

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 0 477 055 B1**

(12)

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:  
**22.01.1997 Bulletin 1997/04**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **F04D 27/02**

(21) Numéro de dépôt: **91402333.8**

(22) Date de dépôt: **29.08.1991**

(54) **Dispositif de commande de moyens d'antipompage d'un compresseur**

Steuervorrichtung von Mittel gegen das Pumpen eines Verdichters

Control device for anti surge means of a compressor

(84) Etats contractants désignés:  
**BE CH DE ES GB IT LI NL SE**

(30) Priorité: **19.09.1990 FR 9011575**

(43) Date de publication de la demande:  
**25.03.1992 Bulletin 1992/13**

(73) Titulaire: **FRAMATOME**  
**92400 Courbevoie (FR)**

(72) Inventeur: **Mondoloni, Jean-Louis**  
**F-71670 Saint Pierre de Varennes (FR)**

(74) Mandataire:  
**Habasque, Etienne Joel Jean-François et al**  
**Cabinet Lavoix**  
**2, Place d'Estienne d'Orves**  
**75441 Paris Cédex 09 (FR)**

(56) Documents cités:  
**EP-A- 0 336 092** **GB-A- 808 094**  
**GB-A- 2 002 451**

**EP 0 477 055 B1**

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

## Description

La présente invention concerne un dispositif de commande de moyens d'antipompage d'un compresseur.

Tout compresseur possède une zone d'instabilité dans laquelle il ne doit pas fonctionner. C'est pourquoi, les dispositifs de commande de ces compresseurs comportent une vanne d'antipompage munie d'un servomoteur, qui est connectée entre la sortie du compresseur et l'entrée de celui-ci.

Le servomoteur de cette vanne d'antipompage est commandé à partir de moyens de régulation recevant en entrée un paramètre représentatif du débit du compresseur et une consigne déterminée à partir de la pression d'entrée et de la pression de sortie de celui-ci pour injecter une partie du débit en sortie du compresseur, en entrée de celui-ci, afin de maintenir ce compresseur au-dessus de son point de décrochement (Voir EP-A-336 092 et GB-A-2 002 451).

Cependant, les dispositifs connus dans l'état de la technique présentent un certain nombre d'inconvénients car les vannes d'antipompage présentent un temps de réponse très long et les incursions du compresseur de part et d'autre de son point nominal de fonctionnement sont relativement importantes et peuvent amener celui-ci à dépasser son point de décrochement et à entrer en instabilité de sorte qu'il est alors impossible de le ramener à un fonctionnement normal, sans l'arrêter.

Les solutions proposées dans l'état de la technique consistent à décaler la courbe de sécurité du compresseur pour l'éloigner de sa zone d'instabilité afin que les incursions de part et d'autre de son point de fonctionnement nominal n'amènent pas le compresseur à franchir son point de décrochement.

Cependant, cette solution n'est pas très satisfaisante dans la mesure où les puissances des compresseurs ont tendance à augmenter de plus en plus et/ou les temps de réponse de ceux-ci doivent être les plus courts possibles. Par ailleurs, ces dispositifs sont également limités par la stabilité des moyens de régulation.

Le but de l'invention est donc de résoudre ces problèmes en proposant un dispositif de commande de moyens d'antipompage d'un compresseur qui soit simple, fiable et qui permette de contrôler très rapidement et en toute sécurité le fonctionnement du compresseur.

A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif de commande de moyens d'antipompage d'un compresseur, comportant une vanne d'antipompage munie d'un servomoteur et connectée entre la sortie du compresseur et l'entrée de celui-ci, le servomoteur étant commandé à partir de moyens de régulation recevant en entrée un paramètre représentatif du débit du compresseur et une consigne déterminée à partir de la pression d'entrée et de la pression de sortie de celui-ci, pour injecter une partie du débit en sortie du compresseur, en entrée de celui-ci, afin de le maintenir au-dessus de son

point de décrochement, et une électrovanne de vidange rapide du servomoteur de la vanne d'antipompage et des moyens de commande de celle-ci et de l'état de saturation ou de désaturation du servomoteur, en fonction de la valeur de l'écart entre ledit paramètre et ladite consigne, caractérisé en ce que la sortie des moyens de régulation est reliée à des moyens de sélection d'un niveau bas recevant sur une autre entrée, la sortie d'un générateur de rampe croissante dans le temps, pour diriger vers le servomoteur de la vanne d'antipompage, le signal le plus bas.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :

- la Fig.1 représente un schéma synoptique d'un dispositif de commande de l'état de la technique;
- la Fig.2 représente un schéma synoptique d'un dispositif de commande selon l'invention; et
- la Fig.3 représente un diagramme illustrant le fonctionnement d'un dispositif de commande selon l'invention.

Ainsi qu'on peut le voir sur la figure 1, un dispositif de commande de moyens d'antipompage d'un compresseur, de l'état de la technique, comporte une vanne d'antipompage 1 connectée entre la sortie et l'entrée d'un compresseur 2.

De manière connue, cette vanne d'antipompage comporte un servomoteur qui est commandé à partir de moyens de régulation 3 recevant sur une entrée, un paramètre représentatif du débit du compresseur, ce paramètre m émanant de moyens de mesure 4 connectés par exemple aux bornes d'un organe déprimogène 5 de type connu, connecté à l'entrée du compresseur.

Ces moyens de régulation 3 reçoivent également en entrée, une consigne c déterminée à partir de la pression d'entrée P1 et de la pression de sortie P2 du compresseur, délivrées respectivement par des capteurs 6 et 7 dont les entrées sont reliées respectivement à l'entrée et à la sortie du compresseur et dont les sorties sont connectées à un calculateur de consigne 8 permettant de déterminer cette consigne c à partir des deux pressions indiquées précédemment et d'une formule du type :

$$c = K (P_2 - AP_1)$$

K et A étant des constantes déterminées de manière classique en fonction du matériel.

Les moyens de régulation 3 peuvent être constitués par un régulateur PID permettant, comme on l'a indiqué précédemment, de commander la vanne d'antipompage et plus particulièrement le servomoteur de celle-ci, lorsque le compresseur fonctionne dans une zone proche de son point de décrochement.

On notera également que des moyens de réfrigération 9 sont prévus de manière connue en soi à la sortie du compresseur.

Ainsi qu'on l'a mentionné précédemment, cette structure présente un certain nombre d'inconvénients, notamment au niveau de la rapidité de réponse de l'ensemble et de la stabilité des moyens de régulation.

Si l'on se reporte maintenant à la figure 2, on constate que le schéma de base du dispositif de commande selon l'invention reprend les mêmes éléments que le dispositif de l'état de la technique, à savoir que ce dispositif comporte une vanne d'antipompage 11 connectée entre la sortie et l'entrée d'un compresseur 12. Cette vanne d'antipompage comporte un servomoteur commandé à partir de moyens de régulation 13 recevant sur une entrée, un paramètre *m* représentatif du débit du compresseur et délivré par exemple par des moyens de mesure 14 connectés à un organe déprimogène à l'entrée du compresseur et sur une autre entrée, une consigne *c* délivrée par des moyens de calcul 15 permettant de déterminer cette consigne à partir de la pression d'entrée et de la pression de sortie du compresseur, comme expliqué précédemment, pour commander la vanne d'antipompage et injecter une partie du débit en sortie de ce compresseur, en entrée de celui-ci afin de le maintenir au-dessus de son point de décrochement. Cette régulation est classique et a déjà été décrite précédemment.

Selon l'invention, une électrovanne 16 de vidange rapide du servomoteur de la vanne d'antipompage 11 est utilisée pour améliorer la rapidité de réponse de celle-ci et cette électrovanne de vidange 16 est actionnée par des moyens de commande en fonction de la valeur de l'écart entre le paramètre *m* représentatif du débit du compresseur et la consigne *c*.

Ces moyens comprennent par exemple un organe de calcul 17 recevant sur une entrée, le paramètre *m* en sortie des moyens de mesure 14 et sur une autre entrée, la consigne *c* en sortie des moyens de calcul 15, la sortie de ces moyens de calcul 17 commandant l'électrovanne à l'ouverture lorsque l'écart entre le paramètre et la consigne est supérieur à un premier seuil qui sera appelé par la suite DSH.

Ainsi, l'ouverture de cette électrovanne de vidange rapide du servomoteur de la vanne d'antipompage permet d'accélérer la réponse de cette vanne d'antipompage, sous la commande des moyens de régulation, lorsque le compresseur approche de son point de décrochement.

En réponse à cette commande de l'électrovanne de vidange rapide du servomoteur, et de la vanne d'antipompage, une partie du débit de sortie du compresseur est recyclée à l'entrée de celui-ci, de sorte que le point de fonctionnement du compresseur s'éloigne très rapidement de son point de décrochement.

La fermeture de l'électrovanne de vidange rapide de la vanne d'antipompage peut alors être commandée lorsque l'écart entre le paramètre *m* représentatif du dé-

bit du compresseur et la consigne *c*, devient inférieur à ce premier seuil DSH ou à un second seuil qui sera appelé par la suite DSL.

A cet effet, des moyens de calcul 18 sont connectés en parallèle sur les moyens de calcul 17 et reçoivent sur une entrée, le paramètre *m* et sur une autre entrée la consigne *c*, pour déterminer l'écart entre ces deux valeurs, et comparer cet écart au seuil DSL afin de commander en conséquence, c'est à dire à la fermeture, l'électrovanne de vidange rapide 16 de la vanne antipompage 11.

Pour améliorer le fonctionnement du dispositif de commande, la sortie des moyens de régulation 13 peut être reliée à des moyens de sélection d'un niveau bas 19 qui reçoivent donc sur une entrée la sortie de ces moyens de régulation 13 et sur une autre entrée, la sortie d'un générateur de rampe 20 croissante dans le temps, pour diriger vers le servomoteur de la vanne d'antipompage, le signal le plus bas en sortie des moyens de régulation et du générateur de rampe.

Cette rampe permet d'améliorer le retour progressif de l'ensemble en fonctionnement normal. La loi de croissance de cette rampe peut être linéaire, logarithmique ou de tout autre type.

Bien entendu, cette rampe doit démarrer à un niveau de sécurité évitant le pompage du compresseur quel que soit son régime de fonctionnement et avantageusement cette rampe démarre à un niveau déterminé à partir de la position de la vanne d'antipompage et plus particulièrement du clapet de celle-ci, au moment de la fermeture de l'électrovanne de vidange.

A cet effet, des moyens 21 de recopie de la position de cette vanne d'antipompage peuvent être prévus. La sortie de ces moyens 21 est reliée à l'entrée du générateur de rampe 20 pour faire démarrer celle-ci à un niveau correspondant à la position du clapet de la vanne d'antipompage au moment de la fermeture de l'électrovanne de vidange.

Bien entendu, des moyens de compensation 22 peuvent également être prévus, ces moyens de compensation permettant d'ajouter sur le signal de sortie des moyens de recopie de position de l'électrovanne, un signal de compensation de l'erreur de recopie ou de compensation des défauts de l'électrovanne par exemple du retard à la fermeture de celle-ci, qui peut être de l'ordre de 40 ms.

Ce signal de compensation est bien entendu déterminé en fonction des caractéristiques de la vanne d'antipompage.

Toujours dans un souci d'amélioration de fonctionnement du dispositif, il peut également être prévu dans celui-ci des moyens 23 d'addition d'une rampe décroissante dans le temps à la consigne *c*, ces moyens étant interposés entre les moyens de calcul de consigne 15 et l'entrée correspondante des moyens de régulation 13. La loi de décroissance de cette rampe peut être linéaire, hyperbolique ou de tout autre type. La durée de la rampe est en étroite relation avec celle utilisée pour

la rampe de fermeture puisque l'on doit assurer que la surprotection existe encore quand la rampe de fermeture atteint 100%. Le départ de cette rampe est déterminé en fonction de la commande de l'électrovanne de vidange et plus particulièrement il peut être commandé à l'ouverture de cette électrovanne de vidange.

Le fonctionnement d'un tel dispositif est décrit en regard de la Fig.3 qui est un diagramme consigne c/paramètre m.

Sur ce diagramme, la courbe 1 représente la ligne de pompage réel du compresseur et on voit à droite de cette courbe, une courbe 2 d'action DSH correspondant au premier seuil mentionné précédemment.

La courbe 3 représente la droite de protection de consigne et les moyens de calcul 17 calculent l'écart entre le point de fonctionnement du compresseur et cette droite de protection c en direction de la droite d'action DSH pour déclencher l'ouverture de la vanne d'antipompage lorsque cette droite d'action DSH est atteinte ou dépassée.

La droite référencée par 4 représente la droite de surprotection temporaire qui concerne l'addition de la rampe du générateur 23 à la consigne et permet de ramener le dispositif de manière beaucoup plus souple vers un fonctionnement normal.

Enfin, la droite référencée par 5 est une droite de désaturation correspondant au seuil DSL permettant au dispositif de fermer l'électrovanne de vidange rapide du servomoteur de la vanne d'antipompage lorsque ce seuil est atteint ou dépassé et également d'assurer la désaturation de cette vanne d'antipompage lorsque le point de fonctionnement du compresseur passe à gauche de cette courbe pour améliorer la rapidité de réponse de l'ensemble comme cela sera expliqué plus en détail par la suite.

En fonctionnement normal, le dispositif selon l'invention ajuste l'ouverture de la vanne d'antipompage afin d'assurer au compresseur un débit minimum pour empêcher celui-ci d'arriver dans sa zone de fonctionnement instable.

L'électrovanne de vidange rapide du servomoteur de cette vanne d'antipompage est fermée et la sortie du générateur de rampe 20 connectée à la sortie des moyens de régulation 13 est saturée, de sorte qu'on retrouve la sortie des moyens de régulation 13 en sortie de ces moyens de sélection.

Les actions PID des moyens de régulation sont optimisées pour obtenir une rapidité de réponse aussi grande que possible, compatible avec la stabilité de la boucle de régulation et des autres régulations de l'ensemble connecté à la sortie du compresseur.

En cas de perturbation de cet ensemble telle que les moyens de régulation ne parviennent pas à éviter un écart paramètre-consigne inférieur au premier seuil déterminé DSH, en direction du pompage, ce seuil DSH est atteint et le dispositif prend alors le contrôle en sécurité de la vanne d'antipompage, premièrement en forçant cette vanne d'antipompage à l'ouverture par action

notamment sur l'électrovanne de vidange rapide et deuxièmement en incrémentant la consigne, c'est à dire en déclenchant le générateur de rampe 23 connecté à l'entrée de consigne des moyens de régulation 13.

Ces actions de sécurité sont maintenues autant de cycles de scrutation du régulateur qu'il est nécessaire pour arriver au seuil DSL correspondant à un écart paramètre-consigne vers les grands débits du compresseur. Le dispositif referme alors l'électrovanne de vidange et prend en compte l'ouverture réelle de la vanne d'antipompage par les moyens de recopie 21 pour initialiser le générateur de rampe 20.

Dès lors, la vanne d'antipompage se referme suivant le réglage de cette rampe en sortie du générateur 20 et à l'approche de la courbe de surprotection provisoire, rend la main aux moyens de régulation normaux.

La surprotection provisoire s'annule ainsi progressivement suivant cette rampe en sortie du générateur 20.

On notera également que les servomoteurs des vannes d'antipompage fonctionnent en général avec une pression motrice supérieure au strict nécessaire afin d'obtenir un niveau d'étanchéité optimal. Cette pression de saturation est utilisée pour plaquer de manière très importante le clapet de l'électrovanne sur son siège afin d'éviter toutes fuites.

Pour améliorer la rapidité de réponse du dispositif, il est possible d'utiliser le second seuil DSL pour désaturer le servomoteur de la vanne d'antipompage lorsque ce seuil est atteint, c'est à dire lorsque l'écart entre le paramètre et la consigne est inférieur audit second niveau DSL. Pour ce faire, on utilise au choix via une électrovanne sous dépendance du seuil DSL, deux sources de pressions différentes.

En effet, dans ces conditions, le compresseur arrive dans une zone de fonctionnement proche de la zone dans laquelle il y a lieu de commander la vanne d'antipompage et en désaturant au préalable le servomoteur de cette vanne, on améliore la rapidité de réponse de celle-ci et donc de l'ensemble.

On notera également que des moyens de comptage pendant un temps déterminé du nombre de fois que ledit écart paramètre-consigne devient supérieur audit premier niveau DSH, peuvent être utilisés pour déclencher une alarme lorsque ce nombre est supérieur à une valeur déterminée.

En effet, lorsque ce nombre est supérieur à cette valeur, on peut considérer que le dispositif n'est pas opérationnel et que par exemple la vanne d'antipompage présente un défaut et qu'il y a lieu de prévenir les utilisateurs, de ce défaut, avant toute détérioration de l'ensemble.

Il est également possible d'anticiper sur les perturbations, par action sur la vanne régulatrice d'entrée du compresseur référencée par 24 sur la figure 2.

En effet, pour pallier le temps mort résiduel de la vanne d'antipompage, à l'appel des moyens de calcul 17, il est possible d'envoyer une brève impulsion

d'ouverture supplémentaire sur la commande de la vanne d'entrée 24 du compresseur qui est toujours en régulation.

Ainsi, le compresseur reçoit immédiatement un débit supplémentaire avant même que la vanne d'antipompage ne puisse agir.

Le débit qui traverse la vanne d'entrée est fonction de sa pression amont, de sa pression aval et de son ouverture.

La pression d'entrée d'un compresseur fonctionnant au voisinage de sa protection et connecté à un réseau de refoulement, varie très peu en fonction du débit recyclé, ce qui signifie que des oscillations de la vanne d'antipompage ne peuvent pas destabiliser la régulation de pression d'entrée du compresseur.

A l'inverse, toute oscillation de la position de la vanne d'entrée est perçue en tant que variation de la mesure de la pression différentielle  $\Delta h$ , c'est à dire du paramètre  $m$ , ce qui impose à la régulation d'antipompage d'essayer de compenser des variations qui ont pour origine la régulation de pression d'entrée du compresseur.

Pour éviter ce conflit, on relie l'ouverture de la vanne d'entrée à l'ouverture de la vanne d'antipompage, de façon que le débit d'entrée du compresseur soit aussi constant que possible en cas d'oscillation de la position de la vanne d'entrée. Les différents moyens de commande utilisés dans ce but sont référencés par 25 sur la Fig.2.

Dès lors, un écart mesure-consigne de régulation de procédé, écart calculé dans le module 26 et dont l'amplitude est modifiée dans le module de gain 27 qui suit, et produisant par exemple une ouverture de la vanne d'entrée, entraîne directement par soustraction en 28 à la sortie du régulateur 13, une fermeture correspondante de la vanne d'antipompage sans que le régulateur 13 ait à intervenir.

Dans l'exemple décrit, l'illustration est faite à partir d'une régulation de pression d'aspiration agissant sur une vanne d'entrée du compresseur, mais le même principe est applicable quel que soit le paramètre à régler (pression d'aspiration, de refoulement, débit...), et quel que soit le moyen utilisé (vanne à l'entrée, au refoulement, vitesse ...) pour régler le procédé sans conflit avec l'antipompage.

## Revendications

1. Dispositif de commande de moyens d'antipompage d'un compresseur, comportant une vanne d'antipompage (11) munie d'un servomoteur et connectée entre la sortie du compresseur (12) et l'entrée de celui-ci, le servomoteur étant commandé à partir de moyens de régulation (13) recevant en entrée un paramètre ( $m$ ) représentatif du débit du compresseur et une consigne ( $c$ ) déterminée à partir de la pression d'entrée ( $P1$ ) et de la pression de sortie ( $P2$ ) de celui-ci, pour injecter une partie du débit en

sortie du compresseur, en entrée de celui-ci, afin de le maintenir au-dessus de son point de décrochement, et une électrovanne de vidange rapide (16) du servomoteur de la vanne d'antipompage et des moyens de commande (17, 18) de celle-ci et de l'état de saturation ou de désaturation du servomoteur, en fonction de la valeur de l'écart entre ledit paramètre et ladite consigne, caractérisé en ce que la sortie des moyens de régulation (13) est reliée à des moyens (19) de sélection d'un niveau bas recevant sur une autre entrée, la sortie d'un générateur de rampe (20) croissante dans le temps, pour diriger vers le servomoteur de la vanne d'antipompage, le signal le plus bas.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (17) de commande à l'ouverture de ladite électrovanne lorsque ledit écart est supérieur à un premier seuil (DSH).

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (17) de commande à la fermeture de ladite électrovanne lorsque ledit écart est inférieur audit premier seuil (DSH).

4. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (18) de commande à la fermeture de ladite électrovanne lorsque ledit écart est supérieur à un second seuil (DSL).

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de génération de ladite rampe (20) sont déclenchés à un niveau de sécurité évitant le pompage du compresseur quel que soit son régime de fonctionnement.

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit générateur de rampe est relié à des moyens de copie (21) de la position de la vanne d'antipompage pour déclencher ladite rampe à un niveau déterminé à partir de la position de la vanne d'antipompage au moment de la fermeture de l'électrovanne de vidange rapide.

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (23) d'addition d'une rampe décroissante dans le temps à la consigne ( $c$ ), dont le déclenchement est déterminé en fonction de la commande de l'électrovanne de vidange rapide.

8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que les moyens d'addition (23) sont déclenchés à l'ouverture de l'électrovanne de vidange.

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendica-

tions précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de désaturation (18) du servomoteur de la vanne d'antipompage lorsque ledit écart est inférieur audit second niveau (DSL).

10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de comptage, pendant un temps déterminé du nombre de fois que ledit écart entre la consigne et la mesure devient supérieur audit premier niveau (DSH) pour déclencher une alarme lorsque ce nombre est supérieur à une valeur déterminée.

11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (25) d'action sur un organe (24) de régulation du procédé pour anticiper l'action correctrice demandée à la vanne d'antipompage, lors d'une perturbation entraînant un écart paramètre-consigne supérieur au premier seuil (DSH).

12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que ledit organe de régulation est une vanne d'entrée (24) du compresseur.

13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de limitation (26,27,28) de conflit entre la régulation du procédé et la commande d'antipompage, à partir de l'écart mesure-consigne, agissant sur la sortie des moyens de régulation (13) pour que ceux-ci ne compensent pas des perturbations dont l'origine incombe à la régulation du procédé.

## Patentansprüche

1. Steuereinrichtung für Antipumpvorrichtungen eines Kompressors, umfassend ein Antipumpventil (11) mit einem Servomotor, das zwischen dem Ausgang des Kompressors (12) und dem Eingang desselben geschaltet ist, wobei der Servomotor gesteuert wird durch Regelvorrichtungen (13), die über einen Eingang einen Parameter (m), der den Durchsatz des Kompressors darstellt, und eine Steuergröße (c), die aufgrund des Eingangsdruckes (P1) und des Ausgangsdruckes (P2) desselben festgelegt wurde, empfangen, um einen Teil des Durchflusses am Ausgang des Kompressors am Eingang desselben zu injizieren, um ihn oberhalb seines Anlaufpunktes zu halten, und die ein Elektroventil mit Servomotor zur schnellen Entleerung (16) des Antipumpventils und Vorrichtungen (17, 18) zur Steuerung desselben und des Sättigungs- oder Entsättigungszustandes des Servomotors in Abhängigkeit vom Wert des Unterschiedes zwischen dem Parameter und der Steuergröße umfassen, dadurch gekennzeichnet,

daß der Ausgang der Regelvorrichtungen (13) mit Vorrichtungen (19) zur Auswahl eines niedrigen Pegels verbunden ist, die über einen anderen Eingang den Ausgang eines Rampengenerators (20) empfangen, um an den Servomotor des Antipumpventils das niedrigste Signal auszugeben.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie Vorrichtungen (17) zur Steuerung der Öffnung des Elektroventils umfaßt, wenn der Unterschied größer als eine erste Schwelle (DSH) ist.

3. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß sie Vorrichtungen (17) zur Steuerung des Schließens des Elektroventils umfaßt, wenn der Unterschied kleiner als die erste Schwelle (DSH) ist.

4. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß sie Vorrichtungen (18) zur Steuerung des Schließens des Elektroventils umfaßt, wenn der Unterschied größer als eine zweite Schwelle (DSL) ist.

5. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Rampengeneratorvorrichtungen (20) auf einem Sicherheitsniveau gestartet werden, wodurch das Pumpen des Kompressors unabhängig vom Arbeitsbereich vermieden wird.

6. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Rampengenerator mit Vorrichtungen (21) zum Spiegeln der Position des Antipumpventils verbunden ist, um die Rampe auf einem vorgegebenen Pegel ausgehend von der Position des Antipumpventils im Moment des Schließens des Elektroventils zur schnellen Entleerung auszulösen.

7. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie Vorrichtungen (23) zur Addition einer abfallenden Rampe zur Steuergröße (c) umfaßt, wobei die Auslösung von der Steuerung des Elektroventils zur schnellen Entleerung abhängt.

8. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Additionsvorrichtungen (23) beim Öffnen des Elektroventils zur Entleerung ausgelöst werden.

9. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie Entsättigungsvorrichtungen (18) für den Servomotor des Antipumpventils umfaßt, wenn der Unterschied kleiner als der zweite Pegel (DSL) ist.

10. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie Rechnervorrichtungen umfaßt, um während einer Zeit, die durch die Häufigkeit, mit der der Unterschied zwischen Steuergröße und Messung größer als das erste Niveau (DSH) wird, bestimmt ist, einen Alarm auszulösen, wenn die Häufigkeit größer als ein vorgegebener Wert ist.

5

11. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie Vorrichtungen (25) zur Betätigung eines Organs (24) zur Regelung des Prozesses umfaßt, um eine erforderliche korrigierende Aktion auf das Antipumpventil vorwegzunehmen, wenn eine Störung einen Unterschied Parameter-Steuergröße größer als die erste Schwelle (DSH) werden läßt.

10

15

12. Einrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Regelungsorgan ein Eingangsventil (24) des Kompressors ist.

20

13. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie Begrenzervorrichtungen (26, 27, 28) für den Konflikt zwischen Regelung des Prozesses und Steuerung des Antipumpens aufgrund des Unterschiedes Messung-Steuergröße umfaßt, welche auf den Ausgang der Regelungsvorrichtungen (13) einwirkt, so daß diese nicht die Störungen kompensieren, deren Ursprung in der Regelung des Prozesses liegt.

25

30

## Claims

1. Control device for anti-pumping means of a compressor, comprising an anti-pumping valve (11) fitted with a servomotor and connected between the outlet of the compressor (12) and the inlet thereof, said servomotor being controlled by controlling means (13) receiving as input a parameter (m) representing the flow rate of the compressor and a reference variable (c) determined from the input pressure (P1) and the output pressure (P2) thereof to inject part of the outflow rate of the compressor into it in order to maintain it above its cut-out point, and a rapid-emptying electrovalve (16) of the servomotor of the anti-pumping valve and operating means (17, 18) for said anti-pumping valve and for the saturation or desaturation state of the servomotor in relation to the value of the difference between said parameter and said reference variable, characterised in that the output of the controlling means (13) is connected to means (19) for selecting a low level to receive at another input the output of a means (20) for generating a ramp ascending over time in order to direct the lowest signal to the servomotor of the anti-pumping valve.

35

40

45

50

55

2. Device according to Claim 1, characterised in that it comprises operating means (17) to open said electrovalve when said difference is greater than a first threshold (DSH).

3. Device according to Claim 2, characterised in that it comprises operating means (17) to close said electrovalve when said difference is less than said first threshold (DSH).

4. Device according to Claim 2, characterised in that it comprises operating means (18) to close said electrovalve when said difference is greater than a second threshold (DSL).

5. Device according to any of the preceding claims, characterised in that the means (20) for generating said ramp are disengaged at a safety level to prevent pumping of the compressor whatever its operating conditions.

6. Device according to any of the preceding claims, characterised in that said ramp generator means is connected to means (21) for duplicating the position of the anti-pumping valve to disengage said ramp at a given level in accordance with the position of the anti-pumping valve at the time of closure of the rapid-emptying electrovalve.

7. Device according to any one of the preceding claims, characterised in that it comprises means (23) for adding a ramp descending over the time of the reference variable (c), the disengagement of which is determined in accordance with the operation of the rapid-emptying electrovalve.

8. Device according to Claim 7, characterised in that the addition means (23) are disengaged to open the emptying electrovalve.

9. Device according to any one of the preceding claims, characterised in that it comprises desaturation means (18) for the servomotor of the anti-pumping valve when said difference is lower than said second level (DSL).

10. Device according to any one of the preceding claims, characterised in that it comprises means for counting the number of times said difference between the reference variable and the measurement is greater than said first level (DSH) over a given time in order to actuate an alarm when this number is higher than a given value.

11. Device according to any one of the preceding claims, characterised in that it comprises means (25) for acting on a member (24) for controlling the process to anticipate the corrective action required

at the anti-pumping valve when a fault causes a difference between the parameter and the reference variable which is greater than the first threshold (DSH).

5

- 12.** Device according to Claim 11, characterised in that said control member is an inlet valve (24) of the compressor.

- 13.** Device according to any one of the preceding claims, characterised in that it comprises means (26, 27, 28) for restricting the conflict between the process and the anti-pumping control on the basis of the difference between the parameter and the reference variable, acting on the output of the controlling means (13) so that they do not compensate for faults originating from control of the process.

10  
15  
20

25

30

35

40

45

50

55



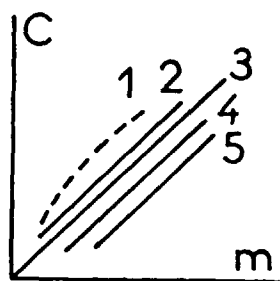
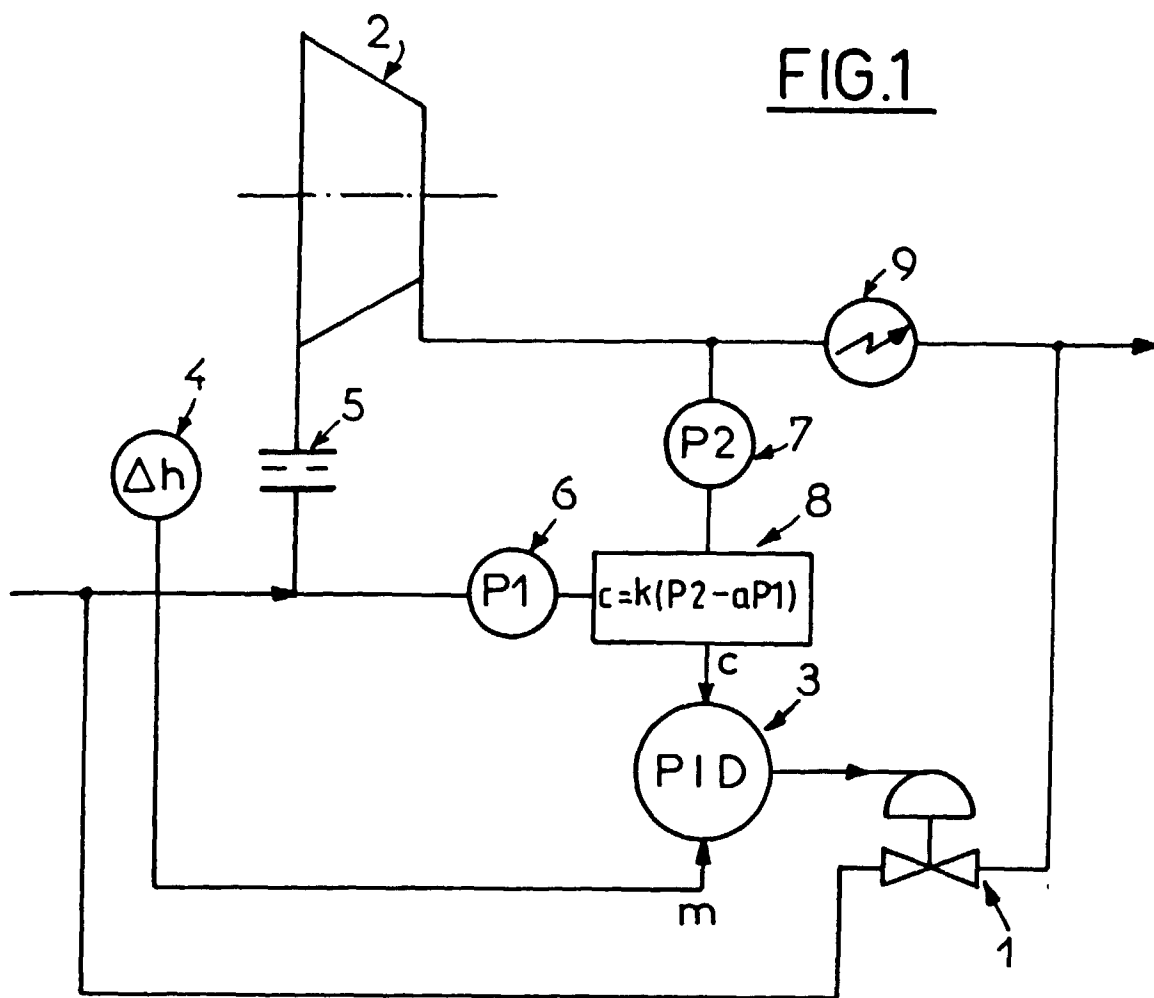


FIG.3

