

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

①1 N° de publication : **3 101 158**

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

②1 N° d'enregistrement national : **19 10545**

⑤1 Int Cl⁸ : **G 01 S 13/84** (2019.01), G 01 S 11/02, G 07 C 9/00,
F 02 N 11/08, F 02 N 11/10, B 60 R 25/00, E 05 B 81/00

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤4 Mesure de distance basée sur phase avec application de gain constant.

②2 Date de dépôt : 24.09.19.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public
de la demande : 26.03.21 Bulletin 21/12.

④5 Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 27.08.21 Bulletin 21/34.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : *Valeo Comfort and Driving
Assistance SAS — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : *LECONTE Eric et PATURE Joel.*

⑦3 Titulaire(s) : *Valeo Comfort and Driving Assistance
SAS.*

⑦4 Mandataire(s) : *VALEO COMFORT AND DRIVING
ASSISTANCE - SERVICE PI.*

FR 3 101 158 - B1



Description

Titre de l'invention : Mesure de distance basée sur phase avec application de gain constant

- [0001] La présente divulgation concerne la mesure d'une distance entre un véhicule et un identifiant.
- [0002] L'utilisation de certaines fonctionnalités d'un véhicule comme l'ouverture et le démarrage de celui-ci est traditionnellement autorisée à un utilisateur à partir d'une clé physique insérée dans une serrure. Des solutions alternatives sont proposées aujourd'hui pour remplacer cette utilisation traditionnelle avec un identifiant, possédé par l'utilisateur, en communication avec son véhicule. Notamment, ces solutions permettent d'autoriser l'utilisation de l'une de ces fonctionnalités lorsque l'utilisateur se situe dans une position spécifique par rapport à son véhicule, comme par exemple lorsqu'il se situe à proximité, ou bien à l'intérieur, du véhicule. Pour cela, ces solutions recherchent une connaissance précise de la distance entre l'utilisateur et son véhicule. Cela permet notamment d'éviter le vol du véhicule.
- [0003] Une solution envisagée parmi les solutions actuelles comprend l'évaluation d'une distance entre l'utilisateur et son véhicule à partir d'un échange de signaux entre l'identifiant et le véhicule. Plus précisément, cette solution détermine la distance à partir d'une mesure de l'amplitude d'un signal échangé entre le véhicule et l'identifiant. Cependant, une telle mesure de la distance peut être trompée par un attaquant, ce qui pose un problème de sécurité pour cette solution. Par exemple, l'attaquant peut amplifier avec un amplificateur le signal échangé entre le véhicule et l'identifiant pour simuler la présence de celui-ci près du véhicule. Le signal amplifié comprenant alors les codes d'identification de l'identifiant, l'attaquant peut ainsi utiliser les fonctionnalités du véhicule à la place de l'utilisateur. Dans cette attaque de type « attaque relais », l'attaquant ne fait que relayer et amplifier le signal entre l'identifiant et le véhicule pour tromper la mesure de la distance entre l'identifiant et le véhicule.
- [0004] C'est pourquoi, de nouvelles solutions sont aujourd'hui proposées avec une mesure fiable du point de vue sécurité d'une distance entre l'utilisateur et le véhicule. Ces nouvelles solutions déterminent la distance à partir d'une communication bidirectionnelle entre une première unité radio fréquence située sur l'identifiant et une deuxième unité radio fréquence située sur le véhicule comprenant des échanges de signaux entre les deux unités, et la détermination d'un déphasage entre les signaux échangés.
- [0005] Dans ce contexte, il existe un besoin d'améliorer la mesure de la distance entre un

identifiant et un véhicule.

- [0006] On propose pour cela un procédé pour mesurer une distance entre un véhicule et un identifiant. Le véhicule comprend une première unité radio fréquence et l'identifiant comprend une deuxième unité radio fréquence. Le procédé comprend une communication bidirectionnelle entre la première unité radio fréquence et la deuxième unité radio fréquence. La communication bidirectionnelle comprend, pour chaque canal de fréquence d'au moins deux canaux de fréquence, une émission d'un premier signal par la première unité radio fréquence et une émission d'un deuxième signal par la deuxième unité radio fréquence. La communication bidirectionnelle comprend, pour un ou plusieurs canaux de fréquence et par au moins l'un parmi la première unité radio fréquence et la deuxième unité radio fréquence, une application d'un gain prédéterminé et constant. Le procédé comprend en outre une détermination, pour chaque canal de fréquence, d'un déphasage respectif. Le déphasage respectif correspond à la somme d'une première phase et d'une deuxième phase. La première phase représente une différence entre le deuxième signal et le premier signal par la première unité radio fréquence. La deuxième phase représente une différence entre le premier signal et le deuxième signal par la deuxième unité radio fréquence. Le procédé comprend en outre une détermination de la distance entre le véhicule et l'identifiant à partir des déphasages.
- [0007] Le procédé permet d'améliorer la mesure de la distance entre l'identifiant et le véhicule.
- [0008] La communication bidirectionnelle permet une mesure de la distance entre l'identifiant et le véhicule. Cela permet à l'utilisateur d'interagir avec son véhicule à partir de son identifiant. En effet, certaines fonctionnalités du véhicule peuvent ainsi être autorisées lorsque l'identifiant est situé dans un certain périmètre autour de son véhicule. Par exemple, l'utilisateur peut commander une ouverture d'une porte de son véhicule de manière sécurisée lorsqu'il est à proximité de son véhicule. Afin de sécuriser le véhicule, l'ouverture d'une porte du véhicule peut par exemple au contraire être interdite lorsque l'utilisateur est loin de son véhicule. Ainsi, le procédé permet d'améliorer l'autorisation de fonctionnalités du véhicule de manière sécurisée.
- [0009] La détermination des déphasages respectifs, et la détermination de la distance entre le véhicule et l'identifiant à partir des déphasages améliorent la mesure de la distance. En effet, la mesure de la distance à partir des déphasages peut difficilement être attaquée avec une simple amplification du signal. Ainsi, le procédé permet d'obtenir une mesure fiable de la distance en renforçant la difficulté d'une éventuelle attaque.
- [0010] Le procédé détermine un déphasage pour chaque canal de fréquence d'au moins deux canaux de fréquence. Le procédé détermine donc la distance à partir de plusieurs déphasages. Cette redondance permet au procédé d'améliorer la précision de la mesure

de la distance. L'application d'un gain prédéterminé et constant permet d'améliorer l'efficacité de la détermination des déphasages. En effet, l'application d'un gain prédéterminé permet de réduire le temps de détermination des déphasages en évitant le temps de détermination du gain pour au moins un canal de fréquence. Ainsi, l'application d'un gain prédéterminé et constant permet d'améliorer l'efficacité de la détermination des déphasages, et donc indirectement l'amélioration de la précision de la distance déterminée.

- [0011] La première unité radio fréquence peut comprendre un premier récepteur associé à un premier amplificateur. La deuxième unité radio fréquence peut comprendre un deuxième récepteur associé à un deuxième amplificateur. Pour chaque canal de fréquence, le premier récepteur peut recevoir le deuxième signal et le deuxième récepteur peut recevoir le premier signal. Le premier amplificateur peut amplifier le deuxième signal avec un premier gain respectif. Le deuxième amplificateur peut amplifier le premier signal avec un deuxième gain respectif. Le premier gain peut avoir une première valeur respective prédéterminée et constante pour les un ou plusieurs canaux de fréquence. Le deuxième gain peut avoir une deuxième valeur respective prédéterminée et constante pour les un ou plusieurs canaux de fréquence.
- [0012] Le procédé peut comprendre en outre pour au moins un canal de fréquence autre que les un ou plusieurs canaux de fréquence une détermination d'une première valeur respective du premier gain et une détermination d'une deuxième valeur respective du deuxième gain. Le procédé peut comprendre en outre pour au moins un canal de fréquence autre que les un ou plusieurs canaux de fréquence un enregistrement de la première valeur respective déterminée et de la deuxième valeur respective déterminée. Le procédé peut comprendre en outre pour les un ou plusieurs canaux de fréquence une application de la première valeur respective enregistrée pour le premier gain respectif et de la deuxième valeur respective enregistrée pour le deuxième gain respectif.
- [0013] Les un ou plusieurs canaux de fréquence peuvent comprendre une pluralité de canaux de fréquence. Le procédé peut comprendre une détermination, pour chaque canal de fréquence de la pluralité, d'une première amplitude respective et d'une deuxième amplitude respective. La première amplitude respective peut correspondre au premier signal reçu par la deuxième unité radio fréquence. La deuxième amplitude respective peut correspondre au deuxième signal reçu par la première unité radio fréquence. La distance entre le véhicule et l'identifiant peut être déterminée en outre à partir des amplitudes.
- [0014] L'émission du premier signal et l'émission du deuxième signal peuvent présenter chacune une durée respective supérieure à 5 μ s.
- [0015] Les canaux de fréquence peuvent être décalés. Le décalage entre au moins deux canaux de fréquence successifs peut être inférieur à 7500 kHz.

- [0016] Le nombre de canaux de fréquence peut être supérieur à 8. Le nombre de canaux de fréquence peut être inférieur à 500.
- [0017] Chaque canal de fréquence peut être supérieur à 1 GHz. Chaque canal de fréquence peut être inférieur à 10 GHz,
- [0018] Les canaux de fréquence peuvent être répartis dans une bande de fréquence inférieure à 10 MHz. Les canaux de fréquence peuvent être répartis dans une bande de fréquence supérieure à 150 MHz.
- [0019] Les canaux de fréquence peuvent être répartis dans une bande de fréquence démarrant à 2.4 GHz.
- [0020] La première unité radio fréquence et la deuxième unité radio fréquence peuvent être chacune configurées pour émettre et recevoir des signaux sur un ensemble de 80 canaux de fréquence. Les canaux de fréquence de la communication bidirectionnelle peuvent appartenir audit ensemble. Les canaux de fréquence occupent chacun 1 MHz d'une bande de fréquence.
- [0021] On propose également un procédé pour autoriser une fonctionnalité d'un véhicule. Le procédé pour autoriser une fonctionnalité d'un véhicule comprend une mesure d'une distance entre le véhicule et un identifiant selon le procédé pour mesurer une distance entre un véhicule et un identifiant. Le procédé pour autoriser une fonctionnalité d'un véhicule comprend une autorisation de la fonctionnalité en fonction de la distance mesurée.
- [0022] On propose également un programme informatique comprenant des instructions de code de programme pour l'exécution d'un procédé lorsque ledit programme est exécuté par un processeur du véhicule. Ce procédé exécutable peut comprendre le procédé pour mesurer une distance entre un véhicule et un identifiant. Ce procédé exécutable peut comprendre le procédé pour autoriser une fonctionnalité d'un véhicule.
- [0023] On propose également un programme informatique comprenant des instructions de code de programme pour l'exécution du procédé pour mesurer une distance entre un véhicule et un identifiant, lorsque ledit programme est exécuté par un processeur de l'identifiant.
- [0024] On propose également un système intégrable à un véhicule. Le système peut être configuré pour mesurer une distance entre le véhicule et un identifiant selon le procédé pour mesurer une distance entre un véhicule et un identifiant. Le système peut être configuré pour autoriser une fonctionnalité selon le procédé pour autoriser une fonctionnalité d'un véhicule. Le véhicule peut comprendre une première unité radio fréquence et l'identifiant peut comprendre une deuxième unité radio fréquence.
- [0025] On propose également un identifiant configuré pour mesurer une distance entre un véhicule et l'identifiant selon le procédé pour mesurer une distance entre un véhicule et un identifiant. Le véhicule peut comprendre une première unité radio fréquence et

l'identifiant peut comprendre une deuxième unité radio fréquence.

- [0026] L'identifiant peut comprendre une clef physique ou un support de clef virtuelle. Par exemple, l'identifiant peut comprendre un téléphone mobile.
- [0027] On propose également un kit pouvant comprendre le système intégrable à un véhicule. Le kit peut comprendre l'identifiant.
- [0028] Des exemples non-limitants vont être décrits en référence aux figures suivantes :
- [0029] [fig.1] représente un exemple de signaux émis sur des canaux de fréquence par la première unité radio fréquence et reçus par la deuxième unité radio fréquence.
- [0030] [fig.2] représente un exemple de principe du calcul de mesure de la distance à partir d'une mesure du déphasage.
- [0031] [fig.3] représente un exemple de communication bidirectionnelle entre deux unités radio fréquence.
- [0032] [fig.4] représente un exemple d'architecture d'une unité radio fréquence.
- [0033] [fig.5] représente un exemple de mélangeurs utilisés pour obtenir les phases entre les signaux de la communication bidirectionnelle.
- [0034] [fig.6] représente un exemple d'un protocole d'une communication bidirectionnelle.
- [0035] [fig.7] représente un exemple d'un protocole pour mettre en œuvre le procédé.
- [0036] [fig.8] représente un exemple d'architecture d'une partie d'une unité radio fréquence comprenant un mélangeur.
- [0037] [fig.9] représente un exemple de recombinaison.
- [0038] Dans la suite, il est fait référence à une première unité radio fréquence et un deuxième unité radio fréquence. Les expressions « première » et « deuxième » sont utilisées ici pour labéliser les unités radios fréquences uniquement, et n'expriment pas un ordre ou un classement particulier. Il en est de même pour les autres objets divulgués, comme par exemple le premier signal et le deuxième signal.
- [0039] Le véhicule peut être un véhicule terrestre. Par exemple, le véhicule peut être une automobile, un autocar, un camion, ou une moto.
- [0040] L'identifiant peut être tout objet pouvant être porté par un utilisateur et permettant de le localiser par rapport au véhicule. Par exemple, l'identifiant peut former une clé physique, un boîtier électronique, un badge, ou une carte. Alternativement à ces exemples, l'identifiant peut être constitué d'un téléphone portable comprenant une application mobile dédiée.
- [0041] Le procédé permet de mesurer une distance entre l'identifiant et le véhicule. La distance peut être une distance entre la première unité RF (acronyme de Radio Fréquence) du véhicule et la deuxième unité RF de l'identifiant. Par exemple, la distance peut être la distance euclidienne entre la première unité RF du véhicule et la deuxième unité RF de l'identifiant.
- [0042] Le procédé comprend une communication bidirectionnelle entre la première unité RF

et la deuxième unité RF. La communication bidirectionnelle comprend, pour chaque canal de fréquence d'au moins deux canaux de fréquence, une émission d'un premier signal par la première unité RF et une émission d'un deuxième signal par la deuxième unité RF. Chaque canal de fréquence de la communication bidirectionnelle définit un intervalle de fréquence. Les canaux de fréquence de la communication bidirectionnelle sont répartis sur une bande de fréquence. Les canaux de fréquence peuvent ne pas se superposer sur la bande de fréquence. Les canaux de fréquence peuvent être espacés ou collés les uns aux autres sur la bande de fréquence. Un signal émis sur un canal de fréquence possède une fréquence dans l'intervalle de fréquence du canal de fréquence sur lequel il est émis.

[0043] Les au moins deux canaux de fréquence forment un ensemble de canaux de fréquence comprenant au moins deux canaux de fréquence (appelé « les au moins deux canaux de fréquence » dans la divulgation). La communication bidirectionnelle comprend, pour chaque élément (i.e. canal de fréquence) de cet ensemble d'au moins deux canaux de fréquence (appelé « les au moins deux canaux de fréquence »), une émission d'un premier signal et une émission d'un deuxième signal. Ainsi, « pour chaque canal de fréquence » fait référence à chacun des canaux de fréquence de cet ensemble d'au moins deux canaux de fréquence (appelé « les au moins deux canaux de fréquence »). La communication bidirectionnelle comprend une émission d'un premier signal et une émission d'un deuxième signal pour chacun des canaux de fréquence de cet ensemble.

[0044] La communication bidirectionnelle comprend l'émission d'au moins deux signaux sur chaque canal de fréquence. La première unité RF émet le premier signal qui est transmis puis reçu par la deuxième unité RF. Réciproquement, la deuxième unité RF émet le deuxième signal qui est transmis puis reçu par la première unité RF. Le premier signal peut par exemple être émis avant le deuxième signal. Par exemple, le deuxième signal peut être émis après la réception du premier signal par la deuxième unité RF. Le procédé comprend donc une communication bidirectionnelle entre le véhicule et l'identifiant grâce aux deux unités RF à partir de l'émission de signaux entre les deux unités RF sur chaque canal de fréquence.

[0045] Le procédé comprend une détermination d'un déphasage pour chaque canal de fréquence. Le déphasage correspond à une somme d'une première phase et d'une deuxième phase. Par exemple, le déphasage peut être le résultat de l'addition de la première et de la deuxième phase. La première phase représente une différence entre le premier signal et le deuxième signal à un premier temps d'acquisition par la première unité RF. Le deuxième signal correspond à un deuxième signal émis par la deuxième unité RF et reçu par la première unité RF. La différence entre le premier signal et le deuxième signal correspond à la différence de phase entre le premier signal de la

première unité RF et le signal émis par la deuxième unité RF lorsqu'il est reçu par la première unité RF. La différence de phase correspond à la différence de phase entre les deux signaux lorsqu'ils sont initialement générés par les unités RF, à laquelle vient s'ajouter en outre une différence de phase provenant du chemin parcouru par le deuxième signal lorsqu'il est transmis et reçu par la première unité RF après avoir été émis par la deuxième unité RF. La première phase représente la différence de phase entre le premier signal et le deuxième signal à un premier temps d'acquisition. Réciproquement, la deuxième phase représente une différence par la deuxième unité RF entre le deuxième signal généré par la deuxième unité RF et le premier signal émis par la première unité RF. La deuxième phase représente la différence de phase entre le deuxième signal et le premier signal à un deuxième temps d'acquisition.

- [0046] Ces éléments de la communication bidirectionnelle et/ou de la détermination de déphasages peuvent être exécutés de toute manière connue en soi dans le domaine, par exemple tel que décrit dans le document US 2018 321371 A1.
- [0047] L'émission du premier signal et l'émission du deuxième signal peuvent présenter chacune une durée respective supérieure à 5 μ s et/ou inférieure à 500 μ s.
- [0048] Cela permet d'améliorer la mesure de la distance.
- [0049] En effet, l'émission des signaux avec une durée supérieure à 5 μ s permet d'émettre une quantité suffisante d'ondes par signal. Ainsi, cette durée minimale permet la mesure de la différence de phase par chaque unité radio fréquence.
- [0050] En outre, l'émission des signaux avec une durée inférieure à 500 μ s permet d'améliorer la cadence d'émission des signaux, et donc la vitesse du procédé. En effet, les signaux peuvent ainsi être émis successivement sur chaque canal de fréquence en gardant un temps d'exécution du procédé court. Ainsi, l'amélioration de la cadence d'émission permet de réduire le temps total du procédé avec des émissions successives de signaux sur chaque canal de fréquence.
- [0051] La durée de l'émission du premier signal et la durée de l'émission du deuxième signal peuvent par exemple être de l'ordre de 100 μ s.
- [0052] Les canaux de fréquence peuvent être décalés. Le décalage correspond à l'intervalle de fréquence entre les deux canaux de fréquence successifs, par exemple la distance en termes de fréquence entre les fréquences centrales des deux canaux de fréquence. Le décalage entre au moins deux canaux de fréquence successifs peut être inférieur à 7500 kHz.
- [0053] Un décalage inférieur à 7500 kHz permet l'amélioration de la mesure de la distance entre l'identifiant et le véhicule. En effet, un décalage inférieur à 7500 kHz permet la discrimination de la distance entre l'identifiant et le véhicule par une autre mesure, par exemple moins précise. Ainsi, un décalage inférieur à 7500 kHz permet d'améliorer la mesure de la distance déterminée.

- [0054] La détermination de la distance entre le véhicule et l'identifiant à partir des déphasages peut comprendre une détermination d'une valeur A de distance à partir des déphasages. Le procédé peut comprendre par ailleurs une détermination d'une valeur B de distance entre le véhicule et l'identifiant, indépendamment de la détermination de la valeur A et/ou sans utiliser les déphasages.
- [0055] La valeur A peut être plus précise que la valeur B. Mais étant déterminée à partir des déphasages, la valeur A peut être déterminée modulo une certaine distance critique correspondant à un décalage de 2π entre les déphasages déterminés sur les au moins deux canaux de fréquence successifs. En d'autres termes, on a la distance réelle qui est égale à un multiple de la distance critique, plus la valeur A. En effet, les déphasages sont déterminés modulo 2π . La valeur B permet ainsi de déterminer le modulo de la valeur A par rapport à ladite distance critique (i.e. ledit multiple).
- [0056] La détermination de la distance entre le véhicule et l'identifiant à partir des déphasages peut ainsi être fonction des valeurs A et B. Par exemple, le procédé peut déterminer la distance comme étant égale au modulo multiplié par la distance critique, plus la valeur A. De manière alternative, le procédé peut se limiter à déterminer la distance uniquement si ledit modulo est égal à zéro. En d'autres termes, le procédé peut simplement déterminer que la distance est supérieure à la distance critique dans un tel cas, sans la calculer exactement.
- [0057] La détermination de la valeur B peut avoir une précision plus faible que la détermination de la valeur A. La détermination de la valeur B peut avoir une incertitude absolue plus grande que celle de la valeur A. L'incertitude absolue est l'écart maximum possible entre la valeur déterminée et la valeur exacte. La valeur B peut être déterminée par tout autre procédé de mesure d'une distance. Par exemple, la valeur B peut être déterminée par une mesure de la distance à partir du temps de parcours des signaux entre les deux unités RF (mesure de type « time of flight » en anglais). Les mesure de type « time of flight » ont généralement une précision ayant une incertitude absolue de l'ordre de 10 m.
- [0058] La distance critique correspond à un décalage de 2π entre les déphasages déterminés sur les au moins deux canaux de fréquence successifs. La distance critique dépend donc de la différence de fréquence entre les au moins deux canaux de fréquence successifs. Une distance critique deux fois plus grande que l'incertitude absolue de la mesure de la valeur B permet la discrimination de la valeur A. En effet, la valeur B peut alors déterminer de manière fiable le modulo de la valeur A, et cela, en prenant en compte l'intervalle de confiance de la mesure de la valeur B. L'intervalle de confiance d'une mesure correspond à l'intervalle d'erreur de plus ou moins l'incertitude absolue autour de la valeur exacte que peut donner la mesure. Le procédé peut donc ainsi discriminer de manière fiable la valeur A lorsque l'intervalle de confiance de la mesure de

la valeur B est inférieure à la distance critique. L'incertitude absolue de la précision de la mesure de la valeur B peut donc être inférieure à la moitié de la distance critique pour permettre la discrimination.

- [0059] Une distance critique quatre fois plus grande que l'incertitude absolue de la mesure de la valeur B permet donc de discriminer la distance déterminée avec une marge de deux. Ainsi, une distance critique supérieure à 20 m permet au procédé de discriminer la valeur A avec une valeur B mesurée avec une mesure de type « time of flight » (ceux-ci ayant généralement une incertitude absolue de l'ordre de 10 m, et donc un intervalle de confiance de 20 m). Une distance critique supérieure à 40 m permet donc au procédé de discriminer la valeur A avec une mesure de la valeur B de type « time of flight » avec une marge de deux. Un décalage entre les au moins deux canaux de fréquence inférieur à 7500 kHz permet une distance critique supérieure à 40 m. Ainsi, le décalage inférieur à 7500 kHz entre les au moins deux canaux de fréquence permet de discriminer la valeur A avec une mesure de la valeur B de type « time of flight » ayant une précision de l'ordre de 10 m avec une marge de deux. Le décalage inférieur à 7500 kHz permet donc la discrimination de la valeur A avec une mesure de la valeur B de type « time of flight », ce qui améliore la mesure de la distance.
- [0060] Le nombre de canaux de fréquence peut être supérieur à 8. Le nombre de canaux de fréquence peut être inférieur à 500.
- [0061] Cela permet d'améliorer la mesure de la distance. En effet, un nombre de canaux de fréquence supérieur à 8 permet d'avoir un grand nombre de points de mesure de déphasage permettant de déterminer une valeur précise de la distance. Un nombre de canaux de fréquence supérieur à 8 permet d'obtenir un bon écart de fréquence entre la fréquence la plus faible et la fréquence la plus élevée des canaux de fréquence avec un décalage de fréquence entre les au moins deux canaux de fréquence permettant la discrimination. Cet écart de fréquence entre la fréquence la plus faible et la fréquence la plus élevée permet d'améliorer la précision de la mesure. Ainsi, un nombre de canaux de fréquence supérieur à 8 permet d'obtenir une mesure précise de la distance. En outre, un nombre de canaux de fréquence inférieur à 500 permet d'améliorer la vitesse de réalisation du procédé. Ainsi, le fait que le nombre de canaux de fréquence soit compris entre 8 et 500 permet d'avoir une mesure précise avec un procédé efficace. Par exemple, le nombre de canaux peut être de l'ordre de 80, ce qui permet d'obtenir une bonne moyenne et une valeur précise de la distance entre l'identifiant et l'utilisateur.
- [0062] Le procédé détermine la distance entre l'identifiant et le véhicule à partir des déphasages déterminés pour chacun des canaux de fréquence. Le nombre de déphasages influence la précision de la mesure. Ainsi, un nombre de canaux de fréquence supérieur à 8 permet d'obtenir un nombre de déphasages suffisant pour permettre une

mesure de la distance précise.

- [0063] Les signaux peuvent être émis successivement dans le temps sur les canaux de fréquence. Ainsi, le temps pour réaliser le procédé peut dépendre du nombre de canaux de fréquence. Pour que le procédé soit efficace, le nombre de canaux de fréquence peut être inférieur à 500. En effet, le procédé peut ainsi déterminer rapidement la mesure entre l'identifiant et le véhicule. Un nombre de canaux de fréquence inférieur à 500 permet donc au procédé de déterminer la distance entre l'identifiant et le véhicule efficacement.
- [0064] Le procédé peut comprendre en outre l'émission du premier signal et du deuxième signal sur au moins deux canaux de fréquence, les premier et deuxième signaux étant configurés pour avoir l'une ou quelque combinaison des caractéristiques de signal définies ci-après. Chaque canal de fréquence peut être supérieur à 1 GHz. Chaque canal de fréquence peut être inférieur à 10 GHz. Les canaux de fréquence peuvent être répartis dans une bande de fréquence supérieure à 10 MHz. Les canaux de fréquence peuvent être répartis dans une bande de fréquence inférieure à 150 MHz. Les canaux de fréquence peuvent être répartis dans une bande de fréquence démarrant à 2.4 GHz. La première unité radio fréquence et la deuxième unité radio fréquence peuvent être chacune configurées pour émettre et recevoir des signaux sur un ensemble de 80 canaux de fréquence, les canaux de fréquence de la communication bidirectionnelle appartenant audit ensemble. Les canaux de fréquence peuvent occuper chacun 1 MHz d'une bande de fréquence.
- [0065] Cela permet de faciliter la mise en œuvre du procédé. En effet, de telles caractéristiques peuvent par exemple être utilisées par des transmetteurs RF (Radio Fréquence) Bluetooth. Les première et deuxième unités RF peuvent ainsi comprendre des transmetteurs RF Bluetooth. Ces caractéristiques de signal permettent donc de faciliter l'implémentation du procédé et sa mise en œuvre. Notamment, les transmetteurs RF Bluetooth permettent nativement d'utiliser une communication bidirectionnelle sur plusieurs canaux de fréquence.
- [0066] On propose également un procédé pour autoriser une fonctionnalité d'un véhicule. Le procédé pour autoriser une fonctionnalité d'un véhicule comprend la mesure d'une distance entre le véhicule et un identifiant à partir du procédé pour mesurer la distance entre le véhicule et l'identifiant. Le procédé pour autoriser une fonctionnalité d'un véhicule comprend également une autorisation de la fonctionnalité en fonction de la distance mesurée. Le procédé peut par exemple autoriser la fonctionnalité si la distance mesurée entre l'identifiant et le véhicule est inférieure à une distance de sécurité. Le procédé peut également au contraire par exemple refuser l'autorisation de la fonctionnalité si la distance mesurée est supérieure à une distance de sécurité. La fonctionnalité peut par exemple être l'ouverture d'une porte du véhicule ou le démarrage

du véhicule. Le procédé pour autoriser une fonctionnalité d'un véhicule peut par exemple autoriser l'ouverture d'une porte du véhicule lorsque la distance déterminée est inférieure à une distance de sécurité. La distance de sécurité peut par exemple être de l'ordre de 2 m. Le procédé pour autoriser une fonctionnalité d'un véhicule peut par exemple autoriser le démarrage du véhicule lorsque la distance déterminée correspond à une situation dans laquelle l'utilisateur est situé à l'intérieur du véhicule.

[0067] Cela permet d'améliorer la sécurité du véhicule. En effet, le procédé réduit le risque qu'une autre personne utilise la fonctionnalité lorsque l'utilisateur n'est pas situé à une distance donnée de son véhicule. Ainsi, le procédé peut par exemple réduire le risque qu'un attaquant utilise une fonctionnalité lorsque l'utilisateur n'est pas à proximité dans un certain périmètre de son véhicule.

[0068] On propose également un programme informatique comprenant des instructions de code de programme pour l'exécution du procédé pour mesurer la distance entre le véhicule et l'identifiant et/ou du procédé pour autoriser une fonctionnalité d'un véhicule lorsque ledit programme est exécuté par un processeur du véhicule.

[0069] On propose également un programme informatique comprenant des instructions de code de programme pour l'exécution du procédé pour mesurer la distance entre le véhicule et l'identifiant lorsque ledit programme est exécuté sur un processeur de l'identifiant.

[0070] On propose également un système intégrable à un véhicule (par exemple sous forme d'un ou plusieurs boîtiers) et configuré pour mesurer une distance entre le véhicule et un identifiant selon le procédé pour mesurer la distance entre le véhicule et l'identifiant. Le véhicule peut comprendre une première unité radio fréquence et l'identifiant peut comprendre une deuxième unité radio fréquence. Le système peut comprendre un premier processeur exécutant le programme informatique comprenant les instructions de code de programme pour l'exécution du procédé. Le système peut comprendre également une mémoire pour enregistrer des informations lors de l'exécution du procédé. Le système peut par exemple comprendre un transmetteur RF Bluetooth. Le système peut également comprendre un deuxième processeur pouvant interagir avec un processeur du véhicule pour autoriser une fonctionnalité selon le procédé pour autoriser une fonctionnalité d'un véhicule. Le premier processeur et le deuxième processeur peuvent être le même processeur.

[0071] On propose également un identifiant configuré pour mesurer une distance entre un véhicule et l'identifiant selon le procédé pour mesurer la distance entre le véhicule et l'identifiant. Le véhicule peut comprendre une première unité radio fréquence et l'identifiant peut comprendre une deuxième unité radio fréquence.

[0072] L'identifiant peut former une clef physique ou un support de clef virtuelle. L'identifiant peut former un téléphone mobile comprenant une application dédiée.

- [0073] Le procédé peut déterminer la distance à partir des déphasages à partir d'un calcul de pentes entre chaque canal de fréquence comme celui décrit dans le document US 2018 321371 A1.
- [0074] Des exemples du procédé vont maintenant être donnés en référence aux figures 1 à 9.
- [0075] La figure 1 montre un exemple de signaux émis 1 sur des canaux de fréquence par la première unité RF à des fréquences f_i sur n canaux de fréquence successifs, avec i allant de 1 à n , par exemple lors de la communication bidirectionnelle du procédé. La fréquence de chaque signal est différente du signal précédent. Ces signaux sont transmis et reçus par une deuxième unité RF. A la réception, les signaux ont subi une transformation induite par la transmission du signal entre les deux unités. La transformation peut par exemple être induite par des réflexions des signaux. La transformation peut alternativement par exemple être induite par un passage des signaux au travers d'un corps. Ils sont reçus sous une forme transformée 2 en amplitude a_i et en phase Φ_i . Par exemple, le signal 3 de fréquence f_1 est émis par la première unité RF et est reçu par la deuxième unité RF sous la forme d'un signal 4 de fréquence f_1 comprenant une amplitude a_1 et une phase Φ_1 . De même, le signal de fréquence f_2 est reçu avec une amplitude a_2 et une phase Φ_2 . La communication bidirectionnelle comprend l'émission de tels signaux entre les deux unités RF et la réception de ces signaux dans la forme transformée.
- [0076] La figure 2 montre un exemple de principe du calcul de mesure de la distance à partir d'une mesure du déphasage, sur lequel peut être basée la détermination de la distance par le procédé. Toutefois, le principe de mesure de la figure 2 est décrit pour une situation théorique où il n'y a pas de communication bidirectionnelle, à la différence du procédé. Cette situation permet de faciliter la compréhension du procédé. En effet, la phase à l'origine est supposée connue dans l'exemple de la figure 2, comme discuté ci-après. La communication bidirectionnelle du procédé permet de s'affranchir de cette contrainte.
- [0077] Un transmetteur 13 émet un premier signal 11 de fréquence f_1 et un deuxième signal 12 de fréquence f_2 . Un récepteur 14 situé à une distance d_m du transmetteur reçoit le premier signal 11 et le deuxième signal 12. Le récepteur 14 mesure alors à la réception la phase et l'amplitude du premier signal 11 et du deuxième signal 12. Le premier signal 11 est reçu avec une phase φ_1 et le deuxième signal 12 est reçu avec une phase φ_2 . La phase de chaque signal varie à chaque instant avec la forme de sinusoïde de l'onde. Cependant, en connaissant la phase à l'origine φ_0 et la distance parcourue par l'onde d , la phase instantanée du signal φ_i à l'instant t est fournie par la formule suivante : $\varphi_i(t) = \varphi_0(t) + 2\pi * \frac{d}{\lambda}$
- [0078] avec λ la longueur d'onde du signal considéré. Par exemple, pour une fréquence 2.4

GHz, la longueur d'onde est de l'ordre de 12.5 cm. La longueur d'onde λ peut être calculée à partir de la fréquence f du signal considéré et de la vitesse de propagation de l'onde c par la formule suivante : $\lambda = \frac{c}{f}$

[0079] En utilisant une seule fréquence, la phase reçue ne permet pas à elle seule de connaître le nombre de longueur d'onde dans la distance à mesurer. C'est pourquoi, deux signaux ayant des fréquences différentes sont utilisés. La différence de fréquence entre les deux signaux peut être de l'ordre de 1 MHz. En utilisant deux signaux de fréquence différente comme le premier signal 11 et le deuxième signal 12 et en faisant la soustraction entre les deux valeurs de phase obtenues pour chacun des signaux, la formule suivante permet de déterminer la distance d_m entre le transmetteur 13 et le récepteur 14 :
$$d_m = \frac{c}{2\pi} * \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{f_2 - f_1}$$

[0080] La mesure de phase étant périodique de période 2π , cette formule n'est valable que si la distance mesurée n'est pas supérieure à une distance critique qui est fonction de la différence de fréquence entre les deux signaux. La périodicité de la mesure de phase induit un modulo de la longueur d'onde dans la distance déterminée. Par exemple pour une différence de fréquence de 1 MHz, la distance critique est de l'ordre de 300 m. Afin d'améliorer la qualité de la mesure et surtout améliorer la précision, plusieurs acquisitions à différentes fréquences peuvent être réalisées. Les 300 m représentent une plage de mesure de 2π . Ainsi, en prenant 81 mesures espacées de 1 MHz chacune, les 300 m représentent une plage de $80 * 2\pi$. En d'autres termes, 2π donne une plage de 3.75 m, ce qui induit une mesure précise de la distance.

[0081] Dans cet exemple simplifié théorique, la phase initiale à l'origine est connue. Or, ce n'est pas le cas pour les systèmes utilisés pour mesurer la distance entre un identifiant et un véhicule. C'est pourquoi, le procédé comprend une communication bidirectionnelle permettant de s'affranchir de cette contrainte. Un exemple de cette communication bidirectionnelle du procédé est notamment décrit en référence à la figure 3 ci-après.

[0082] La figure 3 montre un exemple de communication bidirectionnelle entre une première unité RF 21 et une deuxième unité RF 22. La première unité RF 21 comprend une première PLL 23, un premier transmetteur 24, un premier récepteur 25 et un premier mélangeur 26. La première PLL 23 génère une première sinusoïde interne à la fréquence f_A et avec une phase φ_A . La première sinusoïde interne est transmise au premier transmetteur 24 et au premier mélangeur 26. Le premier transmetteur 24 émet alors un premier signal 31 à partir de la première sinusoïde interne. Réciproquement, la deuxième unité RF 22 comprend une deuxième PLL 27, un deuxième transmetteur 28, un deuxième récepteur 29 et un deuxième mélangeur 30. La deuxième PLL 27 génère

une deuxième sinusoïde interne à la fréquence f_B et avec une phase φ_B . La deuxième sinusoïde interne est transmise au deuxième transmetteur 28 et au deuxième mélangeur 30. Le deuxième transmetteur 28 émet alors un deuxième signal 32 interne à partir de la deuxième sinusoïde interne. Le deuxième signal 32 est reçu par le premier récepteur de la première unité RF 21 en appliquant un premier gain par un premier amplificateur et est envoyé au premier mélangeur 26. Ainsi, le premier mélangeur 26 multiplie la première sinusoïde interne en sortie de la première PLL 23 et le deuxième signal 32 reçu. En sortie du premier mélangeur 26, la première unité RF détermine ainsi la phase Φ_A correspondant à la différence entre la première sinusoïde interne générée par la première PLL 23 et le deuxième signal 32 provenant de la deuxième unité RF 22 reçu avec une phase $\Phi_{R,A}$. De même, la deuxième unité RF 22 détermine la phase Φ_B correspondant à la différence entre la deuxième sinusoïde interne générée par la deuxième PLL 27 et le premier signal 31 provenant de la première unité RF 21 reçu avec une phase $\Phi_{R,B}$ et en appliquant un deuxième gain par un deuxième amplificateur. Cet échange de signaux entre les deux unités RF et la détermination des phases respectives sont répétés pour chaque canal de fréquence. Le procédé détermine ensuite la distance d_m entre la première unité RF 21 et la deuxième unité RF 22 à partir des phases Φ_A et Φ_B déterminées pour chaque canal de fréquence.

- [0083] La première unité RF 21 et la deuxième unité RF 22 peuvent être des récepteurs avec une fréquence intermédiaire de 0 Hz.
- [0084] Alternativement, la première unité RF 21 et la deuxième unité RF 22 peuvent être des récepteurs avec une fréquence intermédiaire différente de 0 Hz. Dans ce cas, le procédé peut comprendre une opération (par exemple logicielle) pour ramener les données à un référentiel égal à une fréquence intermédiaire de 0 Hz.
- [0085] La figure 4 montre un exemple d'architecture d'une unité RF. L'unité RF 81 comprend une PLL 82, un transmetteur 83, un récepteur 84 et deux mélangeurs 85 et 90. L'architecture de l'unité RF 81 permet au mélangeur 85 de mélanger un signal de fréquence f_{RX} 86 reçu par le récepteur 84 avec un signal interne de fréquence f_{TX} 87 généré par la PLL 83. Le mélangeur 85 permet ainsi d'obtenir la composante I d'un signal de fréquence f_{IF} correspondant à la différence de fréquence entre le signal 86 reçu par le récepteur 84 et le signal interne 87 généré par la PLL 83. L'unité RF 81 comprend un module de quadrature 88 permettant d'obtenir un signal en déphasage de $\pi/2$ 89 par rapport au signal interne 87. L'architecture de l'unité RF 81 permet au mélangeur 90 de mélanger le signal reçu 86 avec le signal en déphasage de $\pi/2$ 89. Le mélangeur 90 permet ainsi d'obtenir la composante Q du signal de fréquence f_{IF} correspondant à la différence de fréquence entre le signal reçu 86 et le signal interne 87.
- [0086] La figure 5 montre un exemple de mélangeurs utilisés pour obtenir les phases entre les signaux de la communication bidirectionnelle. Les formules mathématiques

indiquées dans cette figure permettent de déterminer le déphasage dans le cas où les deux signaux émis ont une fréquence respective identique. Dans le cas où la différence de fréquence entre les deux signaux émis est non-nulle, le procédé peut utiliser toute autre méthode pour déterminer les déphasages. Par exemple, le procédé peut négliger la différence de fréquence entre les deux signaux émis.

- [0087] Une première unité RF comprend une première PLL 41 générant une première sinusoïde interne 42. Un premier transmetteur de la première unité RF émet la première sinusoïde interne 42 sous la forme d'un premier signal 43. Un premier récepteur de la deuxième unité RF reçoit en appliquant un premier gain par un premier amplificateur le premier signal transmis par la première unité RF. Un premier mélangeur 45 de la deuxième unité RF multiplie le premier signal reçu 44 avec une deuxième sinusoïde interne 46 générée par une deuxième PLL 47 de la deuxième unité RF. Un premier filtre passe bas 48 de la deuxième unité RF filtre le résultat de la multiplication afin de déterminer la phase Φ_B correspondant à la différence de phase entre la deuxième sinusoïde interne 46 et le premier signal reçu 44.
- [0088] Réciproquement, un deuxième transmetteur de la deuxième unité RF émet la deuxième sinusoïde interne 46 sous la forme d'un deuxième signal 49. Un deuxième récepteur de la première unité RF reçoit en appliquant un deuxième gain par un deuxième amplificateur le deuxième signal transmis par la deuxième unité RF. Un deuxième mélangeur 51 de la première unité RF multiplie le deuxième signal reçu 50 avec la première sinusoïde interne 42. Un deuxième filtre passe bas 52 de la première unité RF filtre le résultat de la multiplication afin de déterminer la phase Φ_A correspondant à la différence de phase entre la première sinusoïde interne 42 et le deuxième signal reçu 50.
- [0089] Le déphasage pour le canal de fréquence considéré correspond à une somme 53 des phases Φ_A et Φ_B ainsi déterminées. Un processeur peut par exemple additionner les phases Φ_A et Φ_B enregistrées préalablement sur une mémoire. Par exemple, le processeur et la mémoire peuvent être intégrés au véhicule. Les unités RF peuvent par exemple transmettre les phases au processeur et à la mémoire après les avoir déterminées.
- [0090] Ainsi, le procédé permet de déterminer un déphasage pour un canal de fréquence. Le procédé détermine ensuite de même le déphasage pour les autres canaux de fréquence. Le fait d'obtenir des déphasages sur plusieurs fréquences permet de s'affranchir du modulo de la longueur d'onde. Par ailleurs, la distance mesurée correspond à la distance de l'aller-retour entre les deux unités RF.
- [0091] Pour les deux unités RF, le mélangeur de l'unité RF donnée multiplie le signal reçu, émis par l'autre unité RF, par la sinusoïde interne générée par la PLL de l'unité RF donnée. C'est cette même sinusoïde interne qui est transmise à l'autre unité RF. La

multiplication dans le mélangeur de la sinusoïde interne avec le signal reçu donne, lorsque la fréquence de la sinusoïde interne et la fréquence du signal reçu sont identiques, une somme d'un terme continu et d'un terme en cosinus à deux fois la fréquence. Après le passage dans le filtre passe bas, seulement le terme continu reste.

[0092] Dans le cas des formules de la figure 5, chacune des phases Φ_A et Φ_B comprend un terme qui dépend de la distance et un autre terme qui dépend de la soustraction des deux phases initiales φ_A et φ_B . La somme des phases Φ_A et Φ_B permet d'annuler le terme dépendant de la soustraction des deux phases initiales φ_A et φ_B . Il reste ainsi après l'addition des phases Φ_A et Φ_B uniquement le terme dépendant de la distance.

[0093] Dans les formules indiquées sur la figure 5, les phases Φ_A et Φ_B sont indépendantes du temps. En effet, les fréquences des sinusoïdes internes des deux unités sont supposées identiques dans ces formules. Ainsi, les phases Φ_A et Φ_B sont constantes. Lorsqu'il existe une différence de fréquence Δf entre le premier signal et le deuxième signal, les phases Φ_A et Φ_B dépendent du temps. Cette différence de fréquence intervient dans les formules de la première phase Φ_A et de la deuxième phase Φ_B . Les formules suivantes indiquent la conséquence de la différence de fréquence Δf sur la première phase Φ_A et la deuxième phase Φ_B déterminées :

$$\Phi_A = \left[2\pi \cdot f \cdot \left(t - \frac{d}{c} \right) + \varphi_B \right] - \left[2\pi \cdot (f + \Delta f) \cdot t + \varphi_A \right] + 2k\pi$$

$$\Phi_B = \left[2\pi \cdot (f + \Delta f) \cdot \left(t - \frac{d}{c} \right) + \varphi_A \right] - \left[2\pi \cdot f \cdot t + \varphi_B \right] + 2k\pi$$

[0094] Dans l'expression de Φ_A , le premier terme entre crochet correspond au signal reçu par la première unité RF et le deuxième terme entre crochet correspond au signal généré par la première unité RF. Dans l'expression de Φ_B , le premier terme entre crochet correspond au signal reçu par la deuxième unité RF et le deuxième terme entre crochet correspond au signal généré par la deuxième unité RF. Soit :

$$\Phi_A = -2\pi \cdot \Delta f \cdot t - \frac{2\pi \cdot f \cdot d}{c} + \varphi_B - \varphi_A + 2k\pi$$

$$\Phi_B = 2\pi \cdot \Delta f \cdot t - \frac{2\pi \cdot f \cdot d}{c} - \frac{2\pi \cdot \Delta f \cdot d}{c} + \varphi_A - \varphi_B + 2k\pi$$

[0095] La première unité RF détermine ainsi une première réponse à partir de l'évolution d'un premier signal de réponse de phase Φ_A au cours du temps. Réciproquement, la deuxième unité RF détermine ainsi une deuxième réponse à partir de l'évolution d'un deuxième signal de réponse de phase Φ_B au cours du temps. Le procédé détermine une première représentation graphique de la première réponse et une deuxième représentation graphique de la deuxième réponse.

[0096] Le déphasage Φ_i correspond à une somme de la première phase Φ_A et de la deuxième phase Φ_B . Le procédé peut par exemple déterminer le déphasage à partir de la formule suivante : $\Phi_i = \Phi_A + \Phi_B$

[0097] A partir des formules précédentes, on peut voir que le procédé détermine le

déphasage à partir de la formule suivante :

$$\Phi_i = 2\pi \cdot \Delta f_i \cdot (t_1 - t_2) - \frac{4\pi \cdot f_i \cdot d}{c} - \frac{2\pi \cdot \Delta f_i \cdot d}{c} + 4k\pi$$

- [0098] Le procédé permet d'obtenir un déphasage Φ_i pour chaque canal de fréquence i . Le procédé suppose constante la différence de fréquence Δf_i pour chaque canal de fréquence i de l'ensemble des canaux de fréquence. Dans cette expression, la fréquence $f_i + \Delta f_i$ correspond à la fréquence du premier signal émis par la première unité RF et la deuxième unité RF émet un deuxième signal avec une fréquence f_i . t_1 est le temps d'acquisition de la première unité RF. t_2 est le temps d'acquisition de la deuxième unité RF.
- [0099] L'expression du déphasage peut ainsi comprendre quatre termes. Le procédé permet d'obtenir le deuxième terme à partir des déphasages déterminés et donc la distance. En effet, le deuxième terme contient la valeur de la distance d . Le procédé peut annuler les troisième et quatrième termes à partir d'un déphasage déterminé sur un autre canal de fréquence afin de déterminer la distance d . Le procédé peut par exemple soustraire le déphasage avec un autre déphasage déterminé sur un autre canal de fréquence pour annuler les troisième et quatrième termes.
- [0100] La première phase peut représenter une différence entre le deuxième signal et le premier signal dans la première réponse corrigée à un premier instant. La deuxième phase peut représenter une différence entre le premier signal et le deuxième signal dans la deuxième réponse corrigée à un deuxième instant. L'écart constant entre le premier instant et le deuxième instant peut être constant pour tous les canaux.
- [0101] Le procédé peut annuler le premier terme avec l'écart constant entre le premier temps d'acquisition t_1 et le deuxième temps d'acquisition t_2 . Avec un écart constant, le procédé peut en effet ainsi par exemple annuler le premier terme en soustrayant le déphasage avec un autre déphasage déterminé sur un autre canal de fréquence. Le procédé peut déterminer le déphasage pour chaque canal de fréquence de manière précise également dans le cas où il y a une différence de fréquence entre les deux sinusoïdes internes. En effet, la différence de fréquence entre les deux sinusoïdes internes induit une dépendance des phases Φ_A et Φ_B au temps. Le procédé peut fixer l'écart entre les temps d'acquisition de la première phase Φ_A et de la deuxième phase Φ_B . Ainsi, les déphasages déterminés sur chaque canal de fréquence sont comparables entre eux. Le procédé comprenant ensuite une détermination de la distance à partir des déphasages déterminés, ceci permet au procédé d'améliorer la précision de la distance. Le temps entre deux acquisitions peut être sur une base de temps de 1 μ s. Avec une différence de fréquence entre les deux sinusoïdes internes de 10 kHz, 1 μ s peut donner une erreur maximale de 3,6°. Comme la mesure peut être répétée jusqu'à 80 fois, le terme moyen est très faible (0,045° de variation). Pour une mesure d'un temps de

parcours, 1 μ s correspond à une distance de 150 m (300 m divisé par deux pour l'aller-retour). La mesure d'un temps de parcours peut présenter une base de temps de 125 ns (8 MHz). Cela donne une précision de 18,75 m (ou une incertitude absolue de l'ordre de 10 m). Comme la base de temps de 1 μ s peut ne pas être bien synchronisée entre les deux unités (les deux bases de temps ont un décalage inférieur à 1 μ s), l'acquisition à 8 MHz peut varier. Cette variation permet la mesure d'un temps de parcours avec une incertitude absolue de l'ordre de 10 m. Cette variation permet également d'améliorer la précision de la mesure de phase.

[0102] Le procédé peut alternativement annuler le premier terme par toute autre méthode.

[0103] La figure 6 montre un exemple d'un protocole d'une communication bidirectionnelle du procédé. Le protocole 61 comprend une première partie préambule 62, une deuxième partie comprenant des données 63 et une troisième partie comprenant les différents signaux émis à différentes fréquences $f_0, f_1, f_2, \dots, f_n$. Chaque signal de l'ensemble de fréquence 66 comprend une émission 67 et réception 68. Un instant est marqué entre la fin de la deuxième partie et le début de la troisième partie par le déclenchement d'un minuteur 65 (ici le minuteur 65 est déclenché une seule fois initialement lors du protocole et pour tous les canaux, mais dans d'autres exemples il pourrait être redéclenché chaque fois pour chaque canal).

[0104] La figure 7 montre un exemple d'un protocole pour mettre en œuvre le procédé. Le protocole pour mettre en œuvre le procédé comprend un protocole principal 71 comprenant une première partie avec la communication bidirectionnelle entre les deux unités RF 72 et une deuxième partie déterminant la distance entre les deux unités radio fréquence 73. La première partie comprend la mise en œuvre d'un protocole secondaire 74 pour chaque canal de fréquence. Le protocole secondaire 74 est mis en œuvre par le véhicule 75 et l'identifiant 76. Le protocole secondaire 74 comprend une première partie 77 correspondant à un échange de données entre le véhicule 75 et l'identifiant 76. Le protocole secondaire 74 comprend également une deuxième partie 78 correspondant à un échange d'un premier signal entre le véhicule 75 et l'identifiant 76 et d'un deuxième signal entre l'identifiant 76 et le véhicule 75. Le protocole secondaire comprend également une troisième partie 79 correspondant à un échange de données entre l'identifiant 76 et le véhicule 75. La troisième partie 79 correspond en outre à un envoi de la valeur du déphasage déterminée pour le canal de fréquence.

[0105] L'application d'un gain prédéterminé et constant va maintenant être décrite.

[0106] La première unité radio fréquence peut comprendre un premier récepteur associé à un premier amplificateur. La deuxième unité radio fréquence peut comprendre un deuxième récepteur associé à un deuxième amplificateur. Pour chaque canal de fréquence, le premier récepteur peut recevoir le deuxième signal et le deuxième récepteur peut recevoir le premier signal. Le premier amplificateur peut amplifier le

deuxième signal avec un premier gain respectif. Le deuxième amplificateur peut amplifier le premier signal avec un deuxième gain respectif. Le premier gain peut avoir une première valeur respective prédéterminée et constante pour les un ou plusieurs canaux de fréquence. Le deuxième gain peut avoir une deuxième valeur respective prédéterminée et constante pour les un ou plusieurs canaux de fréquence.

- [0107] L'application d'une valeur prédéterminée pour les un ou plusieurs canaux de fréquence permet d'améliorer l'efficacité du procédé. En effet, l'application d'une valeur prédéterminée permet de réduire le temps de réception du signal par rapport à une réception pour laquelle la valeur de gain serait une valeur calibrée. Ainsi, l'application d'une valeur prédéterminée permet d'améliorer la rapidité de la détermination de la distance, et donc l'efficacité du procédé.
- [0108] Les unités RF sont généralement configurée pour réaliser une calibration de la valeur de gain. La calibration est généralement réalisée avec un AGC (acronyme de l'anglais Automatic Gain Control). La calibration permet d'avoir un bon ratio signal sur bruit à la réception. La calibration de la valeur de gain prend un certain temps. La communication bidirectionnelle comprend l'émission de signaux sur chaque canal de fréquence. Ainsi, en réalisant une calibration sur chaque canal de fréquence, le temps de calibration serait multiplié par le nombre de canaux de fréquence puisque la calibration serait réalisée sur chacun des canaux. L'utilisation d'une valeur prédéterminée permet ainsi de réduire le temps de calibration du gain en supprimant la calibration sur les un ou plusieurs canaux pour lesquels la valeur prédéterminée est utilisée. En effet, l'application d'un gain prédéterminé permet de supprimer l'étape de calibration. Ainsi, cela permet de réduire le temps de la communication bidirectionnelle, et donc d'améliorer l'efficacité du procédé.
- [0109] Le gain appliqué peut être le gain calibré. Le gain appliqué peut alternativement être une valeur prédéterminée, par exemple une valeur enregistrée sur une mémoire. La valeur prédéterminée peut être une valeur enregistrée de gain obtenue lors d'une calibration de gain précédente. La valeur prédéterminée peut être une valeur déterminée à tous les instants antérieurs à l'application de la valeur prédéterminée.
- [0110] La communication bidirectionnelle comprend une émission successive de signaux. La proximité temporelle des émissions successives de la communication bidirectionnelle et/ou la proximité fréquentielle des canaux de fréquence permettent de garder une bonne fiabilité de la mesure de la distance entre le véhicule et l'identifiant. En effet, cela permet de réduire le risque que l'application d'une valeur prédéterminée correcte pour un canal de fréquence soit une valeur de gain incorrecte pour un autre canal de fréquence. Ainsi, la communication bidirectionnelle permet au procédé de garder une bonne fiabilité de mesure de la distance avec l'application d'une valeur de gain prédéterminée sur les un ou plusieurs canaux de fréquence.

- [0111] La valeur de gain prédéterminée peut dépendre de la distance entre le véhicule et l'identifiant. La valeur de gain peut être faible lorsque le véhicule et l'identifiant sont proches et la distance est petite. La valeur de gain peut être importante lorsque le véhicule et l'identifiant sont éloignés et la distance est grande.
- [0112] Le procédé peut comprendre en outre, pour au moins un canal de fréquence autre que les un ou plusieurs canaux de fréquence une détermination d'une première valeur respective du premier gain et une détermination d'une deuxième valeur respective du deuxième gain. Le procédé peut comprendre un enregistrement de la première valeur respective déterminée et de la deuxième valeur respective déterminée. Le procédé peut comprendre en outre, pour les un ou plusieurs canaux de fréquence, une application de la première valeur respective enregistrée pour le premier gain respectif et de la deuxième valeur respective enregistrée pour le deuxième gain respectif.
- [0113] L'application d'une valeur de gain enregistrée permet d'améliorer l'efficacité du procédé tout en garantissant une bonne fiabilité de la mesure de la distance. En effet, l'application d'une valeur de gain enregistrée permet d'éviter le temps de calibration du gain sur les un ou plusieurs canaux de fréquence puisqu'une valeur prédéterminée est utilisée. En outre, l'application d'une valeur de gain enregistrée déterminée sur un autre canal de fréquence que les un ou plusieurs canaux de fréquence permet de réduire le risque que celle-ci soit incorrecte. En effet, la valeur de gain prédéterminée est une valeur de gain déterminée sur un autre canal de fréquence, et est correcte. Ainsi, ceci permet d'améliorer la vitesse du procédé en gardant une bonne fiabilité.
- [0114] La valeur enregistrée du premier gain et la valeur enregistrée du deuxième gain peuvent être des valeurs déterminées sur un premier canal de fréquence, par exemple des valeurs de gain déterminées par calibration. Les un ou plusieurs canaux de fréquence pour lesquels sont appliqués les première et deuxième valeurs prédéterminées enregistrées peuvent par exemple être ceux ultérieurs au premier canal de fréquence, comme par exemple l'ensemble des canaux de fréquence ultérieurs au premier.
- [0115] Les un ou plusieurs canaux de fréquence peuvent comprendre une pluralité de canaux de fréquence. Le procédé peut comprendre une détermination, pour chaque canal de fréquence de la pluralité, d'une première amplitude respective et d'une deuxième amplitude respective. La première amplitude respective peut correspondre au premier signal reçu par la deuxième unité radio fréquence. La deuxième amplitude respective peut correspondre au deuxième signal reçu par la première unité radio fréquence. La distance entre le véhicule et l'identifiant peut être déterminée en outre à partir des amplitudes.
- [0116] La détermination de la distance en outre à partir des amplitudes permet d'améliorer la précision de la distance déterminée. En effet, l'application d'un gain constant permet

d'améliorer la comparabilité des amplitudes des signaux reçus et donc d'améliorer la précision de la mesure lorsque celle-ci est déterminée à partir des amplitudes. Ainsi, l'application d'un gain constant permet d'améliorer la précision de la distance déterminée.

- [0117] L'émission du premier signal et l'émission du deuxième signal sont configurées avec une puissance d'émission. Pour que les amplitudes des signaux reçus soient bien comparables, la puissance d'émission peut être la même pour l'ensemble des canaux de fréquence. Par exemple, la puissance d'émission peut être inférieure à 10 dBm. Par exemple, la puissance d'émission peut être inférieure à 8 dBm et/ou supérieure à 4 dBm.
- [0118] La valeur de gain prédéterminée peut être une valeur de gain maximale. La valeur de gain prédéterminée peut être réduite lorsque la valeur de gain prédéterminée sur un canal de fréquence antérieur a entraîné une saturation d'un signal reçu. Le procédé peut comprendre une calibration de la valeur de gain prédéterminée sur un premier canal de fréquence employé lors de la communication bidirectionnelle.
- [0119] Le procédé peut déterminer la distance à partir des déphasages. Le procédé peut alternativement déterminer la distance en utilisant une méthode à haute-résolution à partir d'une matrice d'autocorrélation déterminée à partir des déphasages et de l'amplitude des signaux reçus. Par exemple, Le procédé peut déterminer la distance à partir d'une méthode de type MUSIC (acronyme de l'anglais Multiple Signal Classification) ou de type ESPRIT (acronyme de l'anglais Estimation of Signal Parameters via Rotational Invariance Techniques) comme décrit dans le document FR 3 060 766 A1. Le procédé peut alternativement déterminer la distance à partir de n'importe quel algorithme équivalent.
- [0120] L'application d'un gain constant permet d'améliorer la précision de la distance déterminée. En effet, l'application d'un gain constant permet d'améliorer la comparabilité de l'amplitude des signaux reçus. Pour chaque signal reçu, l'amplitude du signal dépend en effet du gain appliqué. L'amélioration de la comparabilité de l'amplitude des signaux reçus permet d'être plus représentatif de la réalité, ce qui améliore la précision de la détermination de la distance. Ainsi, l'application d'un gain constant permet d'améliorer la précision de la distance déterminée.
- [0121] La figure 8 montre un exemple d'architecture d'une partie d'une unité RF comprenant un mélangeur. La partie de l'unité radio fréquence 91 comprend le mélangeur 92. Le mélangeur 92 multiplie deux signaux en quadrature d'une sinusoïde interne 97 avec un signal reçu 96. Le signal reçu 96 provient d'un signal émis par une autre unité RF 84 reçu par un récepteur 93 et amplifié par un amplificateur 95. L'amplificateur amplifie le signal 94 en appliquant un gain pour obtenir en sortie le signal reçu 96. La réception du signal émis 84 peut comprendre la calibration d'un gain

permettant d'obtenir une bonne amplitude du signal reçu 96. Le mélangeur 92 permet ainsi d'obtenir en sortie les composantes I et Q d'un signal 98 de fréquence correspondant à la différence de fréquence entre le signal 94 reçu par le récepteur 83 et les signaux en quadrature de la sinusoïde interne 97. Le signal 98 en sortie du mixer peut être mesuré par un ADC (acronyme de l'anglais Analog to Digital Converter), par exemple ayant une résolution de douze bits (un bit de signe et onze bits de données). Cela donne donc une plage d'excursion de plus ou moins 2048.

[0122] L'amplitude du signal reçu 96 peut être mesurée et enregistrée. Une valeur de gain trop élevée peut entraîner une saturation du signal reçu 96. Dans ce cas, la valeur de l'amplitude du signal reçu 96 n'est pas utilisable. Lorsqu'une saturation se produit sur un canal de fréquence et que la mesure de la distance est déterminée à partir des amplitudes, l'amplitude mesurée sur ce canal de fréquence peut être supprimée des amplitudes utilisées dans la détermination de la distance en post-traitement. Ainsi, la détermination de la distance en outre à partir des amplitudes est correcte malgré la saturation. Le procédé peut alternativement utiliser toute autre méthode dans le cas où une saturation se produit.

[0123] La figure 9 montre un exemple de recombinaison. La communication bidirectionnelle comprend l'échange de signaux entre les deux unités RF sur au moins deux canaux de fréquence. Un signal émis par une unité RF peut parcourir différents chemins pour atteindre une autre unité RF. Ainsi, un signal émis à une fréquence f_1 peut être reçu sous la forme d'un signal ayant parcouru un premier chemin $A_1(f_1)$ représenté par un vecteur 100 avec une phase $\phi_1(f_1)$ et d'un signal ayant parcouru un deuxième chemin $A_2(f_1)$ représenté par un vecteur 101 différent du premier avec une phase $\phi_2(f_1)$. Le signal reçu correspondant à ce signal émis à une fréquence f_1 est donc un premier signal reçu $A_m(f_1)$ représenté par un vecteur 102 avec une phase $\phi_m(f_1)$ qui est une recombinaison des deux signaux représentés par les vecteurs 100 et 101. Le vecteur 102 représentant le premier signal reçu correspond alors à une somme vectorielle des vecteurs 100 et 101. De même, un signal émis à une fréquence f_2 peut être reçu sous la forme d'un deuxième signal reçu $A_m(f_2)$ représenté par un vecteur 105 avec une phase $\phi_m(f_2)$ qui est une recombinaison d'un signal ayant parcouru le premier chemin $A_1(f_2)$ représenté par un vecteur 103 de fréquence f_2 avec une phase $\phi_1(f_2)$ et d'un signal ayant parcouru le deuxième chemin $A_2(f_2)$ représenté par un vecteur 104 de fréquence f_2 avec une phase $\phi_2(f_2)$. Le vecteur 105 représentant le deuxième signal reçu correspond alors à une somme vectorielle des vecteurs 103 et 104. Un amplificateur peut appliquer au deuxième signal reçu représenté par le vecteur 105 un premier gain égal à 2 et obtenir un troisième signal reçu représenté par un vecteur 106, ou bien un deuxième gain égal à 4 et obtenir un quatrième signal reçu représenté par un vecteur 107. Cependant, l'information de recombinaison positive ou

négative disparaît lorsqu'un gain différent est appliqué sur les différents canaux de fréquence, comme expliqué dans les paragraphes suivants. Ainsi, l'application d'un gain constant permet de conserver l'information de recombinaison.

- [0124] Une recombinaison est négative lorsque l'amplitude de la somme vectorielle (i.e. l'amplitude du vecteur représentant la recombinaison) est inférieure à l'amplitude du signal le plus fort (ou du signal utile). Réciproquement, une recombinaison est positive lorsque l'amplitude de la somme vectorielle est supérieure à l'amplitude du signal le plus fort. Sur l'exemple de la figure 9, la recombinaison donnant le signal représenté par le vecteur 107 est positive et la recombinaison donnant le signal représenté par le vecteur 105 est négative. Dans des exemples, le signal le plus fort peut être le signal en ligne direct (ou LOS : acronyme de l'anglais Line Of Sight).
- [0125] L'information de recombinaison permet de différencier plusieurs chemins. En séparant les différents chemins, elle permet de déterminer la distance du signal directe (LOS) (i.e. la plus courte). Par exemple, la distance du signal directe peut correspondre à la distance euclidienne entre les deux unités RF.
- [0126] La disparition de l'information de recombinaison positive ou négative lorsqu'un gain différent est appliqué va maintenant être expliquée. Le vecteur 108 est le vecteur représentant le signal reçu de fréquence f_2 ayant parcouru le deuxième chemin lorsqu'il est déterminé avec la mesure à un gain de 4 (i.e. donnant la recombinaison du quatrième signal reçu 107). Afin de déterminer le déphasage de ce chemin entre la fréquence f_1 et la fréquence f_2 , le vecteur 101 est translaté au bout du vecteur 103 (le vecteur 101' « translaté » sur la figure). Le "véritable" déphasage est l'angle θ_{vrai} . Il est largement plus grand que le déphasage du premier chemin entre les fréquences f_1 et f_2 (θ_{1-2} sur le schéma). Cela signifie que le deuxième chemin est bien plus grand que le premier chemin.
- [0127] Par contre si on utilise le vecteur résultant 107 pour la mesure à la fréquence f_2 , il est possible de reconstruire le vecteur 108 correspondant au deuxième chemin à la fréquence f_2 . En utilisant le vecteur « translaté » 101', il est possible de déduire un déphasage entre 101 et 108 (θ_2 calculé). L'angle est un petit peu plus grand que celui du déphasage du premier chemin (θ_{1-2}). Nous pourrions en déduire que la longueur du deuxième chemin est très proche de la longueur du premier chemin pour cet exemple. Ceci est faux car la longueur réelle du deuxième chemin dans cette exemple est bien plus grande (voir l'explication avec le vecteur 105 du paragraphe précédent). Ainsi, l'information de recombinaison peut être perdue lorsqu'un gain différent est appliqué sur les différents canaux de fréquence. L'application d'un gain constant améliore donc la mesure de la distance.
- [0128] Dans d'autres exemples, le deuxième chemin peut apparaître plus petit que le premier alors qu'il est en réalité plus grand.

- [0129] Le procédé peut comprendre deux mesures à deux fréquences distinctes. Le procédé peut comprendre une résolution d'un système de deux équations à deux inconnues (l'une représentant la distance et l'autre le modulo de la longueur d'onde). Le procédé peut comprendre une détermination de la distance pour un chemin à partir de la résolution du système. En effet, l'utilisation de deux mesures à deux fréquences distinctes permet la détermination de la distance lorsqu'il n'y a qu'un seul chemin.
- [0130] Dans le cas où il y a deux chemins, le procédé peut comprendre des mesures à trois fréquences distinctes. Dans ce cas, le procédé peut comprendre une résolution d'un système de trois équations à trois inconnues (deux d'entre elles représentant les deux distances et la dernière représentant le modulo de la longueur d'onde). L'application d'un gain constant permet d'avoir un système d'équation homogène. Ainsi, l'application d'un gain constant améliore le calcul des distances sur les différents chemins.

Revendications

[Revendication 1] Procédé pour mesurer une distance (d_m) entre un véhicule (75) et un identifiant (76), le véhicule (75) comprenant une première unité radio fréquence (21) et l'identifiant (76) comprenant une deuxième unité radio fréquence (22), le procédé comprenant :

- une communication bidirectionnelle (72) entre la première unité radio fréquence (21) et la deuxième unité radio fréquence (22), la communication bidirectionnelle (72) comprenant, pour chaque canal de fréquence d'au moins deux canaux de fréquence, une émission d'un premier signal (43) par la première unité radio fréquence (21) et une émission d'un deuxième signal (49) par la deuxième unité radio fréquence (22), la communication bidirectionnelle (72) comprenant, pour un ou plusieurs canaux de fréquence et par au moins l'un parmi la première unité radio fréquence (21) et la deuxième unité radio fréquence (22), une application d'un gain prédéterminé et constant ; et
- une détermination, pour chaque canal de fréquence (i), d'un déphasage respectif (Φ_i), le déphasage respectif (Φ_i) correspondant à la somme d'une première phase (Φ_A) et d'une deuxième phase (Φ_B), la première phase (Φ_A) représentant une différence entre le deuxième signal et le premier signal par la première unité radio fréquence (21), la deuxième phase représentant une différence entre le premier signal et le deuxième signal par la deuxième unité radio fréquence (22) ; et
- une détermination de la distance (d_m) entre le véhicule (75) et l'identifiant (76) à partir des déphasages (Φ_i).

[Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, dans lequel la première unité radio fréquence comprend un premier récepteur associé à un premier amplificateur et la deuxième unité radio fréquence comprend un deuxième récepteur associé à un deuxième amplificateur, et, pour chaque canal de fréquence, le premier récepteur reçoit le deuxième signal et le deuxième récepteur reçoit le premier signal, le premier amplificateur amplifiant le deuxième signal avec un premier gain respectif, le deuxième ampli-

ificateur amplifiant le premier signal avec un deuxième gain respectif, le premier gain ayant une première valeur respective prédéterminée et constante pour les un ou plusieurs canaux de fréquence et/ou le deuxième gain ayant une deuxième valeur respective prédéterminée et constante pour les un ou plusieurs canaux de fréquence.

[Revendication 3]

Procédé selon la revendication 2, dans lequel le procédé comprend en outre :

- pour au moins un canal de fréquence autre que les un ou plusieurs canaux de fréquence :
 - une détermination d'une première valeur respective du premier gain et une détermination d'une deuxième valeur respective du deuxième gain ; et
 - un enregistrement de la première valeur respective déterminée et de la deuxième valeur respective déterminée ; et
- pour les un ou plusieurs canaux de fréquence :
 - une application de la première valeur respective enregistrée pour le premier gain respectif et de la deuxième valeur respective enregistrée pour le deuxième gain respectif.

[Revendication 4]

Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel les un ou plusieurs canaux de fréquence comprennent une pluralité de canaux de fréquence, le procédé comprenant une détermination, pour chaque canal de fréquence de la pluralité, d'une première amplitude respective et d'une deuxième amplitude respective, la première amplitude respective correspondant au premier signal reçu par la deuxième unité radio fréquence et la deuxième amplitude respective correspondant au deuxième signal reçu par la première unité radio fréquence, la distance (d_m) entre le véhicule (75) et l'identifiant (76) étant déterminée en outre à partir des amplitudes.

[Revendication 5]

Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel l'émission du premier signal (43) et l'émission du deuxième signal (49) présentent chacune une durée respective supérieure à 5 μ s.

[Revendication 6]

Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel les canaux de fréquence sont décalés, le décalage entre au moins deux canaux de fréquence successifs étant inférieur à 7500 kHz.

- [Revendication 7] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel le nombre de canaux de fréquence est supérieur à 8 et/ou inférieur à 500.
- [Revendication 8] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel :
- chaque canal de fréquence est supérieur à 1 GHz et/ou inférieur à 10 GHz,
 - les canaux de fréquence sont répartis dans une bande de fréquence inférieure à 10 MHz et/ou supérieure à 150 MHz,
 - les canaux de fréquence sont répartis dans une bande de fréquence démarrant à 2.4 GHz,
 - la première unité radio fréquence (21) et la deuxième unité radio fréquence (22) étant chacune configurées pour émettre et recevoir des signaux sur un ensemble de 80 canaux de fréquence, les canaux de fréquence de la communication bidirectionnelle appartenant audit ensemble, et/ou
 - les canaux de fréquence occupent chacun 1 MHz d'une bande de fréquence.
- [Revendication 9] Procédé pour autoriser une fonctionnalité d'un véhicule (75), le procédé comprenant :
- une mesure d'une distance (d_m) entre le véhicule (75) et un identifiant (76) selon le procédé de l'une quelconque des revendications 1 à 8 ; et
 - une autorisation de la fonctionnalité en fonction de la distance mesurée (d_m).
- [Revendication 10] Programme informatique comprenant des instructions de code de programme pour l'exécution du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 et/ou selon la revendication 9, lorsque ledit programme est exécuté par un processeur du véhicule (75).
- [Revendication 11] Programme informatique comprenant des instructions de code de programme pour l'exécution du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, lorsque ledit programme est exécuté par un processeur de l'identifiant (76).
- [Revendication 12] Système intégrable à un véhicule (75) et configuré pour mesurer une distance (d_m) entre le véhicule (75) et un identifiant (76), le véhicule (75) comprenant une première unité radio fréquence (21) et

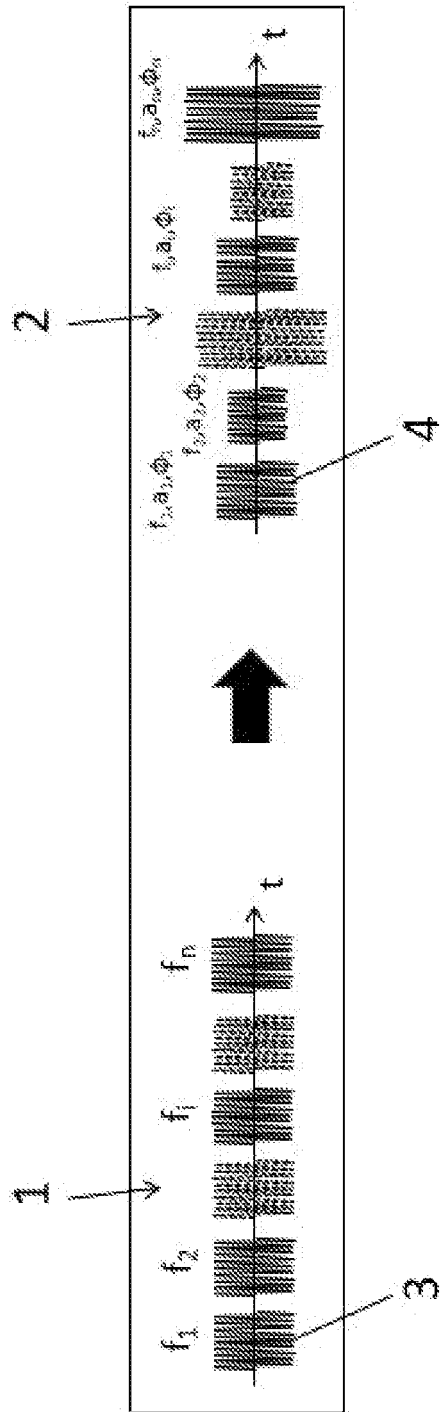
l'identifiant (76) comprenant une deuxième unité radio fréquence (22), selon le procédé de l'une quelconque des revendications 1 à 8, et/ou pour autoriser une fonctionnalité selon le procédé de la revendication 9.

[Revendication 13] Identifiant (76) configuré pour mesurer une distance (d_m) entre un véhicule (75) et l'identifiant (76), le véhicule (75) comprenant une première unité radio fréquence (21) et l'identifiant (76) comprenant une deuxième unité radio fréquence (22), selon le procédé de l'une quelconque des revendications 1 à 8.

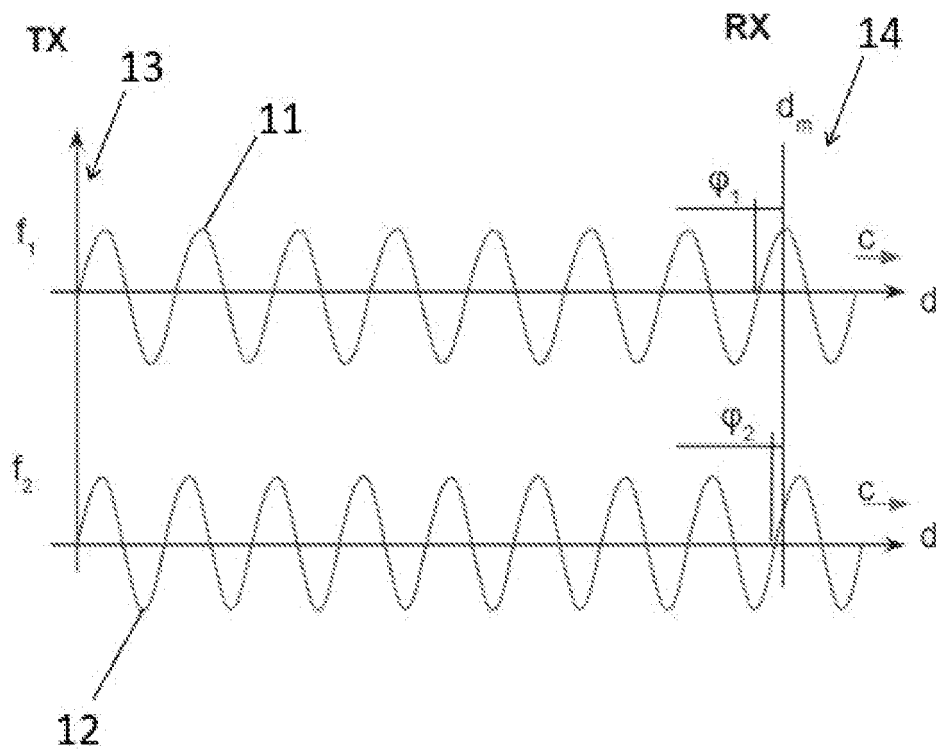
[Revendication 14] Identifiant (76) selon la revendication 13, dans lequel l'identifiant (76) comprend une clef physique ou un support de clef virtuelle, par exemple un téléphone mobile.

[Revendication 15] Kit comprenant le système de la revendication 12 et/ou l'identifiant (76) de la revendication 13 ou 14.

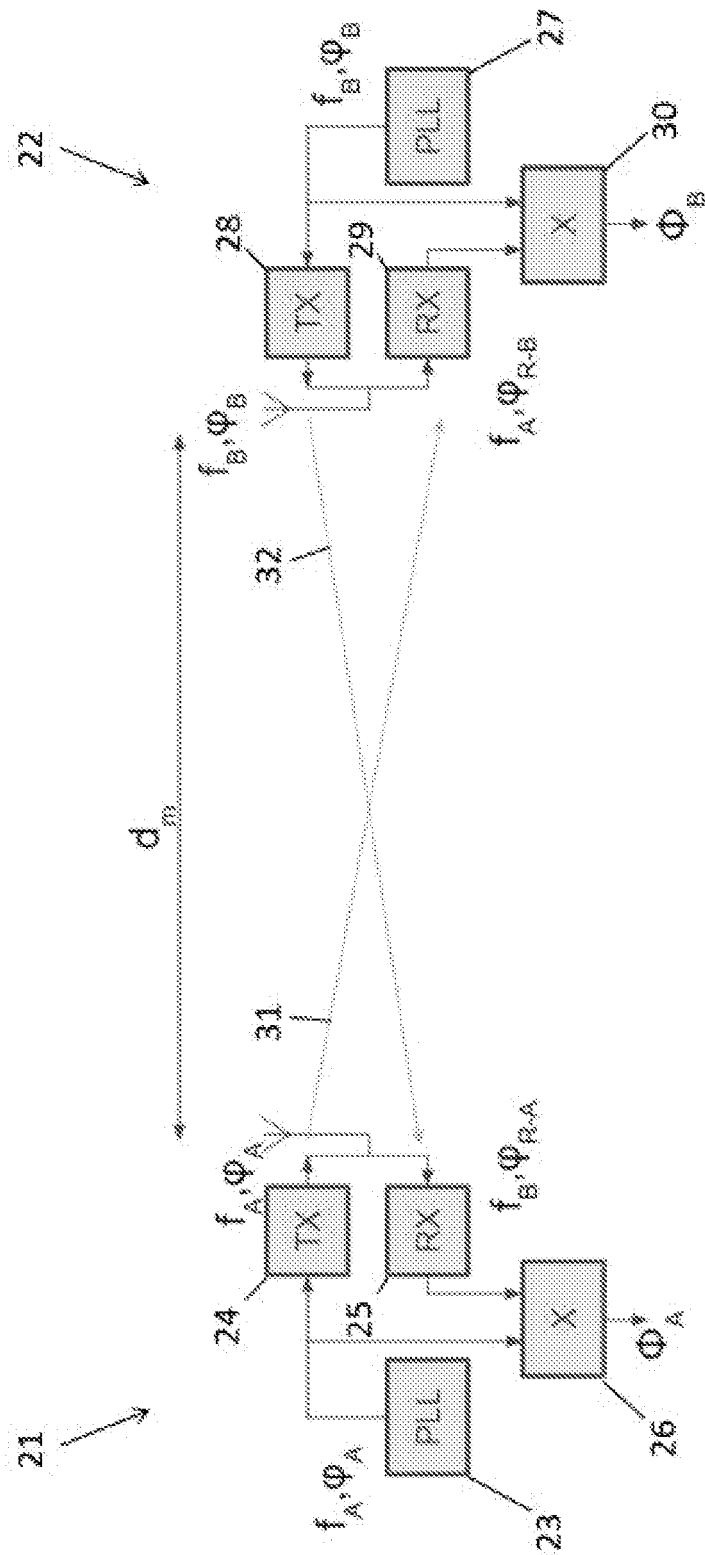
[Fig. 1]



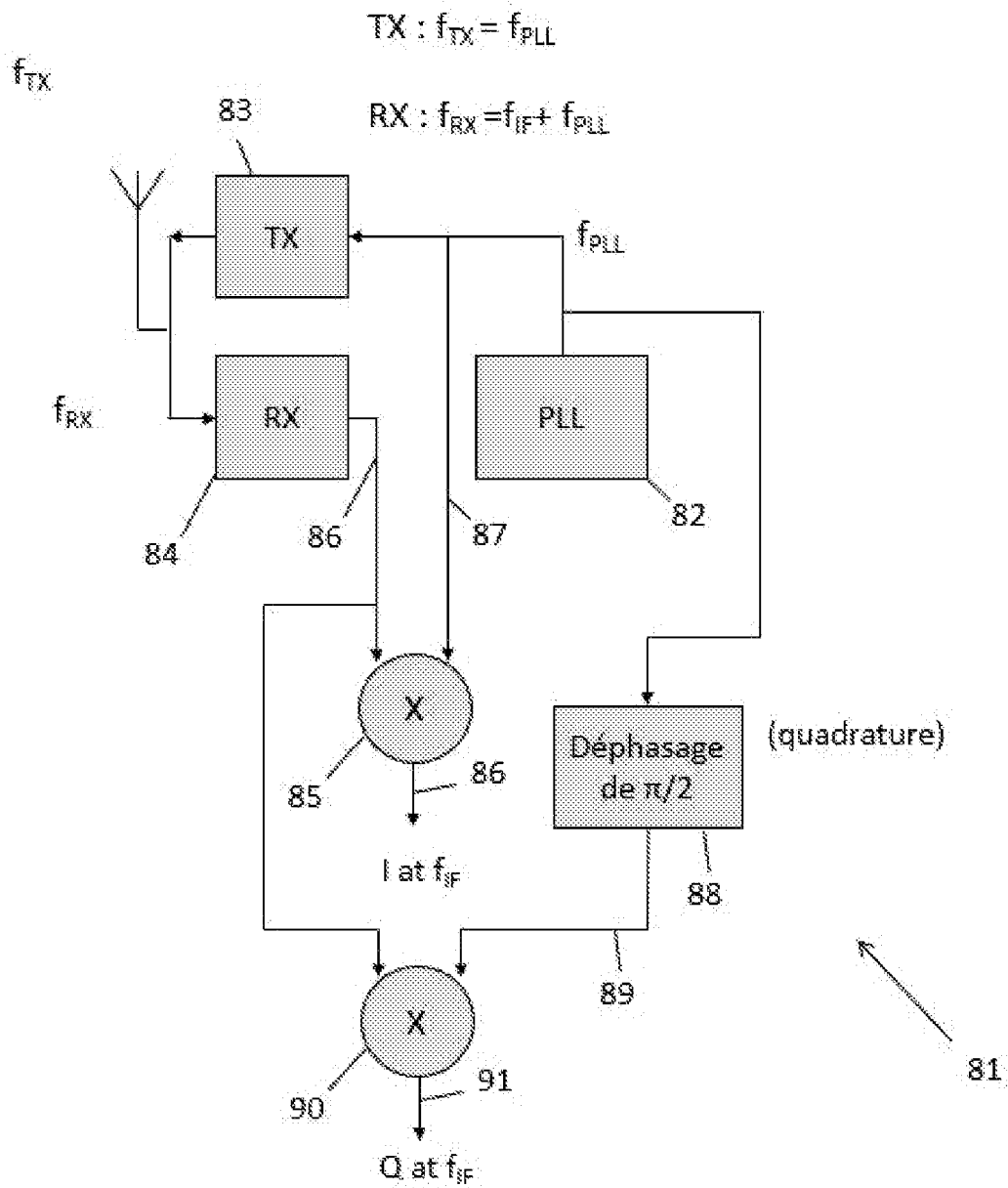
[Fig. 2]



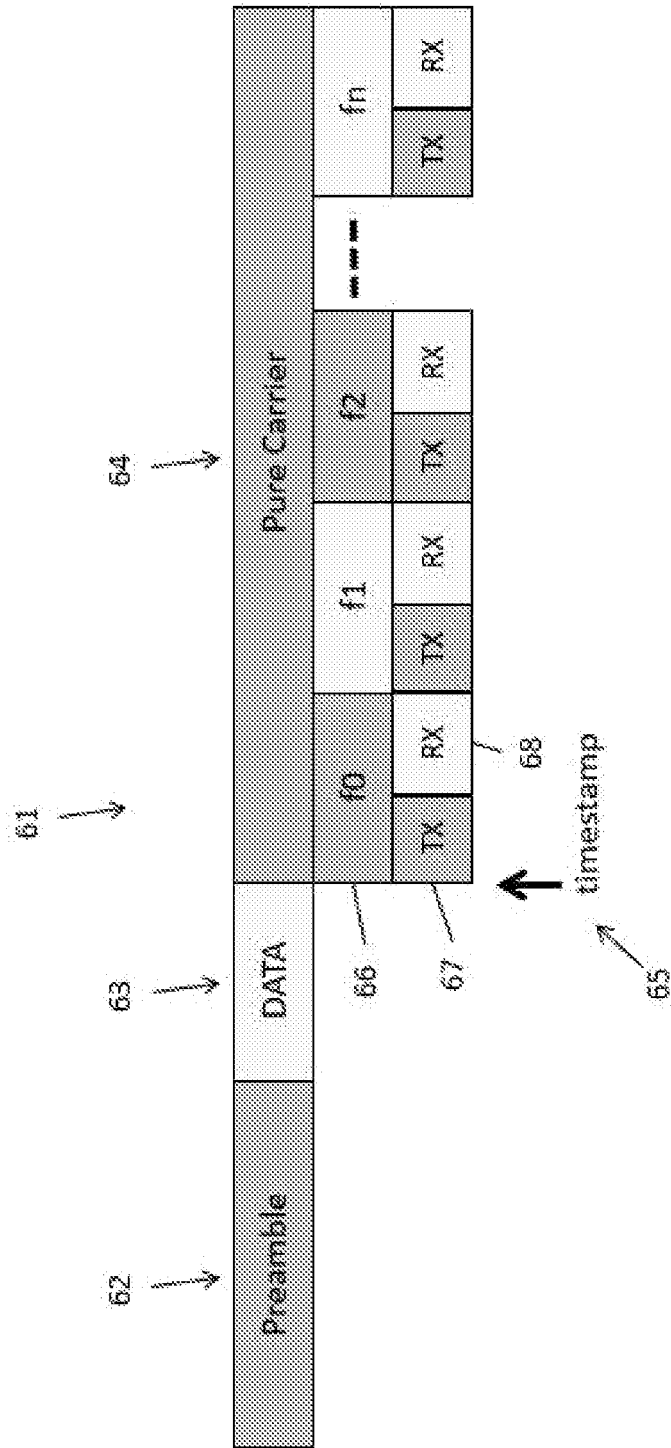
[Fig. 3]



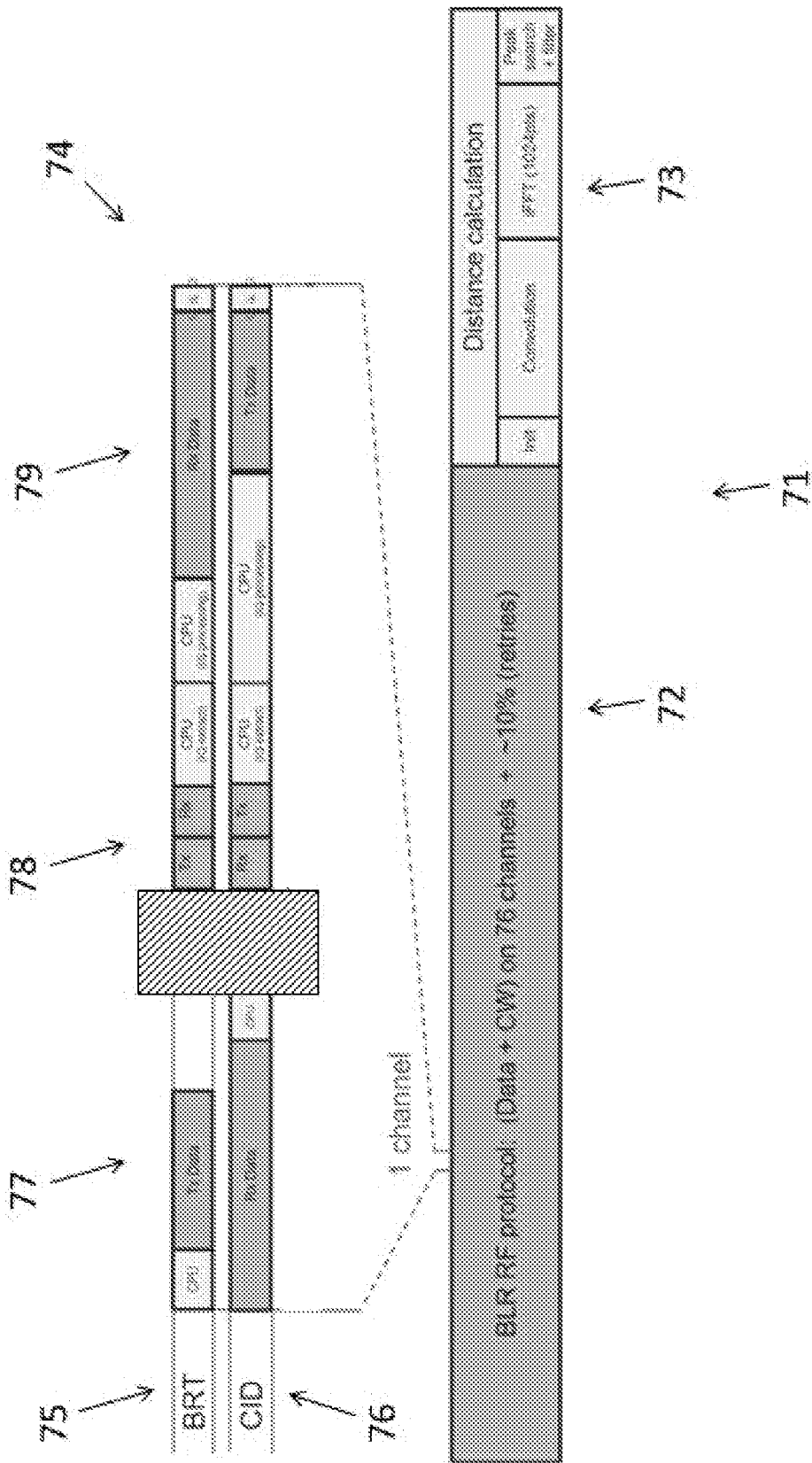
[Fig. 4]



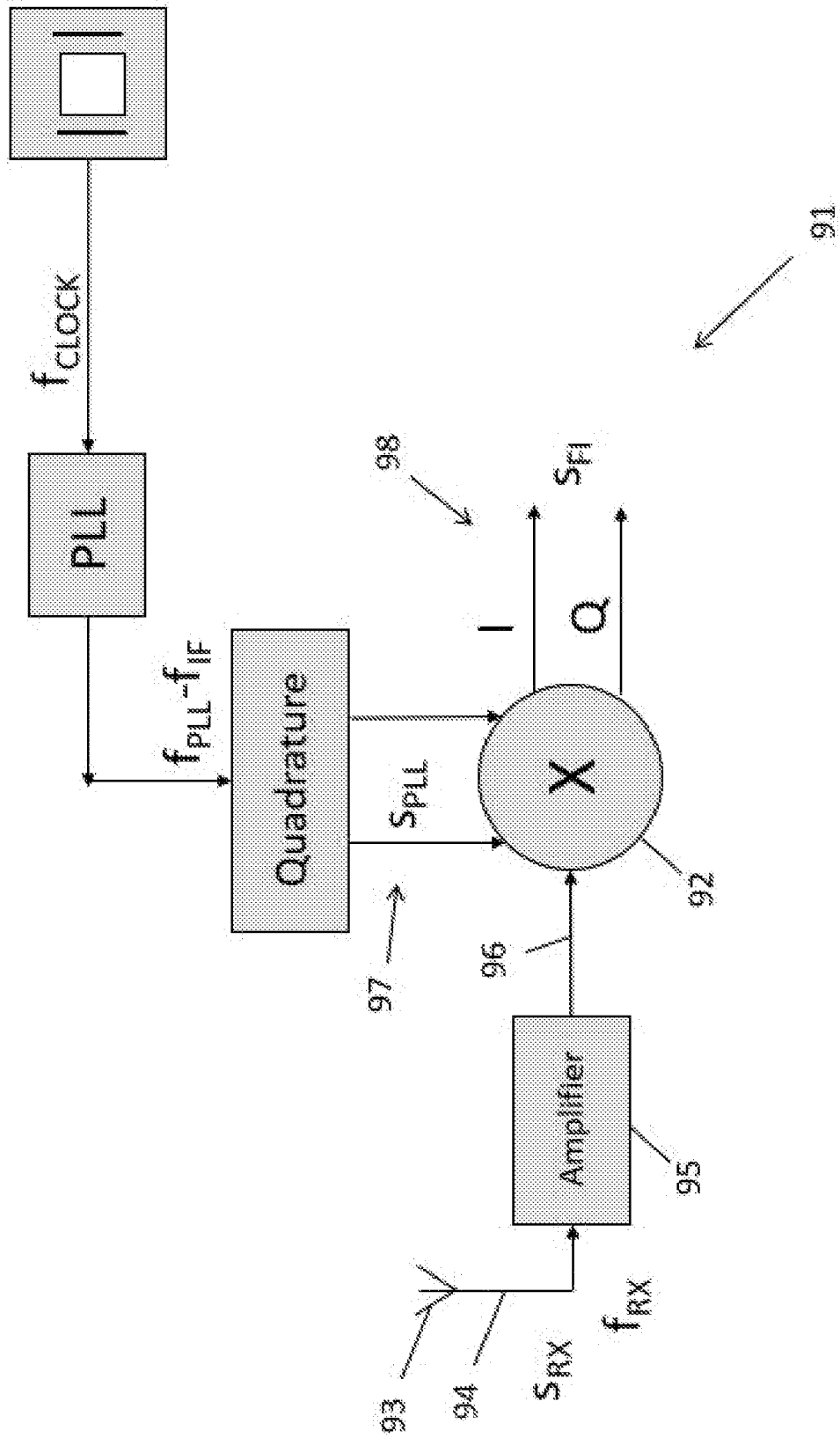
[Fig. 6]



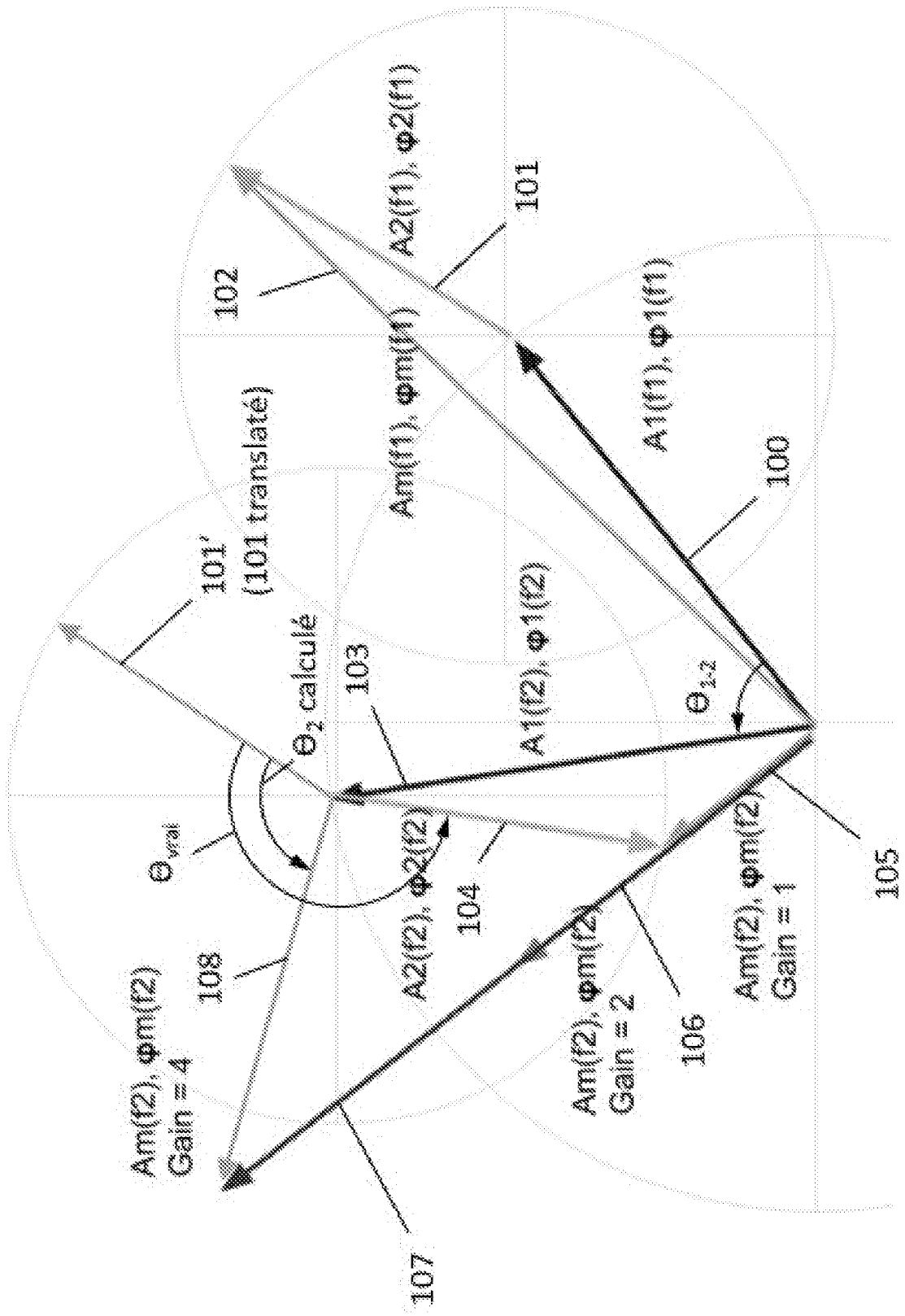
[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]



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**

US 2011/294449 A1 (BUDIANU PETRU CRISTIAN
[US] ET AL) 1 décembre 2011 (2011-12-01)

US 2005/038574 A1 (GILA JANOS [AT] ET AL)
17 février 2005 (2005-02-17)

DE 10 2004 038836 A1 (SIEMENS AG [DE])
23 février 2006 (2006-02-23)

FR 3 044 100 A1 (VALEO COMFORT & DRIVING
ASSISTANCE [FR]) 26 mai 2017 (2017-05-26)

**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