

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 15.09.10.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 16.03.12 Bulletin 12/11.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : AIRBUS OPERATIONS SAS Société
par actions simplifiée — FR.

72 Inventeur(s) : MILLET GILLES.

73 Titulaire(s) : AIRBUS OPERATIONS SAS Société par
actions simplifiée.

74 Mandataire(s) : GEVERS FRANCE.

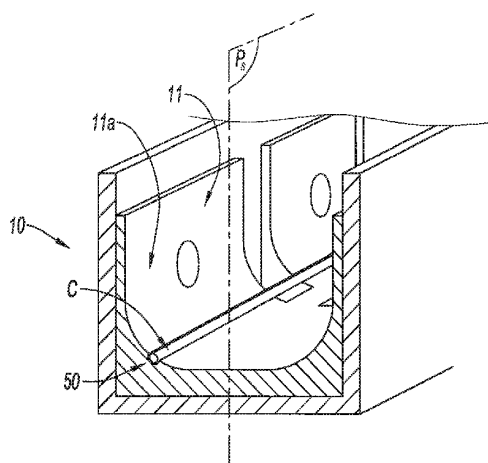
54 PROCEDE ET ARCHITECTURE DE DETECTION D'ANOMALIES ELECTRIQUES PAR REFLECTOMETRIE.

57 L'invention vise à permettre une détection et une localisation des défauts électriques dans un réseau de structures métalliques (10) aptes à accueillir des câbles électriques et à opérer le retour courant de ces câbles. La méthode par réflectométrie consiste à injecter un signal de sonde dans un câble couplé aux structures (10) et à analyser le signal réfléchi par lesdites anomalies. Cependant le bruit de fond dû aux variations d'impédance rend difficile la détection des anomalies. Pour remédier à ce problème, l'invention propose d'agencer un élément conducteur porteur du signal de sonde à distance constante de chaque structure (10).

Selon un exemple de mise en oeuvre, un élément conducteur isolé (C) est disposé à l'intérieur du support métallique (10) et intégré dans une rainure longitudinale (50) d'une face d'accueil (11a) d'un support longitudinal en matériau plastique (11) calé dans ledit support (10).

Le signal réfléchi en retour de ligne de l'élément conducteur (C) est comparé à un seuil au-dessus duquel une anomalie est détectée et localisée par corrélation topologique.

Application aux supports pour câble des avions à peau composite.



PROCEDE ET ARCHITECTURE DE DETECTION D'ANOMALIES ELECTRIQUES PAR REFLECTOMETRIE

5 **[0001]** L'invention concerne un procédé et une architecture de détection d'anomalies électriques par réflectométrie, ces anomalies pouvant être par exemple un circuit ouvert dû à un mauvais contact ou à la perte d'une tresse de liaison.

10 **[0002]** Une anomalie classique de circuit ouvert est en général difficile à localiser dans les installations électriques. Ainsi, dans les nouveaux avions à peau composite, la peau ne peut plus réaliser le retour courant - entre les équipements consommateurs d'énergie et les sources d'énergie - ni la protection électromagnétique, fonctions assurées auparavant par la peau métallique de l'avion.

15 **[0003]** Pour réaliser le retour de courant on utilise un réseau de structures conductrices (dit ESN, initiales de « Electrical Structural Network » en langue anglaise). Ces réseaux intègrent des pièces primaires métalliques de structure et en particulier, des composants à base de profilés métalliques en « U » ou en « I » pour réaliser des supports pour câbles électrique (en anglais « raceways »),
20 placés au plafond ou sous le plancher cabine. Ces « raceways » sont constitués d'éléments interconnectés par des tresses métalliques et sont utilisés à la fois comme écrans de protection électromagnétique et comme support de cheminement des câbles électriques sur de grandes longueurs.

25 **[0004]** Mais surtout, ces « raceways » vont concentrer le retour des courants portés par les câbles, en constituant une ligne basse impédance avec les câbles qu'ils contiennent. Dans ces conditions, il paraît essentiel de pouvoir détecter la perte d'une tresse ou la dégradation des fonctions électriques de ces supports tout le long du cycle de vie de l'avion.

30 **[0005]** Cette détection n'est pas réalisable globalement au moyen d'un ohmmètre car les supports pour câble étant connectés au réseau ESN en de nombreux points, la perte ou la dégradation d'une tresse n'est pas significative sur la valeur de la résistance totale de l'ESN. Un contrôle individuel des tresses n'est

pas réaliste économiquement au regard de leur grand nombre et de leur faible accessibilité.

[0006] Par ailleurs, la réflectométrie est une méthode de diagnostic utilisée pour tester des défauts dans les circuits électriques qui consiste à injecter un
5 signal de sonde dans le circuit et à détecter le signal réfléchi vers le point d'injection lorsqu'il rencontre une discontinuité ou une rupture de circuit. Cette technique présente l'avantage principal de ne nécessiter qu'un seul point d'accès au circuit.

[0007] Cependant, lorsque les défauts se traduisent par des variations du
10 signal réfléchi avec des amplitudes équivalentes ou proches de celles dues aux fluctuations d'impédance, il devient difficile de détecter et de localiser ce type de défaut. Or, l'amplitude de ces fluctuations peut être suffisamment importante pour que certains défauts ne puissent pas ou difficilement être repérés.

[0008] L'invention vise alors à permettre une détection et une localisation des
15 défauts électriques dans un réseau de « raceways » sans ambiguïté par rapport aux fluctuations d'impédance, tout en opérant de manière simple et directe. Pour ce faire, la technique par réflectométrie d'un signal de sonde est utilisée à l'aide de conducteurs particuliers.

[0009] Plus précisément, la présente invention a pour objet un procédé de
20 détection et de localisation par réflectométrie d'anomalies électriques dans des supports métalliques aptes à accueillir des câbles électriques et à opérer le retour courant de ces câbles. Un signal de sonde modulé est injecté à une première extrémité de la ligne de propagation constituée par les supports métalliques (« raceways ») et par un conducteur électrique isolé placé à une distance
25 constante de ces supports, puis relié en extrémité à ces supports. Un signal réfléchi est ensuite détecté en retour de ligne des éléments conducteurs et, dans une étape ultérieure, ce signal réfléchi est analysé par comparaison et corrélation avec le signal de sonde.

[0010] Ainsi, le maintien du conducteur de retour de courant à égale distance
30 du support permet de discriminer sans ambiguïté les ruptures ou discontinuités dans le réseau de retour de courant constitué par les « raceways ».

[0011] Selon des modes de mise en œuvre particuliers :

- la réflectométrie peut fonctionner dans le domaine fréquentiel (FDR), ou dans le domaine temporel (TDR) avec, respectivement, un signal de sonde modulé en fréquence ou en impulsion ;

- un conducteur électrique isolé est placé à une distance constante
5 des supports métalliques pour câble.

[0012] L'invention se rapporte également à une architecture de détection apte à mettre en œuvre le procédé ci-dessus défini. Une telle architecture comporte au moins un support métallique longitudinal pour câble électrique et au moins un élément conducteur isolé couplés, en une extrémité, à des moyens
10 d'injection d'un signal sonde et de détection d'un signal réfléchi. Ce conducteur est agencé le long du support pour câble par des moyens de maintien à distance constante et est connecté audit support à son autre extrémité. Avantageusement, l'élément conducteur peut être agencé contre ledit support au moins partiellement par l'intermédiaire d'un matériau.

[0013] Selon des modes de réalisation préférés, l'élément conducteur isolé est disposé à l'intérieur dudit support métallique et intégré à une face d'accueil longitudinale calée dans ledit support. Avantageusement, l'élément conducteur isolé est intégré dans une rainure longitudinale formée dans la face d'accueil.
15

[0014] Selon un mode de réalisation alternatif, l'élément conducteur isolé est
20 constitué par une piste conductrice formée sur une face principale d'une bande de circuit imprimé souple isolante présentant deux faces longitudinales principales, la bande étant disposée par son autre face principale contre une face externe de la structure métallique. De manière préférée, la bande de circuit imprimé est placée dans une glissière de dimensions appropriées et formée le long d'une face externe
25 dudit support. En variante, la bande de circuit imprimé peut être collée contre une face externe dudit support.

[0015] De préférence, l'élément conducteur isolé peut être relié électriquement à son autre extrémité audit support par une cosse serties de l'élément conducteur. De plus, cet élément conducteur peut être relié par sa
30 première extrémité au dispositif de détection par l'intermédiaire de moyens de connexion fixés audit support.

[0016] D'autres aspects et particularités de la mise en œuvre de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit, accompagnée de dessins annexés qui représentent, respectivement :

- en figures 1a et 1b, un exemple de support élémentaire en vue perspective et en vue supérieure ;
- en figure 2, une interconnexion entre deux supports élémentaires pour former un support pour câble;
- en figure 3, un diagramme des principales étapes de traitement de signal par réflectométrie ;
- en figures 4a et 4b, des vues en coupe transversale et longitudinale selon le plan de symétrie Ps d'un support métallique dans un exemple de mise en œuvre de l'invention conformément à un premier mode, et
- en figure 5a et 5b, deux vues en coupe transversale de deux exemples de mise en œuvre de l'invention selon un autre mode.

[0017] Des signes de référence identiques utilisés dans les figures se rapportent à des éléments identiques ou équivalents.

[0018] En référence aux figures 1a et 1b, il apparaît un support métallique élémentaire 10 permettant d'accueillir respectivement un et quatre câbles électriques, tel que le câble 12. Chaque câble 12 est en fait constitué d'un toron électrique comportant de nombreux câbles. Le support élémentaire 10 est composé de parois longitudinales externes 14 et 16 (figure 1a) et internes 18, 20 et 22 (figure 1b), parallèlement à l'axe X 'X. du support 10. Un support interne 11 accueille les câbles 12.

[0019] La figure 2 montre l'interconnexion entre deux de ces supports élémentaires 10 au dos de ces supports, un ensemble de supports élémentaires ainsi interconnectées formant un support pour câble.

[0020] L'interconnexion électrique est réalisée par un câble de raccordement 30 et l'interconnexion mécanique par une barrette 36. Sont également prévus des contacteurs 38 et des éléments de raccordement 40 pour le retour courant de dispositifs électriques de proximité, ou pour servir de cosse de raccordement, comme expliqué ci-après dans un exemple de réalisation de l'invention.

[0021] Les principales étapes du traitement du signal de réflectométrie, telles qu'appliquées aux supports pour câble pour la détection d'anomalies électriques, sont illustrées par le diagramme de la figure 3. Un signal de sonde modulé S est émis par un générateur de signaux 100, la modulation pouvant être en fréquence ou en impulsion. Ce signal S est injecté dans la ligne de propagation, formée par un élément conducteur isolé C couplé à un support métallique du type support pour câble 10, par des moyens d'injection 200.

[0022] Le conducteur C est disposé à distance constante du support pour câble 10, et est relié en extrémité à ce support pour câble, selon des aménagements qui seront détaillés plus loin. Un signal réfléchi R provenant de ladite ligne de propagation est transmis à un dispositif de détection et d'analyse de signal 300 via des moyens de connexion 400.

[0023] Les moyens d'injection 200 et de connexion 400 sont regroupés en un connecteur 500. Le connecteur 500, le générateur 100 et le dispositif de détection et d'analyse 300 peuvent être avantageusement regroupés en un seul appareillage.

[0024] Le signal réfléchi R est démodulé et filtré dans une partie de détection 3a du dispositif 300, puis converti en données numériques, données qui sont traitées pour être analysables dans une partie de traitement de données 3b du dispositif 300. L'analyse de ces données est effectuée par un algorithme de détection et de localisation. Une anomalie est détectée et localisée dans le réseau de supports pour câble par corrélation de durées entre l'injection et la réception du signal, et/ou d'atténuation du signal retour, et éventuellement, des données de topologie du réseau pré-mémorisée.

[0025] L'exemple de réalisation de l'invention selon un premier mode est illustré aux figures 4a et 4b par des vues en coupe transversale et longitudinale selon le plan de symétrie Ps d'un support métallique 10. Le conducteur isolé C est inséré dans une rainure longitudinale 50 formée préalablement dans la face d'accueil 11a du support plastique interne 11. La rainure 50 est réalisée sur toute sa longueur de sorte que sa distance au support métallique 10 soit constante.

[0026] La rainure 50 et le conducteur C, qui est dans cet exemple un simple fil de cuivre gainé, ont des dimensions appropriées pour que le conducteur soit

dans la rainure 50. La distance entre le fil conducteur C et le support métallique 10 est également constante. Le fil conducteur n'est séparé du support que par le support plastique 11. Dans cet exemple, la rainure est formée dans la zone où la face d'accueil en « U » du support 11 présente un rayon de courbure minimal afin d'éviter aux mieux les déplacements ou déformations provoqués par l'installation ultérieure du câble.

[0027] Le fil conducteur C est relié à l'une de ses extrémités au connecteur 500 (cf. figure 3) et à son autre extrémité, par sertissage, à une cosse 40 (cf. figure 2) fixée aux parois du support métallique 10.

[0028] En référence aux deux vues en coupe transversale des figures 5a et 5b, relatives à deux exemples de mise en œuvre de l'invention selon un autre mode de réalisation, l'élément conducteur isolé est constitué par une piste conductrice P formée sur une face principale 60a d'une bande de circuit imprimé souple 60, de type « flex rigide ». La bande 60 est disposée par son autre face principale 60b le long de la face externe 14e d'une paroi externe 14 du support métallique 10. La piste P n'est séparée du support 10 que par l'épaisseur de la bande 60.

[0029] Selon un premier exemple de mise en œuvre, la bande de circuit imprimé 60 est placée dans une glissière 70 contre la face 14e, la bande et la glissière étant de dimensions appropriées pour réaliser un tel ajustement. La glissière peut faire partie intégrante du support 10 comme illustré ou, en variante, être rapportée sur ce support.

[0030] Dans un deuxième exemple, la bande de circuit imprimé 60 est collée contre la face externe 16e d'une paroi externe 16 du support 10. Il convient avantageusement de veiller à ce que l'épaisseur de colle soit constante.

[0031] L'invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation décrits et représentés. Il est par exemple possible de prévoir des supports métalliques courbes, des fils conducteurs isolés collés sur les faces externes des supports métalliques, ou des conducteurs isolés de forme variée.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de détection et de localisation par réflectométrie
5 d'anomalies électriques dans des supports métalliques (10) aptes à accueillir des câbles électriques (12) et à opérer le retour courant de ces câbles, caractérisé en ce que, selon des étapes successives:

- au moins un élément conducteur isolé (C, P) est agencé à distance constante de chaque support (10),

10 - un signal de sonde modulé (S) est injecté à une première extrémité proximale de cet élément conducteur, l'élément conducteur (C, P) étant relié en une autre extrémité à ce support,

- un signal réfléchi (R) est détecté en retour de ligne de l'élément conducteur (C, P), et

15 - ce signal réfléchi (R) est analysé par comparaison et corrélation avec le signal de sonde (S).

2. Procédé de détection selon la revendication 1, dans lequel la réflectométrie fonctionne dans le domaine fréquentiel FDR ou dans le domaine temporel TDR avec, respectivement, un signal de sonde (S) modulé en fréquence
20 ou en impulsion.

3. Procédé de détection selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel l'élément conducteur (C, P) est agencé directement aux supports métalliques pour câble (10).

4. Architecture de détection apte à mettre en œuvre le procédé selon
25 l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'elle comporte au moins un support métallique longitudinal (10) pour câble électrique (12) ainsi qu'au moins un élément conducteur isolé (C, P), et en ce que chaque élément conducteur (C, P) est couplé, en une première extrémité, à des moyens d'injection (200) d'un signal sonde (S) et de détection (300) d'un signal réfléchi
30 (R), agencé le long du support pour câble (10) par des moyens de maintien à distance constante (11, 60), et est connecté (40) audit support (10) à son autre extrémité.

5. Architecture de détection selon la revendication précédente, caractérisée en ce que l'élément conducteur isolé (C) est disposé à l'intérieur dudit support métallique (10) et intégré à une face d'accueil longitudinale (11a) calée dans ledit support (10).

5 6. Architecture de détection selon la revendication précédente, dans laquelle l'élément conducteur isolé (C) est intégré dans une rainure longitudinale (50) formée dans la face d'accueil (11a).

7. Architecture de détection selon l'une des revendications 4 ou 5, dans laquelle l'élément conducteur isolé (C, P) est attaché audit support (10) par
10 une cosse (40) sertie sur l'autre extrémité de l'élément conducteur (C, P).

8. Architecture de détection selon la revendication 4, dans laquelle l'élément conducteur isolé est constitué par une piste conductrice (P) formée sur une face principale (60a) d'une bande de circuit imprimé souple isolante (60) présentant deux faces longitudinales principales (60a, 60b), la bande (60) étant
15 disposée par son autre face principale (60b) contre une face externe (14e, 16e) de la structure métallique (10).

9. Architecture de détection selon la revendication précédente, dans laquelle la bande de circuit imprimé (60) est placée dans une glissière (70) de dimensions appropriées et formée le long d'une face externe (14e) de ladite
20 structure (10).

10. Architecture de détection selon la revendication 8, dans laquelle la bande de circuit imprimé (60) est collée contre une face externe (16e) de ladite structure (10).

1/4

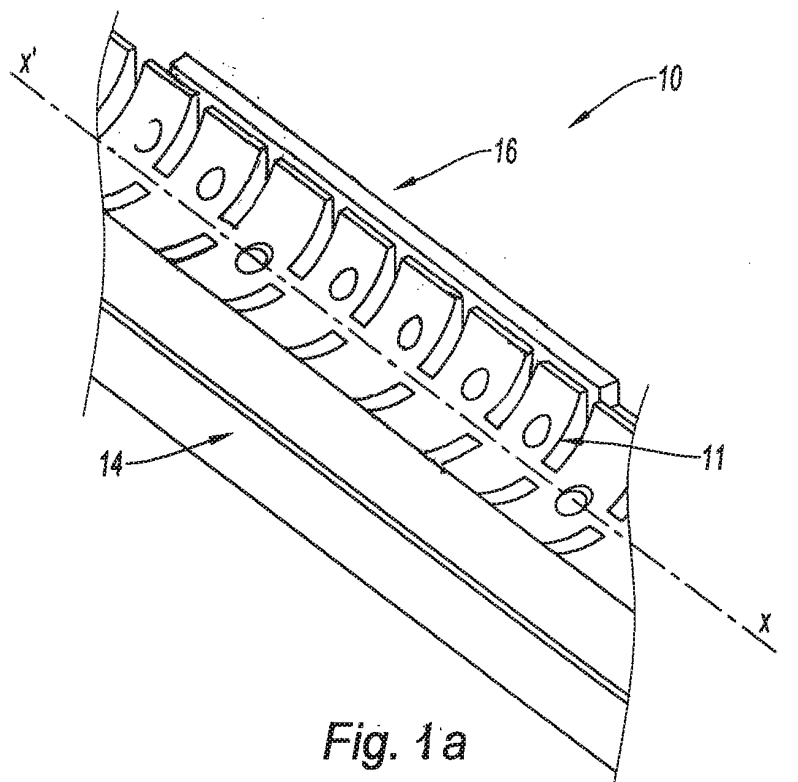


Fig. 1a

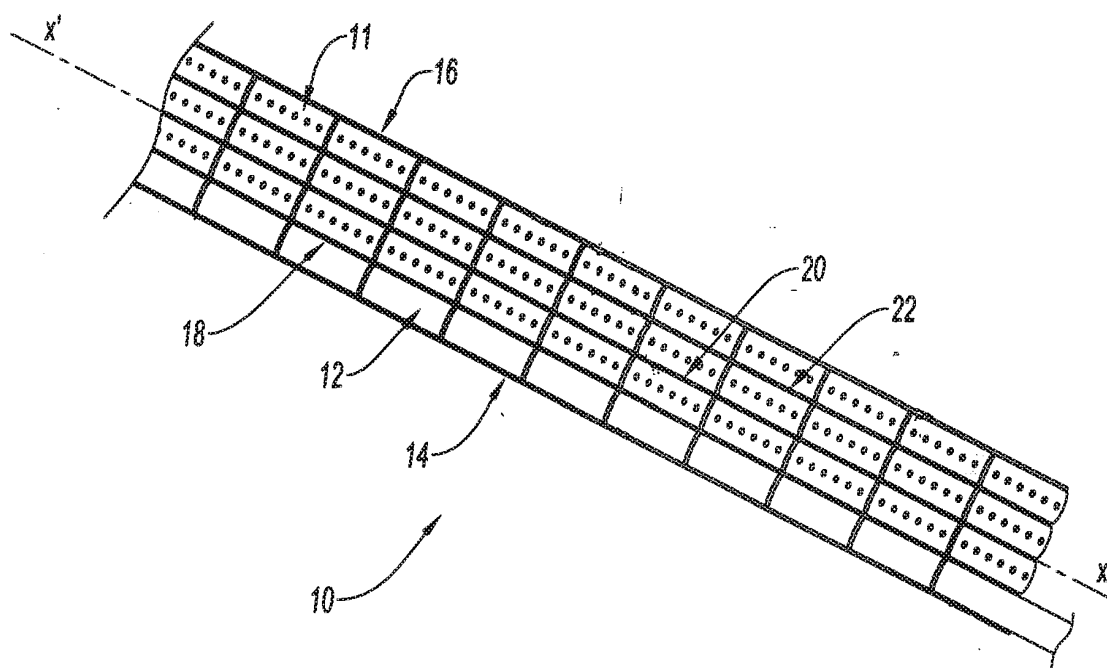


Fig. 1b

2/4

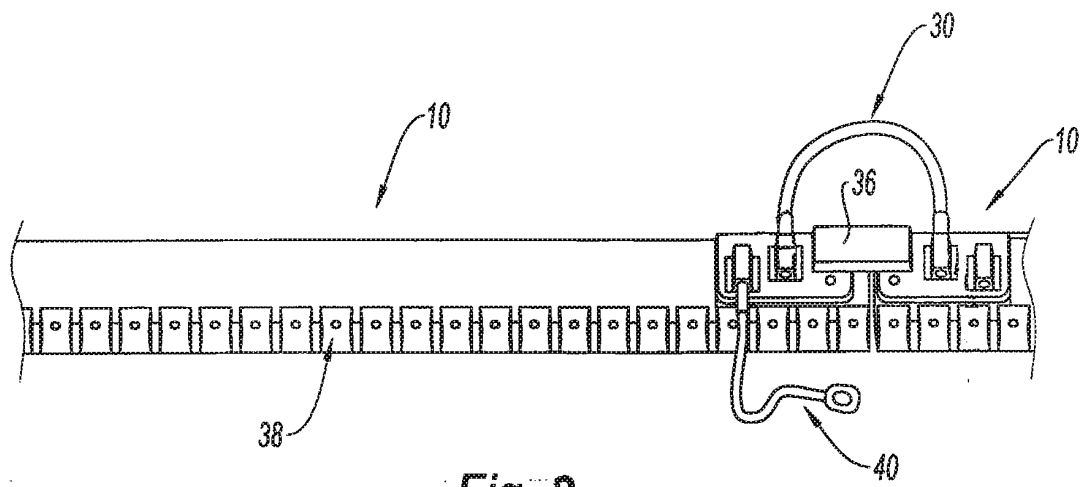


Fig. 2

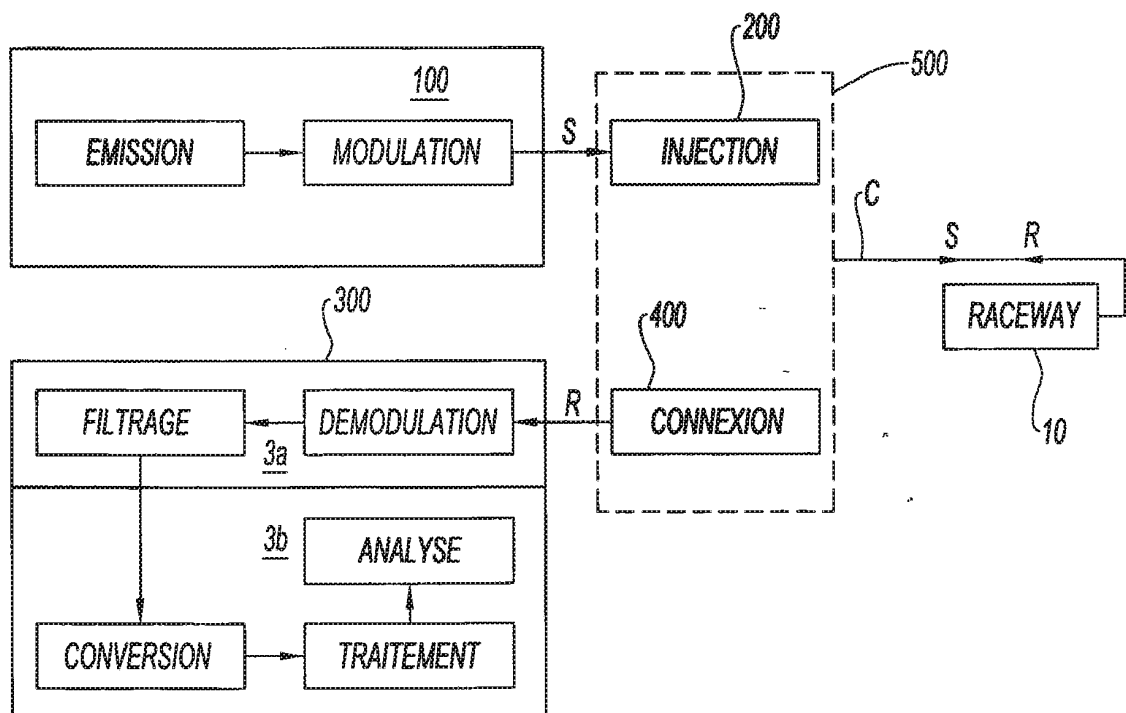


Fig. 3

3/4

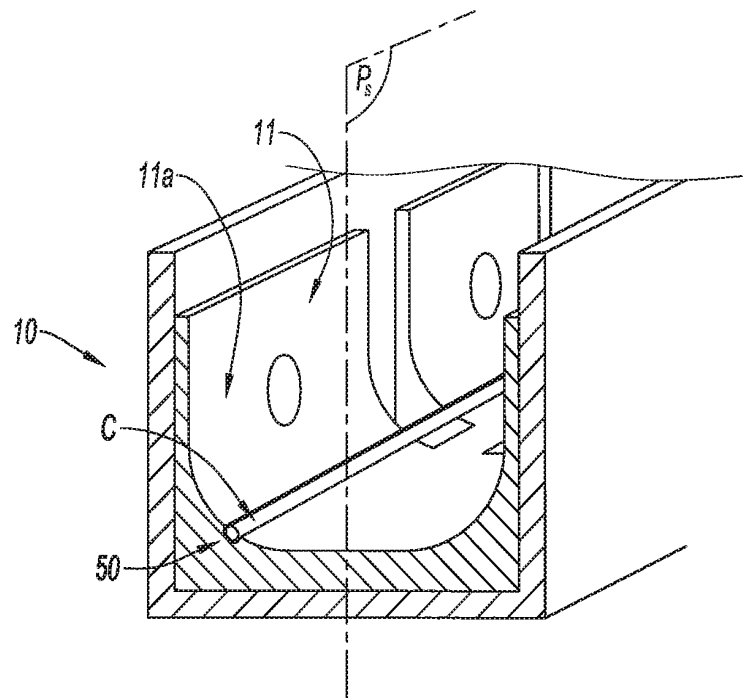


Fig. 4a

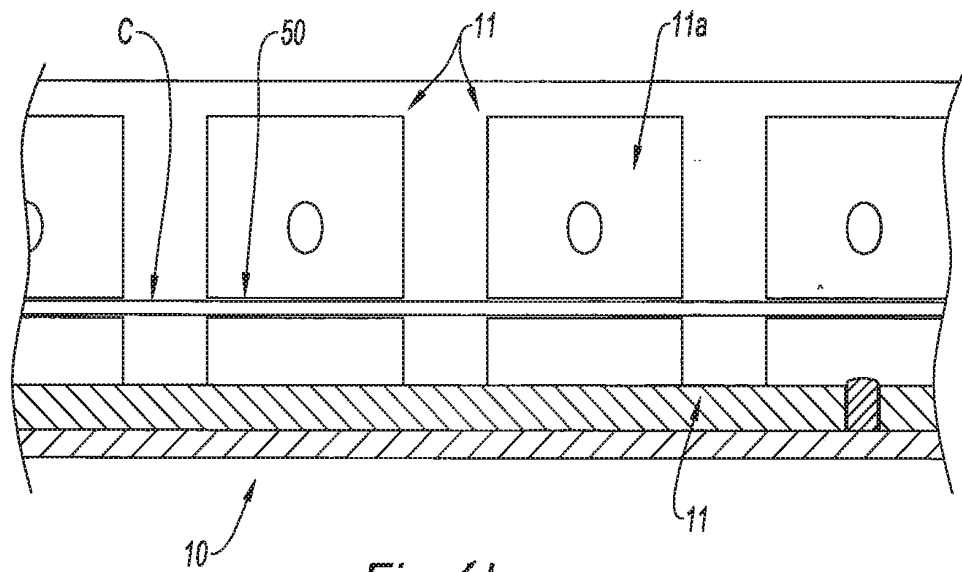


Fig. 4b

4/4

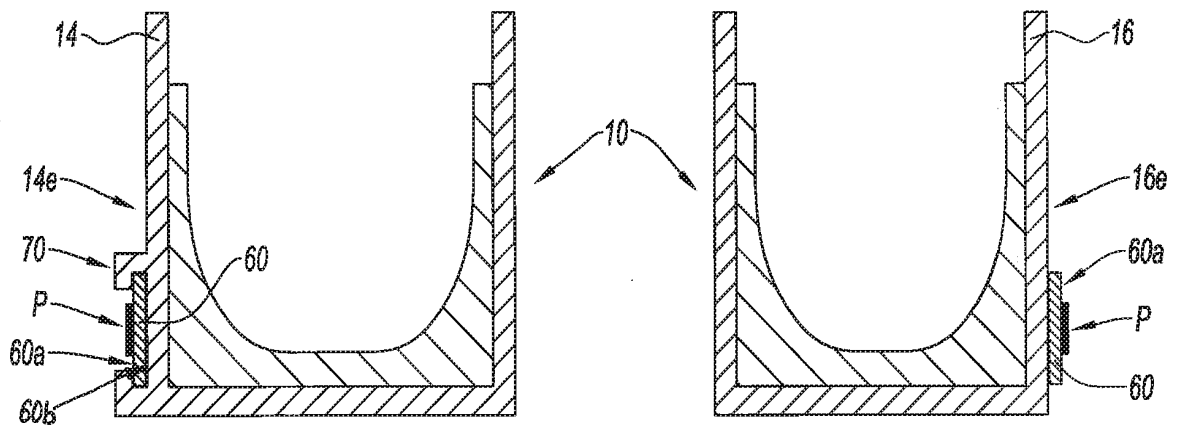


Fig. 5a

Fig. 5b



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 744772
FR 1057344

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	US 5 479 610 A (ROLL-MECAK DORU T [US] ET AL) 26 décembre 1995 (1995-12-26) * abrégé * * colonne 3, ligne 20 - colonne 6, ligne 5; figures 1-6 *	1-10	G01R31/08 G01R31/11
Y	US 2008/134477 A1 (HART VINCENT PAUL [GB] ET AL) 12 juin 2008 (2008-06-12) * abrégé * * page 1, alinéa [0034] - page 3, alinéa [0070]; figures 1-18 *	1-10	
A	US 2005/194978 A1 (SMITH PAUL S [US] SMITH PAUL SAMUEL [US]) 8 septembre 2005 (2005-09-08) * abrégé * * page 2, alinéa [0031] - page 6, alinéa [0091]; figures 1-12 *	1-10	
A	US 2007/085550 A1 (WU SHANG [US] ET AL) 19 avril 2007 (2007-04-19) * abrégé * * page 2, alinéa [0028] - page 5, alinéa [0059]; figures 1-13 *	1-10	
A	US 7 120 563 B2 (BECHHOEFER ERIC ROBERT [US] ET AL) 10 octobre 2006 (2006-10-10) * abrégé * * colonne 44, ligne 31 - ligne 62 * * colonne 45, ligne 25 - ligne 63; figures 20, 21 *	1-10	
A	US 6 448 781 B1 (FRANK MARGUERITE A [US] ET AL) 10 septembre 2002 (2002-09-10) * abrégé * * colonne 2, ligne 39 - colonne 3, ligne 46; figure 1A *	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) G01R
----- -/-			
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
24 mai 2011		Bergado Colina, J	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS 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 bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 744772
FR 1057344

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	EP 1 367 683 A1 (AIRBUS GMBH [DE]) 3 décembre 2003 (2003-12-03) * abrégé; figures 2-16 *	1-10	
A	EP 1 411 611 A2 (AIRBUS GMBH [DE]) 21 avril 2004 (2004-04-21) * abrégé; figures 1-14 *	1-10	
A	DE 10 2007 032233 A1 (AIRBUS GMBH [DE]) 22 janvier 2009 (2009-01-22) * abrégé; figures 17, 18 *	1-10	
A	DE 10 2004 045964 A1 (AIRBUS GMBH [DE]) 6 avril 2006 (2006-04-06) * abrégé; figures 3-7 *	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
Date d'achèvement de la recherche 24 mai 2011		Examineur Bergado Colina, J	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS 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 bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1057344 FA 744772**

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

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **24-05-2011**

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

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US 5479610	A	26-12-1995	CA	2175365 A1	11-05-1995
			EP	0727048 A1	21-08-1996
			IL	111410 A	04-08-1996
			JP	9506448 T	24-06-1997
			WO	9512820 A1	11-05-1995

US 2008134477	A1	12-06-2008	AUCUN		

US 2005194978	A1	08-09-2005	WO	2005086812 A2	22-09-2005

US 2007085550	A1	19-04-2007	AUCUN		

US 7120563	B2	10-10-2006	CA	2455457 A1	12-11-2004
			EP	1477820 A2	17-11-2004
			US	2004230383 A1	18-11-2004
			US	2004230385 A1	18-11-2004

US 6448781	B1	10-09-2002	AUCUN		

EP 1367683	A1	03-12-2003	DE	10223840 A1	18-12-2003
			US	2003221851 A1	04-12-2003

EP 1411611	A2	21-04-2004	AT	371286 T	15-09-2007
			DE	10248241 A1	06-05-2004
			US	2004129445 A1	08-07-2004

DE 102007032233	A1	22-01-2009	US	2009026318 A1	29-01-2009

DE 102004045964	A1	06-04-2006	CN	101010844 A	01-08-2007
