

12 **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt: **82401341.1**

51 Int. Cl.³: **F 02 G 1/043**

22 Date de dépôt: **19.07.82**

30 Priorité: **21.07.81 FR 8114185**

71 Demandeur: **BERTIN & CIE, Boîte Postale No. 3, F-78370 Plaisir (FR)**

43 Date de publication de la demande: **26.01.83**
Bulletin 83/4

72 Inventeur: **Boy-Marcotte, Jean-Louis, 7, Résidence Chevreuse 34 Avenue St-Laurent, F-91400 Orsay (FR)**
 Inventeur: **Dahan, Gilbert M.I., 8, Avenue Mozart, F-75016 Paris (FR)**
 Inventeur: **Dancette, Michel, 2, rue Aubriet, F-92420 Vaucresson (FR)**
 Inventeur: **Le Nabour, Marcel Pierre, 34, Route de la Garde, F-69760 Limonest (FR)**
 Inventeur: **Pellerin, Jean-François Georges Alme, 33, rue de Paris, F-92100 Boulogne (FR)**
 Inventeur: **Rivallin, José, 15, rue de la Verronnerie, F-78370 Plaisir (FR)**
 Inventeur: **Jannot, Marcel, 1bis, rue des Sources, F-95200 Sarcelles (FR)**

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

74 Mandataire: **De Bolsse, Louis, 37, Avenue Franklin D. Roosevelt, F-75008 Paris (FR)**

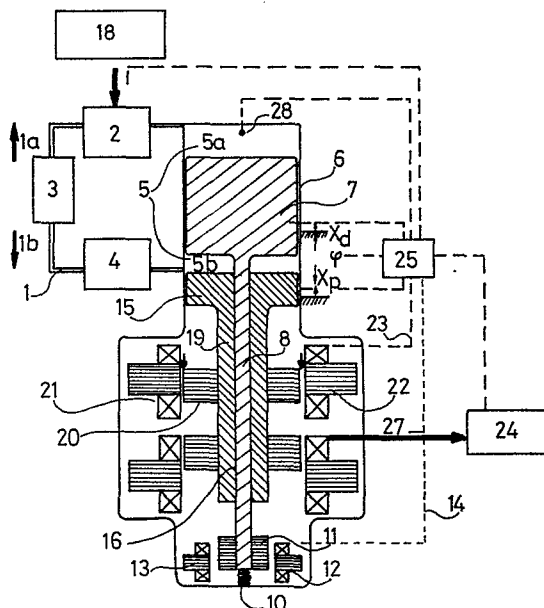
54 **Convertisseur d'énergie thermique en énergie électrique à moteur Stirling et générateur électrique intégré.**

57 La présente invention concerne les moteurs à combustion externe et plus précisément les moteurs à cycle de Stirling destinés à la conversion directe de l'énergie thermique en énergie électrique.

Suivant l'invention, cette transformation s'opère à l'intérieur d'une machine entièrement scellée, sans liaison mécanique avec l'extérieur, où le piston de puissance 15 entraîne le mobile 20 d'un générateur électrique. Selon une variante privilégiée, ce générateur électrique est un alternateur linéaire 21. Selon une autre disposition originale de l'invention, le contrôle du couplage entre piston déphaseur 7 et piston de puissance 15 s'opère par une régulation électronique 25.

Domaines d'applications privilégiés:

- générateurs électriques en site isolé,
- chauffage de l'habitat en association avec une pompe à chaleur,
- automobile.



- 1 -

Convertisseur d'énergie thermique en énergie électrique
à moteur Stirling et générateur électrique intégré.

La présente invention concerne un convertisseur d'énergie thermique en énergie électrique à cycle de Stirling à générateur électrique intégré.

5 Sa conception originale permet d'envisager le développement industriel du moteur Stirling, dont le principe est connu depuis longtemps, mais qui, jusqu'à présent, a été retardé pour deux raisons essentielles.

10 La première, d'ordre économique : le moteur à combustion interne, compte tenu du coût modéré du pétrole jusqu'à ces dernières années, associé à un souci limité de la pollution, a éclipsé les machines à combustion externe plus chères car nécessitant des échangeurs sophistiqués. Ces arguments sont de moins en moins d'actualité avec le coût de plus en plus élevé du pétrole.

15 La seconde, d'ordre technique : les problèmes de frottements secs ont freiné le développement des machines scellées, d'autre part, les machines à système bielle-manivelle posent un difficile problème d'étanchéité au niveau de la sortie d'arbre entre l'enceinte gonflée à

l'hélium ou à l'air, sous quelques dizaines de bars, et l'extérieur.

Pour mieux préciser les perfectionnements apportés par la présente invention nous rappellerons succinctement
5 le fonctionnement d'une telle machine.

Un moteur Stirling associe un thermocompresseur et un ou plusieurs pistons de puissance chargés de transformer la variation de pression produite par le thermocompresseur en un mouvement alternatif.

10 Pour faciliter la compréhension du fonctionnement de cette machine on se reportera à la figure 1 où le thermocompresseur est réalisé par le circuit 1, comprenant en série : un échangeur froid 4, un régénérateur 3, et
15 un échangeur chaud 2, bouclé sur un cylindre dans lequel se meut un piston déplaceur 7. Les mouvements alternatifs du piston déplaceur 7 ont uniquement pour effet de transvaser le fluide de travail, de l'hélium ou de l'air sous une pression de quelques dizaines de bar, d'une cavité du cylindre dans l'autre en passant à travers les
20 échangeurs du circuit 1. Il en résulte que le fluide de travail subit alternativement des échauffements et refroidissements successifs selon le sens de parcours de ce circuit 1, indiqué par les flèches 1a et 1b. Ces transformations thermiques alternatives successives, à
25 volume constant, induisent des variations de pression d'où le nom de thermocompresseur. En général, ces variations de pression sont transmises à un système mécanique extérieur à l'enceinte, dans laquelle se meut le piston déplaceur, par une liaison mécanique quelconque
30 telle qu'un système bielle-manivelle. C'est cette liaison qui pose le problème d'étanchéité au niveau de la sortie de l'arbre entre l'enceinte sous pression et l'extérieur.

La présente invention résout le problème d'étanchéité évoqué plus haut en réalisant un groupe entièrement scellé sans liaison mécanique avec l'extérieur, à l'intérieur duquel les variations de pression induites par le mouvement du piston déplaceur sont appliquées directement sur la face d'un ou plusieurs pistons moteurs ou de puissance : le piston déplaceur étant entièrement désolidarisé du ou des pistons moteurs.

10 A cet effet, la puissance mécanique fournie par le piston moteur est transformée directement, à l'intérieur d'une même enceinte scellée, en puissance électrique par l'intermédiaire d'un convertisseur d'énergie mécanique en énergie électrique.

15 Selon une première variante ce convertisseur est réalisé par un générateur électrique classique tel qu'un alternateur électrique rotatif dont le rotor serait relié au piston de puissance par un système bielle-manivelle par exemple.

20 Selon une seconde variante, privilégiée, ce convertisseur est matérialisé par un générateur électrique linéaire dont le mobile magnétique est solidaire du piston de puissance qui est soumis directement aux variations de pression induites par le mouvement du piston déplaceur.

25 Selon un cas particulier privilégié de cette seconde variante, ce générateur électrique linéaire est un alternateur linéaire.

Les oscillations couplées des pistons déplaceur et moteur sont alors entretenues par une force périodique, de pulsation imposée, appliquée au piston déplaceur.

30 Selon un mode de réalisation général du groupe les mouvements des pistons à moteur et déplaceur sont colinéaires

à l'intérieur d'une même cavité cylindrique. Dans ce cas, l'entraînement du piston déplaceur est avantageusement réalisé par un moteur électrique linéaire dont la masse magnétique mobile est solidaire du piston déplaceur.

- 5 Cette disposition permet de supprimer les efforts dissymétriques des systèmes d'entraînement classiques tels que le système bielle-manivelle origines de pertes mécaniques et sources de vibrations importantes : les organes mobiles n'opposant que des efforts colinéaires à leurs
10 déplacements.

De telle sorte que les parties mobiles du système déplaceur et du système moteur ne nécessitent aucune lubrification (frottements secs).

- Selon une disposition classique, l'équipage mobile du
15 moteur linéaire constitue un système résonateur ayant une fréquence propre déterminée. Ainsi la pulsation imposée au piston déplaceur, par la fréquence du courant d'alimentation du moteur linéaire, qui pourra être variable sera choisie de préférence voisine de la fré-
20 quence propre du système résonateur pour son fonctionnement optimal.

- Les deux pistons effectuant un mouvement harmonique à fréquence constante, la résultante de ces mouvements est également un mouvement harmonique à la même fréquence.
25 Dans ces conditions, les vibrations mécaniques d'ensemble du groupe, à l'intérieur duquel s'opèrent ces mouvements, se prêtent à un équilibrage très simple à l'aide d'amortisseurs de vibrations passifs classiques.

- Selon un second mode de réalisation général du groupe,
30 les mouvements des pistons déplaceur et moteur ont lieu dans deux cavités séparées, communicantes entre elles par au moins un conduit ou canal présentant une perte de charge minimale.

Dans ce mode de réalisation, les variations de pression induites par le mouvement du piston déplaceur sont appliquées sur la face d'au moins un piston moteur.

5 Dans le cas où il y a plusieurs pistons moteurs, ceux-ci sont avantageusement en nombre pair et fonctionnent alors par couple en opposition. Une disposition privilégiée, par la simplicité de sa conception, est fournie par la combinaison de deux pistons moteurs animés de mouvements en opposition, dans une même cavité cylindrique, à partir
10 d'une position d'équilibre pour laquelle les faces des deux pistons en regard déterminent une chambre au voisinage du centre de laquelle débouche le ou les conduits qui transmettent les variations de pression induites par le mouvement du piston déplaceur. Cette disposition
15 présente en outre l'avantage de réaliser un groupe parfaitement équilibré.

Selon cette disposition, les pistons moteurs constituent des systèmes mécaniques résonants présentant une fréquence propre d'oscillation longitudinale déterminée (50 HZ
20 par exemple).

Suivant un premier mode de réalisation, c'est le fluide de travail lui-même qui constitue un ressort pneumatique, le dimensionnement de la machine étant fixé de telle sorte que le fluide de travail occupe un volume efficace
25 présentant une certaine élasticité correspondant à une certaine fréquence propre du piston moteur que l'on désire réaliser.

Suivant un second mode de réalisation, les tiges desdits pistons sont reliées à la structure fixe de la cavité
30 par une liaison élastique telle qu'un ressort mécanique, hydraulique ou autre. Pour une amplitude donnée du mouvement des pistons moteurs, la puissance recueillie aux bornes de l'alternateur linéaire est maximale pour une

fréquence d'oscillation du piston déplaceur égale à la fréquence propre desdits pistons moteurs. Cette fréquence de résonance sera avantageusement sensiblement voisine de la fréquence propre d'oscillation longitudinale de l'équipage mobile du moteur linéaire. Ces fréquences propres sont avantageusement ajustables par des moyens mécaniques qui permettent de modifier de l'extérieur de l'enceinte la raideur de ces systèmes mécaniques résonnants tels qu'un système classique de tendeur dans le cas d'une liaison élastique par ressort ou par modification du volume occupé par le fluide de travail. Selon ce second mode de réalisation, l'entraînement du piston déplaceur est réalisé indifféremment par un moteur électrique linéaire ou rotatif.

Dans les moteurs Stirling classiques, le couplage entre les pistons moteur et déplaceur est généralement réalisé par des moyens mécaniques ou pneumatiques, de telle sorte que le déphasage entre le mouvement des deux pistons est imposé une fois pour toutes dès la conception de la machine. Généralement, le déphasage initial prévu est tel que les mouvements des deux pistons soient en quadrature, le mouvement du piston déplaceur étant alors en avance de phase, dans le cas où l'on désire transmettre une puissance maximale. Par ailleurs, ce type de liaison réalisant le couplage entre les deux pistons peut se dégrader au cours du temps de telle sorte que le moteur ne se trouve plus adapté, après un certain nombre d'heures de fonctionnement, à son point de fonctionnement optimum pour lequel il était conçu. Le réglage ne peut alors s'opérer qu'en procédant à une intervention directe sur la machine.

Par contre, selon une autre caractéristique importante de l'invention, le dispositif revendiqué permet une adaptation du fonctionnement de la machine répondant à des contraintes d'utilisation variables telles qu'une puissance thermique variable à la source chaude ou à une

charge électrique variable, ou au rendement optimum. En effet, il permet un contrôle du couplage entre piston déplaceur et piston moteur à la fois par des moyens mécaniques accessibles de l'extérieur du groupe et par
5 un système de régulation électronique.

Le contrôle de paramètres physiques du couplage aéromécanique entre les deux ensembles de pistons est réalisé par des moyens mécaniques tels que ceux permettant le contrôle de la raideur des liaisons élastiques des différents équipages mobiles comme évoqués ci-dessus ou
10 le contrôle du volume de la chambre d'expansion par la mise en communication de celle-ci avec un volume additionnel par l'intermédiaire d'une vanne d'isolement.

Un autre avantage important de l'invention est représenté
15 dans le système de régulation électronique offert par la nature du couplage électro-mécanique qui peut être établie entre les variables mécaniques caractérisant le mouvement des deux ensembles de pistons et les variables électriques caractérisant les grandeurs électriques à
20 l'entrée et à la sortie du système électromécanique.

Ainsi, le déphasage entre les mouvements des deux pistons sera piloté notamment en réalisant un asservissement de phase entre les tensions électriques instantanées d'entrée et de sortie du système électromécanique.

25 Cette régulation pourra s'opérer en particulier, sur deux variables cinématiques fondamentales du mouvement du système mécanique couplé : la fréquence et le déphasage entre les mouvements des pistons déplaceur et moteur.
- Le contrôle de la fréquence, le déphasage étant alors
30 imposé, est réalisé soit par un régulateur classique de la vitesse de rotation du moteur d'entraînement du piston déplaceur tel qu'un variateur électronique de vitesse soit par un découpage du courant d'alimentation du moteur linéaire réalisé par un "hâcheur" classique.

Le balayage de cette fréquence permet notamment de s'accorder sur la fréquence de résonance aéromécanique du piston moteur pour laquelle la puissance délivrée est maximum.

- 5 Le contrôle du déphasage est réalisé par variation de la phase du courant et notamment la tension d'alimentation du moteur d'entraînement par rapport au courant délivré par l'alternateur linéaire par un système classique d'asservissement en phase.
- 10 On distingue alors deux types de régulation selon qu'elle s'opère :
- à niveau de puissance thermique disponible à la source chaude constante, le système régulation intervient alors selon les processus indiqués plus haut pour que
15 le moteur Stirling délivre la puissance électrique correspondant à la demande du moment,
 - à puissance électrique délivrée constante, la régulation contrôle alors le niveau de puissance thermique à la source chaude, correspondant au rendement optimum de
20 la machine, par variation du débit de carburant par exemple.
- Dans les deux cas de régulation décrits ci-dessus, on peut, dans le cas d'entraînement par moteur linéaire, toutes choses étant égales par ailleurs, contrôler l'amplitude
25 du mouvement du piston déplaceur en faisant varier séparément ou simultanément la valeur de la tension d'alimentation du moteur linéaire par un transformateur de tension par exemple et/ou le rapport cyclique ou la largeur des impulsions par un système classique appelé "hâcheur".
- 30 Dans chaque cas l'alimentation du moteur d'entraînement est assurée indifféremment soit par le courant produit, par le générateur, soit par une source d'énergie électrique

autonome. Cette souplesse d'utilisation associée aux avantages potentiels d'un moteur à cycle Stirling tels que :

- 5 - rendement thermique/électrique dans la gamme 30 à 40%
pour des niveaux de puissance de l'ordre de la dizaine de kilowatts ou mégawatts,
- caractéristiques spécifiques de la combustion externe :
 - . polycarburant (fuels, charbon, gaz pauvres, flux solaire)
 - 10 . pollution contrôlée au niveau du brûleur,
. niveau acoustique faible,
permet d'envisager, dès maintenant son application dans les domaines suivants :
- 15 - les générateurs électriques en site isolé, sa polyvalence associée à un bon rendement lui permet désormais de rivaliser avec le diesel,
- le chauffage de l'habitat par l'intermédiaire d'une pompe de chaleur entraînée par un moteur Stirling fonctionnant en en énergie totale grâce et surtout :
 - 20 . aux bas niveaux acoustiques et vibratoires (mouvements rectilinéaires).
 - . à la maintenance réduite à l'entretien d'un brûleur.

Ces caractéristiques et d'autres non explicitées ressortiront de la suite de la description.

- 25 Pour fixer l'objet de l'invention sans toutefois le limiter dans les dessins annexés :

30 La figure 1 représente en coupe axiale un mode de réalisation privilégié. La figure 2 représente une coupe axiale schématisée d'un autre mode de réalisation.

Les éléments de base constituant la machine à cycle de Stirling à générateur électrique intégré, objet de l'invention, sont illustrés notamment à la figure 1 où l'on voit schématiquement un circuit 1 comprenant successivement : un échangeur chaud 2, un régénérateur 3 et un échangeur froid 4 dans lequel circule le fluide de travail, par exemple de l'hélium ou de l'air sous pression, qui subit des chauffages et refroidissements successifs selon le sens de parcours dudit circuit 1
5 indiqué par les flèches 1a et 1b.
10

Ce circuit 1 communique avec les deux chambres 5a et 5b de la cavité 5, d'une enceinte cylindrique 6, délimitées par la course du piston déplaceur 7 à l'intérieur de ladite enceinte 6; la partie 5a en relation directe
15 avec l'échangeur chaud 2 est appelée partie chaude, la partie 5b en relation directe avec l'échangeur froid 4 est appelée partie froide.

La tige 8 du piston déplaceur 7 est reliée à la paroi du cylindre 6 par son extrémité 9, par un système élastique 10; cette liaison élastique pourrait être située
20 à l'opposé et fixée sur le corps même du piston 7 mais dans ce cas elle serait soumise à des variations thermiques qui modifieraient périodiquement ses caractéristiques mécaniques.

25 La partie extrême de la tige 8 porte la masse magnétique d'un moteur électrique linéaire 12 dont la partie fixe 13 est solidaire de la paroi de l'enceinte 6 par des liaisons non représentées. Le trait en pointillés 14 symbolise l'alimentation du moteur électrique linéaire 12.

30 L'entretien du mouvement du piston déplaceur 7 nécessite peu de travail mécanique car il n'a à vaincre que les pertes de charge de transvasement du fluide de travail à travers les échangeurs qui sont de l'ordre du bar. Ce travail sera fourni avec un minimum de perte si la fré-

quence du courant d'alimentation du moteur linéaire est sensiblement égale à la fréquence propre de l'oscillateur linéaire constitué par le système mécanique : piston déplaceur 7 et sa tige 8 et la liaison élastique 10.

- 5 Dans ce mode de réalisation les mouvements du piston déplaceur 7 et du piston moteur ou de puissance 15 sont colinéaires à l'intérieur de la même enceinte cylindrique 6, où l'étanchéité entre les pistons 7 et 15 et l'alésage du cylindre commun 6 est réalisée par un système de
10 joints classique ou bagues non représentés.

Dans ce mode de réalisation, le piston moteur 15 présente un évidement central 16 à l'intérieur duquel coulisse librement la tige 8 du piston déplaceur 7.

- La tige 19 du piston moteur 15 porte le circuit magnétique mobile 20 de l'alternateur linéaire 21.
15

- Le courant délivré par le générateur linéaire, en général, ou l'alternateur linéaire 21, en particulier, figuré par la flèche 27, est recueilli aux bornes de bobines 22 qui sont alimentées, sur une fraction de période du
20 courant ainsi produit, par un courant d'excitation symbolisé par le trait pointillé 23, fourni par une batterie tampon par exemple.

- Ces bobines 22 seront constituées avantageusement en deux parties accolées pour récupérer l'énergie électrique
25 dans les deux sens de déplacement du mouvement du piston moteur 15 et pour équilibrer les efforts sur l'équipage mobile; elles délimitent avec les pièces mobiles 20 un entrefer réduit de l'ordre de quelques $1/10^e$ mm. La commande du courant d'excitation 23 sera réalisée à
30 partir d'éléments de puissance tels que des thyristors.

Le courant utile sera disponible sur un intervalle de période du mouvement du piston moteur 15; il sera avantageusement utilisé pour charger une batterie.

Selon une autre variante, le circuit magnétique mobile
5 est constitué par un aimant permanent.

Le courant d'alimentation du moteur linéaire 12 sera prélevé soit directement sur le courant produit par l'alternateur 21, après une mise en forme préalable, soit fourni par l'intermédiaire d'une batterie chargée par ledit
10 alternateur 21.

Le système électronique de régulation symbolisé en 25 permet de contrôler les différents paramètres de fonctionnement du moteur Stirling selon les processus détaillés plus haut, à partir des instructions de commande et des
15 commandes symbolisées par les traits pointillés qui aboutissent au système 25.

En particulier, le contrôle du déphasage entre les mouvements relatifs du piston déplaceur 7 et du piston moteur 15 est symbolisé ici par des traits pointillés issus de
20 leurs positions respectives X_D et X_P par rapport à leurs positions d'équilibre.

Les instructions de commande de la source chaude 18 proviennent soit à l'amont par une indication de la valeur du débit du carburant qui sera avantageusement contrôlé
25 par une électrovanne, soit à l'aval par une indication des variables thermodynamiques du fluide de travail telle que la température par exemple dont la valeur sera fournie par une sonde 28 située en paroi de la cavité 5a.

La régulation du niveau de la puissance thermique de la
30 source chaude 18, selon les besoins de l'utilisation symbolisée en 24, est réalisée ici par l'intermédiaire du

système électronique 25 qui module par exemple la valeur du débit du carburant par commande de l'électrovanne tout en adaptant la machine sur un point de fonctionnement optimum.

- 5 Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 2, les mouvements des pistons déplaceur 7 et moteur 15 s'effectuent dans deux cavités distinctes 5 et 6 communicantes entre elles par au moins un conduit 26 qui offre une perte de charge minimale et qui relie la partie
10 froide 5b de la cavité 5 à la chambre 30 de la cavité 6.

- Dans le cas représenté, la puissance électrique est délivrée par deux générateurs linéaires dont les pistons moteurs 15a et 15b fonctionnent en opposition; on ne sortirait pas du cadre de l'invention si la puissance
15 électrique était fournie par un multiple d'alternateurs linéaires fonctionnant deux par deux ou par un seul alternateur. De même si l'entraînement du piston déplaceur 7 est réalisé, dans le cas représenté, par un moteur linéaire 12, on ne sortirait pas du cadre de la présente
20 invention si celui-ci était produit par un moteur électrique rotatif situé à l'intérieur de la cavité 5.

Dans une première variante, les faces en regard des deux pistons moteurs sont recouvertes d'un matériau amortisseur 32.

- 25 Dans une seconde variante, cette chambre 30 est séparée en deux parties symétriques par une cloison 31, constituée par un matériau amortisseur qui a pour but d'éviter le contact mécanique des deux faces des pistons de puissance. Chaque cavité ainsi formée étant reliée à
30 la partie froide 5b de la cavité 6a par un conduit 26 qui répartit également le débit dans chacune desdites cavités.

Cette disposition permet de s'affranchir des problèmes

d'étanchéité et de frottement posés par le coulisement de la tige 8 du piston déplaceur 7 dans l'évidement central du piston moteur 15. L'avantage du cylindre unique étant de ne pas présenter de volume mort : les
5 deux pistons 7 et 15 peuvent, à la limite, venir en contact l'un de l'autre.

A titre indicatif, un moyen de guidage du mouvement des pistons moteurs est représenté schématiquement en 33 sur la figure 2.

- 10 La machine selon l'invention est structurée de telle sorte que les éléments constitutifs du moteur et des générateurs électriques se trouvent le plus éloignés possible de la source chaude 18.

- 15 Dans les deux modes de réalisation représentés sur les figures 1 et 2, le (ou les) cylindres 6, le circuit 1 avec les échangeurs sont intégrés dans une enceinte scellée où le fluide de travail se trouve à l'état de repos, sous une pression de quelques dizaines de bars, 40 par exemple.

REVENDICATIONS DE BREVET

1. Convertisseur en énergie électrique de l'énergie mécanique développée par un moteur thermique à piston fonctionnant selon le cycle thermodynamique Stirling,
5 caractérisé en ce qu'il est intégré dans un groupe comportant une enceinte hermétique sous pression, sans liaison mécanique avec l'extérieur, à l'intérieur de laquelle les variations de pression induites par le mouvement du piston déplaceur sont transmises directement,
10 en l'absence de toute liaison, sur la face d'au moins un piston moteur qui entraîne le mobile magnétique d'un générateur électrique.
2. Convertisseur selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque piston moteur est accouplé rigidement
15 au mobile magnétique d'un générateur électrique linéaire.
3. Convertisseur selon la revendication 2, caractérisé en ce que le générateur linéaire est un alternateur linéaire.
4. Convertisseur selon l'une quelconque des revendications
20 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comporte deux pistons moteurs animés de mouvements alternatifs en opposition, dans une même cavité cylindrique, à partir d'une position d'équilibre pour laquelle les faces des deux pistons en regard déterminent une chambre qui communique avec la
25 partie froide de la cavité cylindrique, dans laquelle se meut le piston déplaceur, par l'intermédiaire d'au moins un canal présentant une perte de charge minimale.
5. Convertisseur selon la revendication 4, caractérisé en ce que les faces en regard des deux pistons sont
30 revêtues d'un matériau amortisseur.

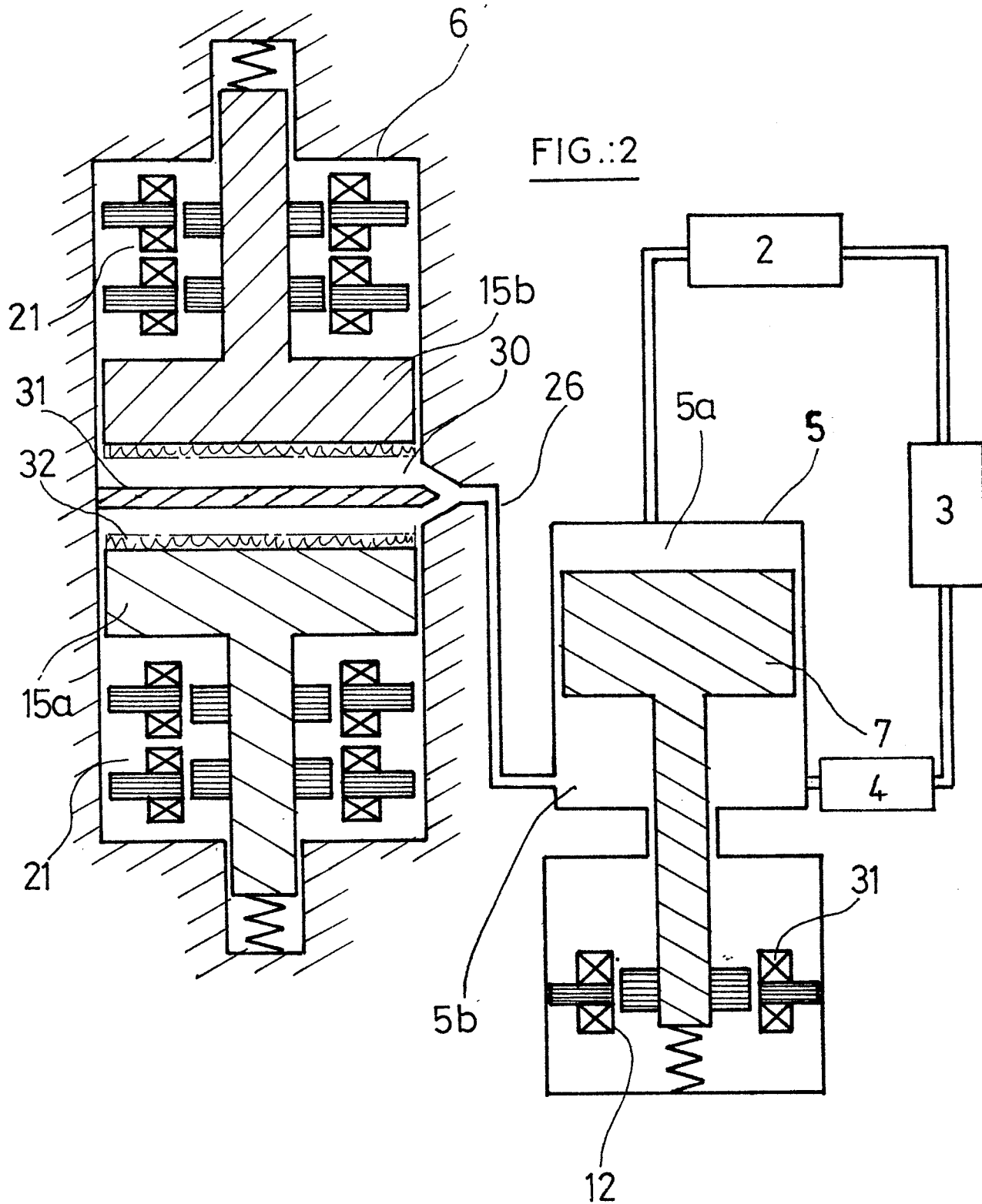
6. Convertisseur selon la revendication 4, caractérisé en ce que ladite chambre délimitée par les faces en regard des deux pistons est séparée en deux parties symétriques par une cloison constituée par un matériau amortisseur, chacune de celles-ci communiquant avec la partie froide de la cavité dans laquelle se meut le piston déplaceur par un conduit qui répartit également le débit dans chacune d'elles.
7. Convertisseur selon l'une des revendications 4, 5 ou 6, caractérisé en ce que le mouvement alternatif du piston déplaceur est entretenu par un moteur électrique rotatif intégré à l'intérieur de ladite cavité.
8. Convertisseur selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le mouvement alternatif du piston déplaceur est entretenu par un moteur électrique linéaire dont le mobile magnétique est relié audit piston déplaceur et dont le courant d'alimentation est prélevé soit sur le courant délivré par le générateur électrique après une mise en forme préalable, soit sur une source d'énergie électrique autonome.
9. Convertisseur selon la revendication 8, caractérisé en ce que les mouvements des pistons déplaceur et moteur sont colinéaires à l'intérieur d'une même cavité cylindrique, les tiges desdits pistons étant coaxiales : la tige liée au piston déplaceur coulissant librement à l'intérieur d'un évidement central pratiqué dans le corps du piston moteur.
10. Convertisseur selon l'une des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que les paramètres du couplage entre les pistons déplaceur et moteur qui déterminent la fréquence du mouvement des deux pistons et leur déphasage sont contrôlés par un système de régulation électronique

des grandeurs électriques caractéristiques des courants d'alimentation et de sortie du système électromécanique, de telle sorte que l'on puisse adapter le fonctionnement de la machine à des contraintes d'utilisation variables.

- 5 11. Convertisseur selon la revendication 10, caractérisé en ce que la fréquence du mouvement du système mécanique couplé étant imposée par le système, le déphasage entre le mouvement des deux pistons est réalisé par un système classique d'asservissement en phase entre deux
- 10 grandeurs électriques caractéristiques des courants d'alimentation et de sortie du système électromécanique, telles que la tension instantanée.
12. Convertisseur selon la revendication 10, caractérisé en ce que le déphasage entre le mouvement des deux pistons
- 15 étant imposé par le système, la fréquence du mouvement du système mécanique couplé est contrôlée par la fréquence de la tension d'alimentation du moteur d'entraînement.
13. Convertisseur selon l'une quelconque des revendications 8 à 9, caractérisé en ce que l'amplitude du mouvement du piston moteur est pilotée soit par variation
- 20 de l'amplitude de la tension d'alimentation du moteur linéaire, soit par un système électronique classique dit "hâcheur" qui modifie le rapport cyclique des impulsions de ladite tension.

2 - 2

FIG.:2





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0070780

Numéro de la demande

EP 82 40 1341

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. ³)
A	--- FR-A-2 148 818 (SOCIETE ANONYME AUTOMOBILES CITROEN) * Figure 1; page 1, lignes 1-35 *	1-3	F 02 G 1/043
A	--- US-E- 30 176 (BEALE) * Colonne 1, lignes 9-62 *	1	
A	--- FR-A-2 333 963 (PHILIPS) * Figures 1,3; page 3, ligne 28 - page 7, ligne 29 *	1,7-11	
A	--- DE-B-1 229 338 (PHILIPS)		
A	--- FR-A-2 425 552 (SCHNEIDER) * Page 22, ligne 1 - page 26, ligne 30 *	1,7-12	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. ³)
			F 02 G F 01 B
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 26-10-1982	Examineur WASSENAAR G.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	