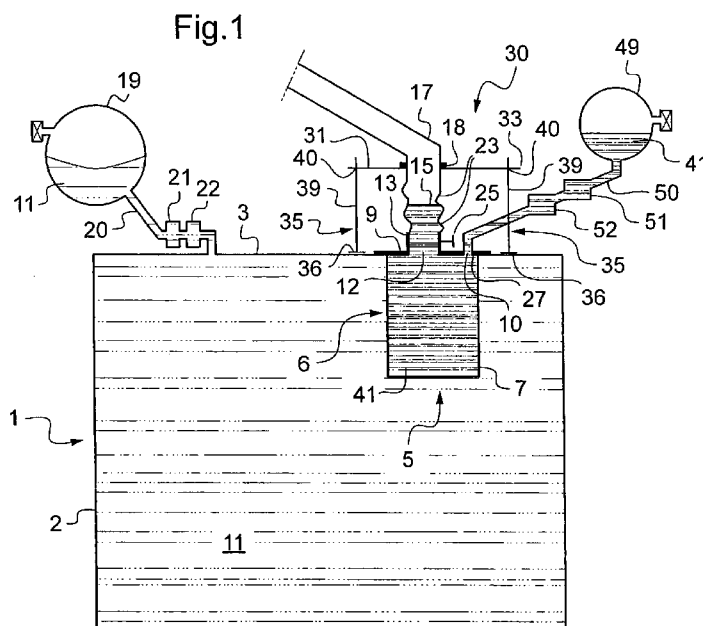




- (51) Classification internationale des brevets :
H01F 27/02 (2006.01) H01F 38/30 (2006.01)
H01F 27/14 (2006.01) H01F 27/04 (2006.01)
H01F 27/40 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/IB2012/000479
- (22) Date de dépôt international :
13 mars 2012 (13.03.2012)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
11/00835 21 mars 2011 (21.03.2011) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **PHILIPPE MAGNIER LLC** [US/US]; 1880 Treble Drive, Humble, TX 77338 (US).
- (72) Inventeur; et
- (75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : **MAGNIER, Philippe** [FR/US]; 1911 Seven Maples Dr., Kingwood, TX 77345 (US).
- (74) Mandataire : **DE KERNIER, Gabriel**; Cabinet Netter, 36 avenue Hoche, 75008 Paris (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasiatique (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Publiée :
— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2.g)

(54) Title : DEVICE FOR PREVENTING THE EXPLOSION OF AN ON-LOAD TAP CHANGER EQUIPPED WITH A RUPTURE ELEMENT

(54) Titre : DISPOSITIF DE PREVENTION D'EXPLOSION D'UN CHANGEUR DE PRISE EN CHARGE MUNI D'UN ELEMENT DE RUPTURE



(57) Abstract : The invention relates to a device for preventing the explosion of an on-load tap changer (5) of an electric transformer (1). The on-load tap changer (5) comprises a vessel (7) and a lid (9). The vessel (7) contains dielectric liquid. The prevention device comprises a rupture element (15) provided with tear zones and with zones that crumple on rupture. The rupture element (15) is able to rupture when the pressure in the vessel (7) exceeds a predetermined upper level. The device comprises at least one support member (30) supporting the rupture element (15). The support member (30) supports a pipe (17) downstream of the rupture element (15). The support member (30) is distant from the lid (9).

(57) Abrégé : L'invention concerne un dispositif de prévention contre l'explosion d'un changeur de prise en charge (5) de transformateur électrique (1). Le changeur de prise en charge (5) comprend une cuve (7) et un couvercle (9). La cuve (7) contient du liquide diélectrique. Le dispositif de prévention comprend un élément de rupture (15) pourvu de zones de déchirement et de zones de pliage à la

[Suite sur la page suivante]

rupture. L'élément de rupture (15) est apte à se rompre lorsque la pression à l'intérieur de la cuve (7) dépasse un plafond prédéterminé. Le dispositif comprend au moins un organe de support (30) de l'élément de rupture (15). L'organe de support (30) supporte une conduite (17) en aval de l'élément de rupture (15). L'organe de support (30) est distant du couvercle (9).

Dispositif de prévention d'explosion d'un changeur de prise en charge muni d'un élément de rupture.

La présente invention concerne le domaine de la prévention contre l'explosion
5 des changeurs de prise en charge de transformateurs électriques.

De par leur structure, les changeurs de prise en charge (« On Load Tap
Changer: OLTC » en anglais) sont soumis à de petits arcs électriques lors de
commutations d'un pas à un autre pas. Les OLTC sont généralement au moins
10 partiellement remplies par un fluide diélectrique tel que de l'huile. Les huiles utilisées
sont susceptibles de prendre feu au-delà d'une température de l'ordre de 140°C. Ces arcs
électriques accélèrent la dégradation de l'huile contenue dans l'OLTC. D'autre part, les
OLTC subissent des pertes qui nécessitent la dissipation de la chaleur produite. Cette
dissipation de chaleur est également en partie assurée par l'huile.

15

Un défaut d'isolement interphase ou phase-masse engendre, dans un premier
temps, un arc électrique important qui provoque une action des systèmes de protection
électriques qui déclenchent la cellule d'alimentation du transformateur (disjoncteur).
L'arc électrique provoque, également, une diffusion conséquente d'énergie qui engendre
20 un dégagement de gaz, notamment d'hydrogène et d'acétylène, par décomposition de
l'huile diélectrique.

Suite au dégagement de gaz, la pression à l'intérieur de la cuve de l'OLTC
augmente très rapidement, d'où une explosion souvent très violente. De la déflagration
25 résulte souvent une importante déchirure des liaisons mécaniques de la cuve (boulons,
soudures) de l'OLTC et des éléments voisins qui met lesdits gaz en contact avec
l'oxygène de l'air ambiant. L'acétylène étant auto-inflammable en présence d'oxygène,
un incendie démarre immédiatement et propage le feu aux autres équipements du site
qui sont susceptibles de contenir également de grandes quantités de produits
30 combustibles.

Les explosions sont dues à des ruptures d'isolement dues aux courts-circuits provoqués par des surcharges, des surtensions, une détérioration progressive de l'isolation, un niveau d'huile insuffisant, l'apparition d'eau ou de moisissure ou une panne d'un composant isolant.

5

Dans l'art antérieur, des systèmes d'extinction d'incendie pour transformateurs électriques étaient actionnés par des détecteurs d'incendie ou de feu. Mais ces systèmes se mettaient en œuvre avec une inertie importante, lorsque l'huile était déjà en flammes. On se contentait de limiter l'incendie pour tenter de ne pas propager le feu aux
10 installations voisines.

Le document WO 9712379 décrit un dispositif de prévention contre l'explosion et l'incendie de transformateurs électriques et notamment des changeurs de prise en charge.

15

Le document WO 0057438 décrit un élément de rupture à ouverture rapide pour un dispositif de prévention contre l'explosion d'un transformateur électrique.

Le document WO 2007/003736 décrit un dispositif amélioré permettant une
20 décompression extrêmement rapide de la cuve pour augmenter encore la probabilité de sauvegarde de l'intégrité du transformateur, des changeurs de prises en charge et des traversées. Ce type d'installation a fait ses preuves en préservant de nombreuses vies humaines.

25 L'invention vient améliorer la situation.

Le dispositif de prévention contre l'explosion d'un changeur de prise en charge de transformateur électrique comprend une cuve et un couvercle. La cuve contient du liquide diélectrique. Le dispositif de prévention comprend un élément de rupture.
30 L'élément de rupture ferme hermétiquement la cuve. L'élément de rupture est pourvu de zone de déchirement et de zone de pliage à la rupture. L'élément de rupture est apte à se rompre lorsque la pression à l'intérieur de la cuve dépasse un plafond prédéterminé.

Le dispositif comprend au moins un organe de support de l'élément de rupture. L'organe de support supporte une conduite en aval de l'élément de rupture. L'organe de support est distant du couvercle.

5 L'organe de support peut supporter une conduite en amont de l'élément de rupture et en communication avec la cuve. De cette manière, la charge supportée par le couvercle du changeur de prise en charge est réduite.

10 Un manchon souple peut être monté entre l'élément de rupture et la conduite avale. On isole mécaniquement au moins partiellement l'élément de rupture et le changeur de prise en charge des canalisations d'évacuation situées en aval.

15 Un manchon souple peut être monté entre l'élément de rupture et une conduite en amont de l'élément de rupture et en communication avec la cuve. On isole mécaniquement et au moins partiellement l'élément de rupture du changeur de prise en charge. Ceci permet d'absorber les vibrations de fonctionnement du transformateur et du changeur de prise en charge par le manchon souple.

20 L'organe de support peut comprendre une plaque. La plaque peut être munie d'une encoche dans laquelle passe la conduite aval. La plaque participe à la répartition des charges résultant du dispositif de prévention. Cette plaque peut être conçue de manière à s'adapter à différentes configurations de transformateurs existants.

25 Ladite plaque peut présenter un contour de forme générale circulaire. La forme générale circulaire permet une adaptation à de nombreuses configurations existantes, et limite les concentrations de contrainte.

30 Le dispositif peut comprendre une bride fixée à la plaque et maintenant la conduite aval dans l'encoche. La bride améliore le positionnement de la conduite aval par rapport à l'organe de support et plus précisément de l'encoche.

La conduite aval peut comprendre un flasque de fixation à l'organe de support. Le flasque sert de tampon mécanique entre la conduite aval et l'organe de support. Le flasque absorbe au moins partiellement les frottements et/ou vibrations de fonctionnement.

5

L'organe de support peut comprendre une pluralité de pieds. La plaque repose de façon réglable sur les pieds. L'agencement mutuel réglable des pieds et de la plaque permet d'adapter la disposition de l'organe de support à différentes configurations de transformateurs existants.

10

Au moins un des pieds peut être associé à un compensateur de dilatation. Les éléments du dispositif de prévention pouvant être constitué de matériaux différents, de coefficients de dilatations différents, des compensateurs de dilatation permettent d'absorber les déplacements relatifs de divers éléments du dispositif.

15

Au moins un pied peut être de longueur réglable. Il est ainsi possible d'adapter l'orientation de la plaque et de manière générale de l'organe de support en fonction de différentes configurations de transformateurs, de changeurs de prise en charge, de dispositifs de prévention.

20

Le compensateur de dilatation peut, en outre, assurer un amortissement vibratoire. L'ensemble du dispositif pouvant, non seulement subir des dilatations thermiques, peut également être sujet à des vibrations de fonctionnement. Il peut être intéressant de prévoir des pièces assurant la fonction de compensation de dilatation ainsi que la fonction d'amortissement vibratoire.

25

Le compensateur de dilatation peut être métallique. Une telle composition permet de réduire le risque d'incendie.

30

Le compensateur de dilatation peut comprendre de la laine d'acier. La capacité à absorber la dilatation est ainsi assurée plutôt par la structure du compensateur de

dilatation que par le matériau en lui-même. Ceci évite d'ajouter de nouveaux matériaux dont le comportement en cas d'incendie serait incertain.

Le dispositif peut en outre comprendre une vanne d'isolation montée en amont
5 de l'élément de rupture. Ceci permet d'isoler l'intérieur du changeur de prise en charge lors d'opération de maintenance au niveau de l'élément de rupture ou d'éléments situés en aval dudit élément de rupture.

Le changeur de prise en charge peut comprendre une tête supportant le
10 couvercle. La tête peut être fixée à la paroi du transformateur par des écrous. Au moins un desdits écrous peut servir également à la fixation de l'organe de support. Au moins un desdits écrous peut également servir à la fixation d'un compensateur de dilatation.

Le changeur de prise en charge peut être distant de la cuve principal du
15 transformateur. En dissociant ces éléments on diminue le risque de réaction en chaîne en cas d'incident sur l'un des éléments.

La présente invention sera mieux comprise à l'étude de la description détaillée de quelques modes de réalisation pris à titre d'exemples nullement limitatifs et illustrés
20 par les dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'un transformateur muni d'un dispositif de prévention et d'un organe de support ;
- 25 - la figure 2 est une vue en perspective d'un organe de support ;
- la figure 3 est une vue en perspective d'un organe de support ;
- la figure 4 est une vue en perspective d'un organe de support ;
- 30 - la figure 5 est une vue en perspective d'un organe de support ;

- la figure 6 est une vue schématique de détail d'un dispositif de prévention muni d'un organe de support ;
- la figure 7 est une vue d'un organe de support et d'un dispositif de prévention, dans
5 lequel le changeur de prise en charge n'est pas représenté entièrement ;
- la figure 8 est une vue schématique d'un pied muni d'un compensateur de dilatation ;
- 10 - la figure 9 est une représentation d'une fixation réglable d'un pied ;
- la figure 10 est une vue en perspective d'un compensateur de dilatation ;
- la figure 11 est une vue en coupe d'un compensateur de dilatation.

15

Les dessins annexés pourront non seulement servir à compléter l'invention mais aussi contribuer à sa définition, le cas échéant.

Par fonctionnement normal on entend, ici la transformation d'énergie par le
20 transformateur. Les termes « en amont » et « en aval » sont à comprendre dans un sens de déplacement de l'huile de la cuve du changeur de prise en charge vers l'extérieur.

Les dispositifs de prévention pour les changeurs de prise en charge existants, impliquent l'installation de divers éléments massifs à proximité du changeur de prise en
25 charge, et plus précisément, à proximité du couvercle dudit changeur de prise en charge. Le couvercle du changeur de prise en charge devant supporter le poids des éléments du dispositif de prévention, doit être dimensionné de manière à résister mécaniquement au poids supplémentaire. Une installation postérieure du dispositif de prévention sur un transformateur électrique existant implique donc de remplacer le couvercle du changeur
30 de prise en charge par un nouveau couvercle mieux adapté. Le changement du couvercle du changeur de prise en charge implique des coûts supplémentaires. Remplacer le couvercle existant par un autre différent peut également engendrer l'obligation d'une

nouvelle validation en regard des normes de sécurité. Lors d'interventions de maintenance sur le changeur de prise en charge impliquant l'ouverture de son couvercle, le démontage du dispositif de prévention monté dessus est long.

5 Au cours de ses recherches, la Demanderesse a constaté que les parois de la cuve du transformateur étaient généralement plus robustes que le couvercle du changeur de prise en charge. La cuve principale du transformateur est généralement de conception largement assez robuste pour supporter la masse supplémentaire du dispositif de protection. La Demanderesse a donc cherché à délocaliser les surfaces d'appui du
10 dispositif de prévention contre les explosions du changeur de prise en charge, sur les parois de la cuve du transformateur. En répartissant la charge résultant du poids du dispositif de prévention, sur les parois de la cuve du transformateur, on épargne le couvercle du changeur de prise en charge, d'un poids supplémentaire. Par conséquent, on peut conserver le couvercle du changeur de prise en charge au moment de
15 l'installation d'un dispositif de prévention sur un changeur de prise en charge existant. Le couvercle du changeur de prise en charge peut être dimensionné pour remplir une fonction d'obturation.

 Le transformateur électrique 1 comprend une cuve principale 2 et au moins une
20 paroi supérieure 3, cf. figure 1. La paroi supérieure 3 peut prendre la forme d'un couvercle couvrant la cuve principal 2. La paroi supérieure 3 peut comprendre de l'acier. La cuve principale 2 du transformateur 1 est fluidiquement liée à un conservateur 19. Le conservateur 19 est situé à une altitude supérieure à celle de la cuve principale 2 du transformateur 1. La cuve principale 2 du transformateur 1 est remplie
25 par du liquide diélectrique 11. Le conservateur 19 est au moins partiellement rempli par du liquide diélectrique 11. Une conduite 20 met en communication fluidique le conservateur 19 et la cuve principale 2. Le niveau du liquide diélectrique 11 dans la cuve principale 2 est maintenue sensiblement constant grâce à la communication fluidique avec le conservateur 19. Le volume du liquide diélectrique 11 est sujet à
30 variations notamment en raison des phénomènes de dilatation thermique (des contenants et des contenus). Le conservateur 19 abrite les variations de niveau de liquide

diélectrique 11 en lieu et place de la cuve principal 2. Le conservateur 19 permet une compensation des variations de volume de liquide diélectrique 11 dues à la dilatation.

Le transformateur 1 est équipé d'un ou plusieurs changeurs de prise en charge
5 5 ou OLTC. Le changeur de prise en charge 5 sert d'interface entre ledit transformateur 1 et le réseau électrique auquel il est relié pour assurer une tension constante malgré les variations du courant échangé avec le réseau. Le changeur de prise en charge 5 est, ici, placé au moins partiellement dans la cuve principal 2 du transformateur 1. Le changeur de prise en charge 5, inséré à partir de la paroi supérieure 3, peut baigner dans le liquide
10 diélectrique 11 contenu dans la cuve principal 2 du transformateur 1, cf. figure 1.

Le changeur de prise en charge 5 comprend une cuve 7 qui lui est propre. La cuve 7 est remplie au moins partiellement par du liquide diélectrique 41. La propriété prépondérante du liquide diélectrique 41 est d'être électriquement isolante. En effet, le
15 changeur de prise en charge 5 est soumis à des arcs électrique de façon régulière mais subit des élévations de température modérées. Néanmoins, le changeur de prise en charge 5 est refroidi par le liquide diélectrique 41 inflammable qui peut être identique au liquide diélectrique 11 contenu dans la cuve principal 2 du transformateur 1. En raison de sa forte résistance mécanique, l'explosion d'un changeur de prise en charge
20 est extrêmement violente et peut s'accompagner de projection de jets de liquide diélectrique 41 enflammé. La cuve 7 du changeur de prise en charge 5 est fluidiquement reliée à un conservateur 49. Le conservateur 49 est au moins partiellement rempli de liquide diélectrique 41. La liaison fluidique entre le conservateur 49 et la cuve 7 du changeur de prise en charge 5 est assurée par une conduite 50. Le conservateur 49 est
25 disposé à une altitude supérieure à celle du changeur de prise en charge 5. Le niveau du liquide diélectrique 41 dans la cuve 7 est maintenue sensiblement constant grâce à la communication fluidique avec le conservateur 49. Le niveau du liquide diélectrique 41 est sujet à variations notamment en raison des phénomènes de dilatation thermique (des contenants et des contenus). Le conservateur 49 abrite les variations de niveau de
30 liquide diélectrique 41 en lieu et place de la cuve 7. Le conservateur 49 permet une compensation des variations de volume de liquide diélectrique 41 dues à la dilatation.

La conduite 50 peut être pourvue d'un clapet automatique 51 qui obture la conduite 50 lorsqu'un mouvement significatif de liquide diélectrique 41 se produit. Ainsi, lors d'une dépressurisation de la cuve 7 du changeur de prise en charge 5, un début d'écoulement de liquide diélectrique 41 se produit et est arrêté par l'obturation du clapet automatique 51. On évite ainsi que le liquide diélectrique 41 contenu dans le conservateur 49 se vidange. Un Buchholz 52 peut en outre être monté sur la conduite 50 à la suite (c'est-à-dire « après » dans le sens de l'écoulement) le clapet automatique 51. En service ou au remplissage de la cuve 7 du changeur de prise en charge 5, le clapet automatique 51 est ouvert. Le clapet automatique 51 est autonome. Le clapet automatique 51 est à fonctionnement mécanique. Le clapet automatique 51 peut être lié à des capteurs. Le clapet automatique 51 peut être verrouillé en position ouverte pour le remplissage de la cuve 7 du changeur de prise en charge 5. Ce type de clapet est vendu par Sergi depuis les années 60.

La conduite 20, liant le conservateur 19 et la cuve principale 2, peut être munie d'un clapet automatique 21 et/ou d'un Buchholz 22 de manière similaire à la description du paragraphe précédent, cf. figure 1.

Les conservateurs 19 et 49, les conduites 20 et 50, les clapets automatiques 21 et 51 et les Buchholz 22 et 52 sont distincts deux à deux pour la cuve principal 2 d'une part et pour la cuve 7 du changeur de prise en charge 5 d'autre part, selon le mode de réalisation représenté en figure 1.

Dans des variantes et leurs combinaisons, les conservateurs 19 et 49, des portions des conduites 20 et 50, les clapets automatiques 21 et 51 et/ou les Buchholz 22 et 52 pourraient être au moins partiellement communs deux à deux pour la cuve principal 2 et pour la cuve 7 du changeur de prise en charge 5.

La cuve 7 du changeur de prise en charge 5 comprend une partie supérieure appelée tête 27, cf. figures 1 et 6. La tête 27 prend la forme d'une couronne. La tête 27 a, ici, une épaisseur comprise entre 15 et 25 millimètres. La tête 27 est obturée par un couvercle 9. Le couvercle 9 peut comprendre de l'aluminium et/ou un alliage

d'aluminium. Le couvercle 9 a, ici, une épaisseur comprise entre 8 et 20 millimètres. La conduite 50 débouche dans la cuve 7 du changeur de prise en charge 5 par l'intermédiaire d'un premier orifice 10 pratiqué dans le couvercle 9 du changeur de prise en charge 5. La tête 27 du changeur de prise en charge 5 peut être fixée à la paroi supérieure 3 de la cuve principale 2 du transformateur 1. La tête 27 du changeur de prise en charge 5 correspond géométriquement à une ouverture 4 ménagée dans la paroi supérieure 3 de la cuve principale 2 du transformateur 1. La tête 27 peut reposer sur la paroi supérieure 3. La tête 27 du changeur de prise en charge 5 est fixée à la paroi supérieure 3 du transformateur 1 de manière étanche. Selon une variante, représentée en figure 7, la tête 27 du changeur de prise en charge 5 peut être fixé à la paroi supérieure 3 du transformateur 1 par des écrous 29.

La tête 27 du changeur de prise en charge 5 dépasse au-dessus de la paroi supérieure 3 du transformateur 1. La cuve 7 du changeur de prise en charge 5 est disposé dans l'ouverture 4 ménagée dans la paroi supérieure 3. Le couvercle 9 est disposé au-dessus de la paroi supérieure 3 du transformateur 1. Une portion supérieure du changeur de prise en charge 5 est située à l'air libre. Les mécanismes principaux du changeur de prise en charge 5 sont situés dans la cuve 7 du changeur de prise en charge 5.

20

Le dispositif de prévention comprend une conduite amont 13, cf. figure 1. Le dispositif de prévention comprend une vanne d'isolation 25. Le dispositif de prévention comprend un premier manchon souple 23. Le dispositif de prévention comprend un élément de rupture 15. Le dispositif de prévention comprend un second manchon souple 23. Le dispositif de prévention comprend une conduite aval 17. Le dispositif de prévention peut comprendre les éléments précités dans cet ordre en partant de la cuve 7, autrement dit, de l'amont vers l'aval.

Une enceinte 6 du changeur de prise en charge 5 délimitée par la cuve 7 et le couvercle 9 est ouverte sur la conduite amont 13 par l'intermédiaire d'un second orifice 12 pratiqué dans le couvercle 9. La conduite amont 13 est disposée au-dessus du couvercle 9 et en continuité étanche avec ledit second orifice 12. La conduite amont 13

est située en aval de la cuve 7 du changeur de prise en charge 5. La conduite amont 13 est, ici, sensiblement verticale. La conduite amont 13 peut être munie de la vanne d'isolation 25. En mode de fonctionnement normal du changeur de prise en charge 5, la vanne d'isolation 25 est ouverte. La vanne d'isolation 25 peut être fermée lors
5 d'opérations de maintenance, notamment lors d'intervention en aval de la conduite amont 13. La vanne d'isolation 25 permet d'isoler les éléments situés en aval de ladite vanne.

En aval, et dans la continuité de la conduite amont 13, est disposé le premier
10 manchon souple 23. Le premier manchon souple 23 est disposé en amont de l'élément de rupture 15. Le premier manchon souple 23 prend la forme générale d'un tronçon en accordéon, par exemple plissé. Le premier manchon souple 23 est de structure et de matériau étanche. Le premier manchon souple 23 est configuré pour assurer la
15 continuité de l'étanchéité avec l'extérieur entre la conduite amont 13 située en amont et l'élément de rupture 15 situé en aval. Le premier manchon souple 23 est de structure et de matériau aptes à subir une déformation élastique importante. Le premier manchon souple 23 est configuré pour absorber au moins partiellement les vibrations entre la
20 conduite amont 13 située en amont et l'élément de rupture 15 situé en aval. Le premier manchon souple 23 comprend des matériaux résistants chimiquement au liquide diélectrique 41 et avoir des propriétés anti-feu, par exemple, du Polytétrafluoroéthylène (PTFE).

En fonctionnement normal, la conduite amont 13 et le premier manchon souple
23, en communication avec l'intérieur de la cuve 7, sont remplis de liquide diélectrique
25 41 jusqu'à l'élément de rupture 15. En fonction des contraintes de fabrication, d'encombrement et de montage, la conduite amont 13 et le premier manchon souple 23 sont configuré pour être les plus courts possibles.

L'élément de rupture 15 est disposé en aval du premier manchon souple 23. En
30 fonctionnement normal, l'élément de rupture 15 obture l'extrémité aval du premier manchon souple 23. L'élément de rupture 15, en état de fonctionnement du transformateur, c'est-à-dire lorsque l'élément de rupture 15 est intact, participe à

l'herméticité entre l'intérieur et l'extérieur du changeur de prise en charge 5. L'élément de rupture 15 est capable de se déchirer en cas de surpression à l'intérieur de la cuve 7 du changeur de prise en charge 5, par exemple due à un court-circuit. On évite ainsi l'explosion de la cuve 7 dudit changeur de prise en charge 5. L'élément de rupture 15 offre une bonne résistance à la pression dans un sens (ici de l'aval vers l'amont), une résistance calibrée à la pression dans l'autre sens (ici de l'amont vers l'aval), une excellente étanchéité et une faible inertie à l'éclatement. L'élément de rupture 15 doit être compris comme de rupture rapide car le délai entre l'apparition d'une surpression dans la cuve 7 et l'éclatement de l'élément de rupture 15 est de l'ordre des millisecondes et directement lié à la vitesse de propagation des ondes dans le liquide diélectrique 41. L'élément de rupture 15 peut être celui décrit dans WO 00/57438.

Le second manchon souple 23 est disposé en aval de l'élément de rupture 15. Le second manchon souple 23 est disposé en amont de la conduite aval 17. Le second manchon souple 23 est semblable au premier. Le second manchon souple 23 est configuré pour assurer la continuité de l'étanchéité avec l'extérieur entre l'élément de rupture 15 situé en amont et la conduite aval 17 située en aval. Le second manchon élastique 23 est configuré pour absorber au moins partiellement les vibrations entre l'élément de rupture 15 situé en amont et la conduite aval 17 située en aval.

20

La conduite aval 17 est disposée dans la continuité et en aval du second manchon souple 23. La conduite aval 17 a pour fonction de guider une éventuelle éjection de liquide diélectrique 41 vers un endroit approprié, par exemple un réservoir de stockage ou une fosse. Ici, la conduite aval 17 comprend un premier tronçon vertical aligné avec les éléments amont, un coude, suivi d'une seconde section en pente reliée à un réservoir de recueil non représenté.

Le dispositif de prévention comprend ici un flasque 18. Le flasque 18 est, ici, disposé au niveau de la conduite aval 17. Le flasque 18 entoure au moins partiellement l'extérieur d'une section de la conduite aval 17. Le flasque 18 sert d'appui à un organe de support 30. Le flasque 18 est lié à l'organe de support 30. L'organe de support 30 est

en contact avec le flasque 18. Le flasque 18 peut comprendre de l'acier galvanisé et/ou de l'acier inoxydable.

L'organe de support 30 est en appui sur la paroi supérieure 3 de la cuve principale 2 du transformateur 1. L'organe de support 30 supporte mécaniquement la conduite aval 17 située en aval de l'élément de rupture 15. L'appui de l'organe de support 30 sur la paroi supérieure 3 de la cuve principale 2 du transformateur 1 est à distance du couvercle 9 du changeur de prise en charge 5. L'organe de support 30 comprend une plaque 31. L'organe de support 30 comprend une pluralité de pieds 35, ici, trois pieds 35. L'organe de support 30 peut comprendre de l'acier.

La plaque 31 de l'organe de support 30 peut prendre la forme d'un disque. La plaque 31 dispose d'un contour 33 généralement circulaire. La plaque 31 comprend une encoche 32, cf. figures 2 à 5. L'encoche 32 forme un évidement de la plaque 31 à partir de son contour 33. L'encoche 32 est adaptée en dimension pour loger au moins partiellement la conduite aval 17. A l'état monté, la plaque 31 supporte mécaniquement la conduite aval 17 par l'intermédiaire de l'encoche 32 et du flasque 18. La plaque 31 peut comprendre de l'acier, par exemple de l'acier inoxydable 304.

Chaque pied 35 comprend une tige 39. La tige 39 comprend une partie supérieure filetée 40, cf. figure 9. Le pied 35 est fixé à la plaque 31 par la partie supérieure filetée 40. Le pied 35 peut être fixé à la plaque 31 par des organes de fixation. Par exemple, un organe de fixation comprend des écrous supérieur 37 et inférieur 38. La partie supérieure filetée 40 est disposé dans un perçage correspondant pratiqué au travers de la plaque 31. La partie supérieure filetée 40 supporte, du bas vers le haut, l'écrou inférieur 38 qui forme un appui pour la plaque 31, la plaque 31 et l'écrou supérieur 37 qui bloque la plaque 31 par rapport au pied 35.

Ici, les trois pieds 35 forment les sommets d'un triangle de support sur la plaque 31. Le nombre et la répartition des pieds 35 par rapport à la plaque 31 sont choisis, cf. figures 2 à 5. Le choix du nombre et de la disposition des pieds 35 par rapport à la plaque 31 dépend de la répartition des masses à supporter et de la surface

d'appui. Les pieds 35 peuvent être disposés de manière équidistante à proximité du contour 33 de la plaque 31. Selon les modes représentés sur les figures, les pieds 35 sont fixés au voisinage du contour 33 de la plaque 31 et de manière que le barycentre dudit triangle de support de la plaque 31 soit décentré vers l'encoche 32. Le nombre et la disposition des pieds 35 sont un compromis entre une répartition des masses optimale et l'espace libre de la paroi supérieure 3 pour d'autres appareils. La plaque 31 peut être munie d'un nombre de perçages supérieur au nombre de pieds 35. Une telle plaque 31 peut ainsi être fabriquée en usine de manière standard et être munie d'un nombre et d'une disposition de pieds 35 au moment du montage sur le transformateur, selon une configuration adaptée au transformateur et notamment à la présence d'autres conduits et organes passant par sa paroi supérieure 3. Les pieds 35 peuvent comprendre de l'acier, par exemple de l'acier inoxydable 316.

A l'état monté, cf. figure 1, la conduite aval 17 est fixée à la plaque 31 de l'organe de support 30 par l'intermédiaire de l'encoche 32 et du flasque 18. Selon un mode de réalisation, cf. figures 3 et 5, une bride de maintien 34 amovible vient fermer l'encoche 32, par exemple après le placement de la conduite aval 17 dans ladite encoche 32. La bride 34 de maintien peut être fixée par des vis et des boulons, à la plaque 31 de l'organe de support 30 correspondant avec des perçages dans ladite plaque 31. A l'état monté, la conduite aval 17 est bloquée mécaniquement en translation verticale par rapport à la plaque 31 et l'éventuelle bride 34. En d'autres termes, le poids de la conduite aval 17, et d'éléments qui lui sont directement fixés, est au moins partiellement transmis à la plaque 31 et/ou la bride 34. A l'état monté, la conduite aval 17 est bloquée mécaniquement en translation horizontale par rapport à la plaque 31 et l'éventuelle bride 34. A l'état monté, la conduite aval 17, le flasque 18, et la plaque 31 de l'organe de support 30 sont solidarisés. Chaque sous-ensemble de fixation, comprenant ici un boulon et au moins un écrou, peut en outre comprendre au moins un système anti-desserrage, par exemple une bague en élastomère. La valeur de serrage est généralement sensible aux vibrations et aux mouvements liés à la dilatation thermique. Le système anti-desserrage améliore cette situation.

La fixation d'au moins un des pieds 35 avec la plaque 31 peut être réglable. Le positionnement vertical de la plaque 31 est effectué par le placement choisi des écrous supérieur 37 et inférieur 38 sur le pas de vis de la partie supérieur fileté 40 du pied 35, la plaque 31 étant située entre les écrous supérieur 37 et inférieur 38, cf. figure 9. Les
5 écrous supérieur 37 et inférieur 38 bloquent verticalement la plaque 31 par rapport au pied 35 réglable. A l'état monté, la plaque 31 est sensiblement horizontale. La plaque 31 est sensiblement parallèle à la paroi supérieure 3 du transformateur 1. Le réglage du support 30, de manière à supporter le poids du dispositif de protection, peut être adapté au montage par le réglage en hauteur du au moins un pied réglable 35.

10

Une partie inférieure de chaque pied 35 s'appuie sur la paroi supérieure 3 de la cuve principale 2 du transformateur 1. Le poids de la plaque 31 et des éléments qui s'appuient sur ladite plaque 31, sont transmis à la paroi supérieure 3 par l'intermédiaire des pieds 35.

15

Les parties inférieures des pieds 35, sont en contact avec la paroi supérieure 3 du transformateur 1, cf. figures 2 et 3. Les parties inférieures des pieds 35 peuvent être fixés à la paroi supérieure 3 par exemple par l'intermédiaire d'un embout percé et d'une vis correspondant pour un vissage avec la paroi supérieure 3. Les parties inférieures des
20 pieds 35 peuvent être fixés à la paroi supérieure 3 par exemple par soudage à la paroi supérieure 3. Pour améliorer la stabilité et la fixation, les parties inférieures des pieds 35 peuvent avoir une section plus importante que celle de la tige 39, par exemple par l'ajout d'une plaque de support sensiblement perpendiculaire à la tige 39.

25 Les parties inférieures des pieds 35 peuvent être munies de compensateur de dilatation 36, cf. figures 4, 5 et 8.

Comme représenté en figure 8, le compensateur de dilatation 36 peut prendre la forme d'un \cap , dont la partie supérieure est solidaire de l'extrémité inférieure de la tige
30 39. Le compensateur de dilatation 36 est multipode. Le compensateur de dilatation 36 comprend, ici, au moins deux surfaces d'appui inférieures distinctes. La partie inférieure du compensateur de dilatation 36 prend la forme de pattes. Les pattes du compensateur

de dilatation 36 sont écartées de l'axe de la tige 39. Les pattes répartissent les appuis sur la paroi supérieure 3 autour de l'axe de la tige 39. En fonctionnement, le compensateur de dilatation 36 peut subir une déformation verticale importante ainsi qu'une déformation horizontale proportionnelle de manière à respecter la conservation de volume. Autrement dit, la flexion des pattes des compensateurs de dilatation 36 permet une variation, en fonctionnement, de la hauteur des compensateurs de dilatation 36.

La composition et la structure de l'organe de support 30 et du dispositif de protection peuvent être différentes. Leurs comportements en dilatation thermique, lors du fonctionnement du transformateur 1, sont différents. Par exemple, un organe de support 30 comprenant de l'acier et d'autres éléments voisins (couvercle 9, tête 27, etc.) comprenant de l'aluminium ou un alliage d'aluminium ont des coefficients en dilatation thermique différents. En conséquence, la Demanderesse a constaté qu'afin de limiter les contraintes mécaniques, il est bénéfique d'admettre un déplacement vertical du ou des pieds 35 et de la plaque 31 avec la paroi aval 17 par rapport à la paroi supérieure 3 du transformateur 1. Ce déplacement est rendu possible par la malléabilité du compensateur de dilatation 36. Le compensateur de dilatation 36 comprend, ici, du métal. Le compensateur de dilatation 36 peut comprendre de la laine d'acier.

Comme représenté en figures 10 et 11, un compensateur de dilatation 36 peut comprendre une partie supérieure 36a et une partie inférieure 36b. La tige 39 est solidarisée avec la partie supérieure 36a. La paroi supérieure 3 est solidarisée avec la partie inférieure 36b. Les parties supérieure 36a et inférieure 36b peuvent se déplacer l'une par rapport à l'autre selon un axe sensiblement vertical. Ledit déplacement peut être ralenti par un système de piston, comprenant, par exemple, une portion cylindrique de la partie supérieure 36a couissant dans un alésage adapté de la partie inférieure 36b.

Selon une variante représentée en figures 4 et 5, les compensateurs de dilatation 36 peuvent également assurer un amortissement vibratoire.

30

Comme le montre la figure 7, des écrous 29 servant à fixer la tête 27 avec la paroi supérieure 3 peuvent également servir à la fixation de l'organe de support 30 sur

la paroi supérieure 3. Lesdits écrous 29 peuvent servir à la fixation du ou des compensateur(s) de dilatation 36. L'organe de support 30 est distant du couvercle 9. Le poids de l'organe de support 30 est supporté par la paroi supérieure 3 plutôt que par la tête 27 ou le couvercle 9.

5

La vanne d'isolation 25 peut être fermée pour des opérations de maintenance, le transformateur électrique 1 étant à l'arrêt. En service du transformateur 1, la vanne d'isolation 25 est ouverte et l'élément de rupture 15 intact, c'est-à-dire fermé. Les manchons souples 23 absorbent des vibrations du transformateur électrique 1 pour éviter de transmettre des vibrations à d'autres éléments, notamment à l'élément de rupture 15.

En cas d'incident dans la cuve 7 du changeur de prise en charge 5, par exemple un court circuit, la pression augmente brutalement. Si le seuil de pression prédéterminé est atteint, l'élément de rupture 15, passif, cède et s'ouvre brutalement selon un déroulement prévu. L'élément de rupture 15 peut s'ouvrir à une pression déterminée par exemple comprise entre 0,6 et 5 bar. La pression de fonctionnement d'un changeur de prise en charge 5 est généralement supérieure à celle de la cuve principale 2 du transformateur 1. Lors de l'éclatement de l'élément de rupture 15, suite à un défaut électrique, la pression dans la cuve 7 du changeur de prise en charge 5 diminue. Un jet de gaz et/ou de liquide traverse l'élément de rupture 15 ouvert et s'évacue par la conduite aval 17. L'ouverture créée laisse évacuer un volume de liquide et/ou de gaz rapidement faisant redescendre rapidement la pression interne de la cuve 7. La détection du déclenchement de l'élément de rupture 15, provoque l'arrêt du transformateur 1, par exemple par le déclenchement du disjoncteur d'une cellule d'alimentation du transformateur 1 non représentée. Les réparations, notamment le remplacement de l'élément de rupture 15, peuvent avoir lieu. La probabilité de préserver l'intégrité de la cuve 7, et donc des éléments voisins, est accrue.

30 Le dispositif de protection et de détection est économique, autonome par rapport aux installations voisines, d'encombrement faible, découplé par rapport au couvercle du changeur de prise en charge et nécessite peu ou pas de maintenance.

Le montage du dispositif de prévention contre l'explosion d'un changeur de prise en charge nécessite peu de modifications des éléments du transformateur. En particulier, les éléments principaux constituant le dispositif reposant à l'extérieur du couvercle du changeur de prise en charge, on est dispensé d'une adaptation dudit couvercle à un poids supplémentaire. Par exemple, il n'est pas nécessaire de changer un couvercle existant en aluminium par un couvercle plus solide et plus massif en acier. Le dispositif de support permet de bénéficier de la paroi supérieure de la cuve principale du transformateur pour supporter une part importante du poids du dispositif de prévention.

10 Le couvercle du changeur de prise en charge, préexistant au dispositif de prévention, peut être préservé de toute adaptation. L'installation du dispositif à distance du couvercle limite les opérations de démontage en cas d'intervention de maintenance nécessitant l'ouverture du couvercle, par exemple pour intervenir à l'intérieur du changeur de prise en charge.

15

L'invention permet d'installer un dispositif de prévention contre l'explosion d'un changeur de prise en charge sur des transformateurs électriques existants sans altérer l'intégrité mécanique du couvercle du changeur de prise en charge. L'invention s'adapte à diverses configurations existantes de transformateur tout en utilisant des

20 pièces communes et standardisées.

Revendications

1. Dispositif de prévention contre l'explosion d'un changeur de prise en charge (5) de transformateur électrique (1), le changeur de prise en charge (5) comprenant une cuve (7) et un couvercle (9), la cuve (7) contenant du liquide diélectrique (41), caractérisé en ce que le dispositif de prévention comprend un élément de rupture (15) pourvu de zones de déchirement et de zones de pliage à la rupture, ledit élément de rupture (15) étant apte à se rompre lorsque la pression à l'intérieur de la cuve (7) dépasse un plafond prédéterminé, au moins un organe de support (30) de l'élément de rupture (15), ledit organe de support (30) supportant une conduite (17) en aval de l'élément de rupture (15), ledit organe de support (30) étant distant du couvercle (9).
2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel ledit organe de support (30) supporte une conduite (13) en amont de l'élément de rupture (15) et en communication avec la cuve (7).
3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, dans lequel un manchon souple (23) est monté entre l'élément de rupture (15) et la conduite aval (17).
4. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel un manchon souple (23) est monté entre l'élément de rupture (15) et une conduite (13) en amont de l'élément de rupture (15) et en communication avec la cuve (7).
5. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ledit organe de support (30) comprend une plaque (31) munie d'une encoche (32) dans laquelle passe la conduite aval (17).
6. Dispositif selon la revendication 5, dans lequel ladite plaque (31) présente un contour (33) de forme générale circulaire.
7. Dispositif selon la revendication 5 ou 6, comprenant une bride (34) fixée à la plaque (31) et maintenant la conduite aval (17) dans l'encoche (32).
8. Dispositif selon la revendication 5 ou 6, dans lequel la conduite aval (17) comprend un flasque (18) de fixation à l'organe de support (30).
9. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ledit organe de support (30) comprend une pluralité de pieds (35) et une plaque (31) reposant, de façon réglable, sur les pieds (35).

10. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'organe de support (30) comprend une pluralité de pieds (35), au moins un des pieds (35) étant muni d'un compensateur de dilatation (36).
11. Dispositif selon la revendication 9 ou 10, dans lequel au moins un pied (35) est de
5 longueur réglable.
12. Dispositif selon l'une des revendications 10 et 11, dans lequel ledit compensateur de dilatation (36) assure, en outre, un amortissement vibratoire.
13. Dispositif selon l'une des revendications 10 à 12, dans lequel ledit compensateur de dilatation (36) comprend du métal.
- 10 14. Dispositif selon l'une des revendications 10 à 13, dans lequel ledit compensateur de dilatation (36) comprend de la laine d'acier.
15. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, comprenant une vanne d'isolation (25) montée en amont de l'élément de rupture (15).
- 15 16. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le changeur de prise en charge (5) comprend une tête (27) supportant le couvercle (9) et fixée à une paroi (3) du transformateur (1) par des écrous (29), au moins un écrou (29) servant également à la fixation de l'organe de support (30) et/ou d'un compensateur de dilatation (36).
- 20 17. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 15 dans lequel le changeur de prise en charge (5) est distant d'une cuve principale (2) du transformateur (1).

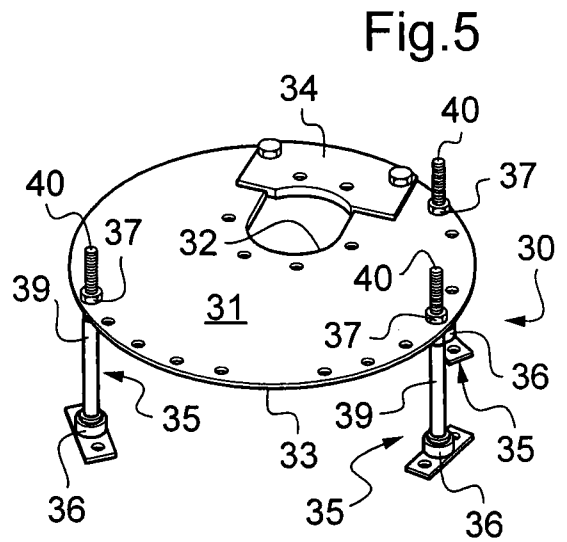
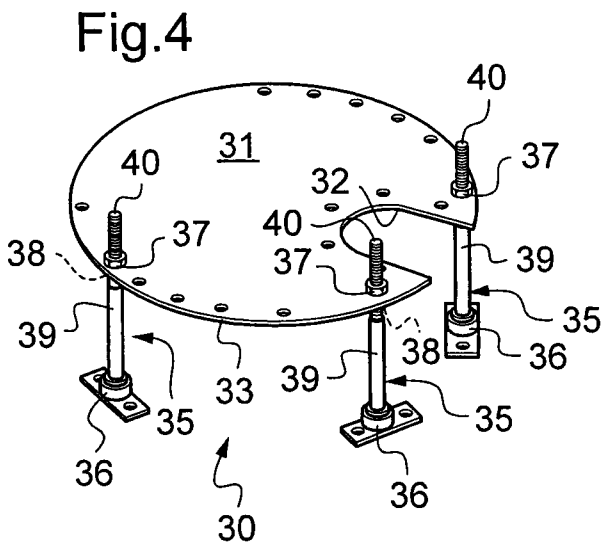
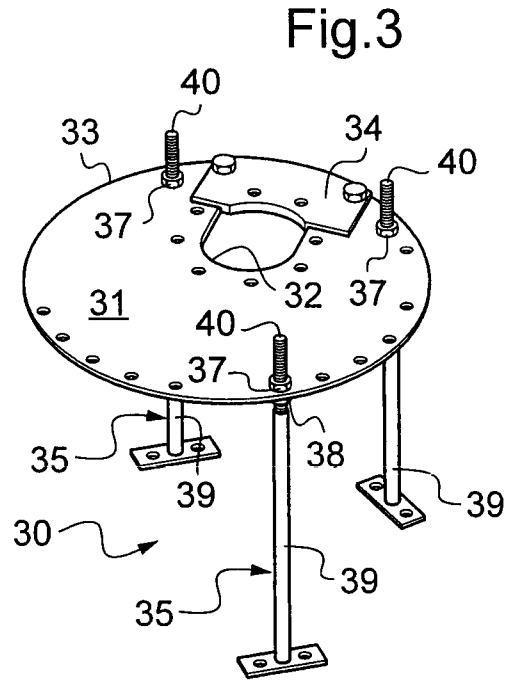
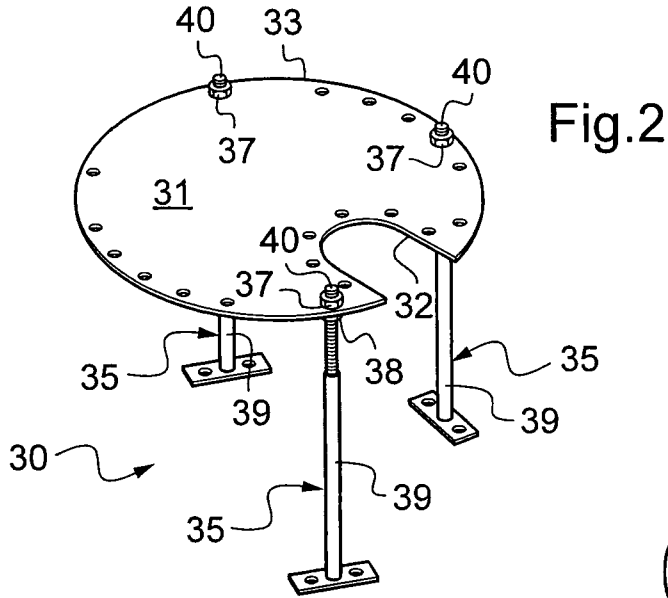


Fig.6

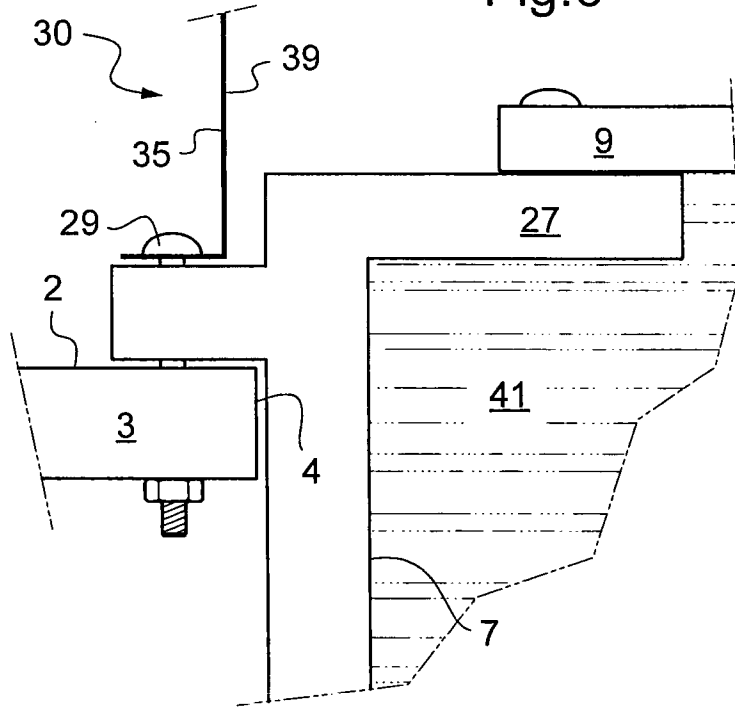
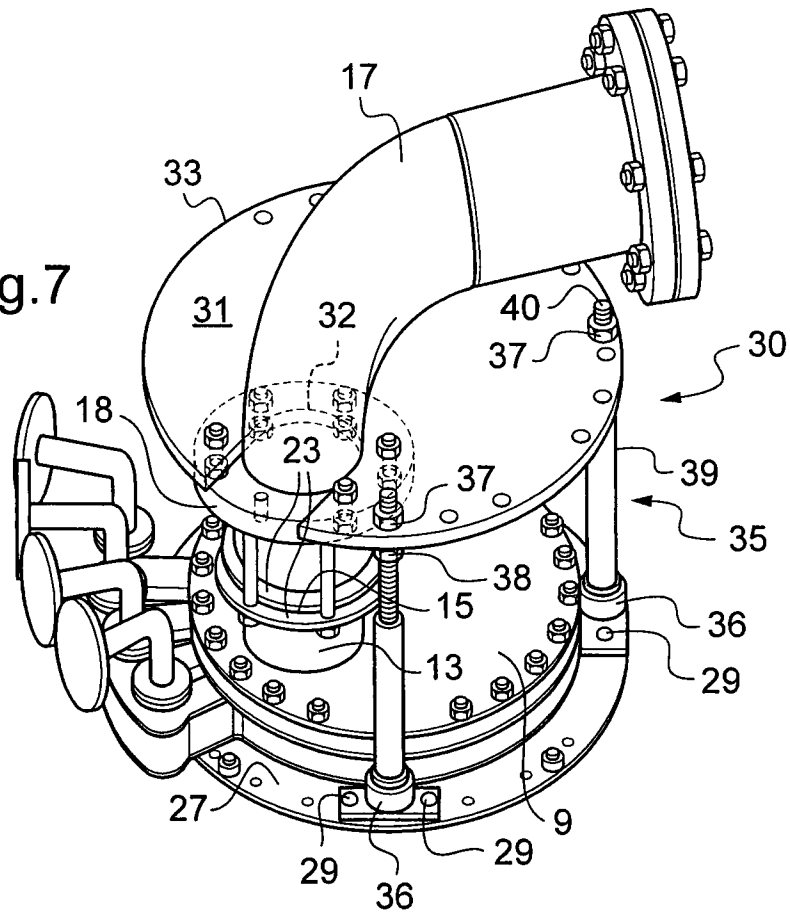


Fig.7



4/4

