

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2019/238732 A1**

(43) Date de la publication internationale  
19 décembre 2019 (19.12.2019)

(51) Classification internationale des brevets :

*F02D 41/38* (2006.01)      *F02M 63/02* (2006.01)  
*F02D 41/40* (2006.01)      *F02D 41/12* (2006.01)  
*B60W 20/15* (2016.01)

tual Property, 31100 TOULOUSE (FR). **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH** [DE/DE] ; Vahrenwalderstrasse, 9, 30165 Hanovre (DE).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2019/065304

(72) Inventeur : **CONSTANS, Fabien** ; CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE, Service Intellectual Property, 1, Avenue Paul Ourliac, 31100 TOULOUSE (FR).

(22) Date de dépôt international :

12 juin 2019 (12.06.2019)

(74) Mandataire : **MAJEWSKI, Marc** ; CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE, Service Intellectual Property, 1, Avenue Paul Ourliac, 31100 TOULOUSE (FR).

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

1855120      12 juin 2018 (12.06.2018)      FR

(81) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,

(71) Déposants : **CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE** [FR/FR] ; 1, Avenue Paul Ourliac, Intellec-

(54) Title: SYSTEM FOR CONTROLLING THE POWERTRAIN OF A HYBRID VEHICLE WITH MANAGEMENT OF EXCESS PRESSURE IN THE FUEL RAIL

(54) Titre : SYSTÈME DE COMMANDE DU GROUPE MOTOPROPULSEUR D'UN VÉHICULE HYBRIDE AVEC GESTION DE LA SURPRESSION DANS LA RAMPE D'INJECTION

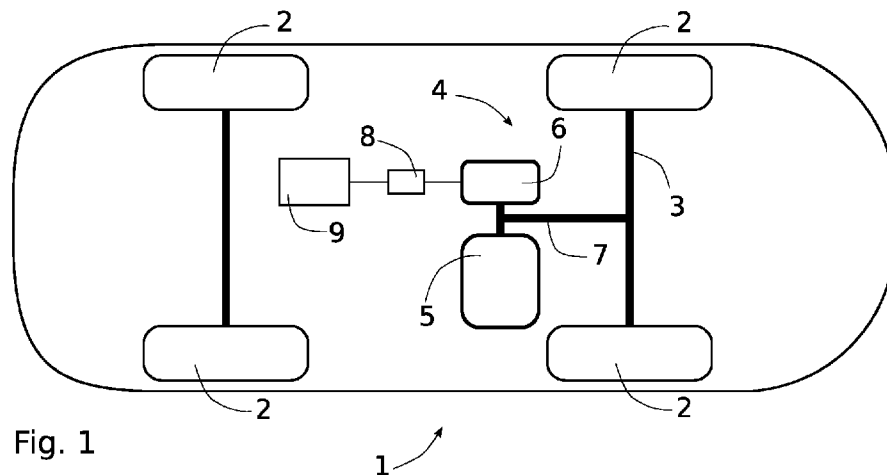


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a system for controlling the powertrain (4) of a hybrid vehicle (1) comprising an internal combustion engine (5), an electrical machine (6) and an electrical accumulator (9), the system performing the following steps: detecting excess pressure in the fuel rail (13) in relation to a setpoint pressure; injecting, into the internal combustion engine (5), a pre-determined quantity of fuel corresponding to the volume of fuel to be discharged from the fuel rail (13) in order to reduce the pressure in the fuel rail (13) to setpoint pressure; and controlling the electrical machine (6) in generator mode in order to absorb the couple generated by the injection of the pre-determined quantity of fuel into the internal combustion engine (5).

(57) Abrégé : Système de commande du groupe motopropulseur (4) d'un véhicule hybride (1) qui comporte un moteur à combustion interne (5), une machine électrique (6) et un accumulateur électrique (9), le système réalisant les étapes suivantes : ° détecter une surpression dans la rampe d'injection (13), par rapport à une pression de consigne; ° injecter dans le moteur à combustion interne (5) une quantité de carburant prédéterminée correspondant au volume de carburant à évacuer de la rampe d'injection (13) pour faire baisser la pression dans la rampe d'injection (13) jusqu'à la pression de consigne; ° commander la machine électrique (6) en mode générateur pour absorber le couple généré par l'injection de la quantité de carburant prédéterminée dans le moteur à combustion interne (5).

[Suite sur la page suivante]



WO 2019/238732 A1

MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,  
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,  
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,  
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée:**

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
-

**Système de commande du groupe motopropulseur d'un véhicule hybride avec gestion de la surpression dans la rampe d'injection**

L'invention concerne un système de commande du groupe motopropulseur d'un véhicule hybride qui comporte un moteur à combustion interne et une machine électrique.

La propulsion d'un tel véhicule hybride est assurée soit par son moteur à combustion interne, soit par sa machine électrique commandée pour agir en tant que

5 moteur de propulsion, soit par ces deux éléments conjointement.

La machine électrique d'un tel véhicule hybride est généralement apte à être commandée selon deux modes : un mode moteur dans lequel la machine électrique délivre un couple pour participer à la propulsion du véhicule, seul ou conjointement avec

10 le moteur à combustion, comme indiqué ci-dessus ; et un mode générateur dans lequel la machine électrique est utilisée pour charger un accumulateur électrique tel qu'un pack de batteries. Lorsque la machine électrique est commandée en mode générateur, elle absorbe un couple sur les éléments de transmission du véhicule, par exemple en ralentissant le véhicule, et génère à partir de ce couple une tension électrique permettant

15 la charge de l'accumulateur électrique. À l'inverse, lorsque la machine électrique est commandée en mode moteur, elle délivre un couple qui sera transmis aux éléments de transmission pour la propulsion du véhicule.

En ce qui concerne le moteur à combustion interne, ce dernier est généralement muni d'injecteurs associés à une rampe d'injection sous pression. La rampe

20 d'injection sous pression est mise à une pression déterminée et l'ouverture des injecteurs provoque une injection de carburant dans le moteur à combustion interne. La combustion du carburant injecté au sein du moteur permet à ce dernier de délivrer un couple pour participer à la propulsion du véhicule.

Un véhicule hybride connaît donc notamment deux phases de

25 fonctionnement :

- une phase de propulsion au cours de laquelle le moteur à combustion interne et/ou la machine électrique, commandée en mode moteur, délivrent un couple ;
  - une phase de régénération au cours de laquelle le véhicule hybride est freiné et l'accumulateur électrique est rechargé grâce au courant électrique produit par la
- 30 machine électrique commandée en mode générateur qui absorbe un couple.

Dans certaines conditions, les phases de régénération du véhicule hybride s'avèrent insuffisantes pour recharger l'accumulateur électrique de manière satisfaisante. Certains véhicules hybrides sont par ailleurs équipés d'un terminal électrique permettant le branchement du véhicule hybride à un réseau électrique. Une charge complémentaire

35 de l'accumulateur électrique peut donc avoir lieu lorsque le véhicule est stationné, grâce à

une borne de recharge pour véhicule électrique ou une prise électrique domestique. Cette phase de charge supplémentaire ne peut cependant avoir lieu que lorsque le véhicule est arrêté.

L'invention a pour but d'améliorer les véhicules hybrides de l'art antérieur en permettant une meilleure gestion de la charge de l'accumulateur électrique.

À cet effet, l'invention vise un système de commande du groupe motopropulseur d'un véhicule hybride qui comporte un moteur à combustion interne, une machine électrique et un accumulateur électrique, le système étant adapté à :

- injecter du carburant dans le moteur à combustion interne grâce à une rampe d'injection sous pression de sorte que le moteur à combustion interne délivre un couple qui participe à la propulsion du véhicule hybride ;
- commander la machine électrique selon l'un des modes parmi : un mode moteur dans lequel la machine électrique est alimentée électriquement par l'accumulateur électrique et délivre un couple qui participe à la propulsion du véhicule hybride ; et un mode générateur dans lequel la machine électrique absorbe un couple et charge l'accumulateur électrique.

Le système réalise les étapes suivantes selon l'invention :

- détecter une surpression dans la rampe d'injection, par rapport à une pression de consigne ;
- injecter dans le moteur à combustion interne une quantité de carburant prédéterminée correspondant au volume de carburant à évacuer de la rampe d'injection pour faire baisser la pression dans la rampe d'injection jusqu'à la pression de consigne ;
- commander la machine électrique en mode générateur pour absorber le couple généré par l'injection de la quantité de carburant prédéterminée dans le moteur à combustion interne.

L'invention est applicable à tout type de véhicule hybride, quelle que soit la puissance de sa machine électrique et son type de couplage avec le moteur à combustion interne, à partir du moment où la machine électrique peut être commandée en mode générateur.

L'invention permet d'augmenter le temps de charge global de l'accumulateur électrique, en mettant à profit les phases de propulsion du véhicule pour participer à la charge. En plus des séquences de charge qui ont lieu durant les phases de régénération, l'accumulateur électrique est en plus chargé durant certaines plages des phases de propulsion, lorsque le moteur à combustion interne est actif et nécessite une chute de pression dans sa rampe d'injection.

L'augmentation des plages de recharge de l'accumulateur électrique assure que ce dernier bénéficiera d'une charge moyenne plus élevée que les véhicules hybrides de l'art antérieur. L'invention est particulièrement avantageuse pour les véhicules hybrides ne disposant pas de terminal de connexion permettant la charge de l'accumulateur  
5 lorsque le véhicule hybride est stationné, ou lorsque le véhicule hybride, bien qu'étant muni de tels terminaux de charge, n'a pas accès au réseau électrique, ou encore lorsque les conditions de circulation du véhicule hybride font que les phases de régénération sont rares (par exemple circulation sur des grands axes routiers avec peu de phases de ralentissement et de freinage). L'invention est donc particulièrement avantageuse dans  
10 ces cas où les phases de régénération et les phases de charge sur le réseau électrique sont minimales. L'invention permet de compléter efficacement les phases de charge.

De plus, l'invention permet de simplifier le moteur à combustion interne qui ne nécessite alors aucun dispositif de chute de pression pour sa rampe d'injection. En effet, les moteurs à combustion interne ont généralement recours à de tels dispositifs de chute  
15 de pression pour pouvoir piloter la pression présente dans la rampe d'injection. En fonction notamment de son régime de rotation et du couple qui lui est demandé, un moteur à combustion interne requiert une pression d'injection qui peut être fortement variable. Pour un moteur Diesel à haute pression d'injection, par exemple, la pression d'injection peut être d'environ 2 500 bars à pleine charge et peut être d'environ 200 à  
20 300 bars lors d'une faible charge, par exemple au régime ralenti. La pression de la rampe d'injection a donc besoin de varier entre ces deux valeurs extrêmes et la diminution de pression dans la rampe d'injection est généralement mise en œuvre par des dispositifs de chute de pression tels que des dispositifs de fuite contrôlée au niveau des injecteurs ou des vannes de décharge disposées directement dans la rampe d'injection. Ces dispositifs  
25 permettent d'évacuer une portion du volume de carburant contenu dans la rampe de pression pour réaliser la chute de pression nécessaire. L'invention permet de se passer de tout dispositif de chute de pression en réalisant les chutes de pression nécessaires grâce à des phases d'injection de carburant qui, en plus de faire chuter la pression de la rampe d'injection, permettent la charge de l'accumulateur électrique. La suppression des  
30 éléments électromécaniques que sont les dispositifs de chute de pression de l'art antérieur entraîne une baisse de coût du moteur à combustion interne, ainsi que sa simplification, et une augmentation de sa fiabilité.

Le système de commande selon l'invention peut comporter les caractéristiques additionnelles suivantes, seules ou en combinaison :

- 35
- l'étape de détecter une surpression dans la rampe d'injection comporte une opération de comparaison de la pression de consigne avec la pression mesurée par un capteur de pression de la rampe d'injection ;

- ledit volume de carburant à évacuer de la rampe d'injection est converti en une masse de carburant à évacuer de la rampe d'injection pour déterminer la quantité de carburant prédéterminée ;
- 5 • le système réalise une étape de détermination du couple maximum que la machine électrique peut absorber en mode générateur, et de détermination de la quantité de carburant produisant un couple égal à ce couple maximum lorsqu'elle est injectée dans le moteur à combustion interne ;
- 10 • l'étape d'injecter dans le moteur à combustion interne la quantité de carburant prédéterminée est réalisée après une étape de détermination d'une masse de carburant pour chaque opération d'injection, qui est plafonnée par ledit couple maximum ;
- 15 • l'étape d'injecter dans le moteur à combustion interne la quantité de carburant prédéterminée est réalisée en convertissant la quantité de carburant prédéterminée en une première consigne de couple à appliquer durant une durée prédéterminée ;
- lors de l'étape d'injecter dans le moteur à combustion interne la quantité de carburant prédéterminée, une quantité supplémentaire de carburant est injectée, correspondant à une consigne de couple initial ;
- 20 • ladite consigne de couple initial est additionnée à ladite première consigne de couple pour obtenir une consigne de couple résultant qui est appliquée durant ladite durée prédéterminée ;
- l'étape de commander la machine électrique en mode générateur, pour absorber le couple généré par l'injection de la quantité de carburant prédéterminée, est réalisée pendant ladite durée prédéterminée.

25 Un exemple préféré de réalisation de l'invention va maintenant être décrit en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la **figure 1** est une représentation schématique d'un véhicule hybride ;
- la **figure 2** est un schéma du circuit d'injection du moteur à combustion interne du véhicule de la **figure 1** ;
- 30 – la **figure 3** est un diagramme illustrant le fonctionnement du système de commande selon l'invention.

La **figure 1** est une représentation schématique d'un véhicule hybride 1 mettant en œuvre l'invention, vu de dessus. Cette vue schématique montre les différents éléments concernés par l'invention.

35 Le véhicule hybride 1 comporte quatre roues 2 réparties selon deux essieux 3. Un groupe motopropulseur 4 est associé, dans cet exemple, à l'un des essieux 3. Ce

groupe motopropulseur 4 comporte un moteur à combustion interne 5 et une machine électrique 6 qui sont reliés à l'essieu 3 correspondant par une transmission 7.

Le moteur à combustion interne 5 et la machine électrique 6 (commandée en mode moteur) sont adaptés à propulser, conjointement ou séparément, le véhicule 1 via la transmission 7 qui entraîne la rotation des roues 2.

Le moteur à combustion interne 5 est un moteur muni d'un dispositif d'injection lui permettant d'être alimenté en carburant, de sorte que la combustion de ce carburant permette au moteur à combustion interne 5 de fournir une énergie mécanique pour la rotation des roues 2.

La machine électrique 6 est quant à elle électriquement reliée à un dispositif chargeur et onduleur 8 réversible, qui est lui-même électriquement relié à un accumulateur électrique 9.

L'accumulateur électrique 9 peut être tout dispositif apte à emmagasiner de l'énergie électrique. Il s'agit, dans le présent exemple, d'un pack de batteries lithium-ion, courantes dans le domaine des véhicules hybrides. Le dispositif chargeur-onduleur 8 est un dispositif électronique généralement muni de transistor de puissance et permettant d'une part, à partir d'un courant fourni par la machine électrique 6, de charger l'accumulateur électrique 9, et d'autre part, à partir d'un courant fourni par l'accumulateur électrique 9, d'alimenter la machine électrique 6. La machine électrique 6 peut ainsi être commandée selon deux modes :

- un mode moteur dans lequel elle est alimentée électriquement par l'accumulateur électrique 9, via le dispositif 8 fonctionnant en onduleur, pour délivrer un couple et participer à la propulsion du véhicule via la transmission 7 ; et
- un mode générateur dans lequel la machine électrique 6 est cette fois-ci entraînée en rotation par la transmission 7 de sorte à produire un courant et charger ainsi l'accumulateur électrique 9 via le dispositif 8 fonctionnant en chargeur.

De manière classique pour un véhicule hybride, le véhicule 1 peut fonctionner selon au moins deux phases :

- une phase de propulsion dans laquelle le groupe motopropulseur 4 transmet une puissance aux roues 2. Dans cette phase, le véhicule 1 est motorisé soit par le moteur à combustion interne 5 seul, soit par la machine électrique 6 seule commandée en mode moteur, soit par le moteur à combustion interne 5 et la machine électrique 6 commandée en mode moteur, tous les deux associés ;
- une phase de régénération dans laquelle les roues 2 transmettent une puissance au groupe motopropulseur 4 (par exemple en descente ou lors d'une phase de ralentissement volontaire), cette puissance générant un couple que la

transmission 7 transmet à la machine électrique 6 seule. La machine électrique 6 est alors commandée en mode générateur et, en absorbant un couple, cette dernière délivre un courant pour la charge de l'accumulateur 9.

Le véhicule hybride 1 consomme ainsi de l'énergie issue du carburant alimentant le moteur à combustion interne 6 ou de l'énergie électrique accumulée dans l'accumulateur électrique 9 pour délivrer un couple via la transmission 7, ou au contraire, absorbe un couple transmis par la transmission 7 pour charger l'accumulateur électrique 9.

Selon une variante non représentée, le dispositif chargeur/onduleur 8 comporte une prise de connexion externe permettant la connexion électrique à un réseau électrique externe pour la charge d'appoint de l'accumulateur électrique 9.

La **figure 2** représente schématiquement le système d'injection du moteur à combustion interne 5 qui équipe le véhicule hybride 1 de la **figure 1**.

Dans le présent exemple, le moteur à combustion interne 5 est un moteur Diesel à quatre cylindres. Le système d'injection 10 comporte un réservoir de carburant 11, une pompe à injection 12, une rampe d'injection 13, quatre injecteurs 14 correspondant aux quatre cylindres du moteur, et une unité de contrôle moteur 15.

Le carburant du réservoir de carburant 11 est fourni à la pompe à injection 12 grâce à une pompe à carburant 16. La pompe à injection 12 met en pression le carburant dans la rampe d'injection 13. Les injecteurs 14 sont en communication de fluide avec la rampe d'injection 13 et sont commandés par l'unité de contrôle moteur 15, de sorte que l'unité de contrôle moteur 15 est apte à ouvrir chaque injecteur 14 pour qu'il réalise une séquence d'injection à la pression régnant dans la rampe d'injection 13.

L'unité de contrôle moteur 15 est de plus reliée à un capteur de pression 17 qui mesure la pression régnant dans la rampe d'injection 13. L'unité de contrôle moteur 15 est également reliée à la pompe à injection 12 pour son pilotage. L'unité de contrôle moteur 15 peut ainsi mesurer la pression régnant dans la rampe d'injection 13 et faire varier cette pression en pilotant la pompe à injection 12.

L'unité de contrôle moteur 15 est par ailleurs reliée, directement ou indirectement, à la machine électrique 6.

L'unité de contrôle moteur 15 peut bien entendu comporter des connexions supplémentaires pour des dispositifs connus utilisés classiquement dans les véhicules automobiles, par exemple des connexions vers des capteurs d'arbre à cames, de températures diverses, etc., ou vers d'autres actionneurs. Sur la **figure 2**, seuls les éléments nécessaires à la compréhension de l'invention ont été représentés.

Selon cet exemple, le moteur à combustion interne 5 est un moteur à haute pression d'injection dont les pressions nécessaires pour l'injection sont de, par exemple, 2

500 bars à pleine charge, et de l'ordre de 200 à 300 bars au régime de ralenti. Ainsi, lorsque le moteur 5 monte en charge, l'unité de contrôle moteur 15 détermine une pression de consigne pour le point de fonctionnement moteur visé. L'unité de contrôle moteur détecte ensuite, grâce au capteur de pression 17, que la pression dans la rampe d'injection 13 doit être augmentée, et pilote la pompe à injection 12 en conséquence. À l'inverse, lorsque la charge baisse, par exemple lorsque le conducteur lève le pied de la pédale d'accélérateur, l'unité de contrôle moteur 15 détermine une nouvelle valeur de consigne pour la pression d'injection et pilote en conséquence les injecteurs 14 pour réaliser la baisse de pression nécessaire dans la rampe d'injection 13 et réaliser conjointement une phase de charge de l'accumulateur électrique 9 grâce à la machine électrique 6 commandée en mode générateur.

La **figure 3** illustre en détail le fonctionnement du système mis en œuvre par l'unité de contrôle moteur 15 lorsqu'une baisse de pression de la rampe d'injection 13 est nécessaire.

La **figure 3** est un diagramme illustrant le fonctionnement du système de commande du groupe motopropulseur 4 selon l'invention. Lorsqu'une baisse de pression est nécessaire dans la rampe d'injection 13, l'unité de contrôle moteur 15 met à profit cette opération de baisse de pression mise en œuvre par les injecteurs 14 pour procéder à une opération de charge de l'accumulateur 9.

L'unité de contrôle moteur pilote par ailleurs classiquement le moteur à combustion interne 5 à l'aide de cartographies moteurs connues pour lesquelles, à chaque point de fonctionnement moteur correspond une pression de consigne dans la rampe d'injection 13, qui correspond elle-même à la pression d'injection que l'on souhaite obtenir au niveau des injecteurs 14 pour ce point de fonctionnement moteur. L'unité de contrôle moteur 15 pilote en conséquence la pompe à injection 12 pour suivre cette pression de consigne.

Le système démarre par la détection du besoin d'une chute de pression dans la rampe d'injection 13. Ainsi, lors d'une première étape 20, l'unité de contrôle moteur 15 compare la pression de consigne pour la rampe d'injection 13 avec la mesure de la pression réelle régnant dans la rampe d'injection 13, grâce au capteur de pression 17. La réception de la pression mesurée par le capteur 17 est schématisée par la flèche 21 de la **figure 3**. Lorsque, à cette étape 20, l'unité de contrôle moteur 15 établit que la différence entre la pression réelle de la rampe d'injection 13 et la pression de consigne (pour un point de fonctionnement moteur visé) est supérieure à un seuil, la détection d'un besoin de chute de pression dans la rampe d'injection 13 est réalisée. À l'étape 20, l'unité de contrôle moteur 15 calcule la différence de pression entre la pression réelle mesurée dans

la chambre d'injection 13 et la pression de consigne, c'est-à-dire la valeur de la chute de pression souhaitée pour la rampe d'injection 13.

Lorsqu'un besoin de chute de pression dans la rampe d'injection 13 est détecté au niveau de l'étape 20, le système passe à une étape 22 au cours de laquelle l'unité de contrôle moteur 15 calcule le volume de carburant qu'il faut extraire de la rampe d'injection 13 pour que cette dernière parvienne à la pression de consigne. L'unité de contrôle moteur 15 utilise à cet effet, de manière connue, le module d'élasticité du carburant pour en déduire ce volume à extraire, celui-ci étant dépendant de la pression et de la température. Le volume déterminé à l'étape 22 correspond au volume de carburant qu'il sera nécessaire d'injecter dans le moteur à combustion interne 5 grâce aux injecteurs 14, dans le but de ramener la rampe d'injection 13 à la pression de consigne.

Le système passe ensuite à des étapes 23 et 24 qui peuvent être réalisées indépendamment l'une de l'autre.

À l'étape 23, l'unité de contrôle moteur 15 convertit le volume de carburant à injecter déterminé à l'étape 22 en masse de carburant à injecter. L'unité de contrôle moteur 15 dispose à cet effet d'une table de masse volumique du carburant pour une pression et une température donnée.

À l'étape 24, l'unité de contrôle moteur 15, qui est reliée à la machine électrique 6, reçoit de cette dernière une information 25 relative au couple maximum que la machine électrique 6 peut absorber lorsqu'elle est commandée en mode générateur. En effet, en fonction de la puissance de la machine électrique 6, cette dernière est caractérisée par une valeur maximale de couple qu'elle peut transformer en un courant électrique. À l'étape 24, l'unité de contrôle moteur 15, à partir de cette information 25, convertit cette valeur de couple maximum en une valeur de masse maximale de carburant à injecter lors de chaque opération d'injection par un injecteur 14. Plus précisément, lors de cette étape 24, l'unité de contrôle moteur 15 détermine la quantité de carburant à injecter dans le moteur à combustion interne 5 pour que ce dernier atteigne le couple maximum donné par l'information 25. De plus, lorsque le moteur à combustion interne 5 tourne, un certain nombre d'opérations d'injection ont lieu dans les cylindres de ce moteur, chaque injecteur 14 procédant à une opération d'injection (comportant un ou plusieurs jets de carburant à l'intérieur du cylindre correspondant). L'étape 24 permet donc de déterminer la quantité maximale à injecter pour chaque opération d'injection de chaque injecteur 14, et ce pour que le moteur à combustion interne 5 fournisse le couple maximal correspondant à l'information 25 reçue. En variante, l'information 25 est mémorisée dans l'unité de contrôle moteur 15 plutôt que d'être reçue de la machine électrique 6.

Suite à l'étape 23 et à l'étape 24, l'unité de contrôle moteur 15 dispose donc de la masse de carburant qu'il doit injecter pour réaliser la chute de pression voulue pour la rampe d'injection 13, et dispose de la masse maximale qu'il doit injecter à chaque opération d'un injecteur 14 pour que la machine électrique 6 soit en capacité d'absorber le couple produit par ces opérations d'injection, c'est à dire qu'elle soit en capacité de transformer ce couple en énergie électrique destinée au chargement de l'accumulateur électrique 9.

Le système passe ensuite à l'étape 25 au cours de laquelle l'unité de contrôle moteur 15 calcule la masse de carburant à injecter lors de chaque opération de chaque injecteur 14 et du nombre d'opérations d'injection nécessaire. En effet, si la masse totale à injecter (déterminée à l'étape 23) est supérieure à la masse de carburant maximale par opération d'injection déterminée à l'étape 24 (ce qui est généralement le cas), cela signifie qu'il faudra plusieurs opérations d'injection pour parvenir à injecter la masse de carburant déterminée à l'étape 23, chacune de ces opérations d'injection étant plafonnée à la valeur maximale déterminée à l'étape 24. En pratique, pour un moteur à combustion interne conventionnel, il sera généralement nécessaire de procéder à plusieurs centaines d'opérations d'injection pour réaliser une chute importante de pression dans la rampe d'injection 13. L'étape 25 permet donc à l'unité de contrôle moteur 15 de déterminer ce nombre d'opérations d'injection nécessaire, ainsi que la masse de carburant à injecter lors de chacune de ces opérations d'injection (cette masse de carburant à injecter étant plafonnée par les caractéristiques de la machine électrique 6).

Le système passe ensuite à une étape 26 au cours de laquelle l'unité de contrôle moteur 15 convertit ces valeurs issues de l'étape 25 en une valeur de couple à fournir par le moteur à combustion interne 5 et une durée prédéterminée (ci-après dénommée « durée D ») pendant lequel ce couple devra être fourni. Les cartographies moteur disponibles dans l'unité de contrôle moteur 15 sont en effet aptes à déterminer :

- le couple dénommé « couple de décharge CD » qui, s'il est donné en consigne au moteur 5, entraîne l'injection de la quantité de carburant déterminée à l'étape 25 pour chaque opération d'injection ;
- la durée D pendant laquelle ce couple de décharge CD devra être donné en consigne au moteur 5 pour que le nombre d'opérations d'injection déterminé à l'étape 25 soit réalisé.

Autrement dit, l'étape 26 détermine le couple de décharge CD qui correspond au couple qu'il faudrait donner comme consigne au moteur 5 pendant la durée D pour aboutir à l'injection de toute la masse de carburant déterminée à l'étape 23, c'est-à-dire de toute la masse de carburant qu'il est nécessaire d'extraire de la rampe d'injection 13 pour que cette dernière parvienne à la pression de consigne.

À l'étape 27 suivante, l'unité de contrôle moteur 15 détermine un couple résultant (ci-après dénommé « couple résultant CR ») en additionnant le couple déterminé à l'étape 26 et le couple donné en consigne au moteur 5 pour le point de fonctionnement moteur en cours (ci-après dénommé « couple initial CI »). En effet, le moteur à combustion interne 5 est en cours de fonctionnement et il est possible que durant la mise en œuvre des étapes décrites, et indépendamment de ces étapes, un couple CI soit demandé au moteur à combustion interne 5, par exemple par l'action du conducteur. Dans ce cas, le moteur à combustion interne 5 doit fournir ce couple CI demandé pour la propulsion du véhicule hybride 1, et doit fournir en plus, selon l'invention, le couple nécessaire à la chute de pression dans la rampe d'injection 13, ce dernier étant fourni pendant la durée D. Durant l'étape 27, l'unité de contrôle moteur 15 procède donc à l'addition de ces deux valeurs de couple et détermine ainsi le couple total à fournir par le moteur à combustion interne 5 pendant la durée D. Au-delà de la durée D, la consigne de couple pour le moteur 5 reviendra à sa valeur initiale CI correspondant au point de fonctionnement moteur en cours, sans être affectée par les questions de baisse de pression dans la rampe d'injection 13.

À l'étape 28, l'unité de contrôle moteur 15 met en place, comme nouveau couple de consigne donné au moteur 5, le couple résultant CR déterminé à l'étape 27. Plus précisément, à l'étape 28, l'unité de contrôle moteur 15 va classiquement appliquer ses cartographies au moteur à combustion interne 5 mais en requérant comme consigne de couple le couple résultant CR et non plus le couple initial CI, et ce pendant la durée D. Le moteur à combustion interne 5 sera donc piloté par l'unité de contrôle moteur 15 (quantité d'injection, temps d'injection, gestion générale du moteur), de sorte qu'il fournisse pendant la durée D le couple résultant CR qui est la somme du couple initial CI, qui permet la propulsion requise pour le véhicule, et du couple de décharge CD, qui permet la chute de pression voulue dans la rampe d'injection 13.

Notons que le couple CI donné en consigne au moteur 5 peut être nul, par exemple dans une phase de décélération où le conducteur lève le pied de l'accélérateur. Le couple résultant CR sera alors égal au couple de décharge CD et sera donnée en consigne au moteur 5 pendant la durée D, la consigne de couple pour le moteur 5 revenant à zéro en fin de durée D.

Simultanément à l'étape 28, lors de l'étape 29, l'unité de contrôle moteur 15 émet une requête de couple négatif destinée à la machine électrique 6, ce couple négatif correspondant en valeur absolue au couple résultant CR. L'étape 29 consiste pour l'unité de contrôle moteur 15 à commander la machine électrique 6 en mode générateur en lui donnant la valeur du couple résultant comme consigne de couple à absorber, et ce pendant la durée D.

Les étapes 28 et 29 se déroulent pendant la durée D. Pendant cette durée D, le couple de décharge CD est produit par le moteur à combustion interne 5 (en plus de l'éventuel couple initial CI) et est simultanément absorbé par la machine électrique 6 commandée en mode générateur. Du point de vue du conducteur du véhicule hybride 1, le couple de décharge CD est absorbé simultanément à sa production et cela est donc imperceptible et n'affecte pas la propulsion du véhicule hybride 1.

La requête de couple négatif de l'étape 29 entraîne la machine électrique 6 à fournir un courant électrique qui est utilisé par le dispositif 8 agissant en chargeur pour la recharge de l'accumulateur électrique 9.

La chute de pression dans la rampe d'injection 13 est ainsi réalisée en une durée D, grâce à une opération permettant de charger l'accumulateur électrique 9 pendant cette durée D, et ce dans un moteur à combustion interne 5 dépourvu de tout autre système dédié à la réalisation des chutes de pression dans la rampe d'injection 13. D'autres variantes de réalisation du système peuvent être mises en œuvre sans sortir du cadre de l'invention. Par exemple, le système peut être mis en œuvre par un véhicule hybride 1 comportant tout type de moteur à combustion interne 5 muni d'un dispositif d'injection de carburant à rampe d'injection, par exemple un moteur à injection directe ou indirecte, et alimenté par tout carburant tel que essence, diesel, gaz de pétrole liquéfié, gaz naturel, ou tout autre carburant.

En ce qui concerne la machine électrique 6 du véhicule hybride 1, cette dernière peut être d'un quelconque type qui soit adapté à absorber un couple produit par le moteur à combustion interne 5 pour le transformer en énergie électrique. Il peut s'agir d'une machine électrique respectivement de faible, de moyenne, ou de forte puissance (correspondant respectivement à des véhicules « micro hybride », « hybride léger » ou « hybride complet »), et être couplée au moteur à combustion interne 5 par tout moyen connu, par exemple par un accouplement direct mécanique ou par courroie.

L'accumulateur électrique 9 du présent exemple est un pack de batteries lithium-ion, mais le système selon l'invention est bien entendu applicable à tous types de batteries d'accumulateur électrique qui peuvent être chargées par une machine électrique 6 telles que des batteries au plomb ou des condensateurs.

## REVENDICATIONS

1. Système de commande du groupe motopropulseur (4) d'un véhicule hybride (1) qui comporte un moteur à combustion interne (5), une machine électrique (6) et un  
5 accumulateur électrique (9), le système étant adapté à :

- injecter du carburant dans le moteur à combustion interne (5) grâce à une rampe d'injection (13) sous pression de sorte que le moteur à combustion interne (5) délivre un couple qui participe à la propulsion du véhicule hybride (1) ;
- commander la machine électrique (6) selon l'un des modes parmi : un mode  
10 moteur dans lequel la machine électrique (6) est alimentée électriquement par l'accumulateur électrique (9) et délivre un couple qui participe à la propulsion du véhicule hybride (1) ; et un mode générateur dans lequel la machine électrique (6) absorbe un couple et charge l'accumulateur électrique (9) ;
- le système étant **caractérisé en ce qu'il** réalise les étapes suivantes :  
15
  - détecter une surpression dans la rampe d'injection (13), par rapport à une pression de consigne ;
  - injecter dans le moteur à combustion interne (5) une quantité de carburant prédéterminée correspondant au volume de carburant à évacuer de la rampe d'injection (13) pour faire baisser la pression dans la rampe d'injection (13)  
20 jusqu'à la pression de consigne ;
  - commander la machine électrique (6) en mode générateur pour absorber le couple généré par l'injection de la quantité de carburant prédéterminée dans le moteur à combustion interne (5).

2. Système selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'étape de détecter  
25 une surpression dans la rampe d'injection (13) comporte une opération de comparaison de la pression de consigne avec la pression mesurée par un capteur de pression (17) de la rampe d'injection (13).

3. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit volume de carburant à évacuer de la rampe d'injection (13) est converti en  
30 une masse de carburant à évacuer de la rampe d'injection (13) pour déterminer la quantité de carburant prédéterminée.

4. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** réalise une étape de détermination du couple maximum que la machine électrique (6) peut absorber en mode générateur, et de détermination de la quantité de

carburant produisant un couple égal à ce couple maximum lorsqu'elle est injectée dans le moteur à combustion interne (5).

5. Système selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'étape d'injecter dans le moteur à combustion interne (5) la quantité de carburant prédéterminée est réalisée après une étape de détermination d'une masse de carburant pour chaque opération d'injection, qui est plafonnée par ledit couple maximum.

6. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'étape d'injecter dans le moteur à combustion interne (5) la quantité de carburant prédéterminée est réalisée en convertissant la quantité de carburant prédéterminée en une première consigne de couple à appliquer durant une durée prédéterminée.

7. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, lors de l'étape d'injecter dans le moteur à combustion interne (5) la quantité de carburant prédéterminée, une quantité supplémentaire de carburant est injectée, correspondant à une consigne de couple initial.

8. Système selon la revendication 7 lorsqu'elle dépend de la revendication 6, **caractérisé en ce que** ladite consigne de couple initial est additionnée à ladite première consigne de couple pour obtenir une consigne de couple résultant qui est appliquée durant ladite durée prédéterminée.

9. Système selon l'une des revendications 6 à 8, **caractérisé en ce que** l'étape de commander la machine électrique (6) en mode générateur, pour absorber le couple généré par l'injection de la quantité de carburant prédéterminée, est réalisée pendant ladite durée prédéterminée.

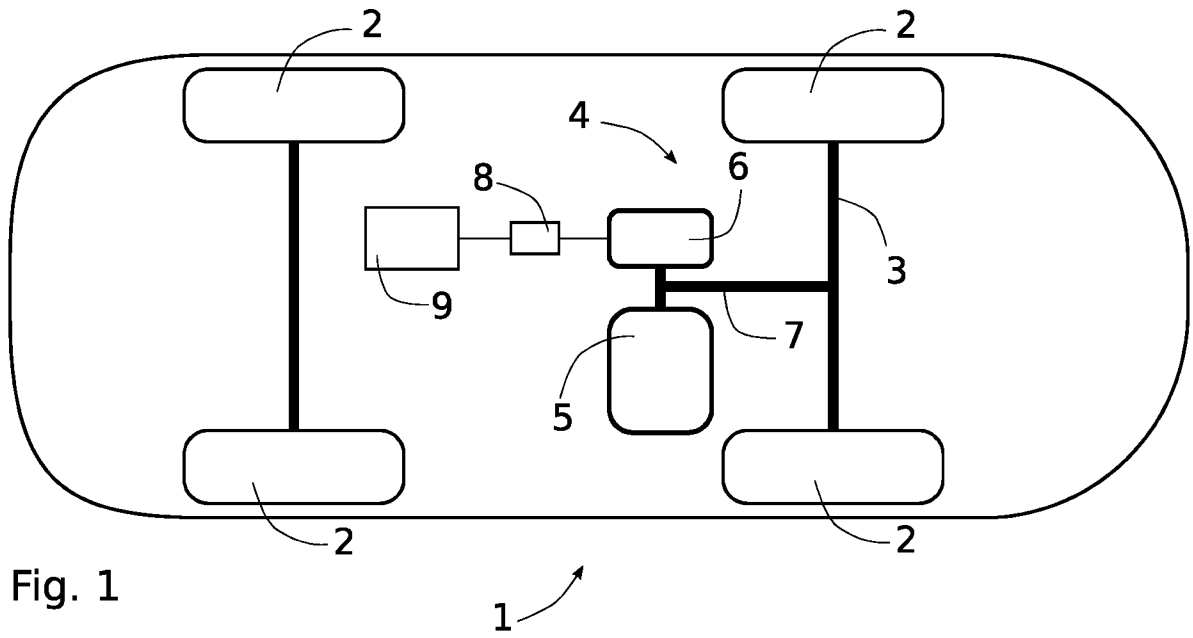


Fig. 1

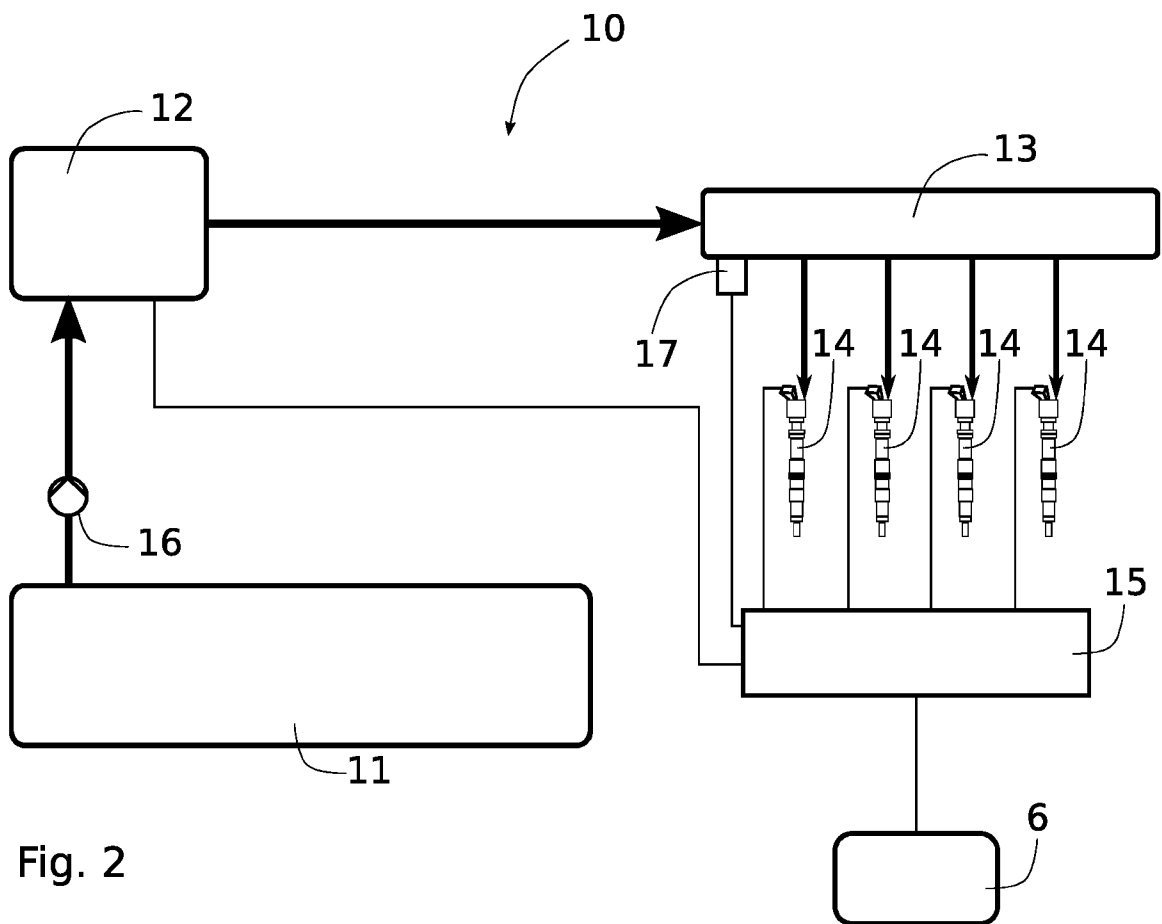
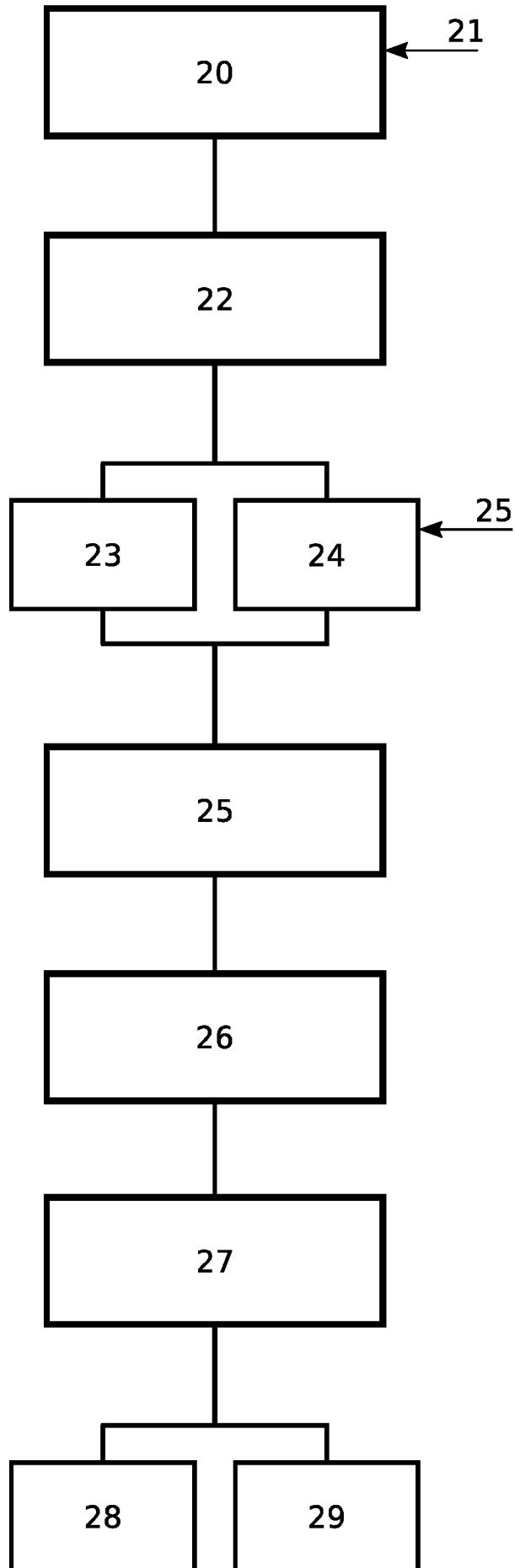


Fig. 2

Fig. 3



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2019/065304**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>F02D 41/38</i> (2006.01)i; <i>F02D 41/40</i> (2006.01)i; <i>B60W 20/15</i> (2016.01)i; <i>F02M 63/02</i> (2006.01)i; <i>F02D 41/12</i> (2006.01)n		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F02D; B60W; F02M		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6823840 B1 (TAMAI GORO [US] ET AL) 30 November 2004 (2004-11-30) column 5, line 54 - column 7, line 36; figures	1-9
A	DE 10002132 A1 (SIEMENS AG [DE]) 02 August 2001 (2001-08-02) column 3 - column 5; figures	1-9
A	US 2017328297 A1 (PARK SU YOUNG [KR]) 16 November 2017 (2017-11-16) paragraph [0001] - paragraph [0017]; figures	1-9
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>02 July 2019</b>		Date of mailing of the international search report <b>12 July 2019</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Aign, Torsten</b>  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2019/065304**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	6823840	B1	30 November 2004	DE	102004039838	A1	17 March 2005
				JP	3959084	B2	15 August 2007
				JP	2005163780	A	23 June 2005
				US	6823840	B1	30 November 2004
<hr/>							
DE	10002132	A1	02 August 2001	NONE			
<hr/>							
US	2017328297	A1	16 November 2017	CN	107366583	A	21 November 2017
				DE	102016222369	A1	16 November 2017
				KR	101766140	B1	07 August 2017
				US	2017328297	A1	16 November 2017
<hr/>							

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2019/065304

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> INV. F02D41/38 F02D41/40 B60W20/15 F02M63/02 ADD. F02D41/12		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b> Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F02D B60W F02M		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 6 823 840 B1 (TAMAI GORO [US] ET AL) 30 novembre 2004 (2004-11-30) colonne 5, ligne 54 - colonne 7, ligne 36; figures -----	1-9
A	DE 100 02 132 A1 (SIEMENS AG [DE]) 2 août 2001 (2001-08-02) colonne 3 - colonne 5; figures -----	1-9
A	US 2017/328297 A1 (PARK SU YOUNG [KR]) 16 novembre 2017 (2017-11-16) alinéa [0001] - alinéa [0017]; figures -----	1-9
<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 2 juillet 2019		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 12/07/2019
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Aign, Torsten

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2019/065304

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6823840	B1	30-11-2004	DE 102004039838 A1	17-03-2005
			JP 3959084 B2	15-08-2007
			JP 2005163780 A	23-06-2005
			US 6823840 B1	30-11-2004
-----				
DE 10002132	A1	02-08-2001	AUCUN	
-----				
US 2017328297	A1	16-11-2017	CN 107366583 A	21-11-2017
			DE 102016222369 A1	16-11-2017
			KR 101766140 B1	07-08-2017
			US 2017328297 A1	16-11-2017
-----				