) d'un véhicule hybride, d'une deuxième part, des couples (C) produits respectivement par le moteur thermique (trait continu), par la première machine électrique (trait discontinu) et par la seconde machine électrique (pointillés), et, d'une troisième part, de la position d'un baladeur de la boîte de vitesses de ce véhicule hybride, lors d'un changement de rapport dans le mode hybride mixte, et
- 15
- la figure 5 illustre schématiquement un quatrième exemple de chronogrammes, d'une première part, des rotations (Ω) respectives du moteur thermique (trait continu), de la première machine électrique (trait discontinu) et de la seconde machine électrique (pointillés) d'un véhicule hybride, d'une deuxième part, des couples (C) produits respectivement par le moteur thermique (trait continu), par la première machine électrique (trait discontinu) et par la seconde machine électrique (pointillés), et, d'une troisième part, de la position d'un baladeur de la boîte de vitesses de ce
- 20
- 25
- 30

véhicule hybride, lors d'un passage du mode hybride mixte au mode de récupération d'énergie cinétique au freinage.

L'invention a pour but de proposer un procédé de contrôle, et le dispositif de contrôle D associé, destinés à contrôler le fonctionnement d'une chaîne de transmission d'un véhicule hybride V comportant un moteur thermique MT couplé à une première machine électrique ME1 et à un arbre d'entrée AE d'une boîte de vitesses BV à rapports discrets, et une seconde machine électrique ME2 couplée à l'arbre de sortie AS de cette boîte de vitesses BV.

Dans ce qui suit, on considère, à titre d'exemple non limitatif, que le véhicule hybride V est de type automobile. Il s'agit par exemple d'une voiture. Mais l'invention n'est pas limitée à ce type de véhicule hybride. Elle concerne en effet tout type de véhicule hybride terrestre ou maritime (ou fluvial) ou encore aéronautique, disposant d'une chaîne de transmission comprenant au moins un moteur thermique MT, une boîte de vitesses BV à rapports discrets, et au moins des première ME1 et seconde ME2 machines (ou moteurs) électriques couplé(e)s à des moyens de stockage d'énergie MS, agencés par exemple sous la forme d'au moins une batterie monocellulaire ou multicellulaire.

Par ailleurs, on considère dans ce qui suit, à titre d'exemple non limitatif, que la boîte de vitesses BV est de type automatique. Mais l'invention n'est pas limitée à ce type de boîte de vitesses. Elle concerne en effet tout type de boîte de vitesses à rapports discrets, mécanique ou robotisée.

De plus, et comme illustré sur la figure 1, on considère dans ce qui suit, à titre d'exemple non limitatif, que la boîte de vitesses BV comprend quatre vitesses (ou rapports). Mais l'invention n'est pas limitée à ce nombre de rapports.

On a schématiquement représenté sur la figure 1 un véhicule hybride V comprenant une chaîne de transmission du type précité, un superviseur (ou calculateur) SC propre à superviser (ou gérer) le fonctionnement de la chaîne de transmission, des moyens de stockage d'énergie MS (par exemple de type haute tension), un convertisseur CV de type DC/DC, un réseau de bord RB comprenant une batterie basse tension, et un dispositif de contrôle D selon

l'invention.

La chaîne de transmission comprend notamment un moteur thermique MT, une boîte de vitesses BV, une première machine électrique ME1, une seconde machine électrique ME2, des moyens de réduction MR, au moins un onduleur ON de type DC/AC, et un différentiel DV.

Par exemple, le différentiel DV est couplé au train avant TV du véhicule V.

Le moteur thermique MT comprend un vilebrequin (non représenté) qui est solidarisé fixement à un arbre moteur afin d'entraîner ce dernier en rotation. Cet arbre moteur est couplé, éventuellement via une roue libre, à la première machine électrique ME1 qui est chargée notamment de le lancer afin de lui permettre de démarrer.

La première machine électrique ME1 est par exemple un démarreur ou un alterno-démarreur.

La boîte de vitesses BV comprend au moins un arbre d'entrée (ou primaire) AE et au moins un arbre de sortie (ou secondaire) AS destinés à être couplés l'un à l'autre. L'arbre d'entrée AE est destiné à recevoir le couple du moteur thermique MT et/ou de la première machine électrique ME1. L'arbre de sortie AS est destiné à recevoir le couple du moteur thermique MT et/ou de la première machine électrique ME1 via l'arbre d'entrée AE afin de le communiquer à l'arbre de transmission auquel il est couplé et qui est couplé indirectement aux roues (ici) avant du véhicule V, via les moyens d'accouplement MA et le différentiel DV. L'arbre d'entrée AE et l'arbre de sortie AS comprennent chacun des pignons qui sont destinés à participer ensemble de façon sélective à la définition des différentes vitesses (ou rapports) sélectionnables de la boîte de vitesses BV.

Le couplage/découplage des arbres d'entrée AE et de sortie AS, pour engager/désengager un rapport (via les pignons associés), est assuré par au moins un baladeur Bj équipant l'arbre de sortie AS. Dans l'exemple non limitatif illustré sur la figure 1, l'arbre de sortie AS est équipé de deux baladeurs B1 et B2 ($j = 1$ ou 2) contrôlant chacun deux pignons (et donc deux rapports). Mais il pourrait ne comprendre qu'un seul baladeur ou bien plus de deux baladeurs, selon le nombre de rapports offerts par la boîte de vitesses

BV.

La seconde machine électrique ME2 est couplée aux moyens de stockage d'énergie MS via l'onduleur ON et entraîne en rotation un arbre muni, par exemple, des moyens de réduction MR et pouvant être éventuellement couplé/découplé à d'éventuels moyens d'accouplement MA via d'éventuels moyens de couplage/découplage MC. Ces éventuels moyens de couplage/découplage MC sont par exemple agencés sous la forme d'un mécanisme à crabots ou d'un embrayage.

Les éventuels moyens d'accouplement MA sont des moyens mécaniques installés sur l'arbre de transmission et agencés pour relier mécaniquement l'arbre de sortie AS et l'arbre entraîné par la seconde machine électrique ME2, en cas de besoin. Ils sont par exemple agencés sous la forme d'un train épicycloïdal ou d'un jeu d'engrenages.

Les fonctionnements du moteur thermique MT et des première ME1 et seconde ME2 machines électriques sont contrôlés par le superviseur SC qui peut se présenter sous la forme d'un calculateur (de préférence dédié).

Grâce à l'agencement décrit ci-avant, la chaîne de transmission offre au moins un mode de fonctionnement dit « électrique pur » (ou ZEV (« Zéro Emission Véhicule »)) dans lequel seule la seconde machine électrique ME2 fournit du couple pour un déplacement du véhicule hybride V, et un mode de fonctionnement dit « hybride mixte » dans lequel au moins le moteur thermique MT fournit du couple pour un déplacement du véhicule hybride V. On notera que dans le mode de fonctionnement hybride mixte le couple fourni par le moteur thermique MT peut être complété par du couple fourni par la première machine électrique ME1 et/ou la seconde machine électrique ME2 (on parle alors de « boost »).

Le mode électrique pur est principalement utilisé lors des phases de démarrage (marche avant ou marche arrière) ou à vitesse stabilisée, car dans ces cas impliquant une faible puissance le moteur thermique MT a un mauvais rendement. Ce mode électrique pur nécessite que la batterie MS ait un niveau de charge suffisant.

Quand le niveau de charge de la batterie MS ne permet pas d'assurer le mode pur électrique, un fonctionnement en mode d'hybridation série peut

être activé. La boîte de vitesses BV est positionnée au point neutre. Le moteur thermique MT entraîne la première machine électrique ME1 pour fournir l'énergie électrique à la seconde machine électrique ME2 qui assure les déplacements du véhicule V (en marche avant ou en marche arrière). Le
5 moteur thermique MT n'étant pas couplé aux roues, il peut fonctionner à ses meilleurs points de rendement sans contrainte de vitesse.

Le mode de fonctionnement hybride mixte est activé en engageant un rapport de transmission à partir d'une certaine puissance aux roues car le moteur thermique MT peut alors fonctionner dans une bonne plage de
10 rendement.

On notera également que la première machine électrique ME1 et/ou la seconde machine électrique ME2 peu(ven)t être éventuellement agencée(s) pour récupérer de l'énergie cinétique pendant une phase de freinage pour la transformer en énergie électrique qui peut alors être stockée
15 dans les moyens de stockage MS et/ou utilisée immédiatement par le réseau de bord RB. Dans ce cas, la chaîne de transmission offre également un mode de fonctionnement dit « de récupération d'énergie cinétique au freinage ».

Comme indiqué précédemment, l'invention propose de mettre en œuvre dans le véhicule hybride V un procédé destiné à contrôler le
20 fonctionnement de sa chaîne de transmission et plus précisément de son moteur thermique MT et de ses première ME1 et seconde ME2 machines électriques.

Un tel procédé peut être mis en œuvre par le dispositif de contrôle D. Dans l'exemple non limitatif illustré sur la figure 1, le dispositif de contrôle D
25 fait partie du superviseur (de la chaîne de transmission) SC. Mais cela n'est pas obligatoire. Ce dispositif de contrôle D pourrait en effet être un équipement qui est couplé au superviseur SC, directement ou indirectement. Il pourrait notamment faire partie d'un autre calculateur ou appareil. Par conséquent, le dispositif de contrôle D peut être réalisé sous la forme de
30 modules logiciels (ou informatiques ou encore « software »), ou bien d'une combinaison de circuits électroniques (ou « hardware ») et de modules logiciels.

Le procédé de contrôle, selon l'invention, consiste, en l'absence

d'embrayage (et de synchroniseurs), à contrôler les fonctionnements respectifs du moteur thermique MT et des première ME1 et seconde ME2 machines électriques de sorte qu'ils induisent par des substitutions choisies ou conjointement, d'une part, des vitesses de rotation sensiblement
5 identiques des arbres d'entrée AE et de sortie AS au prorata des rapports de démultiplication, et, d'autre part, des conditions de couple sur les arbres d'entrée AE et de sortie AS propres à permettre un changement de rapport dans le mode de fonctionnement hybride mixte ou un passage du mode de fonctionnement électrique pur au mode de fonctionnement hybride mixte, ou
10 inversement (c'est-à-dire un passage du mode de fonctionnement hybride mixte au mode de fonctionnement électrique pur), par déplacement contrôlé d'un baladeur Bj choisi.

On entend ici par « substitutions choisies » le fait d'utiliser temporairement une machine électrique à la place d'une autre machine
15 électrique et/ou du moteur thermique MT, afin de remplacer une source de couple par au moins une autre source de couple et/ou d'obtenir des vitesses de rotation sensiblement identiques des arbres d'entrée AE et de sortie AS au prorata des rapports de démultiplication. Par ailleurs, on entend ici par « conjointement » le fait de faire fonctionner ensemble temporairement le
20 moteur thermique MT et au moins l'une des deux machines électriques ME1 et ME2, ou bien les deux machines électriques ME1 et ME2, afin de produire le couple requis et/ou d'obtenir des vitesses de rotation sensiblement identiques des arbres d'entrée AE et de sortie AS au prorata des rapports de démultiplication. L'objectif est ici d'effectuer un contrôle permettant d'obtenir
25 soit un couple nul au niveau d'un pignon à désaccoupler (ou décraboter) pour permettre un passage au neutre (ou point mort), soit une égalité de vitesse de rotation entre un pignon à craboter et son arbre de sortie AS pour permettre l'engagement du rapport correspondant.

Le dispositif de contrôle D (et donc le procédé) peut, par exemple,
30 être agencé pour contrôler chaque passage du mode de fonctionnement électrique pur au mode de fonctionnement hybride mixte. Ce passage est illustré schématiquement sur les trois chronogrammes de la figure 2. Le premier chronogramme (en haut) est un exemple de courbes d'évolution

temporelle des rotations Ω respectives du moteur thermique MT (trait continu), de la première machine électrique ME1 (trait discontinu) et de la seconde machine électrique ME2 (pointillés). Le deuxième chronogramme (au milieu) est un exemple de courbes d'évolution temporelle des couples C transmis aux
5 roues du véhicule V respectivement par le moteur thermique MT (trait continu), par la première machine électrique ME1 (trait discontinu) et par la seconde machine électrique ME2 (pointillés). Le troisième chronogramme (en bas) est un exemple de courbe d'évolution temporelle de la position d'un baladeur de la boîte de vitesses BV du véhicule V.

10 Comme on peut l'observer sur la figure 2, dans l'état initial, le véhicule V fonctionne en mode pur électrique et donc seule sa seconde machine électrique ME2 assure son déplacement (son moteur thermique MT et sa première machine électrique ME1 sont donc à l'arrêt), et le baladeur Bj concerné est en position neutre.

15 Dans ce cas, le dispositif (de contrôle) D peut contrôler le démarrage de la première machine électrique ME1 pour qu'elle entraîne le moteur thermique MT et qu'ensemble (MT + ME1) ils fassent tourner l'arbre d'entrée AE à une vitesse qui est sensiblement égale à la vitesse de rotation en cours de l'arbre de sortie AS au prorata des rapports de démultiplication. C'est la
20 phase de synchronisation (le couple transmis au travers de la boîte de vitesses BV reste nul et la vitesse de la première machine électrique ME1, et donc du moteur thermique MT, garantit la condition d'égalité des vitesses de rotation entre le pignon à craboter de l'arbre de sortie AS et ce dernier (AS)). Puis, le dispositif D peut contrôler le déplacement du baladeur Bj concerné
25 pour provoquer un couplage entre les arbres d'entrée AE et de sortie AS par crabotage du pignon précité sur l'arbre de sortie AS. Enfin, il peut contrôler l'alimentation en carburant (par injection) du moteur thermique MT pour qu'il fournisse du couple progressivement aux roues via la boîte de vitesses BV. Les première ME1 et seconde ME2 machines électriques sont donc délestées
30 de production de couple.

Comme on peut l'observer sur la figure 2, le véhicule V se retrouve donc finalement dans le mode de fonctionnement hybride mixte. Le couple aux roues est fourni par le moteur thermique MT, ou par un cumul des

couples produits par le moteur thermique MT, la première machine électrique ME1 et/ou la seconde machine électrique ME2 selon la commande du superviseur SC, afin de garantir le meilleur rendement global de la chaîne de transmission.

5 Le dispositif D (et donc le procédé) peut, par exemple, être également agencé pour contrôler chaque passage du mode de fonctionnement hybride mixte au mode de fonctionnement électrique pur. Ce passage est illustré schématiquement sur les trois chronogrammes de la figure 3. Le premier chronogramme (en haut) est un exemple de courbes d'évolution temporelle
10 des rotations Ω respectives du moteur thermique MT (trait continu), de la première machine électrique ME1 (trait discontinu) et de la seconde machine électrique ME2 (pointillés). Le deuxième chronogramme (au milieu) est un exemple de courbes d'évolution temporelle des couples C transmis aux roues du véhicule V respectivement par le moteur thermique MT (trait continu), par
15 la première machine électrique ME1 (trait discontinu) et par la seconde machine électrique ME2 (pointillés). Le troisième chronogramme (en bas) est un exemple de courbe d'évolution temporelle de la position d'un baladeur de la boîte de vitesses BV du véhicule V.

Comme on peut l'observer sur la figure 3, dans l'état initial, le véhicule
20 V fonctionne en mode hybride mixte avec un rapport engagé, et donc le moteur thermique MT fournit le couple aux roues via la boîte de vitesse BV, éventuellement assisté par la première machine électrique ME1 et/ou la seconde machine électrique ME2 selon la commande du superviseur SC.

Dans ce cas, le dispositif D peut ordonner la réduction de
25 l'alimentation du moteur thermique MT en carburant, et contrôler, d'une part, l'utilisation de la première machine électrique ME1 pour annuler le couple à l'entrée AE de la boîte de vitesses BV, et, d'autre part, utiliser la deuxième machine électrique ME2 pour reprendre le couple aux roues. Le couple en
30 entrée AE de la boîte de vitesse BV étant nul, la condition de décrabotage du pignon participant au rapport engagé est donc réalisée. Le dispositif D peut alors contrôler le déplacement du baladeur Bj concerné par ce rapport dans sa position neutre pour provoquer un découplage entre les arbres d'entrée AE

et de sortie AS. On notera que l'énergie cinétique du moteur thermique MT peut être éventuellement récupérée par la première machine électrique ME1 jusqu'à ce qu'il soit complètement arrêté.

5 Comme on peut l'observer sur la figure 3, le véhicule V se retrouve donc finalement dans le mode électrique pur, dans lequel seule la seconde machine électrique ME2 produit du couple pour les roues (le moteur thermique MT et la première machine électrique ME1 étant arrêtés).

10 Le dispositif D (et donc le procédé) peut, par exemple, être également agencé pour contrôler chaque changement de rapport dans le mode de fonctionnement hybride mixte. Ce changement de rapport est illustré schématiquement sur les trois chronogrammes de la figure 4. Le premier chronogramme (en haut) est un exemple de courbes d'évolution temporelle des rotations Ω respectives du moteur thermique MT (trait continu), de la première machine électrique ME1 (trait discontinu) et de la seconde machine électrique ME2 (pointillés). Le deuxième chronogramme (au milieu) est un exemple de courbes d'évolution temporelle des couples C transmis aux roues du véhicule V respectivement par le moteur thermique MT (trait continu), par la première machine électrique ME1 (trait discontinu) et par la seconde machine électrique ME2 (pointillés). Le troisième chronogramme (en bas) est un exemple de courbe d'évolution temporelle de la position d'un baladeur de la boîte de vitesses BV du véhicule V.

25 Comme on peut l'observer sur la figure 4, le moteur thermique MT fournit initialement le couple pour les roues via la boîte de vitesses BV, éventuellement assisté par la première machine électrique ME1 et/ou la seconde machine électrique ME2. Un rapport est engagé.

30 Dans ce cas, le dispositif D peut réduire l'alimentation en carburant du moteur thermique MT (en contrôlant l'injection de carburant) et contrôler l'utilisation de la deuxième machine électrique ME2 pour reprendre le couple aux roues et l'utilisation de la première machine électrique ME1 pour annuler le couple en entrée AE de la boîte de vitesses BV. La condition de débrayage du pignon correspondant au rapport engagé étant réalisée, le dispositif D peut alors contrôler le déplacement du baladeur Bj concerné par

ce rapport engagé dans sa position neutre, pour provoquer un découplage entre les arbres d'entrée AE et de sortie AS. Puis, le dispositif D peut contrôler l'utilisation de la première machine électrique ME1 pour entraîner le moteur thermique MT jusqu'à ce qu'il entraîne l'arbre d'entrée AE à une vitesse adaptée au changement de rapport. On notera que l'énergie cinétique du moteur thermique MT peut être éventuellement récupérée par la première machine électrique ME1. Le couple fourni aux roues par la seconde machine électrique ME2 permet de limiter les phénomènes de rupture de couple. Puis, le dispositif D peut contrôler le déplacement du baladeur Bj concerné par le rapport à engager, pour craboter le pignon correspondant à ce rapport à engager et ainsi provoquer un couplage entre les arbres d'entrée AE et de sortie AS. Le nouveau rapport étant engagé, le dispositif D peut alors contrôler l'alimentation du moteur thermique MT en carburant pour qu'il fournisse du couple progressivement aux roues via la boîte de vitesse BV.

Comme on peut l'observer sur la figure 4, le véhicule V est donc finalement toujours dans le mode hybride mixte, mais avec un nouveau rapport engagé. Le couple aux roues est fourni par le moteur thermique MT, ou par un cumul des couples produits par le moteur thermique MT, la première machine électrique ME1 et/ou la seconde machine électrique ME2 selon la commande du superviseur SC, afin de garantir le meilleur rendement global de la chaîne de transmission.

Le dispositif D (et donc le procédé) peut, par exemple, être également agencé pour contrôler un passage du mode de fonctionnement hybride mixte à un mode de récupération d'énergie cinétique dans une phase de freinage. Ce passage est illustré schématiquement sur les trois chronogrammes de la figure 5. Le premier chronogramme (en haut) est un exemple de courbes d'évolution temporelle des rotations Ω respectives du moteur thermique MT (trait continu), de la première machine électrique ME1 (trait discontinu) et de la seconde machine électrique ME2 (pointillés). Le deuxième chronogramme (au milieu) est un exemple de courbes d'évolution temporelle des couples C transmis aux roues du véhicule V respectivement par le moteur thermique MT (trait continu), par la première machine électrique ME1 (trait discontinu) et par la seconde machine électrique ME2 (pointillés). Le troisième chronogramme

(en bas) est un exemple de courbe d'évolution temporelle de la position d'un baladeur de la boîte de vitesses BV du véhicule V.

Comme on peut l'observer sur la figure 5, le moteur thermique MT fournit initialement le couple aux roues via la boîte de vitesses BV, éventuellement assisté par le moteur thermique MT, la première machine électrique ME1 et/ou la seconde machine électrique ME2. Un rapport est engagé.

Dans ce cas, le dispositif D peut ordonner la réduction de l'alimentation du moteur thermique MT en carburant et contrôler l'utilisation de la deuxième machine électrique ME2, pour récupérer une énergie cinétique acquise par le véhicule V et transformer cette énergie en énergie électrique, et l'utilisation de la première machine électrique ME1, pour annuler le couple sur l'arbre d'entrée AE de la boîte de vitesses BV. Le couple en entrée AE de la boîte de vitesses BV étant nul, la condition de débrayage du pignon participant au rapport engagé est donc réalisée. Le dispositif D peut alors contrôler le déplacement du baladeur Bj concerné par ce rapport dans sa position neutre pour débrayer le pignon précité et ainsi provoquer un découplage entre les arbres d'entrée AE et de sortie AS. Puis, le dispositif D peut contrôler l'utilisation de la première machine électrique ME1 pour ralentir et arrêter le moteur thermique MT. On notera que l'énergie cinétique du moteur thermique MT peut être éventuellement récupérée par la première machine électrique ME1. En cas de besoin, le freinage peut être complété par le système de freinage hydraulique du véhicule V.

L'absence d'embrayage et de synchroniseurs offre plusieurs avantages parmi lesquels :

- une minimisation des durées de changement de rapport. La dynamique des machines électriques actuelles peut en effet désormais permettre un changement de rapport en une centaine de millisecondes, ce qui rend ce changement de rapport transparent pour le conducteur du fait qu'il n'a pas le temps de ressentir une rupture de couple,
- une simplification et une réduction des dimensions de la boîte de vitesses,

- une suppression du pignon de marche arrière (cette dernière s'effectuant à basse vitesse, elle est réalisée en mode électrique pur lorsque l'énergie emmagasinée dans la batterie MS est suffisante et en mode hybridation série dans le cas contraire), qui permet de simplifier et réduire les dimensions de la boîte de vitesses encore plus,
5
- une réduction du nombre de pièces faisant l'objet d'une usure,
- une plus grande robustesse,
- des coûts de réparation allégés,
- un démarrage en mode électrique pur ou en mode hybride série qui permet
10 de rééchelonner les rapports de boîte de vitesses pour optimiser la consommation du véhicule.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de contrôle du fonctionnement d'une chaîne de
5 transmission d'un véhicule hybride (V) comprenant un moteur thermique (MT)
couplé à une première machine électrique (ME1) et à un arbre d'entrée (AE)
d'une boîte de vitesses (BV) à rapports discrets et à arbre de sortie (AS)
équipé de baladeur(s) (Bj), et une seconde machine électrique (ME2) couplée
audit arbre de sortie (AS), et offrant au moins un mode de fonctionnement dit
10 « électrique pur » dans lequel seule ladite seconde machine électrique (ME2)
fournit du couple pour un déplacement dudit véhicule (V), et un mode de
fonctionnement dit « hybride mixte » dans lequel au moins ledit moteur
thermique (MT) fournit du couple pour un déplacement dudit véhicule (V),
caractérisé en ce qu'il consiste, en l'absence d'embrayage et de
15 synchroniseur, à contrôler les fonctionnements respectifs dudit moteur
thermique (MT) et desdits première (ME1) et seconde (ME2) machines
électriques de sorte qu'ils induisent par des substitutions choisies ou
conjointement, d'une part, des vitesses de rotation sensiblement identiques
desdits arbres d'entrée (AE) et de sortie (AS) au prorata de rapports de
20 démultiplication, et, d'autre part, des conditions de couple sur lesdits arbres
d'entrée (AE) et de sortie (AS) propres à permettre un changement de rapport
dans ledit mode de fonctionnement hybride mixte ou un passage dudit mode
de fonctionnement électrique pur audit mode de fonctionnement hybride
mixte, ou inversement, par déplacement contrôlé d'un baladeur (Bj) choisi.

25 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que lors d'un
passage dudit mode de fonctionnement électrique pur audit mode de
fonctionnement hybride mixte, on démarre ladite première machine électrique
(ME1) pour qu'elle entraîne ledit moteur thermique (MT) et qu'ensemble ils
fassent tourner ledit arbre d'entrée (AE) à une vitesse sensiblement égale à
30 une vitesse de rotation en cours dudit arbre de sortie (AS) au prorata du
rapport de démultiplication, puis on déplace un baladeur (Bj) pour provoquer
un couplage entre lesdits arbres d'entrée (AE) et de sortie (AS), et on
alimente ledit moteur thermique (MT) en carburant pour qu'il fournisse du

couple progressivement.

3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que lors d'un passage dudit mode de fonctionnement hybride mixte audit mode de fonctionnement électrique pur, on réduit l'alimentation dudit moteur thermique (MT) en carburant, on utilise ladite première machine électrique (ME1) pour annuler le couple à l'entrée (AE) de ladite boîte de vitesses (BV), et on utilise ladite deuxième machine électrique (ME2) pour reprendre le couple aux roues, puis quand le couple en entrée (AE) de ladite boîte de vitesses (BV) est nul, on déplace un baladeur (Bj) pour provoquer un découplage entre lesdits arbres d'entrée (AE) et de sortie (AS), puis on coupe l'alimentation dudit moteur thermique (MT) et on utilise ladite première machine électrique (ME1) pour ralentir et arrêter ledit moteur thermique (MT).

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que, lors d'un changement de rapport dans ledit mode de fonctionnement hybride mixte on réduit l'alimentation en carburant dudit moteur thermique (MT), on utilise ladite deuxième machine électrique (ME2) pour reprendre le couple aux roues, et on utilise ladite première machine électrique (ME1) pour annuler le couple en entrée de ladite boîte de vitesses (BV), puis on déplace un baladeur (Bj) pour provoquer un découplage entre lesdits arbres d'entrée (AE) et de sortie (AS), puis on utilise ladite première machine électrique (ME1) pour entraîner ledit moteur thermique (MT) jusqu'à ce qu'il entraîne ledit arbre d'entrée (AE) à une vitesse adaptée audit changement de rapport, puis on déplace un baladeur (Bj) pour provoquer un couplage entre lesdits arbres d'entrée (AE) et de sortie (AS), et on alimente ledit moteur thermique (MT) en carburant pour qu'il fournisse du couple progressivement.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que lors d'un passage dudit mode de fonctionnement hybride mixte à un mode de récupération d'énergie cinétique dans une phase de freinage, on réduit l'alimentation dudit moteur thermique (MT) en carburant, on utilise ladite deuxième machine électrique (ME2) pour récupérer une énergie cinétique acquise par ledit véhicule (V) et transformer cette énergie en énergie électrique, et on utilise ladite première machine électrique (ME1) pour annuler

le couple sur ledit arbre d'entrée (AE), puis on déplace un baladeur (Bj) pour provoquer un découplage entre lesdits arbres d'entrée (AE) et de sortie (AS), puis on utilise ladite première machine électrique (ME1) pour ralentir et arrêter ledit moteur thermique (MT).

5 6. Dispositif (D) pour contrôler le fonctionnement d'une chaîne de transmission d'un véhicule hybride (V) comprenant un moteur thermique (MT) couplé à une première machine électrique (ME1) et à un arbre d'entrée (AE) d'une boîte de vitesses (BV) à rapports discrets et à arbre de sortie (AS) équipé de baladeur(s) (Bj), et une seconde machine électrique (ME2) couplée
10 audit arbre de sortie (AS), et offrant au moins un mode de fonctionnement dit « électrique pur » dans lequel seule ladite seconde machine électrique (ME2) fournit du couple pour un déplacement dudit véhicule (V), et un mode de fonctionnement dit « hybride mixte » dans lequel au moins ledit moteur thermique (MT) fournit du couple pour un déplacement dudit véhicule (V),
15 caractérisé en ce qu'il est agencé, en l'absence d'embrayage et de synchroniseur, pour contrôler les fonctionnements respectifs dudit moteur thermique (MT) et desdits première (ME1) et seconde (ME2) machines électriques de sorte qu'ils induisent par des substitutions choisies ou conjointement, d'une part, des vitesses de rotation sensiblement identiques
20 desdits arbres d'entrée (AE) et de sortie (AS) au prorata de rapports de démultiplication, et, d'autre part, des conditions de couple sur lesdits arbres d'entrée (AE) et de sortie (AS) propres à permettre un changement de rapport dans ledit mode de fonctionnement hybride mixte ou un passage dudit mode de fonctionnement électrique pur audit mode de fonctionnement hybride
25 mixte, ou inversement, par déplacement contrôlé d'un baladeur (Bj) choisi.

7. Véhicule hybride (V) comprenant une chaîne de transmission comportant un moteur thermique (MT) couplé à une première machine électrique (ME1) et à un arbre d'entrée (AE) d'une boîte de vitesses (BV) à rapports discrets et à arbre de sortie (AS) équipé de baladeur(s) (Bj), et une
30 seconde machine électrique (ME2) couplée audit arbre de sortie (AS), et offrant au moins un mode de fonctionnement dit « électrique pur » dans lequel seule ladite seconde machine électrique (ME2) fournit du couple pour un déplacement dudit véhicule (V), et un mode de fonctionnement dit « hybride

mixte » dans lequel au moins ledit moteur thermique (MT) fournit du couple pour un déplacement dudit véhicule (V), caractérisé en ce qu'il comprend en outre un dispositif de contrôle (D) selon la revendication 6.

- 5 8. Véhicule selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il est de type automobile.

1/5

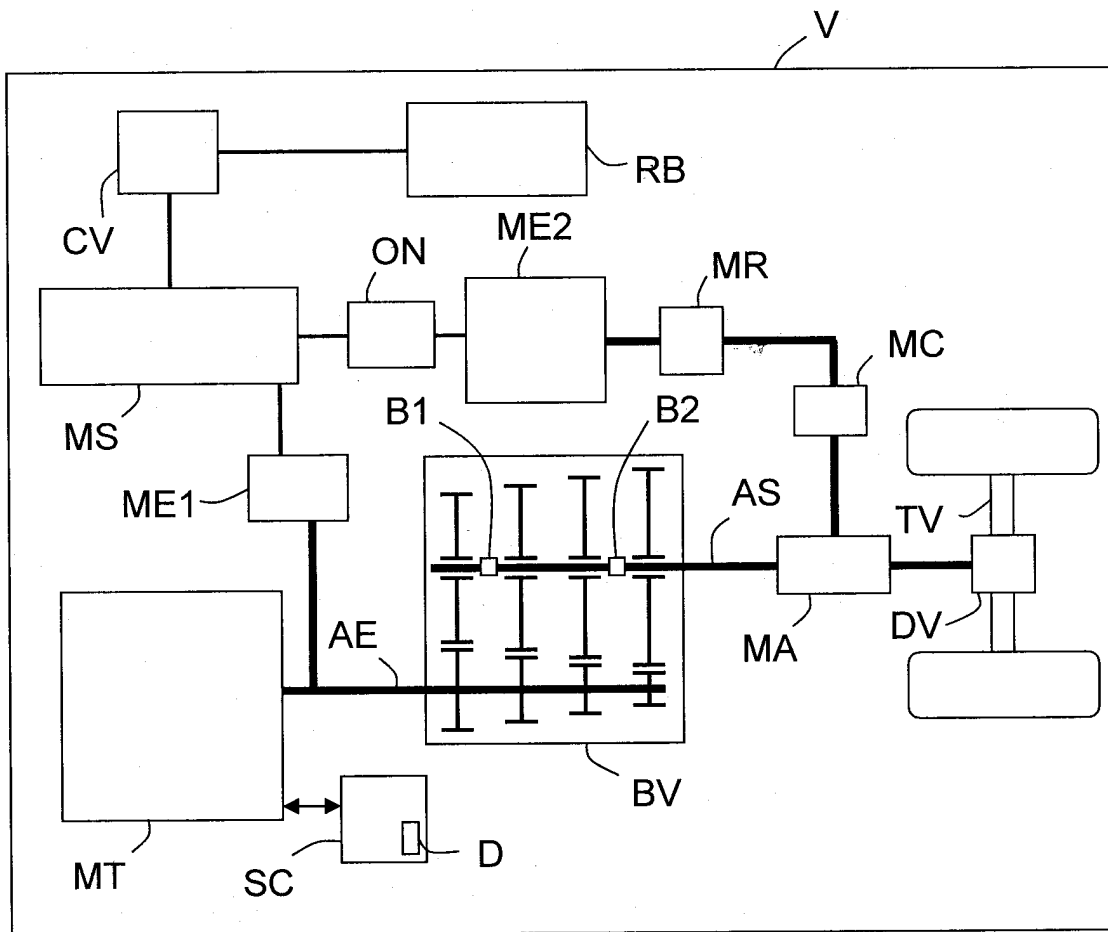


FIG.1

2/5

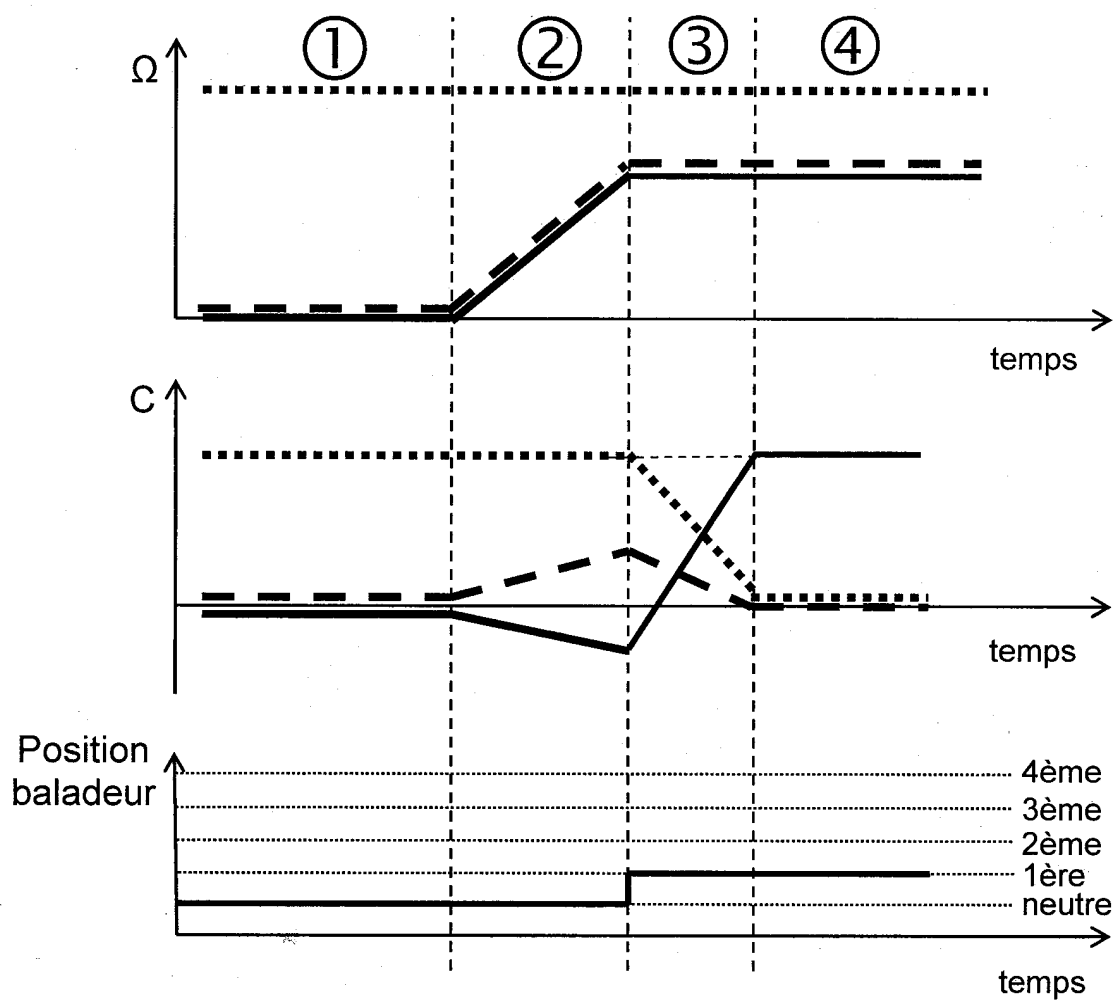


FIG.2

3/5

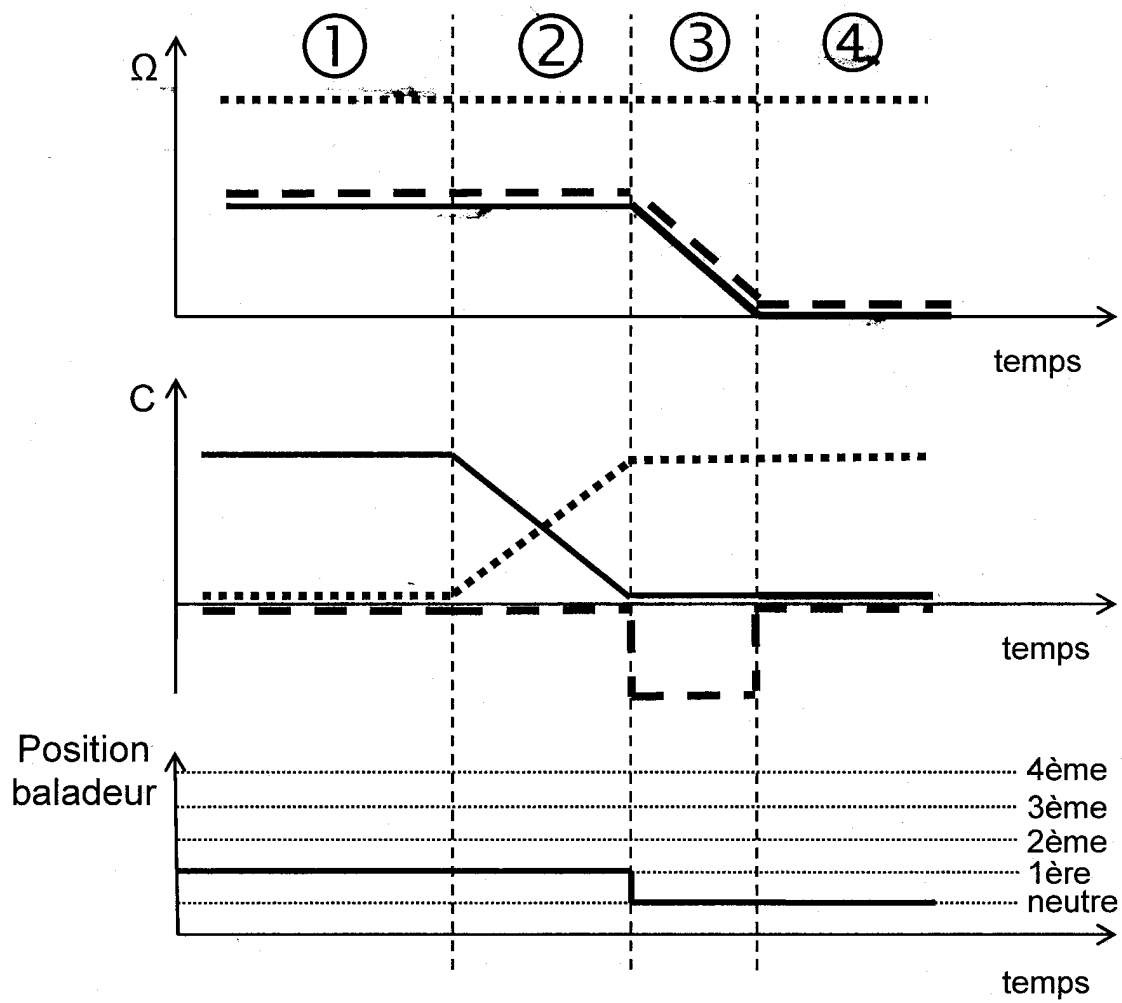


FIG.3

4/5

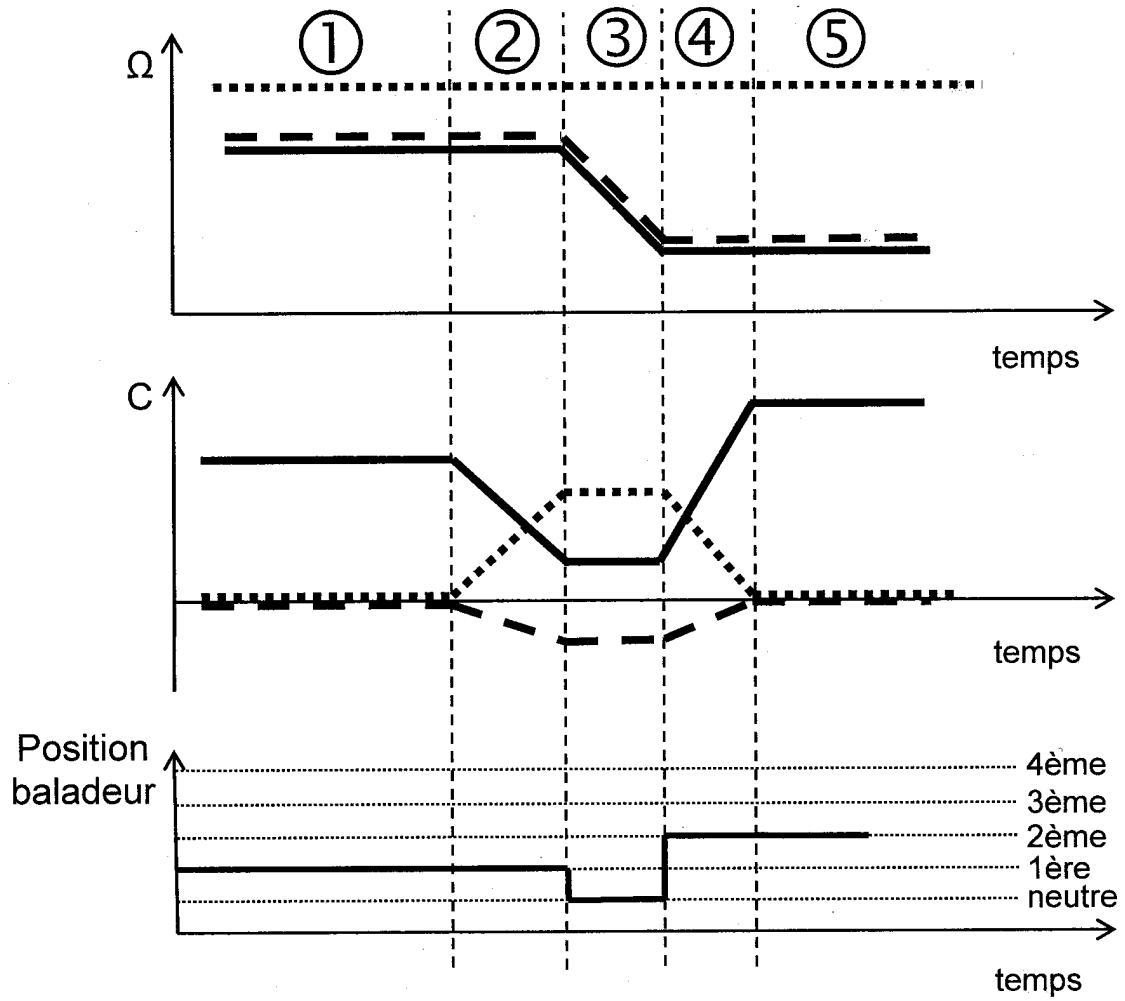


FIG.4

5/5

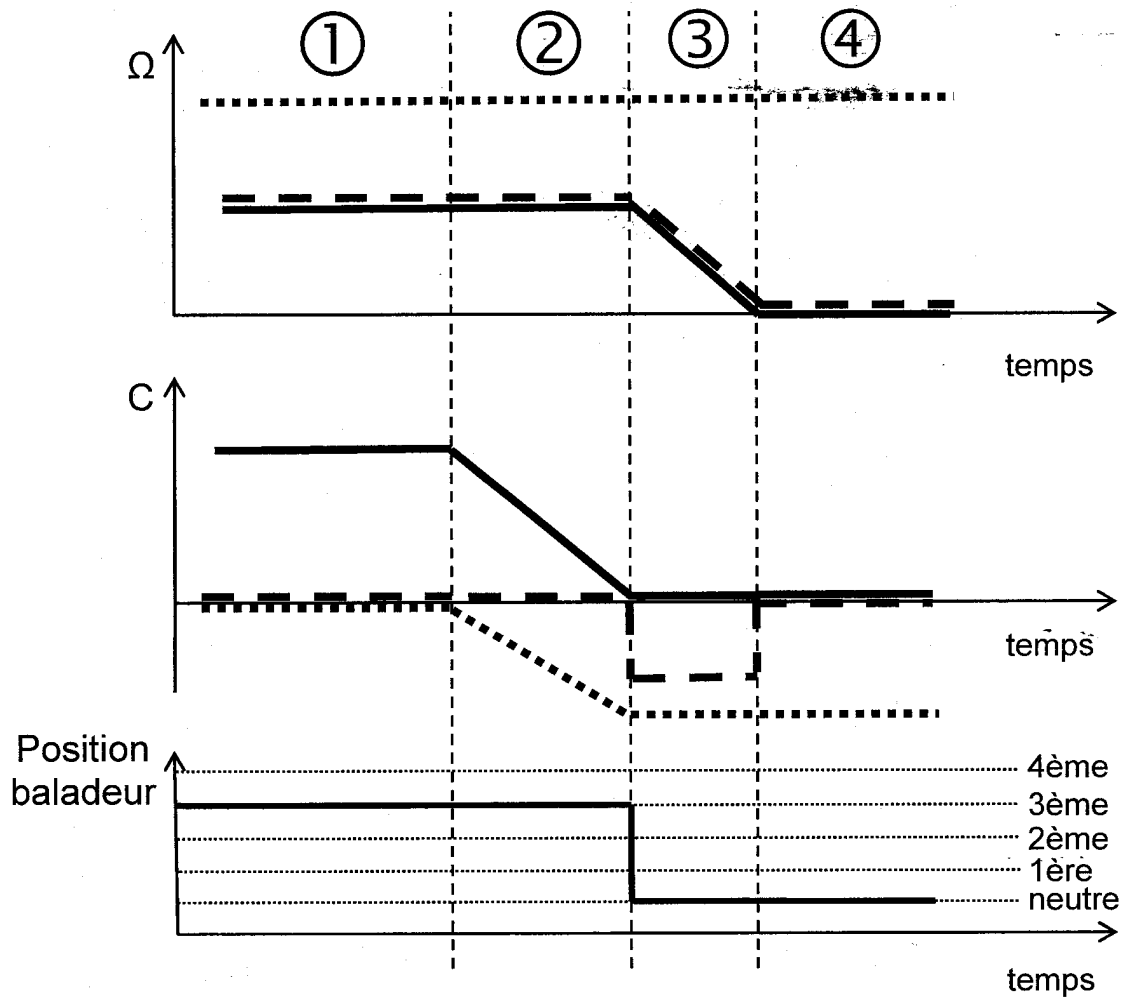


FIG.5



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

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

FA 794132
FR 1453478

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	DE 10 2008 002381 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 17 décembre 2009 (2009-12-17) * revendications 1,2,4,11,12,13,15,16,21,25; figure 1 * -----	1-8	B60W20/00 B60K6/48 B60K6/46 B60K6/547 B60W10/06 B60W10/08 B60W10/11
A	FR 2 965 225 A1 (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR]) 30 mars 2012 (2012-03-30) * le document en entier * -----	1,6,7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B60K B60W F16H
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		3 décembre 2014	Wurzer, Oliver
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1453478 FA 794132**

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 **03-12-2014**

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
DE 102008002381 A1	17-12-2009	DE 102008002381 A1	17-12-2009
		EP 2282906 A1	16-02-2011
		US 2011098151 A1	28-04-2011
		WO 2009150046 A1	17-12-2009

FR 2965225	A1	30-03-2012	AUCUN
