ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE
---

(19)

المملكة المغربية

المكتب المغربي للملكية الصناعية و التجارية
---

(12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication :
MA 32866 B1

(51) Cl. internationale :
F02B 13/08

(43) Date de publication :
01.12.2011

---

(21) N° Dépôt :
32867

(22) Date de Dépôt :
25.05.2010

(71) Demandeur(s) :
NSARELLAH NASSERLEHAQ, 13 BIS, RUE CHARIF IDRISSI HAY FARAH II SETTAT (MA)

(72) Inventeur(s) :
NSARELLAH NASSERLEHAQ

---

(54) Titre : **OPTIMISATION DU RATIO DE COMPRESSION VOLUMÉTRIQUE CHEZ MOTEURS À COMBUSTION INTERNE DE QUATRE TEMPS PAR INJECTION D'AIR COMPRIMÉ DANS UNE ANTICHAMBRE ISOLABLE**

(57) Abrégé : LA PRÉSENTE INVENTION PROPOSE UN SYSTÈME UTILISANT L'INJECTION D'AIR COMPRIMÉ POUR OPTIMISER LE RAPPORT DE COMPRESSION VOLUMÉTRIQUE ET L'EFFICIENCE GLOBALE DES MOTEURS À COMBUSTION INTERNE DE QUATRE TEMPS. LE PRINCIPE CONSISTE À INJECTER UNE QUANTITÉ D'AIR COMPRIMÉ - DÉTERMINÉE SELON LA VALEUR DE LA DENSITÉ DE L'AIR À LA PIPE D'ADMISSION - DANS UNE ANTICHAMBRE ISOLÉE MOMENTANÉMENT, ET CE, PARALLÈLEMENT À L'ADMISSION CONVENTIONNELLE D'AIR DANS LE CYLINDRE. LA CONTINUITÉ FLUIDE DE L'ANTICHAMBRE AVEC LA CHAMBRE DE COMBUSTION EST RÉTABLIE À UN TIMING VARIABLE DURANT LE TEMPS DE LA COMPRESSION. LES DEUX QUANTITÉS D'AIR (CELUI INJECTÉ ET CELUI ADMIS PAR LA SOUPAPE) PARTICIPENT À LA COMBUSTION ET À LA DÉTENTE APRÈS ALLUMAGE / EXPLOSION. POUR RÉALISER CES OBJECTIFS, CETTE INVENTION IMPLIQUE 1) L'ADDITION, À COTÉ DE CHAQUE CYLINDRE, D'UNE ANTICHAMBRE RELIÉE PAR UN CONDUIT CONTRÔLÉ PAR UNE SOUPAPE, À LA CHAMBRE DE COMBUSTION PRINCIPALE. CETTE ANTICHAMBRE REÇOIT UN INJECTEUR D'AIR COMPRIMÉ, 2) DEUX RÉSERVOIRS D'AIR COMPRIMÉ: UN PREMIER RÉSERVOIR PRINCIPAL QUI REÇOIT L'AIR COMPRIMÉ À PARTIR D'UN COMPRESSEUR OU À PARTIR DE SOURCES EXTÉRIEURES ET, UN DEUXIÈME RÉSERVOIR (INTERMÉDIAIRE) QUI REÇOIT L'AIR COMPRIMÉ À PARTIR DU PREMIER, ET CE, À DES PRESSIONS MODIFIÉS À L'AIDE D'UN DÉTENDEUR VARIABLE EN CONTINU, INSTALLÉ EN INTERCALAIRE ENTRE LES DEUX RÉSERVOIRS; LA PRESSION DE L'AIR DANS LE RÉSERVOIR INTERMÉDIAIRE EST RÉGLÉE EN FONCTION DE LA DENSITÉ

DE L'AIR AU NIVEAU DE LA PIPE D'ADMISSION. CE RÉSERVOIR DÉLIVRE AINSI DES QUANTITÉS CONTRÔLABLES D'AIR PAR LE MOYEN D'UN INJECTEUR VERS L'ANTICHAMBRE. L'INJECTION DE L'AIR COMPRIMÉ EST CONTRÔLÉE PAR UN TIMING MÉCANIQUE OU ÉLECTROMAGNÉTIQUE. LA SOUPAPE PLACÉE ENTRE L'ANTICHAMBRE ET LA CHAMBRE DE COMPRESSION PRINCIPALE EST FERMÉE PENDANT L'INJECTION D'AIR ET RESTE FERMÉE JUSQU'À PEU AVANT L'ALLUMAGE. LE TIMING DE L'OUVERTURE DE CETTE SOUPAPE CORRESPOND À L'APPROCHE DE L'ÉGALISATION DES PRESSIONS DE L'AIR DANS L'ANTICHAMBRE ET DE L'AIR DANS LA CHAMBRE DE COMBUSTION. LES VOLUMES DE LA CHAMBRE DE COMBUSTION PRINCIPALE ET DE L'ANTICHAMBRE SONT DÉFINIS SELON LA GAMME DES VALEURS PRÉVUES POUR LES DENSITÉS DE L'AIR ADMIS DANS LE CYLINDRE LORS DES DIFFÉRENTES SITUATIONS DE RÉGIMES DU MOTEUR ET DE LA TURBO COMPRESSION. CE SYSTÈME PERMETTRA DE RÉCUPÉRER DE L'ÉNERGIE AU RALENTISSEMENT DES VÉHICULES ET LORS DES ARRÊTS, ET D'AVOIR UN MOTEUR RESPONSIF AUX SORTIES DES RALENTIS. UNE OPTIMISATION GLOBALE DU RENDEMENT MOTEUR EST AINSI PRÉVUE.

 32866 01 DEC 2011

Abrégé Du Contenu Technique De L'invention

Optimisation du Ratio de Compression Volumétrique Chez les Moteurs à Combustion Interne de Quatre Temps par Injection d'air Comprimé dans une Antichambre Isolable

La présente invention propose un système utilisant l'injection d'air comprimé pour optimiser le rapport de compression volumétrique et l'efficience globale des moteurs à combustion interne de quatre temps. Le principe consiste à injecter une quantité d'air comprimé – déterminée selon la valeur de la densité de l'air à la pipe d'admission- dans une antichambre isolée momentanément, et ce, parallèlement à l'admission conventionnelle d'air dans le cylindre. La continuité fluide de l'antichambre avec la chambre de combustion est rétablie à un timing variable durant le temps de la compression. Les deux quantités d'air (celui injecté et celui admis par la soupape) participent à la combustion et à la détente après allumage / explosion. Pour réaliser ces objectifs, cette invention implique 1) l'addition, à coté de chaque cylindre, d'une antichambre reliée par un conduit contrôlé par une soupape, à la chambre de combustion principale. Cette antichambre reçoit un injecteur d'air comprimé, 2) Deux réservoirs d'air comprimé : un premier réservoir principal qui reçoit l'air comprimé à partir d'un compresseur ou à partir de sources extérieures et, un deuxième réservoir (intermédiaire) qui reçoit l'air comprimé à partir du premier, et ce, à des pressions modifiés à l'aide d'un détendeur variable en continu, installé en intercalaire entre les deux réservoirs; La pression de l'air dans le réservoir intermédiaire est réglée en fonction de la densité de l'air au niveau de la pipe d'admission. Ce réservoir délivre ainsi des quantités contrôlables d'air par le moyen d'un injecteur vers l'antichambre. L'injection de l'air comprimé est contrôlée par un timing mécanique ou électromagnétique. La soupape placée entre l'antichambre et la chambre de compression principale est fermée pendant l'injection d'air et reste fermée jusqu'à peu avant l'allumage. Le timing de l'ouverture de cette soupape correspond à l'approche de l'égalisation des pressions de l'air dans l'antichambre et de l'air dans la chambre de combustion. Les volumes de la chambre de combustion principale et de l'antichambre sont définis selon la gamme des valeurs prévues pour les densités de l'air admis dans le cylindre lors des différentes situations de régimes du moteur et de la turbo compression. Ce système permettra de récupérer de l'énergie au ralentissement des véhicules et lors des arrêts, et d'avoir un moteur responsif aux sorties des ralentis. Une optimisation globale du rendement moteur est ainsi prévue.

Description

La présente invention propose un système utilisant l'injection d'air comprimé pour optimiser le rapport de compression volumétrique et l'efficience des moteurs à combustion interne à quatre temps. Le rapport de compression volumétrique variable (RCVV.) est un des facteurs susceptibles d'améliorer l'efficacité de la conversion d'énergie des moteurs à combustion internes de quatre temps. La capacité pour le RCVV permet l'optimisation du rapport de compression volumétrique en continu en prenant en compte la densité de l'air aspiré. Le rapport de compression volumétrique variable permet également la suralimentation en air, le sous–dimensionnement du moteur et une efficience globale améliorée. Aussi, apporter une quantité d'air optimale en considération de la quantité de carburant utilisé dans la combustion, permet d'optimiser la transformation d'énergie thermique en force mécanique en optimisant la température de la combustion et de la détente. Ceci aura des répercussions positives sur la diminution de la pollution et sur le taux de pertes d'énergie par dissipation.

La présente invention vise à réaliser un double objectif : 1) un système de RCVV pour les moteurs à combustion interne de quatre temps en ajoutant la quantité nécessaire d'air comprimé à la combustion et 2) un moyen d'optimiser le remplissage des volumes réservés à la compression par l'air pour améliorer la transformation de l'énergie thermique en force mécanique.

Pour réaliser ces objectifs, la présente invention propose un système utilisant l'injection d'air comprimé dans une antichambre reliée à la chambre de combustion principale par une conduite contrôlée par une soupape. Cette quantité d'air injectée dépend essentiellement de la densité de l'air admis dans le cylindre. L'air comprimé est apporté et stocké dans l'antichambre pendant un lapse de temps allant de la phase d'admission jusqu'à la phase de compression. L'injection de l'air comprimé est contrôlée par un système mécanique (lié à l'arbre à cames), ou par un système électromagnétique de timing. Pendant l'injection de l'air comprimé, l'antichambre ne communique pas avec la chambre de combustion. Le contact fluide entre l'air atmosphérique admis (dans le volume interne du cylindre et de la chambre de combustion) et celui préalablement comprimé (dans l'antichambre) est établi à un moment proche de la fin de la phase de compression. Les deux quantités unifiées d'air participent à la détente après allumage des mélanges. Cet apport d'air est modulé pour avoir un rendement optimal sous différentes conditions de fonctionnement.

Les nouveautés et les avantages visés par cette invention sont : 1) additions simples et à manipulation connues à une conception de base déjà existante, 2) compatibilité avec toutes les

technologies récentes et polyvalence à l'utilisation et 3) possibilité de récupérer l'énergie lors des ralentissement et des freinages aussi bien que de l'énergie du moteur lors des arrêts et de la marche au ralenti, 4) amélioration du rendement global.

L'invention est décrite en détail dans la partie qui suit au regard des dessins annexes (figures 1 et 2) à titre d'illustration non limitative et sur lesquels :

La figure 1 représente une vue schématique (en coupe) des dispositions proposées pour les parties principales de moteur et les partie apportées par la présente invention (dans le cas où l'antichambre et sa soupape sont situées dans le groupe moteur).

La figure 2 représente une vue schématique (de dessus) des dispositions proposées pour les parties responsables de l'admission de l'air comprimé dans les circuits de la culasse et des chambres de combustion.

Selon cette invention, le moteur concerné par cette invention opère sur quatre temps: admission, compression, détente et échappement. Ce moteur comporte (ou non) un dispositif de compression turbo et peut utiliser différents carburants et différents systèmes pour la carburation. Le dit moteur est par conséquent composé de toutes les parties usuelles connues dans l'état de l'art courant : vilebrequin (9) lié via des bielles (8) aux pistons réciproques (7), cylindres (10), bloc carter, cylindres moteur (6), culasse (2), chambres de combustion (3) collecteurs et soupapes d'échappement et d'admission (12) et tout autres composantes nécessaires pour la durabilité du fonctionnement.: refroidissement, lubrification (13), conduits d'eau, d'air, turbo et compresseurs, etc.

Cette invention stipule l'ajout d'une antichambres (4) par cylindre qui peut être placée ou bien dans le groupe moteur ou bien dans la culasse du moteur et à proximité des chambres de combustion conventionnelles. Chacune des antichambres est reliée à la chambre de combustion conventionnelle correspondante par un passage (18) contrôlé par une soupape (5). La soupape de l'antichambre est actionnée par un arbre à cames à calage angulaire variable (1) (ou par un système équivalent).

Cette invention stipule que le système proposé comporte un réservoir d'air comprimé principal (17) qui est alimenté par un compresseur (14) entraîné par le moteur, ou bien par le train d'entraînement des roues. Le réservoir peut être aussi alimenté par une prise extérieure. Ce réservoir principal délivre l'air via un détenteur (15) réglable (en temps réel) à un réservoir intermédiaire (16). Ce réservoir intermédiaire est relié par des conduites (18) et des injecteurs aux antichambres. Ce réservoir délivre ainsi des quantités contrôlables d'air aux antichambres du fait du control de sa pression et du fait de la fixité des volumes de l'antichambre. La pression de l'air dans le premier réservoir est supérieure ou égale

à celle de l'air dans le réservoir intermédiaire. L'injection de l'air comprimé dans l'antichambre est contrôlée par un système de timing mécanique ou électromagnétique (non montrés sur les illustrations).

Mode de fonctionnement :

L'air comprimé est fourni au réservoir principal à partir d'un compresseur entraîné par le moteur ou par une prise de force sortie du train d'entraînement des roues. L'air peut aussi provenir d'une prise ou d'une autre source d'apport extérieure (réservoir échangeable). Le volume du réservoir principal doit être tel que la quantité d'air stocké dans le réservoir principal (porté à une pression suffisante) permette au système de fonctionner pendant une bonne période sous différentes modalités.

Le réservoir intermédiaire fait office de régulateur des montants d'air comprimé fourni aux antichambres. Le passage de l'air comprimé du réservoir principal à celui intermédiaire est régulé par un détendeur qui permet de garder une pression définie et variable dans le réservoir intermédiaire.

L'air comprimé provenant du réservoir intermédiaire est injecté et gardé dans l'antichambre (correspondant au cylindre considéré), pendant un lapse de temps qui concoure avec une partie du temps d'admission conventionnel du même cylindre et une partie du temps de compression. Le début et la fin de l'injection de l'air sont contrôlés ou bien par un mécanisme dépendant de l'arbre à cames contrôlant la soupape de l'antichambre ou bien par un système électromagnétique qui assurerait la même fonctionnalité. Pendant l'injection de l'air comprimé, l'antichambre ne communique pas avec la chambre de combustion. Le contact fluide entre l'air atmosphérique admis (dans le volume interne du cylindre et de la chambre de combustion) et celui préalablement comprimé (dans l'antichambre) est établi à un moment variable (timing variable) de la phase de compression. La soupape est ainsi rouverte avant l'allumage et reste ouverte pendant la détente et l'échappement. Les deux quantités d'air participent à la détente après allumage des mélanges. Le timing de l'ouverture de la soupape dépend essentiellement de la pression des gaz admis dans le cylindre et de celle dans l'antichambre : ces deux valeurs de pression doivent être proches. Ce timing est ainsi déterminé pour minimiser le travail nécessaire pour la totalité de la phase de compression; En effet, l'ouverture intempestive de cette soupape (à un moment ou les pressions des deux masses des gaz sont trop différentes) résultera en une décompression et une re-compression qui causeront une consommation non nécessaire d'énergie.

La pression de l'air dans le réservoir intermédiaire est principalement réglée selon la densité de l'air atmosphérique admis dans le cylindre par la pipe. La valeur de la pression dans ce réservoir est définie pour apporter la quantité de l'air nécessaire, qui une fois additionnée à la quantité d'air admise dans le

cylindre par la soupape d'admission conventionnelle et les que deux masses soient comprimées dans le volume mort, auront le ratio de compression volumétrique adéquat pour une combustion optimale.

Le tableau ci-dessous, montre les timings des opérations d'injection de l'air comprimé dans un moteur à quatre cylindres (à titre d'exemple non limitatif) en parallèle agencement avec les timings des quatre temps du cycle moteur.

Tableau 1: Agencement des temps de la combustion interne durant le régime de faible puissance (cas d'un moteur à quatre cylindres, égal à l'état de l'art actuel)

Pos. Ang.	0° - 180°	180° - 360°	360° - 540°	540° - 720°
Cylindre	Temps n+1	Temps n+2	Temps n+3	Temps n+4
1	Adm.	Comp.	Détente.	Echap.
3	Echap.	Adm.	Comp.	Détente.
4	Détente.	Echap.	Adm.	Comp.
2	Comp.	Détente.	Echap.	Adm.

Légende pour le tableau 1:

Position :	coordonnée angulaire de la manivelle vilebrequin en degrés (360° / tour)
Cylindre :	Numéro de position du cylindre dans un moteur à quatre cylindres.
Temps n+1 à n+4 :	différents temps du cycle moteur.
Adm. :	Admission
Comp :	Compression
Détente :	combustion / explosion.
Ech :	Echappement
Air comprimé :	Injection d'air comprimé dans l'antichambre correspondant au cylindre concerné

Des caractéristiques fixées pour chaque conception de moteur seront choisies en ensembles cohérents; ainsi : les volumes absolus et relatifs, de la chambre de combustion principale et de l'antichambre seront définis en considérant le volume de la cylindrée (section du cylindre multipliée par l'amplitude du mouvement du piston, qui dépend lui-même de la longueur du bras de la manivelle vilebrequin), et seront aussi décidées selon les prévisions pour les densités et des températures de l'air admis dans le cylindre .

Comme l'ajustement du rapport de compression volumétrique par l'ajout d'air comprimé n'est supposé être actif que lorsque la turbo compression a des niveaux insuffisants (ou qui ne permettraient pas un rapport de compression volumétrique adéquats), les valeurs des volumes des volumes morts (chambre de compression principale et antichambre) seront aussi prévus pour que l'addition de l'air comprimé ne soit nécessaire que lorsque la turbo compression n'a pas atteint ses niveaux nominaux. En d'autres termes, un taux de turbo compression maximal doit être défini et respecté.

Les dispositions des différentes composantes lors du nouveau cycle moteur peuvent alors être décrites comme suit :

1. Phase d 'admission: Descente du piston, la soupape d'admission vers le cylindre est ouverte. La soupape d'échappement est fermée. Le mélange d'air ou d'air - carburant est aspiré sous la pression normale ou turbo-assistée dans le cylindre. Durant cette phase, et à un timing donné, de l'air comprimé est injecté dans l'antichambre. L'injection de l'air comprimé (début, fin) peut être contrôlée par des moyens différents. Durant l'injection de l'air comprimé la soupape reliant l'antichambre et la chambre de combustion conventionnelle est fermée.

2. Phase de compression: le piston est sur la montée, les soupapes d'admission et d'échappement sont fermées. L'air admis dans le cylindre est en train d'être comprimé par la montée du piston. L'air comprimé continue d'arriver dans l'antichambre et la soupape de l'antichambre reste fermée. À un instant calculé, L'injection de l'air est coupée et la soupape de la chambre auxiliaire est ouverte. Ce moment correspond à l'égalisation des pressions de l'air comprimé par le piston et la pression de l'air admis dans l'antichambre. Après le contact des deux masses d'air, le piston continuera à comprimer l'air total dans le volume restant disponible. Le mélange comprimé d'air ou de gaz doit avoir atteint une pression et une température optimales pour l'allumage.

3. Phase motrice : L'allumage du mélange air - carburant est déclenché (ou se produit automatiquement) dans la totalité du volume de compression (chambre conventionnelle plus antichambre). Il y a détente et descente du piston. Les soupapes d'admission et d'échappement sont fermées. La soupape installée entre l'antichambre et la chambre de combustion principale est ouverte.

4. Phase d'échappement: la soupape d'échappement et la soupape de l'antichambre sont ouverts et la soupape d'admission est fermée. L'air vicié est expulsé.

En considération pour les exemples d'utilisations prévues, un moteur qui comporte ce système peut être destiné à un grand choix d'utilisations finales. Aussi, et à l'exception de l'antichambre et de sa soupape, ce moteur a les mêmes fondations, composants et opération que dans le commun de l'art. La

conception et la construction d'un tel moteur sont facilement abordables.

Pour les nouvelles parties ajoutées (antichambre, et sa soupape, réservoirs d'air, détenteur) apportés par cette invention, Il doit être mentionné que les valeurs relatives seraient décidées lors de la conception en sa basant sur la gamme des conditions espérées lors du fonctionnement du moteur, sachant que les bases théoriques sont bien connues.

Légende pour Schémas et Dessins

1) Arbre à cames
2) Culasse du moteur
3) Chambre de combustion principale
4) Soupape de l'antichambre
5) Antichambre
6) Groupe (Bloc carter cylindres) Moteur
7) Piston
8) Bielle
9) Vilebrequin
10) Paroi du cylindre
11) Poussoir pour soupape
12) Soupape d'échappement ou d'admission
13) Espace de liquide réfrigérant
14) Compresseur d'air ou source d'air comprimé
15) Détendeur
16) Réservoir intermédiaire d'air comprimé
17) Réservoir principal d'air comprimé
18) Conduite du réservoir intermédiaire vers l'antichambre

Revendications

1. Système utilisant l'injection d'air comprimé pour optimiser, quand nécessaire, les taux de remplissage et de compression volumétrique chez les moteurs à combustion interne de quatre temps **caractérisé en ce que** :
   - Une quantité d'air avec une pression variable et contrôlable est introduite dans une antichambre (5) proche de, mais isolable de la chambre de combustion (3). La quantité d'air comprimé introduite est réglée selon la densité de l'air admis par la soupape d'admission normale (12).
   - L'air comprimé est injecté dans cette antichambre momentanément isolable, pendant le temps d'admission et aussi pendant la première partie du temps de compression. Il n'y a pas de continuité fluide entre l'antichambre et la chambre de combustion pendant l'injection de l'air comprimé.
   - Le contact fluide entre l'air atmosphérique admis dans le cylindre et celui injecté et préalablement comprimé est établi durant les derniers moments de la phase de compression et ce, avec un timing variable. Les deux quantités d'air se rencontrent et participent à la combustion et à la détente après allumage des mélanges.
2. Système pour la gestion de l'apport d'air comprimé selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il est composé de :
   - une antichambre (3) pour la réception de l'air comprimé injecté est installée prés de la chambre de combustion principale (5). Cette antichambre communique avec la chambre de combustion par un passage contrôlé par une soupape (4) et délivre l'air comprimé vers la chambre de compression avant le temps de la combustion / de l'explosion.
   - un moyen d'injection de quantité contrôlée de l'air comprimé nourri par le réservoir intermédiaire à pression réglable donne dans cette antichambre (18). Le timing de l'injection est contrôlé par un système mécanique (arbre à cames) ou électromagnétique.
   - Un réservoir « intermédiaire » d'air comprimé à pression réglable (16). Ce réservoir reçoit l'air comprimé à partir d'un réservoir principal (17) via un système de détendeurs (15) et le délivre à l'injecteur. La pression de l'air comprimé est réglée sur la densité de l'air admis par la voir normale.

- Un réservoir d'air comprimé principal (17) qui reçoit l'air comprimé à partir d'un compresseur (14) ou à partir de prises pour sources extérieures.
- Un compresseur d'air (14) actionné par le moteur ou par tout autre système de récupération de travail. Ce compresseur est nourri directement par l'air atmosphérique ou par la sortie du turbo compresseur.

3. Un mode de fonctionnement du système selon les revendications 1 et 2 **caractérisé en ce que** :
   - De l'air comprimé est injecté dans l'antichambre par un injecteur nourri par le réservoir intermédiaire pendant que l'air est admis au cylindre via la soupape d'admission, et aussi pendant une partie de la phase de compression des cet air atmosphérique. La soupape entre l'antichambre et la chambre de combustion est fermée pendant cette injection pour permettre à l'air comprimé d'être retenu dans l'antichambre.
   - Le timing du rétablissement de la continuité fluide entre l'antichambre et la chambre de combustion principale est variable et corresponds au moment ou la pression de l'air atmosphérique dans le cylindre est proche de celle de l'air en cours de compression dans l'antichambre et est calculé pour minimiser le travail nécessaire pour la totalité de la phase de compression. Après ouverture, la soupape de l'antichambre reste ouverte pendant la détente et l'échappement.
   - La pression de l'air dans le réservoir intermédiaire est réglée selon la densité de l'air atmosphérique admis à la pipe donnant dans le cylindre. Ce réglage est assuré au moyen du détendeur. La valeur de la pression dans ce réservoir est définie pour apporter la quantité de l'air nécessaire dans l'antichambre qui, additionnée à la quantité d'air admise au cylindre par la voie conventionnelle, donnera la quantité d'air totale qui, une fois comprimée dans le volume mort (piston au point mort haut), donnera le ratio de compression volumétrique adéquat pour une combustion optimale.
   - Les volumes de la chambre de compression principale et de l'antichambre sont définis en prenant en compte les volumes de la cylindrée adoptée et les valeurs prévisibles pour les densités de l'air admis dans le cylindre lors des différentes situations de régimes du moteur et de turbo compression.

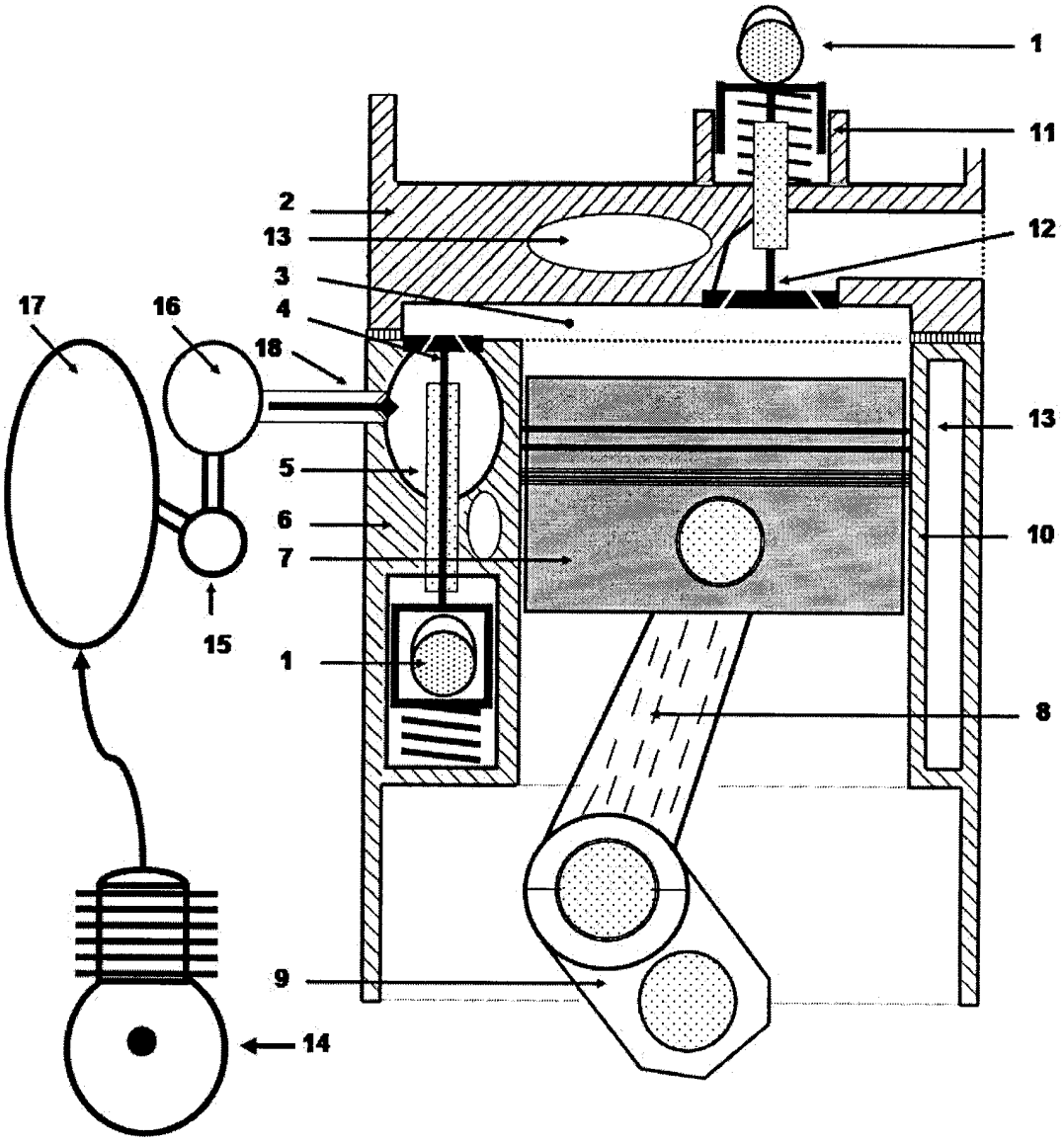

Figure 1

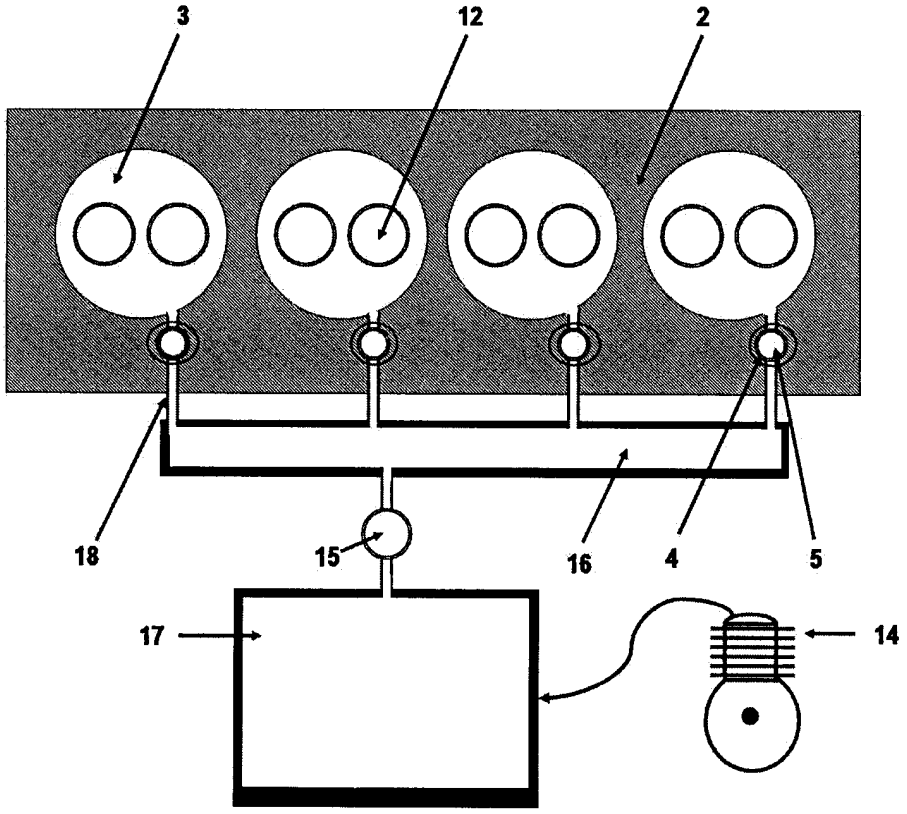

Figure 2