

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 911 845 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

28.04.1999 Bulletin 1999/17(51) Int Cl.⁶: **H01H 33/56**(21) Numéro de dépôt: **98402638.5**(22) Date de dépôt: **23.10.1998**

(84) Etats contractants désignés:

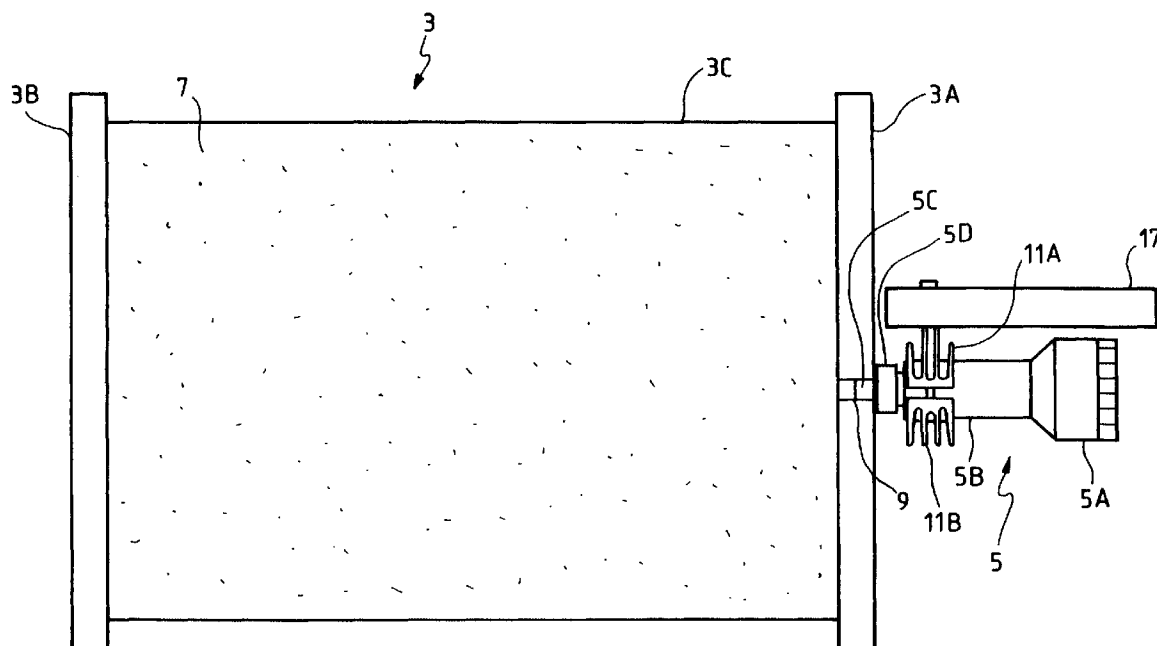
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

Etats d'extension désignés:

AL LT LV MK RO SI(30) Priorité: **23.10.1997 FR 9713300**(71) Demandeur: **GEC ALSTHOM T & D SA
75116 Paris (FR)**(72) Inventeur: **Marmonier, Jean
73100 Aix les Bains (FR)**(74) Mandataire: **Gosse, Michel et al
ALSTOM France SA,
Service de Propriété Industrielle,
c/o CEGELEC
5,
(Division Prospective et Techniques),
5 Avenue Newton
92142 Clamart Cédex (FR)**(54) **Capteur de densité pour surveiller un taux de fuite d'une enveloppe d'appareillage électrique avec une fiabilité améliorée**

(57) Un capteur de densité (5) pour surveiller un taux de fuite d'une enveloppe (3) d'appareillage électrique remplie d'un gaz diélectrique (7) sous pression comprend un pied de fixation (5B) monté par l'extérieur dans l'épaisseur de l'enveloppe et communiquant avec le gaz diélectrique.

Un radiateur (11) est disposé autour du pied de fixation (5A) du capteur de densité, ce qui permet de transformer un artefact de mesure dû à une exposition de l'enveloppe et du capteur au rayonnement solaire de telle sorte que tout risque de franchissement intempestif d'un seuil bas de densité soit éliminé.

FIG_2**EP 0 911 845 A1**

Description

[0001] L'invention concerne un capteur de densité pour surveiller un taux de fuite d'une enveloppe d'appareillage électrique remplie d'un gaz diélectrique sous pression, comprenant un pied de fixation monté par l'extérieur dans l'épaisseur de l'enveloppe et communiquant avec le gaz diélectrique.

[0002] Un exemple d'application d'un tel capteur est constitué par un disjoncteur de générateur ou de réseau monté dans une enveloppe blindée, ou un poste sous enveloppe métallique, l'enveloppe contenant de l'hexafluorure de soufre SF₆ sous une pression de quelques bars. Le capteur de densité est fixé sur l'enveloppe par l'extérieur et permet de surveiller le taux de fuite du gaz diélectrique hors de l'enveloppe par comparaison de relevés de la densité effectués tout au long de la durée d'exploitation du disjoncteur. Des fuites mêmes minimales étant inévitables, la densité tend, après plusieurs années d'exploitation, vers une valeur de seuil en deçà de laquelle le fonctionnement du disjoncteur ou de l'appareillage n'est plus sûr. Il est alors nécessaire de procéder à une injection de gaz diélectrique pour remonter la valeur de la densité à une valeur nominale, par exemple égale à 3,5 bars. Le franchissement du seuil déclenche en général une alarme en vue de provoquer une intervention sur le disjoncteur pour procéder à l'injection du gaz diélectrique.

[0003] Le capteur de densité comprend un détecteur de pression et un détecteur de température disposés à l'intérieur du pied de fixation pour communiquer avec le gaz diélectrique, et une tête de mesure pour calculer la densité du gaz pour tout couple de valeurs de pression P et de température T acquises au même instant.

[0004] Le tracé 21 de la figure 1 rapporte une expérience conduite à l'aide d'un capteur du type de celui qui vient d'être décrit. L'enveloppe blindée est installée sur un site d'exploitation en plein air, ce qui correspond à partie importante des sites d'exploitation de tels appareillages électriques. L'enveloppe s'étend dans une direction longitudinale qui dans l'expérience est orientée selon une direction d'Est en Ouest du site d'exploitation. Le capteur de densité est fixé sur une extrémité de l'enveloppe de telle sorte qu'il n'est exposé au rayonnement solaire que les après-midi. Le tracé 21 de la densité calculée pour chaque relevé de valeurs de pression et de température acquises à un même instant montre deux comportements distincts du capteur. Un premier comportement est caractérisé par une évolution plate 21A de la densité autour de la valeur nominale égale à 3,5 bars et correspond à des relevés de couples de pression et de température effectués de jour et en l'absence d'un rayonnement solaire notable. Un deuxième comportement, qui correspond à des relevés effectués de jour et en présence d'un rayonnement solaire notable, est caractérisé par une variation 21B journalière de la densité au cours de laquelle la densité est d'abord supérieure à la valeur nominale puis inférieure, le point de transition

entre les variations positives et négatives correspondant sensiblement au zénith du soleil.

[0005] La densité réelle du SF₆ dans l'enveloppe reste constante et égale à sa valeur nominale, comme en témoigne l'évolution plate reproduite pour chaque jour de relevés effectués en l'absence de rayonnement solaire notable. La variation journalière de la densité en présence d'un ensoleillement notable représente en réalité un artefact de mesure. Un tel artefact n'empêche pas de surveiller le taux de fuite de l'enveloppe, dans la mesure où il est aisé de ne retenir que les relevés effectués en l'absence de rayonnement solaire notable pour le calcul de la densité. Cependant un problème se présente lorsque l'amplitude de la variation journalière de la valeur calculée de la densité lors de jours d'ensoleillement notable est en dessous du seuil de densité, référencé 20 sur la figure 1. C'est notamment le cas lorsque la densité du gaz contenu dans l'enveloppe s'est rapprochée du seuil après plusieurs années d'exploitation, du fait des fuites minimales inévitables. Le franchissement du seuil enclenche alors une alarme engendrée par une variation négative de la densité calculée par le capteur de densité lors de jours d'ensoleillement notable, qui est considérée comme intempestive dans la mesure où le seuil de densité ne sera pas réellement atteint avant plusieurs semaines, ou plusieurs mois.

[0006] Le but de l'invention est un capteur de densité pour surveiller un taux de fuite d'une enveloppe d'un appareillage électrique qui présente une fiabilité améliorée vis-à-vis du franchissement d'un seuil de densité.

[0007] L'idée à la base de l'invention est chercher à transformer l'artefact de mesure du capteur de densité en des variations de densité à valeurs toujours égales ou supérieures à la valeur nominale, pour prévenir tout risque de franchissement intempestif du seuil de densité.

[0008] A cet effet, l'invention a pour objet un capteur de densité pour surveiller un taux de fuite d'une enveloppe d'appareillage électrique remplie d'un gaz diélectrique sous pression, comprenant un pied de fixation monté par l'extérieur dans l'épaisseur de l'enveloppe et communiquant avec le gaz diélectrique, caractérisé en ce qu'un radiateur est disposé autour du pied de fixation du capteur de densité.

[0009] En assurant un échange thermique entre le pied de fixation du capteur de densité et le milieu ambiant de l'enveloppe, qui est en général l'air atmosphérique, le radiateur modifie l'équilibre thermique du détecteur de température et du gaz diélectrique de telle sorte qu'il transforme les variations négatives puis positives de la densité calculée lors de journées d'ensoleillement notable, en variations uniquement positives. D'où il résulte que tout risque de franchissement intempestif d'un seuil de densité dû à un artefact de mesure engendré par des relevés effectués en présence d'un ensoleillement notable est éliminé.

[0010] Il faut noter que les variations uniquement positives de la densité calculée par le capteur selon l'in-

vention lors de relevés effectués en présence d'un ensoleillement notable restent limitées en amplitude vis à vis d'une fuite qui sera détectée par le capteur de densité avec un retard négligeable. De même, l'amplitude des variations positives n'a pas de conséquence préjudiciable sur le franchissement d'un seuil haut de densité de l'enveloppe.

[0011] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description illustrée par les dessins.

[0012] La figure 1 montre deux tracés de relevés de densité effectués pour l'un à l'aide d'un capteur de densité sans radiateur, et pour l'autre, à l'aide d'un capteur selon l'invention.

[0013] La figure 2 est une vue schématique d'une enveloppe d'un appareillage électrique sur laquelle est fixée un capteur de densité selon l'invention.

[0014] La figure 3 est une vue agrandie d'un capteur de densité selon l'invention.

[0015] L'invention concerne un capteur de densité pour surveiller un taux de fuite d'une enveloppe d'appareillage électrique remplie d'un gaz diélectrique sous pression, qui comprend un pied de fixation monté par l'extérieur dans l'épaisseur de l'enveloppe et communiquant avec le gaz diélectrique. Un capteur de densité 5 et une enveloppe 3 d'appareillage électrique sont représentés sur la figure 2. L'appareillage électrique est par exemple un disjoncteur de réseau ou un disjoncteur de générateur, ou un poste sous enveloppe métallique, et est disposé dans l'enveloppe 3 dans laquelle le gaz diélectrique 7, par exemple le SF₆, est injecté sous une pression d'environ 3,5 bars. L'enveloppe 3 a un corps central 3C de forme cylindrique et est fermée par deux couvercles opposés 3A et 3B vissés au corps central 3C. Le capteur de densité 5, également visible sur la figure 3, est d'un type connu et comprend schématiquement un pied de fixation 5B cylindrique surmonté d'une tête de mesure 5A et terminé à l'autre extrémité par un tube fileté 5C pour être vissé dans un conduit 9 formé dans l'épaisseur de l'enveloppe 3 et pour communiquer avec le gaz diélectrique. Le capteur de densité est monté par l'extérieur sur l'enveloppe et serré au moyen d'un boulon 5D. Un détecteur de pression et un détecteur de température sont logés dans le pied de fixation 5A et débouchent hors du tube fileté 5C par un tube de protection 5E et communiquent avec le gaz diélectrique 7 contenu dans le conduit 9 de l'enveloppe 3. Les deux détecteurs de pression et de température sont reliés à la tête de mesure 5A du capteur de densité vers laquelle ils délivrent un signal représentatif respectivement de la pression détectée P et de la température détectée T. Un circuit électronique intégré dans la tête de mesure 5A permet de déterminer une valeur de densité, pour chaque couple de valeurs de pression et de température détectés simultanément, à l'aide d'une équation d'état du gaz diélectrique. Chaque valeur de la densité est transmise à une unité de surveillance, qui la compare à une valeur de seuil bas et à une valeur de seuil haut, et

qui déclenche une alarme dans le cas où l'une des seuils est franchi par une valeur de densité.

[0016] Selon l'invention, un radiateur est disposé autour du pied de fixation du capteur de densité. Sur les figures 2 et 3, on a représenté un radiateur 11 qui est composé de deux parties 11A et 11B ayant chacune quatre ailettes identiques 11C pour augmenter la surface d'échange thermique entre le radiateur et l'air environnant. Les deux parties 11A et 11B présentent en creux un demi-cylindre 11D pour être montées plaquées autour du pied de fixation 5B cylindrique à l'aide de deux vis d'assemblage 13 et 15 traversant les deux parties 11A et 11B par des trous 13A, 13B, et 15A, 15B. Sur la figure 2, on montre que le radiateur 11 est monté autour du pied de fixation 5B tout en étant au contact de la vis de serrage 5D pour influencer des échanges thermiques se produisant entre le détecteur de température et le gaz diélectrique contenu dans le conduit 9. La figure 1 montre un tracé 23 de valeurs de densité calculées par le capteur de densité selon l'invention, à partir de chaque couple de valeurs de pression et de température détectées simultanément. On montre également le tracé 21 décrit précédemment. D'une part, on constate en 23A que le radiateur ne modifie pas le comportement du capteur de densité pour des relevés de valeurs effectués en l'absence d'un rayonnement solaire notable. Ce premier résultat permet donc au capteur de densité selon l'invention d'être utilisé pour surveiller un taux de fuite de l'enveloppe en ne retenant que les relevés effectués de jour et en l'absence de rayonnement solaire notable. D'autre part, on constate que le deuxième comportement du capteur de densité est modifié pour des relevés effectués en présence d'un ensoleillement notable, dans le sens où les valeurs de densité fournies par le capteur selon l'invention sont toujours égales ou supérieures à la valeur réelle de la densité, avec une variation 23B croissante le matin et une variation décroissante l'après-midi.

[0017] Une explication parmi d'autres est proposée pour expliquer le comportement du capteur de densité selon l'invention. On sait que la mesure de la température simultanément à celle de la pression permet, par une compensation en température, de s'affranchir de diminutions de pression qui ne résultent non pas d'une perte de masse ou d'une fuite du gaz diélectrique hors de l'enveloppe, mais seulement d'une contraction du gaz diélectrique sous l'effet d'une diminution de sa température. Toutefois, la compensation en température de la pression n'est valable qu'à la condition que la diminution de température soit assez grande devant l'écart de température qui existe inévitablement entre la température mesurée par le détecteur de température et la température réelle du gaz diélectrique dans lequel ce détecteur est plongé et au voisinage duquel le détecteur de pression mesure la pression. Si la température mesurée par le détecteur de température est supérieure à la température réelle du gaz diélectrique, le capteur de densité calcule, en compensant la pression mesurée

par la température mesurée, une valeur de densité plus petite que la densité réelle. De même, si la température mesurée est plus faible que la température réelle du gaz diélectrique, le capteur de densité calcule par la compensation en température, une valeur de densité plus forte que la densité réelle. Dans l'expérience rapportée par la figure 1, le détecteur de température échange de la chaleur avec le gaz diélectrique et avec le pied de fixation du capteur, qui lui même est monté dans l'épaisseur de l'enveloppe. De cette façon, un équilibre thermique entre le détecteur et le gaz diélectrique est influencé par le pied de fixation et par l'enveloppe. En l'absence d'ensoleillement, l'enveloppe et le pied de fixation n'ont qu'une influence négligeable sur l'équilibre thermique du gaz diélectrique et du détecteur de température, si bien que la température mesurée est suffisamment proche de la température réelle du gaz diélectrique pour que le capteur de densité calcule une valeur de densité sensiblement fidèle à la valeur réelle. On s'attend logiquement à ce que, dans ces conditions, le radiateur disposé autour du pied de fixation et à proximité de l'enveloppe n'apporte pas d'effet thermique à lui seul. C'est bien ce qui est observé sur les tracés 21A et 23A pour des relevés effectués de jour et en l'absence d'ensoleillement notable. En présence d'un ensoleillement notable, le pied de fixation et l'enveloppe perturbent l'équilibre thermique entre le détecteur de température et le gaz diélectrique d'une manière différente selon la période de journée considérée. Les matins, le capteur de densité est plongé dans l'ombre, si bien que le pied de fixation, et par suite le détecteur de température avec lequel il est en contact, s'échauffent moins vite que le gaz diélectrique qui absorbe la chaleur que lui cède l'enveloppe elle-même exposée au rayonnement solaire. La vitesse d'échauffement du détecteur et du pied de fixation est encore diminuée par la présence du radiateur, qui évacue vers l'air ambiant la chaleur cédée par le gaz diélectrique. D'où il résulte que la température mesurée par le détecteur de température est inférieure à la température réelle du gaz diélectrique, conduisant le capteur de densité à fournir une valeur de densité plus grande que la valeur réelle, l'écart étant accentué par la présence du radiateur, comme en témoigne les variations positives des tracés 21 B et 23B de la figure 1. Les après-midi, le capteur qui était plongé dans l'ombre est progressivement exposé au rayonnement solaire. Sa température, ainsi que celle du détecteur de température avec lequel il est en contact, s'élève bientôt plus rapidement que celle du gaz diélectrique du fait de la différence des inerties thermiques entre le gaz diélectrique, le pied de fixation, et le détecteur. D'où il résulte que le capteur de densité fournit une valeur de densité qui est inférieure à la valeur de la densité réelle, comme observé sur le tracé 21B. En présence du radiateur, l'élévation de température du pied de fixation et du détecteur est ralentie par l'évacuation dans l'air ambiant, de la chaleur fournie par l'enveloppe elle-même exposée au rayonnement solaire. Le réchauffement du pied de

fixation et du détecteur est ralenti par le radiateur pour que la température de ce dernier ne devienne pas supérieure à la température réelle du gaz diélectrique au cours de l'après-midi. La densité fournie dans ces conditions reste égale au supérieure à la densité réelle, comme observé sur le tracé 23B.

[0018] Selon un mode avantageux de réalisation de l'invention, le capteur de densité est pourvu d'un capot de protection au rayonnement solaire. Sur les figures 2 et 3, un capot 17 constitué par exemple d'un matériau métallique réfléchissant est fixé sur la partie 11A du radiateur 11, par l'intermédiaire des vis 13 et 15, pour réfléchir le rayonnement solaire qui frappe le capteur et une partie du rayonnement solaire qui frappe l'enveloppe à proximité du conduit 9 dans lequel il est monté. Les vis 13 et 15 sont de préférence constituées d'un matériau peu conducteur de la chaleur, par exemple le Nylon, pour isoler au plan thermique le capot du radiateur. Dans ce mode de réalisation, il est observé que le capot renforce l'effet du radiateur, dans la mesure où les valeurs de densité calculées à partir de relevés effectués en présence d'un ensoleillement notable sont supérieures à celles que le capteur de densité fournit en l'absence du capot. De ce fait, il est prévu d'optimiser le nombre d'ailettes du radiateur pour obtenir un comportement du capteur de densité en présence du capot, sensiblement équivalent à un comportement en l'absence du capot.

[0019] Il faut enfin que l'orientation de l'enveloppe selon une direction d'Est en Ouest du site d'installation représente une exposition au rayonnement solaire qui est plus défavorable que toute autre orientation, si bien que les résultats de la figure 1 constituent une exemple d'application particulièrement intéressant mais non limitatif du capteur de densité selon l'invention.

Revendications

1. Un capteur de densité (5) pour surveiller un taux de fuite d'une enveloppe (3) d'appareillage électrique remplie d'un gaz diélectrique (7) sous pression, comprenant un pied de fixation (5B) monté par l'extérieur dans l'épaisseur de l'enveloppe et communiquant avec le gaz diélectrique, caractérisé en ce qu'un radiateur (11) est disposé autour du pied de fixation (5A) du capteur de densité.
2. Le capteur de densité selon la revendication 1, dans lequel un capot (17) est disposé au dessus du radiateur.
3. Le capteur de densité selon la revendication 2, dans lequel le capot est fixé au radiateur par des vis (13, 15) constituées d'un matériau peu conducteur de la chaleur.

FIG_1

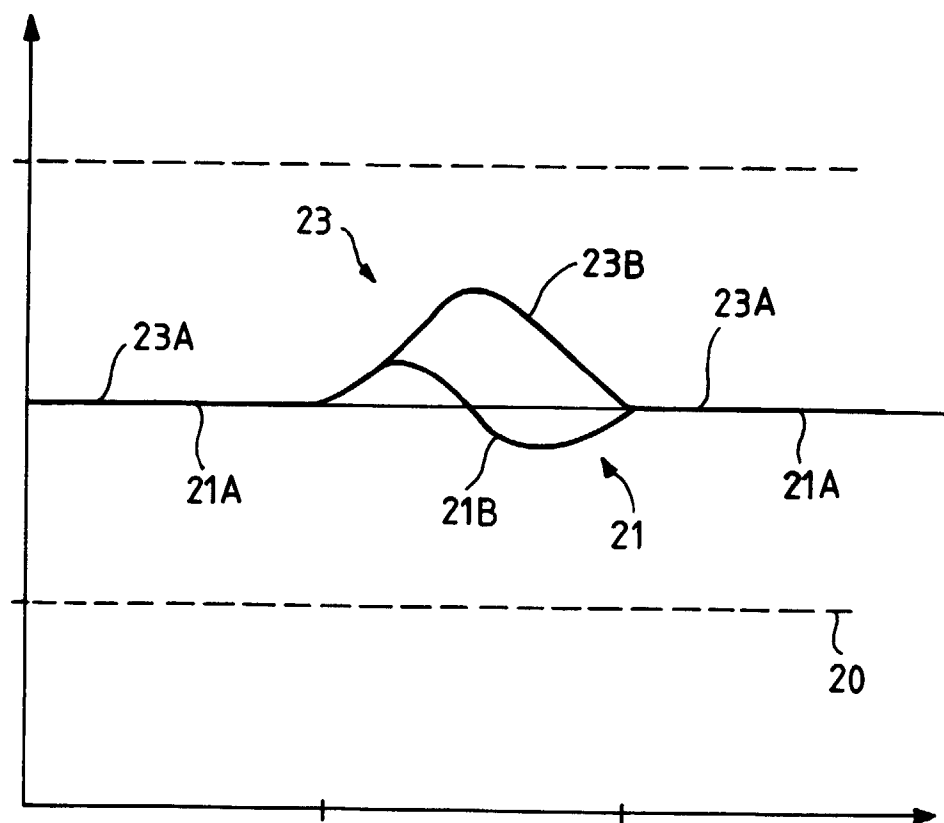
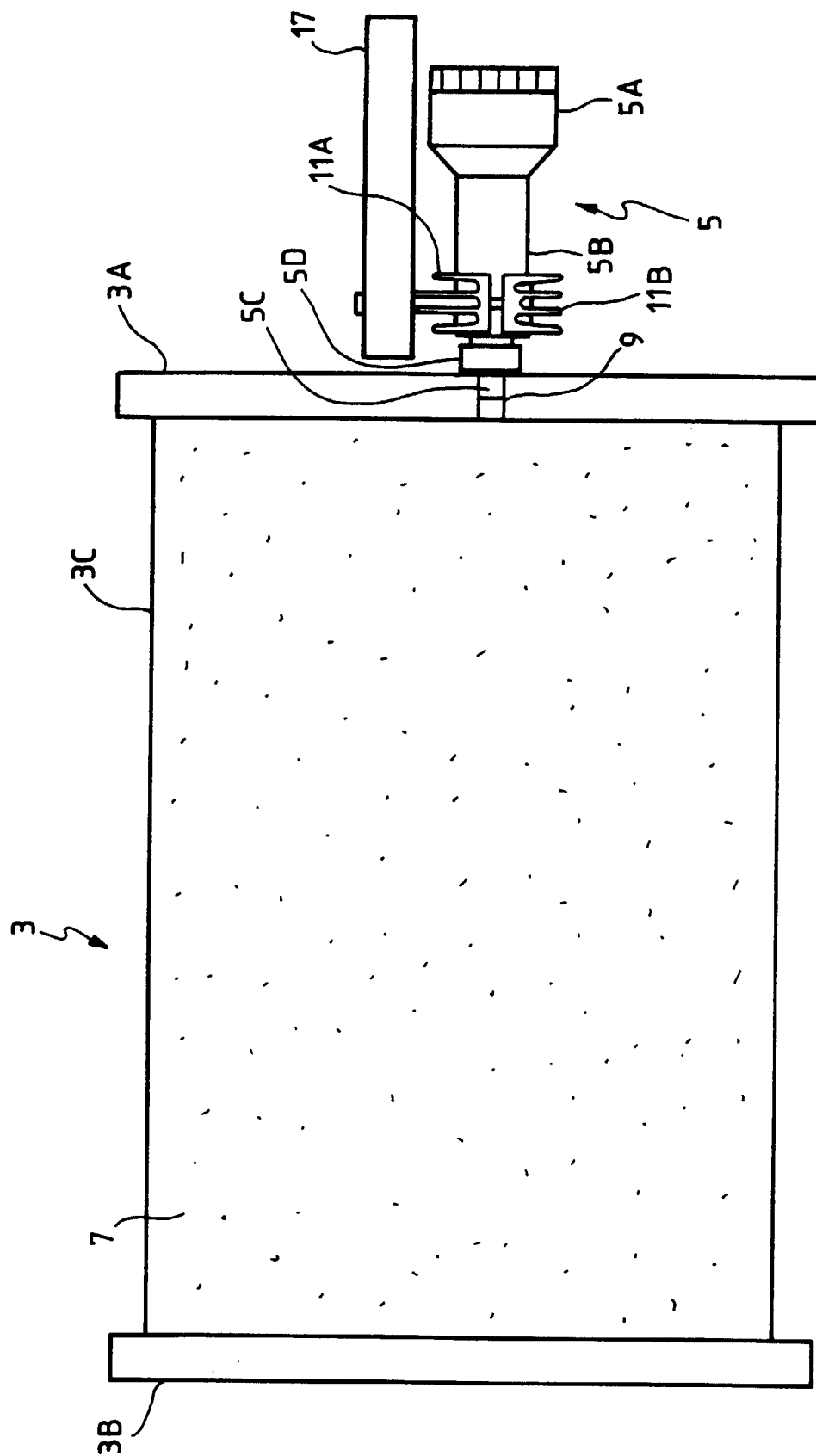
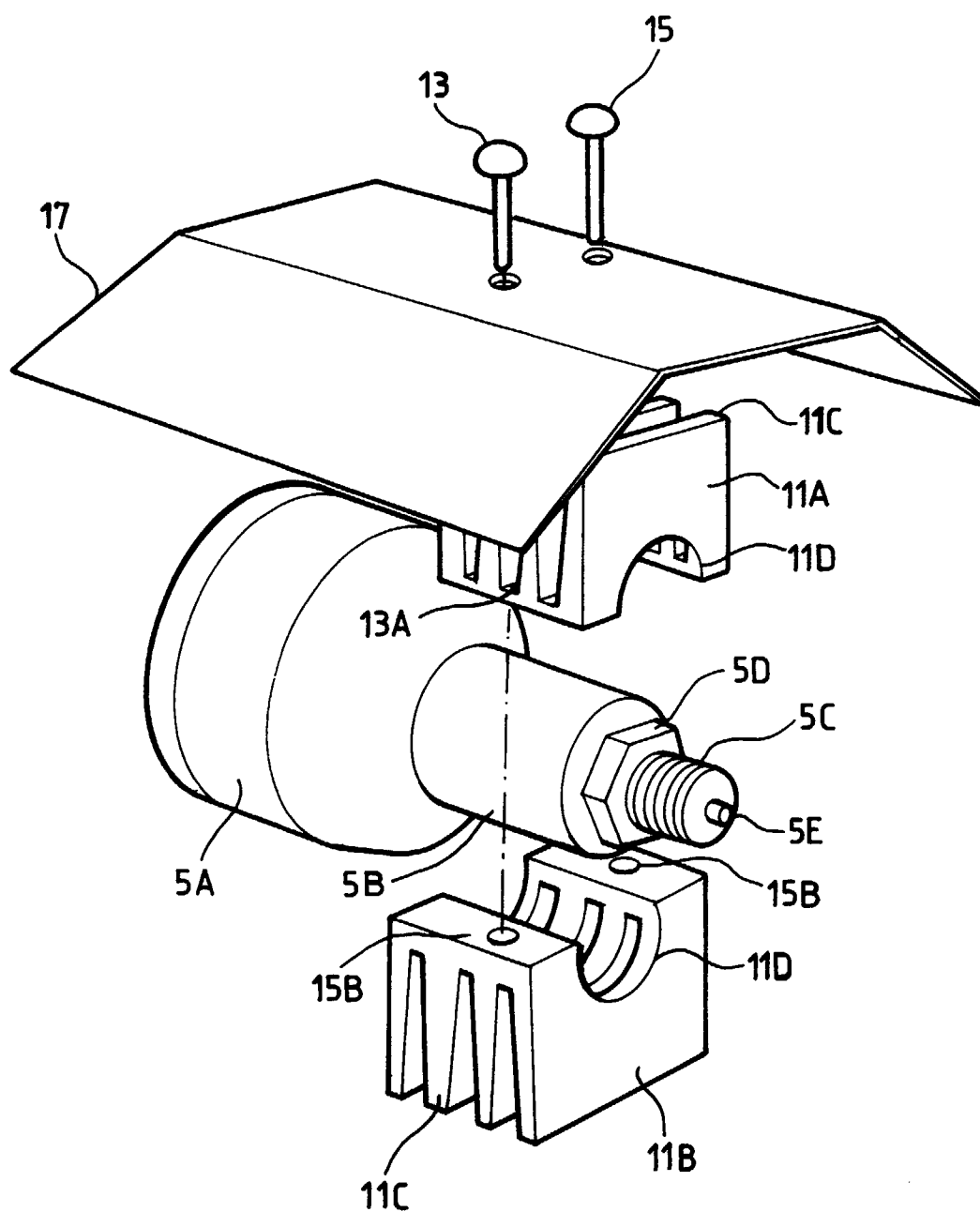


FIG-2



FIG_3





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 98 40 2638

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
A	EP 0 335 470 A (SHELL INT RESEARCH) 4 octobre 1989 * colonne 6, ligne 38 - ligne 43; figure * ---	1	H01H33/56
A	US 4 206 630 A (POWERS HOWARD A) 10 juin 1980 * colonne 5, alinéa 4; figure 5 * ---	1	
A	DE 42 18 926 A (ASEA BROWN BOVERI) 16 décembre 1993 * revendication 12 * ---	1	
A	US 3 077 527 A (S&C ELECTRIC COMPANY) 12 février 1963 -----		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			H01H H02B G01M
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examineur	
LA HAYE	7 janvier 1999	Janssens De Vroom, P	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03 82 (P44002)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 98 40 2638

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

07-01-1999

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0335470 A	04-10-1989	US 4872345 A AU 3175789 A CA 1321826 A CN 1036634 A,B DE 68906815 T JP 1302104 A	10-10-1989 05-10-1989 31-08-1993 25-10-1989 28-10-1993 06-12-1989
US 4206630 A	10-06-1980	AUCUN	
DE 4218926 A	16-12-1993	DE 59308708 D EP 0582045 A US 5421190 A	30-07-1998 09-02-1994 06-06-1995
US 3077527 A	12-02-1963	GB 971956 A	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82