

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
4 avril 2013 (04.04.2013)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2013/045397 A1**

- (51) Classification internationale des brevets :  
*H02B 13/055* (2006.01) *H01B 3/56* (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/EP2012/068772
- (22) Date de dépôt international :  
24 septembre 2012 (24.09.2012)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
1158551 26 septembre 2011 (26.09.2011) FR
- (71) Déposant : ALSTOM TECHNOLOGY LTD [CH/CH];  
Brown Boveri Strasse 7, CH-5400 Baden (CH).
- (72) Inventeurs : PICCOZ, Daniel; Ancienne Grande Rue, F-69480 Lucenay (FR). KIEFFEL, Yannick; 4 Lotissement le Coteau, F-38440 Saint Jean De Bournay (FR). GIRODET, Alain; 2 Impasse des Myosotis, F-69680 Chassieu (FR).
- (74) Mandataires : ILGART, Jean-Christophe et al.; Brevalex, 95 rue d'Amsterdam, F-75378 Paris Cedex 8 (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, BN, 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, PA, 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), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

- relative au droit du déposant de revendiquer la priorité de la demande antérieure (règle 4.17.iii))

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : METHOD FOR FILLING GAS-INSULATED ELECTRICAL EQUIPMENT

(54) Titre : PROCEDE DE REMPLISSAGE D'UN APPAREILLAGE ELECTRIQUE A ISOLATION GAZEUSE

(57) Abstract : The invention relates to a method for filling a closed housing, in which electrical components are provided, of electrical equipment for a high-voltage current transmission line, such that, after the completion of the method, the housing is filled with a gaseous mixture comprising at least one fluoroketone and a carrier gas, the method comprising: a step of generating a fluoroketone in gaseous form, at a predefined pressure and temperature; a step of mixing the fluoroketone with the gas carrier at a predefined proportion; and an injection step consisting of filling the housing, characterized in that the mixing step consists of incorporating the fluoroketone into the carrier gas at predefined proportions.

(57) Abrégé : L'invention propose un procédé de remplissage d'une enveloppe fermée d'un appareillage électrique pour une ligne de transport de courant à haute tension, dans laquelle se trouvent des composants électriques, - de manière telle qu'à l'issue du procédé, l'enveloppe est remplie d'un mélange gazeux comportant au moins une fluorocétone et un gaz porteur, - le procédé comportant une étape de production de fluorocétone sous forme gazeuse, à une pression et une température prédéfinies, - une étape de mélange de la fluorocétone avec le gaz porteur selon une proportion prédéfinie, et - une étape d'injection consistant à remplir l'enveloppe, - caractérisé en ce que l'étape de mélange consiste à incorporer la fluorocétone dans le gaz porteur selon des proportions prédéfinies.



WO 2013/045397 A1

## PROCEDE DE REMPLISSAGE D'UN APPAREILLAGE ELECTRIQUE A ISOLATION GAZEUSE

### DESCRIPTION

#### DOMAINE TECHNIQUE

L'invention propose un procédé pour le remplissage d'un appareillage électrique à isolation gazeuse pour lequel le gaz d'isolation contient un mélange d'au moins une fluorocétone et d'un gaz porteur.

#### ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

Dans un appareillage électrique pour une ligne de transport de courant à haute tension, les fonctions d'isolation électrique et d'extinction d'arc électrique sont typiquement assurées par un gaz isolant qui est confiné à l'intérieur de l'appareillage.

Selon un mode de réalisation connu, le gaz isolant utilisé à l'intérieur de ces appareillages contient de l'hexafluorure de soufre. Bien qu'offrant de très bonnes propriétés notamment diélectriques et chimiques, l'hexafluorure de soufre présente une certaine nocivité du point de vue de l'environnement.

Pour remplacer l'hexafluorure de soufre, il a été proposé d'utiliser des fluorocétones tels que décrites par exemple dans le document WO-2010.142346. Les fluorocétones ont une bonne rigidité diélectrique et de meilleures caractéristiques environnementales que l'hexafluorure de soufre.

Le document WO-2010142346 décrit un appareillage dans lequel l'isolation électrique est réalisée à partir de fluorocétone, et qui comporte des moyens de contrôle de la quantité de fluorocétone sous  
5 forme gazeuse présente dans l'appareillage.

Selon ce document, une partie de la fluorocétone contenue dans l'appareillage est présente sous forme gazeuse et une autre partie est présente sous forme liquide. Aussi, l'appareillage comporte une  
10 unité de commande qui permet de réguler la pression, la composition et/ou la température du mélange gazeux.

Un tel appareillage est relativement complexe à réaliser, et donc s'avère particulièrement coûteux. De plus, la partie de la fluorocétone qui est  
15 présente dans l'appareillage sous forme liquide n'est pas utilisée pour réaliser l'isolation électrique, ce qui augmente encore le coût général de l'appareillage.

L'invention a pour but de proposer des méthodes de remplissage de l'enveloppe de  
20 l'appareillage permettant de simplifier l'appareillage.

## **EXPOSÉ DE L'INVENTION**

L'invention propose un procédé de remplissage d'une enveloppe fermée d'un appareillage électrique pour une ligne de transport de courant à  
25 haute tension, dans laquelle se trouvent des composants électriques, avec un mélange gazeux comportant au moins une fluorocétone et un gaz porteur,

le procédé comportant

- une étape de production de fluorocétone  
30 sous forme gazeuse,

- une étape de mélange de la fluorocétone avec le gaz porteur selon des proportions prédéfinies, et

- au moins une étape de remplissage de l'enveloppe avec la fluorocétone et/ou avec le gaz porteur,

caractérisé en ce que ladite au moins une étape de remplissage consiste à remplir l'enveloppe avec une quantité de fluorocétone et une quantité de gaz porteur définies de manière telle que la pression partielle de la fluorocétone dans le gaz de mélange est au maximum égale à la pression de vapeur saturante de la fluorocétone.

Selon un tel procédé, l'appareillage contient de la fluorocétone uniquement sous forme gazeuse, de sorte qu'il n'y a pas d'utilisation de fluorocétone en excédent.

De préférence, le procédé comporte une étape consistant à créer un vide d'air à l'intérieur de l'enveloppe avant l'étape de remplissage de l'enveloppe.

De préférence, l'étape de remplissage d'injection consiste à chasser les gaz préalablement présents à l'intérieur de l'enveloppe lorsque la fluorocétone et/ou le gaz porteur sont introduits dans l'enveloppe.

De préférence, l'étape de remplissage consiste à introduire la fluorocétone dans l'enveloppe puis à introduire le gaz porteur dans l'enveloppe.

De préférence, l'étape de remplissage consiste à introduire dans le gaz porteur l'enveloppe puis à introduire la fluorocétone dans l'enveloppe.

De préférence, l'étape de remplissage  
5 consiste à introduire la fluorocétone dans l'enveloppe sous forme liquide puis à provoquer l'évaporation de la fluorocétone.

De préférence, l'étape de remplissage consiste à introduire la fluorocétone dans l'enveloppe  
10 sous forme gazeuse.

De préférence, l'étape de mélange est mise en œuvre avant l'étape de remplissage.

De préférence, l'étape de mélange consiste à mélanger la fluorocétone sous forme gazeuse  
15 directement avec le gaz porteur.

De préférence, l'étape de mélange consiste à faire circuler un flux de gaz porteur dans un réservoir contenant la fluorocétone sous forme liquide, de manière telle que le gaz porteur se charge de  
20 fluorocétone sous forme gazeuse.

De préférence, l'étape de mélange consiste à injecter la fluorocétone sous forme liquide dans le gaz porteur puis à provoquer l'évaporation de la fluorocétone.

25

#### **EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS**

Dans la présente description, le terme "haute tension" désigne une tension qui est strictement supérieure à 52 000 volts en courant alternatif et à  
30 75 000 volts en courant continu.

Un appareillage électrique comporte principalement une enveloppe extérieure longitudinale délimitant un volume creux et un ou plusieurs composants électriques qui sont agencés à l'intérieur de l'enveloppe.

Le volume intérieur de l'enveloppe est fermé de manière étanche aux gaz et est rempli par un gaz d'isolation électrique comprenant au moins une fluorocétone.

La ou les fluorocétone(s) utilisées pour former le gaz d'isolation sont choisies afin d'avoir les meilleures qualités d'isolation, tout en ayant une pression de vapeur saturante suffisamment élevée.

Une famille de fluorocétone(s) est définie par la formule chimique  $C_nF_{2n}O$  où  $n$  est un entier naturel compris entre 3 et 7, c'est-à-dire  $C_3F_6O$  (C3K),  $C_4F_8O$  (C4K),  $C_5F_{10}O$  (C5K),  $C_6F_{12}O$  (C6K) et  $C_7F_{14}O$  (C7K).

Dans les conditions d'utilisation de l'appareillage électrique, la pression à l'intérieur de l'enveloppe est de 6 bars pour un appareillage haute tension.

Sous de telles pressions, une fluorocétone pure sous forme gazeuse se liquéfie, limitant l'efficacité de l'isolation gazeuse.

C'est pourquoi un gaz de mélange, ou gaz porteur est mélangé avec la fluorocétone gazeuse. Un tel gaz de mélange est par exemple de l'air, de l'azote, de l'oxygène ou du dioxyde de carbone.

Dans un tel mélange gazeux, la fluorocétone est maintenue sous forme gazeuse en contrôlant la

pression partielle du gaz de fluorocétone par sa dilution dans le gaz porteur.

Selon l'invention, cette pression partielle du gaz de fluorocétone est contrôlée lors du remplissage de l'enveloppe avec la fluorocétone et le gaz porteur.

Ainsi, un procédé de remplissage de l'enveloppe avec un mélange contenant une fluorocétone consiste à mélanger la fluorocétone et le gaz porteur sous forme gazeuse selon des quantités prédéfinies de manière telle que la pression partielle de la fluorocétone dans le gaz de mélange est au maximum égale à la pression de vapeur saturante de la fluorocétone.

De préférence, la pression partielle de la fluorocétone dans le gaz de mélange lors du remplissage est déterminée en fonction de la température minimale d'utilisation de l'appareillage, pour qu'à cette température minimale d'utilisation, la pression partielle de la fluorocétone est égale à la pression de vapeur saturante de la fluorocétone.

Il y a donc une corrélation entre la pression partielle de fluorocétone à la température de remplissage et la pression partielle de fluorocétone à la dite température minimale d'utilisation.

Ainsi, quelle que soit la température d'utilisation de l'appareillage, la fluorocétone est toujours présente sous forme gazeuse dans l'appareillage, de sorte qu'il n'y a pas de fluorocétone sous forme liquide qui serait inutilisée.

Selon un premier mode de réalisation d'un procédé de remplissage, selon une première étape, la fluorocétone est mélangée avec le gaz porteur, avant le remplissage de l'enveloppe.

5                Selon un autre aspect de ce mode de réalisation, l'étape de mélange de la fluorocétone avec le gaz porteur consiste à incorporer la fluorocétone sous forme liquide, au moyen d'une chambre de mélange.

10              Le procédé comporte une étape suivante d'évaporation de la fluorocétone dans laquelle le mélange est transféré vers une chambre d'évaporation qui est régulée en température pour provoquer l'évaporation de la fluorocétone, afin d'obtenir le mélange gazeux avec une pression partielle de la  
15 fluorocétone dans le gaz porteur prédéfinie.

Le mélange est alors injecté dans le volume intérieur de l'enveloppe, à une pression régulée.

20              Des débitmètres permettent de réguler la quantité de fluorocétone liquide qui est incorporée dans le gaz porteur afin d'avoir les proportions adaptées de la fluorocétone.

25              Selon un premier aspect de ce mode de réalisation du procédé selon l'invention, on fait le vide (0 - 0,1 kPa) dans le volume intérieur de l'enveloppe avant l'étape d'injection du mélange gazeux.

A titre d'exemple, pour le remplissage d'un appareillage avec un mélange air/C6K à un ratio de 10% et une pression totale de 1 bar relatifs :

30              La masse molaire de C6K est de 316g, la masse molaire de l'air est 28.8g.

Le rapport des pressions est égal au rapport molaire, ce qui donne, un ratio molaire de 10% soit 0.1mole de C6K (31,6g) pour 1 mole d'air (28.8g).

Le volume intérieur de l'enceinte est mis  
5 sous vide pour obtenir un vide de 0.001 bar absolu.

Un débitmètre pour le flux liquide de C6K est réglé à 3.16g/min, un débitmètre pour le flux d'air est réglé à 2.88g/min.

Le mélange air/C6K est injecté jusqu'à ce  
10 que la pression à l'intérieur de l'enveloppe soit égale à 1 bar relatif.

Selon une variante de réalisation, la fluorocétone est mélangée avec le gaz porteur en faisant circuler le gaz porteur dans un réservoir de  
15 fluorocétone sous forme liquide.

Le gaz porteur se charge alors progressivement de fluorocétone gazeuse au fur et à mesure qu'il circule dans le réservoir.

Cette technique est communément appelée  
20 "bullage".

Selon cette variante de réalisation, les proportions de fluorocétone gazeuse dans le gaz porteur sont obtenues par la régulation de la température de la fluorocétone dans le réservoir et par la régulation du  
25 débit et de la pression du gaz porteur circulant dans le réservoir.

A titre d'exemple, pour le remplissage d'un appareillage avec un mélange air/C6K à un ratio de 12% et une pression totale de 0.2 bar relatif :

30 Le volume intérieur de l'enceinte est mis sous vide pour obtenir un vide de 0.001 bar absolu.

Le gaz porteur utilisé est de l'air sec.

La température du réservoir de fluorocétone est de 20°C, ce qui équivaut à une pression de vapeur saturante de la fluorocétone C6K de 0.37 bar.

5 La pression de l'air sec dans la fluorocétone est régulée à 3.08 bar abs. On obtient alors un ratio de mélange de  $0.37/3.08=0.12$ , soit 12%.

Le mélange air/C6K est alors injecté dans l'enveloppe jusqu'à ce que la pression à l'intérieur de  
10 l'enveloppe soit égale à 0.2 bar relatif.

Pendant l'injection, le débit d'air sec est régulé pour maintenir une pression constante à 3.08 bar abs.

Selon un autre aspect de ce mode de  
15 réalisation, l'air qui est initialement présent dans l'enveloppe est chassé lors de l'étape d'injection du mélange gazeux, par ce mélange gazeux.

Une telle étape d'injection est communément appelée "balayage" et elle est effectuée tant que l'air  
20 initial a été chassé complètement.

Selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, le remplissage de l'enveloppe comporte une première étape qui consiste à remplir l'enveloppe avec le gaz porteur, puis une deuxième étape d'injection de  
25 la fluorocétone sous forme gazeuse.

La fluorocétone sous forme gazeuse est initialement mise à une pression supérieure à la pression totale de l'appareillage, c'est-à-dire supérieure à la pression de l'appareillage à l'issue du  
30 procédé.

Cette mise sous pression de la fluorocétone sous forme gazeuse est réalisée en chauffant un réservoir contenant la fluorocétone sous forme liquide, par exemple par un cordon chauffant ou une résistance, 5 pour obtenir une pression de vapeur saturante de fluorocétone suffisamment élevée.

L'étape de remplissage de l'enveloppe avec le gaz porteur est réalisée de manière telle que la pression finale du gaz porteur est inférieure à la 10 pression totale de l'appareillage mentionnée ci-dessus.

De manière similaire au premier mode de réalisation du procédé décrit précédemment et selon un premier aspect, on fait le vide (0 - 0,1 kPa) dans le volume intérieur de l'enveloppe au préalable, avant 15 l'étape d'injection du gaz porteur.

Selon un autre aspect de ce mode de réalisation, l'air qui est initialement présent dans l'enveloppe est chassé lors de l'étape d'injection du gaz porteur, selon une opération de balayage.

20 A titre d'exemple non limitatif, pour le remplissage d'un appareillage avec un mélange air/C6K à 12% et une pression totale de 0.2 bars relatifs :

Pour le C6K, la pression de vapeur saturante de 0,2 bar relatif est obtenue à une 25 température de 55°C.

Ainsi, ici, et selon l'invention, une étape du procédé consiste à chauffer un réservoir de C6K liquide à la température 60°C pour obtenir une pression intérieure de 0.45 bar relatif.

Ensuite, une étape de mise sous vide de l'enveloppe est mise en œuvre vide pour obtenir un vide de 0.01 bar absolu (-0.99 bar relatif).

Selon une autre étape, le volume intérieur  
5 de l'enveloppe est rempli avec de l'air pour obtenir une pression de 0.056 bar relatif.

Puis selon une dernière étape, le gaz de C6K est mélangé à l'air pour obtenir la pression finale de 0.2 bar relatif.

10 Selon un troisième mode de réalisation de l'invention, le procédé de remplissage comporte une étape qui consiste à remplir l'enveloppe avec la fluorocétone sous forme gazeuse, puis une étape d'injection du gaz porteur.

15 Le gaz de fluorocétone est produit en chauffant un réservoir contenant la fluorocétone sous forme liquide, par exemple par un cordon chauffant ou une résistance, pour obtenir une pression de vapeur saturante de fluorocétone suffisamment élevée.

20 L'étape de remplissage de l'enveloppe avec la fluorocétone est réalisée de manière telle que la pression finale de la fluorocétone est inférieure à la pression totale dans l'appareillage, c'est-à-dire supérieure à la pression dans l'appareillage à l'issue  
25 du procédé.

La quantité de fluorocétone à injecter dans cette étape de remplissage est contrôlée par une mesure de la pression dans l'appareillage lors de l'étape de remplissage. Ainsi, la quantité requise de fluorocétone  
30 est définie par une certaine pression dans l'appareillage.

Après que la quantité de fluorocétone requise a été injectée dans l'appareillage, le gaz porteur est injecté jusqu'à obtenir les proportions voulues dans le mélange gazeux.

5 De manière similaire au premier mode de réalisation du procédé décrit précédemment et selon un premier aspect, on fait le vide (0 - 0,1 kPa) dans le volume intérieur de l'enveloppe au préalable, avant l'étape d'injection de la fluorocétone.

10 Selon un autre aspect de ce mode de réalisation, l'air qui est initialement présent dans l'enveloppe est chassé lors de l'étape d'injection de la fluorocétone, selon une opération de balayage.

A titre d'exemple, pour le remplissage d'un  
15 appareillage avec un mélange CO<sub>2</sub>/C<sub>6</sub>K à un ratio de 4% et une pression totale de 5.5 bar relatif :

Le volume intérieur de l'enceinte est mis sous vide pour obtenir un vide de 0.001 bar absolu.

La fluorocétone est mise dans une bouteille  
20 métallique résistante à la pression. La bouteille est mise sous vide puis chauffée pour provoquer l'évaporation de la fluorocétone.

La fluorocétone sous forme gazeuse est alors injectée dans l'appareillage jusqu'à ce que la  
25 pression de fluorocétone dans l'appareillage atteigne 0.286 bars.

Ensuite, le gaz porteur, ici du CO<sub>2</sub>, est injecté jusqu'à ce que la pression totale dans l'appareillage atteigne la pression requise, c'est-à-  
30 dire ici 5.5 bar relatif, soit 6.5 bar absolu.

Il sera compris que l'invention n'est pas limitée à un mélange de C6K avec de l'air ou du CO<sub>2</sub>, et pour les pressions telles que présentées dans les exemples mentionnés ci-dessus.

5           Un procédé selon l'invention tel que décrit précédemment est relativement simple à mettre en œuvre, il peut par conséquent être réalisé aussi bien sur le site de fabrication de l'appareillage que sur le site d'utilisation de l'appareillage.

10           Un tel procédé peut aussi être mis en œuvre sur site lors d'opérations de maintenance de l'appareillage, pour effectuer un complément en mélange gazeux, ou bien un ajustement.

**REVENDICATIONS**

1. Procédé de remplissage d'une enveloppe fermée d'un appareillage électrique pour une ligne de transport de courant à haute tension, dans laquelle se trouvent des composants électriques, avec un mélange gazeux comportant au moins une fluorocétone et un gaz porteur, le procédé comportant, sans ordre chronologique particulier :
- une étape de production de fluorocétone sous forme gazeuse,
  - une étape de mélange de la fluorocétone avec le gaz porteur selon des proportions prédéfinies, et
  - au moins une étape de remplissage de l'enveloppe avec la fluorocétone et/ou avec le gaz porteur,
- ladite au moins une étape de remplissage consistant à remplir l'enveloppe avec une quantité de fluorocétone et une quantité de gaz porteur définies de manière telle que la pression partielle de la fluorocétone dans le gaz de mélange est au maximum égale à la pression de vapeur saturante de la fluorocétone,
- caractérisé en ce que l'étape de mélange est mise en œuvre avant l'étape de remplissage.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte une étape consistant à créer un vide d'air à l'intérieur de l'enveloppe avant l'étape de remplissage de l'enveloppe.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape de remplissage consiste à chasser les gaz préalablement présents à l'intérieur de l'enveloppe lorsque la fluorocétone et/ou le gaz porteur sont introduits dans l'enveloppe.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'étape de mélange consiste à mélanger la fluorocétone sous forme gazeuse directement avec le gaz porteur.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'étape de mélange consiste à faire circuler un flux de gaz porteur dans un réservoir contenant la fluorocétone sous forme liquide, de manière telle que le gaz porteur se charge de fluorocétone sous forme gazeuse.

6. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'étape de mélange consiste à injecter la fluorocétone sous forme liquide dans le gaz porteur puis à provoquer l'évaporation de la fluorocétone.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/068772

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 INV. H02B13/055 H01B3/56  
 ADD.

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)  
 H02B H01B

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 practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                               | Relevant to claim No. |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | WO 2010/142346 A1 (ABB TECHNOLOGY AG [CH];<br>CLAESSENS MAX-STEFFEN [CH]; SKARBY PER<br>[CH]) 16 December 2010 (2010-12-16)<br>page 6, line 18 - page 7, line 26<br>page 17, line 14 - page 20, line 12<br>----- | 1-6                   |
| X         | FR 2 955 970 A1 (AREVA T & D SAS [FR])<br>5 August 2011 (2011-08-05)<br>page 2, lines 7-18<br>page 8, line 25 - page 9, line 20<br>page 11, line 24 - page 12, line 8; claims<br>1,4<br>-----                    | 1-6                   |
| X         | DE 20 2009 018239 U1 (ABB TECHNOLOGY AG<br>[CH]) 1 June 2011 (2011-06-01)<br>paragraphs [0003], [0018], [0020],<br>[0021], [0057], [0063], [0064],<br>[0070]; figures 1-4<br>-----                               | 1-6                   |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family 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 application or patent 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

6 December 2012

Date of mailing of the international search report

13/12/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Castanheira Nunes, F

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/068772

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|
| WO 2010142346                             | A1                  | 16-12-2010                 |                     |
|                                           |                     | AU 2009347593 A1           | 22-12-2011          |
|                                           |                     | AU 2009347600 A1           | 22-12-2011          |
|                                           |                     | CA 2764874 A1              | 16-12-2010          |
|                                           |                     | CA 2765270 A1              | 16-12-2010          |
|                                           |                     | CN 102460604 A             | 16-05-2012          |
|                                           |                     | CN 102460605 A             | 16-05-2012          |
|                                           |                     | DE 112009002045 T5         | 28-07-2011          |
|                                           |                     | DE 112009004905 T5         | 14-06-2012          |
|                                           |                     | DE 202009018214 U1         | 03-08-2011          |
|                                           |                     | EA 201270010 A1            | 29-06-2012          |
|                                           |                     | EP 2441075 A1              | 18-04-2012          |
|                                           |                     | EP 2443632 A1              | 25-04-2012          |
|                                           |                     | KR 20120020168 A           | 07-03-2012          |
|                                           |                     | KR 20120037391 A           | 19-04-2012          |
|                                           |                     | SG 176702 A1               | 30-01-2012          |
|                                           |                     | SG 176703 A1               | 30-01-2012          |
|                                           |                     | US 2011309715 A1           | 22-12-2011          |
|                                           |                     | US 2012152904 A1           | 21-06-2012          |
|                                           |                     | WO 2010142346 A1           | 16-12-2010          |
|                                           |                     | WO 2010142353 A1           | 16-12-2010          |
| -----                                     |                     |                            |                     |
| FR 2955970                                | A1                  | 05-08-2011                 | NONE                |
| -----                                     |                     |                            |                     |
| DE 202009018239                           | U1                  | 01-06-2011                 | NONE                |
| -----                                     |                     |                            |                     |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2012/068772

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
INV. H02B13/055 H01B3/56  
ADD.

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)  
H02B H01B

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 cela est réalisable, termes de recherche utilisés)  
EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

| Catégorie* | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents                                                                                                                       | no. des revendications visées |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| X          | WO 2010/142346 A1 (ABB TECHNOLOGY AG [CH];<br>CLAESSENS MAX-STEFFEN [CH]; SKARBY PER<br>[CH]) 16 décembre 2010 (2010-12-16)<br>page 6, ligne 18 - page 7, ligne 26<br>page 17, ligne 14 - page 20, ligne 12<br>----- | 1-6                           |
| X          | FR 2 955 970 A1 (AREVA T & D SAS [FR])<br>5 août 2011 (2011-08-05)<br>page 2, ligne 7-18<br>page 8, ligne 25 - page 9, ligne 20<br>page 11, ligne 24 - page 12, ligne 8;<br>revendications 1,4<br>-----              | 1-6                           |
| X          | DE 20 2009 018239 U1 (ABB TECHNOLOGY AG<br>[CH]) 1 juin 2011 (2011-06-01)<br>alinéas [0003], [0018], [0020], [0021],<br>[0057], [0063], [0064], [0070]; figures<br>1-4<br>-----                                      | 1-6                           |



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



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

6 décembre 2012

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

13/12/2012

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,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Castanheira Nunes, F

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2012/068772

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| WO 2010142346 A1                                | 16-12-2010             | AU 2009347593 A1                        | 22-12-2011             |
|                                                 |                        | AU 2009347600 A1                        | 22-12-2011             |
|                                                 |                        | CA 2764874 A1                           | 16-12-2010             |
|                                                 |                        | CA 2765270 A1                           | 16-12-2010             |
|                                                 |                        | CN 102460604 A                          | 16-05-2012             |
|                                                 |                        | CN 102460605 A                          | 16-05-2012             |
|                                                 |                        | DE 112009002045 T5                      | 28-07-2011             |
|                                                 |                        | DE 112009004905 T5                      | 14-06-2012             |
|                                                 |                        | DE 202009018214 U1                      | 03-08-2011             |
|                                                 |                        | EA 201270010 A1                         | 29-06-2012             |
|                                                 |                        | EP 2441075 A1                           | 18-04-2012             |
|                                                 |                        | EP 2443632 A1                           | 25-04-2012             |
|                                                 |                        | KR 20120020168 A                        | 07-03-2012             |
|                                                 |                        | KR 20120037391 A                        | 19-04-2012             |
|                                                 |                        | SG 176702 A1                            | 30-01-2012             |
|                                                 |                        | SG 176703 A1                            | 30-01-2012             |
|                                                 |                        | US 2011309715 A1                        | 22-12-2011             |
|                                                 |                        | US 2012152904 A1                        | 21-06-2012             |
|                                                 |                        | WO 2010142346 A1                        | 16-12-2010             |
|                                                 |                        | WO 2010142353 A1                        | 16-12-2010             |
| FR 2955970 A1                                   | 05-08-2011             | AUCUN                                   |                        |
| DE 202009018239 U1                              | 01-06-2011             | AUCUN                                   |                        |