(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** **3 092 146**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **19 00607**

(51) Int Cl[8] : ***F 02 M 51/04*** *(2019.01)*

(12) **BREVET D'INVENTION** **B1**

(54) Procédé de gestion d'une pompe à piston pour moteur thermique.

(22) **Date de dépôt :** 24.01.19.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 31.07.20 Bulletin 20/31.

(45) **Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention :** 25.12.20 Bulletin 20/52.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche :**

Se reporter à la fin du présent fascicule

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

◯ **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *Continental Automotive GmbH* — DE.

(72) **Inventeur(s) :** MOINE Xavier.

(73) **Titulaire(s) :** Continental Automotive GmbH.

(74) **Mandataire(s) :** CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE.

FR 3 092 146 - B1

Description

Titre de l'invention : Procédé de gestion d'une pompe à piston pour moteur thermique

Domaine technique

[0001] L'invention se rapporte au domaine de l'injection de carburant dans un moteur thermique et concerne, plus particulièrement, un procédé de gestion d'une pompe d'injection de carburant. L'invention s'applique plus particulièrement aux moteurs thermiques de faible cylindrée tel que, par exemple, des moteurs de motocycle de cylindrée inférieure à 125 cm^3 ou des moteurs de tondeuses.

Technique antérieure

[0002] De manière connue, l'injection de carburant dans un cylindre d'un moteur thermique est réalisée à partir d'une pompe. Dans le cas des moteurs de faible cylindrée, par exemple les moteurs de motocycles ou de tondeuse de cylindrée inférieure à 125 cm3, il est connu d'utiliser des pompes à piston ou des pompes à turbine afin de mettre le carburant à injecter sous pression. Dans le cas d'une pompe à turbine, la turbine est entraînée en rotation par un moteur électrique. Dans le cas d'une pompe à piston, le carburant est mis sous pression par l'actionnement d'un piston. Dans les deux cas, une valve est montée après la pompe et est actionnée par un ressort dont la raideur permet à la valve de s'ouvrir lorsque la pression du carburant dépasse un seuil prédéterminé. Ce système de valve à ressort assure ainsi le rôle d'un régulateur de pression. Cependant, l'utilisation d'une pompe et d'un régulateur de pression externe augmente l'encombrement et la complexité du système.

[0003] Afin de remédier à cet inconvénient, il est connu d'utiliser une pompe dont l'actionnement du piston est réalisé à partir d'un champ magnétique généré par un solénoïde monté dans la pompe. Plus précisément, la pompe comprend un piston, monté en translation dans un guide afin de former une chambre de compression de carburant, un solénoïde, placé au niveau de l'extrémité supérieure du guide afin de déplacer le piston vers le haut en phase d'aspiration, et un ressort de rappel permettant de déplacer le piston vers le bas en phase de compression lorsque le solénoïde arrête de commander le déplacement du piston. Avantageusement, la raideur du ressort de rappel est prédéterminée de sorte à déplacer le piston tant que la pression du carburant dans la chambre de compression est inférieure à un seuil prédéterminé. L'utilisation d'un ressort de rappel permet ainsi d'intégrer la régulation de pression dans la pompe.

[0004] Cependant, une telle pompe à piston et à régulation de pression interne présente également des inconvénients. En effet, lorsque le solénoïde commande le déplacement du piston, ce dernier se déplace rapidement jusqu'à sa position haute dans laquelle il

heurte le noyau du solénoïde, ce qui génère une perturbation sonore.

[0005] De plus, dans certaines conditions, notamment en phase de démarrage du moteur, la pression du carburant est faible entre la pompe et le moteur. Aussi, lors du fonctionnement de la pompe, la faible pression du carburant au niveau de la sortie de la pompe ne présente que peu ou pas de résistance au ressort de rappel qui déplace alors rapidement le piston jusqu'à sa position basse où il heurte le bas du cylindre, ce qui génère également une perturbation sonore. Autrement dit, dans ce cas, le piston génère du bruit en heurtant le solénoïde en position haute et en heurtant le cylindre en position basse tant que la pression n'est pas établie entre le moteur et la pompe.

[0006] Notamment, en phase de démarrage du véhicule durant laquelle la pompe fonctionne afin de mettre en pression le carburant alors que le moteur thermique n'est pas encore démarré, le niveau sonore du moteur étant nul, le bruit de la pompe devient alors particulièrement audible, notamment pour les personnes se trouvant dans le véhicule ou autour du véhicule, ce qui présente un inconvénient. De plus, la durée de cette phase pouvant s'avérer relativement importante, les nuisances sonores restent audibles pendant un temps significativement long, ce qui présente donc un inconvénient majeur.

[0007] Il existe donc le besoin d'une solution permettant de remédier au moins en partie à ces inconvénients.

Exposé de l'invention

[0008] La présente invention vise à proposer une solution simple, fiable et efficace pour limiter le bruit généré par une pompe à piston.

[0009] A cette fin, l'invention a pour objet un procédé de gestion d'une pompe à piston d'un système d'injection de carburant embarqué dans un véhicule à moteur thermique par un calculateur dudit véhicule, en phase de démarrage du véhicule durant laquelle la pompe fonctionne afin de mettre en pression le carburant alors que le moteur thermique n'est pas encore démarré, ladite pompe comprenant un guide, un piston monté de manière coulissante dans ledit guide afin de former une chambre de compression de carburant, un solénoïde, adapté pour, lorsqu'il est parcouru par un courant de commande généré par le calculateur, déplacer le piston entre une position basse dans laquelle la chambre de compression est adaptée pour être vidée de carburant et une position haute dans laquelle la chambre de compression est adaptée pour être remplie de carburant - phase d'aspiration - et un ressort de rappel agissant sur le piston pour le ramener vers la position basse en l'absence dudit courant de commande parcourant le solénoïde - phase de compression -, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend, tant que la pression de carburant dans la chambre de compression est inférieure à un seuil de pression prédéterminé :

[0010] le piston étant initialement sous l'effet du ressort de rappel, une étape de commande

du solénoïde par le calculateur afin de déplacer le piston jusqu'à sa position haute,

[0011] au terme d'une durée prédéterminée, une étape de mesure, par le calculateur, d'une valeur de l'intensité du courant traversant le solénoïde,

[0012] ensuite une étape de suspension de la commande du solénoïde afin que le ressort de rappel actionne le piston vers la position basse,

[0013] les trois étapes précédentes étant répétées un nombre minimum de fois afin de garantir la montée en pression du carburant, et

[0014] une étape de détection, par le calculateur, d'un dépassement du seuil de pression prédéterminé lorsque la valeur de courant mesuré est supérieure à une valeur de référence prédéterminée, de manière à arrêter la commande du solénoïde par le calculateur, la durée de fonctionnement de la pompe étant ainsi limitée, en phase de démarrage du véhicule alors que le moteur thermique n'est pas encore démarré, grâce à la détection de dépassement d'un seuil de pression, permettant de garantir la mise sous pression du carburant tout en minimisant la durée durant laquelle la pompe génère du bruit.

[0015] L'étape de mesure est faite à chaque coup de pompe, et la durée prédéterminée est la durée entre le début de commande de la pompe et l'instant de la mesure. Le temps de commande de la pompe est toujours supérieur à cette durée de mesure. Par les termes « remplie » et « vidée », on entend que la chambre de combustion est au moins en partie remplie ou sensiblement remplie, ou respectivement vide ou sensiblement vidée de carburant.

[0016] Grâce au procédé selon l'invention, la durée de fonctionnement de la pompe est limitée grâce à la détection de dépassement d'un seuil de pression. Cette durée permet de garantir la mise sous pression du carburant tout en minimisant la durée durant laquelle la pompe génère du bruit. De plus, la détection du dépassement d'un seuil de pression par la valeur de courant mesurée est aisée et ne nécessite pas ou peu d'éléments supplémentaires, ce qui en limite les coûts.

[0017] De préférence, le procédé selon l'invention comprend une étape préliminaire d'initialisation comprenant :

[0018] le piston étant initialement dans sa position basse sous l'effet du ressort de rappel, une sous-étape de commande du solénoïde par le calculateur afin de déplacer le piston jusqu'à sa position haute,

[0019] au terme de la durée prédéterminée, une sous-étape de mesure, par le calculateur, de la valeur de l'intensité du courant traversant le solénoïde, dite « valeur de référence », suivie d'une sous-étape d'arrêt, par le calculateur, de la commande du solénoïde afin de déplacer le piston vers sa position basse sous l'effet du ressort de rappel.

[0020] Ainsi, grâce à l'étape d'initialisation, le calculateur peut déterminer la valeur de référence qui correspond à la position haute du piston. La comparaison des mesures du courant à cette valeur de référence permet ainsi de garantir la fiabilité de la détection

du seuil de pression. Sous l'effet des fuites, la première commande conduit toujours à la course complète même si la pression de carburant est déjà élevée.

[0021] Avantageusement, le procédé comprend une étape d'ajustement de la valeur de référence. Ceci permet de prévoir une marge afin de prévenir une détection erronée de dépassement du seuil de pression.

[0022] De préférence, la valeur de référence est ajustée par majoration de la valeur de l'intensité du courant mesuré lors de la sous-étape de mesure d'une valeur prédéterminée, de préférence de l'ordre de 0,5 A.

[0023] De manière avantageuse, l'étape de mesure et l'étape de comparaison sont répétées à une fréquence prédéterminée, de préférence de l'ordre de 10 ms. Classiquement, la fréquence prédéterminée est la même pendant tout le procédé. Par exemple, on commande la pompe pendant 5 ms toutes les 10 ms et on mesure le courant 4 ms après le début de commande.

[0024] De préférence encore, ces étapes sont répétées un nombre minimum de fois, de préférence 10, afin de garantir la montée en pression du carburant.

[0025] Avantageusement, la pompe à piston alimentant un moteur d'un véhicule, le procédé comprend une étape initiale de détection de la mise sous contact dudit véhicule afin de permettre à la pompe de mettre le carburant sous pression avant le démarrage du moteur.

[0026] L'invention vise également un calculateur de gestion d'une pompe à piston d'un système d'injection de carburant embarqué dans un véhicule à moteur thermique, ladite pompe comprenant un guide, un piston monté de manière coulissante dans ledit guide afin de former une chambre de compression de carburant, un solénoïde, adapté pour, lorsqu'il est parcouru par un courant de commande généré par le calculateur, déplacer le piston entre une position basse dans laquelle la chambre de compression est adaptée pour être vidée de carburant et une position haute dans laquelle la chambre de compression est adaptée pour être remplie de carburant - phase d'aspiration - et un ressort de rappel agissant sur le piston pour le ramener vers la position basse en l'absence dudit courant de commande parcourant le solénoïde - phase de compression -, ledit calculateur étant caractérisé en ce qu'il est configuré pour mettre en œuvre les étapes d'un procédé selon l'invention.

[0027] L'invention concerne en outre un véhicule, notamment automobile, comprenant un moteur thermique et une pompe à piston d'alimentation dudit moteur thermique en carburant, ladite pompe comprenant un guide, un piston monté de manière coulissante dans ledit guide afin de former une chambre de compression de carburant, un solénoïde, adapté pour, lorsqu'il est parcouru par un courant de commande généré par le calculateur, déplacer le piston entre une position basse dans laquelle la chambre de compression est adaptée pour être vidée de carburant et une position haute dans

laquelle la chambre de compression est adaptée pour être remplie de carburant - phase d'aspiration -, et un ressort de rappel agissant sur le piston pour le ramener vers la position basse en l'absence dudit courant de commande parcourant le solénoïde - phase de compression -, ledit véhicule comprenant un calculateur selon l'invention, configuré pour commander ladite pompe à piston.

Brève description des dessins

[0028] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront lors de la description qui suit faite en regard des figures annexées données à titre d'exemples non limitatifs et dans lesquelles des références identiques sont données à des objets semblables.

[fig.1] : la figure 1 illustre schématiquement une pompe à piston selon l'invention commandée par solénoïde.

[fig.2] : la figure 2 illustre schématiquement différentes courbes représentant le courant traversant le solénoïde de la pompe de la figure 1.

[fig.3] : la figure 3 illustre un logigramme d'un exemple de mode de réalisation d'un procédé selon l'invention.

Description des modes de réalisation

[0029] Le procédé selon l'invention est destiné à être mis en œuvre dans un véhicule à moteur thermique afin de commander une pompe à piston dudit véhicule. Par le terme « véhicule », on entend notamment un véhicule automobile et un motocycle (notamment de cylindrée inférieure à 125 cm^3), mais également des dispositifs à moteur thermique de faible cylindrée tels que, par exemple, une tondeuse.

[0030] On a représenté schématiquement à la **figure 1** un exemple de véhicule 1 comprenant une pompe 10 à piston 110 et un calculateur 20 de commande de la pompe 10.

[0031] Le véhicule 1, tel qu'un motocycle ou une tondeuse, comprend un moteur thermique (non représenté) alimenté en carburant C par un réservoir de carburant (non représenté). Le moteur thermique comprend une pluralité de cylindres définissant chacun une chambre à combustion dans laquelle un volume de carburant C et un volume d'air sont introduits à chaque cycle du moteur afin de réaliser la combustion de leur mélange.

[0032] Chaque cylindre comprend un piston monté dans la chambre de combustion. Le piston est adapté pour être entraîné en translation par la combustion du mélange dans la chambre de combustion. Les pistons entraînent la rotation d'un arbre principal du moteur, également désigné « volant moteur », permettant ainsi au moteur de transformer l'énergie dégagée par la combustion en énergie mécanique.

[0033] Afin d'optimiser la quantité de carburant C injectée à chaque cycle du moteur, le véhicule 1 comprend une pompe 10 à piston 110 comme illustrée sur la **figure 1**. Une

telle pompe 10 permet d'augmenter la pression du carburant C préalablement à son injection dans la chambre de combustion afin de maximiser la quantité de carburant C injectée en un temps limité. Une telle pompe 10 est particulièrement adaptée pour les moteurs de faible cylindrée, de préférence inférieure à 150 cm3, tel qu'un moteur de motocycle ou de tondeuse.

[0034] A cette fin, la pompe 10 comprend un piston 110, un guide 120, un solénoïde 130 et un ressort de rappel 140.

[0035] Toujours en référence à la figure 1, le piston 110 est monté de manière coulissante, autrement dit, mobile en translation T, dans le guide 120.

[0036] Le guide 120 s'étend longitudinalement entre une première extrémité et une deuxième extrémité. Le guide 120, illustré sur la **figure 1**, s'étend verticalement entre une extrémité haute et une extrémité basse. Le piston 110 est ainsi guidé en déplacement dans le guide 120 entre une position haute et une position basse comme cela sera décrit par la suite. Le piston 110 et le guide 120 définissent une chambre de compression dans laquelle un volume de carburant C, de préférence de l'ordre de 20 mm^3, venant du réservoir de carburant du véhicule 1 est introduit afin de le comprimer avant d'être injecté dans une chambre à combustion.

[0037] Un jeu entre le piston 110 et le guide 120 permet aux différents gaz présents dans la chambre de compression de s'en échapper afin de permettre la compression optimale de carburant C. Selon un aspect de l'invention, du carburant C peut également s'échapper de la chambre de compression comme cela sera décrit par la suite. Dans cet exemple, le jeu est de l'ordre de 10 micromètres. Un tel jeu permet de garantir un débit de fuite du carburant C de la chambre de compression, par exemple supérieur ou égal à 50 mm^3 de carburant par seconde, permettant à tout le carburant C présent dans la chambre de compression de s'en échapper en un temps limite. Le jeu est limité afin de ne pas limiter le rendement de la pompe 10.

[0038] La pompe 10 comprend une entrée 101 et une sortie 102 de carburant C. L'entrée 101 est reliée au réservoir de carburant du véhicule 1 afin d'alimenter la pompe 10 en carburant C. La sortie 102 est reliée à l'entrée de la chambre à combustion du moteur afin de l'alimenter en carburant C sous pression. La pompe 10 selon l'invention comprend au moins une valve d'entrée (non représentée sur la **figure 1** par souci de clarté) montée au niveau de l'entrée 101 de la pompe 10 et au moins une valve de sortie (non représentée sur la **figure 1** par souci de clarté) montée au niveau de la sortie 102 de la pompe 10. De telles valves sont adaptées pour ne laisser passer le carburant C que dans un seul sens. Ainsi, la valve d'entrée ne laisse passer le carburant C que du réservoir vers la pompe 10 et la valve de sortie ne laisse passer le carburant C que de la pompe 10 vers le moteur thermique. Les valves permettent ainsi de guider le carburant C du réservoir au moteur en passant par la pompe 10 et l'empêchent de

circuler dans le sens contraire, notamment afin de garantir que le carburant C sous pression est envoyé vers le moteur.

[0039] Ainsi, du carburant C venant de l'entrée 101 de la pompe 10 entre dans la chambre de compression de la pompe 10, puis en ressort par la sortie 102.

[0040] En position haute du piston 110, la chambre de compression présente un volume maximum et est remplie de carburant C.

[0041] En position basse du piston 110, la chambre de compression présente un volume minimum, inférieur au volume de la chambre de compression lorsque le piston 110 est en position haute, et est vidée de carburant C. Ainsi, lors du déplacement du piston 110 de la position haute vers la position basse sous l'effet du ressort de rappel 140 et en l'absence d'une commande du solénoïde 130, le volume de la chambre de compression diminue, ce qui augmente la pression du carburant C situé dans la chambre de compression. Ceci permet d'envoyer vers le moteur du carburant C sous pression. Comme cela sera décrit par la suite, la course de déplacement du piston 110 peut varier selon le débit désiré de la pompe 10. En effet, plus la course du piston 110 sera importante, plus le débit de carburant C en sortie 102 de la pompe 10 sera important.

[0042] Le piston 110 est réalisé au moins en partie en un matériau métallique adapté pour être attiré par un champ magnétique afin d'être déplacé comme cela sera décrit par la suite.

[0043] Le solénoïde 130 est monté au niveau de l'extrémité haute du guide 120 afin, lorsqu'il est commandé par le calculateur 20, de déplacer le piston 110 vers le haut pour aspirer le carburant dans la chambre de compression.

[0044] Un tel solénoïde 130 comprend un noyau 131 et une bobine 132 montée autour dudit noyau 131. Un courant électrique circule dans la bobine 132 afin de générer un champ magnétique. Le champ magnétique est adapté pour attirer le piston 110 afin de le déplacer vers l'extrémité haute du guide 120, autrement dit vers sa position haute définissant une phase d'aspiration de la pompe 10. En position haute, le piston 110 est en contact avec le noyau 131. Le fonctionnement d'un tel solénoïde 130 étant connu, il ne sera pas décrit plus en détail.

[0045] Le ressort de rappel 140 est monté dans le guide 120 au niveau de son extrémité haute afin de déplacer le piston 110 vers le bas. Ainsi, lorsque le solénoïde 130 arrête de commander le déplacement du piston 110, le ressort de rappel 140 déplace le piston 110 vers sa position basse définissant une phase de compression de la pompe 10.

[0046] Le ressort de rappel 140 présente une raideur permettant de compresser le carburant C dans la chambre de compression. Avantageusement, la raideur du ressort de rappel 140 est prédéterminée de manière à comprimer le carburant C jusqu'à la pression désirée. Ainsi, lorsque le carburant C présent dans la chambre de compression

atteint la pression désirée, le ressort de rappel 140 ne déplace plus le piston 110 vers sa position basse, ce qui permet de limiter la pression du carburant C en sortie de pompe 10. La raideur du ressort de rappel 140 détermine également, en fonction de la pression du carburant C dans la chambre de compression, la vitesse de déplacement du piston 110 vers sa position basse. En effet, la pression du carburant C exerce une force s'opposant au déplacement du piston 110 par le ressort de rappel 140. Moins la pression du carburant C est élevée, moins cette force est importante et donc plus rapidement le piston 110 se déplacera vers sa position basse.

[0047] Un tel ressort de rappel 140 assure ainsi la fonction de régulation de la pression. Une telle régulation est ainsi réalisée à l'intérieur de la pompe 10 et ne nécessite pas d'élément supplémentaire.

[0048] Le calculateur 20, également désigné sous le nom d'unité de contrôle électronique (ou ECU pour Electronic Control Unit en langue anglaise) permet de commander la pompe 10 via le solénoïde 130.

[0049] Plus précisément, le calculateur 20 est configuré pour commander le courant d'alimentation C du solénoïde 130 afin de contrôler le déplacement du piston 110 et donc la pompe 10. L'instant où le calculateur 20 commence à commander en courant C le solénoïde 130 définit un instant de référence qui sera utilisé ultérieurement.

[0050] Le calculateur 20 est également configuré pour mesurer la valeur du courant traversant le solénoïde 130 lors de la commande du solénoïde 130. En effet, cette valeur du courant est représentative de la position du piston 110 entre sa position basse et sa position haute. Plus précisément, la forme du courant est très dépendante de la position du piston à l'instant où débute la commande du solénoïde. Le calculateur 20 est notamment configuré pour mesurer la valeur du courant traversant le solénoïde 130 à un instant déterminé préalablement et correspondant au temps nécessaire au piston 110 pour se déplacer de sa position basse à sa position haute. Un tel instant peut notamment être déterminé par détection d'un point d'inflexion de la courbe représentant le courant, par exemple grâce au calcul du gradient du courant comme représenté sur la courbe I1 de la **figure 2** qui est décrite ci-après.

[0051] Le calculateur 20 est en outre configuré pour détecter lorsque la pression dans la chambre de compression dépasse un seuil prédéterminé. Dans ce but, le calculateur 20 est configuré pour comparer une valeur de courant mesurée à une valeur de référence R afin de détecter un tel dépassement de seuil lorsque la valeur mesurée est supérieure à la valeur de référence R. Il est utile d'estimer l'inflexion uniquement sur la première commande de la pompe (course complète), pour en déduire la valeur de D. Pour les commandes successives de la pompe, le point d'inflexion arrive plus tôt mais on ne cherche pas à le déterminer. On ne fait que mesurer le courant à la fin de la durée prédéterminée D comme cela sera expliqué plus en détails plus loin, durée prédé-

terminée D qui est fixe pour toutes les commandes d'un même procédé d'amorçage ou « priming » en anglais.

[0052] Enfin, le calculateur 20 est configuré pour détecter son activation, par exemple en détectant l'insertion d'une clé de démarrage du véhicule 1 par un utilisateur ou autres moyens d'activation du calculateur 20 par exemple moyens d'activation à distance. Le calculateur 20 peut ainsi commencer la commande du solénoïde 130 et les mesures de courant à partir de la détection de son activation. La commande du solénoïde 130 à partir de l'activation du calculateur 20 permet ainsi à la pompe 10 de mettre le carburant C sous pression avant le démarrage du moteur.

[0053] Il va maintenant être décrit un mode de réalisation du procédé de gestion de la pompe 10 à piston 110 selon l'invention en référence aux **figures 2 et 3**.

[0054] Lorsqu'un utilisateur se manifeste comme indiqué ci-dessus, le calculateur 20 détecte alors son activation (étape 30 sur la **figure 3**) et commence à commander le solénoïde 130 afin de mettre le carburant C sous pression (étape 40 sur la **figure 3**). Autrement dit, la pression du carburant C augmente avant que le moteur du véhicule 1 ne soit démarré ou en fonctionnement. La pompe est commandée selon une durée et une fréquence comme expliqué plus loin, qui dépendent de la température d'admission de l'air et de la tension d'alimentation de la pompe, comme indiqué ci-dessous :

[0055] à haute température, il faut allonger le temps de commande et réduire la fréquence pour limiter la formation de vapeur qui réduit l'efficacité de la pompe ;

[0056] le temps de commande doit être adapté à la tension d'alimentation de la pompe. A basse tension, l'allongement de la durée de commande peut conduire à devoir réduire la fréquence de commande afin de garantir un temps de pause minimal entre deux commandes.

[0057] Le calculateur 20 détermine tout d'abord une valeur de référence R de l'intensité du courant traversant le solénoïde 130, cette valeur de référence R permettant de déterminer lorsque le piston 110 est dans sa position haute. C'est l'étape 50 sur la **figure 3** expliqué en détail ci-dessous.

[0058] Dans ce but, le calculateur 20 envoie alors un courant C de commande à travers le solénoïde 130 afin de générer un champ magnétique qui attire le piston 110, initialement situé à sa position basse, jusqu'à sa position haute. Durant le déplacement du piston 110, le calculateur 20 mesure la valeur du courant I1 traversant le solénoïde 130 comme illustré sur la **figure 2**. Le calculateur 20 mesure notamment la valeur du courant I1 après une durée prédéterminée D, depuis le début de la commande par le calculateur 20, qui correspond à la durée, dite durée maximum, de commande du solénoïde 130 par le calculateur 20 qui permet de déplacer le piston 110 de sa position basse à sa position haute. Cette durée D peut notamment être déterminée par détection d'un point d'inflexion du signal représentant le courant I1 comme représenté sur la

figure 2. Le calculateur 20 détermine ainsi la valeur de l'intensité du courant traversant le solénoïde 130 au bout de la durée D, au démarrage du procédé c'est-à-dire avantageusement dès la première commande du solénoïde. Cette valeur correspond alors à la valeur de référence R. Selon un aspect de l'invention, le calculateur 20 détermine la valeur de référence R en majorant la valeur mesurée afin d'obtenir une marge de sécurité. Cette valeur de référence R est indépendante de la pression puisqu'on est au premier coup de pompe et en phase d'aspiration. La courbe I1 est donc représentative de la courbe de courant traversant le solénoïde en phase d'aspiration et durant la course complète du piston entre butées. Lorsque le piston 110 est en position haute, la commande du solénoïde 130 est ensuite suspendue et le ressort de rappel 140 ramène le piston vers le bas. Lorsque la pression augmente au fur et à mesure des cycles de commande du solénoïde le piston finit par ne plus revenir en position basse du fait de la contrepression, et plus la pression augmente plus la position basse du piston « remonte » vers la position haute à chaque cycle.

[0059] Après cette étape d'initialisation, le calculateur 20 commande le solénoïde 130 à nouveau afin de répéter les cycles « commande et suspension de commande », afin d'augmenter la pression du carburant C. C'est l'étape 60 sur la **figure 3** comme expliqué en détail ci-dessous.

[0060] Pour ce faire, le calculateur 20 envoie un courant de commande à travers le solénoïde 130 afin de déplacer le piston 110 jusqu'à sa position haute à chaque cycle. Durant ce déplacement, le calculateur 20 mesure la valeur du courant I2 traversant le solénoïde 130 comme illustré sur la **figure 2**. C'est l'étape 70 sur la **figure 3**. Le calculateur 20 détermine alors la valeur ainsi mesurée du courant I2 après la durée prédéterminée D depuis le début de la commande par le calculateur 20 du déplacement du piston 110 dans un cycle. La durée prédéterminée D correspond à la durée établie dans la phase d'initialisation et qui correspond à l'atteinte de la position haute du piston au premier coup de pompe. La durée D est invariante durant le procédé, et ainsi on comprend que la valeur du courant augmente lorsqu'on le mesure à cet instant, alors que le point d'inflexion avance et la valeur de courant diminue à celui-ci, se retrouvant à une valeur de courant inférieure lorsqu'on atteint le seuil de pression au point d'inflexion de la courbe. A l'étape 80 sur la **figure 3**, le calculateur 20 compare alors cette valeur mesurée à la valeur de référence R. Si la valeur mesurée est supérieure à la valeur de référence R, le calculateur 20 détecte alors que la pression du carburant C a atteint un seuil désiré. En effet, si la valeur mesurée est supérieure à la valeur de référence R, le piston 110 a atteint sa position haute avant la fin de la durée D, indiqué par un point d'inflexion qui a été dépassé. Cela signifie que le piston 110 a effectué un déplacement plus rapide et donc qu'il n'est pas parti de la position basse. Autrement dit, le piston 110 n'a pas eu le temps, depuis la fin de l'étape de commande du

solénoïde 130 précédente de se déplacer jusqu'à sa position basse. Cela est dû au fait que la pression du carburant C dans la chambre de compression a atteint le seuil désiré et que la force exercée par le carburant C sur le piston 110 a ralenti ce dernier dans son déplacement. Le procédé passe alors à l'étape 90 sur la **figure 3** qui détermine la fin du procédé d'amorçage ou « priming » en anglais. La commande de la pompe est stoppée.

[0061] Si la valeur mesurée est inférieure à la valeur de référence R, le calculateur 20 commande à nouveau le solénoïde 130 comme précédemment en répétant les étapes de mesure et de comparaison, ce qui se traduit par la flèche 81 sur la **figure 3** et la répétition des étapes 60, 70, et 80.

[0062] Lorsque la pression du carburant C dans la chambre de compression a atteint le seuil désiré donc (étape 90), le moteur thermique du véhicule 1 peut être démarré : la pression du carburant C permet alors d'injecter la quantité optimale de carburant C dans le moteur thermique.

[0063] La présence d'un point d'inflexion plus ou moins marqué sur la courbe I2 est déterminé en particulier par l'évolution de cette courbe qui est dépendante de la position de départ du piston (position intermédiaire ou très proche de la position haute), et dans une moindre mesure du design détaillé du solénoïde (variation plus ou moins grande de l'inductance en fonction de la position du piston).

Revendications

[Revendication 1] Procédé de gestion d'une pompe (10) à piston (110) d'un système d'injection de carburant (C) embarqué dans un véhicule (1) à moteur thermique par un calculateur (20) dudit véhicule (1), en phase de démarrage du véhicule durant laquelle la pompe fonctionne afin de mettre en pression le carburant alors que le moteur thermique n'est pas encore démarré, ladite pompe (10) comprenant un guide (120), un piston (110) monté de manière coulissante dans ledit guide (120) afin de former une chambre de compression de carburant (C), et un solénoïde (130), adapté pour, lorsqu'il est parcouru par un courant de commande généré par le calculateur (20), déplacer le piston (110) entre une position basse dans laquelle la chambre de compression est adaptée pour être vidée de carburant (C) et une position haute dans laquelle la chambre de compression est adaptée pour être remplie de carburant (C) - phase d'aspiration - et un ressort de rappel agissant sur le piston pour le ramener vers la position basse en l'absence dudit courant de commande parcourant le solénoïde - phase de compression -, ledit procédé étant **caractérisé en ce qu**'il comprend, tant que la pression de carburant (C) dans la chambre de compression est inférieure à un seuil de pression prédéterminé :

- le piston (110) étant initialement sous l'effet du ressort de rappel, une étape de commande du solénoïde (130) par le calculateur (20) afin de déplacer le piston (110) jusqu'à sa position haute,
- au terme d'une durée prédéterminée, une étape de mesure, par le calculateur (20), d'une valeur de l'intensité du courant traversant le solénoïde (130),
- ensuite une étape de suspension de la commande du solénoïde afin que le ressort de rappel actionne le piston (110) vers la position basse,
- les trois étapes précédentes étant répétées un nombre minimum de fois afin de garantir la montée en pression du carburant (C), et
- une étape de détection, par le calculateur (20), d'un dépassement du seuil de pression prédéterminé lorsque la valeur de courant mesuré est supérieure à une valeur de référence prédéterminée, de manière à arrêter la commande du

solénoïde (130) par le calculateur (20), la durée de fonctionnement de la pompe étant ainsi limitée, en phase de démarrage du véhicule alors que le moteur thermique n'est pas encore démarré, grâce à la détection de dépassement d'un seuil de pression, permettant de garantir la mise sous pression du carburant tout en minimisant la durée durant laquelle la pompe génère du bruit.

[Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, comprenant une étape préliminaire d'initialisation comprenant :

- le piston (110) étant initialement dans sa position basse sous l'effet du ressort de rappel, une sous-étape de commande du solénoïde (130) par le calculateur (20) afin de déplacer le piston (110) jusqu'à sa position haute,
- au terme de la durée prédéterminée, une sous-étape de mesure, par le calculateur (20), de la valeur de l'intensité du courant traversant le solénoïde (130), dite « valeur de référence (R) », suivie d'une sous-étape d'arrêt, par le calculateur (20), de la commande du solénoïde (130) afin de déplacer le piston (110) vers sa position basse sous l'effet du ressort de rappel.

[Revendication 3] Procédé selon l'une des revendications précédentes, comprenant une étape d'ajustement de la valeur de référence (R).

[Revendication 4] Procédé selon les revendications 2 et 3, dans laquelle, la valeur de référence (R) est ajustée par majoration de la valeur de l'intensité du courant mesuré lors de la sous-étape de mesure d'une valeur prédéterminée, de préférence de l'ordre de 0,5 A.

[Revendication 5] Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'étape de mesure et l'étape de comparaison sont répétées à une fréquence prédéterminée, de préférence de l'ordre de 10 ms.

[Revendication 6] Procédé selon la revendication précédente, dans lequel ces étapes sont répétées un nombre minimum de fois, de préférence 10, afin de garantir la montée en pression du carburant (C).

[Revendication 7] Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la pompe (10) à piston (110) alimentant un moteur d'un véhicule (1), le procédé comprend une étape initiale de détection de la mise sous contact

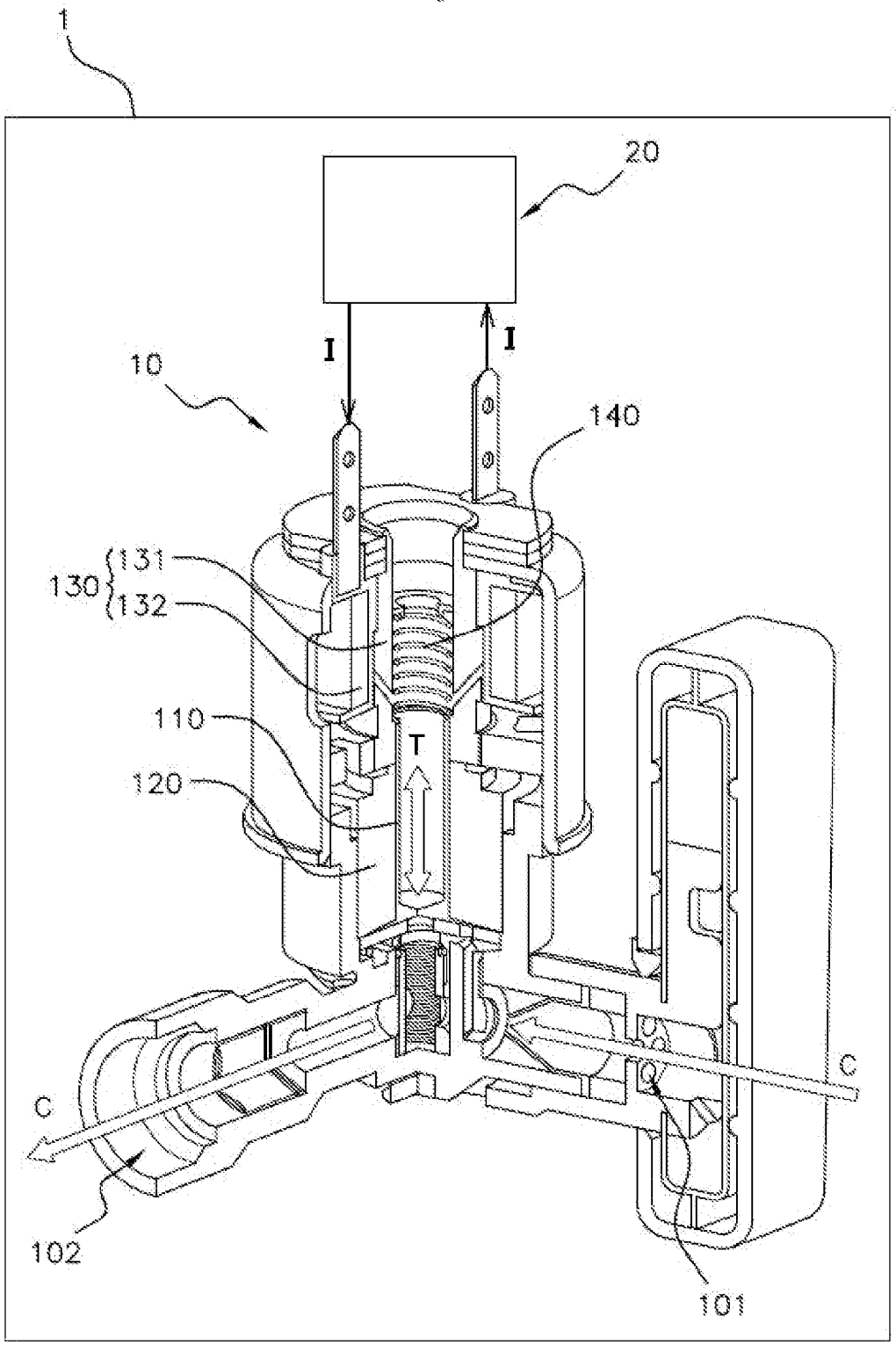
dudit véhicule (1).

[Revendication 8] Calculateur (20) de gestion d'une pompe (10) à piston (110) d'un système d'injection de carburant (C) embarqué dans un véhicule (1) à moteur thermique, ladite pompe (10) comprenant un guide (120), un piston (110) monté de manière coulissante dans ledit guide (120) afin de former une chambre de compression de carburant (C), un solénoïde (130), adapté pour, lorsqu'il est parcouru par un courant de commande généré par le calculateur (20), déplacer le piston (110) entre une position basse dans laquelle la chambre de compression est adaptée pour être vidée de carburant (C) et une position haute dans laquelle la chambre de compression est adaptée pour être remplie de carburant (C) - phase d'aspiration - et un ressort de rappel agissant sur le piston pour le ramener vers la position basse en l'absence dudit courant de commande parcourant le solénoïde - phase de compression -, ledit calculateur (20) étant caractérisé en ce qu'il est configuré, pour mettre en œuvre les étapes d'un procédé selon l'une des revendications 1 à 7.

[Revendication 9] Véhicule (1), notamment automobile, comprenant un moteur thermique et une pompe (10) à piston (110) d'alimentation dudit moteur thermique en carburant (C), ladite pompe (10) comprenant un guide (120), un piston (110) monté de manière coulissante dans ledit guide (120) afin de former une chambre de compression de carburant (C), un solénoïde (130), adapté pour, lorsqu'il est parcouru par un courant de commande généré par le calculateur (20), déplacer le piston (110) entre une position basse dans laquelle la chambre de compression est adaptée pour être vidée de carburant (C) et une position haute dans laquelle la chambre de compression est adaptée pour être remplie de carburant (C) - phase d'aspiration - et un ressort de rappel agissant sur le piston pour le ramener vers la position basse en l'absence dudit courant de commande parcourant le solénoïde - phase de compression -, ledit véhicule (1) comprenant un calculateur (20) selon la revendication précédente, configuré pour commander ladite pompe (10) à piston (110).

[Fig. 1]

Fig 1



[Fig. 2]

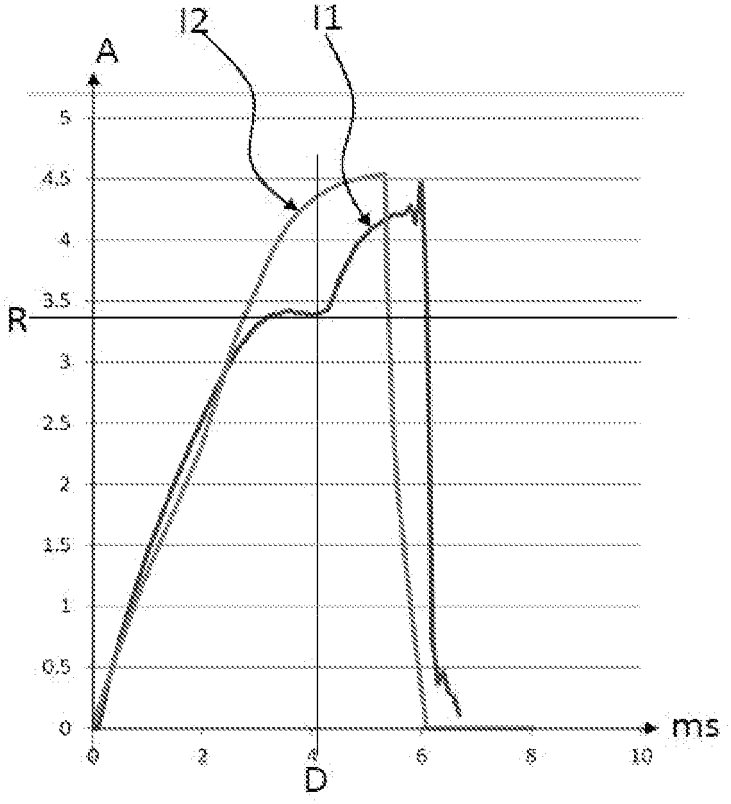


Figure 2

[Fig. 3]

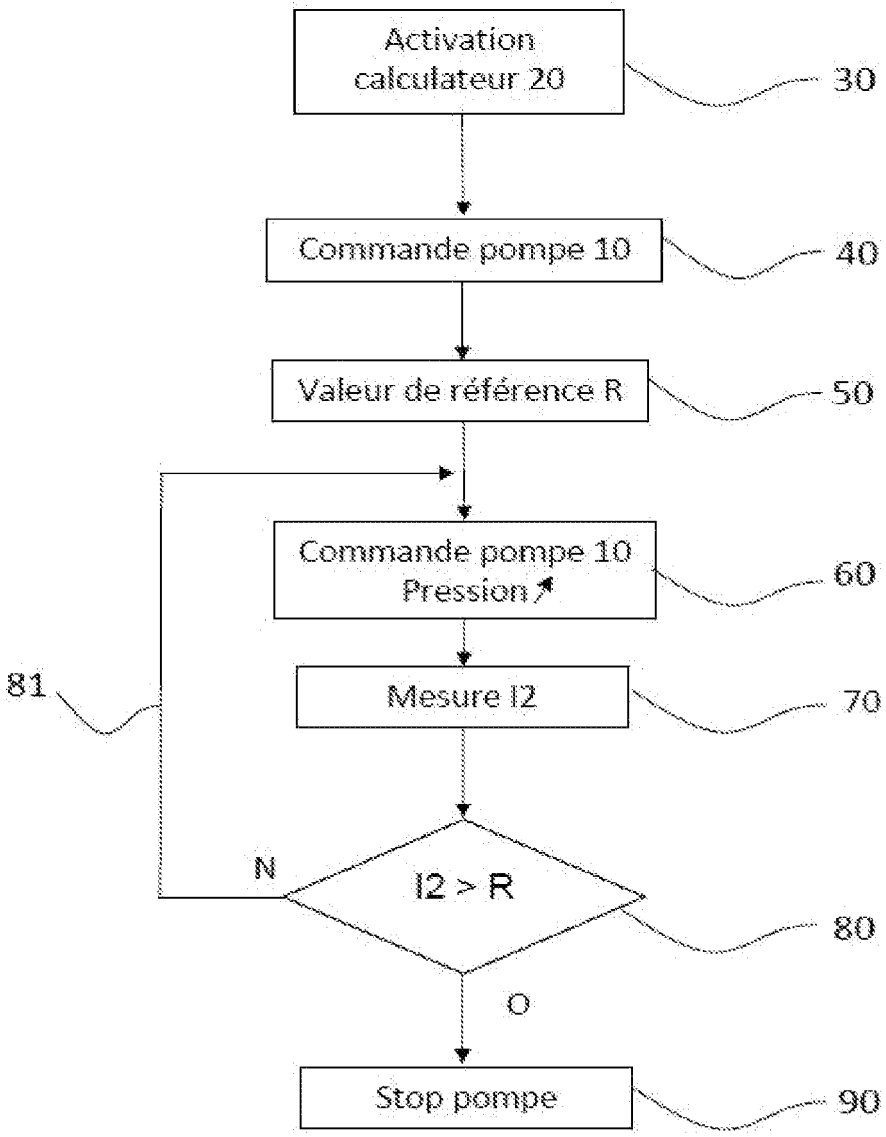


Figure 3

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveauté) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.
Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☐ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

[x] Le demandeur a maintenu les revendications.

☐ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

[x] Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

NEANT

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

US 2019/003611 A1 (FOCHTMAN JAMES [US] ET AL) 3 janvier 2019 (2019-01-03)

US 2018/023557 A1 (KRUSCH ANDREA [DE] ET AL) 25 janvier 2018 (2018-01-25)

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT