



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Numéro de publication: **0 031 344 B1**

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

Date de publication du fascicule du brevet:
22.12.82

Int. Cl.³: **F 02 B 71/06, F 01 B 11/00**

Numéro de dépôt: **80901199.2**

Date de dépôt: **23.06.80**

Numéro de dépôt international:
PCT/FR 80/00097

Numéro de publication internationale:
WO 81/00019 (08.01.81 Gazette 81/1)

MACHINE A PISTONS LIBRES MULTI-TANDEM.

Priorité: **25.06.79 FR 7916295**

Titulaire: **Benaroya, Henry, 41, Boulevard du
Commandant Charcot, F-92200 Neuilly sur Seine (FR)**

Date de publication de la demande:
08.07.81 Bulletin 81/27

Inventeur: **Benaroya, Henry, 41, Boulevard du
Commandant Charcot, F-92200 Neuilly sur Seine (FR)**

Mention de la délivrance du brevet:
22.12.82 Bulletin 82/51

Mandataire: **Fort, Jacques et al, CABINET
PLASSERAUD 84, rue d'Amsterdam, F-75009 Paris (FR)**

Etats contractants désignés:
CH DE FR GB LI NL SE

Documents cités:
**EP-A-0 007 874
FR-A-1 601 540
FR-A-2 423 637
US-A-3 183 900**

EP 0 031 344 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Machine à pistons libres multi-tandem

La présente invention concerne les machines à pistons libres multi-tandem, comportant plusieurs couples de cylindres moteurs parallèles, chaque cylindre contenant deux pistons moteurs libres opposés, solidaires de pistons compresseurs.

L'invention a plus particulièrement pour objet une machine multi-tandem à pistons libres comprenant un bâti, un équipage mobile interne comprenant une traverse centrale transversale à un axe du bâti, guidé en translation de façon à pouvoir se déplacer d'un mouvement alternatif le long dudit axe, portant, de chaque côté, quatre pistons moteurs internes déplaçables le long des cylindres moteurs disposés aux sommets d'un rectangle et deux pistons compresseurs coulissant dans des cylindres compresseurs internes dont les axes passent hors dudit rectangle, un équipage mobile externe comprenant deux traverses externes reliées par au moins un tirant, portant chacune quatre pistons moteurs externes déplaçables dans quatre desdits cylindres moteurs et deux pistons compresseurs coulissant dans des cylindres compresseurs externes, et des moyens de synchronisation du mouvement alternatif des deux équipages.

Une machine similaire est décrite dans la publication PCT WO 80/02 442.

L'invention vise à fournir une machine multi-tandem dont le bâti présente une rigidité très élevée, assurant un guidage satisfaisant des équipages tout en autorisant un démontage aisé des cylindres, et notamment des cylindres qui ont une dimension axiale importante.

Dans ce but, l'invention propose une machine dans laquelle le bâti comprend un socle, un sommier supérieur reliés par au moins une structure monobloc centrale sur laquelle sont fixés les cylindres compresseurs internes. La machine comporte de préférence deux cadres reliant le socle et le sommier, disposés symétriquement par rapport à un plan médian du bâti et sur lesquels les cylindres compresseurs externes sont fixés par leur face tournée vers le plan médian, les faces opposées desdits cylindres compresseurs externes pouvant être reliées par des plaques.

L'invention trouve une application particulièrement importante dans les installations de production d'énergie comprenant une machine à pistons libres, une turbine à gaz qui reçoit les gaz d'échappement des cylindres moteurs et un compresseur qui fournit aux cylindres compresseurs de l'air à une pression supérieure à la pression atmosphérique, par l'intermédiaire d'un refroidisseur classique. Dans ce cas en effet, chaque cadre peut être conçu pour constituer, avec le socle, le sommier et un carter qu'il contient et qui délimite un espace contenant la traverse externe correspondante, un collecteur d'alimentation des cylindres compresseurs externes correspondants.

Les traverses doivent être munies de moyens

de guidage. Une première solution consiste à les munir de paliers glissant sur des tubes de guidage fixes. Toutefois, pour une installation de grande puissance, il est plus avantageux de constituer les moyens de guidage par un ou plusieurs tube(s) fixé(s) à la traverse et se déplaçant dans des paliers fixes dont la distance est égale à au moins quatre fois le diamètre du tube. Si cette solution augmente légèrement la masse des équipages mobiles, elle a en contre-partie l'intérêt d'éviter tout coussinet, garniture et arrivée d'huile mobile et de permettre de rendre les équipages mobiles sensiblement symétriques par rapport à l'axe longitudinal de la machine.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit d'une machine multi-tandem qui en constitue un mode particulier de réalisation donné à titre d'exemple non limitatif. La description se réfère aux dessins qui l'accompagnent, dans lesquels:

- la fig. 1 est une vue en élévation de la partie gauche de la machine,
- la fig. 2 est un schéma de principe montrant la disposition des axes des cylindres moteurs et des cylindres compresseurs de la machine de la fig. 1, vue en bout,
- les fig. 3, 4 et 5 sont des vues en coupe suivant les lignes III-III, IV-IV, et V-V de la fig. 1.

La machine montrée en fig. 1 comporte un bâti, un équipage mobile interne et un équipage mobile externe, ainsi que des conduites fixes de circulation des gaz.

Le bâti comporte un socle 10 et un sommier supérieur 11 sensiblement de même longueur, reliés par une structure monobloc interne 12 et deux cadres 13, symétriquement disposés par rapport au plan médian III. Cette constitution, complétée par des structures cruciformes 14, donne au bâti une très grande rigidité.

Le bâti porte, par des moyens qui seront décrits plus loin, quatre cylindres moteurs, dont deux, 15a et 15b, apparaissent sur la fig. 1, de chaque côté du plan médian III. Les axes des quatre cylindres 15a, 15b, 15c et 15d sont disposés aux angles d'un rectangle 16 qui, dans le mode de réalisation illustré, est disposé avec son grand côté verticalement. Deux cylindres compresseurs internes à double effet 17a et 17b sont montés un de chaque côté de la structure monobloc centrale 12. Les axes de ces cylindres 17a et 17b intersectent la petite médiane 18 du rectangle 16. A chaque cadre 13 sont fixés deux cylindres compresseurs 18a et 18b également à double effet. Les axes des cylindres 18a et 18b intersectent la grande médiane 19 du rectangle 16, à l'extérieur de celui-ci.

On ne décrira pas ici la structure des collecteurs placés autour des compresseurs et les clapets, étant donné qu'elle peut être l'une de celles déjà connues, par exemple celle décrite dans le brevet US 3 669 571.

On décrira maintenant successivement la

constitution de l'équipage mobile interne et celle de l'équipage mobile externe.

L'équipage mobile interne comprend une traverse centrale 20 (fig. 3) qui, du fait des efforts auxquels elle est soumise, sera généralement usinée dans une pièce forgée unique. La traverse 20 est fixée sur un tube axial 21 de guidage, porté par des paliers (non représentés) écartés l'un de l'autre d'une distance au moins égale à trois fois le diamètre du tube, et fixés au bâti. La traverse comporte deux bras opposés horizontaux fixés aux tiges 29 des pistons des cylindres compresseurs internes 17a et 17b. Deux excroissances de la traverse sont fixées aux tiges des pistons des cylindres moteurs internes 15a, 15b, 15c et 15d.

La nécessité d'un graissage des pièces en déplacement relatif conduit à l'apparition d'un brouillard d'huile dans la zone proche de la traverse 20. Suivant l'invention, la structure monobloc centrale permet d'éviter des projections et des dispersions importantes de lubrifiant. Pour cela, on constitue cette structure centrale par une cage 22, à l'intérieur de laquelle est placé un carter 23 enveloppant la traverse et de dimensions axiales suffisantes pour autoriser le débattement de celle-ci. Le carter 23 est évidemment muni de joints de passage des tiges 29 reliant la traverse aux pistons. Ce carter ou la cage peuvent porter les paliers du tube de guidage 21.

Grâce à la grande rigidité de la cage 22, il est possible de fixer directement les compresseurs internes 17a et 17b sur la cage, ce qui permet d'avoir une symétrie de révolution des circuits internes améliorée.

L'équipage mobile externe présente une constitution symétrique par rapport au plan médian III. Il comporte deux traverses externes 24 (fig. 4) dont l'envergure peut être rendue très inférieure à celle de la traverse centrale 20, ce qui offre plusieurs avantages. D'une part, on tend à équilibrer les masses des équipages internes et externes de façon inhérente. D'autre part, les contraintes subies par les traverses externes sont sensiblement diminuées, particulièrement au cours de la phase motrice, lorsque des efforts de signes opposés sont transmis par les tiges des pistons moteurs externes 25a, 25b, 25c et 25d et les tirants 26a et 26b de liaison entre les traverses 24, placés au droit des tiges des pistons des cylindres compresseurs 18a et 18b. Cette disposition des tirants leur permet de passer en dehors de la traverse centrale 20. Il est en conséquence possible de leur donner une constitution monobloc et d'autoriser un démontage relativement aisé de la traverse 20.

Les traverses 24, comme la traverse 20, sont enfermées dans un carter 27 muni de joints coulissants livrant passage aux tiges de pistons et aux tirants. Elles sont munies de tubes de guidage 28 couissant dans des paliers non représentés. Ces paliers peuvent être portés par le carter 27 ou par une cage 30 qui l'entoure et renforce le cadre portant les compresseurs.

La disposition de traverses centrale et externe qui vient d'être décrite présente des avantages

importants par rapport à la disposition qui vient la première à l'esprit et qui consiste à aligner les compresseurs internes et externes.

Comme indiqué plus haut, il est nécessaire de prévoir un dispositif de synchronisation des mouvements des équipages. Du fait de la grande différence de rigidité entre les équipages mobiles (l'équipage interne étant monolithique tandis que l'équipage externe est en deux moitiés assemblées par des tirants dont la raideur est forcément faible), le dispositif de synchronisation est sollicité deux fois par cycle par un effort bref mais intense.

Pour absorber cet effort, un accouplement élastique est prévu. Mais une élasticité excessive doit être évitée, car elle fait apparaître des problèmes de vibrations. Par ailleurs, il faut se souvenir que tout dispositif qui fait apparaître des efforts de basculement sur les systèmes de guidage se traduit par des pertes mécaniques par frottements accrus.

Dans le mode de réalisation illustré de la machine suivant l'invention, ces problèmes sont écartés grâce à un dispositif de synchronisation double qui tend à éviter les dissymétries d'effort.

Ce dispositif comprend deux roues dentées 31 (fig. 4 et 5) placées dans le plan horizontal médian de la machine. Chaque roue 31 engrène deux crémaillères 32 et 33. Les crémaillères 32 sont fixées à la traverse centrale 20 tandis que les crémaillères 33 sont fixées à une des traverses externes 24. Les deux roues 31 sont placées d'un même côté du plan vertical médian de la machine pour ne pas constituer avec les tirants 26 un système hyperstatique et elles sont montées sur des paliers présentant une élasticité permettant d'absorber les chocs.

La fixation des différents cylindres est effectuée par des moyens qui limitent les porte-à-faux. Comme indiqué plus haut, les cylindres compresseurs externes 18a et 18b sont fixés par leur face interne, voisine de la traverse. Cette face est fixée par des boulons qui peuvent également servir à retenir les plaques porte-clapet, sur le cadre correspondant 13. Ce cadre, dont la profondeur est voisine de l'épaisseur de la traverse 24, est lui-même fixé entre socle 10 et sommier 11. Il est réduit en son milieu par une structure cruciforme qui sera décrite plus loin.

La rigidité de l'ensemble peut être accrue en reliant les fonds des cylindres 18a et 18b par une plaque 34 (fig. 1).

Il subsiste dans ce cas un porte-à-faux, mais les efforts correspondants sont négligeables comparés aux efforts dynamiques qui, eux, sont centrés par rapport à la fixation des compresseurs.

La fixation des cylindres compresseurs internes 17a et 17b pose un problème que l'on ne trouve pas dans le cas des cylindres compresseurs externes 18a et 18b. En effet, il faut que l'accès aux injecteurs des moteurs soit possible et qu'on puisse démonter les cylindres moteurs sans travaux préalables importants et de préférence en bloc.

Ce résultat est atteint grâce à la présence de la structure monobloc interne 12. Les cylindres compresseurs 17a et 17b sont fixés par brides sur des parties latérales de la cage 22, prévue à cet effet en tôle de forte épaisseur (40 mm par exemple).

Grâce à cette disposition, les cylindres compresseurs peuvent avoir une véritable symétrie de révolution en ce qui concerne les circuits d'eau de réfrigération et l'enveloppe d'air comprimé qu'ils refoulent, ce qui est très favorable à la diminution des contraintes thermiques.

Enfin, les cylindres moteurs 15a à 15d se placent chacun dans un des dièdres de la structure cruciforme 14. Ils peuvent être introduits par simple translation et rotation dans le plan horizontal. Ils sont ainsi introduits dans leur culotte de balayage, préalablement fixée à la structure monobloc. On prévoira avantageusement, autour de l'enveloppe d'eau de l'anneau central de chaque cylindre moteur, un berceau facilitant la fixation.

Les dispositions mécaniques qui viennent d'être décrites permettent d'arriver à des circuits de fluides particulièrement avantageux et permettant d'utiliser des cycles thermodynamiques complexes, favorables à un rendement élevé.

On notera tout d'abord que la présence de carter 23 et 27 permet de recueillir l'huile de graissage des coussinets, donc de diminuer les pertes et la contamination par l'huile. L'huile est recueillie dans le fond des carter 23 et 27 et elle est évacuée par des purgeurs automatiques avant d'être remélangée aux excédents d'huile des cylindres moteurs. De telles sorties d'huile 35 et 36 apparaissent sur les fig. 3 et 4.

La circulation d'eau de refroidissement des pistons moteurs s'effectuera par l'intérieur des tiges de pistons et des conduites portées par les traverses. On voit apparaître sur la fig. 3 les conduites 37 d'amenée d'eau traitée de refroidissement des pistons et 38 de retour d'eau. On retrouve également, sur la fig. 4, des conduites d'amenée 40 et de retour 41 d'eau de refroidissement des pistons moteurs externes.

La constitution qui vient d'être décrite se prête parfaitement à la mise en œuvre d'un double cycle avec suralimentation par turbo-soufflantes, par exemple suivant le schéma décrit dans la demande de brevet français n° 78 22 168. Cette disposition utilise le fait que l'air comprimé directement dirigé vers la turbine à gaz de détente, additionné à l'air nécessaire pour l'entraînement d'une turbo-soufflante, peut constituer approximativement la moitié du débit fourni par les compresseurs. Elle utilise également le fait que, pour augmenter le rendement, il est avantageux de produire cet air à la pression de marche des moteurs, ce qui permet de gagner, pour l'air directement admis dans la turbine de détente, la perte de charge moteur. On peut notamment utiliser une disposition comportant quatre compresseurs haute pression et quatre compresseurs basse pression.

Ce résultat est atteint en conservant une répar-

tition simple des collecteurs en regroupant les compresseurs de même type quatre par quatre à chaque extrémité de la machine: les compresseurs 17a, 17b, 18a, 18b, placés à gauche du plan médian, constituent un premier groupe, qu'on peut considérer comme étant à haute pression (HP); les quatre compresseurs situés de l'autre côté peuvent être considérés comme à moyenne pression (MP).

Tous les cylindres compresseurs aspirent de l'air à partir des caissons constitués par la cage 22 et les cadres 13, caissons alimentés en air par une turbo-soufflante non représentée.

Les compresseurs 18a, 18b, 17a et 17b placés à gauche du plan médian, c'est-à-dire les compresseurs HP, débitent dans des collecteurs HP 43 par des brides 44 décalées par rapport à l'axe (fig. 1 et 3). Les collecteurs 43 sont munis de réfrigérants 45 (fig. 1) et débitent dans des collecteurs de balayage 46 qui alimentent à leur tour tous les cylindres moteurs 15a-d.

Les cylindres compresseurs MP, placés à droite du plan médian, alimentent un collecteur moyenne pression (non représenté sur la figure). Une fraction de l'air admis dans ce collecteur MP est envoyée à une turbine à air d'entraînement de la turbo-soufflante. Le reste de l'air est mélangé aux gaz d'échappement provenant des cylindres moteurs 15a-d et alimente une turbine à gaz attelée à la charge, constituée par exemple par un alternateur.

Revendications

1. Machine multi-tandem à pistons libres, comprenant un bâti, un équipement mobile interne comprenant une traverse centrale (20) transversale à un axe du bâti, guidé en translation de façon à pouvoir se déplacer d'un mouvement alternatif le long dudit axe, portant, de chaque côté, quatre pistons moteurs internes déplaçables le long de cylindres moteurs (15a-15d) disposés aux sommets d'un rectangle et deux pistons compresseurs coulissant dans des cylindres compresseurs (17a, 17b) internes dont les axes passent hors dudit rectangle, un équipement mobile externe comprenant deux traverses externes (24) reliées par au moins un tirant (26a, 26b), portant chacune quatre pistons moteurs externes déplaçables dans quatre desdits cylindres moteurs et deux pistons compresseurs coulissant dans des cylindres compresseurs externes (18a, 18b), et des moyens de synchronisation du mouvement alternatif des deux équipements, caractérisée en ce que le bâti comporte un socle (10) et un sommier supérieur (11) reliés par au moins une structure monobloc centrale sur laquelle sont fixés les cylindres compresseurs internes (17a, 17b).

2. Machine suivant la revendication 1, caractérisée en ce que la structure centrale comporte un caisson (22, 23) constituant collecteur d'admission d'air dans des compresseurs internes, sur lesquels les compresseurs sont fixés par leur face terminale.

3. Machine suivant la revendication 2, caracté-

risée en ce que le caisson comprend un carter (23) contenant la traverse centrale et muni de traversées étanches pour les tiges (29) des pistons moteurs.

4. Machine suivant l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce qu'elle comporte deux cadres latéraux (13) sur lesquels sont fixés en bout les compresseurs extérieurs (18a, 18b), reliés par des structures cruciformes respectives (14) à la structure monobloc centrale.

5. Machine suivant la revendication 4, caractérisée en ce que chacun des cylindres moteurs (15a-15d) est fixé dans l'un des dièdres de la structure cruciforme.

6. Machine suivant la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que les pistons compresseurs externes sont reliés par des tirants (26a, 26b) passant hors de la traverse centrale (20).

7. Machine suivant la revendication 1, caractérisée en ce que chaque cadre (13) constitue, avec le socle, le sommier et un carter (27) qu'il contient et qui délimite un espace contenant la traverse externe correspondante, un collecteur d'alimentation des cylindres compresseurs externes.

8. Machine suivant la revendication 7, caractérisée en ce que les traverses externes sont guidées par deux tirants (26a, 26b) disposés dans le plan des axes des compresseurs externes, au droit des axes de ces compresseurs (18a, 18b).

9. Machine suivant la revendication 7, caractérisée en ce que chaque traverse (20 ou 24) est munie de moyens de guidage constitués par au moins un tube fixé à la traverse et se déplaçant dans des paliers fixes dont la distance est égale à au moins quatre fois le diamètre du tube.

10. Machine suivant la revendication 9, caractérisée en ce que les moyens de synchronisation des équipages comportent des roues (31) engrenant des dentures ménagées sur lesdits tubes et des crémaillères de transmission, et sont symétriques de façon à améliorer le rendement de synchronisation.

Claims

1. Multi-tandem free piston machine, comprising a mounting, an inner movable mechanism comprising a central cross-member (20) transverse to an axis of the mounting, guided in translation so as to be movable with an alternating motion along said axis, bearing, on each side, four inner drive pistons movable along drive cylinders (15a-15d) arranged at the corners of a rectangle and two compressor pistons sliding in inner compressor cylinders (17a, 17b) whose axes pass outside said rectangle, an outer movable mechanism comprising two outer cross-members (24) connected by at least one tie-rod (26a, 26b), each bearing four outer drive pistons movable in four of said drive cylinders and two compressor pistons sliding in outer compressor cylinders (18a, 18b) and means for synchronizing the alternating movement of the two mechanisms, wherein the mounting includes a base (10) and an upper header (11) connected by at least one central

one-piece structure on which the inner compressor cylinders (17a, 17b) are fixed.

2. Machine according to claim 1, wherein the central structure comprises a caisson (22, 23) constituting a manifold for the intake of air into the inner compressors, on which the compressors are fixed by their terminal face.

3. Machine according to claim 2, wherein the caisson comprises a casing (23) containing the central cross-member and provided with fluid-tight cross-members for the rods (29) of the drive pistons.

4. Machine according to one of claims 1 to 3, comprising two lateral frames (13) on which are fixed at the end the outer compressors (18a, 18b) connected by respective cruciform structures (14) to the central one-piece structure.

5. Machine according to claim 4, wherein each of the drive cylinders (15a-15d) is fixed in one of the dihedral angles of the cruciform structure.

6. Machine according to claim 1 or 2, wherein the outer compressor pistons are connected by tie-rods (26a, 26b) passing outside of the central cross-member (20).

7. Machine according to claim 1, wherein each frame (13) constitutes, with the base, the header and a casing (27) which it contains and which defines a space containing the corresponding outer cross-member, a supply manifold for the outer compressor cylinders.

8. Machine according to claim 7, wherein the outer cross-members are guided by two tie-rods (26a, 26b) positioned in the plane of the axes of the outer compressors, in line with the axes of these compressors (18a, 18b).

9. Machine according to claim 7, wherein each cross-member (20 or 24) is provided with guide means constituted by at least one tube fixed to the cross-member and moving in fixed bearings whose distance is equal to at least four times the diameter of the tube.

10. Machine according to claim 9, wherein the synchronizing means for the mechanisms comprise wheels (31) engaging teeth formed on said tubes and transmission racks, and are symmetrical so as to improve the synchronizing efficiency.

Patentansprüche

1. Mehrfach-Tandem-Maschine mit frei beweglichen Kolben, umfassend ein Gehäuse, eine innere bewegliche Einrichtung mit einer zentralen Traverse (20), welche quer zu einer Gehäuseachse angeordnet ist und derart verschiebbar gelagert ist, dass sie sich entlang der genannten Achse hin und her bewegen kann, und welche auf jeder Seite vier innere Arbeitskolben trägt, welche in Arbeitszylindern (15a-15d) bewegbar sind, die an den Ecken eines Rechteckes angeordnet sind, sowie zwei Kompressionskolben, welche in inneren Kompressionszylindern (17a, 17b) gelagert sind, deren Achsen ausserhalb des genannten Rechteckes angeordnet sind, eine äussere bewegliche Einrichtung mit zwei äusseren Traversen (24), die wenigstens durch einen Zuganker

(26a, 26b) miteinander verbunden sind und jeweils vier äussere Arbeitskolben tragen, welche in vier der genannten Arbeitszylinder bewegbar sind, sowie zwei Kompressionskolben, welche in äusseren Kompressionszylindern (18a, 18b) gelagert sind, und umfassend eine Einrichtung zur Synchronisation der Hin- und Herbewegung der beiden beweglichen Einrichtungen, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse einen Sockel (10) und einen oberen Träger (11) aufweist, die wenigstens durch ein zentrales einstückiges Konstruktionsteil (12) miteinander verbunden sind, an welchem die inneren Kompressionszylinder (17a, 17b) befestigt sind.

2. Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das zentrale Konstruktionsteil eine Gehäuseanordnung (22, 23) aufweist, welche eine Sammelkammer für die Ansaugluft der inneren Kompressoren bildet und an der die Kompressoren mit ihren Enden befestigt sind.

3. Maschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Gehäuseanordnung ein Gehäuse (23) aufweist, welches die zentrale Traverse aufnimmt und mit abgedichteten Durchführungen für die Kolbenstangen (29) der Arbeitskolben ausgestattet ist.

4. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zwei seitlich angeordnete Rahmen (13) vorgesehen sind, an denen die äusseren Kompressoren (18a, 18b) mit ihrem Ende befestigt sind, die mittels entsprechender kreuzförmiger Konstruktionsteile (14) mit dem zentralen einstückigen Konstruktionsteil (12) verbunden sind.

5. Maschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass jeder der Arbeitszylinder

(15a-15d) an einem der Flächenwinkel des kreuzförmigen Gebildes befestigt ist.

6. Maschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kolben der äusseren Kompressoren mittels Zugankern (26a, 26b) miteinander verbunden sind, welche aussen an der zentralen Traverse (20) vorbeigeführt sind.

7. Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Rahmen (13) mit dem Sockel, dem Träger und einem Gehäuse (27), welches er aufnimmt und welches einen Raum umgrenzt, in dem die entsprechende äussere Traverse angeordnet ist, eine Sammelkammer zur Speisung der äusseren Kompressionszylinder bildet.

8. Maschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die äusseren Traversen von zwei Zugankern (26a, 26b) geführt sind, die in der Ebene der Achsen der äusseren Kompressoren im rechten Winkel zu den Achsen dieser Kompressoren (18a, 18b) angeordnet sind.

9. Maschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass jede Traverse (20 oder 24) mit einer Führungseinrichtung ausgestattet ist, die wenigstens von einem an der Traverse befestigten Rohr gebildet ist und in festen Lagern verschiebbar aufgenommen ist, deren Abstand wenigstens viermal dem Durchmesser des Rohres entspricht.

10. Maschine nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Synchronisationseinrichtungen der beweglichen Einrichtungen Räder (31) aufweisen, welche in Verzahnungen auf den genannten Rohren und in Transmissionszahnstangen eingreifen und symmetrisch angeordnet sind, um den Wirkungsgrad der Synchronisation zu verbessern.

40

45

50

55

60

65

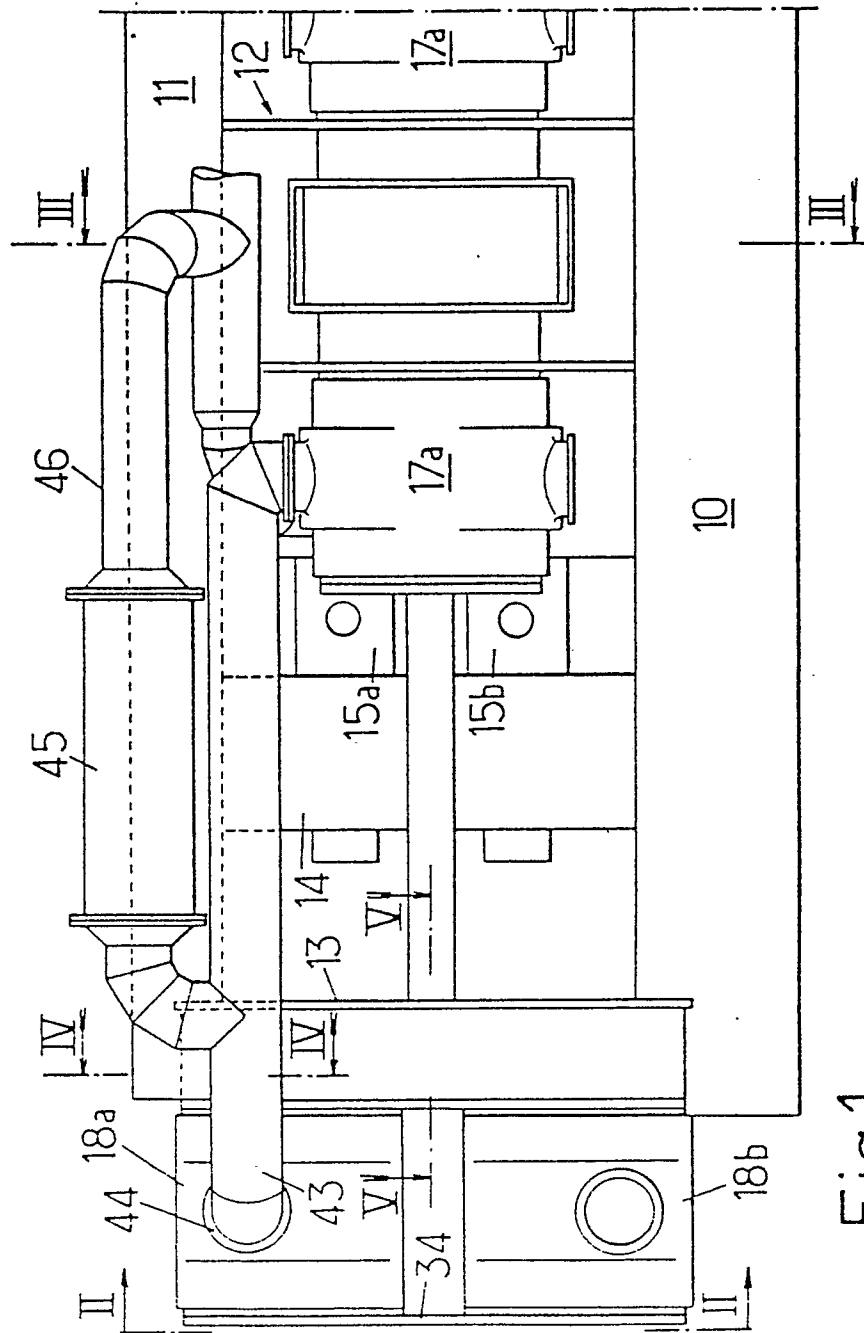


Fig.1.

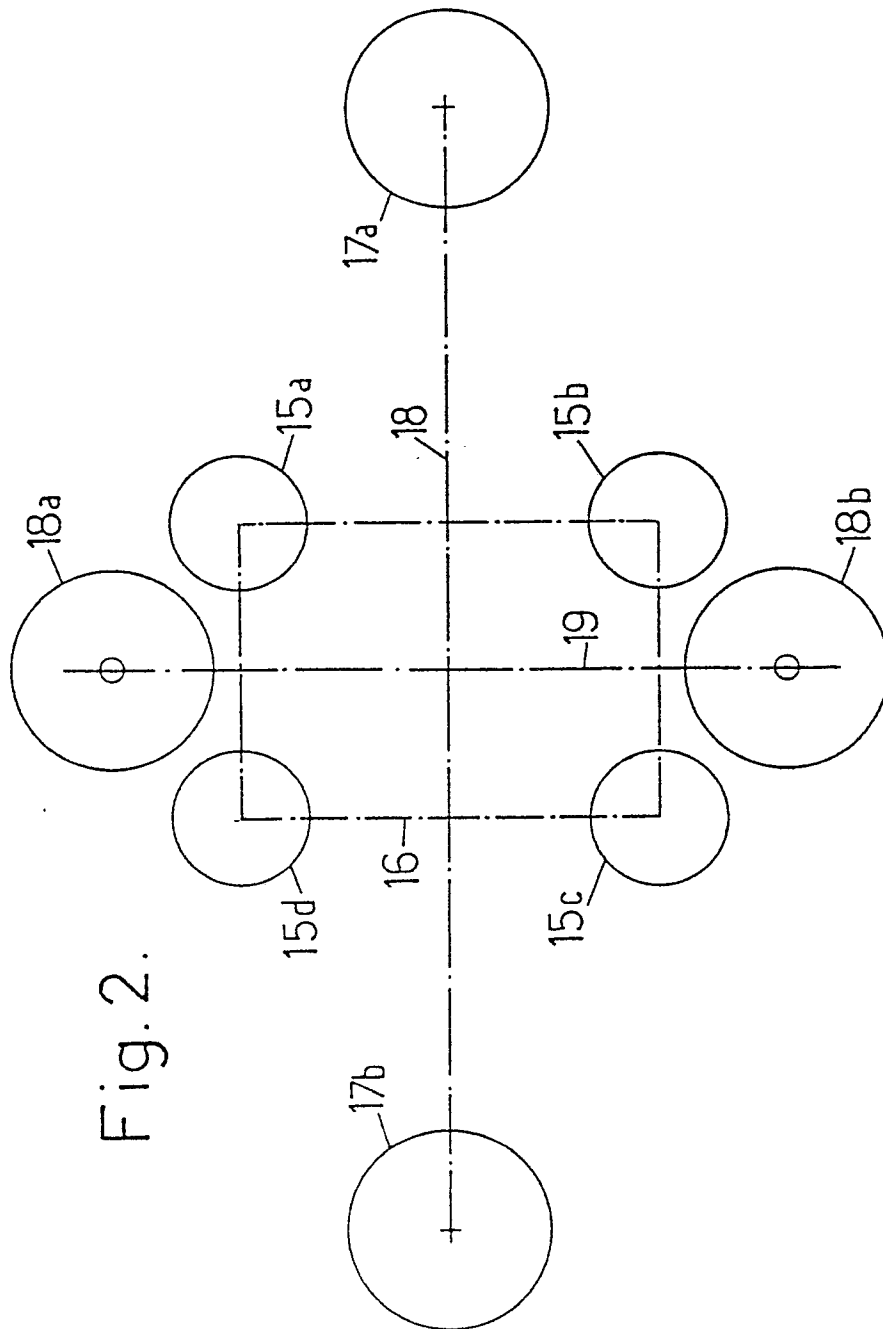


Fig. 2.

