



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

<p>(51) Classification internationale des brevets ⁶ : F16K 37/00</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Numéro de publication internationale: WO 99/22169 (43) Date de publication internationale: 6 mai 1999 (06.05.99)</p>
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR98/02277 (22) Date de dépôt international: 23 octobre 1998 (23.10.98) (30) Données relatives à la priorité: 97/13385 24 octobre 1997 (24.10.97) FR (71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): FRAM-ATOME [FR/FR]; Tour Framatome, 1, place de la Coupole, F-92400 Courbevoie (FR). (72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement): FOURCY, Etienne [FR/FR]; 25, rue Saint Antoine, F-69003 Lyon (FR). GOUBIER, Christian [FR/FR]; 8, allée des Rouardes, F-42152 L'Horme (FR). BONNE, Dominique [FR/FR]; 2, lotissement des Coteaux de Gerige, F-07700 Bourg Saint Andéol (FR). DICQUEMARE, Pascal [FR/FR]; 79, rue Pierre Audry, F-69009 Lyon (FR). BRIAND, Christophe [FR/FR]; 3, rue Jean Giono, Les Mazauds, F-26700 Pierrelatte (FR). (74) Mandataire: BOUGET, Lucien; Cabinet Lavoix, 2, place d'Estienne d'Orves, F-75441 Paris Cedex 09 (FR).</p>		<p>(81) Etats désignés: CN, HU, JP, RU, SI, UA, US, brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.</i></p>

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING A VALVE WITH PNEUMATIC CONTROL

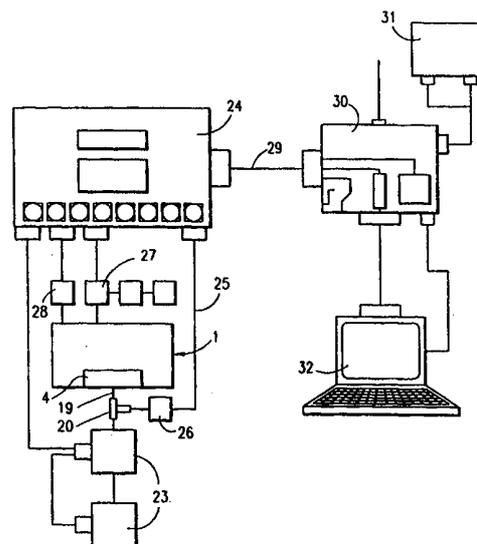
(54) Titre: PROCÉDE ET DISPOSITIF DE CONTRÔLE D'UNE VANNE A COMMANDE PNEUMATIQUE

(57) Abstract

The invention concerns a method which consists in displacing the valve (1) stem and closure between a position for opening and a position for closing the valve (1), by means of a pneumatic actuator (4) of the valve (1) supplied with pressurized gas; measuring, for at least one valve stem displacement cycle, the pneumatic actuator (4) supply pressure, the valve stem displacement; recording the stress exerted on the valve stem and diagnosing the valve operating conditions based on the measured values. Sensors (27) can also be used to observe the actuating of contactors at the end of the valve (1) travel and to sense an electrovalve (23) control signal for controlling the pneumatic actuator (4) supply. The valve can be actuated by its normal operating conditions control or by a pneumatic assembly independently of the valve normal operating conditions. The invention is particularly applicable to valves disconnecting a nuclear reactor circuit.

(57) Abrégé

On déplace la tige et l'obturateur de la vanne (1) entre une position d'ouverture et une position de fermeture de la vanne (1), à l'aide de l'actionneur pneumatique (4) de la vanne (1) alimenté en gaz sous pression. On mesure, pendant au moins un cycle de déplacement de la tige de vanne, la pression d'alimentation de l'actionneur pneumatique (4), le déplacement de la tige de vanne, on enregistre la contrainte subie par la tige de la vanne et on émet un diagnostic de fonctionnement de la vanne à partir des valeurs mesurées. On peut également repérer, à l'aide de capteurs (27), l'actionnement de contacteurs de fin de course de la vanne (1) et capter un signal de commande d'une électrovanne (23) de commande d'alimentation de l'actionneur pneumatique (4). La vanne peut être actionnée par ses moyens de commande de fonctionnement normal ou par un ensemble pneumatique piloté indépendamment du fonctionnement normal de la vanne. L'invention s'applique en particulier aux vannes de sectionnement d'un circuit d'un réacteur nucléaire.



UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

PROCEDE ET DISPOSITIF DE CONTROLE D'UNE VANNE A COMMANDE PNEUMATIQUE

L'invention concerne un procédé et un dispositif de contrôle d'une vanne à commande pneumatique à fonctionnement tout ou rien.

Dans de nombreuses installations industrielles, on utilise des vannes à commande pneumatique, de manière à arrêter ou à autoriser la circulation
5 d'un fluide dans un circuit de l'installation.

En particulier, dans le cas des réacteurs nucléaires à eau sous pression on utilise de nombreuses vannes à commande pneumatique, comme vannes d'arrêt ou de sectionnement, sur le circuit primaire du réacteur ou sur des circuits en communication directe avec le circuit primaire, tel que le
10 circuit d'injection de sécurité ou le circuit de contrôle chimique et volumétrique du réacteur nucléaire. On utilise également de telles vannes d'arrêt sur le circuit secondaire, comme vannes d'isolement de la vapeur, ou sur les circuits auxiliaires du réacteur nucléaire.

De telles vannes d'arrêt ou d'isolement ont un fonctionnement tout ou rien, la vanne étant commandée pour être placée dans une position de fermeture complète ou dans une position d'ouverture.
15

De telles vannes comportent un corps de vanne dans lequel sont placés un siège et une butée arrière, un obturateur solidaire d'une tige montée mobile dans le corps de vanne, entre une position de fermeture dans laquelle l'obturateur est en appui sur le siège de vanne et une position
20 d'ouverture dans laquelle la tige de vanne est en appui sur la butée arrière, au moins un moyen de rappel élastique de la tige et de l'obturateur, vers l'une des positions d'ouverture et de fermeture, un actionneur pneumatique ayant une partie mobile reliée à la tige de vanne et une source de gaz sous
25 pression d'alimentation de l'actionneur pneumatique pour déplacer la tige de vanne et l'obturateur vers la position de fermeture ou d'ouverture, à l'encontre des moyens de rappel élastiques.

L'actionneur pneumatique comporte une chambre qui peut être délimitée par une paroi mobile ou un piston, qui est mise en communication
30 avec une source de gaz sous pression par l'intermédiaire d'une ou plusieurs électrovannes.

Lorsqu'on alimente la chambre de l'actionneur pneumatique en gaz sous pression, par l'intermédiaire des électrovannes, la partie mobile de l'actionneur pneumatique se déplace en entraînant un déplacement de la tige et de l'obturateur de vanne, soit dans le sens de l'ouverture, soit dans
5 le sens de la fermeture de la vanne.

Lorsque la chambre de l'actionneur pneumatique n'est pas alimentée en gaz sous pression, ce gaz étant généralement de l'air sous pression, les moyens de rappel élastiques provoquent un déplacement de la tige de vanne et de la partie mobile de l'actionneur pneumatique, dans le sens in-
10 verse du précédent, de manière à ramener l'obturateur de la vanne dans une position de fermeture ou d'ouverture de la vanne.

Les électrovannes de commande de l'alimentation de la chambre de l'actionneur pneumatique sont généralement reliées à des moyens de commande qui peuvent être regroupés dans un poste de commande de l'instal-
15 lation. Par exemple, dans le cas des réacteurs nucléaires, les commandes des électrovannes d'alimentation des actionneurs des vannes tout ou rien de la centrale sont regroupées dans la salle de commande du réacteur nucléaire et la position d'ouverture ou de fermeture de ces vannes est visualisée sur des écrans ou des voyants de surveillance.

20 Dans le cas d'une installation industrielle dont il est important de contrôler le bon fonctionnement, par exemple pour des raisons de sécurité, et en particulier dans le cas d'une centrale nucléaire, il est nécessaire d'effectuer périodiquement un contrôle des vannes d'arrêt des principaux circuits.

25 Dans le cadre des programmes de maintenance des réacteurs nucléaires, il est prévu des opérations de contrôle systématique des vannes qui peuvent donner lieu à des interventions préventives ou à des réparations sur ces vannes, lors d'un arrêt du réacteur nucléaire suivant le contrôle.

30 Il peut être nécessaire également d'effectuer certaines interventions sur les vannes, lorsque des défaillances ont été constatées pendant le fonctionnement normal du réacteur nucléaire.

Les interventions effectuées sur les vannes nécessitent le démontage de certaines parties des vannes et l'expérience a montré qu'un pourcentage important de ces interventions n'est pas nécessaire, en regard de l'état de fonctionnement réel de la vanne. On effectue donc inutilement un nombre non négligeable de démontages de vannes, ce qui non seulement peut être long et coûteux mais encore entraîner des risques accrus lors de l'utilisation des vannes, du fait que le remontage de la vanne après l'intervention n'est pas toujours réalisé de manière parfaite.

La maintenance préventive systématique des vannes d'une centrale nucléaire qui nécessite des interventions directes et des démontages sur les vannes peut donc être en fait nuisible en ce qui concerne le bon fonctionnement d'ensemble de la centrale nucléaire.

Dans le cadre de la maintenance périodique des vannes tout ou rien à commande pneumatique des réacteurs nucléaires, on doit contrôler en particulier le tarage des vannes, c'est-à-dire l'effort de l'obturateur de la vanne sur le siège en position fermée et l'effort de la tige de vanne sur la butée arrière en position ouverte ainsi que la course du clapet entre la position d'ouverture et la position de fermeture.

Pour réaliser ces contrôles, on utilise de manière habituelle un procédé dans lequel on désaccouple l'actionneur pneumatique et la partie mobile de la vanne et on intercale entre l'actionneur et la partie mobile, un capteur d'effort avec lequel on mesure les efforts à la fermeture et à l'ouverture de la vanne. La course de la vanne entre ces deux positions, est mesurée à l'aide d'une règle graduée.

Un premier inconvénient de cette méthode classique de contrôle est qu'elle nécessite un désaccouplement de deux organes de la vanne et donc un démontage de la vanne et une intervention dans sa partie interne.

La précision de cette méthode est d'autre part incertaine, du fait de l'utilisation d'un capteur d'effort dans un environnement qui est imposé par la localisation de la vanne et du fait de l'utilisation d'une règle graduée pour mesurer les déplacements.

En outre, le personnel chargé du contrôle doit intervenir à proximité immédiate de la vanne, ce qui augmente les doses d'irradiation accumulées par le personnel d'intervention.

5 On a proposé de contrôler le tarage de la vanne par une méthode améliorée permettant d'éviter le désaccouplement de l'actionneur pneumatique et de la partie mobile de la vanne tout ou rien. Un ensemble comportant un vérin hydraulique et un capteur d'effort est mis en place sur l'actionneur pneumatique et relié à la tige de commande manuelle de la vanne. Un cycle d'ouverture et de fermeture de la vanne est réalisé en actionnant le vérin,
10 de manière à obtenir un diagramme effort/déplacement.

Un logiciel permet de sélectionner des points caractéristiques du diagramme et de calculer à partir de ces points les valeurs des paramètres nécessaires au contrôle. Ces paramètres sont constitués en particulier par l'effort du clapet sur son siège, l'effort de la partie mobile de la vanne sur le
15 siège arrière, la constante d'élasticité du dispositif de rappel élastique, généralement constitué par des rondelles Belleville, ainsi que la course de la vanne.

Ce procédé présente certains avantages sur le procédé classique décrit plus haut.

20 En particulier, il n'est plus nécessaire de désaccoupler l'actionneur et la partie mobile de la vanne et, de ce fait, on limite le démontage et les interventions dans une partie interne de la vanne.

D'autre part, l'essai effectué est plus complet, puisqu'en plus des valeurs de tarage de la vanne, on peut déterminer l'effort dû au presse-étoupe
25 et la constante d'élasticité des rondelles Belleville.

Le temps d'intervention des opérateurs à proximité de la vanne est réduit au temps nécessaire pour poser l'ensemble comportant le vérin hydraulique et le capteur d'effort sur la vanne. La suite du contrôle du tarage se fait à distance et de manière automatique à l'aide d'un micro-ordinateur,
30 les doses d'irradiation reçues par les opérateurs étant de ce fait réduites. Les mesures effectuées au cours du cycle d'ouverture et de fermeture sont enregistrées par l'informatique et, de ce fait, la mise en forme, le stockage

en mémoire et l'édition des résultats des contrôles sont effectués de manière rapide et avec une très bonne qualité d'exécution.

Enfin, l'effort dû au presse-étoupe est calculé, ce qui permet le réglage de ce presse-étoupe.

5 Cependant, la méthode présente certains inconvénients. En particulier, elle ne permet de réaliser qu'un diagnostic mécanique sur les vannes fermées par manque d'air, du fait de la réalisation du contrôle à l'aide d'un vérin hydraulique. En outre, la mise en œuvre du procédé de contrôle nécessite un démontage de la commande manuelle de la vanne pour pouvoir
10 atteindre l'axe de cette vanne.

Le procédé ne peut s'appliquer qu'à des vannes conçues de manière à permettre une fixation d'un vérin sur l'axe de commande manuelle de la vanne. D'autre part, le contrôle étant limité à un diagnostic mécanique, on n'effectue pas un contrôle réel du fonctionnement de la vanne et des composants associés à cette vanne tels que l'électrovanne qui commande l'admission d'air comprimé dans la chambre de l'actionneur.
15

Il existe donc un besoin concernant un procédé et un dispositif permettant de réaliser un contrôle de vanne tout ou rien à commande pneumatique, sans aucun démontage de la vanne, qui fournisse des valeurs précises des paramètres caractéristiques du fonctionnement de la vanne. Il serait également souhaitable de disposer d'un procédé ou dispositif permettant d'effectuer le contrôle d'une vanne tout ou rien pendant son fonctionnement normal piloté par les moyens de commande de l'installation dans laquelle la vanne est utilisée.
20

25 Dans le cas d'une vanne de réglage commandée par un servomoteur, il est connu de réaliser le contrôle de fonctionnement de la vanne en mesurant des paramètres électriques tels que la tension et l'intensité d'alimentation du servomoteur. Pendant le contrôle, l'alimentation électrique du servomoteur de la vanne est réalisée par le dispositif de contrôle et par l'intermédiaire de la chaîne de régulation de la vanne. Le contrôle n'est donc pas
30 effectué sur les moyens de commande normale de la vanne mais sur des

moyens d'alimentation électriques se substituant aux moyens intégrés au système de commande de la vanne.

En outre, ce procédé de contrôle n'est applicable qu'aux vannes de réglage commandées par un servomoteur.

5 Dans le WO-92/12373, on a décrit un dispositif de mesure précis du déplacement d'une tige de vanne commandée par un actionneur alimenté en fluide sous pression. On peut ainsi déterminer le déplacement de la tige de vanne en fonction de la pression d'alimentation de la vanne. Cependant, ces mesures de pression et de déplacement ne sont pas repérées par rap-
10 port au cycle réel de fonctionnement de la vanne, c'est-à-dire par rapport aux phases de fermeture (ou d'ouverture) successives de la vanne, dans lesquelles l'obturateur est en contact avec le siège (ou la butée arrière) de la vanne.

Le but de l'invention est donc de proposer un procédé de contrôle
15 d'une vanne à commande pneumatique tout ou rien pour commander la circulation d'un fluide dans une installation, comportant un corps de vanne dans lequel sont placés un siège et une butée arrière, un obturateur solidaire d'une tige montée mobile dans le corps de vanne, entre une position de fermeture dans laquelle l'obturateur est en appui sur le siège de vanne
20 et une position d'ouverture dans laquelle la tige de vanne est en appui sur la butée arrière, au moins un moyen de rappel élastique de la tige de l'obturateur vers l'une des positions d'ouverture et de fermeture, un actionneur pneumatique ayant une partie mobile reliée à la tige de vanne et une source de gaz sous pression d'alimentation de l'actionneur pneumatique par l'in-
25 termédiaire d'au moins une électrovanne, pour déplacer la tige de vanne et l'obturateur à l'encontre du moyen de rappel élastique, ce procédé permettant de contrôler de manière sûre et précise le fonctionnement de la vanne, sans qu'il soit nécessaire de réaliser un démontage même limité de cette vanne, et qui puisse être mis en œuvre pendant le fonctionnement normal
30 de la vanne dans l'installation.

Dans ce but :

- on déplace la tige de l'obturateur de vanne entre les positions d'ouverture et de fermeture à l'aide de l'actionneur pneumatique alimenté en gaz sous pression,

5 - on mesure, pendant au moins un cycle de déplacement de la tige de vanne, la pression du gaz d'alimentation de l'actionneur et le déplacement de la tige de vanne,

 - on repère et on enregistre un signal représentatif de la contrainte subie par la tige pendant le cycle de déplacement, pour déterminer le contact de l'obturateur sur le siège de la vanne, et

10 - on émet un diagnostic de fonctionnement de la vanne à partir des valeurs mesurées.

 De préférence, on enregistre, pendant le cycle de déplacement de la tige et de l'obturateur de la vanne, l'un au moins des signaux représentatifs des fins de course de la tige et de l'obturateur et de commande de l'électrovanne. On enregistre dans tous les cas la contrainte exercée sur la tige pour détecter la mise en contact de l'obturateur avec son siège.

 Dans un premier mode de réalisation, on commande l'alimentation en gaz sous pression de l'actionneur pneumatique par une commande d'actionnement normal de la vanne intégrée à l'installation.

20 Dans un second mode de réalisation, la source de gaz sous pression est un composant d'un ensemble pneumatique d'un dispositif de contrôle de vanne de l'installation permettant de mettre en œuvre le procédé de l'invention, avec un pilotage précis du débit de gaz sous pression d'alimentation de l'actionneur pneumatique.

25 Afin de bien faire comprendre l'invention, on va maintenant décrire, à titre d'exemple, en se référant aux figures jointes en annexe, une vanne tout ou rien à commande pneumatique d'une centrale nucléaire et la mise en œuvre du contrôle de cette vanne par le procédé suivant l'invention et suivant deux modes de réalisation différents.

30 La figure 1 est une vue en coupe par un plan de symétrie axiale d'une vanne d'arrêt à commande pneumatique d'un circuit de réacteur nucléaire.

La figure 2 est une vue schématique d'un dispositif permettant de réaliser le contrôle de la vanne, suivant un premier mode de réalisation.

La figure 3 est une vue schématique d'un dispositif permettant de mettre en œuvre le contrôle de la vanne suivant un second mode de réalisation.

La figure 4 est une vue schématique d'une centrale pneumatique utilisée pour la mise en œuvre du dispositif de contrôle suivant la figure 3.

La figure 5 est un diagramme fonctionnel obtenu par la mise en œuvre du procédé de l'invention selon le premier mode de réalisation.

La figure 6 est un diagramme représentatif de résultats d'un contrôle réalisé par le procédé selon le second mode de réalisation de l'invention.

La figure 7 est une vue en coupe d'un capteur de déplacement de la partie mobile de la vanne.

La figure 8 est une vue de dessus du capteur de déplacement représenté sur la figure 7.

Sur la figure 1, on voit une vanne d'arrêt à commande pneumatique de type tout ou rien désignée de manière générale par le repère 1.

La vanne 1 comporte un corps de vanne constituant la partie fixe de la vanne, désigné de manière générale par le repère 2.

Le corps de vanne 2 comporte une partie 2a intercalée de manière étanche sur une canalisation d'un circuit d'une centrale nucléaire, dans laquelle on commande l'écoulement d'un liquide par l'intermédiaire de la vanne d'arrêt 1.

Dans la partie 2a du corps de vanne est disposé le siège de vanne 3 à travers lequel est assurée la communication entre un premier tronçon de conduit usiné dans la partie 2a du corps de vanne communiquant avec une première partie de la canalisation et un second conduit usiné dans la partie 2a du corps de vanne en communication avec une seconde partie de la canalisation dans laquelle on commande l'écoulement du liquide par l'intermédiaire de la vanne 1.

Le corps de vanne comporte une seconde partie 2b constituant le carter de l'actionneur pneumatique 4 de la vanne, cette seconde partie 2b

du corps de vanne étant reliée à la première partie 2a, par l'intermédiaire de colonnes 5.

Le corps de vanne comporte une troisième partie 2c fixée sur la partie supérieure de la partie 2b constituant le carter de l'actionneur pneumatique, cette troisième partie 2c du corps de vanne constituant le carter de la
5 commande manuelle de la vanne.

Dans le corps de vanne 2 est montée la partie mobile de la vanne qui comporte la tige de vanne 6 à l'extrémité de laquelle est fixé l'obturateur 7 destiné à venir reposer dans la position de fermeture de la vanne (position
10 représentée sur la figure 1) sur le siège 3 de la vanne.

La tige de vanne 6, qui comporte un tronçon inférieur solidaire, à son extrémité inférieure, de l'obturateur ou clapet 7, est montée glissante et étanche dans la direction axiale de déplacement de la vanne, dans la partie inférieure 2a du corps de vanne, par l'intermédiaire d'un presse-étoupe 8.

Le tronçon inférieur de la tige de vanne 6 est relié par l'intermédiaire d'une pièce de liaison et de guidage 9 à un tronçon supérieur de la tige monté glissant dans la direction axiale 10 et étanche, dans la partie centrale 2b du corps de vanne constituant le carter de l'actionneur pneumatique 4. La partie supérieure de la tige de vanne 6 comporte une extrémité élargie
15 diamétralement 6a dans laquelle est usinée une cavité 11.

Un ensemble élastique 12 de rappel de la vanne en position de fermeture constitué par un empilement de rondelles Belleville est intercalé entre un rebord d'appui extérieur de la partie 6a de la tige de vanne et la paroi
20 intérieure du carter 2b de l'actionneur pneumatique 4.

L'extrémité inférieure de la tige de commande manuelle 13 de la vanne sur laquelle sont fixées deux butées à bille est montée à l'intérieur de l'ouverture 11 de la partie 6a de la tige de vanne 6, de manière que la tige de commande manuelle 13 puisse se déplacer par rapport à la partie 6a de la tige de vanne, entre une position haute dans laquelle l'une des butées à
25 bille est en appui sur une paroi supérieure de fermeture de la cavité 11 et une position basse dans laquelle la seconde butée à bille est en appui sur un épaulement inférieur 11a de la cavité 11. Lors des déplacements de la
30

tige de vanne 6 et de l'obturateur 7 sous l'effet de l'actionneur pneumatique 4, la tige de vanne et l'obturateur se déplacent entre une position basse de fermeture représentée sur la figure 1 et une position haute d'ouverture dans laquelle le rebord 11a de la cavité 11 vient en appui sur la butée à bille inférieure de la tige de vanne 13 qui constitue la butée arrière du corps de vanne 2, la tige de commande manuelle 13 étant en position fixe pendant l'utilisation normale de la vanne à commande pneumatique.

Dans le cas où la commande pneumatique est défaillante, la commande manuelle peut être utilisée pour ouvrir ou fermer la vanne. Dans ce but, la tige de commande manuelle 13 est solidaire d'une roue dentée 14 qui engrène avec une vis sans fin 15 solidaire d'un volant d'actionnement manuel 16. En faisant tourner de manière manuelle le volant 16 dans un sens ou dans l'autre, on fait monter ou descendre la tige de commande manuelle 13 dont la partie inférieure coopère avec la paroi supérieure de fermeture ou avec le rebord inférieur 11a de la cavité 11 pour ouvrir ou fermer la vanne de manière manuelle.

La partie mobile de la vanne comportant la tige de vanne 6 et l'obturateur 7 est guidée en déplacement axial dans la direction de l'axe 10, en particulier par la pièce de liaison 9 engagée sur les colonnes 5 et par les traversées étanches des parties 2a et 2b du corps de vanne.

L'actionneur pneumatique 4 comporte, à l'intérieur du carter 2b, une membrane 17 fixée de manière étanche à sa périphérie entre deux parties du carter 2b assemblées par des boulons et des écrous.

La membrane 17 délimite, avec la paroi inférieure du carter 2b, la chambre 18 de l'actionneur pneumatique. Deux ajutages tels que 19 permettent de mettre en communication la chambre annulaire 18 de l'actionneur pneumatique avec un circuit d'alimentation en air sous pression, pour réaliser l'actionnement de la vanne.

La membrane 17, qui comporte une ouverture à sa partie centrale, est solidaire d'un équipage monté glissant et étanche sur la tige de vanne et comportant une surface supérieure de poussée sur la partie élargie 6a de la tige de vanne.

Lorsqu'on alimente la chambre 18 en air sous pression, on réalise l'ouverture de la vanne par déformation de la membrane et soulèvement de la tige par l'intermédiaire de l'équipage mobile solidaire de la membrane 17.

Le soulèvement de la vanne à l'ouverture est réalisé à l'encontre de la force de rappel élastique de l'ensemble de rondelles Belleville 12.

La vanne représentée sur la figure 1 est une vanne de fermeture à manque d'air, c'est-à-dire dont la fermeture est assurée par l'ensemble de rappel élastique 12, lorsque la chambre 18 n'est pas alimentée. Dans ce cas, l'obturateur 7 repose sur le siège 3 avec une certaine pression et exerce un effort sur le siège dans la direction axiale.

Lorsque la chambre 18 est alimentée en air comprimé, la déformation de la membrane 17 provoque le soulèvement de la tige de vanne jusqu'au moment où l'épaulement 11a de la cavité 11 vient en appui sur la butée à bille de la tige 13 constituant la butée arrière de la vanne. La tige de vanne, par l'intermédiaire de l'épaulement 11a, exerce une certaine pression et donc un effort dans la direction axiale 10 sur la butée arrière.

Lors du soulèvement de la tige de vanne par l'intermédiaire de la membrane, de l'air contenu dans la partie supérieure du carter 2b de l'actionneur pneumatique est évacué par des ouvertures telles que l'ouverture 21.

L'un des buts du contrôle des vannes tout ou rien à commande pneumatique est de vérifier la valeur de l'effort exercé par la partie mobile de la vanne, sur le siège de vanne dans la position de fermeture, et sur la butée arrière dans la position d'ouverture.

Un autre paramètre dont la valeur doit être mesurée est la course de la partie mobile de la vanne entre sa position de fermeture et sa position d'ouverture.

Sur les colonnes 5 sont fixés des boîtiers de fin de course tels que 22a et 22b qui comportent chacun une tige d'actionnement dont la partie d'extrémité vient en contact avec la partie externe de la pièce de liaison et de guidage 9 de la tige 6, en fin de déplacement de la partie mobile de la

vanne vers le bas, c'est-à-dire vers la position de fermeture et vers le haut, c'est-à-dire vers la position d'ouverture.

L'actionnement des butées de fin de course 22a et 22b permet d'actionner des électrovannes du circuit pneumatique d'alimentation de l'actionneur pneumatique 4 pour couper l'alimentation de la chambre 18 de l'actionneur pneumatique en air comprimé.

Le procédé de l'invention permet de réaliser le contrôle de fonctionnement d'une vanne tout ou rien à commande pneumatique et en particulier de déterminer les valeurs de l'effort sur la partie mobile de la vanne dans les positions de fermeture ou d'ouverture et la course de la partie mobile.

Le procédé suivant l'invention permet également de vérifier d'autres paramètres caractéristiques du bon fonctionnement de la vanne.

Comme indiqué plus haut, il est souhaitable de disposer de méthodes de contrôle des vannes tout ou rien à commande pneumatique qui ne nécessitent pas de démontage d'une partie de la vanne, qui soient précises et fiables et qui puissent être mises en œuvre sur l'installation comportant la vanne, alors que cette installation est en fonctionnement.

Une telle méthode de contrôle doit permettre d'éviter d'effectuer des démontages inutiles des vannes, lors des périodes d'arrêt de l'installation.

En fait, le contrôle des vannes d'une installation telle qu'une centrale nucléaire peut être effectué à plusieurs niveaux, suivant les raisons qui ont nécessité le contrôle.

Dans le cas où l'on détecte, pendant le fonctionnement de l'installation sur laquelle est placée la vanne, une anomalie qui peut être due à la vanne ou encore dans le cas où l'on s'attend à un fonctionnement défectueux de cette vanne, il est nécessaire de mettre en œuvre un contrôle qui doit permettre de vérifier rapidement si la vanne présente effectivement un comportement défectueux ou anormal.

Ce contrôle est appelé contrôle fonctionnel ou test de maintenance de niveau 1 et doit être mis en œuvre de manière facile sur l'installation maintenue en fonctionnement. On peut ainsi détecter des anomalies bénignes qui ne nécessitent pas la mise en œuvre d'une intervention importante

sur la vanne. On peut par exemple effectuer une action correctrice simple sur la vanne ou prendre certaines dispositions qui sont prévues dans les règles de fonctionnement de l'installation.

5 Dans le cas où une maintenance de niveau 1 n'a pas permis d'identifier l'origine de l'anomalie de fonctionnement ou encore dans le cas où l'on veut obtenir des renseignements plus précis que ceux fournis par la maintenance de niveau 1 sur cette anomalie, on met en œuvre un deuxième niveau de contrôle appelé contrôle ou maintenance de niveau 2, ce contrôle nécessitant des conditions de mise en œuvre plus contraignantes que le
10 contrôle de niveau 1.

Dans le cas d'une vanne tout ou rien située sur un circuit d'une centrale nucléaire, on peut réaliser un contrôle ou maintenance de niveau 1 en utilisant un dispositif tel que représenté sur la figure 2. De manière générale, le diagnostic de niveau 1 est réalisé sur la vanne 1 commandée depuis
15 la salle de commande du réacteur nucléaire, de manière que la partie mobile de la vanne effectue au moins un cycle complet de déplacement entre les positions d'ouverture et de fermeture de la vanne.

Pendant ce déplacement de la partie mobile de la vanne, des capteurs associés à la vanne permettent de déterminer si les caractéristiques
20 de fonctionnement de la vanne sont satisfaisantes.

Sur la figure 2, on a représenté la vanne tout ou rien 1 de manière conventionnelle par un rectangle et l'actionneur pneumatique 4 de la vanne par un second rectangle à l'intérieur du rectangle représentant la vanne.

L'actionneur pneumatique 4 est alimenté en air comprimé par l'intermédiaire d'au moins une électrovanne 23 commandée depuis la salle de
25 commande du réacteur nucléaire, de manière à permettre l'introduction d'air comprimé provenant d'un circuit ou d'un réservoir constituant un composant de l'installation, dans l'actionneur pneumatique 4 de la vanne 1 pour réaliser l'actionnement de la vanne à l'ouverture ou, au contraire, pour couper l'alimentation de l'actionneur de manière que les moyens de rappel élastiques
30 de la vanne assurent sa fermeture.

Les électrovannes 23 sont associées à des capteurs à effet Hall qui permettent de déterminer et d'enregistrer les phases de fonctionnement des électrovannes 23, par enregistrement d'un signal de commande des électrovannes.

5 Le dispositif de contrôle comporte un boîtier de conditionnement 24 comportant des entrées et des sorties analogiques ainsi que des entrées et des sorties numériques, pour assurer le recueil et la transmission des signaux fournis par les capteurs associés à la vanne et à ses moyens de commande.

10 En particulier, les capteurs à effet Hall des électrovannes 23 sont reliés au boîtier de conditionnement 24.

Un T de raccordement 20 est fixé sur un ajutage 19 de la chambre de l'actionneur pneumatique 4 de manière à assurer le raccordement d'une conduite 25 sur laquelle est disposé un capteur de pression 26, à l'alimentation de la chambre de l'actionneur pneumatique. De ce fait, le capteur de pression 26 mesure la pression d'alimentation de l'actionneur pneumatique et transmet un signal au boîtier de conditionnement 24 représentatif de la pression mesurée.

20 Des détecteurs 27 associés aux boîtiers de fin de course 22a et 22b de la vanne sont reliés également au boîtier 24, de manière à transmettre à ce boîtier des signaux représentatifs de l'actionnement des butées de fin de course et donc de la position de la partie mobile de la vanne.

Un capteur 28 du déplacement linéaire dans la direction de l'axe 10 de l'ensemble mobile de la vanne est également relié au boîtier 24.

25 Le boîtier de conditionnement 24 est disposé à proximité de la vanne 1, c'est-à-dire dans une partie du réacteur nucléaire comportant le circuit ou la canalisation sur laquelle est disposée la vanne d'arrêt 1.

30 Le boîtier 24 est relié par un câble de liaison 29 à un boîtier de raccordement 30 disposé à une certaine distance de la zone du réacteur nucléaire dans laquelle est située la vanne 1.

Par exemple, on peut utiliser un câble de liaison 29 d'une longueur de 10 à 30 m et placer le boîtier de raccordement 30 dans une salle de repli non radioactive.

5 Le boîtier de raccordement 30 est relié à des moyens d'alimentation électrique 31 tels qu'une batterie et les signaux conditionnés transmis par le câble 29 et récupérés par le boîtier de raccordement 30 sont traités dans un micro-ordinateur 32 qui assure en particulier le stockage et l'affichage des informations obtenues à partir des capteurs pendant le fonctionnement de la vanne 1 commandée depuis la salle de commande.

10 La vanne 1 est commandée de manière que sa partie mobile effectue au moins un cycle complet de déplacement entre les positions d'ouverture et de fermeture de la vanne.

15 Sur la figure 5, on a représenté sous forme d'un diagramme les principaux paramètres mesurés ou déterminés par le dispositif de contrôle, en fonction du temps.

On a ainsi représenté sur la figure 5 les variations, au cours du temps, pendant le déplacement de la partie mobile de la vanne, de la pression d'alimentation de l'actionneur pneumatique, le déplacement de la partie mobile de la vanne et la contrainte mesurée dans la tige de la vanne.

20 On effectue également un calcul de la contrainte exercée sur la tige de vanne pendant le cycle de déplacement et lorsque la vanne est en position de fermeture ou d'ouverture.

25 La mesure de contrainte exercée sur la tige de la vanne permet de repérer le contact de l'obturateur de la vanne avec le siège sur lequel vient reposer l'obturateur, dans sa position de fermeture.

De plus, comme représenté dans la partie supérieure du diagramme de la figure 5, on enregistre les signaux des contacteurs de fin de course et les signaux de commande de l'électrovanne de manière à contrôler complètement le déroulement du cycle de fonctionnement de la vanne.

30 Le diagramme tel que représenté sur la figure 5 peut être obtenu par affichage sur l'écran associé au micro-ordinateur 32 ou imprimé à partir du micro-ordinateur.

Le temps est mesuré en continu pendant la manoeuvre de la vanne.

Dans un premier temps, la vanne étant maintenue fermée par l'ensemble de rappel élastique 12, la tige subit une contrainte de compression maximale transmise à l'obturateur qui est comprimé sur le siège de vanne. Pour déclencher l'ouverture de la vanne, le signal de commande de l'électrovanne assure l'alimentation de la chambre 18 en fluide sous pression (signal de pression croissant). La contrainte de compression dans la tige diminue puis s'annule. L'obturateur de la vanne se décolle du siège au début du déplacement. La tige est alors sollicitée en traction. Les frottements de la tige sur le presse-étoupe 8 se traduisent par un premier palier de contrainte dans la tige pendant le déplacement de la tige. Le déplacement de la tige et de l'obturateur est stoppé par la butée arrière. Pour réaliser la fermeture de la vanne, on émet un signal de commande pour relâcher la pression dans la chambre 18 de la vanne. La contrainte de traction dans la tige de vanne diminue jusqu'à un second palier dû aux frottements sur le presse-étoupe 8 pendant le déplacement, puis s'annule ; la contrainte de compression augmente à nouveau lorsque l'obturateur vient en contact avec le siège de vanne. La contrainte dans la tige augmente du fait de la compression de l'obturateur sur le siège de vanne jusqu'à la fermeture complète.

La mesure de contrainte dans la tige de vanne permet donc de suivre parfaitement les phases d'ouverture et de fermeture de la vanne.

On peut émettre un diagnostic concernant le fonctionnement de la vanne, soit par comparaison directe du diagramme, par exemple en ce qui concerne la variation au cours du cycle de fonctionnement de la pression d'alimentation de l'actionneur pneumatique et le déplacement de la partie mobile de la vanne, avec des relevés correspondant à un fonctionnement parfait de la vanne tout ou rien.

On effectue aussi certains calculs à partir des diagrammes pour déterminer certaines caractéristiques de fonctionnement de la vanne, telles que le temps de manoeuvre pour l'ouverture ou la fermeture de la vanne, la course de la partie mobile entre l'ouverture et la fermeture, le temps d'ou-

verture des électrovannes, les temps de retard d'établissement de la pression et du déplacement et la position des fins de course dans le cycle de fonctionnement de la vanne.

5 Le contrôle de niveau 1 de la vanne, qui est réalisé en commandant la vanne depuis la salle de commande, est réalisé sans aucun démontage de la vanne et sans aucune utilisation de dispositif annexe de déplacement de la partie mobile de cette vanne.

10 En outre, l'utilisation de capteurs appropriés permet de réaliser un contrôle des paramètres de fonctionnement de la vanne tels que la position des fins de course et les caractéristiques d'ouverture des électrovannes.

Ces essais sont effectués sans qu'il soit nécessaire qu'un opérateur intervienne au voisinage de la vanne, ce qui présente bien sûr un très grand intérêt en ce qui concerne la limitation des doses reçues par les opérateurs chargés du contrôle.

15 En outre, le contrôle est effectué alors que le réacteur nucléaire est en fonctionnement, sans interférer avec ce fonctionnement et sans qu'il soit nécessaire de recourir à une procédure particulière pour la conduite du réacteur nucléaire.

20 Cependant, dans le cas où l'on n'a pu déceler une anomalie sur la vanne ou l'origine d'une anomalie décelée, il est nécessaire d'effectuer un diagnostic par un contrôle de niveau 2.

On utilise alors le dispositif tel que représenté sur la figure 3.

25 Ce dispositif est sensiblement analogue au dispositif nécessaire pour la mise en œuvre du contrôle de niveau 1 représenté sur la figure 2. Les éléments correspondants sur les figures 1 et 2 sont affectés des mêmes repères.

30 La différence essentielle entre le dispositif utilisé pour la maintenance de niveau 1, représenté sur la figure 2, et le dispositif utilisé pour la maintenance de niveau 2, représenté sur la figure 3, réside dans la présence d'un ensemble pneumatique 34 relié à l'alimentation de l'actionneur pneumatique au niveau du T 20.

L'ensemble pneumatique 34 qui comporte une réserve d'air comprimé ou qui peut être relié au circuit d'air comprimé de l'installation est commandé par son propre dispositif de pilotage qui permet de délivrer à l'actionneur pneumatique de la vanne 1, un débit d'air sous pression contrôlé de manière précise. De cette manière, on peut actionner lentement la vanne 1 par l'intermédiaire de son actionneur 4 de manière à réaliser, pendant le cycle de déplacement de la vanne, un relevé précis de la pression d'alimentation de l'actionneur pneumatique et du déplacement de la partie mobile de la vanne.

Pour réaliser les mesures de pression, on place un capteur de pression 35 en dérivation sur la conduite d'alimentation de l'actionneur pneumatique à partir de l'ensemble pneumatique 34, par l'intermédiaire d'un raccord en T 33. Le capteur 35 est relié au boîtier de conditionnement 24, de manière à transmettre les signaux de pression.

Les capteurs utilisés dans le cas du dispositif effectuant la maintenance de niveau 2 sont pratiquement les mêmes que les capteurs utilisés dans le cas du dispositif effectuant la maintenance de niveau 1. On utilise un capteur 36 de mesure de l'effort exercé sur la tige de vanne pour déterminer le cycle de fermeture et d'ouverture de la vanne. On mesure au cours du cycle une contrainte minimale qui correspond à l'ouverture, une contrainte maximale correspondant à la fermeture. L'effort exercé sur la tige de vanne est également calculé à partir de la pression mesurée par le capteur 35 en tenant compte de la surface utile de la membrane sur laquelle s'exerce la pression pneumatique dans l'actionneur. On calcule une valeur de la surface de la membrane, dite surface "équivalente" permettant d'obtenir une valeur précise de l'effort. Le calcul ou les valeurs de la surface équivalente de la membrane sont introduits dans le micro-ordinateur 32 de manière que le micro-ordinateur puisse calculer la valeur de l'effort à partir de la pression et de la surface équivalente.

On obtient donc, pendant tout le cycle d'essai de la vanne, un diagramme effort/déplacement qui permet de vérifier de manière très précise le fonctionnement mécanique de la vanne.

Un tel diagramme a été représenté sur la figure 6 sur lequel l'effort est porté en abscisse et le déplacement en ordonnée.

A partir d'un diagramme tel que le diagramme représenté sur la figure 6, on peut émettre un diagnostic très précis et très sûr sur le fonctionnement
5 de la vanne et déterminer certains paramètres de contrôle.

On peut déterminer en particulier les efforts sur le clapet ou la tige de vanne dans la position de fermeture et d'ouverture de la vanne ainsi que la course de la partie mobile de la vanne entre ces deux positions.

On peut également déterminer de manière précise l'effort exercé par
10 le presse-étoupe sur la tige de vanne et la raideur ou constante élastique du dispositif de rappel constitué généralement par les rondelles Belleville.

Il est à remarquer que le contrôle ou maintenance de niveau 2 est plus délicat à réaliser que le contrôle de niveau 1, avec l'installation en fonctionnement, par exemple sur une ou plusieurs vannes d'un circuit d'un
15 réacteur nucléaire en fonctionnement. Dans ce cas, il est nécessaire d'adapter la procédure de conduite de l'installation telle qu'un réacteur nucléaire, aux conditions de l'essai.

En revanche, le procédé de contrôle de niveau 2 est très facile à mettre en œuvre lorsque le réacteur nucléaire est à l'arrêt. Ce procédé
20 donne accès directement à des données d'ordre mécanique calculées par le logiciel du micro-ordinateur 32, à partir du diagramme effort/déplacement de la vanne.

Le contrôle de niveau 2 peut être utilisé pour fournir un diagnostic sur l'état de fonctionnement de la vanne après une intervention et ainsi fournir
25 un rapport de contrôle de fin d'intervention sur la vanne. On peut ainsi donner une appréciation sur la qualité de l'intervention et vérifier le tarage de l'actionneur pneumatique de la vanne, la course de la partie mobile de la vanne et le bon état du dispositif élastique de rappel.

Bien entendu, on peut réaliser les deux types de contrôle de niveau 1
30 et de niveau 2 pour toute vanne à commande pneumatique tout ou rien, que cette vanne soit à membrane ou à piston ou d'un autre type. Dans le cas d'une vanne à membrane, le procédé est applicable aussi bien à une vanne

comportant une simple membrane et une seule chambre qu'à une vanne comportant une double membrane et deux chambres.

La possibilité de réunir les moyens pour effectuer les deux niveaux de contrôle dans un même ensemble permet au procédé et au dispositif
5 selon l'invention d'effectuer toutes les étapes nécessaires pour effectuer une maintenance conditionnelle des vannes tout ou rien, c'est-à-dire une maintenance évitant des démontages et des interventions inutiles sur des vannes non défectueuses.

Le contrôle de niveau 2 effectué par le procédé de l'invention peut
10 fournir des résultats, c'est-à-dire un diagramme effort/déplacement représentant la caractéristique de la vanne pratiquement identique et superposable à celui qui serait obtenu par la méthode antérieure connue dans le cas des vannes à fermeture par manque d'air d'un type permettant la fixation sur la tige de vanne d'un vérin hydraulique.

Bien entendu, il est également possible d'équiper le dispositif de
15 contrôle de niveau 2 selon l'invention représenté sur la figure 3 d'un groupe hydraulique 37 alimentant un vérin d'actionnement de la tige de vanne. Dans ce cas, il est possible de comparer les résultats obtenus en actionnant la vanne par l'ensemble pneumatique 34 et l'actionneur pneumatique 4 et
20 les résultats obtenus en actionnant la vanne à partir du groupe hydraulique 37. On peut ainsi obtenir une continuité entre les résultats obtenus par le procédé de contrôle selon l'art antérieur qui ont été archivés et les résultats obtenus par le procédé de l'invention.

De manière à limiter les modifications à faire subir au dispositif de
25 contrôle pour mettre en œuvre la maintenance de niveau 2, il est possible d'adjoindre un clapet de fermeture au T 33 de raccordement du capteur de pression 35 pour refermer de manière étanche la canalisation mettant en communication l'ensemble pneumatique 34 et le piquage 19. On peut ainsi
30 mettre en fonctionnement ou isoler la partie du dispositif utilisée au cours de la maintenance de niveau 2.

Pour accroître la capacité du dispositif de contrôle, on peut adjoindre au boîtier de conditionnement 24 un boîtier d'extension 24' connecté au boîtier 24.

5 On peut également prévoir, dans la salle de commande du réacteur, un boîtier de commande manuelle 38.

Comme il est visible sur la figure 4, l'ensemble pneumatique 34 peut être constitué par une réserve d'air 40 qui peut être par exemple un réservoir, une bouteille ou un circuit d'air comprimé de la centrale nucléaire, par un régulateur de débit 39, des électrovannes 41 et 42 en série et un limiteur
10 de débit 43 en parallèle avec une troisième électrovanne 44.

On peut ainsi régler parfaitement le débit d'air comprimé envoyé à l'actionneur pneumatique pour obtenir des mesures et une détermination précise du diagramme effort/déplacement de la vanne.

15 La centrale pneumatique peut être commandée par l'opérateur, à partir du boîtier de commande manuelle 38.

Pour mesurer de manière précise le déplacement de la partie mobile de la vanne, on peut utiliser soit un capteur de déplacement laser soit un capteur de déplacement potentiométrique.

20 Le capteur de déplacement laser comporte un bras de fixation permettant de le placer au voisinage d'une partie apparente de la tige de vanne 6 et de régler le faisceau laser. Le faisceau laser permet de repérer une zone ponctuelle de la tige de vanne présentant certaines caractéristiques optiques du fait de sa rugosité. Le déplacement de cette zone repérée est comparé à la dimension d'une fenêtre optique de dimensions connues.

25 Comme il est visible sur les figures 7 et 8, le capteur potentiométrique comporte un bras 45 ayant un alésage intérieur dans lequel est montée une tige 46 comportant une extrémité filetée 46a et une seconde extrémité opposée à l'extrémité 46a constituant une crosse 46b dont le rayon de courbure interne permet à la crosse 46b d'épouser la forme de la tige 6 de
30 la vanne. Le bras 45 comporte une extrémité en forme de V dont l'ouverture permet de recevoir une partie de la tige de vanne 6 sur laquelle est engagée la crosse 46b.

Sur l'extrémité fileté 46a de la tige de serrage 46 sont vissés des écrous de serrage et de blocage 47 permettant d'exercer une traction sur la tige 46 pour assurer le serrage de la partie de tige de vanne 6 entre le Vé de positionnement du bras 45 et la crosse 46b. L'écrou de blocage permet
5 d'assurer le maintien de la tige de serrage 46, de telle sorte que le bras 45 soit solidaire de la tige de vanne 6 et disposé dans une direction sensiblement perpendiculaire à l'axe 10 de la tige 6.

Le capteur de déplacement est constitué par une bobine 48 dans laquelle peut se déplacer, à la manière d'un noyau plongeur, une tige 50
10 dont l'extrémité est rappelée en contact avec le bras 45. De cette manière, la tige mobile 50 suit les déplacements de la tige de vanne 6, ces déplacements étant mesurés de manière très précise par la bobine 48 du capteur de mesure de déplacement. La bobine 48 est reliée, en 49, de manière rigide à un point fixe par rapport au corps de vanne.

15 De préférence, le bras 45 du capteur peut être fixé à la tige de vanne 6 dans une zone de cette tige au-dessus de l'accouplement robinet 2a-actionneur 2b (voir figure 1).

Une jauge de contrainte 51 est intégrée dans la crosse de serrage 46b de la tige 46, de manière à mesurer les variations de contraintes dues
20 aux variations de diamètre de la tige 6 sous l'effet des efforts subis pendant la manoeuvre de la vanne. On peut obtenir ainsi une mesure précise de l'effort exercé sur la tige de vanne 6.

Le basculement des organes mobiles des butées de fin de course 22a et 22b de la vanne peut être détecté et enregistré de manière précise
25 pendant le contrôle de la vanne en utilisant des capteurs acoustiques fixés sur les boîtiers de fin de course 22a et 22b. L'émission des ondes acoustiques accompagnant le basculement des contacteurs de fin de course est repérée sur l'échelle de temps, pendant le cycle de déplacement de la partie mobile de la vanne.

30 Il est également possible d'utiliser, pour détecter et enregistrer les fins de course, des capteurs constitués par des pinces ampèremétriques

captant le passage du courant lors du basculement du contacteur de fin de course.

Le signal de commande de l'électrovanne ou des électrovannes d'admission d'air dans l'actionneur pneumatique est détecté, comme indiqué plus haut, par des capteurs à effet Hall.

Le micro-ordinateur 32 peut être constitué par tout micro-ordinateur portable associé à une imprimante et comportant une carte d'acquisition. Le boîtier de raccordement 30 permet de faciliter la connexion du micro-ordinateur dont les connexions ne sont pas susceptibles de supporter des efforts. Le boîtier de raccordement est équipé d'un dispositif d'arrêt d'urgence.

Le micro-ordinateur 32 permet en particulier d'éditer des rapports d'essais qui peuvent être sélectionnés en fonction de certains critères relatifs aux essais ou aux vannes concernées par les essais. On peut éditer des tableaux de synthèse et mettre en mémoire les données de contrôle concernant une vanne pour éditer des historiques relatifs à cette vanne.

De manière générale, le procédé et le dispositif suivant l'invention permettent de réaliser des contrôles précis et fiables des vannes tout ou rien à commande pneumatique d'une installation telle qu'une centrale nucléaire, sans nécessiter de démontage ou d'intervention au niveau de la vanne. Le contrôle peut être effectué pendant le fonctionnement de l'installation, sans condition particulière pour l'utilisation de l'installation pendant le contrôle ou avec certaines conditions d'utilisation.

Le procédé et le dispositif suivant l'invention permettent d'effectuer aussi bien un contrôle rapide de niveau 1 qu'un contrôle plus précis de niveau 2 avec une mesure précise de la caractéristique effort/déplacement de la vanne.

Le procédé et le dispositif de l'invention permettent de réaliser un diagnostic fonctionnel d'ensemble sur les vannes d'arrêt tout ou rien à commande pneumatique et sur leur dispositif de commande.

Le dispositif suivant l'invention peut également permettre de réaliser des essais selon la technique de l'art antérieur, en utilisant une installation hydraulique annexe.

5 L'invention s'applique non seulement aux vannes d'arrêt ou de sectionnement des circuits des centrales nucléaires mais également à toute vanne d'arrêt à commande pneumatique d'une installation industrielle quelconque.

REVENDEICATIONS

1.- Procédé de contrôle d'une vanne (1) à commande pneumatique tout ou rien pour commander la circulation d'un fluide dans une installation, comportant un corps de vanne (2) dans lequel sont placés un siège (3) et
5 une butée arrière (13), un obturateur (7) solidaire d'une tige (6) montée mobile dans le corps de vanne (2), entre une position de fermeture dans laquelle l'obturateur (7) est en appui sur le siège de vanne (3) et une position d'ouverture dans laquelle la tige de vanne (6) est en appui sur la butée
10 arrière (13), au moins un moyen de rappel élastique (12) de la tige (6) et de l'obturateur (7), vers l'une des positions d'ouverture et de fermeture, un actionneur pneumatique (4) ayant une partie mobile (17) de déplacement de la tige de vanne (6) et une source de gaz sous pression (34) d'alimentation de l'actionneur pneumatique (4), par l'intermédiaire d'au moins une électrovanne (23), pour déplacer la tige de vanne (6) et l'obturateur (7) à l'encontre
15 du moyen élastique (12), caractérisé par le fait :

- qu'on déplace la tige (6) et l'obturateur (7) de la vanne (1) entre les positions d'ouverture et de fermeture, à l'aide de l'actionneur pneumatique (4) alimenté en gaz sous pression,

- qu'on mesure, pendant au moins un cycle de déplacement de la tige
20 de vanne (6), la pression d'alimentation de l'actionneur pneumatique (4) et le déplacement de la tige de vanne (6),

- qu'on repère et qu'on enregistre un signal représentatif de la contrainte subie par la tige (6) pendant le cycle de déplacement, pour déterminer le contact de l'obturateur (7) sur le siège (3) de la vanne (1), et

25 - qu'on émet un diagnostic de fonctionnement de la vanne (1), à partir des valeurs mesurées.

2.- Procédé suivant la revendication 1, caractérisé par le fait qu'on commande l'alimentation en gaz sous pression de l'actionneur (4) de la vanne (1) par une commande d'actionnement normal de la vanne (1) de
30 l'installation.

3.- Procédé suivant la revendication 2, caractérisé par le fait qu'on repère et qu'on enregistre, pendant le cycle de déplacement de la tige de

vanne (6), le déclenchement de contacteurs de fin de course (22a, 22b) de la vanne (1).

4.- Procédé suivant l'une quelconque des revendications 2 et 3, caractérisé par le fait qu'on capte et qu'on enregistre, pendant le cycle de déplacement de la tige (6) de la vanne, un signal de commande de l'électrovanne (23) commandant l'alimentation de l'actionneur pneumatique (4).

5.- Procédé suivant la revendication 1, caractérisé par le fait qu'on alimente l'actionneur pneumatique (4) de la vanne (1) en gaz sous pression, à partir d'un ensemble pneumatique (34) comportant une réserve de gaz sous pression et des moyens de pilotage précis du débit de gaz sous pression d'alimentation de l'actionneur pneumatique (4).

6.- Procédé selon la revendication 5, caractérisé par le fait qu'on calcule, à partir de la pression mesurée du gaz d'alimentation de l'actionneur pneumatique (4) et d'une surface d'actionnement de l'actionneur (4), l'effort exercé sur la tige de vanne (6) et qu'on trace un diagramme effort/déplacement de la tige de vanne constituant une caractéristique du fonctionnement mécanique de la vanne.

7.- Procédé suivant la revendication 6, caractérisé par le fait qu'on détermine, à partir du diagramme effort/déplacement de la vanne, la course de la tige (6) de la vanne entre la position de fermeture et la position d'ouverture de la vanne et l'effort exercé sur la tige de vanne (6) dans la position de fermeture et dans la position d'ouverture de la vanne, la tige de vanne étant en appui sur le siège de vanne (3) et sur la butée arrière (13), respectivement.

8. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 6 et 7, caractérisé par le fait qu'on détermine, à partir du diagramme effort/déplacement de la vanne, la constante élastique du moyen de rappel élastique de la tige de vanne (6).

9.- Procédé suivant l'une quelconque des revendications 6 à 8, caractérisé par le fait qu'on détermine à partir du diagramme effort/déplacement de la vanne, l'effort exercé sur la tige de vanne par un presse-étoupe (8) disposé dans une partie (2a) du corps de vanne (2).

10.- Dispositif de contrôle d'une vanne (1) à commande pneumatique tout ou rien, pour commander la circulation d'un fluide dans une installation, comportant un corps de vanne (2) dans lequel sont placés un siège (3) et une butée arrière (13), un obturateur (7) solidaire d'une tige (6) montée mobile dans le corps de vanne (2), entre une position de fermeture dans laquelle l'obturateur (7) est en appui sur le siège de vanne (3) et une position d'ouverture dans laquelle la tige de vanne (6) est en appui sur la butée arrière (13), au moins un moyen de rappel élastique (12) de la tige (6) et de l'obturateur (7), vers l'une des positions d'ouverture et de fermeture, un actionneur pneumatique (4) ayant une partie mobile (17) de déplacement de la tige de vanne (6) et une source de gaz sous pression (34) d'alimentation de l'actionneur pneumatique (4), par l'intermédiaire d'au moins une électrovanne (23), pour déplacer la tige de vanne (6) et l'obturateur (7) à l'encontre du moyen élastique (12), caractérisé par le fait qu'il comporte :

15 - un capteur (26, 35) de mesure de la pression d'alimentation en gaz sous pression de l'actionneur pneumatique (4) de la vanne (1) et un capteur (28) de mesure du déplacement de la tige de vanne (6) ainsi que des moyens (24, 29, 30, 32) de récupération et de traitement de signaux du capteur de pression (26) et du capteur de déplacement (28).

20 11.- Dispositif suivant la revendication 10, caractérisé par le fait que le capteur de pression (26) est raccordé, par l'intermédiaire d'un T de raccordement (20) à un piquage (19) d'alimentation de l'actionneur pneumatique (4) de la vanne (1).

25 12.- Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 10 et 11, caractérisé par le fait qu'il comporte de plus au moins un capteur (27) d'un signal émis par un contacteur de fin de course (22a, 22b) de la vanne (1) actionné par une partie mobile de la vanne (6) en fin de course de fermeture ou d'ouverture de la vanne (1).

30 13.- Dispositif suivant la revendication 12, caractérisé par le fait que le capteur de fin de course (27) est un capteur acoustique.

14.- Dispositif suivant la revendication 12, caractérisé par le fait que le capteur de fin de course (27) est constitué par une pince ampèremétrique

de détection d'un courant électrique du contacteur de fin de course (22a, 22b).

5 15.- Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 10 à 14, caractérisé par le fait qu'un capteur est associé à l'électrovanne (23) de commande d'alimentation de l'actionneur pneumatique (4), pour la détection d'un signal de commande de l'électrovanne.

16.- Dispositif suivant la revendication 15, caractérisé par le fait que le capteur de détection d'un signal de commande de l'électrovanne est constitué par un capteur à effet Hall.

10 17.- Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 10 à 16, caractérisé par le fait qu'il comporte de plus un ensemble pneumatique (34) d'alimentation en gaz sous pression à un débit réglé de manière précise, de l'actionneur pneumatique (4), l'ensemble pneumatique (34) comportant une source de gaz sous pression et des moyens de pilotage de débit du gaz sous pression.

18.- Dispositif suivant la revendication 17, caractérisé par le fait que le capteur de pression (35) est raccordé, par l'intermédiaire d'un T de raccordement (33) à une conduite reliant l'ensemble pneumatique (34) au piquage d'alimentation (19) de l'actionneur pneumatique (4).

20 19.- Dispositif suivant la revendication 18, caractérisé par le fait que le T de raccordement (33) du capteur de mesure de pression (35) comporte un clapet de fermeture, pour refermer de manière étanche la canalisation mettant en communication l'ensemble pneumatique (34) et le piquage d'alimentation (19) de l'actionneur pneumatique.

25 20.- Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 10 à 19, caractérisé par le fait qu'il comporte un capteur de déplacement de la tige de vanne (6) constitué par un capteur de déplacement laser.

30 21.- Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 10 à 20, caractérisé par le fait qu'il comporte un capteur de déplacement de la tige de vanne (6) constitué par un capteur potentiométrique.

22.- Dispositif suivant la revendication 21, caractérisé par le fait que le capteur de déplacement potentiométrique comporte un bras (45) dans

lequel est montée une tige de serrage (46) de la tige de vanne (6), de manière à solidariser le bras (45) avec la tige de vanne (6) dans une disposition sensiblement perpendiculaire à la tige de vanne (6), une tige (50) en contact par une partie d'extrémité avec le bras (45) solidaire de la tige de vanne (6) et engagée par son autre extrémité dans un bobinage (48) de mesure de la position de la tige mobile (50) constituant un noyau plongeur et de la tige de vanne (6).

23.- Dispositif suivant la revendication 22, caractérisé par le fait qu'une jauge de contraintes (51) est intégrée dans une crosse de serrage (46b) de la tige (46) du bras (45) et la tige de vanne (6), de manière à mesurer les variations de contraintes dues à des variations de diamètre de la tige (6) sous l'effet des efforts subis, pendant la manoeuvre de la vanne.

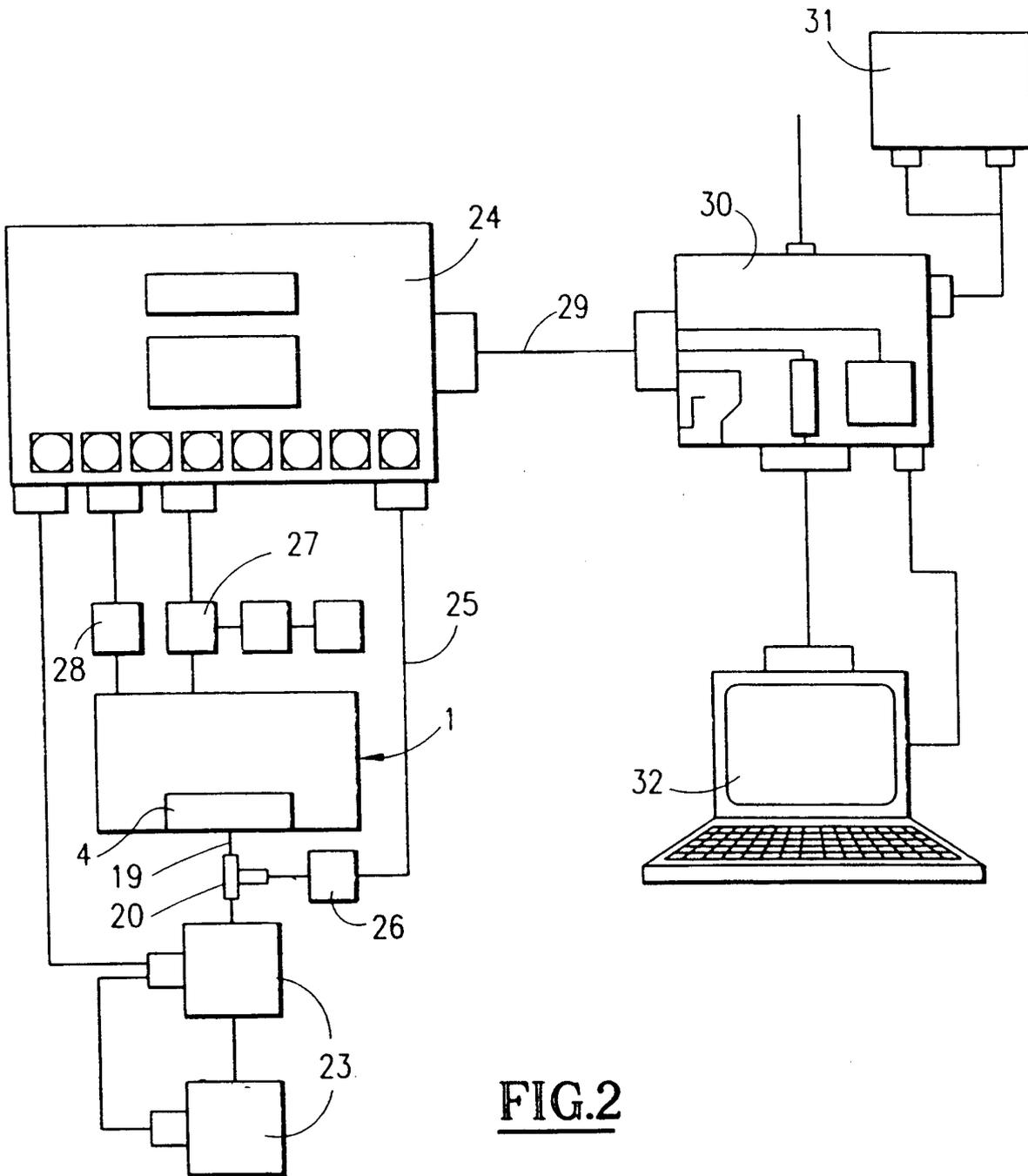
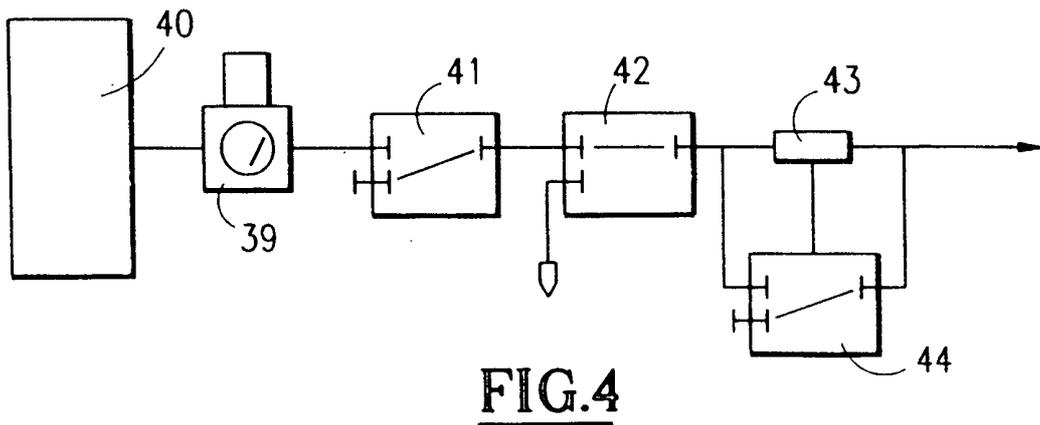
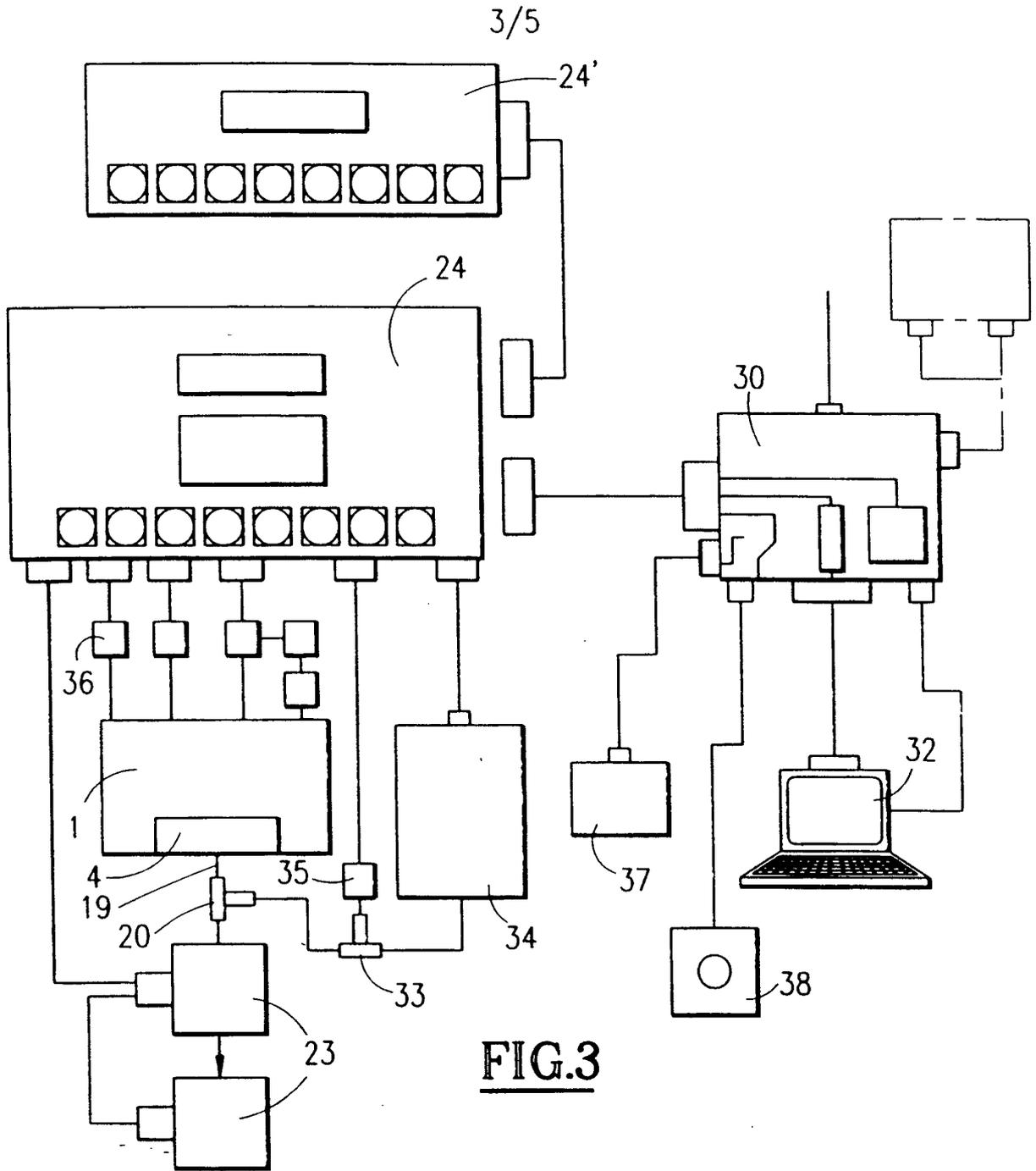


FIG.2



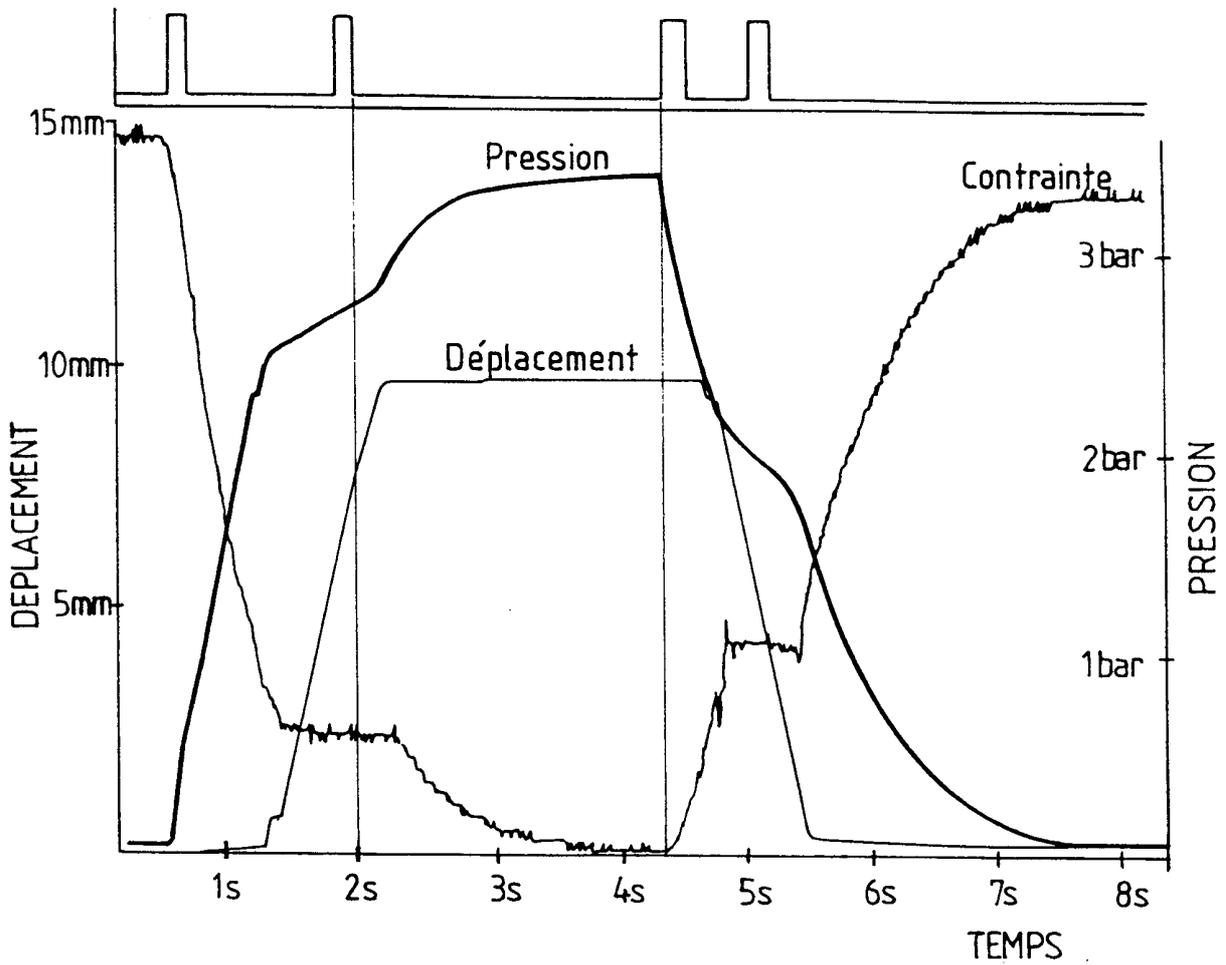


FIG. 5

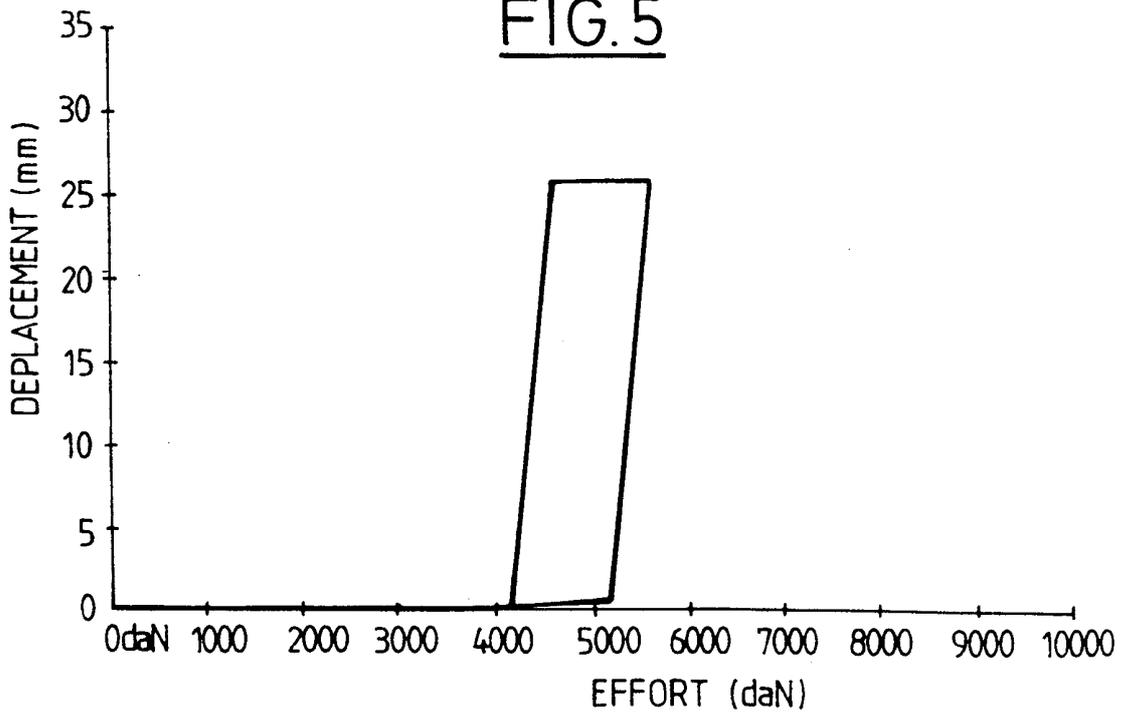
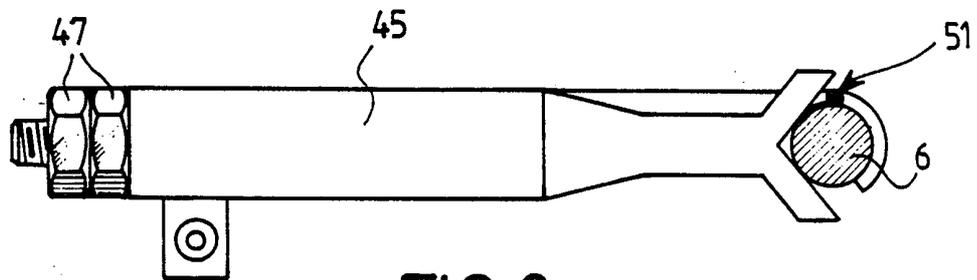
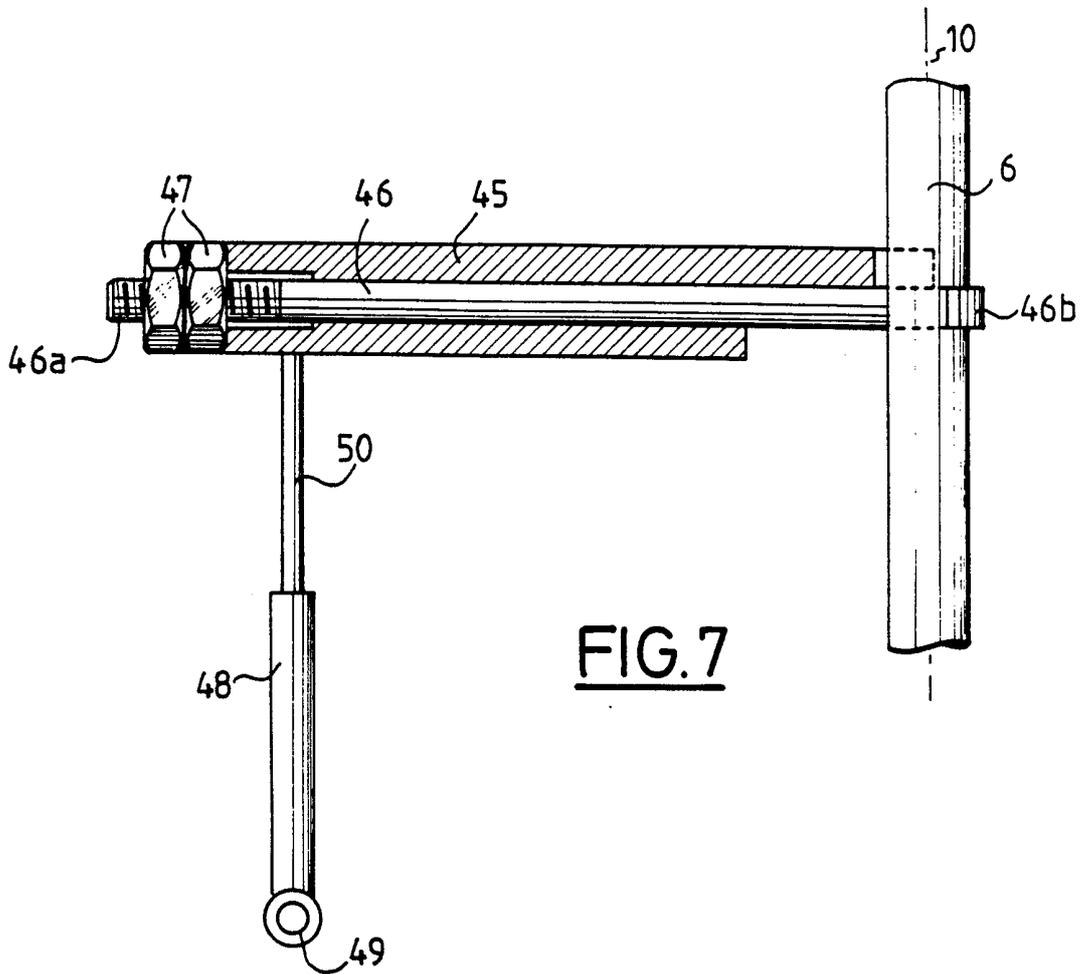


FIG. 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter national Application No PCT/FR 98/02277
--

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 6 F16K37/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 IPC 6 F16K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	WO 92 12373 A (COMBUSTION ENG) 23 July 1992 see figure 1 ---	1, 10 2-9, 11-23
Y A	DE 196 19 285 A (CATERPILLAR INC) 14 November 1996 see column 5, line 43 - line 50; figure 2A ---	1, 10 2
A	US 5 329 956 A (MARRIOTT WILLIAM D ET AL) 19 July 1994 see abstract; figures 1,2 ---	1-23
A	US 5 549 137 A (LENZ GARY A ET AL) 27 August 1996 see abstract; figure 2 ---	1-23
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family
---	---

Date of the actual completion of the international search 21 January 1999	Date of mailing of the international search report 03/02/1999
---	---

Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Schlabbach, M
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. Application No PCT/FR 98/02277
--

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 573 032 A (LENZ GARY A ET AL) 12 November 1996 see abstract; figure 2 ----	1-23
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 237 (M-250), 21 October 1983 & JP 58 124877 A (KANSAI DENRIYOKU KK;OTHERS: 01), 25 July 1983 see abstract -----	1,10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 98/02277

Patent document cited in search report	A	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9212373	A	23-07-1992	CA 2099113 A CN 1062971 A DE 69112426 D EP 0564486 A ES 2078027 T FI 932938 A JP 6500175 T MX 9102385 A,B US 5231469 A	28-06-1992 22-07-1992 28-09-1995 13-10-1993 01-12-1995 24-06-1993 06-01-1994 01-06-1992 27-07-1993
DE 19619285	A	14-11-1996	US 5586744 A JP 8319845 A	24-12-1996 03-12-1996
US 5329956	A	19-07-1994	AU 6557894 A WO 9428341 A	20-12-1994 08-12-1994
US 5549137	A	27-08-1996	BR 9407585 A CN 1129480 A EP 0739503 A JP 9502292 T SG 44472 A WO 9506276 A US 5573032 A US 5558115 A	07-01-1997 21-08-1996 30-10-1996 04-03-1997 19-12-1997 02-03-1995 12-11-1996 24-09-1996
US 5573032	A	12-11-1996	US 5549137 A BR 9407585 A CN 1129480 A EP 0739503 A JP 9502292 T SG 44472 A WO 9506276 A US 5558115 A	27-08-1996 07-01-1997 21-08-1996 30-10-1996 04-03-1997 19-12-1997 02-03-1995 24-09-1996

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem: Internationale No
PCT/FR 98/02277

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE CIB 6 F16K37/00		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) CIB 6 F16K		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	WO 92 12373 A (COMBUSTION ENG) 23 juillet 1992 voir figure 1	1, 10
A	---	2-9, 11-23
Y	DE 196 19 285 A (CATERPILLAR INC) 14 novembre 1996 voir colonne 5, ligne 43 - ligne 50; figure 2A	1, 10
A	---	2
A	US 5 329 956 A (MARRIOTT WILLIAM D ET AL) 19 juillet 1994 voir abrégé; figures 1,2	1-23

	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
° Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée		"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 21 janvier 1999		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 03/02/1999
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Schlabbach, M

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem: Internationale No
PCT/FR 98/02277

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'Indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 549 137 A (LENZ GARY A ET AL) 27 août 1996 voir abrégé; figure 2 -----	1-23
A	US 5 573 032 A (LENZ GARY A ET AL) 12 novembre 1996 voir abrégé; figure 2 -----	1-23
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 237 (M-250), 21 octobre 1983 & JP 58 124877 A (KANSAI DENRIYOKU KK;OTHERS: 01), 25 juillet 1983 voir abrégé -----	1,10

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Dem. : Internationale No

PCT/FR 98/02277

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9212373 A	23-07-1992	CA 2099113 A	28-06-1992
		CN 1062971 A	22-07-1992
		DE 69112426 D	28-09-1995
		EP 0564486 A	13-10-1993
		ES 2078027 T	01-12-1995
		FI 932938 A	24-06-1993
		JP 6500175 T	06-01-1994
		MX 9102385 A, B	01-06-1992
		US 5231469 A	27-07-1993
		DE 19619285 A	14-11-1996
JP 8319845 A	03-12-1996		
US 5329956 A	19-07-1994	AU 6557894 A	20-12-1994
		WO 9428341 A	08-12-1994
US 5549137 A	27-08-1996	BR 9407585 A	07-01-1997
		CN 1129480 A	21-08-1996
		EP 0739503 A	30-10-1996
		JP 9502292 T	04-03-1997
		SG 44472 A	19-12-1997
		WO 9506276 A	02-03-1995
		US 5573032 A	12-11-1996
		US 5558115 A	24-09-1996
US 5573032 A	12-11-1996	US 5549137 A	27-08-1996
		BR 9407585 A	07-01-1997
		CN 1129480 A	21-08-1996
		EP 0739503 A	30-10-1996
		JP 9502292 T	04-03-1997
		SG 44472 A	19-12-1997
		WO 9506276 A	02-03-1995
		US 5558115 A	24-09-1996