



⑫ **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑳ Numéro de dépôt: **82201290.2**

⑤① Int. Cl. 3: **F 02 B 71/04**

㉒ Date de dépôt: **18.10.82**

③① Priorité: **30.10.81 IT 6840781**

⑦① Demandeur: **Allais, Egidio, Corso Italia 15, I-12037 Saluzzo Cuneo (IT)**

④③ Date de publication de la demande: **11.05.83**
Bulletin 83/19

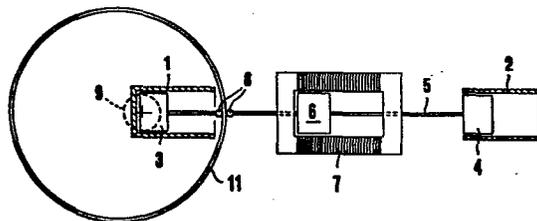
⑦② Inventeur: **Allais, Egidio, Corso Italia 15, I-12037 Saluzzo Cuneo (IT)**

⑧④ Etats contractants désignés: **AT BE CH DE FR GB LI NL SE**

⑦④ Mandataire: **Patrino, Pier Franco, Dr. Ing., Cabinet PATRITO BREVETTI Via Don Minzoni 14, I-10121 Torino (IT)**

⑥④ **Moteur à combustion interne à pistons libres, avec came à commande indépendante.**

⑥⑦ Un moteur à pistons libres formé par une ou plusieurs unités, chacune comprenant une paire de pistons (3, 4) opposés reliés à une tige commune (5) et mobiles dans deux cylindres opposés (1, 2) avec un moyen d'utilisation, tel que l'inducteur (6) d'un alternateur linéaire (7), relié à un point intermédiaire de la tige (5), et dans lequel est pourvue au moins une came (11) qui est commandée par un moteur indépendant (9), et s'engage avec au moins un poussoir (8) relié à la tige (5) d'une unité de pistons. Cette came (11) est profilée et commandée de manière à suivre substantiellement le mouvement des poussoirs (8) produit par le moteur à pistons libres dans son fonctionnement normal, mais à limiter la course des unités de pistons (3, 4) et à pourvoir l'énergie pour la phase de compression, en cas de fonctionnement anormal. La came (11) peut être utilisée aussi pour le démarrage du moteur, ainsi que pour la synchronisation réciproque des différentes paires d'unités de pistons dans les moteurs ayant plusieurs unités.



- 1 -

1 MOTEUR A COMBUSTION INTERNE A PISTONS LIBRES,
 AVEC CAME A COMMANDE INDEPENDANTE

 La présente invention a pour object un moteur à
combustion interne à pistons libres, spécialement pour
5 l'actionnement d'un alternateur linéaire, comprenant au
moins une paire de cylindres opposés dont les pistons
sont reliés réciproquement par une tige reliée dans un
point intermédiaire à l'élément mobile d'un alternateur
linéaire ou d'un autre moyen d'utilisation de l'énergie
10 produite.

 On sait que, particulièrement dans l'emploi pour
l'actionnement de générateurs électriques, les moteurs
à combustion interne du type bielle-manivelle se révèlent
peu satisfaisants tant par leur rendement relativement
15 bas que par la production de gaz nuisibles à laquelle
ils donnent lieu. Leur remplacement par turbines à gaz
est possible seulement en cas de puissances très grandes,
en raison des coûts de ces turbines et des problèmes
technologiques qu'elles entraînent. Pour des applications
20 de puissance moyenne ont été proposés les moteurs dits
à pistons libres. Dans ces moteurs, étant donné l'absence
des contraintes déterminées par les embiellages, c'est

1 essentiellement l'inertie des parties mobiles qui retarde
le déplacement du piston immédiatement après le commence-
ment de la combustion, en assurant ainsi la disponibilité
d'un temps suffisant pour la vaporisation, le mélange
5 et la combustion dans la chambre du cylindre, tandis que
la poussée correspondante aux hautes pressions qui se
produisent dans cette phase, au lieu d'être contrariée
par l'embiellage, est accumulée sous forme d'énergie ci-
nétique et elle est utilisée par la suite dans le cycle.
10 Dans ces moteurs donc, en plus des simplifications constru-
ctives et de la réduction des pertes mécaniques, inhérentes
directement à la suppression des embiellages, on obtient
aussi des conditions plus favorables pour la transforma-
tion de l'énergie, avec la conséquence d'une augmentation
15 du rendement et d'une réduction des pertes thermiques,
de la température des gaz d'échappement et du contenu
dans ces derniers de substances polluantes et particulièrement
d'oxydes d'azote.

Cependant, les moteurs à pistons libres entraînent
20 à leur tour des graves problèmes qui n'ont pas encore
été résolus complètement; parmi ces problèmes, les plus
graves concernent l'apport d'énergie pour effectuer la
course de compression, la synchronisation du mouvement
des différents pistons et la limitation de la course de
25 ces derniers, problèmes ceux-ci qui dans les moteurs tra-
ditionnels sont résolus par la présence des embiellages
connectés à un arbre moteur muni d'un volant, tandis que
dans les moteurs à pistons libres il n'y a pas de parties
correspondantes.

30 Pour l'exécution de la course de compression il a
été proposé (Jarret) d'opposer aux pistons des ressorts
hydrauliques, qui cependant entraînent des difficultés

1 constructives et des pertes de rendement et donnent lieu
à des pertes de liquide; le problème particulier est ré-
solu, pendant le fonctionnement normal (Allais), par
une disposition à cylindres opposés, mais cette solution
5 se révèle inefficace en cas d'absence de la combustion,
si elle n'est pas intégrée par d'autres moyens, qui jusqu'à
présent ont été constitué par des systèmes d'engrenages
ou par des embiellages, qu'il parait à propos d'éviter.
Aucune solution efficace ne faisant pas usage d'embiel-
10 lages ou engrenages n'a été proposée jusqu'à maintenant
pour assurer la limitation de la course des pistons à
une valeur prédéterminée, ni pour assurer le synchronisme
dans le mouvement des pistons dans un moteurs comprenant
plusieurs unités.

15 La présente invention à pour but de réaliser un
moteur à pistons libres approprié pour être couplé à un
générateur avec alternateur linéaire, qui soit complète-
ment dépourvu d'embiellages et engrenages destinés à tran-
smettre l'énergie mécanique produite, et dans lequel ce-
20 pendant soient assurées l'exécution de la course de compres-
sion même en cas de manque d'une combustion, l'exécution
par les pistons d'une course s'étendant entre des limites
préfixées avec précision, et la possibilité, en cas de
moteurs à plusieurs unités, d'une synchronisation facile.

25 Ce but est atteint, suivant l'invention, par le
fait qu'un moteur du type considéré comprend au moins
une came actionnée par un moteur indépendant, d'une façon
substantiellement synchrone avec les déplacements de la
tige des pistons, et s'engageant avec des moyens de pous-
30 soir reliés à la tige des pistons, de sorte à ne pas don-
ner lieu à une transmission substantielle d'énergie pendant
le fonctionnement normal, mais à limiter la course des

1 pistons et à transférer à ces derniers l'énergie nécessaire pour la compression en cas de fonctionnement anormal du moteur à pistons libres.

Grâce à cette disposition, la tige de l'unité, et
5 par conséquent les pistons relatifs, sont obligés à se déplacer dans les limites et selon la loi du mouvement préétablis par la came actionnée par son propre moteur indépendant. Avec un projet approprié du profil de la
10 came et en réglant d'une manière adéquate sa vitesse d'actionnement, on a la possibilité de faire en sorte que, pendant le fonctionnement normal, la loi du mouvement imposée par la came coïncide avec le mouvement spontané de l'unité à pistons libres, de sorte qu'aucun transfert d'énergie n'a lieu entre la came (et par conséquent son
15 moteur indépendant) et le poussoir (et par conséquent le moteur à pistons libres). Cependant, la présence de la came empêche positivement que, à cause d'une anomalie quelconque du fonctionnement, les pistons libres puissent dépasser les limites de course qui lui ont été assignées,
20 et, en cas d'une omission accidentelle d'une ou plusieurs combustions, la came intervient en entraînant, par le poussoir, la tige de l'unité et en faisant ainsi accomplir la course de compression qui autrement n'aurait pas pu avoir lieu. En outre, en cas de moteurs ayant plusieurs
25 unités, il suffit d'établir une synchronisation entre les cames respectives, pour obtenir la synchronisation complète des différentes unités.

Grâce à la réalisation d'une loi favorable du mouvement des pistons et à l'élimination de tout embiellage
30 ou engrenage de puissance, ainsi que d'autres organes, tels que les ressorts hydrauliques, un moteur à pistons libres selon l'invention donne un rendement global beau-

1 coup plus grand que celui des moteurs à pistons tradition-
 nels et même quelque peu supérieur à celui des turbines
 de la même puissance; une forte économie est aussi réali-
 sable dans la consommation de l'huile lubrifiante, tandis
 5 que les caractéristiques de pollution réduite des moteurs
 à pistons libres peuvent être exploitées de la façon la
 plus favorable. Enfin, la came avec moteur indépendant
 peut être utilisée pour le démarrage du moteur, si on
 l'estime à propos, comme alternative aux systèmes à air
 10 comprimé ou à l'utilisation temporaire, comme moteur,
 de l'alternateur linéaire, systèmes connus à présent pour
 les moteurs à pistons libres.

L'invention concerne aussi des dispositions parti-
 culières pour un moteur du type indiqué, et en particulier
 15 un support magnétique pour l'élimination de la charge
 appliquée sur les parois des cylindres, dans les grands
 moteurs, à cause du poids des parties mobiles; et des
 dispositions pour un fonctionnement correct dans les
 moteurs avec alimentation à poussier de charbon ou autre
 20 combustible solide.

Les caractéristiques et avantages indiqués et autres
 de l'objet de l'invention résulteront plus clairement
 de la suivante description de quelques formes de réalisa-
 tion, indiquées à titre d'exemples non limitatifs, repré-
 25 sentées très schématiquement dans les dessins annexés,
 dans lesquels:

Fig. 1 montre, en vue de dessous, le schéma d'une
 unité de moteur à pistons libres avec came à commande
 indépendante, selon l'invention;

30 Fig. 2 montre une vue latérale de l'unité de moteur
 selon la figure 1;

Figs. 3 et 4 montrent, d'une façon similaire aux

1 figures 1 et 2, un moteur comprenant deux unités opposées avec une came unique à commande indépendante;

Figs. 5 et 6 montrent, d'une façon similiaire aux figures 3 et 4, un moteur avec support magnétique des tiges des unités;

Figs. 7 et 8 montrent en section des détails des cylindres d'un moteur selon les figures 3 et 4, ou 5 et 6, destiné à fonctionner à poussier de charbon ou autre combustible solide;

10 Fig. 9 montre la composition d'un ensemble pour la production d'énergie électrique, utilisant le moteur selon l'invention.

Pour simplicité et clarté de représentation, dans toutes les figures on a omis les parties de service auxiliaires, telles que les lumières, les soupapes, les injecteurs, les moyens de lavage, refroidissement et lubrification, et ainsi de suite, parties celles-ci qui appartiennent à la technique connue et ne demandent pas d'être modifiées pour l'application de l'invention.

20 L'unité représentée dans la figure 1 comprend deux cylindres opposés 1 et 2, dans lesquels sont disposés les pistons, 3 et 4 respectivement, reliés rigidement l'un l'autre par une tige 5 laquelle, dans un point intermédiaire, supporte le moyen d'utilisation, dans ce cas l'inducteur 6, par exemple à aimant permanent, d'un alternateur linéaire 7. Ces parties forment un moteur à pistons libres avec générateur électrique, d'un type qui par lui-même a déjà été proposé par le même demandeur, dans lequel la course de compression de chaque cylindre est activée par la détente dans le cylindre opposé, de sorte que dans le fonctionnement normal il n'est pas nécessaire d'employer des moyens auxiliaires pour activer

1 la compression, tandis que les limites de course sont
imposées (mais d'une façon non rigide) par la résistance
à la compression du mélange destiné à donner lieu à la
combustion successive. Cependant, ces deux effets manquent
5 dans certains cas d'irrégularité de fonctionnement, et
pour remédier à cet inconvénient, selon l'invention, est
prévue une came 11, portée et actionnée par un moteur
excentrique indépendant 9, et s'engageant avec un pous-
soir solidaire de la tige 5 de l'unité. Ce poussoir peut
10 être constitué par une paire de chevilles robustes 8,
éventuellement avec des rouleaux, ou par une gorge de
la tige 5 ou autre moyen équivalent; la came est illustrée
comme ayant un profil circulaire, mais il est entendu
que son profil peut être préétabli d'une façon appropriée
15 pour le meilleur fonctionnement du moteur à pistons libres.
Le moteur indépendant 9 est contrôlé d'une façon telle
que la rotation de la came 11 soit substantiellement syn-
chrone avec le fonctionnement du moteur à pistons libres,
de sorte que dans le fonctionnement normal l'engagement
20 entre la came 11 et le poussoir 8 est seulement virtuel
et n'implique aucune résistance ni transmission d'énergie.
Cependant, si la tige 5 tend à ne pas s'arrêter à la li-
mite de course préétablie, le contact entre le poussoir
et la came devient actif et la course de la tige 5, avec
25 les pistons 3 et 4, est limitée positivement. D'une façon
similaire, si l'un des cylindres omit une combustion et
par conséquent n'est pas à même d'activer la compression
dans le cylindre opposé, le poussoir 8 entre en coopéra-
tion active avec la came 11, et le moteur indépendant
30 9 de cette dernière fournit l'énergie nécessaire pour
effectuer la compression, en évitant ainsi l'arrêt du
moteur à pistons libres. De la même façon, le démarrage

1 du moteur à pistons libres peut être effectué par le mo-
teur indépendant 9 quand on ne désire pas d'avoir recours
à des systèmes à air comprimé ou de se servir de l'alterna-
teur linéaire comme moteur de démarrage, comme il est
5 d'usage pour les moteurs à pistons libres.

De préférence, le contrôle du moteur indépendant
9 est effectué de telle façon que la came 11 tend à une
légère avance par rapport au mouvement du poussoir 8, en
évitant ainsi tout obstacle, en conditions normales, au
10 déplacement de la tige 5 et, par conséquent, au fonction-
nement du moteur à pistons libres. Des moyens appropriés,
non représentés, empêchent la rotation de la tige 5 sur
elle-même pour maintenir le poussoir 8 dans la position
correcte de coopération avec la came 11.

15 La came 11 est pourvue d'une masse d'équilibrage
10. Cette masse peut être modifiée par rapport à ce qui
est nécessaire pour l'équilibrage de la came elle-même,
dans le but de réaliser un équilibrage partiel de l'unité
de moteur à piston libre, qui par elle-même n'est pas
20 équilibrée.

Le moteur indépendant 9 doit être d'un type capable
de fournir un couple plus grand en cas de nécessité, sans
modifier d'une manière appréciable sa propre vitesse.
Il peut s'agir donc d'un moteur à excitation en dériva-
25 tion, d'un métamoteur ou d'un moteur électrique muni d'un
dispositif électronique de contrôle approprié. Des moyens
appropriés peuvent être employés pour déconnecter l'alter-
nateur linéaire dans les périodes dans lesquelles le moteur
indépendant 9 doit faire face aux manques fonctionnelles
30 du moteur à pistons libres, de façon telle à limiter la charge
appliquée au moteur indépendant.

Les figures 3 et 4 montrent une disposition de deux

1 unités similaires de celle représentée dans les figures
1 et 2, qui en elle-même est équilibrée et demande une
seule came pour le service des deux unités, en établissant
5 en outre un synchronisme rigide entre elles. Les
deux unités, dont celle de droite est indiquée par les
même références de l'unité décrite ci-avant, et celle
de gauche est indiquée par des références correspondantes
pourvues d'un apex, sont disposées symétriquement, avec
les pistons 3 et 3' opposés l'un l'autre dans un seul
10 cylindre central 1'; la came 12 (qui dans ce cas ne peut
pas être circulaire mais doit être substantiellement
elliptique ou ovale) a au moins un axe de symétrie et
coopère avec les deux poussoirs 8 et 8' des tiges 5 et
5'. Dans ce cas, soit le moteur à pistons libres, soit
15 la came, sont en eux-même équilibrés tant statiquement
que dynamiquement et ne demandent aucune masse d'équili-
brage. Pour symétrie de construction et d'actionnement,
une seconde came 12', ayant un propre moteur indépendant
9' ou reliée cinématiquement à la première came 12, peut
20 être disposée comme représenté dans la figure 4.

Il est clair que, en choisissant d'une manière ap-
propriée le profil de la came 11 ou 12, on peut préétablir
pour les pistons la course la plus indiquée pour les dif-
férents effets fonctionnels, et, si on le désire, on peut
25 aussi influencer la loi du mouvement des pistons afin
de régler quelques phases, spécialement celles de combu-
stion et de détente. Dans ce même but, au lieu ou en
plus du choix approprié du profil de la came, on peut
prévoir un actionnement de cette dernière à vitesse va-
30 riable par le moteur indépendant 9, soumis à un contrôle
électronique approprié et/ou à des interruptions périodiques
de l'alimentation. En employant des circuits in-

1 tégrés on peut aussi réaliser un contrôle pouvant varier
en fonction des conditions de fonctionnement, par exemple
en fonction de la charge imposée aux alternateurs linéaires.

Comme on le comprend de ce qui précède, la charge
5 appliquée à la came par les poussoirs, en cas de graves
troubles, peut devenir très élevée, et cela en correspon-
dance des points de distance maximale et minimale de la
came de son centre. Dans le but d'éviter une construction
massive et lourde de la came afin de pourvoir à des né-
10 cessités qui ne peuvent se présenter que rarement, il
est possible d'installer, comme représenté dans la figure
3, des moyens d'appui 30 à l'intérieur de la came, et
31 à l'extérieur de celle-ci, disposés de sorte à être
effleurés par la came pendant sa rotation normale; en
15 cas d'une forte surcharge la came subit une légère défor-
mation élastique et s'appuie contre lesdits moyens 30
et 31, ainsi déchargeant l'excès de contrainte reçue.
Les moyens d'appui 30 et 31 peuvent être à rouleaux, ou
bien aussi ils peuvent être fixes, en acceptant dans ce
20 cas l'effet de freinage qu'ils exercent sur la came quand
celle-ci les touche; ce qui n'apparaît pas grave en consi-
dération de la fréquence très basse de cet événement.

Comme alternative, on pourrait aussi installer des
butées de limitation de la course agissant sur les pous-
25 soirs 8, 8' des tiges 5 et 5'.

Grâce à ces mesures les comes peuvent être projetées
en vue de leur charge normale modérée et non de la charge
maximale prévisible dans des cas exceptionnels, comme
par exemple la rupture des segments d'un piston ou sembla-
30 bles. Ainsi les comes peuvent être de construction légère,
par exemple en tôle nervurée.

Le moteur selon l'invention ayant déjà par lui-même

1 un rendement et une puissance spécifique élevés, il est
possible de réaliser selon l'invention des moteurs de
poids et d'encombrement globaux réduits par rapport aux
moteurs normaux de la même puissance, ce qui, comme on
5 le sait, a une importance particulière pour l'industrie.

Puisque un moteur à piston libres demande générale-
ment d'être installé avec les cylindres en position au
moins approximativement horizontale, le poids des pistons,
de la tige et de l'inducteur de l'alternateur linéaire
10 repose sur un côté de la paroi des cylindres, ce qui pour-
rait produire des inconvénients, spécialement dans les
moteurs de grands dimensions. Afin d'éviter ce phénomène,
l'invention prévoit de supporter magnétiquement les parties
mobiles, comme représenté dans la figure 6. Les tiges
15 5 et 5' sont munies, dans ce cas, de glissières 13, 14,
13', 14' coulissantes au dessus de supports 15, 16, 15',
16'; tant les glissières que les supports sont aimantés
d'une façon permanente en sorte que les respectifs pôles
homonymes soient disposés l'un en face de l'autre et se
20 repoussent. Par un projet approprié de ces parties on
peut compenser, exactement ou tout au moins approxima-
tivement, le poids des parties mobiles, et les soutenir
sans introduire des frottements. La disposition se révèle
particulièrement convenable quand on emploie des alterna-
25 teurs linéaires ayant plusieurs inducteurs et induits,
comme représenté dans les figures 5 et 6, dans le but
d'obtenir de la part des alternateurs un courant ayant
un comportement plus proche du comportement sinusoïdal.

L'invention peut être appliquée à moteurs à pistons
30 libres tant à carburation qu'à injection de combustible
liquide ou gazeux et avec allumage à étincelle ou à compres-
sion. Cependant, l'invention se prête aussi avantageuse-

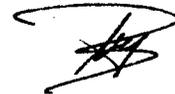
1 ment à la réalisation de moteurs adiabatiques avec ali-
mentation par poussier de charbon ou autre combustible
solide. Dans ce cas on doit avoir recours à des dispo-
5 sitions particulières soit pour obtenir l'adiabaticité
du moteur, soit pour favoriser l'élimination des cendres
dérivant de la combustion. Les figures 7 et 8 montrent
de telles dispositions respectivement pour un cylindre
17 à pistons opposés (correspondant au cylindre 1' des
figures précédentes) et pour un cylindre d'extrémité 18.
10 Par 19 sont indiqués les orifices respectifs d'entrée
de l'air et par 20 sont indiqués les orifices d'échappe-
ment, qui traversent les parois des cylindres 17 et 18
et leurs revêtements intérieurs 21 et 22 en matière cé-
ramique; par 23 est indiqué l'injecteur de poussier de
15 charbon et les traits interrompus mixtes indiquent la
trajectoire du flux d'air de l'orifice d'entrée 19 à
l'orifice d'échappement 20. A' proximité de ce dernier
est disposée une électrode 24 qui, dès que la combustion
a eu lieu, est alimentée avec une haute tension électrique,
20 de façon à exercer une forte attraction électrostatique
sur les cendres produites par la combustion, qui sont
attirées vers l'orifice d'échappement pour être ensuite
expulsées par le courant d'air de lavage. De préférence,
l'électrode 24 est ensuite mise à la masse afin d'éviter
25 des phénomènes d'attraction électrostatique sur le pous-
sier de combustible injecté, qui en pourraient compromet-
tre la distribution uniforme dans le cylindre pour la
combustion.

Si le courant produit par les alternateurs linéaires,
30 lequel en règle générale n'a pas un comportement sinusoïdal
satisfaisant, ne peut pas être utilisé tel quel, comme
représenté dans la figure 9 il peut être envoyé du géné-

1 rateur 25 actionné par le moteur selon l'invention à un
groupe redresseur 26 et puis à un moteur à courant continu
27 couplé à un volant 28, en aval duquel l'énergie produite
peut être utilisée d'une façon directe ou indirecte
5 quelconque, par exemple en entraînant un alternateur 29
capable de fournir un courant sinusoïdal, ou un métagéné-
rateur destiné à alimenter des métamoteurs de traction,
et ainsi de suite. Le volant 28 pourvoit à l'uniformation
du couple, même en cas de manque de quelques combustions
10 dans les cylindres. En outre, le volant peut porter des
palettes de ventilation appropriées pour le refroidisse-
ment de l'alternateur linéaire o d'autres parties.

Bien qu'on ait considéré le cas typique dans lequel
le moteur à pistons libres entraîne un alternateur linéaire
15 pour produire de l'énergie électrique, il est clair que
le moteur selon l'invention peut être utilisé aussi pour
produire directement de l'énergie mécanique, spécialement
si cette énergie sert sous forme alternative, comme par
exemple pour compresseurs, pompes et semblables.

Ing. Diez Franco Ballester



1

REVENDEICATIONS

1.- Moteur à combustion interne à pistons libres, spécialement pour l'actionnement d'un alternateur linéaire, comprenant au moins une paire de cylindres opposés (1, 5 2) dont les pistons (3, 4) sont reliés réciproquement par une tige (5) reliée dans un point intermédiaire à l'élément mobile (6) d'un alternateur linéaire (7) ou d'un autre moyen d'utilisation de l'énergie produite, caractérisé en ce qu'il comprend au moins une came (11, 10 12), actionnée par un moteur indépendant (9), d'une façon substantiellement synchrone avec les déplacements de la tige (5) des pistons (3, 4), et s'engageant avec des moyens de poussoir (8) reliés à la tige (5) des pistons (3, 4), de sorte à ne pas donner lieu à une transmission substan- 15 tielle d'énergie pendant le fonctionnement normal, mais à limiter la course des pistons (3, 4) et à transférer à ces derniers l'énergie nécessaire pour la compression en cas de fonctionnement anormal du moteur à pistons libres.

20

2.- Moteur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend au moins deux unités opposées l'une l'autre comprenant chacune deux pistons (3, 4; 3', 4') opposés reliés l'un l'autre par une tige commune (5; 5'),

1 la came (12) actionnée par un moteur indépendant (9) étant
disposée pour s'engager avec des moyens de poussoir (8;
8') disposés sur les tiges (5; 5') des deux unités de
sorte à les servir toutes le deux et à établir entre el-
5 les une synchronisation précise.

3.- Moteur selon la revendication 1 et éventuelle-
ment 2, caractérisé en ce qu'il comprend plusieurs unités
formées chacune par deux pistons opposés (3, 4; 3', 4'; ...),
reliés l'un l'autre par une tige commune (5; 5'; ...),
10 et plusieurs comes (12; ...) avec moteur indépendant (9; ...)
qui coopèrent avec des moyens de poussoir (8; 8'; ...)
portés par ces tiges (5; 5'; ...), la synchronisation
entre les différentes unités du moteur étant réalisée
moyennant la synchronisation des respectives comes (12; ...)
15 avec moteur indépendant (9; ...).

4.- Moteur selon une ou plusieurs des revendications
précédentes, caractérisé en ce que la came (11, 12) à
moteur indépendant (9) est profilée de sorte à suivre
substantiellement le mouvement des poussoirs (8, 8') pen-
20 dant la plupart du cycle, en entrant en coopération avec
eux dans des périodes déterminées afin de modifier favo-
rablement la loi de mouvement du moteur à pistons libres.

5.- Moteur selon une ou plusieurs des revendications
précédentes, caractérisé en ce que la came (11, 12) est
25 mise en mouvement non uniforme par son propre moteur
indépendant (9), afin de modifier favorablement la loi
de mouvement du moteur à pistons libres.

6.- Moteur selon une ou plusieurs des revendications
précédentes, caractérisé en ce que le système comprenant
30 la came (11, 12), les poussoirs respectifs (8, 8') et

1 le moteur indépendant (9) est prévu pour pourvoir aussi
à l'opération de démarrage du moteur à pistons libres.

7.- Moteur selon une ou plusieurs des revendications
précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens
5 d'appui (30, 31) disposés de sorte à être effleurés par
la came (12) pendant sa rotation normale et à offrir à
celle-ci un appui en cas de contrainte excessive appli-
quée à la came (12) par les poussoirs (8, 8').

8.- Moteur selon une ou plusieurs des revendications
10 précédentes, caractérisé en ce que les tiges (5; 5') des
pistons (3, 4; 3', 4'), disposées dans une position
substantiellement horizontale, sont reliées à des glis-
sières (13, 14; 13', 14') coulissant au dessus de supports
(15, 16; 15', 16'), lesdites glissières et lesdits sup-
15 ports étant aimantés avec les pôles homonymes disposés
l'un en face de l'autre pour supporter, par répulsion
magnétique, tout ou une partie du poids des tiges (5, 5'),
des pistons respectifs (3, 4, 3', 4') et des inducteurs
(6, 6') des alternateurs linéaires (7, 7') ou des autres
20 moyens d'utilisation de l'énergie.

9.- Moteur selon une ou plusieurs des revendications
précédentes, caractérisé en ce que, quand il constitue
un moteur adiabatique avec alimentation par poussier d'un
combustible solide, les cylindres (17, 18) sont revêtus
25 intérieurement avec une matière céramique (21, 22), avec
une électrode (24) installée à proximité de l'orifice
d'échappement (20), ladite électrode (24) étant disposée
pour être connectée à une tension électrique élevée après
la combustion afin d'attirer les cendres vers l'orifice
30 d'échappement (20), et pour être mise à la masse au moins

1 pendant l'injection du poussier de combustible solide.

10.- Moteur selon une ou plusieurs des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif électronique de contrôle pour régler l'action
5 de la ou des cames (11, 12) à moteur indépendant (9) d'une manière différentielle en fonction des conditions momentanées d'exercice du moteur.



FIG.1

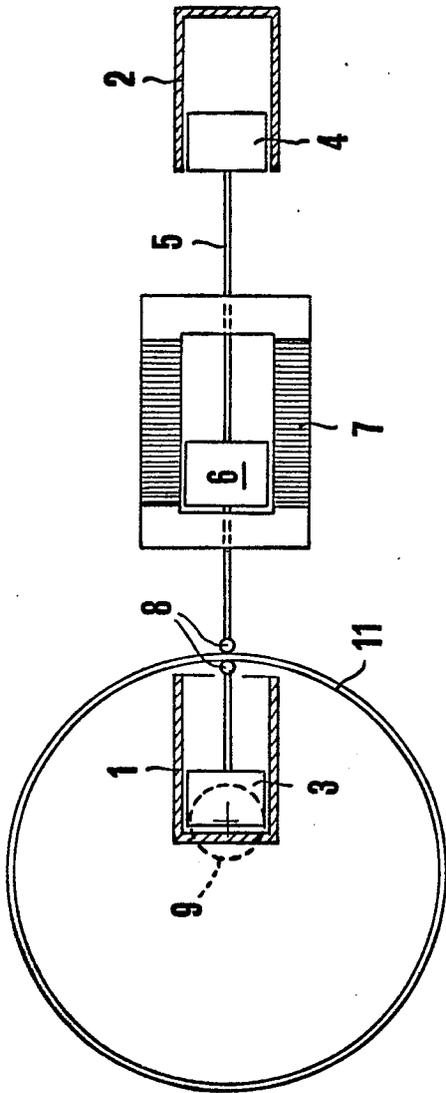


FIG.2

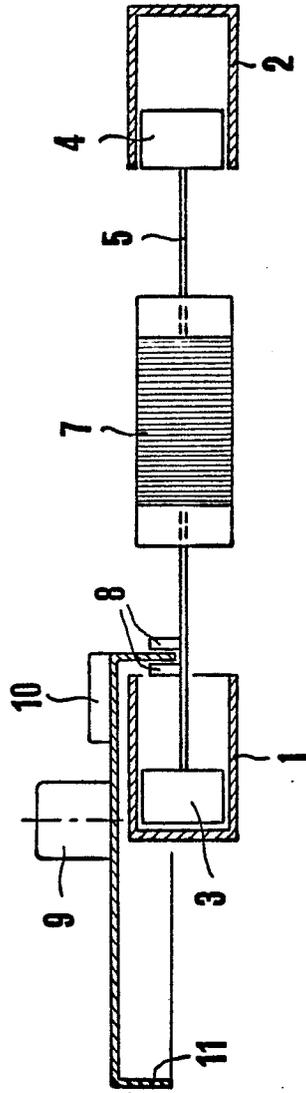
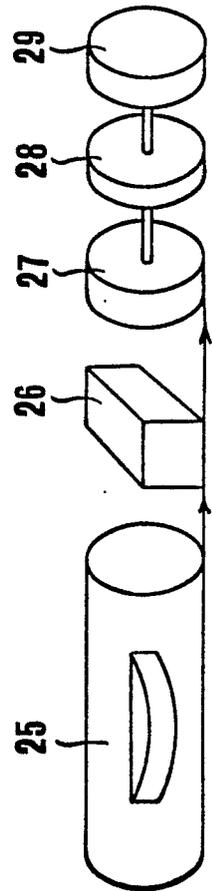


FIG.9



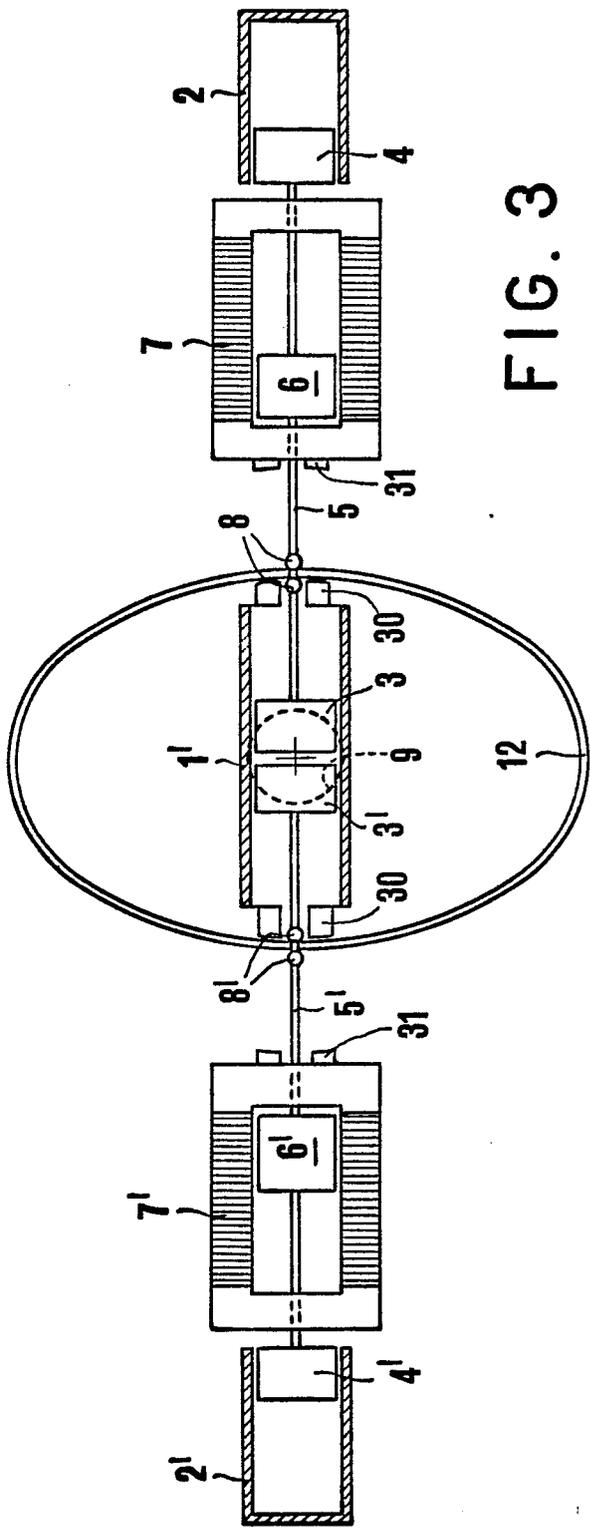


FIG. 3

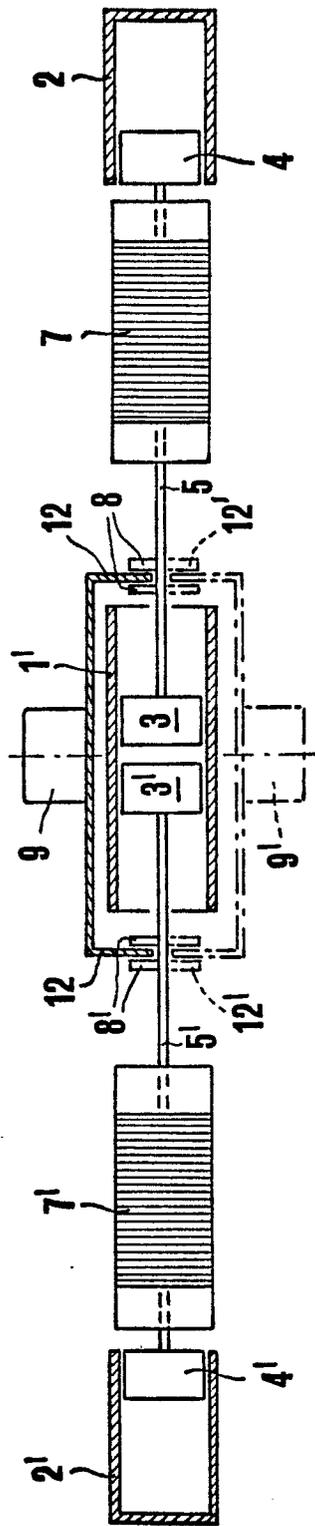


FIG. 4

