(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** **3 089 736**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **18 72716**

(51) Int Cl[8] : ***H 04 L 29/06*** *(2019.01)*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 11.12.18.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 12.06.20 Bulletin 20/24.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

( ) **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *Continental Automotive France Société par actions simplifiée à associé unique* — FR et *Continental Automotive GmbH GmbH* — DE.

(72) **Inventeur(s) :** OPITZ Martin et GODET Sylvain.

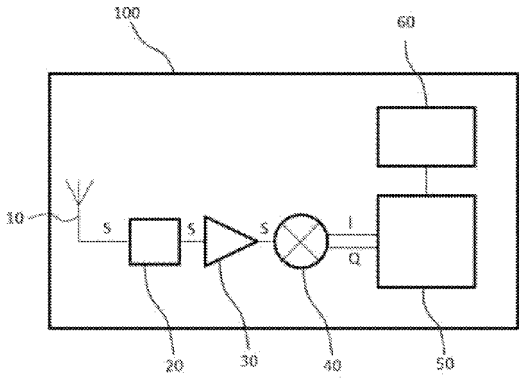
(73) **Titulaire(s) :** Continental Automotive GmbH GmbH, Continental Automotive France Société par actions simplifiée à associé unique.

(74) **Mandataire(s) :** ARGYMA.

(54) Procédé de détermination de la distance entre un dispositif d'authentification et un véhicule.

(57) Un procédé de détermination de la distance entre un dispositif d'authentification porté par un utilisateur, et un véhicule (100) automobile, comprenant chacun un module de communication (50) sans fil afin d'échanger une trame de données, ladite trame de données étant modulée par changement de phase d'un signal de référence (S). Le procédé comprend les étapes de réception par le véhicule d'un signal (S) de référence modulé, envoyé par le dispositif, de démodulation du signal (S) reçu afin d'en extraire une composante en phase (I) et une composante en quadrature (Q), de calcul de la valeur de la puissance du signal (S) à partir de la valeur d'amplitude maximale de la composante en phase (I) et de la valeur d'amplitude maximale de la composante en quadrature (Q), et de détermination de la distance entre le dispositif et le véhicule à partir de la valeur de puissance calculée.

Figure pour l'abrégé : f igure 2



FR 3 089 736 - A1

Description

Titre de l'invention : Procédé de détermination de la distance entre un dispositif d'authentification et un véhicule

Domaine technique

[0001] L'invention concerne la détection d'un dispositif d'authentification à proximité d'un véhicule et plus particulièrement un procédé et un calculateur permettant une détermination de la distance entre un dispositif d'authentification et un véhicule afin de déclencher des fonctions du véhicule.

Technique antérieure

[0002] De nos jours, certains véhicules automobiles sont équipés d'un système de détection permettant d'authentifier à distance un dispositif porté par l'utilisateur, par exemple un badge ou une clé de contact électronique, afin de mettre en œuvre certaines fonctions depuis l'extérieur du véhicule. Par exemple, un tel système de détection peut être utilisé afin de mettre en œuvre une fonction de déverrouillage des ouvrants du véhicule, par exemple les portières ou le coffre ou bien d'activation de fonctions d'accueil (lumières, réglages d'équipements intérieurs, etc.).

[0003] Pour des raisons de sécurité, il est connu de paramétrer le système pour activer ces fonctions seulement lorsque l'utilisateur se trouve à une distance inférieure à une distance prédéterminée dite « distance de détection » qui dépend de la fonction à activer. Par exemple, la fonction de déverrouillage des ouvrants peut être uniquement activée lorsque l'utilisateur se trouve à moins de deux mètres du véhicule. Par exemple encore, un éclairage d'accueil peut être activé lorsque l'utilisateur se trouve à moins de cinq mètres du véhicule ou une demande de manœuvre du véhicule (« remote parking ») peut être uniquement activée lorsque l'utilisateur se trouve à moins de six mètres du véhicule.

[0004] Dans une solution connue, le véhicule et le dispositif communiquent sur des liens de communication sans fil de type LF/RF (Low Frequency / RadioFrequency). Dans cette solution, le véhicule émet de manière périodique un signal de détection sur un lien de communication LF. Lorsque le dispositif reçoit ce signal de détection, il répond au véhicule sur un lien de communication RF afin de s'authentifier. L'avantage de ce type de technologie est que la propagation des signaux n'est pas impactée par des éléments mécaniques tels que la carrosserie du véhicule. Afin de déterminer la distance entre l'utilisateur et le véhicule, le véhicule mesure la puissance des signaux reçus du dispositif d'authentification lors de ces échanges et en déduit une distance.

[0005] Pour des raisons pratiques, il est aujourd'hui connu d'utiliser un smartphone, par exemple celui du conducteur, afin s'authentifier auprès du véhicule. Cependant, les

smartphones utilisés aujourd'hui ne présentent pas pour la plupart d'interface de communication LF/RF. Afin de remédier à cet inconvénient, il est connu d'utiliser une interface de communication Bluetooth®, notamment une interface de type BLE (Bluetooth® Low Energy), présente sur la plupart des smartphones actuels. Les échanges sont réalisés sur une telle interface à l'aide de trames codées dans un signal dit signal BLE.

[0006] Afin de déterminer la distance entre le dispositif et le véhicule, le véhicule doit détecter la réception d'un signal BLE et en déterminer la puissance, par exemple en mesurant le RSSI (Received Signal Strength Indication), pour en déduire la distance. Cependant, on constate que la mesure du RSSI n'est pas fiable dans la mesure où les signaux peuvant rebondir sur des objets environnants, ce qui entraîne une imprécision dans la détermination de la distance.

[0007] Dans une solution connue, il a été proposé de mesurer le RSSI pendant une durée plus longue, de l'ordre de 10 secondes, et de déterminer la médiane de ces mesures afin d'obtenir une valeur plus fiable du RSSI. Toutefois, l'utilisateur se déplaçant généralement de manière continue lorsqu'il s'approche du véhicule, la distance déterminée au terme d'une telle durée de mesure n'est pas celle à laquelle se trouve réellement l'utilisateur, ce qui présente un inconvénient important.

Exposé de l'invention

[0008] L'invention a donc pour but de remédier au moins en partie à ces inconvénients en proposant une solution simple, fiable et efficace pour déterminer la distance entre le dispositif et le véhicule.

[0009] A cette fin, l'invention a pour objet un procédé de détermination de la distance entre un dispositif d'authentification destiné à être porté par un utilisateur, et un véhicule automobile, chacun dudit dispositif et dudit véhicule comprenant un module de communication sans fil permettant d'échanger au moins une trame de données entre le module de communication du dispositif, désigné émetteur, et le module de communication du véhicule, désigné récepteur, ladite trame de données comprenant une série de bits de valeur 0 ou 1 modulée par l'émetteur par changement de phase d'un signal de référence comprenant une composante dite « en phase », caractérisée par une valeur d'amplitude maximale, et une deuxième composante dite « en quadrature », déphasée de 90° par rapport à la composante en phase et caractérisée par une valeur d'amplitude maximale, ledit procédé comprenant une étape de réception, par le récepteur, d'un signal de référence modulé, envoyé par l'émetteur et dont les changements de phase caractérisent les valeurs des bits d'une trame de données, et une étape de démodulation du signal de référence reçu afin d'en extraire la composante en phase et la composante en quadrature, le procédé étant remarquable en ce qu'il comprend en outre, suite à

l'étape de démodulation, une étape de calcul de la valeur de la puissance du signal de référence à partir de la valeur d'amplitude maximale de la composante en phase et de la valeur d'amplitude maximale de la composante en quadrature et une étape de détermination de la distance entre l'émetteur et le récepteur à partir de la valeur de puissance calculée.

[0010] L'utilisation de la composante en phase et de la composante en quadrature permet de calculer la puissance du signal reçu de manière précise, rapide et fiable en comparaison d'une mesure du RSSI dudit signal. De plus, le calcul de la puissance du signal et donc de la distance est avantageusement rendu précis et rapide par l'utilisation d'une série de 0 ou de 1 consécutifs dans la trame de données envoyée dans le signal dans la mesure où la réduction du nombre d'alternance des états des bits (de 0 à 1 ou de 1 à 0) réduit les perturbations sur le signal et rend donc l'estimation de la puissance plus précise.

[0011] De préférence, la valeur de la puissance du signal de référence est calculée en utilisant la formule suivante :

[0012] [Math.1]

$$P_{dBm} = 10^{*}\log\left(10^{*}\left(I_M{}^2 + Q_M{}^2\right)\right)$$

[0013] où P_{dBm} est la puissance du signal de référence en dBm, I_M est la valeur d'amplitude maximale de la composante en phase et Q_M est la valeur d'amplitude maximale de la composante en quadrature. Ainsi, la puissance du signal est calculée avec précision, augmentant la fiabilité de la détermination de la distance.

[0014] De manière avantageuse, la trame de données comprenant un champ de données utiles, la trame de donnée reçue est spécifique et le champ de données utiles est constitué soit d'une série de 0, soit d'une série de 1 afin de limiter des disparités dues à l'alternance de 0 et de 1.

[0015] Avantageusement, le procédé comprend en outre, préalablement à l'étape de réception, par le récepteur, du signal de référence modulé, une étape de modulation du signal de référence par l'émetteur à partir des signaux correspondants aux bits du champ de données utiles de la trame de données et une étape d'émission du signal de référence modulé à destination du récepteur.

[0016] De préférence, le procédé comprend :

- préalablement à l'étape de modulation du signal de référence, une étape de transformation du signal de référence visant à éviter l'envoi d'une série de 0 ou de 1 dans le champ de données utiles de la trame de données, et
- préalablement à ladite étape de transformation, une étape de transformation inverse des bits du champ de données utiles afin de permettre la modulation d'une série de 0 ou de 1 dans le champ de données utiles de la trame de

données.

[0017] Ainsi, un champ de données utiles comprenant une suite de 0 ou de 1 est émis malgré la transformation des bits par le module de communication émetteur.

[0018] De préférence, les trames de données sont codées dans des signaux échangés dans la bande de fréquences UHF (Ultra Hautes Fréquences) comprise entre 300 et 3000 MHz, de préférence encore selon la norme BLE (Bluetooth® Low Energy).

[0019] De préférence, les modules de communication étant configurés pour échanger des trames de données sur différents canaux, ladite trame de données comprend un identifiant dudit canal sur lequel la trame de données est émise afin de déterminer le canal par lequel la trame de données a été reçue.

[0020] L'invention vise également un calculateur destiné à être monté dans un véhicule automobile afin de déterminer la distance entre un dispositif d'authentification, destiné à être porté par un utilisateur, et ledit véhicule, chacun dudit dispositif et dudit véhicule comprenant un module de communication sans fil permettant d'échanger au moins une trame de données entre le module de communication du dispositif, désigné émetteur, et le module de communication du véhicule, désigné récepteur, ladite trame de données comprenant une série de bits de valeur 0 ou 1 modulée par l'émetteur par changement de phase d'un signal de référence comprenant une composante dite « en phase », caractérisée par une valeur d'amplitude maximale, et une deuxième composante dite « en quadrature », déphasée de 90° par rapport à la composante en phase et caractérisée par une valeur d'amplitude maximale, le récepteur étant configuré pour recevoir un signal de référence modulé, envoyé par l'émetteur et dont les changements de phase caractérisent les valeurs des bits d'une trame de données, et démoduler le signal de référence reçu afin d'en extraire la composante en phase et la composante en quadrature, le calculateur étant remarquable en ce qu'il est configuré pour calculer la valeur de la puissance du signal de référence à partir de la valeur d'amplitude maximale de la composante en phase et de la valeur d'amplitude maximale de la composante en quadrature et pour déterminer la distance entre l'émetteur et le récepteur à partir de la valeur de puissance calculée.

[0021] De préférence, la valeur de la puissance du signal de référence est calculée en utilisant la formule suivante :

[0022] [Math.2]

$$P_{dBm} = 10^{*}\log\left(10^{*}\left(I_M{}^2 + Q_M{}^2\right)\right)$$

[0023] Où P_{dBm} est la puissance du signal de référence en dBm, I_M est la valeur d'amplitude maximale de la composante en phase et Q_M est la valeur d'amplitude maximale de la composante en quadrature.

[0024] De manière avantageuse, la trame de données comprenant un champ de données

utiles, la trame de donnée reçue est spécifique et le champ de données utiles est constitué soit d'une série de 0, soit d'une série de 1.

[0025] L'invention concerne également un véhicule automobile comprenant :

- un module de communication dit récepteur, configuré pour recevoir un signal de référence modulé, envoyé par l'émetteur et dont les changements de phase caractérisent les valeurs des bits d'une trame de données, et démoduler le signal de référence reçu afin d'en extraire la composante en phase et la composante en quadrature, et
- un calculateur tel que décrit précédemment.

[0026] L'invention concerne en outre un dispositif d'authentification destiné à être porté par un utilisateur, comprenant un module de communication dit émetteur, configuré pour :

- transformer un signal de référence visant à éviter l'envoi d'une série de 0 ou de 1 dans le champ de données utiles d'une trame de données, et
- réaliser la transformation inverse des bits du champ de données utiles afin de permettre la modulation d'une série de 0 ou de 1 dans le champ de données utiles de la trame de données,
- moduler un signal de référence à partir des signaux correspondants aux bits du champ de données utiles de la trame de données et émettre le signal de référence modulé.

[0027] L'invention vise également un système de détection pour véhicule automobile, ledit système comprenant :

- un dispositif d'authentification destiné à être porté par un utilisateur, comprenant un module de communication dit émetteur, configuré pour moduler le signal de référence à partir des signaux correspondants aux bits du champ de données utiles d'une trame de données et émettre le signal de référence modulé, et
- un véhicule automobile, tel que décrit ci-avant.

Brève description des dessins

[0028] 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.

[0029] [fig.1]

illustre schématiquement un véhicule automobile autour duquel sont définies différentes zones d'action.

[0030] [fig.2]

illustre schématiquement une forme de réalisation d'un véhicule automobile selon

l'invention.

[0031] [fig.3]

illustre schématiquement un diagramme de constellation d'un signal reçu par le véhicule de la figure 2.

[0032] [fig.4]

illustré schématiquement une mise en œuvre du procédé selon l'invention.

[0033] L'invention sera présentée ci-après en vue d'une mise en œuvre dans un véhicule automobile. Cependant, toute mise en œuvre dans un contexte différent, en particulier pour tout véhicule est également visé par la présente invention.

[0034] Comme illustré sur la figure 1, différentes zones Z1, Z2 sont déterminées autour d'un véhicule automobile 100. Le véhicule 100 est configuré pour déterminer la distance entre un utilisateur et le véhicule 100, afin d'authentifier l'utilisateur pour mettre en œuvre certaines fonctions depuis l'extérieur dudit véhicule 100.

[0035] Dans l'exemple illustré sur la figure 1, une première zone Z1 permet d'activer une fonction de déverrouillage du véhicule 100 lorsque l'utilisateur se trouve à moins de deux mètres du véhicule 100. Une deuxième zone Z2 permet d'activer un éclairage d'accueil lorsque l'utilisateur se trouve à moins de cinq mètres du véhicule 100. D'autres zones peuvent être déterminées autour du véhicule 100 pour activer d'autres fonctions, notamment une demande de manœuvre du véhicule (« remote parking ») lorsque l'utilisateur se trouve à moins de six mètres du véhicule 100.

[0036] Selon l'invention, la distance est déterminée à partir d'un dispositif 200 d'authentification que l'utilisateur porte afin de déterminer la distance de l'utilisateur par rapport au véhicule 100 à partir de la distance du dispositif 200 d'authentification par rapport au véhicule 100. Dans ce but, le dispositif 200 d'authentification et le véhicule 100 échangent au moins une trame de données sous la forme d'un signal comme cela sera décrit par la suite.

[0037] Le dispositif 200 d'authentification peut se présenter sous la forme d'un terminal mobile tel qu'un téléphone intelligent, également désigné smartphone en langue anglaise, ou bien sous la forme d'une télécommande par exemple. Un tel dispositif 200 est ainsi aisément transportable pour l'utilisateur afin que ce dernier le porte avec lui lors de la détermination de la distance avec le véhicule 100.

[0038] Le dispositif 200 d'authentification comprend un module de communication sans fil (non représenté) adapté pour communiquer avec le véhicule 100 afin d'échanger au moins une trame de données. En particulier, le dispositif 200 est configuré pour envoyer une trame de données T.

[0039] Le module de communication est du type Bluetooth®, de préférence Bluetooth® Low Energy, désigné BLE en langue anglaise. Un tel module de communication est configuré pour émettre une trame de données sur différents canaux : notamment sur un

premier canal dont la fréquence est de 2402 MHz, un deuxième canal dont la fréquence est de 2426 MHz et un troisième canal dont la fréquence est de 2480 MHz. De manière classique, le module de communication émet une trame de données sur ces différents canaux simultanément. Un des buts de l'invention est de déterminer, lorsqu'une trame de données est reçue, le canal par lequel elle a été transmise.

[0040] Une trame de données comprend un champ d'identifiant et au moins un champ de données utiles qui correspond aux données que le dispositif 200 d'authentification souhaite envoyer au véhicule 100. L'identifiant permet d'identifier le canal par lequel la trame de données a été transmise.

[0041] Selon un mode de réalisation préférée, une trame de données se présente sous la forme d'une pluralité de bits, chacun des champs étant constitué d'une série de 0 ou de 1 regroupés en octets. A titre d'exemple, une trame de données de type BLE est composée de la manière suivante : 1 à 2 octets pour le préambule, 4 octets pour l'identifiant (ou Access Address), 2 à 257 octets pour la partie utile (appelée Protocol Data Unit ou PDU) et 3 octets pour la détection d'erreur (CRC).

[0042] Selon un aspect de l'invention, le dispositif 200 comprend une unité de modulation (non représentée) configurée pour moduler un signal de référence par changement de phase de ce signal de référence. Les changements de phase de ce signal modulé S sont caractéristiques des valeurs des différents bits de la trame de données. Le signal de référence modulé S comprend une composante dite « en phase » I et une composante dite « en quadrature » Q déphasée de 90° par rapport à la composante en phase I. Chacune des composantes I, Q est caractérisée par une valeur d'amplitude maximale IM, QM. Une telle modulation du type modulation d'amplitude en quadrature étant connue, elle ne sera pas décrite plus en détail.

[0043] Le dispositif 200 est en outre configuré pour transformer le signal de référence de manière à forcer l'envoi d'une série composée uniquement de 0 ou de 1 dans le champ de données utiles. En effet, dans certains cas, le module de communication peut être configuré pour éviter l'envoi d'une série de bits constitués uniquement de 0 ou uniquement de 1 en utilisant un filtre de brouillage des bits avant l'émission d'un signal, ledit signal étant filtré à l'inverse en réception afin de récupérer les bits d'origine du message. Dans ce cas, le dispositif peut être configuré pour appliquer le filtre de bouillage inverse aux bits de données utiles avant de les transmettre au module de communication de sorte que le module de communication les transforme, via le filtre de brouillage, en une série composée uniquement de 0 ou uniquement de 1. L'utilisation d'une trame dans laquelle le champ de données utiles est rempli uniquement de 0 ou uniquement de 1 permet de limiter les perturbations dans le signal S générées par les alternances de 0 et de 1 et d'optimiser ainsi les mesures ultérieures réalisées sur le signal S.

[0044] Dans l'exemple illustré sur la figure 2, le véhicule automobile 100 comprend une antenne 10, un filtre 20, un amplificateur 30, une unité de démodulation 40, un module de communication 50 et un calculateur 60.

[0045] L'antenne 10 est configurée pour recevoir des signaux modulés S afin de communiquer avec le dispositif 200 d'authentification placé à distance du véhicule 100.

[0046] Le filtre 20 est configuré pour filtrer le signal modulé S reçu et l'amplificateur 30 est configuré pour amplifier le signal modulé S. De tels éléments étant connus, ils ne seront pas décrits plus en détails.

[0047] L'unité de démodulation 40 est configurée pour décimer un signal modulé S reçu afin de séparer le signal modulé S en deux signaux correspondants à chacune des composantes I, Q. Autrement dit, l'unité de démodulation 40 est configurée pour extraire les composantes I, Q du signal modulé S.

[0048] Une telle démodulation étant connue, elle ne sera pas décrite plus en détails.

[0049] Pour chaque bit de la trame de données reçu, une valeur d'amplitude maximale IM, QM de chaque composante I, Q est ainsi déterminée et peut être reportée sur un diagramme de constellation comme illustré sur la figure 3.

[0050] Le calculateur 60 est configuré pour déterminer la distance entre le véhicule 100 et le dispositif 200 à partir de la puissance P_{dBm} du signal modulé S reçu par le véhicule 100.

[0051] La tension V_{pk} du signal modulé S est donnée par l'équation :

[0052] [Math.3]

$$V_{pk} = sqrt\left(I^2 + Q^2\right)$$

[0053] Pour effectuer une mesure précise, autrement dit sans distorsion, les valeurs des composants I, Q utilisées sont les valeurs d'amplitude maximales I_M, Q_M, qui correspondent à la valeur crêt des composantes sinusoïdales en quadrature du signal module S. La valeur efficace de la tension, notée V_{rms}, est ainsi donnée par l'équation :

[0054] [Math.4]

$$V_{rms} = \frac{V_{pk}}{sqrt(2)} = sqrt\left(\frac{I^2 + Q^2}{2}\right)$$

[0055] La puissance du signal modulé S est alors, pour un système en 50 ohms, donnée par l'équation :

[0056] [Math.5]

$$P_{rms} = \frac{{V_{rms}}^2}{50} = \frac{\frac{{I_M}^2 + {Q_M}^2}{2}}{50} = \frac{{I_M}^2 + {Q_M}^2}{100}$$

[0057] Soit en dBm :

[0058] [Math.6]

$$P_{dBm} = 10^{*}\log\left(\frac{P_{rms}}{1mW}\right) = 10^{*}\log\left(10^{*}\left(I_M{}^2 + Q_M{}^2\right)\right)$$

[0059] Le calculateur 60 est ainsi configuré pour calculer la puissance P_{dBm} du signal S reçu par le véhicule 100 à partir des composantes I, Q du signal S. Le calculateur 60 est en outre configuré pour déterminer la distance entre le dispositif 200 et le véhicule 100 à partir de cette puissance mesurée de manière connue en soi.

[0060] Selon un aspect de l'invention, le calculateur 60 est configuré pour déterminer le canal par lequel la trame de données a été reçue à partir de l'identifiant. Ceci permet au calculateur 60 de déterminer les caractéristiques de ce canal, notamment sa fréquence, afin d'optimiser le calcul de la puissance du signal S reçu par ce canal et ainsi de fiabiliser la détermination de la distance.

[0061] Il va maintenant être décrit une mise en œuvre du procédé de détermination selon l'invention entre le dispositif 200 d'authentification et le véhicule 100.

[0062] Lorsque l'utilisateur transporte le dispositif 200 d'authentification, ce dernier émet, dans une étape d'émission E1, une trame de données spécifique sous forme d'un signal S.

[0063] Avant d'émettre cette trame de données spécifique, le dispositif 200 réalise de manière successive une transformation inverse et une transformation de cette trame de données spécifique, ladite transformation inverse étant inverse à ladite transformation. La transformation inverse a pour but de transformer la trame de données spécifique, dont le champ de données utiles comprend une succession de 0 ou de 1, en une alternance de 0 et de 1 qui, après la transformation, sera transformée à nouveau en une succession de 0 ou de 1. Ceci permet d'émettre une trame de données spécifique comprenant une succession de 0 ou de 1 malgré la transformation qui a pour but d'éviter une telle émission pour des trames de données non spécifiques.

[0064] Toujours avant l'émission de la trame de données spécifique, le dispositif 200 module, dans une étape E0, un signal S de référence à partir des signaux correspondants aux bits du champ de données utiles de la trame de données spécifiques.

[0065] Après l'émission E1, le signal S est reçu, dans une étape de réception E2, par le véhicule 100. En particulier, l'antenne 10 reçoit le signal S qui est ensuite filtré par le filtre 20 et amplifié par l'amplificateur 30.

[0066] Puis, dans une étape de démodulation E3, le signal S est démodulé par le module de démodulation 40 afin de séparer le signal en phase I et le signal déphasé Q.

[0067] Le calculateur 60 du véhicule 100 détermine pour chaque bit la valeur d'amplitude maximale I_M de la composante en phase I et la valeur d'amplitude maximale I_M de la composante en quadrature Q.

[0068] Dans une étape E4, le calculateur 60 calcule la puissance P_{dBm} du signal (S) de

référence à partir de ces valeurs d'amplitude maximale I_M , Q_M comme décrit précédemment.

[0069] Puis, dans une étape E5, le calculateur 60 détermine la distance entre le dispositif 200 et le véhicule 100 à partir de la puissance P_{dBm} calculée.

[0070] Avantageusement, une valeur de la puissance P_{dBm} du signal S peut être calculée pour chaque bit de la trame de données, ce qui permet de calculer plusieurs valeurs de puissance P_{dBm} avec une unique trame de données. Le calculateur 60 peut ainsi calculer la médiane de ces valeurs afin de fiabiliser la détermination de distance. De plus, la médiane étant réalisée avec une unique trame de données, le temps nécessaire pour calculer une telle médiane est limité.

[0071] Dans une autre forme de réalisation, le véhicule 100 peut comprendre deux antennes 10 et un commutateur, placé entre lesdites deux antennes et le filtre 20, permettant de connecter alternativement l'une ou l'autre des deux antennes 10 au filtre 20. Avantageusement, le commutateur peut basculer d'une antenne 10 vers l'autre sensiblement à la moitié de la durée de réception d'un signal correspondant à un trame de données BLE de sorte que le calculateur 60 puisse calculer, pour cette même trame, une première valeur de puissance du signal reçu sur la première antenne 10 et une deuxième valeur de puissance du signal reçu sur la deuxième antenne 10, par exemple sur un canal de transmission différent, puis en calculer la médiane ou la moyenne afin d'améliorer davantage la précision de la détermination de la distance.

[0072] L'invention permet donc de calculer la puissance à partir des composantes en phase et en quadrature d'un signal comportant une série de 0 ou de 1 afin de déterminer de manière précise la distance séparant le dispositif 200 d'authentification du véhicule 100.

Revendications

[Revendication 1] Procédé de détermination de la distance entre un dispositif (200) d'authentification destiné à être porté par un utilisateur, et un véhicule (100) automobile, chacun dudit dispositif (200) et dudit véhicule (100) comprenant un module de communication (50) sans fil permettant d'échanger au moins une trame de données entre le module de communication du dispositif (200), désigné émetteur, et le module de communication (50) du véhicule (100), désigné récepteur, ladite trame de données comprenant une série de bits de valeur 0 ou 1 modulée par l'émetteur par changement de phase d'un signal de référence (S) comprenant une composante dite « en phase » (I), caractérisée par une valeur d'amplitude maximale (I_M), et une deuxième composante dite « en quadrature » (Q), déphasée de 90° par rapport à la composante en phase (I) et caractérisée par une valeur d'amplitude maximale (Q_M), ledit procédé comprenant une étape de réception (E2), par le récepteur, d'un signal (S) de référence modulé, envoyé par l'émetteur et dont les changements de phase caractérisent les valeurs des bits d'une trame de données, et une étape de démodulation (E3) du signal (S) de référence reçu afin d'en extraire la composante en phase (I) et la composante en quadrature (Q), le procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend en outre, suite à l'étape de démodulation (E3), une étape de calcul (E4) de la valeur de la puissance (P_{dBm}) du signal (S) de référence à partir de la valeur d'amplitude maximale (I_M) de la composante en phase (I) et de la valeur d'amplitude maximale (Q_M) de la composante en quadrature (Q) et une étape de détermination (E5) de la distance entre l'émetteur et le récepteur à partir de la valeur de puissance (P_{dBm}) calculée.

[Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, dans lequel la valeur de la puissance (P_{dBm}) du signal (S) de référence est calculée en utilisant la formule suivante :

$$P_{dBm} = 10 * \log\left(10 * \left(I_M{}^2 + Q_M{}^2\right)\right)$$

où P_{dBm} est la puissance du signal de référence en dBm, I_M est la valeur d'amplitude maximale de la composante en phase (I) et Q_M est la valeur d'amplitude maximale de la composante en quadrature (Q).

[Revendication 3] Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, la trame de données comprenant un champ de données utiles, la trame de donnée reçue est spécifique et le champ de données utiles est constitué soit d'une série de 0, soit d'une série de 1.

[Revendication 4] Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre, préalablement à l'étape de réception (E2), par le récepteur, du signal (S) de référence modulé, une étape de modulation (E0) du signal (S) de référence par l'émetteur à partir des signaux correspondants aux bits du champ de données utiles de la trame de données et une étape d'émission (E1) du signal de référence modulé à destination du récepteur.

[Revendication 5] Procédé selon la revendication précédente, comprenant :
- préalablement à l'étape de modulation (E0) du signal (S) de référence, une étape de transformation du signal de référence visant à éviter l'envoi d'une série de 0 ou de 1 dans le champ de données utiles de la trame de données, et
- préalablement à ladite étape de transformation, une étape de transformation inverse des bits du champ de données utiles afin de permettre la modulation d'une série de 0 ou de 1 dans le champ de données utiles de la trame de données.

[Revendication 6] Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le module de communication du dispositif (200) et le module de communication (50) du véhicule (100) sont configurés pour communiquer sur une interface de type BLE (Bluetooth® Low Energy).

[Revendication 7] Calculateur (60) destiné à être monté dans un véhicule automobile afin de déterminer la distance entre un dispositif (200) d'authentification, destiné à être porté par un utilisateur, et ledit véhicule (100), chacun dudit dispositif (200) et dudit véhicule (100) comprenant un module de communication (50) sans fil permettant d'échanger au moins une trame de données entre le module de communication du dispositif (200), désigné émetteur, et le module de communication (50) du véhicule (100), désigné récepteur, ladite trame de données comprenant une série de bits de valeur 0 ou 1 modulée par l'émetteur par changement de phase d'un signal (S) de référence comprenant une composante dite « en phase » (I), caractérisée par une valeur d'amplitude maximale (I_M), et une deuxième composante dite « en quadrature » (Q), déphasée de 90° par rapport à la composante en phase (I) et caractérisée par une valeur d'amplitude maximale (Q_M), le récepteur étant configuré pour recevoir un signal (S) de référence modulé, envoyé par l'émetteur et dont les changements de phase caractérisent les valeurs des bits d'une trame de données, et démoduler le signal (S) de référence reçu afin d'en extraire la composante en phase (I) et la composante en quadrature (Q), le cal-

culateur (60) étant caractérisé en ce qu'il est configuré pour calculer la valeur de la puissance (P_{dBm}) du signal (S) de référence à partir de la valeur d'amplitude maximale (I_M) de la composante en phase (I) et de la valeur d'amplitude maximale (Q_M) de la composante en quadrature (Q) et pour déterminer la distance entre l'émetteur et le récepteur à partir de la valeur de puissance (P_{dBm}) calculée.

[Revendication 8] Calculateur (60) selon la revendication précédente, dans lequel la valeur de la puissance (P_{dBm}) du signal (S) de référence est calculée en utilisant la formule suivante :

$$P_{dBm} = 10 * \log\left(10 * \left(I_M{}^2 + Q_M{}^2\right)\right)$$

où P_{dBm} est la puissance du signal de référence en dBm, I_M est la valeur d'amplitude maximale de la composante en phase (I) et Q_M est la valeur d'amplitude maximale de la composante en quadrature (Q).

[Revendication 9] Véhicule automobile (100) comprenant :

- un module de communication (50) dit récepteur, configuré pour recevoir un signal (S) de référence modulé, envoyé par l'émetteur et dont les changements de phase caractérisent les valeurs des bits d'une trame de données, et démoduler le signal (S) de référence reçu afin d'en extraire la composante en phase (I) et la composante en quadrature (Q), et
- un calculateur (60) selon l'une quelconque des revendications 7 ou 8.

[Revendication 10] Système de détection pour véhicule (100) automobile, ledit système comprenant :

- un dispositif (200) d'authentification destiné à être porté par un utilisateur, comprenant un module de communication dit émetteur, configuré pour moduler le signal (S) de référence à partir des signaux correspondants aux bits du champ de données utiles de la trame de données et émettre le signal (S) de référence modulé, et
- un véhicule (100) automobile, selon la revendication précédente.

[Fig. 1]

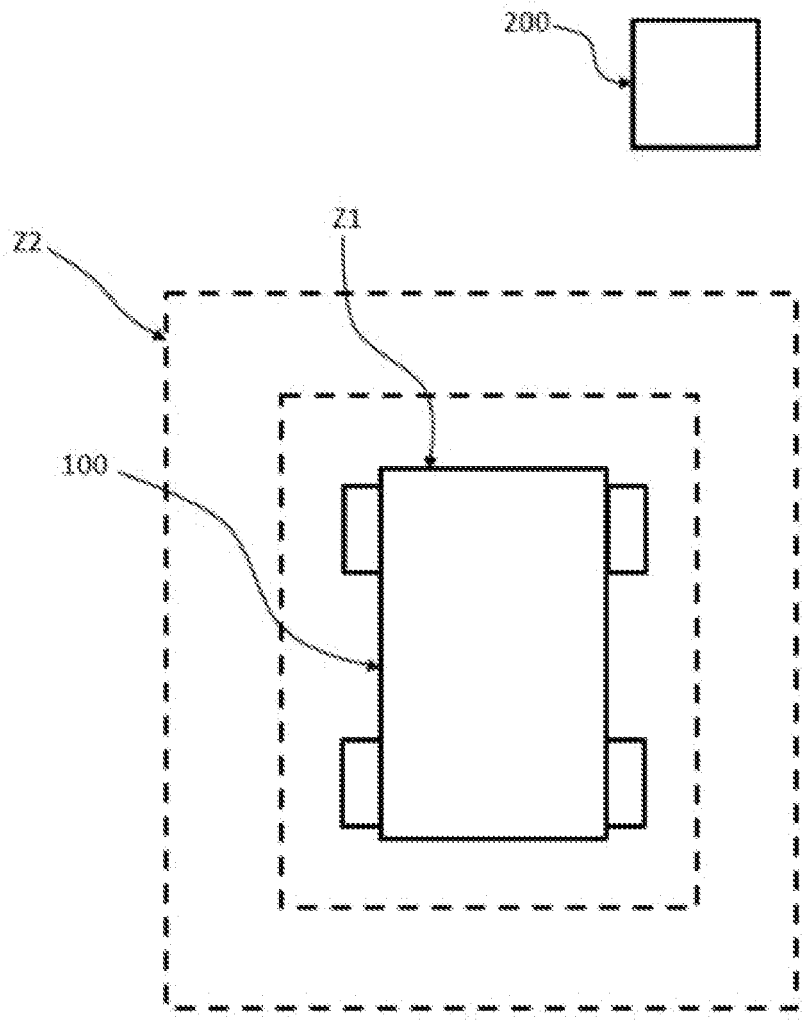


Figure 1

[Fig. 2]

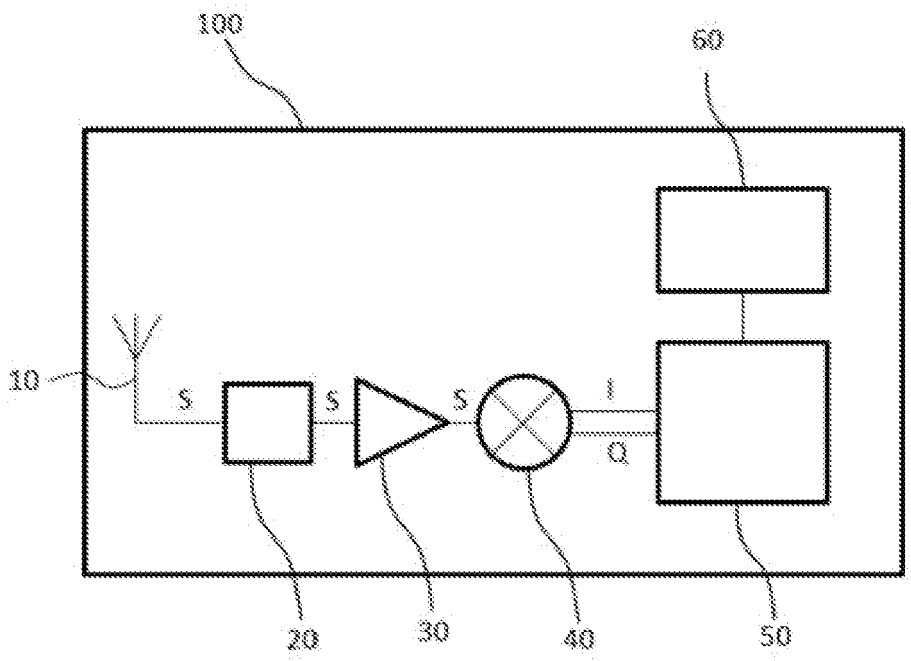


Figure 2

[Fig. 3]

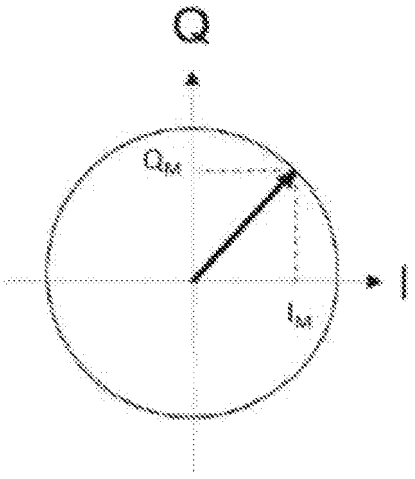


Figure 3

[Fig. 4]

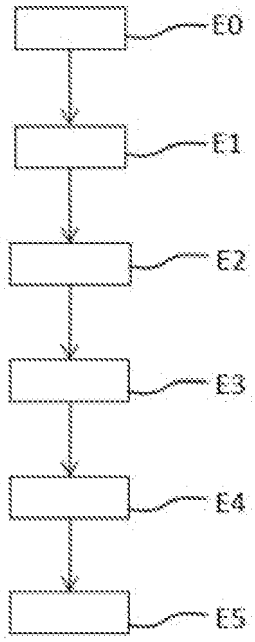


Figure 4

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national

FA 861653
FR 1872716

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 2009/011725 A1 (KATO AKIRA [JP]) 8 janvier 2009 (2009-01-08) * abrégé; figure 2 * * alinéas [0004], [0006], [0013] - [0014], [0022] - [0023], [0058] - [0059] * -----	1-10	H04L29/06
A	US 7 130 601 B2 (BROADCOM CORP [US]) 31 octobre 2006 (2006-10-31) * abrégé; figure 9 * * colonne 2, ligne 10 - ligne 54 * * colonne 7, ligne 4 - colonne 8, ligne 54 * -----	1-10	
A	US 2015/048927 A1 (SIMMONS MICHAEL S [US]) 19 février 2015 (2015-02-19) * abrégé; figure 4 * * alinéas [0030] - [0040] * -----	1-10	
A	US 2018/254925 A1 (DUTZ JAN [AT] ET AL) 6 septembre 2018 (2018-09-06) * abrégé; figure 2 * * alinéas [0015], [0095] - [0097], [0127] * -----	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) G01S B60R

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
6 août 2019	Mercier, Francois

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1872716 FA 861653

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 06-08-2019
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2009011725 A1	08-01-2009	AT 551778 T	15-04-2012
		CN 1879307 A	13-12-2006
		EP 1835628 A1	19-09-2007
		JP 4225350 B2	18-02-2009
		JP WO2006073013 A1	12-06-2008
		KR 20060134916 A	28-12-2006
		US 2008254755 A1	16-10-2008
		US 2009011725 A1	08-01-2009
		WO 2006073013 A1	13-07-2006
US 7130601 B2	31-10-2006	AUCUN	
US 2015048927 A1	19-02-2015	AUCUN	
US 2018254925 A1	06-09-2018	CN 108566228 A	21-09-2018
		EP 3370083 A1	05-09-2018
		US 2018254925 A1	06-09-2018

EPO FORM P0465