



(22) du réservoir (10) et une soupape de retournement (21). Le procédé (50) de contrôle de pression comporte des étapes de : • (51) détermination d'une durée d'activation nécessaire à la vanne d'isolation (22) pour passer d'un état fermé à un état complètement ouvert, dite « durée d'ouverture complète », • lorsqu'un critère prédéfini de risque de fermeture de la soupape de retournement (21) est vérifié : (55) commande de la vanne d'isolation (22) par activations récurrentes de durées respectives inférieures à la durée d'ouverture complète.

Procédé et calculateur pour le contrôle de la pression à l'intérieur d'un réservoir de carburant d'un véhicule automobile

La présente invention appartient au domaine du contrôle moteur des véhicules automobiles, et concerne plus particulièrement un procédé et un calculateur pour le contrôle de la pression à l'intérieur d'un réservoir de carburant de véhicule automobile.

De nos jours, il est courant d'équiper les réservoirs de carburant de véhicules automobiles à moteurs thermiques de circuits d'évacuation de vapeurs de carburant, en particulier les véhicules automobiles équipés de moteurs à essence.

De manière connue, un circuit d'évacuation de vapeurs de carburant relie le réservoir de carburant à un filtre à vapeurs de carburant (« canister » dans la littérature anglo-saxonne), généralement un filtre à charbon actif, qui capture les vapeurs de carburant.

Ce filtre à vapeurs de carburant est en outre relié à une prise d'air et à un circuit de purge qui réinjecte les vapeurs de carburant capturées dans le moteur, par l'intermédiaire d'une vanne de purge.

Dans le cas notamment de véhicules automobiles équipés de moteurs hybrides thermique / électrique, ou de moteurs thermiques contrôlés selon un procédé de gestion d'allumage dit « start-stop », le temps de fonctionnement du moteur thermique est réduit et peut s'avérer insuffisant pour purger les vapeurs d'essence stockées dans le filtre.

A cet effet, il est connu de placer, sur le circuit d'évacuation de vapeurs de carburant, une vanne d'isolation (« fuel tank isolation valve » dans la littérature anglo-saxonne, ou FTIV). Cette vanne d'isolation est par exemple contrôlée pour autoriser l'évacuation des vapeurs de carburant lorsque le moteur thermique fonctionne, et bloquer les vapeurs de carburant à l'intérieur du réservoir lorsque le moteur thermique est arrêté. Le réservoir est alors dimensionné pour supporter une pression plus élevée que dans les véhicules automobiles ne comportant pas une telle vanne d'isolation.

Il est toutefois nécessaire de contrôler la pression à l'intérieur du réservoir afin d'assurer que la pression maximale supportée par ledit réservoir n'est jamais dépassée. Il est également nécessaire de contrôler la pression à l'intérieur du réservoir avant son remplissage, afin de ramener cette pression à la pression ambiante avant ouverture de la trappe de remplissage du réservoir. Dans ce cas, la diminution de la pression doit en outre être rapide, pour éviter au conducteur d'avoir à attendre trop longtemps l'ouverture de ladite trappe.

Le circuit d'évacuation de vapeurs de carburant comporte également une soupape de retournement (« roll over valve » dans la littérature anglo-saxonne, ou ROV).

La soupape de retournement vise à empêcher que le carburant ne s'échappe du réservoir lorsque le véhicule automobile se retourne. Ainsi, la soupape de retournement se ferme automatiquement lorsque le véhicule automobile se retourne.

Un inconvénient est que, lorsque l'on souhaite réduire rapidement la pression à l'intérieur du réservoir en ouvrant la vanne d'isolation, la soupape de retournement a tendance à se fermer. Une fois fermée, la soupape de retournement met un temps non négligeable à se rouvrir, temps pendant lequel le circuit d'évacuation est lui aussi fermé, augmentant le temps nécessaire pour ramener la pression à l'intérieur du réservoir à la pression ambiante.

La présente invention a pour objectif de remédier à tout ou partie des limitations des solutions de l'art antérieur, notamment celles exposées ci-avant, en proposant une solution qui permette d'optimiser le temps de diminution de la pression à l'intérieur du réservoir, et plus particulièrement juste avant le remplissage dudit réservoir.

A cet effet, et selon un premier aspect, l'invention concerne un procédé de contrôle de la pression à l'intérieur d'un réservoir de carburant d'un véhicule automobile, ledit véhicule automobile comportant un circuit d'évacuation de vapeurs de carburant reliant le réservoir à un filtre à vapeurs de carburant, le circuit d'évacuation comportant une vanne d'isolation du réservoir et une soupape de retournement, la pression à l'intérieur du réservoir étant contrôlée en commandant la vanne d'isolation. Avantageusement, le procédé comporte des étapes de :

- détermination d'une durée d'activation nécessaire à la vanne d'isolation pour passer d'un état fermé à un état complètement ouvert, dite « durée d'ouverture complète »,
- lorsqu'un critère prédéfini de risque de fermeture de la soupape de retournement est vérifié : commande de la vanne d'isolation par activations récurrentes de durées respectives inférieures à la durée d'ouverture complète.

Puisque les durées d'activation de la vanne d'isolation sont inférieures à la durée d'ouverture complète, ladite vanne d'isolation n'est jamais activée suffisamment longtemps pour passer à l'état complètement ouvert. La vanne d'isolation est par conséquent seulement partiellement ouverte et le débit à travers ladite vanne d'isolation n'est jamais maximal, ce qui réduit le risque de fermeture de la soupape de retournement.

Dans des modes particuliers de mise en œuvre, le procédé de contrôle de pression peut comporter en outre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles.

Dans des modes particuliers de mise en œuvre, le procédé de contrôle de pression comporte une étape de détermination d'un débit de fermeture de la soupape de retournement, et une étape de détermination d'un débit instantané maximal de la vanne

d'isolation à l'état complètement ouvert. Le critère prédéfini de risque de fermeture de la soupape de retournement est alors vérifié lorsque le débit de fermeture est inférieur au débit instantané maximal.

De telles dispositions permettent de mieux appréhender le risque de fermeture de la soupape de retournement, du fait de la prise en compte :

- du débit de fermeture de la soupape de retournement, c'est-à-dire le débit au-dessus duquel la soupape de retournement va se fermer même si le véhicule automobile ne s'est pas retourné,
- du débit instantané maximal de la vanne d'isolation, c'est-à-dire le débit maximal possible à travers ladite vanne d'isolation compte tenu des conditions opérationnelles de ladite vanne d'isolation à l'instant d'activation considéré.

Dans des modes particuliers de mise en œuvre, la durée d'une activation de la vanne d'isolation, lorsque le critère de risque de fermeture de la soupape de retournement est vérifié, est déterminée en fonction du rapport R entre le débit de fermeture et le débit instantané maximal.

De telles dispositions permettent de mieux adapter les durées d'activation de la vanne d'isolation, en diminuant par exemple lesdites durées lorsque le rapport R est faible (c'est-à-dire lorsque le débit de fermeture est très inférieur au débit instantané maximal).

Dans des modes particuliers de mise en œuvre, la durée T_{on} d'une activation de la vanne d'isolation, lorsque le critère de risque de fermeture de la soupape de retournement est vérifié, est déterminée selon l'expression suivante :

$$T_{on} = K \cdot T_{min} + R \cdot T_{open}$$

expression dans laquelle :

- T_{min} est la durée d'activation nécessaire à la vanne d'isolation pour commencer à s'ouvrir à partir de l'état fermé,
- T_{open} est la durée d'activation nécessaire à la vanne d'isolation pour s'ouvrir complètement à partir de l'instant où ladite vanne d'isolation a commencé à s'ouvrir,
- K est un coefficient positif égal ou inférieur à un ($0 \leq K \leq 1$).

Dans des modes particuliers de mise en œuvre, le débit instantané maximal est déterminé en fonction de la pression P_t à l'intérieur du réservoir et de la pression P_c dans le circuit d'évacuation après la vanne d'isolation.

Dans des modes particuliers de mise en œuvre, le débit instantané maximal Q_{inst} est déterminé selon l'expression suivante :

$$Q_{inst} = 295 \cdot C_v \cdot \sqrt{\frac{P_t^2 - P_c^2}{\rho \cdot T}}$$

expression dans laquelle :

- C_v est le coefficient de la vanne d'isolation,
- p est la densité des vapeurs de carburant par rapport à l'air,
- T est la température à l'intérieur du réservoir.

5 Dans des modes particuliers de mise en œuvre, lorsque le critère de risque de fermeture de la soupape de retournement est vérifié, la séparation dans le temps entre la fin d'une activation de la vanne d'isolation et le début de l'activation suivante est supérieure à la durée nécessaire à ladite vanne d'isolation pour passer de l'état complètement ouvert à l'état fermé.

10 Dans des modes particuliers de mise en œuvre, lorsque le critère de risque de fermeture de la soupape de retournement n'est pas vérifié, la vanne d'isolation est activée de manière continue.

Selon un second aspect, la présente invention concerne un calculateur électronique de véhicule automobile comportant des moyens configurés pour contrôler la
15 pression, à l'intérieur d'un réservoir de carburant dudit véhicule automobile, conformément à un procédé selon l'un quelconque des modes de mise en œuvre de l'invention.

Selon un troisième aspect, la présente invention concerne un véhicule automobile comportant un calculateur électronique selon l'un quelconque des modes de
20 réalisation de l'invention.

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 circuit d'évacuation de
25 vapeurs de carburant d'un réservoir d'un véhicule automobile,
- **Figure 2** : un diagramme illustrant le principe général d'un procédé de contrôle de pression selon l'invention,
- **Figure 3** : un diagramme illustrant un mode préféré de mise en œuvre d'un procédé de contrôle de pression,
- 30 – **Figure 4** : des courbes illustrant le comportement temporel d'une vanne d'isolation lors d'une activation.

Dans ces figures, des références identiques d'une figure à une autre désignent des éléments identiques ou analogues. Pour des raisons de clarté, les éléments représentés ne sont pas à l'échelle, sauf mention contraire.

35 La figure 1 représente schématiquement un exemple de réalisation d'un circuit d'évacuation 20 de vapeurs de carburant, en particulier d'essence, d'un réservoir 10 de carburant d'un véhicule automobile.

Tel qu'illustré par la figure 1, le circuit d'évacuation 20 de vapeurs de carburant relie le réservoir 10 à un filtre 23 à vapeurs de carburant (« canister »). Le filtre 23 à vapeurs de carburant comporte également une prise d'air 24, de sorte que la pression au niveau dudit filtre 23 correspond sensiblement à la pression ambiante, c'est-à-dire la pression atmosphérique.

Entre le réservoir 10 et le filtre 23, le circuit d'évacuation 20 de vapeurs de carburant comporte une soupape de retournement 21 (« ROV ») et une vanne d'isolation 22 (« FTIV »).

La vanne d'isolation 22 est par défaut dans un état fermé dans lequel aucune vapeur de carburant ne peut circuler du réservoir 10 vers le filtre 23, et une activation de ladite vanne d'isolation 22 fait passer celle-ci progressivement de l'état fermé à un état complètement ouvert. Lorsque la vanne d'isolation 22 est ouverte, les vapeurs de carburant s'échappent du réservoir 10 en direction du filtre 23 à vapeurs de carburant, du fait de la différence de pression entre ledit réservoir 10 et ledit filtre 23.

Tel qu'illustré par la figure 1, l'ouverture/fermeture de la vanne d'isolation 22, pour contrôler la pression à l'intérieur du réservoir 10, est commandée par un calculateur 30 électronique.

Le calculateur 30 électronique comporte par exemple au moins un processeur et au moins une mémoire dans laquelle est mémorisé un produit programme d'ordinateur, sous la forme d'un ensemble d'instructions de code de programme à exécuter pour mettre en œuvre les différentes étapes d'un procédé 50 de contrôle de la pression à l'intérieur du réservoir 10. Dans une variante, le calculateur 30 électronique comporte un ou des circuits logiques programmables, de type FPGA, PLD, etc., et/ou circuits intégrés spécialisés (ASIC) adaptés à mettre en œuvre tout ou partie desdites étapes du procédé 50 de contrôle de la pression à l'intérieur du réservoir 10.

En d'autres termes, le calculateur 30 électronique comporte un ensemble de moyens configurés de façon logicielle (produit programme d'ordinateur spécifique) et/ou matérielle (FPGA, PLD, ASIC, etc.) pour mettre en œuvre le procédé 50 de contrôle de la pression à l'intérieur du réservoir 10.

Le filtre 23 à vapeurs de carburant est également relié, dans l'exemple illustré par la figure 1, à un collecteur 42 d'admission d'air d'un moteur thermique du véhicule automobile, par l'intermédiaire d'un circuit de purge 40 du filtre 23. Le circuit de purge 40 comporte notamment une vanne de purge 41, par exemple commandée par le calculateur 30 électronique. Lorsque la vanne de purge 41 est fermée, aucune vapeur de carburant ne circule entre le filtre 23 et le collecteur 42 d'admission d'air du moteur. Lorsque la vanne de purge 41 est ouverte, les vapeurs de carburant capturées par le filtre 23 peuvent être purgées en direction du collecteur 42 d'admission d'air du moteur,

qui est en dépression par rapport à la pression ambiante, au niveau de la prise d'air 24 du filtre 23 à vapeurs de carburant.

Le procédé 50 de contrôle de pression selon l'invention est particulièrement adapté au contrôle de la pression préalablement à l'ouverture d'une trappe 11 du réservoir 10, en vue du remplissage dudit réservoir 10 avec du carburant. Tel qu'indiqué précédemment, la diminution de la pression à l'intérieur du réservoir 10 doit alors être rapide, afin d'éviter au conducteur d'attendre trop longtemps l'ouverture de la trappe 11. Rien n'exclut cependant d'utiliser le procédé 50 selon l'invention pour d'autres opérations de contrôle de la pression à l'intérieur du réservoir 10, notamment pour éviter que celle-ci ne dépasse la pression maximale supportée par ledit réservoir 10.

La figure 2 représente schématiquement les principales étapes d'un procédé 50 de contrôle de la pression à l'intérieur du réservoir 10.

Tel qu'illustré par la figure 2, le procédé 50 de contrôle de pression comporte tout d'abord une étape 51 de détermination d'une durée d'activation nécessaire à la vanne d'isolation 22 pour passer d'un état fermé à un état complètement ouvert, dite « durée d'ouverture complète ».

En effet, tel qu'indiqué précédemment, lorsqu'elle est activée, la vanne d'isolation 22 passe progressivement de l'état fermé à l'état complètement ouvert. Ainsi, le débit à travers ladite vanne d'isolation 22 augmente progressivement d'une valeur nulle (vanne d'isolation 22 à l'état fermé) à une valeur maximale (vanne d'isolation 22 à l'état complètement ouvert), dite « débit instantané maximal » Q_{inst} , qui dépend des conditions opérationnelles à l'instant d'activation de ladite vanne d'isolation 22.

La durée d'ouverture complète peut être déterminée préalablement à la mise en service du véhicule automobile, ou lors de cette mise en service, et mémorisée une fois pour toutes dans une mémoire du calculateur 30 électronique. Il est à noter que la durée d'ouverture complète peut dépendre des conditions opérationnelles de la vanne d'isolation 22 (température, tension batterie, différence de pression de part et d'autre de la vanne d'isolation 22, etc.) à l'instant d'activation. Le cas échéant, plusieurs valeurs de la durée d'ouverture complète, associées respectivement à des conditions opérationnelles différentes de ladite vanne d'isolation 22, peuvent être préalablement déterminées et mémorisées.

Toutefois, la durée d'ouverture complète peut évoluer au cours du temps, notamment du fait du vieillissement de la vanne d'isolation 22. Dans des modes préférés de mise en œuvre, et tel qu'illustré par la figure 2, l'étape 51 de détermination de la durée d'ouverture complète est exécutée de manière récurrente, afin d'actualiser la valeur de ladite durée d'ouverture complète et de mieux tenir compte du vieillissement de la vanne d'isolation 22.

Le procédé 50 de contrôle de pression comporte également une étape 54 de détermination si un critère prédéfini de risque de fermeture de la soupape de retournement 21 est vérifié.

5 Lorsque le critère de risque de fermeture de la soupape de retournement 21 est vérifié (référence 540 sur la figure 2), le procédé 50 comporte une étape 55 de commande de la vanne d'isolation 22 par activations récurrentes de durées respectives inférieures à la durée d'ouverture complète. Ainsi, la vanne d'isolation 22 n'est jamais activée suffisamment longtemps pour passer à l'état complètement ouvert. Le débit instantané maximal Q_{inst} à travers la vanne d'isolation 22 n'est donc jamais atteint et le
10 risque de fermeture de la soupape de retournement 21 est fortement réduit.

Plusieurs formes peuvent être envisagées pour le critère de risque de fermeture de la soupape de retournement 21. Notamment, il peut être considéré qu'il existe toujours un risque de fermeture de la soupape de retournement, de sorte que le critère de risque de fermeture de la soupape de retournement 21 est toujours considéré
15 comme vérifié. Le cas échéant, la vanne d'isolation 22 est toujours commandée par activations récurrentes de durées respectives inférieures à la durée d'ouverture complète.

De préférence, et tel qu'illustré par la figure 2, le critère de risque de fermeture de la soupape de retournement 21 n'est pas toujours vérifié, et dépend par exemple des conditions opérationnelles à l'instant d'activation de la vanne d'isolation 22. Dans un tel
20 cas, lorsque le critère de risque de fermeture de la soupape de retournement 21 n'est pas vérifié (référence 541 sur la figure 2), le procédé 50 de contrôle de pression comporte par exemple une étape 56 de commande au cours de laquelle la vanne d'isolation 22 est activée de manière continue. Ainsi, en l'absence de risque de fermeture de la soupape de retournement 21, on se place avantageusement au débit instantané maximal Q_{inst} de la
25 vanne d'isolation 22, pour diminuer rapidement la pression à l'intérieur du réservoir 10. La vanne d'isolation 22 peut être activée de manière continue jusqu'à ce que la pression à l'intérieur du réservoir 10 atteigne une valeur prédéfinie ou cesse de décroître du fait qu'elle a atteint la pression ambiante.

Plusieurs formes peuvent être envisagées pour un critère de risque de
30 fermeture de la soupape de retournement 21 qui ne serait pas toujours vérifié.

Par exemple, le critère de risque de fermeture de la soupape de retournement 21 peut être considéré comme vérifié lorsque le temps écoulé depuis la date de la dernière activation de la vanne d'isolation 22 est supérieur à une valeur seuil prédéfinie.

35 Suivant un autre exemple, le critère de risque de fermeture de la soupape de retournement 21 peut être considéré comme vérifié lorsque la pression P_t à l'intérieur du réservoir 10 est supérieure à une valeur seuil prédéfinie, ou lorsque la différence entre la

pression P_t à l'intérieur du réservoir 10 et la pression P_c dans le circuit d'évacuation 20 après la vanne d'isolation 22 (qui correspond sensiblement à la pression ambiante) est supérieure à une valeur seuil prédéfinie. Le cas échéant, et tel qu'illustré par la figure 1, le calculateur 30 électronique est relié à un capteur 12 de pression du réservoir 10 et, éventuellement, à un capteur 43 de pression ambiante (disposé, dans l'exemple de la figure 1, sur le circuit de purge 40 entre le filtre 23 à vapeurs de carburant et la vanne de purge 41).

La figure 3 représente schématiquement un mode préféré de mise en œuvre, dans lequel le procédé 50 de contrôle de pression comporte, outre les étapes décrites en référence à la figure 2, des étapes de :

- 52 : détermination d'un débit de fermeture Q_{max} de la soupape de retournement 21,
- 53 : détermination du débit instantané maximal Q_{inst} de la vanne d'isolation 22.

Le critère de risque de fermeture de la soupape de retournement 21 est, dans ce cas, considéré comme vérifié lorsque le débit de fermeture Q_{max} de la soupape de retournement 21 est inférieur au débit instantané maximal Q_{inst} de la vanne d'isolation 22.

Le débit de fermeture Q_{max} de la soupape de retournement 21 correspond au débit au-dessus duquel la soupape de retournement 21 va se fermer même si le véhicule automobile ne s'est pas retourné. Le débit de fermeture Q_{max} de la soupape de retournement 21 est typiquement une donnée du constructeur, ou peut être obtenu par calibration et/ou expérimentation.

Le débit instantané maximal Q_{inst} de la vanne d'isolation 22 correspond au débit maximal possible à travers ladite vanne d'isolation 22 à l'instant d'activation considéré. Le débit instantané maximal Q_{inst} est estimé de préférence juste avant d'activer la vanne d'isolation 22, en fonction des conditions opérationnelles de ladite vanne d'isolation à l'instant d'activation considéré.

De préférence, et tel qu'illustré par la figure 3, l'étape 53 de détermination du débit instantané maximal Q_{inst} est exécutée de manière récurrente afin de tenir compte de l'évolution des conditions opérationnelles au cours de la mise en œuvre du procédé 50 de contrôle de pression. Notamment, le débit instantané maximal Q_{inst} va diminuer avec la diminution progressive de la pression à l'intérieur du réservoir 10. Ainsi, le critère de risque de fermeture de la soupape de retournement 21, initialement vérifié, pourra ne plus l'être au bout d'un certain temps, autorisant l'ouverture de la vanne d'isolation 22 de manière continue.

Le débit instantané maximal Q_{inst} est par exemple estimé en fonction d'au moins une des conditions opérationnelles suivantes :

- la pression P_t à l'intérieur du réservoir 10 (mesurée par le capteur 12 de pression à l'intérieur du réservoir),
- la pression P_c dans le circuit d'évacuation 20 après la vanne d'isolation 22 (par exemple mesurée par le capteur 43 de pression ambiante disposé dans le circuit de purge 40),
- la température à l'intérieur du réservoir 10 (le cas échéant mesurée par un capteur 13 de température relié au calculateur 30 électronique),
- la densité des vapeurs de carburant par rapport à l'air.

Dans des modes préférés de mise en œuvre, le débit instantané maximal Q_{inst} est déterminé au moins en fonction de la pression P_t dans le réservoir 10 et de la pression P_c après la vanne d'isolation 22 par rapport au réservoir 10 (qui correspond sensiblement à la pression ambiante), et éventuellement en fonction d'autres conditions opérationnelles. Par exemple, le débit instantané maximal Q_{inst} est déterminé selon l'expression suivante :

$$Q_{inst} = 295 \cdot C_v \cdot \sqrt{\frac{P_t^2 - P_c^2}{\rho \cdot T}}$$

expression dans laquelle :

- C_v est le coefficient de la vanne d'isolation 22, généralement fourni par le constructeur, qui représente le nombre de gallons US de gaz qui traverse la vanne d'isolation 22 en une minute en provoquant une perte de charge de un psi (« pound-force per square inch »),
- ρ est la densité des vapeurs de carburant par rapport à l'air,
- T est la température à l'intérieur du réservoir 10, exprimée en Kelvins.

Dans des modes préférés de mise en œuvre, la durée de chaque activation de la vanne d'isolation 22, lorsque le critère de risque de fermeture de la soupape de retournement 21 est vérifié, est déterminée en fonction du rapport R entre le débit de fermeture Q_{max} et le débit instantané maximal Q_{inst} , $R = Q_{max}/Q_{inst}$. Avantagusement, la durée de chaque activation est déterminée au moyen d'une fonction croissante dudit rapport R , de telle sorte que ladite durée d'activation diminue à mesure que le rapport R diminue et inversement. Par conséquent, le rapport entre ladite durée d'activation et la durée d'ouverture maximale de la vanne d'isolation 22 diminue à mesure que le rapport R diminue et inversement. Par conséquent, plus le risque que la soupape de retournement 21 se ferme est grand (rapport R est petit), et plus la durée d'activation sera petite par rapport à la durée d'ouverture complète, de sorte que le débit à travers la vanne d'isolation 22 sera davantage limité.

La figure 4 représente des courbes illustrant le comportement temporel d'une vanne d'isolation 22 lors d'une activation.

Plus particulièrement, la partie a) représente un signal d'activation SA d'une vanne d'isolation 22 qui vaut zéro lorsque la vanne d'isolation 22 n'est pas activée, et qui vaut un lorsque la vanne d'isolation est activée.

La partie b) représente le débit D à travers la vanne d'isolation 22.

5 La partie c) représente la pression Pt à l'intérieur du réservoir 10, exprimée en bars absolus (barA).

Tel qu'illustré par la partie a) de la figure 4, l'activation de la vanne d'isolation 22 démarre à un instant T0. On constate toutefois, sur la partie b) de la figure 4, que la vanne d'isolation 22 ne commence à s'ouvrir qu'à un instant T1 à partir
10 duquel le débit D, initialement nul, commence à augmenter. On désigne par Tmin la durée d'activation nécessaire à la vanne d'isolation 22 pour commencer à s'ouvrir à partir de l'état fermé ($T_{min} = T1 - T0$).

A partir de l'instant T1, le débit D augmente progressivement jusqu'à atteindre le débit instantané maximal Qinst à un instant T2. La pression Pt diminue
15 progressivement et, à l'instant T2, le gradient de la pression Pt à l'intérieur du réservoir 10 est maximal. On désigne par Topen la durée d'activation nécessaire à la vanne d'isolation 22 pour s'ouvrir complètement à partir de l'instant T1 où ladite vanne d'isolation 22 a commencé à s'ouvrir ($T_{open} = T2 - T1$).

La durée Ton d'une activation de la vanne d'isolation 22, lorsque le critère de
20 risque de fermeture de la soupape de retournement 21 est vérifié, peut être déterminée uniquement en fonction du rapport R et de la durée Topen (ce qui revient à considérer que la durée d'ouverture complète de la vanne d'isolation 22 correspond à la durée Topen), par exemple selon l'expression $Ton = R \cdot Topen$. La durée Ton d'activation peut également être déterminée en fonction du rapport R, de la durée Tmin et de la
25 durée Topen (ce qui revient à considérer que la durée d'ouverture complète de la vanne d'isolation 22 correspond à la somme des durées Tmin et Topen), par exemple selon l'expression $Ton = Tmin + R \cdot Topen$.

De manière plus générale, la durée Ton d'activation de la vanne d'isolation 22, lorsque le critère de risque de fermeture de la soupape de retournement 21 est vérifié,
30 peut être déterminée selon l'expression suivante :

$$Ton = K \cdot Tmin + R \cdot Topen$$

expression dans laquelle K est un coefficient positif égal ou inférieur à un, c'est-à-dire $0 \leq K \leq 1$.

Dans de tels modes de mise en œuvre, la durée Topen, et éventuellement la
35 durée Tmin, sont estimées au cours de l'étape 51 de détermination de la durée d'ouverture complète. La durée Tmin est par exemple estimée en mesurant les instants T0 et T1, l'instant T1 correspondant à l'instant à partir duquel la pression Pt à l'intérieur du

réservoir 10 commence à diminuer. La durée Topen est par exemple estimée en mesurant les instants T1 et T2, l'instant T2 correspondant à l'instant à partir duquel le gradient de la pression Pt à l'intérieur du réservoir 10 devient constant.

5 Tel qu'illustré par la figure 4, l'activation de la vanne d'isolation 22 prend fin à un instant T3. Toutefois, la vanne d'isolation 22, à l'état complètement ouvert à l'instant T3, ne passe à l'état fermé qu'à un instant T4. En effet, le débit D diminue progressivement, à partir de l'instant T3, jusqu'à s'annuler à l'instant T4. On désigne par Tclose la durée nécessaire à ladite vanne d'isolation 22 pour passer de l'état complètement ouvert à l'état fermé en l'absence d'activation ($T_{close} = T4 - T3$).

10 De préférence, lorsque le critère de risque de fermeture de la soupape de retournement 21 est vérifié, la séparation dans le temps entre la fin d'une activation de la vanne d'isolation 22 et le début de l'activation suivante est supérieure à la durée Tclose, afin d'assurer que la vanne d'isolation 22 peut se fermer entre deux activations successives. Par exemple, la durée Tclose peut être estimée. Alternativement, les
15 activations successives de la vanne d'isolation 22, lorsque le critère de risque de fermeture de la soupape de retournement 21 est vérifié, peuvent être exécutées avec une période arbitrairement grande, par exemple de l'ordre de la seconde, dont on sait a priori qu'elle permettra à la vanne d'isolation 22 de se refermer entre deux activations successives.

REVENDEICATIONS

1. Procédé (50) de contrôle de la pression à l'intérieur d'un réservoir (10) de carburant d'un véhicule automobile, ledit véhicule automobile comportant un circuit d'évacuation (20) de vapeurs de carburant reliant le réservoir (10) à un filtre (23) à vapeurs de carburant, le circuit d'évacuation (20) comportant une vanne d'isolation (22) du réservoir (10) et une soupape de retournement (21), la pression à l'intérieur du réservoir (10) étant contrôlée en commandant la vanne d'isolation (22), **caractérisé en ce que** ledit procédé (50) comporte des étapes de :

- (51) détermination d'une durée d'activation nécessaire à la vanne d'isolation (22) pour passer d'un état fermé à un état complètement ouvert, dite « durée d'ouverture complète »,
- lorsqu'un critère prédéfini de risque de fermeture de la soupape de retournement (21) est vérifié : (55) commande de la vanne d'isolation (22) par activations récurrentes de durées respectives inférieures à la durée d'ouverture complète.

2. Procédé (50) selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** comporte des étapes de :

- (52) détermination d'un débit de fermeture de la soupape de retournement (21),
- (53) détermination d'un débit instantané maximal (Q_{inst}) de la vanne d'isolation (22) à l'état complètement ouvert,

et en ce que le critère prédéfini de risque de fermeture de la soupape de retournement (21) est vérifié lorsque le débit de fermeture de la soupape de retournement (21) est inférieur au débit instantané maximal de la vanne d'isolation (22).

3. Procédé (50) selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la durée d'une activation de la vanne d'isolation (22), lorsque le critère de risque de fermeture de la soupape de retournement (21) est vérifié, est déterminée en fonction du rapport R entre le débit de fermeture et le débit instantané maximal (Q_{inst}).

4. Procédé (50) selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la durée T_{on} d'une activation de la vanne d'isolation (22), lorsque le critère de risque de fermeture de la soupape de retournement (21) est vérifié, est déterminée selon l'expression suivante :

$$T_{on} = K \cdot T_{min} + R \cdot T_{open}$$

expression dans laquelle :

- T_{min} est la durée d'activation nécessaire à la vanne d'isolation (22) pour commencer à s'ouvrir à partir de l'état fermé,

- Topen est la durée d'activation nécessaire à la vanne d'isolation (22) pour s'ouvrir complètement à partir de l'instant où ladite vanne d'isolation a commencé à s'ouvrir,
- K est un coefficient positif égal ou inférieur à un.

5 5. Procédé (50) selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, **caractérisé en ce que** le débit instantané maximal (Qinst) est déterminé en fonction de la pression Pt à l'intérieur du réservoir (10) et de la pression Pc dans le circuit d'évacuation (20) après la vanne d'isolation (22).

6. Procédé (50) selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le débit
10 instantané maximal Qinst est déterminé selon l'expression suivante :

$$Q_{\text{inst}} = 295 \cdot C_v \cdot \sqrt{\frac{P_t^2 - P_c^2}{\rho \cdot T}}$$

expression dans laquelle :

- Cv est le coefficient de la vanne d'isolation,
 - ρ est la densité des vapeurs de carburant par rapport à l'air,
 - T est la température à l'intérieur du réservoir (10).
- 15 7. Procédé (50) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé **en ce que**, lorsque le critère de risque de fermeture de la soupape de retournement (21) est vérifié, la séparation dans le temps entre la fin d'une activation de la vanne d'isolation (22) et le début de l'activation suivante est supérieure à la durée nécessaire à ladite vanne
20 d'isolation pour passer de l'état complètement ouvert à l'état fermé.
8. Procédé (50) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, lorsque le critère de risque de fermeture de la soupape de retournement (21) n'est pas vérifié, la vanne d'isolation (22) est activée de manière continue.
9. Calculateur (30) électronique de véhicule automobile, **caractérisé en ce qu'il**
25 comporte des moyens configurés pour contrôler la pression, à l'intérieur d'un réservoir (10) de carburant dudit véhicule automobile, conformément à un procédé selon l'une des revendications précédentes.
10. Véhicule automobile caractérisé **en ce qu'il** comporte un calculateur (30) électronique selon la revendication 9.

1/2

Fig 1

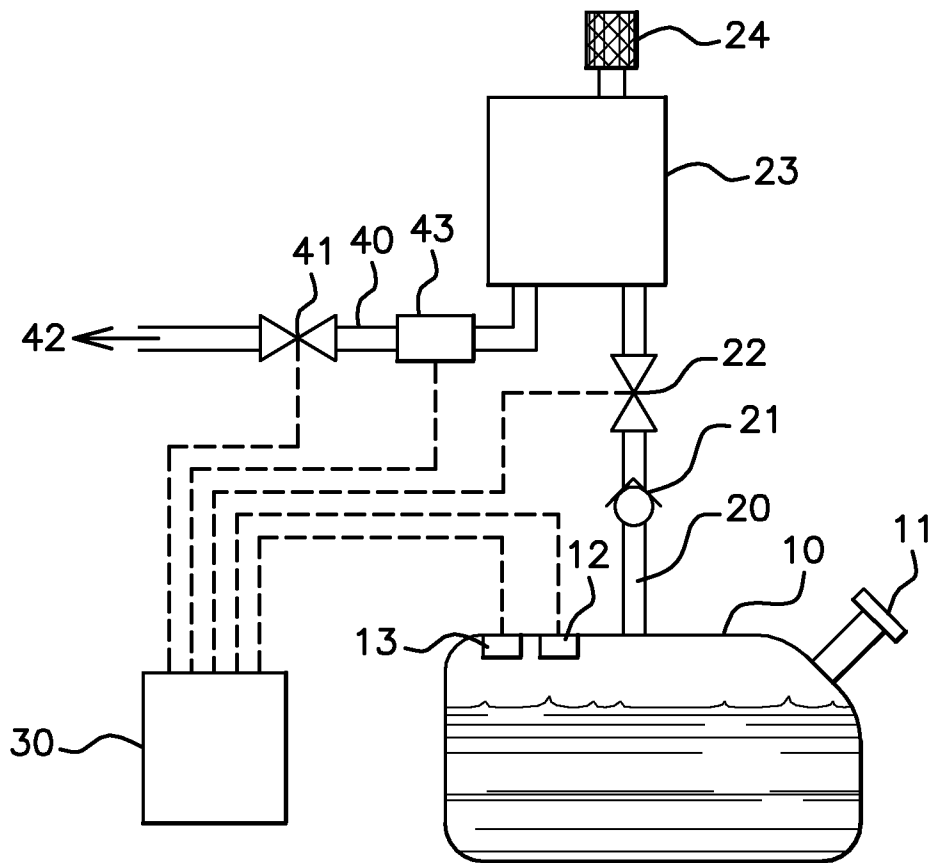
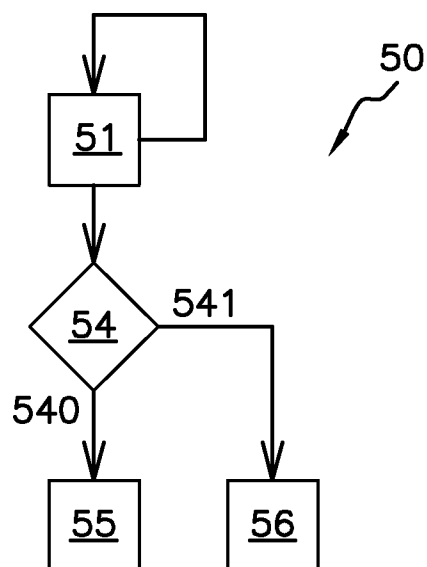


Fig 2



2/2

Fig 3

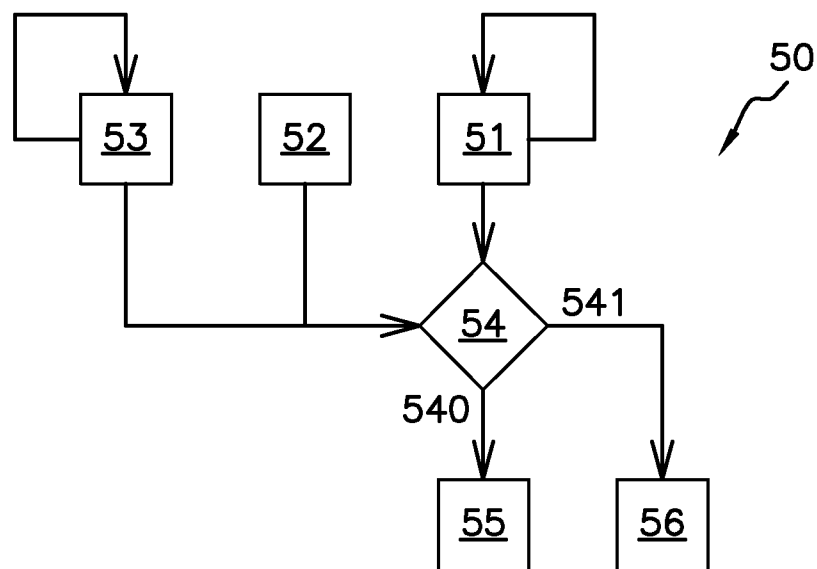
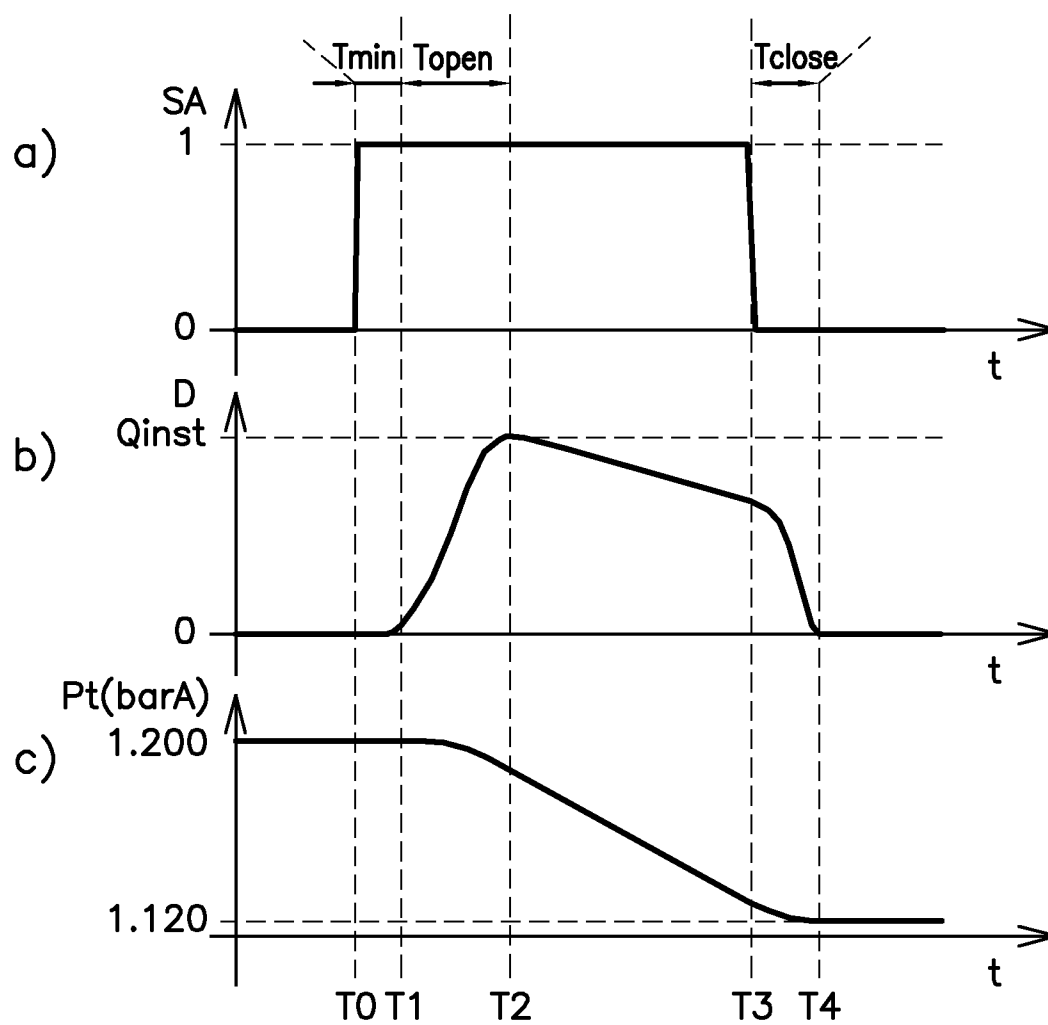


Fig 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2016/051543

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B60K15/035 B60W20/00 F02M25/08
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)

B60K B60W F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2012/160220 A1 (HAGEN HARALD [DE]) 28 June 2012 (2012-06-28) paragraph [0021] - paragraph [0024] -----	1-10
A	WO 2012/100039 A1 (EATON CORP [US]; PIFER DANIEL L [US]; MILLS VAUGHN K [US]) 26 July 2012 (2012-07-26) paragraph [0020] - paragraph [0025]; figures 1,2 -----	1-10
A	US 2011/295482 A1 (PEARCE RUSSELL RANDALL [US] ET AL) 1 December 2011 (2011-12-01) paragraph [0034] - paragraph [0049]; figures 1-4 -----	1-10
A	EP 1 707 422 A1 (INERGY AUTOMOTIVE SYSTEMS RES [BE]) 4 October 2006 (2006-10-04) abstract; figure -----	1-10



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

9 September 2016

Date of mailing of the international search report

19/09/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Torle, Erik

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2016/051543

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2012160220 A1	28-06-2012	CN 102555785 A	11-07-2012
		DE 102010055311 A1	21-06-2012
		EP 2468554 A2	27-06-2012
		US 2012160220 A1	28-06-2012

WO 2012100039 A1	26-07-2012	CN 103328803 A	25-09-2013
		EP 2665912 A1	27-11-2013
		JP 2014508898 A	10-04-2014
		KR 20140051133 A	30-04-2014
		US 2013298880 A1	14-11-2013
		WO 2012100039 A1	26-07-2012

US 2011295482 A1	01-12-2011	CN 103498739 A	08-01-2014
		DE 102011007592 A1	05-01-2012
		US 2011295482 A1	01-12-2011

EP 1707422 A1	04-10-2006	EP 1707422 A1	04-10-2006
		US 2009056680 A1	05-03-2009
		WO 2006103286 A1	05-10-2006

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2016/051543

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B60K15/035 B60W20/00 F02M25/08 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) B60K B60W F02M		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2012/160220 A1 (HAGEN HARALD [DE]) 28 juin 2012 (2012-06-28) alinéa [0021] - alinéa [0024] -----	1-10
A	WO 2012/100039 A1 (EATON CORP [US]; PIFER DANIEL L [US]; MILLS VAUGHN K [US]) 26 juillet 2012 (2012-07-26) alinéa [0020] - alinéa [0025]; figures 1,2 -----	1-10
A	US 2011/295482 A1 (PEARCE RUSSELL RANDALL [US] ET AL) 1 décembre 2011 (2011-12-01) alinéa [0034] - alinéa [0049]; figures 1-4 -----	1-10
A	EP 1 707 422 A1 (INERGY AUTOMOTIVE SYSTEMS RES [BE]) 4 octobre 2006 (2006-10-04) abrégé; figure -----	1-10
☐ 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 9 septembre 2016		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 19/09/2016
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Torle, Erik

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2016/051543

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2012160220	A1	28-06-2012	CN 102555785 A	11-07-2012
			DE 102010055311 A1	21-06-2012
			EP 2468554 A2	27-06-2012
			US 2012160220 A1	28-06-2012

WO 2012100039	A1	26-07-2012	CN 103328803 A	25-09-2013
			EP 2665912 A1	27-11-2013
			JP 2014508898 A	10-04-2014
			KR 20140051133 A	30-04-2014
			US 2013298880 A1	14-11-2013
			WO 2012100039 A1	26-07-2012

US 2011295482	A1	01-12-2011	CN 103498739 A	08-01-2014
			DE 102011007592 A1	05-01-2012
			US 2011295482 A1	01-12-2011

EP 1707422	A1	04-10-2006	EP 1707422 A1	04-10-2006
			US 2009056680 A1	05-03-2009
			WO 2006103286 A1	05-10-2006
