RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 524 318**
(A n'utiliser que pour les commandes de reproduction).

A1

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

(21) **N° 83 04952**

(54) **Appareil pour commander un cœur artificiel.**

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). **A 61 M 1/03; F 04 B 45/00, 49/02 // F 15 B 21/12.**

(22) Date de dépôt ..... 25 mars 1983.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *JP, 30 mars 1982, n°s 52141/1982, 52142/1982, 52143/1982; 31 mars 1982, n° 52933/1982; 30 mars 1982, n° 45056/1982.*

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande ..... B.O.P.I. — « Listes » n° 40 du 7-10-1983.

(71) Déposant : Société dite : AISIN SEIKI KK. — JP.

(72) Invention de : Akira Suzuki, Takeharu Oumi, Sanshiro Takamiya et Hideo Nakazawa.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Novapat - Cabinet Chereau,
107, bd Péreire, 75017 Paris.

La présente invention concerne un appareil d'entraînement de coeur artificiel et, plus particulièrement, un appareil d'entraînement de coeur artificiel dans lequel une position positive et une pression négative sont alternativement appliquées au coeur artificiel à des fins d'entraînement en utilisant un fluide tel que l'air.

Sur le plan de la sécurité, il est important que les coeurs artificiels soient entraînés de façon qu'un mouvement pulsatoire très proche des battements de coeur d'êtres vivants soit conféré au sang. Il existe divers coeurs artificiels, par exemple du type à membrane, du type à sac, du type à piston, etc., qui sont généralement entraînés de manière à recevoir la pression prédéterminée d'un fluide tel que l'air. Pour entraîner ces coeurs artificiels dans les conditions optimum en fonction de l'état des êtres humains, il est essentiel d'employer un appareil d'entraînement qui peut produire la pression correcte en conformité avec les conditions optimum et au moment approprié. En d'autres termes, il y a lieu d'utiliser un appareil d'entraînement qui soit capable de régler correctement et rapidement les battements de coeur, une pression positive,une pression négative et la durée d'application aux coeurs artificiels, ou rapport cyclique, de la pression positive et de la pression négative, etc., aux valeurs

prédéterminées respectives.

Dans un appareil d'entraînement de coeur artificiel de l'art antérieur, des clapets mécaniques de réduction de la pression ou analogues sont utilisés respectivement dans des systèmes à pression positive et pression négative comme moyen d'atteindre les pressions correctes. Cependant, étant donné que les sorties tant des systèmes à pression positive qu'à pression négative sont liées les unes aux autres, et que par conséquent la pression négative agit comme une charge pour le système de pression positive, alors que la pression positive agit comme une charge pour le système de pression négative, l'appareil d'entraînement de coeur artificiel cité ci-dessus présente l'inconvénient que l'ajustement de la pression positive fait varier la charge pour le système de pression positive et cela se traduit par des variations de la pression positive, alors que l'ajustement de la pression positive fait varier la charge pour le système de pression négative et cela se traduit par des variations de la pression négative. Par conséquent, dans le passé, lors du réglage des pressions, l'ajustement devait être exécuté avec soin même dans le cas de l'ajustement de l'une ou l'autre pression de façon qu'une paire de deux clapets de réduction de pression fonctionne en même temps tout en contrôlant deux niveaux des deux pressions, et une pression est maintenue à la valeur prédéterminée alors qu'on met à jour un niveau de l'autre pression. Cela se traduit par un réglage de pression prenant du temps qui nécessite également beaucoup de technicité. D'autre part,les clapets mécaniques de réduction de pression n'offrent pas des performances satisfaisantes,à moins que la pression différentielle entre le côté d'entrée et le côté de sortie soit réglée à une valeur relativement importante. Ainsi, la pression produite par une source telle qu'un compresseur doit être réglée au double de la valeur à appliquer au coeur artificiel. Cela débouche sur l'autre inconvénient qu'il faut une source de pression largement dimensionnée et qu'il y a augmentation des niveaux de chauffage, bruit, etc.

Par ailleurs, un appareil d'entraînement de coeur artificiel de cette nature est souvent utilisé pendant une longue durée, les périodes d'utilisation se succédant. Dans un tel cas, même si une partie de l'appareil tombe en panne, la commande du coeur artificiel ne peut être stoppée.Mais lorsqu'il se produit une avarie, une anomalie, la poursuite du fonctionnement de l'appareil d'entraînement défectueux rend impossible l'entraînement du coeur artificiel dans les meilleures conditions. En outre, même, dans le cas où l'on n'observe aucun ennui ni anomalie, du côté extérieur, un entretien courant est nécessaire pour les parties internes de l'appareil. Par conséquent, lors de l'exécution de l'entretien,de réparations, etc., on doit jusqu'à maintenant préparer un autre moyen d'entraînement de coeur artificiel et l'appareil précédent est remplacé par un nouveau par branchage sur un certain nombre de clapets, robinets, etc. dans une séquence prédéterminée de manière à ne jamais arrêter le coeur artificiel. Mais, lorsque des opérations doivent changer manuellement les branchements de nombreux clapets, robinets, etc., il est impossible d'éliminer totalement le risque de commuter ces parties dans un mauvais ordre. De plus, au moment de l'échange de l'appareil d'entraînement de coeur artificiel, les deux appareils sont désynchronisés dans leur commande, d'où il résulte que cet échange s'accompagne d'un risque très important.

En outre, un appareil d'entraînement de coeur artificiel de cette nature doit être équipé d'un certain nombre de dispositifs et ensembles tels qu'un compresseur,une pompe à vide, un réservoir (accumulateur), une soupape commandée par solénoïde, un ensemble de commande, etc., ce qui se traduit par une unité de grande dimension. Par exemple, on utilise des coeurs artificiels comme auxiliaires pour les coeurs d'êtres vivants lors d'une opération chirurgicale, mais l'appareil d'entraînement du coeur artificiel ne peut être placé, à cause de ses grandes dimensions, à proximité de la table d'opération pendant une opération, car il y a de nombreux docteurs et équipements autour de la table, D'autre part,il est souhaitable de faire varier les batte-

ments de coeur, etc. du coeur artificiel, en fonction de l'état du patient que l'on opère. Par conséquent, un appareil d'entraînement de coeur artificiel de l'art antérieur est placé à une certaine distance de la table d'opération, puis commandé par des techniciens suivant les instructions des docteurs. Mais, pour commander le coeur artificiel dans les conditions optimum, il est préférable que l'appareil d'entraînement soit directement commandé par les docteurs. Comme l'appareil d'entraînement de coeur artificiel de l'art antérieur utilise des clapets mécaniques de réduction de pression ou analogue, il est difficile de réaliser une commande directe de cette nature et impossible de l'exécuter à distance.

On a proposé d'autres appareils d'entraînement de coeur artificiel dans lesquels des soupapes entraînées par solénoïde dans le but d'effectuer la commande d'ouverture et de fermeture sont respectivement fixées au côté de sortie d'un système de pression positive et au côté de sortie d'un système de pression négative pour la commutation des pressions positive et négative devant être appliquées au coeur artificiel. Dans un appareil de cette nature, les soupapes sont commandées par un ensemble de façon que l'ouverture et la fermeture soient effectuées alternativement à la cadence prédéterminée en conformité avec des pulsations pré-établies du coeur. Cependant, un tel appareil d'entraînement de coeur artificiel présente l'inconvénient que l'apparition de bruits ne peut être évitée car les clapets commandés par solénoïde sont constamment entraînés à l'ouverture et à la fermeture de manière alternative. Des couvercles anti-bruit ou analogues peuvent être placés autour des soupapes de façon à supprimer un certain niveau de bruit, mais cela se traduit par une augmentation des dimensions et du coût, et par le fait que l'appareil devient difficile à déplacer.

Un objet de la présente invention est un appareil d'entraînement de coeur artificiel qui permet d'ajuster à la fois les pressions positive et négative sans qu'elles aient un effet réciproque l'une sur l'autre, et qui soit

facile à manoeuvrer et présente une sécurité élevée. Un autre objet de la présente invention est un appareil d'entraînement de coeur artificiel qui permette de maintenir les deux pressions aux valeurs prédéterminées, et cela avec une précision élevée.

Un second objet de la présente invention est un appareil d'entraînement de coeur artificiel sur lequel on puisse procéder à la réparation des pièces défectueuses, à des opérations d'entretien etc. sans qu'il soit nécessaire de préparer un appareil d'entraînement de coeur artificiel supplémentaire de secours. Un autre objet de la présente invention est un appareil d'entraînement de coeur artificiel qui puisse entraîner des coeurs artificiels en continu dans un état prédéterminé même lors de l'exécution de réparations, d'opérations, d'entretien, etc., et qui par conséquent ait un niveau de sécurité élevé.

Un troisième objet de la présente invention est un appareil d'entraînement de coeur artificiel dont les paramètres puissent être modifiés directement par les docteurs. Un autre objet de la présente invention est un appareil d'entraînement de coeur artificiel dont le fonctionnement et la commande soient simples.

Un autre objet de la présente invention est un appareil d'entraînement de coeur artificiel dont le niveau de bruit soit faible.

Pour atteindre les objets précédents, selon la présente invention, des soupapes actionnées par solénoïde sont respectivement prévues dans un système de pression positive et un système de pression négative comme moyen permettant d'atteindre les niveaux prédéterminés des pressions, et ces soupapes sont commandées de manière à être ouvertes ou fermées en fonction des sorties de moyens de détection de pression qui sont reliés aux systèmes correspondants, respectivement, d'où il résulte le réglage des deux pressions. Ce réglage de pression est exécuté d'une manière telle qu'un rapport entre temps d'ouverture et temps de fermeture de chaque soupape est modifié de façon à rendre la pression détectée par le moyen de détection de pression

égale à la pression visée, ou que chaque soupape subit une commande d'ouverture et de fermeture lorsque la pression est modifiée de façon à dépasser la valeur prédéterminée.En opérant ainsi, tant le système de pression positive que le système de pression négative sont commandés en réaction indépendamment l'un de l'autre, d'où il résulte que la pression d'un système est automatiquement maintenue à la valeur prédéterminée, alors que la pression de l'autre système est modifiée pour être ajustée. En outre, des soupapes actionnées par solénoïde sont utilisées pour commander les pressions, de sorte qu'il devient possible de modifier électriquement les valeurs de tous les paramètres concernant l'appareil d'entraînement de coeur artificiel, et cela permet de séparer d'un corps de l'appareil d'entraînement de coeur artificiel une section de commande pour le changement des valeurs de paramètre, autorisant ainsi une commande à distance. Comme l'appareil d'entraînement de coeur artificiel a des dimensions assez importantes et ne peut être placé près de la table d'opération pendant une opération chirurgicale, il existe un besoin important pour une commande à distance.

Dans des modes de réalisation particuliers de la présente invention, des soupapes actionnées par solénoïde pour le réglage de la pression comprennent chacun un noyau magnétique fixe et un noyau magnétique mobile qui sont disposés suivant l'axe d'une bobine électrique, le noyau mobile pouvant se déplacer dans le sens axial par rapport au noyau fixe. Les soupapes actionnées par solénoïde de cette nature présentent de bonnes caractéristiques de réponse et, par conséquent permettent une commande extrêmement précise de la pression.

En outre, dans un mode de réalisation particulier de la présente invention, un système mécanique comprenant des soupapes et autres parties présentant une fiabilité relativement plus faible, comprend un ensemble de système supplémentaire de secours, et le système mécanique est commuté vers ce système lors de l'exécution de réparations, d'opérations d'entretien, etc. Au moment de cette commuta-

tion des soupapes actionnées par solénoïde à la fois du système à stopper et du système de secours sont entraînées au même instant, temporairement en synchronisme, puis le premier système est arrêté à l'issue de l'opération de commutation prédéterminée. A cette occasion, un moyen de commande est amené à produire des instructions, par exemple, une suite de commutations, en conformité avec le fonctionnement prédéterminé de touches et de soupapes. En opérant ainsi, il devient possible d'exécuter des réparations, des opérations d'entretien, etc., sans qu'il soit nécessaire d'utiliser un autre appareil d'entraînement de coeur artificiel, et aussi de minimiser la crainte d'un danger possible au moment de la commutation du système, car il ne se produit aucun changement dans le minutage de l'entraînement du coeur artificiel au moment d'une telle commutation. Comme les instructions prédéterminées sont émises par le moyen de commande, une possibilité d'erreur de fonctionnement due aux opérations est également minimisée.

En outre, dans un mode de réalisation particulier de la présente invention, des instructions émises par le moyen de commande au moment de la commutation sont présentées sous forme d'indications de voyants lumineux. Ainsi, les opérateurs peuvent agir sur les soupapes, les robinets, etc. en fonction des indications données par les voyants, ce qui permet d'éviter des erreurs de fonctionnement.

La présente invention sera bien comprise lors de la description suivante faite en liaison avec les dessins ci-joints dans lesquels :

La figure 1 est une vue extérieure en perspective d'un mode de réalisation d'un appareil d'entraînement de coeur artificiel selon l'invention;

La figure 2a est une vue avant d'un ensemble de télécommande REM;

La figure 2b est une vue en coupe à grande échelle prise le long de la ligne II - II de la figure 2a;

La figure 3 est une vue en perspective d'une roulette;

Les figures 4a, 4b, 4c et 4d sont une vue avant,

une vue du côté gauche, une vue du côté droit et une vue en coupe verticale d'un boîtier constituant la roulette respectivement,

La figure 5 est une vue avant d'un boulon utilisé pour la fixation de la roulette;

Les figures 6a et 6b sont une vue avant et une vue de côté gauche d'un support de roulette; respectivement;

La figure 7 est une vue avant,en partie en crevé de la liaison entre la roulette et un bâti de l'appareil d'entraînement de coeur artificiel;

Les figures 8a, 8b, 8c, 8d et 8e sont des vues en perspective d'un ensemble de caissons situé à l'intérieur de l'appareil d'entraînement de coeur artificiel, une vue en coupe horizontale de l'ensemble de caissons, une vue en coupe prise le long de la ligne VIIIc-VIIIc de la figure 8b, une vue partielle en coupe à grande échelle de la liaison entre une borne et un caisson,et une vue partielle en coupe à grande échelle de la liaison entre un détecteur de pression et le caisson, respectivement;

Les figures 9a, 9b, 9c et 9d sont des vues en plan, du côté droit, du côté gauche et en coupe longitudinale à grande échelle d'une soupape 42 actionnée par solénoïde, respectivement;

La figure 10 est un schéma sous forme de blocs de l'appareil d'entraînement de coeur artificiel représenté en figure 1;

La figure 11 est un schéma sous forme de blocs des unités centrales de traitement CPU1 et CPU2 représentées en figure 10;

La figure 12 est un schéma représentant un circuit de l'ensemble de commande à distance;

Les figures 13a et 13b sont des schémas de circuit d'un ensemble de commande CQN 1 de la figure 10;

La figure 14 est un schéma d'un circuit d'un ensemble de commande CQN 2 représenté en figure 10;

La figure 15 est un schéma sous forme de blocs

d'un circuit d'un ensemble générateur de son SGU;

Les figures 16a, 16b et 16c sont des diagrammes d'un programme principal,d'un programme de traitement d'interruption et d'un sous-programme représentant le fonctionnement de l'unité centrale de traitement CPU1, respectivement;

La figure 17 est un organigramme représentant schématiquement le fonctionnement de l'unité centrale de traitement CPU2;

La figure 18 est un schéma sous forme de blocs d'un ensemble générateur de son selon une variante de la présente invention;

Les figures 19a, 19b, 19c, 19d et 19e sont une vue en perspective d'un ensemble de caissons à l'intérieur de l'appareil d'entraînement de coeur artificiel selon un autre mode de réalisation de l'invention, une vue en coupe horizontale de l'ensemble de caissons, une vue en coupe prise le long de la ligne XIXc-XIXc de la ligne 19b, une vue partielle en coupe à grande échelle de la liaison entre une borne et un caisson, et une vue partielle en coupe, à grande échelle, de la liaison entre un détecteur de pression et le caisson, respectivement;

La figure 20 est un schéma sous forme de blocs de l'appareil d'entraînement de coeur artificiel qui comprend l'ensemble de caissons représenté en figure 19a à 19e;

La figure 21 est un schéma représentant une partie d'un circuit de l'ensemble de commande CON1 de la figure 20;

La figure 22 est un schéma représentant un circuit de l'ensemble de commande CON 2 de la figure 20; et

Les figures 23a et 23b sont des organigrammes représentant schématiquement le fonctionnement de l'unité de traitement CPU2 de la figure 20.

La figure 1 représente l'aspect extérieur d'un appareil d'entraînement de coeur artificiel selon un mode de réalisation de la présente invention. En liaison avec cette figure, la référence 1 désigne le bâti de l'appareil

d'entraînement de coeur artificiel, la un panneau de commande, 1b un panneau d'affichage et 1c un panneau de raccordement. Sur un écran situé à l'intérieur du panneau d'affichage 1b, sont indiqués une pression positive, une pression négative et un rapport cyclique entre pressions positive et négative pour un coeur du côté droit, la pression positive,la pression négative et un rapport cyclique entre pressions positive et négative pour un coeur situé du côté gauche,les battements de coeur, et des pressions (négative/positive) des systèmes du côté droit et du côté gauche. Au panneau de raccordement 1c sont connectés un câble destiné à l'ensemble de télécommande (ou moyen de télécommande) qui peut en être détaché avec un connecteur, et des tubes 2a, 2b servant à appliquer des pressions aux coeurs artificiels du côté droit et du côté gauche. Le bâti 1 de l'appareil d'entraînement de coeur artificiel est supporté par quatre roulettes 3 de manière à le rendre mobile. La figure 2a est une vue avant de l'ensemble de télécommande REM et la figure 2b une vue en coupe à grande échelle prise le long de la ligne II - III de la figure 2a. En liaison avec les figures 2a et 2b, l'ensemble de télécommande REM peut commander à distance tous les paramètres du bâti de l'appareil d'entraînement de coeur artificiel et comprend quatorze sections de commande S1 à S14. Les sections S1 à S4 ont pour fonction d'instruire une augmentation de la pression positive, une diminution de la pression positive, une augmentation de la pression négative et une diminution de la pression négative pour le coeur artificiel situé du côté gauche, respectivement. Les sections de commande S5 à S8 ont pour fonction d'instruire une augmentation de la pression positive, une diminution de la pression positive, une augmentation de la pression négative, et une diminution de la pression négative pour le coeur artificiel situé au côté droit, respectivement,Les sections de commande S9 et S10 ont pour fonction d'instruire une augmentation et une diminution de la durée de la pression positive ou de la pression négative (ou rapport cyclique des pressions positive et négative) pour le coeur artificiel situé du côté gauche, respective-

ment, alors que les sections de commande S11 et S12 ont pour fonction d'instruire une augmentation et une diminution de la durée de la pression positive ou de la pression négative pour le coeur artificiel situé du côté droit, respectivement. Les sections de commande S13 et S14 ont pour fonction d'instruire une augmentation et une diminution des battements de coeur, respectivement. En PL se trouve une diode électroluminescente qui indique que l'alimentation de l'appareil d'entraînement de coeur artificiel est fermée et que l'ensemble REM est relié au bâti, et SP est un haut-parleur qui produit un son pour signaler qu'on a appuyé sur un commutateur.

Un boîtier 4 de l'ensemble de télécommande REM est en résine synthétique. A l'intérieur du boîtier 4 se trouve une plaquette à circuits imprimés 5 sur laquelle sont montés des commutateurs à touche (par exemple SW9, SW11) en des endroits correspondant aux sections de commande respectives, chaque commutateur ayant une course relativement courte. Le boîtier 4 comporte des ouvertures en des endroits correspondant également aux sections de commande respectives, et le boîtier est revêtu d'un film souple 6, y compris les ouvertures, de sorte que les commutateurs intérieurs sont étanches à l'eau. Les références 7 et 8 représentent des ouvertures qui servent à suspendre l'ensemble de télécommande REM dans la position désirée.

La figure 3 est une vue en perspective d'une roulette 3. Les figures 4a, 4b, 4c et 4d sont une vue avant, une vue du côté gauche, une vue du côté droit, et une vue en coupe verticale d'un boîtier 31 consistuant la roulette 3, respectivement; la figure 5 est une vue avant d'un boulon 32 utilisé pour la fixation de la roulette; les figures 6a et 6b sont une vue avant et une vue du côté gauche d'un support 33 de roulette, respectivement; et la figure 7 est une vue avant en partie en crevé qui représente la liaison de la roulette 3 et du bâti 1 de l'appareil d'entraînement de coeur artificiel. La description suivante sera faite en liaison avec la figure 3. Les figures 4a, 4b, 4c et 4d, la figure 5, les figures 6a et 6b et la figu-

re 7.

Le boîtier 31 comporte trois trous 31a, 31b et 31c. Un trou 31a sert à accoupler un corps de roulette 3a au boîtier 31, un autre trou 31b à recevoir une saillie 34 du support 33, et un autre trou 31c à recevoir le boulon 32. Comme représenté en figure 5, le boulon 32 a une tête conique qui comprend des molletages pour en rendre la préhension plus facile et éviter que les doigts ne glissent. Le filetage n'est formé que sur une partie proche de la tête. Le support 33 comprend une partie en forme de plaque et la saillie 34. La saillie 34, comporte un trou 34a qui communique avec le trou 31c du boîtier 31 lorsque l'assemblage est fait. La référence 33a représente des trous qui reçoivent chacun un boulon servant à fixer le support 33 au bâti 1 de l'appareil d'entraînement de coeur artificiel.

Normalement, la roulette 3 est rendue solidaire par accouplement au bâti 1 de l'appareil d'entraînement de coeur artificiel, comme cela est représenté en figure 7. Plus spécifiquement, la saillie 34 du support 33 fixé au bâti 1 est insérée dans le trou 31b de la roulette 33, puis le trou 31c est aligné avec le trou 34a. Ensuite, le boulon 32 est inséré dans les trous ainsi alignés, ce qui a pour effet de fixer la roulette 3 au bâti 1. La référence 35 représente une feuille de vinyle d'étanchéité ayant été stérilisée, et 36 est une garniture.

La raison pour laquelle la roulette est fixée de manière amovible de la façon décrite précédemment est que dans le cas où elle serait contaminée, elle pourrait être échangée par une roulette stérilisée. Lors du transport de l'appareil d'entraînement de coeur artificiel dans une salle propre, une salle d'opération ou analogue, la roulette est enlevée de l'appareil dans l'état représenté en figure 7 à l'entrée de la salle propre, etc. de la manière suivante. Tout d'abord, on tourne le boulon 32 pour l'enlever, puis on enlève la roulette 3 tout en la tournant par rapport à la saillie 34, car le trou 31b et la saillie 34 sont fermement engagés l'un dans l'autre. Après

enlèvement de la garniture 36 et de la feuille d'étanchéité 35,on monte la roulette stérilisée sur la saillie 34, puis on insère le boulon stérilisé.

En opérant de cette façon, il est possible d'éliminer la nécessité classique de stériliser la roulette qui ne peut être recouverte d'une feuille stérilisée,lors du transport de l'appareil d'entraînement de coeur artificiel entre une pièce normale et une pièce propre ou analogue. Le système de la présente invention ne requiert qu'un simple travail qui consiste à échanger une roulette contaminée par une roulette neuve qui a été préparée à l'avance, de sorte que l'appareil peut être transporté rapidement.

La description suivante sera faite en liaison avec les figures 8a, 8b, 8c, 8d et 8e, qui sont une vue en perspective d'un ensemble de caissons 40 monté à l'intérieur du bâti 1 de l'appareil d'entraînement de coeur artificiel, une vue en coupe horizontale de l'ensemble (ou vue en coupe prise le long de la ligne VIIIb-VIIIb de la figure 8c), une vue en coupe prise le long de la ligne VIIIc-VIIIc de la figure 8b, une vue partielle en coupe à grande échelle, de la liaison entre une borne et un caisson, et une vue partielle en coupe, à grande échelle, de la liaison entre un détecteur de pression 41 et le caisson, respectivement.

L'ensemble de caissons 40 comprend quatre caissons (accumulateurs) et cet ensemble constitue une partie de systèmes de pressions positive et négative pour une paire de coeurs artificiels (gauche et droit). Chacun de ces caissons comprend deux soupapes actionnées par solénoïde 42, 43 et un détecteur de pression 41. La soupape 43 est d'un type normal de commande d'ouverture et de fermeture, alors que la soupape 42 est une soupape de commande, actionnée par solénoïde , dont le degré d'ouverture est commandé en fonction du niveau d'excitation, comme cela sera décrit ci-après. La soupape 42 à l'intérieur de chaque bloc (ou caisson) comporte un orifice d'entrée 42a et un orifice de sortie 42b, insérés de manière fixe l'un et l'autre dans un trou 45a, 45b, 45c ou 45d formé

dans un panneau 44a, 44b, 44c ou 44d, alors que l'autre orifice (c'est-à-dire l'orifice de sortie ou l'orifice d'entrée restant) débouche dans un espace se trouvant à l'intérieur du bloc. La soupape 43 de chaque bloc comporte un orifice 43a qui débouche dans un espace situé à l'intérieur du bloc, et l'autre orifice 43b est inséré de manière fixe dans un trou 46a, 46b d'un panneau 46 ou un trou 47a, 47b d'un panneau 47.

Des tubes 48a, 48b, 48c, 48d sont respectivement branchés aux panneaux 44a, 44b, 44c et 44d de manière à communiquer avec les trous 45a, 45b, 45c et 45d. Les tubes 48a et 48d sont branchés à des pompes à vide servant de sources de pression négative, alors que les tubes 48b et 48c sont branchés à des compresseurs servant de sources de pression positive. Les deux trous 46a et 46b du panneau 46 communiquent l'un avec l'autre, et un tube 49 est branché sur le trajet commun. De même, les deux trous 47a et 47b du panneau 47 communiquent l'un avec l'autre et un tube 50 est branché sur le trajet commun. Les tubes 49 et 50 sont branchés aux coeurs artificiels du côté gauche et du côté droit, respectivement.

Chacun des panneaux 44a, 44b, 44c et 44d comprend quatre bornes 51 et le détecteur de pression 41. Les bornes 51 et le détecteur de pression 41 sont montés de la manière indiquée dans les figures 8d et 8e. Chaque borne 51 comprend un conducteur en forme de barre 51a et un raccord isolant 51b permettant le maintien du conducteur 51a. Le raccord isolant 51b est en matériau dit Téflon. Le panneau 44 comporte des ouvertures coniques dont la surface intérieure est filetée, et le raccord isolant 51b a une forme correspondant à celle de l'ouverture conique. Le conducteur 51a et le raccord 51b sont fixés l'un à l'autre par des filets coniques. Ces filets servent également à former un joint étanche,de sorte qu'il n'est pas nécessaire de prévoir un élément spécial d'étanchéité. Les fils de conducteur 54 provenant des solénoïdes des soupapes 42 et 43 sont reliés à des bornes respectives 51 par l'intermédiaire de connecteurs 52 et 53. Le détecteur de pression 41 est fixé

au panneau 44 par l'intermédiaire de filets coniques semblables à ceux des bornes 51.

La description suivante sera faite en liaison avec les figures 9a, 9b, 9c et 9d, qui sont respectivement, une vue en plan, une vue du côté droit, une vue du côté gauche, et une vue en coupe longitudinale à grande échelle de la soupape actionnée par solénoïde (ou soupape de commande) 42 utilisée dans ce mode de réalisation. Un logement 11 de la soupape de commande 42 comporte un premier orifice 12 et un second orifice 13. Un espace situé à l'intérieur du logement 11 est divisé par un siège de soupape 14 pour constituer une première chambre intérieure 15 qui communique avec le premier orifice 12 et une seconde chambre intérieure 16 qui communique avec le second orifice 13. Un boîtier de bobine 18 en substance magnétique est fixé au logement 11 par l'intermédiaire d'un matériau d'étanchéité 17. Une bobine 20 constituées d'enroulements 19 est montée dans le boîtier 18 et est supportée par une base 21, 22 en substance magnétique. Un noyau magnétique fixe 23 est fixé à la base 21. Le noyau 23 est creux et une tige de guidage 24 en matériau non magnétique s'étend à travers lui. Un noyau mobile en substance magnétique 25 est fixé à la tige de guidage 24. La tige 24 est sollicitée vers la gauche par un ressort en boudin 26 qui est en contact avec une extrémité de la tige.L'autre extrémité de la tige 24 s'étend dans un palier 27 et dans un soufflet 28 et comporte un corps de clapet 29 à son extrémité pointue. Un espace formé à l'intérieur du soufflet 28 communique par l'intermédiaire de petits orifices 30 et 37 avec la première chambre intérieure 15 (dans l'état représenté dans la figure) ou avec la seconde chambre intérieure 16 (lorsque la tige de guidage 24 est entraînée vers la droite).

Lorsque la bobine 19 est mise sous tension, il se produit un flux magnétique qui traverse le noyau 23 - le noyau 25 - la base 22 - le boîtier 18 - la base 21 - le noyau 23. Ce flux produit une force qui agit sur le noyau 25 et l'attire vers le noyau 23, d'où il résulte que

la tige 24 se déplace vers la droite jusqu'à ce que la force d'attraction devienne égale à une force de répulsion exercée par le ressort 26 et, par conséquent, le corps de clapet 29 s'éloigne de son siège 14 suivant une distance correspondant à la valeur de la force d'attraction. Une face extrême 23a du noyau 23 a la forme de la lettre E, alors qu'une face extrême 25a du noyau 25 à la forme d'un évidement de manière à recevoir une partie centrale en saillie de la face extrême 23a. Les surfaces intérieures 23b entre les deux parties extrêmes en saillie et la partie centrale en saillie de la face extrême en forme de E 23a sont coniques, comme représenté en figure 9d. La présence de ces surfaces coniques assure que le rapport entre le niveau d'excitation de la bobine et le déplacement de la tige 24 (ou interstice entre les deux faces 23a et 25a) est maintenu proportionnel dans une vaste plage. En outre, la soupape actionnée par solénoïde de cette nature a une bonne caractéristique de réponse dans ses parties mobiles et permet la commande d'ouverture et de fermeture à vitesse élevée.

La figure 10 représente schématiquement l'appareil d'entraînement de coeur artificiel de la figure 1, ainsi que les coeurs artificiels. En liaison avec cette figure, les références 60R et 60L représentent des coeurs artificiels qui sont reliés à l'appareil d'entraînement de coeur artificiel par l'intermédiaire des tubes 2a et 2b, respectivement. Ces tubes 2a et 2b sont reliés aux bornes de sortie correspondantes de l'ensemble de caissons 40.Les références 61R et 61L représentent des compresseurs, alors que les références 62R et 62L concernent des pompes à vide. Les solénoïdes de quatre soupapes 42 et les détecteurs de pression 41 sont reliés à un ensemble de commande CON1, et quatre soupapes 43 actionnées par solénoïde sont reliées à un ensemble de commande CON2. Les soupapes 42 et 43 au nombre total de huit ont la construction représentée dans les figures 9a, 9b, 9c et 9d. En outre, étant donné que l'air circule de l'orifice d'entrée vers l'orifice de sortie dans le système de pression positive et de l'orifice de sortie vers l'orifice d'entrée dans le système de pression né-

gative, les orifices d'entrée et de sortie des soupapes actionnées par solénoïde sont reliés de façon inversée aux systèmes de pression positive et négative.

Des unités centrales de traitement CPU1 et CPU2 sont respectivement reliées aux ensembles de commande CON1 et CON2. Des bornes de commande pour ordonner des variations de la pression positive, de la pression négative, des battements de coeur et du rapport cyclique, sont reliées à des points d'entrée des unités de traitement CPU1 et CPU2. Les bornes de commande comportent une plaquette de commande de bâti SWU montée sur le panneau de commande la du bâti 1 de l'appareil d'entraînement de coeur artificiel et une plaquette de télécommande REM utilisée pour la télécommande. La plaquette SWU et la plaquette REM sont en parallèle comme cela sera décrit ultérieurement. Un signal prédéterminé provenant d'un ensemble générateur de son SGU est fourni à la plaquette REM. L'ensemble SGU est commandé par les unités de traitement CPU1 et CPU2. L'ensemble d'affichage DSU comprend un indicateur du type à diode électroluminescente à sept segments ou indicateur analogue utilisé pour l'affichage de chiffres, et est commandé par un signal numérique et un signal de commande de segment à partir des ensembles de commande CON1 et CON2 d'une manière dynamique.

La figure 11 représente la constitution de l'unité de traitement CPU1 représentée en figure 10. Les unités de traitement CPU1 et CPU2 ont la même construction. Comme unité de traitement (ou microordinateur) on utilise un microordinateur à plaquette unique dite H62SC01 fabriqué par la société dite Hitachi Ltd. L'unité H62SC01 utilise un microordinateur de la série dite 6802 et comprend des points d'accès d'entrée/sortie, un minuterie, des mémoires RAM, ROM etc. Dans le présent mode de réalisation, une unité dite HM6116 du type CMOS (semi-conducteur oxyde-métal à symétrie complémentaire) est utilisée comme mémoire vive (RAM).

La figure 12 représente un circuit de l'ensemble de télécommande REM. Dans cette figure, les références SW1

à SWI4 sont des commutateurs à touche qui correspondent aux sections de commande S1 à S14 de la figure 2a;SP est un haut parleur, et PL est une diode électroluminescente.

Les figures 13 et 13b représentent un circuit contenu dans l'ensemble de commande CON1. La liste des circuits intégrés utilisés dans l'ensemble de commande CON1 est donnée dans le tableau suivant 1.

TABLEAU 1

N°	Article	Fabricant	Fonction
Z1	SN75154	T.I.	Décodeur 4 - 16
Z3∿Z5	MCL4543	Motorola	Décodeur DCB à 7 segments
Z6∿Z9	ULN2003	T.I.	Alimentation
Z10	MC14537	Motorola	Codeur de priorité
Z11	MC14069	Motorola	Inverseur
Z12,Z13	MC14490	Motorola	Elimination des vibrations
Z14	SN7404	T.I.	Inverseur
Z15	SN7407	T.I.	Tampon (OC)
Z16	HDAS-16	DATEL	Convertisseur/ analogique/numérique

La description suivante sera d'abord faite en liaison avec la figure 13a. Un connecteur J1 est relié à un point de sortie P3 de l'ensemble de traitement CPU1, et dans le but d'avoir un affichage par entraînement dynamique, les données d'affichage provenant de l'unité de traitement CPU1 sont divisées en deux signaux DCB représentant la donnée d'affichage en chiffres et la donnée numérique d'affichage. La sortie des données d'affichage provenant de l'unité centrale de traitement CPU1 comprend une information sur la pression positive et sur la pression négative dans les deux systèmes de gauche et de droite. Un circuit intégré Z1 décode le signal DCB représentant la donnée d'affichage en chiffres, puis applique les signaux décodés à des transistors Tr1 à Tr6 et à des inverseurs Z14. Les transistors Tr1 à Tr6 sont reliés aux anodes (ou électrodes de chiffre) de l'indicateur du type à diode

électroluminescente. Des circuits intégrés Z2 à 25 servent à transformer le signal DCB représentant la donnée numérique d'affichage en signaux de 7 segments, qui sont appliqués par l'intermédiaire de circuits d'alimentation Z6 à Z9 à des cathodes respectives (ou électrodes de segment) de l'indicateur du type à diode électroluminescente. Les contacts des commutateurs à touches de la plaquette SWU de commande du bâti et les contacts des commutateurs à touches de la plaquette REM de télécommande sont reliés en parallèle à un connecteur J2, et puis à des circuits intégrés Z12 et Z13. Ces circuits intégrés Z12 et Z13 comprennent un circuit pour l'élimination des vibrations dues aux contacts mécaniques de manière à appliquer des signaux dépourvus de telles vibrations à un circuit intégré Z10 par l'intermédiaire d'inverseurs Z11. Le circuit intégré Z10 sort des codes binaires en conformité avec les commutateurs sur lesquels on a appuyé qui sont transmis au microordinateur CPU1 avec la priorité pré-établie. Les références SSR1 à SSR4 sont des relais à l'état solide qui sont commandés de manière à être fermés et ouverts par la sortie du microordinateur CPU1 par l'intermédiaire de tampons Z15. Les bornes de sortie des relais SSR1 à SSR4 sont connectées aux soupapes correspondantes actionnées par solénoïde 42 par l'intermédiaire d'un connecteur J2, respectivement.

En liaison maintenant avec la figure 13b, la référence Z16 représente un convertisseur analogique numérique à 12 bits,16 canaux dit HDAS-16MC fabriqué par la société dite Datel Ltd. Les bornes BIT1 à BIT12 du convertisseur Z16 servent de bornes de sortie de signaux, et les bornes BIT1 à BIT4 et les bornes BIT9 à BIT12 sont connectées les unes aux autres. Le point d'entrée du microordinateur CPU1 reçoit un signal de 12 bits qui est appliqué en deux fois avec 8 bits à la fois. La commutation entre les bornes BIT1 à 4 et les bornes BIT5 à 12 est effectuée d'une manière telle que l'unité de traitement CPU1 commande les bornes respectives EN1, EN2 et EN3 du convertisseur Z16. Les bornes A1, A2, A4 et A8 sont utilisées pour

sélectionner des canaux d'entrée. Bien que le convertisseur HDAS-16 ait un point d'entrée comprenant 16 canaux, dans le présent mode de réalisation , 8 canaux d'entre eux sont reliés à un connecteur J5 et 4 canaux reçoivent des signaux en provenance des détecteurs respectifs de pression 41, c'est-à-dire un signal de pression positive du côté droit RPP, un signal de pression négative du côté droit RNP, un signal de pression positive du côté gauche LPP et un signal de pression négative du côté gauche LNP.

La figure 14 est un schéma représentant les circuits de l'ensemble de commande CON2, et la figure 15 un schéma sous forme de blocs d'un circuit de l'ensemble générateur de son SGU. La description suivante sera faite en liaison avec les figures 14 et 15. Une liste de circuits intégrés utilisés dans l'ensemble de commande CON2 et l'ensemble générateur de son SGU est donnée dans le tableau suivant 2.

TABLEAU 2

N°	Article	Fonction
Z17	SN75154	Décodeur 4 - 16
Z18∿Z21	MC14543	Décodeur DCB, à 7 segments
Z22∿Z25	ULN2003	Alimentation
Z25,Z27	MC14537	Codeur de priorité
Z28,Z29	MC14069	Inverseur
Z30,Z31	MC14490	Suppression des vibrations
Z32,Z33	SN7404	Inverseur
Z34	SN7408	Porte ET
Z35	SN7407	Tampon (OC)
Z36,Z38	8640	Oscillateur

L'ensemble de commande CON2 a une structure similaire à celle de l'ensemble de commande CON1, mais un convertisseur analogique/numérique n'est pas inclus dans l'ensemble CON2, car celui-ci ne comporte aucune fonction de détection des pressions. Des connecteurs J6 et J7 sont reliés à des points d'accès P3 et P2 de l'ensemble de traitement CPU2, respectivement. Un connecteur J10 est

relié aux solénoïdes des soupapes respectives 43. Aux circuits intégrés Z30 et Z31 sont reliés, par l'intermédiaire d'un connecteur J8, des contacts des commutateurs à touche de la plaquette SWU de commande du bâti et de la plaquette de télécommande REM, contacts qui servent à ordonner une augmentation et une diminution des battements de coeur, et une augmentation et une diminution du rapport entre la période d'application de la pression positive et la période d'application de la pression négative, pour les coeurs artificiels du côté gauche et du côté droit, respectivement. L'ensemble générateur de son SGU comprend trois circuits intégrés Z36 à Z38 comme parties principales. Chacun de ces circuits donne à sa borne de sortie OUT un signal ayant une fréquence qui correspond à l'état de ses six points d'accès à l'entrée,

Un connecteur J11 reçoit des deux unités de traitement CPU1 et CPU2 des signaux "Marche/arrêt" qui indiquent si les touches sont enfoncées ou non, ainsi que des signaux "Augmentation/diminution" qui indiquent si les touches enfoncées demandent une augmentation ou une diminution.Ces signaux sont appliqués à partir des unités de traitement CPU1 et CPU2. Lorsque les touches ne sont pas enfoncées,des bornes d'entrée de remise à l'état initial RES des circuits intégrés Z36 à Z38 assument un niveau haut de manière à remettre Z36 à Z38 à l'état initial. Dans le cas où les bornes d'entrée RES assument un niveau bas, le circuit intégré Z36 donne à sa borne de sortie un signal pulsé de 3,2 KHz ou 1,6 KHz en conformité avec un niveau logique à la borne de sortie d'une porte OU, OR1. Le circuit intégré Z37 donne à sa sortie un signal pulsé de 2 Hz à tout instant avec sa borne RES assumant un niveau bas, puis applique ainsi un signal pulsé de sortie à une borne d'entrée de Z38. Le circuit intégré Z38 émet directement à sa borne de sortie le signal pulsé de 3,2 KHz ou 1,6 KHz appliqué à partir de Z36 avec la borne de sortie de Z37 assumant un niveau haut, alors que Z38 émet à sa borne de sortie un signal de fréquence moitié de celle du signal pulsé appliqué à partir de Z36 avec la borne de sortie de Z37 assumant un niveau

bas.

Par conséquent, lorsqu'on appuie sur la touche de la télécommande REM de la section de commande S1 provoquant une augmentation de la pression du côté gauche, par exemple, le signal "augmentation/diminution" provenant de l'unité centrale CPU1 assume le niveau haut et le signal "marche/arrêt" provenant de CPU1 assume le niveau haut, de sorte qu'un signal pulsé de 3,2 KHz apparaît à la borne de sortie de Z36 et qu'un signal pulsé dont la fréquence passe de 3,2 KHz à 1,6 KHz ou vice-versa avec des intervalles de 0,5 seconde apparaît à la borne de sortie de Z38. En variante, lorsqu'on appuie sur la touche de la section S2 commandant une diminution de la pression du côté gauche, un signal pulsé de 1,6 KHz apparaît à la borne de sortie de Z36 et un signal pulsé dont la fréquence passe de 1,6 KHz à 0,8 KHz ou vice-versa avec des intervalles de 0,5 seconde apparaît à la borne de sortie de Z38. Ces signaux sont appliqués au haut-parleur de la plaquette REM de la télécommande.

Un orgranigramme de fonctionnement de l'unité de traitement CPU1 est représenté schématiquement dans les figures 16a, 16b et 16c. Ces figures représentent les organigrammes d'un programme principal, d'un programme de traitement d'interruption et d'un sous-programme d'entrée de pression des caissons, respectivement.

Les blocs de l'organigramme de la figure 16a ont la signification suivante :

1 = Programme principal;
2 = Prêt pour interruption du réglage des valeurs initiales respectives de réglage;
3 = Interruption en attente;
4 = Sous-programme d'entrée de pression de caisson;
5 = Entrée de touche ? ;
6 = Jugement sur touche et augmentation/diminution des valeurs de réglage de pression;
7 = Production du son correspondant aux touches;
8 = Programme de traitement d'interruption.

Les blocs de l'organigramme de la figure 16b ont

la définition suivante :

1 = Sous-programme de traitement d'interruption;

2 = Fermeture/ouverture de la soupape linéaire d'entrée de pression pour caisson du côté droit et du côté gauche;

3 = Sortie d'affichage par diode électroluminescente;

4 = RTI.

Les blocs de l'organigramme de la figure 16c ont la signification suivante :

1 = Sous-programme d'entrée de pression de caisson;

2 = Données de pression moyenne de tous les caissons;

3 = Conversion de la moyenne des données de pression en 12 bits en données décimales à quatre chiffres;

4 = RTS.

On décrira maintenant le fonctionnement de l'unité centrale de traitement CPU1 en liaison avec les figures 10, 13a, 13b, 16a, 16b et 16c. En bref, l'unité de traitement CPU1 exécute la lecture des entrées des touches en provenance de la plaquette de commande SWU du bâti ou de la plaquette de télécommande REM, la lecture des pressions respectives dans les caissons (c'est-à-dire les sorties des détecteurs de pression 41), une commande de pression constante de caisson concernant les pressions respectives (c'est-à-dire la commande du rapport cyclique pour les soupapes actionnées par solénoïde 42), les changements des paramètres de pression en conformité avec les entrées données par les touches, la sortie des données d'affichage,et les instructions pour la production d'un son.

Lorsque l'alimentation est fermée, les paramètres respectifs prennent des valeurs initiales de manière à établir l'état de validation d'interruption. Dans ce mode de réalisation, les valeurs initiales de RPP, RNP,LPP et LNP sont réglées à +3,9, -3,9, 13 et -6,5 (MPa), respectivement, et les limites supérieure/inférieure de ces pressions sont réglées à +19,5/0, 0/-13, +39/0 et 0/-19,5 (MPa), respectivement. L'interruption est périodiquement générée avec des intervalles de 4 ms en utilisant une minuterie située à l'intérieur de l'unité centrale CPU1. Lorsque l'interrup-

tion se produit, le microprocesseur exécute la routine de traitement d'interruption représentée en figure 16b. Dans cette routine, le convertisseur analogique/numérique Z16 est d'abord sélectionné et son canal d'entrée commuté dans l'ordre CHO, CH1, CH3 et CH4, d'où il résulte la conversion analogique/numérique tour à tour des pressions respectives de caisson RPP, RNP, LPP et LNP puis la lecture des données en chiffres ainsi converties.

En outre "1" ou "0" est la sortie des points d'accès prédéterminés de P3 de manière à commander les relais à l'état solide SSR1 à SSR4, de sorte que les quatre soupapes 42 actionnées par solénoïde sont fermées ou ouvertes. Cette commutation de fermeture/ouverture est exécutée en conformité avec le paramètre de rapport cyclique préétabli dans une mémoire de l'unité centrale CPU1 d'une manière telle que les soupapes passent de l'état de fermeture à l'état d'ouverture toutes les n1 interruptions et de l'état d'ouverture à l'état de fermeture toutes les n2 interruptions. Ainsi, un rapport cyclique entre temps de fermeture et temps d'ouverture pour chaque soupape 42 varie avec les changements de la valeur du paramètre. La pression des caissons peut être maintenue à un niveau prédéterminé en commandant un tel rapport cyclique en conformité avec le résultat d'une comparaison entre la pression détectée et la pression visée pour le caisson. Dans le sous-programme d'entrée de pression de caisson,les données de pression des caissons respectifs lues par le convertisseur analogique/numérique Z16 font l'objet d'une moyenne, puis les données dont la moyenne est ainsi faite sont transformées en données décimales à 4 chiffres pour affichage.La raison pour laquelle les données de pression font l'objet d'une moyenne est d'éliminer les fluctuations minuscules de pression pendant un laps de temps court, qui sont dues à l'ouverture et à la fermeture des soupapes. Lorsqu'il se produit une entrée par une touche, la touche sur laquelle on a appuyé est repérée, puis une valeur du paramètre correspondant à cette touche augmente (ou diminue) progressivement. En même temps, il est décelé

s'il y a une augmentation ou une diminution qui est indiquée par la touche, puis les deux signaux de marche/arrêt ou d'augmentation /diminution sont appliqués au connecteur J11, de sorte qu'un son donné est produit par le haut-parleur de la plaquette de télécommande REM. En outre, un code mnémonique RT1 indiqué en figure 16b représente une instruction de retour (c'est-à-dire retour à partir d'une interruption), alors qu'un code mnémonique RTS indiqué en figure 16c représente une instruction de retour (c'est-à-dire retour à partir d'un sous-programme).

La figure 17 représente un organigramme schématique de l'unité de traitement CPU2. Les blocs de l'organigamme de la figure 17 ont la signification suivante :

1 = Départ;
2 = Réglage du mode d'entrée/sortie aux points d'entrée/sortie et réglage des valeurs initiales des paramètres;
3 = Interruption en attente;
4 = Entrée par touche ?
5 = Jugement sur la touche d'entrée;
6 = Contrôle max, min des valeurs désirées dans le changement des paramètres et traitement arithmétique;
7 = Traitement arithmétique des paramètres concernant les valeurs modifiées;
8 = Changement du contenu de la mémoire pour affichage par diode électroluminescente;
9 = Minuterie en attente
10 = Traitement d'interruption, commande de l'affichage par diode électroluminescente;
A = Groupe de sous-programme;
A_1 = Calcul d'une durée d'une impulsion;
A_2 = Calcul de la durée du coeur du côté gauche;
A_3 = Calcul de la durée du coeur du côté droit;
A_4 = Calcul du rapport cyclique du coeur du côté gauche;
A_5 = Calcul du rapport cyclique du coeur du côté droit;
A_6 = Division 1
A_7 = Division 2
A_8 = Multiplication;

A_9 = Conversion hexadécimale de bits (16 bits-8 bits).

Le fonctionnement de l'unité CPU2 sera maintenant décrit en liaison avec la figure 17.

Lorsque l'alimentation est fermée, le microprocesseur règle d'abord les points d'entrée/sortie respectifs à l'état initial de sorte que les paramètres tels que les battements de coeur et le rapport entre temps d'application de la pression positive et temps d'application de la pression négative (c'est-à-dire rapport cyclique ou rapport entre durées des pressions positive et négative) pour les coeurs artificiels des côtés gauche et droit prennent leurs valeurs initiales. Dans ce mode de réalisation, les valeurs initiales des paramètres respectifs sont établies de façon que les battements de coeur correspondent à 100 tours minute, le rapport cyclique du coeur artificiel du côté gauche soit de 45 % (ou durée de 270 ms), et le rapport cyclique du coeur artificiel du côté droit soit de 55 % (ou durée de 330 ms). Dans le processus d'interruption,un niveau logique aux points de sortie prédéterminés est mis à jour en passant de "1" à "0" ou vice-versa à un certain minutage en conformité avec le paramètre donné (c'est-à-dire les battements de coeur) d'où il résulte la commande des relais SSR5 à SSR8 à l'état solide, et alors l'ouverture ou la fermeture de la soupape à solénoïde 43. En même temps,la sortie des données d'affichage (comprenant des données en chiffres et des données de segment) est effectuée. Lorsqu'il se produit une entrée par une touche, il y a jugement quant à la touche qui a été enfoncée, et une valeur du paramètre correspondant à la touche enfoncée est augmentée ou diminuée pendant que la touche est enfoncée, avec confirmation simultanée que sa valeur ne dépassera pas la limite supérieure ou la limite inférieure. Divers paramètres concernant ce paramètre sont alors soumis à un traitement arithmétique. Ce traitement est exécuté après saut aux sous-programmes respectifs. Un groupe de sous-programmes comprend un sous-programme de calcul d'une durée d'une impulsion en terme de battements de coeur, un sous-programme de calcul de la durée du coeur artificiel du côté gauche,

un sous-programme de calcul de la durée du coeur articiel du côté droit, un sous-programme de calcul d'un rapport cyclique du coeur artificiel du côté gauche, un sous-programme de calcul d'un rapport cyclique du coeur artificiel du côté droit, un sous-programme d'exécution d'une division, un sous-programme d'exécution d'une multiplication etc. A l'issue de ces calculs, les valeurs mises à jour des paramètres respectifs sont stockées dans une mémoire à des fins d'affichage, puis le flux revient au traitement d'attente d'interruption après qu'une période prédéterminée de temps se soit écoulée. Lors de l'interruption ultérieure, les données mises à jour sont affichées.

Dans le mode de réalisation décrit ci-dessus, un rapport cyclique entre le temps d'ouverture et le temps de fermeture est changé par mise en marche des soupapes actionnées par solénoïde 42, de façon qu'elles s'ouvrent et se ferment à tous les instants, pour commander ainsi les pressions, mais la soupape 42 ne peut être mise en marche que lorsqu'un signal de sortie provenant du détecteur de pression correspondant 41 dépasse une valeur prédéterminée.De plus, dans ce mode de réalisation,un son ayant la fréquence donnée est produit par le haut-parleur de la plaquette de télécommande REM,mais une voix indiquant le paramètre en conformité avec la touche enfoncée peut être émise. Dans ce cas, il suffit de modifier l'ensemble de production de son dans le circuit représenté en figure 18.

En liaison avec la figure 18, on trouve en Z39, 340 et Z41, respectivement, des éléments dits TMS1000, TSM5100 et TMS6100 fabriqués par la société dite Texas Instrument Ltd. L'élément TMS1000 est un microordinateur, TMS5100 est une puce synthétique de voix, et TMS6100 une ROM à masque de 128 Kbits. Un connecteur J11 est relié aux unités de traitement CPU1 et CPU2 qui donnent à leur sortie les instructions prédéterminées de génération de voix au microprocesseur Z36 et un signal de voix de sortie en provenance de Z37 est appliqué au haut-parleur de la plaquette de télécommande REM.

Un autre mode de réalisation de l'invention sera

décrit ci-après. En bref, cette variante comprend un système d'entraînement de secours en plus de la paire de systèmes d'entraînement de coeur artificiel utilisée dans le mode venant d'être décrit. Comme requis le système d'entraînement en fonctionnement peut être commuté sur le système d'entraînement de secours ou vice-versa de manière sûre. L'aspect extérieur et les roulettes du dispositif sont identiques à ceux du mode de réalisation précédent.Les parties identiques à celles de ce mode de réalisation auront les mêmes références.

La description suivante sera faite en liaison avec les figures 19a, 19b, 19c, 19d et 19e qui sont, respectivement, une vue en perspective d'un ensemble de caissons 40 prévu à l'intérieur du bâti 1 de l'appareil d'entraînement de coeur artificiel, une vue en coupe horizontale (c'est-à-dire une vue en coupe prise le long de la ligne XIXb-XIXb de la figure 19c), une vue en coupe prise le long de la ligne XIXc-XIXc de la figure 19b, une vue partielle en coupe à grande échelle représentant la liaison entre une borne et un caisson, et une vue partielle en coupe à grande échelle représentant la liaison entre un détecteur de pression 41 et le caisson, respectivement. L'ensemble 40 comprend six caissons (accumulateurs) et constitue une partie des deux systèmes de pressions positive et négative pour une paire de coeurs artificiels (gauche et droit) ainsi que des systèmes de pressions positive et négative de secours.

Chacun des six caissons comprend deux soupapes 42, 43 actionnées par solénoïde et le détecteur de pression 41. Les soupapes 42 et 43 sont du même type que celles utilisées dans le mode de réalisation précédent. La soupape 42 à l'intérieur de chaque bloc (ou caisson) comporte un orifice d'entrée 42a et un orifice de sortie 42b, qui sont tous les deux insérés dans un trou 45a , 45b, 45c ou 45d pratiqué dans un panneau 44a, 44b, 44c ou 44d, alors que l'autre orifice (c'est-à-dire l'orifice de sortie ou l'orifice d'entrée restant) débouche dans un espace situé à l'intérieur du bloc.Le solénoïde 43 à l'intérieur de cha-

que bloc comporte un orifice 43a qui débouche dans un espace situé à l'intérieur du bloc, et l'autre orifice 43b est fixé dans un trou 46a, 46b d'un panneau 46, un trou 47a, 47b dans un panneau 47, ou un trou 80a, 80b dans un panneau 80. Des tubes 48a, 48b, 48c, 48d, 48e et 48f sont respectivement reliés aux panneaux 44a, 44b, 44c, 44d, 44e et 44f de façon à ce qu'il y ait communication avec les trous 45a, 45b, 45c, 45d, 45e et 45f. Les tubes 48a, 48d et 48f sont reliés à une pompe à vide servant de source de pression négative, alors que les tubes 48b, 48c et 48e sont reliés à un compresseur agissant en source de pression positive.Les deux trous 46a et 46b du panneau 46 communiquent l'un avec l'autre et un tube 49 est relié au trajet commun. De même, les deux trous 47a et 47b du panneau 47 communiquent l'un avec l'autre,et un tube 50 est relié au trajet commun. De plus, les deux trous 80a et 80b du panneau 80 communiquent l'un avec l'autre et un tube 81 est relié au trajet commun. Les tubes 49 et 50 sont reliés aux coeurs artificiels des côtés gauche et droit, respectivement, alors que le tube 81 est relié à deux soupapes actionnées par solénoïde 71R et 71L (non représentées dans les figures 19a à 19e mais en figure 20) à un de leurs côtés. Les soupapes 71R et 71L sont à leur tour reliées au coeur artificiel du côté droit et du côté gauche à leur autre côté.

Chacun des panneaux 44a, 44b, 44c, 44d, 44e et 44f comprend quatre bornes 51 et le détecteur de pression 41. Les bornes 51 et le détecteur de pression 41 sont montés de la manière représentée dans les figures 19d et 19e. Chaque borne 51 comprend un conducteur en forme de barre 51a et un raccord isolant 51b pour le maintien du conducteur 51a. Le raccord 51b est en matériau dit téflon. Le panneau 44 comporte des ouvertures coniques dont la surface intérieure est filetée, et le raccord 51b a une forme correspondant à l'ouverture conique. Le conducteur 51a et le raccord 51b sont fixés l'un à l'autre d'une manière similaire par des filets coniques. Ces filets servent également à former un joint, de sorte qu'il n'est pas nécessaire de prévoir un élément d'étanchéité spécial. Des fils 54 prove-

nant des solénoïdes des soupapes 42 et 43 sont connectés aux bornes respectives 51 par des connecteurs 52 et 53. Le détecteur de pression 41 est fixé au panneau 44 par l'intermédiaire de filets coniques comme précédemment.

La figure 20 représente schématiquement l'appareil d'entraînement de coeur artificiel avec les coeurs. En liaison avec cette figure, les références 60R et 60L représentent des coeurs artificiels qui sont reliés à l'appareil d'entraînement par l'intermédiaire de tubes 2a et 2b, respectivement. Les tubes 2a et 2b sont reliés à des bornes de sortie correspondantes de l'ensemble 40 constitué des caissons,par l'intermédiaire de soupapes de sélecteur manuel 70R, 70L et de robinets 66R, 66L,respectivement, alors que les tubes 2a et 2b sont également reliés aux bornes de sortie du système de secours par l'intermédiaire des soupapes actionnées par solénoïde 71R, 71L, d'une soupape de sélecteur manuel 70S et d'un robinet 66S. Dans le voisinage des soupapes 70R, 70L et 70S, se trouvent respectivement des voyants 67R, 67L et 67S. Les soupapes 70R, 70L et 70S comportent des contacts électriques 70RS, 70LS et 70SS qui sont actionnés en conformité avec l'ouverture et la fermeture de ces soupapes. La référence 61 représente un compresseur et 62 une pompe à vide. Trois soupapes actionnées par solénoïde 42 des systèmes de pression positive sont reliées au compresseur 61 par l'intermédiaire de robinets 65, alors que trois soupapes actionnées par solénoïde 42 sont reliées à la pompe à vide 62 par l'intermédiaire d'autres robinets 65. Les références 68 et 69 représentent des robinets destinés à être reliés à une source de pression positive et à une source de pression négative situées à l'extérieur, respectivement.

Les solénoïdes de ces six soupapes 42, et des détecteurs de pression 46 sont reliés à l'ensemble de commande CON1, alors que les solénoïdes de ces six soupapes 43 et les soupapes 71R, 71L sont reliés à l'ensemble de commande CON2. Les unités de traitement CPU1 et CPU2 sont respectivement reliées aux ensembles de commande CON1 et CON2. Les bornes de commande servant à ordonner des chan-

gements de la pression positive, de la pression négative, des battements de coeur et du rapport cyclique sont reliées aux points d'entrée des unités de traitement CPU1 et CPU2. Les bornes de commande comprennent une plaquette de commande de bâti SWU prévue sur le panneau de commande la du bâti 1 de l'appareil d'entraînement de coeur artificiel et une plaquette de télécommande REM utilisée pour la commande à distance. La plaquette SWU et la plaquette REM sont connectées en parallèle. Un signal prédéterminé provenant de l'ensemble générateur de son SGU est appliqué à la plaquette REM. L'ensemble générateur de son SGU est commandé par les unités de traitement CPU1 et CPU2. Des commutateurs K1, K2 et K3 connectés à l'unité de traitement CPU2 servent à ordonner la commutation des systèmes d'entraînement. L'ensemble d'affichage DSU comprend un indicateur constitué d'une diode électroluminescente à sept segments, ou indicateur analogue utilisé pour l'affichage de nombres, et est commandé d'une manière dynamique par le signal de commande numérique et un signal de commande de segment provenant des ensembles de commande CON1 et CON2.

Les unités CPU1 et CPU2 à microordinateur utilisées dans ce mode de réalisation ont la même structure que dans le mode de réalisation précédent. De plus, l'ensemble de télécommande REM a la même structure que dans le mode de réalisation précédent.

La figure 21 représente une partie de l'ensemble de commande CON1, qui comporte en outre le même circuit que représenté en figure 13b. La description suivante sera faite en liaison avec la figure 21. Un connecteur J1 est relié à un point de sortie P3 de l'unité de traitement CPU1, et pour procéder à un affichage suivant une méthode de commande dynamique, la donnée d'affichage provenant de CPU1 est divisée en deux signaux DCB représentant la donnée à afficher sous forme de chiffres et la donnée à afficher sous forme numérique. La sortie des données d'affichage provenant de CPU1 comprend une information sur la pression positive et sur la pression négative dans les deux systèmes du côté gauche et du côté droit. Un circuit intégré Z1 déco-

de le signal BCD représentant les données d'affichage sous forme de chiffres, puis applique les signaux décodés à des transistors Tr1 à Tr6 et à des inverseurs Z14. Les transistors Tr1 à Tr6 sont connectés à des anodes (ou électrodes de chiffres) de l'indicateur du type à diode électroluminescente. Des circuits intégrés Z2 à Z5 servent à convertir le signal DCB représentant la donnée d'affichage numérique en signaux à 7 segments qui sont appliqués par l'intermédiaire d'éléments de commande Z6 à Z9 aux cathodes respectives (ou électrodes de segments) de l'indicateur à diode électroluminescente. Les contacts des commutateurs à touche de la plaquette SWU et de la plaquette REM sont connectés en parallèle au voisinage d'un connecteur J2,puis à des circuits intégrés Z12 et Z13. Ces circuits intégrés Z12 et Z13 comportent un circuit pour éliminer les vibrations dues aux contacts mécaniques, de manière à appliquer des signaux exempts de vibrations à un circuit intégré Z10 par l'intermédiaire d'inverseurs Z11. Le circuit intégré Z10 donne à sa sortie des codes binaires en conformité avec les commutateurs à touche ayant été enfoncés, qui sont transmis à l'unité centrale CPU1 avec la priorité pré-établie. Représentés en SSR1 à SSR6 se trouvent des relais à l'état solide qui sont commandés de manière à être conducteurs et non conducteurs par le point de sortie de l'unité de traitement CPU1 après passage dans des éléments tampons Z15. Les bornes de sortie des relais SSR1 à SSR6 sont reliées aux soupapes 42 par l'intermédiaire d'un connecteur J4, respectivement.

En liaison maintenant avec la figure 13, les bornes BIT1 à BIT12 de Z16 servent de bornes de sortie de signal, et les bornes BIT1 à BIT4 et les bornes BIT9 à BIT12 sont connectées les unes aux autres. Le point d'entrée de l'unité de traitement CPU1 reçoit un signal à 12 bits qui est appliqué en deux fois, avec 8 bits à chaque fois. La commutation entre les bornes BIT1 à BIT4 et les bornes BIT5 à BIT12 est effectuée d'une manière telle que l'unité de traitement CPU1 commande respectivement les bornes EN1, EN2 et EN3 et le convertisseur analogique/numérique Z16.

Les bornes A1,A2, A4 et A8 sont utilisées pour sélectionner les canaux d'entrée. Bien que le dispositif HDAS-16 ait un point d'entrée comprenant 16 canaux, dans le présent mode de réalisation, 8 de ces canaux sont connectés à un connecteur J5 et 4 canaux de ces 8 canaux reçoivent des signaux en provenance des détecteurs respectifs de pression 41, c'est-à-dire un signal de pression positive de côté droit RPP, un signal de pression négative de côté droit RNP, un signal de pression positive de côté gauche LPP et un signal négatif de côté gauche LNP.

La figure 22 représente un circuit de l'ensemble de commande CON2. En liaison avec cette figure, l'ensemble CON2 a une structure similaire à celle de l'ensemble de CON1 décrit précédemment, mais un convertisseur analogique/numérique n'est pas inclus dans l'ensemble CON2 car il n'exerce aucune fonction de détection des pressions. Des connecteurs J6 et J7 sont reliés à des points P3 et P2 de l'unité de traitement CPU2, respectivement. Un connecteur J10 est relié aux solénoïdes des soupapes 43, alors qu'un connecteur J11 l'est aux solénoïdes des soupapes 71R et 71L. A des circuits intégrés Z30 et Z31, sont reliés, par l'intermédiaire d'un connecteur J8, les contacts des commutateurs à touche de la plaquette SWU de commande du bâti et la plaquette de télécommande REM, contacts qui servent à donner des instructions d'augmentation et de diminution des battements de coeur, et d'augmentation et de diminution du rapport entre la durée d'application de la pression positive et de la durée d'application de la pression négative pour les coeurs artificiels du côté gauche et du côté droit, respectivement. Un connecteur J11 reçoit des signaux de marche/arrêt en provenance des deux unités de traitement CPU1 et CPU2 qui indiquent si les touches sont enfoncées ou non, ainsi que des signaux de "augmentation/diminution" qui indiquent une augmentation ou une diminution ordonnée par les touches enfoncées.

Comme le fonctionnement de base de l'unité de traitement CPU1 est identique à celui du mode de réalisation précédent représenté dans les figures 16a, 16b et 16c,

on décrira maintenant le fonctionnement de CPU1 en liaison avec les figures 20, 21, 16a, 16b et 16c. L'unité de traitement CPU1 exécute la lecture des entrées par touche de la plaquette SWU ou de la plaquette REM, la lecture des pressions respectives de caisson (c'est-à-dire les sorties des détecteurs de pression 41), la commande de pression constante des pressions respectives de caisson (c'est-à-dire la commande du rapport cyclique pour les soupapes 42), les variations des paramètres de pression en conformité avec les entrées par touche, la sortie des données d'affichage, et l'instruction de production d'un son. En outre,la commande de la soupape 42 dans le système de secours est exécutée non dans l'état normal mais seulement lors de l'entrée d'un signal prédéterminé en provenance de l'unité de traitement CPU2.

Lorsque l'alimentation est fermée, les paramètres respectifs prennent des valeurs initiales qui permettent de charger l'état de validation d'interruption. Dans ce mode de réalisation, les valeurs initiales de RPP, RNP, LPP et LNP sont établies à 3,9, -3,9, +13 et -6,5 (MPa), respectivement, et les limites supérieure/inférieure de ces pressions sont établies à +19,5, 0/-13, +39 et 0/-19,5 (MPa), respectivement. L'interruption est générée périodiquement avec des intervalles de 4 ms en utilisant une minuterie située à l'intérieur de l'unité CPU1. Lorsque l'interruption se produit, le microprocesseur exécute le programme de traitement d'interruption comme représenté en figure 16b. Dans le programme de traitement d'interruption, un convertisseur analogique/numérique Z16 est d'abord choisi et son canal d'entrée commuté dans la séquence : CH0, CH1, CH3 et CH4, d'où il résulte l'exécution d'une conversion analogique/numérique de la pression respective de caisson RPP, RNP, LPP et LNP, tour à tour, puis la lecture de la donnée numérique ainsi convertie. En outre "1" ou "0" est sorti aux points d'accès prédéterminés de P3 de manière à commander les relais à l'état solide SSR1 à SSR4, de sorte que quatre soupapes 42 sont fermées ou ouvertes. Ce changement d'état est exécuté en conformité avec le paramè-

tre de rapport cyclique pré-établi dans une mémoire de l'unité CPU1 d'une manière telle que les soupapes passent de l'état fermé à l'état ouvert toutes les n1 interruptions et passent de l'état ouvert à l'état fermé toutes les n2 interruptions. Ainsi, un rapport cyclique entre temps de fermeture et temps d'ouverture pour chaque clapet 42 varie en fonction des changements de valeur du paramètre. La pression de caisson peut être maintenue à un niveau prédéterminé en commandant un tel rapport cyclique en conformité avec le résultat de la comparaison entre la pression détectée et la pression recherchée pour le caisson. Dans le processus d'interruption précédent, l'unité CPU1 confirme toujours si l'instruction sélective du système est émise ou non par l'unité CPU2. S'il se produit une instruction de commande du système de secours, les pressions SPP et SNP de ce système sont contrôlées pour qu'elles coïncident avec celles du système du côté droit ou du côté gauche après confirmation du système des systèmes du côté droit ou du côté gauche qui doit faire l'objet d'un échange. Dans ce cas, lorsque les deux pressions du système de secours atteignent les niveaux prédéterminés, l'unité CPU1 envoie un signal indiquant à l'unité CPU2 l'état de validation de la commutation de système.

Dans le sous-programme d'entrée de pression de caisson, les données de pression des caissons respectifs lues par le convertisseur analogique/numérique Z16 font l'objet d'une moyenne, puis les données dont la moyenne a été faite sont transformées en données décimales à quatre chiffres à des fins d'affichage. La raison pour laquelle les données de pression font l'objet d'une moyenne est l'élimination des fluctuations minuscules de pression se produisant pendant un court laps de temps lors de l'ouverture et de la fermeture des soupapes. Lorsqu'il se produit une entrée par une touche, il y a jugement quant à la touche qui a été enfoncée puis une valeur des paramètres correspondant à la touche enfoncée fait l'objet d'une augmentation progressive (ou d'une diminution progressive). En même temps, il y a également jugement quant à

une augmentation ou une diminution indiquée par la touche enfoncée, puis le signal marche/arrêt et le signal augmentation/diminution sont appliqués au connecteur J11,de sorte qu'un son donné est produit au haut-parleur de la plaquette de télécommande REM.

Le fonctionnement de l'unité de traitement CPU2 sera maintenant décrit en liaison avec les figures 23a et 23b qui représentent un organigramme schématique de fonctionnement. Dans la figure 23a, les blocs ont la signification suivante :

1 = Départ;
2 = Réglage du mode d'entrée/sortie aux points d'accès d'entrée/sortie et réglage des valeurs initiales des paramètres;
3 = Interruption en attente ;
4 = Entrée par touche ?
5 = Jugement sur la touche d'entrée;
6 = Commutation par touche ?
7 = Sous-programme de commutation du système d'entraînement;
8 = Contrôle max, min des valeurs désirées dans le changement des paramètres et traitement arithmétique ;
9 = Traitement arithmétique des paramètres concernant les valeurs modifiées,
10 = Changement dans le contenu de la mémoire pour affichage par diode électroluminescente;
11 = Minuterie en attente;
12 = Commande d'affichage par diode électroluminescente dans le programme d'interruption;
13 = Groupe de sous-programmes :
Calcul d'une durée d'une impulsion;
Calcul de la durée du coeur du côté gauche;
Calcul de la durée du coeur du côté droit;
Calcul du rapport cyclique du coeur du côté gauche;
Calcul du rapport cyclique du coeur du côté droit;
Division 1;
Division 2;
Multiplication;

Conversion hexadécimale de bits (16 bits-8 bits).

Les blocs de la figure 23b ont la signification suivante :

1 = Sous-programme de commutation du système d'entraînement;

2 = Donner à CPU1 comme instruction le début de la régulation de pression du système de secours;

3 = Commuter la séquence de mise sous tension de voyant;

4 = Entrée par touche en attente;

5 = Sélectionner le système à arrêter et enfoncer la touche droite ou gauche;

6 = Régulation de pression terminée ?

7 = Faire fonctionner le voyant 67S de la soupape manuelle du système de secours pour qu'elle clignote ;

8 = Commande de fermeture/ouverture de la soupape 43 du système de secours à un minutage donné;

9 = Mettre en marche la soupape 71R ou 71L pour qu'elle s'ouvre;

10 = Application de pression à partir du système de secours au coeur artificiel dans le système choisi;

11 = Soupape 70S ouverte ?

12 = Faire fonctionner le voyant 67R ou 67L pour qu'il clignote

13 = Soupape 70R ou 70L fermée ?

14 = Donner à CPU1 comme instruction d'arrêter les soupapes 42, 43 dans le système du côté droit ou du côté gauche;

15 = Tous les voyants éteints

16 = RTS.

Lorsque l'alimentation est fermée, le microprocesseur établit d'abord les points d'entrée/sortie respectifs à l'état initial de sorte que leur valeur initiale conférée aux paramètres, tels que battements de coeur et rapport entre durée d'application de la pression positive et durée d'application de la pression négative (c'est-à-dire rapport cyclique ou durée entre pressions positive/négative) pour les coeurs artificiels du côté gauche et du côté droit. Dans ce mode de réalisation, les valeurs ini-

tiales des paramètres respectifs sont établies de façon que les battements de coeur correspondent à 100 tours/minute, un rapport cyclique du coeur artificiel du côté gauche soit de 45 % (ou durée de 270 ms) et le rapport cyclique du coeur artificiel du côté droit soit de 55 % (ou durée de 330 ms).

Dans le processus d'interruption, un niveau logique aux points de sortie prédéterminés est mis à jour en passant de "1" à "0" ou vice-versa à un certain minutage en conformité avec le paramètre donné (c'est-à-dire les battements de coeur), d'où il résulte la commande des relais SSR7 à SSR10,puis l'ouverture ou la fermeture des soupapes 43. En même temps, la sortie de la donnée affichée (comprenant la donnée en chiffre et la donnée de segment) est effectuée. Lorsqu'il se produit une entrée par touche, ily a jugement sur la touche qui a été enfoncée,et une valeur du paramètre correspondant à la touche enfoncée est incrémentée ou décrémentée pendant l'opération d'enfoncement de la touche avec confirmation simultanée que sa valeur ne dépasse pas la limite supérieure ou la limite inférieure.Divers paramètres concernant ce propre paramètre sont également soumis à un traitement arithmétique. Ce traitement est exécuté après saut aux sous-programmes respectifs.

Un groupe de sous-programmes comprend un sous-programme pour calcul d'une durée d'une impulsion en termes de battement de coeur, un sous-programme pour calcul de la durée du coeur artificiel du côté gauche, un sous-programme pour calcul de la durée du coeur artificiel du côté droit, un sous-programme pour calcul d'un rapport cyclique du coeur artificiel du côté gauche, un sous-programme pour calcul du rapport cyclique du coeur artificiel du côté droit,un sous-programme pour effectuer une division, un sous-programme pour effectuer une multiplication, etc. A l'issue de ces calculs, les valeurs mises à jour des paramètres respectifs sont mises dans une mémoire pour affichage, puis le courant de données revient à l'interruption du traitement de secours après une période de temps

prédéterminée. Lors de l'interruption ultérieure, les données mises à jour sont affichées. Lorsqu'une entrée par touche indique la commutation des systèmes (c'est-à-dire que la touche K1 est fermée),un sous-programme de commutation du système d'entraînement sera exécuté.

En liaison maintenant avec la figure 23b, l'unité de traitement CPU2 donne d'abord comme instruction à l'unité CPU1 de commander les soupapes 42 du système de secours ne fonctionnant pas. Alors, une séquence de commutation provoque la mise sous tension d'un voyant (non représenté) et attend une entrée par touche donnant comme instruction lequel des systèmes du côté droit ou du côté gauche doit être commuté. Sur instruction du système commuté, l'unité CPU1 commence la régulation de pression avec les paramètres de commande pour le système de secours agissant en paramètres de commande pour le système instruit. L'unité de traitement CPU2 attend la fin de la régulation de pression. Ensuite, un voyant 67S prévu dans le voisinage de la soupape manuelle du système de secours est mise sous tension de manière à s'allumer, d'où il résulte que l'opérateur est informé que la soupape manuelle 70S du système de secours doit être maintenant ouverte. Lorsque la soupape 70S est ouverte par l'opérateur, le contact 70SS est actionné de sorte qu'un signal indiquant l'ouverture de la soupape 70S est appliqué à l'unité CPU2. Lors de l'ouverture de la soupape 70S, le voyant 67S est éteint, puis les soupapes 43 du système de secours sont actionnées avec le même minutage que les soupapes 43 du système commuté, puis la soupape 71R ou 71L est ouverte.

Dans cet état, de l'air au même niveau de pression est appliqué à partir du système commuté ainsi que du système de secours aux coeurs artificiels reliés au premier système, simultanément, de sorte que les coeurs artificiels sont entraînés par des sources en parallèle. Alors le voyant 67R ou 67L proche de la soupape manuelle du système commuté est mis sous tension pour s'allumer, d'où il résulte que l'opérateur est informé que la soupape manuelle peut être fermée. Lors de la fermeture de la sou-

pape manuelle, l'unité CPU2 donne comme instruction à CPU1 d'arrêter le fonctionnement des soupapes 42 et 43 des systèmes du côté droit ou du côté gauche. Après extinction, de tous les voyants, il y a retour au programme principal de traitement. Avec celui-ci, les soupapes 42, 43, les accumulateurs etc. du système instruit sont séparés des coeurs artificiels qui sont maintenant entraînés par le système de secours, de sorte que le système ainsi séparé peut être soumis à une opération d'entretien ou analogue. Lorsque la commutation des systèmes d'entraînement est de nouveau ordonnée, le système séparé est alors branché au cours d'une séquence inverse de celle mentionnée précédemment,alors que le système de secours est séparé des coeurs artificiels.

Selon ce mode de réalisation de l'invention, il devient possible d'exécuter un entretien périodique, une commutation de systèmes et des réparations au moment d'un mauvais fonctionnement, etc. dans l'appareil d'entraînement de coeur artificiel. De plus, au moment de la commutation des systèmes, un risque d'erreur dû aux opérateurs est minimisé, ce qui permet d'assurer un niveau élevé de sécurité.

L'appréciation de certaines des valeurs de mesure indiquées ci-dessus doit tenir compte du fait qu'elles proviennent de la conversion d'unités anglo-saxonnes en unités métriques.

La présente invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation qui viennent d'être décrits, elle est au contraire susceptible de variantes et de modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art.

REVENDICATIONS

1 - Appareil d'entraînement de coeur artificiel, caractérisé en ce qu'il comprend :

- une source de pression positive;

- une première soupape actionnée par solénoïde ayant son orifice d'entrée relié à un orifice de sortie de la source de pression positive;

- un premier accumulateur ayant son orifice d'entrée relié à l'orifice de sortie de la première soupape actionnée par solénoïde;

- une seconde soupape actionnée par solénoïde ayant son orifice d'entrée relié à un orifice de sortie du premier accumulateur et son orifice de sortie relié à un coeur artificiel;

- un premier moyen de détection de pression destiné à détecter la pression dans un trajet de fluide entre l'orifice de sortie de la première soupape à solénoïde et l'orifice d'entrée de la seconde soupape à solénoïde;

- une source de pression négative;

- une troisième soupape actionnée par solénoïde ayant son orifice d'entrée relié à un orifice de sortie de la source de pression négative;

- un second accumulateur ayant son orifice d'entrée relié à un orifice de sortie de la troisième soupape actionnée par solénoïde;

- une quatrième soupape actionnée par solénoïde ayant son orifice d'entrée relié à un orifice de sortie du second accumulateur et son orifice de sortie relié à un coeur artificiel;

- un second moyen de détection de pression destiné à détecter la pression dans un trajet de fluide entre l'orifice de sortie de la troisième soupape actionnée par solénoïde et l'orifice d'entrée de la quatrième soupape actionnée par solénoïde;

- un panneau de commande; et

- un ensemble de commande destiné à commander l'ouverture et la fermeture de la première soupape actionnée par solénoïde sur la base d'une première valeur de ré-

glage préétablie en conformité avec une instruction provenant du panneau de commande et de la pression détectée par le premier moyen de détection de pression, de manière à commander l'ouverture et la fermeture de la troisième soupape actionnée par solénoïde sur la base d'une seconde valeur de réglage préétablie en conformité avec une instruction en provenance du panneau de commande et la pression détectée par le second moyen de détection de pression et à commander l'ouverture et la fermeture de la seconde soupape actionnée par solénoïde et de la quatrième soupape actionnée par solénoïde à des temps prédéterminés, respectivement.

2 - Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que la première soupape actionnée par solénoïde et la troisième soupape actionnée par solénoïde comprennent chacune une soupape de commande actionnée par solénoïde, construite de façon qu'un noyau fixe en substance magnétique et un noyau mobile en substance magnétique soient disposés suivant l'axe d'une bobine électrique et le noyau mobile en substance magnétique soit rendu mobile par rapport au noyau fixe en substance magnétique dans le sens axial.

3 - Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que le panneau de commande comprend un panneau de télécommande qui est mobile par rapport à un logement renfermant au moins un système mécanique de l'appareil et qui comporte un moyen de commutateur servant à donner des instructions à l'ensemble de commande.

4 - Appareil selon la revendication 3, caractérisé en ce que le moyen de commutateur monté sur le panneau de télécommande et un moyen de commutateur monté sur le panneau de commande fixe sont reliés en parallèle à l'ensemble de commande.

5 - Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'au moins la première soupape actionnée par solénoïde ou la seconde soupape actionnée par solénoïde ou la troisième soupape actionnée par solénoïde ou la quatrième soupape actionnée par solénoïde est disposée à l'inté-

rieur d'au moins l'un des premier et second accumulateurs.

6 - Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que le panneau de commande comprend un moyen d'instruction de réglage de pression destiné à donner comme instruction la première valeur de réglage et une seconde valeur de réglage, un moyen d'instruction en réglage de rapport cyclique destiné à donner comme instructions des rapports respectifs entre temps d'ouverture et temps de fermeture pour la seconde soupape actionnée par solénoïde et la quatrième soupape actionnée par solénoïde, et un moyen d'instructions pour le réglage de la période des battements de coeur destiné à établir des périodes respectives d'ouverture et de fermeture de la seconde soupape actionnée par solénoïde et de la quatrième soupape actionnée par solénoïde; et l'ensemble de commande contrôle l'ouverture et la fermeture de la première soupape actionnée par solénoïde pour que la sortie détectée du premier moyen de détection de pression coïncide avec la première valeur de réglage, commande l'ouverture et la fermeture de la troisième soupape actionnée par solénoïde pour que la sortie détectée du second moyen de détection de pression coïncide avec la seconde valeur de réglage, et commande la seconde soupape actionnée par solénoïde et la quatrième soupape actionnée par solénoïde au rapport cyclique préétabli et à la période des battements de coeur préétablie.

7 - Appareil selon la revendication 6, caractérisé en ce que le panneau de commande fixe et le panneau de télécommande comprennent chacun un moyen d'instruction pour le réglage de la pression, un moyen d'instruction pour le réglage du rapport cyclique et un moyen d'instruction pour le réglage de la période des battements de coeur.

8 - Appareil d'entraînement de coeur artificiel, caractérisé en ce qu'il comprend :

- un premier système incorporant : une première soupape actionnée par solénoïde dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie d'une source de pression positive; un premier accumulateur dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie de la première soupape

actionnée par solénoïde; une seconde soupape actionnée par solénoïde dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie du premier accumulateur; un premier moyen de détection de pression destinée à détecter la pression dans un trajet de fluide entre l'orifice de sortie de la première soupape actionnée par solénoïde et l'orifice d'entrée de la seconde soupape actionnée par solénoïde; une troisième soupape actionnée par solénoïde dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie d'une source de pression négative; un second accumulateur dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie de la troisième soupape à solénoïde; une quatrième soupape à solénoïde dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie du second accumulateur; un second moyen de détection de pression destiné à détecter la pression dans un trajet de fluide entre l'orifice de sortie de la troisième soupape actionnée par solénoïde et l'orifice d'entrée de la quatrième soupape actionnée par solénoïde; un moyen de soupape d'ouverture et de fermeture dont l'orifice de sortie est relié à un coeur artificiel et l'orifice d'entrée à la fois à l'orifice de sortie de la seconde soupape à solénoïde et à l'orifice de sortie de la quatrième soupape à solénoïde; et un moyen générateur de signal d'ouverture et de fermeture destiné à donner à sa sortie un signal en conformité avec l'état ouvert et fermé du moyen d'ouverture et de fermeture;

- un second système comportant : une première soupape à solénoïde dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie d'une source de pression positive; un premier accumulateur dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie de la première soupape à solénoïde; une seconde soupape à solénoïde dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie du premier accumulateur; un premier moyen de détection de pression destiné à détecter la pression dans un trajet de fluide entre l'orifice de sortie de la première soupape à solénoïde et l'orifice d'entrée de la seconde soupape à solénoïde; une troisième soupape à solénoïde dont l'orifice d'entrée est relié à

un orifice de sortie d'une source de pression négative; un second accumulateur dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie de la troisième soupape à solénoïde; une quatrième soupape à solénoïde dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie du second accumulateur; un second moyen de détection de pression destiné à détecter la pression dans un trajet de fluide entre l'orifice de sortie de la troisième soupape actionnée par solénoïde et l'orifice d'entrée de la quatrième soupape actionnée par solénoïde; un moyen de soupape d'ouverture et de fermeture dont l'orifice de sortie est relié à un coeur artificiel et l'orifice d'entrée est relié à la fois à l'orifice de sortie de la seconde soupape actionnée par solénoïde et à l'orifice de sortie de la quatrième soupape actionnée par solénoïde; et un moyen générateur de signal d'ouverture et de fermeture destiné à donner à sa sortie un signal en conformité avec l'état ouvert et fermé du moyen de soupape d'ouverture et de fermeture;

- un panneau de commande; et

- un ensemble de commande qui commande l'ouverture et la fermeture de la première soupape actionnée par solénoïde du premier système sur la base de la pression détectée par le premier moyen de détection de pression du premier système et d'une première valeur de réglage, préréglée en conformité avec une instruction en provenance du panneau de commande; commande l'ouverture et la fermeture de la troisième soupape actionnée par solénoïde du premier système sur la base de la pression détectée par le second moyen de détection de pression du premier système et d'une seconde valeur de réglage, préréglée en conformité avec une instruction en provenance du panneau de commande, et commande l'ouverture et la fermeture de la seconde soupape actionnée par solénoïde et de la quatrième soupape actionnée par solénoïde du premier système à des instants prédéterminés, respectivement.

9 - Appareil d'entraînement de coeur artificiel, caractérisé en ce qu'il comprend :

- un premier système comportant : une première

soupape actionnée par solénoïde dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie d'une source de pression positive; un premier accumulateur dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie de la première soupape à solénoïde; une seconde soupape à solénoïde dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie du premier accumulateur; un premier moyen de détection de pression destiné à détecter la pression dans un trajet de fluide entre l'orifice de sortie de la première soupape actionné par solénoïde et l'orifice d'entrée de la seconde soupape actionnée par solénoïde; une troisième soupape actionnée par solénoïde dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie d'une source de pression négative; un second accumulateur dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie de la troisième soupape à solénoïde; une quatrième soupape actionnée par solénoïde dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie du second accumulateur; un second moyen de détection de pression destinée à détecter la pression dans un trajet de fluide entre l'orifice de sortie de la troisième soupape actionnée par solénoïde et l'orifice d'entrée de la quatrième soupape actionnée par solénoïde; un moyen de soupape d'ouverture et de fermeture dont l'orifice de sortie est relié à un coeur artificiel et l'orifice d'entrée est relié à la fois à l'orifice de sortie de la seconde soupape actionnée par solénoïde et à l'orifice de sortie de la quatrième soupape actionnée par solénoïde; et un moyen générateur de signal d'ouverture et de fermeture destiné à donner à sa sortie un signal en conformité avec l'état ouvert et fermé du moyen d'ouverture et de fermeture;

- un second système comportant : une première soupape actionnée par solénoïde dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie d'une source de pression positive; un premier accumulateur dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie de la première soupape actionnée par solénoïde; une seconde soupape actionnée par solénoïde dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie du premier accumulateur; un premier moyen

de détection de pression destiné à détecter la pression dans un trajet de fluide entre l'orifice de sortie de la première soupape actionnée par solénoïde et l'orifice d'entrée de la seconde soupape actionnée par solénoïde; une troisième soupape actionnée par solénoïde dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie d'une source de pression négative;un second accumulateur dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie de la troisième soupape à solénoïde; une quatrième soupape à solénoïde dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie du second accumulateur; un second moyen de détection de pression destiné à détecter la pression dans un trajet de fluide entre l'orifice de sortie de la troisième soupape à solénoïde et l'orifice d'entrée de la quatrième soupape à solénoïde; un moyen de soupape d'ouverture et de fermeture dont l'orifice de sortie est relié à un coeur artificiel et l'orifice d'entrée est relié à la fois à l'orifice de sortie de la seconde soupape actionnée par solénoïde et à l'orifice de sortie de la quatrième soupape actionnée par solénoïde; et un moyen générateur de signal d'ouverture et de fermeture destiné à donner à sa sortie un signal en conformité avec l'état ouvert et fermé du moyen de soupape d'ouverture et de fermeture;

- un panneau de commande;
- un moyen de commutateur donnant comme instruction une commutation; et
- un ensemble de commande qui commande l'ouverture et la fermeture de la première soupape actionnée par solénoïde du premier système sur la base de la pression détectée par le premier moyen de détection de pression du premier système et d'une première valeur de réglage préréglée en conformité avec une instruction en provenance du panneau de commande, commande l'ouverture et la fermeture de la troisième soupape actionnée par solénoïde du premier système sur la base de la pression détectée par le second moyen de détection de pression du premier système et d'une seconde valeur de réglage préréglée en conformité avec une instruction en provenance du panneau de commande, et comman-

de l'ouverture et la fermeture de la seconde soupape actionnée par solénoïde et de la quatrième soupape actionnée par solénoïde du premier système aux instants prédéterminés, respectivement; qui lors de l'instruction de commutation en provenance du moyen de commutateur donnant l'instruction de commutation commande l'ouverture et la fermeture de la première soupape actionnée par solénoïde du second système sur la base de la pression détectée par le premier moyen de détection de pression du second système et d'une première valeur de réglage préréglée en conformité avec une instruction en provenance du panneau de commande, commande l'ouverture et la fermeture de la troisième soupape actionnée par solénoïde dans le second système sur la base à la fois de la pression détectée par le second moyen de détection de pression du second système et d'une seconde valeur de réglage préréglée en conformité avec une instruction en provenance du panneau de commande, et commande l'ouverture et la fermeture de la seconde soupape actionnée par solénoïde et de la quatrième soupape actionnée par solénoïde du second système à sensiblement les mêmes instants que ceux concernant la seconde soupape actionnée par solénoïde et la quatrième soupape actionnée par solénoïde du premier système, respectivement; et qui arrête la commande pour le premier système lorsque le moyen générateur de signal d'ouverture et de fermeture du second système indique l'ouverture du moyen de soupape d'ouverture et de fermeture du second système et que le moyen générateur de signal d'ouverture et de fermeture du premier système indique la fermeture du moyen de soupape d'ouverture et de fermeture du premier système.

10 - Appareil d'entraînement de coeur artificiel, caractérisé en ce qu'il comprend :

- un premier système incorporant : une première soupape actionnée par solénoïde dont l'orifice d'entrée est relié à l'orifice de sortie d'une source de pression positive; un premier accumulateur dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie de la première soupape actionnée par solénoïde; une seconde soupape actionnée par

solénoïde dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie du premier accumulateur; un premier moyen de détection de pression destiné à détecter la pression dans un trajet de fluide entre l'orifice de sortie de la première soupape actionnée par solénoïde et l'orifice d'entrée de la seconde soupape actionnée par solénoïde; une troisième soupape actionnée par solénoïde dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie d'une source de pression négative; un second accumulateur dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie d'une troisième soupape actionnée par solénoïde; une quatrième soupape actionnée par solénoïde dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie du second accumulateur; un second moyen de détection de pression destiné à détecter la pression dans un trajet de fluide entre l'orifice de sortie, de la troisième soupape actionnée par solénoïde et l'orifice d'entrée de la quatrième soupape actionnée par solénoïde; un moyen de soupape d'ouverture et de fermeture dont l'orifice de sortie est relié à un premier coeur artificiel et l'orifice d'entrée est relié à la fois à l'orifice de sortie de la seconde soupape actionnée par solénoïde et à l'orifice de sortie de la quatrième soupape actionnée par solénoïde; et un moyen générateur de signal d'ouverture et de fermeture destiné à donner à sa sortie un signal en conformité avec l'état ouvert et fermé du moyen de soupape d'ouverture et de fermeture;

- un second système incorporant : une première soupape actionnée par solénoïde dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie d'une source de pression positive; un premier accumulateur dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie de la première soupape actionnée par solénoïde; une seconde soupape actionnée par solénoïde dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie du premier accumulateur; un premier moyen de détection de pression destiné à détecter la pression dans un trajet de fluide entre l'orifice de sortie de la première soupape actionnée par solénoïde et l'orifice d'entrée de la seconde soupape actionnée par solénoï-

de; une troisième soupape actionnée par solénoïde dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie d'une source de pression négative un second accumulateur dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie de la troisième soupape actionnée par solénoïde; une quatrième soupape actionnée par solénoïde, dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie du second accumulateur; un second moyen de détection de pression destiné à détecter la pression dans un trajet de fluide entre l'orifice de sortie de la troisième soupape actionnée par solénoïde et l'orifice d'entrée de la quatrième soupape actionnée par solénoïde; un moyen de soupape d'ouverture et de fermeture dont l'orifice de sortie est relié à un second coeur artificiel et l'orifice d'entrée est relié à la fois à l'orifice de sortie de la seconde soupape actionnée par solénoïde et à l'orifice de sortie de la quatrième soupape actionnée par solénoïde; et un moyen générateur de signal d'ouverture et de fermeture destiné à donner à sa sortie un signal en conformité avec l'état ouvert et fermé du moyen de soupape d'ouverture et de fermeture;

- un troisième système incorporant : une première soupape actionnée par solénoïde dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie d'une source de pression positive; un premier accumulateur dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie de la première soupape actionnée par solénoïde; une seconde soupape actionnée par solénoïde dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie du premier accumulateur; un premier moyen de détection de pression destiné à détecter la pression dans un trajet de fluide entre l'orifice de sortie de la première soupape actionnée par solénoïde et l'orifice d'entrée de la seconde soupape actionnée par solénoïde; une troisième soupape actionnée par solénoïde, dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie d'une source de pression négative; un second accumulateur dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice de sortie de la troisième soupape actionnée par solénoïde; une quatrième soupape actionnée par solénoïde dont l'orifice d'entrée est relié à un orifice

de sortie du second accumulateur; un second moyen dé détection de pression destiné à détecter la pression dans un trajet de fluide entre l'orifice de sortie de la troisième soupape actionnée par solénoïde et l'orifice d'entrée de la quatrième soupape actionnée par solénoïde; un moyen de soupape d'ouverture et de fermeture dont l'orifice de sortie est relié à l'un ou l'autre des coeurs artificiels, et l'orifice d'entrée est relié à la fois aux orifices de sortie de la seconde soupape actionnée par solénoïde et de la quatrième soupape actionnée par solénoïde; un moyen de soupape de sélecteur destiné à relier sélectivement l'orifice de sortie du moyen de soupape d'ouverture et de fermeture aux premier et second coeurs artificiels, et un moyen générateur de signal d'ouverture et de fermeture destiné à donner à sa sortie un signal en conformité avec l'état ouvert et fermé du moyen de soupape d'ouverture et de fermeture;

- un panneau de commande;
- un moyen de commutateur donnant une instruction de commutation; et
- un ensemble de commande qui commande l'ouverture et la fermeture de la première soupape actionnée par solénoïde du premier système sur la base de la pression détectée par le premier moyen de détection de pression du premier système et d'une première valeur de réglage préréglée en conformité avec une instruction en provenance du panneau de commande; commande l'ouverture et la fermeture de la troisième soupape actionnée par solénoïde du premier système sur la base de la pression détectée par le second moyen de détection de pression du premier système et d'une seconde valeur de réglage préréglée en conformité avec une instruction en provenance du panneau de commande, et commande l'ouverture et la fermeture de la seconde soupape actionnée par solénoïde et de la quatrième soupape actionnée par solénoïde du premier système aux instants prédéterminés, respectivement; qui commande l'ouverture et la fermeture de la quatrième soupape actionnée par solénoïde du second système sur la base de la pression détectée par le premier

moyen de détection de pression du second système et d'une première valeur de réglage préréglée en conformité avec une instruction en provenance du panneau de commande, commande l'ouverture et la fermeture de la troisième soupape actionnée par solénoïde du second système sur la base de la pression détectée par le second moyen de détection de pression du second système et d'une seconde valeur de réglage préréglée en conformité avec une instruction en provenance du panneau de commande, et commande l'ouverture et la fermeture de la seconde soupape actionnée par solénoïde et de la quatrième soupape actionnée par solénoïde du second système aux instants prédéterminés, respectivement; qui lors de l'instruction de commutation provenant du moyen de commutateur donnant une instruction de commutation, commande l'ouverture et la fermeture de la première soupape actionnée par solénoïde du troisième système sur la base de la pression détectée par le premier moyen de détection de pression du troisième système et d'une première valeur de réglage préréglée en conformité avec une instruction en provenance du panneau de commande, commande l'ouverture et la fermeture de la troisième soupape actionnée par solénoïde du troisième système sur la base de la pression détectée par le second moyen de détection de pression du troisième système et d'une seconde valeur de réglage préréglée en conformité avec une instruction en provenance du panneau de commande, et commande l'ouverture et la fermeture de la seconde soupape actionnée par solénoïde et de la quatrième soupape actionnée par solénoïde du troisième système à sensiblement les mêmes instants que ceux pour la seconde soupape actionnée par solénoïde et la quatrième soupape actionnée par solénoïde dans l'un ou l'autre des premier et second systèmes qui a reçu une instruction en provenance d'une entrée par commutateur, respectivement; et qui arrête la commande du système instruit, lorsque le moyen générateur de signal d'ouverture et de fermeture du troisième système indique l'ouverture du moyen de soupape d'ouverture et de fermeture du troisième système, puis que le moyen générateur de signal d'ouverture et de ferme-

ture du système instruit indique la fermeture du moyen de soupape d'ouverture et de fermeture du système instruit.

FIG. 1

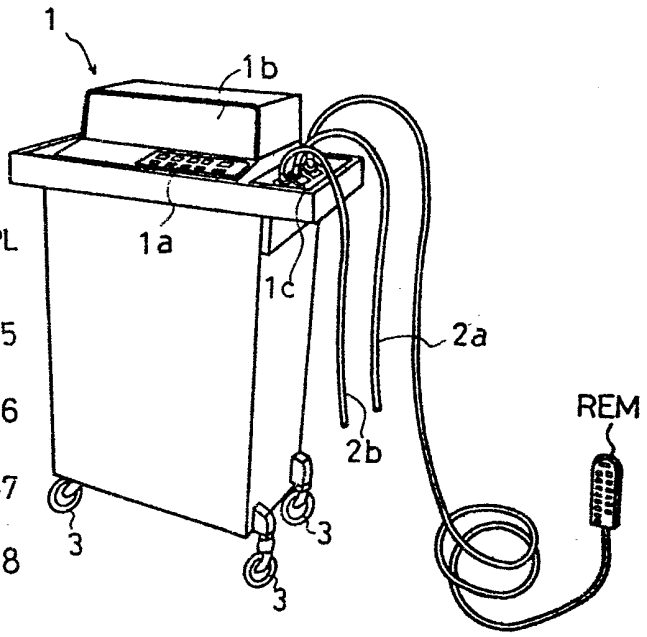


FIG.2a

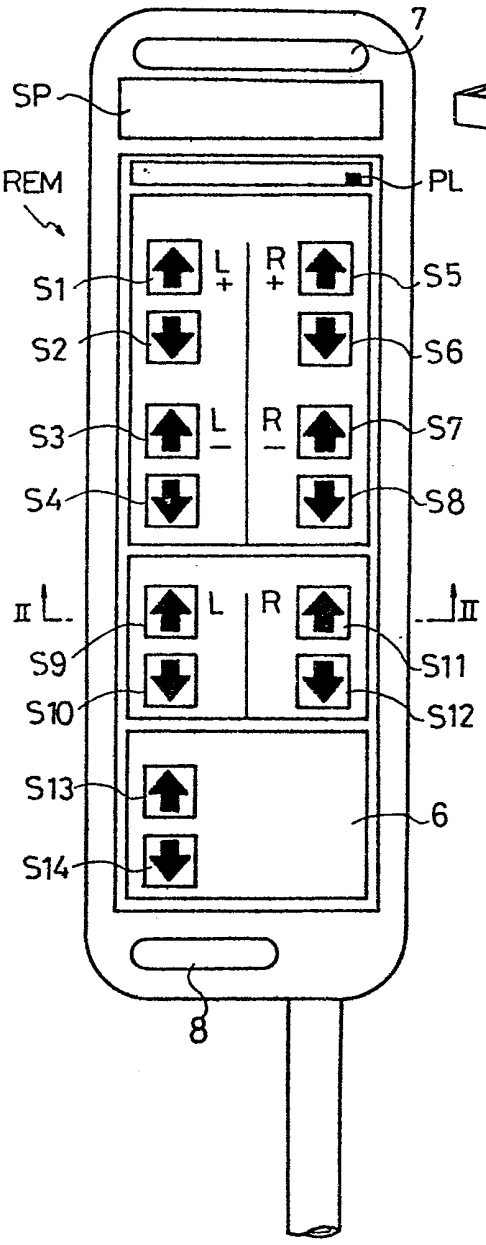


FIG.2b

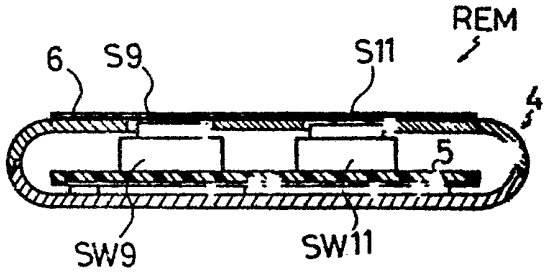


FIG. 3

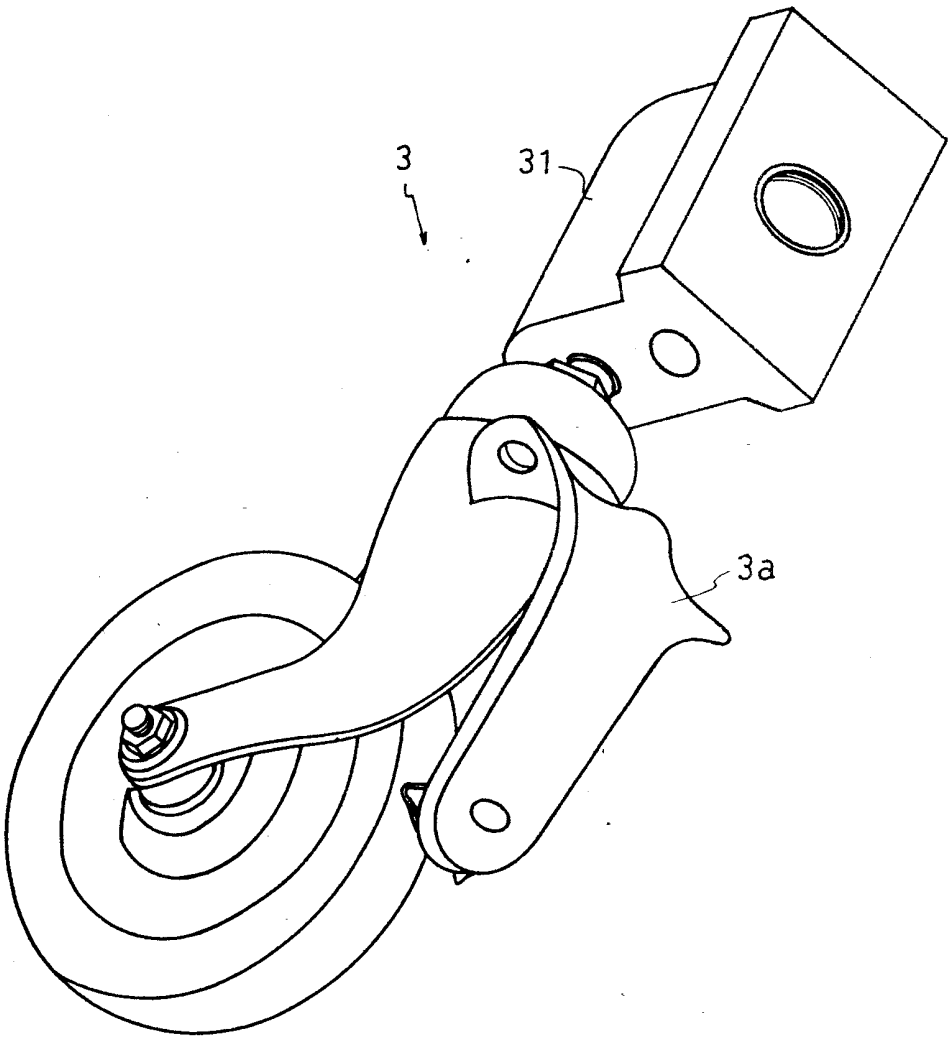


FIG.4c

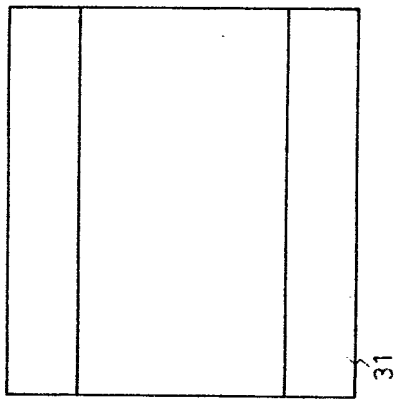


FIG.5

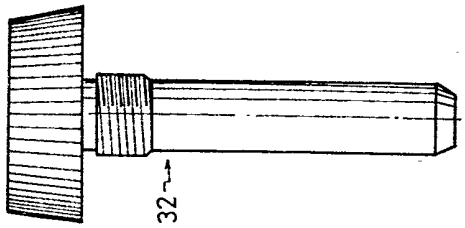


FIG.4a

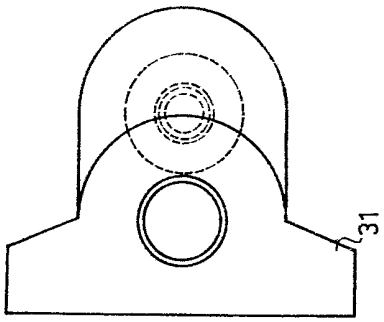


FIG.4d

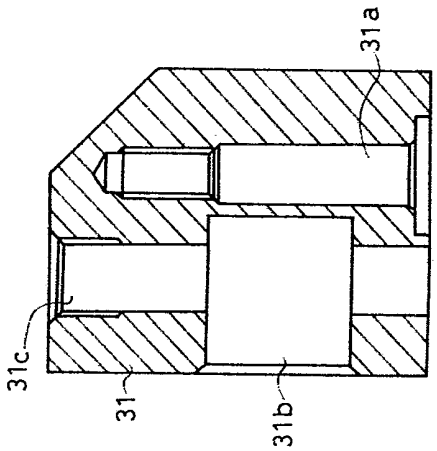


FIG.4b

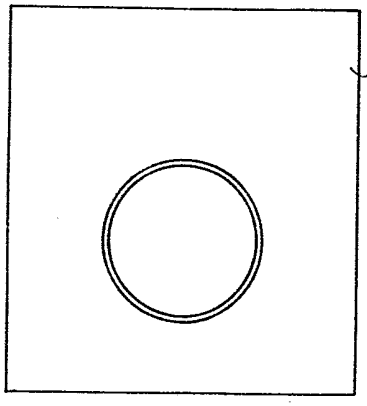


FIG.7

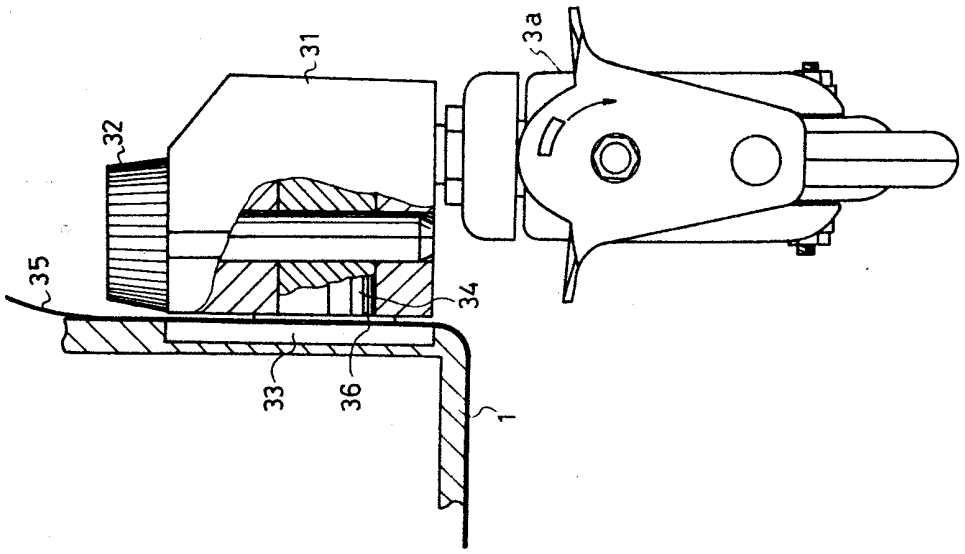


FIG.6a

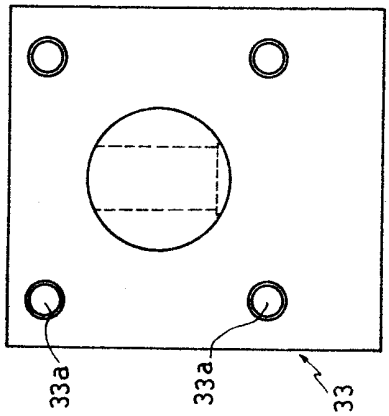


FIG.6b

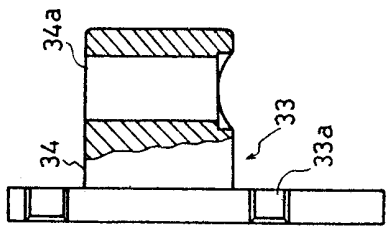


FIG.8a

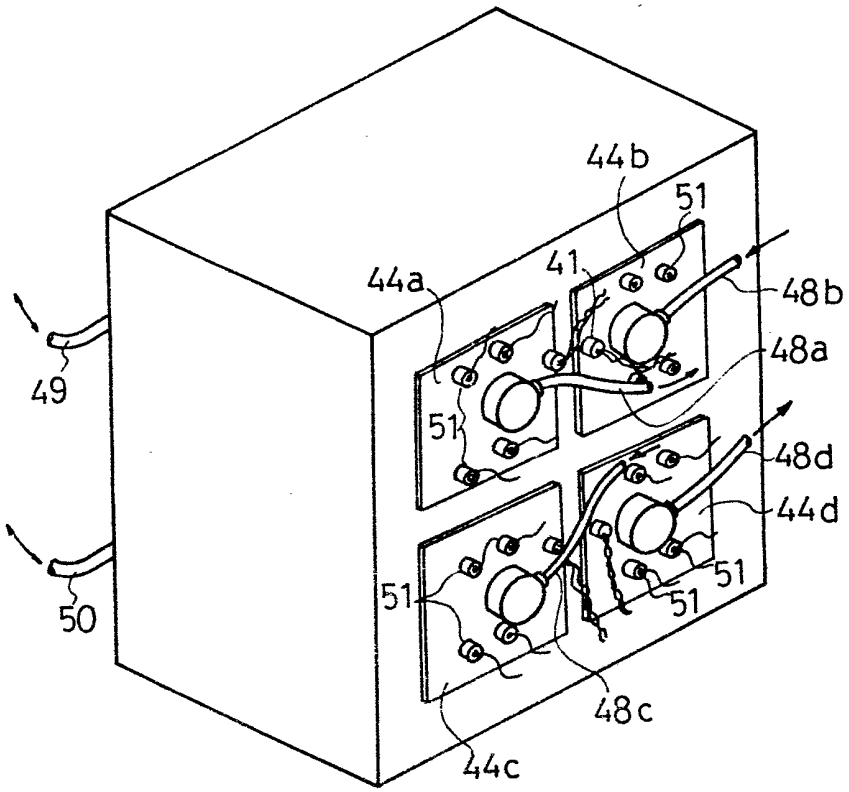


FIG.8d

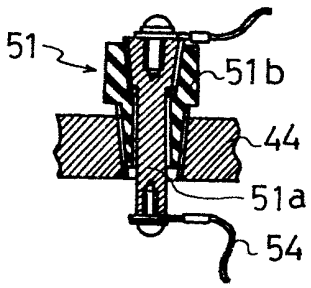


FIG.8e

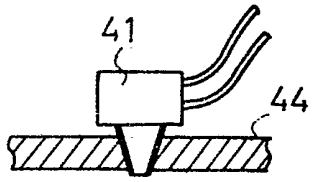


FIG.8c

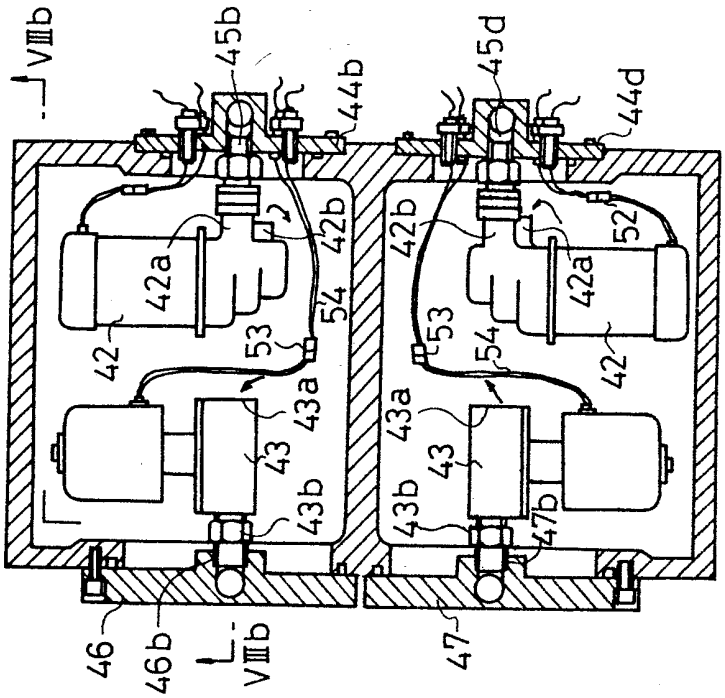

VIIIb
45b
44b
45d
44d
42b
42a
52
54
53
42
43a
43
43b
47b
46
46b
VIIIb
47

FIG.8b

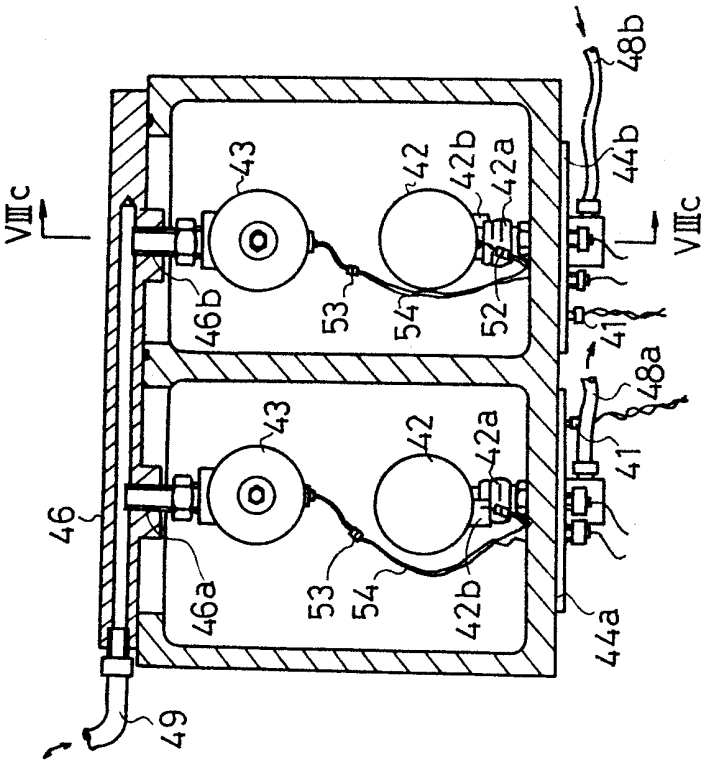

VIIIc
48b
44b
43
42
42b
42a
46b
53
54
52
41
48a
46
46a
42b
44a
49
VIIIc

FIG.9b

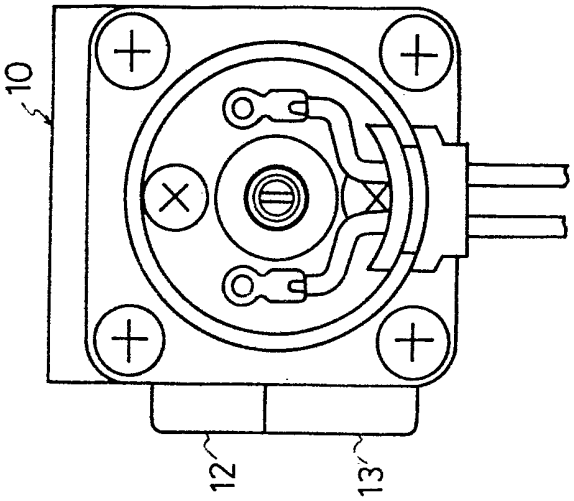


FIG.9a

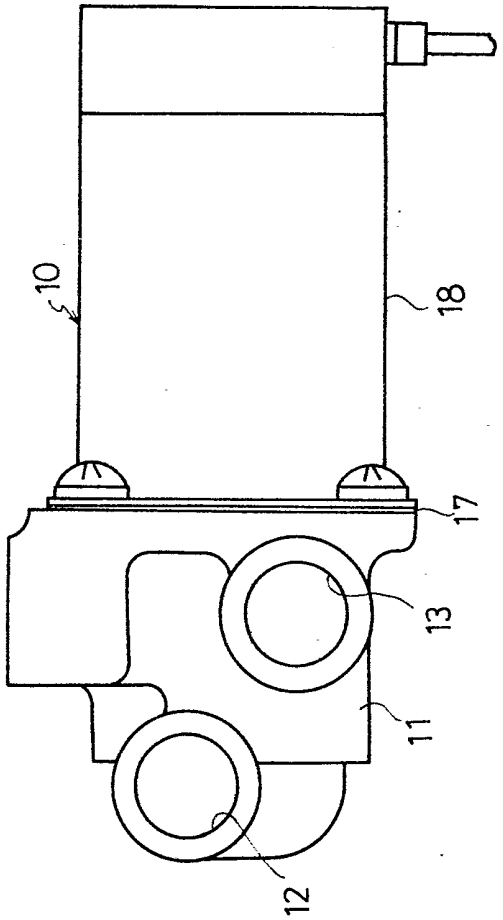


FIG.9d

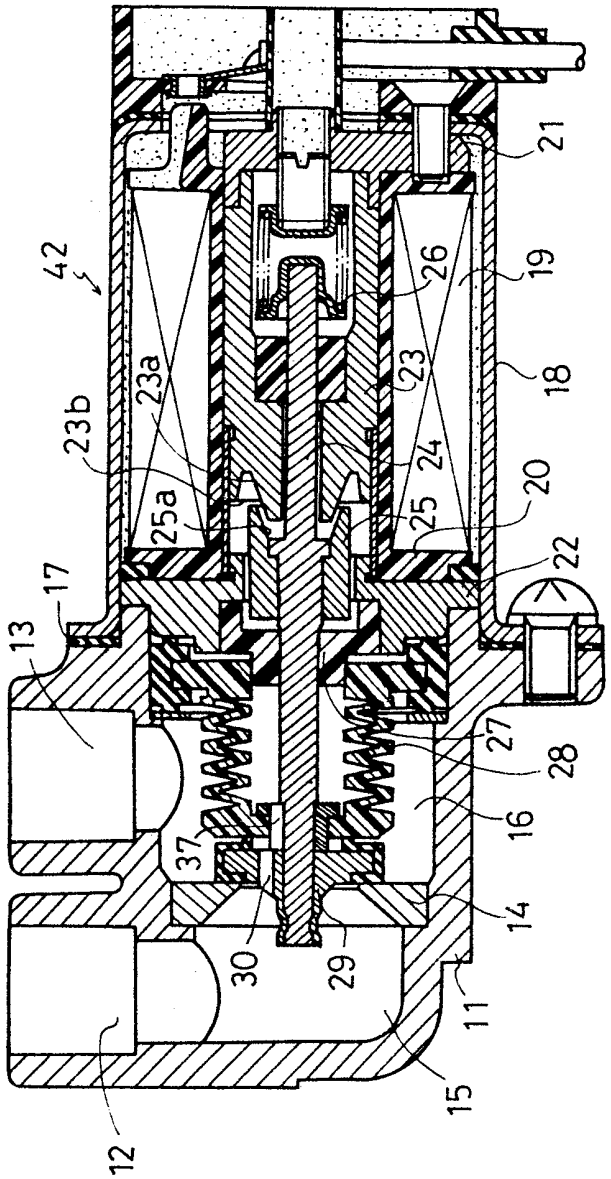

21
42
26
19
23a
23
18
23b
24
20
25a
25
22
17
13
27
28
16
37
14
30
29
11
15
12

FIG.9c

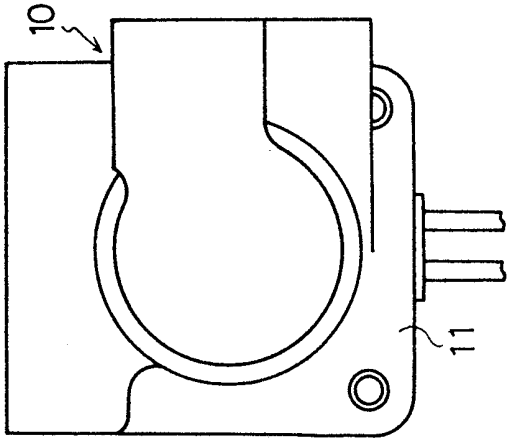

10
11

FIG.10

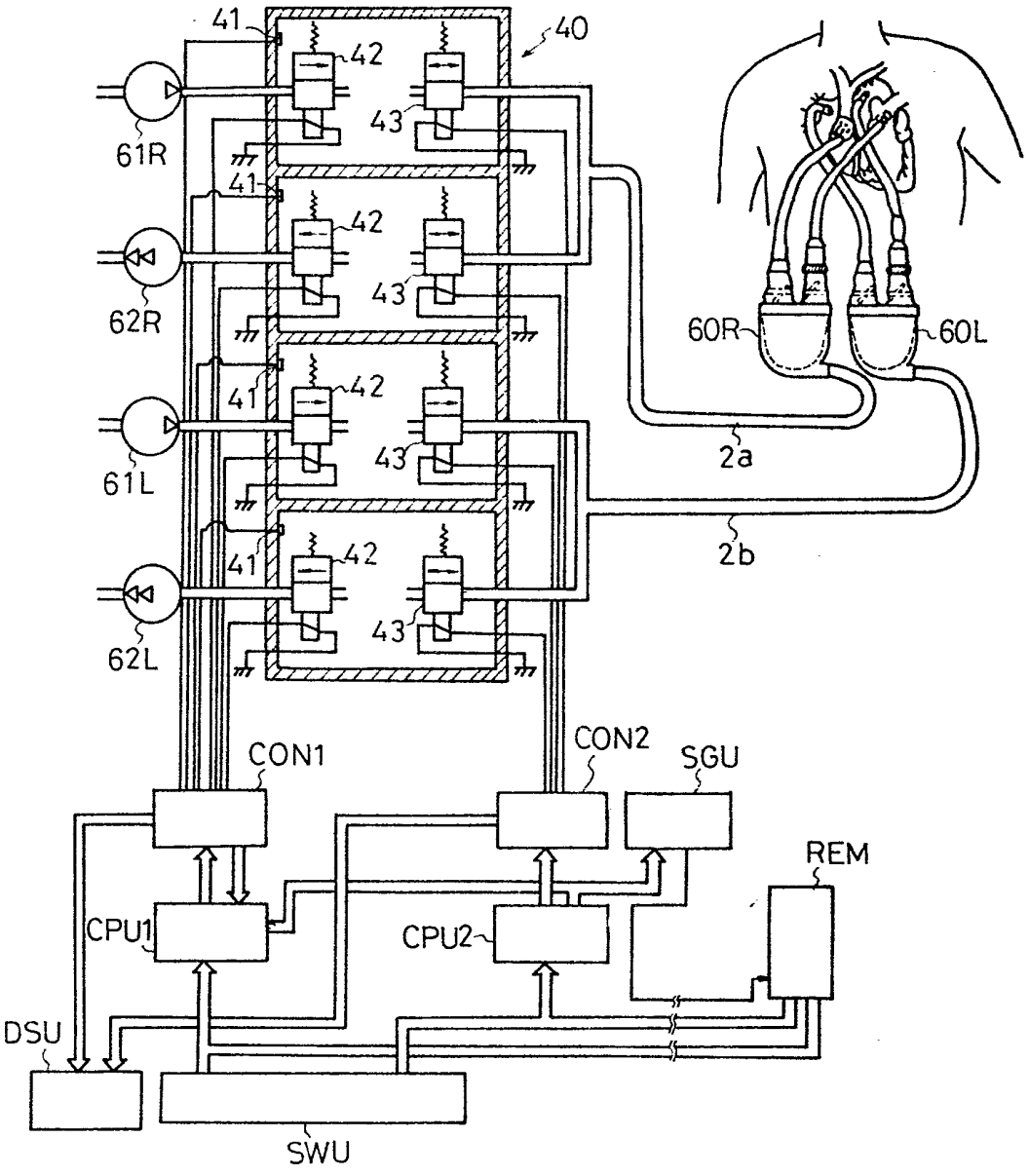

41
42
40
43
61R
62R
61L
62L
60R
60L
2a
2b
CON1
CON2
SGU
REM
CPU1
CPU2
DSU
SWU

FIG.11

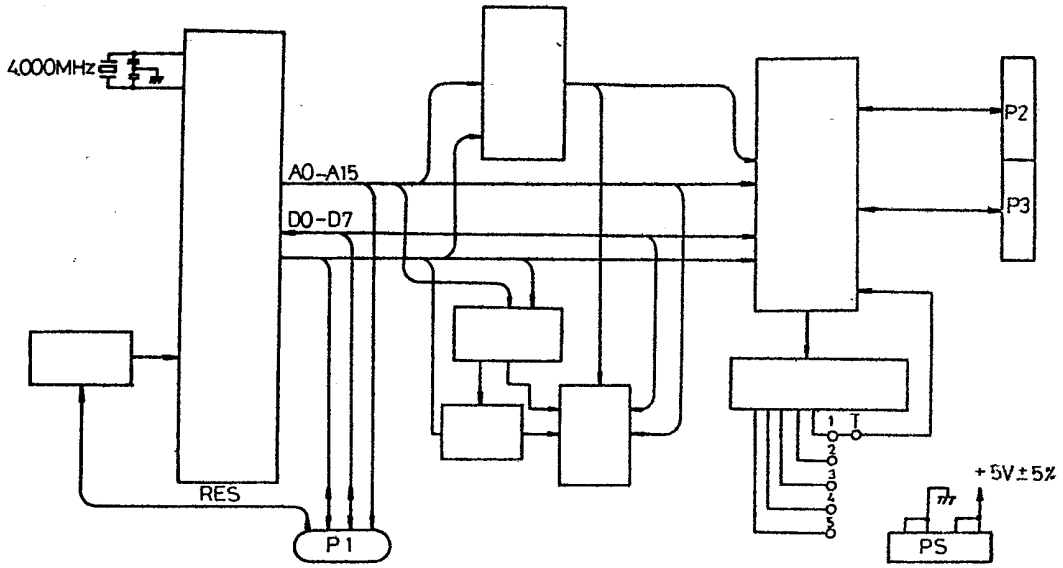

4.000MHz
A0-A15
D0-D7
RES
P1
P2
P3
+5V±5%
PS

FIG.12

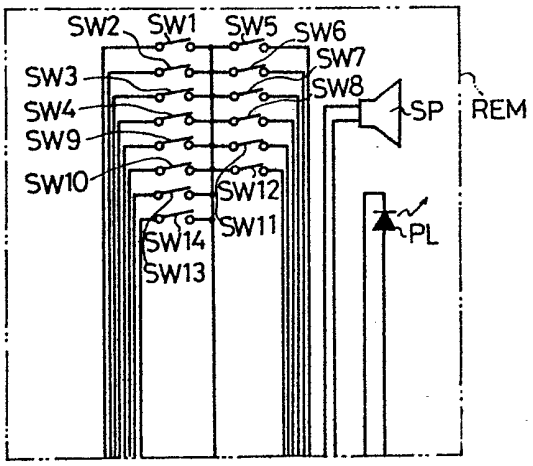

SW2
SW1
SW5
SW6
SW7
SW3
SW8
SW4
SW9
SW10
SW12
SW11
SW14
SW13
SP
REM
PL

FIG.13a

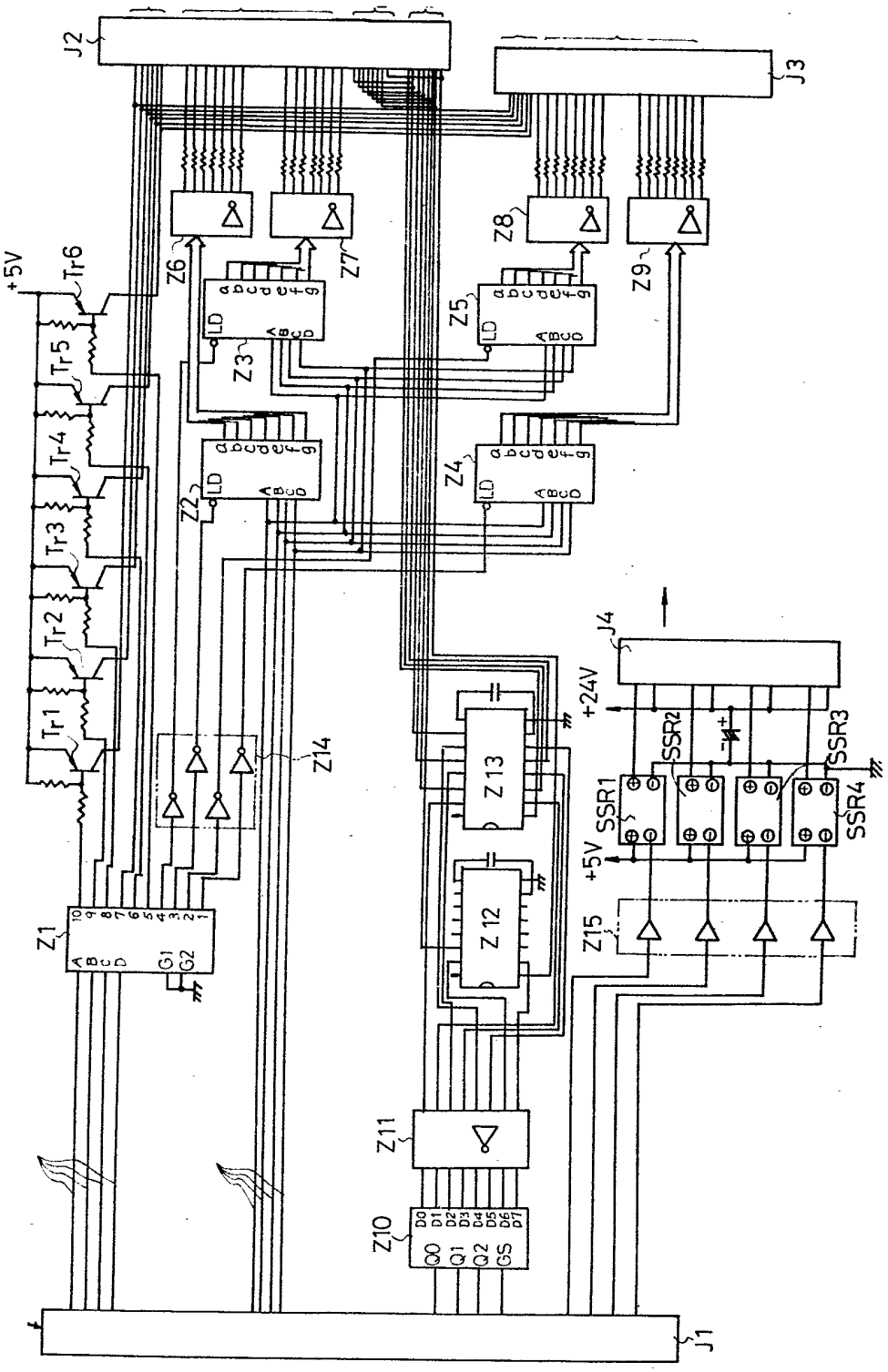

J2
J3
J4
J1
+5V
Tr6
Tr5
Tr4
Tr3
Tr2
Tr1
Z1
Z2
Z3
Z4
Z5
Z6
Z7
Z8
Z9
Z10
Z11
Z12
Z13
Z14
Z15
+24V
SSR1
SSR2
SSR3
SSR4
LD
A
B
C
D
G1
G2
Q0
Q1
Q2
GS

FIG.13b

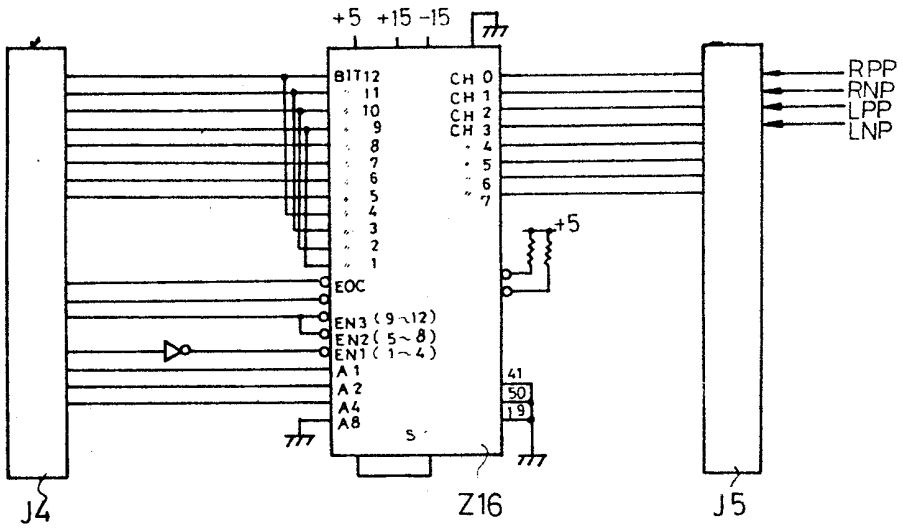
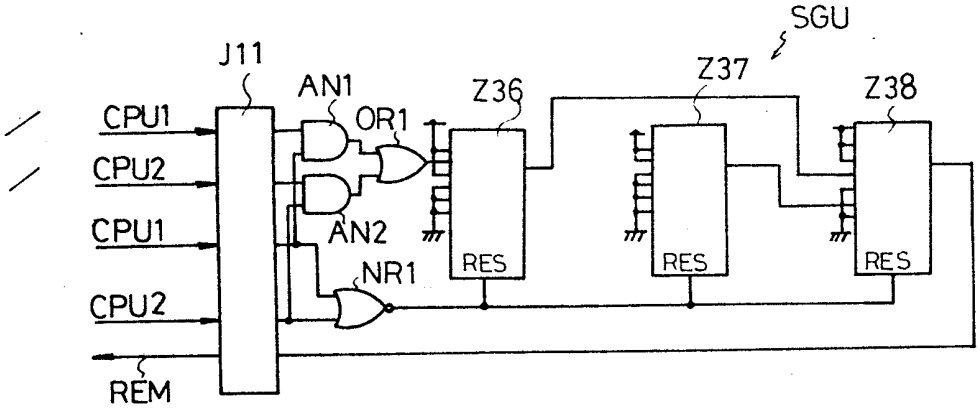


FIG.15



PL.XIII/23

FIG.14

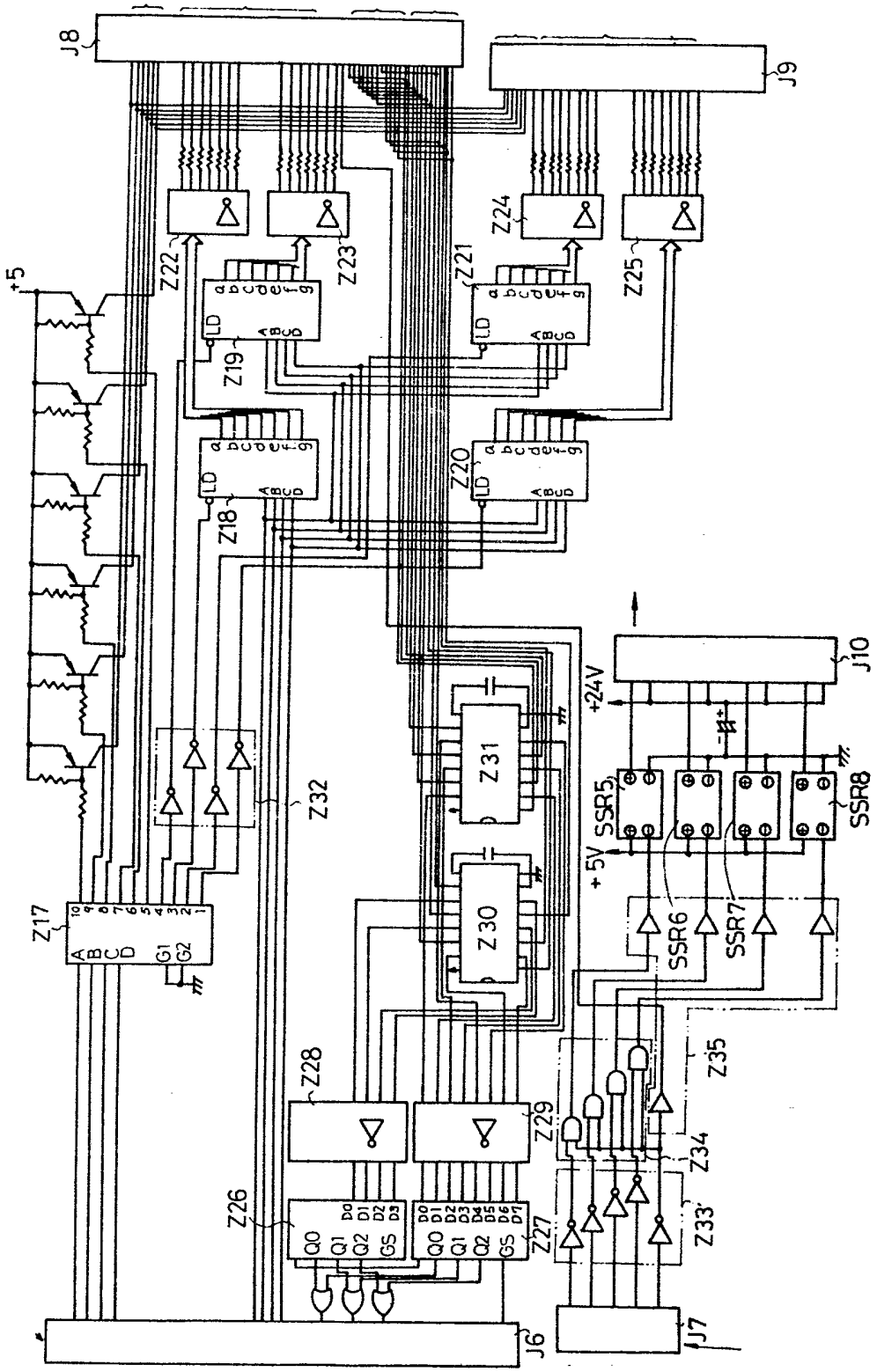


FIG.16c

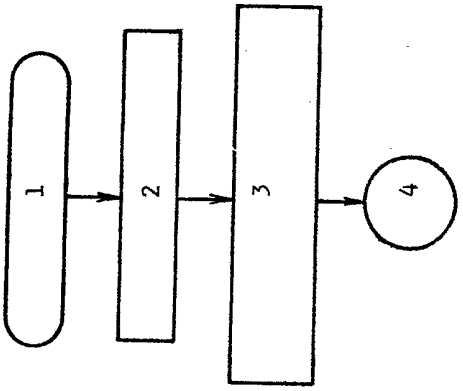


FIG.16b

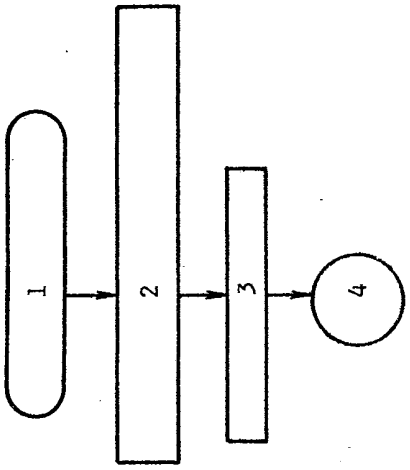


FIG.16a

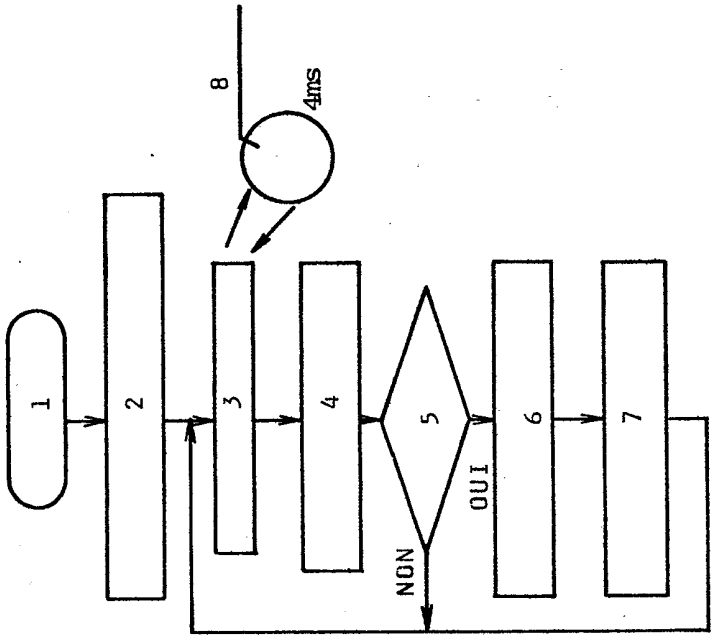


FIG.17

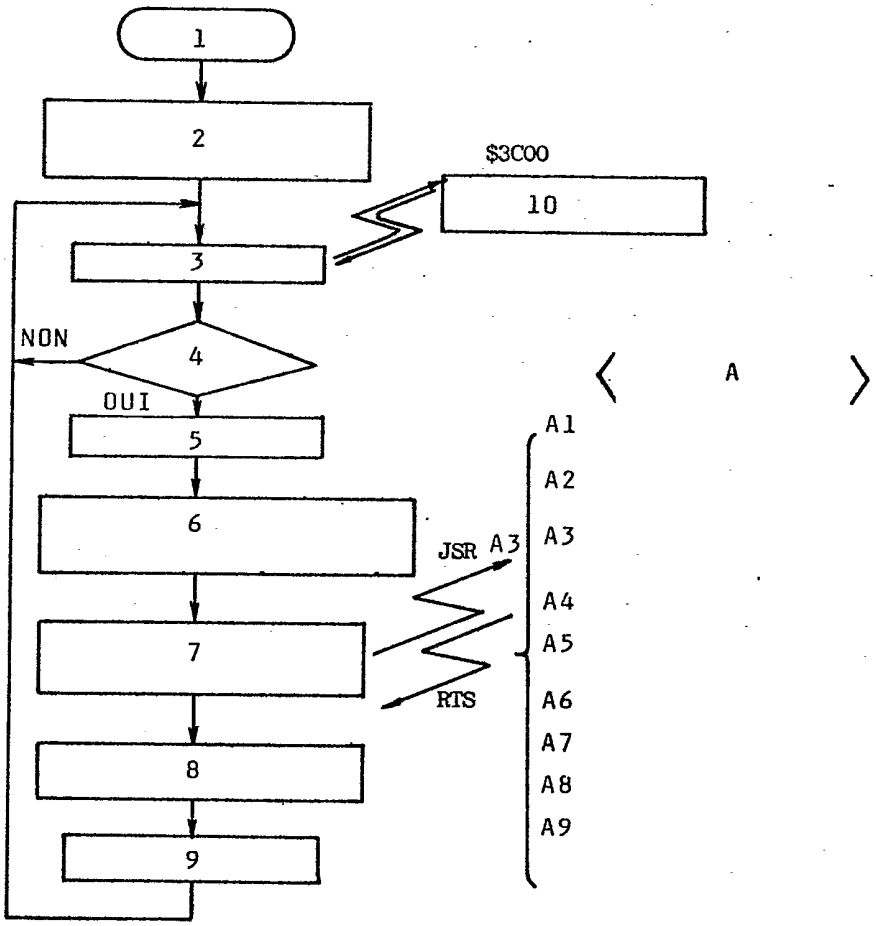
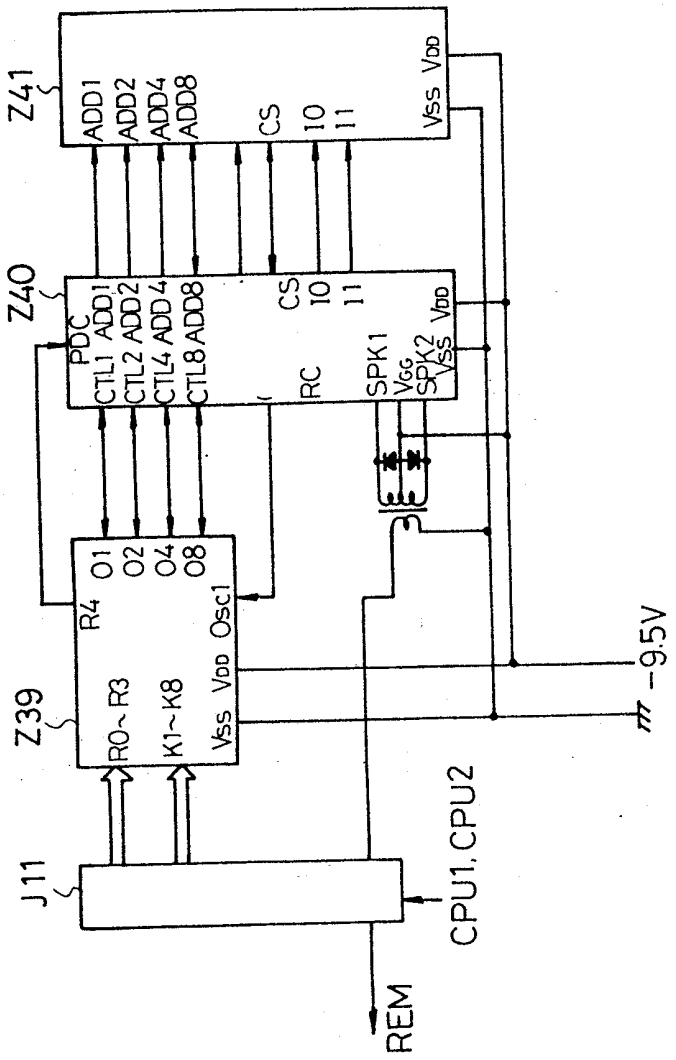


FIG.18


Z41
ADD1
ADD2
ADD4
ADD8
CS
10
11
VDD
VSS
Z40
PDC
CTL1 ADD1
CTL2 ADD2
CTL4 ADD4
CTL8 ADD8
CS
10
11
VDD
VSS
RC
SPK1
VGG
SPK2
Z39
R4
O1
O2
O4
O8
Osc1
VDD
R0~R3
K1~K8
VSS
J11
CPU1, CPU2
REM
-9.5V

PL.XVII/23

FIG.19a

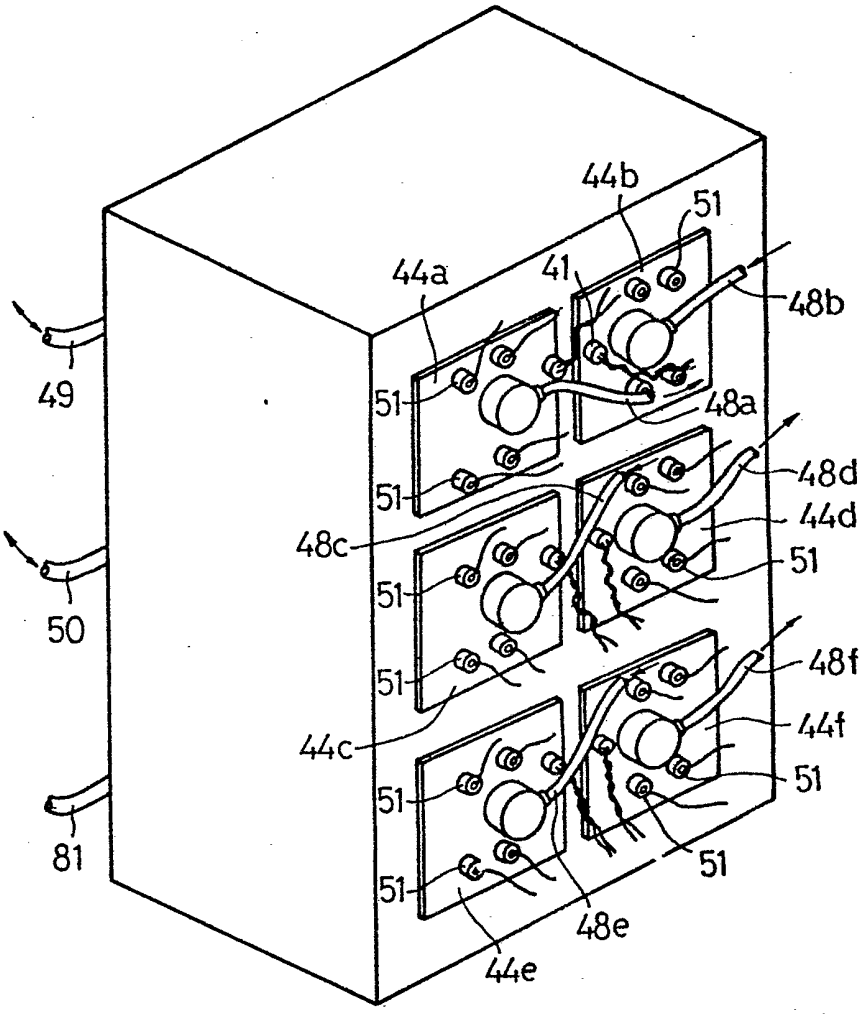


FIG.19d

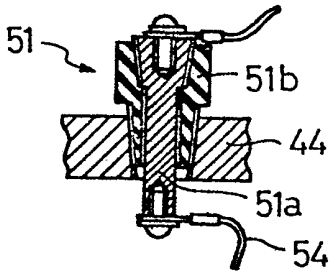


FIG.19e

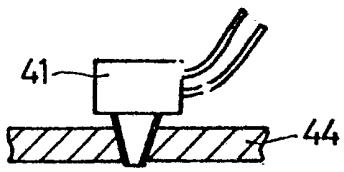


FIG.19c

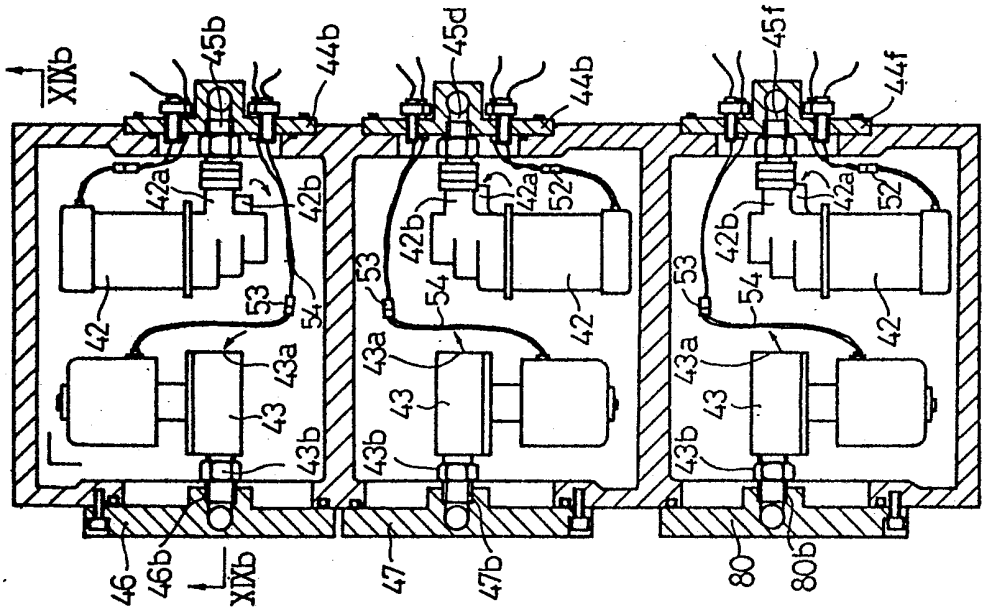


FIG.19b

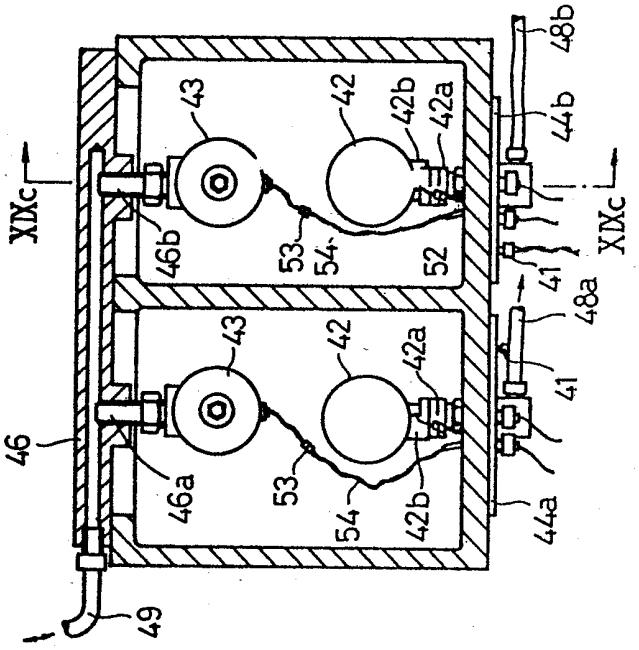


FIG.20

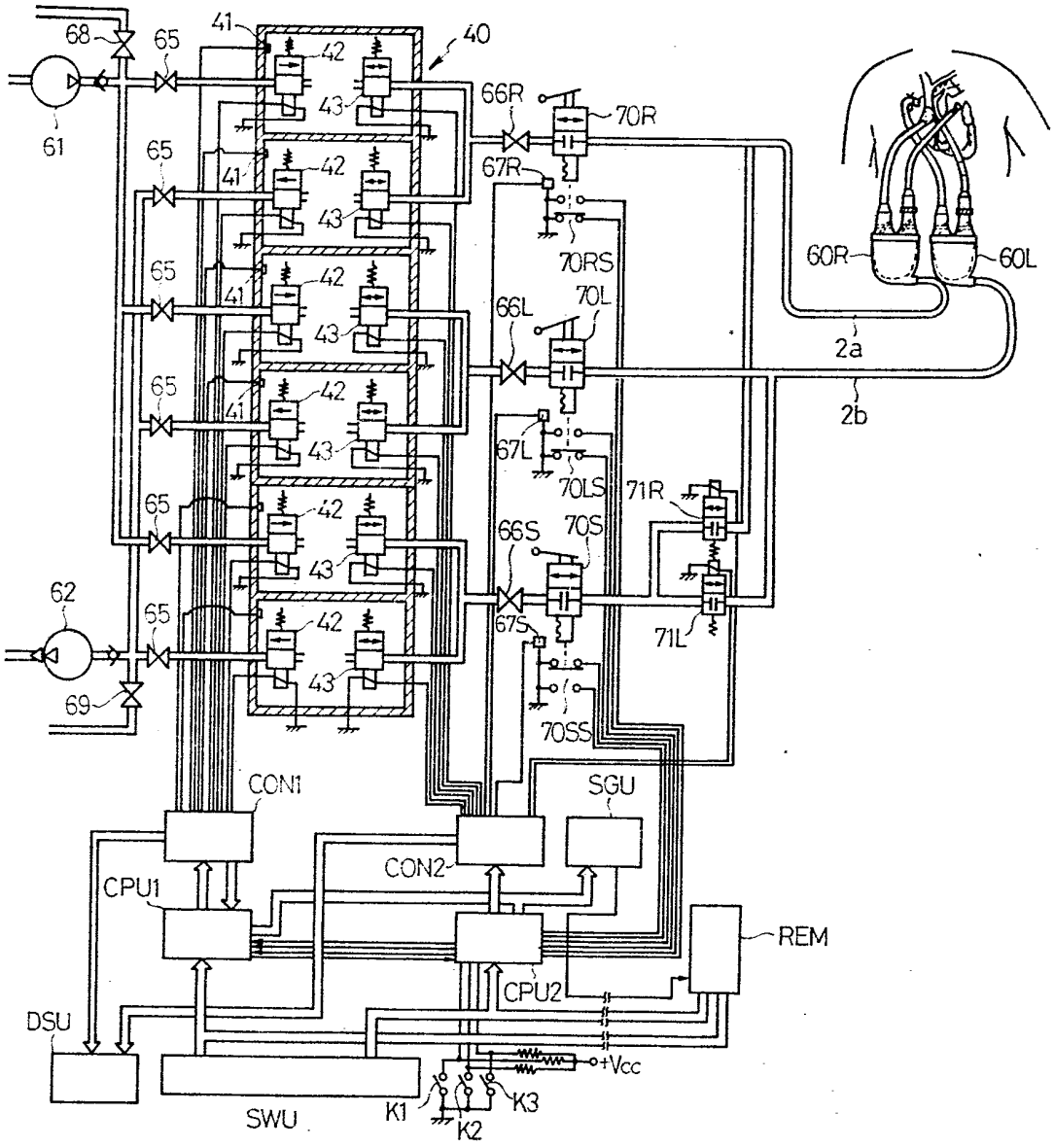
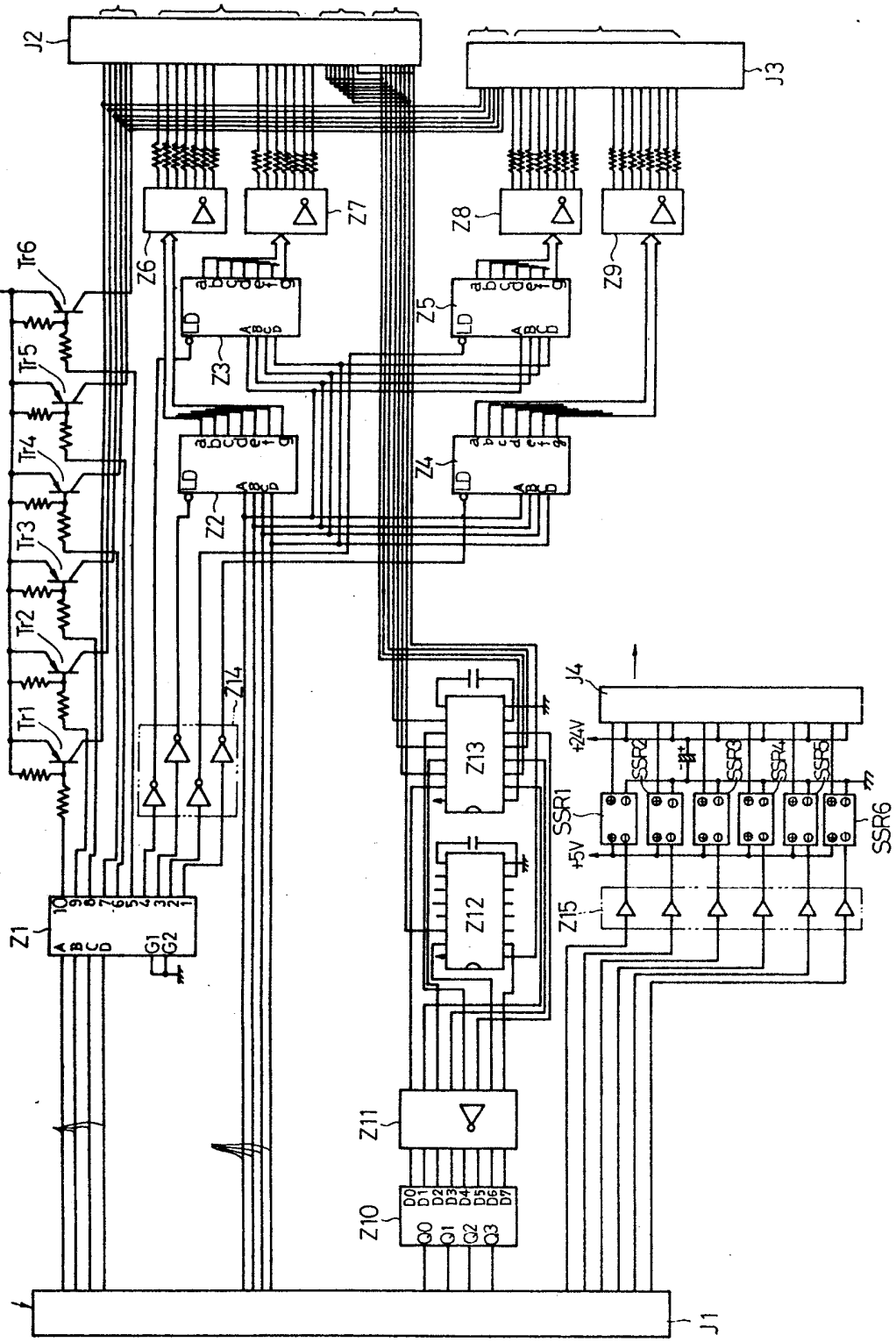
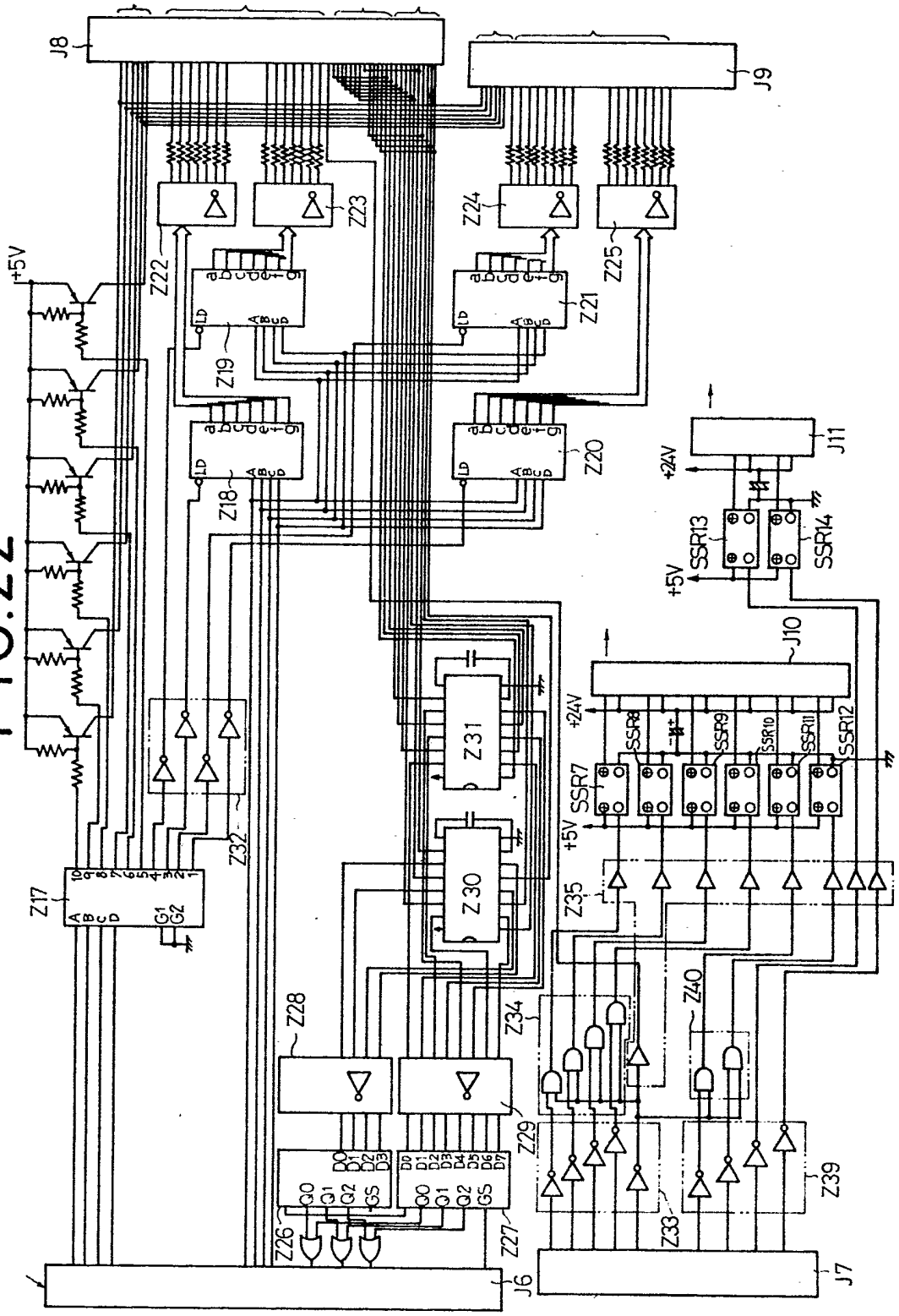

68
65
41
42
43
40
66R
70R
67R
70RS
60R
60L
61
66L
70L
2a
2b
67L
70LS
71R
66S
70S
62
67S
71L
69
70SS
CON1
SGU
CON2
CPU1
REM
CPU2
DSU
+Vcc
SWU
K1
K2
K3

FIG.21


J2
J3
J4
J1
Z1
Z2
Z3
Z4
Z5
Z6
Z7
Z8
Z9
Z10
Z11
Z12
Z13
Z14
Z15
Tr1
Tr2
Tr3
Tr4
Tr5
Tr6
+5
+24V
+5V
SSR1
SSR2
SSR3
SSR4
SSR5
SSR6
LD
G1
G2

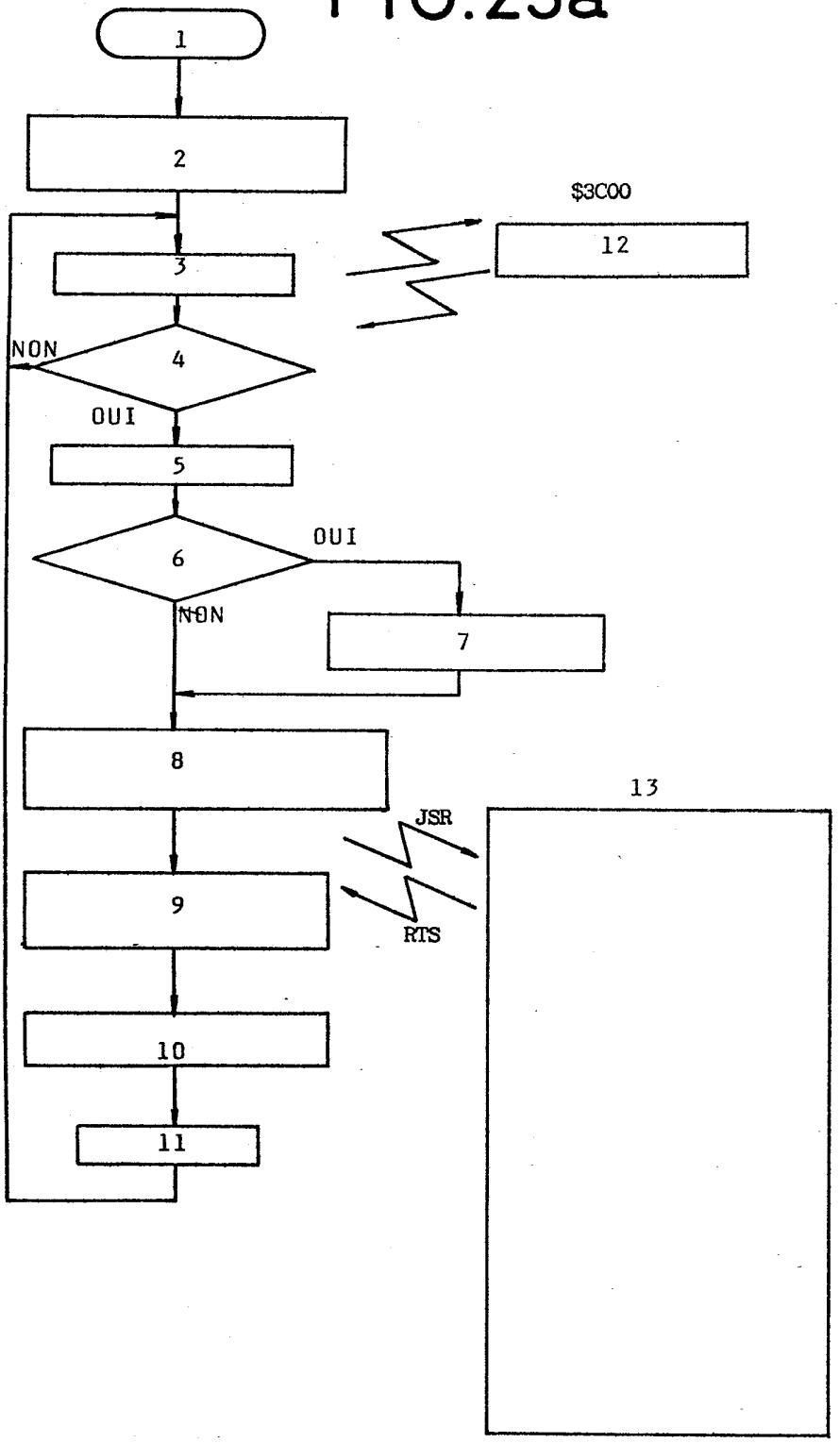
PL.XXI/23

FIG.22



PL.XXII/23

FIG.23a



PL.XXIII/23

FIG.23b

