

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 20.06.01.

30 Priorité : 27.06.00 DE 10031173.

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 28.12.01 Bulletin 01/52.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
— DE.

72 Inventeur(s) : ZHANG HONG.

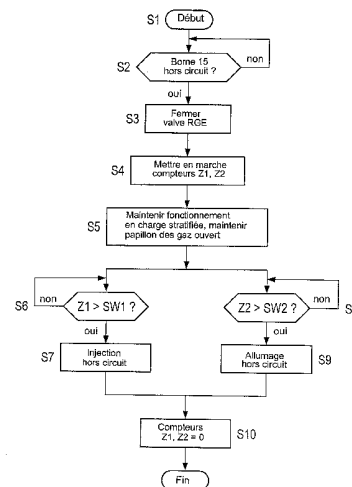
73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : CABINET DE BOISSE ET COLAS.

54 PROCÉDE DE COMMANDE D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE.

57 Ce procédé commande un moteur, pourvu d'un dispositif de recyclage de gaz d'échappement, qui fonctionne d'une manière sélective, en fonction de paramètres de fonctionnement, avec un mélange air-carburant homogène ou avec un mélange air-carburant stratifié.

Lors d'un fonctionnement avec recyclage et avec un mélange stratifié, le recyclage des gaz d'échappement est interrompu après la constatation d'un souhait de mise à l'arrêt du moteur, le fonctionnement du moteur est maintenu avec un mélange stratifié lorsque le papillon des gaz est au moins partiellement ouvert, et l'injection de carburant et l'allumage du mélange du moteur sont maintenus pour chaque fois une durée préfixée.



L'invention concerne un procédé de commande d'un moteur à combustion interne, pourvu d'un dispositif de recyclage de gaz d'échappement, qui fonctionne d'une manière sélective, en fonction de paramètres de fonctionnement, avec un mélange air-carburant homogène ou  
5 avec un mélange air-carburant stratifié.

Pour réduire davantage la consommation de carburant de véhicules automobiles à entraînement par moteur à allumage commandé, on utilise de plus en plus fréquemment des moteurs à combustion interne qui, d'une manière sélective, hormis avec un mélange stoechiométrique ( $\lambda = 1$ ),  
10 fonctionnent également avec un mélange pauvre. On fait à cet égard la distinction entre deux types de fonctionnement de base.

Dans le domaine inférieur de charge, le moteur à combustion interne fonctionne avec une charge de cylindre fortement stratifiée et un excès d'air élevé (fonctionnement à charge stratifiée). Cela est obtenu au moyen d'une  
15 injection tardive dans le temps de compression, peu avant l'instant d'allumage. Le mélange air-carburant injecté est réparti d'une manière stratifiée dans la chambre de combustion. Dans la zone de la bougie d'allumage, il est formé un mélange facilement inflammable, tandis qu'un mélange très pauvre se trouve aux emplacements périphériques dans la  
20 chambre de combustion. Avec un tel fonctionnement à charge stratifiée, il est possible, outre une économie de carburant, d'obtenir également une réduction notable des émissions de  $\text{NO}_x$ . Le rapport air/carburant  $\lambda$  peut, en fonctionnement à charge stratifiée, prendre des valeurs comprises entre 2 et 4,5. Le moteur fonctionne dans une large mesure sans étranglement.

Dans le domaine supérieur de charge, le moteur fonctionne avec une charge de cylindre homogène. L'injection a lieu déjà avant le temps d'admission ou pendant le temps d'admission, afin d'obtenir un bon mélange intime du carburant et de l'air. Le débit massique d'air admis est réglé au moyen d'un papillon des gaz d'une manière correspondant au couple  
25 demandé par le conducteur. Le débit d'injection nécessaire est par exemple calculé à partir du débit massique d'air et de la vitesse de rotation et corrigé, entre autres, au moyen de la régulation  $\lambda$ .  
30

L'injection du carburant s'effectue soit d'une manière classique dans le tuyau d'admission, soit, de préférence, directement dans le ou les cylindres du  
35 moteur (injection directe).

Pour réduire davantage la proportion des oxydes d'azote dans les gaz d'échappement du moteur, on utilise des dispositifs de recyclage de gaz

d'échappement. Par une conduite de recyclage de gaz d'échappement, une partie des gaz d'échappement est recyclée dans le trajet d'admission, plus précisément dans le collecteur du tuyau d'admission. Au moyen de signaux d'un dispositif de commande, une valve de recyclage de gaz d'échappement  
5 disposée dans la conduite de recyclage est commandée et, ainsi, la masse des gaz d'échappement recyclé est réglée. Etant donné que, dans leurs constituants essentiels, les gaz d'échappement du moteur à combustion interne constituent un gaz inerte, il est possible, en ajoutant et mélangeant des gaz d'échappement à l'air de combustion admis, de faire chuter la  
10 température de pointe de la combustion et de réduire ainsi les émissions d'oxydes d'azote. La masse des gaz d'échappement recyclés rapportée à la somme de la masse des gaz frais (air d'admission) et de la masse des gaz d'échappement recyclés est appelée d'une manière générale taux de recyclage de gaz d'échappement.

15 Pour un taux de recyclage de gaz d'échappement de 10%, les émissions d'oxydes d'azote sont déjà réduites d'environ 50%. Plus la proportion des gaz d'échappement recyclés est élevée, plus les émissions d'oxydes d'azote sont réduites. Le rendement du moteur croît avec la masse des gaz d'échappement recyclés, étant donné que moins de chaleur est  
20 apportée aux parois de cylindre et que les pertes de pompage sont réduites.

A partir d'un taux élevé de recyclage de gaz d'échappement déterminé, les ratés d'allumage se multiplient fortement, de sorte que les émissions de HC présentent également une forte augmentation inadmissible. Un moyen de mesure de la fréquence des ratés d'allumage et d'une combustion seulement  
25 partielle du mélange air-carburant dans les cylindres est constitué par les irrégularités de marche. Les émissions de HC et de CO du moteur ne peuvent pas être réduites d'une manière significative au moyen du dispositif de recyclage de gaz d'échappement. Le taux de recyclage doit être réglé de la manière la plus précise possible, étant donné que, dans le cas contraire, avec  
30 un taux de recyclage trop élevé, il se produirait une augmentation des proportions de HC et de CO dans les gaz d'échappement.

Le taux maximal de recyclage des gaz d'échappement est limité par le lambda de combustion, étant donné que, lorsque le recyclage augmente, la proportion d'oxygène dans le mélange air-carburant chute et qu'ainsi, pour  
35 une charge d'admission restant constante, moins d'oxygène est disponible pour la combustion. L'irrégularité de marche dans le véhicule croît et cela peut entraîner une mauvaise qualité de déplacement et, du fait des ratés

d'allumage, des émissions de HC plus grandes. La valeur correspondant au taux maximal de recyclage de gaz d'échappement peut être lue dans une table caractéristique en fonction du point de charge du moteur.

5       Lorsqu'on arrête le moteur, les gaz d'échappement recyclés présents dans le collecteur du tuyau d'admission doivent être chassés rapidement, afin que, lors du démarrage suivant du moteur, l'allumage du mélange air-carburant puisse avoir lieu d'une manière sûre sans retard supplémentaire.

10       A cet effet, lorsqu'on arrête le moteur, il est possible de commuter du fonctionnement à charge stratifiée vers le fonctionnement à charge de cylindre homogène. A cette occasion, la charge d'admission doit également être réduite, afin de permettre le fonctionnement à charge de cylindre homogène. De ce fait, les gaz d'échappement présents dans le collecteur du tuyau d'admission sont chassés lentement.

15       C'est pourquoi l'invention a pour but de fournir un procédé de commande d'un moteur à combustion interne, pourvu d'un dispositif de recyclage de gaz d'échappement, qui, lorsqu'on arrête le moteur, donne l'assurance que les gaz d'échappement recyclés présents dans le trajet d'admission sont chassés le plus rapidement possible.

20       A cet effet, l'invention a pour objet un procédé, du type générique défini en introduction, caractérisé en ce que, lors d'un fonctionnement du moteur à combustion interne avec un recyclage des gaz d'échappement et avec un mélange air-carburant stratifié, le recyclage de gaz d'échappement est immédiatement interrompu après la constatation d'un souhait de mise à l'arrêt du moteur, en ce que, par contre, le fonctionnement du moteur à combustion  
25       interne est maintenu avec un mélange air-carburant stratifié lorsque le papillon des gaz est au moins partiellement ouvert, et en ce que l'injection de carburant et l'allumage du mélange air-carburant du moteur à combustion interne sont maintenus pour chaque fois une durée préfixée.

30       De ce fait, lorsqu'on arrête le moteur, les gaz d'échappement recyclés qui se trouvait encore dans le trajet d'admission, c'est-à-dire dans le tuyau d'admission et dans le collecteur, sont chassés d'une manière sûre et rapide. Lors d'un nouveau démarrage du moteur, il ne se trouve plus de gaz d'échappement dans le trajet d'admission et le moteur peut être démarré plus facilement.

35       Le procédé conforme à l'invention peut aussi présenter une ou plusieurs des particularités suivantes :

- après la constatation d'un souhait d'arrêt, un compteur qui additionne le nombre d'injections, est mis en marche, la somme est comparée à une première valeur de seuil préfixée et, lorsque la première valeur de seuil est dépassée, l'injection est coupée,

5           - après la constatation d'un souhait d'arrêt, un compteur qui additionne le nombre d'allumages, est mis en marche, la somme est comparée à une seconde valeur de seuil préfixée et, lorsque la seconde valeur de seuil est dépassée, l'allumage est coupé,

10           - après la constatation d'un souhait d'arrêt, l'injection est coupée après qu'une durée préfixée s'est écoulée,

- après la constatation d'un souhait d'arrêt, l'allumage est coupé après qu'une durée préfixée s'est écoulée,

15           - les valeurs de seuil sont déterminées expérimentalement et sont déposées dans des tables caractéristiques d'un dispositif de mémoire d'un dispositif de commande du moteur à combustion interne,

- les durées sont déterminées expérimentalement et sont déposées dans des tables caractéristiques d'un dispositif de mémoire d'un dispositif de commande du moteur à combustion interne,

20           - la seconde valeur de seuil est choisie égale ou supérieure à la première valeur de seuil,

- la durée prévue pour la coupure de l'allumage est choisie égale ou supérieure à la durée prévue pour la coupure de l'injection,

25           - après la coupure de l'injection, un compteur qui additionne le nombre des allumages est mis en marche, la somme est comparée à une valeur de seuil préfixée et, lorsque la valeur de seuil est dépassée, l'allumage est coupé,

- après la coupure de l'injection, l'allumage est coupé après qu'une autre durée préfixée s'est écoulée,

30           - le souhait d'arrêt est constaté au moyen d'une analyse de la tension se présentant sur une borne d'un commutateur d'allumage-démarrage du véhicule entraîné par le moteur à combustion interne.

Un exemple de réalisation de l'invention est exposé ci-après en détail en regard des dessins schématiques annexés. On voit :

35           à la figure 1, un moteur à combustion interne comportant un dispositif de recyclage de gaz d'échappement et un dispositif de commande permettant de mettre en oeuvre le procédé conforme à l'invention et,

à la figure 2, un ordinogramme de déroulement du procédé.

La figure 1 représente, sous forme d'un schéma-blocs très simplifié, un moteur à combustion interne à allumage commandé et à injection directe dans lequel le procédé conforme à l'invention est utilisé. Seuls sont représentés les composants qui sont nécessaires à la compréhension de l'invention.

5 Notamment, le circuit de carburant et le dispositif de post-traitement des gaz d'échappement ne sont pas représentés.

Un trajet d'admission 1 comprend un collecteur 2 et un tuyau d'admission 3. Par ailleurs, un capteur de charge, se présentant sous forme d'un débitmètre 4 de mesure de débit massique d'air, et un papillon des gaz 5 sont disposés dans le trajet d'admission 1. Le tuyau d'admission 3 relie le collecteur 2 à une entrée d'un cylindre 6. Le cylindre 6 est relié à un trajet de gaz d'échappement 7 par lequel les gaz d'échappement sont évacués. Une conduite de recyclage de gaz d'échappement 8 part en dérivation du trajet de gaz d'échappement 7 et débouche dans le trajet d'admission 1 en aval du papillon des gaz 5. Le sens d'écoulement de l'air d'admission est indiqué par le symbole d'une flèche. Une valve de recyclage de gaz d'échappement 9, qui comprend un actionneur électromagnétique non représenté, est disposée dans la conduite de recyclage de gaz d'échappement 8.

Un dispositif de commande électronique 10 comprend une unité de traitement préliminaire 11 qui met en forme des signaux provenant de capteurs qui détectent des grandeurs de fonctionnement du moteur. Un capteur de position de papillon des gaz 12 détecte l'angle d'ouverture du papillon des gaz 5, un capteur de vitesse de rotation 13 détecte la vitesse de rotation actuelle du vilebrequin 15, une sonde de degré d'ouverture 14 détecte le degré d'ouverture de la valve de recyclage de gaz d'échappement 9 et un capteur de gaz d'échappement 16 détecte la teneur en oxygène dans les gaz d'échappement du moteur. Par exemple, un capteur de température de moteur ou un capteur de température d'agent de refroidissement et un capteur de température de gaz d'échappement (non représentés) délivrent d'autres signaux nécessaires pour la commande et la régulation du moteur. Le dispositif de commande électronique 10 comprend en outre un dispositif électrique 17 servant à commander l'actionneur de la valve de recyclage de gaz d'échappement 9 et réglant le degré d'ouverture de cette valve de recyclage 9 en fonction d'une ou plusieurs grandeurs de fonctionnement du moteur, par exemple de l'angle d'ouverture du papillon des gaz 5 et de la vitesse de rotation du vilebrequin 15. Au moyen du signal de la sonde de gaz d'échappement 16, le rapport air-carburant fait l'objet d'une régulation d'une

manière correspondant aux valeurs de consigne prescrites dans les différents domaines de fonctionnement du moteur (charge de cylindre homogène ou stratifié). Cette fonction est prise en charge par un dispositif de régulation lambda 18, en lui-même connu, qui est de préférence intégré dans le dispositif  
5 de commande électronique 10. D'une manière connue, ce dispositif de commande 10 détermine, en fonction des paramètres de fonctionnement du moteur, notamment de la charge et de la vitesse de rotation, une valeur de base pour une masse de carburant, laquelle est corrigée au moyen de plusieurs facteurs de correction, entre autres sur la base du signal de la sonde  
10 de gaz d'échappement. La masse de carburant ainsi déterminée est injectée par cycle de travail du cylindre 6 au moyen d'injecteurs 19.

Par ailleurs, le repère 20 désigne une batterie de véhicule dont le pôle plus est connecté à une borne KL30 d'un commutateur d'allumage-démarrage 21, tandis que le pôle moins est relié à la carrosserie du véhicule. Les bornes  
15 KL15 et KL50 du commutateur d'allumage-démarrage 21 sont reliées, entre autres, au dispositif de commande 10 par des lignes ne portant pas de repère particulier. La borne KL15 (plus commuté en aval de la batterie de véhicule) ne laisse passer une tension que lorsque l'allumage est en circuit, c'est-à-dire lorsque le commutateur d'allumage-démarrage 21 est dans la position  
20 désignée par I.

Un ordinogramme de déroulement du procédé de commande du moteur à combustion interne est présenté à la figure 2. Au démarrage du moteur, le programme est lancé par un premier pas de procédé S1.

A un pas de procédé S2, la question est posée de savoir si la borne 15  
25 est ou non sans courant, c'est-à-dire si le commutateur d'allumage-démarrage 21 se trouve donc ou non dans la position 0. Cette question est répétée en permanence jusqu'à ce que le résultat de la question soit affirmatif. Si tel est le cas, à un pas de procédé S3, la valve de recyclage de gaz d'échappement 9 est sans délai totalement fermée au moyen de signaux du dispositif 17.  
30 Ensuite, à un pas de procédé S4, un compteur Z1 prévu pour le nombre des impulsions d'injection et un compteur Z2 prévu pour le nombre des impulsions d'allumage à partir de l'instant auquel la borne 15 est sans courant sont l'un et l'autre mis en marche.

Le fonctionnement du moteur en charge stratifiée est également  
35 maintenu après une constatation de l'état sans courant de la borne 15 et le papillon des gaz 5 reste également dans une large mesure ouvert (pas de procédé S5). L'injection et l'allumage sont encore maintenus. A un pas de

procédé S6, il est vérifié si l'état du compteur Z1 prévu pour le nombre d'injections a ou non dépassé une valeur de seuil SW1 préfixée. Cette question s'exécute dans une boucle d'attente. Si cette valeur de seuil SW1 est dépassée, l'injection est coupée (pas de procédé S7). D'une manière  
5 analogue aux pas de procédé S6 et S7, il est vérifié, à des pas de procédé S8 et S9, si l'état du compteur Z2 prévu pour le nombre des allumages a ou non dépassé une valeur de seuil SW2 préfixée. Si cette valeur de seuil SW2 est dépassée, l'allumage est coupé.

Les deux valeurs de seuil SW1 et SW2 sont déterminées  
10 expérimentalement et sont déposées, à l'intérieur d'un dispositif de mémoire 22 du dispositif de commande 10, dans des tables caractéristiques KF1, KF2, par exemple en fonction du taux de recyclage de gaz d'échappement.

Pour assurer dans toutes les circonstances une combustion complète de l'ensemble du mélange air-carburant, il est avantageux de choisir la valeur  
15 de seuil SW2 prévue pour le nombre des allumages égale ou supérieure à la valeur de seuil SW1 prévue pour le nombre des injections après le passage à l'état sans courant de la borne 15.

Ensuite, à un pas de procédé S10, les deux compteurs Z1, Z2 sont ramenés à la valeur 0 et le procédé est parvenu à sa fin.

20 A la place de l'addition, au moyen des compteurs Z1 et Z2, du nombre des injections et des allumages après le passage à l'état sans courant de la borne 15, et de la comparaison suivante à des valeurs de seuil SW1, SW2, il est également possible de couper l'injection et l'allumage après que des durées préfixées se sont écoulées. Dans ce cas, la durée jusqu'à la coupure  
25 de l'allumage doit être choisie égale à la durée jusqu'à la coupure de l'injection ou plus longue que celle-ci.

Par ailleurs, il est également possible de mettre en marche le compteur prévu pour le nombre des allumages ou le compteur de temps prévu pour l'allumage non pas en parallèle au compteur prévu pour le nombre des  
30 injections ou au compteur de temps prévu pour l'injection, mais seulement une fois que l'injection est coupée.

L'ordinogramme est de préférence réalisé dans le dispositif de commande 10 en tant que programme. Toutefois, en variante, il peut également être réalisé sous forme d'un agencement de circuit câblé  
35 matériellement.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de commande d'un moteur à combustion interne, pourvu d'un dispositif de recyclage de gaz d'échappement, qui fonctionne d'une manière sélective, en fonction de paramètres de fonctionnement, avec un  
5 mélange air-carburant homogène ou avec un mélange air-carburant stratifié, caractérisé- en ce que, lors d'un fonctionnement du moteur à combustion interne avec un recyclage des gaz d'échappement et avec un mélange air-carburant stratifié, le recyclage de gaz d'échappement est interrompu après la constatation d'un souhait de mise à l'arrêt du moteur,  
10 - en ce que le fonctionnement du moteur à combustion interne est maintenu avec un mélange air-carburant stratifié lorsque le papillon des gaz est au moins partiellement ouvert  
- et en ce que l'injection de carburant et l'allumage du mélange air-carburant du moteur à combustion interne sont maintenus pour chaque fois  
15 une durée préfixée.
2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que  
- après la constatation d'un souhait d'arrêt, un compteur (Z1) qui additionne le nombre d'injections, est mis en marche,  
- la somme est comparée à une première valeur de seuil (SW1)  
20 préfixée et,  
- lorsque la première valeur de seuil (SW1) est dépassée, l'injection est coupée.
3. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que  
- après la constatation d'un souhait d'arrêt, un compteur (Z2) qui  
25 additionne le nombre d'allumages, est mis en marche,  
- la somme est comparée à une seconde valeur de seuil (SW2) préfixée et,  
- lorsque la seconde valeur de seuil (SW2) est dépassée, l'allumage est coupé.
- 30 4. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'après la constatation d'un souhait d'arrêt, l'injection est coupée après qu'une durée préfixée s'est écoulée.
5. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'après la constatation d'un souhait d'arrêt, l'allumage est coupé après qu'une durée  
35 préfixée s'est écoulée.
6. Procédé suivant la revendication 3 lorsqu'elle dépend de la revendication 2, caractérisé en ce que les valeurs de seuil (SW1, SW2) sont

déterminées expérimentalement et sont déposées dans des tables caractéristiques (KF1, KF2) d'un dispositif de mémoire (22) d'un dispositif de commande (10) du moteur à combustion interne.

5 7. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 4 et 5, caractérisé en ce que les durées sont déterminées expérimentalement et sont déposées dans des tables caractéristiques (KF1, KF2) d'un dispositif de mémoire (22) d'un dispositif de commande (10) du moteur à combustion interne.

10 8. Procédé suivant la revendication 6, caractérisé en ce que la seconde valeur de seuil (SW2) est choisie égale ou supérieure à la première valeur de seuil (SW1).

9. Procédé suivant la revendication 7, caractérisé en ce que la durée prévue pour la coupure de l'allumage est choisie égale ou supérieure à la durée prévue pour la coupure de l'injection.

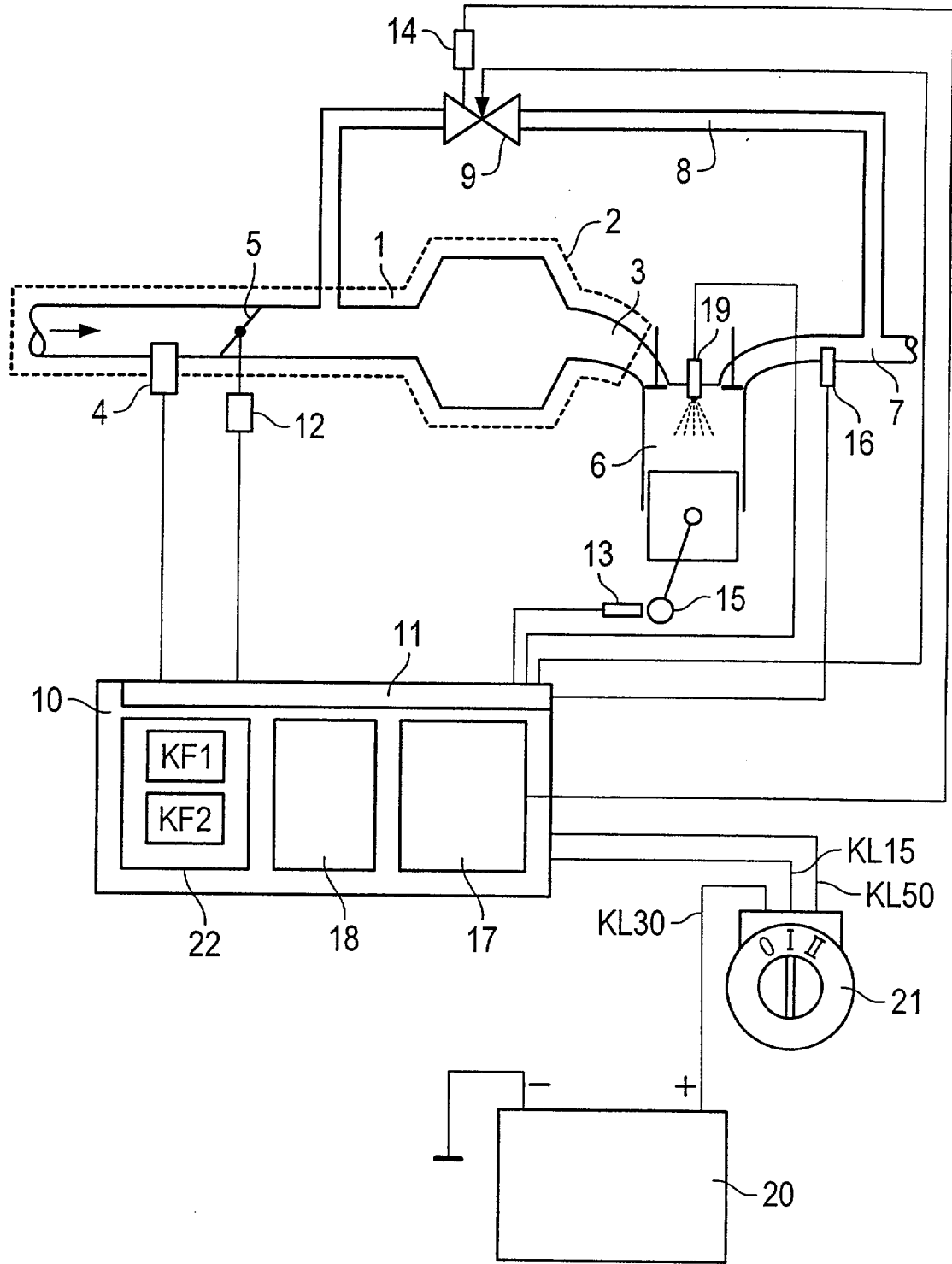
15 10. Procédé suivant la revendication 2, caractérisé en ce qu'après la coupure de l'injection, un compteur (Z2) qui additionne le nombre des allumages est mis en marche, la somme est comparée à une valeur de seuil (SW2) préfixée et, lorsque la valeur de seuil (SW2) est dépassée, l'allumage est coupé.

20 11. Procédé suivant la revendication 4, caractérisé en ce qu'après la coupure de l'injection, l'allumage est coupé après qu'une autre durée préfixée s'est écoulée.

25 12. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le souhait d'arrêt est constaté au moyen d'une analyse de la tension se présentant sur une borne (KL15) d'un commutateur d'allumage-démarrage (21) du véhicule entraîné par le moteur à combustion interne.

1/2

FIG 1



2/2

FIG 2

