

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 795 724 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
17.09.1997 Bulletin 1997/38

(51) Int Cl.⁶: **F24D 19/10, F17D 1/14**

(21) Numéro de dépôt: **97420041.2**

(22) Date de dépôt: **13.03.1997**

(84) Etats contractants désignés:
BE DE GB NL SE

(72) Inventeur: **Fridmann, Pierre**
69006 Lyon (FR)

(30) Priorité: **14.03.1996 FR 9603416**

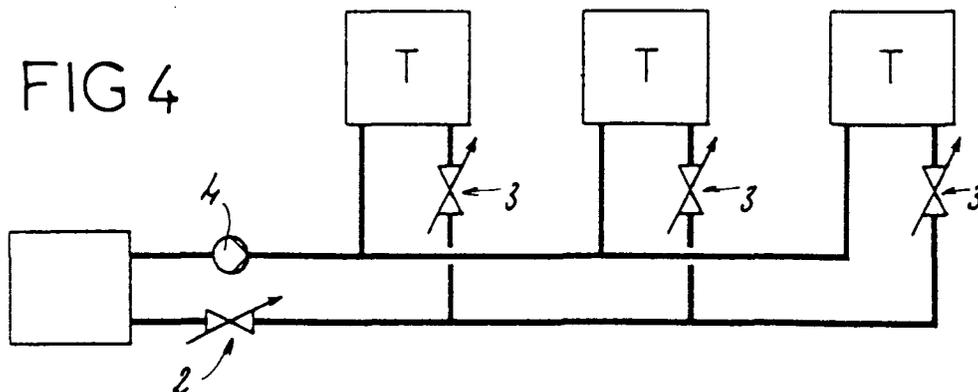
(74) Mandataire: **Maureau, Philippe et al**
Cabinet GERMAIN & MAUREAU,
12, rue Boileau,
BP 6153
69466 Lyon Cedex 06 (FR)

(71) Demandeur: **COMAP**
F-69008 Lyon (FR)

(54) **Procédé d'équilibrage d'un réseau de distribution de fluide non compressible**

(57) Ce procédé consiste à décomposer l'installation en réseaux élémentaires dont chacun comporte un organe d'équilibrage de tête (2) et un organe d'équilibrage (3) sur chaque branche dérivée, à mesurer dans chaque branche le débit de fluide et la différence de pression pour déterminer le coefficient de résistance hydraulique Z, à déterminer les coefficients Z des diffé-

rents tronçons du circuit principal puis, connaissant le débit souhaité dans chaque branche et en appliquant les formules de couplage en série et en parallèle des coefficients Z successivement dans les différentes branches, à calculer la position de réglage de chaque organe d'équilibrage pour obtenir effectivement le débit souhaité.



EP 0 795 724 A1

Description

La présente invention a pour objet un procédé d'équilibrage d'un réseau de distribution de fluide non compressible à deux tubes, à plusieurs branches ou colonnes dérivées, ainsi qu'un réseau pour la mise en oeuvre de ce procédé.

Lors du calcul d'une installation de distribution de fluide, cette installation est calculée afin d'obtenir les débits souhaités dans les différentes branches de cette installation. L'obtention de ces débits peut être obtenue grâce au réglage de l'ouverture d'organes d'équilibrage qui équipent les différentes branches du réseau. L'équilibrage d'un réseau consiste donc à régler l'ouverture des organes d'équilibrage, en régime nominal de fonctionnement, afin d'obtenir précisément les débits souhaités, c'est-à-dire les débits déterminés lors des calculs de dimensionnement de l'installation.

Cette opération d'équilibrage peut poser des difficultés lorsque le réglage de l'une des branches modifie le débit dans les branches voisines. Cette situation, due à l'importance des pertes de pression du circuit principal, est très fréquemment rencontrée en pratique, ce qui a conduit les professionnels à développer différents types de procédures pour tenter d'obtenir un réglage rapide et efficace de tous les organes d'équilibrage du réseau.

Une première solution consiste à réaliser un réglage fondé sur le calcul préalable des pertes de pression dans toutes les branches du réseau.

Lorsqu'un réseau de distribution de fluide est correctement dimensionné, il fait nécessairement l'objet d'un calcul détaillé des pertes de pression qui conduisent à déterminer, pour chaque organe d'équilibrage, le débit nécessaire et la perte de pression à créer. Ces deux paramètres permettent de déterminer facilement le degré d'ouverture correspondant de chacun des organes d'équilibrage, dès lors que l'on dispose des diagrammes de réglage établis par le fabricant de robinetterie.

Dans ces conditions, il suffit de régler les organes d'équilibrage selon les valeurs calculées, pour obtenir les débits voulus avec une approximation suffisante dans la majorité des cas. On s'affranchit ainsi complètement des interférences débitométriques.

Une seconde solution consiste en un réglage fondé sur la mesure du débit. Les calculs de dimensionnement ne sont pas toujours réalisés avec toute la rigueur souhaitée, de telle sorte que l'on ne dispose pas toujours des éléments nécessaires pour déterminer à priori les positions de réglage des organes d'équilibrage.

Face à cette situation, certains fabricants de robinetterie ont conçu et commercialisé des organes d'équilibrage équipés d'un dispositif de mesure du débit. Dans ces conditions, il suffit de connaître le débit devant circuler dans chaque organe d'équilibrage pour pouvoir procéder au réglage adapté, puisque l'on mesure en permanence le débit réellement obtenu. Mais on se trouve confronté au problème d'interférences débitométriques, qui obligent à utiliser différentes procédures dont les principes sont indiqués ci-après.

Une procédure consiste en un réglage direct lorsqu'il n'y a pratiquement pas d'interférence débitométrique, comme tel est le cas, par exemple, d'un circuit principal à très faible perte de pression.

On règle successivement chaque organe d'équilibrage, dans n'importe quel ordre, pour obtenir soit le débit souhaité, soit le même rapport de débit (rapport du débit obtenu sur le débit souhaité) pour tous les organes d'équilibrage.

Cette procédure de réglage est très simple, mais il est rare de pouvoir la mettre en oeuvre sans altérer la qualité de l'équilibrage.

A l'issue des réglages, il est possible d'agir, si nécessaire, sur un organe d'équilibrage de tête, ou sur la pompe de circulation, pour obtenir un rapport de débit égal à un pour tous les organes d'équilibrage.

Une autre procédure met en oeuvre le réglage référencé.

Cette procédure, indispensable lorsqu'existent des interférences débitométriques, comprend plusieurs variantes, qui ont toutes un point commun : celui de se référer en permanence au débit qui circule dans la branche défavorisée du réseau. Il convient donc au préalable de repérer cette branche, qui est généralement la plus éloignée de la tête de réseau.

La branche défavorisée est celle dont le rapport de débit est le plus faible.

Chacun des organes d'équilibrage est réglé de façon à obtenir le même rapport de débit que celui de la branche défavorisée, qui est mesuré soit en continu, ce qui implique l'intervention de deux opérateurs munis chacun d'un mesureur électronique et d'un moyen de communication radio, soit de façon discrète, le même opérateur muni d'un seul mesureur électronique mesurant le débit dans la branche défavorisée après chaque réglage de branche. Il s'agit donc d'un réglage en valeur relative.

L'ordre dans lequel les organes sont réglés n'est pas indifférent. Il faut progresser d'aval en amont le long du circuit principal.

A l'issue des réglages, on peut agir, si nécessaire, sur l'organe d'équilibrage de tête ou sur la pompe de circulation pour obtenir un rapport de débit égal à un pour la branche défavorisée et, par conséquent, pour toutes les autres branches du réseau.

Quelle que soit la solution mise en oeuvre, celle-ci est très contraignante, et nécessite des manipulations nombreuses et un soin tout particulier apporté par le ou les opérateurs aux opérations de réglage des organes d'équilibrage.

EP 0 795 724 A1

Le but de l'invention est de fournir un procédé d'équilibrage d'un réseau de distribution de fluide, dans lequel le nombre de mesures à réaliser sur chacune des branches soit le plus faible possible, de préférence limité à deux, en limitant le nombre de manipulations, et à en déduire la position de réglage de chaque organe d'équilibrage.

A cet effet, le procédé qu'elle concerne, consiste à :

- 5
- décomposer l'installation en réseaux élémentaires, dont chacun comporte un organe d'équilibrage de tête et un organe d'équilibrage sur chaque branche dérivée,
 - à équiper chaque branche dérivée de deux prises de pression disposées de part et d'autre de l'organe d'équilibrage, ou intégrées à celui-ci, et d'une troisième prise de pression située à distance des deux premières,
 - 10 - à réaliser une mesure du débit de fluide dans une branche quelconque, par mesure de la différence de pression de part et d'autre de son organe d'équilibrage,
 - à mesurer, à l'aide de la troisième prise de pression et de l'une des deux autres prises situées de l'autre côté de l'organe, la différence de pression, sans modifier la position de l'organe d'équilibrage,
 - à partir de ces valeurs, à calculer le coefficient Z (coefficient de résistance hydraulique) de la branche considérée,
 - 15 - à effectuer successivement des mesures sur toutes les branches pour en calculer le coefficient Z,
 - à déterminer à partir des coefficients Z des différentes branches, les coefficients Z de chaque tronçon du circuit principal, puis
 - connaissant le débit souhaité dans chaque branche et en appliquant les formules de couplage en série et en parallèle des coefficients Z successivement dans les différentes branches, à calculer la position de réglage de
 - 20 chaque organe d'équilibrage pour obtenir effectivement le débit souhaité.

Ce procédé limite à deux le nombre de mesures réalisées sur chaque branche, en procédant à des mesures cohérentes du débit et de la différence de pression disponible, c'est-à-dire à des mesures pour la situation de réglage constatée. L'approche du procédé selon l'invention consiste à identifier grâce à cette double mesure, non seulement

25 les branches et les organes d'équilibrage correspondants, mais également les différents tronçons du circuit principal. Ce procédé consiste à déterminer précisément tous les coefficients Z de la distribution. Il n'est alors pas besoin de supposer une différence de pression disponible constante en tête de chaque branche, qui est une hypothèse qui se révèle souvent peu réaliste.

Une fois tous les coefficients Z déterminés, pour une situation de déséquilibre constatée, et connaissant le débit souhaité dans chaque branche, il est possible, en appliquant les formules de couplage en série et en parallèle des coefficients Z, de calculer la position de réglage de chaque organe d'équilibrage pour obtenir effectivement le débit voulu dans chacune des branches.

Avantageusement, ce procédé consiste à disposer chaque organe d'équilibrage d'une branche sur la tuyauterie "aller" ou sur la tuyauterie "retour", à proximité du circuit principal et la troisième prise de pression respectivement sur

35 la tuyauterie "retour" ou sur la tuyauterie "aller", à proximité du circuit principal.

Cet agencement permet de disposer de prises de pression qui sont proches les unes des autres et auxquelles il est possible d'accéder simultanément à l'aide du même appareil.

Suivant une caractéristique, ce procédé consiste, pour déterminer la position de réglage définitif de chaque organe d'équilibrage, à ouvrir totalement l'organe d'équilibrage de la branche dérivée la plus en aval, ou à une valeur d'ouverture entraînant une perte de charge suffisante pour effectuer une mesure de différence de pressions avec une précision suffisante en tenant compte des caractéristiques de l'appareil de mesure, à prendre en considération les débits souhaités dans cette branche et dans la branche immédiatement en amont, à calculer la position de réglage de l'organe situé sur cette branche amont pour que le rapport des résistances hydrauliques respectivement de la branche amont et de la branche aval associée aux tronçons du circuit principal disposés entre la branche amont et la branche aval,

40 permette la répartition des débits souhaités dans les deux branches considérées, la détermination de la position de réglage de l'organe situé sur la branche amont étant réalisée par calcul de la valeur de la résistance hydraulique de cet organe, cette détermination étant effectuée en calculant par deux expressions distinctes, dont l'une contient la valeur de la résistance hydraulique de cet organe de réglage, la résistance hydraulique d'une maille fermée, constituée par les deux branches aval et amont et les deux tronçons de circuit principal disposés entre eux, puis pour les autres

45 organes d'équilibrage, en procédant successivement branche par branche, en considérant globalement d'un point de vue de la résistance hydraulique et du débit toute la partie du réseau située en aval de la branche dont l'organe de réglage doit être réglé.

En outre, dans le cas où le calcul de la position d'un organe d'équilibrage conduit à un degré d'ouverture supérieur à 100 %, il consiste, en imposant un degré d'ouverture maximale à cet organe, à recalculer le coefficient Z de la maille ouverte constituée par la partie du réseau située en aval de la branche comprenant cet organe d'équilibrage, pour

55 obtenir la répartition souhaitée des débits entre cette branche et la partie du réseau située en aval, à recalculer les coefficients Z de toutes les branches aval et les positions de réglage des organes d'équilibrage correspondants pour retrouver les répartitions de débits souhaitées, puis à progresser de façon successive, branche par branche, vers

EP 0 795 724 A1

l'amont du réseau pour définir la position de chaque organe d'équilibrage.

Il est également avantageux de pouvoir réaliser le réglage de l'organe d'équilibrage de tête.

A cet effet, le procédé selon l'invention consiste, après réglage définitif de tous les organes d'équilibrage, à calculer le coefficient Z global du réseau, à en déduire le coefficient Z de l'organe d'équilibrage de tête, égal à la différence entre le coefficient A de la pompe et le coefficient Z global du réseau, le coefficient A étant l'équivalent actif du coefficient Z pour la pompe de circulation avec

$$A = \frac{HM}{D_{nom}^2}$$

où HM est la hauteur manométrique de la pompe pour le débit nominal du réseau, et Dnom est le débit nominal de la pompe.

Suivant une autre caractéristique, il consiste à utiliser un dispositif de mesure comprenant deux prises de pression susceptibles d'être reliées aux prises de pression des branches de l'installation, un clavier de saisie d'informations telles que : adresse d'un organe d'équilibrage, modèle, diamètre, position de réglage relevée, débit souhaité, et un calculateur à microprocesseur réalisant le calcul du coefficient Z des différentes branches et du réseau, et de la position de réglage définitive des différents organes de réglage.

Il suffit donc à l'opérateur d'effectuer les deux mesures de débit et de différence de pression sur chaque branche, et d'introduire dans le dispositif le débit souhaité pour chaque branche, pour que ce dispositif lui fournisse la position de réglage définitive de chacun des organes d'équilibrage.

Pour permettre la mise en oeuvre de ce procédé, chaque branche est équipée d'un organe d'équilibrage disposé sur la tuyauterie "aller" ou sur la tuyauterie "retour", à proximité du circuit principal, avec des prises de pression de part et d'autre de l'organe d'équilibrage et à proximité de celui-ci, et d'une troisième prise de pression respectivement sur la tuyauterie "retour" ou sur la tuyauterie "aller", à proximité du circuit principal.

De toute façon, l'invention sera bien comprise à l'aide de la description qui suit en référence au dessin schématique annexé représentant, à titre d'exemples non limitatifs, plusieurs exemples de mise en oeuvre de ce procédé :

Figure 1 est une vue du couplage en série de deux branches d'un réseau ;
Figure 2 est une vue du couplage en parallèle de deux branches d'un réseau ;
Figure 3 représente cinq schémas référencés de 3a à 3e correspondant à cinq étapes successives du calcul du coefficient Z global d'un réseau à partir des coefficients Z des branches ;
Figures 4 à 6 sont trois vues de trois schémas de distribution de chauffage ou de climatisation ;
Figures 7 et 8 sont deux vues illustrant les mesures effectuées sur une branche d'un réseau ;
Figure 9 est une vue schématique de la structure d'un réseau de distribution ;
Figure 10 est une vue de l'identification d'une partie du réseau de distribution de figure 9 ;
Figures 11 et 12 illustrent deux mailles du réseau de figure 9 respectivement une maille ouverte et la même maille fermée.

Tout réseau, branche ou circuit peut être défini par un coefficient Z dès lors que l'on connaît sa perte de pression Δp pour un débit donné D :

$$Z = \frac{\Delta P}{D^2}$$

L'hypothèse adoptée est la loi en carré du débit dont le degré d'approximation est suffisant compte tenu des objectifs du procédé.

Dans certaines configurations de circuits, la loi en carré du débit pourrait être remplacée par une loi en puissance 1,9, par exemple, sans modifier la structure générale des formules de calcul.

Ce coefficient Z peut être considéré comme invariant quelles que soient les variations ultérieures de débit et de pression qui affectent le réseau, la branche ou le circuit. Inversement, le coefficient Z d'un réseau peut être modifié, dans la mesure où l'on modifie la géométrie du réseau, par exemple par fermeture d'une vanne ou modification de la tuyauterie.

Ainsi, si l'on connaît le débit et la perte de pression d'un réseau complet de distribution, il est facile de calculer directement son coefficient Z global en utilisant la relation précédente.

Il est également possible de calculer le coefficient Z global d'un réseau à partir des coefficients Z des différentes

EP 0 795 724 A1

branches du réseau en appliquant des règles de couplage en série et en parallèle.

La figure 1 représente deux éléments E_1 et E_2 disposés en série, possédant des coefficients de résistance hydraulique Z_1 , Z_2 et des pertes de pression ΔP_1 et ΔP_2 , traversés par un débit D .

Il est possible d'écrire

5

$$\Delta P_1 = Z_1 D^2$$

10

$$\Delta P_2 = Z_2 D^2$$

$$\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2 = Z_1 D^2 + Z_2 D^2 = (Z_1 + Z_2) D^2$$

15

$$Z = Z_1 + Z_2$$

La figure 2 représente le couplage en parallèle entre deux points A et B de deux branches B_1 et B_2 traversées respectivement par des débits D_1 et D_2 et dont les coefficients de résistance hydraulique sont Z_1 et Z_2 . Il est possible d'écrire les relations suivantes :

20

$$\Delta P_{AB} = Z D^2 = Z_1 D_1^2 = Z_2 D_2^2$$

25

$$\frac{1}{\sqrt{Z}} = \frac{1}{\sqrt{Z_1}} + \frac{1}{\sqrt{Z_2}}$$

30

$$D_1 = D \sqrt{\frac{Z}{Z_1}}$$

35

$$D_2 = D \sqrt{\frac{Z}{Z_2}}$$

Pour un réseau donné, on obtient le même coefficient Z global que l'on utilise les coefficients Z des différentes branches constitutives du réseau en leur appliquant les précédentes règles de couplage ou que l'on procède à partir de la relation de base.

40

Mais lorsque, par exemple, on modifie la position de réglage d'un organe d'équilibrage sur l'une des branches de ce réseau, on modifie du même coup la répartition des débits et des pressions dans l'ensemble du réseau et, par conséquent, le coefficient Z global du réseau, ainsi que le débit total et la perte de pression associés.

Pour déterminer le nouveau coefficient Z global, il faut nécessairement utiliser les règles de couplage des coefficients Z des branches du réseau en procédant d'aval en amont et de maille en maille. Ce mode de détermination est illustré à la figure 3, qui schématise cinq étapes successives du calcul de coefficients Z :

45

- 3a : calcul du coefficient Z de la maille A ouverte ; couplage en série.
- 3b : calcul du coefficient Z de la maille A fermée ; couplage en parallèle.
- 3c : calcul du coefficient Z de la maille AB ouverte ; couplage en série.
- 3d : calcul du coefficient Z de la maille AB fermée ; couplage en parallèle.
- 3e : calcul du coefficient Z de la maille ABC ouverte ; couplage en série.

50

On continue ainsi de maille en maille pour aboutir au coefficient Z global du réseau.

Une fois ce nouveau coefficient Z calculé, on peut déterminer le nouveau point de fonctionnement de la pompe de circulation (point de coupure des courbes caractéristiques du réseau et de la pompe), et par conséquent le nouveau débit total.

55

Pour calculer la nouvelle répartition des débits, on procède d'amont en aval en déterminant, en chaque noeud du réseau, le débit dans chacune des branches issues de ce noeud selon les relations suivantes :

EP 0 795 724 A1

$$D_1 = D \sqrt{\frac{Z_{av}}{Z_1}}$$

5

$$D_2 = D \sqrt{\frac{Z_{av}}{Z_2}}$$

10

Avec

D : débit en amont du noeud.

D_1 et D_2 : débit dans chacune des deux branches issues de ce noeud.

15

Z_1 et Z_2 sont les coefficients Z des branches 1 et 2.

Z_{av} est le coefficient Z de la partie de réseau en aval du noeud, c'est-à-dire des branches 1 et 2 couplées en parallèle.

Cette méthode dite des coefficients Z permet donc de déterminer précisément les conséquences hydrauliques d'une modification quelconque de la géométrie du réseau.

Il est également possible de déterminer la valeur du coefficient Z d'une branche, et par conséquent la position de réglage de son organe d'équilibrage, pour obtenir la répartition souhaitée des débits.

20

On utilise alors les relations suivantes :

25

$$Z_{av} = \left[\frac{D_1}{D} \right]^2 \cdot Z_1$$

$$Z_{av} = \frac{Z_2 \cdot Z_1}{[\sqrt{Z_2} + \sqrt{Z_1}]^2}$$

30

En égalant ces deux expressions de Z_{av} , on peut expliciter Z_2 et calculer sa valeur en connaissant celle de Z_1 . Cette procédure peut être mise en application pour obtenir les positions de réglage d'un réseau de distribution bitube dont on connaît la répartition souhaitée des débits et que l'on a préalablement identifié.

Il existe différents types de réseau de distribution de fluide, dont trois exemples sont donnés aux figures 4, 5 et 6.

35

La figure 4 représente un schéma d'une distribution de chauffage ou de climatisation bitube à deux niveaux d'équilibrage, un réglage du réseau principal à l'aide d'un organe d'équilibrage 2, et un réglage de chaque terminal T à l'aide d'un organe d'équilibrage 3. La circulation du fluide est assurée dans ce réseau par une pompe 4.

Les figures 5 et 6 représentent respectivement un circuit à trois niveaux et un circuit à quatre niveaux montrant des imbrications de sous-ensembles.

40

Suivant une caractéristique commune, le réseau principal est toujours équipé d'un organe d'équilibrage 2, chaque branche est équipée d'un organe d'équilibrage 3 du terminal considéré, et chaque circuit dérivé alimentant des branches est équipé d'un organe d'équilibrage 5.

Les figures 7 et 8 représentent un circuit principal avec une branche dérivée dont une partie est représentée, les symboles A et R schématisant l'aller et le retour au circuit principal. Dans la forme d'exécution représentée sur la tuyauterie aller est disposé un organe d'équilibrage OE et sur la tuyauterie retour est disposée à proximité du circuit principal une prise de pression PP. L'organe d'équilibrage est équipé de deux prises de pression permettant la mesure du débit.

45

Dans un premier temps, il est procédé à l'aide d'un dispositif de mesure M à la mesure du débit en utilisant les prises de pression associées à l'organe d'équilibrage, puis dans un second temps, comme montré à la figure 8, à la mesure de la perte de pression sur la branche considérée en mesurant la pression, d'une part, au niveau de la prise de pression PP et, d'autre part, au niveau de la prise de pression située à proximité de l'organe d'équilibrage OE de l'autre côté de celui-ci.

50

Il doit être noté qu'il pourrait être possible d'installer l'organe d'équilibrage OE sur la tuyauterie retour et d'installer la prise de pression associée sur la tuyauterie aller.

55

Le procédé selon l'invention est explicité ci-après en référence aux figures 9 à 12, qui concernent un réseau de distribution comportant un circuit principal et quatre branches dérivées.

Il est prévu une pompe de circulation p, un organe d'équilibrage OE_0 du réseau, chaque branche dérivée comportant des organes d'équilibrage OE_1 , OE_2 , OE_3 , OE_4 . Les quatre branches définissent des mailles M_1 , M_2 , M_3 , M_4 . Les

EP 0 795 724 A1

débits de fluide dans les différentes mailles sont respectivement D_1, D_2, D_3, D_4 .

Comme montré à la figure 10, il est procédé à l'identification du réseau de distribution.

Pour la maille 1 :

- 5 - ZD_1 = coefficient Z du tronçon 1 (aller et retour) du réseau horizontal,
- ZC_1 = coefficient Z de la branche 1, à l'exclusion de l'organe d'équilibrage,
- ZV_1 = coefficient Z de l'organe d'équilibrage grand ouvert de la branche 1,
- 10 - $Z_1 = ZC_1 + ZV_1$. L'expression du coefficient Z de la maille 1 ouverte est $ZM_1O = ZD_1 + ZC_1 + ZV_1$. Il est possible d'établir une première expression du coefficient Z de la maille 1 fermée, à partir des débits :

$$ZM_1F = ZM_1O \cdot \left[\frac{D_1}{D_{AM2}} \right]^2.$$

$$D_{AM2} = D_1 + D_2$$

Il est possible d'établir une deuxième expression du coefficient Z de la maille 1 fermée à partir des coefficients Z

$$ZM_1F = \frac{Z_2 \cdot ZM_1O}{[\sqrt{Z_2} + \sqrt{ZM_1O}]^2}$$

En égalant ces deux expressions, on peut expliciter Z_2 .

$$Z_2 = \frac{ZM_1O}{\left[\frac{D_{AM2}}{D_1} - 1 \right]^2}$$

comme

$$Z_2 = ZC_2 + \frac{ZV_2}{y_2^2}$$

où y_2 est le degré d'ouverture de l'organe d'équilibrage de la branche 2. On en déduit la valeur de y_2 :

$$y_2 = \sqrt{\frac{\frac{ZV_2}{ZM_1O}}{\left[\frac{D_{AM2}}{D_1} - 1 \right]^2} - ZC_2}$$

Ce raisonnement tient compte d'une courbe caractéristique linéaire. Dans la pratique, il faut se reporter aux courbes caractéristiques des organes d'équilibrage pour déterminer précisément le degré d'ouverture y .

La même approche algorithmique est effectuée pour les mailles suivantes en allant d'aval en amont.

On retrouve rigoureusement les positions de réglage nominal de tous les organes d'équilibrage quelle que soit la situation de départ et le niveau de déséquilibre des branches.

Lorsque l'on considère un sous-ensemble tel que celui de la figure 9, on fait a priori l'hypothèse, généralement vérifiée, que la branche défavorisée est celle la plus éloignée de la tête de réseau. C'est pour cette raison que l'organe d'équilibrage de cette branche est ouvert. Si ce n'est pas cette branche qui est la branche la plus défavorisée, le calcul

EP 0 795 724 A1

conduit forcément, pour l'une des branches située plus en amont, à un degré d'ouverture supérieur à 100 %. Si la branche considérée est la branche i , le coefficient Z_i , imposé par le calcul selon la procédure mathématique décrite précédemment, conduit à une valeur y_i supérieure à 1.

5 Dans ces conditions, on impose $y_i = 1$, sous réserve que cette valeur entraîne une perte de charge suffisante pour la mesure, ce qui correspond à l'ouverture maximale de l'organe d'équilibrage de la branche i , et l'on recalcule le coefficient Z de la maille ouverte de rang M ($i - 1$) O , pour obtenir la répartition des débits souhaités entre la branche i et la partie de réseau située en aval de la branche i , c'est-à-dire D_i et $(D_1 + \dots + D_{i-1})$.

10 On recalcule ensuite les coefficients Z de toutes les branches aval et les positions de réglage des organes d'équilibrage correspondant pour retrouver les répartitions de débit souhaitées. Cela se traduit nécessairement par des positions de réglage plus faibles que celles obtenues lors de la première phase de calcul.

On continue ensuite les calculs à partir de la branche i en progressant de nouveau vers l'amont du réseau toujours selon la procédure décrite précédemment. Il est enfin possible de régler l'organe d'équilibrage de tête.

Pour régler convenablement cet organe, il convient de connaître :

- 15
- le coefficient Z global du réseau ayant fait l'objet du réglage, et
 - le coefficient A de la pompe de circulation pour le débit nominal D_{nom} où A est l'équivalent actif du coefficient Z pour la pompe de circulation avec

20

$$A = \frac{HM}{D_{nom}^2}$$

où HM est la hauteur manométrique de la pompe pour le débit nominal du réseau, ce qui permet de calculer la position de l'organe d'équilibrage de tête :

25

$$Y_{oe\ tête} = \sqrt{\frac{Z_{oenom}}{Z_{oe}}}$$

30 Dans le cas d'une caractéristique théorique linéaire.

Dans le cas où le calcul aboutirait à un coefficient Z négatif pour l'organe de tête, cela signifierait que la résistance hydraulique du réseau est plus importante que prévu, ce qui entraînerait un débit de fonctionnement plus faible que le débit total souhaité. Dans le cas où celui-ci serait diminué de plus de 10 %, il faudrait envisager d'augmenter la hauteur manométrique de la pompe et par conséquent sa puissance électrique.

35 Comme il ressort de ce qui précède, l'invention apporte une grande amélioration à la technique existante en fournissant un procédé de mise en oeuvre simple, rapide et très fiable. Ce procédé consiste de façon résumée à opérer de la façon suivante :

- 40
- brancher le mesureur M sur l'organe d'équilibrage d'une branche, n'importe laquelle, sans que l'ordre dans lequel on procède possède une importance.
 - repérer :
 - 45 - l'adresse de l'organe d'équilibrage,
 - le modèle,
 - le diamètre,
 - la position de réglage,
 - et introduire ces éléments dans le mesureur à l'aide du clavier,
 - mesurer le débit,
 - 50 - introduire dans le mesureur, par l'intermédiaire du clavier, le débit souhaité,
 - débrancher l'un des deux flexibles de raccordement à l'organe d'équilibrage et le connecter sur la prise de pression associée, - mesurer la pression différentielle,
 - débrancher le mesureur et recommencer ces mêmes opérations avec chacune des branches suivantes,
 - lorsque toutes les mesures ont été effectuées, le logiciel contenu dans le micro-ordinateur du mesureur ou dans
 - 55 un micro-ordinateur extérieur donne la position de réglage définitive de tous les organes d'équilibrage.

Si le sous-ensemble à équiper dispose d'un organe d'équilibrage de tête, la différence de pression disponible à l'entrée du sous-ensemble est constante. On introduit cette valeur à la demande du logiciel puis les caractéristiques

de l'organe d'équilibrage.

Le logiciel donne la position de réglage de l'organe d'équilibrage de tête.

Si le sous-ensemble à équilibrer est équipé d'une pompe de circulation et d'un organe d'équilibrage de tête, on introduit à la demande du logiciel les caractéristiques de cette pompe et celles de l'organe d'équilibrage de tête.

Le logiciel donne la position de réglage de l'organe d'équilibrage de tête.

Si le sous-ensemble à équilibrer est raccordé sur un réseau de distribution qui dessert d'autres sous-ensembles analogues, le réglage des organes d'équilibrage de tête des différents sous-ensembles est conduit sous la même procédure que celle mise en oeuvre pour régler les organes d'équilibrage des branches de chacun des sous-ensembles.

Revendications

1. Procédé d'équilibrage d'un réseau de distribution de fluide non compressible à deux tubes, à plusieurs branches ou colonnes dérivées, caractérisé en ce qu'il consiste à :

- décomposer l'installation en réseaux élémentaires, dont chacun comporte un organe d'équilibrage de tête (2) et un organe d'équilibrage (3) sur chaque branche dérivée,
- à disposer pour chaque branche dérivée de deux prises de pression disposées de part et d'autre de l'organe d'équilibrage (3) ou intégrées à celui-ci, et d'une troisième prise de pression située à distance des deux premières,
- à réaliser une mesure du débit de fluide dans une branche quelconque, par mesure de la différence de pression de part et d'autre de son organe d'équilibrage (3),
- à mesurer, à l'aide de la troisième prise de pression et de l'une des deux autres prises situées de l'autre côté de l'organe, la différence de pression, sans modifier la position de l'organe d'équilibrage (3),
- à partir de ces valeurs, à calculer le coefficient Z (coefficient de résistance hydraulique) de la branche considérée,
- à effectuer successivement des mesures sur toutes les branches pour en calculer le coefficient Z,
- à déterminer à partir des coefficients Z des différentes branches, les coefficients Z de chaque tronçon du circuit principal, puis
- connaissant le débit souhaité dans chaque branche et en appliquant les formules de couplage en série et en parallèle des coefficients Z successivement dans les différentes branches, à calculer la position de réglage de chaque organe d'équilibrage pour obtenir effectivement le débit souhaité.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à disposer chaque organe d'équilibrage (3) d'une branche sur la tuyauterie "aller" ou sur la tuyauterie "retour", à proximité du circuit principal et la troisième prise de pression respectivement sur la tuyauterie "retour" ou sur la tuyauterie "aller", à proximité du circuit principal.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'il consiste, pour déterminer la position de réglage définitif de chaque organe d'équilibrage (3), à ouvrir totalement l'organe d'équilibrage (3) de la branche dérivée la plus en aval ou à une valeur d'ouverture entraînant une perte de charge suffisante pour effectuer une mesure de différence de pressions avec une précision suffisante en tenant compte des caractéristiques de l'appareil de mesure, à prendre en considération les débits souhaités dans cette branche et dans la branche immédiatement en amont, à calculer la position de réglage de l'organe situé sur cette branche amont pour que le rapport des résistances hydrauliques respectivement de la branche amont et de la branche aval associée aux tronçons du circuit principal disposés entre la branche amont et la branche aval, permette la répartition des débits souhaités dans les deux branches considérées, la détermination de la position de réglage de l'organe situé sur la branche amont étant réalisée par calcul de la valeur de la résistance hydraulique de cet organe, cette détermination étant effectuée en calculant par deux expressions distinctes, dont l'une contient la valeur de la résistance hydraulique de cet organe de réglage, la résistance hydraulique d'une maille fermée, constituée par les deux branches aval et amont et les deux tronçons de circuit principal disposés entre eux, puis pour les autres organes d'équilibrage, en procédant successivement branche par branche, en considérant globalement d'un point de vue de la résistance hydraulique et du débit toute la partie du réseau située en aval de la branche dont l'organe de réglage doit être réglé.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que, dans le cas où le calcul de la position d'un organe d'équilibrage (3) conduit à un degré d'ouverture supérieur à 100 %, il consiste, en imposant un degré d'ouverture maximale à cet organe, à recalculer le coefficient Z de la maille ouverte constituée par la partie du réseau située en

EP 0 795 724 A1

5 aval de la branche comprenant cet organe d'équilibrage, pour obtenir la répartition souhaitée des débits entre cette branche et la partie du réseau située en aval, à recalculer les coefficients Z de toutes les branches aval et les positions de réglage des organes d'équilibrage correspondants pour retrouver les répartitions de débits souhaitées, puis à progresser de façon successive, branche par branche, vers l'amont du réseau pour définir la position de chaque organe d'équilibrage.

- 10 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il consiste, après réglage définitif de tous les organes d'équilibrage (3), à calculer le coefficient Z global du réseau, à en déduire le coefficient Z de l'organe d'équilibrage de tête (2), égal à la différence entre le coefficient A de la pompe et le coefficient Z global du réseau, le coefficient A étant l'équivalent actif du coefficient Z pour la pompe de circulation avec

$$A = \frac{HM}{D_{nom}^2}$$

15 où HM est la hauteur manométrique de la pompe pour le débit nominal du réseau, et Dnom est le débit nominal de la pompe.

- 20 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il consiste à utiliser un dispositif de mesure (M) comprenant deux prises de pression susceptibles d'être reliées aux prises de pression des branches de l'installation, un clavier de saisie d'informations telles que : adresse d'un organe d'équilibrage, modèle, diamètre, position de réglage relevée, débit souhaité, et un calculateur à microprocesseur réalisant le calcul du coefficient Z des différentes branches et du réseau, et de la position de réglage définitive des différents organes de réglage.

- 25 7. Réseau de distribution de fluide non compressible à deux tubes, à plusieurs branches, pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que chaque branche est équipée d'un organe d'équilibrage (3) disposé sur la tuyauterie "aller" ou sur la tuyauterie "retour", à proximité du circuit principal, avec des prises de pression de part et d'autre de l'organe d'équilibrage et à proximité de celui-ci, et d'une troisième prise de pression respectivement sur la tuyauterie "retour" ou sur la tuyauterie "aller", à proximité du circuit principal.

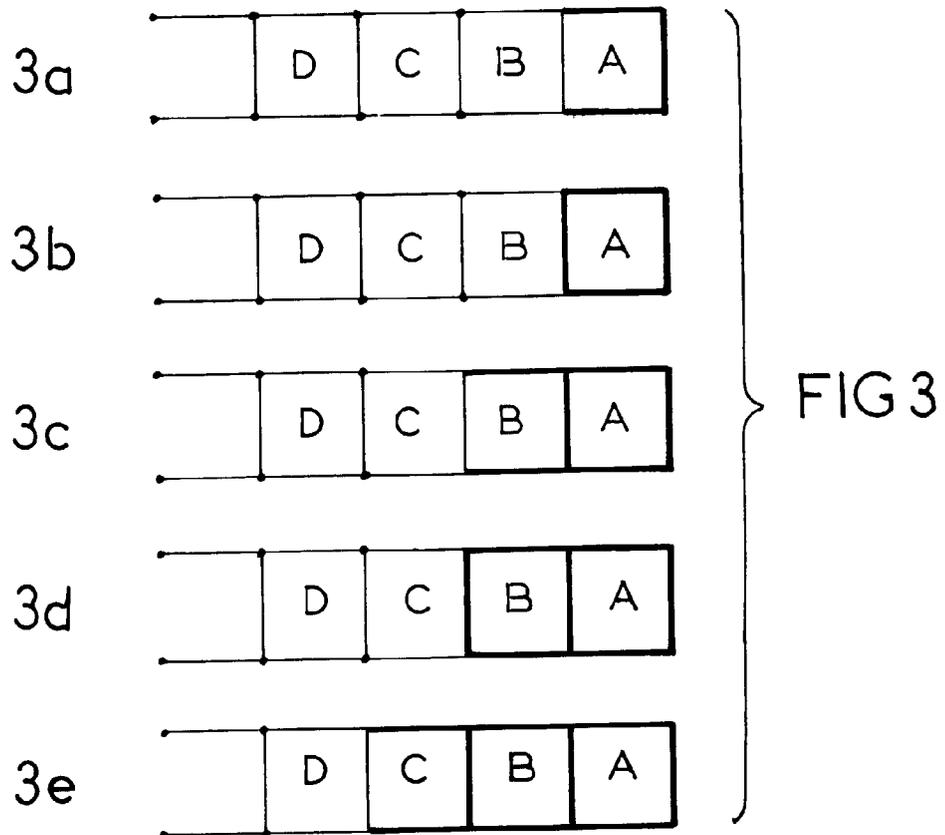
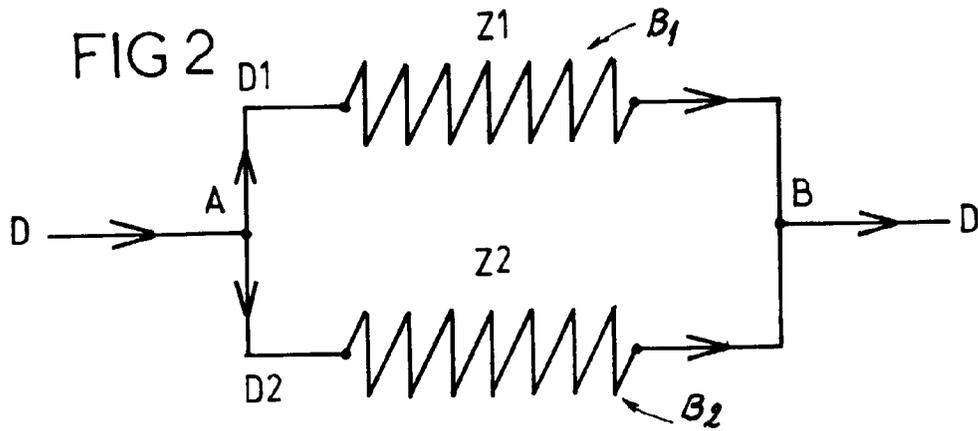
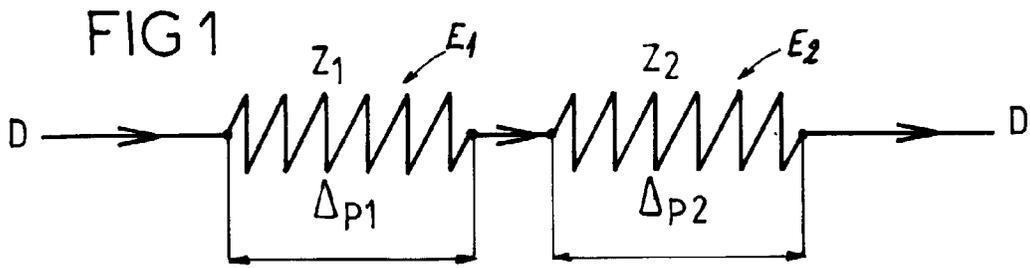


FIG 4

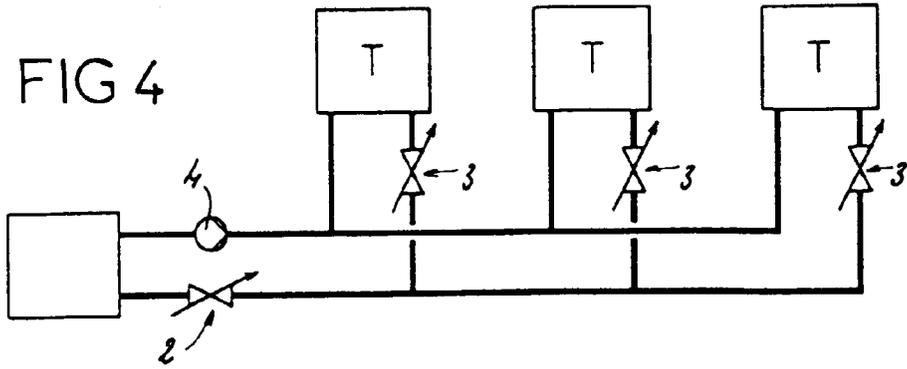


FIG 5

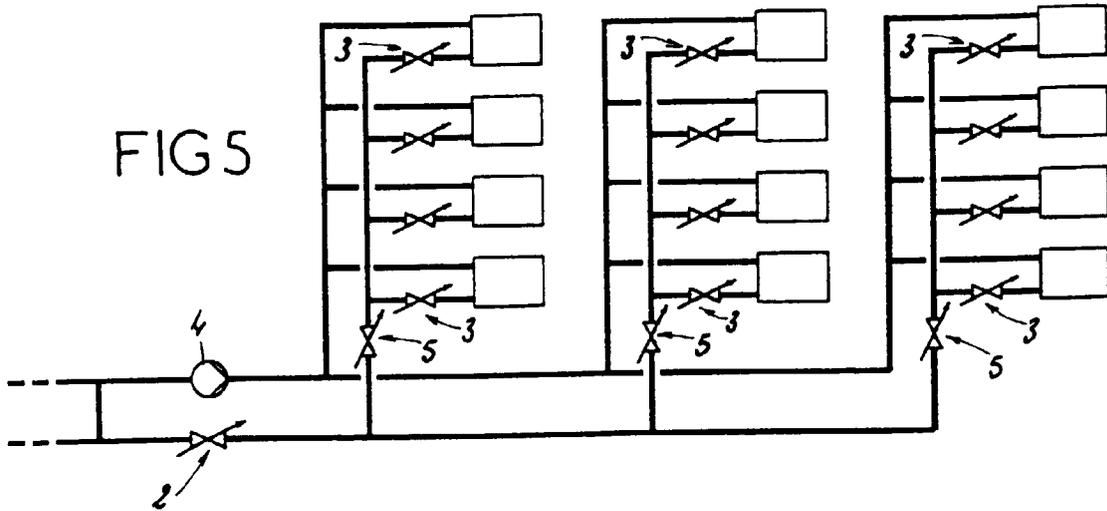
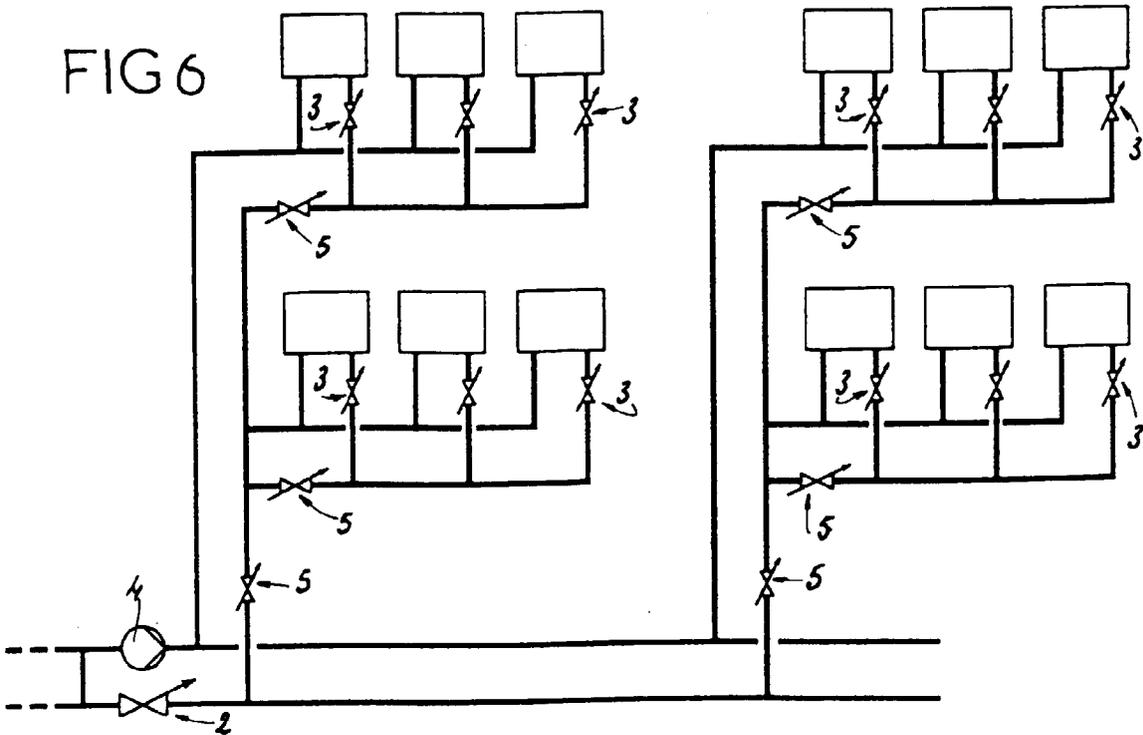
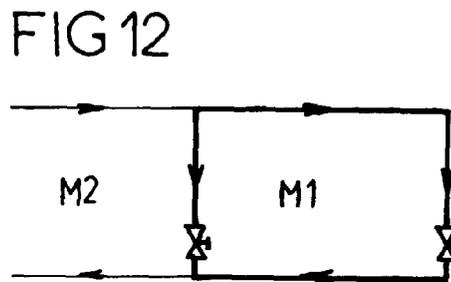
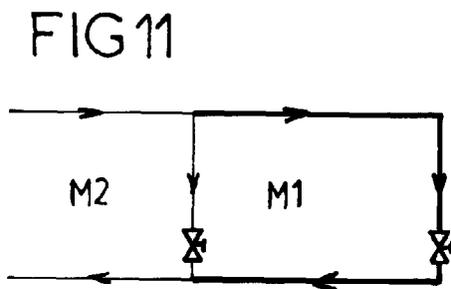
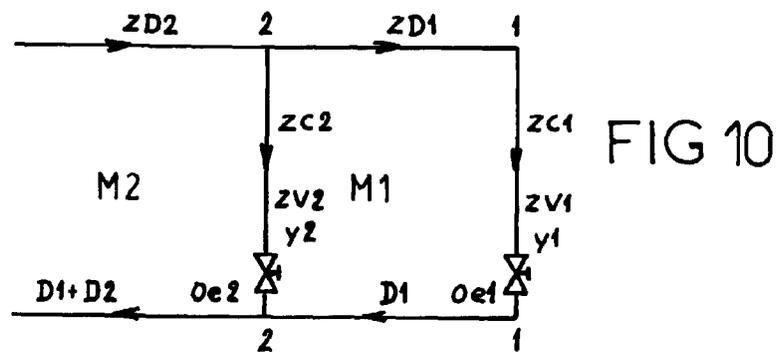
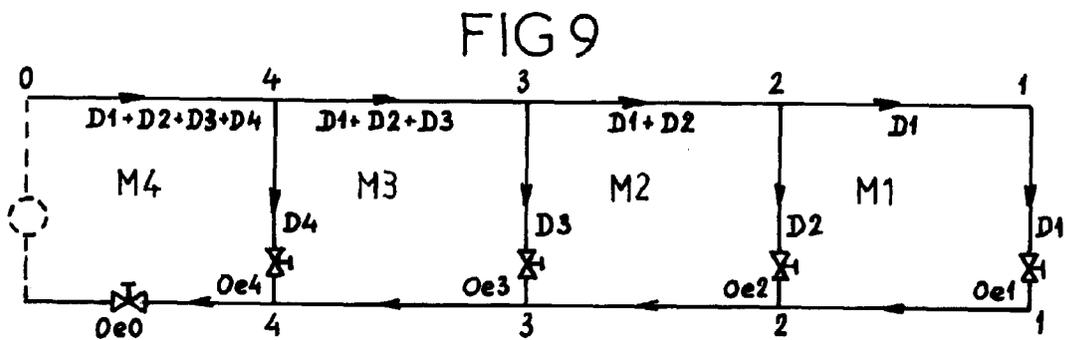
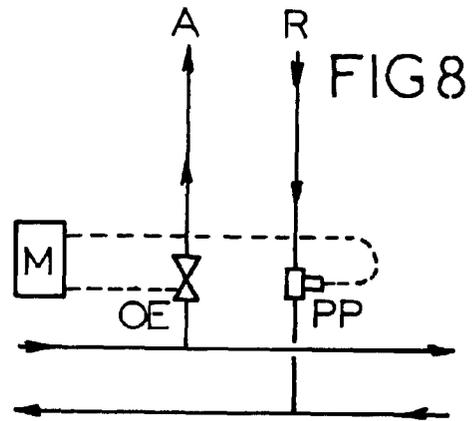
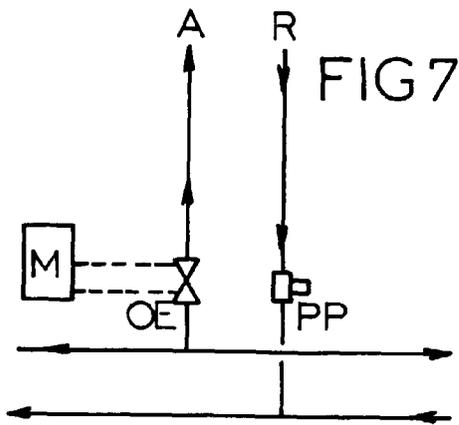


FIG 6







Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 97 42 0041

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
A	US 4 279 381 A (YUEH YANG) 21 Juillet 1981 * colonne 4, ligne 6 - colonne 5, ligne 15; figure *	1,7	F24D19/10 F17D1/14
A	DE 32 02 168 A (SIEMENS AG) 4 Août 1983 * page 5, ligne 28 - page 7, ligne 23; figure 1 *	1,7	
A	EP 0 128 808 A (SDECC) 19 Décembre 1984 * page 11, ligne 26 - page 14, ligne 36; figures 5-9 *	1,7	
A	EP 0 677 708 A (LANDIS & GRY TECH INNOVAT AG) 18 Octobre 1995 * colonne 3, ligne 24 - colonne 4, ligne 41; figures 1,2 *	1,7	
A	FR 2 711 775 A (TOUR ANDERSSON SA) 5 Mai 1995 * le document en entier *	1,7	
A	US RE19507 E (OWENS) * figure 1 *	1,7	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6) F24D F17D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 27 Juin 1997	Examineur Christensen, J
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1501 03.82 (P04C02)