



CONFÉDÉRATION SUISSE

OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

⑪ CH 650 313 A5

⑤① Int. Cl.4: F 01 K 25/10
F 03 G 7/02**Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein**

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

⑫ FASCICULE DU BREVET A5

⑳ Numéro de la demande: 6437/82

㉔ Date de dépôt: 05.11.1982

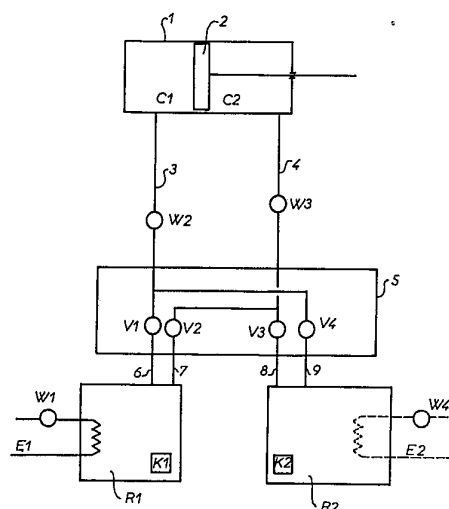
㉔ Priorité(s): 19.11.1981 FR 81 21709
14.01.1982 FR 82 00535

㉔ Brevet délivré le: 15.07.1985

㉔ Fascicule du brevet
publié le: 15.07.1985㉔ Titulaire(s):
Sorelec, St-Jean-de-Braye/Loiret (FR)㉔ Inventeur(s):
Djelouah, Salah, St-Denis-de-l'Hotel/Loiret (FR)㉔ Mandataire:
Dr. Peter Fillinger, Baden

⑤④ Moteur à conversion thermomécanique, notamment moteur à fluide à basse température d'ébullition.

⑤⑦ Le moteur à conversion thermomécanique se compose d'un circuit de circulation d'un fluide à température d'ébullition basse et comporte un cylindre (1) muni d'un piston (2) subdivisant le cylindre en deux chambres (C_1 , C_2) reliées par un dispositif de commutation (5) à un évaporateur (R_1 , R_2) et à un condenseur (R_2 , R_1), constituant l'un la source chaude, l'autre la source froide. Le dispositif de commutation (5) relie alternativement les chambres (C_1 , C_2) du cylindre (1) avec la source de vapeur et avec le condenseur.



REVENDECATIONS

1. Moteur à conversion thermomécanique, caractérisé en ce qu'il se compose d'un circuit de circulation d'un fluide et d'un cylindre (1) muni d'un piston (2) subdivisant le cylindre en deux chambres (C_1 , C_2) reliées par un dispositif de commutation (5) à un évaporateur (R_1 , R_2) et à un condenseur (R_2 , R_1), constituant l'un la source chaude, l'autre la source froide, le dispositif de commutation (5) étant commandé pour relier alternativement les chambres (C_1 , C_2) du cylindre (1) avec la source de vapeur et avec le condenseur.

2. Moteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif de commutation (16) est constitué par un ensemble de trois vannes (V_{10} , V_{12} , V_{11}), l'une étant placée dans le chemin d'alimentation en vapeur de la chambre (C_{10}) du cylindre (10), et les deux autres (V_{11} , V_{12}) étant situées de part et d'autre d'un sas de condensation (17), placé dans le chemin de retour (15, 13) de condensation de la vapeur, les vannes (V_{10} , V_{12}) n'étant pas ouvertes en même temps.

3. Moteur selon la revendication 2, à double effet, caractérisé en ce que le réservoir de liquide formant évaporateur (R_{20}) est relié aux deux chambres (C_{20} , C_{21}) par un dispositif de commutation (22) à cinq branches (23, 24, 25, 26, 27), munies de vannes (V_{20} , V_{21} , V_{22} , V_{23}) pour brancher alternativement l'une ou l'autre des chambres (C_{20} , C_{21}) sur l'évaporateur (R_{20}) tout en interdisant l'alimentation de l'autre chambre (C_{21} , C_{20}) qui, elle, est branchée sur le condenseur (28).

4. Moteur selon la revendication 3, caractérisé en ce que le dispositif de commutation (22) comporte un sas (29) reliant le condenseur (28) à l'évaporateur (R_{20}), le sas étant muni en amont et en aval de vannes (V_{24} , V_{25}), qui ne peuvent être ouvertes simultanément.

5. Moteur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte deux cylindres (30, 40) à double effet, à chambres (C_{30} , C_{40} et C_{31} , C_{41}) alimentées respectivement en parallèle ou reliées respectivement en parallèle sur le condenseur, deux réservoirs (R_{30} , R_{31}) fonctionnant alternativement en évaporateur et en condenseur ainsi qu'un dispositif de commutation (50) muni de deux organes de commutation (51, 52) assurant l'alimentation en vapeur des chambres respectives et le retour des condensats, le chemin d'alimentation en vapeur (60, 61) comportant une chambre (62) formant réserve pour permettre le fonctionnement du moteur pendant la période transitoire d'inversion de fonctionnement des réservoirs (R_{30} , R_{31}) du mode évaporateur au mode condenseur ou inversement.

6. Moteur selon la revendication 1, le condenseur (106) formant sas pour recueillir le condensat et permettre le retour du condensat dans l'évaporateur, caractérisé en ce que le condenseur (106) est relié à l'évaporateur (104) par deux réservoirs auxiliaires (107, 108) et par des conduites de liaison (112, 115, 110, 111 et 113, 114) munies de vannes (V_{61} , V_{62} , V_{63} , W_{61} , W_{62} , W_{63}).

7. Moteur selon la revendication 6, caractérisé en ce que les réservoirs auxiliaires (107, 108) sont munis de circuits de refroidissement (116, 117) respectifs munis de vannes (V_{64} , W_{64}).

8. Moteur selon l'une des revendications 6 ou 7, caractérisé en ce que les réservoirs auxiliaires (107, 108) sont respectivement reliés à l'évaporateur (104) par une conduite (110, 113) débouchant dans le fond du réservoir auxiliaire (107, 108) et par une conduite (111, 114) débouchant dans la partie haute du réservoir auxiliaire (107, 108), ces deux conduites étant munies chacune d'une vanne (V_{61} , V_{62} , W_{61} , W_{62}).

L'invention concerne un moteur à conversion thermomécanique, notamment moteur à fluide à basse température d'ébullition destiné à utiliser une source de chaleur telle qu'un capteur solaire en particulier pour des pays étendus ou à réseau électrique peu développé.

La présente invention a pour but de créer un tel moteur à conversion thermomécanique, susceptible de fonctionner à des tempé-

tures relativement basses, auxquelles travaillent les capteurs solaires, sans nécessiter de circuit complexe pour concentrer cette énergie thermique et arriver à des températures élevées.

Le moteur selon l'invention est caractérisé en ce qu'il se compose d'un circuit de circulation d'un fluide à température d'ébullition relativement basse, et comportant un cylindre muni d'un piston subdivisant le cylindre en deux chambres reliées par un dispositif de commutation à un évaporateur et à un condenseur, constituant l'un la source chaude, l'autre la source froide, le dispositif de commutation étant commandé pour relier alternativement les chambres du cylindre avec la source de vapeur et avec le condenseur.

L'invention sera décrite à titre d'exemple et à l'aide des dessins annexés dans lesquels:

- la fig. 1 est un schéma général de principe d'un moteur selon l'invention;
- la fig. 2 est un schéma d'une première variante de l'invention;
- la fig. 3 est un schéma d'une seconde variante de l'invention;
- la fig. 4 est un schéma d'une troisième variante;
- la fig. 5 est un schéma d'ensemble du mode de réalisation du moteur à conversion thermique;
- la fig. 6 est un schéma simplifié montrant les parties utiles, et leur liaison fonctionnelle, du moteur selon la fig. 5 dans un premier cas de fonctionnement;
- la fig. 7 est un schéma analogue à celui de la fig. 6 montrant les éléments utiles et leur liaison dans le second cas de fonctionnement.

Selon la fig. 1, le moteur thermomécanique se compose d'un cylindre 1, contenant un piston 2, définissant deux chambres C_1 , C_2 de part et d'autre du piston 2. Le cylindre est relié par les conduites 3, 4 à un dispositif de commutation 5, lui-même relié par les conduites 6, 7, 8, 9 à deux réservoirs R_1 , R_2 comportant chacun un échangeur de chaleur E_1 , E_2 .

Le dispositif de commutation 5 comporte des vannes V_1 , V_2 , V_3 , V_4 permettant de réaliser alternativement les liaisons suivantes, suivant que les vannes V_1 , V_3 ou V_2 , V_4 sont ouvertes ou fermées.

Lorsque les vannes V_1 , V_3 sont ouvertes, les vannes V_2 , V_4 sont fermées et le réservoir R_1 est relié par les conduites 6, 3 à la chambre C_1 et le réservoir R_2 est relié par les conduites 8, 4 à la chambre C_2 .

Lorsque les vannes V_1 , V_3 sont fermées, les vannes V_2 , V_4 sont ouvertes, le réservoir R_1 est relié à la chambre C_2 par les conduites 7, 4 et le réservoir R_2 est relié à la chambre C_1 par les conduites 9, 3.

Le dispositif de commutation 5 peut être réalisé soit par un ensemble de vannes V_1 , V_2 , V_3 , V_4 électromagnétiques ou pneumatiques, commandées par des signaux tout ou rien ou par un tiroir susceptible d'occuper deux positions et qui est commandé par un électro-aimant ou encore un boisseau pivotant entre deux positions. Les réservoirs R_1 , R_2 fonctionnent de façon interchangeable comme source chaude fournissant la vapeur et comme source froide condensant la vapeur.

Initialement, on suppose que le réservoir R_1 contient la masse de liquide à vaporiser. Le réservoir R_1 est chauffé soit par le soleil, soit par une autre source. Cette chaleur vaporise le liquide du réservoir R_1 et la vapeur sous pression alimente alternativement les chambres C_1 , C_2 du cylindre 1 suivant l'état du dispositif de commutation 5.

Au cours de chaque cycle, la vapeur se condense dans le réservoir R_2 (condenseur), l'échangeur de chaleur E_2 faisant alors partie d'un circuit de refroidissement qui peut être remplacé par un refroidissement direct, par exemple par ruissellement d'eau.

Progressivement suivant les cycles, le liquide se vaporise dans le réservoir R_1 et se condense dans le réservoir R_2 . Lorsque la limite inférieure de liquide est atteinte dans le réservoir R_1 , on commute le fonctionnement des réservoirs R_1 , R_2 par commutation des fluides caloporteurs dans les circuits et des vannes V_1 , V_3 , V_2 , V_4 .

Lorsque le réservoir R_2 fonctionne en évaporateur, les vannes V_1 , V_3 sont d'abord ouvertes pour permettre l'entrée de la vapeur dans la chambre C_2 et l'évacuation de la vapeur de la chambre C_1 dans le condenseur R_1 . Dans cette position, les vannes V_2 , V_4 sont fermées.

Dans la phase suivante du cycle, les vannes V_4 , V_2 sont ouvertes et les vannes V_3 , V_1 sont fermées. La vapeur alimente la chambre C_1 et la vapeur de la chambre C_2 se condense dans le réservoir R_1 .

L'inversion du fonctionnement des réservoirs R_1 , R_2 est assurée par un circuit à capteurs de niveau de liquide K_1 , K_2 dans chacun des réservoirs R_1 , R_2 .

La vitesse de fonctionnement du moteur dépend de l'apport de chaleur par l'échangeur E_1 (ou E_2) ou du débit de vapeur alimentant les chambres C_1 et C_2 . Le fonctionnement se règle par les vannes d'étranglement W_1 , W_2 , W_3 , W_4 .

La fig. 2 montre une variante du moteur appliquée au cas simple d'un cylindre 10 muni d'un piston 11 délimitant deux chambres C_{10} , C_{11} , le piston étant rappelé dans la position d'extrémité gauche (position en pointillés) par un ressort de rappel 11'.

La chambre C_{10} est la seule à recevoir le fluide vaporisé. En effet, le réservoir de fluide R_{10} , muni de l'échangeur de chaleur R_{10} , est relié par les conduites 12, 13 à un dispositif de commutation 16 et aux conduites 14, 15 à la chambre C_{10} . Le dispositif 16 comporte une vanne V_{10} reliant les conduites 12, 14 et deux vannes V_{11} , V_{12} et un sas 17 reliant les conduites 13 et 15. Le réservoir R_{10} fonctionne comme un évaporateur recevant également le condensat.

L'échangeur E_{10} fournit la chaleur au liquide du réservoir R_{10} . Au début du cycle de fonctionnement, la vanne V_{10} est ouverte pour permettre l'envoi de la vapeur par la conduite 14 dans la chambre C_{10} du cylindre 10 et repousser le piston 11 vers la droite. Puis on ferme la vanne V_{10} et on ouvre la vanne V_{12} , la vanne V_{11} étant fermée.

La vapeur passe dans le sas 17 et s'y condense; le piston 11 est rappelé dans sa position d'extrémité gauche par la pression atmosphérique assistée par le ressort 11'.

Lorsque le piston 11 est à gauche, la vanne V_{12} se ferme et la vanne V_{10} s'ouvre. En même temps, on peut à ce moment ouvrir la vanne V_{11} pour laisser s'échapper le condensat du sas 17 vers le réservoir R_{10} .

La fig. 3 montre une variante plus complète du moteur de la fig. 2, avec un cylindre à deux effets. Le cylindre 20, comportant un piston 21, est subdivisé en deux chambres C_{20} , C_{21} . Le moteur comporte un réservoir R_{20} muni d'un échangeur de chaleur E_{20} et le réservoir R_{20} fonctionne uniquement en évaporateur. Le dispositif de commutation 22 qui relie les chambres C_{20} , C_{21} au réservoir R_{20} par les conduites 23, 24, 25, 26, 27 comporte des vannes V_{20} , V_{21} , V_{22} , V_{23} , V_{24} , V_{25} , un condenseur 28 et un sas 29.

Dans une première phase de fonctionnement, pour alimenter la chambre C_{20} en vapeur à partir du réservoir R_{20} , la vanne V_{20} est ouverte, établissant la commutation entre les conduites 23, 26 et la chambre C_{20} . La vanne V_{21} est fermée. La vanne V_{22} est ouverte pour permettre le passage de la vapeur contenue dans la chambre C_{21} vers le condenseur 28. La vanne V_{23} est fermée pour éviter que la vapeur ne passe du réservoir R_{20} par les conduites 25, 27 dans la chambre C_{21} . La vapeur de la chambre C_{21} s'échappe ainsi dans le condenseur 28 pour s'y condenser. Le condensat est reçu dans le sas 29, la vanne V_{24} étant ouverte et la vanne V_{25} fermée. Puis la vanne V_{24} est fermée et la vanne V_{25} ouverte, pour permettre l'évacuation du condensat du sas 29 dans le réservoir R_{20} .

L'intérêt des variantes à simple effet selon la fig. 2 ou à double effet selon la fig. 3, par rapport au mode de réalisation du schéma de principe de la fig. 1, réside dans la continuité du fonctionnement.

Dans les fig. 2, 3, on a représenté le sas condenseur 17 et le sas 29 et le condenseur 28 comme faisant partie des dispositifs de commutation 16, 22. En réalité, il n'en est pas ainsi et les vannes V_{10} , V_{11} , V_{12} , de même que les vannes V_{20} , V_{21} , V_{22} , V_{23} , V_{24} , V_{25} peuvent être combinées en un seul dispositif de commutation, par exemple un tiroir ou un boisseau se déplaçant ou pivotant entre deux positions correspondant respectivement à l'ouverture et à la fermeture des diverses vannes suivant l'état de fonctionnement.

Le moteur de la fig. 4 se compose de deux cylindres 30, 40 à pistons 31, 41 délimitant deux chambres C_{30} , C_{31} et C_{40} , C_{41} . La tige 32, 42 des pistons commande une liaison par crémaillère et pignon 33, 43. Les deux réservoirs R_{30} , R_{31} reliés aux deux cylindres 30, 40 fon-

ctionnent en parallèle par l'intermédiaire d'un dispositif de commutation 50 qui comporte un organe de commutation 51 coopérant avec un second organe de commutation 52.

Le dispositif de commutation 50 est relié aux réservoirs R_{30} , R_{31} et aux cylindres 30, 40 par les conduites 53, 54, 55, 56, 57, 58, les conduites 57 et 58 se divisant en deux conduites reliées respectivement aux chambres C_{31} , C_{41} , C_{30} , C_{40} . La conduite 58 est reliée simultanément aux chambres C_{30} , C_{40} . Les deux organes de commutation 51, 52 sont reliés par une conduite 59 et une double conduite 60, 61 avec interposition d'un réservoir 62.

Au niveau de l'organe de commutation 51, la conduite 59 se divise en deux branches, de même qu'au niveau de l'organe de commutation 52. Il en est de même de la conduite 60 au niveau du dispositif de commutation 51 et de la conduite 61 au niveau du dispositif de commutation 52. Les deux positions de l'organe de commutation 51 sont représentées par les traits pleins 51a, 51b et les pointillés 51c, 51d. L'organe de commutation 52 se compose de quatre vannes V_{50} , V_{51} , V_{52} , V_{53} .

Selon la fig. 5, le moteur comporte un cylindre 50 à piston 51 fermant deux chambres C_{51} , C_{52} reliées par une conduite respective 100, 101 à un dispositif de commande 102, assurant alternativement la liaison des deux chambres C_{51} , C_{52} avec l'évaporateur 104 par l'intermédiaire de la conduite 103 et avec le condenseur 106 par l'intermédiaire de la conduite 105.

Le circuit comporte deux réservoirs auxiliaires 107, 108. Le réservoir auxiliaire 107 est relié en partie basse à l'évaporateur 104 par la conduite 110 munie de la vanne V_{61} ; la partie haute du réservoir 107 est reliée à la partie haute de l'évaporateur 104 par une conduite 111 munie d'une vanne V_{62} . La partie haute du réservoir auxiliaire 107 est également reliée par une conduite 112 munie d'une vanne V_{63} au condenseur 106. La partie basse du second réservoir auxiliaire 108 est reliée par une conduite 113 munie d'une vanne W_{61} à l'évaporateur 104. La partie haute du réservoir auxiliaire 108 est reliée par une conduite 114 munie d'une vanne W_{62} à l'évaporateur 104. Enfin, la partie haute du réservoir 108 est reliée par une conduite 115 munie d'une vanne W_{63} au condenseur 106.

Le premier réservoir auxiliaire 107 est muni d'un circuit de fluide réfrigérant 116 comportant une vanne V_{64} . De même, le second réservoir auxiliaire 108 est muni d'un circuit à fluide réfrigérant 117 comportant une vanne W_{64} . Le remplissage et l'évacuation des chambres C_{51} , C_{52} du cylindre 50 sont assurés par la commutation du dispositif de commutation, relié à l'évaporateur et au condenseur. L'évaporateur 104 et le condenseur 106 sont alternativement pris en combinaison avec les premier et second réservoirs auxiliaires 107, 108, comme cela sera décrit à l'aide des fig. 6 et 7, de façon à supprimer le problème des pressions résiduelles dans le sas.

Pour les fig. 6 et 7, dans un but de simplification, seules les liaisons établies entre les différents réservoirs (évaporateur 104, condenseur 106, premier et second réservoirs auxiliaires 107, 108) ainsi qu'avec le dispositif de commande 102 sont représentées. Les conduites dont les vannes sont fermées n'ont pas été représentées. De plus, par convention, les vannes qui sont ouvertes ne sont pas représentées.

Selon la fig. 6, l'ensemble évaporateur est formé par l'évaporateur 104 et le second réservoir auxiliaire 108 qui sont reliés par les conduites 113, 114 dont les vannes W_{61} , W_{62} sont ouvertes. L'ensemble condenseur est constitué par le condenseur 106 ainsi que par le premier réservoir auxiliaire 107, reliés par la conduite 112 dont la vanne V_{63} est ouverte.

Le circuit de refroidissement 116 du second réservoir auxiliaire 107 qui fait maintenant partie de l'ensemble condenseur est mis en œuvre, la vanne V_{64} étant ouverte pour permettre la circulation du fluide réfrigérant. Les différentes autres vannes, à savoir les vannes V_{61} , V_{62} des conduites 110, 111 reliant le réservoir 107 à l'évaporateur 104, sont fermées, de même que la vanne W_{63} de la conduite 115 qui relie le condenseur 106 au second réservoir auxiliaire 108. Comme le second réservoir auxiliaire 108 fait partie de l'ensemble

évaporateur, le circuit de fluide réfrigérant 117 est coupé, sa vanne W_{64} étant fermée.

Le second cas de fonctionnement est représenté à la fig. 7 avec les mêmes conventions que celles utilisées pour la fig. 6. L'ensemble évaporateur E est formé de l'évaporateur 104 et du premier réservoir auxiliaire 107 reliés par les conduites 110 et 111 permettant l'équilibre des pressions et le passage du liquide contenu dans le réservoir 107 vers l'évaporateur 104. L'ensemble condenseur est formé par le condenseur 106 et par le second récipient auxiliaire 108 relié au condenseur par la conduite 115. Le premier réservoir auxiliaire 107 faisant partie de l'évaporateur, son circuit de fluide réfrigérant 116 n'est pas utilisé et la vanne correspondante V_{64} est fermée. Le second réservoir auxiliaire 108 faisant partie de l'ensemble condenseur C, son circuit de fluide réfrigérant 117 est utilisé, et sa vanne W_{64} est ouverte.

Par ailleurs, les différents circuits ou liaisons non représentés, dont les vannes sont fermées, sont les suivants: la vanne V_{63} de la conduite 112 reliant le condenseur 106 au premier réservoir auxiliaire 116; les vannes W_{61} , W_{62} montées respectivement dans les conduites 113, 114 et qui relient le second réservoir auxiliaire 108 à l'évaporateur 104.

L'alternance entre les deux cas de fonctionnement des fig. 6 et 7, c'est-à-dire la commande d'ouverture et de fermeture des vannes V_{61} , V_{62} , V_{63} , V_{64} et W_{61} , W_{62} , W_{63} , W_{64} , est assurée automatiquement, dès que le niveau de condensat dans l'ensemble condenseur C atteint une valeur prédéterminée correspondant à un niveau maximal, et que, réciproquement, le niveau du liquide dans l'ensemble évaporateur E a atteint un niveau minimal. Cela permet de faire fonctionner l'ensemble du circuit de fluide à température d'ébullition relativement basse en circuit fermé, sans rencontrer de problèmes de pressions résiduelles dans le condenseur et permettre ainsi la réinjection de condensats sans utiliser de pompe de réinjection.

Les réservoirs auxiliaires 107, 108 sont placés à un niveau supérieur à celui de l'évaporateur 104 tout en étant placés en dessous du condenseur 106 pour permettre l'écoulement des condensats par gravité.

De plus, les réservoirs auxiliaires 107, 108 sont reliés à l'évaporateur 104 respectivement par deux conduites 110, 111, et 113, 114 dont les unes débouchent dans le fond des réservoirs auxiliaires 108 et les autres 111, 114 dans la partie haute des réservoirs auxiliaires 107 et 108. Ces doubles conduites sont nécessaires pour permettre l'équilibrage des pressions et, par suite, l'évacuation du condensat des réservoirs 107, 108 par gravité.

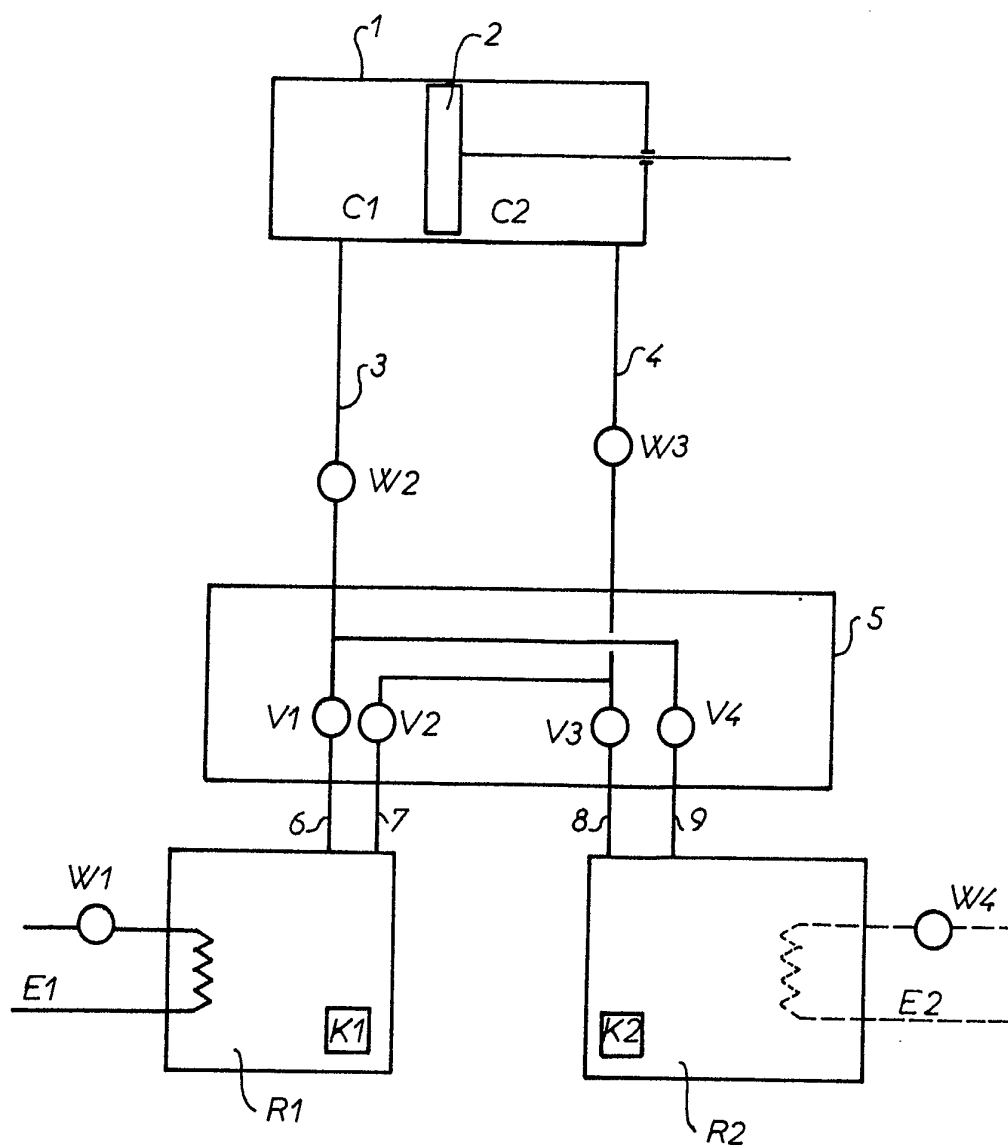


FIG. 1

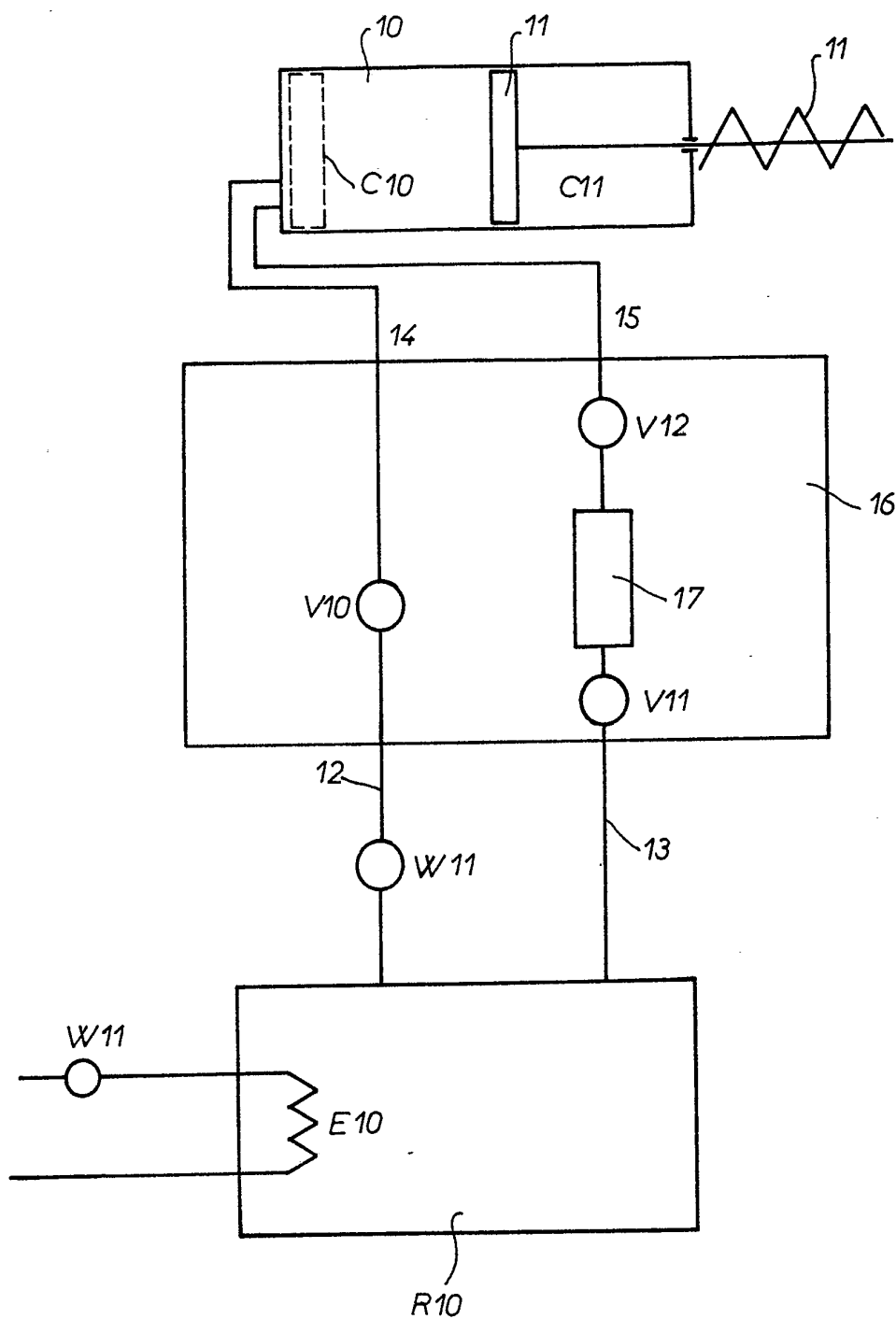


FIG. 2

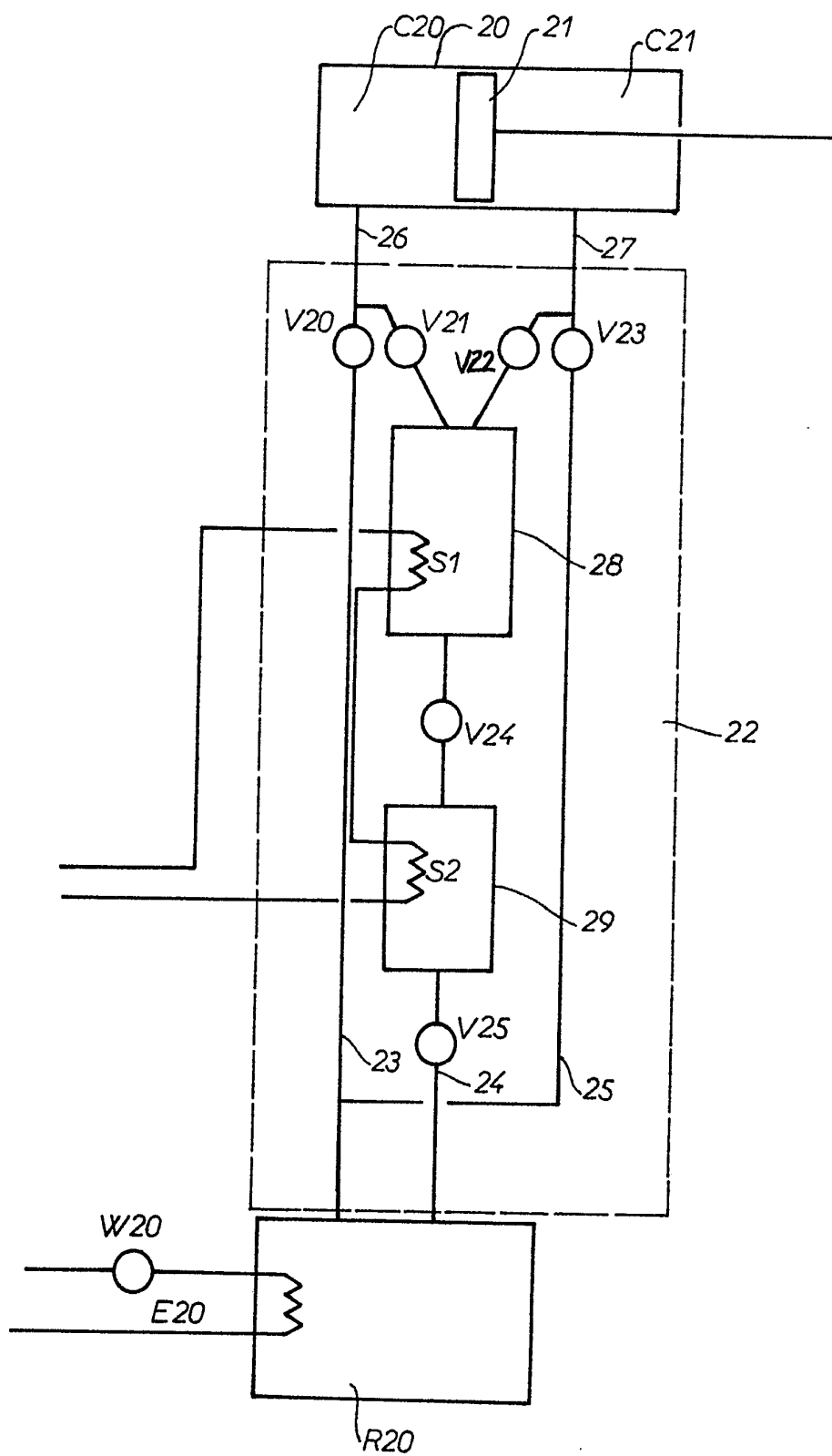


FIG. 3

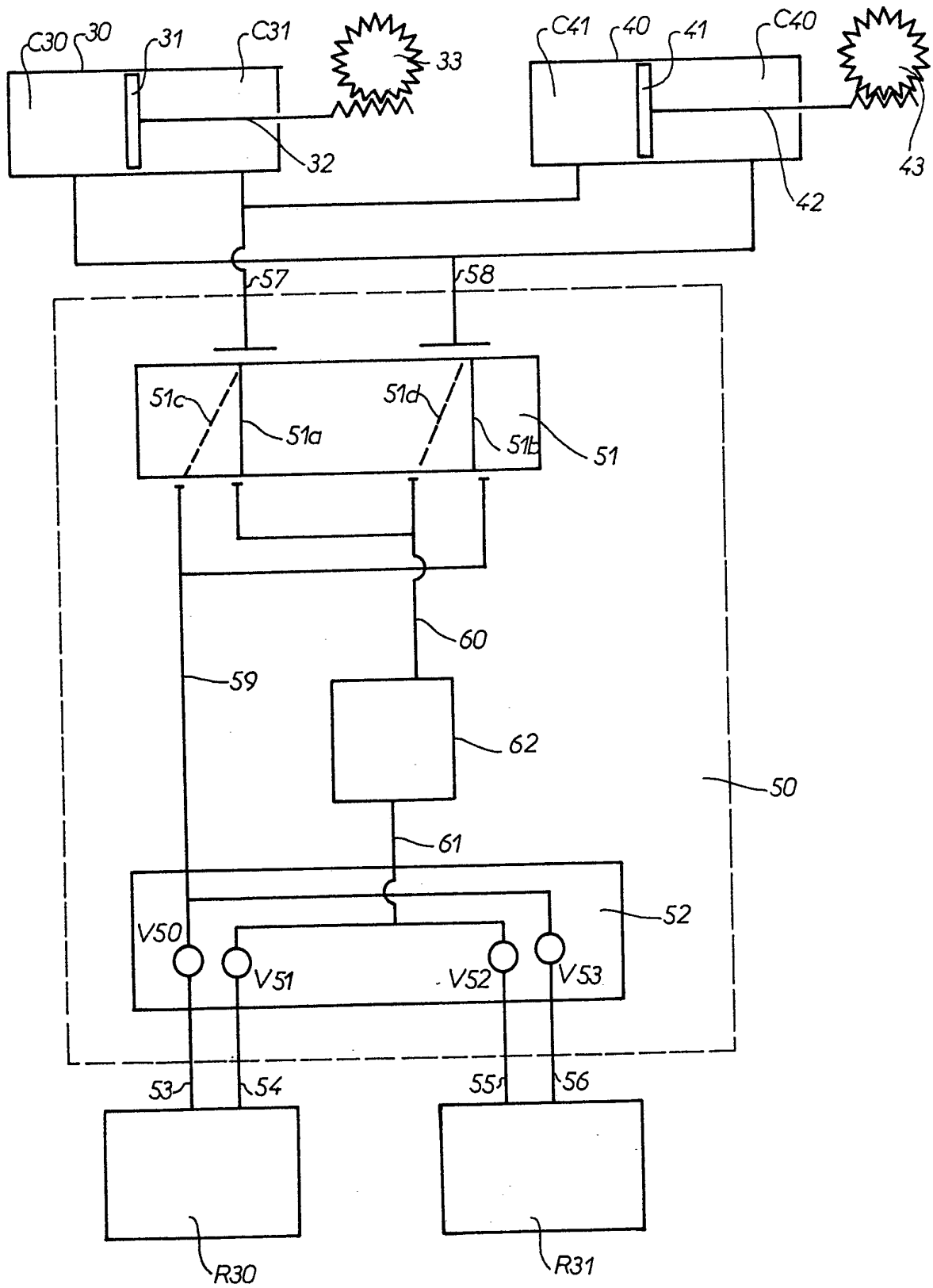
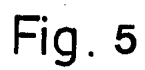


FIG 4



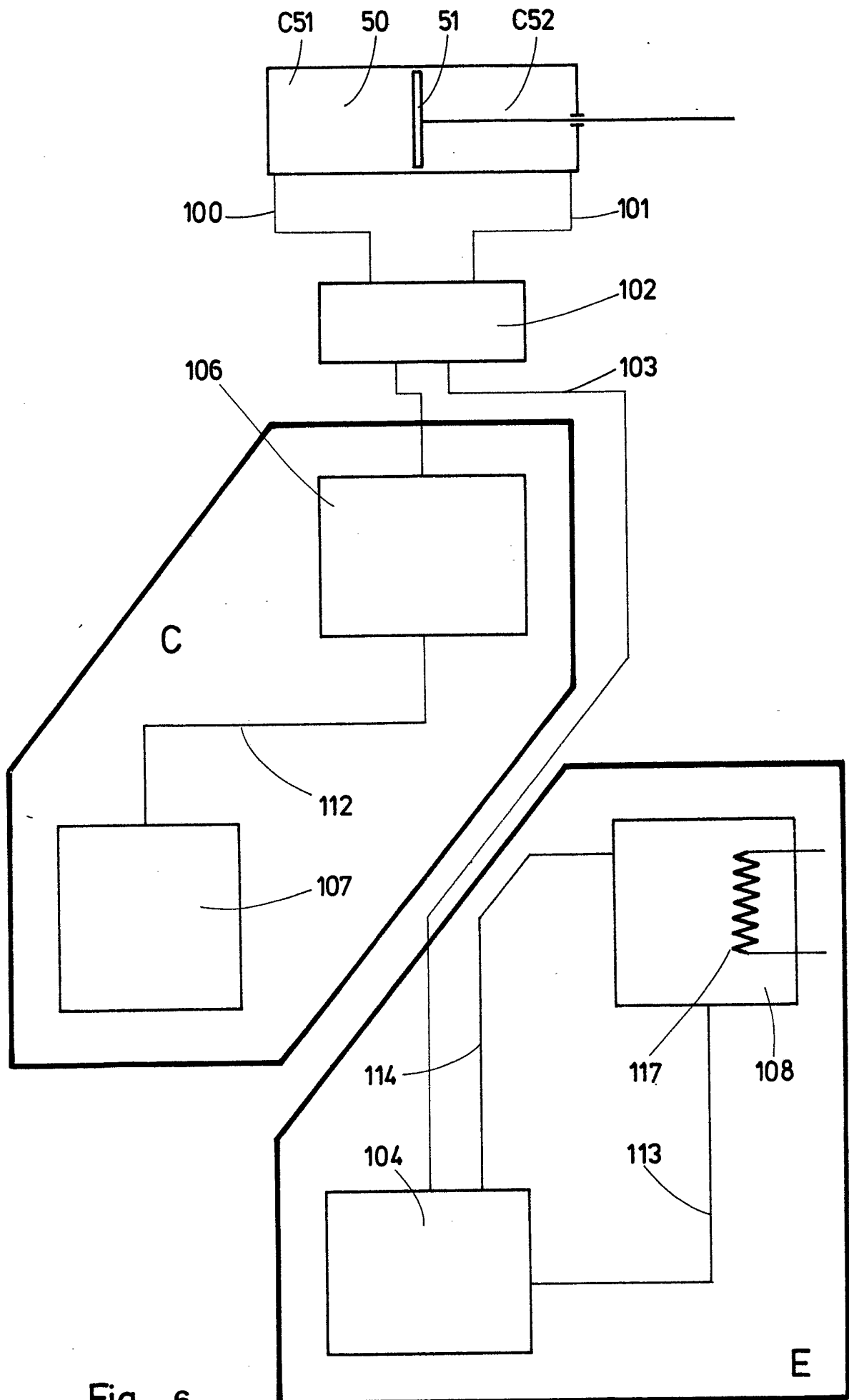


Fig. 6

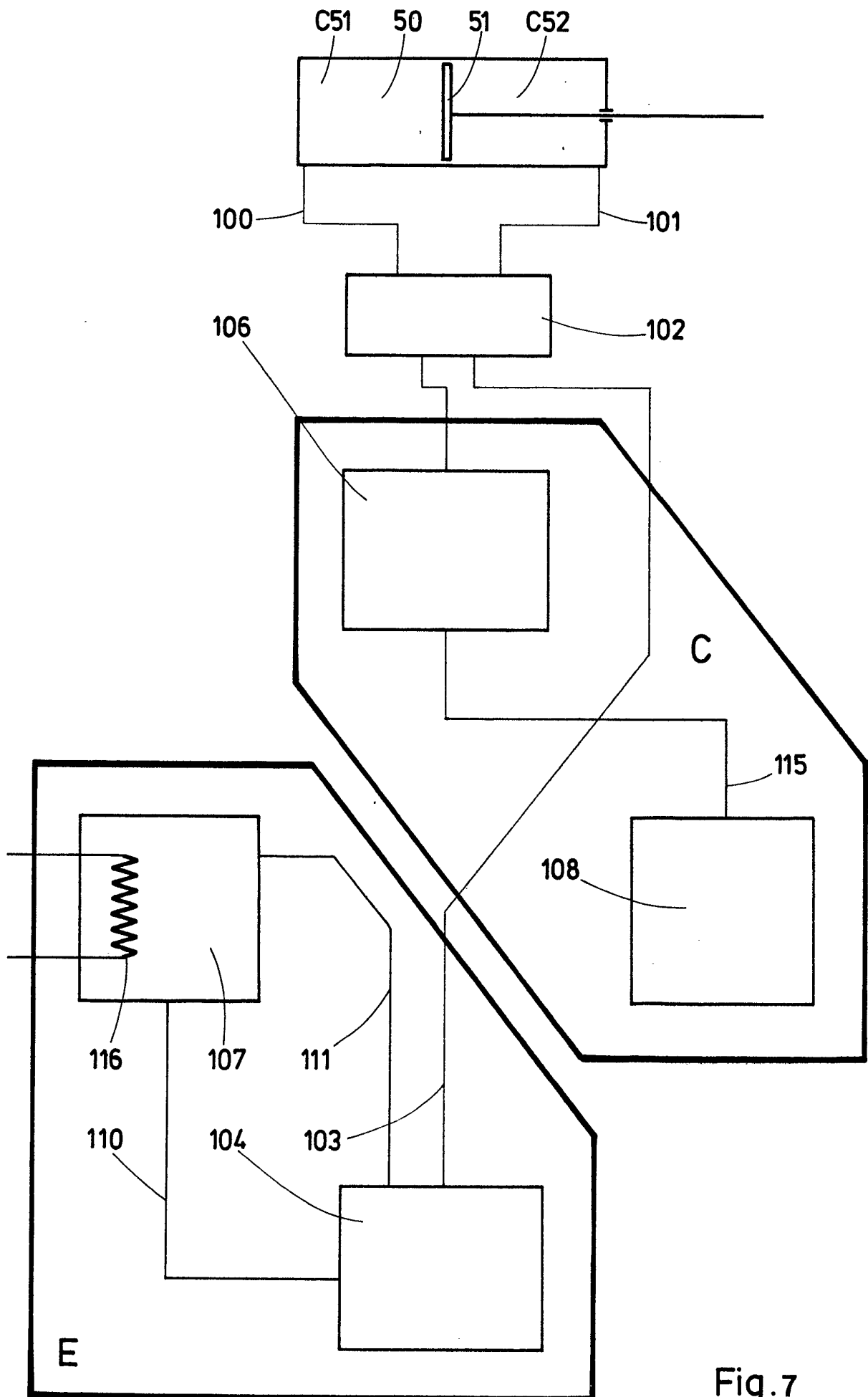


Fig.7