

(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
6 mars 2014 (06.03.2014)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2014/033397 A1

- (51) Classification internationale des brevets :
G01R 27/02 (2006.01) G01R 31/02 (2006.01)
G01R 31/00 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2013/051967
- (22) Date de dépôt international :
26 août 2013 (26.08.2013)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1258089 30 août 2012 (30.08.2012) FR
- (71) Déposant : RENAULT S.A.S [FR/FR]; 13-15 quai Le Gallo, F-92100 Boulogne-Billancourt (FR).
- (72) Inventeurs : PALMIERI, Michael; 8 rue Aimé Béréy, F-38000 Grenoble (FR). CARCOUET, Sébastien; 3 allée de la Petite Mécanique, F-38450 Vif (FR). CHATROUX, Daniel; Le Village, 660 rue du Bourg, F-38470 Teche (FR). CORDESSES, Lionel; 139 boulevard Descartes, F-78180 Montigny-Le-Bretonneux (FR). MENSLER, Michel; 45 rue Jean Cocteau, F-78180 Montigny-Le-Bretonneux (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, 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, SA, 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), eurasién (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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Publiée :
— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : DEVICE FOR DETECTING AND MEASURING AN INSULATION FAULT

(54) Titre : DISPOSITIF DE DETECTION ET DE MESURE D'UN DEFAUT D'ISOLEMENT

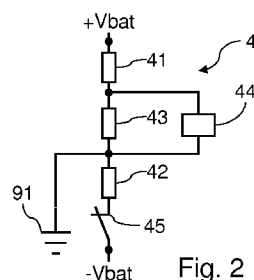


Fig. 2

(57) Abstract : The invention relates to a device (4) for detecting an insulation fault of a direct voltage source that can induce electrocution, comprising: first and second input terminals (-Vbat, +Vbat) for the voltage source; first and third resistive dipoles (41, 43) connected in series between an electric ground (91) and the second input terminal (+Vbat), the first resistive dipole (41) having a resistance at least ten times higher than that of the third dipole (43); a second resistive dipole (42) and a switch (45) connected in series between the first input terminal (-Vbat) and the electric ground (91); and a detection circuit (44) connected to the terminals of the third dipole (43), designed to alternately open and close said switch, measure the voltage at the terminals of the third dipole, and determine the amplitude of an insulation fault according to the measured voltages.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



WO 2014/033397 A1



L'invention concerne un dispositif de détection (4) d'un défaut d'isolement d'une source de tension continue susceptible d'induire une électrocution, comprenant; des première et deuxième bornes d'entrée (-Vbat, +Vbat) pour la source de tension; des premier et troisième dipôles résistifs (41, 43) connectés en série entre une masse électrique (91) et la deuxième borne d'entrée (+Vbat), le premier dipôle résistif (41) présentant une résistance au moins dix fois supérieure à celle du troisième dipôle (43); un deuxième dipôle résistif (42) et un interrupteur (45) connectés en série entre la première borne d'entrée (-Vbat) et la masse électrique (91); un circuit de détection (44) connecté aux bornes du troisième dipôle (43), configuré pour; ouvrir et fermer alternativement ledit interrupteur; mesurer la tension aux bornes du troisième dipôle; déterminer l'amplitude d'un défaut d'isolement en fonction des tensions mesurées.

DISPOSITIF DE DETECTION ET DE MESURE D'UN DEFAUT D'ISOLEMENT

L'invention concerne l'isolement d'un réseau ou d'une alimentation électrique à tension continue par rapport à une référence de tension.

5 Les systèmes électriques de forte puissance à tension continue connaissent un développement important. En effet, de nombreux systèmes de transport incluent une alimentation de tension continue.

Les véhicules hybrides combustion/électrique ou électriques incluent notamment des batteries de forte puissance. Pour obtenir le niveau de tension
10 adéquat, on place en série plusieurs accumulateurs électrochimiques. Pour obtenir de fortes puissances et capacités, on place plusieurs groupes d'accumulateurs en série. Le nombre d'étages (nombre de groupes d'accumulateurs) et le nombre d'accumulateurs en parallèle dans chaque étage varient en fonction de la tension, du courant et de la capacité souhaités pour la
15 batterie. L'association de plusieurs accumulateurs est appelée une batterie d'accumulateurs.

De telles batteries sont utilisées pour entraîner un moteur électrique à courant alternatif par l'intermédiaire d'un onduleur. Les niveaux de tension nécessaires pour de tels moteurs atteignent plusieurs centaines de Volts,
20 typiquement de l'ordre de 400 Volts. De telles batteries comportent également une forte capacité afin de favoriser l'autonomie du véhicule en mode électrique. Plusieurs raisons techniques spécifiques à l'application automobile amènent à l'utilisation d'un isolement entre la masse mécanique du véhicule (formée par le châssis et la carrosserie métalliques du véhicule, et donc accessibles à
25 l'utilisateur) et les potentiels de la batterie. La raison principale est qu'il n'est pas envisageable lors d'un premier défaut d'isolement en roulage de déconnecter instantanément la batterie de traction. Par exemple, dans le cas où l'un des pôles de la batterie est relié à la masse mécanique et que le défaut d'isolement apparaît sur l'autre pôle. Ceci se traduit par un court-circuit et la
30 fusion immédiate du fusible de protection. Cela aurait pour effet de rendre le véhicule dangereux, du fait de la disparition de la puissance de traction ou du freinage récupératif. Ceci oblige donc à devoir isoler la batterie et surveiller cet

isolement pour des raisons de sécurité des personnes par un contrôleur d'isolement. En effet, si lors d'un premier défaut il n'y a aucun risque pour l'utilisateur, il convient de l'alerter de ce premier défaut avant l'apparition d'un second défaut ayant pour effet de déconnecter la batterie de traction car
5 provoquant un court-circuit entre les bornes positive et négative de la batterie. De plus, lors de ce second défaut, la tension de la batterie serait directement reliée à la masse mécanique du véhicule et l'utilisateur serait donc potentiellement en contact avec celle-ci. Du fait du risque potentiel d'une telle source d'énergie pour les utilisateurs, l'isolement et le contrôle de l'isolement
10 entre la batterie et la masse mécanique doivent être particulièrement soignés. Toute partie du véhicule reliée électriquement à la batterie doit être isolée par rapport aux masses. Cet isolement est réalisé par l'utilisation de matériaux isolants. L'isolement peut se détériorer avec le temps (à cause des vibrations, des chocs mécaniques, de la poussière, etc.), et donc mettre la masse
15 mécanique sous un potentiel dangereux.

Par ailleurs, il peut être envisagé d'utiliser un chargeur non isolé galvaniquement du réseau électrique. La masse mécanique du véhicule étant normativement reliée à la terre lors des recharges et le régime de neutre utilisé classiquement (régime TT) en résidentiel connectant le neutre à la terre, cela
20 revient à connecter pendant les recharges la masse mécanique du véhicule à un des potentiels de la batterie. Pendant ces recharges, la tension complète de la batterie est donc appliquée aux bornes de l'isolement contrairement au cas nominal où seulement la moitié de cette tension est appliquée et surtout contrôlée. Cet isolement pourrait ne pas être capable de tenir la tension
25 complète créant un second défaut instantanément ayant pour conséquence un court-circuit.

Un véhicule électrique selon l'état de la technique présente typiquement une batterie destinée à l'alimentation d'un moteur électrique triphasé. La batterie comprend des accumulateurs électrochimiques. Un dispositif de
30 protection muni de fusibles est connecté aux bornes de la batterie. Un dispositif de contrôle d'isolement est également connecté aux bornes de la batterie et raccordé à la masse mécanique du véhicule. Le dispositif de contrôle

d'isolement est connecté à un calculateur pour lui signaler les défauts d'isolement détectés. Ce calculateur est alimenté par une batterie de réseau de bord. Le pôle négatif de cette batterie est relié à la masse du véhicule. Les bornes de la batterie appliquent des tensions $+V_{bat}$ et $-V_{bat}$ sur les entrées continues d'un onduleur par l'intermédiaire d'un système de coupure. Le système de coupure comprend des contacteurs de puissance commandés par le calculateur. Le moteur électrique est connecté à la sortie alternative de l'onduleur. Différents types de contrôle d'isolement sont connus de l'état de la technique.

10 Du fait du vieillissement, certains matériaux d'isolement peuvent s'avérer appropriés pour supporter la tension entre la masse mécanique et une borne de la batterie en fonctionnement normal, mais peuvent claquer lorsqu'ils sont soumis à la tension totale entre les bornes de la batterie du fait d'un défaut d'isolement.

15 Les dispositifs de contrôle connus ne permettent pas de tester et de détecter un tel défaut d'isolement potentiel, ce qui peut conduire à des défauts d'isolement en chaîne. Un premier défaut d'isolement sur une polarité applique la tension totale entre l'autre polarité et la masse. Si l'isolement de cette autre polarité n'était pas apte à le supporter, le second défaut d'isolement apparaît.

20 Ceci crée un court-circuit avec fusion des fusibles. Ceci correspond à une perte de traction puis une immobilisation soudaine du véhicule qui est dangereuse.

Aucun des contrôleurs d'isolement connus ne donne satisfaction avec les contraintes industrielles rencontrées. Aucun des contrôleurs d'isolement connus ne permet de détecter un défaut d'isolement, de déterminer quelle polarité de la batterie est touchée par le défaut d'isolement, de déterminer si les deux polarités sont touchées par un défaut d'isolement, de mesurer l'amplitude d'un défaut d'isolement, sans induire une consommation électrique excessive, et ce à un coût compatible avec le prix de vente attendu pour un véhicule diffusé à grande échelle auprès du public.

30 L'invention vise à résoudre un ou plusieurs de ces inconvénients. L'invention porte ainsi sur un dispositif de détection d'un défaut d'isolement

4

d'une source de tension continue susceptible d'induire une électrocution, comprenant :

- des première et deuxième bornes d'entrée destinées à être connectées aux bornes de la source de tension;
- 5 -des premier et troisième dipôles résistifs connectés en série entre une masse électrique et la deuxième borne d'entrée, le premier dipôle résistif présentant une résistance au moins dix fois supérieure à celle du troisième dipôle ;
- un deuxième dipôle résistif et un interrupteur connectés en série entre
- 10 la première borne d'entrée et la masse électrique ;
- un circuit de détection connecté aux bornes du troisième dipôle, le circuit de détection étant configuré pour :
 - ouvrir et fermer alternativement ledit interrupteur ;
 - mesurer la tension aux bornes du troisième dipôle lorsque l'interrupteur
 - 15 est ouvert et lorsque l'interrupteur est fermé ;
 - déterminer l'amplitude d'un défaut d'isolement en fonction des tensions mesurées.

Selon une variante, la résistance du premier dipôle est au moins trois fois supérieure à la résistance du deuxième dipôle.

- 20 Selon une autre variante, le troisième dipôle est un potentiomètre ou un réseau de résistances commutées.

Selon encore une variante, le circuit de détection ferme ledit interrupteur de façon répétée avec un intervalle temporel compris entre 2 et 30 secondes.

- 25 Selon une autre variante, le circuit de détection maintient l'interrupteur fermé avec un rapport cyclique inférieur ou égal à 2 %.

Selon encore une autre variante, ledit interrupteur inclut un optocoupleur commandé par le circuit de détection.

Selon une variante, la résistance du premier dipôle et la résistance du deuxième dipôle sont chacune au moins égales à 50k Ω .

- 30 L'invention porte en outre sur un système de motorisation, comprenant :
 - un dispositif de détection tel que décrit ci-dessus ;

5

-une batterie dont les bornes sont connectées aux première et deuxième bornes d'entrée du dispositif de détection ;

-un onduleur présentant une interface continu et une interface alternatif, les bornes de la batterie étant connectées à l'interface continu;

5 -un moteur électrique connecté à l'interface alternatif de l'onduleur.

Selon une variante, la tension aux bornes de la batterie est supérieure à 100 V.

Selon une variante, le circuit de détection commande la résistance du potentiomètre de sorte que cette résistance est proportionnelle à la tension aux
10 bornes de la batterie.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront clairement de la description qui en est faite ci-après, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

15 -la figure 1 est une représentation schématique d'un exemple de véhicule à moteur électrique alimenté par batterie;

-la figure 2 est une représentation schématique d'un dispositif de détection et de mesure de défaut d'isolement selon mode de réalisation de l'invention ;

20 -la figure 3 illustre le dispositif de détection et de mesure de la figure 2 dans le contexte d'un premier type de défaut d'isolement ;

-la figure 4 illustre le dispositif de détection et de mesure de la figure 2 dans le contexte d'un deuxième type de défaut d'isolement ;

25 -les figures 5 et 6 illustrent des diagrammes de sensibilité d'un dispositif de détection en fonction de différentes valeurs de résistance ;

-les figures 7 et 8 illustrent le fonctionnement du dispositif de détection de défaut d'isolement en présence d'un double défaut ;

-les figures 9 et 10 illustrent des résultats de fonctionnement de deux variantes du dispositif de détection et de mesure de défaut d'isolement ; -les
30 figures 11 à 14 illustrent différentes variantes de dispositifs de détection de défaut d'isolement.

6

L'invention propose un dispositif de détection et de mesure d'un défaut d'isolement d'une source de tension continue susceptible d'induire une électrocution. Ce dispositif comprend des première et deuxième bornes d'entrée connectées aux bornes de la source de tension.

5

La figure 1 illustre un exemple de véhicule 1 mettant en oeuvre un mode de réalisation de l'invention. Le véhicule 1 est un véhicule électrique comprenant de façon connue en soi une batterie 2 incluant des accumulateurs électrochimiques 21 connectés en série. La batterie 2 comprend un grand
10 nombre d'accumulateurs 21 connectés en série, typiquement entre 40 et 150 accumulateurs en fonction de la tension nécessaire et du type d'accumulateurs utilisé. La tension aux bornes de la batterie 2 chargée est typiquement de l'ordre de 400 V. La batterie 2 applique une tension $+V_{bat}$ sur une première borne, et une tension $-V_{bat}$ sur une deuxième borne. Les accumulateurs 21
15 sont connectés en série par l'intermédiaire de connexions électriques de puissance. Les bornes de la batterie 2 sont connectées à une interface continu d'un onduleur 6. Un moteur électrique 7 est connecté sur une interface alternatif de l'onduleur 6.

La connexion entre les bornes de la batterie 2 et l'interface continu de
20 l'onduleur 6 est réalisée par l'intermédiaire d'un circuit de protection 3 et par l'intermédiaire d'un circuit d'accouplement de puissance 5. Le circuit de protection 3 peut comprendre de façon connue en soi des fusibles configurés pour ouvrir la connexion lors d'un court-circuit. Le circuit d'accouplement de puissance 5 comprend des interrupteurs 51 et 52 permettant de
25 connecter/déconnecter sélectivement les bornes de la batterie 2 à l'interface continu de l'onduleur 6. L'ouverture/fermeture des interrupteurs 51 et 52 est commandée par un circuit de commande 8, typiquement un calculateur de supervision du fonctionnement de la batterie 2. Le circuit de commande 8 est typiquement alimenté par l'intermédiaire d'une batterie 92 d'alimentation du
30 réseau de bord du véhicule 1, présentant un niveau de tension très inférieur à celui de la batterie 2. Le circuit de commande 8 est typiquement connecté à la

masse mécanique 91, incluant le châssis et la carrosserie 93 métalliques du véhicule 1.

Un dispositif de détection et de mesure d'un défaut d'isolement 4 est connecté aux bornes de la batterie 2 et à la masse mécanique 91. Un mode de réalisation d'un tel dispositif de détection 4 est détaillé schématiquement à la figure 2.

Le dispositif de détection et de mesure 4 comporte des bornes d'entrée +Vbat et -Vbat sur lesquelles sont appliquées respectivement les tensions +Vbat et -Vbat de la batterie, par l'intermédiaire de connexions de puissance. Le dispositif 4 inclut des premier, deuxième et troisième dipôles résistifs 41, 42 et 43. Les dipôles résistifs 41 et 43 sont connectés en série entre la masse mécanique 91 et la borne d'entrée +Vbat. Le dipôle résistif 42 est connecté en série avec un interrupteur 45 entre la borne d'entrée -Vbat et la masse mécanique 91.

On notera par la suite Vbat la tension aux bornes de la batterie 2, et R1, R2 et R3 les résistances respectives des dipôles 41, 42 et 43.

Un circuit de détection et de mesure 44 est connecté aux bornes du troisième dipôle 43. Le circuit de détection et de mesure 44 est configuré pour ouvrir et fermer alternativement l'interrupteur 45. Le circuit de détection et de mesure 44 mesure la tension aux bornes du dipôle 43 et est configuré pour en déduire la présence d'un défaut d'isolement, la polarité de ce défaut d'isolement et/ou l'amplitude de ce défaut d'isolement.

La figure 3 illustre le schéma électrique équivalent du dispositif 4, en présence d'un défaut d'isolement assimilable à une résistance Rd1 entre la borne +Vbat et la masse mécanique 91. La figure 4 illustre le schéma électrique équivalent du dispositif 4, en présence d'un défaut d'isolement assimilable à une résistance Rd2 entre la borne -Vbat et la masse mécanique 91. un tel dispositif 4 s'avère particulièrement approprié pour une batterie de puissance, dont la tension nominale est typiquement supérieure à 100V.

30

En pratique, la tension maximale aux bornes du dipôle 43 est atteinte en présence d'un court-circuit entre la masse mécanique 91 et la borne -Vbat. Afin

de limiter la tension appliquée à l'entrée du circuit de détection et de mesure 4, la résistance du dipôle 41 est au moins 10 fois supérieure à la résistance du dipôle 43. Pour une plage de tension V_{outMax} souhaitée aux bornes du circuit 44, on peut déterminer $R3$ comme suit :

$$5 \quad R3 = (R1 * V_{outMax}) / (V_{bat} - V_{outMax})$$

V_{outMax} sera avantageusement inférieur ou égal à 3,5V pour permettre l'utilisation de composants électroniques d'usage courant et de coût réduit dans le circuit 44.

Par ailleurs, le dipôle 43 aux bornes duquel le circuit de détection et de
10 mesure 44 est connecté est avantageusement connecté entre la masse 91 et la borne positive de la batterie 2, de sorte que le circuit de détection et de mesure 44 ne mesure que des tensions positives. Le circuit 44 permet de mesurer un défaut d'isolement pour les bornes de polarité opposées, et ce avec une tension de mesure V_{out} dont le signe reste inchangé.

15

Le dipôle 43 est avantageusement connecté à la masse mécanique 91. L'interrupteur 45 est avantageusement connecté à la masse mécanique 91.

Lorsque l'interrupteur 45 est fermé, en présence d'un défaut d'isolement
20 $Rd1$ uniquement entre la borne + V_{bat} et la masse 91, la tension V_{out} appliquée aux bornes du circuit 44 vaut alors :

$$25 \quad V_{out} = V_{bat} * \frac{R3}{R1 + R3} * \frac{(R1 + R3) * Rd1}{\frac{(R1 + R3) * Rd1}{R1 + R3 + Rd1} + R2}$$

25

Lorsque l'interrupteur 45 est fermé, en présence d'un défaut d'isolement
 $Rd2$ uniquement entre la borne - V_{bat} et la masse 91, la tension V_{out} appliquée aux bornes du circuit 44 vaut alors :

30

$$V_{out} = V_{bat} * \frac{R3}{R1 + R3 + \frac{R2 * Rd2}{R2 + Rd2}}$$

Dans ces deux cas de figure, on peut en déduire l'amplitude des défauts d'isolement :

$$\begin{aligned}
 5 \quad R_{d1} &= -\frac{R2 * (R1 + R3)}{R1 + R2 + R3 - \frac{V_{bat} * R3}{V_{out}}} \\
 10 \quad R_{d2} &= -\frac{R2 * \left(\frac{V_{bat} * R3}{V_{out}} - R1 - R3\right)}{R1 + R2 + R3 - \frac{V_{bat} * R3}{V_{out}}}
 \end{aligned}$$

La mesure de l'amplitude d'un défaut d'isolement est ainsi basée sur
 15 l'amplitude de la composante continue de la tension aux bornes du dipôle 43.

Les figures 5 et 6 illustrent la tension aux bornes du circuit de détection et de mesure 44 en fonction de l'amplitude des défauts d'isolement R_{d1} ou R_{d2} , pour différentes valeurs des résistances des dipôles 41 et 42. Pour ces
 20 mesures, l'interrupteur 45 est fermé. Dans ces différents cas de figure, la résistance $R1$ est au moins 100 fois supérieure à la résistance $R3$. $R3$ est ici dimensionné de sorte que $V_{outMax}=3,3V$. Dans ces différents cas de figure, $R1=R2$.

Le diagramme montre que le circuit 44 comporte une plage de non
 25 détection de défaut d'isolement (défaut d'isolement de trop faible amplitude), une plage de mesure (une amplitude de défaut d'isolement peut être déterminée) et une plage de détection (un défaut d'isolement peut être identifié mais pas son amplitude).

On constate que l'augmentation des valeurs de $R1$ et $R2$ permet de
 30 détecter un défaut d'isolement plus tôt. L'augmentation des valeurs de $R1$ et $R2$ accroît également le seuil de transition entre la plage de mesure et la plage de détection. Par conséquent, les valeurs de $R1$ et $R2$ seront avantageusement

choisies en fonction du seuil de transition entre la plage de mesure et la plage de non détection, et en fonction du domaine souhaité pour la plage de mesure.

En pratique, des ouvertures/fermetures alternées de l'interrupteur 45 permettent d'accroître le domaine de la plage de mesure du circuit 44. Des ouvertures/fermetures alternées de l'interrupteur 45 permettent en outre de détecter la présence simultanée de défauts d'isolement du côté de la borne -Vbat et du côté de la borne +Vbat. L'interrupteur 45 permet d'éviter une imprécision ou une absence de détection de défauts d'isolement par compensation des défauts d'isolement de part et d'autre de la masse mécanique 91.

Lorsque l'interrupteur 45 est fermé, la tension Vout1 aux bornes du dipôle 43 est donnée par la formule suivante :

15

$$V_{out1} = V_{bat} * \frac{R3}{R1 + R3} * \frac{\frac{(R1 + R3) * Rd1}{R1 + R3 + Rd1}}{\frac{(R1 + R3) * Rd1}{R1 + R3 + Rd1} + \frac{R2 * Rd2}{R2 + Rd2}}$$

20

Lorsque l'interrupteur 45 est ouvert, la tension Vout2 aux bornes du dipôle 43 est donnée par la formule suivante :

25

$$V_{out2} = V_{bat} * \frac{R3}{R1 + R3} * \frac{\frac{(R1 + R3) * Rd1}{R1 + R3 + Rd1}}{\frac{(R1 + R3) * Rd1}{R1 + R3 + Rd1} + R2}$$

On dispose ainsi d'un système de deux équations à deux inconnues, qui donne les solutions suivantes :

$$Rd1 = \frac{R2 * R13 * [V_{out2} * (Vb3 - R13 * V_{out1}) - V_{out1} * (Vb3 - R13 * V_{out2})]}{V_{out1} * R2 * (Vb3 - R13 * V_{out2}) - (Vb3 - (R13 - R2) * V_{out2}) * (Vb3 - R13 * V_{out1})}$$

Avec R13=R1+R3 et Vb3=Vbat*R3

$$Rd2 = \frac{Rd1 * (V_{bat} * R3 - (R1 + R3) * V_{out2})}{V_{out2} * (R1 + R3 + Rd1)}$$

Par conséquent, tant qu'un défaut d'isolement d'un côté ou de l'autre de la masse mécanique 91 ne comporte pas une résistance inférieure au seuil de transition de la plage de détection, le circuit 44 est apte à fournir une mesure de
5 l'amplitude des défauts d'isolement Rd1 et Rd2.

Lorsque l'interrupteur 45 est ouvert, en l'absence de défaut d'isolement la tension Vout1 est nulle. La consommation électrique des dipôles 41 à 43 est alors également nulle. La tension Vout1 augmente alors uniquement lors de
10 l'apparition d'un défaut d'isolement Rd2.

Pour limiter la consommation durant la fermeture de l'interrupteur 45, celui-ci pourra être maintenu fermé avec un rapport cyclique inférieur ou égal à 2%. En outre, les résistances R1 et R2 seront avantageusement au moins égales à 50kΩ chacune. Les fermetures de l'interrupteur 45 peuvent être
15 répétées avec un intervalle temporel compris entre 2 et 30 secondes.

Pour déterminer l'amplitude du défaut d'isolement, le circuit 44 peut réaliser un codage numérique de la tension Vout mesurée. On peut par exemple coder la mesure de tension Vout sur 12 bits par l'intermédiaire d'un
20 échantillonneur à l'entrée du circuit 44. La taille du mot de codage sera bien entendue adaptée à la précision souhaitée pour la mesure.

Des tests ont été effectués avec des défauts d'isolement Rd1=50kΩ et Rd2=1MΩ, pour des résistances R1 et R2 de 1MΩ. Le circuit 44 a permis d'obtenir des mesures de Rd1 et Rd2 avec une erreur inférieure à 10%, avec
25 un codage de la mesure Vout sur 12 bits, 10 bits ou 8 bits.

Des tests ont été effectués avec des défauts d'isolement Rd1=Rd2=100kΩ, pour des résistances R1 et R2 de 1MΩ. Le circuit 44 a permis d'obtenir des mesures de Rd1 et Rd2 avec une erreur inférieure à 2%, avec un codage de la mesure Vout sur 12 bits, 10 bits ou 8 bits.
30

Si un défaut apparaît à l'intérieur d'une des cellules incluses dans la batterie 2, les tensions Vbat et Vout vont varier. Un court-circuit avec la masse

mécanique 91 au milieu de la connexion en série de cellules ne modifie pas le potentiel de la masse mécanique 91. Par contre, l'ouverture de l'interrupteur 45 permet d'identifier un tel court-circuit. En effet, en l'absence de court-circuit, on devrait avoir une tension V_{out2} nulle. En présence d'un tel court circuit, on

5 obtient une valeur

$$V_{out2} = +V_{bat} * R3 / (R1 + R3)$$

On peut donc déterminer la présence d'un tel court-circuit du fait d'une déviation de V_{out2} par rapport à la valeur attendue.

10 L'invention s'avère particulièrement avantageuse lorsque la résistance $R1$ est supérieure à la résistance $R2$, par exemple lorsque $R1$ est au moins égale à deux fois $R2$, de préférence lorsque $R1$ est au moins égale à trois fois $R2$.

En pratique, cela permet d'élargir sensiblement le domaine de la plage

15 de mesure. En outre, une telle différence de résistance permet d'appliquer une tension proche de la tension V_{bat} entre chaque borne $-V_{bat}$ et $+V_{bat}$ de la batterie et la masse mécanique 91 pour tester la tenue de l'isolement. En l'absence de défaut d'isolement trop important, lorsque l'interrupteur 45 est ouvert, on applique sensiblement la tension V_{bat} entre la borne $-V_{bat}$ et la

20 masse mécanique 91. Lorsque l'interrupteur 45 est fermé, du fait de la différence entre les résistances $R1$ et $R2$, on applique une tension proche de V_{bat} entre la borne $+V_{bat}$ et la masse mécanique 91. Ces avantages sont obtenus sans induire de surcoût des composants du dispositif 4.

Du fait de cette importante différence de résistance, la variation de la

25 tension V_{out1} est accrue en l'absence de défaut d'isolement $Rd2$. En présence d'un défaut d'isolement $Rd2$, une faible valeur de la résistance $R2$ permet une plus grande sensibilité de mesure de ce défaut d'isolement $Rd2$.

Les tableaux figures 9 et 10 correspondent à des simulations effectuées respectivement avec des résistances $R1$ et $R2$ identiques ($1M\Omega$) et des

30 résistances $R1$ et $R2$ différentes ($1M\Omega$ et $100k\Omega$ respectivement). La mesure de tension V_{out} est codée sur 12 bits pour ces simulations.

Le tableau illustre les résultats pour différentes combinaisons de valeur des défauts d'isolement Rd1 et Rd2.

Les notations suivantes sont utilisées :

Mes : défaut d'isolement identifié et amplitude mesurée avec une erreur
5 inférieure à 20 % ;

NDet : défaut d'isolement non identifié ;

Det : défaut d'isolement détecté mais non mesuré ou mesuré avec une
erreur supérieure à 20 % ;

Imp : erreur de détection ou de non détection;

10 X : mesure impossible.

On constate qu'une mesure précise d'un défaut d'isolement présentant
une faible résistance n'est pas effectuée mais une telle précision sur un tel
défaut d'isolement n'est pas nécessaire car il s'agit d'un défaut d'isolement dont
15 l'amplitude est quoi qu'il en soit grave.

On constate également que des valeurs différentes des résistances R1
et R2 permet d'obtenir une mesure précise dans un bien plus grand nombre de
cas (mesures de défaut pour des résistances dix fois inférieures), un nombre de
mesures impossibles réduit, et un nombre de détections erronées réduit. Dans
20 tous les cas, le défaut d'isolement prépondérant est détecté.

L'utilisation d'une résistance R2 de plus faible valeur combinée à la
présence de l'interrupteur 45 en série permet quoi qu'il en soit de limiter la
consommation électrique du dispositif 4 tout en bénéficiant des avantages
d'une telle différence entre les résistances R1 et R2. La résistance R2 présente
25 avantageusement une valeur suffisamment élevée pour pouvoir mesurer
précisément des défauts d'isolement Rd1 présentant des valeurs élevées de
résistance.

Le dipôle 43 peut être mis en œuvre sous la forme d'un potentiomètre ou
de résistances commutées dont la valeur de résistance est fixée par un circuit
30 de commande proportionnelle à la tension Vbat aux bornes de la batterie 2. La
mesure de défaut d'isolement pourra ainsi tenir compte de variations de charge
de la batterie 2. La résolution de mesure peut ainsi être identique, quelle que

soit la charge de la batterie 2. Le dipôle 43 peut par exemple être mis en oeuvre sous la forme d'un potentiomètre numérique. Un tel potentiomètre pourra comprendre un composant dont la résistance est fixe, en série avec un composant dont la résistance est variable, en fonction de la plage de valeur
5 souhaitée pour la résistance R3. Avantageusement, les dipôles 41 et 42 peuvent être des potentiomètres. Ainsi, les domaines des plages de mesure pourront être modulés en jouant sur ces valeurs de résistance.

Les figures 11 à 13 illustrent différentes variantes de dispositifs de
10 détection de défaut d'isolement, dans lesquelles l'interrupteur 45 inclut un optocoupleur. L'utilisation d'un optocoupleur permet d'isoler la commande de l'interrupteur 45 par rapport aux dipôles 41 à 43 aux bornes desquels une tension élevée est appliquée.

Dans ces différentes variantes, une diode Zener 431 est connectée en
15 parallèle du troisième dipôle 43. Cette diode 431 permet d'éviter les surtensions sur le circuit 44 dans l'hypothèse d'un important défaut d'isolement. Dans ces différentes variantes, un condensateur 432 est connecté en parallèle du troisième dipôle 43. Le condensateur 432 permet de filtrer la tension aux bornes du dipôle 43 afin d'éliminer les perturbations hautes fréquences.

20 Dans la variante de la figure 11, l'interrupteur 45 inclut un unique optocoupleur 451. L'optocoupleur 451 utilise un phototransistor de type bipolaire. Une diode Zener 452 est connectée en parallèle de l'optocoupleur 451. L'optocoupleur 451 est utilisé en mode de saturation pour réaliser la fonction d'interrupteur. L'optocoupleur 451 est commandé par le circuit de
25 commande 8 par l'intermédiaire d'une résistance 46. La diode Zener 452 protège l'optocoupleur 451 d'éventuelles surtensions pouvant provenir des éléments connectés à la batterie 2, par exemple un onduleur moteur durant le roulage ou un réseau électrique durant une recharge. La tension Zener de la diode 452 est inférieure à la tension V_{ceMax} de l'optocoupleur et supérieure à
30 la tension V_{bat} . L'interrupteur 45 est ici normalement ouvert, la commande de l'interrupteur 45 ne consommant alors pas d'énergie au repos.

Dans la variante de la figure 12, l'interrupteur 45 inclut deux optocoupleurs 451 et 453 connectés en série. Un tel montage permet notamment d'utiliser des composants de puissance relativement courants, avec des batteries dont la tension V_{bat} nominale est supérieure à 400 V. Les 5 optocoupleurs 451 et 453 utilisent des phototransistors de type bipolaires. Une diode Zener 452 est connectée en parallèle de l'optocoupleur 451 et une diode Zener 454 est connectée en parallèle de l'optocoupleur 453. La tension Zener des diodes 452 et 454 est supérieure à $V_{bat}/2$. Dans cet exemple, les diodes des optocoupleurs 452 et 454 sont connectées en série. Si la tension de 10 commande n'est pas suffisante pour le pilotage des diodes en série, un circuit de commande parallèle peut être utilisé.

Dans la variante de la figure 13, l'interrupteur 45 inclut un optocoupleur 451 utilisant un phototransistor à effet de champ. Du fait d'une meilleure tenue en tension de ce type d'optocoupleur, un unique optocoupleur 451 peut être 15 utilisé, même lorsque la tension V_{bat} est supérieure à 400 V. Pour de tels niveaux de tension, on utilise plusieurs diodes Zener 455 et 456 connectées en série, dans une branche connectée en parallèle du phototransistor de l'optocoupleur 451.

20 La figure 14 illustre une autre variante d'un dispositif de détection et de mesure 4, dans lequel la commande de l'interrupteur 45 peut ne pas être isolée des dipôles 41 à 43. Dans cet exemple, l'interrupteur 45 est connecté entre le dipôle 42 et la masse mécanique 91.

L'interrupteur 45 inclut un transistor PMos 462 connecté en série entre le 25 dipôle 42 et la masse mécanique 91. Une branche connectée en parallèle du transistor 462 inclut deux diodes Zener 455 et 456 connectées en série. Une résistance 48 est connectée entre la borne $-V_{bat}$ et la grille du transistor 462. Une diode Zener 457 est connectée entre la grille du transistor 462 et la masse mécanique 91. L'interrupteur 45 inclut en outre un transistor nMOS 461 dont la 30 grille est contrôlée par le circuit de commande 8. Une tension d'alimentation V_{dd} est appliquée sur le drain du transistor 461, et une résistance 47 est connectée entre la source du transistor 461 et la grille du transistor 462.

16

Lorsque le transistor 461 est ouvert, la diode Zener 457 permet d'appliquer une tension négative sur la grille du transistor 462 pour l'amener à saturation. Lorsque le transistor 461 est fermé, la tension d'alimentation Vdd est appliquée sur la grille du transistor 462 et induit ainsi son blocage.

5

Pour une intégration dans un véhicule automobile 1, le contrôle d'un défaut d'isolement par le dispositif de détection et de mesure 4 peut être réalisé au démarrage du véhicule et/ou durant le roulage.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de détection (4) d'un défaut d'isolement d'une source de tension continue susceptible d'induire une électrocution, caractérisé en ce qu'il comprend :
- 5
- des première et deuxième bornes d'entrée (-Vbat, +Vbat) destinées à être connectées aux bornes de la source de tension;
 - des premier et troisième dipôles résistifs (41, 43) connectés en série entre une masse électrique (91) et la deuxième borne d'entrée (+Vbat), le premier

10

 - dipôle résistif (41) présentant une résistance au moins dix fois supérieure à celle du troisième dipôle (43) ;
 - une deuxième liaison électrique constituée d'un deuxième dipôle résistif (42) et d'un interrupteur (45) connectés en série entre la première borne d'entrée (-Vbat) et la masse électrique (91), ladite deuxième liaison

15

 - électrique étant connectée directement à la première borne d'entrée d'une part et à la masse électrique d'autre part, la résistance du premier dipôle (41) étant au moins trois fois supérieure à la résistance du deuxième dipôle (42);
 - un circuit de détection (44) connecté aux bornes du troisième dipôle (43), le

20

 - circuit de détection étant configuré pour :
 - ouvrir et fermer alternativement ledit interrupteur ;
 - mesurer la tension aux bornes du troisième dipôle lorsque l'interrupteur est ouvert et lorsque l'interrupteur est fermé ;
 - déterminer l'amplitude d'un défaut d'isolement en fonction des tensions

25

 - mesurées.
2. Dispositif de détection selon la revendication 1, dans lequel le troisième dipôle (43) est un potentiomètre ou un réseau de résistances commutées.
- 30
3. Dispositif de détection selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le circuit de détection (44) ferme ledit interrupteur (45) de façon répétée avec un intervalle temporel compris entre 2 et 30 secondes.

4. Dispositif de détection selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le circuit de détection (44) maintient l'interrupteur (45) fermé avec un rapport cyclique inférieur ou égal à 2 %.
- 5
5. Dispositif de détection selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit interrupteur inclut un optocoupleur (451) commandé par le circuit de détection (44).
- 10 6. Dispositif de détection selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la résistance du premier dipôle et la résistance du deuxième dipôle sont chacune au moins égales à 50k Ω .
7. Système de motorisation, comprenant :
- 15 -un dispositif de détection (4) selon l'une quelconque des revendications précédentes ;
-une batterie (2) dont les bornes sont connectées aux première et deuxième bornes d'entrée du dispositif de détection ;
-un onduleur (6) présentant une interface continu et une interface alternatif, les
20 bornes de la batterie étant connectées à l'interface continu ;
-un moteur électrique (7) connecté à l'interface alternatif de l'onduleur (6).
8. Système de motorisation selon la revendication 7, dans lequel la tension aux bornes de la batterie (2) est supérieure à 100 V.
- 25
9. Système de motorisation selon la revendication 7 ou 8, incluant un dispositif de détection selon la revendication 2, dans lequel le circuit de détection (44) commande la résistance du potentiomètre (43) de sorte que cette résistance est proportionnelle à la tension aux bornes de la batterie (2).

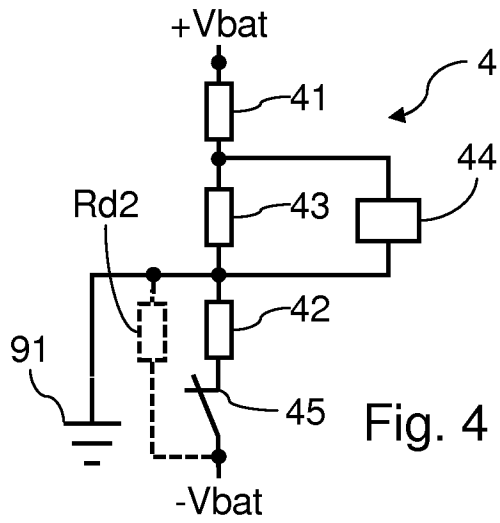


Fig. 4

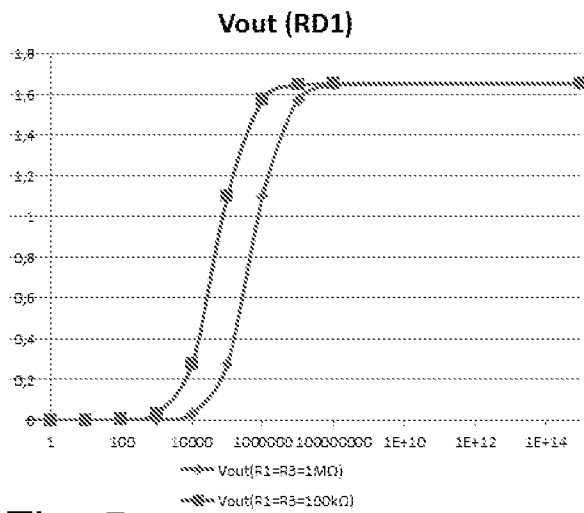


Fig. 5

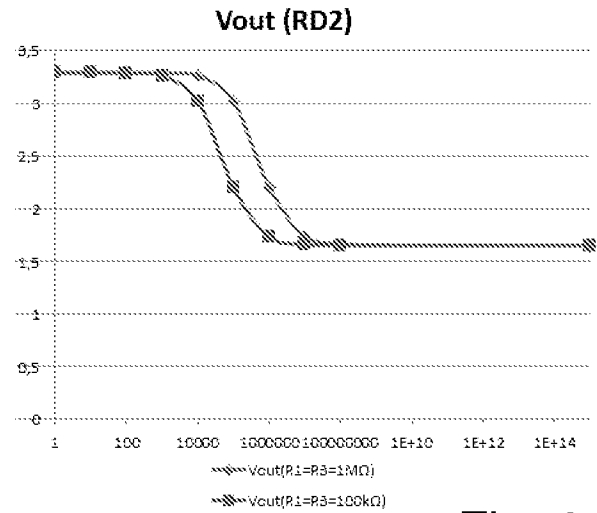


Fig. 6

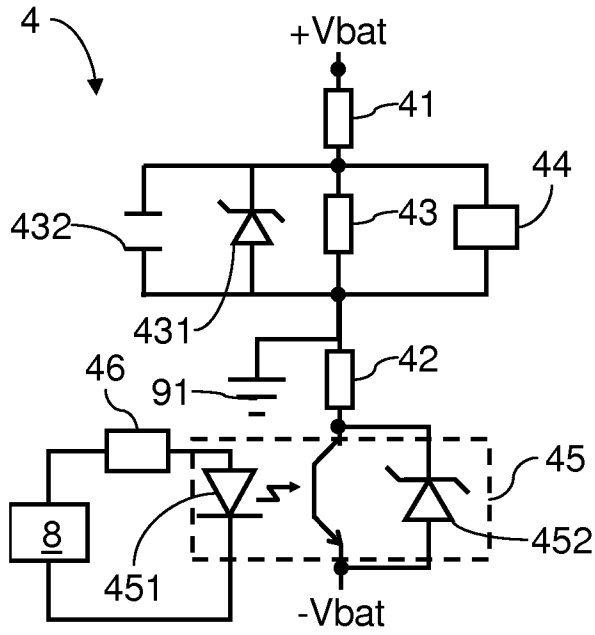


Fig. 11

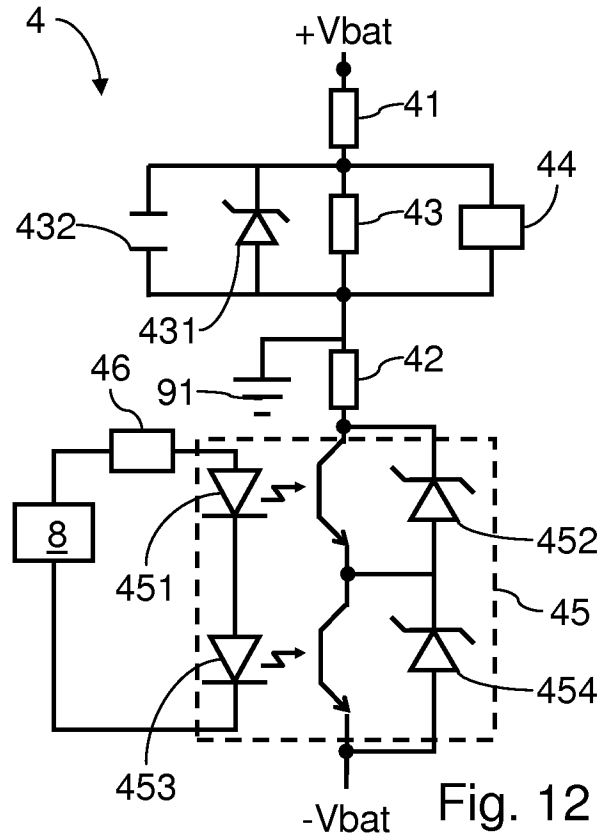


Fig. 12

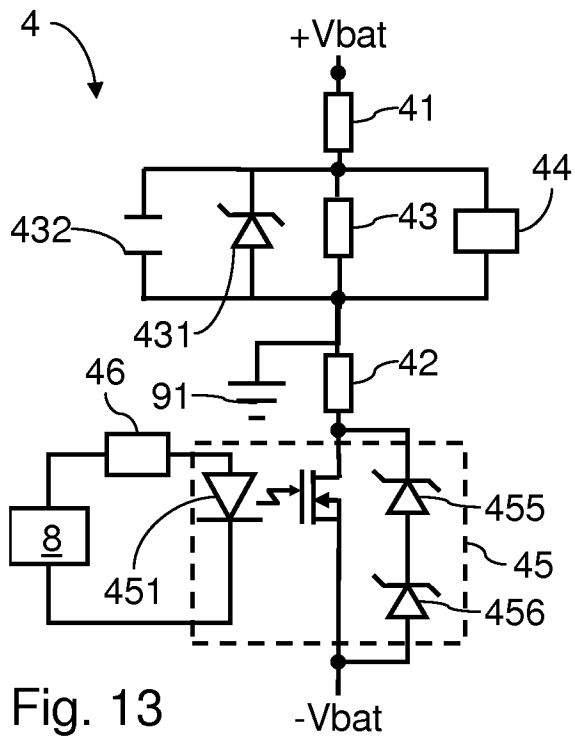


Fig. 13

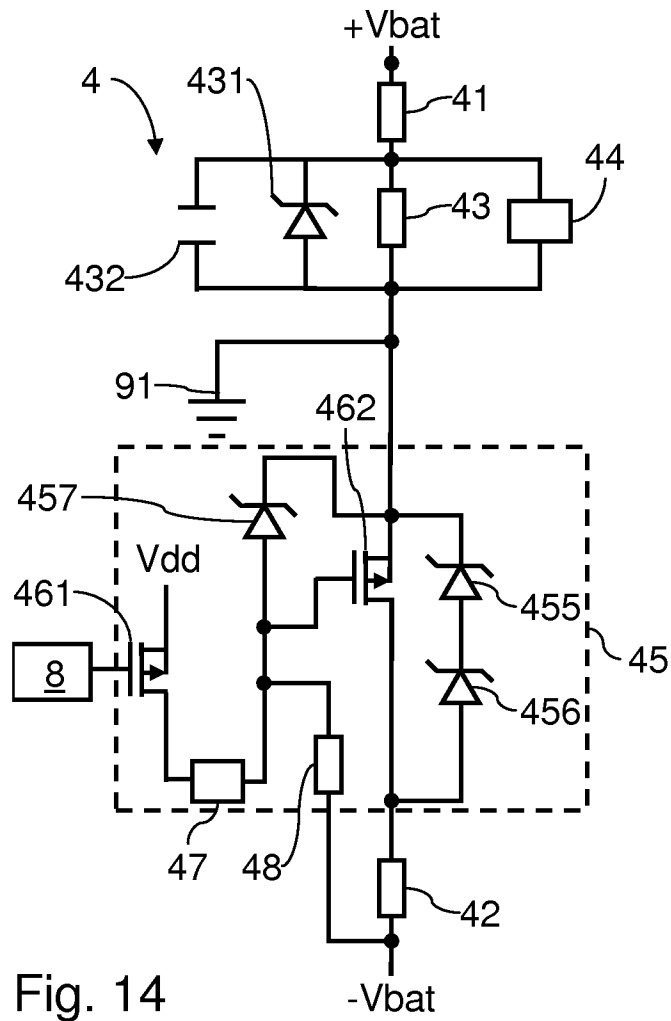


Fig. 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2013/051967

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01R27/02 G01R31/00 G01R31/02
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)
G01R
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 2012/036498 A2 (SK INNOVATION CO LTD [KR]; YANG JEONG HWAN [KR]) 22 March 2012 (2012-03-22) the whole document	1-9
A	US 2004/212371 A1 (NOMOTO YOSHIKAZU [JP] ET AL) 28 October 2004 (2004-10-28) paragraph [0028] - paragraph [0059]; figures 1, 3, 4, 5, 6, 7	1-9

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 26 September 2013	Date of mailing of the international search report 14/10/2013
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 Jedlicska, István

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2013/051967

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2012036498	A2	22-03-2012	
		CN 103250061 A	14-08-2013
		EP 2616824 A2	24-07-2013
		KR 20120029850 A	27-03-2012
		US 2013176041 A1	11-07-2013
		WO 2012036498 A2	22-03-2012

US 2004212371	A1	28-10-2004	
		JP 4056923 B2	05-03-2008
		JP 2004325381 A	18-11-2004
		US 2004212371 A1	28-10-2004

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2013/051967

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. G01R27/02 G01R31/00 G01R31/02 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) G01R				
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 2012/036498 A2 (SK INNOVATION CO LTD [KR]; YANG JEONG HWAN [KR]) 22 mars 2012 (2012-03-22) le document en entier -----	1-9		
A	US 2004/212371 A1 (NOMOTO YOSHIKAZU [JP] ET AL) 28 octobre 2004 (2004-10-28) alinéa [0028] - alinéa [0059]; figures 1, 3, 4, 5, 6, 7 -----	1-9		
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"><input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents</td> <td style="width: 50%; border: none;"><input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe</td> </tr> </table>			<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents	<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe
<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents	<input checked="" type="checkbox"/> 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 <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">26 septembre 2013</p>	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">14/10/2013</p>			
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 <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">Jedlicska, István</p>			

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2013/051967

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2012036498 A2	22-03-2012	CN 103250061 A	14-08-2013
		EP 2616824 A2	24-07-2013
		KR 20120029850 A	27-03-2012
		US 2013176041 A1	11-07-2013
		WO 2012036498 A2	22-03-2012

US 2004212371 A1	28-10-2004	JP 4056923 B2	05-03-2008
		JP 2004325381 A	18-11-2004
		US 2004212371 A1	28-10-2004
