



N° 898.076

Classif. Internat.: F01N / B01D

Mis en lecture le: 25 -04- 1984

LE Ministre des Affaires Economiques,

*Vu la loi du 24 mai 1854 sur les brevets d'invention;**Vu la Convention d'Union pour la Protection de la Propriété Industrielle;**Vu le procès-verbal dressé le 25 octobre 1983 à 14h05**au greffe du Gouvernement provincial de Liège;***ARRÊTE :**

Article 1. - Il est délivré à la Sté dite : JOHNSON MATTHEY INC.
1393 Bittersweet Lane, Westchester Pennsylvania 19380
(Etats-Unis d'Amérique)

repr. par Mr. M. Van Malderen, p/a Freylinger & Associés
s.p.r.l., Boulevard de la Sauvenière, 85, Bte 042,
4000 Liège

un brevet d'invention pour: Régénération des filtres catalytiques à particu-
les et appareil pour sa mise en oeuvre
(Inv. : B.E. Enga)

qu'elle déclare avoir fait l'objet d'une demande de brevet
déposée aux Etats-Unis d'Amérique le 27 janvier 1983,
n° 461 586 au nom de B.E. Enga dont elle est l'ayant cause.

Article 2. - Ce brevet lui est délivré sans examen préalable, à ses risques et périls, sans ga-
rantie soit de la réalité, de la nouveauté ou du mérite de l'invention, soit de l'exactitude de la
description, et sans préjudice du droit des tiers.

Au présent arrêté demeurera joint un des doubles de la spécification de l'invention
(mémoire descriptif et éventuellement dessins) signés par l'intéressé et déposés à l'appui de
sa demande de brevet.

Bruxelles, le 25 avril 1984
PAR DELEGATION SPECIALE:
Le Directeur

L. WUYTS.

4584 WIT 103

Au nom de : JOHNSON MATTHEY INC.

REGENERATION DES FILTRES CATALYTIQUES A PARTICULES ET APPAREIL POUR SA MISE EN OEUVRE

Invention : Bernard E. ENGA

Priorité de la demande de brevet aux U.S.A. n° 461 586 du 27 Janvier 1983
au nom de Bernard E. ENGA.

4

REGENERATION DES FILTRES CATALYTIQUES A PARTICULES
ET APPAREIL POUR SA MISE EN OEUVRE

Les flux d'échappement des sources de combustion, en particulier
5 des moteurs diésels, peuvent exiger que l'on dispose des filtres à parti-
cules à l'intérieur du système d'échappement afin d'épurer le flux d'é-
chappement avant de le décharger à l'atmosphère. Afin d'assurer une lon-
gue durée de vie pour de tels filtres, il est nécessaire d'enlever de temps
à autre les particules qui s'y amassent, en particulier du fait qu'une
10 trop grande accumulation de ces particules peut colmater le filtre et créer
une perte de charge indésirable, ce qui est particulièrement néfaste dans
le cas des moteurs diésels.

De façon classique, tel que représenté dans le brevet américain
4 211 075, cet enlèvement des particules est réalisé par un système régéné-
15 rateur qui enflamme les particules stockées, les brûle et ainsi décolmate
le filtre. La majorité de ces systèmes agit de façon à augmenter la tempé-
rature d'échappement jusqu'à un niveau auquel les particules s'enflamment.
Ce résultat est obtenu principalement soit en étranglant toute l'entrée
d'air, soit en bloquant des sections entières du moteur pour les rendre
20 inactives, soit en allumant un brûleur pilote pour faire monter de façon
active la température des gaz d'échappement. D'autres exemples de systèmes
connus sont décrits dans le brevet américain 4 270 936 et dans DOS 2 756 570
où l'on utilise des réchauffeurs électriques pour augmenter la température
du filtre.

25 Les techniques relatives à l'étranglement de l'air d'admission des
sources de combustion, spécialement des moteurs, sont capables d'augmenter
les températures des gaz d'échappement, mais créent également des problèmes
indésirables et dangereux, en particulier du fait que l'étranglement lui-
même produit une marche en déficit d'oxygène (mélange riche) du moteur au
30 cours du cycle de régénération. Ceci peut, en retour, conduire à des tempé-
ratures incontrôlables au cours de l'étape de brûlage des particules.

On a observé que pour diverses vitesses de rotation et diverses charges, il existe des points d'étranglement particuliers au-delà desquels le moteur "galope" et émet de grandes quantités de CO, de HC et de particules. Ce phénomène du "moteur qui galope" semble toujours être accompagné par des
5 taux d'oxygène dans les gaz d'échappement qui sont inférieurs au minimum requis pour la régénération du filtre.

Selon la présente invention, on prévoit un procédé et un appareil pour la mise en oeuvre du procédé aptes à régénérer les filtres à particules à revêtement catalytique tels que décrits dans les demandes de brevets
10 américains n° 161 873 déposée le 23 juin 1980 (maintenant abandonné) et redéposée le 9 décembre 1982 sous le n° Serial 488 277, et la demande n° 55 403 déposée le 6 juillet 1979 (maintenant abandonnée) et redéposée le 30 septembre 1982 sous le n° Serial 429 423; et tels que décrits dans les demandes de brevets britanniques publiées 2 024 646 et 2 054 402.
15 Il est souhaitable de réaliser la régénération de ces filtres sans provoquer une augmentation substantielle de la température des gaz d'échappement. Au contraire, l'allumage et la combustion des particules stockées est effectué, selon la présente invention, en contrôlant la teneur des gaz d'échappement du moteur et plus particulièrement en contrôlant l'échappement d'une pluralité de cylindres de ce moteur, ces cylindres étant groupés
20 par paires ou pris individuellement. En agissant ainsi, l'échappement combiné des cylindres peut être effectivement régulé de telle façon qu'il existe dans le flux d'échappement, au point où les différents flux d'échappement se mélangent, suffisamment de "combustible" pour que le catalyseur du
25 filtre provoque un dégagement exothermique comme on va l'expliquer ci-après. En retour, le dégagement de chaleur allumera les particules ou créera au moins des points chauds adjacents ou placés à l'intérieur des particules collectées, ce qui provoquera un allumage subséquent qui servira, dans tous les cas, à nettoyer et ainsi à régénérer le filtre.

30 Le revêtement catalytique où les filtres catalytiques produisent un dégagement exothermique lorsque des combustibles oxydables tels que le monoxyde de carbone et les hydrocarbures gazeux, viennent en contact avec le catalyseur en présence d'une quantité suffisante d'oxygène et à une température supérieure à celle pour laquelle le catalyseur est actif,
35 en général supérieure à 200°C. Le dégagement exothermique qui y est engendré dépend de la quantité de combustible fourni et également de l'activité du catalyseur.

La présente invention peut être mise en oeuvre avec n'importe quel

24

filtre catalytique à particules associé à un flux d'échappement d'une source de combustion. Cependant, l'invention est plus particulièrement applicable au flux d'échappement des moteurs diésels. La présente invention est d'abord mise en oeuvre en dirigeant sur un filtre catalytique des émissions de combustibles gazeux en provenance d'une source de combustion à une température supérieure à la température d'allumage gazeuse du filtre. La température d'allumage d'un filtre catalytique diffère, d'une part, selon les filtres et, d'autre part, selon les types de matériaux (gaz, particules, etc.) à oxyder. La température d'allumage convenable peut être déterminée expérimentalement. Par exemple, une partie du catalyseur peut être chauffée graduellement en augmentant la température en même temps que les matériaux particuliers collectés dans le flux de gaz d'échappement d'une source de combustion dans le collecteur d'échantillons d'un colorimètre à balayage différentiel et dans une atmosphère d'argon à 1% d'oxygène. Des échantillons de l'atmosphère qui règne au-dessus du collecteur d'échantillons sont prélevés, via un tube capillaire chauffé, vers un spectromètre de masse. Quatre nombres de masse sont relevés:

- (1) le monoxyde de carbone,
- (2) l'argon à double charge,
- (3) l'oxygène et l'eau ou l'azote, et
- (4) le dioxyde de carbone.

La température à laquelle le lot différentiel du colorimètre à balayage différentiel culmine, est prise comme étant la température à laquelle est réalisée la combustion des particules, et cette température est la température "d'allumage" pour la combustion des particules.

Le présent procédé comporte les étapes successives dans lesquelles: au cours du fonctionnement de la source de combustion, on présente au filtre catalytique à une température supérieure à celle provoquant l'allumage des émissions gazeuses, l'échappement gazeux contenant suffisamment de combustible pour provoquer un dégagement exothermique de telle façon que le filtre catalytique soit chauffé et provoque l'ignition des particules stockées dans le filtre et en contact avec le catalyseur, pendant une période de temps suffisante pour brûler une quantité substantielle des particules préalablement collectées et stockées dans le filtre.

Selon un aspect principal de la présente invention, le procédé et l'appareil pour sa mise en oeuvre constituent un moyen efficace pour augmenter la teneur en oxygène dans le flux d'échappement à une valeur égale ou juste supérieure au point de "galop". Ceci est réalisé en provoquant

une "pulsation" ou seulement un fonctionnement intermittent d'un système d'étranglement selon un cycle opératoire prédéterminé. En général, l'étranglement selon la présente invention sera appliqué de façon à conduire à un point de "galop" et à des émissions gazeuses importantes avec des contrôles
 5 appropriés pour supprimer l'effet d'étranglement, ce qui, en retour, conduit à nouveau à une teneur en oxygène augmentée dans l'échappement. Les flux d'échappement à teneur élevée en gaz et en oxygène et s'écoulant des cylindres contrôlés respectifs, sont mélangés dans le système d'échappement, avant de venir en contact avec le catalyseur, avec les gaz mixtes compor-
 10 tant le "combustible" utilisé à des fins de régénération.

L'étape de pulsation de l'air d'admission du procédé décrit ci-dessus peut être réalisée périodiquement, soit manuellement soit automatiquement, en réponse à un grand nombre de conditions ou de combinaisons qui sont repérées dans le système. Ces conditions comportent préférentiellement, sans qu'il
 15 s'agisse là d'une limitation, la vitesse de rotation du moteur ou les pertes de charge provoquées par le filtre lui-même. Lorsque la régénération est réalisée, elle l'est, de préférence, pendant un intervalle de temps prédéterminé d'au moins plusieurs secondes, de telle façon qu'une quantité substantielle des particules stockées soit brûlée et que le filtre soit régénéré.

20 L'étape de pulsation de l'air d'entrée peut être réalisée selon un grand nombre de manières différentes. L'une de ces manières consiste à utiliser un système de contrôle multipoints qui, pour un moteur comportant une pluralité de cylindres dotés chacun de sa propre ligne d'admission, modifie ces lignes d'admission en disposant une petite valve papillon sur cha-
 25 cune de ces lignes. Ceci permet d'étrangler le moteur cylindre par cylindre, et permet d'obtenir des temps de réponse très rapides et des vitesses ou des cycles de pulsation élevés. De façon spécifique, en référence à un moteur à quatre cylindres et en dénommant les cylindres 1, 2, 3 et 4, de l'avant à l'arrière, les deux cylindres centraux 2 et 3 peuvent constituer
 30 une paire contrôlée indépendamment des cylindres 1 et 4. En contrôlant les valves papillon des cylindres 2 et 3, de telle façon que ces valves subissent un cycle rapide de position fermée et ouverte, ces cylindres deviennent émetteurs d'un échappement à faible teneur en oxygène et riche en CO, et en HC. Les cylindres 1 et 4, d'autre part, peuvent fonctionner normalement
 35 de façon à produire un échappement normal riche en oxygène. Un tel mode opératoire sépare le mélange riche du mélange à haute teneur en oxygène pour la moitié des révolutions du moteur et le flux d'échappement à l'intérieur du filtre produit un mélange suffisant pour que l'échappement des cylindres 1 et 4 engendre rapidement un bon dégagement exothermique sur le catalyseur

lu

dès que le "combustible" vient en contact avec le catalyseur lui-même.

Un autre mode de réalisation consiste à relier entre-elles chacune des quatre valves papillon des cylindres 1 à 4, de telle façon qu'elles puissent être actionnées simultanément, mais en contrôlant le niveau d'ob-

5 turation des valves des cylindres 1 et 4, au moyen de butées appropriées qui limitent la fermeture de la valve. De cette façon, les valves contrôlant le flux d'air d'admission pour les cylindres 1 et 4 seront fermées seulement partiellement au cours de chaque cycle de pulsation. A la place des valves papillon, on peut également utiliser des vannes rotatives qui

10 comportent des vannes tournant de 360° selon un régime prédéterminé, mais réglable. Selon la présente invention, on prévoit également un appareil pour mettre en oeuvre les différents aspects du procédé qui vient d'être décrit. L'appareil peut comporter un ou plusieurs cylindres de moteur. Pour mettre en oeuvre la présente invention, il est possible de contrôler les

15 particules émises par un moteur diésel dans un véhicule jusqu'à environ 0,062 g/km (0,1 g/mile) et de réaliser la régénération automatique du filtre sans que le conducteur s'aperçoive de façon significative de la mise en oeuvre de l'opération de régénération.

L'un des buts principaux de la présente invention est de réaliser

20 un procédé simple et efficace et un appareil pour la régénération des filtres catalytiques à particules dans un flux d'échappement d'une source de combustion. D'autres buts, avantages et caractéristiques de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description de modes de réalisation de l'appareil selon l'invention, faite à titre non limitatif et en

25 regard du dessin annexé où:

- la figure 1 est une représentation schématique illustrant le mode de réalisation préféré d'un appareil pour la mise en oeuvre de la présente invention;
- la figure 2 est une coupe schématique longitudinale du filtre catalytique à particules utilisable dans l'appareil de la

30 figure 1;

- la figure 3a est une représentation schématique d'une valve papillon utilisée sur l'admission de chacun des cylindres du moteur;

35 - la figure 3b est une représentation schématique d'une vanne rotative qui peut être utilisée à la place de la valve papillon représentée à la figure 3;

- la figure 4 est une représentation schématique d'un autre mode de réalisation dans lequel les valves d'admission de l'air pulsé sont liées les unes aux autres; et

5 - la figure 5 est un schéma synoptique de l'unité de contrôle et de pilotage automatique de l'appareil selon l'invention.

Un filtre catalytique à particules du type selon l'invention est représenté, en général, par la référence 10 qui apparaît à la figure 1. Alors que l'invention peut être mise en oeuvre avec n'importe quel filtre catalytique particulaire régénérable, les filtres particuliers préférés
10 sont décrits dans les demandes de brevets américains 161 873 déposée le 23 juin 1980 (maintenant abandonnée) et redéposée sous le n° Serial 448 277 le 9 décembre 1982 ou sous le n° Serial 55 403 déposée le 6 juillet 1979 (maintenant abandonnée) et redéposée sous le n° Serial 429 423 le 30 septembre 1982, ou dans les demandes de brevets britanniques publiées
15 2 024 646 ou 2 054 402A (ces demandes publiées ont déjà été citées comme référence précédemment).

Un filtre particulaire catalytique typique qui peut être utilisé dans la présente invention est décrit dans la demande de brevet américain n° Serial 161 873 citée ci-dessus et représenté de façon plus détaillé à
20 la figure 2. Le filtre 10 comporte une chemise externe 11 avec un tube de réaction interne 12 contenant et supportant un catalyseur 13. Le tube de réaction 12 peut être monté dans diverses positions à l'intérieur de la chemise 11, par exemple à l'aide d'entretoises 15, 16, de telle façon qu'une extrémité du tube 12 soit ouverte pour recevoir les gaz d'échappement qui
25 traversent ainsi le tube. Un barreau de retenue 14 est disposé à l'extrémité opposée du tube 12 de façon à maintenir en position le catalyseur 13. La chemise 11 présente des ouvertures 17, 18, 19 et 20 qui sont raccordées et qui font suite à chacun des orifices d'échappement des cylindres d'un moteur à combustion interne 25. Un orifice d'échappement unique est prévu
30 dans la chemise 11 et est raccordé avec un tuyau d'échappement 22. Grâce à la disposition qui vient d'être décrite, la totalité des gaz d'échappement introduits dans la chemise 11 par les entrées 17 à 20 s'écoule à travers le catalyseur 13 et sort ensuite par l'orifice d'échappement et le tuyau d'échappement 22.

35 Le catalyseur 13 monté sur un support peut comporter une grande diversité de structures, mais est constitué de préférence d'un tamis à fils croisés fabriqué soit en un bloc unique monolithique, soit en une pluralité de sections annulaires ou d'une forme quelconque si celle-ci est convenable

24

ou souhaitée. Une couche d'un revêtement mouillant et une couche catalytique sont appliquées au tamis, soit avant l'assemblage, et/ou l'insertion dans le tube de réaction 12, ou après sa disposition dans le tube de réaction 12. L'épaisseur du tamis est comprise, de préférence, entre 0,0254 et 0,50 mm (0,001 et 0,02 inch) et peut comporter un alliage au nickel-chrome, un alliage ou du fer comportant au moins l'un des éléments suivants: chrome, aluminium, cobalt, nickel et carbone, ou un alliage tel que décrit dans le brevet américain 3 298 826 ou tel qu'exposé et décrit dans le brevet américain 3 027 252 (ces brevets étant déjà cités comme référence précédemment). La couche de mouillant comporte un oxyde métallique réfractaire adhérent, et la couche du métal catalytique comporte la couche catalytique sur le substrat métallique de base et est, de préférence, sélectionnée dans le groupe comportant Ru, Rh, Pd, Ir, Pt, Fe, Co, Ni, V, Cr, Mo, W, Y, Ca et leurs alliages, et les composés intermétalliques contenant au moins 20% en poids d'un ou plusieurs des métaux déposés à la surface ou à l'intérieur de l'oxyde métallique réfractaire de la couche mouillante.

A la figure 1, est représenté schématiquement un appareil typique selon la présente invention, cet appareil comportant une source de combustion 25 dotée d'une alimentation en combustible 32 et d'un système d'échappement désigné sous la référence générale 28 et un système d'entrée d'air désigné sous la référence générale 30. De préférence, la source de combustion 25 est constituée par un moteur diésel comportant une pluralité de cylindres, tel que le moteur diésel d'un véhicule, et l'alimentation en combustible 32 comporte une pompe d'injection (non représentée) et un injecteur 34 associé à chaque cylindre du moteur 25 (un seul injecteur 34 est représenté dans un but de simplification).

A titre d'exemple, le moteur représenté à la figure 1 comporte quatre cylindres et quatre lignes d'admission d'air séparées et dotées, respectivement, chacune des repères 36, 38, 40 et 42. Une valve papillon 44, 46, 48 et 50 est prévue respectivement sur chacune des lignes de collecteurs d'admissions. Ces valves peuvent être contrôlées par tout moyen de commande convenable telle que par exemple des électrovalves, le système ou les moyens d'actionnement étant généralement indiqués par la référence 52. Alors qu'il est possible de commander chaque valve séparément par son organe d'actionnement propre et des timoneries séparées (non représentées), il est préférable de grouper ces valves par paire. On doit cependant comprendre que pour les arrangements de cylindres en nombre impair, tel que un, trois ou cinq cylindres, chaque cylindre individuel peut être commandé selon la présente

sh

invention. Selon la disposition par paire, les valves 46 et 48 des deux cylindres intérieurs sont liées ensemble par des structures de timoneries classiques, de telle façon qu'elles fonctionnent comme une paire unique, tandis que les valves 44 et 50 des deux cylindres extérieurs sont liées,
5 de même, ensemble et fonctionnent comme une deuxième paire de valves.

Le système d'actionnement 52 est contrôlé par un organe de commande combinée à microprocesseur et son bloc de commande porte la référence 54. Le schéma synoptique des fonctions de pilotage et du fonctionnement de l'organe de commande, tel que pré-établi par les entrées X, Y, Z et B,
10 pour le microprocesseur, est représenté à la figure 5 et le fonctionnement de l'organe de commande est considéré comme étant classique et bien connu de l'homme de l'art.

L'entrée "X" correspond au nombre de tours du moteur, l'entrée "Y" est un intervalle de temps prédéterminé pour la séquence de régénération
15 elle-même, l'entrée "Z" constitue un temps d'attente acceptable entre les séquences de régénération successives, et l'entrée "B" correspond à une perte de charge maximale prédéterminée provoquée par le filtre. On doit comprendre qu'il existe une série de réglages de perte de charge B correspondant à diverses vitesses de rotation depuis le ralenti jusqu'à la vitesse
20 maximale, et à des températures de filtre basses et hautes, car les contrepressions provoquées par le filtre sont soumises à des variations dues à l'un ou à l'autre de ces paramètres agissant sur la perte de charge.

Comme représenté sur les figures 1 et 5, le bloc de commande 54 peut être muni d'une pluralité d'organes capteurs, ces capteurs et leurs fonc-
25 tions étant sélectionnés selon ce qui paraît le plus approprié ou souhaitable pour un type donné de moteur ou d'environnement de fonctionnement. On doit comprendre également que le bloc de commande 54 contrôle aussi bien la mise en fonctionnement que l'arrêt du fonctionnement du système de mise en marche 52 et ainsi l'armement ou le démarrage de la séquence de régéné-
30 ration aussi bien que la fermeture ou la fin du processus de régénération. De plus, le processus de régénération peut être "désactivé" ou empêché de se mettre en marche lorsqu'il n'est pas nécessaire.

L'un des capteurs 56, peut repérer le moment où un nombre prédéterminé N de rotations du moteur a été réalisé, ce nombre étant calculé auparavant pour le type de moteur utilisé et la quantité de particules qui est
35 engendrée au cours de cette durée de fonctionnement. Le capteur 58 peut être utilisé, par exemple, tel que représenté à la figure 2, directement à l'amont de l'élément de filtre lui-même, pour capter la contrepression

provoquée par le flux d'échappement 28.

Un capteur additionnel 60 peut repérer les températures du côté de l'échappement ou à l'aval de l'élément de filtre et peut ainsi être capable de fournir des signaux correspondants aux températures du filtre, à partir desquelles l'organe de commande peut décider s'il convient de démarrer ou de terminer le processus de régénération. De plus, un temporisateur 62 peut être utilisé pour positionner la durée réelle du processus de régénération "Y" (en secondes). Le processus de régénération produit, de préférence, des températures T dépassant 600°C au cours de la régénération. Si de telles températures ne sont pas atteintes, il est préférable de ne pas continuer à ré-engager une autre séquence de régénération, mais d'attendre plutôt un intervalle de temps prédéterminé "Z" avant de pouvoir recommencer la régénération. Ainsi, après que l'intervalle de temps "Y" s'est écoulé, si la température n'a pas dépassé 600°C, la régénération est arrêtée et l'on observe l'intervalle de temps "Z", nonobstant les autres conditions des paramètres captés.

Ainsi, le fonctionnement de l'appareil tel que représenté schématiquement à la figure 1, peut être déclenché par le bloc de commande et de pilotage 54 automatiquement à l'aide des capteurs contrôlant la vitesse de rotation du moteur ou les conditions de contrepression. Les organes d'actionnement appropriés sont actionnés périodiquement ou de façon pulsatoire et fonctionnent à l'aide de structure de timonerie conventionnelle pour ouvrir et fermer les valves papillon 46 et 48 selon un cycle prédéterminé. Selon la puissance d'échappement demandée, pour un type de moteur déterminé, les valves 46 et 48 sont maintenues en position fermée pendant une période de temps prédéterminée sous le contrôle de l'organe de commande et de pilotage 54, puis sont ensuite ouvertes pendant une autre période de temps et ceci se répète à chaque séquence de régénération. De préférence, lorsque les valves 46 et 48 sont fermées, elles provoquent une coupure suffisante de l'air d'admission vers ces cylindres, de telle façon que leur fonctionnement approche du point de "galop", tandis que les deux valves papillon les plus extérieures 44 et 50, restent ouvertes. De préférence, les valves 46 et 48 restent fermées pendant 75% du cycle opératoire.

Les périodes de fermeture et d'ouverture de chaque valve actionnée et commandée peuvent varier au cours de chaque cycle de 0,25 seconde à environ 30 secondes, la fréquence du cycle qui est préférée étant une phase de fermeture de 1,5 seconde et une phase d'ouverture de 0,5 seconde. A cette fréquence du cycle, on a trouvé qu'au cours de la partie obturée du cycle,

64

le moteur engendre un cycle de mélange riche-pauvre à une fréquence égale à deux fois le nombre de tours du moteur par minute.

En contrôlant les valves 46 et 48 de cette façon, leur effet d'étranglement permet à leur cylindre d'émettre un échappement riche en carburant, 5 présentant une teneur en oxygène faible; mais des composants riches en CO et en HC (échappement riche). Simultanément, les cylindres contrôlés par les valves 44 et 50 qui restent ouvertes fonctionnent. normalement et produisent un échappement normal riche en oxygène (échappement pauvre). Ce mode opératoire provoque le mélange de ces deux courants de gaz d'échap- 10 pement au cours de leur passage dans le filtre 13, ce qui provoque un mélange suffisant pour le catalyseur de façon à ce qu'il puisse utiliser ces deux gaz mélangés et provoquer très rapidement un très bon dégagement exothermique. On doit noter que les émissions de CO et de HC à la sortie du tuyau d'échappement sont réduites de façon significative à des niveaux 15 inférieurs à la norme au cours du processus de régénération, démontrant ainsi que les émissions gazeuses accrues sont bien utilisées à des fins de régénération.

Au cours d'une série d'expérimentation de régénération réalisée avec l'appareil qui vient d'être décrit, le moteur tournait à 2000 tr/mn avec 20 une charge suffisante pour donner une température d'entrée du catalyseur supérieure à 200°. Un réacteur neuf a été choisi pour présenter, dans ces conditions, une perte de charge de 36 mbar (13,8 inches) d'eau. Le moteur était actionné et la perte de charge était contrôlée de telle façon que lorsque la perte de charge du réacteur atteignait 52 mbar (20 inches) d'eau, 25 le système régénérateur et l'organe de pilotage 54 étaient actionnés et le flux d'air d'admission était rendu pulsatoire à une fréquence fixe. On a représenté sur le tableau I les résultats de cette expérience:

TABLEAU I

30	Régénération n°	sortie du catalyseur		perte de charge en mbar		Durée (sec)
		température	°C	(contrepression)		
		départ	Max.	Départ	Finale	
	1	301°	530°	60	31,2	120
	2	245°	430°	57	41,6	240
	3	216°	267°	61	61	360
35	4	241°	270°	73	73	240
	5	301°	610°	103	29,4	90
	6	296°	560°	41,6	26,5	120
	7	244°	540°	52	23	180

TABLEAU I (suite)

		départ	Max.	départ	finale	durée (sec)
5	8	280°	525°	56	31,2	180
	9	312°	520°	73	34	120
	10	297°	515°	78	36,4	270
	11	304°	510°	117	46,8	240
	12	297°	535°	52	36	240
10	13	290°	500°	73	40,3	120
	14	294°	540°	54,6	36,4	180
	15	299°	490°	44,7	33,8	120
	16	262°	547°	99	39	300
	17	310°	515°	52	38,2	150
15	18	304°	520°	54,6	36,4	120
	19	304°	520°	70,2	39	180
	20	302°	510°	36,4	36,4	120
	21	306°	510°	73	36,4	120
	22	292°	520°	135	44,2	180

Des expérimentations ultérieures sur un véhicule d'essai se déplaçant à 65 km/h (40 miles per hour) ont donné l'historique de régénération typique suivant, qui montre qu'il se produit une régénération efficace dès que la perte de charge a été réduite à celle provoquée lorsque le filtre est propre, nonobstant le fait que la température du filtre n'excède pas 600°C.

TABLEAU II

	<u>Durée</u>	<u>Entrée</u> temp. °C	<u>Sortie</u> temp. °C	<u>Perte de charge en mbar</u>
25	- 10 secondes	275	275	37,7 (départ)
	- 5 secondes	275	275	37,7
	0	275	275	37,7 (régénération en service)
30	5 secondes	300	280	28,6
	10 secondes	320	290	30
	13 secondes	330	290	30,4
	18 secondes	335	295	31
35	20 secondes	340	297	31,2
	23 secondes	340	298	32,8
	25 secondes	345	300	33
	30 secondes	350	305	33,8

u

TABLEAU II (suite)

	<u>Durée</u>	<u>Entrée</u> temp. °C	<u>Sortie</u> temp. °C	<u>Perte de charge en mbar</u> (contrepression)
5	33 secondes	352	310	34,3
	36 secondes	355	312	33
	38 secondes	356	317	31,7
	40 secondes	357	320	31,2
	43 secondes	360	330	32,8
10	46 secondes	360	333	32,8
	48 secondes	360	340	32,8
	50 secondes	360	355	32,5
	53 secondes	362	380	33,3
	60 secondes	362	400	32
15	65 secondes	365	430	34
	70 secondes	366	453	35,9
	80 secondes	368	480	34,3
	85 secondes	368	503	34,6 (régénération coupée)
	90 secondes	350	520	34,3
20	95 secondes	323	540	33,8
	100 secondes	310	560	33,3
	110 secondes	295	570	31,2 (température max.)
	120 secondes	290	540	29,4
	150 secondes	280	505	27,6 (refroidissement)
25	180 secondes	270	440	26

A partir des résultats qui viennent d'être exposés, on voit que le "combustible" convient de façon idéale pour coopérer avec le catalyseur 13 monté sur un support afin de faire démarrer la combustion des particules sur le filtre 10. Le fonctionnement de la manière qui vient d'être décrite continue jusqu'à ce qu'une partie substantielle des particules stockées dans le filtre 10 soit brûlée, ce qui peut être repéré par l'indication que les températures du filtre approchent et/ou dépassent 600°C, un tel signal conduisant le bloc de commande et de pilotage 54 à provoquer la fin de la séquence de régénération. On doit noter que les 600°C sont une température choisie dans l'exemple, mais que la température nécessaire pour obtenir le nettoyage du filtre peut varier d'un véhicule à l'autre.

A la fin du cycle de régénération, le fonctionnement des valves papillon revient à la condition normale en attente d'un ordre de commande du bloc de commande 54.

1

Dans certaines conditions de vitesse ou de charge, les températures d'échappement peuvent être suffisantes pour assurer la combustion des particules de carbone et un cycle de régénération séparé n'est pas nécessaire. Pour tenir compte de cela, le bloc de commande et de pilotage 54 peut être programmé de façon à ne pas déclencher le processus de régénération dans de telles conditions indépendamment de la vitesse de rotation du moteur ou des températures captées qui peuvent excéder 600°C (ou la température de déclenchement) qui pourraient se rencontrer dans de telles conditions ou charges au cours de la conduite et qui remettraient à zéro le compteur de nombre de tours N comme cela se fait à la fin d'une séquence de régénération. Ainsi, chaque fois que les températures qui règnent dans le filtre 13 dépassent 600°C, des séquences de régénération séparées ne sont pas nécessaires et le bloc de commande et de pilotage 54 remet automatiquement à zéro le compteur de nombre de tours. De la même façon, si les températures sont trop basses pour permettre une régénération correcte, telles que par exemple inférieures à 200°C, le bloc de commande et de pilotage 54 ne déclenche pas le processus de régénération aussi longtemps que les températures n'ont pas atteint au moins 250°C comme on l'a représenté sur le schéma synoptique de la figure 5. Cette disposition interdit également la régénération au départ lorsque le moteur et le filtre sont froids.

On doit comprendre que lorsque du "combustible" est fourni au filtre catalytique, le monoxyde de carbone et les fractions d'hydrocarbure sont oxydés catalytiquement, les cristaux catalytiques engendrant un dégagement exothermique par suite de la libération de la chaleur créée au cours de cette oxydation. C'est cette oxydation des fractions d'hydrocarbures et de CO qui provoque l'échauffement des cristaux catalytiques ou qui crée au moins des points chauds et qui sert ainsi à allumer les particules de matériaux carbonés arrêtées par le filtre catalytique.

L'une des valves papillon 44 est représentée à plus grande échelle à la figure 3A. La figure 3B représente une vanne rotative 64 qui pourrait être utilisée à la place de la valve papillon 44 représentée à la figure 3A. Au cours de la séquence de régénération, la vanne 64 lorsqu'elle est utilisée, est entraînée en rotation à une vitesse variable et produit deux séquences de fermeture et d'ouverture successives au cours de chaque révolution complète sur 360°. Comme pour les valves papillon, il est préférable de relier les vannes 64 par paire, lorsqu'on les utilise sur un moteur à quatre cylindres, bien que d'autres procédures opératoires soient possibles ou souhaitables en quelques occasions.

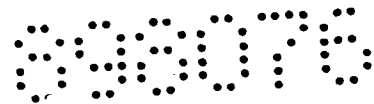
h

Un autre mode de réalisation selon la présente invention est re-
présenté à la figure 4. Les valves 44', 46', 48' et 50' sont, ici, toutes
reliées entre-elles et contrôlées simultanément par un système d'actionne-
ment. Dans ce système, on voit que les valves 44' et 50' sont limitées
5 dans leur déplacement par des butées 65, de telle façon que les valves
44' et 50' ne peuvent être fermées que partiellement indépendamment du
fait qu'elles sont actionnées en même temps et avec les valves 46' et
48'. De cette manière, il ne se produit qu'un étranglement partiel de
l'air d'admission fourni par les valves 44' et 50' tandis que les valves
10 46' et 48' se ferment presque complètement.

Dans un exemple de mise en oeuvre où le moteur 25 est un moteur
diésel à quatre cylindres pour un véhicule automobile, le véhicule est
accéléré jusqu'à 89 km/h (55 miles per hour), le système régénérateur est
actionné pendant 90 secondes, tandis que l'on maintient cette vitesse de
15 89 km/h, puis le système régénérateur est coupé et l'on continue par une
conduite normale. Au cours du fonctionnement du système régénérateur selon
l'invention, le conducteur n'est pas habituellement capable de repérer le
fonctionnement du régénérateur. Ainsi, le filtre catalytique est régénéré
de façon simple et efficiente sans perception de conséquences dommageables
20 perceptibles et sans exiger de chauffage du flux d'échappement.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation
décrits et représentés et elle est susceptible de nombreuses variantes ac-
cessibles à l'homme de l'art sans que l'on ne s'écarte de l'esprit de l'in-
vention.

56

REVENDEICATIONS

1.- Procédé pour régénérer un filtre catalytique à particules pour un moteur à combustion interne comportant un ou plusieurs cylindres, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes dans lesquelles, au cours du fonctionnement du moteur, on rend le débit d'air d'admission du moteur pulsatoire pour un nombre prédéterminé de cylindres de ladite pluralité de cylindres, de telle façon que l'échappement du moteur engendre un dégagement exothermique sur le catalyseur, provoquant par là l'ignition des matériaux particulaires arrêtés par le filtre.

2.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit nombre prédéterminé de cylindres est inférieur à la totalité de ladite pluralité de cylindres.

3.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'échappement dudit nombre prédéterminé de cylindres est pauvre en oxygène et riche en CO et en HC tandis que l'échappement des cylindres restants est riche en oxygène.

4.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'admission pulsatoire de l'air d'admission est mise en oeuvre périodiquement.

5.- Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que ladite admission pulsatoire de l'air d'admission est mise en oeuvre en coupant et en ouvrant de façon cyclique le débit d'air d'admission, les durées des cycles d'ouverture et de coupure étant comprises entre 0,25 seconde et environ 30 secondes.

6.- Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que le cycle préféré est mis en oeuvre en coupant l'admission du débit d'air pendant environ 1,5 seconde et en ouvrant l'admission du débit d'air pendant environ 0,5 seconde.

7.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte l'étape supplémentaire de contrôle de la perte de charge produite par le filtre permettant ainsi de mettre en oeuvre automatiquement l'étape d'admission pulsatoire de l'air en réponse à une perte de charge prédéterminée.

8.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'elle comporte l'étape supplémentaire de contrôle du fonctionnement du moteur permettant de mettre en oeuvre automatiquement l'étape d'admission pulsatoire de l'air en réponse à des conditions opératoires du moteur prédéterminées et repérées par des capteurs.

9.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'elle comporte l'étape additionnelle de contrôle de la température dudit filtre

catalytique et dans laquelle ladite étape d'admission d'air pulsatoire est mise en oeuvre automatiquement en réponse à des températures de filtre prédéterminées repérées par des capteurs.

10.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite
5 étape d'admission d'air pulsatoire est mise en oeuvre par étranglement de l'air d'admission d'au moins l'un desdits cylindres.

11.- Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'étranglement se poursuit pendant environ 75% du cycle opératoire.

12.- Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'on
10 étrangle l'air d'admission de la moitié des cylindres, tandis que l'air d'admission de l'autre moitié n'est pas étranglée.

13.- Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'on étrangle l'air d'admission de la moitié des cylindres, tandis que l'air d'admission de l'autre moitié n'est étranglée que partiellement.

14.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape
15 d'admission d'air pulsatoire est mise en oeuvre en contrôlant la durée de l'admission de l'air fourni à une partie des cylindres pendant une période de temps prédéterminée, de telle façon que le combustible qui y est introduit ne brûle pas complètement en produisant pour ladite partie des cylindres un échappement à faible teneur en oxygène, mais à teneur élevée en CO
20 et en HC, et en assurant une admission normale de l'air aux cylindres restants de telle façon qu'une combustion normale du combustible se produise, et en ce qu'il comporte l'étape additionnelle dans laquelle après l'écoulement de ladite période de temps prédéterminée, on contrôle l'air d'admission pour
25 chaque cylindre de telle façon que sensiblement la totalité du combustible qui y est introduite, brûle.

15.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on met en oeuvre ladite admission pulsatoire de l'air en contrôlant l'air d'admission fourni à au moins un cylindre de telle façon que l'on soit en présence d'une
30 quantité d'oxygène insuffisante et produisant la combustion incomplète du combustible injecté dans ledit cylindre en laissant une quantité substantielle de combustible imbrûlé dans l'échappement dudit cylindre, et en ce qu'il comporte l'étape suivante dans laquelle, après régénération du filtre catalytique, on contrôle l'air d'admission audit moteur de telle façon que sensiblement la totalité du combustible fourni à chaque cylindre soit brûlée.
35

16.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite étape d'admission d'air pulsatoire est mise en oeuvre de telle façon que l'on engendre un dégagement exothermique et que l'on atteigne une température maximale effective dans le filtre qui soit supérieure à 350°C.

17.- Procédé de régénération d'un filtre catalytique pour particules, disposé dans le flux d'échappement d'une source de combustion comportant une alimentation en combustible, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes par lesquelles, au cours de la mise en oeuvre de la source de combustion, l'on présente au filtre catalytique porté à une température supérieure à la température d'allumage, suffisamment de combustible imbrûlé sous forme gazeuse pour engendrer un dégagement exothermique de telle façon que le filtre catalytique s'échauffe et amène à l'ignition les particules stockées dans le filtre pendant une période de temps suffisante pour brûler une quantité substantielle des particules stockées dans le filtre.

18.- Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce que ladite source de combustion est un moteur à combustion interne comportant une pluralité de cylindres et ladite étape de présentation est mise en oeuvre en rendant la source d'air d'admission pulsatoire pour une quantité de cylindres inférieure à la totalité de ladite pluralité de cylindres et ceci pendant ladite période de temps.

19.- Procédé selon la revendication 18, caractérisé en ce que l'alimentation en air des cylindres restants est partiellement étranglée.

20.- Dispositif comportant: un moteur à combustion interne doté d'un ou plusieurs cylindres, une source d'air d'admission, un flux d'échappement et une source de combustible, un filtre catalytique à particules disposé sur le flux d'échappement de la source de combustion, la source de combustion et le filtre présentant un système de régénération du filtre, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (44 à 50) pour produire une admission pulsatoire de l'air de combustion à une partie seulement desdits cylindres au cours du fonctionnement de la source de combustion (25) vers le système de régénération du filtre (10), de façon à fournir à ce filtre (10) une quantité de combustible imbrûlé suffisante pour provoquer l'ignition des particules stockées dans ledit filtre (10).

21.- Dispositif selon la revendication 20, caractérisé en ce que lesdits moyens d'admission d'air pulsatoire comportent des moyens (44 à 50, 64) aptes à étrangler l'admission de l'air sur au moins la moitié des cylindres de ladite pluralité de cylindres.

22.- Dispositif selon la revendication 21, caractérisé en ce que lesdits moyens (32) d'alimentation en combustible comportent des moyens (62) pour contrôler la durée de l'admission d'air pulsatoire pendant une période de temps prédéterminée, de telle façon qu'une quantité prédéterminée de combustible ne soit pas soumise à la combustion complète dans

lesdits cylindres (36 à 42), et en ce que lesdits moyens pour contrôler (62) comportent des moyens pour, après l'écoulement d'une période de temps prédéterminée, contrôler la durée de telle façon que sensiblement la totalité du combustible introduit dans ledit moteur soit soumise à la combustion.

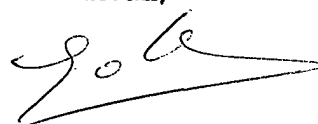
23.- Dispositif selon la revendication 20, caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens de commande automatiques de la fourniture de l'air d'admission, lesdits moyens comportant des moyens de captage (60) aptes à produire au moins un premier signal en réponse à la détection d'une condition prédéterminée et des moyens d'actionnement aptes à actionner lesdits moyens d'admission d'air pulsatoire en réponse audit signal.

24.- Dispositif selon la revendication 21, caractérisé en ce que ladite source de combustion comporte un moteur à combustion interne doté d'une pluralité de cylindres, et en ce que lesdits moyens d'admission d'air pulsatoire comportent des moyens aptes à contrôler la quantité d'air fourni à au moins l'un desdits cylindres de telle façon que l'oxygène nécessaire à la combustion soit épuisé avant que la combustion complète du combustible ne soit réalisée, en laissant une quantité substantielle de combustible imbrûlé dans l'échappement du cylindre, et en ce que lesdits moyens d'admission d'air pulsatoire comportent, en outre, des moyens qui, après la régénération du filtre catalytique, sont aptes à contrôler la quantité d'air d'admission fourni, de telle façon que sensiblement la totalité du combustible fourni à chaque cylindre, soit soumise à la combustion.

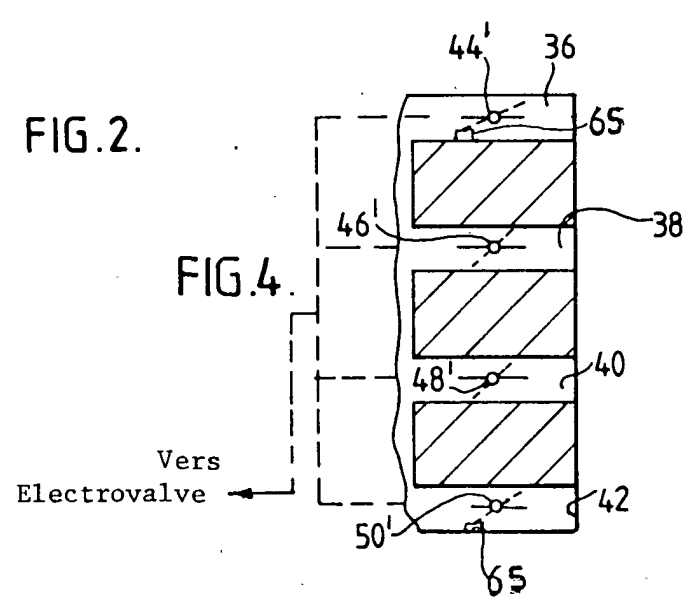
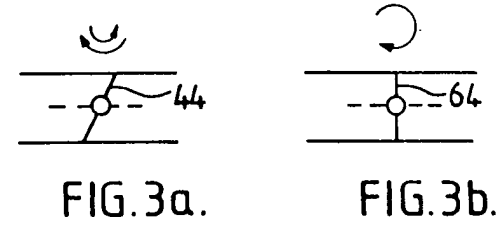
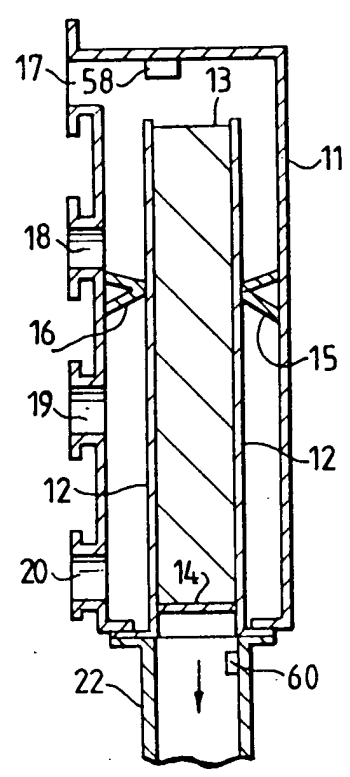
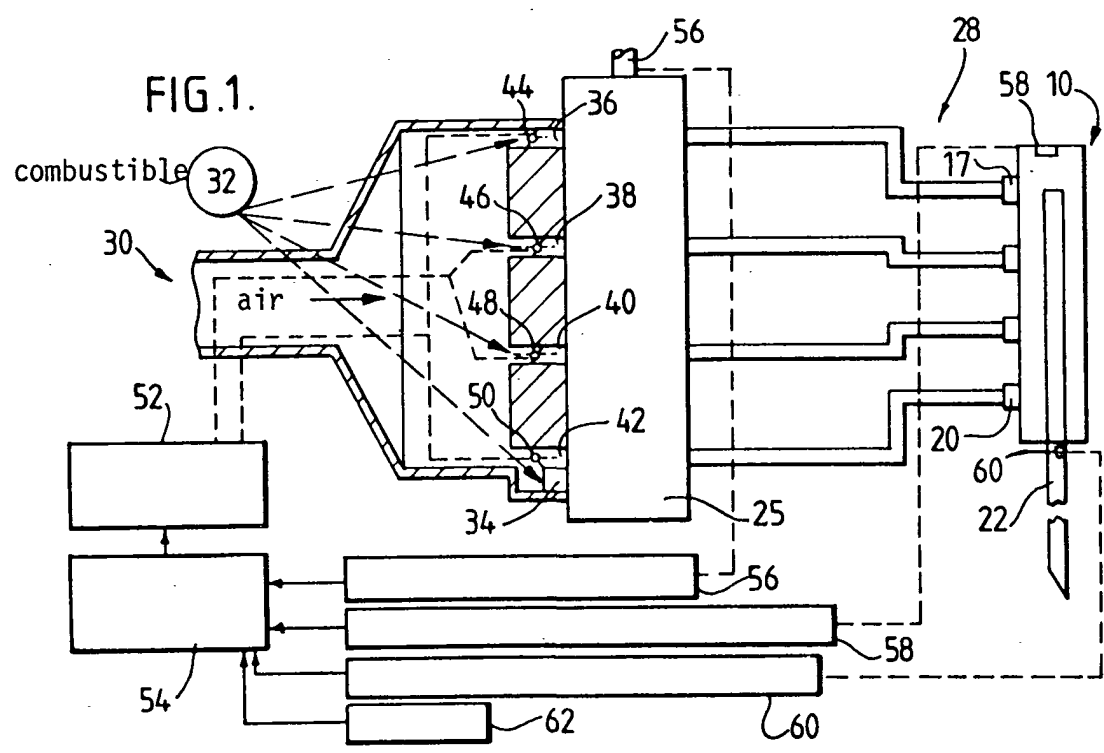
25.- Dispositif comportant: un moteur diésel doté d'une alimentation en combustible, une fourniture d'air d'admission et un flux d'échappement et, un filtre catalytique à particules disposé dans ledit flux d'échappement, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour, au cours du fonctionnement du moteur, présenter audit filtre catalytique (13) à une température supérieure à la température d'allumage dudit filtre, une quantité suffisante de combustible imbrûlé pour provoquer un dégagement exothermique de telle façon que le filtre catalytique (13) soit échauffé et provoque l'ignition des particules stockées dans le filtre pendant une période de temps suffisante pour brûler une quantité substantielle des particules stockées dans le filtre (13).

Liège, le 25 octobre 1983
Par Pr.: JOHNSON MATTHEY INC.

Michel VAN MALDEREN
(FREYLINGER & ASSOCIES)
Ppon



898076



Liège, le 25 octobre 1983
 Par Pr.: JOHNSON MATTHEY INC.
 Michel VAN MALDEREN
 (FREYLINGER & ASSOCIES)
 Ppon

gok

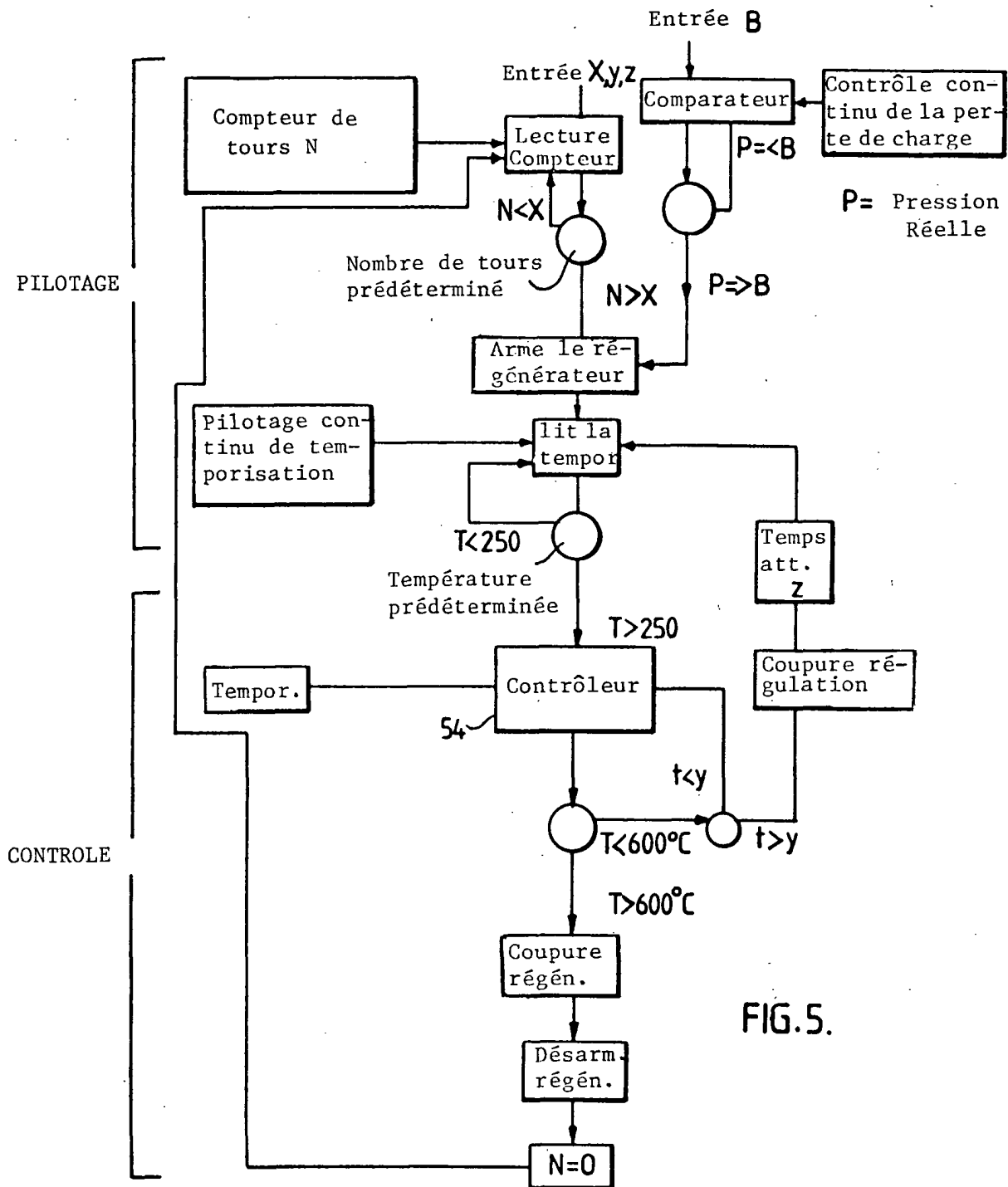
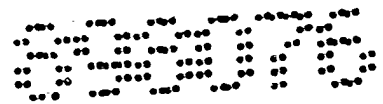


FIG. 5.

Liège, le 25 octobre 1983
Par Pr.: JOHNSON MATTHEY INC.

Michel VAN MALDEREN
(FREYLINGER & ASSOCIÉS)
Ppon