

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

②

N° 75 17905

⑤④ Alternateur à excitation impulsionnelle.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.²). H 02 P 9/10; H 02 K 35/06.

②② Date de dépôt 9 juin 1975, à 15 h 20 mn.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée :

④① Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — «Listes» n. 1 du 7-1-1977.

⑦① Déposant : JARRET Jacques Henri et JARRET Jean Marie Baptiste, résidant en France.

⑦② Invention de :

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Cabinet Madeuf. Conseils en brevets.

La présente invention concerne un alternateur à excitation impulsienne et s'applique notamment à des alternateurs rectilignes à pistons libres, c'est-à-dire des alternateurs à pistons libres dans lesquels la section des parties mobiles reste constante tout le long de l'alternateur.

On sait que dans certains moteurs thermiques, généralement sans embiellage, le mouvement alternatif d'un piston peut être utilisé pour transformer l'énergie mécanique provenant de la détente des gaz brûlés en énergie électrique par l'intermédiaire d'un alternateur rectiligne à pistons libres comportant une partie mobile solidaire du piston et une partie fixe solidaire d'un cylindre dans lequel se déplace le piston.

Dans le brevet français No 69 42152 déposé le 5 décembre 1969, on a déjà décrit un alternateur rectiligne dans lequel la partie mobile est un anneau en matériau ferro-magnétique feuilleté, la partie fixe étant formée d'un inducteur constitué par un circuit, également en matériau ferro-magnétique feuilleté, muni de bobines. Le déplacement de l'anneau mobile dans le circuit fixe, parcouru par un flux magnétique, fait varier la réluctance qui s'oppose au passage du flux et par conséquent fait varier le flux à l'intérieur des bobines. Ces variations de flux induisent dans les bobines des forces électro-motrices qui permettent la fourniture d'un courant électrique sous tension dans un réseau d'utilisation relié à ces bobines.

Pour réaliser une telle machine électrique à réluctance variable, on utilise généralement des circuits magnétiques munis d'un bobinage d'excitation et d'un bobinage de prélèvement. Le bobinage d'excitation est en principe parcouru par un courant constant qui crée le flux magnétique moyen qui est modulé par les variations de réluctance. Pour que l'énergie apportée au système par le déplacement de l'équipage mobile ne soit pas renvoyée sur la source d'excitation, le bobinage d'excitation doit envelopper plusieurs éléments de circuit magnétiques dans lesquels les variations de flux sont telles que la somme algébrique du flux soit constante, alors que sur chacun de ces éléments de circuits est placée une bobine de prélèvement qui fournit l'énergie électrique utilisée à l'extérieur de la machine.

Cette structure nécessite une certaine complexité géométrique des circuits qui conduisent à utiliser une masse considérable de fer et de cuivre dans la construction de la partie fixe de l'alternateur. Ainsi dans un moteur thermique sans
5 embiellage à transmission électromagnétique, la masse de l'inducteur peut représenter les trois quarts de la masse totale du moteur.

En outre, l'inductance propre de l'alternateur et, éventuellement, l'inductance du circuit d'utilisation tendent toutes
10 deux à déphaser le courant électrique qui parcourt les bobines par rapport au mouvement de l'équipage mobile. Ce déphasage contribue à réduire le transfert d'énergie de la machine ou nécessite l'utilisation de capacités de compensation dont l'encombrement et le prix sont importants et qui augmentent le
15 coût de la machine.

L'invention vise à résoudre le problème ci-dessus et permet en particulier de réduire le poids et le coût de tels alternateurs rectilignes.

Conformément à l'invention, le procédé pour assurer l'excitation des alternateurs est caractérisé en ce qu'on envoie
20 dans les bobines de prélèvement de l'énergie électrique de brèves impulsions de courant, lesdites impulsions étant envoyées, au moment convenable, pour assurer la magnétisation du circuit par l'intermédiaire d'un dispositif électronique approprié.
25 Cette excitation impulsionnelle ne nécessite pas que la somme des flux dans plusieurs éléments du circuit soit constante ; par conséquent, la forme des circuits magnétiques peut être simplifiée et la masse de fer et de cuivre peut être réduite.

L'invention s'étend également à un dispositif pour la
30 réalisation du procédé ci-dessus.

Conformément à cette seconde caractéristique de l'invention, l'alternateur est caractérisé en ce qu'il comporte au moins une bobine entourée par un circuit magnétique qui délimite avec un équipage mobile un entrefer dont la valeur varie
35 en fonction des déplacements dudit équipage mobile, les deux extrémités de la bobine étant respectivement reliées aux bornes positives et négatives d'une source de courant à tension constante par l'intermédiaire de deux vannes commandées du type transistor ou thyristor, des liaisons uni-directionnelles re-

présentées par des diodes étant en outre prévues entre chaque extrémité de la bobine et la borne opposée de la source de courant.

5 Diverses autres caractéristiques de l'invention ressortent d'ailleurs de la description détaillée qui suit.

Des formes de réalisation de l'objet de l'invention sont représentées, à titre d'exemples non limitatifs, au dessin annexé.

10 Les fig. 1a à 1d représentent schématiquement quatre positions caractéristiques d'une machine conforme à l'invention supposée réduite à une bobine enveloppée par un circuit magnétique au milieu duquel se déplace un noyau mobile.

La fig. 2 est une représentation électronique du schéma des fig. 1a à 1d.

15 La fig. 3 représente schématiquement une machine conforme à l'invention et qui comporte deux bobines placées en parallèle dans des encoches du circuit magnétique.

La fig. 4 est une vue en coupe de la fig. 3 prise sensiblement le long de la ligne IV-IV de cette figure.

20 Les fig. 5a et 5b représentent chacune, en coupe-élévation, une demi-vue d'une machine conforme à l'invention dans une position caractéristique de la machine.

25 En se référant maintenant aux dessins, les fig. 1a à 1d représentent une vue schématique partielle d'un alternateur conforme à l'invention dans quatre positions caractéristiques de fonctionnement. Chaque bobine 1 est enveloppée par un circuit magnétique ou inducteur 2 en tôles de fer feuilleté qui délimite avec un équipage mobile ou piston 3 un entrefer 4 dont la valeur varie en fonction des déplacements de l'équipage mobile 3 également réalisé en tôles ferro-magnétiques feuilletées.

30 Les deux extrémités de la bobine 1 sont reliées respectivement aux bornes A et B d'un dispositif d'excitation 31. Les bornes A et B du dispositif 31 sont reliées respectivement
35 aux bornes positives et négatives d'une source de courant à tension constante représentée par une batterie d'accumulateurs 5. Les liaisons des bornes respectives A et B et de la batterie d'accumulateurs 5 sont réalisées par l'intermédiaire de deux vannes commandées représentées au dessin sous la forme de

simples interrupteurs 6a et 6b. En outre, des liaisons unidirectionnelles 7a et 7b figurées schématiquement par un trait et un point qui, lorsque la liaison n'est pas conductrice, sont représentées séparées, sont établies entre les bornes A et B
5 reliées à chaque extrémité de la bobine et la borne opposée de la source de courant.

Si on étudie un cycle du mouvement de l'équipage mobile, c'est-à-dire un aller et retour du piston 3, on peut diviser le fonctionnement de l'alternateur en quatre périodes respectivement représentées schématiquement aux fig. 1a à 1d.
10

A la fig. 1a, qui représente l'état initial de la première période du cycle, l'entrefer 4 est à sa valeur minimale, l'équipage en bout de trajectoire étant sensiblement immobile. Les vannes commandées 6a, 6b sont conductrices jusqu'à ce que
15 le flux magnétique dans le circuit magnétique 2 atteigne sa valeur maximale, les liaisons unidirectionnelles 7a, 7b n'étant pas conductrices et s'opposant au passage du courant entre les extrémités de la bobine 1 et la borne opposée de la source de courant 5.

A la fig. 1b, qui représente la seconde période du cycle, les vannes 6a et 6b sont commandées dans leur état non conducteur pendant que l'équipage mobile 3 se déplace suivant la flèche f_1 en augmentant l'entrefer 4. Le flux est réduit par variation de la réluctance en donnant naissance à une force
25 électro-motrice supérieure à la tension de la source 5. Le courant qui reste du même sens que pendant la période précédente passe par les liaisons unidirectionnelles 7a et 7b et fournit l'énergie utile de la machine.

A la fig. 1c, qui représente l'état initial de la troisième période du cycle, l'équipage mobile 3 s'immobilise à l'autre extrémité de sa trajectoire en venant contre une butée de renvoi 8. L'entrefer 4 est alors à sa valeur maximale. Les vannes 6a et 6b restent commandées dans leur état non conducteur. Le courant électrique diminue et s'interrompt rapidement lorsque le mouvement de l'équipage mobile 3 s'inverse par réaction
35 contre la butée 8 et qu'une force contre électro-motrice s'oppose au passage de ce courant.

A la fig. 1d, qui représente la quatrième période du cycle, l'équipage mobile 3 se déplace suivant la flèche f_2 en diminuant l'entrefer 4. Le courant reste interrompu jusqu'à ce
40

que les vannes 6a et 6b soient commandées dans leur état conducteur ce qui s'effectue en bout de course, lorsque commence la première période du cycle suivant où l'ensemble reprend les positions de la fig. 1a.

5 A chaque cycle, la quantité d'énergie utile transférée correspond :

- d'une part, au produit de la variation du flux obtenu pendant la deuxième période du cycle (fig. 1b) par le nombre moyen d'ampère-tours qui parcourt la bobine pendant cette

10

période;
- d'autre part, au produit de la force magnéto-mécanique moyenne, qui s'exerce toujours pendant cette demi-période entre l'équipage mobile 3 et l'inducteur 2 dans la direction du déplacement, par la distance parcourue par l'équipage mobile.

15

On a représenté à la fig. 2 un schéma électronique correspondant aux fig. 1a à 1d. A la fig. 2, les vannes commandées 6a et 6b ont été représentées par deux thyristors respectivement Th_1 et Th_2 , de même les liaisons uni-directionnelles 7a et 7b ont été représentées respectivement par des diodes D_1 et D_2 . Les flèches représentées à cette figure indiquent le sens normal de passage du courant.

20

Les gâchettes g_1 et g_2 des thyristors Th_1 et Th_2 sont reliées à un dispositif 9 commandant l'état conducteur des thyristors Th_1 et Th_2 de la manière indiquée précédemment en ce qui

25

concerne les vannes commandées 6a et 6b.
La durée de l'impulsion d'excitation commandée à partir du dispositif 9 représente environ 1 à 10% de la durée totale du cycle. Le dispositif 9 règle le début de l'impulsion d'excitation de telle manière que le courant utile dans la bobine se

30

trouve en phase, dans les meilleures conditions, avec la variation de réluctance due au déplacement de l'équipage.
Comme on l'a représenté aux fig. 1a à 1d, l'alternateur peut ne comporter qu'une seule bobine. Toutefois, il est souvent avantageux, comme on le voit aux fig. 3 et 4, de placer

35

deux bobines 1a et 1b dans des encoches pratiquées dans un circuit magnétique 2' au milieu duquel se déplace l'équipage mobile 3, les deux bobines 1a et 1b étant disposées parallèlement dans lesdites encoches de telle manière que la seconde période du cycle (indiquée à la fig. 1b) dans l'une des bobines

correspond à la quatrième période (indiquée à la fig. 1d) dans l'autre bobine. On recherche en effet une meilleure continuité du courant fourni en prélevant l'énergie mécanique sur l'équipage mobile 3 à l'aller comme au retour de son mouvement alternatif si bien que le courant électrique résultant ne s'annule jamais et est pratiquement constant.

A la fig. 3, on a représenté les deux extrémités de la bobine 1a reliées (par un dispositif 31' analogue au dispositif 31 des fig. 1a-1d) respectivement aux bornes positive et négative d'une source de courant à tension constante 5', par l'intermédiaire de deux thyristors Th'1 et Th'2, des liaisons par diodes D'1 et D'2 étant établies entre chaque extrémité de la bobine 1a et la borne opposée de la source de courant. De même, les deux extrémités de la bobine 1b sont reliées (par un dispositif 31'') respectivement aux bornes positive et négative de la source 5' par l'intermédiaire de deux thyristors Th''1 et Th''2, des liaisons par diodes D''1 et D''2 étant établies entre chaque extrémité de la bobine 1b et la borne opposée de la source de courant.

La réalisation des fig. 3 et 4 assure ainsi une meilleure continuité du courant fourni à une charge L disposée dans le circuit de la source car on convertit en courant électrique l'énergie mécanique prélevée sur l'équipage mobile à l'aller comme au retour de son mouvement alternatif.

Les fig. 5a et 5b représentent deux vues d'une réalisation d'une machine construite suivant les fig. 3 et 4. Aux fig. 5a et 5b, la machine comporte un seul cylindre thermique 11 dans lequel se déplacent deux équipages mobiles cylindriques 12 et 13 respectivement analogues aux équipages mobiles 3 des figures précédentes. Le cylindre thermique 11 présente des lumières d'admission 14 et 15, des lumières d'échappement 16 et 17 et un injecteur central 18. Les équipages mobiles 12 et 13 oscillent symétriquement entre, d'une part, un point mort extérieur atteint lorsque les faces opposées des pistons des équipages mobiles ont comprimé un liquide contenu dans les chambres 18a et 18b de deux dispositifs hydrauliques élastiques de renvoi (fig. 5a), et, d'autre part, un point mort intérieur atteint lorsque les faces de travail se faisant face des pistons opposés s'immobilisent à 2 mm l'un de l'autre après avoir

comprimé le mélange combustible introduit dans la chambre médiane à volume variable 19 qu'ils délimitent (fig. 5b) et avant que le mélange combustible ne renvoie les pistons. Au dessin, on a représenté les chambres 18a et 18b contenant le liquide de renvoi schématiquement reliées à une source de liquide hydraulique 20.

Chaque piston 12, 13 comporte une masse annulaire en fer feuilleté 21, 22 sertie dans une matière non magnétique 23, 24 et destinée à être déplacée au cours du mouvement alternatif des pistons devant un inducteur annulaire 25, 26 feuilleté analogue au circuit magnétique 2 des figures précédentes.

Comme dans la réalisation selon les fig. 3 et 4 en ce qui concerne les bobines 1a et 1b, des bobines 27, 28 et 29, 30 sont placées parallèlement dans les encoches d'un circuit magnétique. On voit que lorsque la masse magnétique 21 relative au piston 12 se trouve devant une des bobines 27 ou 28, la partie non magnétique se trouve dans l'autre bobine. Il en est de même pour la masse magnétique 22 par rapport aux bobines 29 et 30.

Les bobines 27, 28 et respectivement 29, 30 en liaison avec les masses feuilletées 21 et 22 constituent des organes de démarrage pour la mise en route de la machine, des organes d'accord des déplacements en phase des pistons libres 12 et 13 ainsi que des sources de production d'énergie électrique fournie par le fonctionnement de la machine. D'une manière analogue à ce qu'a été expliqué pour la fig. 3, l'ensemble du dispositif est excité à partir d'un dispositif représenté schématiquement en 31' et les bobines 27, 28 et respectivement 29, 30 sont placées en parallèle de telle manière que la deuxième période d'un cycle dans une des bobines correspond à la quatrième période dans l'autre bobine.

Le dispositif décrit permet d'assurer la régulation d'un courant et d'utiliser efficacement une source tampon.

L'invention n'est pas limitée à l'exemple de réalisation, représenté et décrit en détail, car diverses modifications peuvent y être apportées sans sortir de son cadre. En particulier, l'invention s'étend à toute machine thermique dans laquelle le stator représente l'inducteur et le rotor comporte des dents successives correspondant à l'équipage mobiles des réalisations décrites.

RE V E N D I C A T I O N S

1 - Procédé pour assurer l'excitation d'un alternateur, caractérisé en ce qu'on envoie dans les bobines de prélèvement de l'énergie électrique de brèves impulsions de courant, les-
5 dites impulsions étant envoyées au moment convenable pour assurer la magnétisation du circuit par l'intermédiaire d'un dispositif électronique approprié, de sorte que cette excitation impulsionnelle ne nécessite pas que la somme des flux dans plusieurs éléments soit constante, et que la forme des
10 circuits magnétiques peut être simplifiée et la masse de fer et de cuivre être réduite.

2 - Alternateur à excitation impulsionnelle mettant en oeuvre le procédé de la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte au moins une bobine entourée par un circuit
15 magnétique qui délimite, avec un équipage alternatif mobile entre deux positions, un entrefer dont la valeur varie en fonction du déplacement dudit équipage mobile, lesdites extrémités de la bobine étant respectivement reliées aux bornes positive et négative d'une source de courant à tension constante par
20 l'intermédiaire de deux vannes commandées, des liaisons unidirectionnelles étant en outre prévues entre chaque extrémité de la bobine et la borne opposée de la source de courant.

3 - Alternateur selon la revendication 2, caractérisé en ce que les vannes commandées sont des thyristors.

25 4 - Alternateur selon l'une des revendications 2 et 3, caractérisé en ce que les liaisons unidirectionnelles sont constituées par des diodes.

5 - Alternateur selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que les vannes sont commandées à partir d'un
30 dispositif donnant une impulsion d'excitation représentant environ 1 à 10% de la durée totale d'un cycle de l'équipage mobile.

6 - Alternateur selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que le début de l'impulsion d'excitation est
35 réglé de telle manière que le courant utile dans la bobine se trouve sensiblement en phase avec la variation de réluctance due au déplacement de l'équipage mobile.

7 - Alternateur selon l'une des revendications 2 à 6, caractérisé en ce qu'il comporte deux bobines disposées en
40 parallèle dans les encoches d'un circuit magnétique de telle

5 sorte que, si on divise en quatre périodes le fonctionnement de l'alternateur, la deuxième période dans une bobine correspond à la quatrième période dans l'autre bobine de manière à prélever l'énergie mécanique sur l'équipage mobile à l'aller comme au retour d'un mouvement alternatif pour assurer une meilleure continuité du courant fourni.

10 8 - Application de l'alternateur, selon l'une des revendications 1 à 7, à une machine rectiligne à pistons libres dans laquelle chaque équipage mobile correspond à la partie magnétique d'un desdits pistons libres.

9 - Machine rectiligne selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que la partie magnétique d'un piston libre est disposée dans une partie non magnétique dont la longueur correspond sensiblement à celle de la partie magnétique.

15 10 - Application de l'alternateur, selon l'une des revendications 2 à 9, à des machines thermiques dans lesquelles le stator représente le circuit magnétique et le rotor comporte des dents successives correspondant à l'équipage mobile.

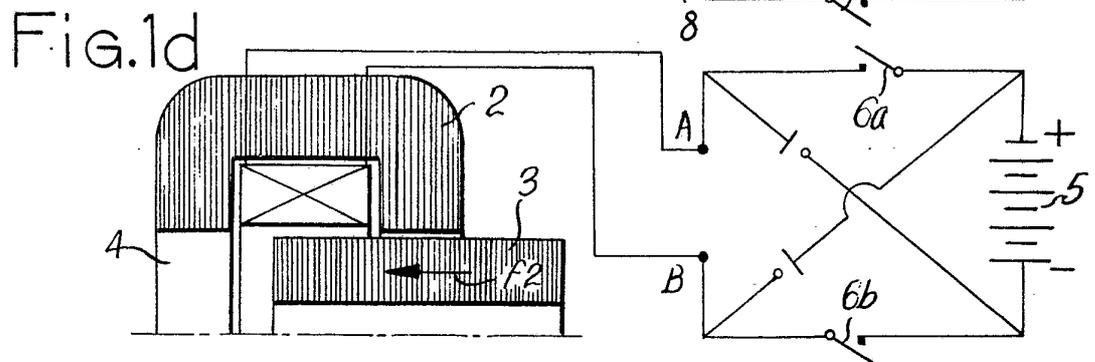
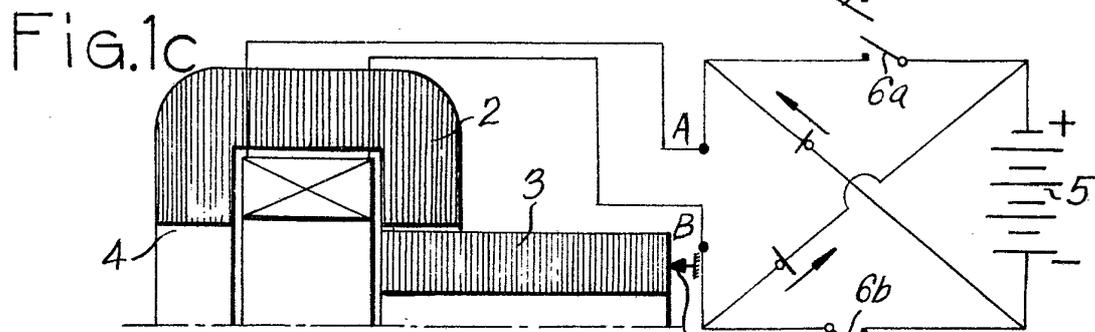
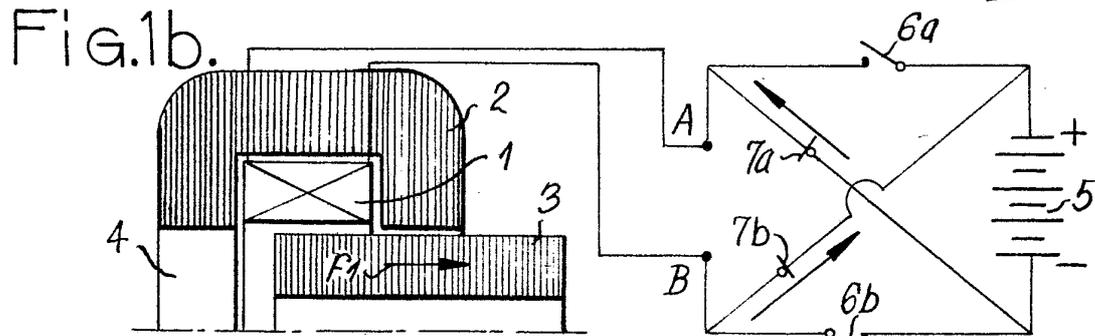
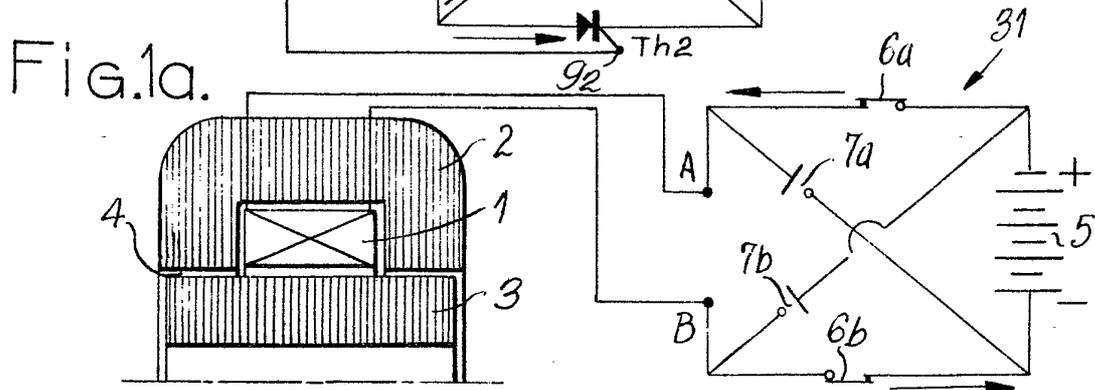
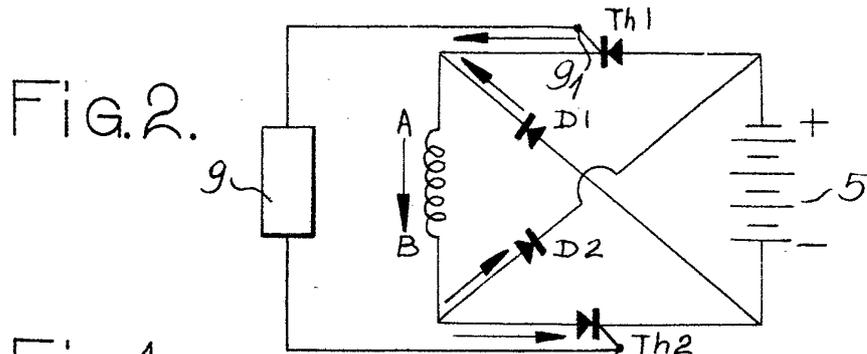


Fig.3.

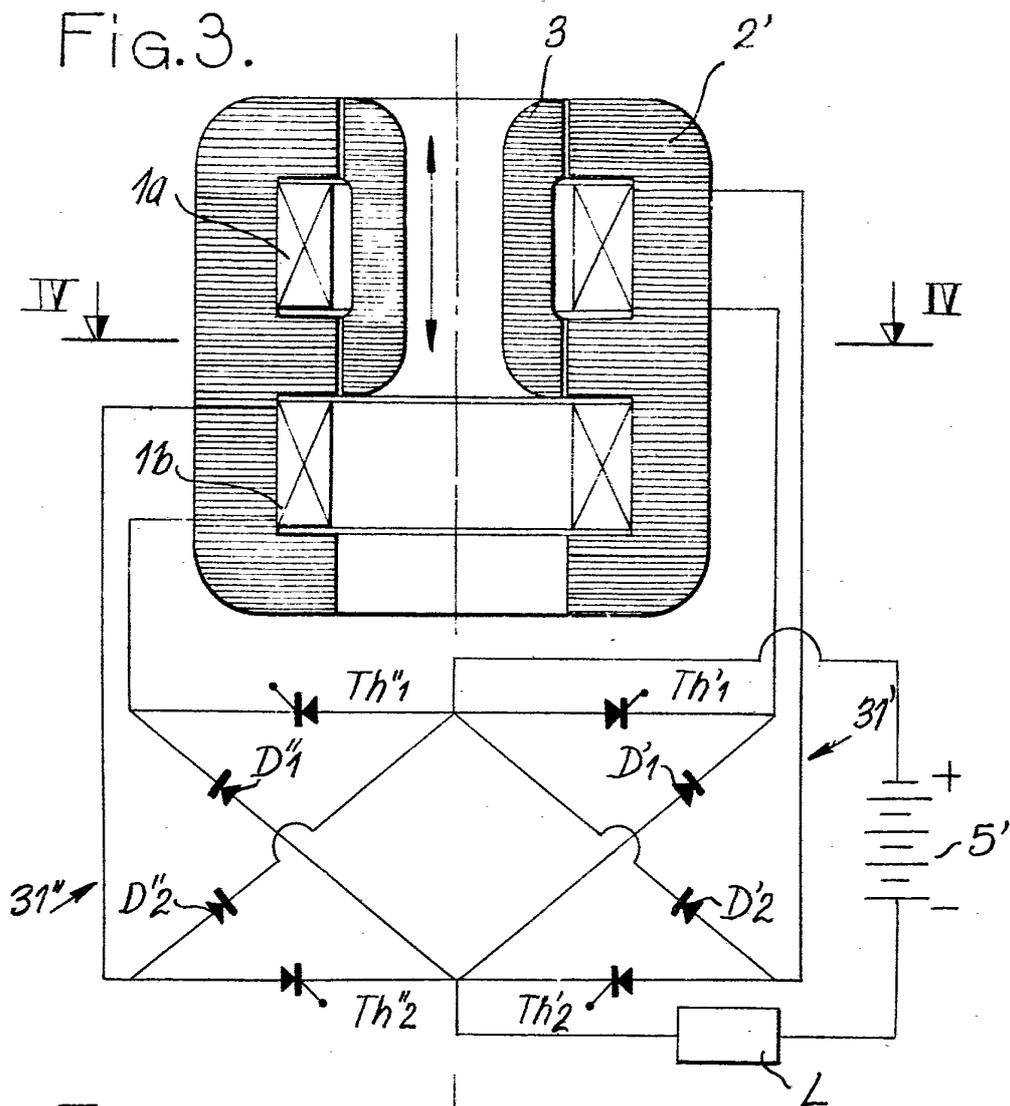


Fig.4.

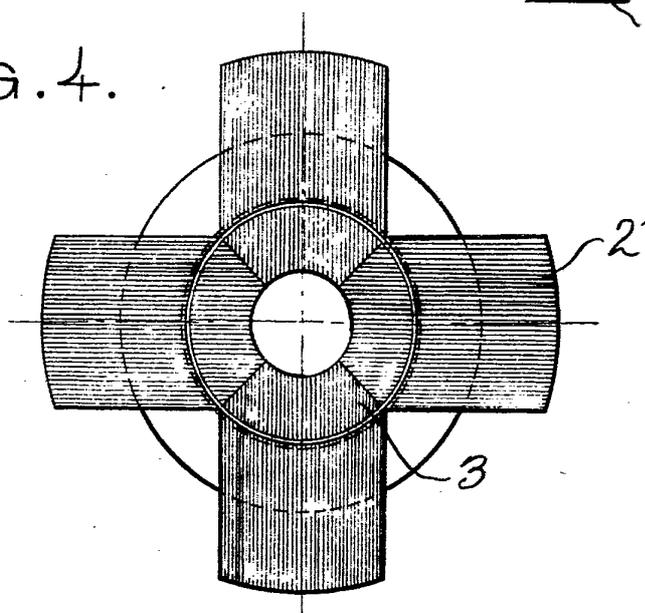


Fig.5a.

Fig.5b.

