

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11 N° de publication :

2 953 772

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21 N° d'enregistrement national :

09 06045

51 Int Cl⁸ : B 60 K 6/442 (2006.01), B 60 W 20/00

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 15.12.09.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 17.06.11 Bulletin 11/24.

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) : CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE Société par actions simplifiée — FR.

72 Inventeur(s) : SAINT MACARY STEPHANE.

73 Titulaire(s) : CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE Société par actions simplifiée.

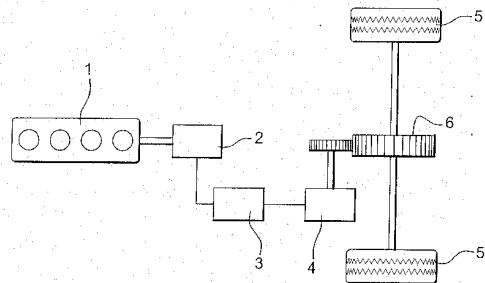
74 Mandataire(s) : CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE.

54 PROCÉDE DE PILOTAGE D'UN DISPOSITIF DE MOTORISATION DE VEHICULE HYBRIDE, ET DISPOSITIF ASSOCIE.

57 Le procédé de pilotage d'un dispositif de motorisation de véhicule hybride du type correspondant à l'une quelconque des revendications précédentes, consiste à utiliser alternativement deux modes de connexion des roues au moteur électrique et au moteur à combustion interne:

- un mode parallèle dans lequel le moteur à combustion interne entraîne les roues directement, sans assistance électrique,

- un mode série dans lequel le moteur électrique entraîne les roues, avec une utilisation intermittente du moteur à combustion interne seulement à son point de fonctionnement optimal, en vue de recharger la batterie régulièrement le passage d'un mode à l'autre étant déterminé par une étape de comparaison entre la consommation du moteur à combustion interne en mode parallèle, et la consommation optimale du moteur à combustion interne à laquelle s'ajoutent les pertes dues à l'activation de la chaîne électrique du mode série.



FR 2 953 772 - A1



L'invention relève du domaine des motorisations de véhicules. Elle concerne plus particulièrement les motorisations dites hybrides, comportant une chaîne électromécanique et un moteur à combustion interne. Encore plus spécifiquement, elle concerne un procédé de gestion d'un véhicule hybride, ainsi que le dispositif associé.

5 Avec la diminution progressive des réserves d'hydrocarbures, de nouvelles solutions de motorisation de véhicules terrestres sont étudiées depuis quelques années. Parmi celles-ci, la motorisation hybride est une voie prometteuse.

On rappelle qu'un système de motorisation est dit hybride en ce qu'il est composé de deux sources d'énergie différentes. Ces sources d'énergie peuvent être, par exemple et dans le cas le plus usuel, une unité de type moteur à combustion interne («Internal Combustion Engine», ICE en anglais) et une unité de propulsion électrique, laquelle comporte alors en général un système de stockage d'énergie électrique (SSEE) tel que batteries ou supercondensateurs. A titre de simplification, on utilisera le terme de "moteur ICE", pour désigner le moteur à combustion interne ainsi que le terme SSEE pour
10 désigner le système de stockage d'énergie électrique dans la suite de la description.

Ces combinaisons, bien choisies, peuvent rendre les véhicules hybrides jusqu'à deux fois plus efficaces que les véhicules conventionnels, en termes de consommation, tout en fournissant des performances et un confort similaires. Les systèmes hybrides assurent une autonomie comparable aux véhicules dotés d'une motorisation classique de
20 type moteur à combustion interne, tout en réduisant les émissions polluantes et les consommations. Dans la suite de la description, on considère particulièrement la combinaison hybride d'un véhicule, par une chaîne mécanique (moteur ICE + transmission) et une chaîne électromécanique intégrée.

Les constituants de cette chaîne électromécanique sont essentiellement composés de machines électriques commandées en moteur ou générateur connectées par un SSEE
25 au travers de convertisseurs électriques permettant la commande de ces machines électriques. Ces convertisseurs électriques peuvent être intégrés ou non aux machines électriques. Par souci de simplification, nous considérerons le convertisseur électrique pilotant la machine électrique en mode moteur ou générateur comme une seule entité que
30 l'on nommera simplement machine électrique.

On distingue, dans l'art antérieur, trois grandes familles d'architecture pour les véhicules hybrides actuels, illustrées ici par les figures 1 à 3. Dans ces figures, les lignes doubles représentent les lignes de transmission de puissance mécanique, et les lignes simples les lignes de transmission de puissance électrique.

Dans une première architecture, dite « série » (voir figure 1), un moteur à combustion interne (ICE) 1 est connecté à une génératrice 2 qui produit de l'électricité. Cette énergie électrique est emmagasinée dans un SSEE 3 puis utilisée pour entraîner une ou plusieurs machines électriques 4, qui fournissent la puissance nécessaire pour entraîner les roues 5, via un différentiel 6, afin de propulser le véhicule.

Dans cette architecture série, les nombreuses étapes de conversion de puissance mécanique en puissance électrique génèrent des pertes de rendement cumulatives. Elles autorisent cependant des stratégies de contrôle intéressantes et une optimisation du fonctionnement du moteur thermique (ICE). Le rendement global du système s'en trouve en général amélioré dans des parcours de type « cycles urbains ». Afin de couvrir différents types de parcours, il convient d'augmenter l'autonomie du SSEE 3. Naturellement, plus celle-ci présente une capacité de stockage importante, plus elle devient relativement lourde et coûteuse. A titre purement informatif, une autonomie de 50 km en mode purement électrique suppose l'emport de batteries 3 pesant environ 70 kg.

Dans une seconde architecture, dite « parallèle » (voir figure 2), un moteur thermique ICE 1 associé à une transmission 7, d'une part, et une machine électrique 4, d'autre part, sont reliés de façon mécanique aux roues 5 du véhicule, à travers un différentiel 6. La chaîne électromécanique participe alors aux accélérations, à la récupération d'énergie et éventuellement dans les côtes et au démarrage. Un tel système hybride parallèle donne souvent un bon rendement, lorsque le couple additionnel apporté par la machine électrique 4 en mode moteur correspond à la zone (régime, couple) optimisé du moteur ICE 1. Lorsqu'on s'écarte de cette zone de régime moteur optimisé, le rendement énergétique du système hybride parallèle n'est plus optimisé. En effet, les roues 5 du véhicule sont liées au moteur ICE 1 au travers des différents étages de démultiplications mécaniques et le réglage optimisé du régime moteur, parmi les étages de vitesse proposés par la transmission, n'est pas possible.

Néanmoins, l'avantage de cette architecture parallèle, par rapport à l'architecture série, est que l'on peut déconnecter le mode électrique lorsque celui-ci n'apporte pas de gain en termes d'efficacité énergétique, ce qui est généralement le cas aux hautes vitesses du véhicule.

Une troisième architecture, dite « série / parallèle » (voir figure 3) est une construction particulière des systèmes hybrides qui permet de passer d'un mode (parallèle ou série) à un autre, de manière progressive ou non. Dans cette architecture série / parallèle, un moteur ICE 1 est susceptible d'entraîner les roues 5 à travers un répartiteur d'énergie mécanique 8 et un différentiel 6. Le répartiteur d'énergie mécanique 8 est à son tour relié à une génératrice 2, qui transforme une partie de l'énergie

mécanique du moteur ICE 1 en énergie électrique, laquelle est stockée dans un SSEE 3. Un ou plusieurs moteurs électriques 4 entraînent également les roues 5 à travers le différentiel 6.

Le répartiteur d'énergie mécanique 8 répartit à volonté la puissance mécanique en deux flux, grâce à un train épicycloïdal. Une première partie de cette puissance mécanique est utilisée pour entraîner directement les roues 5, et l'autre partie de cette puissance mécanique est transformée en électricité via la génératrice 2 pour alimenter le moteur électrique 4 ou charger le SSEE 3. Cette architecture, disposant d'un train épicycloïdal, profite de la possibilité de contrôler le couple et le régime moteur en répartissant astucieusement les flux de puissance sans toutefois bénéficier de l'indépendance totale de ces deux variables. Une relation de dépendance couple-vitesse sur les trois axes du train planétaire ne permet pas de choisir un couple et un régime qui correspondrait à un point de fonctionnement de l'ICE totalement optimisé.

Autrement dit, le système contrôle les deux sources motrices 1, 4 pour obtenir un bon rendement du moteur ICE 1 en fonction des conditions de conduite.

De cette manière, à basse vitesse, la performance de l'architecture série / parallèle est comparable aux hybrides série.

A haute vitesse, elle est comparable aux hybrides parallèles.

Cette structure à répartition de puissance se retrouve en particulier sur les véhicules hybrides les plus largement commercialisés actuellement.

Un des inconvénients d'un tel système, outre sa complexité de mise en œuvre et de pilotage, est la sollicitation quasi constante de la chaîne électromécanique lorsque le moteur ICE 1 est actif. Il en résulte une baisse de rendement du système (ICE 1 + génératrice 2 + SSEE 3 + moteur 4 + train épicycloïdal 8) qui peut être de l'ordre de 20%.

En effet le train épicycloïdal du répartiteur d'énergie 8, de par sa fonction de transmission continue, sollicite une partie plus ou moins importante du flux de puissance transitant par la chaîne de conversion électromécanique, dégradant par la même occasion le rendement de l'ensemble.

Il est clair qu'une telle perte de rendement est dommageable aux performances du véhicule en termes de consommation, ce qui devient de nos jours un critère fondamental de choix des véhicules par les usagers.

La présente invention a donc pour objet de proposer un dispositif répondant au problème exposé ci-dessus à savoir la réduction de consommation de carburant. Un second but de l'invention est d'être simple et peu onéreuse à mettre en œuvre.

A cet effet, l'invention vise un dispositif de motorisation d'un véhicule terrestre hybride, ledit dispositif comportant une première ligne de transmission de puissance mécanique comportant un moteur à combustion interne relié à une première machine

électrique, une deuxième ligne de transmission de puissance mécanique comportant une seconde machine électrique susceptible d'entraîner des roues du véhicule en rotation, les deux machines électriques, commandables en moteur ou générateur, étant reliées à un système de stockage d'énergie électrique,

5 le dispositif comportant en outre :

- un système de couplage-découplage en "tout ou rien" des deux lignes de transmission de puissance mécanique,

- des moyens de commande de ces divers éléments, reliés à un calculateur,

- des moyens de comparaison entre :

10 d'une part, la consommation du moteur à combustion interne en mode parallèle, défini comme un mode dans lequel l'arbre du moteur à combustion interne entraîne les roues via différents organes d'engrenages mécaniques, les deux lignes de transmissions mécaniques étant reliées au travers du dispositif de couplage, c'est à dire, la consommation dudit moteur à combustion interne à un instant donné sans assistance
15 électrique et,

d'autre part, une consommation équivalente calculée à partir de la consommation optimale du moteur à combustion interne à laquelle s'ajoutent les pertes dues à l'activation de la chaîne électrique du mode série, défini comme un mode dans lequel la traction du véhicule est assurée seule par la seconde machine électrique, les
20 deux lignes de transmissions mécaniques étant séparées par le dispositif de couplage, une utilisation intermittente du moteur à combustion interne permettant de recharger le système de stockage d'énergie électrique régulièrement afin de répondre à une demande continue de puissance au niveau des roues.

On comprend que le système de couplage-découplage en tout ou rien est un
25 dispositif de type embrayage, permettant de séparer complètement, d'un point de vue mécanique, les deux lignes de transmission de puissance mécanique. Ce système de couplage découplage pourra en outre être remplacé le cas échéant par l'embrayage classique associé à la boîte de vitesse.

Préférentiellement, le dispositif comporte également une boîte de vitesse disposée
30 sur l'une des lignes de transmission de puissance mécanique. Cette boîte de vitesse peut être associée à son propre système d'embrayage classique ou bien utiliser le système de couplage-découplage utilisé dans ce cas comme embrayage de boîte.

Cette disposition permet classiquement d'utiliser le moteur à combustion interne à son point de fonctionnement optimal à plusieurs vitesses du véhicule.

35 Avantageusement, les deux machines électriques sont dimensionnées pour une puissance nominale de l'ordre de 10 à 30 kW.

Cette puissance est globalement la moitié de la puissance des machines électriques

utilisées dans l'art antérieur pour des réductions de consommations de carburant comparables.

Selon un mode de réalisation préféré, le système de stockage d'énergie électrique est de type à charge et décharge rapide.

5 L'invention vise sous un second aspect un procédé de pilotage d'un dispositif de motorisation de véhicule hybride tel qu'exposé, le procédé consistant à utiliser au moins deux modes d'architecture distincts :

• un mode parallèle dans lequel l'arbre du moteur à combustion interne entraîne les roues via différents organes d'engrenages mécaniques, les deux lignes de transmissions
10 mécaniques étant reliées au travers du dispositif de couplage,

• un mode série dans lequel la traction du véhicule est assurée seule par la seconde machine électrique, les deux lignes de transmissions mécaniques étant séparées par le dispositif de couplage, une utilisation intermittente du moteur à combustion interne (marche, arrêt) permettant de recharger le système de stockage d'énergie électrique
15 régulièrement afin de répondre à une demande continue de puissance au niveau des roues.

La recharge intermittente du SSEE par l'ICE s'opère au travers de la première machine électrique.

Dans ce cas, selon un mode de réalisation préféré, le passage d'un mode à l'autre
20 est déterminé par une étape de comparaison entre la consommation du moteur à combustion interne en mode parallèle (c'est à dire, la consommation dudit moteur à combustion interne à un instant donné sans assistance électrique), et la consommation équivalente calculée à partir de la consommation optimale du moteur à combustion interne à laquelle s'ajoutent les pertes dues à l'activation de la chaîne électrique du mode
25 série.

Selon diverses mises en œuvre du procédé :

- dans une configuration du véhicule en traction à faible puissance, le calculateur utilise le mode série avec utilisation intermittente du moteur à combustion interne. Dans ce cas, le calculateur contrôle les différents organes de la chaîne électromécanique
30 permettant l'utilisation intermittente du moteur à combustion interne.

- en configuration de traction du véhicule à puissance normale, le calculateur utilise le mode parallèle, et le moteur à combustion interne est utilisé seul pour entraîner les roues.

- en configuration de traction du véhicule à forte puissance, par exemple en cas
35 d'accélération forte, le calculateur utilise le mode parallèle, et une ou les deux machines électriques sont utilisées en mode moteur pour fournir un couple additionnel sur l'arbre de transmission afin d'entraîner les roues conjointement au moteur à combustion interne.

On comprend que l'invention propose d'optimiser le procédé de gestion d'un système série/parallèle connu jusqu'à maintenant en permettant une liaison :

- soit directe entre le moteur ICE et les roues, le plus souvent sans solliciter la chaîne électrique, ce qui correspond à un mode parallèle. Cette configuration est activée dans les conditions de fonctionnement où le moteur ICE seul est plus favorable (en termes de consommation) que le fonctionnement du moteur ICE entraînant la chaîne électrique (mode série), ce qui évite ainsi de baisser le rendement global du système.

- soit indirecte entre le moteur ICE et les roues en sollicitant la chaîne électrique, ce qui correspond à un mode série. Cette configuration est activée dans les conditions de fonctionnement où le moteur ICE n'aurait pas été optimisé si la liaison avait été directe.

Dans cette seconde configuration, le moteur ICE charge le SSEE au travers de la première machine électrique (utilisée en mode générateur), à son point de fonctionnement optimum, c'est à dire à son point de fonctionnement (régime, couple) correspondant à la meilleure (c'est à dire la plus basse) consommation de carburant pendant que la deuxième machine électrique (utilisée en mode moteur) délivre aux roues la puissance demandée par le conducteur. Ce mode de fonctionnement induit nécessairement des phases rapides d'alternance de fonctionnement du moteur ICE (charge du SSEE au point de fonctionnement optimal de l'ICE) avec des phases d'arrêt du moteur ICE (décharge du SSEE). Bien sûr, pour tout moteur ICE, il n'existe pas qu'un seul point de fonctionnement optimal, mais un ensemble de points de fonctionnement (couple, régime), qui définissent une zone de fonctionnement optimal correspondant à la zone de moindre consommation de carburant.

L'idée est donc d'utiliser le moteur ICE de manière intermittente (selon un mode de fonctionnement « tout ou rien ») dans sa zone de fonctionnement optimal, c'est à dire dans la zone de fonctionnement correspondant à la consommation de carburant la plus basse.

Ceci peut être réalisé au moyen d'une machine électrique et d'un SSEE de tailles réduites, par rapport à l'art antérieur des architectures hybrides série / parallèle. En effet, puisque le moteur ICE est utilisé uniquement proche de son point de fonctionnement optimisé, et que la fréquence des phases de démarrage et d'arrêt de l'ICE n'altère pas ou peu la consommation moyenne de l'ICE, l'ICE peut donc fournir de la puissance sous forme de créneaux " tout ou rien" nettement plus souvent sans dégrader son rendement, il devient alors inutile de recharger un gros SSEE. Cette architecture nouvelle est ainsi très économe et de plus beaucoup plus légère que les solutions existantes.

On comprend que, d'une manière générale, l'assistance électrique, (en termes de réduction de consommation de carburant), n'est intéressante que lorsqu'elle permet au moteur ICE de fonctionner globalement à des niveaux de rendement supérieur tout en

tenant compte des pertes occasionnées par l'utilisation de la chaîne électrique. Il convient de s'interroger en permanence de l'intérêt de solliciter la chaîne électrique ou non. La gestion de l'entraînement des roues selon cette comparaison constitue le but de la présente invention.

5 Les buts et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description et des dessins d'un mode particulier de réalisation, donnés à titre d'exemple non limitatif, et pour lequel les dessins représentent :

- Figure 1 (déjà citée) : Schéma du circuit d'énergie pour un système hybride série ;
- Figure 2 (déjà citée) : Schéma du circuit d'énergie pour un système hybride
- 10 parallèle ;
- Figure 3 (déjà citée) : Schéma du circuit d'énergie pour un système hybride série/parallèle ;
- Figure 4 : Carte de consommation d'un moteur thermique (ICE) de type essence ;
- Figure 5 : une vue schématique d'un dispositif d'hybridation série/parallèle selon
- 15 l'invention.

La figure 5 illustre de façon simplifiée les éléments d'un dispositif de motorisation conforme à l'invention. Celle-ci trouve sa place dans un véhicule terrestre tel qu'une automobile, à motorisation de type hybride.

Le dispositif comporte en premier lieu un moteur à combustion interne 1, de type à

20 essence dans le présent exemple nullement limitatif. Un tel moteur ICE 1 est connu en soi et n'est donc pas détaillé plus avant ici.

Il comporte ensuite une première machine électrique 9, disposée sur une première

ligne 12 de transmission de puissance mécanique, reliée au moteur ICE 1.

Les fonctions de cette première machine électrique 9 sont :

25 Lorsqu'elle est utilisée en mode moteur :

- d'entraîner le moteur ICE 1 en vue d'effectuer son démarrage,
- d'assister le moteur ICE 1 pendant les phases de fortes accélérations du véhicule.

Et, lorsqu'elle est utilisée en mode générateur :

- de transmettre des créneaux d'énergie du moteur ICE 1 vers un système de

30 stockage d'énergie électrique (noté SSEE par simplification dans la suite de la description) 3,

- de ralentir rapidement le moteur ICE 1 en vue d'effectuer son arrêt,
- de récupérer une partie de l'énergie cinétique récupérable du véhicule pendant les phases de décélérations.

35 Le dispositif comporte également une seconde machine électrique 4, laquelle est aussi reliée au SSEE 3.

Les fonctions de cette seconde machine électrique 4 sont :

Lorsqu'elle est utilisée en mode moteur :

- de transmettre l'intégralité de la puissance demandée aux roues 5, en mode série,
- de transmettre une partie de la puissance demandée pendant les phases de fortes accélérations du véhicule en mode parallèle.

5 Et, lorsqu'elle est utilisée en mode générateur :

- de récupérer tout ou partie de l'énergie cinétique récupérable du véhicule pendant les phases de décélérations, quel que soit le mode utilisé.

Le but de l'invention n'étant pas une répartition de la puissance entre le moteur ICE 1 et les moteurs générateurs électriques 4, 9 mais une utilisation optimisée du moteur
10 ICE 1 avec éventuellement une assistance électrique ponctuelle par ces moteurs si nécessaire, les deux moteurs générateurs 4, 9 peuvent être dimensionnés à une puissance relativement faible, par exemple 10 à 30 kW. Ceci se distingue de l'art antérieur, dans lequel on utilise typiquement un moteur électrique de 50 kW et une génératrice de 30 kW.

15 La seconde machine électrique 4 est reliée aux roues 5 du véhicule par l'intermédiaire d'une seconde ligne 13 de transmission mécanique qui comporte un organe de transmission 11, composé d'une boîte de vitesse et éventuellement d'un dispositif d'embrayage de boîte, et un différentiel 6.

20 La fonction de la boîte de vitesse est de permettre aussi bien au moteur ICE 1 qu'à la seconde machine électrique 4 de fonctionner à des couples et régimes satisfaisant, correspondant à leur plage ou zone de fonctionnement optimisée. La boîte de vitesse est de type connu de l'homme de l'art.

Le dispositif comporte encore, sur la ligne de transmission de puissance mécanique du moteur ICE 1, en aval de la première machine électrique 9, et en amont de la seconde
25 machine électrique 4, un dispositif de type embrayage 10 permettant de réaliser un couplage-découplage des deux parties 12, 13 de ladite ligne de transmission de puissance mécanique. Cet embrayage 10 est l'élément qui permet le passage du mode série au mode parallèle. Cet embrayage est de type connu de l'homme de l'art.

30 Comme on l'a vu, le SSEE 3 est reliée aux deux machines électriques 4, 9. En mode série, le SSEE 3 sert d'étage tampon, d'une part en stockant rapidement l'énergie fournie par le moteur ICE 1 lorsqu'il fonctionne à son point optimal, pendant sa phase active, et d'autre part en délivrant la puissance continue demandée aux roues 5.

En mode série ou parallèle, le SSEE 3 permet de récupérer une partie de l'énergie cinétique du véhicule pendant les phases de décélérations

35 Enfin, en mode parallèle, le SSEE peut fournir de l'énergie additionnelle pendant les phases d'accélération.

Il est important que le SSEE 3 puisse être chargé et déchargé très rapidement, afin

que le moteur ICE 1 n'ait pas le temps de refroidir entre deux fonctionnements. Le SSEE 3 doit donc être de petite capacité (quelques dizaines de Wh), par rapport à l'art antérieur, ce qui est très avantageux en termes de coût et de poids embarqué.

Le dispositif comporte également un calculateur 14 connecté aux éléments
5 principaux de la motorisation décrite, notamment les deux machines électriques 4, 9, le SSEE 3, le moteur ICE 1, le système de couplage-découplage 10 et l'organe de transmission 11.

On constate que le dispositif, tel qu'on le voit sur la figure 5, présente plusieurs différences par rapport à l'art antérieur des architectures hybrides, et notamment :

- 10 a) un embrayage 10 permettant le couplage-découplage des deux parties 12, 13 de la liaison mécanique,
b) deux machines électriques 4, 9 de faible puissance,
c) un SSEE 3 de faible capacité,
d) un organe de transmission 11 comportant une boîte de vitesse et éventuellement
15 un dispositif d'embrayage de boîte.

Par rapport à la configuration hybride "série / parallèle" décrite plus haut, et illustrée par la figure 3, le groupe embrayage 10 + machine électrique 9 du dispositif selon l'invention semble, en première analyse, se rapprocher du groupe répartiteur d'énergie 8 + générateur électrique 2 de l'art antérieur hybride. En fait, il n'en est rien.

20 En premier lieu, les puissances nominales des deux moteurs générateurs de l'art antérieur sont prévues pour fournir des puissances additionnelles au moteur ICE suffisamment conséquentes (entre 30 à 50% de la puissance totale disponible) pour permettre à l'ICE 1 d'en être réduit d'autant.

Ce qui conduit à modifier entièrement l'architecture du véhicule conventionnel pour
25 le rendre hybride.

En second lieu, dans l'art antérieur, le train épicycloïdal du répartiteur d'énergie 8 ne permet jamais de supprimer complètement le transfert d'une part de l'énergie mécanique vers la chaîne de génération électrique, et génère en permanence une perte de rendement, pouvant aller jusqu'à 20%.

30 Le choix, pour le dispositif selon l'invention, d'un embrayage 10 et d'un groupe de deux machines électriques 4, 9 de faible puissance est donc motivé, d'une part, par une grande simplicité de pilotage, que démontre le procédé de pilotage décrit, d'autre part, par les relatives faibles modifications apportées pour intégrer la chaîne électromécanique conduisant à l'hybridation du véhicule.

35 Le moteur ICE quant à lui ne subissant pas ou peu de réduction de puissance peut rester identique à celui d'un véhicule conventionnel comparable.

En outre, les dimensions des éléments dissipateurs thermiques nécessaires au bon

fonctionnement des organes de la chaîne électromécanique (machines électriques, SSEE, convertisseurs...) sont proportionnelles à la puissance nominale qu'ils doivent transférer et seront donc par conséquent sensiblement réduits.

Les économies de carburant sont importantes même avec des puissances faibles
5 de machines électriques embarquées.

L'invention a notamment pour but d'utiliser l'assistance électrique fournie par les machines électriques 4, 9 à bon escient. En résumé le procédé de pilotage d'une architecture hybride conforme à l'invention, consiste donc à utiliser deux modes : un premier mode dit "parallèle", et un second mode dit "série intermittente".

10 Le mode parallèle est obtenu lorsque l'embrayage 10 est en position embrayée. La liaison mécanique est connectée entre le moteur ICE 1 et les roues 5 via les différents organes de démultiplications des dispositifs de transmissions. Dans ce premier mode, le moteur ICE 1 entraîne les roues 5, avec ou sans l'assistance électrique (assistance
15 uniquement en phase de forte accélération) des machines électriques 4, et/ou 9. Il est important de noter que, dans ce cas, le moteur ICE 1 n'est alors pas utilisé pour charger le SSEE 3. Les deux machines électriques 4 et/ou 9 peuvent récupérer l'énergie cinétique récupérable du véhicule pendant les phases de décélérations (mode générateur).

Dans le mode série intermittente, l'embrayage 10 est en position débrayée. La liaison mécanique est donc déconnectée entre le moteur ICE 1 et les roues 5.

20 Dans ce second mode, l'entraînement des roues se fait par la seconde machine électrique 4. Le moteur ICE 1 est utilisé de façon intermittente,

Dans ce mode série intermittente, le calculateur 14 gère les phases d'arrêt et de mises en marche du système d'injection de l'ICE de manière synchrone par rapport au pilotage des deux machines électriques. Les deux machines électriques ont des fonctions
25 différentes. Tout d'abord dans la phase active du moteur ICE, la première machine électrique 9 entraîne le moteur ICE en vue de son démarrage (mode moteur). Puis lorsque l'ICE est lancé, le calculateur 14 autorise le système d'injection de carburant au niveau de l'ICE afin que ce dernier se trouve dans la zone de fonctionnement optimal (régime, couple) et commande la machine électrique 9 en mode générateur afin de
30 transmettre l'énergie du moteur ICE 1 vers le SSEE qui se charge. Enfin, lorsque le SSEE est suffisamment chargé, le calculateur 14 commande l'arrêt du système d'injection de carburant de l'ICE et la machine électrique 9 toujours en mode générateur contribue à la décélération du moteur ICE en récupérant une partie de l'énergie cinétique des pièces en mouvement du moteur ICE. Dans la phase inactive du moteur ICE (arrêt
35 total de l'ICE) la machine électrique 9 est aussi à l'arrêt. Par contre pendant le même temps, la demande de puissance aux roues est entièrement fournie par le SSEE qui se décharge au travers de la deuxième machine électrique 4. Celle-ci opère dans ce cas soit

en mode moteur (traction du véhicule) soit en mode générateur (décélération du véhicule).

En permettant de jouer sur les deux modes parallèles et série intermittente, le procédé de pilotage selon l'invention permet également des fonctions standard hybrides, de type assistance des deux moteurs-générateurs électriques 4, 9 sur les roues 5 lors de fortes accélérations (fonction connue sous le nom de "boost"), récupération d'énergie au freinage par les deux moteurs-générateurs électriques 4, 9, et arrêt automatique du moteur ICE 1 lors de chaque arrêt du véhicule (fonction connue sous le nom de "stop & start" ou "stop & go").

10 Pour passer d'un mode à l'autre, le procédé selon l'invention comporte une étape de comparaison entre la consommation du moteur ICE 1 en mode parallèle (c'est à dire, la consommation du moteur ICE 1 à un instant donné sans assistance électrique), et la consommation optimale du moteur ICE 1 à laquelle s'ajoutent les pertes dues à l'activation de la chaîne électrique du mode série.

15 Quand la consommation du moteur ICE 1 en mode parallèle est inférieure à la consommation équivalente de l'ensemble « ICE (optimal) + pertes de la chaîne électrique en mode série », alors le mode parallèle est activé, et le moteur ICE 1 fonctionne seul.

Au contraire, quand la consommation du moteur ICE 1 en mode parallèle est supérieure à la consommation équivalente de l'ensemble « ICE (optimal) + pertes de la chaîne électrique en mode série », alors le moteur ICE 1 fonctionne en mode série de manière intermittente. C'est-à-dire, soit qu'il fonctionne à son point de fonctionnement optimal pour charger le SSEE 3, soit qu'il est arrêté. Dans ces deux cas correspondant au mode série intermittente, la seconde machine électrique 5 assure seule la transmission de puissance aux roues.

25 Il est connu, dans le cas d'un véhicule à propulsion classique (non hybride, avec un moteur ICE seul) d'associer une consommation de carburant (ou un rendement énergétique) pour chaque point de fonctionnement donné du véhicule, c'est à dire pour une vitesse de rotation de l'arbre moteur (en t/min) et un couple sur l'arbre (en Nm).

La représentation graphique de cette fonction est illustrée figure 4, dans laquelle les axes représentent, en abscisses le régime moteur en tours/minute, en ordonnées le couple moteur (en Nm). Les courbes fermées IC représentent alors des lignes d'iso-consommation du moteur, comprises dans le présent exemple nullement limitatif, entre 250 g/kWh et 550 g/kWh. En d'autres termes, tous les points correspondant à la même consommation sont reliés ensemble pour constituer des « iso-consommations » dans le plan (régime couple) du moteur ICE. La zone de fonctionnement optimale du moteur ICE est alors, comme on le comprend, la zone comprise dans la courbe fermée IC_{250} et regroupe les points de fonctionnement du moteur ICE dont la consommation est égale à

250 g/kWh. Le graphique illustre également, par la courbe haute LF , la limite du domaine de fonctionnement du moteur à combustion interne.

La deuxième famille de courbes P , sensiblement parallèles entre elles, correspond à la puissance délivrée par le moteur en kW, pour chaque couple et nombre de
5 tours/minute. Les courbes P vont dans le présent exemple de 10 à 160 kW. La courbe P_{30} correspondant à la valeur 30 kW est ici indiquée en pointillés.

Afin de comprendre l'intérêt de passer d'un mode à l'autre, on choisit d'étudier différents points de fonctionnement de l'ICE en utilisant soit le mode parallèle soit le mode série.

10 En prenant par exemple une charge au niveau des roues correspondant à un point de fonctionnement de consommation égale à 250 g/kWh (point F1 sur la figure 4) c'est à dire égale à la meilleure consommation du moteur ICE considéré et correspondant à la puissance nominale de la première machine électrique 4.

En mode parallèle, ce point de consommation reste en moyenne égal à 250 g/kWh
15 car la chaîne électromécanique n'est pas activée et aucune perte électrique ne vient dégrader ce rendement.

Pour cette même charge au niveau des roues, en utilisant le mode série, le point de fonctionnement de l'ICE doit tenir compte des pertes générées par l'utilisation de la chaîne électromécanique, soit à peu près 20%. La puissance de l'ICE pour compenser les
20 pertes doit être augmentée d'autant, ce qui conduit à une consommation équivalente du moteur ICE 1 autour de 300 g/kWh.

Il n'y a donc aucun intérêt à solliciter la chaîne électromécanique pour ce point F1 de fonctionnement du moteur ICE 1. Il est alors préférable d'avoir une liaison directe entre le moteur ICE 1 et les roues 6 du véhicule et de faire fonctionner le moteur ICE 1 au point
25 F1 de moindre consommation.

Il en est de même, si le moteur ICE 1 tourne près du point de consommation idéal, par exemple à 280 g/kWh (point F2). En effet il ne sert à rien de forcer le moteur à tourner à 250 g/kWh (point F1) et de solliciter la chaîne électromécanique, puisque cela équivaut à une consommation moyenne équivalente de 300 g/kWh, supérieure à celle du point de
30 départ (280 g/kWh). Il est donc préférable pour ce point de rester en mode parallèle, c'est à dire d'entraîner les roues 5 directement avec le moteur ICE 1.

Par contre, si le point de fonctionnement du moteur ICE 1 équivaut à une consommation de 360 g/kWh (point F3 sur la figure 4), c'est à dire loin de la consommation optimale de 250 g/kWh (point F1), il devient intéressant de passer en
35 mode série intermittent. La consommation moyenne équivalente du moteur ICE devient alors celle du point optimum augmentée des pertes de la liaison série soit 300 g/kWh, (point F1) et elle demeure cependant inférieure à la consommation de départ

(360 g/kWh).

On comprend qu'il existe une limite de consommation du moteur ICE 1 au delà de laquelle il devient intéressant de passer au mode série intermittent, ce point limite se situe dans notre exemple autour de 300 g/kWh.

5 Pour ce point F3, il est donc intéressant de passer en mode série intermittente.

Dans ce mode série, Les roues 5 sont alors entraînées par la seconde machine électrique 4. Les arrêts du moteur ICE 1 sont nécessaires afin de ne pas surcharger le SSEE 3 qui est de faible capacité, mais ils doivent être de courte durée afin de ne pas permettre au moteur ICE 1 de trop refroidir, ce qui pourrait dégrader la qualité de
10 combustion du moteur ICE et de contribuer ainsi à augmenter les taux d'émissions de polluants.

Naturellement, dans ce mode série, la puissance nécessaire pour la traction des roues doit être compatible avec la puissance disponible du SSEE 3 et de la seconde machine électrique 4. En outre, afin d'autoriser l'alternance de phase de charge et de
15 décharge du SSEE par le moteur ICE, la puissance moyenne demandée aux roues doit être inférieure à la puissance crête délivrée par le moteur ICE pendant les phases de charge du SSEE soit 30 kW dans notre exemple.

En d'autres termes, et en se référant à la figure 4, le mode série intermittente (embrayage débrayé) permet d'améliorer la consommation globale du véhicule pour les
20 points de rendement du moteur ICE 1 supérieur à 300 g/kWh, et pour une puissance de traction inférieure à 30 kW dans cet exemple.

On comprend que la valeur de 20%, choisie comme définissant la perte de puissance due à la chaîne électrique, peut être modifiée en toute autre valeur selon les caractéristiques du dispositif et du procédé selon l'invention, sans sortir du cadre de celle-
25 ci.

En considérant le cas particulier d'une puissance de transfert de 30 kW, les points concernés se situent donc, sur la figure 4, en dessous de la courbe d'iso-puissance 30 kW, et en dessous de la courbe d'iso-consommation de 300 g/kWh (soit 250 g/kWh + 20%). Ils sont représentés par une zone hachurée sur la figure 4, correspondant au
30 présent exemple fourni ici à titre nullement limitatif. Il est évident qu'à ces niveaux de puissance (inférieur à 30 kW dans notre exemple), les hauts régimes moteurs seront préférablement ramenés par le jeu des différents étages de la transmission, à des régimes largement plus bas limitant ainsi la zone hachurée de la figure 4 à des vitesses moteur thermique relativement faibles.

35 Cette zone correspond à un fonctionnement du moteur ICE en faible charge et faible vitesse, c'est à dire principalement à un cycle ville, qui représente la très grande majorité des cas d'utilisation de véhicules de type automobiles.

On comprend que le calculateur 14 procède à intervalles réguliers à la comparaison des consommations conformément à ce qui vient d'être décrit, et détermine alors le mode de fonctionnement utilisé. Il commande alors en conséquence l'engagement ou de déengagement de l'embrayage 10.

5 Par ailleurs, selon les configurations du véhicule, le calculateur 15 commande le fonctionnement des machines électriques 4, 9 en mode moteur ou générateur.

Plus précisément, dans une configuration du véhicule en traction à faible puissance, le calculateur 14 utilise le mode série intermittente (embrayage désengagé), avec le moteur ICE 1 utilisé en mode tout ou rien dans sa zone de fonctionnement optimal pour
10 charger le SSEE 3, et les roues 5 entraînées par la seconde machine électrique 4. Dans une configuration à puissance normale, le calculateur 14 utilise le mode parallèle (embrayage engagé), avec le moteur ICE 1 utilisé en continu pour entraîner directement les roues via les organes de transmission. La présence de la boîte de vitesse 11 contribuant à se rapprocher du fonctionnement optimal du moteur ICE. Dans une
15 configuration de traction à forte puissance, par exemple lors d'une accélération, le calculateur 14 utilise le mode parallèle (embrayage engagé), avec le moteur ICE 1 utilisé en continu pour entraîner directement les roues, les deux machines électriques 4, 9 peuvent alors également être utilisées en mode moteur pour augmenter la puissance appliquée aux roues 5. Dans une configuration de décélération modérée, le calculateur 14
20 conserve le mode préalablement engagé (série, ou parallèle). Une partie de l'énergie cinétique du véhicule est récupérée dans le SSEE, soit par la seconde machine électrique 4 (mode série), soit par une ou deux machines électriques 4, 9 (mode parallèle) les machines sont alors utilisées alors en générateurs.

Dans une configuration de décélération forte, un complément de décélération peut
25 être réalisé par frein moteur en repassant en mode parallèle le cas échéant.

On comprend que le dispositif et le procédé, tels qu'ils viennent d'être exposés, présentent plusieurs avantages.

Un premier avantage est une réduction de la consommation de carburant supérieure au système d'hybridation série/parallèle de l'art antérieur.

30 Le dispositif nécessite seulement une batterie de petite capacité ce qui réduit le coût de ladite batterie et son encombrement dans le véhicule.

De même, le dispositif permet l'utilisation de machines électriques de relativement faible puissance, car l'assistance électrique est sollicitée préférentiellement que lors des faibles charges. Ici encore, ces éléments sont alors de faible coût et d'encombrement
35 réduit.

Le système de couplage-découplage 10 peut éventuellement être remplacé par le système d'embrayage de boîte existant de l'organe de transmission.

La gestion et le contrôle entre les différents modes sont simples.

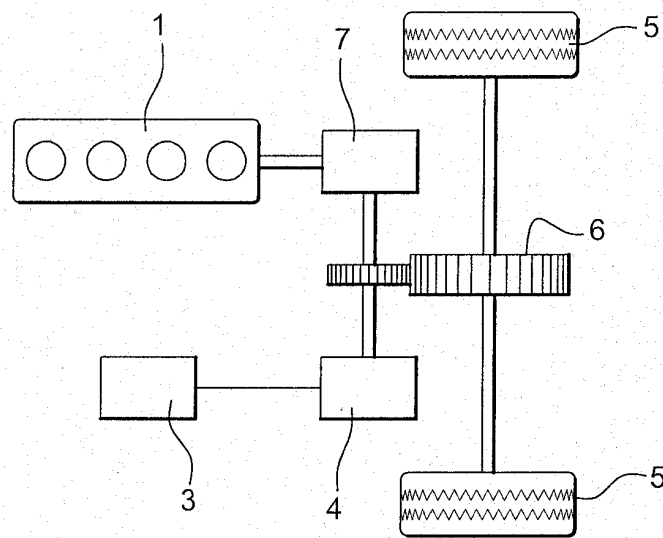
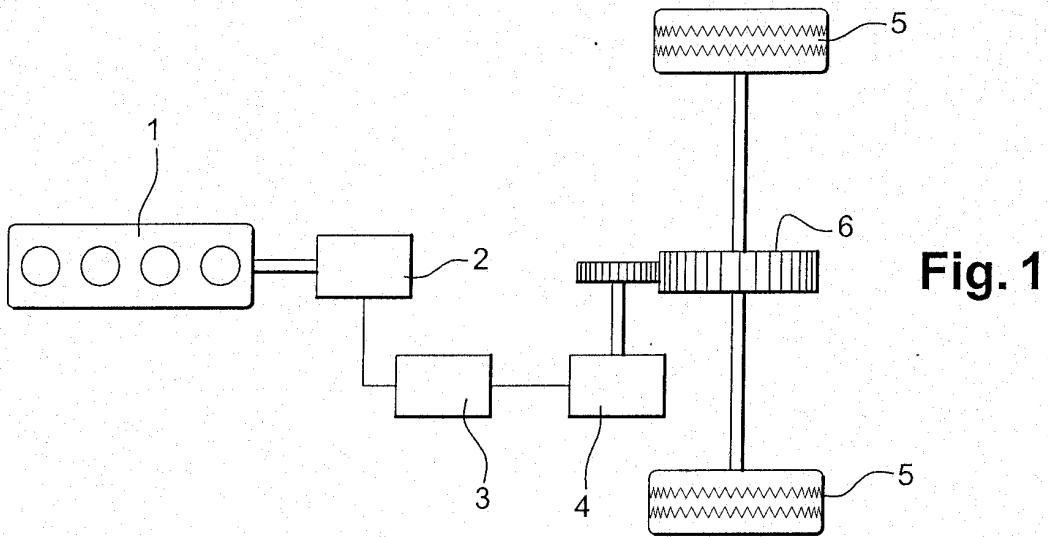
Dans le cas d'une conception complète du moteur ICE, il ne serait pas nécessaire de concevoir des moteurs à combustion interne optimisés sur une plage de fonctionnement très large, puisqu'ils ne seraient pas destinés à fonctionner à des points
5 de faibles charges. Par conséquent, les rendements de ces nouveaux moteurs thermiques sur des plages restreintes seraient améliorés, l'invention est toutefois réalisable avec un moteur et une boîte de vitesse existants, sans avoir besoin de développer un nouveau bloc moteur thermique pour le véhicule hybride concerné. Ceci
10 réduit considérablement le coût de développement du véhicule hybride utilisant l'invention et permet une intégration de la chaîne électromécanique à partir d'un véhicule conventionnel.

La portée de la présente invention ne se limite pas aux détails des formes de réalisation ci-dessus considérées à titre d'exemple, mais s'étend au contraire aux modifications à la portée de l'homme de l'art.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de motorisation d'un véhicule terrestre hybride, ledit dispositif comportant une première ligne de transmission de puissance mécanique (12) comportant un moteur à combustion interne (1) relié à une première machine électrique (9), une deuxième ligne de transmission de puissance mécanique (13) comportant une seconde machine électrique (4) susceptible d'entraîner des roues (5) du véhicule en rotation, les deux machines électriques (9, 4), commandables en moteur ou générateur, étant reliés à un système de stockage d'énergie électrique (3),
- 5
- caractérisé en ce que le dispositif comporte en outre :
- un système de couplage-découplage (10) en "tout ou rien" des deux lignes de transmission de puissance mécanique (12, 13),
 - des moyens de commande de ces divers éléments, reliés à un calculateur (14),
 - des moyens de comparaison entre :
 - d'une part, la consommation du moteur à combustion interne (1) en mode parallèle, défini comme un mode dans lequel l'arbre du moteur à combustion interne (1) entraîne les roues (5) via différents organes d'engrenages mécaniques, les deux lignes de transmissions mécaniques (12, 13) étant reliées au travers du dispositif de couplage (10), c'est à dire, la consommation dudit moteur à combustion interne (1) à un instant donné sans assistance électrique et,
 - d'autre part, une consommation équivalente calculée à partir de la consommation optimale du moteur à combustion interne (1) à laquelle s'ajoutent les pertes dues à l'activation de la chaîne électrique (3,4,9) du mode série, défini comme un mode dans lequel la traction du véhicule est assurée seule par la seconde machine électrique (4), les deux lignes de transmissions mécaniques étant séparées par le dispositif de couplage (10), une utilisation intermittente du moteur à combustion interne (1) dans une zone de fonctionnement optimal correspondant à la zone de moindre consommation de carburant permettant de recharger le système de stockage d'énergie électrique (3) régulièrement afin de répondre à une demande continue de puissance au niveau des roues (5).
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
2. Dispositif de motorisation selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une boîte de vitesse (11) disposée sur l'une des lignes de transmission de puissance mécanique (12, 13).
3. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 2, caractérisé en ce que les deux machines électriques (4, 9) sont dimensionnées à une puissance de l'ordre de 10 à 30 kW.
- 35

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le système de stockage d'énergie électrique (3) est de type à charge et décharge rapide.
5. Procédé de pilotage d'un dispositif de motorisation de véhicule hybride du type correspondant à l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il consiste à utiliser au moins deux modes d'architecture distincts :
- un mode parallèle dans lequel l'arbre du moteur à combustion interne (1) entraîne les roues (5) via différents organes d'engrenages mécaniques, les deux lignes de transmissions mécaniques (12, 13) étant reliées au travers du dispositif de couplage (10),
 - un mode série dans lequel la traction du véhicule est assurée seule par la seconde machine électrique (4), les deux lignes de transmissions mécaniques étant séparées par le dispositif de couplage (10), une utilisation intermittente du moteur à combustion interne (1) dans une zone de fonctionnement optimal correspondant à la zone de moindre consommation de carburant permettant de recharger le système de stockage d'énergie électrique (3) régulièrement afin de répondre à une demande continue de puissance au niveau des roues (5).
6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que le passage d'un mode à l'autre est déterminé par une étape de comparaison entre la consommation du moteur à combustion interne (1) en mode parallèle, c'est à dire, la consommation dudit moteur à combustion interne (1) à un instant donné sans assistance électrique, et une consommation équivalente calculée à partir de la consommation optimale du moteur à combustion interne (1) à laquelle s'ajoutent les pertes dues à l'activation de la chaîne électrique (3,4,9) du mode série.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 6, caractérisé en ce que, dans une configuration du véhicule en traction à faible puissance, le calculateur (14) utilise le mode série avec utilisation intermittente du moteur à combustion interne (1).
8. Procédé selon l'une des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que, en configuration de traction du véhicule à puissance normale, le calculateur (14) utilise le mode parallèle, et le moteur à combustion interne (1) est utilisé seul pour entraîner les roues (5).
9. Procédé selon l'une des revendications 5 à 8, caractérisé en ce que, en configuration de traction du véhicule à forte puissance, par exemple en cas d'accélération forte, le calculateur (14) utilise le mode parallèle, et les deux machines électriques (4, 9) sont utilisées en mode moteur pour entraîner les roues (5) conjointement au moteur à combustion interne (1).



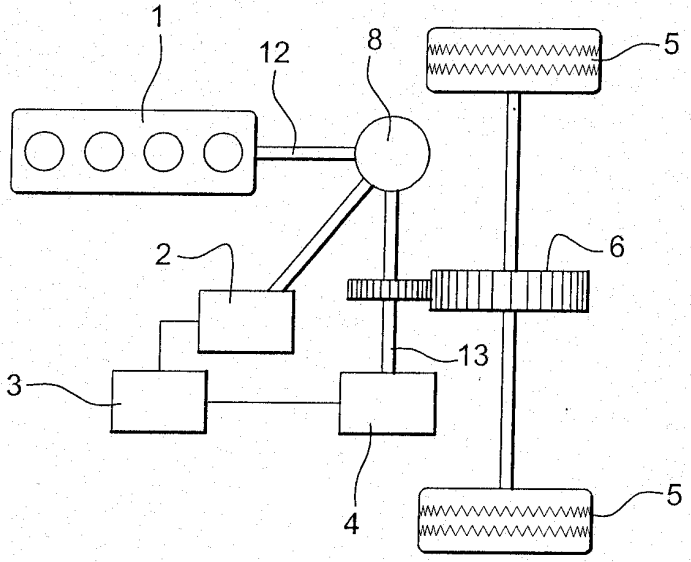


Fig. 3

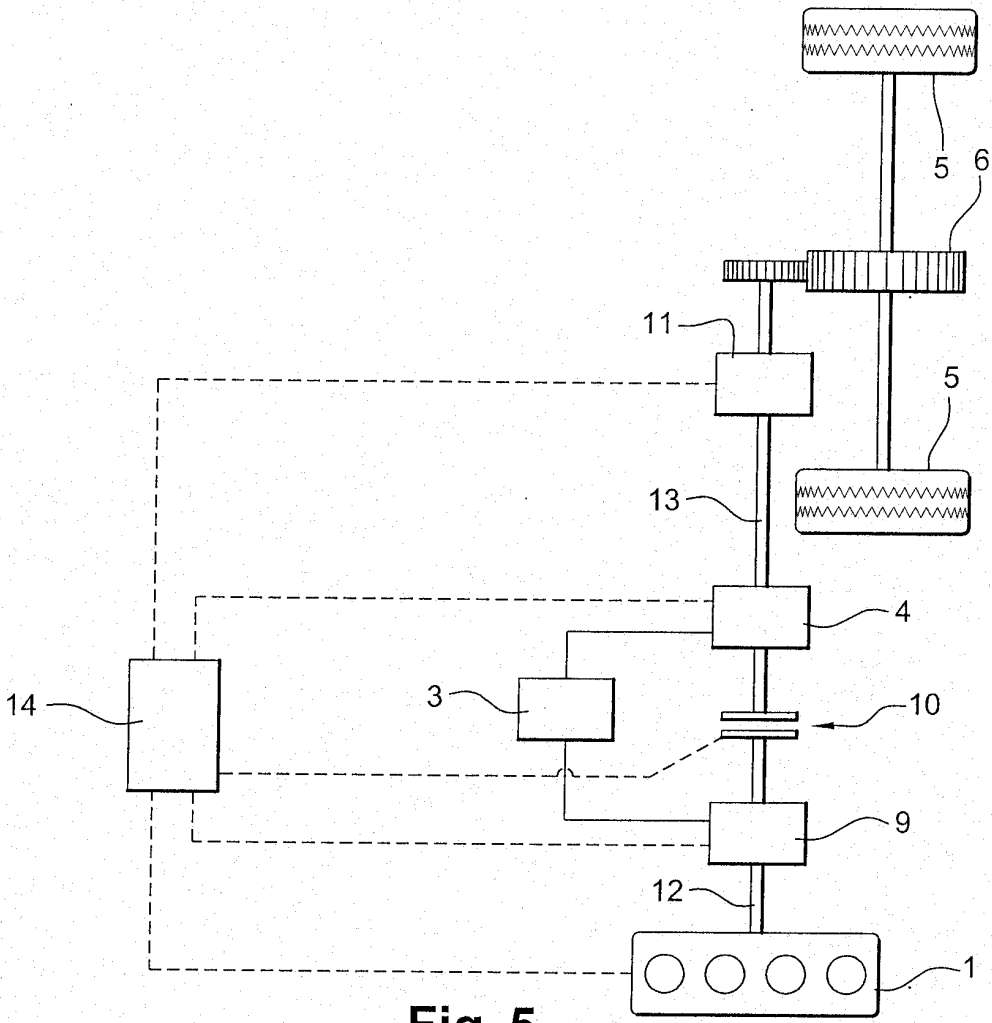


Fig. 5

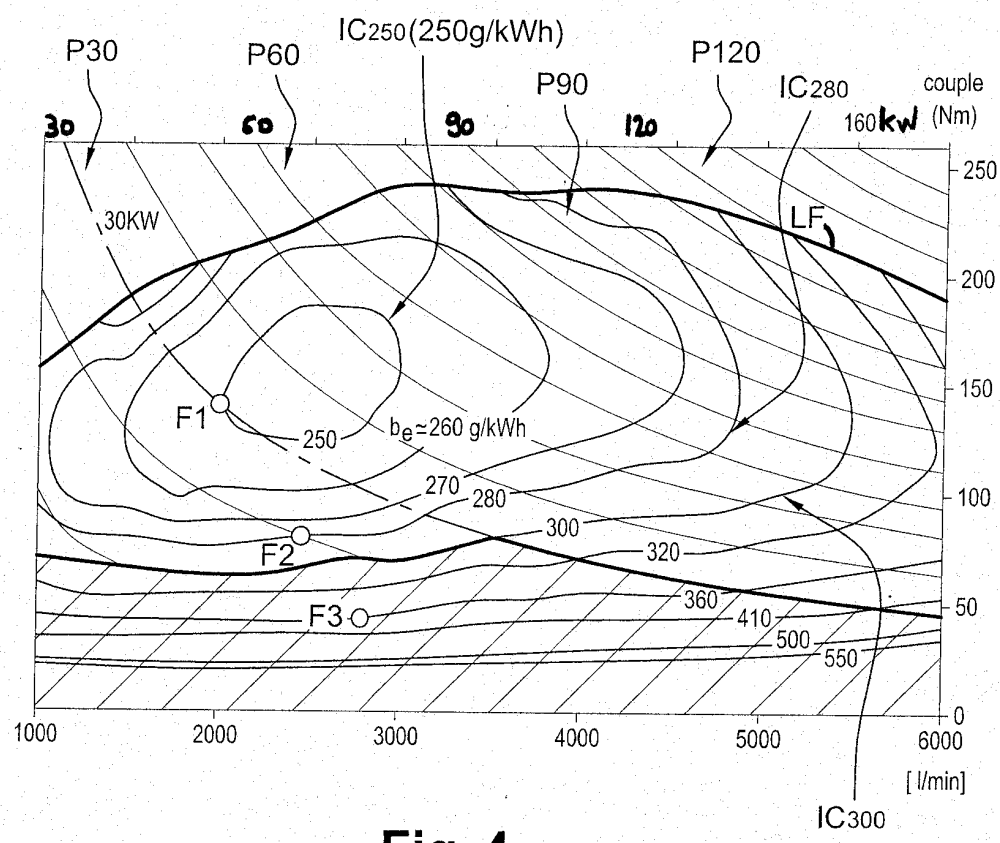


Fig. 4



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

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

FA 729656
FR 0906045

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	US 2003/217876 A1 (SEVERINSKY ALEX J [US] ET AL) 27 novembre 2003 (2003-11-27) * le document en entier *	1	B60K6/442 B60W20/00
A	DE 199 06 601 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 9 septembre 1999 (1999-09-09) * le document en entier *	1	
A	FR 2 907 745 A1 (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR]) 2 mai 2008 (2008-05-02) * le document en entier *	1	
A	US 2004/204286 A1 (STRIDSBERG LENNART [SE]) 14 octobre 2004 (2004-10-14) * le document en entier *	1	
A	US 2006/048988 A1 (DREIBHOLZ RALF [DE] ET AL) 9 mars 2006 (2006-03-09) * le document en entier *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B60W B60K
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
2 juillet 2010		Granier, Frédéric	
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 à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		
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 0906045 FA 729656**

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 **02-07-2010**

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
US 2003217876 A1	27-11-2003	AUCUN	

DE 19906601 A1	09-09-1999	JP 3401181 B2	28-04-2003
		JP 11229916 A	24-08-1999
		US 6201312 B1	13-03-2001

FR 2907745 A1	02-05-2008	EP 2074005 A1	01-07-2009
		WO 2008053107 A1	08-05-2008
		JP 2010507528 T	11-03-2010
		US 2010051366 A1	04-03-2010

US 2004204286 A1	14-10-2004	AUCUN	

US 2006048988 A1	09-03-2006	DE 102004043589 A1	06-04-2006
		JP 2006076567 A	23-03-2006
