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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
07 juin 2018 (07.06.2018)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2018/100283 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H03K 17/955 (2006.01) *G06F 3/044* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2017/053272

(22) Date de dépôt international :
28 novembre 2017 (28.11.2017)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1661624 29 novembre 2016 (29.11.2016) FR

(71) Déposants : **CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE** [FR/FR] ; 1, Avenue Paul Ourliac, Intellectual Property, 31100 Toulouse (FR). **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH** [DE/DE] ; Vahrenwalderstrasse, 9, 30165 Hanovre (DE).

(72) Inventeurs : **HOURNE, Xavier** ; 19, rue des Tourelles, 31270 Cugnaux (FR). **GERARDIERE, Olivier** ; 3, impasse d'Oc, 31170 Tournefeuille (FR).

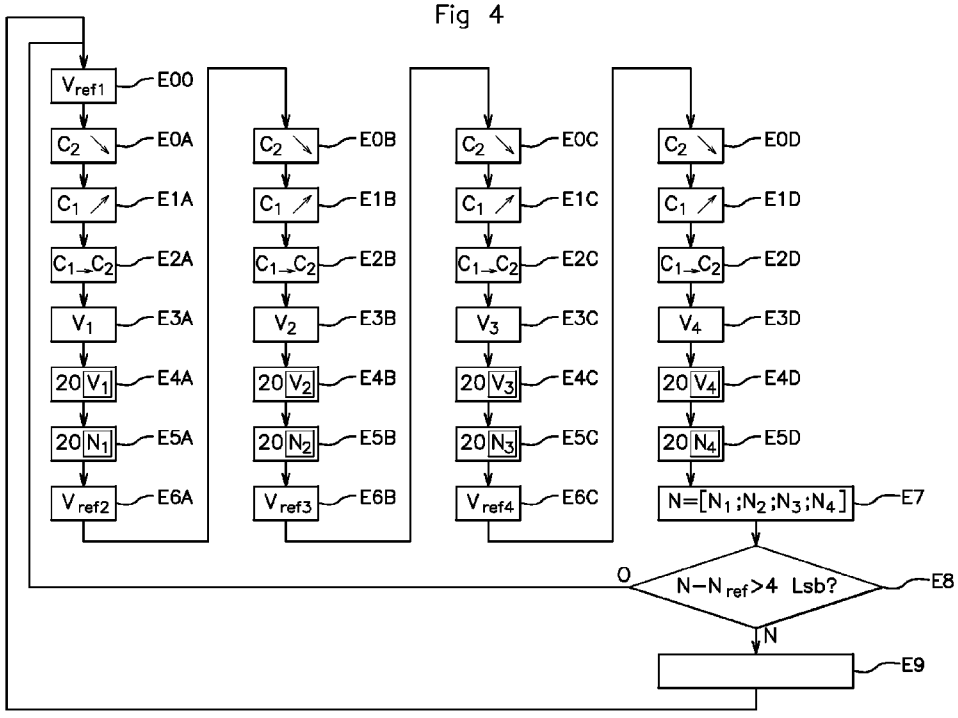
(74) Mandataire : **CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE** ; 1, Avenue Paul Ourliac, Intellectual Property, 31100 Toulouse (FR).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, 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,

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR PRESENCE DETECTION FOR A MOTOR VEHICLE

(54) Titre : PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE DÉTECTION DE PRÉSENCE POUR VÉHICULE AUTOMOBILE

Fig 4



(57) Abstract: The present invention relates to a method for detecting a presence in the proximity of a sensor installed in a motor vehicle, said method comprising: a plurality of conversion steps (E5A, E5B, E5C, E5D), at a plurality of different values of the reference voltage (V_{ref1}, V_{ref2}, V_{ref3}, V_{ref4}), of an analogue voltage signal, into a plurality of different coded digital values (N_1, N_2, N_3, N_4); a step of correlating said coded digital values (N_1, N_2, N_3, N_4) in order to obtain a correlation value (N); a step of comparing the obtained correlation value (N) with a predetermined reference value (N_{ref}); a step of detecting a human presence in the proximity of the sensor when the difference between the obtained correlation value (N) and the predetermined reference

[Suite sur la page suivante]

WO 2018/100283 A1

MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (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))*

value (N_{ref}) is greater than a predetermined detection threshold.

(57) Abrégé : La présente invention a pour objet un procédé de détection d'une présence à proximité d'un capteur monté dans un véhicule automobile, ledit procédé comprenant : une pluralité d'étapes (E5A, E5B, E5C, E5D) de conversion, à une pluralité de valeurs différentes de la tension de référence (V_{ref1}, V_{ref2}, V_{ref3}, V_{ref4}), d'un signal de tension analogique en une pluralité de valeurs numériques codées (N_1, N_2, N_3, N_4) différentes; une étape de corrélation desdites valeurs numériques codées (N_1, N_2, N_3, N_4) permettant d'obtenir une valeur de corrélation (N); une étape de comparaison de la valeur de corrélation (N) obtenue avec une valeur de référence prédéterminée (N_{ref}); une étape de détection d'une présence humaine à proximité du capteur lorsque la différence entre la valeur de corrélation (N) obtenue et la valeur de référence (N_{ref}) prédéterminée est supérieure à un seuil de détection prédéterminé.

Procédé et dispositif de détection de présence pour véhicule automobile

La présente invention se rapporte au domaine de l'automobile et concerne plus particulièrement un procédé et un dispositif de détection de présence pour véhicule automobile. L'invention s'applique en particulier à la de détection de la présence d'une main sur une poignée de portière d'un véhicule automobile afin d'en déverrouiller l'habitacle.

Dans un véhicule automobile, il est connu d'utiliser un dispositif de détection de la présence d'une main humaine sur la poignée d'une portière du véhicule afin d'en déverrouiller l'accès à l'habitacle.

De manière connue, un tel dispositif comprend un capteur, monté au moins en partie dans la poignée, un convertisseur et un microcontrôleur. En fonctionnement du dispositif, le capteur génère un signal de tension représentatif de la présence ou de l'absence d'une main sur la poignée et le convertisseur convertit ce signal analogique en une valeur numérique en fonction de son amplitude de sorte que le microcontrôleur puisse détecter la présence d'une main sur la poignée et déverrouiller l'habitacle.

Dans une solution connue de mesure dite « capacitive », le capteur comprend une première capacité appelée « capacité de référence » qui est chargée et déchargée périodiquement dans une deuxième capacité appelée « capacité de stockage ». Lors de la décharge de la capacité de référence dans la capacité de stockage, les charges s'équilibrent entre les deux capacités. De manière connue, le signal de tension analogique généré par le capteur est représentatif de la valeur de la tension mesurée aux bornes de la capacité de stockage à l'équilibre des charges.

Lorsqu'une main humaine est présente sur la poignée ou à proximité de la poignée, par exemple à moins de 10 mm, le niveau de charge de la capacité de référence augmente. Il en résulte une décharge plus importante de la capacité de référence dans la capacité de stockage et donc un niveau d'équilibrage plus élevé en présence qu'en l'absence d'une main sur la poignée.

Le convertisseur analogique/numérique (« Analog to Digital Converter » ou ADC en langue anglaise) permet de convertir la tension analogique mesurée par le capteur représentant le niveau de charge de la capacité de stockage en une valeur numérique codée à partir d'une tension de référence. En théorie, chaque valeur numérique correspond de manière connue à un intervalle différent de valeurs de tension analogique mais de largeur égale à 1 LSB (« Least Significant Bit » en anglais ou Bit significatif), l'ensemble des intervalles de valeurs de tension analogique consécutifs s'étendant sur une plage de valeurs de tension dont la largeur correspond à la tension de référence du convertisseur.

De manière connue, un codage sur N bits permet d'utiliser 2^N valeurs numériques (ou niveaux) de codage. A titre d'exemple et en référence à la **figure 1**, un codage peut être réalisé sur 3 bits. Un tel codage permet ainsi d'utiliser 2^3, soit 8 valeurs numériques, définies par des éléments binaires de 000 à 111. Dans cet exemple, la valeur de tension d'entrée V_1 appartient à un intervalle de valeurs de tension analogique correspondant à la valeur numérique de codage 100 dans l'exemple de la **figure 1**.

La précision du convertisseur dépend du nombre de bits utilisés pour coder les différentes valeurs numériques. Ainsi, plus le nombre de bits est élevé, plus la résolution du convertisseur augmente. Un problème se pose lorsque la variation de la capacité que l'on souhaite mesurer est faible en comparaison de la résolution du convertisseur. Il en résulte que des valeurs mesurées éloignées peuvent se retrouver dans le même intervalle de valeurs de tension analogique et correspondre ainsi à une même valeur numérique codée, empêchant alors toute détection. Il existe plusieurs manières de remédier à ce problème. Une première solution connue consiste à augmenter le nombre de bits de codage du convertisseur, mais cela le rend plus complexe et plus onéreux, ce qui présente un inconvénient. Une deuxième solution connue consiste à réaliser un sur-échantillonnage du signal (« oversampling » en langue anglaise) qui augmente la résolution mais nécessite des capacités de traitement importantes, ce qui présente un autre inconvénient. De plus, un bruit supérieur à 1 LSB est nécessaire à l'entrée du capteur pour pouvoir utiliser cette technique de sur-échantillonnage, ce qui n'est pas le cas dans certains types de capteur.

Par ailleurs, en pratique, on observe généralement que la résolution du convertisseur n'est pas constante, ce qui se traduit par le fait que les valeurs numériques codées générées par le convertisseur correspondent à des intervalles de valeurs de tension analogique de largeurs différentes.

L'écart de largeur entre deux intervalles consécutifs est appelé de manière connue erreur de non-linéarité différentielle ou DNL (« Differential Non Linearity » en langue anglaise). Cette erreur de non-linéarité différentielle est exprimée en LSB. Théoriquement, comme mentionné précédemment, la largeur d'un intervalle de valeurs de tension analogique correspondant à une valeur numérique codée vaut 1 LSB mais en pratique, cette valeur varie d'un écart, par exemple compris entre plus ou moins 1,5 LSB, qui correspond à l'erreur de DNL. Ainsi, une erreur de DNL de plus ou moins 1,5 LSB sur l'ensemble des valeurs numériques entraine des largeurs d'intervalles numériques comprises entre -0,5 LSB (qui correspond en pratique à une disparition de la valeur numérique) et + 2,5 LSB, soit deux fois et demie la largeur théorique d'un intervalle.

Afin de détecter la présence d'une main sur une poignée de portière du véhicule de manière certaine, l'écart mesuré entre les valeurs numériques en l'absence

d'une main et les valeurs numériques obtenues en présence d'une main doit être supérieur à une valeur prédéterminée. A titre d'exemple, la valeur prédéterminée représentative de la présence d'une main peut être de 2 LSB, cette valeur représentant donc un écart de deux valeurs numériques codées.

En référence à la **figure 1**, deux valeurs de tension analogique V_1 et V_2 sont respectivement représentatives de l'absence et de la présence d'une main. Dans le cas théorique d'un convertisseur présentant une résolution constante, les deux valeurs V_1 et V_2 de tension analogique appartiennent à deux intervalles de valeurs de tension analogique différents correspondant à deux valeurs numériques différentes (100 et 110 d'après l'exemple cité et présenté à la **figure 1**). Les deux valeurs numériques étant espacées de 2 LSB, il en résulte le déverrouillage de la portière du véhicule.

Aussi, lorsque l'erreur de DNL est importante sur une valeur numérique codée, plusieurs valeurs de tension analogique d'entrée appartenant à des intervalles de valeurs de tension analogique différents peuvent correspondre, en sortie, à cette même valeur numérique. Autrement dit, lorsque l'écart prédéterminée de détection d'une main sur la portière du véhicule, par exemple 2 LSB, est inférieure à la valeur maximum de l'erreur de DNL (par exemple 2,5 LSB), des valeurs de tension analogique mesurées avec ou sans la main peuvent se retrouver avec une même valeur numérique à la sortie du convertisseur, ce qui empêche la détection de la main sur la poignée et présente donc un inconvénient majeur. A titre d'exemple, en référence à la **figure 2**, un convertisseur peut présenter une erreur de DNL entrainant l'apparition d'intervalles de tension analogique de largeur 2,5 LSB. Ainsi, des valeurs V_1 et V_2 de tension analogique de sortie du capteur, identiques à l'exemple de la **figure 1**, correspondent dans ce cas à un même niveau de codage numérique de sortie (100 d'après l'exemple cité) alors qu'elles correspondent en théorie à deux valeurs numériques éloignées de 2 LSB (100 et 110 sur la **figure 1**).

Selon l'état de la technique, lorsque l'écart entre deux valeurs numériques est faible, par exemple 2 LSB, il est possible de réaliser un sur-échantillonnage du signal afin d'augmenter la sensibilité du système. Cependant, un tel sur-échantillonnage ne permet pas de résoudre les inconvénients liés à l'erreur de DNL. De plus, comme expliqué précédemment, un bruit est nécessaire à l'entrée du capteur pour réaliser un tel échantillonnage, supérieur à 1 LSB, pour détecter un écart de 2 LSB, ce qui n'est pas le cas dans certains capteurs.

L'invention a pour but de remédier au moins en partie à ces inconvénients en proposant une solution simple, fiable et efficace permettant de s'assurer de la détection de la présence d'une main sur ou à proximité d'une poignée d'un véhicule automobile.

A cette fin, l'invention a tout d'abord pour objet un procédé de détection d'une présence humaine à proximité d'un capteur monté dans un véhicule automobile, ledit

véhicule automobile comprenant en outre un convertisseur et un microcontrôleur, ledit capteur étant apte à fournir un signal de tension analogique de détection de présence audit convertisseur, ledit convertisseur étant apte à convertir ledit signal de tension analogique en une valeur numérique codée et à fournir ladite valeur numérique codée au microcontrôleur, le convertisseur étant caractérisé par son nombre fini prédéterminé de valeurs numériques codées successives correspondant à une série d'intervalles consécutifs de valeurs du signal de tension analogique, la longueur de ladite série d'intervalles consécutifs correspondant à une valeur de référence du convertisseur, le procédé étant remarquable en ce qu'il comprend :

- une pluralité d'étapes de conversion par le convertisseur, à une pluralité de valeurs différentes de la tension de référence, d'un signal de tension analogique en une pluralité de valeurs numériques codées différentes,
- une étape de corrélation desdites valeurs numériques codées permettant d'obtenir une valeur de corrélation,
- une étape de comparaison de la valeur de corrélation obtenue avec une valeur de référence prédéterminée,
- une étape de détection d'une présence humaine à proximité du capteur lorsque la différence entre la valeur de corrélation obtenue et la valeur de référence prédéterminée est supérieure à un seuil de détection prédéterminé.

Un tel procédé permet de s'assurer de la détection de la présence d'une main, lorsque celle-ci s'approche de la poignée d'un véhicule automobile. En effet, le procédé selon l'invention permet d'éliminer l'impact des cas d'erreur de conversion numérique du signal de tension analogique en réalisant des conversions à diverses tensions de référence. Ainsi, pour une même valeur du signal de tension analogique (au bruit près), une erreur de conversion sur une mesure a un faible impact sur la détection étant donné que la valeur numérique erronée obtenue sera diluée par sa corrélation avec les autres valeurs numériques obtenues par conversion à différentes valeurs de références. Le procédé permet ainsi de s'assurer que l'écart mesuré entre les valeurs numériques en l'absence d'une main et les valeurs numériques obtenues en présence d'une main est supérieur à une valeur de détection prédéterminée de sorte que la détection soit fiable.

De manière avantageuse, le procédé comprenant des intervalles consécutifs de valeurs du signal de tension analogique caractérisés par une largeur maximale, la différence absolue entre deux valeurs de la tension de référence est supérieure à ladite largeur maximale. Ceci permet de s'affranchir du risque d'une mauvaise lecture de valeur numérique en cas de présence d'une erreur de non-linéarité.

Avantageusement, le capteur comprenant une capacité de référence et une capacité de stockage, les étapes de conversion du signal de tension analogique en une valeur numérique codée sont réalisées entre une étape de charge de la capacité de stockage et une étape de décharge totale de la capacité de stockage.

De manière avantageuse, le procédé comprend quatre étapes de conversion du signal de tension analogique par le convertisseur à quatre tensions de référence différentes, en quatre valeurs numériques codées, la différence absolue entre deux valeurs consécutives de la tension de référence étant supérieure à un seuil de détection prédéterminé. Ceci permet d'augmenter la résolution du convertisseur, en obtenant ainsi une mesure plus précise.

L'invention concerne également un dispositif de détection d'une présence humaine à proximité d'un véhicule automobile, ledit dispositif comprenant un capteur de détection, apte à fournir un signal de tension analogique de détection de présence, un convertisseur apte à convertir ledit signal de tension analogique en au moins une valeur numérique codée et un microcontrôleur apte à recevoir ladite valeur numérique codée, ledit convertisseur étant caractérisé par son nombre fini prédéterminé de valeurs numériques codées successives correspondant à une série d'intervalles successifs de valeurs du signal de tension analogique, la longueur de ladite série d'intervalles consécutifs correspondant à une valeur de référence du convertisseur, le dispositif étant caractérisé en ce que le microcontrôleur est apte à appliquer une pluralité de valeurs différentes de tension de référence au convertisseur et en ce que le convertisseur est configuré pour convertir, à ladite pluralité de valeurs de la tension de référence, un signal de tension analogique fourni par le capteur en une pluralité de valeurs numériques codées, lesdits intervalles consécutifs de valeurs du signal de tension analogique du convertisseur étant caractérisés par une largeur maximale, la différence absolue entre deux valeurs de la tension de référence est supérieure à ladite largeur maximale, le microcontrôleur étant en outre configuré pour corréler lesdites valeurs numériques codées permettant d'obtenir une valeur de corrélation, comparer la valeur de corrélation obtenue avec une valeur de référence prédéterminée, et détecter une présence humaine à proximité du capteur lorsque la différence entre la valeur de corrélation obtenue et la valeur de référence prédéterminée est supérieure à un seuil de détection prédéterminé.

Avantageusement, le capteur comprenant une capacité de référence et une capacité de stockage, le microcontrôleur est apte à commander la conversion du signal de tension analogique en une valeur numérique codée entre une charge de la capacité de stockage et une décharge totale de la capacité de stockage.

De préférence, la différence absolue entre deux valeurs consécutives de la tension de référence est supérieure à un seuil de détection prédéterminé afin de s'assurer d'effectuer les conversions dans des intervalles présentant des erreurs de non-linéarité, différents et éviter ainsi les erreurs de détection.

L'invention concerne enfin, un véhicule automobile comprenant un dispositif de détection d'une présence humaine tel que présenté précédemment.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront lors de la description qui suit faite en regard des figures annexées données à titre d'exemples non limitatifs et dans lesquelles des références identiques sont données à des objets semblables.

- **La figure 1** (déjà commentée) représente graphiquement une conversion numérique d'une valeur de signal de tension analogique par un convertisseur ne présentant pas d'erreur de non-linéarité.
- **La figure 2** (déjà commentée) représente graphiquement une conversion numérique d'une valeur de signal de tension analogique par un convertisseur présentant une erreur de non-linéarité.
- **La figure 3** représente schématiquement une forme de réalisation d'un dispositif de détection selon l'invention.
- **La figure 4** illustre un mode de réalisation du procédé de détection selon l'invention.
- **Les figures 5A et 5B** illustrent graphiquement la conversion d'une valeur de signal de tension analogique en deux valeurs numériques différentes à deux valeurs de tension de référence différentes.
- **La figure 6** représente schématiquement un circuit d'adaptation permettant d'adapter la tension de référence du convertisseur du dispositif de la **figure 3**.

Le dispositif de détection d'une présence selon l'invention est destiné à être monté dans un véhicule automobile, par exemple en lien avec une poignée d'ouverture d'une portière du véhicule afin de permettre le déverrouillage de l'habitacle du véhicule. Il va de soi que le dispositif de détection selon l'invention pourrait être monté à tout autre endroit adapté du véhicule, par exemple au niveau du coffre afin de le déverrouiller.

En référence tout d'abord à la **figure 3**, le dispositif 1 selon l'invention comprend un capteur 10 de détection, un convertisseur 20 et un microcontrôleur 30.

Le capteur 10 permet de fournir au convertisseur 20 un signal de tension analogique représentatif de l'absence ou de la présence d'une main, par exemple à moins de 10 mm à proximité de la poignée.

Dans ce but, toujours en référence à la **figure 3**, le capteur 10 comprend une capacité dite « de référence » C_1 et une capacité dite « de stockage » C_2.

En fonctionnement du capteur 10, celui-ci est configuré pour périodiquement :

- charger la capacité de référence C_1 jusqu'à son niveau maximum de charge,
- la décharger dans la capacité de stockage C_2 de sorte que les deux capacités C_1, C_2 s'équilibrent,
- mesurer la tension aux bornes de la capacité de stockage C_2, et
- décharger la capacité de stockage C_2 (voire les deux capacités C_1, C_2) avant de recommencer.

Le signal de tension analogique de sortie du capteur 10 correspond alors à la tension mesurée aux bornes de la capacité de stockage C_2.

En l'absence de main sur la poignée, la valeur de la tension mesurée par le capteur 10 est sensiblement constante. Lorsqu'une main approche de la poignée, le niveau maximum de charge de la capacité de référence C_1 augmente. Ce faisant, le niveau d'équilibrage entre les deux capacités C_1, C_2, résultant de la décharge de la capacité de référence C_1 dans la capacité de stockage C_2, augmente à son tour. Il en résulte une mesure de tension aux bornes de la capacité de stockage C_2 plus élevée permettant alors, lorsque l'écart avec une mesure de tension précédente est suffisamment important, de détecter la présence ou l'approche d'une main sur la poignée.

Un tel montage, est appelé diviseur 110 de tension capacitive, désigné CVD (pour « Capacitive Voltage Divider » en langue anglaise). Afin de fonctionner, ce montage comprend en outre de manière connue des interrupteurs et des moyens de commande desdits interrupteurs, connus en soi et qui ne seront donc pas davantage détaillés ici.

En variante, le capteur 10 peut se présenter sous la forme d'un montage appelé « diviseur 110 de tension capacitive différentiel », ou DCVD (pour « Differential Capacitive Voltage Divider » en langue anglaise). Dans un montage DCVD, le capteur 10 charge et décharge périodiquement la capacité de référence C_1 dans la capacité de stockage C_2 à mesurer, comme dans le montage CVD mais réalise en outre une deuxième étape inverse. Plus précisément, lorsque la tension aux bornes de la capacité de stockage C_2 a été mesurée et que les deux capacités C_1 et C_2 ont été déchargées, la capacité de stockage C_2 est chargée jusqu'à son niveau maximum puis déchargée dans la capacité de référence C_1. Ainsi, lorsqu'une main se trouve à proximité de la capacité de référence C_1 et que le niveau maximum de charge de cette dernière augmente, la décharge de la capacité de stockage C_2 dans la capacité de référence C_1 va aboutir à un niveau d'équilibrage plus bas, et donc à une mesure de tension plus faible que dans le

cas de la première étape. En pratique, la différence deux à deux entre les valeurs des tensions mesurées à la première étape et à la deuxième étape est utilisée et on détecte une main sur la poignée lorsque cette différence dépasse une valeur prédéterminée. L'intérêt de ce montage DCVD par rapport au montage CVD réside dans le fait qu'il permet de s'affranchir du bruit, notamment à basses fréquences, et d'augmenter ainsi la qualité de la détection, l'invention s'appliquant indifféremment à un montage de type CVD ou de type DCVD.

Le convertisseur 20 est relié électriquement au capteur 10 afin de recevoir le signal de tension analogique fourni par le capteur 10.

Plus précisément, le convertisseur 20 est un convertisseur de type analogique-numérique (Analog to Digital Converter ou ADC en langue anglaise) qui permet de convertir le signal de tension analogique fourni par le capteur 10 en une valeur numérique à partir d'une tension de référence afin que le microcontrôleur 30 puisse l'utiliser pour détecter ou non la présence d'une main sur la poignée.

Le convertisseur 20 génère une valeur numérique codée sur un nombre N de bits, permettant d'utiliser 2^N valeurs numériques.

En théorie, comme illustré à la **figure 1**, chaque valeur numérique correspond à un intervalle différent de valeurs de tension analogique mais de largeur égale à 1 LSB (« Least Significant Bit »). L'ensemble des intervalles de valeurs de tension analogique consécutifs s'étend sur une plage de valeurs de tension dont la largeur correspond à la tension de référence du convertisseur 20.

En pratique, comme illustré à la **figure 2**, on observe toutefois que la longueur de chaque bit du convertisseur 20 n'est pas constante, ce qui se traduit par le fait que les valeurs numériques codées générées par le convertisseur 20 peuvent correspondre à des intervalles de valeurs de tension analogique de largeur différente.

L'écart de largeur entre deux intervalles consécutifs est appelé erreur de non-linéarité différentielle ou DNL (Differential Non Linearity en langue anglaise). Cette erreur de non-linéarité différentielle est exprimée en LSB. Théoriquement, la largeur d'un intervalle de valeurs de tension analogique correspondant à une valeur numérique codée vaut 1 LSB mais en pratique, cette valeur varie d'un écart, par exemple entre plus ou moins 1,5 LSB, qui correspond à l'erreur de DNL. Ainsi, une erreur de DNL de plus ou moins 1,5 LSB entraine des largeurs d'intervalles numériques comprises entre - 0,5 LSB (qui correspond en pratique à une disparition de la valeur numérique) et + 2,5 LSB.

Afin de détecter la présence d'une main sur la poignée du véhicule de manière certaine, la présente invention permet de s'assurer que l'écart mesuré entre les valeurs numériques en l'absence d'une main et les valeurs numériques obtenues en

présence d'une main est supérieur à une valeur de détection prédéterminée, par exemple 4 LSB.

A cette fin, le convertisseur 20 est configuré pour convertir le signal de tension analogique fourni par le capteur 10 sur un intervalle de temps prédéterminé à une pluralité de valeurs de tension de référence différentes de sorte à obtenir une pluralité de valeurs numériques différentes.

Le microcontrôleur 30 est relié électriquement au convertisseur 20 afin de recevoir les valeurs numériques fournies en sortie par le convertisseur 20. Dans cet exemple non limitatif, le convertisseur 20 et le microcontrôleur 30 se présentent sous la forme de deux entités physiques distinctes reliées électriquement. Toutefois, en variante, on notera que le convertisseur 20 pourrait être intégré dans le microcontrôleur 30 de manière connue, i.e. le convertisseur 20 et le microcontrôleur 30 forment une seule entité physique.

Selon l'invention, le microcontrôleur 30 est configuré pour :

- commander successivement l'application d'une pluralité de valeurs de tension de référence différentes au convertisseur 20,
- lire les valeurs numériques codées fournies par le convertisseur 20 pour les différentes valeurs de tension de référence,
- calculer une valeur N de corrélation en appliquant une fonction mathématique à ladite pluralité de valeurs numériques codées, par exemple en calculant une moyenne, et
- comparer la valeur N calculée à une valeur prédéterminée N_{ref} de détection de manière à détecter ou non la présence d'une main sur la poignée.

Par exemple, la présence d'une main est détectée sur la poignée lorsque la différence entre la valeur N calculée et une valeur prédéterminée N_{ref} représentative d'une absence humaine à proximité du capteur est supérieure à un seuil de détection prédéterminé, par exemple 4 LSB.

L'invention va maintenant être décrite dans sa mise en œuvre en référence à la **figure 4**. Dans cet exemple, on considère que le convertisseur 20 est codé sur N = 10 bits, c'est à dire qu'il est divisé en 2^{10}, soit 1024 niveaux de codage (du niveau 0 au niveau 1023) correspondant à 1024 intervalles de valeurs de tension. Il va de soi qu'en variante tout codage sur un nombre de bits différent pourrait être utilisé.

En outre, un capteur 10 de type CVD et quatre valeurs différentes de tension de référence V_{ref1}, V_{ref2}, V_{ref3}, V_{ref4} seront utilisées dans l'exemple décrit ci-après. L'exemple cité dans ce document présente l'invention pour quatre valeurs différentes de

tension de référence, mais il va de soi que tout nombre de valeurs de tension peut être utilisé s'il est supérieur ou égal à deux.

On considère qu'à l'état initial, aucune main humaine n'est présente sur la poignée du véhicule.

En référence aux **figures 3 et 4**, le microcontrôleur 30 commande tout d'abord l'application d'une première tension de référence V_{ref1} au convertisseur 20 dans une étape préliminaire E00.

La capacité de stockage C_2 est initialement déchargée totalement dans une étape E0A.

La capacité de référence C_1 du capteur 10 est ensuite chargée dans une étape E1A puis déchargée dans la capacité de stockage C_2 dans une étape E2A, définissant ainsi une première valeur V_1 de tension analogique aux bornes de la capacité de stockage C_2 dans une étape E3A. Cette première valeur V_1 est ensuite lue par le convertisseur 20 dans une étape E4A qui la convertit dans une étape E5A en une première valeur numérique codée N_1 à partir de la première tension de référence V_{ref1}. Cette première valeur numérique codée N_1 est alors stockée par le microcontrôleur 30. Le microcontrôleur 30 commande l'application d'une deuxième tension de référence V_{ref2} au convertisseur 20 dans une étape E6A.

La capacité de stockage C_2 est ensuite déchargée totalement dans une étape E0B. La capacité de référence C_1 du capteur 10 est ensuite chargée dans une étape E1B puis déchargée dans la capacité de stockage C_2 dans une étape E2B, définissant ainsi une deuxième valeur V_2 de tension analogique aux bornes de la capacité de stockage C_2 dans une étape E3B. Cette deuxième valeur V_2 est ensuite lue par le convertisseur 20 dans une étape E4B qui la convertit dans une étape E5B en une deuxième valeur numérique codée N_2 à partir de la deuxième tension de référence V_{ref2}, différente de la première tension de référence V_{ref1}. Le changement de la tension de référence du convertisseur 20 en modifie l'échelle de conversion de sorte que la largeur de l'ensemble d'intervalles de mesures du convertisseur 20 soit différente pour deux tensions de référence différentes. Ainsi, pour une première valeur V_1 de tension analogique et une deuxième valeur V_2 de tension analogique du même ordre, on obtient une première valeur numérique codée N_1 et une deuxième valeur numérique codée N_2 différentes. Cette deuxième valeur N_2 est alors stockée par le microcontrôleur 30. Le microcontrôleur 30 commande l'application d'une troisième tension de référence V_{ref3} au convertisseur 20 dans une étape E6B.

La capacité de stockage C_2 est ensuite déchargée totalement dans une étape E0C. La capacité de référence C_1 du capteur 10 est de nouveau chargée dans une étape E1C puis déchargée dans la capacité de stockage C_2 dans une étape E2C, définissant

ainsi une troisième valeur V_3 de tension analogique aux bornes de la capacité de stockage C_2 dans une étape E3C. Cette troisième valeur V_3 est ensuite lue par le convertisseur 20 dans une étape E4C qui la convertit dans une étape E5C en une troisième valeur numérique codée N_3 à partir de la troisième tension de référence V_{ref3}, différente de la première tension de référence V_{ref1} et de la deuxième tension de référence V_{ref2}. Le changement de la tension de référence du convertisseur 20 en modifie de nouveau l'échelle de conversion de sorte que la largeur de l'ensemble d'intervalles de mesures du convertisseur 20 soit différente de celle de la première tension de référence V_{ref1} et de la deuxième tension de référence V_{ref2}. Ainsi, pour une première valeur V_1 de tension analogique, une deuxième valeur V_2 de tension analogique et une troisième valeur V_3 de tension analogique du même ordre, on obtient une première valeur numérique codée N_1, une deuxième valeur numérique codée N_2 et une troisième valeur numérique codée N_3 différentes. Cette troisième valeur N_3 est alors stockée par le microcontrôleur 30. Le microcontrôleur 30 commande l'application d'une quatrième tension de référence V_{ref4} au convertisseur 20 dans une étape E6C.

La capacité de stockage C_2 est ensuite déchargée totalement dans une étape E0D. La capacité de référence C_1 du capteur 10 est de nouveau chargée dans une étape E1D puis déchargée dans la capacité de stockage C_2 dans une étape E2D, définissant ainsi une quatrième valeur V_4 de tension analogique aux bornes de la capacité de stockage C_2 dans une étape E3D. Cette quatrième valeur V_4 est ensuite lue par le convertisseur 20 dans une étape E4D qui la convertit dans une étape E5D en une quatrième valeur numérique codée N_4 à partir de la quatrième tension de référence V_{ref4}, différente de la première tension de référence V_{ref1}, de la deuxième tension de référence V_{ref2} et de la troisième tension de référence V_{ref3}.

On notera que la première valeur V_1 de tension analogique, la deuxième valeur V_2 de tension analogique, la troisième valeur V_3 de tension analogique et la quatrième valeur V_4 de tension analogique sont en théorie égales, mais au bruit électronique près, ce qui les rend en pratique sensiblement égales mais pas nécessairement strictement égales. En effet, pour un état donné de présence ou d'absence humaine à proximité du véhicule, le signal de tension analogique converti est unique mais sa valeur peut légèrement varier dans le temps selon le bruit électronique.

Le changement de la tension de référence du convertisseur 20 en modifie de nouveau l'échelle de conversion de sorte que la largeur de l'ensemble d'intervalles de mesures du convertisseur 20 soit différente de celle de la première tension de référence V_{ref1}, de la deuxième tension de référence V_{ref2} , de la troisième tension de référence V_{ref3} et de la quatrième tension de référence V_{ref4}. Ainsi, pour une première valeur V_1 de tension analogique, une deuxième valeur V_2 de tension analogique, une troisième valeur

V_3 de tension analogique et une quatrième valeur V_4 de tension analogique du même ordre, on obtient une première valeur numérique codée N_1, une deuxième valeur numérique codée N_2, une troisième valeur numérique codée N_3 et une quatrième valeur numérique codée N_4 différentes. Cette quatrième valeur N_4 est alors stockée par le microcontrôleur 30.

Une fois que la première valeur numérique codée N_1, la deuxième valeur numérique codée N_2, la troisième valeur numérique codée N_3 et la quatrième valeur numérique codée N_4 ont été stockées, le microcontrôleur 30 applique une fonction mathématique sur ces quatre valeurs dans une étape E7 afin d'en déduire une valeur N corrélative. Par exemple, le microcontrôleur 30 peut additionner les quatre valeurs N_1, N_2, N_3, N_4 et les diviser par deux pour obtenir une moyenne doublée permettant de doubler la sensibilité par rapport au convertisseur 20.

Le microcontrôleur 30 effectue les étapes E00 à E7 périodiquement, les valeurs N corrélatives obtenues étant du même ordre, par exemple à plus ou moins 4 LSB d'écart maximum, tant qu'aucune main n'est présente sur la poignée de porte du véhicule.

Lorsqu'un utilisateur du véhicule approche suffisamment la main de la poignée de porte pour la déverrouiller, le niveau de charge de la capacité de référence C_1 augmente, conduisant à une tension mesurée aux bornes de la capacité de stockage C_2 plus importante qu'en l'absence de main comme expliqué ci-avant.

Il en résulte des valeurs de tension V_1, V_2, V_3, V_4 plus élevées et donc une valeur N corrélative calculée plus élevée également dans les étapes E00 à E7.

Le microcontrôleur 30 compare alors, dans une étape E8, la valeur corrélative calculée en l'absence de main (valeur de référence N_{ref}) et la valeur N corrélative calculée en présence de main et détecte une main sur la poignée, dans une étape E9, lorsque la différence entre la valeur N corrélative calculée en présence de main et la valeur de référence N_{ref} corrélative calculée en l'absence de main est supérieure à un seuil prédéterminé, par exemple 4 LSB.

Dans l'exemple donné aux **figures 5A et 5B** (entre lesquelles l'échelle de tension représentée en abscisse est différente du fait de tensions de référence V_{ref1} et V_{ref2} différentes), on voit que pour une même valeur de tension du signal analogique $V_1 = V_2$, on obtient deux valeurs numériques différentes N_1 et N_2 espacées de 3 LSB : $N_1 = N_2 + 3$ LSB. Il s'avère ainsi que si l'une de ces valeurs numériques N_1 et N_2 est un bit présentant une erreur de DNL importante, la présence de l'autre valeur permettra de compenser l'erreur de sorte qu'une détection erronée ne sera pas réalisée, la corrélation entre les valeurs numériques N1 et N2 (par exemple sous forme de moyenne) réduisant l'erreur initiale.

En référence à la **figure 6**, on a représenté un circuit d'adaptation de la tension de référence permettant de la modifier et ainsi de déterminer les quatre valeurs de tension de référence V_{ref1}, V_{ref2}, V_{ref3}, V_{ref4}.

Les résistances R1 et R2 règlent la valeur par défaut du pont diviseur. Ce pont diviseur est alimenté par une entrée/sortie (I/O) du microcontrôleur 30 afin d'être éteint quand on ne fait pas de mesure. Ces résistances R1 et R2 vont fixer la valeur initiale de la tension de référence V_{ref}. Cette tension de référence V_{ref} est réglée la plus faible possible tout en s'assurant de ne jamais atteindre la saturation.

Afin d'utiliser plusieurs valeurs de tension de référence V_{ref1}, V_{ref2}, V_{ref3}, V_{ref4}, on ajoute deux résistances R3 et R4 connectées au microcontrôleur 30. Ces dernières sont reliées alternativement à la masse M ou à la tension d'alimentation Vcc du microcontrôleur 30, soit quatre combinaisons différentes.

Afin d'avoir quatre valeurs de tension de référence V_{ref1}, V_{ref2}, V_{ref3}, V_{ref4} différentes, on choisit des valeurs différentes pour les résistances R3 et R4.

Dans l'exemple qui suit, on calcule R3 et R4 pour que le saut minimum de la valeur numérique mesurée soit de 4 LSB.

Afin de fixer les valeurs des résistances R1, R2, R3, R4, on règle dans un premier temps R1 et R2 sans considérer R3 et R4.

Les résistances R1 et R2 constituent le pont diviseur principal qui va définir la tension autour de laquelle les différentes valeurs de tension de référence V_{ref1}, V_{ref2}, V_{ref3}, V_{ref4} vont évoluer.

La tension de référence V_{ref} en fonction de la tension d'alimentation Vcc est alors donnée par :

$$V_{ref} = \frac{\mathrm{R2}}{R1+R2} * V_{CC}$$

Le choix des résistances R1 et R2 dépend de la tension d'alimentation V_{cc}, par exemple 3 V, et d'une valeur de tension de référence V_{ref} centrale souhaitée, par exemple 2,5 V. Les résistances R1 et R2 constituant un pont diviseur de tension 110, on fixe par exemple R1 = 2 kΩ et R2 = 10 kΩ.

Afin de générer les tensions V_{ref1}, V_{ref2}, V_{ref3}, V_{ref4}, on modifie légèrement les valeurs de R1 et R2. Pour ce faire, on ajoute en parallèle deux résistances R3 et R4 et on relie les ports du microcontrôleur 30 auxquels elles sont connectées alternativement à 0 (masse) ou à 1 (Vcc), ce qui donne quatre combinaisons.

On obtient alors un nouveau pont diviseur dont on nomme les nouvelles résistances équivalentes R1' et R2' permettant de déduire :

$$\mathrm{V}ref_i = \frac{\mathrm{R2'}}{R1'+R2'} * Vcc$$

où i = 1, 2, 3 ou 4.

On remplace ensuite les valeurs des résistances R1', R2' par les données du tableau suivant (où « // » désigne un montage en parallèle par souci de concision):

	R1'	R2'
V_{ref1}	R1' = R1	R2'= R2 // R3 // R4 $R2' = \frac{1}{\frac{1}{R2}+\frac{1}{R3}+\frac{1}{R4}}$
V_{ref2}	R1' = R1 // R4 $R1' = \frac{1}{\frac{1}{R1}+\frac{1}{R4}}$	R2'= R2 // R3 $R2' = \frac{1}{\frac{1}{R2}+\frac{1}{R3}}$
V_{ref3}	R1' = R1 // R3 $R1' = \frac{1}{\frac{1}{R1}+\frac{1}{R3}}$	R2'= R2 // R4 $R2' = \frac{1}{\frac{1}{R2}+\frac{1}{R4}}$
V_{ref4}	R1'= R1 // R3 // R4 $R1' = \frac{1}{\frac{1}{R1}+\frac{1}{R3}+\frac{1}{R4}}$	R2' = R2

Afin de garantir de faibles écarts de tension ΔV_{ref} en regard de la valeur de la tension de référence V_{ref}, on choisit R3 >> R1 (« >> » signifiant d'usage « très supérieur »), R3 >> R2, R4 >> R1 et R4 >> R2.

Par ailleurs R3 doit avoir une valeur différente de R4 sinon $V_{ref2} = V_{ref3}$.

Ceci étant posé un grand nombre de couples de valeurs R3, R4 répondent au besoin. Par exemple, on choisit les valeurs R3 = 68 kΩ et R4 = 100 kΩ qui répondent à ces conditions. Les valeurs ainsi définies permettent d'obtenir les quatre valeurs de tensions de référence V_{ref} suivantes :

- V_{ref1} = 2.4V
- V_{ref2} = 2.449V
- V_{ref3} = 2.472V
- V_{ref4} = 2.52V.

Afin de garantir un saut minimum du nombre de LSB permettant d'éviter des erreurs de DNL, on peut calculer un écart minimum ΔV_{ref_min} entre deux valeurs consécutives de la tension de référence puis vérifier que les valeurs de tension de référence V_{ref1}, V_{ref2}, V_{ref3}, V_{ref4}, sont suffisamment espacées deux à deux consécutivement.

Pour un convertisseur 20 analogique numérique, on obtient l'équation suivante :

$$1023 * \frac{Vin}{Vref} - 1023 * \frac{Vin}{Vref+\Delta Vref} \geq \Delta_LSB$$

où V_{in} est la tension d'entrée du convertisseur 20, V_{ref} est la tension de référence appliquée au convertisseur 20, ΔV_{ref} est l'écart entre deux tensions de référence et Δ_LSB est le nombre minimum prédéterminé de LSB permettant de détecter une présence sur la poignée.

Avec Δ_LSB = 4, on détermine alors a :

$$\Delta\text{Vref_min} \geq \frac{4*\text{Vref}^2}{1023*(Vin_min-\frac{4*Vref}{1023})}$$

La tension d'entrée V_{in_min} correspond à la tension minimum attendue en fonction des tolérances des différentes capacités du circuit. De plus, pour ne jamais atteindre la saturation du convertisseur 20, on doit s'assurer que la tension de référence Vref est supérieure à une tension d'entrée maximal Vin_max, qui correspond de manière connue à la tension maximum attendue en fonction des tolérances des différentes capacités du circuit.

L'application numérique de l'exemple précédent donne, avec R1 = 2 kΩ, R2 = 10 kΩ, Vcc = 3 V et une tension d'entrée minimum V_{in_min} de 1.08 V, on en déduit ΔV_{ref_min} = 23 mV.

REVENDICATIONS

1. Procédé de détection d'une présence humaine à proximité d'un capteur (10) monté dans un véhicule automobile, ledit véhicule automobile comprenant en outre un convertisseur (20) et un microcontrôleur (30), ledit capteur (10) étant apte à fournir un signal de tension analogique de détection de présence audit convertisseur (20), ledit convertisseur (20) étant apte à convertir ledit signal de tension analogique en une valeur numérique codée et à fournir ladite valeur numérique codée au microcontrôleur (30), le convertisseur (20) étant caractérisé par son nombre fini prédéterminé de valeurs numériques codées successives correspondant à une série d'intervalles consécutifs de valeurs du signal de tension analogique, la longueur de ladite série d'intervalles consécutifs correspondant à une valeur de référence (Vref) du convertisseur (20), le procédé comprenant :

    - une pluralité d'étapes (E5A, E5B, E5C, E5D) de conversion par le convertisseur (20), à une pluralité de valeurs différentes de la tension de référence (Vref1, Vref2, Vref3, Vref4), d'un signal de tension analogique en une pluralité de valeurs numériques codées (N1, N2, N3, N4) différentes,
    - une étape (E7) de corrélation desdites valeurs numériques codées (N1, N2, N3, N4) permettant d'obtenir une valeur de corrélation (N),
    - une étape (E8) de comparaison de la valeur de corrélation (N) obtenue avec une valeur de référence prédéterminée (Nref),
    - une étape (E9) de détection d'une présence humaine à proximité du capteur (10) lorsque la différence entre la valeur de corrélation (N) obtenue et la valeur de référence (Nref) prédéterminée est supérieure à un seuil de détection prédéterminé,

le procédé étant caractérisé en ce que le capteur (10) comprenant une capacité de référence (C1) et une capacité de stockage (C2), les étapes (E5A, E5B, E5C, E5D) de conversion du signal de tension analogique en une valeur numérique codée sont réalisées entre une étape (E2A, E2B, E2C, E2D) de charge de la capacité de stockage (C2) et une étape (E0A, E0B, E0C, E0D) de décharge totale de la capacité de stockage (C2).

2. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel, les intervalles consécutifs de valeurs du signal de tension analogique étant caractérisés par une largeur maximale, la différence absolue entre deux valeurs de la tension de référence (Vref1, Vref2, Vref3, Vref4) est supérieure à ladite largeur maximale.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant quatre étapes (E5A, E5B, E5C, E5D) de conversion du signal de tension analogique par le convertisseur (20) à quatre tensions de référence (Vref1, Vref2, Vref3, Vref4) différentes, en quatre valeurs numériques codées (N1, N2, N3, N4), la différence absolue entre deux valeurs consécutives de la tension de référence (Vref1, Vref2, Vref3, Vref4) étant supérieure à un seuil de détection prédéterminé.

4. Dispositif (1) de détection d'une présence humaine à proximité d'un véhicule automobile, ledit dispositif (1) comprenant un capteur (10) de détection, apte à fournir un signal de tension analogique de détection de présence, un convertisseur (20) apte à convertir ledit signal de tension analogique en au moins une valeur numérique codée et un microcontrôleur (30) apte à recevoir ladite valeur numérique codée, ledit convertisseur (20) étant caractérisé par son nombre fini prédéterminé de valeurs numériques codées successives correspondant à une série d'intervalles successifs de valeurs du signal de tension analogique, la longueur de ladite série d'intervalles consécutifs correspondant à une valeur de référence (Vref) du convertisseur (20 et

   - le microcontrôleur (30) étant apte à appliquer une pluralité de valeurs différentes de tension de référence au convertisseur (20) et
   - le convertisseur (20) étant configuré pour convertir, à ladite pluralité de valeurs de la tension de référence, un signal de tension analogique fourni par le capteur (10) en une pluralité de valeurs numériques codées, lesdits intervalles consécutifs de valeurs du signal de tension analogique du convertisseur (10) étant caractérisés par une largeur maximale, la différence absolue entre deux valeurs de la tension de référence étant supérieure à ladite largeur maximale,
   - le microcontrôleur (30) étant en outre configuré pour :
     - corréler lesdites valeurs numériques codées (N1, N2, N3, N4) permettant d'obtenir une valeur de corrélation (N),
     - comparer la valeur de corrélation (N) obtenue avec une valeur de référence prédéterminée (Nref), et
     - détecter une présence humaine à proximité du capteur (10) lorsque la différence entre la valeur de corrélation (N) obtenue et la valeur de référence (Nref) prédéterminée est supérieure à un seuil de détection prédéterminé,

le dispositif étant caractérisé en ce que le capteur (10) comprenant une capacité de référence (C1) et une capacité de stockage (C2), le microcontrôleur (30) est apte à commander la conversion du signal de tension analogique en une valeur numérique codée entre une charge de la capacité de stockage (C2) et une décharge totale de la capacité de stockage (C2).

5. Dispositif (1) selon la revendication 4, la différence absolue entre deux valeurs consécutives de la tension de référence est supérieure à un seuil de détection prédéterminé afin de s'assurer d'effectuer les conversions dans des intervalles présentant des erreurs de non-linéarité, différents et éviter ainsi les erreurs de détection.

6. Véhicule automobile comprenant un dispositif (1) de détection d'une présence humaine selon l'une quelconque des revendications 4 ou 5.

Fig 1

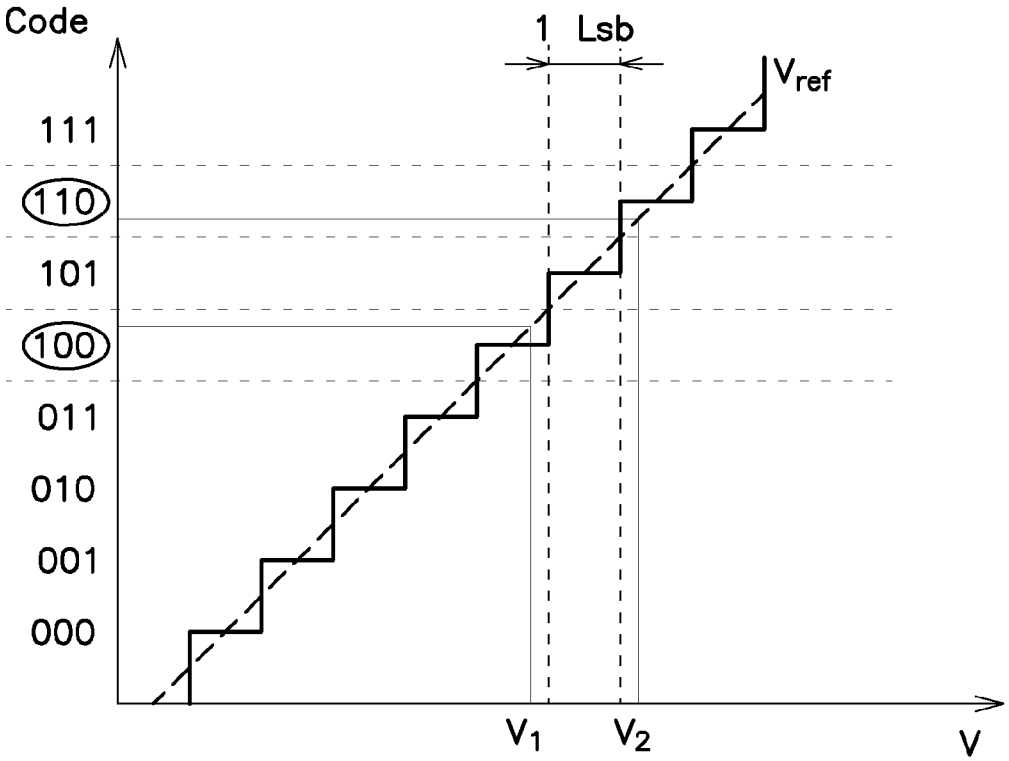

Code
1 Lsb
V_{ref}
111
110
101
100
011
010
001
000
V_1
V_2
V

Fig 2

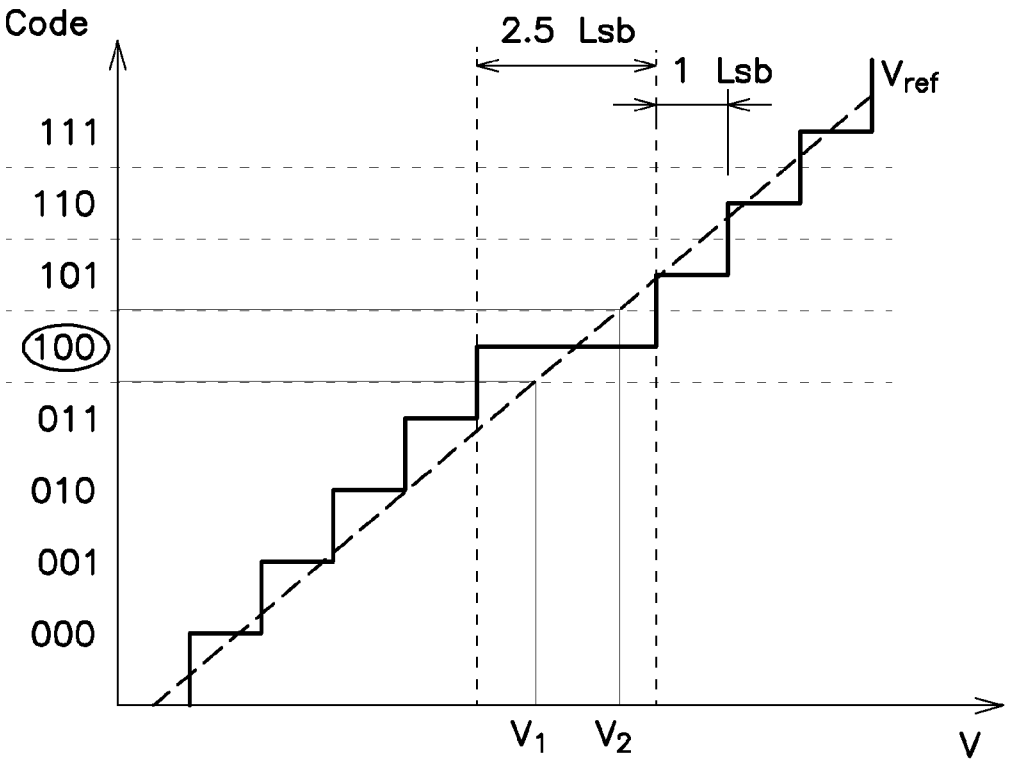

Code
2.5 Lsb
1 Lsb
V_{ref}
111
110
101
100
011
010
001
000
V_1
V_2
V

Fig 3

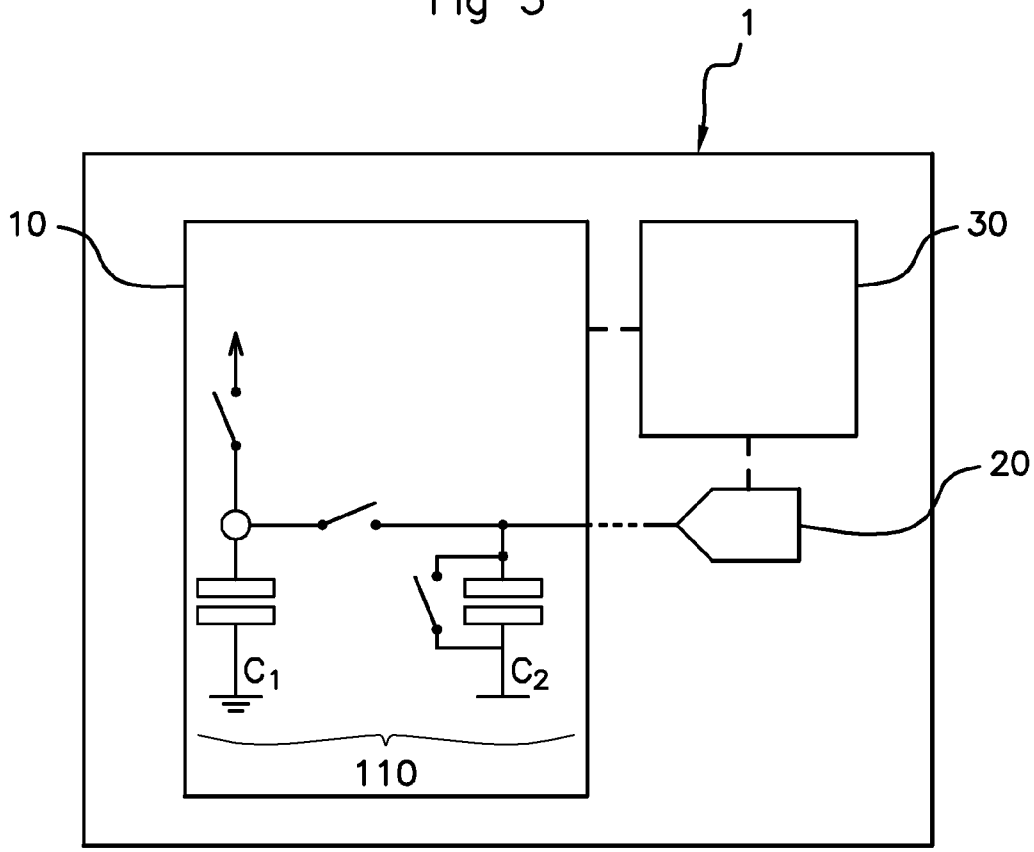


Fig 6

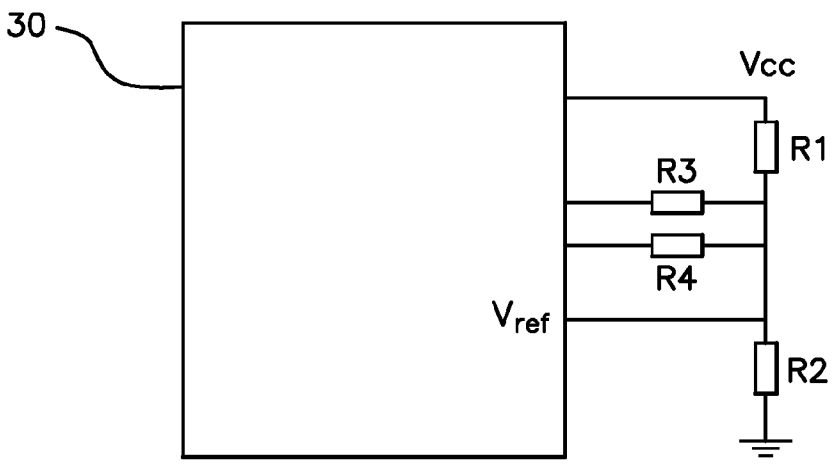


Fig 4

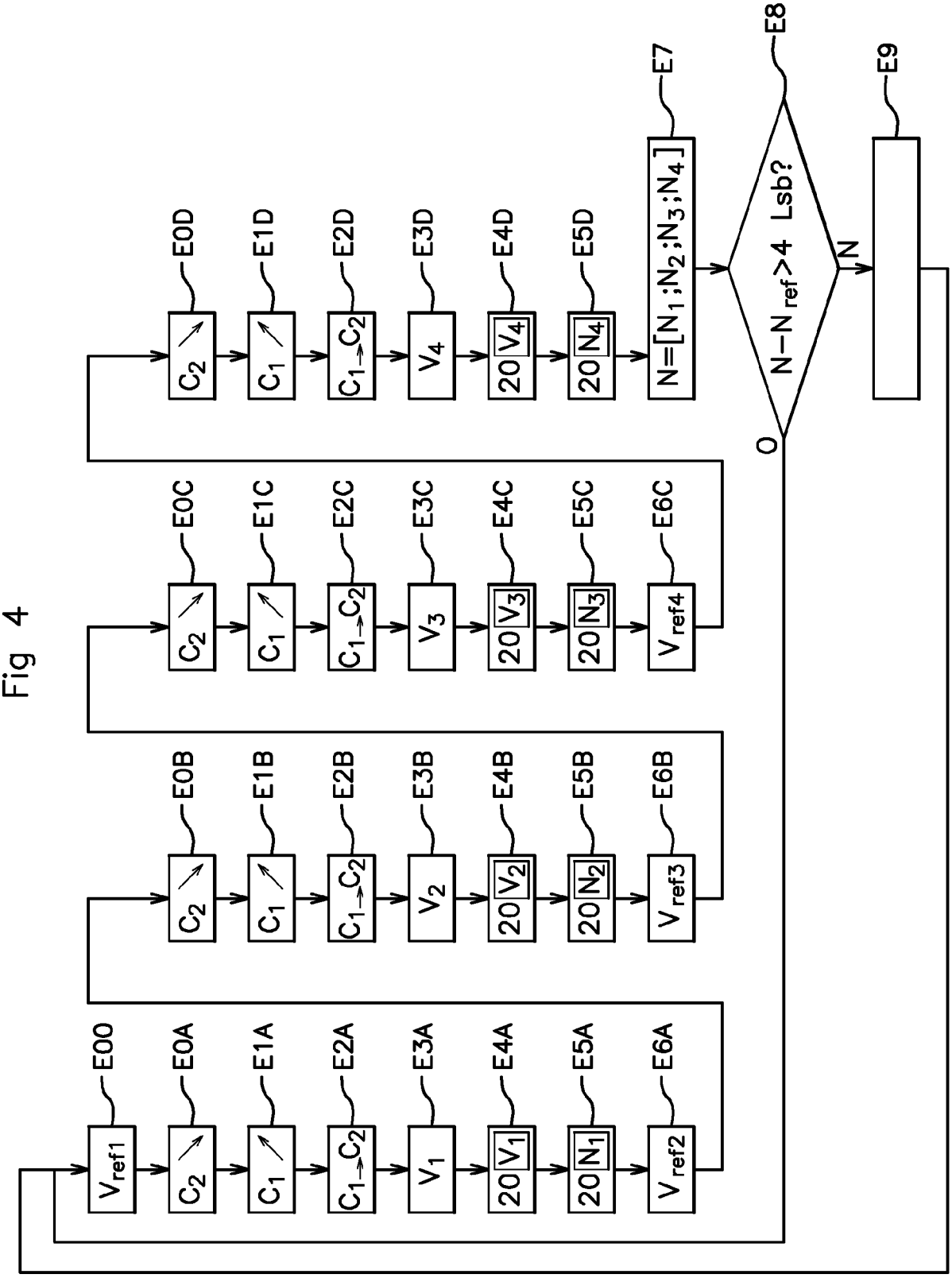

E00
E0A
E1A
E2A
E3A
E4A
E5A
E6A
E0B
E1B
E2B
E3B
E4B
E5B
E6B
E0C
E1C
E2C
E3C
E4C
E5C
E6C
E0D
E1D
E2D
E3D
E4D
E5D
E7
E8
E9
Vref1
Vref2
Vref3
Vref4
C2
C1
C1→C2
V1
V2
V3
V4
20V1
20V2
20V3
20V4
20N1
20N2
20N3
20N4
N=[N1;N2;N3;N4]
N−Nref>4 Lsb?
N
O

Fig 5A

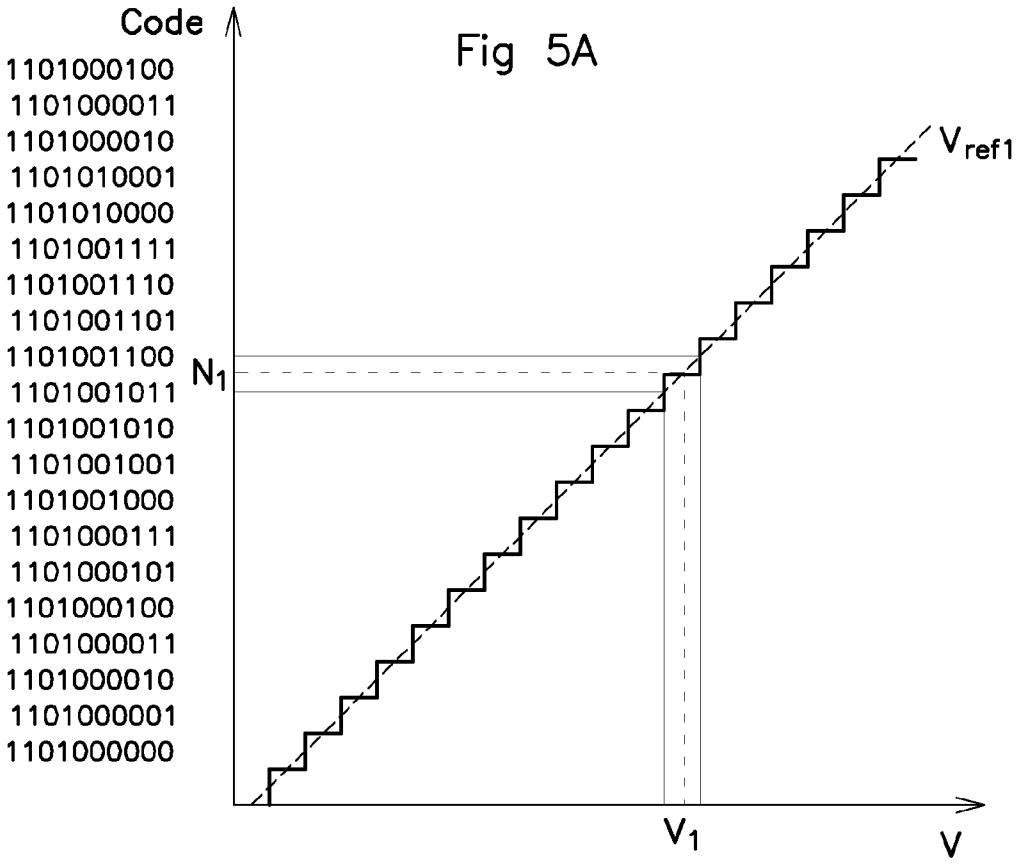
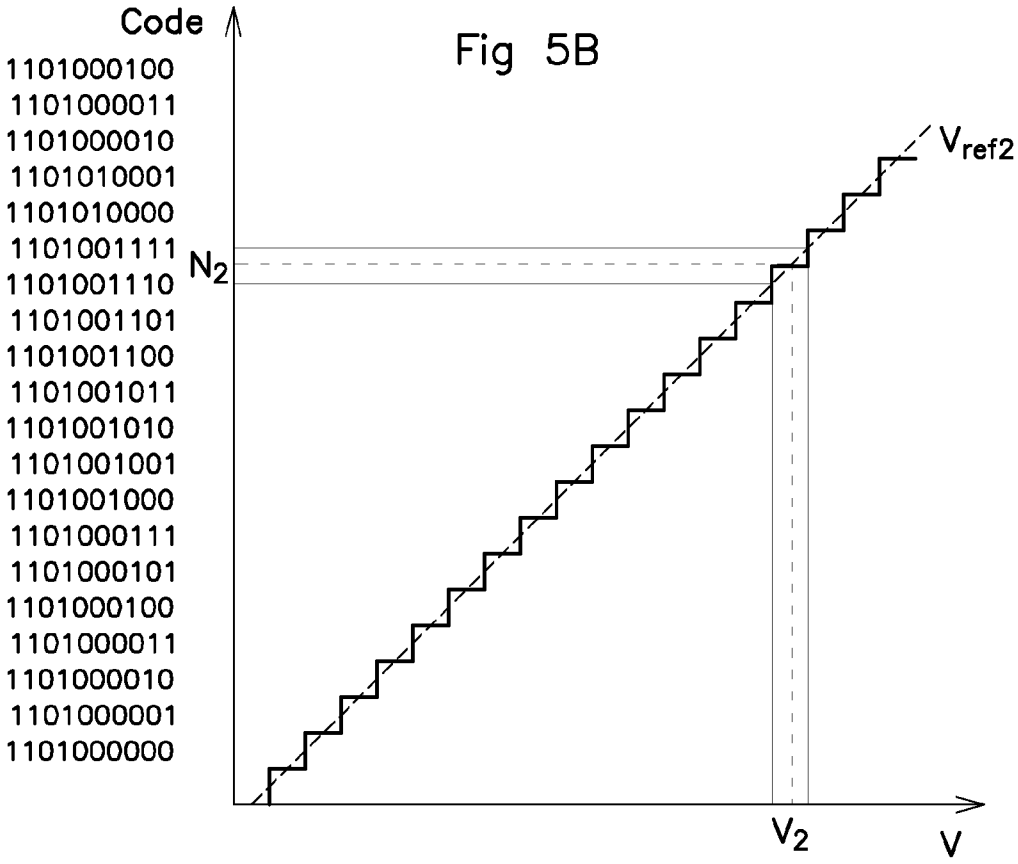

Code
1101000100
1101000011
1101000010
1101010001
1101010000
1101001111
1101001110
1101001101
1101001100
1101001011
1101001010
1101001001
1101001000
1101000111
1101000101
1101000100
1101000011
1101000010
1101000001
1101000000
N1
Vref1
V1
V

Fig 5B


Code
1101000100
1101000011
1101000010
1101010001
1101010000
1101001111
1101001110
1101001101
1101001100
1101001011
1101001010
1101001001
1101001000
1101000111
1101000101
1101000100
1101000011
1101000010
1101000001
1101000000
N2
Vref2
V2
V

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2017/053272

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H03K17/955 G06F3/044
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
E05B H03K G06F E05F

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	US 2016/078701 A1 (GUIBBERT MICKAEL [FR] ET AL) 17 March 2016 (2016-03-17)	1,2,4-6
A	abstract; figures 3,4,5a,5b,6 paragraphs [0001], [0021] - [0023], [0030], [0046], [0052], [0053], [0067], [0068], [0074], [0075], [0083], [0094] - [0097], [0120]	3
A	US 2016/318480 A1 (MENARD ERIC [FR] ET AL) 3 November 2016 (2016-11-03) abstract; figures 1,2 paragraphs [0003], [0032] - [0035], [0064], [0066], [0067], [0074], [0078], [0102], [0103]	1,2,4,6
A	JP H10 25079 A (TOSHIBA CORP) 27 January 1998 (1998-01-27) abstract; figures 1,3,8	1,4

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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	Date of mailing of the international search report
6 February 2018	13/02/2018

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Mesic, Maté

2

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2017/053272

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 7 205 777 B2 (HUF HUELSBECK & FUERST GMBH [DE]) 17 April 2007 (2007-04-17) abstract; figures 1,3,5 column 9, line 24 - column 10, line 3 column 10, line 55 - column 11, line 46 -----	1,4,6

2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/FR2017/053272

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2016078701 A1	17-03-2016	CN 105421907 A	23-03-2016
		FR 3025824 A1	18-03-2016
		US 2016078701 A1	17-03-2016
US 2016318480 A1	03-11-2016	CN 106458157 A	22-02-2017
		EP 3083342 A1	26-10-2016
		FR 3015395 A1	26-06-2015
		JP 2017501080 A	12-01-2017
		US 2016318480 A1	03-11-2016
		WO 2015091949 A1	25-06-2015
JP H1025079 A	27-01-1998	NONE	
US 7205777 B2	17-04-2007	CN 1579849 A	16-02-2005
		DE 10336335 A1	03-03-2005
		DE 202004012331 U1	30-12-2004
		EP 1505734 A2	09-02-2005
		KR 20050016212 A	21-02-2005
		US 2005068712 A1	31-03-2005

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2017/053272

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H03K17/955 G06F3/044
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
E05B H03K G06F E05F

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	US 2016/078701 A1 (GUIBBERT MICKAEL [FR] ET AL) 17 mars 2016 (2016-03-17)	1,2,4-6
A	abrégé; figures 3,4,5a,5b,6 alinéas [0001], [0021] - [0023], [0030], [0046], [0052], [0053], [0067], [0068], [0074], [0075], [0083], [0094] - [0097], [0120]	3
A	US 2016/318480 A1 (MENARD ERIC [FR] ET AL) 3 novembre 2016 (2016-11-03) abrégé; figures 1,2 alinéas [0003], [0032] - [0035], [0064], [0066], [0067], [0074], [0078], [0102], [0103]	1,2,4,6
A	JP H10 25079 A (TOSHIBA CORP) 27 janvier 1998 (1998-01-27) abrégé; figures 1,3,8	1,4

-/--

[X] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[X] 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	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
6 février 2018	13/02/2018

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Mesic, Maté

2

Demande internationale n°
PCT/FR2017/053272

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 7 205 777 B2 (HUF HUELSBECK & FUERST GMBH [DE]) 17 avril 2007 (2007-04-17) abrégé; figures 1,3,5 colonne 9, ligne 24 - colonne 10, ligne 3 colonne 10, ligne 55 - colonne 11, ligne 46 -----	1,4,6

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/FR2017/053272

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2016078701 A1	17-03-2016	CN 105421907 A	23-03-2016
		FR 3025824 A1	18-03-2016
		US 2016078701 A1	17-03-2016
US 2016318480 A1	03-11-2016	CN 106458157 A	22-02-2017
		EP 3083342 A1	26-10-2016
		FR 3015395 A1	26-06-2015
		JP 2017501080 A	12-01-2017
		US 2016318480 A1	03-11-2016
		WO 2015091949 A1	25-06-2015
JP H1025079 A	27-01-1998	AUCUN	
US 7205777 B2	17-04-2007	CN 1579849 A	16-02-2005
		DE 10336335 A1	03-03-2005
		DE 202004012331 U1	30-12-2004
		EP 1505734 A2	09-02-2005
		KR 20050016212 A	21-02-2005
		US 2005068712 A1	31-03-2005