

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 25.05.00.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 30.11.01 Bulletin 01/48.

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 :

71 Demandeur(s) : RENAULT — FR.

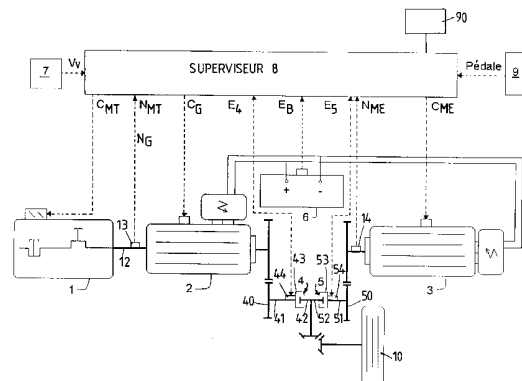
72 Inventeur(s) : CHAUVELIER ERIC.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : CABINET DE BOISSE ET COLAS.

54 GROUPE MOTOPROPULSEUR D'UN VEHICULE HYBRIDE ET SON PROCEDE DE COMMANDE.

57 L'invention concerne un groupe motopropulseur pour véhicule à transmission électrique hybride, comprenant un moteur thermique (1) solidaire mécaniquement d'un premier moteur électrique générateur (2), associé à un premier embrayage-crabot (4) commandable pour transmettre la puissance aux roues (10) en mode hybride parallèle, et un deuxième moteur électrique (3) pour transmettre la puissance aux roues en mode hybride série, une batterie d'alimentation des deux moteurs électriques et un superviseur (8) recevant des informations de régime desdits trois moteurs et leur délivrant les consignes de couple en fonction de la vitesse du véhicule et de l'enfoncement de la pédale d'accélération (9) tel que le deuxième moteur électrique (3) est susceptible d'être relié aux roues (10) par un second embrayage-crabot (5) commandable par le superviseur (8) lors des changements de mode, et tel que ces deux embrayages-crabots (4 et 5) ont leurs arbres entraînés respectifs (42 et 52), qui sont reliés aux roues (10), mécaniquement solitaires.



L'invention concerne un groupe motopropulseur d'un véhicule hybride à transmission électrique, de type série/parallèle, comprenant un moteur thermique et deux moteurs électriques, ainsi qu'un procédé de commande destiné plus particulièrement à réaliser le changement de mode de transmission hybride du type série vers le type parallèle et inversement.

Un véhicule automobile de type hybride comprend au moins deux sources d'énergie, soit le carburant primaire -essence ou gasoil par exemple- qui alimente le moteur thermique et l'électricité fournissant l'énergie aux moteurs électriques, ces deux sources pouvant indépendamment ou simultanément propulser le véhicule.

L'architecture hybride série, où la puissance électrique du moteur thermique et celle du moteur électrique associé sont ajoutées à la puissance de la batterie pour alimenter l'autre moteur électrique relié aux roues, permet une grande souplesse d'utilisation du moteur thermique pour les faibles puissances en usage urbain.

L'architecture hybride parallèle, où la puissance mécanique du moteur thermique est ajoutée à la puissance électrique du moteur électrique associé au niveau des roues, nécessite un réducteur ou une boîte de vitesses, ainsi qu'une commande associée pour les changements de rapport. Elle présente de bons rendements pour les moyennes et fortes puissances et pour des utilisations périurbaines et autoroutières.

L'invention concerne un véhicule hybride mixte, de type série/parallèle qui combine les deux architectures et dont la commande permet de cumuler les avantages d'un véhicule hybride série à basse vitesse et ceux d'un véhicule hybride parallèle à grande vitesse.

Actuellement, un véhicule hybride de type série est décrit dans le brevet américain US 5 845 731A, déposé au nom de CHRYSLER, comprenant un moteur thermique, deux embrayages, deux moteurs électriques qui servent ensemble à la propulsion du véhicule avec le moteur thermique et un élément de stockage. Lorsque le véhicule fonctionne en mode tout électrique, les deux moteurs électriques peuvent participer à la traction du véhicule. Etant donné qu'un des deux moteurs électriques est toujours lié aux roues du véhicule par construction, des pertes à vide sont

généérées, ce qui nécessite son surdimensionnement pour la puissance apparente car il doit à la fois assurer le démarrage du véhicule et l'accompagner à sa vitesse maximale.

5 La commande des modes de fonctionnement de ce véhicule est spécifique : d'une part le régime du premier moteur électrique lié en permanence à la roue n'a pas besoin d'être annulé, quelle que soit la vitesse du véhicule, et d'autre part le deuxième moteur électrique lié au moteur thermique et appelé générateur, doit être désolidarisé du premier moteur
10 électrique et solidarisé au moteur thermique lors de son démarrage.

Cette solution décrite dans le brevet américain présente l'inconvénient de ne pas traiter le problème de la synchronisation des
15 différents régimes des deux moteurs électriques et du moteur thermique lorsque le véhicule change de mode de transmission du type parallèle au type série et inversement, voire lors des phases de changement d'état des deux embrayages. De plus, cette solution ne propose pas de procédé de charge ou de décharge des moteurs électriques, dans le but d'éviter les
20 trous de couple lors des changements de mode.

L'invention vise à résoudre ces inconvénients en proposant une nouvelle architecture et un procédé de commande d'un véhicule hybride réalisant le changement du mode de transmission du type série vers le type
25 parallèle et inversement, tout en assurant continûment la demande de couple du conducteur.

Pour cela un premier objet de l'invention est un groupe motopropulseur pour véhicule à transmission électrique hybride, comprenant un moteur thermique solidaire mécaniquement d'un premier moteur
30 électrique générateur, associé à un premier embrayage-crabot commandable pour transmettre la puissance aux roues en mode hybride parallèle, et un deuxième moteur électrique pour transmettre la puissance aux roues en mode hybride série, une batterie d'alimentation des deux moteurs électriques et une unité de contrôle électronique de type
35 superviseur recevant les informations de régime desdits trois moteurs et leur délivrant les consignes de couple en fonction de la vitesse du véhicule et de l'enfoncement de la pédale d'accélérateur, caractérisé en ce que le deuxième moteur électrique est susceptible d'être relié aux roues par un

second embrayage-crabot commandable par le superviseur lors des changements de mode, et en ce que ces deux embrayages-crabots ont leurs arbres entraînés respectifs, qui sont reliés aux roues, mécaniquement solidaires.

5

Un second objet de l'invention est un procédé de commande du groupe motopropulseur caractérisé en ce que, lors du changement de mode hybride, de type série vers le type parallèle et réciproquement, le superviseur contrôle un mode intermédiaire comprenant les phases

10

suivantes :

- synchronisation du régime du moteur électrique qui est non mécaniquement relié aux roues en mode hybride initial sur un régime proportionnel au régime de l'autre moteur électrique qui entraîne les roues par l'intermédiaire d'un des deux embrayages-crabots initialement collé ;

15

- activation de l'autre embrayage-crabot initialement décollé, rendant le moteur thermique et les deux moteurs électriques solidaires des roues ;

- variation progressive des consignes de couple des trois moteurs depuis les valeurs en mode initial vers des valeurs calculées pour le mode à atteindre ;

20

- désactivation de l'embrayage-crabot initialement collé quand la consigne de couple, envoyée au moteur électrique entraînant les roues dans le mode initial, devient nulle.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description d'un exemple de réalisation d'un groupe

25

motopropulseur, illustrée par les figures suivantes qui sont :

- la figure 1 : un schéma de principe d'un groupe motopropulseur de véhicule hybride de type série/parallèle selon l'invention ;

30

- la figure 2 : un organigramme représentatif d'un exemple de procédé de commande selon l'invention.

Selon la figure 1, l'architecture d'un groupe motopropulseur d'un véhicule hybride de type série/parallèle se compose d'une part d'un moteur thermique à combustion interne 1 associé, par un arbre de rotation 12, à un premier moteur électrique appelé générateur 2, et d'autre part d'un second

35

moteur électrique 3, relié électriquement au premier moteur électrique 2 et à une batterie électrique 6.

Deux systèmes 40 et 50 assurent la transmission d'au moins une partie de la puissance de sortie des deux moteurs électriques 2 et 3 respectivement à au moins une roue 10 du véhicule, leurs arbres de sortie 41 et 51 respectifs pouvant être accouplés aux roues chacun par des moyens 4 et 5, commandables électroniquement par l'intermédiaire de circuits de pilotage 44 et 45. Pour cela l'architecture se compose donc également d'un premier moyen d'accouplement 4, de type embrayage-crabot par exemple, susceptible de relier l'arbre de sortie 41 du système de transmission 40 aux roues 10 du véhicule et à travers lequel le moteur thermique 1 seul ou en même temps que le générateur 2 fournit de la puissance aux roues 10 en mode hybride parallèle. Elle comprend de plus un second moyen d'accouplement 5, de type embrayage-crabot, susceptible de relier le deuxième moteur électrique 3 aux roues 10 auxquelles il fournit de la puissance en mode hybride série, par l'intermédiaire de l'arbre de sortie 51 du système de transmission 50. Les arbres de sortie 42 et 52 des deux embrayages 4 et 5, qui sont reliés aux roues 10 et destinés à être entraînés par les parties motrices 43 et 53 desdits embrayages, sont solidaires l'un de l'autre.

Enfin, une unité 8 de contrôle électronique, de type superviseur, reçoit des informations sur les régimes N_{MT} , N_G et N_{ME} des trois moteurs 1, 2 et 3 à partir d'éléments tachimétriques 13 et 14 respectivement, sur l'état E_B de la batterie 6 et sur l'état E_4 et E_5 des deux embrayages-crabots 4 et 5. Par convention, quand les embrayages sont collés, leur état est égal à 1, - $E_4 = 1$ ou $E_5 = 1$ -, et quand ils sont désactivés, leur état est égal à 0, - $E_4 = 0$ ou $E_5 = 0$ -. Ce superviseur 8 reçoit de plus une information sur la demande de couple souhaité par le conducteur du véhicule, à partir de l'enfoncement de la pédale 9 d'accélérateur ou de celle du frein, ainsi qu'une information sur la vitesse V_v du véhicule à partir d'un capteur 7 par exemple.

A partir de ces informations, l'unité de commande 8 assigne aux trois moteurs 1, 2 et 3 des consignes de couple C_{MT} , C_G et C_{ME} respectivement dans le but d'optimiser le rendement global de la chaîne de traction du véhicule et de minimiser la consommation de carburant et l'émission de polluants, et pilote les deux embrayages-crabots 4 et 5 qui peuvent ou non être collés.

Le second objet de l'invention est un procédé de commande de ce groupe motopropulseur dont l'architecture vient d'être décrite, consistant à calculer les consignes de couple de chacun des trois moteurs et à piloter les deux embrayages-crabots dont les états caractérisent les différents modes de fonctionnement du groupe motopropulseur. Ainsi, ce superviseur 8 permet de faire fonctionner le groupe motopropulseur selon différents modes, soit le mode hybride série soit le mode hybride parallèle, avec un mode intermédiaire correspondant au collage des deux embrayages-crabots qui assure une transition sans choc de couple.

10

Dans le mode hybride série, il y a tout d'abord le fonctionnement en "tout électrique", aux basses vitesses. Lorsque l'état de charge de la batterie 6 est jugé satisfaisant par le superviseur 8 qui maintient le moteur thermique 1 à l'arrêt, le deuxième moteur électrique 3 puise de l'énergie dans ladite batterie 6 dans le but de transmettre de la puissance aux roues 10, par l'intermédiaire du deuxième embrayage-crabot 5, lors des phases d'accélération. En phase de décélération, le moteur électrique 3 récupère une partie de la variation de l'énergie cinétique pour charger la batterie.

20

Le mode hybride série avec moteur thermique allumé est commandé par le superviseur 8 quand il estime que la batterie ne peut fournir suffisamment d'énergie au moteur électrique 3 pour satisfaire la demande de couple formulée par le conducteur. Pour accroître la puissance à la roue fournie par ce moteur électrique 3, via le deuxième embrayage-crabot 5, le moteur thermique 1 fournit de la puissance au générateur 2, qui la transmet au deuxième moteur électrique 3, le premier embrayage-crabot 4 étant débrayé.

25

Inversement, la batterie 6 peut emmagasiner la puissance provenant du générateur électrique 2 qui n'est pas utilisée par le moteur électrique 3.

30

L'unité de contrôle 8 calcule la puissance demandée au moteur thermique 1, en prenant en compte l'état du véhicule défini par différents paramètres tels que le couple demandé à la roue, la vitesse V_v du véhicule et l'état de la batterie, caractérisé par son état de charge, la tension de sortie, l'intensité du courant débité et la température. Le superviseur 8 en déduit la consigne en couple C_{MT} à appliquer au moteur thermique, ainsi que la consigne en régime N_{MT} de l'arbre 12 correspondant, en plaçant ce

35

moteur 1 de manière optimale, afin de minimiser la consommation de carburant et l'émission des polluants en régime stationnaire.

5 A partir de cette consigne de régime N_{MT} à respecter, le superviseur 8 en déduit la consigne en couple C_G du générateur 2 par application d'un algorithme de commande, de type proportionnel intégral ou avec modèle interne par exemple.

10 De plus, pour assurer la demande de couple à la roue, souhaitée par le conducteur et interprétée à partir de la position de la pédale d'accélérateur, l'unité de contrôle 8 calcule la consigne de couple C_{ME} du moteur électrique relié aux roues.

15 Ces consignes en couple et en régime sont calculées en prenant en compte les limites des différents composants du groupe motopropulseur, en particulier de la batterie 6.

20 Lorsque la vitesse du véhicule augmente et atteint un certain seuil, automatiquement ou par action du conducteur sur le sélecteur de mode 90, le groupe motopropulseur fonctionne en mode hybride parallèle. Dans ce cas, le deuxième embrayage-crabot est désactivé alors que le premier embrayage-crabot 4 est collé et la puissance fournie aux roues 10 provient du moteur thermique 1 assisté par le générateur 2 qui puise de l'énergie dans la batterie 6. Si la charge électrique de la batterie est insuffisante, le
25 moteur thermique 1 fournit la puissance aux roues ainsi qu'au générateur 2 qui recharge la batterie 6. Ceci est réalisé afin de minimiser la consommation de carburant.

30 Le superviseur 8 calcule les différentes consignes de couple et de régime à appliquer aux trois moteurs, afin de minimiser la consommation, en régime stationnaire, tout en gérant les limites des différents composants. En particulier, le régime du moteur électrique 3 est annulé par un asservissement.

35 Dans ces deux modes hybrides, le démarrage et l'arrêt du moteur thermique 1 se font d'après un seuil de puissance ou de vitesse du véhicule, avec prise en compte de l'état de la batterie 6 et de l'état du véhicule, soit la

vitesse et le couple demandé. Ce seuil variable est calculé par l'unité de contrôle 8 pour minimiser la consommation en carburant.

Le second objet de l'invention concerne la commande du groupe
5 motopropulseur qui réalise le changement de mode de fonctionnement, soit le passage du mode hybride série au mode hybride parallèle et inversement, en assurant continûment la demande du conducteur et en évitant les chocs de couple. L'état des deux embrayages-crabots caractérisant le mode en
10 cours, le changement de mode passe par un mode intermédiaire caractérisé par le collage simultané des deux embrayages.

L'organigramme de la figure 2 représente les différentes étapes
successives du procédé de commande assurant le passage du mode
hybride série vers le mode hybride parallèle et vice versa. Les étapes sont
15 symbolisées par des cartouches et les états par des rectangles. L'étape X correspond au mode hybride série tout électrique, le moteur thermique étant arrêté, l'embrayage 4 désactivé et l'embrayage 5 collé. Quand la puissance demandée à la roue par le conducteur est supérieure à un seuil P_{dem} , le
20 démarrage du moteur thermique est commandé par le superviseur, les embrayages 4 et 5 étant dans le même état, à l'étape Y.

Ainsi, la commande du passage du mode hybride série, dans lequel le
premier embrayage-crabot 4 entre le générateur 2 et les roues est débrayé
($E_4 = 0$) alors que le deuxième embrayage-crabot 5 entre le moteur
25 électrique 3 et les roues 10 est collé ($E_5 = 1$), vers le mode hybride parallèle comporte les étapes suivantes.

Une première étape a) consiste à prendre la décision de ce
changement de mode après comparaison de la vitesse V_v du véhicule avec
30 un seuil V_{HS} , ou bien de la puissance demandée à la roue avec un seuil de puissance qui dépend de l'état des composants, moteurs et batterie.

Une étape suivante b) de préparation au crabotage de l'embrayage 4
consiste à amener le régime de la partie motrice 43 dudit embrayage, qui est
35 relié à l'arbre de sortie 41 du système de transmission 40, à une valeur proche de la vitesse de l'arbre entraîné 42, qui est relié aux roues 10 entraînées par le moteur électrique 3. Ceci est obtenu par un asservissement du régime N_{MT} du moteur thermique, et donc du régime N_G

du générateur 2, à un régime proportionnel au régime N_{ME} du moteur électrique 3 qui entraîne les roues, afin d'assurer la synchronisation des deux parties de l'embrayage-crabot 4 initialement décollées.

5 Cet asservissement du régime N_{MT} est obtenu par le calcul des consignes de couple des trois moteurs, qui prend en compte les limitations des différents composants du groupe motopropulseur et qui maintient autant que possible un niveau de puissance du moteur thermique constant pour minimiser les sollicitations de la batterie 6 et assurer la demande du
10 conducteur par le biais du moteur électrique 3.

Avant d'autoriser le crabotage de l'embrayage 4, le superviseur vérifie à l'étape c), que la vitesse du véhicule V_v est supérieure à un seuil V_{PHS} de vitesse donnant la priorité au mode série sur le mode parallèle. En effet, le
15 mode hybride parallèle n'étant pas exploitable pour toutes les vitesses du véhicule, notamment pour les très basses vitesses auxquelles le moteur thermique risque de caler, le procédé donne la priorité au mode hybride série pour désolidariser le moteur thermique au plus vite. En particulier, lors d'une forte décélération, la vitesse du véhicule peut passer en dessous du
20 seuil V_{PHS} alors que le changement de mode est en cours.

Lorsque les régimes N_{42} et N_{43} des deux parties 42 et 43 de l'embrayage-crabot 4 sont sensiblement égaux, ce qui est constaté dans l'étape d) de comparaison de l'écart entre le régime mesuré de la partie
25 motrice 43 et le régime de consigne de l'arbre entraîné 42, avec un seuil S_{N1} , cet embrayage 4 est activé par le superviseur 8, ce qui rend les trois moteurs thermique 1 et électriques 2 et 3 solidaires par la transmission, donc tournant en même temps (étape e)). Pour cela, le superviseur 8 commande un circuit 44 de pilotage de l'embrayage.

30 Lorsqu'en retour, l'unité de commande 8 reçoit l'information d'activation dudit embrayage 4 par le circuit de pilotage 44 (étape f)), elle remplit une étape g) de commutation des consignes de couple C_{MT} , C_G et C_{ME} des trois moteurs 1, 2 et 3 qui vont varier progressivement depuis les
35 valeurs en mode hybride série vers des valeurs calculées pour le mode hybride parallèle. Cette variation progressive évite d'être gêné par la dynamique du moteur thermique qui est le plus lent, tout en assurant la gestion des limites des composants. Le superviseur 8 fait tendre le couple

du moteur électrique 3 vers une valeur nulle et modifie la consigne de couple du générateur 2 pour passer toute l'énergie du moteur thermique 1 par la transmission mécanique, tout en suivant en permanence la demande de couple à la roue exprimée par le conducteur. Ainsi les chocs de couple
5 sont évités pour le confort du conducteur du véhicule.

Cependant, si au cours de cette phase de commutation des consignes, le superviseur 8 constate que la vitesse V_v du véhicule est inférieure au seuil V_{PHS} précédent (étape o)), en cas de freinage par
10 exemple, il inverse cette commutation pour revenir aux consignes du mode série (étape p)). Dès qu'à l'étape q), les consignes correspondent à un couple nul T_4 résultant du générateur 2 et du moteur thermique 1, le superviseur commande le décollage de l'embrayage-crabot 4 ($E_4 = 0$, $E_5 = 1$) pour que le véhicule, fonctionne à nouveau en mode hybride série
15 (étape r)).

Lorsque le superviseur 8 a commandé une consigne de couple nulle pour le moteur électrique 3, il vérifie à l'étape h) que la vitesse du véhicule V_v est supérieure à un seuil V_{HP2} , dit seuil de vitesse pour l'asservissement
20 du moteur électrique et le crabotage de l'embrayage 5. En effet, en cas de freinage brutal par exemple, alors que l'embrayage 5 aurait été désactivé, son crabotage serait trop long et nuirait à la sécurité du véhicule.

Après l'étape h) de comparaison de la vitesse, le deuxième
25 embrayage-crabot 5 est désactivé ($E_5 = 0$) alors que le premier embrayage 4 est activé ($E_4 = 1$), de sorte que le véhicule fonctionne en mode hybride parallèle (étape i)).

Quand le circuit de pilotage 54 de l'embrayage 5 donne l'information
30 de désactivation au superviseur 8 à l'étape j), ce dernier ramène à zéro le régime N_{ME} du moteur électrique 3 par le biais de l'asservissement, puis désactive ce moteur pour éviter les pertes à vide (étape k))

La commande du passage du mode hybride parallèle, dans lequel
35 l'embrayage-crabot 4 est activé ($E_4 = 1$) contrairement au deuxième embrayage-crabot 5 ($E_5 = 0$), vers le mode hybride série, comporte les autres étapes suivantes.

La prise de décision du changement de mode a lieu après comparaison de la vitesse du véhicule V_v avec un seuil V_{SH} , qui dépend de l'état de la batterie 6, ou de la puissance demandée à la roue, à l'étape A).

5 La préparation au crabotage de l'embrayage-crabot 5 consiste en une étape B) d'asservissement du régime N_{ME} du moteur électrique qui ne tourne pas et est déconnecté des roues 10, à un régime proportionnel au régime N_G du générateur 2, donc du moteur thermique 1, qui entraîne les roues. Ainsi, le régime de la partie motrice 53 de l'embrayage 5, qui est reliée à l'arbre de sortie 51 du système de transmission 50 entre le moteur électrique 3 et les
10 roues 10, est amené à une valeur proche de la vitesse de l'arbre entraîné 52 qui est relié lui-même aux roues que le générateur 2 entraîne. Ainsi les deux parties 52 et 53 de l'embrayage 5 sont synchronisées.

15 Pour réaliser cet asservissement du régime N_{ME} , le superviseur 8 calcule des consignes de couple C_{MT} , C_{GE} et C_{ME} , qui tiennent compte des limitations des trois moteurs 1, 2 et 3 et de la batterie 6 et qui assurent la demande du conducteur par le biais du moteur thermique 1 et du générateur 2.

20 L'étape suivante C) réalise une comparaison de l'écart entre le régime N_{ME} mesuré du moteur électrique 3 et le régime N_{52} de consigne de l'arbre entraîné 52, avec un seuil S_{N2} , et si cet écart est bien inférieur audit seuil, le superviseur 8 commande le crabotage de l'embrayage 5 par l'intermédiaire de son circuit de pilotage 54 (étape D)) puisque les régimes des deux parties 52 et 53 de l'embrayage 5 sont sensiblement égaux. Les moteurs sont alors solidaires en rotation.

30 A l'étape E), l'unité de contrôle 8 lit l'information sur l'état de l'embrayage 5 envoyée par son circuit de pilotage 54 et compare la vitesse du véhicule à un seuil V_{HP} , qui est fonction de l'état de la batterie et du véhicule, en dessous duquel elle déclenche une étape F) de commutation des consignes de couple des trois moteurs. Pour éviter les trous de couple, les consignes en mode parallèle varient progressivement vers des valeurs
35 de mode série, tout en assurant la gestion de la limite des composants du groupe motopropulseur.

Lorsque les consignes correspondent à un couple nul T_4 résultant du générateur 2 et du moteur thermique 1 à l'étape G), le superviseur commande la désactivation de l'embrayage 4 pour que le véhicule fonctionne en mode hybride série (étape H)).

5

Quand le circuit de pilotage 44 de l'embrayage 4 donne l'information ($E_4 = 0$) au superviseur 8, ce dernier asservit le régime N_G du générateur 2 à sa valeur de consigne en mode hybride série (étape I).

10 Ainsi, lors du changement de mode hybride, le superviseur contrôle un mode intermédiaire, au cours duquel sont réalisées :

- la synchronisation du régime du moteur électrique qui est non mécaniquement relié aux roues en mode hybride initial sur un régime proportionnel au régime de l'autre moteur électrique qui entraîne les roues par l'intermédiaire d'un des deux embrayages-crabots initialement collé ;

15

- l'activation de l'autre embrayage-crabot initialement décollé, rendant le moteur thermique et les deux moteurs électriques solidaires des roues ;

- la variation progressive des consignes de couple des trois moteurs depuis les valeurs en mode initial vers des valeurs calculées pour le mode à atteindre ;

20

- la désactivation de l'embrayage-crabot initialement collé quand la consigne de couple, envoyée au moteur électrique entraînant les roues dans le mode initial, devient nulle.

25 L'architecture du groupe motopropulseur selon l'invention cumule les avantages du mode hybride série à basse vitesse de roulage du véhicule et du mode hybride parallèle à grande vitesse. Grâce à son procédé de commande qui, lors du changement de mode, réalise un mode intermédiaire dans lequel les deux embrayages-crabots sont activés, la demande du

30 conducteur est assurée continûment, sans trous de couple puisque les trois moteurs sont rendus solidaires des roues en même temps.

35 Tout en gardant un système de transmission simple, de type réducteur, la commande du motopropulseur minimise la consommation de carburant et les émissions de polluants, tout en assurant un confort de conduite de véhicule.

Le fait de désolidariser le moteur électrique de la roue grâce à un second embrayage-crabot permet de réduire son dimensionnement. Ce moteur électrique n'est plus lié à la roue à grande vitesse, en mode hybride parallèle, et le rapport de réduction entre ledit moteur et la roue est raccourci et évite un couple maximal important de ce moteur, ainsi que des pertes à vide puisque son régime est régulé à une valeur nulle.

REVENDICATIONS

1. Groupe motopropulseur pour véhicule à transmission électrique hybride, comprenant un moteur thermique solidaire mécaniquement d'un premier moteur électrique générateur, associé à un premier embrayage-
5 crabot commandable pour transmettre la puissance aux roues en mode hybride parallèle, et un deuxième moteur électrique pour transmettre la puissance aux roues en mode hybride série, une batterie d'alimentation des deux moteurs électriques et une unité de contrôle électronique de type superviseur recevant des informations de régime desdits trois moteurs et
10 leur délivrant les consignes de couple en fonction de la vitesse du véhicule et de l'enfoncement de la pédale d'accélération, caractérisé en ce que le moteur électrique (3) est susceptible d'être relié aux roues (10) par un second embrayage-crabot (5) commandable par le superviseur (8) lors des changements de mode, et en ce que ces deux embrayages-crabots (4 et 5)
15 ont leurs arbres entraînés respectifs (42 et 52), qui sont reliés aux roues (10), mécaniquement solidaires.

2. Procédé de commande du groupe motopropulseur selon la revendication 1, caractérisé en ce que, lors du changement de mode
20 hybride, de type série vers le type parallèle et réciproquement, le superviseur (8) contrôle un mode intermédiaire comprenant les phases suivantes :

- synchronisation du régime du moteur électrique qui est non
25 mécaniquement relié aux roues en mode hybride initial sur un régime proportionnel au régime de l'autre moteur électrique qui entraîne les roues (10) par l'intermédiaire d'un des deux embrayages-crabots initialement collé ;

30 - activation de l'autre embrayage-crabot initialement décollé, rendant le moteur thermique (1) et les deux moteurs électriques (2 et 3) solidaires des roues ;

35 - variation progressive des consignes de couple des trois moteurs depuis les valeurs en mode initial vers des valeurs calculées pour le mode à atteindre ;

- désactivation de l'embrayage-crabot initialement collé quand la consigne de couple, envoyée au moteur électrique entraînant les roues dans le mode initial, devient nulle.

- 5 3. Procédé de commande du groupe motopropulseur selon la revendication 2, caractérisé en ce que, lors du passage du mode hybride série vers le mode hybride parallèle, le superviseur (8) contrôle un mode intermédiaire comportant les étapes suivantes :
- 10 a) prise de décision du changement de mode après comparaison de la vitesse du véhicule (V_v) avec un seuil (V_{HS}), dépendant de l'état des composants ;
- 15 b) asservissement du régime (N_{MT}) du moteur thermique (1) et du régime (N_G) du générateur (2) à un régime proportionnel au régime (N_{ME}) du moteur électrique (3) par calcul des consignes de couple des trois moteurs, afin de synchroniser la partie motrice (43) sur la partie entraînée (42), reliée aux roues (10), de l'embrayage (4) initialement décollé ;
- 20 c) comparaison de la vitesse (V_v) du véhicule avec un seuil (V_{PHS}) donnant la priorité au mode série sur le mode parallèle ;
- 25 d) comparaison des régimes des deux parties motrice (43) et entraînée (42) de l'embrayage-crabot (4) décollé ;
- 30 e) activation dudit embrayage (4) qui rend les trois moteurs (1, 2, 3) solidaires par la transmission ;
- 35 f) réception de l'information d'activation dudit embrayage (4) par le superviseur (8) ;
- g) commutation progressive des consignes de couple des trois moteurs (1, 2, 3) vers des valeurs calculées pour le mode hybride parallèle, si la vitesse du véhicule reste supérieure au seuil (V_{PHS}) ;
- h) comparaison de la vitesse du véhicule avec un seuil (V_{HP2}) , pour l'autorisation du décollage du deuxième embrayage-crabot (5) initialement activé à l'étape i) ;

j) réception de l'information de désactivation dudit embrayage (5) par le superviseur (8) ;

5 k) désactivation du moteur électrique (3) pour supprimer les pertes à vide.

4. Procédé de commande du groupe motopropulseur selon la revendication 3, caractérisé en ce que, lors de l'étape g) de commutation
10 des consignes de couple des trois moteurs, le superviseur (8) remplit les étapes suivantes :

o) comparaison de la vitesse (V_v) du véhicule avec le seuil (V_{PHS}) ;

15 p) inversion de la commutation des consignes pour un retour au mode hybride série si la vitesse du véhicule (V_v) est inférieure au seuil (V_{PHS}) ;

q) vérification que les consignes correspondent à un couple nul
20 résultant du générateur (2) et du moteur thermique (1) ;

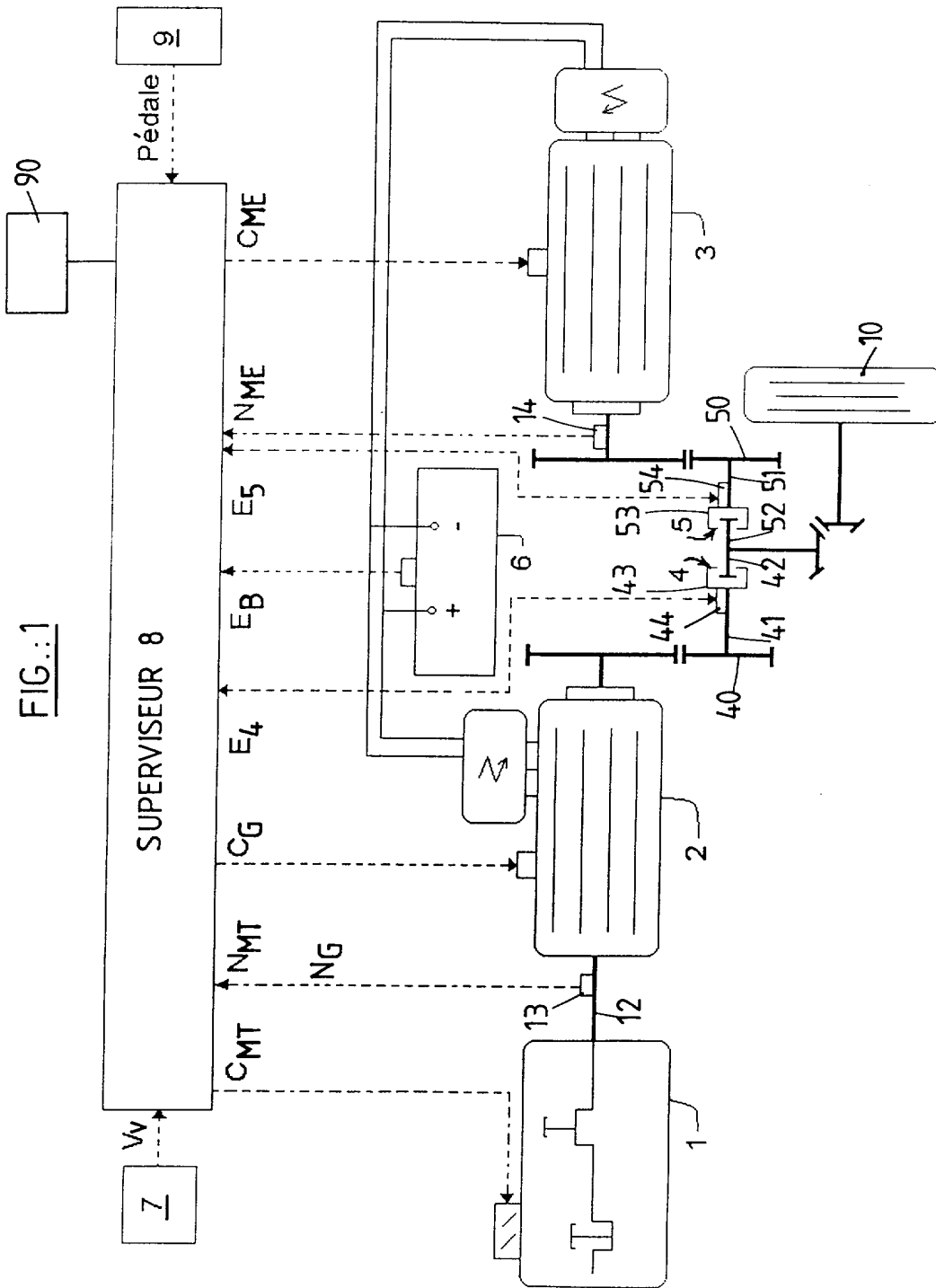
r) décollage de l'embrayage-crabot (4) activé à l'étape précédente e).

5. Procédé de commande du groupe motopropulseur selon la
25 revendication 2, caractérisé en ce que, lors du passage du mode hybride parallèle vers le mode hybride série, le superviseur (8) contrôle un mode intermédiaire comportant les étapes suivantes :

A) prise de décision du changement de mode après comparaison de
30 la vitesse du véhicule (V_v) avec un seuil (V_{SH}), dépendant de l'état de la batterie (6) ;

B) asservissement du régime (N_{ME}) du moteur électrique (3),
déconnecté des roues (10), à un régime proportionnel au régime (N_G) du
35 générateur (2), entraînant les roues, par calcul des consignes de couple des trois moteurs (1, 2, 3), afin de synchroniser la partie motrice (53) de l'embrayage (5) initialement décollé sur sa partie entraînée (52) reliée aux roues ;

- C) comparaison des régimes des deux parties motrice (53) et entraînée (52) de l'embrayage (5) décollé ;
- 5 D) activation dudit embrayage (5) qui rend les trois moteurs (1, 2, 3) solidaires par la transmission ;
- E) réception de l'information d'activation dudit embrayage (5) par le superviseur (8) et comparaison de la vitesse du véhicule (V_v) avec un seuil
- 10 (V_{HP}) ;
- F) commutation progressive des consignes de couple des trois moteurs (1, 2, 3) vers des valeurs calculées pour le mode hybride série ;
- 15 G) vérification que les consignes correspondent à un couple nul résultant du générateur (2) et du moteur thermique (1) ;
- H) désactivation de l'embrayage (4) initialement collé en mode
- 20 parallèle ;
- I) asservissement du régime (N_G) du générateur (2) à sa valeur de consigne en mode série.



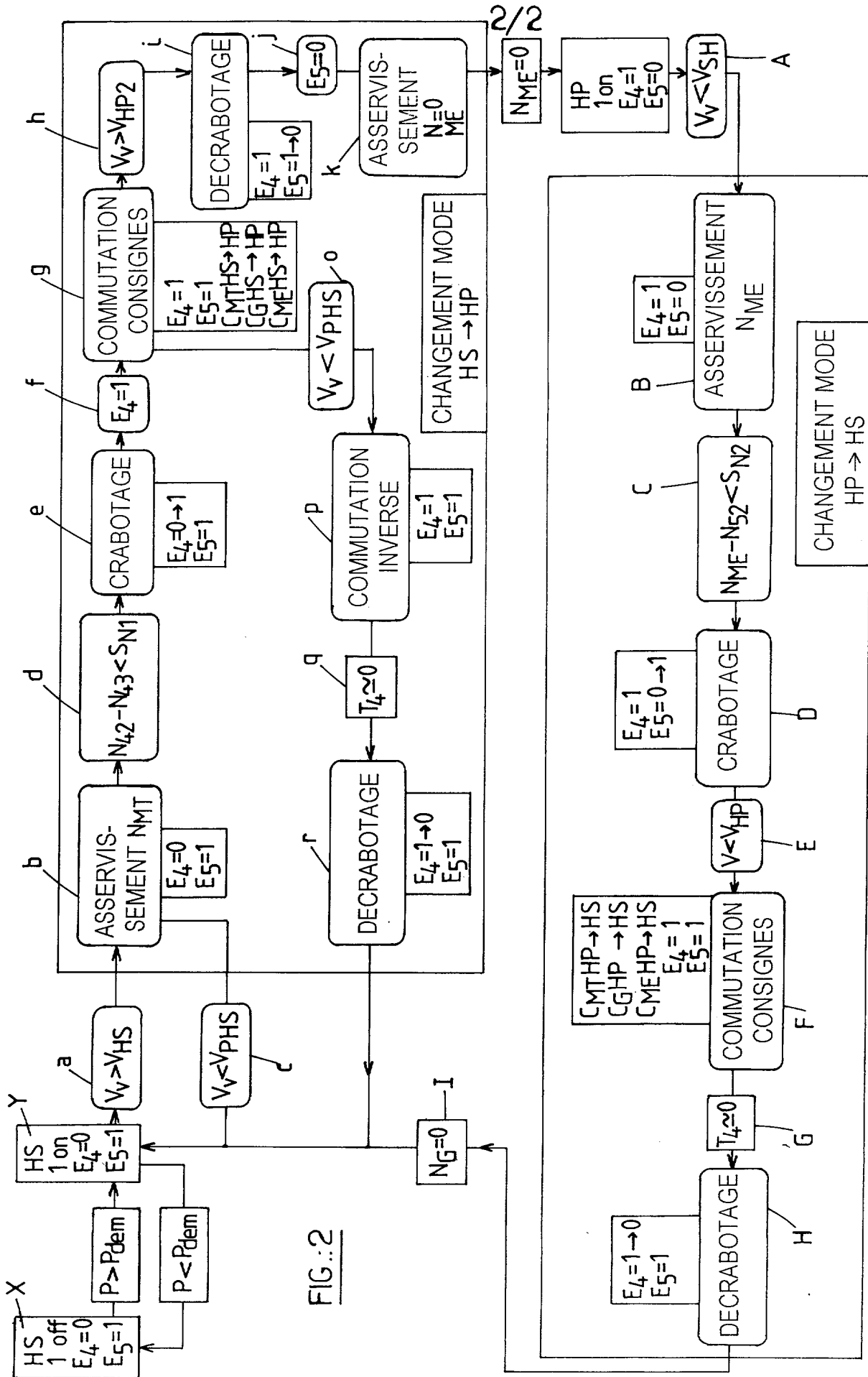


FIG. 2



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

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

2809352

N° d'enregistrement
national

FA 588017
FR 0006690

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		
A	FR 2 777 232 A (RENAULT) 15 octobre 1999 (1999-10-15) * abrégé; figures * ---	1	B60K6/02
A	DE 38 27 519 A (MAN TECHNOLOGIE GMBH) 15 février 1990 (1990-02-15) * abrégé; figures * * colonne 3, ligne 19 - ligne 31 * ---	1	
A	EP 0 937 600 A (HITACHI LTD) 25 août 1999 (1999-08-25) * abrégé; figures * ---	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 08, 30 août 1996 (1996-08-30) & JP 08 098322 A (TOYOTA MOTOR CORP), 12 avril 1996 (1996-04-12) * abrégé * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			B60K
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		7 février 2001	Wagner, H
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			

2

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)