(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
17 octobre 2019 (17.10.2019)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2019/197776 A2

(51) Classification internationale des brevets :
Non classée

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2019/050836

(22) Date de dépôt international :
09 avril 2019 (09.04.2019)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1853106 10 avril 2018 (10.04.2018) 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 : **AGNUS, Yves** ; Continental Automotive France, Service Intellectual Property, 1, Avenue Paul Ourliac, 31100 Toulouse (FR). **GIRARD, Nicolas** ; CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE, Service Intellectual Property, 1, Avenue Paul Ourliac, 31100 TOULOUSE (FR). **CHIA, Tet Kong Brian** ; Continental Automotive GmbH, Department Intellectual Property, Thomas-Dehler-Straße 27, 81737 München (DE).

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

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2(g))*

WO 2019/197776 A2

(54) Title: METHOD FOR MONITORING A PRESSURE SENSOR IN A DIRECT INJECTION SYSTEM

(54) Titre : PROCÉDÉ DE SURVEILLANCE D'UN CAPTEUR DE PRESSION DANS UN SYSTÈME D'INJECTION DIRECTE

(57) Abstract: The invention relates to a method for monitoring a pressure sensor in a direction injection system comprising at least one common rail, a high-pressure fuel pump, a hydraulic circuit connecting the high-pressure pump to the common rail, a passive pressure-limiting valve that is connected to the hydraulic circuit and is configured to open as soon as the pressure in the hydraulic circuit exceeds a threshold pressure such that fuel is discharged, the method involving the steps of detecting an opening action of the pressure-limiting valve, measuring the pressure P MES corresponding to the time the pressure-limiting valve opens, and comparing the measured pressure to the threshold pressure P_1 so as to detect a drift of the pressure sensor.

(57) Abrégé : La présente invention concerne un procédé de surveillance d'un capteur de pression dans un système d'injection directe comprenant au moins une rampe commune, une pompe haute pression de carburant, un circuit hydraulique reliant la pompe haute pression à la rampe commune, une vanne de limitation de pression passive reliée au circuit hydraulique configurée pour s'ouvrir dès lors que la pression dans le circuit hydraulique est supérieure à une pression seuil de manière à évacuer du carburant, comprenant les étapes consistant à détecter une ouverture de la vanne de limitation de pression, mesurer de la pression P MES correspondant à l'instant de l'ouverture de la vanne de limitation de pression et comparer la pression mesurée à la pression seuil P_1 afin de détecter une dérive dudit capteur de pression.

Procédé de surveillance d'un capteur de pression dans un système d'injection directe

L'invention appartient au domaine des systèmes d'injection directe à rampe commune et concerne plus particulièrement un procédé de surveillance d'un capteur de pression dans un tel système.

Dans un véhicule comprenant un système d'injection directe à rampe commune, la pression à l'intérieur de la rampe est mesurée par un capteur de pression et transmise à l'unité de commande du véhicule.

Une mesure réalisée par un capteur de pression peut dériver dans le temps. L'erreur de mesure, entraînée par la dérive, peut dépendre d'un biais (*offset* en anglais), et/ou d'une variation de la sensibilité du capteur.

Le contrôle de la combustion et la dépollution d'un moteur nécessitent des mesures précises de la pression dans la rampe commune. Un tel contrôle n'est pas compatible avec des biais de mesure et des variations de la sensibilité élevés du capteur de pression.

A cet effet, il est connu de contrôler le capteur de pression d'une rampe commune ou de diagnostiquer une dérive de ce capteur en mesurant la pression atmosphérique imposée dans le système d'injection par une vanne de décharge active. La vanne de décharge active peut être une vanne de type PCV (acronyme anglais de *Pressure Control Valve*) ou une vanne de type PDV (acronyme anglais de *Pressure Decay Valve*). Cette méthode d'étalonnage n'est pas compatible avec une situation de roulage du véhicule.

De plus, les systèmes d'injection sans fuite statique, également désignés par systèmes d'injection étanches, comme certains systèmes d'injection des moteurs diesels, ne comprennent pas de moyens permettant de vider le système d'injection et d'imposer une pression atmosphérique dans la rampe commune, comme des vannes actives de type PCV et/ou PDV. Il n'est donc pas possible de mettre ces méthodes en œuvre dans un moteur diesel.

Un but de l'invention est de proposer un procédé permettant de surveiller un capteur de pression et de détecter une dérive lors de la mesure d'un signal du capteur de pression dans une rampe commune. Un autre but de l'invention est de proposer un procédé permettant de détecter cette dérive dans une situation de roulage d'un véhicule et de corriger l'erreur de mesure entraînée par cette dérive.

Ces buts sont atteints dans le cadre de la présente invention grâce à un procédé de surveillance d'un capteur de pression dans un système d'injection directe comprenant au moins une rampe commune, un capteur de pression configuré pour mesurer une pression P_{MES} dans la rampe commune, une pompe haute pression de

carburant comprenant un piston haute pression et une vanne de contrôle du débit 10 présentant une commande électrique, un circuit hydraulique reliant la pompe haute pression à la rampe commune, une unité de commande configurée pour commander une vanne de contrôle du débit 10 de manière à ce que la pression P_{MES} dans la rampe commune soit égale à une consigne de pression, une vanne de limitation de pression passive reliée au circuit hydraulique, configurée pour s'ouvrir dès lors que la pression dans le circuit hydraulique est supérieure à une pression seuil de manière à évacuer du carburant, le procédé comprenant les étapes suivantes mises en œuvre dans l'unité de commande :

a) détection d'une ouverture de la vanne de limitation de pression passive ;

b) mesure de la pression P_{MES} correspondant à l'instant de l'ouverture de la vanne de limitation de pression ;

c) comparaison de la pression mesurée P_{MES} à la pression seuil P1 afin de détecter une dérive dudit capteur de pression.

L'invention est avantageusement complétée par les caractéristiques suivantes, prises individuellement ou en l'une quelconque de leurs combinaisons techniquement possibles :

- on détermine l'instant de l'ouverture de la vanne de limitation de pression dans l'étape a) en mesurant une variation de la valeur de la commande électrique supérieure à 0.1 $\%.s^{-1}$;
- on détermine l'instant de l'ouverture de la vanne de limitation de pression dans l'étape a) en mesurant une augmentation de la valeur de la commande électrique supérieure à 1% en 5 secondes ;
- l'unité de commande comprend un correcteur de type proportionnel-intégrateur-dérivateur, et on détermine l'instant de l'ouverture de la vanne de limitation de pression dans l'étape a) en mesurant une variation d'une commande intégrateur du correcteur correspondant à une variation de débit supérieure à 100 $ml.min^{-1}$.

Un autre objet de l'invention est un système d'injection directe comprenant au moins une rampe commune, un capteur de pression configuré pour mesurer la pression P_{MES} dans la rampe commune, une pompe haute pression de carburant comprenant un piston haute pression et une vanne de contrôle du débit 10 présentant une commande électrique, un circuit hydraulique reliant la pompe haute pression à la rampe commune, une unité de commande configurée pour commander la vanne de contrôle du débit 10 de manière à ce que la pression P_{MES} dans la rampe commune soit égale à une consigne de pression, une vanne de limitation de pression passive reliée au circuit

hydraulique, configurée pour s'ouvrir dès lors que la pression dans le circuit hydraulique est supérieure à une pression seuil P_1 de manière à évacuer du carburant, le procédé comprenant les étapes suivantes mises en œuvre dans l'unité de commande, caractérisé en ce que l'unité de contrôle est configurée pour détecter une ouverture de la vanne de limitation de pression, mesurer de la pression P_{MES} correspondant à l'instant de l'ouverture de la vanne de limitation de pression et comparer la pression mesurée P_{MES} à la pression seuil P_1 afin de détecter une dérive dudit capteur de pression.

Avantageusement, la pression seuil P_1 est strictement supérieure à 2000 bars.

D'autres caractéristiques et avantages ressortiront de la description qui suit, laquelle est purement illustrative et non limitative, et doit être lue en regard des figures annexées, parmi lesquelles :

- la **figure 1** illustre schématiquement un système d'injection directe à rampe commune ;

- la **figure 2** illustre les caractéristiques d'une vanne de limitation de pression passive ;

- la **figure 3** illustre schématiquement un procédé de détermination de la dérive d'un capteur de pression dans un système d'injection directe ;

- la **figure 4** illustre l'évolution de grandeurs du système d'injection directe.

La **figure 1** illustre schématiquement un système 5 d'injection directe à rampe commune 4 (ou rail haute pression). Une rampe commune 4 est configurée pour alimenter des injecteurs 6 en carburant. Une pompe haute pression 1 permet d'imposer un débit en aval pour des pressions par exemple supérieures à 300 bars, préférentiellement à 2000 bars. La pompe haute pression 1 comprend une vanne de contrôle du débit 10 (c'est-à-dire de commande du débit) comprenant une commande électrique. La pompe haute pression 1 comprend également un piston haute pression 9. La pompe haute pression 1 est reliée en amont à un réservoir 7, de manière à permettre un transport du carburant, directement ou indirectement.

La rampe commune 4 et la pompe haute pression 1 sont reliées par un circuit hydraulique 13 (ou tuyau haute pression). Le circuit hydraulique 13 permet de transporter le carburant de la pompe 1 à la rampe commune 4.

Le circuit hydraulique 13 est également relié à une vanne de limitation de pression PLV passive (désignée en anglais *Pressure Limiting Valve*). Cette vanne est configurée pour s'ouvrir dès lors que la pression effective (sans erreur de mesure) dans le circuit hydraulique 13 est supérieure à une pression seuil P_1. En l'occurrence, la pression peut être la pression d'un carburant 12 dans le canal hydraulique 13. La vanne est ainsi configurée pour évacuer le carburant, c'est-à-dire un surplus de carburant, ou de manière plus générale un fluide, en dehors du circuit hydraulique 13.

La pression dans la rampe commune est mesurée par un capteur de pression 3, agencé totalement ou en partie dans la rampe commune 4. Le capteur 3 permet de mesurer la pression P_{MES} dans la rampe commune. Cette valeur peut être exacte, c'est-à-dire représenter exactement la pression effective d'un fluide dans la rampe commune, et/ou comprendre une erreur, entraînée par la dérive du capteur.

Une unité de commande ECU est reliée électriquement au capteur de pression 3 et à la pompe haute pression 1 par la commande électrique de la vanne de contrôle du débit 10. L'unité de commande ECU comprend au moins un processeur et une mémoire. L'unité de commande ECU est configurée pour asservir la pression dans la rampe commune : elle peut avantageusement comprendre un correcteur de type proportionnel-intégrateur-dérivateur. Le signal du capteur de pression 3 est une entrée de l'asservissement réalisé par l'unité de commande ECU. L'unité de commande ECU est configurée pour commander la vanne de contrôle du débit 10 de la pompe haute pression 1 de manière à ce que la pression P_{MES} dans la rampe commune soit égale à une consigne de pression Pc. Si le correcteur est un PID, l'unité de commande peut être configurée pour analyser individuellement les différentes commandes du correcteur. Avantageusement, la commande intégrateur du correcteur peut être analysée.

La **figure 2** est une caractéristique de la vanne de limitation de pression PLV, illustrant la pression d'ouverture de la vanne de limitation de pression PLV en fonction du débit. La courbe (a) de la **figure 2** illustre la pression maximale dans le circuit hydraulique 13 et/ou dans la rampe commune 4, en fonction du débit imposé par la pompe haute pression, dans le cas de l'ouverture de la vanne de limitation de pression PLV. La courbe (b) de la **figure 2** illustre la pression dans le circuit hydraulique 13 et/ou la rampe commune 4, en fonction du débit imposé par la pompe haute pression, dans le cas de la fermeture de la vanne de limitation de pression PLV.

La vanne de limitation de pression PLV caractérisée dans la **figure 2** s'ouvre à une pression seuil P_1 effective correspondant au maximum de la courbe (a) à débit nul. Dans ce cas, la pression seuil P_1 effective est sensiblement égale à 2380 bars. De manière générale, la pression seuil P_1 est avantageusement strictement supérieure à 2100 bars, ce qui correspond à la pression maximale dans la rampe commune 4 en fonctionnement normal.

La **figure 3** illustre schématiquement un procédé de détermination de la dérive d'un capteur de pression 3 dans un système d'injection directe.

De manière générale, lors d'un roulage et/ou lors d'un diagnostic de la pression dans la rampe du moteur, on mesure le signal de sortie du capteur de pression 3 et on commande la vanne de contrôle du débit 10 de la pompe haute pression 1 de manière à asservir la pression dans la rampe au moyen de l'unité de commande 8. Le

régulateur de l'unité de commande 8 peut par exemple asservir la pression de la rampe, l'entrée du régulateur étant la mesure du capteur de pression P_{MES} et la commande du régulateur étant la commande électrique de la vanne de contrôle du débit 10 de la pompe haute pression. On peut par exemple, lors d'une situation de roulage, asservir la pression de la rampe à une pression constante, selon une consigne mémorisée par l'unité de commande 8.

Dans une étape a) du procédé, on détecte une ouverture de la vanne de limitation de pression. L'ouverture de la vanne de limitation de pression peut être entraînée par différents événements, par exemple une surpression temporaire dans la rampe de pression en roulage.

Dans une étape b) du procédé, on mesure la pression P_{MES} correspondant à l'instant de l'ouverture de la vanne de limitation de pression PLV dans l'étape a) du procédé. Cette mesure peut être entraînée par la détection de l'ouverture de la vanne de limitation de pression dans l'étape a). Elle peut être également décorrélée de l'étape a) : on mesure de manière continue la pression P_{MES} pendant l'asservissement de la pression dans la rampe commune.

Dans une étape c) du procédé, on compare la pression mesurée P_{MES} à la pression seuil P_1 d'ouverture de la vanne de limitation de pression PLV, afin de détecter une éventuelle dérive du capteur de pression 3, et ainsi de surveiller le capteur de pression 3. Une dérive est détectée si les valeurs de P_{MES} et de P_1 sont différentes. Ces deux valeurs peuvent être comparées par l'unité de commande 8. La dérive peut être également déterminée, c'est-à-dire évaluée : elle correspond à un écart entre les valeurs de P_{MES} et de P_1 à la pression P_1. La dérive peut correspondre à un biais dans la mesure (*offset* en anglais), une variation de la sensibilité et/ou une variation du seuil de détection.

Après l'étape c) du procédé, il est possible d'étalonner le capteur de pression 3 si une dérive a été détectée lors de l'étape c) du procédé. On fixe avantageusement la valeur de la pression mesurée P_{MES} à l'instant t à la valeur de la pression d'ouverture P_1. Selon le modèle de dérive considéré, l'étalonnage peut correspondre à un décalage des ordonnées (cas d'un biais ou offset) ou par exemple à une variation de la pente d'un modèle linéaire.

L'ouverture de la vanne de limitation de pression peut également être contrôlée : l'unité de commande 8 peut être configurée pour réaliser un diagnostic ou un test de la dérive du capteur de pression. Dans ce cas, le régulateur peut être configuré pour imposer une augmentation progressive de la consigne de pression Pc dans la rampe commune, jusqu'à l'ouverture de la vanne de limitation de pression et sa détection dans l'étape a) du procédé.

La **figure 4** illustre l'évolution de grandeurs du système d'injection directe. La courbe (g) de la **figure 4** illustre l'évolution de la pression P_{MES} mesurée par le capteur de pression. L'analyse l'évolution de P_{MES} ne permet pas de mesurer l'instant auquel la vanne de limitation de pression s'ouvre. Le minimum et le maximum de la courbe (g) de la **figure 4** correspondent respectivement à 179 MPa et à 210 MPa. La courbe (h) de la **figure 4** illustre la commande C_1 de l'unité de contrôle ECU vers la pompe haute pression 1. La valeur minimum et la valeur maximum de la courbe (h) de la **figure 4** correspondent respectivement à 20,6 % et 23,5 %, cette valeur étant égale au rapport cyclique d'un signal de type PWM (acronyme de *Pulse Width Modulation* en anglais, c'est-à-dire de modulation de largeur d'impulsion). Une valeur de 0 % correspond par exemple à l'absence de pompage par la pompe haute pression 1 et une valeur de 100 % correspond par exemple à un pompage à la capacité maximale de la pompe à haute pression 1. Avantageusement, l'instant de l'ouverture de la vanne de limitation de pression peut être détecté et/ou mesuré quand la variation de C_1 dépasse une valeur seuil et/ou lors d'une rupture de pente de C_1. Préférentiellement, on mesure une augmentation de la commande C_1 supérieure à 1% entre un premier instant et un deuxième instant, séparés de 5 secondes. Ces deux instants sont illustrés par des barres verticales noires sur l'ensemble des diagrammes de la **figure 4**. La commande électrique C_1 peut être en particulier adaptée à recevoir des signaux de type PWM. Ces signaux présentent typiquement une fréquence supérieure à 100 Hz, par exemple sensiblement égale à 500Hz. Dans ce cas, la valeur de la commande électrique C_1 est égale au rapport cyclique du signal modulé.

La courbe (i) de la **figure 4** illustre l'évolution de la dérivée dC_1/dt, de la commande C_1. Le minimum et le maximum de la courbe (i) de la **figure 4** correspondent respectivement à 0,03 %/s et 0,20 %/s. Avantageusement, l'ouverture de la vanne de limitation de pression peut être détectée lors du dépassement d'une valeur seuil de dC_1/dt, ou par un pic de dC_1/dt. Préférentiellement, cette valeur seuil est supérieure à 0,1%/s.

La courbe (j) de la **figure 4** illustre l'évolution de la commande intégrateur Q du correcteur. Le minimum et le maximum de la courbe (i) de la **figure 4** correspondent respectivement à une variation de la commande entraînant une variation du débit imposé par la pompe haute pression 1 de -54 ml/min et 247 ml/min. Avantageusement, l'ouverture de la vanne de pression peut être détectée en mesurant une variation de la commande intégrateur correspondant à l'imposition d'une variation de débit de la pompe haute pression 1 supérieure à 100 ml/min. La variation du signal de la courbe (j) correspond à un débit de fuite entraîné par l'ouverture de la vanne de limitation de pression PLV.

REVENDICATIONS

1. Procédé de surveillance d'un capteur de pression (3) dans un système d'injection (5) directe comprenant au moins une rampe commune, un capteur de pression (3) configuré pour mesurer une pression P_{MES} dans la rampe commune (4), une pompe haute pression (1) de carburant comprenant un piston haute pression (9) et une vanne de contrôle du débit (10) présentant une commande électrique, un circuit hydraulique (13) reliant la pompe haute pression (1) à la rampe commune (4), une unité de commande (8) configurée pour commander la vanne de contrôle du débit (10) de manière à ce que la pression P_{MES} dans la rampe commune soit égale à une consigne de pression, une vanne de limitation de pression (PLV) passive reliée au circuit hydraulique, configurée pour s'ouvrir dès lors que la pression dans le circuit hydraulique est supérieure à une pression seuil P_1 de manière à évacuer du carburant, le procédé comprenant les étapes suivantes mises en œuvre dans l'unité de commande (8) :

a) détection d'une ouverture de la vanne de limitation de pression (PLV) ;

b) mesure de la pression P_{MES} correspondant à l'instant de l'ouverture de la vanne de limitation de pression (PLV) ;

c) comparaison de la pression mesurée P_{MES} à la pression seuil P_1 afin de détecter une dérive dudit capteur de pression (3).

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel on détermine l'instant de l'ouverture de la vanne de limitation de pression dans l'étape a) en mesurant une variation de la valeur de la commande électrique supérieure à 0.1 $\%.s^{-1}$.

3. Procédé selon l'une des revendications 1 à 2, dans lequel on détermine l'instant de l'ouverture de la vanne de limitation de pression dans l'étape a) en mesurant une augmentation de la valeur de la commande électrique supérieure à 1% en 5 secondes.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel l'unité de commande (8) comprend un correcteur de type proportionnel-intégrateur-dérivateur, et dans lequel on détermine l'instant de l'ouverture de la vanne de limitation de pression dans l'étape a) en mesurant une variation d'une commande intégrateur du correcteur correspondant à une variation de débit supérieure à 100 $ml.min^{-1}$.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel on augmente progressivement la consigne de pression avant l'étape a).

6. Système d'injection directe comprenant au moins une rampe commune, un capteur de pression (3) configuré pour mesurer la pression P_{MES} dans la rampe commune (4), une pompe haute pression (1) de carburant comprenant un piston haute pression (9) et une vanne de contrôle du débit (10) présentant une commande électrique, un circuit hydraulique (13) reliant la pompe haute pression (1) à la rampe commune (4), une unité de commande (8) configurée pour commander la vanne de contrôle du débit (10) de manière à ce que la pression P_{MES} dans la rampe commune soit égale à une consigne de pression, une vanne de limitation de pression (PLV) passive reliée au circuit hydraulique, configurée pour s'ouvrir dès lors que la pression dans le circuit hydraulique est supérieure à une pression seuil P_1 de manière à évacuer du carburant, le procédé comprenant les étapes suivantes mises en œuvre dans l'unité de commande (8), **caractérisé en ce que** l'unité de contrôle est configurée pour détecter une ouverture de la vanne de limitation de pression, mesurer de la pression P_{MES} correspondant à l'instant de l'ouverture de la vanne de limitation de pression et comparer la pression mesurée P_{MES} à la pression seuil P_1 afin de détecter une dérive dudit capteur de pression (3).

7. Système selon la revendication 6, dans lequel la pression seuil P_1 est strictement supérieure à 2000 bars.

FIGURES

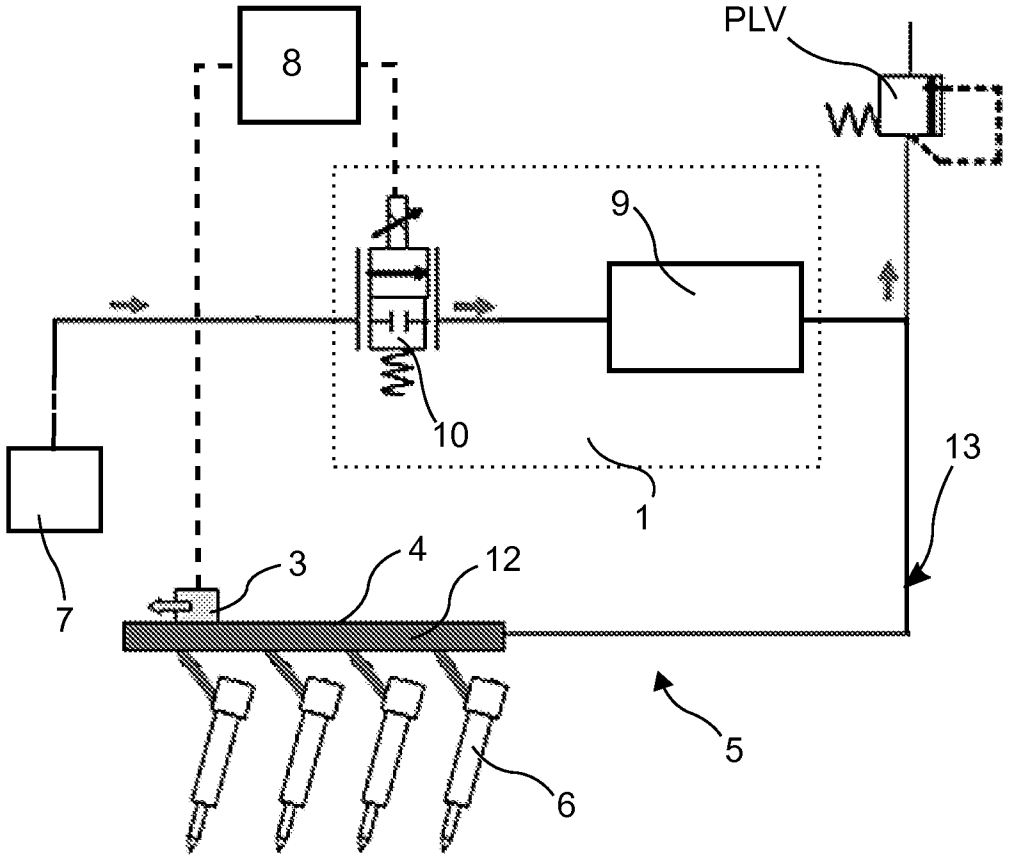


Figure 1

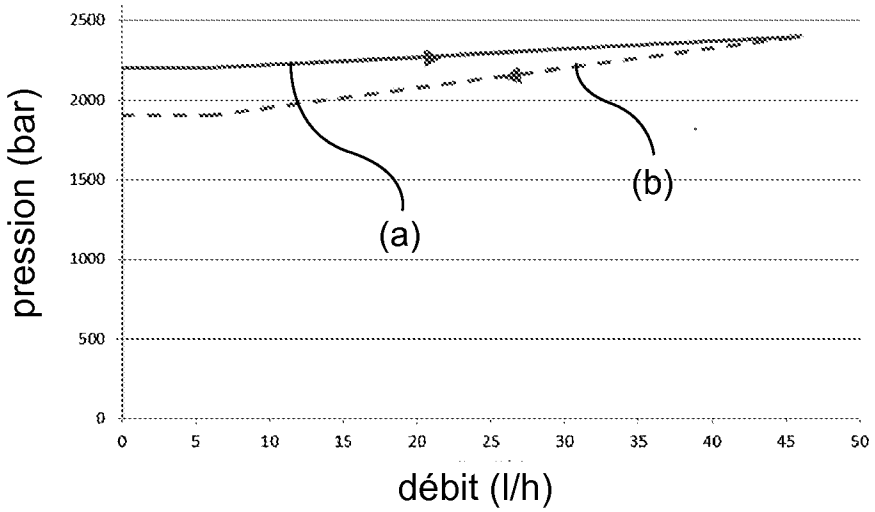


Figure 2

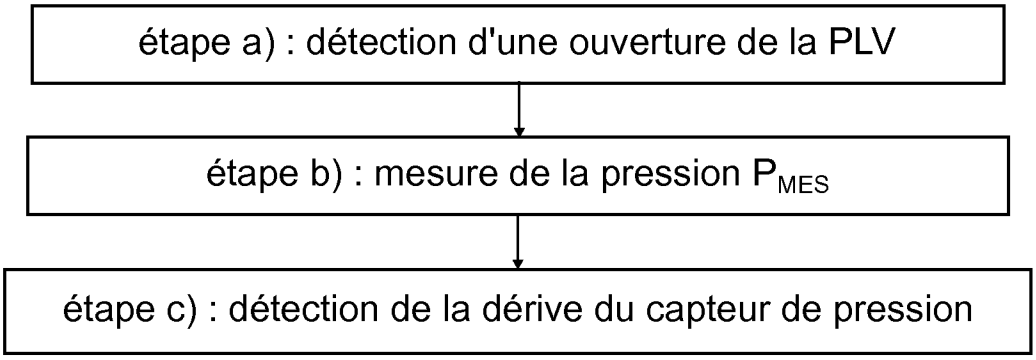


Figure 3

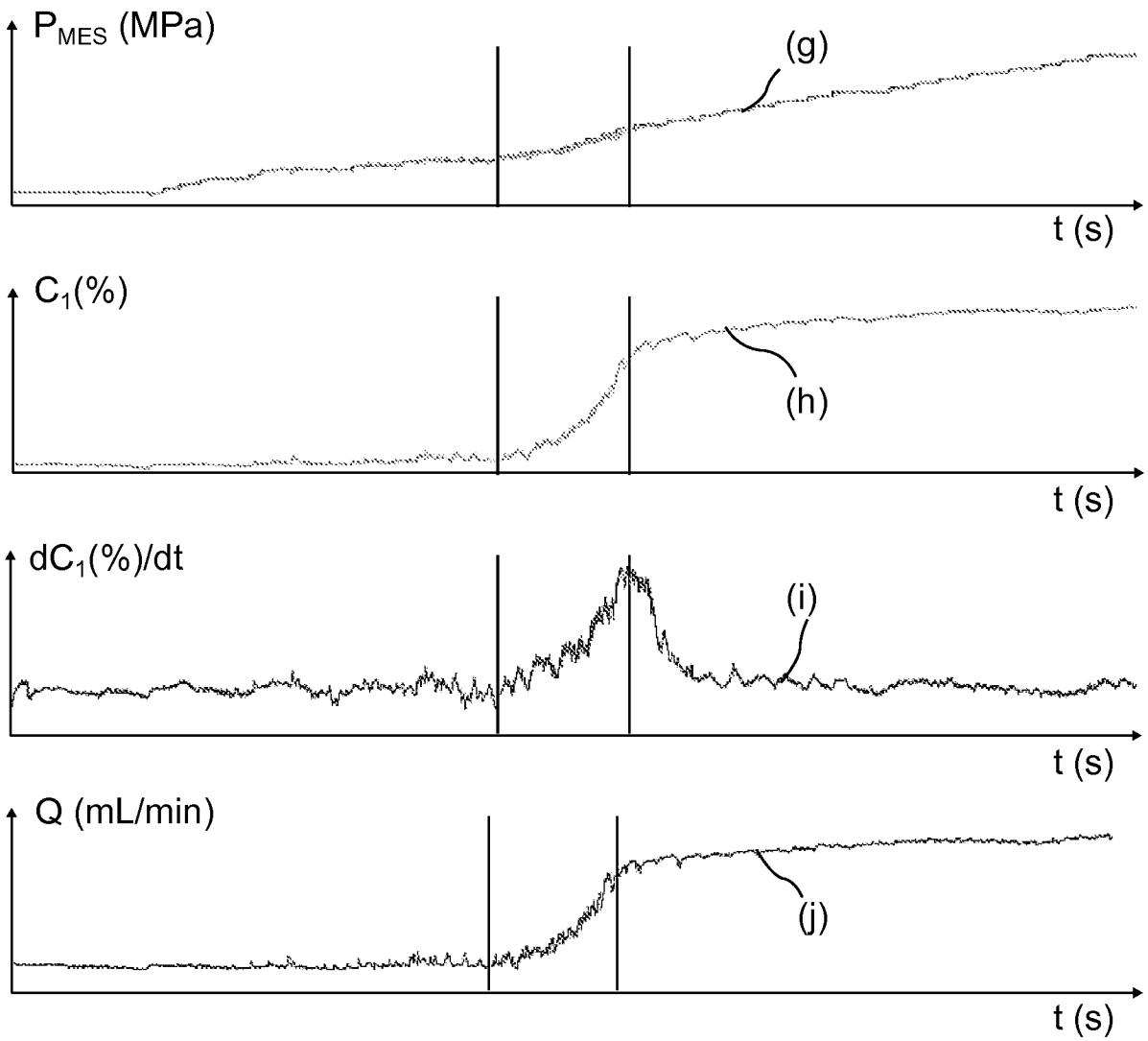


Figure 4