RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 465 904**
(A n'utiliser que pour les commandes de reproduction).

A1

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

(21) **N° 80 20167**

(54) **Groupe moteur-compresseur sous enveloppe étanche, notamment pour générateur de froid.**

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). **F 04 B 35/04; F 25 B 31/02; H 02 K 7/14, 29/02.**

(22) Date de dépôt ..... 19 septembre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *RFA, 21 septembre 1979, n° P 29 38 255.6.*

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande ..... B.O.P.I. — « Listes » n° 13 du 27-3-1981.

(71) Déposant : Société dite : SIEGAS METALLWARENFABRIK WILHELM LOH GMBH & CO. KG, résidant en RFA.

(72) Invention de : Erich Rabe.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Lavoix,
2, place d'Estienne-d'Orves, 75441 Paris Cedex 09.

La présente invention se rapporte à un groupe moteur-compresseur sous enveloppe étanche, notamment pour générateur de froid de petites dimensions, comprenant une enveloppe étanche à la pression, partiellement remplie d'un liquide lubrifiant, dans laquelle le groupe moteur compresseur est disposé sous la forme d'un sous-ensemble préalablement monté et suspendu élastiquement, un carter de compresseur comportant un, ou plusieurs cylindres et deux chambres d'absorption des sons qui sont réunies entre elles par l'intermédiaire de la culasse et d'un groupe de clapets composé de plaques, et un moteur électrique dont l'arbre de sortie est relié au piston du compresseur pour la transmission du mouvement par l'intermédiaire d'un mécanisme à bielle et manivelle.

On connaît des groupes moteur-compresseur sous enveloppe étanche pour générateurs de froid, par exemple pour les réfrigérateurs ménagers, les congélateurs du type armoire ou bahut, les appareils de climatisation, etc., sous un grand nombre de formes différentes. Ces groupes servent à comprimer le fluide réfrigérant gazeux introduit dans l'enveloppe. Le compresseur forme, en combinaison avec le moteur électrique, un sous-ensemble préalablement monté qui est suspendu ou appuyé élastiquement dans l'enveloppe étanche aux gaz et à la pression. On utilise normalement des moteurs électriques usuels comportant un stator cylindrique creux et un rotor cylindrique, l'arbre du rotor étant dans la plupart des cas décalé d'un angle de 90° par rapport au piston du compresseur et entraînant ce piston par l'intermédiaire d'un mécanisme à bielle et manivelle. Pour réduire le bruit de fonctionnement du compresseur, sont prévues des chambres d'absorption, soit séparées, soit intégrées dans le bloc-cylindre et qui sont respectivement reliées par des canaux de circulation au groupe de clapets d'aspiration et au groupe de clapets de refoulement prévus dans la culasse. En raison de l'utilisation de moteurs électriques cylindriques et de leur disposition dans l'espace relativement au compresseur, ces groupes moteur-compresseur ont une

largeur relativement grande qui est acceptable dans les générateurs de froid de grandes dimensions tels que, par exemple, les réfrigérateurs et congélateurs ménagers. Toutefois, lorsque les générateurs de froid ont des dimensions plus petites, comme celles qui sont exigées, par exemple lorsqu'ils doivent être utilisés en qualité d'unités transportables dans des véhicules de camping, remorques habitables, etc., on se heurte à des difficultés d'agencement considérables qui sont à imputer en particulier à la largeur relativement grande de l'unité. Etant donné que, dans les cas d'utilisation précités, on ne dispose que de l'énergie électrique produite dans le véhicule lui-même ou par un appareil spécial, la consommation d'énergie et de puissance de ces générateurs de froid comportant un groupe moteur-compresseur sous enveloppe étanche joue un rôle beaucoup plus important que, par exemple, dans le cas des réfrigérateurs ménagers ou autres appareils normaux qui sont raccordés au réseau. Il est donc important de disposer d'un couple suffisamment élevé pour le démarrage du compresseur à piston, parce que en général, il s'exerce sur le fond du piston une pression relativement élevée et que le moteur électrique doit donc démarrer sous charge. Toutefois, pour maintenir la consommation de puissance dans certaines limites, il est par ailleurs indispensable que la consommation d'énergie du moteur électrique soit adaptée aux charges de fonctionnement du générateur de froid.

Le but de l'invention est de réaliser un groupe moteur-compresseur sous enveloppe étanche du genre défini au début qui remplisse les conditions précitées, c'est-à-dire dont les dimensions en largeur soient faibles, dont le moteur électrique développe un couple élevé lors du démarrage et dont la consommation d'énergie soit adaptée au fonctionnement du générateur de froid.

Suivant l'invention, ce problème est résolu par les caractéristiques suivantes :

a) Le moteur électrique est un moteur à courant continu et comprend un rotor en forme de disque muni d'aimants permanents à n poles et de disques de retour du flux magnétique ainsi qu'un stator en forme de disque qui porte des bobines disposées dans un entrefer ;

b) le stator en forme de disque est monté, en respectant un écartement fixé avec précision, entre les disques de retour du flux magnétique et porte plusieurs bobines d'entraînement disposées dans un même plan et commutées électroniquement ;

c) un circuit en pont engendre le courant nécessaire pour la puissance du moteur et est excité par un générateur de courant alternatif qui est commuté par au moins un capteur d'angle sensible au champ magnétique, dans le sens voulu.

L'un des principaux avantages du groupe moteur-compresseur suivant l'invention réside dans ses dimensions extérieures très réduites comparativement à celles des appareils connus, ce qui est à imputer en dernière analyse à la construction particulière du moteur électrique et à sa disposition dans l'espace par rapport au compresseur à piston. L'utilisation d'un moteur à courant continu à commutation électronique en combinaison avec les aimants permanents montés sur une face du disque-rotor, permet non seulement d'obtenir la réduction recherchée des dimensions extérieures de l'appareil mais également de tirer profit du comportement avantageux caractéristique de ce type de moteur, c'est-à-dire de disposer d'un fort couple de démarrage. Par ailleurs, la forme de disque donnée au rotor et au stator permet de régler et de maintenir l'entrefer d'une façon extraordinairement précise, ce qui exerce également une influence favorable sur le rendement du moteur. Du fait qu'il porte des aimants permanents relativement lourds en combinaison avec les deux plaques de retour du flux magnétique, le rotor-disque peut avoir une masse relativement gran-

de de sorte qu'il agit en même temps comme volant d'inertie et assure une grande régularité du couple. La forme contre-coudée de la bielle en combinaison avec un montage du rotor sur un seul palier permet une nouvelle réduction des dimensions de l'ensemble de l'appareil puisque le rotor-disque est logé au moins en partie dans l'espace rendu disponible par la forme contre-coudée de la bielle, de sorte que le centre de gravité du moteur se trouve sur l'axe longitudinal du cylindre ou à peu près sur cet axe.

Le dispositif électronique de commande du démarrage conçu pour le moteur à courant continu choisi comprend un ou plusieurs capteurs d'angle qui détectent la position d'arrêt du rotor à aimants permanents et dont les signaux, qui déterminent le sens de rotation en fonction de la polarité, commandent les bobines d'entraînement du stator avec interposition d'un circuit en pont.

Pour le démarrage du moteur à courant continu, la position de l'aimant permanent à pôles du rotor par rapport à la position des bobines du stator est détectée par le capteur d'angle, qui peut être constitué par exemple par un générateur à effet Hall. Par l'intermédiaire de comparateurs de tension, des impulsions correspondantes ayant la polarité voulue sont envoyées comme signaux, par des sorties, à un circuit comparateur électronique ou à un générateur. Le générateur engendre, à l'aide de la constante de temps R + C, une fréquence qui correspond à la vitesse de rotation de consigne choisie. Les sorties bloquent les impulsions de sortie apparaissant aux sorties du générateur. Ces impulsions de sortie commandent les étages de puissance composés d'éléments amplificateurs de courant et qui excitent les bobines d'entraînement dans un circuit en pont. Etant donné que ces bobines d'entraînement sont situées dans le flux magnétique, le rotor tourne d'une paire de pôles. Ensuite, l'aimant permanent se trouve dans une polarité opposée par rapport au capteur d'angle de sorte que le processus décrit se reproduit dans une phase décalée électriquement de

180°. Cette suite se répète continuellement jusqu'à la fréquence qui correspond à la combinaison R + C.

Si le capteur d'angle se trouve par hasard dans une zone neutre entre le pôle nord et le pôle sud de l'aimant du rotor, il ne se produit pas de captage de position. Dans ce cas, la sortie du circuit comparateur excite la bobine de démarrage puisqu'il n'apparaît aucune polarité aux sorties des comparateurs de tension. Le courant circulant dans la bobine de démarrage provoque une rotation de l'aimant du rotor par rapport au capteur d'angle de sorte que ce capteur peut assurer sa fonction de commande. Après le démarrage, le circuit comparateur est mis hors service et la bobine de démarrage assure la fonction d'une génératrice tachymétrique. La tension U2 produite est une grandeur de mesure en courant continu représentative de la vitesse de rotation et sert maintenant de grandeur réglante de correction pour un étage comparateur réglant la vitesse de rotation du rotor, qui règle dans le sens tendant à la correction, par l'intermédiaire d'un générateur connecté en triangle, le temps d'excitation pour l'étage de puissance des bobines d'entraînement I à VI.

Si les tensions de service ne restent pas constantes, par exemple, si l'on utilise un accumulateur d'automobile pouvant prendre divers états de charge, un comparateur compare la tension de service à une tension de référence interne. Si la tension de service tombe au-dessous, d'une valeur prédéterminée, le générateur est mis hors circuit. Ce générateur se remet en circuit lorsque la tension de service devient supérieure à une valeur prédéterminée. Le rapport entre l'action de mise hors circuit et l'action de mise en circuit est l'hystérésis de commutation.

En raison des forces et couples relativement élevés qui se manifestent dans le moteur électrique, il est nécessaire d'ancrer solidement les enroulements du stator dans le carter du stator. Suivant l'invention, ceci est obtenu d'une façon particulièrement simple grâce à l'utilisation d'un support de

bobine réalisé sous la forme d'une pièce emboutie ou moulée, dans lequel les enroulements plats des bobines d'entraînement et de la bobine de démarrage disposées dans le même plan sont fixées par enrobage dans une matière plastique appropriée. Les opérations de fabrication d'un stator sont particulièrement simples lorsque le remplissage du support et l'enrobage des bobines sont exécutés simultanément en une seule et même phase de travail.

Suivant une autre caractéristique de l'invention, pour obtenir un refroidissement suffisant des composants des dispositifs électroniques de réglage et de commande, sans agrandissement important de la largeur de l'ensemble, les composants de la commutation électronique sont logés à l'intérieur de l'enveloppe refroidie, contre la paroi arrière de la plaque porteuse commune au moteur électrique et au compresseur. De cette façon, les différents organes sont léchés par le fluide réfrigérant contenu dans l'enveloppe. La disposition des éléments électroniques à l'intérieur de l'enveloppe présente l'avantage supplémentaire de permettre de prévoir seulement deux raccordements électriques dans l'enveloppe.

Dans le cas de compresseurs de petite dimension, l'espace mort, compris entre le fond du piston au point mort haut et la surface terminale correspondante du cylindre exerce une forte influence sur le comportement en puissance du compresseur. Suivant l'invention, pour réduire cet espace mort, la lamelle élastique du clapet d'aspiration est circulaire et a un diamètre correspondant au diamètre du cylindre. De cette façon, cette lamelle couvre la totalité de la surface de la culasse pendant la compression et se comporte presque comme une surface limite continue du volume du cylindre. Il est particulièrement avantageux de fixer cette lamelle élastique à la plaque formant le siège du clapet au moyen d'un rivet creux parce que, dans ce cas, le volume intérieur du rivet creux peut également servir d'orifice de sortie. On peut alors obtenir une nouvelle réduction du volume de l'espace mort en mé-

nageant dans le fond du piston un évidement correspondant capable de recevoir la tête du rivet creux.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre. Aux dessins annexés donnés uniquement à titre d'exemple,

- la Fig. 1 est une coupe longitudinale du groupe moteur-compresseur sans enveloppe étanche ;

- la Fig. 2 est une coupe longitudinale du groupe moteur-compresseur, sans enveloppe étanche, décalée de 90° par rapport à la Fig. 1 ;

- la Fig. 3 est un schéma de la commande électronique du moteur électrique.

Le groupe moteur-compresseur représenté sur les Fig. 1 et 2 est composé du compresseur 1, du moteur électrique 2, d'une plaque-support commune 3 servant à porter le compresseur 1 et le moteur électrique 2 et d'une commande électronique montée dans le flux de fluide réfrigérant, sur la surface externe de la plaque-support 3.

Le compresseur 1 comprend, dans un bloc cylindre 5, constitué par exemple par une pièce moulée par injection, un cylindre 6 muni d'une chemise de cylindre 7 emmanchée et un piston 8 coulissant à joint étanche dans cette chemise. Le cylindre 6 est fermé à son extrémité par un dispositif 9 formant une plaque à clapets et par une culasse 10 dans laquelle sont ménagés des canaux de circulation 11, 12 sur le côté aspiration et sur le côté pression. Latéralement au cylindre 6, le bloc-cylindre 5 renferme une chambre d'aspiration 13 et une chambre de pression 14 qui sont orientées avec leur axe parallèle à celui du cylindre et peuvent par conséquent être obtenues par un usinage simple exécuté à partir de la face terminale du cylindre, sans démontage de la pièce, ces chambres se comportant comme des absorbeurs acoustiques.

Comme on peut le voir sur la Fig. 1, pour faciliter le montage, il est prévu dans le bloc-cylindre 5 une échancrure 5a dont la largeur est légèrement supérieure au diamètre du

piston 8 de sorte que le piston 8 préalablement monté sur le moteur électrique 2 peut ainsi être introduit latéralement dans le bloc-cylindre 5.

La lamelle 15 du clapet d'aspiration, qui est fixée au moyen du rivet creux 16 à la surface terminale plane de droite (sur la Fig. 2) de la plaque 14 formant siège de clapet est de forme circulaire, son diamètre n'étant inférieur au diamètre du cylindre que dans la mesure nécessaire pour pouvoir décrire ses mouvements de travail. Cette forme de la lamelle 15 du clapet d'aspiration permet de réduire efficacement l'espace mort au point mort haut qui est préjudiciable à la puissance du compresseur. A cet effet, une chambre 20 est ménagée dans la paroi de fond du piston avec une profondeur qui correspond à la hauteur de saillie de la tête 21 du rivet creux 16.

Une bielle 24 tourillonne sur un axe transversal 22 du piston 6, par l'intermédiaire d'un coussinet 23. Cette bielle 24 peut être réalisée, par exemple en aluminium moulé, elle est contre-coudée dans sa région centrale 25 et articulée à son extrémité libre et par l'intermédiaire d'un roulement 26, sur un maneton 29 fixé à la face externe du rotor 28, en un point excentré par rapport à l'axe de rotation 27 du rotor. Dans un but de rigidité, la bielle contre-coudée 24, 25 peut présenter une section profilée en conséquence. Il est également possible de fixer le tourillon 29 à l'extrémité de la bielle et de monter le roulement 26 sur le rotor 28, en un point excentré de ce rotor.

Le moteur électrique 2 est un moteur à courant continu dont le rotor 28 comprend un disque central profilé 28a. Un tourillon 30 centré au milieu du disque profilé 28a est monté, par l'intermédiaire d'un roulement 31, dans une partie creuse 32 de forme cylindrique de la plaque-support 3, le tourillon 30 ne faisant saillie que sur la face terminale intérieure du disque profilé 28a. Sur ce disque profilé 28a est fixé rigidement un aimant permanent 35 aimanté latéralement et comportant

n pôles. Cet aimant 35 est par ailleurs fixé à un disque annulaire extérieur 36 de retour du flux magnétique qui sert, en combinaison avec un autre disque annulaire intérieur de retour du flux magnétique 37, à fermer le circuit magnétique. Ce disque intérieur 37 de retour du flux magnétique est fixé à un prolongement annulaire 38 du disque profilé 28a dont les surfaces internes 39 sont de forme conique et délimitent, en combinaison avec des surfaces coniques 40, un canal annulaire 41 de forme tronconique. Ces surfaces coniques 39, 40 déterminent par effet centrifuge un écoulement intensif du fluide réfrigérant et lubrifiant dans le canal annulaire 41 et se comportent donc comme une pompe à lubrifiant. Un chapeau de fermeture 45 entoure l'extrémité libre du tourillon 30. Un tuyau 46 fixé dans ce chapeau 45 conduit au carter d'huile. Sous l'effet de l'action centrifuge du canal annulaire conique 41, il se produit dans le volume recouvert par le chapeau 45 un effet d'aspiration à travers le roulement 31 qui provoque un écoulement de fluide lubrifiant du carter d'huile vers le roulement 31, par l'intermédiaire du tuyau 46. Sur la plaque-support 3 est fixé le stator 42 en forme de disque qui porte les bobines d'entraînement I à VI représentées schématiquement en vue de dessus sur la Fig. 2, avec décalage angulaire relatif régulier, ainsi qu'une bobine de démarrage VIII déphasée électriquement, qui se trouve dans la forme de réalisation représentée sur l'axe central du groupe moteur-compresseur. Les bobines d'entraînement ainsi que la bobine de démarrage sont disposées à plat dans un support 43 en matière plastique et elles sont fixées en position par enrobage dans cette matière plastique. Dans un but de rigidité, le support 43 en matière plastique présente plusieurs nervures 44. L'enrobage des bobines dans la matière plastique du support 43 et le fait que ce support est disposé entre les aimants 35 et le disque 37 de retour du flux magnétique du rotor 28 assure l'obtention d'un entrefer plat qui peut être réglé avec une grande précision et qui ne risque pas de varier, même après

un long temps de fonctionnement parce que le rotor ne subit que des moments de basculement nuls ou extrêmement réduits. Les divers éléments du dispositif de réglage et de commande électronique 4 sont fixés à la face arrière de la plaque-support 3.

Dans le circuit représenté, est prévu comme capteur d'angle pour détecter la position relative de l'aimant du rotor par rapport aux bobines du stator, un générateur 51 à effet Hall placé en position fixe dont les deux sorties mènent à deux comparateurs de tension 52, 53 qui se comportent comme des amplificateurs. Le générateur à effet Hall 51 est avantageusement adjacent à la bobine de démarrage VIII. Les deux sorties 54, 54', des comparateurs 52, 53 sont connectées, d'une part, à un circuit comparateur électronique 55 et, d'autre part, à un générateur 56 qui produit, par l'intermédiaire du circuit RC, une fréquence correspondant à la vitesse de rotation de consigne désirée. Deux sorties 57, 57' de ce générateur 56 qui se comporte comme un régulateur de tension et un modulateur de largeur d'impulsion, conduisent à des amplificateurs de puissance dont les composants 58 à 61 sont connectés en pont double. Par ailleurs, deux étages comparateurs 62, 64 sont connectés au générateur 56.

Lors de la mise en circuit, avant la mise en marche du moteur, le générateur à effet Hall 56 capte la position relative de l'aimant permanent 35 du rotor 28 par rapport aux bobines du stator. Suivant la position et la polarité captées, les impulsions émises comme signaux sont amplifiées par l'un ou l'autre des comparateurs de signaux 52 et 53 et sont envoyées au générateur 26 comportant un générateur 63 connecté en triangle qui commande ensuite les composants correspondants 58, 60 ou 59, 61 des étages de puissance pour les bobines d'entraînement I à VI. L'excitation des bobines d'entraînement, fait tourner le rotor d'une paire de pôles. La nouvelle position du rotor est à nouveau captée par le générateur 51 à effet Hall et le processus de commande se répète mais il s'est

produit alors un déphasage de 180° et ce sont maintenant les autres composants des amplificateurs et des étages de puissance qui entrent en action.

Il peut se produire qu'avant le démarrage du moteur le capteur d'angle, c'est-à-dire le générateur à effet Hall 5 se trouve exactement dans une zone neutre entre deux pôles de l'aimant de sorte qu'il ne peut pas répondre. Pour ce cas particulier, le stator 42 comprend une bobine de démarrage VIII qui est excitée par le circuit comparateur 55 et provoque une rotation du rotor 28 en raison de son décalage de phase électrique. Cette rotation du rotor suffit pour faire entrer en jeu le capteur d'angle, après quoi la suite du processus de démarrage s'effectue de la façon normale décrite plus haut. Après cette première phase de démarrage, le circuit comparateur est mis hors circuit. La bobine de démarrage se comporte alors comme génératrice tachymétrique. La tension produite U2 est transmise par une chaîne de filtrage 65 à l'étage comparateur 64 et elle est comparée dans cet étage à une tension de référence interne U1 produite dans le générateur 56 ainsi qu'avec la tension de service. Cet étage comparateur 64 permet ainsi un réglage de la vitesse de rotation du rotor et ceci à l'aide du générateur 63 connecté en triangle, qui joue le rôle de modulateur de largeur d'impulsion et qui excite les composants 58 à 61 des étages de puissance des bobines d'entraînement.

Dans l'étage comparateur 64, la tension de service UB est comparée à la tension de référence interne U1. Dès que la tension de service tombe au-dessous d'une valeur donnée, le générateur 56 est mis hors circuit. Ceci garantit qu'en cas de chute de la puissance de la source d'énergie, qui est constituée par exemple par un accumulateur d'automobile, l'absorption de courant par le groupe moteur-compresseur est également supprimée.

L'invention n'est pas limitée aux caractéristiques et dispositions décrites et représentées. C'est ainsi que, par

par exemple, il est possible et même avantageux de prévoir, soit dans l'entrefer, par exemple de l'aimant du rotor, soit dans les zones de dispersion de cet aimant, un aimant permanent séparé qui ramène toujours le rotor dans la position relative par rapport au capteur d'angle dans laquelle il se produit un démarrage immédiat lors de la remise en circuit. Cette configuration peut simplifier la commande du démarrage. Après la mise hors circuit du moteur, le piston est amené à sa position de point mort bas par la pression qui règne encore dans le cylindre de travail, le point excentré 29 de la bielle 24, 25 se trouvant alors dans la position extrême de droite de la Fig. 1, et, de ce fait et en raison de la variation sinusoïdale de la course, l'aimant permanent et/ou la bobine de démarrage n'ont à développer que des forces relativement petites pour déplacer le rotor par rapport à sa position de point mort neutre, en équilibre indifférent, lors du démarrage puisque la course décrite à ce moment par le piston et, par conséquent, la contre-pression sont très faibles.

REVENDICATIONS

1 - Groupe moteur-compresseur sous enveloppe étanche, notamment pour générateur de froid de petites dimensions, comprenant une enveloppe étanche à la pression, partiellement remplie d'un liquide lubrifiant, dans laquelle le groupe moteur compresseur est disposé sous la forme d'un sous-ensemble préalablement monté et suspendu élastiquement, un carter de compresseur comportant un ou plusieurs cylindres et deux chambres d'absorption des sons qui sont réunies entre elles par l'intermédiaire de la culasse et d'un groupe de clapets composé de plaques, et un moteur électrique dont l'arbre de sortie est relié au piston du compresseur pour la transmission du mouvement par l'intermédiaire d'un mécanisme à bielle et manivelle, caractérisé en ce que

a) le moteur électrique (2) est un moteur à courant continu et comprend un rotor (28) en forme de disque muni d'aimants permanents à n pôles et de disques (36,37) de retour du flux magnétique ainsi qu'un stator (42) en forme de disque qui porte des bobines disposées dans un entrefer ;

b) le stator (42) en forme de disque est monté, en respectant un écartement fixé avec précision, entre les disques (36,37) de retour du flux magnétique et porte plusieurs bobines d'entraînement (I à VI) disposées dans un même plan et commutées électroniquement;

c) un circuit en pont engendre le courant nécessaire pour la puissance du moteur (2) et est excité par un générateur de courant alternatif (56, 63) qui est commuté par au moins un capteur d'angle sensible au champ magnétique, dans le sens voulu.

2 - Groupe moteur-compresseur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la bielle (24) du piston (8) du compresseur est contre-coudée et que sa partie contre-coudée (25) est montée directement sur la surface terminale externe du ro-

tor (28) en forme de disque, en un point excentré.

3 - Groupe moteur-compresseur suivant l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le rotor (28) qui forme le volant d'inertie du moteur électrique (2) est monté par un seul palier sur la plaque-support (3) qui est solidaire du bloc-cylindre du compresseur.

4 - Groupe moteur-compresseur suivant l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'aux bobines d'entraînement (I à VI) est combiné au moins un capteur d'angle (50) de la commutation électronique qui produit en fonction de la polarité de l'aimant permanent (35) des signaux qui déterminent le sens de rotation.

5 - Groupe moteur-compresseur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les bobines d'entraînement (I à VI) et une bobine de démarrage (8) déphasée électriquement, placées dans le même plan, sont disposées dans un support (43) constitué par une pièce moulée par injection ou par une pièce emboutie, et fixé en position par enrobage dans une matière plastique.

6 - Groupe moteur-compresseur suivant l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que, pour éviter des pertes d'espace dans les angles, le fil des bobines a une section rectangulaire ou carrée.

7 - Groupe moteur-compresseur suivant l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que pendant l'opération de moulage sous pression ou par injection, les bobines (I à VIII) sont maintenues dans une position prédéterminée à l'intérieur du moule par des rainures et nervures.

8 - Groupe moteur-compresseur suivant l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les sorties électriques des éléments enrobés sont réalisées sous la forme d'une bande conductrice.

9 - Groupe moteur-compresseur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que, dans la commutation électronique, il est prévu un générateur (53) connecté en triangle et formant

modulateur de largeur d'impulsion.

10 - Groupe moteur-compresseur suivant l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'une chaîne de filtrage connectée en série avec la bobine de démarrage (VIII) excite le générateur connecté en triangle en fonction de la vitesse de rotation et par conséquent de la charge.

11 - Groupe moteur-compresseur suivant l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que les composants (4) de la commutation électronique sont logés à l'intérieur de l'enveloppe refroidie par le gaz aspiré.

12 - Groupe moteur-compresseur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le capteur d'angle de la commutation électronique est constitué par un générateur à effet Hall combiné aux bobines d'entraînement (I à VI) ou par d'autres capteurs appropriés agissant en fonction de l'angle, par exemple des magnétorésistances, des champs de haute fréquence, des dispositifs photoélectriques ou équivalents.

13 - Groupe moteur-compresseur suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'il est prévu un circuit d'excitation de démarrage du moteur qui excite la bobine de démarrage (VIII) du stator (42) en l'absence de polarité univoque (4,4').

14 - Groupe moteur-compresseur suivant l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le clapet d'aspiration (15) est une lamelle élastique circulaire qui fait saillie dans le volume du cylindre et dont le diamètre est légèrement inférieur à celui du cylindre.

15 - Groupe moteur-compresseur suivant la revendication 14, caractérisé en ce que la lamelle élastique (15) est fixée au moyen d'un rivet creux (16) à la plaque de siège de clapet (14), le volume intérieur du rivet creux formant le canal de sortie (18).

16 - Groupe moteur-compresseur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que des surfaces coniques (39, 40) sont formées dans la région de portée, d'une part, sur un disque profilé (28a) du rotor (28) et, d'autre part, sur un bossage

de portée de la plaque-support (3), ces surfaces coniques délimitant entre elles un canal annulaire étroit (40) de forme tronconique et servant de pompe de lubrification centrifuge.

17 - Groupe moteur-compresseur suivant les revendications 1 à 13, caractérisé en ce que le bout de l'arbre (30) du rotor (28) est coiffé par un chapeau (45) monté à joint étanche qui est muni d'un tuyau d'aspiration (46) menant au carter d'huile.

18 - Groupe moteur-compresseur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la lubrification nécessaire est assurée par le fait que le rotor (28) plonge au moins partiellement dans le carter d'huile.

19 - Groupe moteur-compresseur suivant l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que, pour faciliter la mise en place du moteur avec sa bielle et son piston, la chemise (7) du cylindre (6) du compresseur est montée coulissante.

20 - Groupe moteur-compresseur suivant l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le rotor (28) comprend une partie centrale faite d'une matière diamagnétique à laquelle sont fixés les disques (36, 37) de retour du flux magnétique et l'aimant permanent (35).

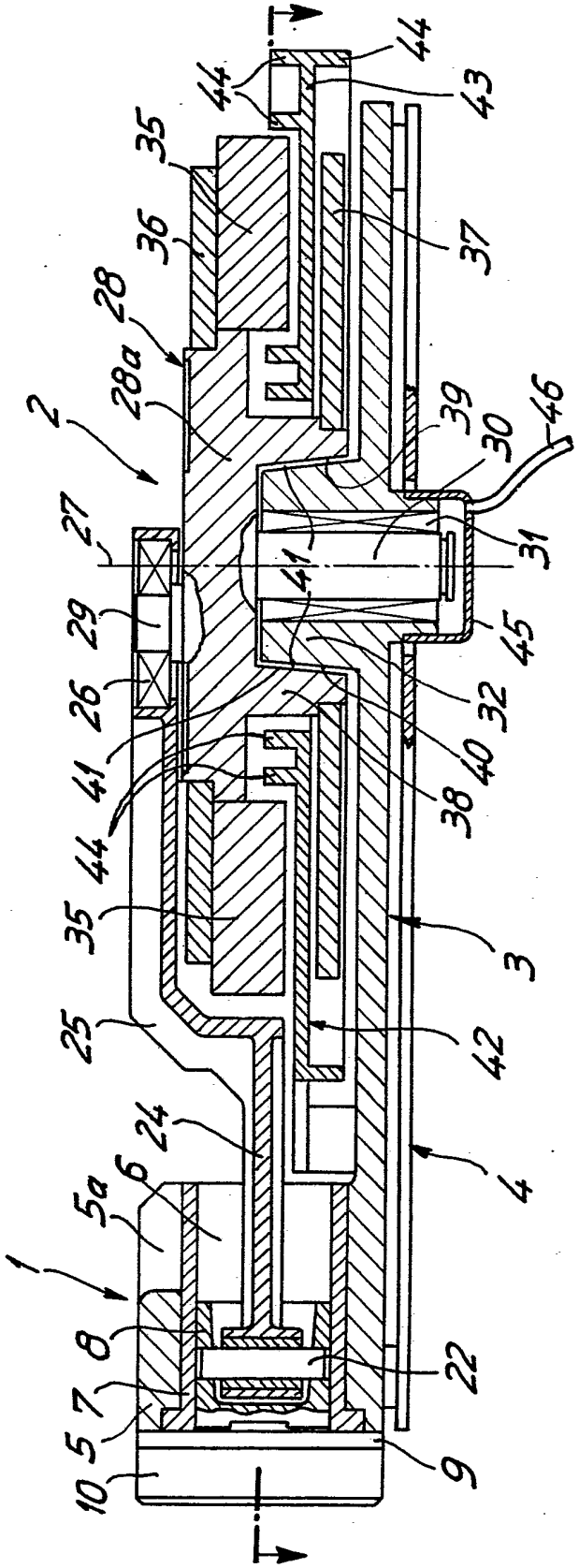
21 - Groupe moteur-compresseur suivant la revendication 20, caractérisé en ce que le palier pour l'entraînement de la bielle est monté dans la partie centrale diamagnétique du rotor et le tourillon est fixé à la bielle.

22 - Groupe moteur-compresseur suivant l'une des revendications 1 à 21, caractérisé en ce qu'il est prévu une échancrure latérale (5a) dans le bloc-cylindre (5) pour permettre d'introduire le piston (8) lors du montage.

23 - Groupe moteur-compresseur suivant l'une des revendications 1 à 22, caractérisé en ce que le dispositif de commande comprend un aimant permanent disposé dans l'entrefer du rotor magnétique ou dans ses zones de dispersion, cet ai-

mant permanent tendant constamment à amener le rotor dans la position (relative du capteur d'angle) dans laquelle il se produit un démarrage immédiat lors de la remise en circuit.

Fig.1


44
44
43
35
36
37
28
28a
2
39
30
46
27
31
41
29
45
26
32
41
40
38
44
35
3
25
42
24
4
5a
6
1
8
22
7
5
9
10

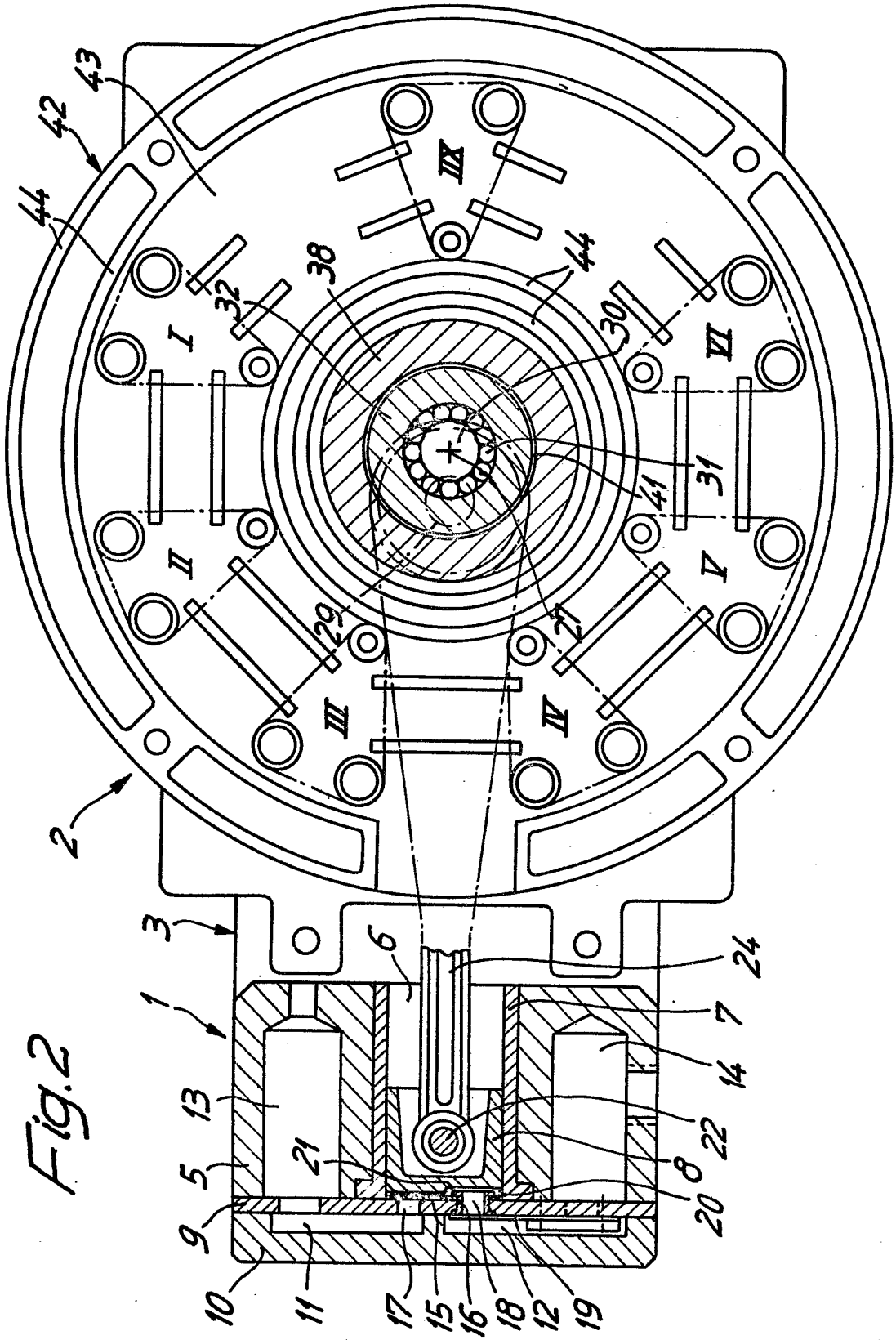

43
42
44
38
32
44
30
I
II
III
IV
V
VI
VII
31
41
29
27
2
3
1
6
24
7
14
13
22
21
8
5
20
9
10
11
17
15
16
18
12
19

Fig.2

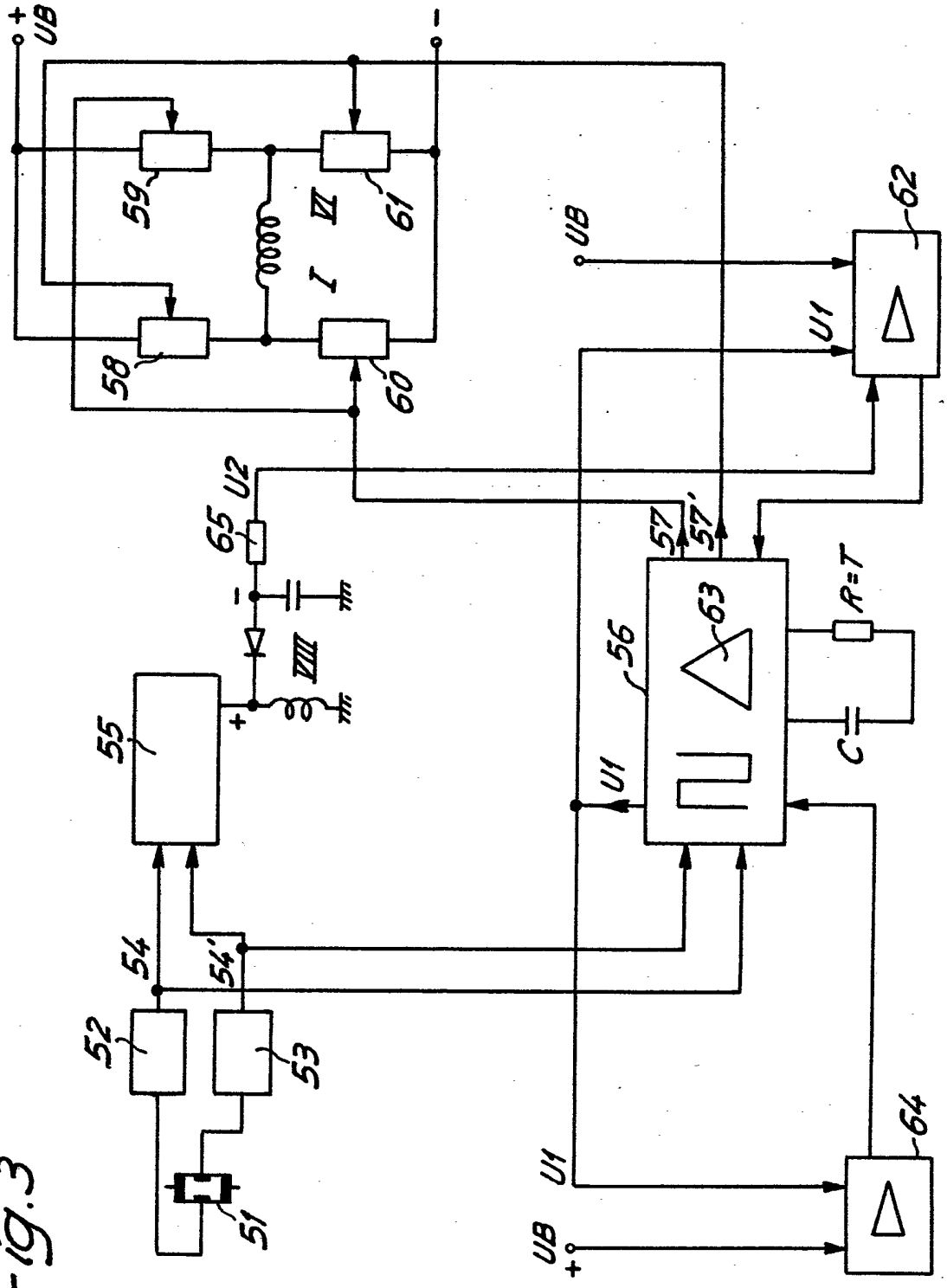

+ UB
-
59
61
I
58
60
UB
62
U1
U2
65
57
57'
R=T
63
56
C
55
U1
54
54'
52
53
51
U1
UB
+
64

Fig. 3