(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) **N° de publication :** **2 928 740**

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **08 51571**

(51) Int Cl[8] : ***G 01 R 31/08*** *(2006.01)*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 11.03.08.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 18.09.09 Bulletin 09/38.

(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) :** *PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA Société anonyme* — FR.

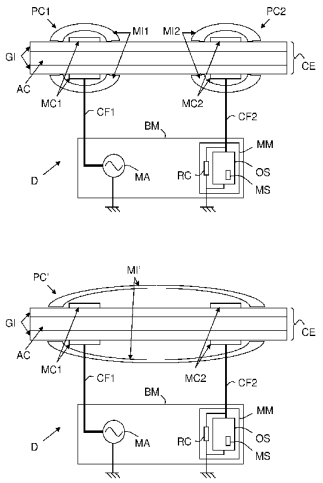
(72) **Inventeur(s) :** BARSIKHGHAZALIAN ALAXANDRE et KRAPF PASCAL.

(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire(s) :** PSA PEUGEOT CITROEN.

(54) DISPOSITIF NON INVASIF DE MESURE ELECTRIQUE POUR LA DETECTION D'UN DEFAUT D'ISOLEMENT D'UN CABLE ELECTRIQUE.

(57) Un dispositif de mesure électrique (D), pour un câble électrique isolé (CE) comportant une âme conductrice (AC) entourée d'une gaine isolante (GI), comprend i) deux moyens de couplage (MC1, MC2) propres à être placés au contact de la gaine (GI) en deux endroits distincts et à se coupler de façon capacitive à l'âme (AC), ii) des moyens d'alimentation (MA) chargés d'appliquer une tension variable choisie aux bornes des moyens de couplage (MC1, MC2), et iii) des moyens de mesure (MM) chargés de mesurer une valeur représentative d'un courant électrique induit entre les moyens de couplage (MC1, MC2) par couplage capacitif avec l'âme (AC) et de déterminer si cette valeur mesurée est représentative d'un défaut d'isolement du câble (CE) par rapport à la masse électrique.



FR 2 928 740 - A1

DISPOSITIF NON INVASIF DE MESURE ÉLECTRIQUE POUR LA DÉTECTION D'UN DÉFAUT D'ISOLEMENT D'UN CÂBLE ÉLECTRIQUE

L'invention concerne les dispositifs de mesure électrique destinés à déterminer d'éventuels défauts d'isolement électrique par rapport à la masse électrique de câbles électriques dits isolés.

On entend ici par « câble électrique isolé » un câble comportant une âme conductrice entourée d'une gaine isolante.

Comme le sait l'homme de l'art, lorsque l'on souhaite diagnostiquer une panne, par exemple dans un véhicule automobile, en phase de développement comme en après vente, il arrive fréquemment que l'on vérifie si un câble électrique est impliqué dans cette panne, et plus précisément si ce dernier fait l'objet d'un défaut d'isolement électrique par rapport à la masse électrique.

Pour ce faire, on peut par exemple utiliser un dispositif de mesure électrique constituant un multimètre. Ce type de dispositif est notamment décrit dans les documents brevet US 2005/0077908 et US 6,552,522. L'inconvénient principal du multimètre réside dans le fait qu'il est invasif. En effet, il nécessite le percement de la gaine isolante du câble électrique au moyen d'un « pique-fil » afin d'établir un contact électrique direct avec l'âme conductrice de ce dernier. On comprendra donc que ce type de multimètre peut provoquer une dégradation de la gaine isolante d'un câble électrique qui est de nature à induire des dysfonctionnements au niveau de l'équipement auquel il est connecté en raison de la rupture de l'étanchéité.

Il est également possible d'utiliser un boîtier de raccordement que l'on vient raccorder au niveau des connecteurs auxquels sont connectés les câbles électriques à tester. Ces boîtiers sont certes non invasifs, mais ils sont généralement encombrants, peu pratiques à utiliser et coûteux. En outre, ils sont généralement adaptés à un seul type de connecteur, ce qui nécessite d'avoir à disposition un boîtier pour chaque type de connecteur lorsque des câbles électriques impliquant plusieurs types de connecteurs doivent être

testés, comme c'est fréquemment le cas dans certains domaines tels que celui des véhicules automobiles.

L'invention a donc pour but de proposer une solution alternative non invasive, facile d'emploi et peu onéreuse.

Elle propose à cet effet un dispositif de mesure électrique, pour un câble électrique isolé (comportant une âme conductrice entourée d'une gaine isolante), et comprenant :

- deux moyens de couplage propres à être placés au contact de la gaine en deux endroits distincts et à se coupler de façon capacitive à l'âme,
- des moyens d'alimentation chargés d'appliquer une tension variable choisie aux bornes des moyens de couplage, et
- des moyens de mesure chargés de mesurer une valeur représentative d'un courant électrique induit entre les moyens de couplage par couplage capacitif avec l'âme, et de déterminer si cette valeur mesurée est représentative d'un défaut d'isolement du câble par rapport à la masse électrique.

Le dispositif selon l'invention peut comporter d'autres caractéristiques qui peuvent être prises séparément ou en combinaison, et notamment :

- ses moyens d'alimentation peuvent être chargés d'appliquer une tension variable choisie de type sinusoïdale ;
  - ➢ ses moyens de mesure peuvent être chargés de mesurer une valeur qui est égale à l'amplitude du courant électrique qui est induit entre ses moyens de couplage par couplage capacitif avec l'âme ;
- ses moyens de mesure peuvent être chargés de soustraire de la valeur mesurée une valeur prédéterminée, représentative du couplage électrique entre les moyens de couplage, de manière à obtenir une valeur dite utile ;
  - ➢ la valeur prédéterminée peut être une valeur de calibration obtenue pendant une phase préalable de calibration sur un câble électrique isolé dépourvu de défaut d'isolement ;
  - ➢ ses moyens de mesure peuvent être chargés de comparer la valeur utile obtenue à un seuil choisi, et de délivrer un signal d'alarme lorsque cette valeur utile obtenue est strictement inférieure au seuil choisi ;

- le signal d'alarme peut être choisi parmi (au moins) un signal sonore et un signal lumineux ;

- il peut comprendre des moyens d'isolation agencés pour isoler électriquement ses moyens de couplage de manière à interdire leur couplage capacitif avec un éventuel autre câble situé dans leur voisinage ;
- il peut comprendre deux pinces de couplage indépendantes l'une de l'autre et comportant chacune l'un des deux moyens de couplage. Chaque moyen de couplage est alors couplé électriquement aux moyens d'alimentation par un câble d'alimentation ;
- en variante, il peut comprendre une pince de couplage comportant ses moyens de couplage séparés d'une distance fixe et couplés chacun électriquement aux moyens d'alimentation par un câble d'alimentation ;
- ses moyens de mesure peuvent comprendre une résistance de charge et un oscilloscope montés en parallèle.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée ci-après, et des dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 illustre schématiquement et fonctionnellement un premier exemple de réalisation d'un dispositif de mesure électrique selon l'invention installé sur un câble électrique à tester, et
- la figure 2 illustre schématiquement et fonctionnellement un second exemple de réalisation d'un dispositif de mesure électrique selon l'invention installé sur un câble électrique à tester.

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

L'invention a pour but de proposer un dispositif de mesure électrique non invasif destiné à déterminer d'éventuels défauts d'isolement par rapport à la masse électrique de câbles électriques isolés.

On a schématiquement représenté sur la figure 1 un premier exemple de dispositif de mesure électrique D installé sur un câble électrique isolé CE comportant une âme conductrice AC entourée d'une gaine isolante GI.

Dans ce qui suit, on considère à titre d'exemple non limitatif que le

câble électrique isolé CE fait partie d'un véhicule automobile. Mais, l'invention n'est pas limitée à cette application. Elle concerne en effet n'importe quel type de câble électrique isolé (c'est-à-dire pourvu d'une âme conductrice entourée d'une gaine isolante).

Un dispositif (de mesure électrique) D selon l'invention comprend au moins deux moyens de couplage MCi, un module d'alimentation électrique MA et un module de mesure MM.

Chacun des deux moyens de couplage MCi (i = 1 ou 2) est destiné à être placé au contact de la gaine GI d'un câble (électrique) CE en deux endroits distincts (c'est-à-dire espacés physiquement l'un de l'autre) et à se coupler de façon capacitive à l'âme AC du câble CE.

Par exemple, et comme cela est illustré sur la figure 1, chaque moyen de couplage MCi peut faire partie d'une pince PCi. Dans ce cas, chaque moyen de couplage MCi peut par exemple faire partie des portions des deux branches articulées d'une pince PCi qui entourent étroitement la gaine GI en la serrant légèrement.

A titre d'exemple illustratif et non limitatif, chaque moyen de couplage MCi peut être constitué de deux plaques métalliques (comme illustré) qui, une fois plaquées contre la gaine GI, vont constituer avec l'âme AC du câble CE une armature de condensateur, propre à induire un courant électrique par couplage capacitif lorsque lesdites plaques sont alimentées par une tension électrique variable. La gaine GI du câble CE assure ici la fonction de diélectrique.

On notera que chaque moyen de couplage MCi peut être couplé directement ou indirectement au module d'alimentation MA au moyen d'un câble d'alimentation CFi.

On notera également, comme illustré sur la figure 2, que les deux moyens de couplage MCi peuvent faire partie d'une même pince de couplage PC'. Dans ce cas, les deux moyens de couplage MCi sont séparés l'un de l'autre d'une distance fixe et couplés chacun électriquement, directement ou indirectement, au module d'alimentation MA au moyen d'un câble d'alimentation CFi. Ils peuvent par exemple faire partie des portions des deux branches articulées de la pince PC' qui entourent étroitement la gaine GI en

deux endroits distincts en la serrant légèrement.

Le module d'alimentation MA est chargé d'appliquer une tension variable choisie aux bornes des deux moyens de couplage MCi. Il est par exemple agencé sous la forme d'une source de tension variable.

On notera qu'il est avantageux que la source de tension variable MA délivre une tension de type sinusoïdale. Cela permet en effet d'utiliser un formalisme d'impédance complexe pour les calculs.

Dans l'exemple de réalisation non limitatif illustré sur les figures 1 et 2, le module d'alimentation MA est connecté directement au câble d'alimentation CF1 du premier moyen de couplage MC1 et indirectement au câble d'alimentation CF2 du second moyen de couplage MC2, via la masse électrique.

Le module de mesure MM est tout d'abord chargé de mesurer une valeur qui est représentative du courant électrique induit entre les deux moyens de couplage MC1 et MC2 en raison de leur couplage capacitif avec l'âme AC du câble CE lorsqu'ils sont alimentés par la tension variable (par exemple sinusoïdale) délivrée par le module d'alimentation MA.

Par exemple, lorsque la tension d'alimentation est sinusoïdale, le module de mesure MM mesure une valeur qui est égale à l'amplitude du courant électrique induit entre les deux moyens de couplage MC1 et MC2.

Une fois que le module de mesure MM dispose d'une valeur mesurée, il détermine si cette valeur mesurée est représentative d'un défaut d'isolement du câble CE par rapport à la masse électrique.

On comprendra en effet que si le câble CE est bien isolé par rapport à la masse électrique, alors il permet à un signal électrique (ici un courant) de circuler d'un moyen de couplage MC1 à l'autre MC2, ou d'une pince PC1 à l'autre PC2, tandis que si le câble est relié à la masse électrique, alors il constitue un écran qui empêche le signal électrique de circuler normalement d'un moyen de couplage MC1 à l'autre MC2, ou d'une pince PC1 à l'autre PC2.

Afin de déterminer si un câble fait l'objet d'un défaut d'isolement, le module de mesure MM peut par exemple soustraire de la valeur mesurée une valeur prédéterminée qui est représentative du couplage électrique entre les deux moyens de couplage MCi. En effet, le courant qui est induit entre les deux

moyens de couplage MC1 et MC2 est fonction du couplage capacitif des deux moyens de couplage MC1 et MC2 avec l'âme AC, du couplage électrique entre les deux moyens de couplage MC1 et MC2 et de l'isolement du câble CE par rapport à la masse électrique. Par conséquent, si l'on connaît sensiblement la valeur du courant qui est induit par le couplage électrique entre les deux moyens de couplage MC1 et MC2, on peut alors soustraire ce dernier de la valeur du courant induit (mesurée) de manière à obtenir une valeur dite utile de laquelle on peut déduire si le câble CE fait ou non l'objet d'un défaut d'isolement.

Cette valeur prédéterminée du courant qui est induit par le couplage électrique entre les deux moyens de couplage MC1 et MC2 est par exemple une valeur de calibration qui est obtenue pendant une phase préalable de calibration sur un câble électrique isolé dépourvu de défaut d'isolement.

Pendant cette phase de calibration on installe les deux moyens de couplage MC1 et MC2 sur la gaine d'un câble électrique isolé dépourvu de défaut d'isolement, puis on relie l'âme de ce câble à la masse électrique, puis on applique une tension variable (ici sinusoïdale), identique à celle que l'on applique pour tester un câble CE, et l'on mesure la valeur du courant qui est induit par le couplage électrique entre les deux moyens de couplage MC1 et MC2, ce qui fournit la valeur prédéterminée recherchée.

On notera que la valeur prédéterminée peut varier en fonction de la distance séparant les deux moyens de couplage MC1 et MC2. Par conséquent, lorsque l'on veut tester un câble CE avec un dispositif D du type de celui illustré sur la figure 1, il faut soit espacer les deux moyens de couplage MC1 et MC2 d'une distance choisie pour laquelle on dispose d'une valeur prédéterminée correspondante, soit effectuer préalablement une phase de calibration en espaçant les deux moyens de couplage MC1 et MC2 d'une distance sensiblement égale à celle que l'on veut choisir pour tester le câble CE, soit encore espacer suffisamment les deux moyens de couplage MC1 et MC2 pour que l'influence qu'ils exercent l'un sur l'autre soit négligeable (valeur prédéterminée sensiblement nulle).

L'utilisation d'un dispositif D du type de celui illustré sur la figure 2 peut permettre de ne pas avoir à effectuer de calibration avant chaque test (ou

mesure) car la distance qui sépare les deux moyens de couplage MC1 et MC2 est constante.

Il est important de noter, comme cela est illustré sur les figures 1 et 2 de façon non limitative, que le dispositif D peut comprendre des moyens d'isolation Mli ou MI' qui sont chargés d'isoler électriquement les deux moyens de couplage MC1 et MC2 de manière à interdire leur couplage capacitif avec un éventuel autre câble situé dans leur voisinage. Dans l'exemple de la figure 1, chaque pince de couplage PCi est pourvue de son propre moyen d'isolation Mli qui entoure son propre moyen de couplage MCi, tandis que dans l'exemple de la figure 2, l'unique pince de couplage PC' est pourvue d'un moyen d'isolation MI' qui entoure ses deux moyens de couplage MC1 et MC2.

Par exemple, les moyens d'isolation Mli ou MI' sont réalisés sous la forme d'un écran (tel qu'un capot ou une plaque) métallique relié à la masse ou d'un treillis métallique relié à la masse.

A titre d'exemple, une fois que le module de mesure MM a obtenu une valeur utile, il peut comparer cette valeur utile à un seuil choisi, et délivrer un signal d'alarme lorsque la valeur utile est strictement inférieure à ce seuil choisi. En effet, si la valeur utile est nulle ou voisine de zéro cela signifie que le câble CE présente un mauvais isolement par rapport à la masse électrique (pas de courant induit par le couplage capacitif), tandis que si la valeur utile est éloignée de zéro cela signifie que le câble CE est bien isolé par rapport à la masse électrique (courant relativement important induit par le couplage capacitif). Par conséquent, en effectuant une comparaison de la valeur utile à un seuil prédéterminé, on peut en déduire immédiatement si le câble CE fait ou non l'objet d'un défaut d'isolement.

Le seuil prédéterminé est notamment fonction du type du module de mesure MM.

Comme cela est illustré sur les figures 1 et 2 de façon non limitative, le module de mesure MM peut par exemple comporter une résistance de charge RC et un oscilloscope OS qui sont montés en parallèle. Dans l'exemple illustré, ils sont montés en parallèle entre l'un des câbles d'alimentation CF2 et la masse électrique. L'oscilloscope OS peut par exemple comporter un module de calcul MS chargé d'effectuer la soustraction entre une valeur mesurée et la

valeur prédéterminée afin d'obtenir une valeur utile, puis la comparaison entre cette valeur utile et le seuil prédéterminé afin de déterminer si il existe un défaut d'isolement. En variante, le module de mesure MM peut comporter un tel module de calcul MS couplé à la sortie de l'oscilloscope OS.

On notera que le signal d'alarme, qui est délivré par le module de mesure MM lorsqu'il a détecté un défaut d'isolement (par exemple une valeur utile strictement inférieure au seuil prédéterminé), peut être sonore et/ou lumineux. On utilise pour ce faire un circuit comportant un générateur de bruit, comme par exemple un « buzzer », et/ou un générateur de lumière, comme par exemple une diode électroluminescente (ou LED), et/ou un afficheur numérique destiné à afficher une valeur numérique estimée de l'impédance de fuite vers la masse.

L'invention ne se limite pas aux modes de réalisation de dispositif de mesure électrique décrits ci-avant, seulement à titre d'exemple, mais elle englobe toutes les variantes que pourra envisager l'homme de l'art dans le cadre des revendications ci-après.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de mesure électrique (D) pour un câble électrique isolé (CE) comportant une âme conductrice (AC) entourée d'une gaine isolante (GI), caractérisé en ce qu'il comprend i) deux moyens de couplage (MCi) propres à être placés au contact de ladite gaine (GI) en deux endroits distincts et à se coupler de façon capacitive à ladite âme (AC), ii) des moyens d'alimentation (MA) agencés pour appliquer une tension variable choisie aux bornes desdits moyens de couplage (MCi), et iii) des moyens de mesure (MM) agencés pour mesurer une valeur représentative d'un courant électrique induit entre lesdits moyens de couplage (MCi) par couplage capacitif avec ladite âme (AC) et déterminer si cette valeur mesurée est représentative d'un défaut d'isolement dudit câble (CE) par rapport à la masse électrique.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits moyens d'alimentation (MA) sont agencés pour appliquer une tension sinusoïdale choisie.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que lesdits moyens de mesure (MM) sont agencés pour mesurer une valeur égale à l'amplitude du courant électrique induit entre lesdits moyens de couplage (MCi) par couplage capacitif avec ladite âme (AC).

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que lesdits moyens de mesure (MM) sont agencés pour soustraire de ladite valeur mesurée une valeur prédéterminée, représentative du couplage électrique entre lesdits moyens de couplage (MCi), de manière à obtenir une valeur utile.

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que ladite valeur prédéterminée est une valeur de calibration obtenue pendant une phase préalable de calibration sur un câble électrique isolé dépourvu de défaut d'isolement.

6. Dispositif selon l'une des revendications 4 et 5, caractérisé en ce que lesdits moyens de mesure (MM) sont agencés pour comparer ladite valeur utile obtenue à un seuil choisi, et pour délivrer un signal d'alarme lorsque ladite valeur utile obtenue est strictement inférieure audit seuil choisi.

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que ledit signal d'alarme est choisi dans un groupe comprenant au moins un signal sonore et un signal lumineux.

8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens d'isolation (MIi, MI') agencés pour isoler électriquement lesdits moyens de couplage (MCi) de manière à interdire leur couplage capacitif avec un éventuel autre câble situé dans leur voisinage.

9. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comprend deux pinces de couplage (PCi) indépendantes l'une de l'autre et comportant chacune l'un desdits moyens de couplage (MCi), chaque moyen de couplage (MCi) étant couplé électriquement auxdits moyens d'alimentation (MA) par un câble d'alimentation (CFi).

10. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comprend une pince de couplage (PC') comportant lesdits moyens de couplage (MCi) séparés d'une distance fixe et couplés chacun électriquement auxdits moyens d'alimentation (MA) par un câble d'alimentation (CFi).

11. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que lesdits moyens de mesure (MM) comprennent une résistance de charge (RC) et un oscilloscope (OS) montés en parallèle.

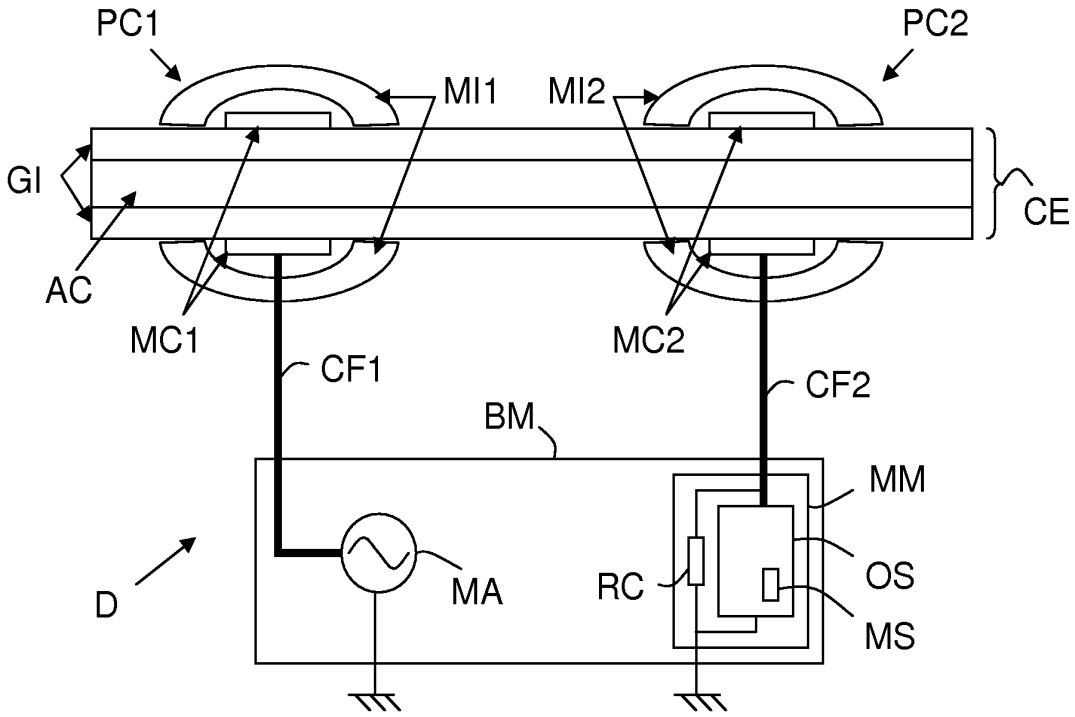

PC1
PC2
MI1
MI2
GI
CE
AC
MC1
MC2
CF1
CF2
BM
MM
D
MA
RC
OS
MS

FIG.1

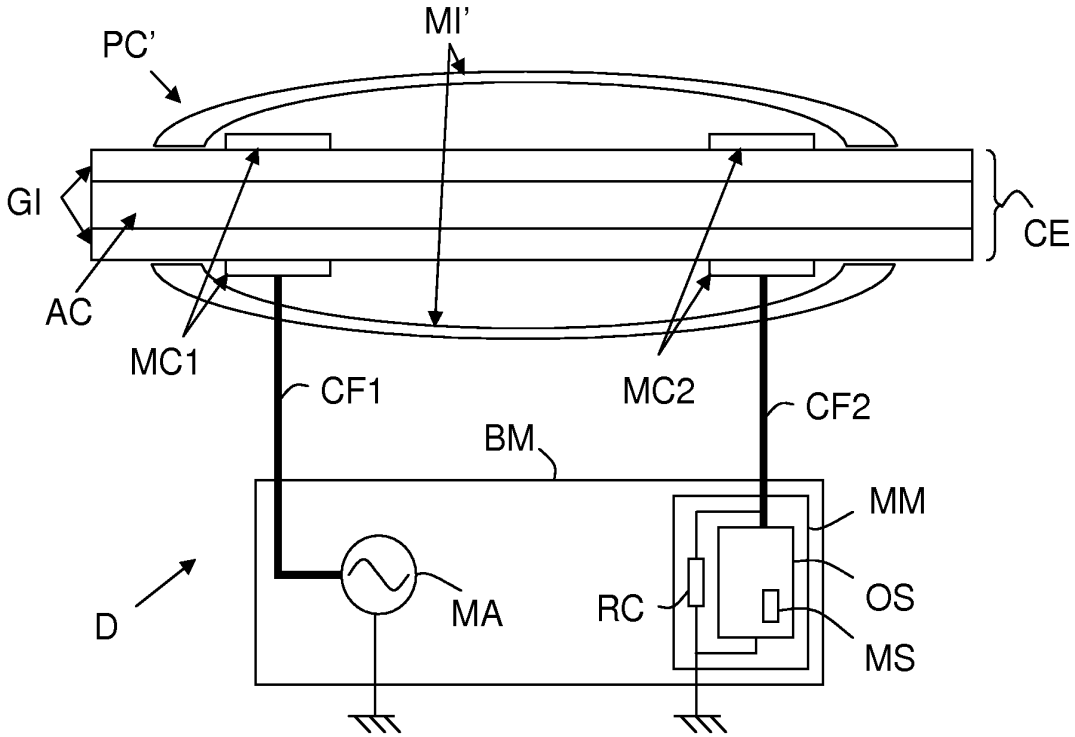

PC'
MI'
GI
CE
AC
MC1
MC2
CF1
CF2
BM
MM
D
MA
RC
OS
MS

FIG.2

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

2928740

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement national

FA 705117
FR 0851571

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	GB 2 049 205 A (HUGH MEDINE) 17 décembre 1980 (1980-12-17) * page 1, ligne 11,12 * * page 1, ligne 87-99; figure 1 * -----	1,7	G01R31/08
A	GB 2 409 286 A (ADVANCED ANALYSIS AND INTEGRATION) 22 juin 2005 (2005-06-22) * abrégé; figure 1 * -----	1-3	
A	US 3 798 541 A (CAMPBELL ET AL.) 19 mars 1974 (1974-03-19) * colonne 3, ligne 17-26 * * colonne 1, ligne 64 - colonne 2, ligne 11 * * colonne 6, ligne 45-58; figures 7a,14-16 * -----	1,8	
A	US 2002/097056 A1 (BLADES) 25 juillet 2002 (2002-07-25) * alinéas [0006], [0027] - [0029], [0035]; figures 4,9 * -----	1,7,8	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			G01R

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
12 novembre 2008	Iwansson, Kaj

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

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0851571 FA 705117

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 12-11-2008
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
GB 2049205 A	17-12-1980	AUCUN	
GB 2409286 A	22-06-2005	EP 1700131 A2	13-09-2006
		WO 2005059576 A2	30-06-2005
		US 2007273391 A1	29-11-2007
US 3798541 A	19-03-1974	AUCUN	
US 2002097056 A1	25-07-2002	AUCUN	

EPO FORM P0465