

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
**INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**  
—  
COURBEVOIE  
—

①① N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**3 096 389**

②① N° d'enregistrement national : **19 05365**

⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **E 05 B 81/76 (2019.01), G 01 R 27/26**

①②

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤④ Capteur et dispositif de détection de présence.

②② Date de dépôt : 22.05.19.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 27.11.20 Bulletin 20/48.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 13.08.21 Bulletin 21/32.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *Continental Automotive GmbH  
GmbH — DE.*

⑦② Inventeur(s) : *ELIE Olivier et SPICK Gabriel.*

⑦③ Titulaire(s) : *VITESCO TECHNOLOGIES GmbH.*

⑦④ Mandataire(s) : *ARGYMA.*

**FR 3 096 389 - B1**



## Description

### Titre de l'invention : Capteur et dispositif de détection de présence

#### Domaine technique

- [0001] La présente invention se rapporte au domaine de l'automobile et concerne plus particulièrement le déverrouillage d'un accès à un véhicule automobile. L'invention a pour objet un capteur et un procédé de détection de la présence d'un utilisateur près d'un véhicule ainsi qu'un véhicule comprenant un tel capteur.
- [0002] L'invention vise notamment à améliorer la sensibilité des capteurs de type CVD et DCVD existants.

#### Technique antérieure

- [0003] Dans un véhicule automobile, il est connu d'utiliser un système de déverrouillage d'un accès comprenant un capteur de détection de la présence d'un utilisateur. Un tel capteur se présente de manière connue sous la forme d'un capteur de proximité capacitif permettant de détecter par exemple la présence d'une main de l'utilisateur sur la poignée d'une portière afin de la déverrouiller ou bien de détecter le passage d'un pied de l'utilisateur sous le coffre du véhicule afin de le déverrouiller. Notamment, lorsque l'utilisateur déplace sa main d'une première position, par exemple éloignée d'une poignée de portière, à une deuxième position, sur ladite poignée, le capteur détecte cette présence, ce qui entraîne le déverrouillage de la portière.
- [0004] Dans une solution connue, appelée CVD (Capacitive Voltage Divider en anglais ou diviseur de tension capacitif), le capteur de détection comprend un circuit imprimé comportant une capacité dite « de détection » formant une première électrode et une capacité dite « de stockage », reliées via des interrupteurs à un générateur de tension et à un microcontrôleur mettant en œuvre un convertisseur analogique-numérique permettant de quantifier la charge électrique stockée dans la capacité de stockage.
- [0005] En l'absence d'un utilisateur à proximité du capteur, la capacité de stockage se charge d'une charge nominale définissant une tension de stockage nominale. Lorsque la main de l'utilisateur se trouve à proximité de l'électrode, l'utilisateur se comporte comme une deuxième électrode, reliée à la Terre, qui augmente la valeur de capacitance de la capacité de détection au-delà de sa valeur de capacitance nominale mesurée en l'absence d'utilisateur.
- [0006] Afin de détecter la présence d'un utilisateur, le capteur comprend tout d'abord une phase d'acquisition qui permet de charger la capacité de stockage, celle-ci étant préalablement déchargée. Cette phase d'acquisition comporte dans un premier temps la charge de la capacité de détection par le générateur de tension suivi dans un second temps du transfert par conduction de courant de la charge stockée dans la capacité de

détection vers la capacité de stockage. La tension aux bornes de la capacité de stockage est ensuite mesurée dans une deuxième phase dite de mesure.

[0007] Lorsque la capacité de stockage s'est chargée sans qu'un utilisateur ne soit venu à proximité du capteur, sa charge à la fin de la phase d'acquisition correspond à sa valeur de charge nominale et la tension de stockage à ses bornes correspond donc à une tension de stockage nominale. En revanche, lorsqu'un utilisateur est présent à proximité du capteur lors de la phase d'acquisition, la valeur de capacitance de la capacité de détection augmente du fait de la présence de l'utilisateur de sorte que la tension définie aux bornes de la capacité de stockage à la fin de la phase d'acquisition soit supérieure à la tension définie par la charge nominale mesurée en l'absence de présence humaine à proximité du capteur. Dans ce cas, la tension aux bornes de la capacité de stockage est égale à une tension de détection qui est supérieure à la tension de stockage nominale. Dès lors qu'un utilisateur a été détecté, le microcontrôleur envoie un signal de détection à un calculateur électronique du véhicule afin qu'il authentifie l'utilisateur et déverrouille le ou les ouvrants le cas échéant.

[0008] Cette solution de type CVD permet des mesures et une détection rapides de la présence d'un utilisateur. Cependant, on a constaté que ce fonctionnement pouvait générer des perturbations électromagnétiques significativement importantes, notamment du bruit basses fréquences, pouvant perturber d'autres dispositifs électroniques du véhicule. De plus, la sensibilité d'un tel capteur peut être relativement faible, ce qui implique une faible distance de détection.

[0009] Aussi, afin de remédier au moins en partie à ces inconvénients, il est connu d'utiliser une solution alternative, appelée DCVD (Differential Capacitive Voltage Divider en anglais ou diviseur de tension capacitif différentiel). Dans cette solution, le capteur de détection est identique à celui de la solution CVD mais comprend un agencement différent d'interrupteurs afin de la faire fonctionner différemment. Cette solution consiste tout d'abord à réaliser une première phase d'acquisition, identique à la phase d'acquisition de la solution CVD, suivie d'une deuxième phase d'acquisition consistant à charger la capacité de stockage à partir de la tension délivrée par le générateur de tension puis à décharger la capacité de stockage dans la capacité de détection.

[0010] Lorsque la capacité de détection s'est chargée sans qu'un utilisateur ne soit venu à proximité du capteur, la charge de la capacité de détection à la fin de la deuxième phase d'acquisition correspond à sa valeur de charge nominale et la tension de stockage aux bornes de la capacité de stockage correspond donc à une tension de stockage nominale. En revanche, lorsqu'un utilisateur est présent à proximité du capteur lors de la deuxième phase d'acquisition, la valeur de capacitance de la capacité de détection augmente de sorte que la tension définie à ses bornes à la fin de la phase

d'acquisition soit inférieure à la tension définie par la charge nominale mesurée en l'absence de présence humaine à proximité du capteur.

[0011] Une fois que la première phase d'acquisition et la deuxième phase d'acquisition ont été réalisées, le microcontrôleur analyse la différence entre la tension mesurée lors de la première phase d'acquisition, qui augmente en cas de présence d'un utilisateur à proximité du capteur, et la tension mesurée lors de la deuxième phase d'acquisition, qui diminue en cas de présence d'un utilisateur à proximité du capteur.

L'enchaînement de ces deux phases d'acquisition peut significativement augmenter la durée des mesures et rendre ainsi la détection de la présence d'un utilisateur à proximité du capteur notablement chronophage, ce qui présente un inconvénient important.

[0012] La mesure capacitive DCVD utilise le principe de pont diviseur capacitif : la tension mesurée aux bornes de la capacité d'électrode est reliée à sa capacité elle-même. Afin d'avoir une sensibilité satisfaisante, il faut que la mesure de cette tension, réalisée par le convertisseur analogique-numérique du microcontrôleur ait la meilleure résolution possible, c'est-à-dire qu'une variation d'un digit dans la valeur numérique mesurée par le convertisseur analogique-numérique corresponde à une variation de tension la plus faible possible.

[0013] La tension correspondant à un digit est donnée par la formule suivante :

[0014] [Math.1]

$$\Delta V = \frac{V_{ref\_ADC}}{(2^{ADC_{bit}} - 1)}$$

, où  $ADC_{bit}$  correspond au nombre de bits du convertisseur analogique-numérique et  $V_{ref\_ADC}$  correspond à la tension de référence du convertisseur analogique-numérique.

[0015] La réduction de la sensibilité peut donc se faire soit en diminuant  $V_{ref\_ADC}$ , soit en augmentant  $ADC_{bit}$ .

[0016] Il est connu dans l'art antérieur d'ajuster la tension de référence  $V_{ref\_ADC}$  en utilisant un pont diviseur résistif en entrée du microcontrôleur afin d'adapter la tension de référence  $V_{ref\_ADC}$  du convertisseur analogique-numérique au plus proche de la zone de fonctionnement du capteur. Cette tension de référence  $V_{ref\_ADC}$  doit être ajustée de manière à ce qu'elle soit toujours supérieure à la tension à mesurer, sinon la mesure sera saturée.

[0017] Cependant, il s'avère qu'avec un tel circuit, le signal capacitif DCVD est parfois trop faible pour avoir une sensibilité satisfaisante. De plus, l'ajustement de la tension de référence  $V_{ref\_ADC}$  par un pont diviseur résistif ne permet pas de maximiser la résolution du convertisseur analogique-numérique car, pour éviter la saturation dans les situations de pire cas, il est alors nécessaire de surestimer la tension de référence  $V_{ref\_ADC}$ .

[0018] Il existe donc le besoin d'une solution simple, fiable et efficace permettant de remédier au moins en partie à ces inconvénients et notamment visant à améliorer la sensibilité des capteurs de détection existants.

### **Exposé de l'invention**

[0019] A cette fin, l'invention a tout d'abord pour objet un capteur de détection de présence pour le déverrouillage d'un ouvrant de véhicule automobile, ledit capteur comprenant :

- un microcontrôleur comprenant un convertisseur analogique-numérique, un premier port d'entrée-sortie, un deuxième port d'entrée-sortie, constituant la référence de tension dudit convertisseur analogique-numérique, un troisième port d'entrée-sortie, d'alimentation en tension du microcontrôleur, un quatrième port d'entrée-sortie et un cinquième port d'entrée-sortie, dits « de connexion »,

- un diviseur de tension capacitif, connecté auxdits ports d'entrée-sortie de connexion et comprenant au moins une capacité de détection et au moins une capacité de stockage,

le capteur étant remarquable en ce qu'il comprend un module résistif connecté entre le premier port d'entrée-sortie et le deuxième port d'entrée-sortie du microcontrôleur et un module capacitif, connecté entre le deuxième port d'entrée-sortie du microcontrôleur et une masse, et en ce que le microcontrôleur est configuré pour connecter de manière interne le premier port d'entrée-sortie et le troisième port d'entrée-sortie pendant une durée dite « de charge » prédéterminée du module capacitif afin d'établir dynamiquement la tension de référence du convertisseur analogique-numérique. Par « entrée-sortie », on entend une entrée ou une sortie ou bien à la fois une entrée et une sortie le cas échéant.

[0020] Le microcontrôleur peut ainsi contrôler la charge du module capacitif à travers le module résistif afin de fixer dynamiquement la tension de référence du convertisseur analogique-numérique et optimiser ainsi la sensibilité du capteur. Autrement dit, un tel contrôle permet d'utiliser une tension de référence optimale permettant une amélioration des performances du capteur en termes de sensibilité. De plus, l'utilisation d'un module capacitif dont le microcontrôleur peut contrôler dynamiquement la charge plutôt que d'un contrôle permanent de la tension de référence par le microcontrôleur permet de réduire la consommation de courant du capteur. En outre, l'utilisation d'un module résistif et d'un module capacitif permet de réduire le nombre de composants et de ressources nécessaires par rapport aux solutions existantes, notamment dans une architecture de type « Vref hopping » (dont le principe est connu de l'homme du métier).

[0021] De préférence, le module résistif est constitué d'une unique résistance, dite « d'entrée » afin de simplifier l'architecture du capteur. Par exemple, la valeur de la résistance d'entrée est de l'ordre de 500 ohms.

- [0022] De préférence encore, le module capacitif est constitué d'une unique capacité, dite « d'entrée », par exemple d'une valeur de l'ordre de 220 nF afin de simplifier l'architecture du capteur.
- [0023] Le diviseur de tension capacitif peut être aussi bien de type CVD que de type DCVD.
- [0024] L'invention concerne aussi un véhicule automobile comprenant au moins un capteur tel que présenté ci-avant.
- [0025] L'invention concerne enfin un procédé de détection de présence d'un utilisateur à proximité d'un capteur tel que présenté précédemment, ledit procédé comprenant :
- une phase d'initialisation, pendant laquelle le microcontrôleur charge tout d'abord le module capacitif à la tension d'alimentation en connectant le premier port d'entrée-sortie au troisième port d'entrée-sortie pendant la durée de charge, puis, une fois la charge terminée, réalise une mesure capacitive afin d'en déduire une tension de référence optimale et le temps de charge nécessaire pour obtenir cette tension de référence optimale,
  - une phase d'obtention de référence, pendant laquelle le microcontrôleur commande le diviseur de tension capacitif afin qu'il réalise une série de mesures capacitives à la tension de référence optimale déterminée lors de la phase d'initialisation afin d'obtenir une valeur de référence du signal capacitif mesuré, par exemple une valeur numérique correspondant à la moyenne des mesures capacitives successives réalisées (par exemple entre 4 à 8 acquisitions),
  - une phase de mesure, pendant laquelle le microcontrôleur commande le diviseur de tension capacitif à la tension de référence optimale déterminée et ledit diviseur de tension capacitif mesure périodiquement la valeur de tension aux bornes de la capacité de stockage afin de détecter ou non une présence humaine à proximité du capteur.
- [0026] Par les termes « mesures capacitives », on entend la mesure de la tension définie aux bornes de la capacité de stockage.
- [0027] Selon un aspect de l'invention, lorsque le microcontrôleur détecte une saturation du convertisseur analogique-numérique pendant la phase de mesure, alors le microcontrôleur réalise de nouveau les phases d'initialisation et d'obtention de référence, afin de modifier la tension de référence optimale et la référence de signal capacitif, puis reprend la phase de mesure.
- [0028] De manière préférée, la tension de référence optimale est supérieure de 10 à 20 % à la tension mesurée aux bornes de la capacité de stockage afin d'éviter la saturation dudit signal de tension en fonctionnement nominal du capteur, par exemple dans le cas où une main est posée sur la poignée d'un ouvrant avec la paume sur toute la zone de déverrouillage ou bien un doigt est appuyé sur une zone de verrouillage dans le cas d'un capteur de poignée.
- [0029] Dans un mode de réalisation, le procédé comprend, entre la phase d'obtention de

référence et la phase de mesure, une phase de détermination pendant laquelle le microcontrôleur détermine au moins un seuil de détection d'une présence humaine à partir du signal capacitif de référence, la phase de mesure étant alors réalisée afin de détecter ou non une présence humaine à proximité du capteur en fonction de l'au moins un seuil de détection déterminé.

### **Brève description des dessins**

[0030] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront encore à la lecture de la description qui va suivre. Celle-ci est purement illustrative et doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

[fig.1] : la figure 1 illustre une première forme de réalisation du capteur selon l'invention,

[fig.2] : la figure 2 illustre une deuxième forme de réalisation du capteur selon l'invention,

[fig.3] : la figure 3 illustre un mode de réalisation du procédé selon l'invention.

### **Description des modes de réalisation**

[0031] Le capteur selon l'invention est destiné à être monté dans un véhicule automobile et plus particulièrement dans une poignée de portière ou au niveau d'une malle arrière de véhicule automobile afin de détecter la présence d'un utilisateur, par exemple pour permettre le déverrouillage des ouvrant du véhicule.

[0032] On a représenté à la figure 1 un exemple de circuit électronique du capteur 1 selon l'invention. Le capteur 1 comprend un microcontrôleur 10 et un diviseur de tension capacitif 20.

[0033] Le microcontrôleur 10 comprend un convertisseur analogique-numérique ADC, un premier port d'entrée-sortie E1, un deuxième port d'entrée-sortie E2, un troisième port d'entrée-sortie E3, un quatrième port d'entrée-sortie S1 et un cinquième port d'entrée-sortie S2, ces deux derniers ports étant désignés ports d'entrée-sortie de connexion S1, S2. Par les termes comprend « le microcontrôleur 10 comprend un convertisseur analogique-numérique ADC », on entend que le microcontrôleur 10 implémente un convertisseur analogique-numérique ADC matériel ou est configuré pour mettre en œuvre un convertisseur analogique-numérique ADC de manière logicielle.

[0034] Le microcontrôleur 10 est configuré pour connecter électriquement de manière interne le premier port d'entrée-sortie E1 et le troisième port d'entrée-sortie E3 de sorte qu'ils soient au même potentiel et pour déconnecter électriquement de manière interne le premier port d'entrée-sortie E1 et le troisième port d'entrée-sortie E3. Le deuxième port d'entrée-sortie E2 constitue la référence de tension du convertisseur analogique-numérique ADC. Le troisième port d'entrée-sortie E3 est l'entrée d'alimentation du microcontrôleur 10 à une tension d'alimentation Vcc, de manière connue en soi.

- [0035] Dans les exemples décrits ci-après, le capteur 1 est de type CVD (Differential Capacitive Voltage Divider) mais pourrait tout aussi bien être de type DCVD (Capacitive Voltage Divider) dans une autre forme de réalisation.
- [0036] Le diviseur de tension capacitif 20 comprend une première capacité de détection  $C_e$  et une première capacité de stockage  $C_{ext}$ . Chaque connecteur de la première capacité de stockage  $C_{ext}$  est respectivement connecté électriquement sur un port d'entrée-sortie de connexion S1, S2. Une résistance R1 est connectée entre une le quatrième port d'entrée-sortie S1 et une borne de la première capacité de détection  $C_e$  reliée à la tension d'alimentation  $V_{cc}$ . La première capacité de détection  $C_e$  représente la capacité équivalente de l'électrode du capteur 1, qui varie avec l'approche de la partie du corps d'un utilisateur, par exemple une main. Afin de pouvoir charger la première capacité de détection  $C_e$  et détecter une présence en mode CVD ou DCVD, la première capacité de détection  $C_e$  peut être connectée par intermittence et de manière connue en soi (via un interrupteur non représenté sur les figures) à la tension d'alimentation  $V_{cc}$ .
- [0037] Le capteur 1 comprend un module résistif  $R_{in}$  connecté entre le premier port d'entrée-sortie E1 et le deuxième port d'entrée-sortie E2 du microcontrôleur 10 et un module capacitif  $C_{in}$ , connecté entre le deuxième port d'entrée-sortie E2 du microcontrôleur 10 et une masse M. Dans cet exemple préféré, le module résistif  $R_{in}$  est constitué d'une unique résistance dite « d'entrée » et le module capacitif  $C_{in}$  est constitué d'une unique capacité dite « d'entrée ». Dans une autre forme de réalisation, le module résistif  $R_{in}$  pourrait comprendre une pluralité de résistances et le module capacitif  $C_{in}$  pourrait comprendre une pluralité de capacités.
- [0038] Le microcontrôleur 10 est configuré pour connecter de manière interne le premier port d'entrée-sortie E1 et le troisième port d'entrée-sortie E3 pendant une durée dite « de charge » prédéterminée afin de charger le module capacitif  $C_{in}$  et établir ainsi dynamiquement la tension de référence du convertisseur analogique-numérique ADC.
- [0039] Dans une deuxième forme de réalisation illustrée à la figure 2, le microcontrôleur 10 comprend en outre un sixième port d'entrée-sortie S3 (dit « de connexion » comme le quatrième port d'entrée sortie S1 et le cinquième port d'entrée sortie S2) et le diviseur de tension capacitif 20 comprend, outre les éléments déjà présents dans la première forme de réalisation, une première capacité de filtrage C1, une deuxième capacité de stockage  $C_{ext2}$ , une deuxième capacité de filtrage C2, une deuxième résistance R2 et une deuxième capacité de détection  $C_{e2}$ .
- [0040] La première capacité de filtrage C1 est connectée entre le premier port d'entrée-sortie S1 du microcontrôleur 10 et la masse M et permet un filtrage du signal de courant circulant entre le premier port d'entrée-sortie S1 et la première capacité de détection  $C_e$  via la première résistance R1. La première résistance R1 est connectée entre le

premier port d'entrée-sortie S1 du microcontrôleur 10 et une borne de déverrouillage désignée « UNLOCK » matérialisant une électrode de déverrouillage des ouvrants du véhicule représentée par la première capacité de détection Ce. En d'autres termes, la détection d'une demande de déverrouillage par un utilisateur est détectée lorsque la tension mesurée sur la borne de déverrouillage UNLOCK dépasse un seuil prédéterminé.

- [0041] La deuxième capacité de stockage Cext2 est connectée entre le cinquième port d'entrée-sortie S2 et le sixième port d'entrée-sortie S3 du microcontrôleur 10. La deuxième capacité de filtrage C2 est connectée entre le sixième port d'entrée-sortie S3 du microcontrôleur 10 et la masse M et permet le filtrage du signal de courant circulant entre le sixième port d'entrée-sortie S3 et la deuxième capacité de détection Ce2 via la deuxième résistance R2. La deuxième résistance R2 est connectée entre le troisième port d'entrée-sortie S3 du microcontrôleur et une borne de verrouillage désignée « LOCK » matérialisant une électrode de verrouillage des ouvrants du véhicule représentée par la deuxième capacité de détection Ce2, différente de l'électrode de déverrouillage. En d'autres termes, la détection d'une demande de verrouillage par un utilisateur est détectée lorsque la tension mesurée sur la borne de verrouillage LOCK dépasse un seuil prédéterminé.
- [0042] En variante, on notera que le diviseur de tension capacitif 20 pourrait, tout en remplissant la même fonction, comprendre un nombre et des types de composants différents et/ou agencés différemment.
- [0043] Un mode de réalisation du procédé selon l'invention va maintenant être décrit en référence notamment à la figure 3.
- [0044] Tout d'abord, le microcontrôleur 10 connecte électriquement le premier port d'entrée-sortie E1 et le troisième port d'entrée-sortie E3 de sorte que la tension définie entre le premier port d'entrée-sortie E1 et la masse M soit égale à la tension d'alimentation Vcc du microcontrôleur 10, elle-même définie entre le troisième port d'entrée-sortie E3 et la masse M.
- [0045] Cette tension définie entre le premier port d'entrée-sortie E1 et la masse M permet de charger la capacité d'entrée du module capacitif Cin à travers la résistance d'entrée du module résistif Rin et au niveau du deuxième port d'entrée-sortie E2 qui constitue la tension de référence du convertisseur analogique-numérique ADC. Le temps de connexion électrique entre le premier port d'entrée-sortie E1 et le troisième port d'entrée-sortie E3 définit ainsi le temps de chargement de la capacité d'entrée du module capacitif Cin. La tension de référence du convertisseur analogique-numérique ADC peut ainsi être réglée par le microcontrôleur 10 en ajustant le temps de charge t selon la formule suivante :

[0046]

[Math.2]

$$V_{ref\_ADC} = V_{CC} \times \left(1 - e^{-\frac{t}{R_{in} \cdot C_{in}}}\right)$$

- [0047] où  $V_{ref\_ADC}$ , est la tension de référence du convertisseur analogique-numérique ADC,  $V_{CC}$  est la tension d'alimentation du microcontrôleur 10, «  $R_{in}$  » est la valeur de la résistance d'entrée du module résistif  $R_{in}$  et «  $C_{in}$  » est la valeur de la capacité d'entrée du module capacitif  $C_{in}$ .
- [0048] A la fin de la durée de charge, le microcontrôleur 10 déconnecte électriquement le premier port d'entrée-sortie E1 et le troisième port d'entrée-sortie E3 de sorte que la tension soit fixée et stable aux bornes de la capacité d'entrée du module capacitif  $C_{in}$ . Le microcontrôleur 10 mesure alors la tension définie entre le quatrième port d'entrée-sortie S1 et la masse M, c'est-à-dire la tension définie aux bornes de la première capacité de stockage  $C_{ext}$ , dont les variations sont l'image des variations de la première capacité de détection  $C_e$ .
- [0049] Une fois chargée, une mesure capacitive de la tension aux bornes de la capacité de stockage  $C_{ext}$  est réalisée par le microcontrôleur 10 en utilisant le diviseur de tension capacitif 20 afin d'en déduire une tension de référence optimale, légèrement supérieure à la tension mesurée, par exemple de 10 %, et le temps de charge nécessaire pour obtenir cette tension de référence optimale.
- [0050] Ensuite, dans une phase d'obtention de référence PH2, le microcontrôleur 10 commande le diviseur de tension capacitif 20 afin qu'il réalise une série de mesures capacitives à la tension de référence optimale déterminée lors de la phase d'initialisation PH1 afin d'obtenir une valeur de référence du signal capacitif qui permettra ensuite de déterminer les seuils de détections servant de critères pour la détection, de manière connue en soi.
- [0051] Ensuite, dans une phase de mesure PH3, le microcontrôleur 10 commande le diviseur de tension capacitif 20 afin qu'il mesure périodiquement la valeur de la tension définie entre le quatrième port d'entrée-sortie S1 et la masse M (tension aux bornes de la première capacité de stockage  $C_{ext}$ ) et la compare avec la tension de référence optimale déterminée lors de phase d'obtention de référence PH2 afin de détecter ou non une présence humaine, par exemple d'une main, à proximité du capteur.
- [0052] Si le microcontrôleur 10 ne détecte pas de saturation du convertisseur analogique-numérique ADC, c'est-à-dire que la valeur de sortie du convertisseur analogique-numérique ADC est inférieure à  $(2^{ADC\_bits} - \text{marge})$ , où  $ADC\_bits$  est le nombre de bits du convertisseur analogique-numérique ADC, alors le microcontrôleur 10 continue à utiliser la valeur de tension de référence optimale définie lors de la phase d'initialisation PH1.
- [0053] Si le microcontrôleur 10 détecte une saturation du convertisseur analogique-

numérique ADC, c'est-à-dire que la valeur de sortie du convertisseur analogique-numérique ADC est supérieure à  $(2^{\text{ADC\_bits}} - \text{marge})$ , alors le microcontrôleur 10 réalise de nouveau les phases d'initialisation PH1 et d'obtention de référence PH2 afin de modifier la tension de référence optimale et la référence de signal capacitif puis on réalise de nouveau périodiquement la phase PH3.

[0054] L'exemple ci-avant a été donné pour une détection de présence dans le cas d'un déverrouillage d'ouvrant en référence aussi bien à la figure 1 qu'à la figure 2 (borne UNLOCK de la figure 2 notamment) mais s'applique également à une détection de présence dans le cas d'un verrouillage d'ouvrant en référence aussi bien à la figure 1 qu'à la figure 2 (borne LOCK de la figure 2 notamment).

[0055] Le procédé selon l'invention permet ainsi au microcontrôleur 10 d'adapter la tension de référence  $V_{\text{ref\_ADC}}$  du convertisseur analogique-numérique ADC afin d'optimiser l'utilisation du capteur 1 et d'en améliorer ainsi les performances nominales.

[0056] Dans une architecture de type « Vref hopping », l'invention permet notamment de diminuer le type de composants en permettant le contrôle de la tension de référence à partir de la charge du module capacitif  $C_{\text{in}}$  afin de définir les paliers de « Vref hopping », de manière connue de l'homme du métier.

## Références

[0057] 1 : capteur  
 10 : microcontrôleur  
 20 : diviseur de tension capacitif  
 ADC : convertisseur analogique-numérique  
 E1 : premier port d'entrée-sortie  
 E2 : deuxième port d'entrée-sortie  
 E3 : troisième port d'entrée-sortie  
 S1 : quatrième port d'entrée-sortie (dit « de connexion »)  
 S2 : cinquième port d'entrée-sortie (dit « de connexion »)  
 Vcc : tension d'alimentation  
 Ce : première capacité de détection  
 Cext : première capacité de stockage  
 R1 : résistance  
 M : masse  
 Rin : module résistif  
 Cin : module capacitif  
 S3 : sixième port d'entrée-sortie (dit « de connexion »)  
 C1 : première capacité de filtrage  
 Cext2 : deuxième capacité de stockage

C2 : deuxième capacité de filtrage

R2 : deuxième résistance

Ce2 : deuxième capacité de détection

UNLOCK : borne de déverrouillage

LOCK : borne de verrouillage

## Revendications

- [Revendication 1] Capteur (1) de détection de présence pour le déverrouillage d'un ouvrant de véhicule automobile, ledit capteur (1) comprenant :
- un microcontrôleur (10) comprenant un convertisseur analogique-numérique (ADC), un premier port d'entrée-sortie (E1), un deuxième port d'entrée-sortie (E2), constituant la référence de tension dudit convertisseur analogique-numérique (ADC), un troisième port d'entrée-sortie (E3), d'alimentation en tension (Vcc) du microcontrôleur (10), un quatrième port d'entrée-sortie (S1) et un cinquième port d'entrée-sortie (S2), dits « de connexion »,
  - un diviseur de tension capacitif (20), connecté auxdits ports d'entrée-sortie de connexion (S1, S2) et comprenant au moins une capacité de détection (Ce, Ce2) et au moins une capacité de stockage (Cext, Cext2),
- le capteur (1) étant caractérisé en ce qu'il comprend un module résistif (Rin) connecté entre le premier port d'entrée-sortie (E1) et le deuxième port d'entrée-sortie (E2) du microcontrôleur (10) et un module capacitif (Cin), connecté entre le deuxième port d'entrée-sortie (E2) du microcontrôleur (10) et une masse (M), et en ce que le microcontrôleur (10) est configuré pour connecter de manière interne le premier port d'entrée-sortie (E1) et le troisième port d'entrée-sortie (E3) pendant une durée dite « de charge » prédéterminée du module capacitif (Cin) afin d'établir dynamiquement la tension de référence du convertisseur analogique-numérique (ADC).
- [Revendication 2] Capteur (1) selon la revendication 1, dans lequel le module résistif (Rin) est constitué d'une unique résistance.
- [Revendication 3] Capteur (1) selon la revendication précédente, dans lequel la valeur de la résistance est de l'ordre de 500  $\Omega$ .
- [Revendication 4] Capteur (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le module capacitif (Cin) est constitué d'une unique capacité.
- [Revendication 5] Capteur (1) selon la revendication précédente, dans lequel la valeur de la capacité est de l'ordre de 220 nF.
- [Revendication 6] Capteur (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le diviseur de tension capacitif (20) est de type CVD ou DCVD.
- [Revendication 7] Véhicule automobile comprenant au moins un capteur (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes.
- [Revendication 8] Procédé de détection de présence d'un utilisateur à proximité d'un

capteur (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, ledit procédé comprenant :

- une phase d'initialisation (PH1), pendant laquelle le microcontrôleur (10) charge tout d'abord le module capacitif (Cin) à la tension d'alimentation (Vcc) en connectant le premier port d'entrée-sortie (E1) au troisième port d'entrée-sortie (E3) pendant la durée de charge, puis, une fois la charge terminée, réalise une mesure capacitive afin d'en déduire une tension de référence optimale et le temps de charge nécessaire pour obtenir cette tension de référence optimale,
- une phase d'obtention de référence (PH2), pendant laquelle le microcontrôleur (10) commande le diviseur de tension capacitif (20) afin qu'il réalise une série de mesures capacitives à la tension de référence optimale déterminée lors de la phase d'initialisation (PH1) afin d'obtenir une valeur de référence du signal capacitif mesuré,
- une phase de mesure (PH3), pendant laquelle le microcontrôleur (10) commande le diviseur de tension capacitif (20) à la tension de référence optimale déterminée et ledit diviseur de tension capacitif (20) mesure périodiquement la valeur de tension aux bornes de la capacité de stockage (Cext, Cext2) afin de détecter ou non une présence humaine à proximité du capteur.

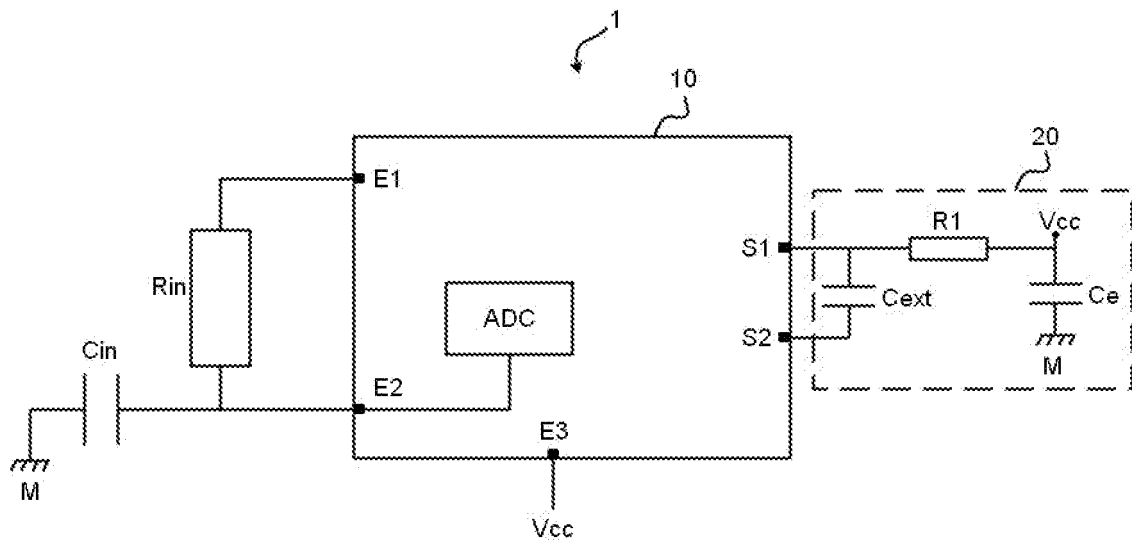
[Revendication 9]

Procédé selon la revendication précédente, dans lequel, lorsque le microcontrôleur (10) détecte une saturation du convertisseur analogique-numérique (ADC) pendant la phase de mesure (PH3), alors le microcontrôleur (10) réalise de nouveau les phases d'initialisation (PH1) et d'obtention de référence (PH2), afin de modifier la tension de référence optimale et la référence de signal capacitif, puis reprend la phase de mesure (PH3).

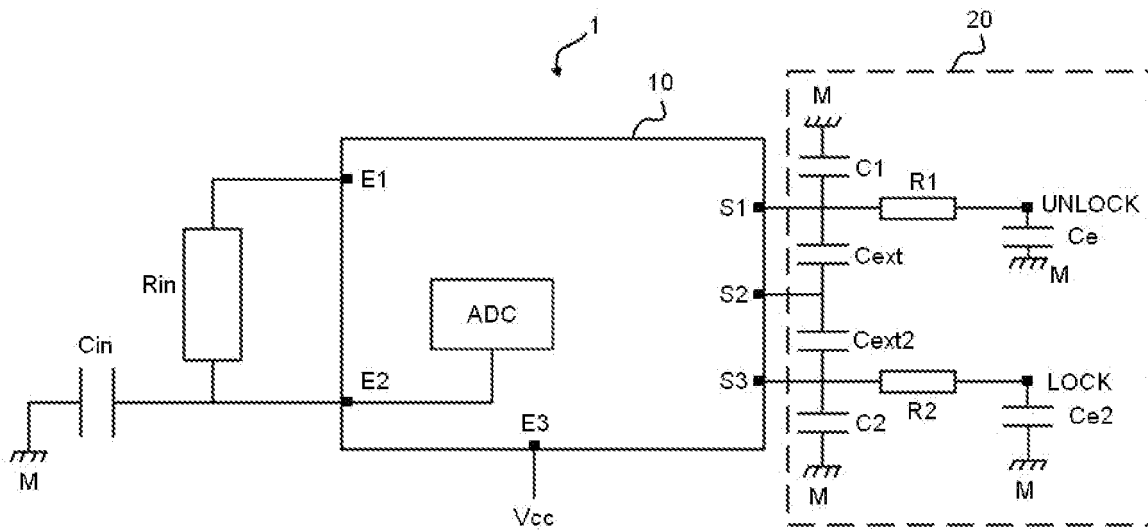
[Revendication 10]

Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 ou 9, dans lequel la tension de référence optimale est supérieure de 10 à 20 % à la tension mesurée aux bornes de la capacité de stockage (Cext, Cext2).

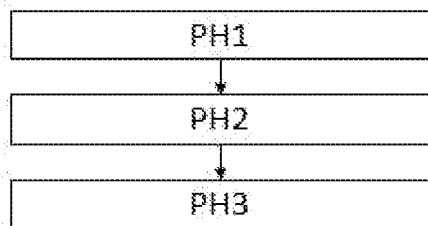
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

---

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN  
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

FR 3 059 455 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE  
FRANCE [FR]; CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH  
[DE]) 1 juin 2018 (2018-06-01)

FR 3 036 480 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE  
FRANCE [FR]; CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH  
[DE]) 25 novembre 2016 (2016-11-25)

EP 2 779 463 A2 (ANALOG DEVICES INC [US])  
17 septembre 2014 (2014-09-17)

US 2012/274488 A1 (KAPUSTA RONALD [US])  
1 novembre 2012 (2012-11-01)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN  
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND  
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT