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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
07 décembre 2017 (07.12.2017)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2017/207916 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H04Q 9/00 (2006.01) *F02D 41/00* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2017/051346

(22) Date de dépôt international :
30 mai 2017 (30.05.2017)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1654909 31 mai 2016 (31.05.2016) FR

(71) Déposants : **CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE** [FR/FR] ; 1, Avenue Paul Ourliac, Intellectual Property, 31100 TOULOUSE (FR). **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH** [DE/DE] ; Vahrenwalderstrasse, 9, 30165 Hanovre (DE).

(72) Inventeurs : **MOUISSE, Henri** ; 42, rue Pierre d'Aragon, 31200 TOULOUSE (FR). **BONNASSIES, Davy** ; 2, avenue des Pyrénées, 65430 SOUES (FR).

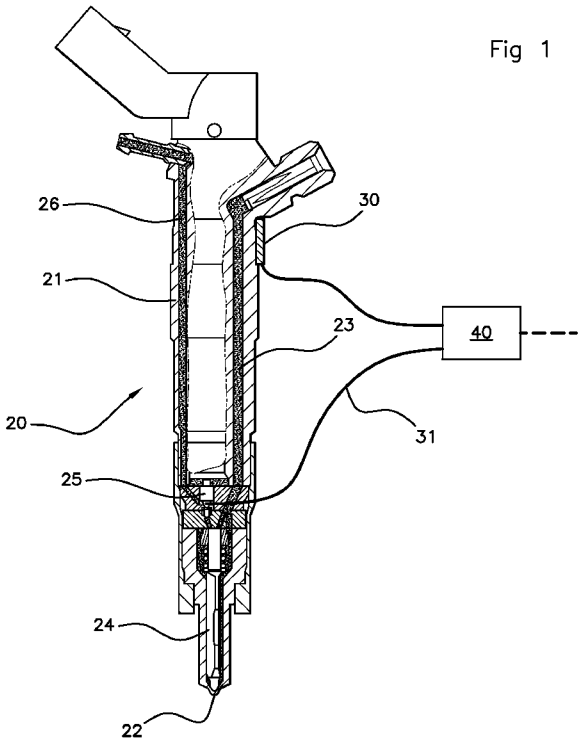
(74) Mandataire : **CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE** ; 1, Avenue Paul Ourliac, Intellectual Property, 31100 TOULOUSE (FR).

(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, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,

(54) Title: METHOD FOR DETECTING THE FAILURE OF A SOFTWARE SOLUTION FOR ESTIMATING THE MOMENT OF INTERRUPTION OF A FUEL INJECTION OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Titre : PROCÉDÉ DE DÉTECTION DE LA DÉFAILLANCE D'UNE SOLUTION LOGICIELLE D'ESTIMATION DE L'INSTANT D'INTERRUPTION D'UNE INJECTION DE CARBURANT D'UN MOTEUR À COMBUSTION INTERNE

Fig 1



(57) Abstract: The method for detecting the failure of a software solution configured to generate data representing the moment of interruption of a fuel injection of an internal combustion engine comprises the steps of: · acquiring (11) data via data acquisition means (40) connected to measuring means attached to an injector body and configured to send data representing moments when an injection nozzle (22) is blocked, · recording (12) the data generated by the software solution and the data sent by the measuring means, over a predefined period, · synchronising (14) the data generated by the software solution and the data sent by the measuring means, ·

WO 2017/207916 A1

[Suite sur la page suivante]

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), eurasien (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))*

comparing (15) the data generated by the software solution and the data sent by the measuring means, the software solution being considered as failing, when predefined criteria are not met.

(57) Abrégé : Le procédé de détection de la défaillance d'une solution logicielle configurée pour générer des données représentatives de l'instant d'interruption d'une injection de carburant d'un moteur à combustion interne comprend des étapes : · d'acquisition (11) de données par des moyens d'acquisition de données (40) connectées à des moyens de mesure fixés à un corps d'injecteur et configurés pour émettre des données représentatives d'instants d'obturation d'une buse (22) d'injection, · d'enregistrement (12) des données générées par la solution logicielle et des données émises par les moyens de mesure, sur une durée prédéfinie, · de synchronisation (14) des données générées par la solution logicielle et des données émises par les moyens de mesure, · de comparaison (15) des données générées par la solution logicielle et des données émises par les moyens de mesure, la solution logicielle étant considérée comme défaillante lorsqu'ils ne répondent pas à des critères prédéfinis.

Procédé de détection de la défaillance d'une solution logicielle d'estimation de l'instant d'interruption d'une injection de carburant d'un moteur à combustion interne

L'invention s'inscrit dans le domaine de l'injection de carburant dans un moteur à combustion interne installé dans un véhicule, et concerne plus particulièrement un procédé de détection de la défaillance d'une solution logicielle d'estimation de l'instant d'interruption d'une injection de carburant d'un moteur à combustion interne.

Parmi les dispositifs d'injection de carburant dans une chambre de combustion d'un moteur à combustion interne, il existe les injecteurs à commande indirecte, par exemple mettant en œuvre un actionneur du type servovalve hydro-électrique. Ces injecteurs comprennent généralement un corps d'injecteur sensiblement cylindrique, à travers lequel un canal principal d'injection, destiné à contenir un carburant à haute pression, typiquement environ deux mille bars, s'étend axialement d'une entrée d'arrivée du carburant jusqu'à un ou des trous d'injections ménagés dans un siège d'étanchéité d'une buse d'un corps de l'injecteur. La buse d'injection est configurée pour être obturée de manière étanche par une première extrémité d'une aiguille agencée en translation dans le corps de l'injecteur. Une chambre de commande, reliée au canal principal, est disposée à une seconde extrémité de l'aiguille, de sorte que, par application d'une force sur ladite seconde extrémité de l'aiguille, le carburant à haute pression est apte à maintenir l'aiguille contre le siège d'étanchéité, obturant la buse d'injection. Une servovalve hydro-électrique comprenant un actionneur piézoélectrique est configurée, dans la chambre de commande, de sorte à pouvoir générer un courant de fuite de carburant vers un canal de dérivation, ayant pour effet de faire chuter la pression localement sur la seconde extrémité de l'aiguille. Cette baisse de pression locale a pour effet de déplacer l'aiguille par un phénomène d'équilibre des pressions appliquées sur l'aiguille, libérant ainsi la buse d'injection en dégageant la première extrémité de l'aiguille du siège d'étanchéité et provoquant une injection de carburant au sein d'une chambre de combustion d'un moteur à combustion interne.

L'actionnement de la servovalve hydro-électrique est réalisé, de manière connue de l'homme du métier, par impulsion électrique sous la consigne d'un moyen de contrôle et de commande du moteur communément appelé « Engine Control Unit » (ECU) en langue anglaise, à partir d'une stratégie d'injection de carburant. La stratégie d'injection détermine notamment les instants auxquels l'ECU transmet les consignes d'ouverture et d'obturation de la buse d'injection.

Il est important de pouvoir déterminer l'instant précis auquel l'injection débute après l'envoi de l'impulsion électrique d'actionnement de la servovalve, c'est-à-dire, l'instant précis auquel l'aiguille libère la buse d'injection pour effectivement réaliser

l'injection de carburant au sein de la chambre de combustion. Il est tout aussi important de pouvoir déterminer l'instant précis auquel l'injection se termine une fois la fin de l'impulsion, c'est-à-dire l'instant précis auquel l'aiguille obstrue la buse. Connaître ces instants permet de pouvoir établir une stratégie d'injection précise en fonction, notamment, de la position du piston dans la chambre de combustion.

Des solutions logicielles intégrées à l'ECU permettent d'estimer les délais entre l'instant d'envoi des consignes et l'instant de début d'injection, ainsi que l'instant d'interruption de l'injection. A titre d'exemple informatif, le délai entre l'instant d'envoi des consignes et le début d'injection est déterminé en prenant en compte différents paramètre, tels que le délai de déplacement de la servovalve, le délai de déplacement du flux hydraulique ou l'inertie de déplacement de l'aiguille.

Le délai entre l'instant de fin de consigne et l'obturation de la buse d'injection est fonction de plusieurs paramètres, tel que la vitesse de rotation du vilebrequin du moteur, et est susceptible de varier au cours du temps. Malgré la prise en compte de tout ou partie de ces paramètres, les données estimées par les solutions logicielles peuvent être perturbées par différents paramètres environnementaux, réglages moteurs, etc…

Si les données estimées par ces solutions logicielles ne sont pas fidèles à la réalité, il est possible que la stratégie d'injection établie par l'ECU génère une augmentation du temps d'injection susceptible d'être à l'origine d'une détérioration de la performance du moteur à combustion interne. C'est pourquoi il est indispensable de pouvoir vérifier la stabilité de ces solutions logicielles, c'est-à-dire la fidélité de leurs estimations par rapport aux délais réels au cours du temps.

Par ailleurs, la stabilité de ces solutions logicielles est indispensable pour la définition d'une quantité précise de carburant, par exemple sur un intervalle de temps prédéfini.

Un des objectifs de l'invention est de proposer un procédé de contrôle de la défaillance d'une solution logicielle afin de pouvoir déterminer sa robustesse, c'est-à-dire la stabilité de la performance de ladite solution logicielle au court du temps et des paramètres environnementaux.

La présente invention a pour objectif de palier les inconvénients précités en proposant un procédé de détection de la défaillance d'une solution logicielle d'un moyen de contrôle et de commande d'un moteur à combustion interne configurée pour générer des données représentatives de l'instant d'interruption d'une injection de carburant, ledit moyen de contrôle et de commande étant électriquement connecté à un servovalve hydro-électrique d'un injecteur dudit moteur à combustion interne, ledit procédé comprenant des étapes :

- d'acquisition de données par des moyens d'acquisition de données connectés à

des moyens de mesure fixés à un corps d'injecteur et configurés pour émettre des données représentatives d'instants d'obturation d'une buse d'injection,

- d'enregistrement des données générées par la solution logicielle et des données émises par les moyens de mesure, sur une durée prédéfinie,
- de synchronisation des données générées par la solution logicielle et des données émises par les moyens de mesure,
- de comparaison des données générées par la solution logicielle et des données émises par les moyens de mesure de sorte à identifier d'éventuels écarts entre ces données, la solution logicielle étant considérée comme défaillante lorsque les écarts entre les données comparées ne répondent pas à des critères prédéfinis.

La robustesse de la solution logicielle est ainsi déterminable.

Dans des modes particuliers de réalisation, l'invention répond en outre aux caractéristiques suivantes, mises en œuvre séparément ou en chacune de leurs combinaisons techniquement opérantes.

Dans des modes de particuliers de réalisation, un des critères prédéfinis est que la valeur de l'étendue des valeurs des écarts des données comparées doit être inférieure à une valeur seuil.

On entend par le terme « étendue », la différence entre la valeur maximale et la valeur minimale des écarts des données comparées.

Dans des modes particuliers de réalisation de l'invention, une étape préliminaire à l'étape d'acquisition des données est une étape d'installation de moyens de mesure sur le corps de l'injecteur.

Dans des modes particuliers de l'invention, une étape de fenêtrage des données émises par les moyens de mesure, pour isoler les instants d'obturation de la buse d'injection, est réalisée entre les étapes de synchronisation et de comparaison.

Cette étape de fenêtrage permet un gain substantiel de précision de la comparaison.

Dans des modes particuliers de l'invention, l'étape d'acquisition de données met en œuvre un oscilloscope connecté à des moyens de mesure fixés à un corps d'injecteur et configurés pour émettre des données représentatives d'instants d'obturation d'une buse d'injection.

L'oscilloscope étant un moyen d'acquisition non sensible aux facteurs thermodynamiques, les données sont acquises de manière fiable.

Dans des modes particuliers de l'invention, l'étape d'acquisition de données est réalisée par des moyens d'acquisition de données connectés électriquement à une jauge de contraintes fixée au corps de l'injecteur et configurée pour émettre des données sous la forme de signaux électriques, et connectés électriquement à l'injecteur par une connexion

électrique, de sorte à recevoir des données, sous la forme de signaux électriques, représentatives des consignes émises par la solution logicielle à la servovalve hydro-électrique.

La jauge de contraintes fixée au corps de l'injecteur et la connexion électrique sont relativement simples à mettre en œuvre et peu onéreux. En assurant une acquisition de données par des moyens externes à l'injecteur, ces moyens de mesure permettent d'augmenter la fiabilité de ladite acquisition.

Dans des modes particuliers de l'invention, l'étape de comparaison comprend les sous-étapes suivantes :

- de comparaison des données générées par la solution logicielle avec celles émises, sous la forme d'un signal électrique, par la connexion électrique de l'injecteur, afin de comparer les instants d'obturation de la buse d'injection générées par la solution logicielle avec les instants auxquels sont reçues, par la servovalve hydro-électrique, les consignes émises par l'organe de contrôle et de commande, l'étape de comparaison étant interrompue si les écarts entre les données comparées ne répondent pas à des critères prédéfinis,
- de comparaison des données émises, sous la forme d'un signal électrique, par la jauge de contraintes avec celles émises, sous la forme d'un signal électrique, par la connexion électrique sur l'injecteur afin qu'une comparaison de ces données émises par la jauge de contraintes avec celles générées par la solution logicielle soit réalisée sur les mêmes injections, c'est-à-dire, sur le même référentiel,
- de comparaison des données émises, sous la forme d'un signal électrique, par la jauge de contraintes avec celles générées par la solution logicielle de sorte à identifier d'éventuels écarts entre ces données, la solution logicielle étant considérée comme défaillante lorsque ces écarts ne répondent pas à des critères prédéfinis.

Ainsi, les deux premières comparaisons de l'étape de comparaison permettent d'assurer la fiabilité de la troisième comparaison, étant entendu que c'est notamment cette dernière comparaison qui permet de déterminer la défaillance de la solution logicielle.

La présente invention concerne, selon un second aspect, un dispositif de détection de la défaillance d'une solution logicielle configurée pour générer des données représentatives d'instants d'interruption d'une injection de carburant d'un moteur à combustion interne pour la mise en œuvre du procédé précité, comprenant des moyens de mesure fixés à un corps d'injecteur et connectés à des moyens d'acquisition des données.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description suivante, donnée à titre d'exemple nullement limitatif, et faite en se référant aux figures qui représentent :

- **figure 1** : une représentation schématique d'un injecteur mis en œuvre dans le procédé de détection de la défaillance d'une solution logicielle d'estimation de l'instant d'interruption d'une injection de carburant d'un moteur à combustion interne selon l'invention,
- **figure 2** : un logigramme représentant les étapes successives d'un procédé de détection de la défaillance d'une solution logicielle d'estimation de l'instant d'interruption d'une injection de carburant d'un moteur à combustion interne selon l'invention,
- **figure 3** : une représentation d'un graphique comprenant un nuage de points d'une comparaison de données réalisée par un logiciel dédié,
- **figure 4** : une représentation schématique du moment de synchronisation des données suite à un enregistrement.

La présente invention concerne un procédé de contrôle de la défaillance d'une solution logicielle d'estimation d'un instant d'interruption d'une injection de carburant d'un moteur à combustion interne. Dans le présent texte, lorsqu'il est fait référence à une injection de carburant, il est sujet de l'injection dite « injection principale », à l'origine de la création d'un couple moteur, et non des injections dites « injection pilote et injection secondaire » qui sont généralement réalisées dans des buts de réduction des bruits et des émissions de particules polluantes.

Le procédé de contrôle objet de la présente invention est mise en œuvre sur un injecteur 20 de carburant à commande indirecte comprenant un corps 21 d'injecteur sensiblement cylindrique s'étendant entre une première et une seconde extrémités, tel que représenté dans un exemple de réalisation non limitatif par la **figure 1**. La première extrémité du corps de l'injecteur est destinée à être agencée à distance d'une chambre de combustion d'un moteur à combustion interne et la seconde extrémité du corps 21 de l'injecteur est destinée à être agencée dans ladite chambre de combustion.

D'une extrémité à l'autre du corps 21 d'injecteur se développe axialement un canal principal 23 d'injection, destiné à contenir un carburant à haute pression. Le canal principal 23 débouche sensiblement au niveau de la première extrémité de façon à former une ouverture d'alimentation en carburant et débouche au niveau de la seconde extrémité de façon à former une buse 22 d'injection.

La buse 22 d'injection comprend un siège d'étanchéité configuré de sorte que ladite buse 22 puisse être obturée de manière étanche par une extrémité, dite « extrémité distale », d'une aiguille 24 agencée en translation dans le corps 21 de l'injecteur. L'autre extrémité de l'aiguille 24, dite « extrémité proximale », débouche au sein d'une chambre hydraulique de commande reliée au canal principal 23 et agencée de sorte que le carburant à haute pression puisse appliquer une force sur ladite extrémité proximale de

l'aiguille 24 d'une intensité telle qu'elle maintienne l'aiguille 24 contre le siège d'étanchéité, obturant la buse 22 d'injection. Dans la suite du texte, lorsqu'il est fait référence à l'obturation de la buse 22 d'injection, il est entendu que l'obturation est totale et est réalisée de manière étanche.

Une servovalve hydro-électrique 25 comprenant un actionneur piézoélectrique est disposée dans la chambre de commande, de sorte à pouvoir générer un courant de fuite de carburant vers un canal de dérivation 26, ayant pour effet de faire chuter la pression localement sur l'extrémité proximale de l'aiguille. Cette baisse de pression locale a pour effet de déplacer l'aiguille 24 par un phénomène d'équilibre des pressions appliquées sur l'aiguille, et ainsi de provoquer une injection de carburant dans la chambre de combustion en dégageant l'extrémité distale de l'aiguille 24 du siège d'étanchéité de ladite buse 22. L'interruption de l'injection de carburant est réalisée par l'arrêt de l'actionnement de la servovalve hydraulique 25 de sorte à obturer le canal de dérivation 26 et ainsi interrompre le courant de fuite de carburant afin d'augmenter la pression hydraulique appliquée sur l'extrémité proximale de l'aiguille. L'augmentation de la pression hydraulique appliquée sur l'extrémité proximale de l'aiguille 24 provoque le déplacement de ladite aiguille 24 vers le siège d'étanchéité de manière à obturer la buse 22 d'injection.

L'instant auquel l'injection doit être interrompue, et par conséquent, l'instant auquel la buse 22 doit être obturée, est estimé par une solution logicielle intégrée à des moyens de contrôle et de commande du moteur, appelé « Engine Control Unit » en langue anglaise, ci-après dit « ECU ». L'ECU est relié à la servovalve hydro-électrique 25 par des moyens de connexion électrique de sorte à pouvoir piloter ladite servovalve hydraulique 25 par l'envoi d'impulsions électriques.

Dans le cadre de la présente invention, cet instant d'obturation de la buse 22 est estimé par la solution logicielle grâce à une stratégie d'estimation de l'instant d'obturation de la buse 22 comprenant une étape de génération d'une impulsion de tension permettant de détecter une variation de tension de l'actionneur piézoélectrique. Cette variation de tension correspond sensiblement à l'instant d'obturation de la buse 22. En effet, l'obturation de la buse 22 provoque une brève surpression hydraulique dans le canal principal 23 de l'injecteur, générant une onde se propageant dans le carburant jusqu'à percuter l'actionneur piézoélectrique et générer cette variation de tension.

La stratégie d'estimation de l'instant d'obturation de la buse 22 peut prendre en compte notamment les retards hydraulique et/ou mécanique entre l'obturation de la buse 22 et la variation de tension, tel que le temps de propagation de l'onde dans le carburant, de la buse 22 à l'actionneur piézoélectrique.

La solution logicielle est configurée pour générer et exporter des données représentatives notamment d'estimations d'instants d'obturation de la buse 22 d'injection vers un logiciel ad-hoc d'acquisition de données développé à cet effet.

Le procédé de contrôle de la défaillance du logiciel d'estimation selon la présente invention, telle que représentée par la **figure 2**, par un logigramme, comprend une étape d'acquisition 11, sur une durée prédéfinie, de données représentatives d'instants d'obturation de la buse 22 d'injection émises par des moyens de mesure. Les données sont acquises par des moyens d'acquisition de données 40 auxquels les moyens de mesure sont connectés.

Dans un exemple préféré de réalisation de l'invention, les moyens de mesure sont fixés sur le corps 21 de l'injecteur et comprennent une jauge de contraintes 30, telle que schématiquement représentée par la **figure 1**. La jauge de contraintes 30 est préférentiellement fixée au niveau de la première extrémité dudit corps 21, et est ainsi disposée à distance de la buse 22 d'injection, de sorte que ladite jauge de contraintes 30 ne soit pas perturbée par des variations de températures dues à l'alternance entre les phases de combustion du carburant injecté et d'échappement des gaz résultant de la combustion. L'installation 10 de la jauge de contraintes 30 sur l'injecteur peut constituer une étape préliminaire à l'étape d'acquisition 11 des données.

Lors de l'obturation de la buse 22 de l'injecteur, l'aiguille 24 rentre en contact avec le siège d'étanchéité de ladite buse 22, provoquant un impact mécanique. La jauge de contraintes 30 est sensible aux vibrations dues à cet impact mécanique, et est apte à émettre des données sous la forme d'un signal électrique, ledit signal électrique étant représentatif notamment du contact entre l'aiguille 24 et le seuil d'étanchéité de la buse 22, et donc, de l'instant d'obturation de la buse 22 d'injection. En exploitant ce signal électrique, il est alors possible de déterminer l'instant auquel la buse 22 est obturée.

Afin d'exploiter ce signal électrique, la jauge de contraintes 30 est reliée, de manière connue de l'homme du métier, à des moyens d'acquisition des données 40, tel que schématiquement représenté par la **figure 1** dans un exemple de réalisation. Les moyens d'acquisition des données 40 comprennent, par exemple, un amplificateur électronique configuré pour adapter les signaux électriques générés par la jauge de contraintes 30 de sorte à optimiser leur exploitation par les moyens d'acquisition des données. Les moyens d'acquisition des données comprennent un oscilloscope. Un oscilloscope a notamment pour avantage de ne pas être sensible aux facteurs thermodynamiques.

L'acquisition du signal électrique émis par la jauge de contraintes 30 est réalisée, par exemple, avec des paramètres fixes prédéfinis, tels qu'une certaine vitesse

de rotation du moteur à combustion interne, ou une certaine pression dans la chambre de combustion.

Additionnellement, comme schématiquement représenté par la **figure 1**, les moyens de mesure comprennent également une connexion électrique 31 réalisée sur l'injecteur par le biais d'une épissure sur la connexion électrique de l'injecteur, et plus particulièrement sur les moyens de connexion électrique 31 de l'ECU à la servovalve hydro-électrique 25. L'épissure permet la connexion électrique de la servovalve hydro-électrique 25 aux moyens d'acquisition des données 40 de sorte à visualiser la valeur de la tension aux bornes de la servovalve hydro-électrique 25. Cette valeur de la tension aux bornes de la servovalve hydro-électrique 25 est représentative des consignes émises par la solution logicielle, et permet donc d'obtenir une représentation fidèle des consignes émises par l'ECU à la servovalve hydro-électrique 25. Avantageusement, par le biais de l'épissure, la servovalve hydro-électrique 25 est connectée au même oscilloscope que celui réalisant l'acquisition des données émises par la jauge de contraintes 30.

L'acquisition, par l'oscilloscope, de données émises, sous la forme d'un signal électrique, par la jauge de contraintes 30 et par l'épissure, et l'estimation des données générées par la solution logicielle sont réalisées en parallèle l'une de l'autre, à chaque injection. Pour permettre leur exploitation lors d'étapes ultérieures, une étape d'enregistrement 12 de ces données est réalisée.

L'aiguille 24 de l'injecteur étant soumise à des phénomènes vibratoires pouvant perturber les moyens de mesure lors de la libération de la buse 22, le lancement de la stratégie de détection de l'instant d'obturation de la buse 22 de la solution logicielle est réalisé à l'expiration d'un délai prédéfini, après le début de l'enregistrement, de même que l'activation des moyens d'acquisition des données 40.

L'enregistrement des données est réalisé pendant une durée prédéfinie suffisante pour générer un nombre d'injections significatif, et ainsi, permettre l'exploitation de ces données. La durée de l'enregistrement est, par exemple, de cinq secondes. Sur la **figure 4**, le début de l'enregistrement est représenté par le repère t_0.

Ensuite, une étape de synchronisation 14 des données générées par la solution logicielle et des données émises par les moyens de mesure est réalisée. Plus précisément, les données acquises par l'oscilloscope, représentées par le repère X sur la **figure 4**, sont synchronisées avec les données générées par la solution logicielle, représentées par le repère Y sur la **figure 4**, à partir du lancement de la stratégie de détection, représenté par le repère t_1 sur ladite figure. En effet, l'impulsion de tension générée par la stratégie de détection de l'instant d'obturation de la buse 22 de l'injecteur permet de déterminer à quel moment la stratégie de détection a été activée par la solution logicielle.

Les données représentatives de l'estimation d'instants d'obturation de la buse 22 d'injection générées par la solution logicielle avec des données représentatives de l'instant d'obturation de la buse 22 d'injection émises par les moyens de mesure peuvent ensuite fenêtrées par un logiciel ad-hoc, pour isoler les moments représentatifs des instants d'obturation de la buse 22 d'injection, lors d'une étape de fenêtrage 13.

Le procédé de détection de la défaillance d'une solution logicielle d'estimation de l'instant d'interruption d'une injection comprend une étape de comparaison 15 des données représentatives de l'estimation d'instants d'obturation de la buse 22 d'injection générées par la solution logicielle avec des données représentatives de l'instant d'obturation de la buse 22 d'injection émises par les moyens de mesure.

Préférentiellement, l'étape de comparaison 15 des données représentatives de l'estimation par la solution logicielle d'instants d'obturation de la buse 22 d'injection avec des données émises par des moyens de mesure comprend une première comparaison des données générées par la solution logicielle avec celles émises par le biais de l'épissure sur l'injecteur. Plus précisément, les données représentatives de l'estimation d'instants d'obturation de la buse 22 d'injection générées par la solution logicielle sont comparées avec les données représentatives de l'instant de réception des consignes d'obturation de la buse 22 émises par l'ECU à la servovalve hydro-électrique 25, par exemple, pour chaque injection réalisée sur la durée d'acquisition des données prédéfinie. Pour réaliser cette étape de comparaison 15, les données émises par le biais de l'épissure sur l'injecteur, acquises par l'oscilloscope, sont exportées et traitées par un logiciel de traitement adapté dont le développement est à la portée de l'homme du métier et ne fait pas l'objet de la présente demande.

La **figure 3** représente, dans un exemple de réalisation non limitatif, un graphique comprenant un nuage de points résultant de cette comparaison, obtenu à partir dudit logiciel de traitement, chaque point représentant une injection. Il est ainsi possible, pour chaque injection d'un cycle d'un certain nombre d'injections, de déterminer la valeur des écarts entre les instants d'obturation de la buse 22 générées par la solution logicielle et les instants de réception des consignes émises par l'ECU à la servovalve hydro-électrique 25, qui sont lus sur l'axe des ordonnées sur la **figure 3** en microsecondes sous la référence DIF.

Les valeurs des écarts résultants de ces comparaisons doivent être sensiblement identiques au cours d'un même cycle de plusieurs injections pour assurer la fiabilité du procédé. Par « sensiblement identiques », on entend que les valeurs de ces écarts doivent présenter un écart-type maximal d'une valeur, par exemple, de deux à trois microsecondes.

Si les valeurs des écarts entre les données comparées ne répondent pas à des critères prédéfinis, tels qu'une valeur maximale prédéterminée d'écart-type, l'étape de comparaison est interrompue.

Suite à la première comparaison, si les données comparées répondent aux critères prédéfinis, une deuxième comparaison est réalisée entre les données générées par la jauge de contraintes 30 et les données générées par la solution logicielle.

Il y a lieu de noter que le logiciel de traitement est configuré pour réaliser un graphique résultant de cette comparaison, du même type que celui décrit précédemment, à la suite de cette étape de comparaison pour pouvoir exploiter les résultats de cette comparaison.

Dans un exemple de réalisation, un point de repère est déterminé, via le logiciel de traitement, sur le signal électrique émis par la jauge de contraintes afin de représenter l'instant d'obturation de la buse 22. Ce point de repère est choisi de manière arbitraire et est destiné à être identique pour chaque signal électrique acquis, c'est-à-dire, pour chaque injection réalisée, afin d'avoir des bases communes pour la comparaison des données à chacune des injections réalisées lors d'un cycle d'un certain nombre d'injection, pendant la durée de l'enregistrement. Les données émises par la jauge de contraintes 30 et les données émises par la connexion électrique sur l'injecteur sont exportées vers un logiciel configuré pour réaliser une comparaison desdites données, pour une même injection.

La comparaison des données issues de l'épissure et celles issues de la jauge de contraintes 30 se fait suite à un post-traitement via un logiciel qui permet de ressortir injection par injection les instants d'obturation de la buse 22 d'injection issus des deux acquisitions, une fois fenêtrées. La servovalve hydro-électrique 25 étant connectée au même oscilloscope que celui réalisant l'acquisition des données émises par la jauge de contraintes 30, la comparaison des données est relativement simple et rapide et se fait sur une même base.

La valeur des écarts entre les données générées par la solution logicielle et les données acquises par l'oscilloscope, pour chaque injection, sont extraites par le logiciel de traitement de sorte à pouvoir être exploitées via un graphique résultant de cette comparaison, du même type que celui représenté par la **figure 3**. Des valeurs d'écarts constantes caractérisent la robustesse de la solution logicielle. La solution logicielle d'estimation d'instants d'obturation de la buse 22 d'injection est considérée défaillante, c'est-à-dire non robuste, lorsque l'étendue des valeurs des écarts, pour un nombre d'injection donné, est supérieure à une valeur seuil. Lorsque la solution logicielle est considérée comme défaillante, le logiciel nécessite une amélioration, ou une correction. A titre d'exemple non limitatif, la valeur seuil est de plus de dix microsecondes.

De manière plus générale, il est à noter que les modes de mise en œuvre et de réalisation considérés ci-dessus ont été décrits à titre d'exemples non limitatifs, et que d'autres variantes sont par conséquent envisageables.

REVENDICATIONS

1. Procédé de détection de la défaillance d'une solution logicielle d'un moyen de contrôle et de commande d'un moteur à combustion interne configurée pour générer des données représentatives de l'instant d'interruption d'une injection de carburant, ledit moyen de contrôle et de commande étant électriquement connecté à un servovalve hydro-électrique (25) d'un injecteur dudit moteur à combustion interne, **caractérisé en ce qu'**il comprend des étapes :

- d'acquisition (11) de données par des moyens d'acquisition de données (40) connectés à des moyens de mesure fixés à un corps (21) d'injecteur et configurés pour émettre des données représentatives d'instants d'obturation d'une buse (22) d'injection,
- d'enregistrement (12) des données générées par la solution logicielle et des données émises par les moyens de mesure, sur une durée prédéfinie,
- de synchronisation (14) des données générées par la solution logicielle et des données émises par les moyens de mesure,
- de comparaison (15) des données générées par la solution logicielle et des données émises par les moyens de mesure de sorte à identifier d'éventuels écarts entre ces données, la solution logicielle étant considérée comme défaillante lorsque les écarts entre les données comparées ne répondent pas à des critères prédéfinis.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel un des critères prédéfinis est que la valeur de l'étendue des valeurs des écarts des données comparées doit être inférieure à une valeur seuil.

3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel une étape préliminaire à l'étape d'acquisition (11) des données est une étape d'installation (10) de moyens de mesure sur le corps (21) de l'injecteur.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel une étape de fenêtrage (13) des données émises par les moyens de mesure, pour isoler les instants d'obturation de la buse (22) d'injection, est réalisée entre les étapes de synchronisation (14) et de comparaison (15).

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel l'étape d'acquisition (11) de données met en œuvre un oscilloscope connecté à des moyens de mesure fixés à un corps (21) d'injecteur et configurés pour émettre des données représentatives d'instants d'obturation d'une buse (22) d'injection.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel l'étape d'acquisition (11) de données est réalisée par des moyens d'acquisition de données (40) connectés électriquement à une jauge de contraintes (30) fixée au corps (21) de

l'injecteur et configurée pour émettre des données sous la forme de signaux électriques, et connectés électriquement à l'injecteur par une connexion électrique (31), de sorte à recevoir des données, sous la forme de signaux électriques, représentatives des consignes émises par la solution logicielle à la servovalve hydro-électrique (25).

7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel l'étape de comparaison (15) comprend les sous-étapes :

- de comparaison des données générées par la solution logicielle avec celles émises, sous la forme d'un signal électrique, par la connexion électrique (31) de l'injecteur, afin de comparer les instants d'obturation de la buse (22) d'injection générées par la solution logicielle avec les instants auxquels sont reçues, par la servovalve hydro-électrique (25), les consignes émises par l'organe de contrôle et de commande, l'étape de comparaison étant interrompue si les écarts entre les données comparées ne répondent pas à des critères prédéfinis,
- de comparaison des données émises, sous la forme d'un signal électrique, par la jauge de contraintes (30) avec celles émises, sous la forme d'un signal électrique, par la connexion électrique (31) sur l'injecteur afin qu'une comparaison de ces données émises par la jauge de contraintes (30) avec celles générées par la solution logicielle soit réalisée sur les mêmes injections,
- de comparaison des données émises, sous la forme d'un signal électrique, par la jauge de contraintes (30) avec celles générées par la solution logicielle de sorte à identifier d'éventuels écarts entre ces données, la solution logicielle étant considérée comme défaillante lorsque ces écarts ne répondent pas à des critères prédéfinis.

8. Dispositif de détection de la défaillance d'une solution logicielle configurée pour générer des données représentatives d'instants d'interruption d'une injection de carburant d'un moteur à combustion interne pour la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, comprenant des moyens de mesure fixés à un corps (21) d'injecteur et connectés à des moyens d'acquisition des données (40).

Fig 1

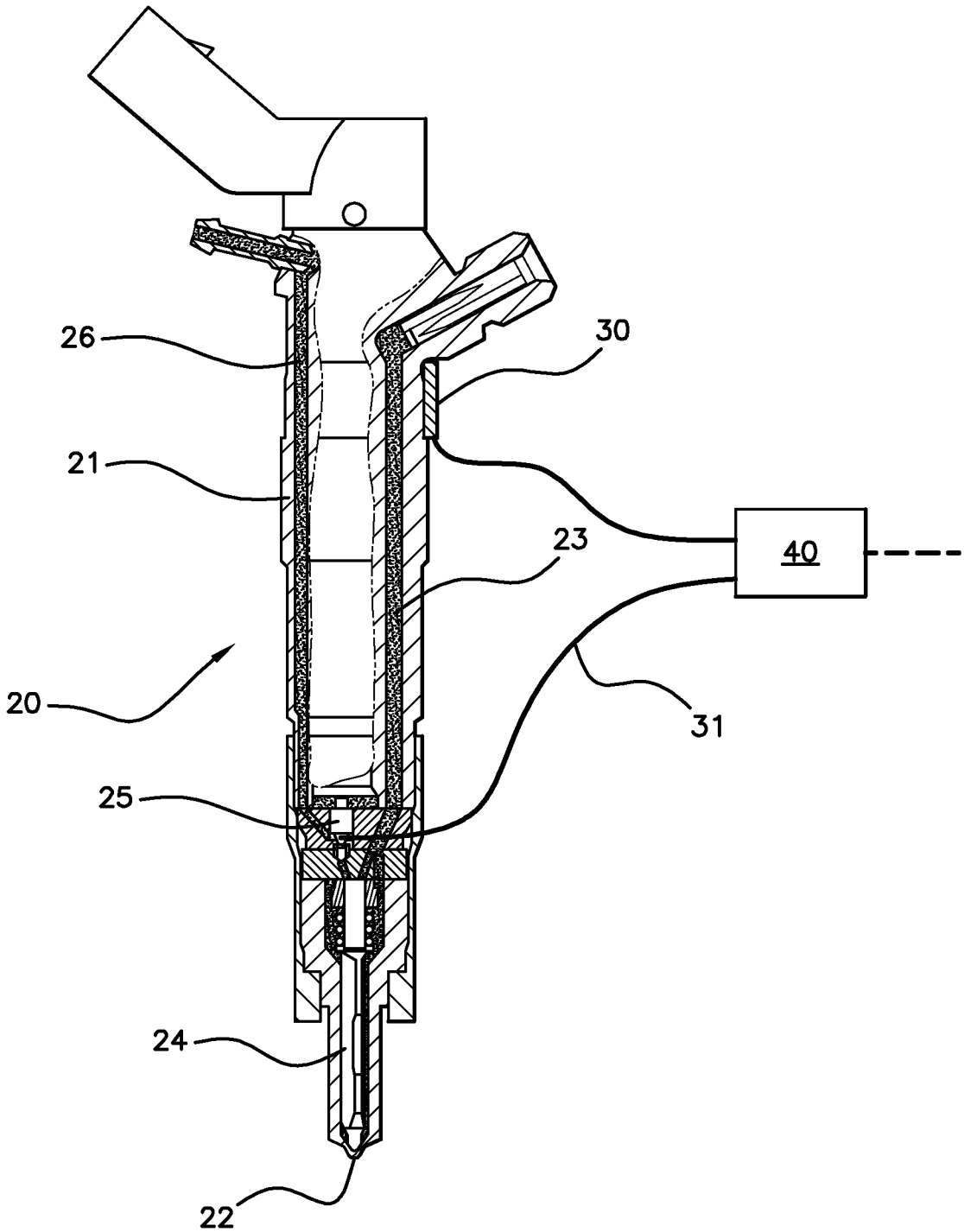


Fig 2

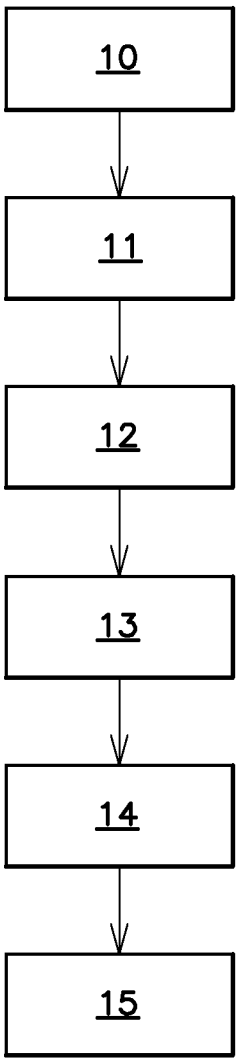


Fig 3

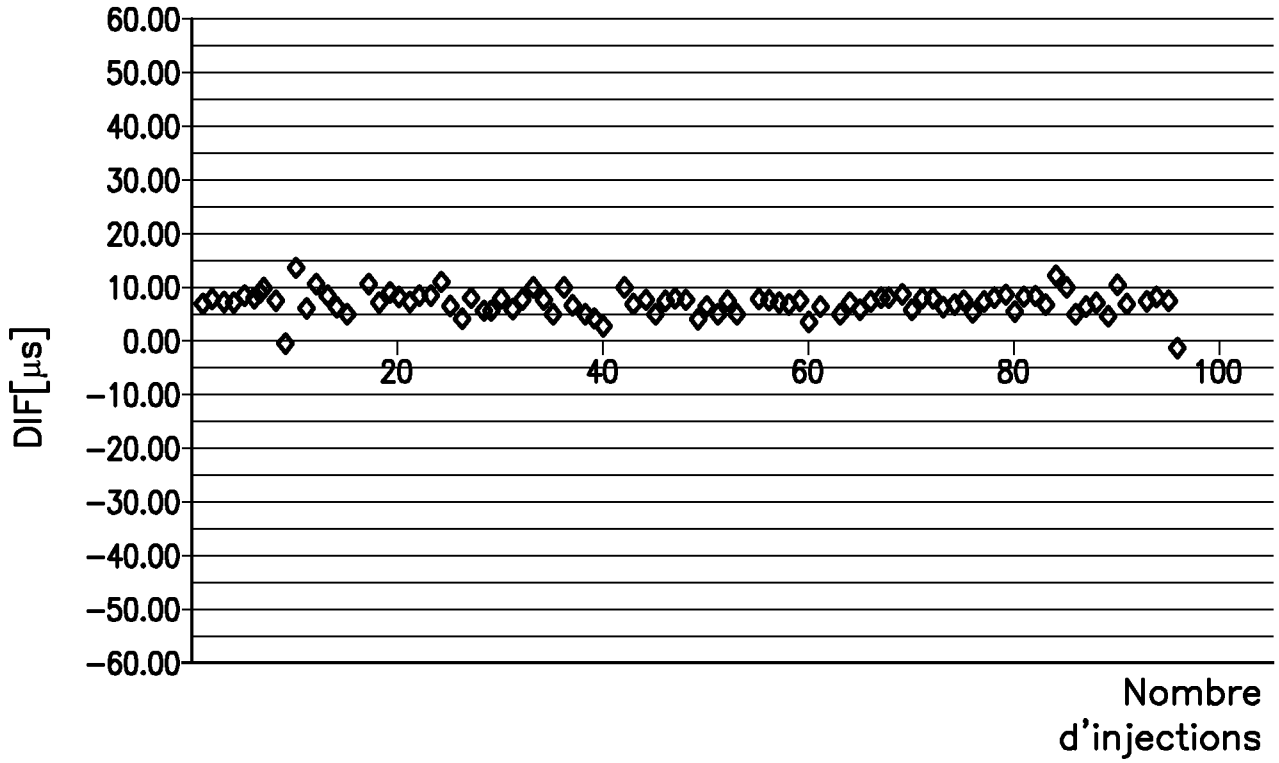
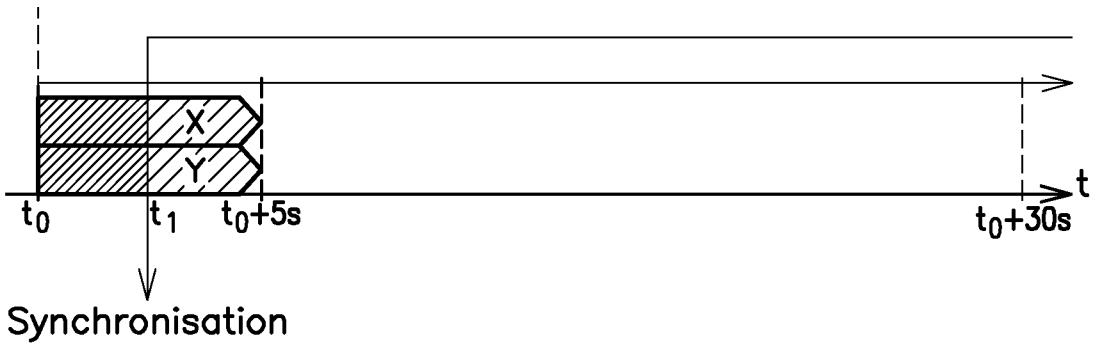

60.00
50.00
40.00
30.00
20.00
10.00
0.00
−10.00
−20.00
−30.00
−40.00
−50.00
−60.00
DIF[µs]
20
40
60
80
100
Nombre
d'injections

Fig 4


X
Y
t
t_0
t_1
t_0+5s
t_0+30s
Synchronisation

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2017/051346

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H04Q9/00 F02D41/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F02D H04Q 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, INSPEC, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 3 022 589 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 25 December 2015 (2015-12-25) page 1, lines 2-12 page 2, lines 28-33 page 4, lines 15-25 page 5, line 20 - page 6, line 7 page 10, lines 7-35 claim 1	1-8
A	US 2012/325936 A1 (RODRIGUEZ-AMAYA NESTOR [DE] ET AL) 27 December 2012 (2012-12-27) paragraph [0004] - paragraph [0008]	1,8
A	EP 1 887 205 A1 (DELPHI TECH INC [US]) 13 February 2008 (2008-02-13) paragraph [0012] - paragraph [0013] paragraph [0017]	1,8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ 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	Date of mailing of the international search report
4 August 2017	17/08/2017

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Barbelanne, Alain

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/FR2017/051346

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 3022589 A1	25-12-2015	DE 102014212010 A1	24-12-2015
		FR 3022589 A1	25-12-2015
US 2012325936 A1	27-12-2012	CN 102713234 A	03-10-2012
		DE 102010000827 A1	14-07-2011
		EP 2524132 A1	21-11-2012
		US 2012325936 A1	27-12-2012
		WO 2011085867 A1	21-07-2011
EP 1887205 A1	13-02-2008	AT 450704 T	15-12-2009
		EP 1887205 A1	13-02-2008
		JP 4340306 B2	07-10-2009
		JP 2008031993 A	14-02-2008
		US 2008027585 A1	31-01-2008

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2017/051346

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H04Q9/00 F02D41/00
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
F02D H04Q 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, INSPEC, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 3 022 589 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 25 décembre 2015 (2015-12-25) page 1, lignes 2-12 page 2, lignes 28-33 page 4, lignes 15-25 page 5, ligne 20 - page 6, ligne 7 page 10, lignes 7-35 revendication 1	1-8
A	US 2012/325936 A1 (RODRIGUEZ-AMAYA NESTOR [DE] ET AL) 27 décembre 2012 (2012-12-27) alinéa [0004] - alinéa [0008]	1,8
A	EP 1 887 205 A1 (DELPHI TECH INC [US]) 13 février 2008 (2008-02-13) alinéa [0012] - alinéa [0013] alinéa [0017]	1,8

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ 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	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
4 août 2017	17/08/2017

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Barbelanne, Alain

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/FR2017/051346

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 3022589 A1	25-12-2015	DE 102014212010 A1	24-12-2015
		FR 3022589 A1	25-12-2015
US 2012325936 A1	27-12-2012	CN 102713234 A	03-10-2012
		DE 102010000827 A1	14-07-2011
		EP 2524132 A1	21-11-2012
		US 2012325936 A1	27-12-2012
		WO 2011085867 A1	21-07-2011
EP 1887205 A1	13-02-2008	AT 450704 T	15-12-2009
		EP 1887205 A1	13-02-2008
		JP 4340306 B2	07-10-2009
		JP 2008031993 A	14-02-2008
		US 2008027585 A1	31-01-2008