

(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
14 juin 2018 (14.06.2018)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2018/104628 A1

(51) Classification internationale des brevets :

F02D 11/10 (2006.01) *F02D 41/30* (2006.01)
F02D 35/02 (2006.01) *F02D 41/40* (2006.01)
F02D 41/24 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2017/053345

(22) Date de dépôt international :

01 décembre 2017 (01.12.2017)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

1661934 05 décembre 2016 (05.12.2016) FR

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

(72) Inventeurs : **VAROQUIE, Bertrand** ; 6, impasse Guillaume de Louzic, 31600 EAUNES (FR). **POURNAIN, Aymeric** ; 17 rue de la crèssonnière, 31270 CUGNAUX (FR).

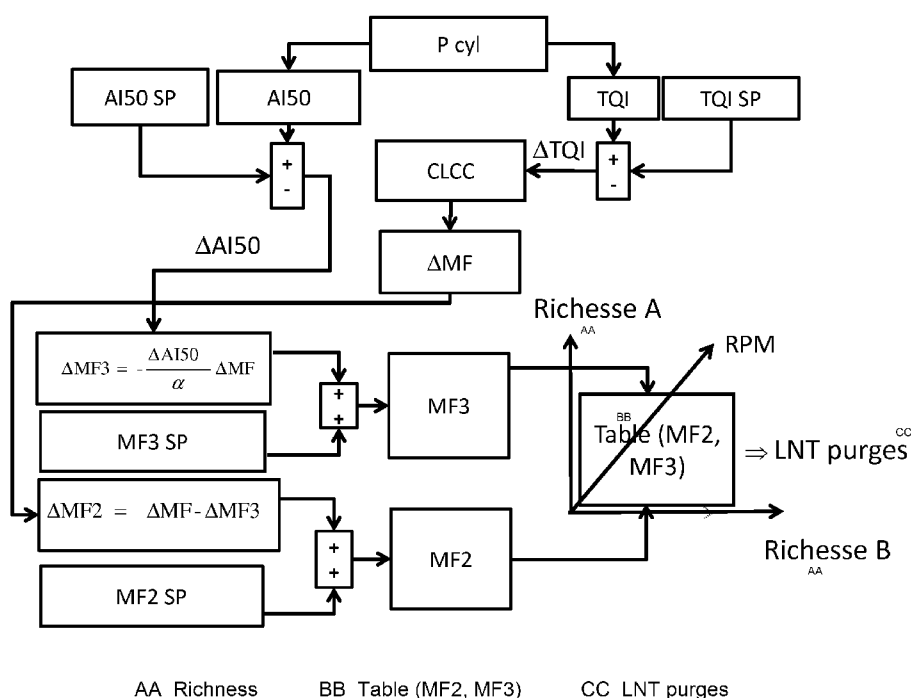
(74) Mandataire : **CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE** ; 1, Avenue Paul Ourliac, Intellectual Property, 31100 TOULOUSE (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING INJECTION IN A DIESEL ENGINE

(54) Titre : PROCÉDÉ DE GESTION DE L'INJECTION DANS UN MOTEUR DE TYPE DIESEL

Figure 8



(57) Abstract: The present invention relates to a method comprising the following steps: • determining a quantity of fuel to be injected, • injecting a main injection and a post-injection (Post1), • measuring the pressure (P cyl) and determining a torque produced (TQI) and a centre of combustion (AI50), • determining a variation in the overall quantity of fuel to be injected (DMF) according to the difference between a torque set point (TQI SP) and the measurement of torque produced (TQI). The variation in the overall quantity of fuel to be injected comprises a variation in the quantity of main fuel (DMF2) and a variation in the quantity of post-injection fuel (DMF3). The variation in the quantity of post-injection fuel to be injected is dependent on the difference (DTQI) between the torque setpoint (TQI SP) and the measurement of torque produced (TQI) and on the difference (DAI50) regarding the centre of combustion.

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), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

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

(57) Abrégé : La présente invention a pour objet un procédé comportant les étapes suivantes: · détermination d'une quantité de carburant à injecter, · injection d'une injection principale et d'une post-injection (Post1), · mesure de la pression (P cyl) et détermination d'un couple produit (TQI) et d'un centre de combustion (AI50), · détermination d'une variation de quantité globale de carburant à injecter (DMF) en fonction de la différence entre une consigne de couple (TQI SP) et la mesure de couple produit (TQI). La variation de quantité globale de carburant à injecter comprend une variation de quantité de carburant (DMF2) principale et une variation de quantité de carburant (DMF3) de post-injection. La variation de quantité de carburant à injecter de post-injection est fonction de la différence (DTQI) entre la consigne de couple (TQI SP) et la mesure de couple produit (TQI) et de la différence (DAI50) concernant le centre de combustion.

Procédé de gestion de l'injection dans un moteur de type Diesel

La présente invention concerne un procédé de gestion de l'injection dans un moteur de type Diesel.

Le domaine de la présente invention est donc celui du contrôle moteur pour des moteurs de type Diesel. On trouve notamment ces moteurs dans des véhicules automobiles mais on peut également en trouver dans d'autres applications, stationnaires ou embarquées. Les moteurs Diesel sont des moteurs à combustion interne à allumage par compression, par opposition aux moteurs à combustion interne à allumage commandé.

Une préoccupation lors de la conception d'un moteur de type Diesel est la limitation des émissions polluantes du moteur. Parmi les éléments polluants issus d'une combustion dans un moteur Diesel se trouvent les oxydes d'azote appelés couramment (et dans la suite du présent document) NOx. Il existe deux techniques couramment utilisées pour empêcher les NOx créés lors de la combustion du carburant d'être rejetés dans l'atmosphère. Une première technique consiste à faire réagir les NOx avec un produit, en général à base d'urée, afin de réduire les oxydes d'azote. Les gaz d'échappement ne contiennent alors plus (ou uniquement des traces) de NOx. Une seconde technique qui concerne plus particulièrement la présente invention consiste à piéger les NOx au fur et à mesure de leur création dans un pot catalytique puis à les réduire régulièrement en réalisant dans le moteur une combustion avec un mélange riche (c'est-à-dire un mélange contenant un excès d'hydrocarbures par rapport aux proportions stœchiométriques).

Dans cette seconde technique, dite LNT (pour Lean NOx Trap, soit en français piège à NOx), le profil d'injection de carburant est adapté. Quand le moteur Diesel fonctionne "normalement" avec un mélange pauvre (en général avec une richesse comprise entre 0,3 et 0,8 voire 0,9), une injection pilote est réalisée avant de réaliser une injection principale, la quantité de carburant injectée lors de l'injection pilote étant faible par rapport à la quantité de carburant injectée lors de l'injection principale. Pour réaliser le traitement des NOx piégés dans le pot catalytique, le mélange est enrichi pour avoir une richesse supérieure à 1. Généralement, des injections de carburant, dites injections tardives ou post-injections, sont réalisées après l'injection principale.

Généralement, lorsque le moteur fonctionne en mode pauvre, le phasage des injections est relativement proche du point mort haut. L'injection est ainsi, à titre d'exemple illustratif, réalisée par exemple dans une plage angulaire (par rapport au point mort haut) entre -30° et $+50^{\circ}$. Le contrôle du couple est réalisé par la maîtrise de la quantité de carburant injectée lors de l'injection principale. Lors d'un passage en mode riche, la quantité injectée lors de l'injection principale diminue et les post-injections

permettent de générer des hydrocarbures imbrûlés qui vont augmenter la richesse dans les gaz d'échappement et permettre ainsi par la suite le traitement des NOx dans le pot catalytique. La répartition de la quantité de carburant injectée, entre l'injection principale et la (les) post-injection(s) est réalisée en utilisant des cartographies d'efficacité de combustion en fonction du phasage de l'injection.

Idéalement, la production de couple supplémentaire induite ne doit pas être ressentie dans la conduite du véhicule correspondant (dans le cas d'un moteur monté à bord d'un véhicule). Toutefois, plusieurs facteurs influent sur cette production de couple et il est difficile d'avoir une cartographie qui, d'une part, fonctionne pour tous les moteurs d'un même type et, d'autre part, qui soit robuste dans le temps.

En effet, même si les tolérances de fabrication des moteurs deviennent de plus en plus faibles, il y a des différences entre deux moteurs similaires sortant d'une même chaîne de fabrication. On peut par exemple avoir entre deux moteurs neufs similaires une dispersion au niveau des taux de compression dans les cylindres. Ceci influe naturellement sur le couple produit. D'autres dispersions apparaissent entre deux moteurs et/ou évoluent au cours de la vie d'un moteur. Il peut ainsi y avoir des dispersions dues au phasage de l'injection qui peuvent être de l'ordre de quelques degrés. La quantité injectée, même si elle est de mieux en mieux contrôlée et précise, connaît elle aussi des variations qui conduisent à une dispersion du couple produit. Le taux de recyclage des gaz d'échappement (EGR) peut aussi connaître des variations qui vont influencer sur le couple produit.

La présente invention a alors pour but de fournir un procédé, et un système correspondant, de gestion de l'injection de carburant dans un moteur de type Diesel permettant d'éviter des variations de couple produit lorsque le mélange dans les cylindres devient riche. Ce procédé et ce système devront de préférence s'adapter à tous les moteurs d'un même type et également être robustes pour un même moteur afin d'assurer tout au long de la vie du moteur une transition de couple neutre lorsque le moteur passe en mode de fonctionnement riche.

À cet effet, la présente invention propose un procédé de régulation pour la gestion de l'injection dans un moteur de type Diesel comportant les étapes suivantes :

- détermination d'une quantité de carburant à injecter,
- injection de la quantité de carburant à injecter en au moins deux injections successives, une injection étant dite injection principale et une autre injection, réalisée après l'injection principale, étant dite post-injection,
- mesure de la pression dans un ou des cylindres du moteur et détermination à partir de cette mesure, d'une part, d'un couple produit et, d'autre part, d'un centre

de combustion correspondant à la combustion de la moitié de la quantité de carburant injectée,

- détermination d'une variation de quantité globale de carburant à injecter lors du prochain cycle, par rapport à une valeur de consigne fournie par une unité centrale, en fonction de la différence entre une consigne de couple fournie par ladite unité centrale et la mesure de couple produit.

Selon la présente invention, la variation de quantité globale de carburant à injecter comprend une variation de quantité de carburant lors de l'injection principale et une variation de quantité de carburant lors de la post-injection, et la variation de quantité de carburant à injecter lors de la post-injection est déterminée, d'une part, en fonction de la différence entre la consigne de couple et la mesure de couple produit et, d'autre part, en fonction de la différence entre la valeur de consigne du centre de combustion donnée par ladite unité centrale et la valeur du centre de combustion mesurée.

Ce procédé concerne notamment une transition d'un régime d'alimentation pauvre vers un régime d'alimentation riche puisqu'il est prévu que l'injection du moteur se fasse avec une post-injection. Le procédé proposé permet d'avoir une transition de couple neutre car il s'adapte à chaque fois aux conditions réelles en prenant en compte la différence entre la valeur de consigne du centre de combustion donnée par l'unité centrale et la valeur du centre de combustion mesurée.

Dans ce procédé il est prévu que la variation de quantité de carburant à injecter lors de la post-injection est déterminée notamment en fonction de la différence entre la consigne de couple et la mesure de couple produit. Comme mentionné pour ce procédé, la différence entre la consigne de couple et la mesure de couple produit est utilisée pour déterminer la variation de quantité globale de carburant à injecter. Ainsi donc, la variation de quantité de carburant à injecter lors de la post-injection peut de ce fait également être considérée comme une fonction de la variation de quantité globale de carburant à injecter. Selon ce point de vue, la présente invention propose de déterminer comme dans l'art antérieur une variation de quantité globale de carburant à injecter et prévoit de manière originale de répartir cette variation de quantité de carburant entre l'injection principale et la post-injection (ou les post-injections), la répartition dépendant de la différence entre la valeur de consigne du centre de combustion donnée par l'unité centrale et la valeur du centre de combustion mesurée.

Dans une forme de réalisation préférée, la variation de quantité de carburant à injecter lors de la post-injection correspond, en plus ou en moins, à une partie de la variation de la quantité globale de carburant à injecter, ladite partie étant proportionnelle au produit de la variation de la quantité globale de carburant à injecter par la différence entre la valeur de consigne du centre de combustion donnée par ladite unité centrale et la

valeur du centre de combustion mesurée. Une telle proportionnalité est, d'une part, facile à calculer et, d'autre part, donne d'excellents résultats.

Dans un procédé de gestion de l'injection selon l'invention, on peut prévoir que la variation de la quantité de carburant à injecter lors de l'injection principale par rapport à la valeur de consigne fournie par l'unité centrale est déterminée à partir des variations des quantités de carburant à injecter lors de la (des) post-injection(s), la somme des variations des quantités de carburant concernant l'injection principale et la(es) post-injection(s) étant égale à la variation de quantité globale de carburant à injecter.

Le procédé de gestion de l'injection selon l'invention permet aussi de déterminer le phasage de l'injection principale. Ce dernier est par exemple déterminé à partir d'une valeur de consigne donnée par l'unité centrale et à partir de la différence entre la valeur de consigne du centre de combustion donnée par ladite unité centrale et la valeur du centre de combustion mesurée.

Avantageusement, le procédé de gestion de l'injection dans l'une quelconque de ses variantes décrites ci-dessus intègre un processus d'apprentissage. L'homme du métier connaît ce type de processus. À titre d'exemple adapté ici, on peut prévoir par exemple que le processus d'apprentissage comprend une étape de mémorisation des quantités de carburant à injecter lors de l'injection principale et lors de la (des) post-injection(s) en fonction d'une richesse initiale, d'une richesse finale et d'un régime moteur.

Lorsque le procédé de gestion de l'injection comporte un processus d'apprentissage, alors lors d'une transition d'un régime où l'alimentation du moteur est pauvre, c'est-à-dire avec une richesse inférieure à 1, vers un régime où l'alimentation du moteur est riche, c'est-à-dire avec une richesse supérieure à 1, il peut être prévu une étape préalable afin de déterminer si des conditions similaires ont déjà été rencontrées et le cas échéant, les résultats calculés précédemment dans des conditions similaires sont repris comme valeur de consigne pour les quantités de carburant à injecter lors de l'injection principale et de la (des) post-injection(s).

La présente invention concerne en outre, d'une part, un système électronique de gestion de l'injection d'un moteur de type Diesel, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour la mise en œuvre de chacune des étapes d'un procédé décrit ci-dessus et, d'autre part, un moteur de type Diesel, caractérisé en ce qu'il comporte un tel système électronique de gestion de son injection.

Des détails et avantages de la présente invention apparaîtront mieux de la description qui suit, faite en référence au dessin schématique annexé sur lequel :

La figure 1 est un graphe schématique illustrant la variation de richesse du mélange air/carburant dans un moteur au cours du temps lors d'un cycle de traitement de NOx dans un pot catalytique,

La figure 2 illustre schématiquement un profil d'injection lorsque le mélange air/carburant est pauvre,

La figure 3 illustre schématiquement un profil d'injection lorsque le mélange air/carburant est riche,

5 Les figures 4 à 6 illustre des corrections apportées par un système de gestion de l'injection de carburant dans trois cas de figures distincts,

La figure 7 est un logigramme correspondant à un procédé de régulation de l'art antérieur pouvant être mis en œuvre au moins partiellement dans la présente invention,

10 La figure 8 est un logigramme correspondant à des étapes de procédé de régulation propres à la présente invention, et

La figure 9 illustre schématiquement un système de contrôle d'un moteur.

Comme expliqué au préambule de ce document, les moteurs à allumage par compression, appelés plus couramment moteurs Diesel, du fait des conditions de combustion, produisent des oxydes d'azote, ou ci-après NOx, qu'il convient d'éviter de rejeter dans l'atmosphère à cause de leur nocivité. La présente description concerne plus particulièrement les moteurs de type Diesel dans lesquels les NOx produits sont capturés dans un pot catalytique dans lequel ils sont ensuite réduits avec du carburant imbrûlé. Pour réaliser cette réduction, il convient d'alimenter le pot catalytique en carburant et ceci est réalisé en alimentant le moteur avec un mélange air/carburant riche, c'est-à-dire dans lequel la proportion de carburant est supérieure à celle d'un mélange stœchiométrique. Un tel système est appelé système LNT (pour Lean NOx Trap, soit en français piège à NOx). Il peut être utilisé seul ou en combinaison avec un autre système de traitement des NOx.

25 De manière classique, un moteur 2 (de type Diesel ou autre) est associé à une unité électronique (CPU sur la figure 9) de gestion du moteur. Dans un moteur Diesel avec un système de traitement des NOx de type LNT, cette unité détermine à quel moment une réduction des NOx doit être réalisée. Comme expliqué, pour réaliser cette réduction, la quantité de carburant injectée dans le moteur est telle qu'on obtienne une richesse supérieure à 1.

30 Dans l'exemple illustré sur la figure 1, on suppose que le moteur fonctionne dans une phase A dans laquelle la richesse du mélange air/carburant est de 0,6, c'est-à-dire que pour la quantité d'air introduite dans le moteur, la quantité de carburant injectée correspond à 60% de la quantité de carburant pour une proportion stœchiométrique. La richesse passe alors à 1,05 pendant une phase B de durée prédéterminée avant de revenir à 0,6 dans une phase C. Les valeurs données ici sont purement illustratives. La figure 1 illustre des changements de phases au cours desquels le mélange devient riche

puis redevient pauvre (avec une richesse identique, 0,6 dans l'exemple, ou une autre richesse).

Au cours des phases A et C, l'injection de carburant dans le moteur est réalisée comme illustré sur la figure 2. Une première injection d'une masse MF1
5 correspondant à une injection dite injection pilote est réalisée. Une seconde injection, ou injection principale, suit l'injection pilote et une masse MF2 est alors injectée. Généralement, mais pas obligatoirement, l'injection pilote est réalisée avant le passage au point mort haut (TDC sur les figures) tandis que l'injection principale est réalisée juste après ce point mort haut.

10 Au cours de la phase B, l'injection de carburant dans le moteur est réalisée comme illustré sur la figure 3. Comme lors des phases A et B, une première injection d'une masse MF1 correspondant à une injection dite injection pilote est réalisée. Une deuxième injection, ou injection principale, suit l'injection pilote et une masse MF2 est alors injectée. Généralement, mais pas obligatoirement, l'injection pilote est réalisée avant
15 le passage au point mort haut (TDC sur les figures) tandis que l'injection principale est réalisée juste après ce point mort haut. Pour obtenir une richesse supérieure, au moins une injection supplémentaire, ou post-injection, est réalisée après l'injection principale. Dans l'exemple de la figure 3, on suppose que deux post-injections, appelées sur la figure 3 Post1 et Post2 sont réalisées, par exemple à 50° et à 100° respectivement après le
20 point mort haut.

Le nombre de post-injections peut être variable. Dans la suite de la description, par souci de simplification, il sera considéré qu'il n'y a qu'une seule post-injection. L'homme du métier extrapolera sans problème la solution apportée par la présente invention à un système prévoyant deux (ou plus) post-injections pour avoir un
25 mélange riche.

Il convient de passer de la phase A à la phase B, puis de la phase B à la phase C sans que le couple produit ne varie. Le problème concerne notamment le passage de la phase A à la phase B puisque l'on retrouve en phase C les mêmes consignes de couple que lors de la phase A.

30 Un moteur de type Diesel "moderne", pour pouvoir répondre aux normes actuelles, est équipé pour chaque cylindre d'un capteur de pression 4 qui permet de mesurer en temps réel la pression dans les cylindres. De manière classique, un capteur est également prévu pour connaître à chaque instant la position du vilebrequin 8. La connaissance de cette pression permet de déterminer en temps réel le couple (TQI sur
35 les figures 4 à 8) ainsi que le centre de combustion (AI50 sur les figures 4 à 8). Ces interprétations de la pression cylindre sont réalisées dans un système de régulation de combustion en cycle fermé appelé par la suite et sur les figures 4 à 9 par le sigle CLCC

correspondant à Close Loop Combustion Control (en anglais) qui est (presque) toujours associé, éventuellement avec un autre nom, à un système de mesure de pression dans un (des) cylindre(s).

Une unité centrale électronique 6 détermine le couple qui doit être fourni par le moteur TQI SP en fonction d'instructions du conducteur et le compare au couple mesuré TQI. Cette unité calcule à partir de la différence entre le couple mesuré et la consigne une variation de la quantité de carburant à injecter à l'injection suivante. Cette variation est appelée ΔMF et on a :

$$\Delta MF = f(TQI\ SP - TQI)$$

De même, l'unité centrale électronique détermine une consigne pour le centre de combustion (AI50 SP) et cette consigne est comparée à la valeur du centre de combustion mesurée. La variation du centre de combustion $\Delta AI50$ s'exprime donc de la manière suivante :

$$\Delta AI50 = AI50\ SP - AI50$$

La figure 4 illustre le cas idéal dans lequel les mesures réalisées correspondent aux valeurs de consigne pour les phases A, B et C et concernant à la fois le couple produit et le centre de combustion. Les deux graphes de gauche illustrent, d'une part, le couple mesuré et la consigne de couple et, d'autre part, le centre de combustion mesuré et la consigne de centre de combustion. Sur ces deux graphes, les courbes sont confondues. Les deux graphes de droite sur la figure 4 illustrent, d'une part, la correction ΔMF en mg ($1\ mg = 10^{-3}\ g$) à apporter sur la quantité de carburant à injecter et, d'autre part, sur la variation du centre de combustion (en degrés d'angle de rotation du vilebrequin, ou °crk) à apporter. Les courbes de consigne correspondant aux courbes de mesures. Dans les deux cas, il n'y a pas de correction à apporter et donc tant ΔMF que $\Delta AI50$ sont nuls.

La figure 5 illustre le cas où une surproduction de couple et un déphasage du centre de combustion sont induits par la post-injection Post1. Les graphes à droite de la figure 5 illustrent alors la correction à apporter, d'une part, à la quantité de carburant ΔMF et, d'autre part, au centre de combustion $\Delta AI50$. Les corrections proposées sont ici négatives puisqu'il y a une surproduction du couple et un décalage vers l'échappement du centre de combustion.

La figure 6 est une vue similaire à la figure 5 mais pour une sous-production de couple. Ici par contre, comme il y a une sous production de couple et un déphasage négatif, les corrections à apporter proposées par le CLCC sont ici positives.

Les déterminations des variations de quantité de carburant à injecter et de centre de combustion sont déterminées comme illustré sur le logigramme de la figure 7.

La première étape est la mesure de pression dans un cylindre P cyl. De manière connue, cette mesure de pression permet de déterminer d'un côté le centre de combustion AI50 de la combustion réalisée et d'un autre côté le couple TQI fourni lors de ladite combustion.

5 Le centre de combustion AI50 mesuré est alors comparé à la consigne AI50 SP et la différence entre les deux valeurs est alors comme indiqué précédemment :

$$\Delta AI50 = AI50 \text{ SP} - AI50$$

L'unité centrale de gestion du moteur fournit une valeur de consigne pour le phasage de l'injection principale, appelée « ° INJ main SP » sur la figure 7. À partir de
10 cette valeur de consigne et de la différence $\Delta AI50$, une valeur de phasage « ° INJ main » est déterminée pour l'injection suivante.

Une opération similaire est réalisée à partir de la détermination du couple TQI obtenue grâce à la mesure de la pression dans le cylindre pour déterminer la variation de la quantité de carburant à injecter ΔMF . Ainsi, le couple produit mesuré TQI est comparé
15 à la consigne de couple TQI SP et une différence ΔTQI est définie par :

$$\Delta TQI = TQI \text{ SP} - TQI$$

Le système de régulation de combustion en cycle fermé CLCC, comme déjà indiqué plus haut, détermine alors la variation ΔMF . Cette détermination n'est pas décrite plus en détail ici car elle est déjà réalisée dans l'art antérieur et l'homme du métier sait
20 calculer cette variation qui dépend de plusieurs paramètres du moteur correspondant.

À partir de cette variation de quantité de carburant à injecter ΔMF et de la valeur de consigne de la quantité de carburant à injecter lors de l'injection principale MF2 SP, la quantité de carburant MF2 pour la prochaine injection est déterminée et communiquée à un injecteur 10.

25 La détermination du phasage de l'injection principale et de la quantité de carburant à injecter dans l'injection principale est connue de l'art antérieur. Dans cet art antérieur, la quantité de carburant à injecter au cours d'une ou de plusieurs post-injection(s) est alors déterminée à partir d'une cartographie mémorisée par exemple au niveau de l'unité centrale moteur ou dans tout autre dispositif électronique.

30 La figure 8 propose une manière originale de déterminer la répartition de la quantité de carburant à injecter pour l'injection principale et pour une post-injection.

On suppose par la suite que la variation de quantité de carburant ΔMF ainsi que le phasage de l'injection principale sont déterminés comme expliqué plus haut en référence à la figure 7. La détermination de la valeur $\Delta AI50$ utile par la suite est
35 également issue par exemple du procédé illustré sur la figure 7.

La figure 8 propose un procédé permettant de déterminer, d'une part, la quantité de carburant MF2 à injecter pour l'injection principale et, d'autre part, la quantité

de carburant MF3 à injecter pour la post-injection Post1. On suppose sur cette figure 8 qu'il n'y a qu'une seule post-injection Post1. Le cas de plusieurs post-injections sera évoqué dans la description mais n'est pas illustré sur le dessin.

On retrouve ainsi sur la figure 8 les étapes permettant de déterminer $\Delta AI50$ et ΔMF . Il est proposé sur cette figure de déterminer la quantité de carburant à injecter au cours de l'injection principale et au cours de la post-injection Post1 à partir de ces données ainsi que de consignes MF2 SP et MF3 SP correspondant respectivement aux consignes pour la quantité de carburant à injecter lors de l'injection principale et lors de la post-injection Post1.

De manière originale, il est proposé de déterminer la quantité de carburant à injecter lors de la post-injection Post1 en fonction de la variation du centre de combustion ($\Delta AI50$) mesurée. Si le centre de combustion AI50 est "décalé vers l'échappement", c'est-à-dire que $\Delta AI50$ est négatif (figure 5), alors la masse injectée MF3 en post-injection Post1 sera diminuée par rapport à la consigne. La formule proposée est la suivante :

$$\Delta MF3 = - \frac{\Delta AI50}{\alpha} \Delta MF$$

Le facteur α est à déterminer en fonction des paramètres du moteur. $\Delta MF3$ est ainsi du même signe que ΔMF lorsque $\Delta AI50$ est négatif.

Si le centre de combustion est conforme à la consigne, alors $\Delta AI50$ est nul et la quantité de carburant à injecter en post-injection sera celle donnée par la consigne (MF3 SP).

Une fois la quantité de carburant à injecter lors de la post-injection déterminée, on calcule par différence la quantité de carburant à injecter pour l'injection principale :

$$\Delta MF2 = \Delta MF - \Delta MF3$$

De la sorte, la variation de la quantité de carburant ΔMF est répartie de manière originale entre l'injection principale et la post-injection Post1.

$$MF2 = MF2 \text{ SP} + \Delta MF2$$

$$MF3 = MF3 \text{ SP} + \Delta MF3$$

Comme suggéré sur la figure 8, il est également proposé ici de mémoriser les calculs effectués pour faciliter les changements de régime pauvre vers riche suivants. Il est proposé d'enregistrer un tableau à trois entrées, une entrée pour le régime moteur (RPM), une entrée pour la richesse avant la phase de traitement des NOx correspondant à la phase A de la figure 1 (Richesse A) et une entrée pour la richesse au cours du traitement des NOx (Richesse B). Pour chaque entrée triple, on enregistre alors la valeur de MF2 et de MF3 qui a été déterminée. Avec un tel tableau, lorsqu'on rencontre des

conditions déjà connues, il est plus rapide de prendre les valeurs MF2 et MF3 déjà déterminées lors d'une phase de traitement des NOx précédente comme valeur de consigne MF2 SP et MF3 SP respectivement que de déterminer ces valeurs au sein de l'unité centrale moteur.

- 5 Dans le cas d'un moteur dans lequel il est prévu d'avoir plusieurs post-injections après l'injection principale lorsque le moteur fonctionne avec un régime d'alimentation riche, on détermine alors des quantités MFi (avec $i \geq 3$) exactement avec la même formule que pour MF3. On aura ainsi par exemple :

$$\Delta \text{ MF4} = - \frac{\Delta \text{ AI50}}{\beta} \Delta \text{ MF}$$

- 10 dans le cas de deux post-injections, avec en outre :

$$\Delta \text{ MF2} = \Delta \text{ MF} - \Delta \text{ MF3} - \Delta \text{ MF4}.$$

Bien entendu, les coefficients α et β sont adaptés en fonction du moteur et notamment du nombre de post-injections.

- 15 Le procédé proposé ici, ainsi que le système de contrôle correspondant intégrant les moyens pour la mise en œuvre de toutes les étapes de ce procédé, permettent d'avoir une transition de couple neutre lorsque le moteur passe d'un régime d'alimentation pauvre à un régime d'alimentation riche tout au long de la vie du moteur. L'ajustement proposé pour les quantités de carburant à injecter au cours de l'injection principale et de la (des) post-injection(s) est robuste dans le temps. Il permet en outre de
20 s'adapter d'un moteur à un autre du même type.

Bien entendu, l'invention ne se limite pas au mode de réalisation du procédé décrit ci-dessus et aux variantes évoquées, ni aux systèmes correspondants, mais à tous les procédés et systèmes à la portée de l'homme du métier dans le cadre des revendications ci-après.

REVENDICATIONS

1. Procédé de régulation pour la gestion de l'injection dans un moteur de type Diesel comportant les étapes suivantes :

- détermination d'une quantité de carburant à injecter,
- 5 injection de la quantité de carburant à injecter en au moins deux injections successives, une injection étant dite injection principale et une autre injection, réalisée après l'injection principale, étant dite post-injection (Post1),
- mesure de la pression (P_{cyl}) dans un ou des cylindres du moteur et détermination à partir de cette mesure, d'une part, d'un couple produit (T_{QI}) et, d'autre part, d'un centre de combustion (AI_{50}) correspondant à la combustion de la moitié de la quantité de carburant injectée,
- 10 • détermination d'une variation de quantité globale de carburant à injecter (ΔMF) lors du prochain cycle, par rapport à une valeur de consigne fournie par une unité centrale, en fonction de la différence entre une consigne de couple ($T_{QI\ SP}$) fournie par ladite unité centrale et la mesure de couple produit (T_{QI}),

15 **caractérisé en ce que** la variation de quantité globale de carburant à injecter (ΔMF) comprend une variation de quantité de carburant (ΔMF_2) lors de l'injection principale et une variation de quantité de carburant (ΔMF_3) lors de la post-injection, et

en ce que la variation de quantité de carburant à injecter (ΔMF_3) lors de la post-injection est déterminée, d'une part, en fonction de la différence (ΔT_{QI}) entre la consigne de couple ($T_{QI\ SP}$) et la mesure de couple produit (T_{QI}) et, d'autre part, en fonction de la différence (ΔAI_{50}) entre la valeur de consigne du centre de combustion ($AI_{50\ SP}$) donnée par ladite unité centrale et la valeur du centre de combustion mesurée (AI_{50}).

2. Procédé de gestion de l'injection selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la variation de quantité de carburant à injecter (ΔMF_3) lors de la post-injection correspond, en plus ou en moins, à une partie de la variation de la quantité globale de carburant à injecter (ΔMF), ladite partie étant proportionnelle au produit de la variation de la quantité globale de carburant à injecter (ΔMF) par la différence (ΔAI_{50}) entre la valeur de consigne du centre de combustion ($AI_{50\ SP}$) donnée par ladite unité centrale et la valeur du centre de combustion mesurée (AI_{50}).

30 3. Procédé de gestion de l'injection selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la variation de la quantité de carburant à injecter (ΔMF_2) lors de l'injection principale par rapport à la valeur de consigne fournie par l'unité centrale est déterminée à partir des variations des quantités de carburant (ΔMF_3) à injecter lors de la

(des) post-injection(s), la somme des variations des quantités de carburant concernant l'injection principale et la(es) post-injection(s) étant égale à la variation de quantité globale de carburant à injecter (ΔMF).

4. Procédé de gestion de l'injection selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le phasage de l'injection principale est déterminé à partir d'une valeur de consigne ($^{\circ}$ INJ main SP) donnée par l'unité centrale et à partir de la différence ($\Delta AI50$) entre la valeur de consigne du centre de combustion (AI50 SP) donnée par ladite unité centrale et la valeur du centre de combustion mesurée (AI50).

5. Procédé de gestion de l'injection selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'il** intègre un processus d'apprentissage.

6. Procédé de gestion de l'injection selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le processus d'apprentissage comprend une étape de mémorisation des quantités de carburant à injecter lors de l'injection principale et lors de la (des) post-injection(s) en fonction d'une richesse initiale, d'une richesse finale et d'un régime moteur.

7. Procédé de gestion de l'injection selon l'une des revendications 5 ou 6, **caractérisé en ce que** lors d'une transition d'un régime où l'alimentation du moteur est pauvre, c'est-à-dire avec une richesse inférieure à 1, vers un régime où l'alimentation du moteur est riche, c'est-à-dire avec une richesse supérieure à 1, il est prévu une étape préalable afin de déterminer si des conditions similaires ont déjà été rencontrées et le cas échéant, les résultats calculés précédemment dans des conditions similaires sont repris comme valeur de consigne pour les quantités de carburant à injecter lors de l'injection principale et de la (des) post-injection(s).

8. Système électronique de gestion de l'injection d'un moteur de type Diesel, **caractérisé en ce qu'il** comporte des moyens pour la mise en œuvre de chacune des étapes d'un procédé selon l'une des revendications 1 à 7.

9. Moteur de type Diesel, **caractérisé en ce qu'il** comporte un système électronique de gestion de son injection selon la revendication 8.

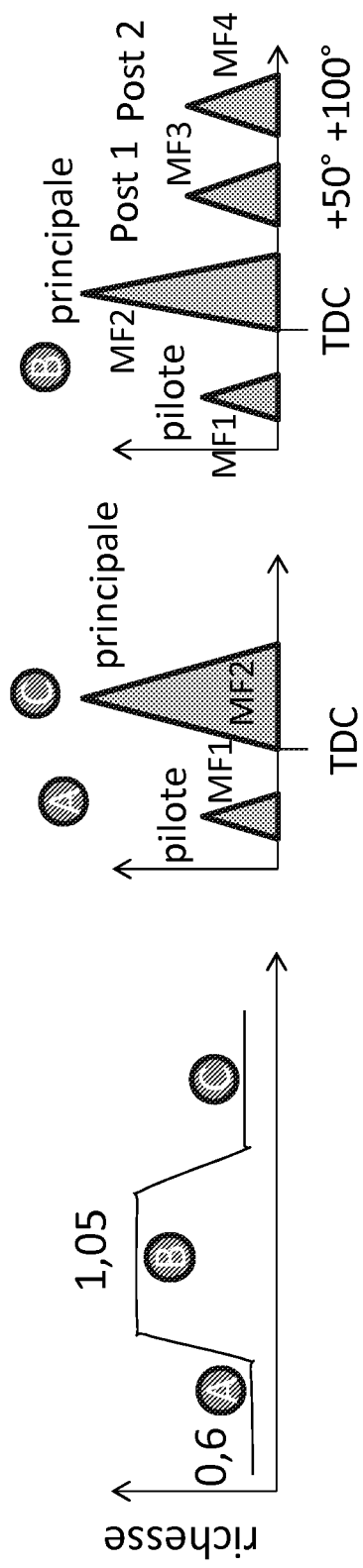


Figure 1

Figure 2

Figure 3

1/5

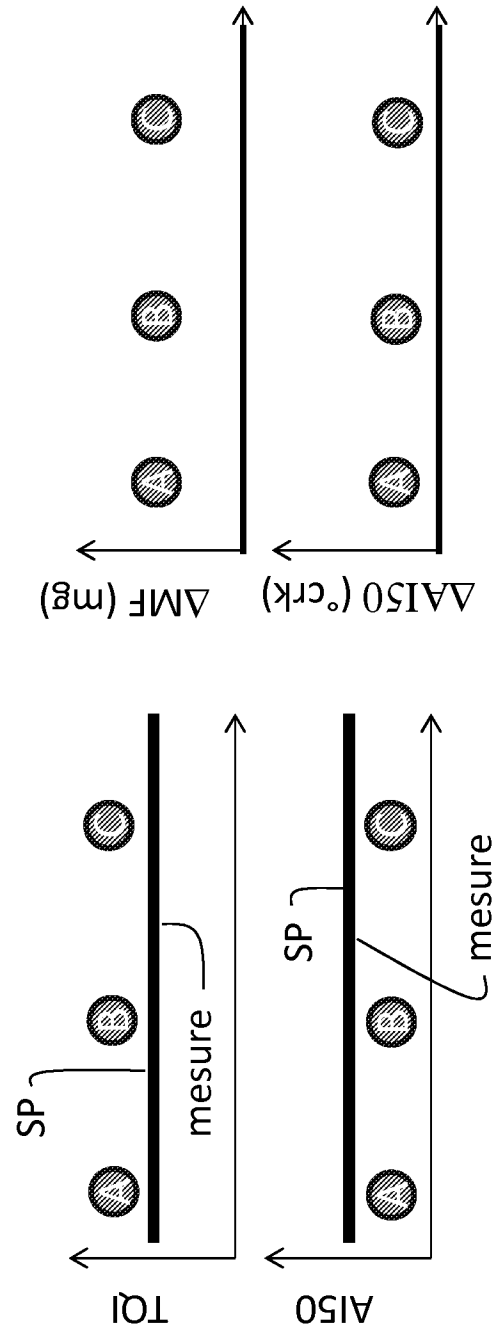


Figure 4

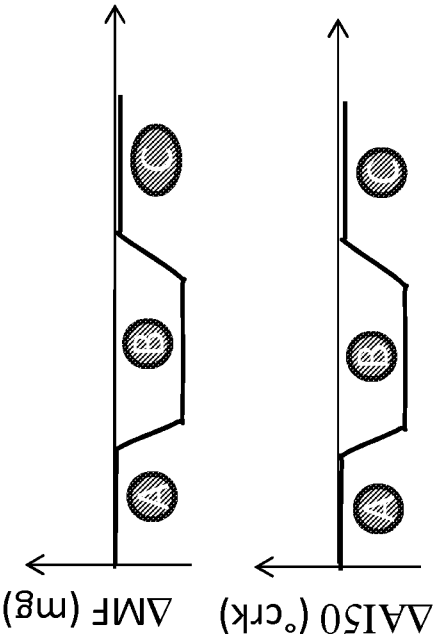


Figure 5

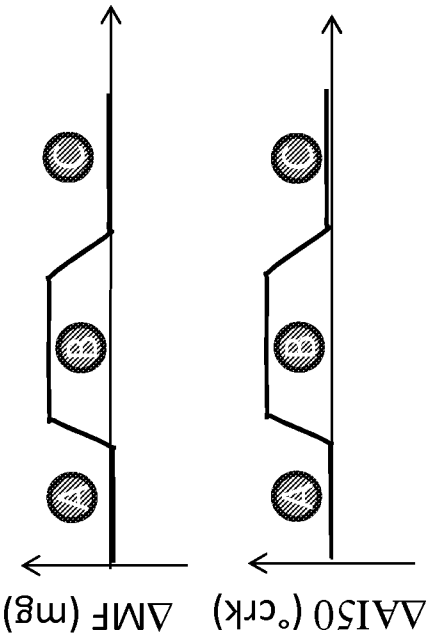
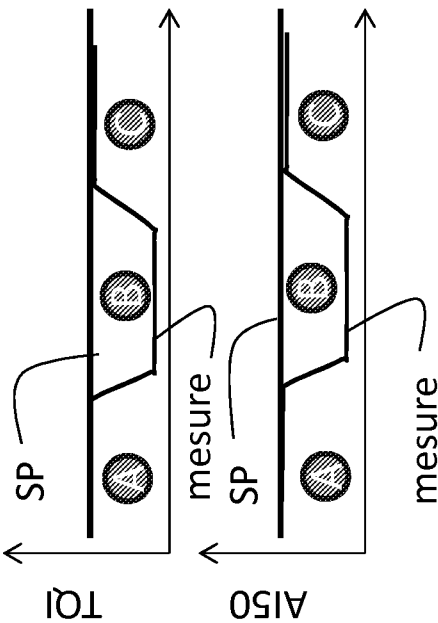
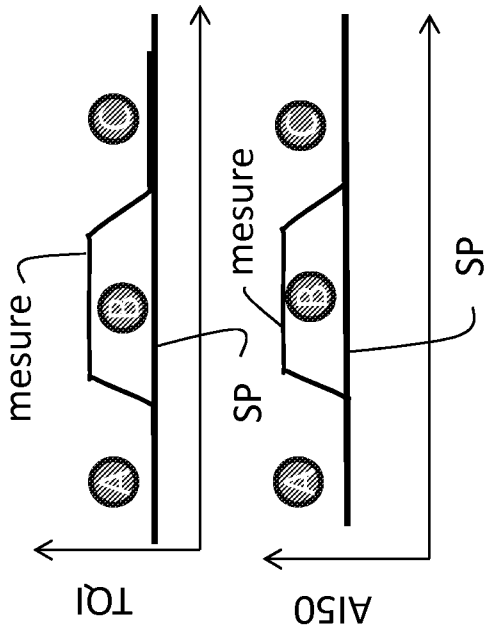


Figure 6



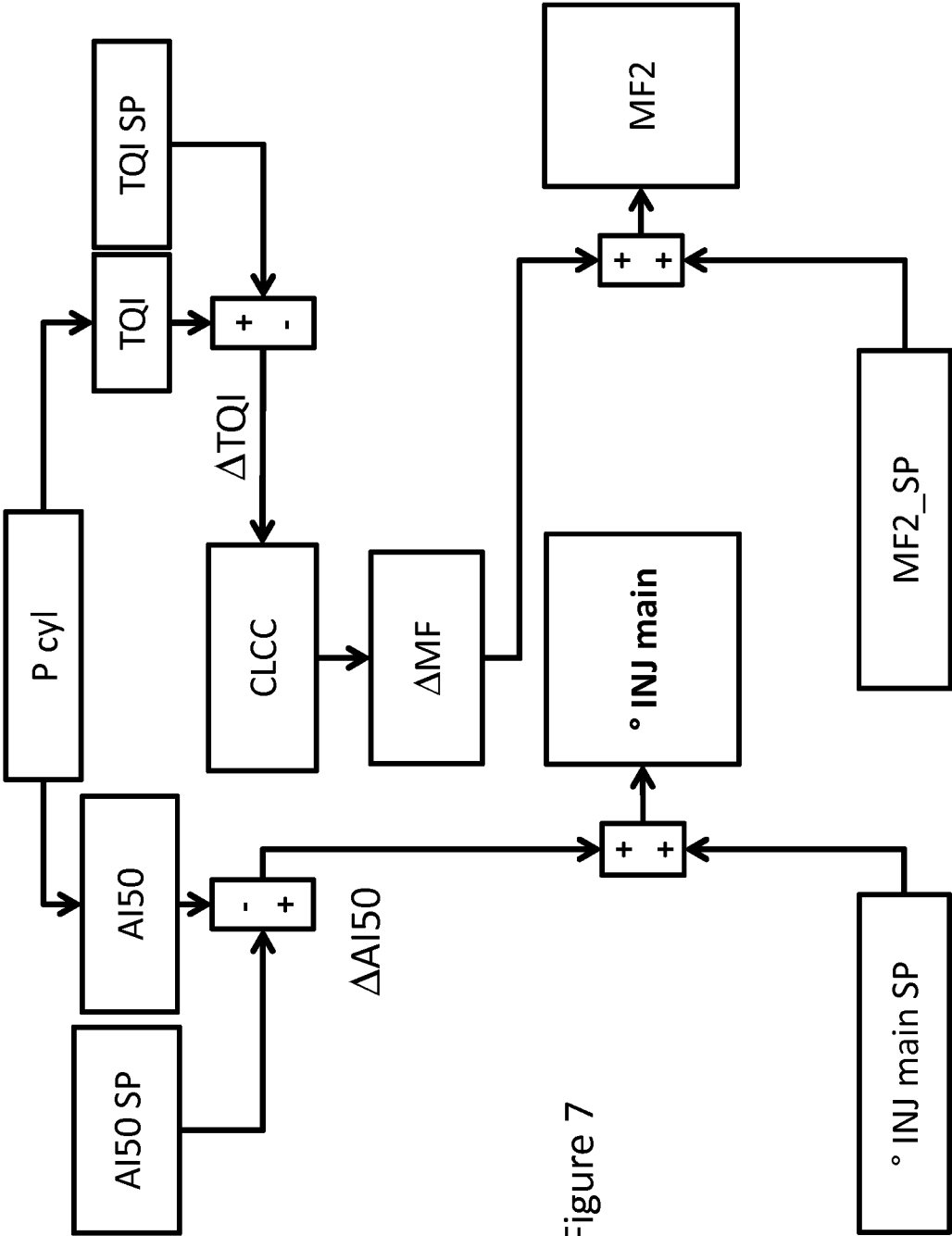


Figure 7

Figure 8

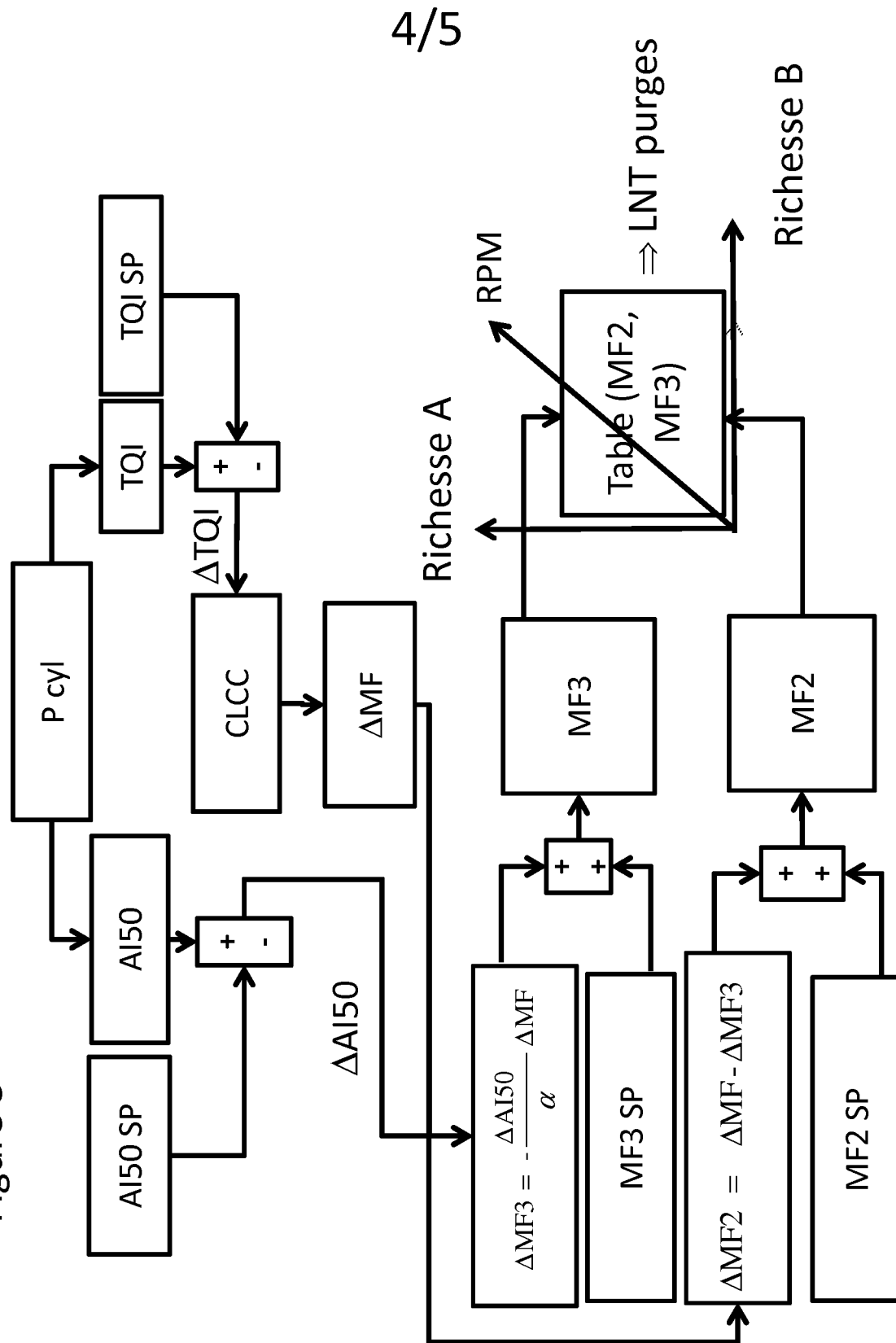
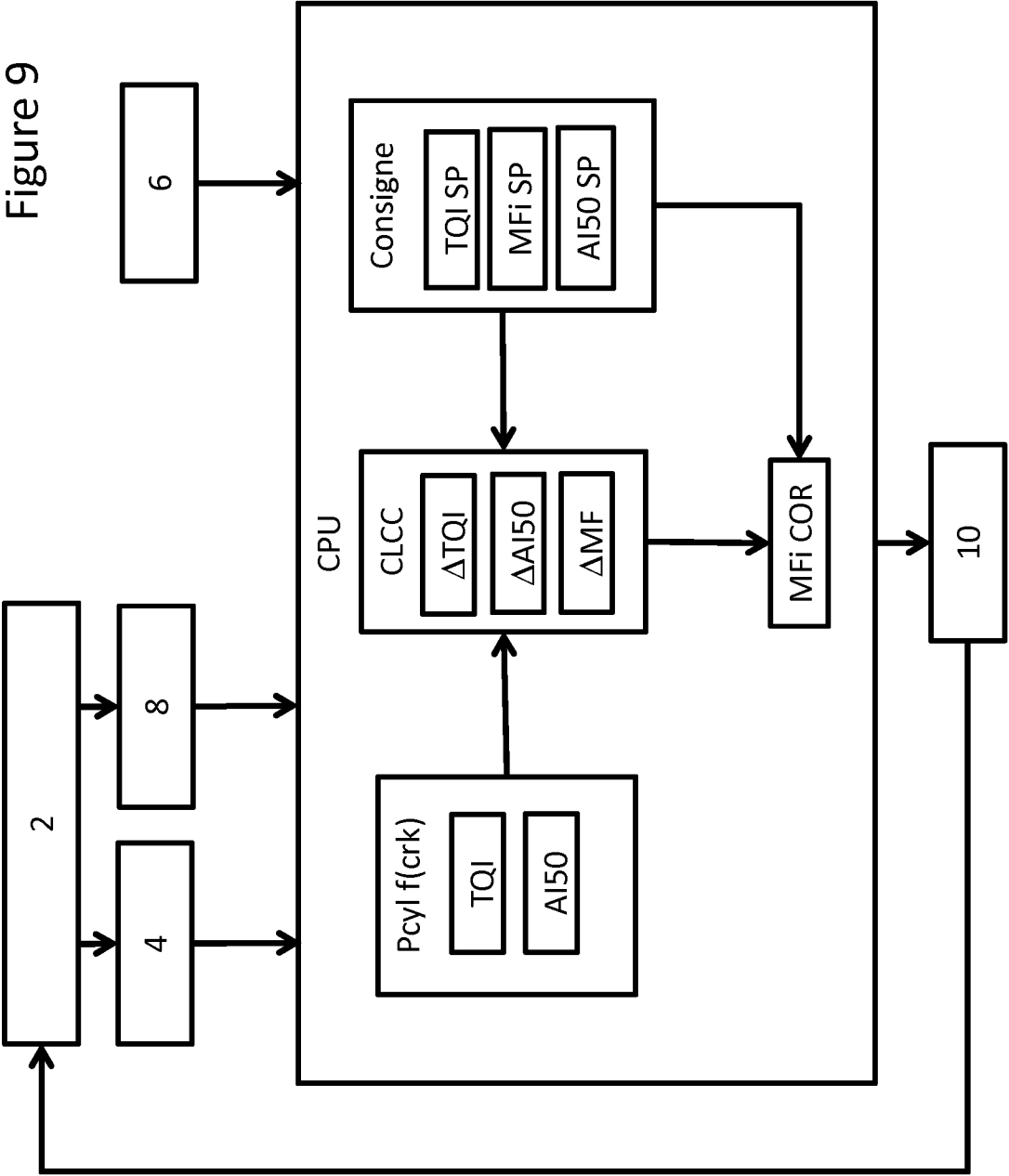


Figure 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2017/053345

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F02D11/10 F02D35/02 F02D41/24 F02D41/30 F02D41/40
ADD.

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F02D

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.
Y A	US 2009/093947 A1 (SCHNORBUS THORSTEN [DE] ET AL) 9 April 2009 (2009-04-09) paragraphs [0002], [0004] - [0017], [0020], [0025], [0032] - [0038], [0085]; claims 1-7; figure 1 -----	1,3-6,8, 9 2,7
Y	US 2012/145122 A1 (KURTZ ERIC [US] ET AL) 14 June 2012 (2012-06-14) paragraphs [0003] - [0005], [0021] - [0022], [0031] - [0033], [0064] - [0069], [0091]; figures 1, 7, 8 -----	1,3-6,8, 9
A	US 2005/229903 A1 (KOBAYASHI NOBUKI [JP] ET AL) 20 October 2005 (2005-10-20) paragraphs [0001], [0019] - [0020], [0029] - [0030], [0082], [0202] - [0204], [0285] - [0289]; figure 12 ----- -/-	1-9

☒ 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

12 March 2018

Date of mailing of the international search report

20/03/2018

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

Ducloyer, Stéphane

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2017/053345

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 959 118 A2 (DENSO CORP [JP]) 20 August 2008 (2008-08-20) paragraphs [0001], [0006] - [0007], [0015], [0032] - [0043], [0045], [0054] -----	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2017/053345

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2009093947 A1	09-04-2009	CN 101410609 A DE 102006015503 A1 EP 2002103 A2 US 2009093947 A1 WO 2007115630 A2	15-04-2009 04-10-2007 17-12-2008 09-04-2009 18-10-2007
US 2012145122 A1	14-06-2012	US 2012145122 A1 US 2015083075 A1	14-06-2012 26-03-2015
US 2005229903 A1	20-10-2005	AU 2003262000 A1 CN 1682025 A EP 1538325 A1 ES 2430164 T3 US 2005229903 A1 WO 2004022959 A1	29-03-2004 12-10-2005 08-06-2005 19-11-2013 20-10-2005 18-03-2004
EP 1959118 A2	20-08-2008	CN 101245741 A EP 1959118 A2 JP 4353256 B2 JP 2008196449 A US 2008201060 A1	20-08-2008 20-08-2008 28-10-2009 28-08-2008 21-08-2008

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2017/053345

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

INV. F02D11/10 F02D35/02 F02D41/24 F02D41/30 F02D41/40
ADD.

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

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

F02D

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
Y A	US 2009/093947 A1 (SCHNORBUS THORSTEN [DE] ET AL) 9 avril 2009 (2009-04-09) alinéas [0002], [0004] - [0017], [0020], [0025], [0032] - [0038], [0085]; revendications 1-7; figure 1 -----	1,3-6,8, 9 2,7
Y	US 2012/145122 A1 (KURTZ ERIC [US] ET AL) 14 juin 2012 (2012-06-14) alinéas [0003] - [0005], [0021] - [0022], [0031] - [0033], [0064] - [0069], [0091]; figures 1, 7, 8 -----	1,3-6,8, 9
A	US 2005/229903 A1 (KOBAYASHI NOBUKI [JP] ET AL) 20 octobre 2005 (2005-10-20) alinéas [0001], [0019] - [0020], [0029] - [0030], [0082], [0202] - [0204], [0285] - [0289]; figure 12 ----- -/-	1-9

☒ 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

12 mars 2018

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

20/03/2018

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

Ducloyer, Stéphane

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2017/053345

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 1 959 118 A2 (DENSO CORP [JP]) 20 août 2008 (2008-08-20) alinéas [0001], [0006] - [0007], [0015], [0032] - [0043], [0045], [0054] -----	1-9

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2017/053345

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2009093947 A1	09-04-2009	CN 101410609 A	15-04-2009
		DE 102006015503 A1	04-10-2007
		EP 2002103 A2	17-12-2008
		US 2009093947 A1	09-04-2009
		WO 2007115630 A2	18-10-2007

US 2012145122 A1	14-06-2012	US 2012145122 A1	14-06-2012
		US 2015083075 A1	26-03-2015

US 2005229903 A1	20-10-2005	AU 2003262000 A1	29-03-2004
		CN 1682025 A	12-10-2005
		EP 1538325 A1	08-06-2005
		ES 2430164 T3	19-11-2013
		US 2005229903 A1	20-10-2005
		WO 2004022959 A1	18-03-2004

EP 1959118 A2	20-08-2008	CN 101245741 A	20-08-2008
		EP 1959118 A2	20-08-2008
		JP 4353256 B2	28-10-2009
		JP 2008196449 A	28-08-2008
		US 2008201060 A1	21-08-2008
