

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2020/002079 A1

(43) Date de la publication internationale
02 janvier 2020 (02.01.2020)

(51) Classification internationale des brevets :

B62D 1/04 (2006.01) *A61B 5/00* (2006.01)
B62D 1/06 (2006.01) *G01V 3/08* (2006.01)
G01R 35/00 (2006.01) *G01R 31/00* (2006.01)
G01R 27/02 (2006.01) *G01R 27/26* (2006.01)
B60W 40/08 (2012.01) *B60R 21/015* (2006.01)
G01D 18/00 (2006.01) *G01D 5/24* (2006.01)
G01V 13/00 (2006.01)

1855743 27 juin 2018 (27.06.2018) FR

(71) **Déposant** : AUTOLIV DEVELOPMENT AB [SE/SE] ;
Wallentinsvägen 22, 44783 Vargarda (SE).

(72) **Inventeur** : SABOURIN, Pierre ; 4 rue du Bout Malo,
78130 Chapet (FR).

(74) **Mandataire** : KOCH, Henning ; Otto-Hahn-Str. 4, 25337
Elmshorn (DE).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2019/066177

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,

(22) Date de dépôt international :

19 juin 2019 (19.06.2019)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

(54) **Title**: CAPACITIVE DEVICE FOR DETECTING THE PRESENCE OF A PERSON CLOSE TO OR IN CONTACT WITH A COMPONENT OF A MOTOR VEHICLE

(54) **Titre** : DISPOSITIF CAPACITIF DE DÉTECTION DE LA PRÉSENCE D'UNE PERSONNE À PROXIMITÉ OU AU CONTACT D'UN COMPOSANT D'UN VÉHICULE AUTOMOBILE

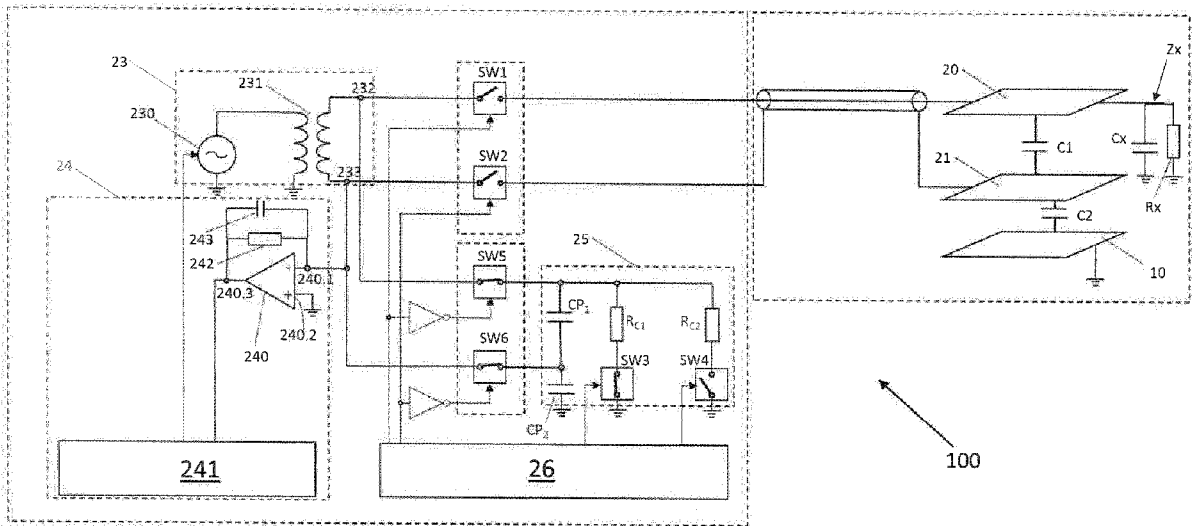


FIG. 2

(57) **Abstract**: The invention relates to a capacitive detection device (100) comprising at least one electrode (20) of a capacitive sensor of said component, an alternating voltage source (23), a device (24) for measuring a complex value of impedance or admittance between the detection electrode (20) and an electrical circuit reference point and a calibration resistance (R_{c1} , R_{c2}), and a switching device (26, SW1-SW6) arranged so as to connect the voltage source (23) to the electrode (20), in the measurement mode, and to connect the voltage source (23) to the calibration resistance (R_{c1} , R_{c2}) and disconnect the voltage source from the electrode (20), in the calibration mode. The measuring device (24) is arranged so as to measure a first complex value of the calibration resistance (R_{c1} , R_{c2}) during operation in the calibration mode, to measure a second complex value between the

WO 2020/002079 A1

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, ST, 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))

electrode (20) and the electrical circuit reference point during operation in the measurement mode, and to correct the second measured complex value according to the first measured complex value.

(57) **Abbrégé** : Le dispositif capacitif de détection (100) comprend au moins une électrode (20) d'un capteur capacitif équipant ledit composant, une source de tension alternative (23), un dispositif (24) de mesure d'une valeur complexe d'impédance ou d'admittance entre l'électrode de détection (20) et un point de référence de circuit électrique et une résistance de calibration (R_{c1} , R_{c2}), et un dispositif de commutation (26, SW1-SW6) agencé pour connecter la source de tension (23) à l'électrode (20), en mode mesure, et pour connecter la source de tension (23) à la résistance de calibration (R_{c1} , R_{c2}) et déconnecter la source de tension de l'électrode (20), en mode calibration. Le dispositif de mesure (24) est agencé pour mesurer une première valeur complexe de la résistance de calibration (R_{c1} , R_{c2}), lors d'un fonctionnement en mode calibration; mesurer une deuxième valeur complexe entre l'électrode (20) et le point de référence de circuit électrique lors d'un fonctionnement en mode mesure, et corriger la deuxième valeur complexe mesurée en fonction de la première valeur complexe mesurée.

Dispositif capacitif de détection de la présence d'une personne à proximité ou au contact d'un composant d'un véhicule automobile

[001] La présente invention concerne de manière générale un dispositif capacitif de détection pour véhicule automobile destiné à détecter la présence d'une personne à proximité ou au contact d'un composant du véhicule. Le dispositif peut notamment servir à détecter la présence des
5 mains d'un conducteur sur le volant du véhicule ou la présence d'un occupant sur l'un des sièges du véhicule.

[002] Il est connu dans l'art antérieur de tels dispositifs capacitifs, notamment dans le document US 2015/0367751 qui décrit un dispositif capacitif pour la détection de présence d'une personne sur un siège de
10 véhicule. Le dispositif capacitif décrit dans US 2015/0367751 comporte une électrode « antenne » ou « électrode de détection » disposée dans le siège, une source de tension alternative et un circuit de mesure de courant. La source de tension alternative et le circuit de mesure de courant sont connectés à l'électrode antenne. Une partie châssis du siège, connectée à la
15 masse électrique du véhicule, fait fonction de seconde électrode couplée à l'électrode antenne pour former un capteur capacitif. La mesure d'une impédance complexe entre l'électrode antenne et la masse électrique du véhicule permet de détecter la présence d'une personne sur le siège. Le dispositif capacitif comprend en outre une impédance normative connue
20 couplée à un élément de commutation. Lors d'un fonctionnement en mode mesure, le circuit de mesure de courant mesure le courant alternatif circulant entre l'électrode antenne et la masse électrique et en entrée d'un amplificateur AOP à transimpédance ayant une fonction de convertisseur courant-tension. L'impédance complexe recherchée entre l'électrode antenne
25 et la masse électrique peut être calculée à partir d'une tension de sortie de l'amplificateur à transimpédance, du signal de sortie complexe de la source de tension et d'un facteur de proportionnalité α . Afin de déterminer ou

d'éliminer ce facteur de proportionnalité α , la mesure réalisée en mode mesure est répétée lors d'un fonctionnement du dispositif capacitif en mode calibration. En mode calibration, l'impédance normative est commutée électriquement en parallèle de l'impédance à déterminer entre l'électrode
5 antenne et la masse électrique. Cette impédance recherchée entre l'électrode antenne et la masse électrique est ensuite calculée à partir des tensions de sortie complexes de l'amplificateur à transimpédance mesurées en mode mesure et en mode calibration et de l'impédance normative.

[003] Le document US 2017/355337 décrit un circuit de mesure
10 d'impédance complexe pour un capteur capacitif à deux électrodes. Afin de calculer les valeurs absolues des parties réelle et imaginaire de l'impédance complexe du capteur capacitif, une opération de normalisation en amplitude et de correction de phase est réalisée en multipliant la partie réelle et la partie imaginaire de l'impédance complexe mesurée par un vecteur de calibration
15 déterminé a priori.

[004] Toutefois, l'art antérieur ne permet pas de réaliser une mesure d'impédance, ou d'admittance, complexe avec précision. La présente invention vient améliorer la situation. A cet effet, l'invention concerne un dispositif de détection capacitif pour détecter la présence d'une personne à
20 proximité ou en contact avec un composant d'un véhicule automobile, équipé d'un capteur capacitif, ledit dispositif comprenant

- au moins une électrode du capteur capacitif,
- une source de tension agencée pour délivrer une tension alternative,
- 25 - un dispositif de mesure d'une valeur complexe, correspondant à une impédance ou une admittance, entre ladite électrode et un point de référence de circuit électrique ;
- une résistance de calibration pour calibrer la mesure d'une valeur complexe d'impédance ou d'admittance.

L'électrode du dispositif de détection capacitif appartient à un capteur capacitif équipant le composant du véhicule à proximité ou au contact duquel la détection de présence d'une personne est destinée à être réalisée. Le capteur capacitif comprend deux électrodes séparées par un matériau diélectrique.

Avantageusement, le dispositif de détection capacitif comporte l'une des deux électrodes d'un capteur capacitif et le composant du véhicule comporte l'autre électrode du capteur capacitif.

Avantageusement encore, l'une au moins des électrodes du capteur capacitif peut être réalisée par un élément structurel du composant du véhicule. Par exemple, une telle électrode peut être réalisée par un élément d'armature du composant du véhicule.

Ledit dispositif de détection capacitif est caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif de commutation agencé pour:

- connecter la source de tension à ladite électrode, en mode mesure,
- connecter la source de tension à la résistance de calibration et déconnecter ladite électrode de la source de tension, en mode calibration,

et le dispositif de mesure est agencé pour :

- mesurer une première valeur complexe de la résistance de calibration, lors d'un fonctionnement en mode calibration ;
- mesurer une deuxième valeur complexe entre ladite électrode et le point de référence de circuit électrique, lors d'un fonctionnement en mode mesure, et
- corriger la deuxième valeur complexe mesurée en fonction de la première valeur complexe mesurée.

[005] Ainsi, en mode calibration, la source de tension est connectée de façon sélective à la résistance de calibration et déconnectée de l'électrode. De façon facultative, lorsque la source de tension est connectée à l'électrode, elle peut être déconnectée de la résistance de calibration. La

résistance de calibration, dont la valeur résistive est déterminée (calibrée) et connue, est utilisée pour faire une mesure d'impédance ou d'admittance complexe lors d'un fonctionnement en mode calibration (autrement dit en commutant la source de tension uniquement sur ladite résistance de calibration). La valeur complexe mesurée (d'impédance ou d'admittance) de la résistance de calibration permet de rectifier la mesure de la valeur complexe recherchée d'impédance ou d'admittance (entre l'électrode de détection et la masse) mesurée par le dispositif de mesure en mode mesure (c'est-à-dire en commutant la source de tension sur l'électrode). L'invention permet, par ce système de calibration, de compenser efficacement toute dérive de la mesure due des variations climatiques (température et humidité notamment) ou prendre en compte les variabilités de fonctionnement des composants électroniques utilisés pour la fabrication du dispositif. Dans une forme de réalisation particulière de l'invention, le dispositif capacitif de détection comprend deux résistances de calibration.

[006] L'utilisation de deux résistances de calibration permet de réaliser deux mesures de valeurs complexes d'impédance ou d'admittance de deux dipôles électriques ayant des valeurs résistives différentes. Deux points de mesure différents sont ainsi obtenus dans un plan complexe (d'impédance ou d'admittance).

[007] Dans une première forme de réalisation, les deux résistances de calibration ont des valeurs résistives différentes. Dans ce cas, le dispositif mesure séparément la valeur complexe (d'impédance ou d'admittance) de chacune des deux résistances de calibration. Avantageusement, les deux résistances de calibration sont montées en parallèle et le dispositif de commutation est agencé pour connecter la source de tension de façon sélective à l'une ou l'autre des deux résistances de calibration.

[008] Par exemple, une première des résistances de calibration a une valeur résistive comprise entre 1 k Ω et 20 k Ω , préférentiellement entre 5 k Ω et 15 k Ω , et une deuxième des résistances de calibration a une valeur

résistive comprise entre 10 k Ω et 200 k Ω , préférentiellement entre 50 k Ω et 150 k Ω . Ces deux plages de valeurs sont définies pour être proches respectivement de la valeur d'impédance complexe ajoutée par deux mains sur le volant et de la valeur d'impédance complexe ajoutée par un doigt sur le volant.

[009] Dans une deuxième forme de réalisation, les deux résistances sont identiques. Dans ce cas, le dispositif mesure par exemple la valeur complexe d'impédance ou d'admittance de l'une seule des deux résistances de calibration et la valeur complexe d'impédance ou d'admittance des deux résistances de calibration montées en série ou en parallèle.

[0010] En toute hypothèse, l'obtention de deux points de mesure de calibration distincts correspondant à deux dipôles électriques de valeurs résistives différentes permet de facilement corriger la phase de la mesure du fait que les deux valeurs complexes de calibration mesurées doivent nécessairement être alignées avec le zéro du plan complexe d'impédance ou d'admittance.

[0011] Avantageusement, le dispositif de mesure est agencé pour appliquer une correction d'offset à la deuxième valeur complexe mesurée, ladite correction d'offset correspondant à une translation selon un vecteur $\overrightarrow{S_{oc}O}$ dans un plan complexe, le point S_{oc} étant un point du plan complexe correspondant à une valeur complexe d'admittance ou d'impédance en circuit ouvert du dispositif capacitif de détection et le point O correspondant à l'origine du plan complexe. La correction d'offset ou par décalage permet de corriger certains effets perturbateurs des différents étages de l'électronique d'émission ou de réception ainsi que des câbles de connexion du dispositif capacitif de détection sur la mesure d'impédance complexe. La présente invention permet ainsi de garantir le zéro des mesures d'impédance complexe.

[0012] Avantageusement encore, le dispositif de mesure est agencé pour calculer ladite valeur complexe d'impédance ou d'admittance en circuit

ouvert du dispositif capacitif de détection à partir de deux valeurs complexes mesurées à l'aide des deux résistances de calibration. Le dispositif de mesure d'impédance complexe peut être agencé pour mesurer une valeur complexe (d'impédance ou d'admittance) en circuit ouvert et comparer ladite
5 valeur complexe en circuit ouvert mesurée et la valeur complexe (d'impédance ou d'admittance) en circuit ouvert calculée afin de vérifier le bon fonctionnement du dispositif capacitif de détection.

[0013] Avantageusement encore, le dispositif de mesure est agencé pour appliquer une correction de phase à la deuxième valeur complexe
10 mesurée, ladite correction de phase correspondant à une rotation selon un angle α entre une droite définie par deux points dans un plan complexe, obtenus à partir de deux valeurs complexes d'impédance ou d'admittance mesurées à l'aide des deux résistances de calibration, et un axe des résistances ou des conductances du plan complexe. Par « résistances de
15 calibration », on entend ici désigner deux résistances de valeurs résistives connues ou éventuellement une résistance de valeur résistive connue et une résistance de valeur infinie équivalente à un circuit ouvert. Les résistances sont choisies pour avoir une valeur de résistance plus précise (de l'ordre de 0.1%) que le reste des autres composants. Elles sont aussi choisies pour
20 avoir une très faible dérive en température (de l'ordre de 15ppm) et/ou une meilleure tenue aux contraintes mécaniques ou thermiques. Elles peuvent par exemple être de technologie « thin film » qui permet d'obtenir de meilleures performances que la technologie « thick film » habituellement utilisée. En effet, une résistance de technologie « thick film » évolue de
25 manière plus importante lors d'un passage dans un four.

[0014] Avantageusement, le dispositif de mesure est agencé pour appliquer l'une au moins des deux corrections comportant une correction d'offset et une correction de phase, telles que précédemment définies. En d'autres termes, le dispositif de mesure peut être agencé pour appliquer soit
30 une correction d'offset, soit une correction de phase, soit une correction d'offset et une correction de phase.

[0015] Avantageusement encore, le dispositif capacitif de détection comprend une paire de capacités de protection en série, ladite paire de capacités étant montée en parallèle de la ou des résistances de calibration et l'une des deux capacités est reliée à ses bornes à la source de tension par l'intermédiaire de deux commutateurs respectifs et l'autre capacité est reliée à une masse électrique du véhicule. Les capacités de protection permettent de protéger les résistances de calibration, qui sont de préférence des résistances de précision plus sensibles que les résistances classiques, contre les effets d'ESD (« electrostatic discharge ») ou de décharge électrostatique. Avantageusement, les valeurs capacitives des capacités de protection sont choisies dans des gammes proches des valeurs des capacités de construction du dispositif capacitif de détection. Ainsi les courants mesurés en mode calibration sont similaires à ceux mesurés en mode mesure. Cela garantit une précision de mesure optimale.

[0016] Le dispositif capacitif de détection peut être agencé pour répéter la mesure de la deuxième valeur complexe entre l'électrode et un point de référence de circuit électrique de façon cyclique et, entre deux mesures successives de ladite deuxième valeur complexe, exécuter une seule mesure de calibration.

[0017] Au préalable, lors d'une phase de calibration initiale, le dispositif peut être agencé pour faire deux mesures de calibration d'une première valeur complexe d'impédance ou d'admittance de deux dipôles électriques différents réalisés à partir des deux résistances de calibration.

[0018] L'invention permet ainsi de garantir une calibration continue dans le temps de la mesure d'impédance complexe et de compenser continuellement tout éventuel effet perturbateur (par exemple la température), sans dégrader le rythme des mesures de l'impédance complexe entre l'électrode et le point de référence de circuit électrique.

[0019] Avantageusement, le dispositif de mesure est agencé pour calculer une valeur de capacité entre l'électrode et un point de référence de circuit électrique du véhicule, à partir de ladite deuxième valeur complexe

(d'impédance ou d'admittance) mesurée puis corrigée, par application d'un gain de mise à l'échelle G à la partie imaginaire de ladite deuxième valeur complexe mesurée puis corrigée, le gain G étant donné par la relation

$$G = \frac{|R_{C1} - R_{C2}|}{R_{C1} \times R_{C2} \times \|\overline{C_{R,C1} C_{R,C2}}\|}$$

5

où

- R_{C1} représente une première résistance de calibration ;
- R_{C2} représente une deuxième résistance de calibration ;
- $C_{R,C1}$ représente un point, dans un plan complexe d'admittance, correspondant à la mesure d'une valeur complexe (d'impédance ou d'admittance) de la première résistance de calibration R_{C1} ;
- $C_{R,C2}$ représente un point, dans ledit plan complexe d'admittance, correspondant à la mesure d'une valeur complexe (d'impédance ou d'admittance) de la deuxième résistance de calibration R_{C2} .

10
15

[0020] Le dispositif de mesure comprend par exemple un circuit de mesure de courant.

[0021] L'invention concerne aussi un volant de véhicule équipé du dispositif capacitif de détection précédemment défini.

20 [0022] L'invention concerne également un siège de véhicule automobile équipé du dispositif capacitif de détection précédemment défini.

[0023] L'invention concerne encore un véhicule automobile comportant un volant et/ou un siège tels que définis ci-dessus.

25 [0024] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description détaillée qui suit d'un mode de réalisation de l'invention donné à titre d'exemple nullement limitatif et illustré par les dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 représente un schéma de principe montrant un volant équipé de deux électrodes pour détecter la présence d'un conducteur sur le volant, selon un premier exemple de réalisation particulier de l'invention ;

30

- la figure 2 représente un schéma électrique d'un dispositif capacitif de détection selon une première forme de réalisation de l'invention ;
- les figures 3, 4 et 5 représentent un plan complexe, en l'espèce un plan complexe d'admittance, comportant un repère orthonormé (O, \vec{I}, \vec{J}) sur lequel sont représentés des points de mesures brutes (non corrigées), des points de mesures corrigées et des points calculés ;
- la figure 6.1 représente un organigramme d'étapes d'une opération initiale de calibration ;
- la figure 6.2 représente un organigramme d'étapes d'une opération de mesure d'une valeur complexe recherchée, d'admittance ou d'impédance, entre une électrode de détection et la masse électrique du véhicule ;
- la figure 7 représente une séquence de mesures de la valeur complexe recherchée entrelacée avec des mesures de valeurs complexes (d'impédance ou d'admittance) de deux résistances de calibration représentées sur la figure 2.

[0025] L'invention est décrite ci-après, à titre d'exemple illustratif, dans le cadre d'un dispositif capacitif de détection monté sur le volant d'un véhicule, ledit dispositif étant destiné à détecter la présence d'un conducteur sur le volant.

[0026] La figure 1 représente schématiquement un volant 1 muni d'une armature 10 qui peut être connectée à une masse électrique du véhicule. Selon l'invention, le volant est équipé d'une électrode externe 20, dite « électrode de détection », et d'une électrode interne 21, dite « électrode écran », séparées par une couche de matériau diélectrique 22. L'électrode 21 est présente entre l'électrode 20 et l'armature 10 du volant 1. L'électrode 21 est présente sur le volant et n'est pas en contact direct (c'est-à-dire en contact électrique direct) avec l'armature du volant. Lesdites électrodes 20, 21 et le matériau diélectrique forment un élément ou capteur capacitif ayant une capacité C1 de construction prédéterminée. La capacité C1 est

généralement comprise entre 500 pF et 10 nF, de préférence entre 1 nF et 5 nF et encore plus préférentiellement entre 1 et 3 nF. Cette capacité est visible sur la figure 2.

[0027] Lorsque le conducteur du véhicule touche ou rapproche ses
5 mains ou un doigt du volant, il vient ajouter une impédance complexe Z_x , correspondant à une capacité C_x et une résistance R_x disposées en parallèle, entre l'électrode de détection 20 et la masse électrique du véhicule. Cette impédance complexe Z_x est fonction de la surface de l'organe approchée. Sa détermination permet par conséquent de détecter la présence ou l'absence
10 d'un conducteur sur le volant (ou à proximité de celui-ci).

[0028] Sur la figure 2, on a représenté un dispositif capacitif de détection 100 selon un exemple particulier de réalisation de l'invention. Ce dispositif 100 comporte :

- l'électrode de détection 20 couplée à l'électrode écran 21,
- 15 - une source de tension 23 agencée pour délivrer une tension alternative,
- un dispositif 24 de mesure d'une valeur complexe d'impédance ou d'admittance,
- un dispositif de calibration 25 comportant au moins une résistance de calibration, ici deux résistances de calibration R_{C1} , R_{C2} et
- 20 - un dispositif de commutation 26, SW1-SW6.

[0029] La figure 2 montre également différentes capacités présentes au niveau du volant 1 :

- la capacité de construction $C1$ présente entre les électrodes 20 et 21 ;
- 25 - une capacité de construction $C2$ présente entre l'électrode écran 21 et l'armature du volant 10, ici reliée à la masse électrique du véhicule ; et
- une capacité inconnue (à déterminer) C_x présente ici entre l'électrode de détection 20 du volant 1 et la masse électrique du véhicule ; cette capacité C_x inclut la capacité rapportée par les mains ou doigt(s) du
30 conducteur sur le volant 1 et, le cas échéant, une ou plusieurs capacités de

fuite liées à la construction du volant 1 ; elle représente la partie capacitive de l'impédance complexe Z_x recherchée entre l'électrode de détection 20 et la masse électrique.

[0030] La source de tension 23 comporte un générateur de tension alternative 230 qui est ici connecté à un transformateur de tension 231. Le
5 générateur de tension 230 est relié au primaire du transformateur 231. Le secondaire du transformateur 231 est relié à deux bornes de sortie 232 et 233 pour connecter la source de tension 23 à un composant externe à alimenter par un signal de tension alternative, via le transformateur 231. Le
10 transformateur 231 crée une isolation galvanique entre le générateur de tension 230 et le composant externe connecté, et empêche la propagation d'effets de mode commun vers le composant connecté. En variante, le transformateur de tension pourrait être supprimé. Le dispositif de commutation comprend ici différents relais ou commutateurs électriques SW1
15 à SW6 et une unité de contrôle 26. D'une manière générale, sur commande de l'unité de contrôle 26, les relais sont agencés pour

- connecter la source de tension 23 à l'une au moins des électrodes 20 ou 21, en mode mesure,
- connecter la source de tension 23 à au moins une résistance de
20 calibration R_{c1} , R_{c2} et déconnecter la ou les électrodes 20 ou 21 de la source de tension 23, en mode calibration.

[0031] Dans l'exemple de réalisation décrit ici, les relais SW1 à SW6 ont plus précisément pour rôle de connecter la source de tension 23 de façon sélective

- 25 - soit à l'électrode de détection 20, en mode mesure ;
- soit au dispositif de calibration 25, en mode calibration.

[0032] L'ouverture et la fermeture des différents relais SW1 à SW6 sont commandées par l'unité de contrôle 26 pour obtenir les configurations électriques mentionnées ci-dessus en mode mesure et en mode calibration.
30 Notamment, en mode calibration, la source de tension 23 doit être connectée

au dispositif de calibration 25 et déconnectée de l'électrode (ici de l'électrode de détection 20) ; SW1 et SW2 sont ouverts et SW5 et SW6 sont fermés. Dans l'exemple particulier décrit ici, en mode mesure, la source de tension 23 est connectée à l'électrode (ici l'électrode de détection 20) et déconnectée du
5 dispositif de calibration 25 ; SW1 et SW2 sont fermés et SW5 et SW6 sont ouverts. Toutefois, on pourrait envisager de maintenir la connexion entre la source de tension 23 et le dispositif de calibration 25 en mode mesure.

[0033] Par les termes « mode mesure », on entend désigner une configuration électrique du dispositif capacitif de détection 100 adaptée pour
10 mesurer la valeur complexe d'impédance ou d'admittance entre l'une des électrodes, par exemple l'électrode de détection 20, et un point de référence de circuit électrique. Ce point de référence de circuit électrique est par exemple la masse électrique du véhicule. En variante, le point de référence pourrait être un autre point de circuit électrique, par exemple l'autre électrode
15 du dispositif capacitif.

[0034] Par les termes « mode calibration », on entend désigner une configuration électrique du dispositif capacitif de détection 100 adaptée pour mesurer la valeur complexe d'impédance ou d'admittance d'une ou plusieurs résistances de calibration (ici R_{c1} ou R_{c2} ou éventuellement une résistance
20 infinie équivalente à un circuit ouvert, comme expliqué plus loin).

[0035] L'unité de contrôle 26 est par exemple un microcontrôleur ou MCU (de l'anglais « *microcontroller unit* »).

[0036] Dans l'exemple particulier de réalisation décrit ici, l'électrode de détection 20 est connectée à la source de tension 23 par l'intermédiaire
25 du relais SW1. Plus précisément, dans l'exemple de réalisation décrit ici en référence à la figure 2, l'électrode de détection 20 est connectée à la borne 232 du secondaire du transformateur 231 par l'intermédiaire du relais SW1. L'électrode écran 21 est reliée à la borne 233 du secondaire du transformateur 231 par l'intermédiaire du relais SW2. En mode mesure, les
30 deux relais SW1 et SW2 sont fermés pour connecter les bornes de sortie 232

et 233 du transformateur 231 à l'électrode de détection 20 et à l'électrode écran 21 respectivement. En mode calibration, les deux relais SW1 et SW2 sont ouverts pour déconnecter la source de tension 23 des électrodes 20 et 21.

5 [0037] Le dispositif de mesure 24 est agencé pour mesurer une valeur complexe, correspondant à une impédance ou une admittance, entre une électrode et un point de référence de circuit électrique. Par exemple, le dispositif de mesure 24 est destiné à mesurer une impédance complexe recherchée « Z_x » (ou une admittance $1/Z_x$) entre l'électrode de détection 20
10 et la masse électrique du véhicule. Cette impédance complexe Z_x (ou admittance $1/Z_x$) est une impédance (ou admittance) inconnue, à déterminer de manière à détecter la présence ou l'absence des mains d'une personne sur le volant. Lorsqu'une personne, typiquement un conducteur, a les mains (ou une seule main ou bien un doigt ou plusieurs doigts sur le volant),
15 l'impédance complexe Z_x comporte une partie réelle de résistance R_x et une partie imaginaire de capacitance C_x . En variante, l'admittance complexe $1/Z_x$ comporte une partie réelle de conductance et une partie imaginaire de susceptance.

[0038] Le dispositif de mesure 24 comporte ici un circuit de mesure
20 de courant 240, 242-243 et un circuit de traitement 241.

[0039] Le circuit de mesure de courant 240, 242-243 comporte un amplificateur opérationnel 240 ayant une borne d'entrée négative (-) 240.1, une borne d'entrée positive (+) 240.2 et une borne de sortie 240.3. La borne d'entrée positive (+) 240.2 est connectée à une masse électrique ou à un
25 signal de tension équivalent. La borne d'entrée négative 240.1 est destinée à recevoir un courant électrique à mesurer aux fins de mesurer une impédance ou admittance complexe. La borne de sortie 240.3 de l'amplificateur opérationnel 240 est reliée à la borne d'entrée négative 240.1 via une résistance 242 montée en parallèle avec un condensateur 243 de manière à

ce que l'amplificateur opérationnel 240 forme un convertisseur courant-tension filtré par le condensateur 243.

[0040] La valeur de la résistance 242 est par exemple comprise entre 1 k Ω et 10 k Ω , préférentiellement entre 1 k Ω et 5 k Ω . La valeur de la
5 résistance est avantageusement sélectionnée pour que les tests de compatibilité électromagnétique ne saturent pas l'étage d'entrée de l'amplificateur. La capacité du condensateur 243 est sélectionnée en fonction de la bande passante souhaitée par rapport à la fréquence du générateur de tension sinusoïdale. Par exemple, pour une fréquence 100kHz et une
10 résistance 242 de 2k Ω , la capacité du condensateur 243 est de l'ordre de 220pF.

[0041] La tension entre les bornes d'entrée de l'amplificateur opérationnel 240 est nulle ou quasi-nulle et son impédance d'entrée est très élevée et considérée comme infinie. De ce fait, l'électrode écran 21 constitue
15 une masse virtuelle, ce qui annule tout impact de la capacité C2 (entre l'électrode écran 21 et la masse électrique du véhicule) sur la mesure car la tension aux bornes de la capacité C2 est nulle.

[0042] L'amplificateur opérationnel 240 étant monté en convertisseur courant-tension, la tension présente à sa sortie est
20 représentative du courant circulant à travers la borne d'entrée négative 240.1 de l'amplificateur opérationnel 240. En d'autres termes, la tension de sortie de l'amplificateur 240 est une réplique du courant circulant à travers la borne d'entrée négative 240.1.

[0043] Le circuit de traitement 241 est agencé pour déterminer une
25 valeur complexe d'impédance ou d'admittance à partir de la tension de sortie de l'amplificateur opérationnel 240, représentative du courant circulant à travers la borne d'entrée 240.1. Il permet de déterminer l'impédance complexe Z_x (ou l'admittance complexe $1/Z_x$), ici entre l'électrode de détection 20 et la masse électrique du véhicule, ainsi que l'impédance complexe (ou

l'admittance complexe) d'une ou plusieurs résistances de calibration (ici R_{c1} , R_{c2} ou éventuellement résistance infinie).

[0044] Une mesure de valeur complexe d'impédance ou d'admittance peut être représentée dans un plan complexe tel que celui
5 représenté sur la figure 3. Cette figure 3 montre, à titre d'exemple illustratif, un plan complexe d'admittance comportant un repère orthonormé $(0, \vec{i}, \vec{j})$ dans lequel \vec{i} et \vec{j} représentent respectivement un vecteur définissant un axe des conductances $1/R$ et un vecteur définissant un axe des susceptances $C \times 2\pi \times f$ (où f représente la fréquence générée en Hertz par le DDS (de
10 l'anglais « Direct Digital Synthesis », synthèse numérique directe) du circuit de traitement 241).

[0045] L'électronique de mesure (source de tension, transformateur, amplificateur AOP, etc.), les câbles de connexion et les conditions
15 ambiantes, notamment la température, ont des effets perturbateurs sur la mesure d'impédance complexe. Afin de compenser ces effets perturbateurs ou les variations de performances liées aux variabilités des composants, le dispositif capacitif de détection 100 est agencé pour calibrer ou corriger une mesure de valeur complexe d'impédance ou d'admittance réalisée lors du
fonctionnement du dispositif 100 en mode mesure à l'aide du dispositif de
20 calibration 25.

[0046] Le dispositif de calibration 25 comprend ici deux résistances de calibration R_{c1} et R_{c2} . Dans l'exemple de réalisation particulier décrit ici, les deux résistances de calibration R_{c1} et R_{c2} sont différentes l'une de l'autre.

[0047] Les résistances de calibration R_{c1} et R_{c2} sont
25 avantageusement calibrées, c'est-à-dire dimensionnées, et ont des valeurs résistives déterminées pour garantir une calibration précise de la mesure dans des plages de valeurs pertinentes pour mesurer l'impédance ou l'admittance d'au moins une main ou d'au moins un doigt sur le volant. Par exemple, les résistances de calibrations R_{c1} et R_{c2} sont dimensionnées pour
30 correspondre respectivement à deux mains posées sur le volant et à un doigt

posé sur le volant. Autrement dit, la résistance de calibration R_{c1} est dimensionnée pour être sensiblement égale (par approximation) à une impédance théorique ajoutée par deux mains posées sur le volant, constituée d'une capacité C_{150} de l'ordre de 150 pF. Pour une fréquence arbitraire f de 5 100 kHz, cette impédance théorique $C_{150} Z_{150pF}$ est déterminée par la relation suivante : $Z_{150pF} = \frac{1}{C_{150} \cdot 2\pi f} = 10,610 \text{ kohms}$. Cette valeur théorique étant arrondie à 10 kilo-ohms, la résistance de calibration R_{c1} choisie est ici une résistance de précision de 10K (10 kilo-ohms). De manière analogue, la résistance de calibration R_{c2} est dimensionnée pour être sensiblement égale 10 (par approximation) à l'impédance théorique ajoutée par un doigt posé sur le volant, constituée d'une capacité C_{15} de l'ordre de 15 pF. Pour une fréquence arbitraire f de 100 kHz, cette impédance théorique Z_{15pF} est déterminée par la relation suivante : $Z_{15pF} = \frac{1}{C_{15} \cdot 2\pi f} = 106,10 \text{ kohms}$. Cette valeur théorique étant arrondie à 100K (100 kilo-ohms), la résistance de calibration R_{c2} choisie 15 est ici une résistance de précision de 100K (100 kilo-ohms). Les valeurs des résistances de calibration R_{c1} et R_{c2} peuvent toutefois être différentes de 10K et 100K, avantageusement comprises entre 1K et 200K, préférentiellement entre 5K et 150K. La valeur de la résistance R_{c1} est par exemple comprise entre 1 k Ω et 20 k Ω , préférentiellement entre 5 k Ω et 15 k Ω . La valeur de la 20 résistance R_{c2} est par exemple comprise entre 10 k Ω et 200 k Ω , préférentiellement entre 50 k Ω et 150 k Ω . Les résistances de calibration permettent de créer des référentiels pour la mesure d'une valeur complexe d'impédance ou d'admittance. De préférence, des résistances de précision sont utilisées afin d'obtenir une très faible dérive en température (25 ppm), 25 une très bonne tolérance (0,1%), une meilleure tenue aux contraintes mécaniques, une meilleure résistance à la moisissure et en fabrication durant un passage au four. Par exemple, les résistances de calibration sont obtenues par la technologie « thin film ».

[0048] Les deux résistances de calibration R_{c1} et R_{c2} sont ici montées en parallèle. Chacune des résistances R_{c1} (R_{c2}) est connectée comme suit, au niveau de ses deux bornes respectivement :

- 5 - à la source de tension 23, via un commutateur ou relais électrique SW5 commun; plus précisément dans l'exemple de réalisation décrit ici en référence à la figure 2, les deux résistances R_{c1} (R_{c2}) sont connectées à la borne de sortie 232 du transformateur 231 via le relais SW5 ;
- 10 - à la masse électrique du véhicule, par l'intermédiaire d'un commutateur ou relais électrique SW3 (SW4) individuel.

[0049] Dans la forme particulière de réalisation décrite ici, le dispositif de calibration 25 comprend également une paire de deux capacités (ou condensateurs) de protection C_{P1} et C_{P2} montées en série. La paire de capacités C_{P1} et C_{P2} en série est montée en parallèle des résistances de calibration R_{c1} et R_{c2} et connectée à la masse électrique du véhicule. Ces capacités C_{P1} et C_{P2} permettent de protéger les résistances de calibration, qui sont ici des résistances de précision plus sensibles que les résistances classiques, des effets d'ESD (de l'anglais « *electrostatic discharge* ») de décharge électrostatique. Elles sont dimensionnées dans des gammes de capacités proches des capacités de construction C1 et C2. Plus précisément, la capacité C_{P1} est de l'ordre de la capacité C1 et la capacité C_{P2} est de l'ordre de la capacité C2. Plus précisément, C_{P1} est comprise entre 500 pF et 500 nF, préférentiellement égale à 10 nF, et C_{P2} est comprise entre 100 pF et 10 nF, préférentiellement égale à 1 nF. Grâce à cela, le courant mesuré lors d'une calibration est similaire à un courant mesuré lors d'une mesure de l'impédance Z_x (ou admittance $1/Z_x$) recherchée. Il en résulte une précision de mesure optimale.

[0050] La résistance de calibration R_{c1} couplée en série avec le relais SW3, la résistance de calibration R_{c2} couplée en série avec le relais SW4 et la paire de capacités C_{P1} et C_{P2} en série forment trois branches de

circuit connectées en parallèle entre la source de tension alternative 23 (en l'espèce la borne de sortie 232 du transformateur 231), via le relais SW5, et la masse électrique du véhicule.

[0051] Le dispositif de commutation comprend également un relais
5 SW6 interposé entre la borne de sortie 233 du transformateur 231 et un point de raccordement entre les deux capacités de protection C_{P1} et C_{P2} . Ainsi, en mode calibration, la capacité de protection C_{P1} est reliée à ses bornes aux deux bornes de sortie 232 et 233 du secondaire du transformateur 231, via le premier relais SW5 et le deuxième relais SW6 respectivement. La capacité
10 de protection C_{P2} est reliée à ses deux bornes à la borne de sortie 233 du secondaire du transformateur 231 et à la masse électrique, respectivement, par l'intermédiaire du relais SW6.

[0052] Le circuit de mesure 24 est destiné à recevoir un signal de courant représentatif d'une impédance ou d'une admittance à mesurer ici à
15 travers la borne d'entrée négative 240.1 de l'amplificateur 240. A cet effet, le dispositif de commutation est agencé pour connecter la borne d'entrée 240.1 soit à la branche reliant la borne de sortie 233 de la source de courant 23, en mode mesure, soit au point de raccordement entre les deux capacités de protection C_{P1} et C_{P2} via le relais SW6. Dans l'exemple de réalisation de la
20 figure 2, la borne d'entrée négative 240.1 de l'amplificateur 240 est connectée à une branche de connexion reliant le relais SW6 et la borne de sortie 233 du transformateur 231. Dans le cas où les capacités C_{P1} et C_{P2} ne seraient pas utilisées, la borne d'entrée négative 240.1 de l'amplificateur 240 serait connectée uniquement à la borne de sortie 233 du transformateur 231,
25 les résistances R_{C1} et R_{C2} seraient quant à elles directement connectées à la borne de sortie 232 du transformateur 231.

[0053] On va maintenant décrire un procédé de détection d'une
personne sur le volant 1 du véhicule, correspondant au fonctionnement du
dispositif capacitif de calibration 100, en référence aux graphes des figures 3
30 à 5 et aux organigrammes des figures 6.1 et 6.2.

[0054] La présente invention permet de calibrer (ou corriger) des mesures de valeurs complexes d'impédance ou d'admittance ici entre l'électrode de détection 20 et la masse électrique à partir des résistances de calibration R_{c1} et R_{c2} ayant des valeurs résistives connues et ici différentes l'une de l'autre. Les résistances de calibration R_{c1} et R_{c2} sont utilisées pour réaliser des mesures de calibration. Ces mesures de calibration peuvent être réitérées pour mettre à jour la calibration de façon continue, comme cela sera décrit par la suite.

[0055] Le procédé de détection comprend une opération initiale de calibration E0, représentée sur la figure 6.1. Cette opération initiale de calibration E0 vise à mesurer la valeur complexe d'impédance ou d'admittance de chacune des résistances de calibration et également ici une valeur complexe d'impédance ou d'admittance en circuit ouvert équivalente à l'impédance ou admittance complexe d'une résistance infinie. Elle comprend une première étape E00 de configuration en mode calibration du dispositif capacitif de détection 100. Lors de cette étape E00, sur commande de l'unité de contrôle 26, les relais SW1 et SW2 sont ouverts et les relais SW5 et SW6 sont fermés. La source de tension 23 est alors déconnectée des électrodes 20, 21 et connectée au dispositif de calibration 25 de manière à alimenter en tension alternative l'étage de calibration ici à travers la paire de capacités de protection C_{P1} et C_{P2} .

[0056] Dans cette configuration du dispositif de détection 100 (SW1-SW2 ouverts et SW5-SW6 fermés), les résistances de calibration R_{c1} et R_{c2} sont connectées l'une après l'autre (séparément) à la source de tension 23 pour réaliser deux mesures de valeur complexe d'impédance ou d'admittance respectivement de la résistance R_{c1} et de la résistance R_{c2} . Ainsi, le dispositif de commutation est agencé pour connecter la source de tension 23 de façon sélective à une première des deux résistances R_{c1} , puis à une deuxième des deux résistances R_{c2} . Plus précisément, le relais SW3 étant fermé et le relais SW4 ouvert, le dispositif de mesure 24 mesure l'impédance ou l'admittance

complexe de la résistance de calibration R_{c1} , lors d'une première étape de mesure de calibration E01. Puis, le relais SW3 étant ouvert et le relais SW4 fermé, le dispositif de mesure 24 mesure l'impédance ou l'admittance complexe de la résistance de calibration R_{c2} , lors d'une deuxième sous-étape de mesure de calibration E02. Sur les figures 3 à 5, les points C_{R10} et C_{R100} 5 représentent, dans le plan complexe ici d'admittance (O, \vec{I}, \vec{J}) , respectivement la mesure brute de valeur complexe d'admittance de la résistance de calibration R_{c1} et la mesure brute de valeur complexe d'admittance de la résistance de calibration R_{c2} . Par « mesure brute », on entend désigner une 10 mesure non corrigée. Les étapes E01 et E02 peuvent être exécutées dans un ordre quelconque.

[0057] Lors d'une étape suivante E03, le circuit de traitement 241 calcule ici l'admittance en circuit ouvert théorique S_{oc} du dispositif de détection 100, autrement dit l'admittance d'une résistance de calibration 15 infinie (remplaçant par exemple R_{c1} ou R_{c2}), à partir des mesures de valeur complexe (d'impédance ou d'admittance) des deux résistances de calibration R_{c1} et R_{c2} , selon la relation suivante :

$$\overline{S_{OC}C_{R10}} = 10 \times \overline{S_{OC}C_{R100}} \quad (1)$$

[0058] La relation (1) traduit les propriétés mathématiques 20 suivantes :

- les admittances S_{oc} , C_{R10} et C_{R100} sont alignées dans le plan complexe d'admittance car toutes les trois représentent uniquement des résistances et
- il existe un facteur 10 de proportionnalité entre 25 l'amplitude de l'admittance C_{R10} par rapport à l'admittance en circuit ouvert S_{oc} et l'amplitude de l'admittance C_{R100} par rapport à l'admittance en circuit ouvert S_{oc} .

[0059] Dans le plan complexe (O, \vec{I}, \vec{J}) , par définition, on considère que le point Soc d'impédance infinie théorique est l'origine O du repère orthonormé. Or, comme le montrent les figures 3 et 4, en raison des effets perturbateurs précédemment évoqués, le point Soc et l'origine O du repère (O, \vec{I}, \vec{J}) ne coïncident pas dans le plan complexe (O, \vec{I}, \vec{J}) . La translation qui envoie le point Soc sur l'origine O du plan complexe (O, \vec{I}, \vec{J}) définit un vecteur $\overrightarrow{S_{OC}O}$. La translation caractérisée par le vecteur $\overrightarrow{S_{OC}O}$ définit une première correction par décalage ou « correction d'offset » à appliquer à une mesure faite par le dispositif de mesure 24. Lors d'une étape E04, le circuit de traitement 241 calcule le vecteur d'offset ou de translation ou de décalage $\overrightarrow{S_{OC}O}$.

[0060] Lors d'une étape E05, le circuit de traitement 241 applique sur l'une au moins des deux mesures de valeur complexe d'impédance ou d'admittance des résistances R_{c1} et R_{c2} une première correction correspondant à une translation selon le vecteur $\overrightarrow{S_{OC}O}$ du point C_{R10} (ou C_{R100}) dans le plan complexe (O, \vec{I}, \vec{J}) . Le point image du point C_{R10} (ou C_{R100}) par la translation selon le vecteur $\overrightarrow{S_{OC}O}$ est un point décalé C_{R10_S} (ou C_{R100_S}) dans le plan complexe (O, \vec{I}, \vec{J}) , comme représenté sur la figure 4. Il satisfait la relation suivante :

$$20 \quad \overrightarrow{C_{R10}C_{R10_S}} = \overrightarrow{S_{OC}O} \tag{2}$$

[0061] Lors d'une étape E06, le circuit de traitement 241 calcule un gain G de conversion en unités de mesure standard, respectivement siemens et farad pour les conductances et les capacités. Le gain de conversion G est calculé selon la relation suivante :

$$25 \quad G = \frac{|R_{100\Omega} - R_{10\Omega}|}{R_{100\Omega} \times R_{10\Omega} \times \|C_{R10}C_{R100}\|} = \frac{9 \cdot 10^4}{10^9 \times \|C_{R10}C_{R100}\|} = \frac{9}{10^5 \times \|C_{R10}C_{R100}\|} \tag{3}$$

[0062] La relation (3) ci-dessus découle du fait que la différence entre les admittances respectives des deux résistances de calibration R_{c1} et R_{c2} est égale au gain G multiplié par la norme du vecteur reliant le point de

mesure C_{R10} et le point de mesure C_{R100} . Autrement dit : $\frac{1}{R_{10\Omega}} - \frac{1}{R_{100\Omega}} = G \times \|\overrightarrow{C_{R10}C_{R100}}\|$.

[0063] Le procédé peut également comprendre une mesure d'une valeur complexe d'impédance ou d'admittance en circuit ouvert, réalisée par exemple pendant l'opération initiale de calibration E0 après les mesures E01 et E02 d'impédance des résistances de calibration R_{c1} et R_{c2} , lors d'une étape E07 (représentée en pointillés sur la figure 6.1). Cette valeur complexe d'impédance ou d'admittance en circuit ouvert correspond à l'impédance ou admittance d'une résistance de calibration mais de valeur résistive infinie.

10 Notons C_{oc} , le point du plan d'admittance $(0, \vec{I}, \vec{J})$ correspondant à la mesure de valeur complexe d'admittance en circuit ouvert, comme représentés sur les figures 3 et 4. Lors d'un bon fonctionnement du dispositif de détection 100, le point C_{oc} est proche du point théorique calculé S_{oc} , comme le montre la figure 4. Un décalage trop important entre C_{oc} et S_{oc} indique un

15 dysfonctionnement du dispositif capacitif de détection 100. Le procédé comprend de façon optionnelle une étape E08 de diagnostic de bon fonctionnement, lors de laquelle le circuit de traitement 241 vérifie si le point mesuré C_{oc} est proche du point théorique calculé S_{oc} afin de détecter le bon ou mauvais fonctionnement du dispositif de détection 100. Par exemple, la

20 distance entre les deux points C_{oc} et S_{oc} est calculée et comparée à une valeur limite (ou seuil). Si la distance calculée est inférieure à la valeur limite, on considère que le fonctionnement est bon. Si la distance calculée est supérieure à la valeur limite, on détecte un dysfonctionnement du dispositif de détection 100. Dans ce cas, un signal d'alerte peut être transmis au

25 conducteur du véhicule.

[0064] L'opération de calibration E0 est suivie d'une opération E1 de mesure de l'impédance entre l'électrode de détection 20 et la masse électrique du véhicule. Lorsqu'un conducteur a les mains sur le volant (ou bien seulement un doigt ou quelques doigts), il ajoute une impédance Z_x

comportant une résistance R_x et une capacité C_x en parallèle entre l'électrode de détection 20 et la masse électrique, comme représenté sur la figure 2.

[0065] L'opération de mesure E1 comprend une première étape E10 de configuration en mode mesure du dispositif capacitif de détection 100.

5 Lors de cette étape E10, sur commande de l'unité de contrôle 26, les relais SW1 et SW2 sont fermés et les relais SW5 et SW6 sont ici ouverts. La source de tension 23 est alors connectée aux électrodes 20, 21, l'électrode de détection 20 étant connectée à la borne de sortie 232 de la source de tension, et déconnectée du dispositif de calibration 25 de manière à alimenter

10 en tension alternative l'électrode de détection 20. Dans cette configuration, les relais SW3 et SW4 sont avantageusement ouverts.

[0066] Lors d'une étape de mesure E11, l'électrode de détection 20 reçoit un signal de tension alternative et le circuit de mesure 24 mesure le courant électrique circulant à travers l'électrode écran 21 à l'aide de

15 l'amplificateur 240. Le circuit de traitement 241 détermine une valeur complexe d'impédance Z_x ou d'admittance $1/Z_x$ entre l'électrode de détection 20 et la masse. Sur la figure 4, on a représenté ici dans le plan complexe d'admittance (O, \vec{I}, \vec{J}) un point de mesure M représentant la mesure de valeur complexe d'impédance Z_x ou d'admittance $1/Z_x$ ainsi que le point de mesure

20 décalé CR_{10_S} de la résistance R_{C1} , l'origine O et le point calculé S_{oc} correspondant à une impédance infinie (ou en circuit ouvert).

[0067] Lors d'une étape suivante E12, le circuit de traitement 241 applique à la mesure de la valeur complexe d'impédance Z_x ou d'admittance $1/Z_x$ une première correction correspondant à une translation par le vecteur

25 $\overrightarrow{S_{oc}O}$ du point de mesure M dans le plan d'admittance (O, \vec{I}, \vec{J}) . Le point image du point de mesure M par cette translation est un point décalé M_s dans le plan d'admittance (O, \vec{I}, \vec{J}) . Il satisfait la relation suivante :

$$\overrightarrow{MM_s} = \overrightarrow{S_{oc}O} \quad (4)$$

[0068] Les résistances de calibration R_{C1} , R_{C2} sont des résistances pures ayant des valeurs (résistives) réelles. Par convention, les résistances sont représentées dans le plan complexe ici d'admittance (O, \vec{I}, \vec{J}) par des points sur l'axe des conductances (O, \vec{I}) . Sur la base de cette propriété

5 géométrique et d'au moins deux des points représentant les valeurs complexes mesurées des résistances R_{C1} , R_{C2} et la valeur complexe d'impédance ou d'admittance en circuit ouvert calculée (à savoir C_{R10} , C_{R100} et S_{OC} avant correction par décalage ou bien C_{R10_S} , C_{R100_S} et O après décalage par $\overrightarrow{S_{OC}O}$), le circuit de traitement 241 applique au point de mesure

10 décalé M_S une correction de phase dans le plan complexe lors d'une étape E13, par exemple par les relations suivantes :

$$\|\overrightarrow{OM_S}\| = \|\overrightarrow{OM_{S\&R}}\| \quad (5)$$

$$\alpha = (\overrightarrow{OM_S}, \overrightarrow{OM_{S\&R}}) = (\overrightarrow{OC_{R10,S}}, \overrightarrow{OI}) \quad (6)$$

où $M_{S\&R}$ représente le point de mesure M après correction d'offset et

15 correction de phase.

[0069] D'une manière plus générale, ladite correction de phase correspond à une rotation selon un angle α entre :

- une droite définie par deux points du plan complexe (d'admittance (O, \vec{I}, \vec{J}) ou d'impédance), obtenus à partir de mesures de valeurs complexes d'impédance ou

20 d'admittance des résistances (résistance(s) de calibration et/ou résistance infinie) et

- l'axe (O, \vec{I}) des conductances ou des résistances du plan complexe.

[0070] Les deux points du plan complexe (O, \vec{I}, \vec{J}) obtenus à partir de mesures de valeurs complexes d'impédance ou d'admittance de résistances peuvent être sélectionnés parmi l'un des deux groupes de points suivants :

25

- C_{R10} , C_{R100} et S_{OC} ,
- C_{R10_S} , C_{R100_S} et O ,
- ou par exemple C_{R10} et C_{OC}

[0071] Le circuit de traitement détermine ainsi une valeur complexe
 5 (d'impédance ou d'admittance) corrigée par offset (ou décalage) et correction
 de phase, représentée ici par le point $M_{S\&R}$ dans le plan d'admittance
 (O, \vec{I}, \vec{J}) . Notons x et y les coordonnées d'abscisse et d'ordonnée du point
 $M_{S\&R}$ dans le plan d'admittance (O, \vec{I}, \vec{J}) .

[0072] La correction par décalage ou offset et la correction de phase
 10 peuvent être exécutées dans un ordre quelconque pour autant que les
 calculs sont adaptés.

[0073] Lors d'une étape de mise à l'échelle E14, l'unité de
 traitement 241 met à l'échelle les coordonnées x et y du point $M_{S\&R}$ pour les
 convertir en unités de mesure ohms et farads respectivement, selon les
 15 relations suivantes :

$$C = \frac{G.y}{2.\pi.f} \quad (7)$$

$$R = \frac{1}{G.x} \quad (8)$$

où f représente la fréquence en Hertz générée par le DDS (de
 l'anglais « Direct Digital Synthesis ») du circuit intégré de traitement
 20 241.

[0074] Lors d'une étape finale E15, l'unité de traitement 241 détecte
 la présence ou l'absence d'un conducteur sur le volant 1 par exploitation de
 la valeur de capacité C obtenue lors de l'étape E14. Cette valeur de capacité
 C permet d'évaluer la surface de main ou doigt en contact avec le volant 1.
 25 Une capacité de l'ordre de 15 pF correspond à un doigt posé sur le volant 1.
 Une capacité de l'ordre de 150 pF correspond à deux mains posées sur le
 volant 1.

[0075] Dans un mode de réalisation particulier de l'invention, suite à l'exécution de l'opération initiale de calibration E0 suivie de l'opération E1 de mesure d'impédance Z_x , l'étape E11 de mesure d'une valeur complexe d'impédance Z_x (ou d'admittance $1/Z_x$) est répétée de façon cyclique et, entre
5 deux mesures de Z_x (ou $1/Z_x$) des étapes de calibration (E01, E02 et/ou E07) sont répétées. Les mesures de l'impédance (ou admittance) recherchée Z_x (ou $1/Z_x$) sont ainsi entrelacées avec des mesures de calibration pour garantir une calibration continue pendant toute la durée de la détection du volant 1. Par exemple, une moitié des mesures est dédiée à des mesures
10 d'impédance Z_x (ou d'admittance $1/Z_x$) en mode mesure et l'autre moitié des mesures est dédiée à des mesures de calibration (E01, E02 ou E07) en mode calibration pour mettre à jour les données de calibration au fur et à mesure et de façon continue dans le temps. Sur la figure 7, on a représenté un exemple de mise en œuvre de cet entrelacement des mesures de Z_x et
15 des mesures de calibration. Les première et deuxième lignes représentent les mesures d'impédances des résistances R_{C1} et R_{C2} respectivement. La dernière ligne représente les mesures d'impédance Z_x (ou d'admittance $1/Z_x$). Initialement, comme décrit en référence à la figure 6.1, le dispositif de détection 100 réalise une mesure de valeur complexe (d'impédance ou
20 d'admittance) de la résistance R_{C1} puis une mesure de valeur complexe (d'impédance ou d'admittance) de la résistance R_{C2} afin d'obtenir un premier jeu de données de calibration. Ensuite une première mesure d'impédance Z_x (ou d'admittance $1/Z_x$) est réalisée. Après cette phase initiale, les mesures d'impédance Z_x (ou d'admittance $1/Z_x$) sont répétées de façon régulière,
25 selon une fréquence de mesure déterminée, et, entre deux mesures, une seule mesure de calibration est ici réalisée, à savoir soit une mesure d'impédance de la résistance de calibration R_{C1} , soit une mesure d'impédance de la résistance de calibration R_{C2} . On pourrait également alterner ces mesures de calibration avec une mesure en circuit ouvert
30 (équivalent à une résistance de calibration de valeur infinie). Ainsi, les différentes mesures de calibration sont exécutées l'une après l'autre de façon

cyclique entre deux mesures d'impédance Z_x (ou d'admittance $1/Z_x$) successives. Les mesures de calibration sont ainsi entrelacées entre les mesures d'impédance Z_x (ou d'admittance $1/Z_x$).

[0076] L'entrelacement des mesures d'impédance Z_x (ou
5 d'admittance $1/Z_x$) et des mesures de calibration est avantageusement exécuté pendant toute la durée de fonctionnement le dispositif de détection 100, typiquement à partir du moment où le véhicule est mis en marche et jusqu'à l'arrêt de son moteur.

[0077] Dans la description qui précède, le dispositif capacitif de
10 détection 100 comporte deux résistances de calibration ayant des valeurs résistives différentes l'une de l'autre.

[0078] Dans une première variante de réalisation, le dispositif
capacitif de détection comporte deux résistances de calibration semblables (c'est-à-dire ayant une même valeur résistive). Dans ce cas, des moyens de
15 commutation sont prévus pour réaliser deux dipôles résistifs différents à partir des deux résistances de calibration, ce qui permet de réaliser deux mesures de valeur complexe d'impédance (ou d'admittance) et d'obtenir deux points distincts de mesure de calibration dans le plan complexe. Par exemple, un
premier dipôle résistif comprend l'une seule des deux résistances de
20 calibration et le second dipôle résistif comprend les deux résistances de calibration montées en parallèle ou en série.

[0079] Dans une deuxième variante de réalisation, le dispositif
capacitif de détection comprend une seule résistance de calibration permettant de réaliser une première étape de mesure d'impédance d'une
25 résistance de calibration, par exemple comprise entre 10 k Ω et 100 k Ω . Dans ce cas, la deuxième étape de mesure d'impédance d'une autre résistance de calibration est supprimée et le procédé comprend une étape de mesure de la résistance en circuit ouvert, identique à l'étape E07, afin d'obtenir une mesure de l'impédance en circuit ouvert. Dans ce cas, les deux corrections
30 (correction d'offset et correction de phase) à appliquer sont déterminées à

partir du point représentant la mesure d'impédance d'une résistance de calibration dans le plan d'admittance, par exemple C_{R100} (si la résistance de calibration est de 100 k Ω) et du point C_{oc} représentant la mesure d'impédance en circuit ouvert. L'impédance (ou admittance) en circuit ouvert
5 est dans ce cas mesurée mais n'est pas calculée de façon théorique (le point S_{oc} n'est pas calculé).

[0080] Dans la description qui précède, l'électrode de détection est connectée à la source de tension 23, en l'espèce à sa borne de sortie 232, via le relais SW1. Dans une variante de réalisation du montage électrique,
10 c'est l'électrode écran qui est connectée à la source de tension 23, en l'espèce à sa borne de sortie 232, via le relais SW1.

[0081] Dans la description qui précède, le dispositif de mesure 24 mesure une valeur complexe d'impédance ou d'admittance aux fins de détecter la présence ou l'absence d'une personne sur le volant entre une
15 électrode (par exemple l'électrode de détection 20) et une masse électrique de véhicule. En variante, le dispositif de mesure d'impédance 24 mesure une valeur complexe d'impédance ou d'admittance aux fins de détecter la présence ou l'absence d'une personne sur le volant entre l'une des deux électrodes 20, 21 et un point de référence de circuit électrique. Le point de
20 circuit électrique constituant un point de référence pour la mesure d'impédance ou d'admittance complexe recherchée peut être l'autre électrode.

[0082] La présente invention a été décrite dans le cadre de la détection de présence d'un conducteur sur le volant du véhicule. Dans un
25 autre exemple de réalisation de l'invention, le dispositif capacitif de détection est destiné à détecter la présence ou l'absence d'une personne sur un siège du véhicule. De manière plus générale, l'invention s'applique à la détection de présence d'une personne à proximité ou sur (c'est-à-dire au contact de) un composant d'un véhicule automobile.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de détection capacitif (100) pour détecter la présence d'une personne à proximité ou au contact avec un composant (1) d'un
- 5 véhicule automobile, équipé d'un capteur capacitif, ledit dispositif comprenant
- au moins une électrode (20) du capteur capacitif,
 - une source de tension (23) agencée pour délivrer une tension alternative,
 - un dispositif (24) de mesure d'une valeur complexe,
- 10 correspondant à une impédance ou une admittance, entre ladite électrode (20) et un point de référence de circuit électrique;
- une résistance de calibration (R_{c1} , R_{c2}) pour calibrer la mesure d'une valeur complexe d'impédance ou d'admittance ;
- caractérisé en ce que
- 15 ledit dispositif de détection capacitif comprend un dispositif de commutation (26, SW1-SW6) agencé pour (23) pour
- connecter la source de tension (23) à ladite électrode (20), en mode mesure,
 - connecter la source de tension (23) à la résistance de
- 20 calibration (R_{c1} , R_{c2}) et déconnecter ladite électrode (20) de la source de tension, en mode calibration,
- et le dispositif (24) de mesure est agencé pour
- mesurer une première valeur complexe de la résistance de calibration (R_{c1} , R_{c2}), lors d'un fonctionnement en mode
- 25 calibration ;
- mesurer une deuxième valeur complexe entre ladite électrode (20) et ledit point de référence de circuit électrique, lors d'un fonctionnement en mode mesure, et
 - corriger la deuxième valeur complexe mesurée en fonction de la
- 30 première valeur complexe mesurée.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend deux résistances de calibration (R_{C1} , R_{C2}).
- 5 3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que les deux résistances de calibration (R_{C1} , R_{C2}) ont des valeurs résistives différentes.
4. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce
10 qu'une première des résistances de calibration (R_{C1}) a une valeur résistive comprise entre 1 k Ω et 20 k Ω et une deuxième des résistances de calibration (R_{C2}) a une valeur résistive comprise 10 k Ω et 200 k Ω .
5. Dispositif selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que
15 les deux résistances de calibration (R_{C1} , R_{C2}) sont montées en parallèle et le dispositif de commutation (26, SW1-SW6) est agencé pour connecter la source de tension (23) de façon sélective à l'une ou l'autre des deux résistances (R_{C1} , R_{C2}).
- 20 6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif de mesure (24) est agencé pour appliquer une correction d'offset à la deuxième valeur complexe mesurée, ladite correction d'offset correspondant à une translation selon un vecteur $\overrightarrow{S_{Oc}O}$ dans un plan complexe, le point S_{Oc} étant un point du plan complexe
25 correspondant à une valeur complexe d'admittance ou d'impédance en circuit ouvert du dispositif capacitif de détection et le point O correspondant à l'origine du plan complexe.
7. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce
30 que le dispositif de mesure (24) est agencé pour calculer ladite valeur complexe d'impédance ou d'admittance en circuit ouvert (S_{Oc}) du dispositif

capacitif de détection à partir de deux valeurs complexes mesurées à l'aide des deux résistances de calibration (R_{C1} , R_{C2}).

8. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le dispositif de mesure (24) est agencé pour mesurer une valeur complexe d'impédance ou d'admittance en circuit ouvert (C_{oc}) et comparer ladite valeur complexe d'impédance ou d'admittance en circuit ouvert mesurée et ladite valeur complexe d'impédance ou d'admittance en circuit ouvert calculée (S_{oc}) afin de vérifier le bon fonctionnement du dispositif capacitif de détection.

9. Dispositif selon l'une des revendications 2 à 8, caractérisé en ce que le dispositif de mesure (24) est agencé pour appliquer une correction de phase (E_{13}) à la deuxième valeur complexe mesurée, ladite correction de phase correspondant à une rotation selon un angle α entre une droite définie par deux points dans un plan complexe, obtenus à partir de deux valeurs complexes d'impédance ou d'admittance mesurées à l'aide des deux résistances de calibration, et un axe des résistances ou des conductances du plan complexe.

10. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend une paire de capacités de protection en série (C_{P1} , C_{P2}), ladite paire de capacités étant montée en parallèle de la ou des résistances de calibration (R_{C1} , R_{C2}) et en ce que l'une des deux capacités est reliée à ses bornes à la source de tension (23) par l'intermédiaire de deux commutateurs respectifs et l'autre capacité est reliée à une masse électrique du véhicule.

11. Dispositif selon l'une des revendications 2 à 10, caractérisé en ce qu'il est agencé pour répéter la mesure de la deuxième valeur complexe entre ladite électrode et le point de référence de circuit électrique de façon

cyclique et, entre deux mesures successives de ladite deuxième valeur complexe, exécuter une mesure de calibration.

12. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif de mesure (24) est agencé pour calculer une valeur de capacité entre ladite électrode (20) et le point de référence de circuit électrique, à partir de ladite deuxième valeur complexe mesurée puis corrigée, par application d'un gain de mise à l'échelle G à la partie imaginaire de ladite deuxième valeur mesurée puis corrigée, le gain G étant donné par la relation

$$G = \frac{|R_{C1} - R_{C2}|}{R_{C1} \times R_{C2} \times \|\overline{C_{R,C1}} C_{R,C2}\|}$$

où

- R_{C1} représente une première résistance de calibration ;
- R_{C2} représente une deuxième résistance de calibration ;
- $C_{R,C1}$ représente un point, dans un plan complexe d'admittance, correspondant à la mesure d'une valeur complexe de la première résistance de calibration R_{C1} ;
- $C_{R,C2}$ représente un point, dans ledit plan complexe d'admittance, correspondant à la mesure d'une valeur complexe de la deuxième résistance de calibration R_{C2} .

13. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif de mesure (24) comprend un circuit de mesure de courant.

14. Volant de véhicule automobile équipé du dispositif capacitif de détection (100) selon l'une des revendications précédentes.

15. Siège de véhicule automobile équipé du dispositif capacitif de détection (100) selon l'une des revendications 1 à 13.

16. Véhicule automobile comprenant un volant selon la revendication 14 et/ou un siège selon la revendication 15.

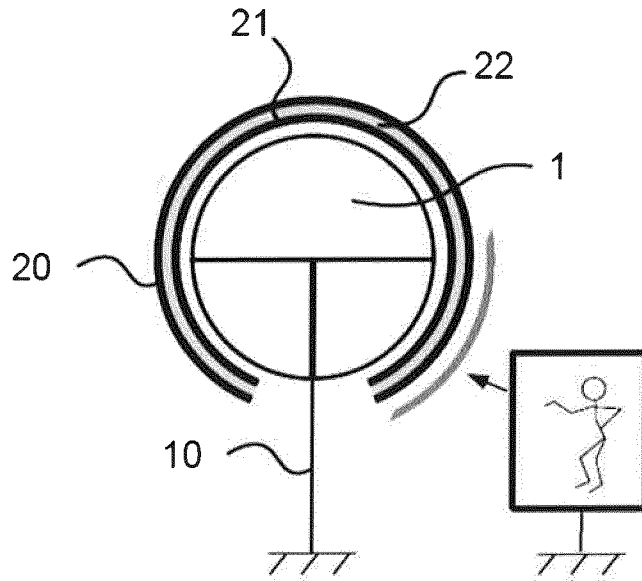


FIG. 1

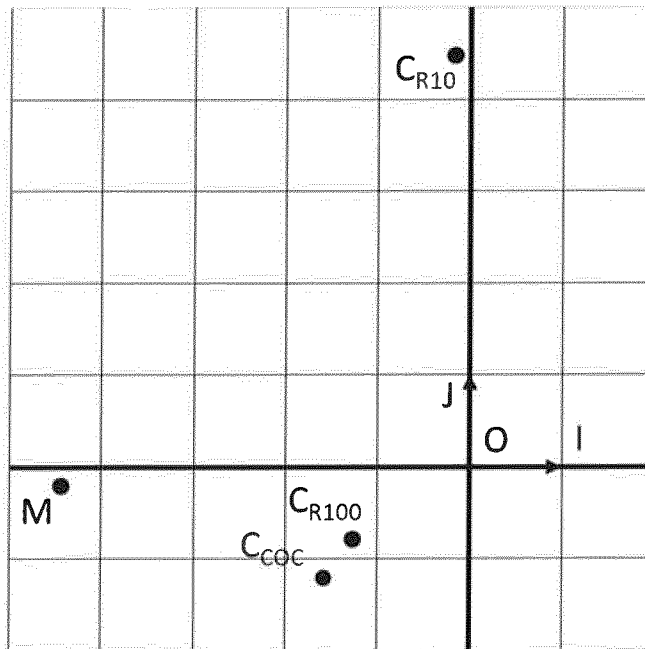


FIG. 3

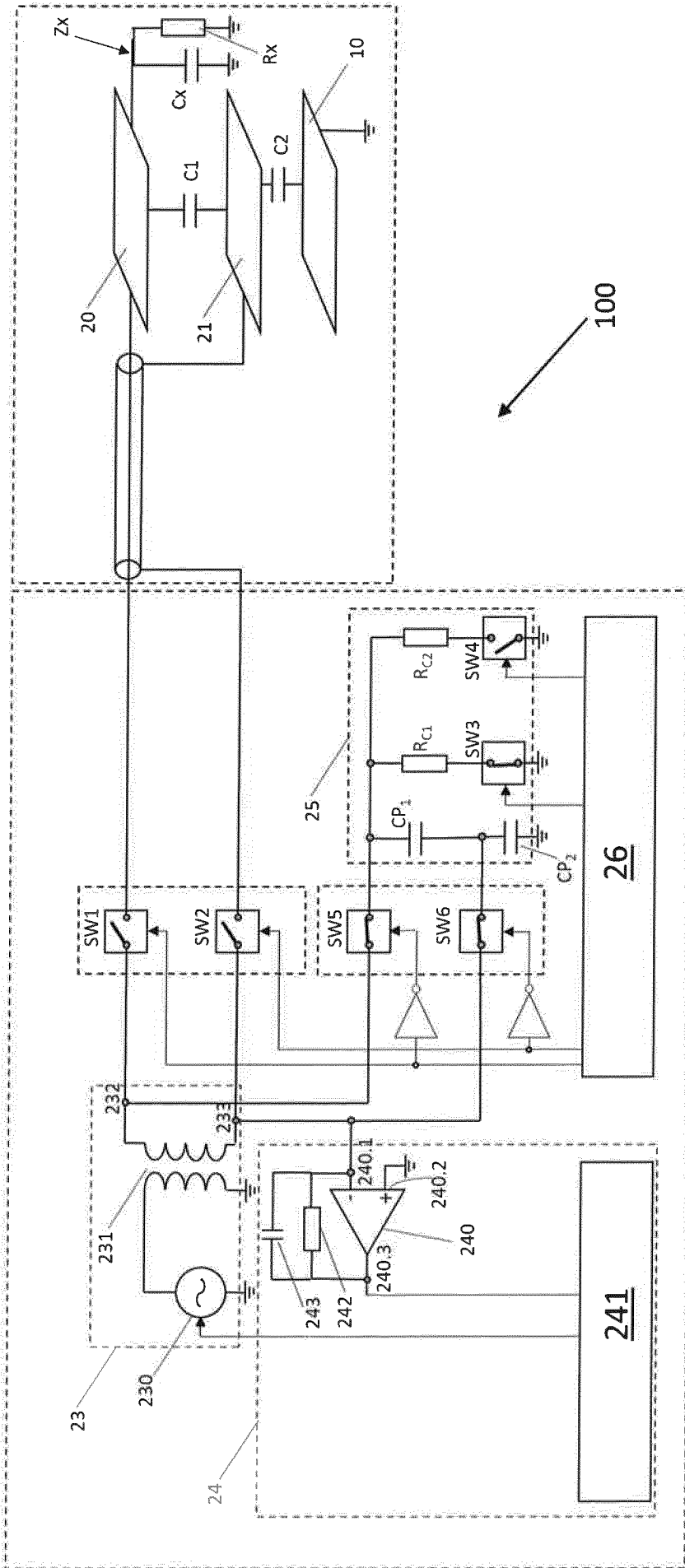


FIG. 2

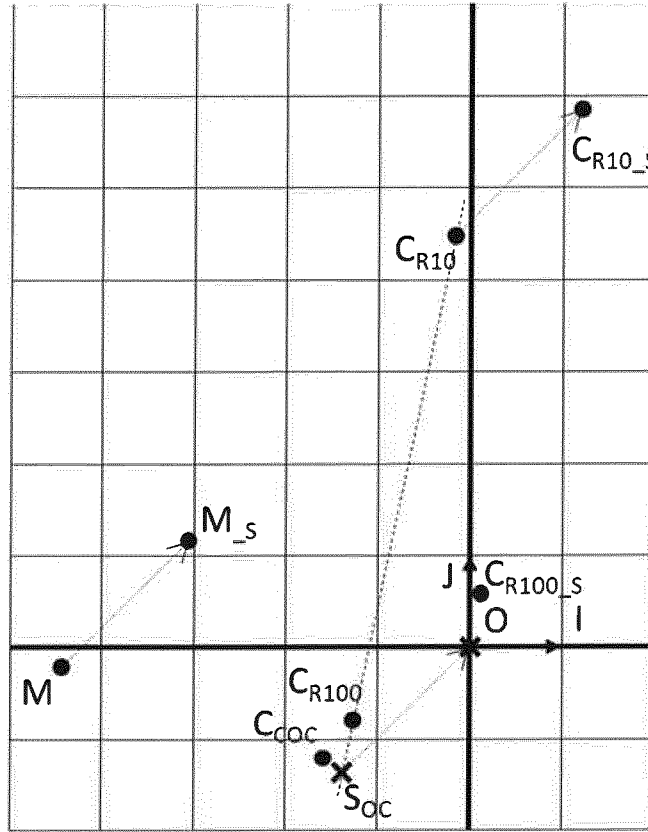


FIG. 4

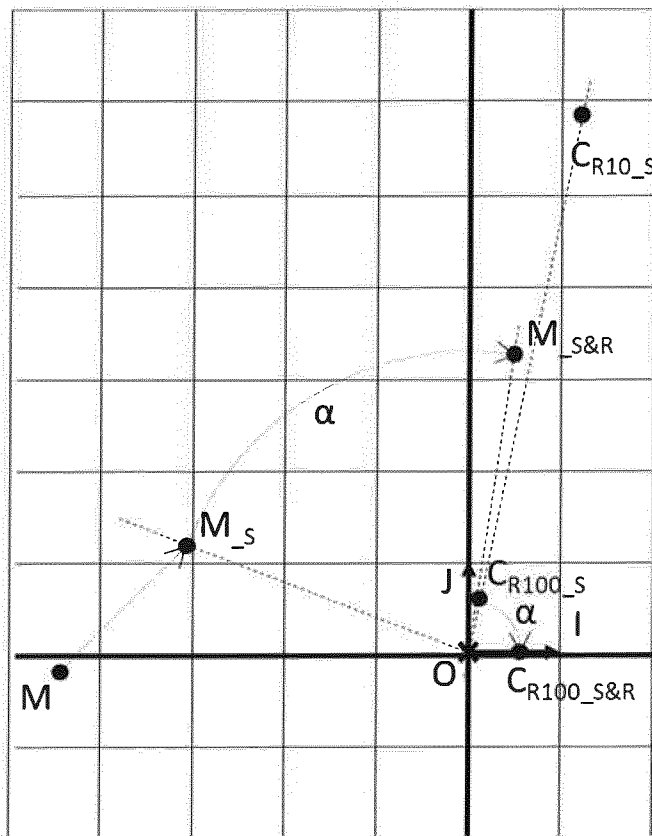


FIG. 5

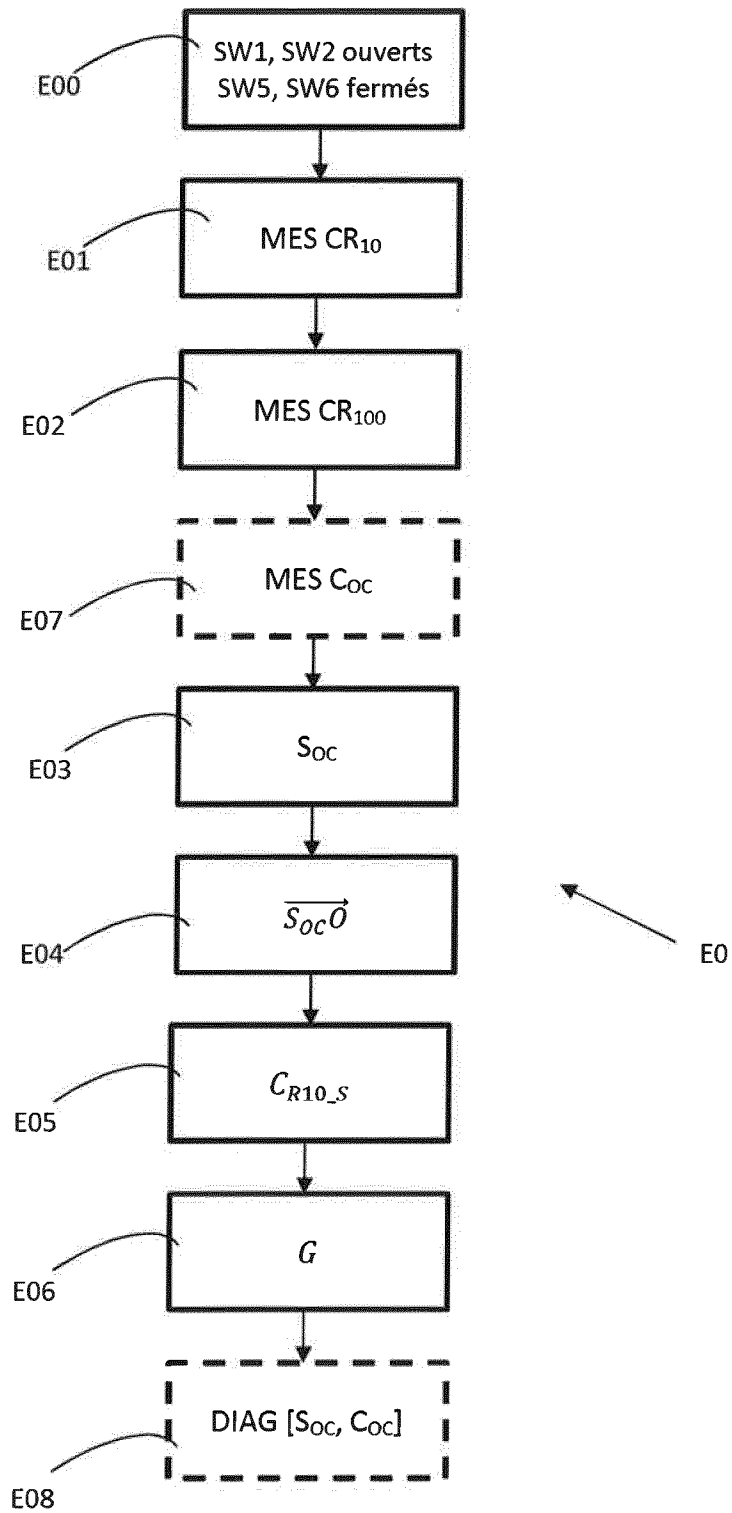


FIG. 6.1

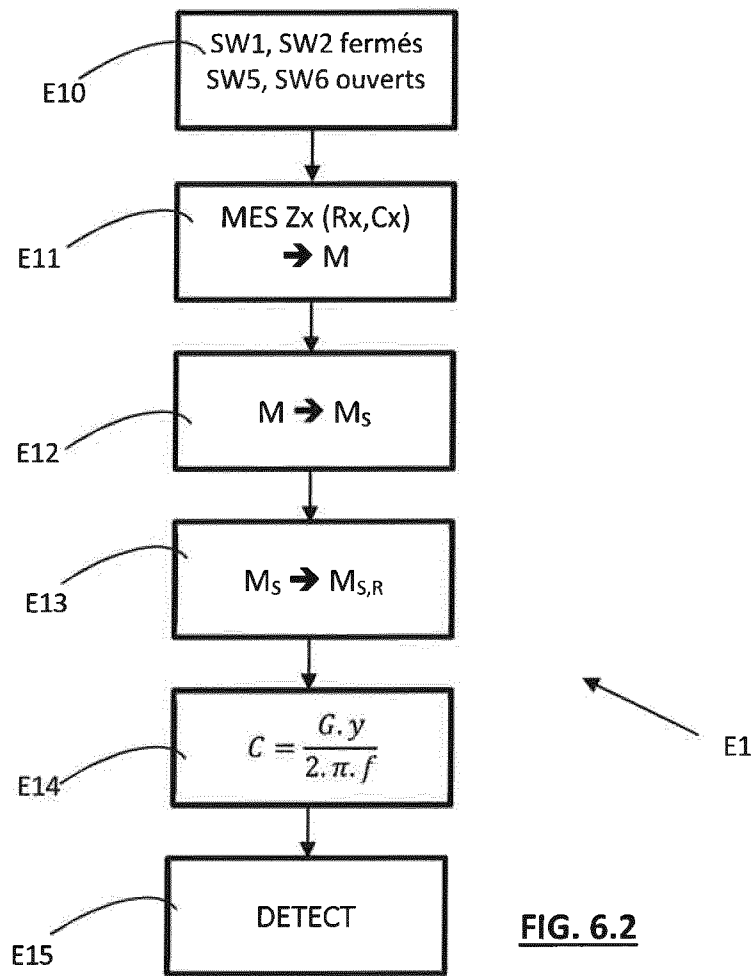


FIG. 6.2

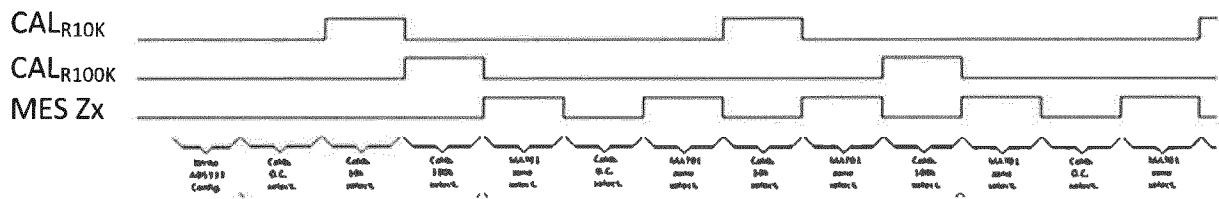


FIG. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/066177

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>B62D 1/04</i> (2006.01)i; <i>B62D 1/06</i> (2006.01)i; <i>G01R 35/00</i> (2006.01)i; <i>G01R 27/02</i> (2006.01)i; <i>B60W 40/08</i> (2012.01)i; <i>G01D 18/00</i> (2006.01)i; <i>G01V 13/00</i> (2006.01)i; <i>A61B 5/00</i> (2006.01)i; <i>G01V 3/08</i> (2006.01)i; <i>G01R 31/00</i> (2006.01)i; <i>G01R 27/26</i> (2006.01)i; <i>B60R 21/015</i> (2006.01)n; <i>G01D 5/24</i> (2006.01)n		
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) G01B; B60W; G01D; G06K; G01L; G01V; A61B; B60N; B62D; H03J; H03K		
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 2016055667 A1 (IEE SARL [LU]) 14 April 2016 (2016-04-14) paragraphs [0001], [0024], [0029] - [0035]; figures 1, 3	1-16
X	EP 0802420 A2 (HEWLETT PACKARD CO [US]) 22 October 1997 (1997-10-22) equation 1-3; colonne 1, line 3 - line 4; figures 1, 2 column 2, line 3 - line 5 column 4, line 5 - line 56	1-16
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 04 September 2019		Date of mailing of the international search report 13 September 2019
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Haenssler, Thedda Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/066177

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2016055667	A1	14 April 2016	CN	107148752	A	08 September 2017
				DE	112015004612	T5	22 June 2017
				US	2017305376	A1	26 October 2017
				WO	2016055667	A1	14 April 2016

EP	0802420	A2	22 October 1997	DE	69718700	D1	06 March 2003
				DE	69718700	T2	06 November 2003
				EP	0802420	A2	22 October 1997
				JP	3851375	B2	29 November 2006
				JP	H09281163	A	31 October 1997
				US	5886529	A	23 March 1999

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2019/066177

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B62D1/04 B62D1/06 G01R35/00 G01R27/02 B60W40/08 G01D18/00 G01V13/00 A61B5/00 G01V3/08 G01R31/00 G01R27/26					
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) G01B B60W G01D G06K G01L G01V A61B B60N B62D H03J H03K					
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 2016/055667 A1 (IEE SARL [LU]) 14 avril 2016 (2016-04-14) alinéas [0001], [0024], [0029] - [0035]; figures 1,3 -----	1-16			
X	EP 0 802 420 A2 (HEWLETT PACKARD CO [US]) 22 octobre 1997 (1997-10-22) équation 1-3; colonne 1, ligne 3 - ligne 4; figures 1,2 colonne 2, ligne 3 - ligne 5 colonne 4, ligne 5 - ligne 56 -----	1-16			
<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 4 septembre 2019		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 13/09/2019			
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 Haenssler, Thedda			

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2019/066177

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2016055667 A1	14-04-2016	CN 107148752 A	08-09-2017
		DE 112015004612 T5	22-06-2017
		US 2017305376 A1	26-10-2017
		WO 2016055667 A1	14-04-2016

EP 0802420 A2	22-10-1997	DE 69718700 D1	06-03-2003
		DE 69718700 T2	06-11-2003
		EP 0802420 A2	22-10-1997
		JP 3851375 B2	29-11-2006
		JP H09281163 A	31-10-1997
		US 5886529 A	23-03-1999
