

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

11 N° de publication :

3 081 637

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

21 N° d'enregistrement national :

18 54297

51 Int Cl<sup>8</sup> : H 04 B 1/382 (2018.01), G 01 S 11/04, H 04 L 29/08

12

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 23.05.18.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 29.11.19 Bulletin 19/48.

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) : VALEO COMFORT AND DRIVING  
ASSISTANCE Société par actions simplifiée — FR.

72 Inventeur(s) : PETEL LAURENT.

73 Titulaire(s) : VALEO COMFORT AND DRIVING  
ASSISTANCE Société par actions simplifiée.

74 Mandataire(s) : VALEO MANAGEMENT SERVICES.

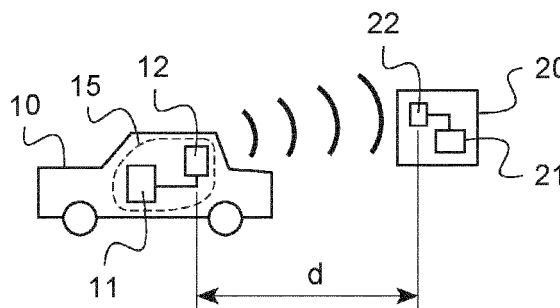
54 SYSTÈME EMBARQUÉ, IDENTIFIANT ET PROCÉDE D'ÉVALUATION D'UNE DISTANCE.

57 Un système embarqué (15) comprend une unité élec-  
tronique (11) et un premier circuit de communication sans fil  
(12).

L'unité électronique (11) est conçue pour mettre en  
œuvre un protocole de communication selon lequel le pre-  
mier circuit de communication sans fil (12) effectue des  
échanges de données avec un second circuit de communi-  
cation sans fil (22) pendant des créneaux temporels sépa-  
rés par un intervalle de temps prédéterminé.

L'unité électronique de commande est conçue en outre  
pour déclencher, après chacun d'une pluralité desdits  
échanges de données, un échange, entre le premier circuit  
de communication sans fil (12) et le second circuit de com-  
munication sans fil (22), d'au moins un signal électromagné-  
tique utilisé pour évaluer la distance (d) séparant le premier  
circuit de communication sans fil (12) et le second circuit de  
communication sans fil (22).

Un identifiant correspondant et un procédé d'évaluation  
d'une distance sont également décrits.



FR 3 081 637 - A1



## Système embarqué, identifiant et procédé d'évaluation d'une distance

### DOMAINE TECHNIQUE AUQUEL SE RAPPORTE L'INVENTION

La présente invention concerne de manière générale le domaine des  
5 échanges sans fil entre un système embarqué, équipant par exemple un véhicule,  
et un identifiant, associé par exemple à ce véhicule.

Elle concerne plus particulièrement un système embarqué, un identifiant  
et un procédé d'évaluation d'une distance.

### ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE

10 On connaît les systèmes de type PEPS (pour "*Passive Entry – Passive Start*") dans lesquels la mise en œuvre d'une fonctionnalité (telle que le déverrouillage des portes d'un véhicule ou le démarrage d'un tel véhicule) est conditionné par la présence à proximité du véhicule d'un identifiant (généralement porté par l'utilisateur du véhicule).

15 Il est nécessaire dans ce cadre notamment d'évaluer à chaque instant la distance séparant l'identifiant et le véhicule afin de déterminer sur cette base les fonctionnalités à mettre éventuellement en œuvre.

Il a ainsi été proposé dans le document FR 3 044 100 d'évaluer cette distance au moyen de signaux électromagnétiques échangés entre des modules  
20 de communication équipant respectivement le véhicule et l'identifiant, et conçus par ailleurs pour établir une liaison sans fil d'échange de données conformément à un protocole de communication.

### OBJET DE L'INVENTION

Dans ce contexte, la présente invention propose un système embarqué  
25 comprenant une unité électronique et un premier circuit de communication sans fil, caractérisé en ce que l'unité électronique est conçue pour mettre en œuvre un protocole de communication selon lequel le premier circuit de communication sans fil effectue des échanges de données avec un second circuit de communication sans fil pendant des créneaux temporels séparés par un intervalle de temps  
30 prédéterminé, et pour déclencher, après chacun d'une pluralité desdits échanges de données, un échange, entre le premier circuit de communication sans fil et le second circuit de communication sans fil, d'au moins un signal électromagnétique utilisé pour évaluer la distance séparant le premier circuit de communication sans fil et le second circuit de communication sans fil.

Les signaux électromagnétiques échangés afin d'évaluer la distance entre les deux circuits de communication sans fil sont ainsi cadencés et n'interfèrent pas en outre avec les échanges de données effectués au sein des créneaux temporels définis par le protocole de communication.

5 D'autres caractéristiques non limitatives et avantageuses d'un tel système embarqué, prises individuellement ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles, sont les suivantes :

- le protocole de communication est de type BLE (pour "*Bluetooth Low Energy*") ;

10 - l'échange du signal électromagnétique est déclenché au terme de l'échange de données concerné ;

- l'unité électronique est conçue pour commander le premier circuit de communication sans fil de manière à ce que le premier circuit de communication sans fil échange une pluralité de signaux électromagnétiques à des fréquences  
15 différentes avec le second circuit de communication sans fil, et/ou pour évaluer ladite distance sur la base de mesures relatives auxdits signaux électromagnétiques ;

- lesdites mesures sont des mesures de phase du signal électromagnétique concerné ;

20 - lesdites données comprennent des données de configuration desdits signaux électromagnétiques ;

- l'unité électronique est conçue pour déterminer une liste ordonnée de canaux en fonction des données de configuration et/ou pour commander au premier circuit de communication sans fil l'échange de signaux  
25 électromagnétiques successivement dans chacun des canaux de la liste ordonnée de canaux ;

- lesdites données (données échangées entre le premier circuit de communication sans fil et le second circuit de communication sans fil) sont chiffrées (par exemple du fait de l'utilisation du protocole de type BLE  
30 susmentionné).

L'invention propose également un identifiant comprenant une unité de commande et un circuit de communication sans fil, caractérisé en ce que l'unité de commande est conçue pour mettre en œuvre un protocole de communication selon lequel le circuit de communication sans fil effectue des échanges de

données avec un autre circuit de communication sans fil pendant des créneaux temporels séparés par un intervalle de temps prédéterminé, et pour déclencher, après chacun d'une pluralité desdits échanges de données, un échange, entre le circuit de communication sans fil et l'autre circuit de communication sans fil, d'au moins un signal électromagnétique utilisé pour évaluer la distance séparant le circuit de communication sans fil et l'autre circuit de communication sans fil.

Selon une possibilité de réalisation, l'unité de commande peut être conçue pour commander le circuit de communication sans fil de manière à ce que le circuit de communication sans fil échange une pluralité de signaux électromagnétiques à des fréquences différentes avec l'autre circuit de communication sans fil, et/ou pour évaluer ladite distance sur la base de mesures relatives auxdits signaux électromagnétiques.

Comme déjà indiqué à propos du système embarqué, on peut prévoir par ailleurs que lesdites données comprennent des données de configuration desdits signaux électromagnétiques. Lesdites données peuvent en outre être chiffrées (par exemple du fait de l'utilisation du protocole de type BLE susmentionné).

L'invention propose en outre un procédé d'évaluation d'une distance séparant un premier circuit de communication sans fil équipant un système embarqué et un second circuit de communication sans fil équipant un identifiant, caractérisé en ce que, des échanges de données entre le premier circuit de communication sans fil et le second circuit de communication sans fil étant mis en œuvre pendant des créneaux temporels séparés par un intervalle de temps prédéterminé conformément à un protocole de communication, le procédé d'évaluation comprend, après chacun d'une pluralité desdits échanges de données, une étape de déclenchement d'un échange, entre le premier circuit de communication sans fil et le second circuit de communication sans fil, d'au moins un signal électromagnétique utilisé pour évaluer ladite distance.

On peut prévoir que le premier circuit de communication sans fil échange une pluralité de signaux électromagnétiques à des fréquences différentes avec le second circuit de communication sans fil, le procédé pouvant alors comprendre une étape d'évaluation de ladite distance sur la base de mesures relatives auxdits signaux électromagnétiques.

Lesdites données peuvent par ailleurs comprendre des données de configuration desdits signaux électromagnétiques et/ou être échangées chiffrées

(par exemple du fait de l'utilisation du protocole de type BLE).

#### DESCRIPTION DETAILLEE D'UN EXEMPLE DE REALISATION

La description qui va suivre en regard des dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs, fera bien comprendre en quoi consiste l'invention et comment elle peut être réalisée.

Sur les dessins annexés :

- la figure 1 représente schématiquement les éléments principaux d'un système dans lequel peut être mise en œuvre l'invention ; et

- la figure 2 représente un exemple de procédé mis en œuvre dans le système de la figure 1.

La figure 1 représente schématiquement les éléments principaux d'un système dans lequel peut être mise en œuvre l'invention.

Un tel système comprend un véhicule 10, ici un véhicule automobile, et un identifiant 20, par exemple une clé ou badge d'accès au véhicule 10 (ou, en variante, un terminal utilisateur, tel qu'un téléphone mobile ou un ordiphone – ou "smartphone" selon l'application anglaise couramment utilisée, muni de droits d'accès au véhicule 10).

Le véhicule 10 est équipé d'un système embarqué 15 comprenant notamment une unité électronique de commande 11 et un circuit de communication 12.

L'unité électronique de commande 11 comprend par exemple un microprocesseur et au moins une mémoire, par exemple une mémoire non-volatile réinscriptible. La mémoire mémorise notamment des instructions de programme qui permettent, lorsqu'elles sont exécutées par le microprocesseur, la mise en œuvre par l'unité électronique de commande 11 du procédé décrit ci-dessous en référence à la figure 2. La mémoire mémorise également des valeurs ou paramètres utilisés au cours de ces procédés, par exemple des valeurs de phases mesurées  $\Phi_i$  (lorsque c'est l'unité électronique de commande 11 qui détermine des mesures caractéristiques d'un signal électromagnétique reçu par le circuit de communication 12, comme expliqué plus loin).

La mémoire de l'unité électronique de commande 11 mémorise en outre une clé cryptographique K (qui a par exemple été inscrite au sein de l'unité électronique de commande 11 lors de sa fabrication).

En variante, l'unité électronique de commande 11 pourrait être réalisée

sous la forme d'un circuit intégré à application spécifique (ou ASIC pour "*Application Specific Integrated Circuit*").

Le circuit de communication 12 est conçu pour établir une liaison sans fil avec d'autres appareils électroniques, ici une liaison de type "*Bluetooth Low Energy*" (ou "*BLE*"). Le circuit de communication 12 est donc notamment conçu pour émettre et recevoir des signaux électromagnétiques (typiquement de fréquence supérieure à 1 Mhz, voire à 500 MHz), ici dans la bande à 2,4 GHz.

L'identifiant 20 est généralement porté par un utilisateur du véhicule 10 et permet la commande de certaines fonctionnalités du véhicule 10 (par exemple le déverrouillage des portes du véhicule 10), notamment lorsqu'il est approché du véhicule 10. L'identifiant 20 peut éventuellement comporter en outre des boutons de commande, à l'aide desquels l'utilisateur peut commander certaines au moins des fonctionnalités précitées ou d'autres fonctionnalités du véhicule 10.

L'identifiant 20 comprend une unité de commande 21 et un circuit de communication 22.

L'unité de commande 21 est par exemple réalisée au moyen d'un microprocesseur et d'au moins une mémoire, par exemple une mémoire non volatile réinscriptible. La mémoire mémorise notamment des instructions de programme qui permettent, lorsqu'elles sont exécutées par le microprocesseur, la mise en œuvre par l'unité de commande 21 du procédé décrit ci-dessous en référence à la figure 2. La mémoire mémorise également des valeurs ou paramètres utilisés au cours de ces procédés, par exemple des valeurs de phases mesurées  $\Phi_i$  (lorsque c'est l'unité de commande 21 qui détermine des mesures caractéristiques d'un signal électromagnétique reçu par le circuit de communication 22, comme expliqué plus loin).

La mémoire de l'unité de commande 21 mémorise en outre elle aussi la clé cryptographique K. Dans le cas où l'identifiant 20 est un badge (ou clé) d'accès au véhicule, la clé cryptographique K a par exemple été inscrite dans la mémoire de l'unité de commande 21 lors de la fabrication de l'identifiant 20. Dans la variante mentionnée ci-dessus où l'identifiant 20 est un terminal utilisateur, la clé cryptographique K a par exemple été reçue d'un serveur distant et mémorisée lors d'une phase de souscription à un service de commande des fonctionnalités du véhicule au moyen du terminal utilisateur.

En variante, l'unité de commande 21 pourrait être réalisée sous la forme

d'un circuit intégré à application spécifique.

Le circuit de communication 22 est conçu pour établir une liaison sans fil (ici de type "*Bluetooth Low Energy*" ou "*BLE*") avec d'autres appareils électroniques, en particulier avec l'unité électronique de commande 11 du véhicule 10 via le circuit de communication 12 mentionné plus haut. Le circuit de communication 22 est donc lui aussi conçu pour émettre et recevoir des signaux électromagnétiques (typiquement de fréquence supérieure à 1 Mhz, voire à 500 MHz), ici dans la bande à 2,4 GHz.

Grâce à la liaison sans fil ainsi établie entre le circuit de communication 12 du système embarqué 15 du véhicule 10 et le circuit de communication 22 de l'identifiant 20, des données D peuvent être échangées entre l'unité électronique de commande 11 du système embarqué 15 du véhicule 10 et l'unité de commande 21 de l'identifiant 20, comme expliqué plus loin.

Les signaux électromagnétiques échangés entre les circuits de communication 12, 22 peuvent en outre être utilisés pour évaluer la distance d séparant l'identifiant 20 et le véhicule 10 (précisément la distance d séparant les circuits de communication 12, 22), comme également expliqué plus loin.

La figure 2 représente un exemple de procédé mis en œuvre dans le cadre du système qui vient d'être décrit.

Ce procédé débute à l'étape E2 au cours de laquelle le circuit de communication 22 de l'identifiant 20 émet au moins une trame d'annonce ADV ("*advertising packet*" selon la terminologie anglo-saxonne), conformément au protocole BLE.

De telles trames d'annonce ADV sont par exemple émises périodiquement par le circuit de communication 22 de l'identifiant 20 (sous la commande de l'unité de commande 21 de l'identifiant 20) tant qu'aucune réponse n'est reçu d'un partenaire de communication (comme expliqué ci-dessous à l'étape E8).

Les trames d'annonce ADV sont ici de type ADV\_IND : il s'agit de trames d'annonce signalant la disponibilité pour une connexion et non spécifiquement dirigées vers un partenaire de communication (ou "*connectable undirected advertising event*" selon la terminologie anglo-saxonne).

Les trames d'annonce ADV émises par le circuit de communication 22 de l'identifiant 20 peuvent inclure des données, notamment des données

d'identification ID de l'identifiant 20. Selon une variante envisageable, les trames d'annonce ADV peuvent comprendre en outre au moins certaines des données de configuration mentionnées plus bas.

Lorsque le véhicule 10 est suffisamment à proximité de l'identifiant 20 (ce qui se produit lorsque le porteur de l'identifiant 20 s'approche du véhicule 10), le circuit de communication 12 du système embarqué 15 du véhicule 10 reçoit la trame d'annonce ADV et signale ainsi à l'unité électronique de commande 11 l'arrivée de cette trame d'annonce ADV (étape E4). Le circuit de communication 12 transmet également à cette étape les données éventuellement incluses dans la trame d'annonce ADV (notamment les données d'identification ID de l'identifiant 20) à l'unité électronique de commande 11.

L'unité électronique de commande 11 peut alors commander au circuit de communication 12 de répondre à la trame d'annonce ADV émise par l'identifiant 20, typiquement en émettant une requête de connexion CONN\_REQ à destination du circuit de communication 22 de l'identifiant 20 (étape E6).

Selon une possibilité de réalisation, l'émission de la requête de connexion CONN\_REQ par le circuit de communication 12 (sur commande de l'unité électronique de commande 11) peut toutefois être conditionnée par la présence des données d'identification ID de l'identifiant 20 au sein d'une liste d'identifiants préalablement appariés (cette liste étant mémorisée au sein de la mémoire de l'unité électronique de commande 11, les données d'identification d'un identifiant donné étant ajoutées dans cette liste au moyen d'un processus d'appariement spécifique).

La requête de connexion CONN\_REQ inclut notamment des données CONN\_INT définissant l'intervalle de temps I séparant des créneaux temporels dédiés aux échanges de données entre les circuits de communication 12, 22 au cours de la connexion demandée. Cet intervalle de temps I est dénommé "*Connection Interval*" selon le protocole de communication BLE susmentionné. L'intervalle de temps I utilisé dans un système donné est prédéfini par le concepteur du système ; les données CONN\_INT définissant l'intervalle de temps I sont ainsi par exemple mémorisées dans la mémoire (non-volatile) de l'unité électronique de commande 11 afin d'être transmise lors de l'étape E6 comme indiqué ci-dessus. En pratique, dans l'application envisagée ici, l'intervalle de temps I est par exemple compris entre 100 ms et 300 ms.

Le circuit de communication 22 de l'identifiant 20 reçoit la requête de connexion CONN\_REQ à l'étape E8 et une connexion entre le système embarqué 15 et l'identifiant 20 peut ainsi être établie via le circuit de communication 12 du système embarqué 15 et le circuit de communication 22 de l'identifiant 20, conformément au protocole de communication concerné (ici le protocole BLE déjà mentionné).

Dans le cadre de cette connexion établie selon le protocole de communication concerné, sont prévus, comme déjà indiqué, des créneaux temporels dédiés aux échanges de données D (représentés par les étapes E10 et E12 en figure 2) entre le circuit de communication 12 du système embarqué 15 et le circuit de communication 22 de l'identifiant 20.

Selon un mode de réalisation envisageable, les données D échangées entre l'identifiant 20 et le système embarqué 15 au cours des étapes E10, E12 sont chiffrées (typiquement au moyen d'un algorithme cryptographique de chiffrement, utilisant par exemple la clé cryptographique K partagée par l'unité électronique de commande 11 et l'unité de commande 21 comme déjà indiqué) lors de leur échange entre le circuit de communication 12 du système embarqué 15 et le circuit de communication 22 de l'identifiant 20. Le chiffrement utilisé est par exemple celui prévu dans le cadre du protocole concerné d'échange des données D, ici le protocole BLE.

Les données D échangées entre l'identifiant 20 et le système embarqué 15 (c'est-à-dire précisément entre l'unité de commande 21 et l'unité électronique de commande 11) comprennent notamment ici des données de configuration CONF de signaux électromagnétiques échangés entre les circuits de communication 12, 22 afin d'évaluer la distance d séparant les circuits de communication 12, 22 (comme décrit ci-après en référence aux étapes E14 et 16). Comme déjà indiqué, ces données de configuration CONF peuvent être transmises chiffrées.

On peut prévoir par exemple que ces données de configuration CONF soient transmises de l'unité électronique de commande 11 à l'unité de commande 21. En variante toutefois, certaines au moins des données de configuration CONF pourraient être transmises de l'unité de commande 21 à l'unité électronique de commande 11.

Les données de configuration CONF comprennent par exemple au moins

une des données suivantes :

- un descriptif (par exemple une valeur de fréquence) de chacun des canaux utilisables pour échanger les signaux électromagnétiques utilisés pour évaluer la distance  $d$  séparant les circuits de communication 12, 22 ;

5           - une cartographie de ces différents canaux (définissant par exemple quels canaux sont utilisés parmi l'ensemble des canaux utilisables) ;

- une liste définissant une séquence ordonnée desdits canaux ;

- un nombre de canaux à sauter ;

- une graine (ou "*seed*" selon l'appellation anglo-saxonne).

10           On peut prévoir par exemple que les données de configuration CONF soient échangées (comme cela vient d'être indiqué) au moins au cours du premier créneau temporel d'échange de données D (après établissement de la connexion), ce afin que le système embarqué 15 et l'identifiant 20 puissent mettre en œuvre les échanges de signaux électromagnétiques dès le premier passage aux étapes E14, E16 comme décrit ci-dessous. Certaines données de configuration CONF peuvent toutefois également être échangées au cours des créneaux temporels d'échange de données D ultérieurs, par exemple pour mise à jour de la configuration des signaux électromagnétiques échangés.

20           Dans l'exemple décrit ici, grâce à l'échange des données de configuration CONF, l'unité électronique de commande 11 du système embarqué 15 et l'unité de commande 21 de l'identifiant 20 peuvent chacune déterminer la même séquence ordonnée de canaux à utiliser.

25           Selon un premier exemple envisageable, cette séquence ordonnée est déterminée par une liste définissant cette séquence et comprise dans les données de configuration CONF comme déjà indiqué. On peut prévoir dans ce cas que la liste soit déterminée par tirage aléatoire par un partenaire de la communication (par exemple le circuit électronique de commande 11) et transmise à l'autre partenaire de la communication (ici le circuit de commande 21) au sein des données de configuration CONF.

30           Selon un second exemple envisageable, cette séquence ordonnée est déterminée par sauts successifs d'un nombre de canaux défini par les données de configuration CONF (à partir d'un canal initial qui peut éventuellement lui aussi être défini par les données de configuration CONF).

          Selon un troisième exemple envisageable, cette séquence ordonnée est

déterminée au moyen d'un générateur de nombres pseudo-aléatoires (ou PRNG pour "*pseudo random number generator*") utilisant par exemple un secret (partagé entre l'unité électronique de commande 11 et l'unité de commande 21, tel que la clé cryptographique K ou une autre clé cryptographique mémorisée à la fois au sein de l'unité électronique de commande 11 et l'unité de commande 21) et une graine comprise dans les données de configuration CONF comme déjà indiqué. Un tel générateur peut être par exemple un générateur à congruence linéaire, un générateur à congruence linéaire multiplicatif, un générateur de Tausworthe ou un générateur de Fibonacci.

10           Au terme des échanges de données D dans le créneau temporel prévu par le protocole de communication (ici le protocole BLE), c'est-à-dire à la fin de ce créneau temporel, l'unité électronique de commande 11 (ou, en variante, l'unité de commande 21) déclenche (entre le circuit de communication 12 et le circuit de communication 22) un échange d'au moins un signal électromagnétique R, 15 déterminé conformément à une partie au moins des données de configuration CONF susmentionnées, ici sur un canal de la liste ordonnée de canaux susmentionnée (étapes E14 et E16).

L'unité électronique de commande 11 commande ainsi par exemple l'émission de ce signal électromagnétique R par le circuit de communication 12 ; 20 l'unité de commande 21 peut alors obtenir une mesure (par exemple une mesure de phase  $\Phi_i$ ) caractéristique de ce signal électromagnétique R tel que détecté (c'est-à-dire reçu) par le circuit de communication 22. (En variante, ce pourrait être l'unité de commande 21 qui commande l'émission du signal électromagnétique R par le circuit de communication 22 et l'unité électronique de commande 11 qui 25 obtient une mesure caractéristique du signal électromagnétique R reçu par le circuit de communication 12.)

Selon une possibilité de réalisation, on peut prévoir au cours des étapes E14 et E16 l'échange de plusieurs signaux électromagnétiques R utilisés pour évaluer la distance d séparant les circuits de communications 12, 22 (ces signaux électromagnétiques ayant respectivement en pratique des fréquences différentes), 30 par exemple des signaux électromagnétiques transmis successivement sur plusieurs canaux successifs de la liste ordonnée de canaux susmentionnée.

Après cet échange de signaux électromagnétiques, l'unité électronique de commande 11 surveille (par exemple au moyen d'un compteur géré au sein de

l'unité électronique de commande 11) l'expiration de l'intervalle de temps I (par rapport au début du précédent créneau temporel d'échange de données D, représenté par l'étape E10 en figure 2). Ce temps d'attente est représenté par l'étape E18 en figure 2.

5           À expiration de l'intervalle de temps I, l'unité électronique de commande 11 ouvre un nouveau créneau d'échange de données D entre le circuit de communication 12 du système embarqué 15 et le circuit de communication 22 de l'identifiant 10. On remarque ici que le circuit de communication 22 est préparé pour ce nouveau créneau temporel d'échange du fait que l'unité de commande 21  
10 a reçu la valeur de l'intervalle de temps I (définie par les données CONN\_INT) avec la requête de connexion CONN\_REQ à l'étape E8 décrite ci-dessus. Le procédé boucle ainsi à l'étape E10 (pour l'unité électronique de commande 11) et à l'étape E12 (pour l'unité de commande 21) comme représenté en figure 2.

Au cours du procédé de la figure 2, les étapes E14, E16 d'échange d'au  
15 moins un signal électromagnétique R sont ainsi mises en œuvre de manière répétée (suite à chaque créneau temporel d'échange de données D) de sorte qu'une pluralité de signaux électromagnétiques R sont échangées (en pratique à des fréquences respectivement différentes) entre les circuits de communication 12, 22 et que des mesures caractéristiques de ces signaux électromagnétiques  
20 (par exemple des mesures de phase  $\Phi_i$ ) sont obtenues par l'unité électronique de commande 11 et/ou par l'unité de commande 21.

Dans l'exemple décrit ici, les signaux électromagnétiques R sont successivement échangés (au cours des différentes itérations des étapes E14, E16) sur les différents canaux de la liste ordonnée susmentionnée (selon l'ordre  
25 indiqué par cette liste ordonnée).

L'unité électronique de commande 11 (ou en variante l'unité de commande 21) peut ainsi évaluer la distance d séparant le circuit de communication 12 et le circuit de communication 22 sur la base des mesures caractéristiques obtenues.

30           On pourra se référer par exemple à la demande de brevet FR 3 044 100 précitée pour plus de précisions quant à cette évaluation.

Cette évaluation est par exemple basée sur le fait que, pour une distance d donnée entre les circuits de communications 12, 22, les phases  $\Phi_1$ ,  $\Phi_2$  respectivement mesurées en réception pour deux signaux électromagnétiques de

fréquences respectives  $f_1$ ,  $f_2$  (lesquelles correspondent à deux canaux distincts) sont liées par la relation :

$$d = c.(\Phi_2 - \Phi_1)/[2\pi.(f_2 - f_1)],$$

où  $c$  est la célérité des ondes électromagnétiques.

- 5           Ainsi, sur la base d'une pluralité de couples fréquence  $f_i$  – phase mesurée  $\Phi_i$ , il est possible d'évaluer la distance séparant les circuits de communication 12, 22 en déterminant la pente d'une droite de régression associée aux points définis respectivement par ces couples fréquence  $f_i$  – phase mesurée  $\Phi_i$ .

## REVENDEICATIONS

1. Système embarqué (15) comprenant une unité électronique (11) et un premier circuit de communication sans fil (12), caractérisé en ce que l'unité  
5 électronique (11) est conçue pour mettre en œuvre un protocole de communication selon lequel le premier circuit de communication sans fil (12) effectue des échanges de données (D) avec un second circuit de communication sans fil (22) pendant des créneaux temporels séparés par un intervalle de temps prédéterminé, et pour déclencher, après chacun d'une pluralité desdits échanges  
10 de données (D), un échange, entre le premier circuit de communication sans fil (12) et le second circuit de communication sans fil (22), d'au moins un signal électromagnétique (R) utilisé pour évaluer la distance (d) séparant le premier circuit de communication sans fil (12) et le second circuit de communication sans fil (22).

15

2. Système embarqué selon la revendication 1, dans lequel l'échange du signal électromagnétique (R) est déclenché au terme de l'échange de données (D) concerné.

20 3. Système embarqué selon la revendication 1 ou 2, dans lequel l'unité électronique (11) est conçue pour commander le premier circuit de communication sans fil (12) de manière à ce que le premier circuit de communication sans fil (12) échange une pluralité de signaux électromagnétiques (R) à des fréquences différentes avec le second circuit de communication sans fil (22), et pour évaluer  
25 ladite distance (d) sur la base de mesures relatives auxdits signaux électromagnétiques (R).

30

4. Système embarqué selon la revendication 3, dans laquelle lesdites mesures sont des mesures de phase du signal électromagnétique (R) concerné.

5. Système embarqué selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel lesdites données (D) comprennent des données de configuration (CONF) desdits signaux électromagnétiques (R).

6. Système embarqué selon la revendication 5, dans lequel l'unité électronique (11) est conçue pour déterminer une liste ordonnée de canaux en fonction des données de configuration (CONF) et pour commander au premier circuit de communication sans fil (12) l'échange de signaux électromagnétiques (R) successivement dans chacun des canaux de la liste ordonnée de canaux.

7. Système embarqué selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel lesdites données (D) sont chiffrées.

8. Identifiant (20) comprenant une unité de commande (21) et un circuit de communication sans fil (22), caractérisé en ce que l'unité de commande (21) est conçue pour mettre en œuvre un protocole de communication selon lequel le circuit de communication sans fil (22) effectue des échanges de données (D) avec un autre circuit de communication sans fil (12) pendant des créneaux temporels séparés par un intervalle de temps prédéterminé, et pour déclencher, après chacun d'une pluralité desdits échanges de données (D), un échange, entre le circuit de communication sans fil (22) et l'autre circuit de communication sans fil (12), d'au moins un signal électromagnétique (R) utilisé pour évaluer la distance (d) séparant le circuit de communication sans fil (22) et l'autre circuit de communication sans fil (12).

9. Identifiant selon la revendication 8, dans lequel l'unité de commande (21) est conçue pour commander le circuit de communication sans fil (22) de manière à ce que le circuit de communication sans fil (22) échange une pluralité de signaux électromagnétiques (R) à des fréquences différentes avec l'autre circuit de communication sans fil (12), et pour évaluer ladite distance (d) sur la base de mesures relatives auxdits signaux électromagnétiques (R).

10. Identifiant selon la revendication 8 ou 9, dans lequel lesdites données (D) comprennent des données de configuration (CONF) desdits signaux électromagnétiques (R).

11. Identifiant selon l'une des revendications 8 à 10, dans lequel lesdites données (D) sont chiffrées.

12. Procédé d'évaluation d'une distance (d) séparant un premier circuit de communication sans fil (12) équipant un système embarqué (15) et un second circuit de communication sans fil (22) équipant un identifiant (20), caractérisé en ce que, des échanges de données (D) entre le premier circuit de communication sans fil (12) et le second circuit de communication sans fil (22) étant mis en œuvre (E10, E12) pendant des créneaux temporels séparés par un intervalle de temps prédéterminé conformément à un protocole de communication, le procédé d'évaluation comprend, après chacun d'une pluralité desdits échanges de données (D), une étape (E14 ; E16) de déclenchement d'un échange, entre le premier circuit de communication sans fil (12) et le second circuit de communication sans fil (22), d'au moins un signal électromagnétique (R) utilisé pour évaluer ladite distance (d).

13. Procédé selon la revendication 12, dans lequel le premier circuit de communication sans fil (12) échange une pluralité de signaux électromagnétiques (R) à des fréquences différentes avec le second circuit de communication sans fil (22), le procédé comprenant une étape d'évaluation de ladite distance (d) sur la base de mesures relatives auxdits signaux électromagnétiques (R).

14. Procédé selon la revendication 12 ou 13, dans lequel lesdites données (D) comprennent des données de configuration (CONF) desdits signaux électromagnétiques (R).

15. Procédé selon l'une des revendications 12 à 14, dans lequel lesdites données (D) sont échangées chiffrées.

Fig.1

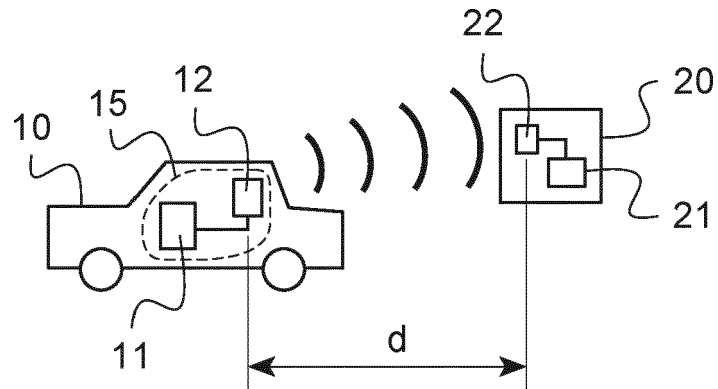
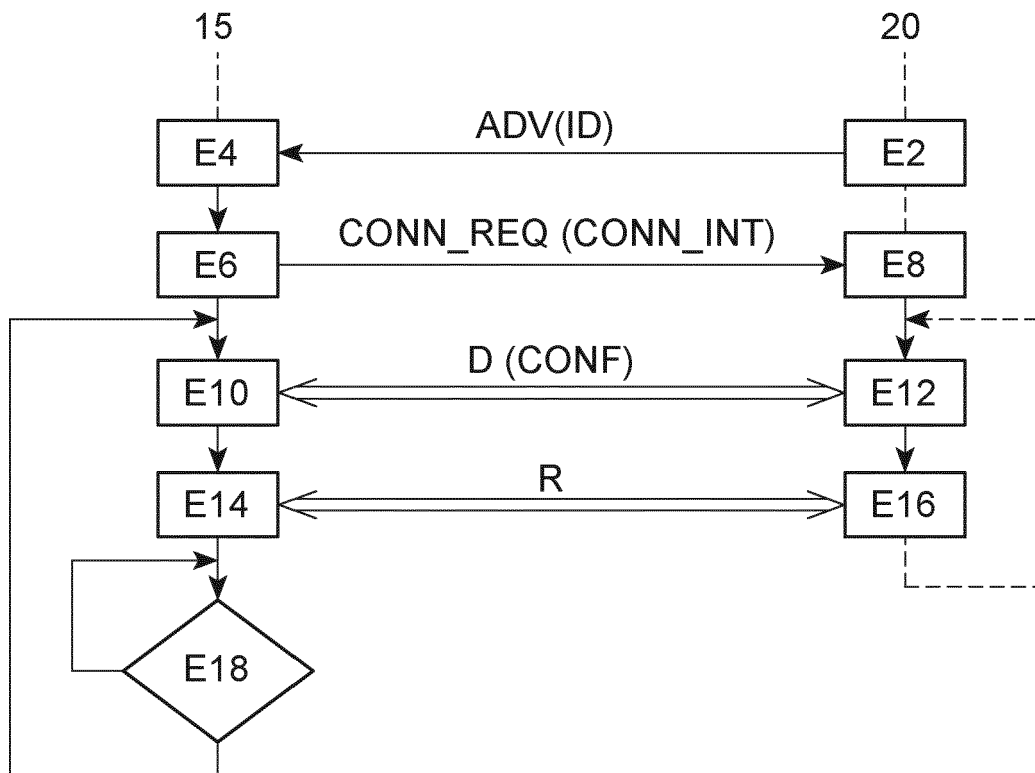


Fig.2



## RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement  
national

FA 854179  
FR 1854297

| DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                             | Revendication(s)<br>concernée(s)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Classement attribué<br>à l'invention par l'INPI |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Catégorie                                                                                                                                                                                                                              | Citation du document avec indication, en cas de besoin,<br>des parties pertinentes                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                 |
| Y                                                                                                                                                                                                                                      | FR 3 044 100 A1 (VALEO COMFORT & DRIVING<br>ASSISTANCE [FR]) 26 mai 2017 (2017-05-26)<br>* figures 1,2 *<br>* page 5, ligne 24 - page 6, ligne 5 *<br>----- | 1-12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | H04B1/3822<br>G01S11/04<br>H04L29/08            |
| Y                                                                                                                                                                                                                                      | FR 3 038 186 A1 (VALEO COMFORT & DRIVING<br>ASSISTANCE) 30 décembre 2016 (2016-12-30)<br>* figures 1, 3,4 *<br>-----                                        | 1-4,7-9,<br>11,12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                 |
| Y                                                                                                                                                                                                                                      | FR 3 050 594 A1 (VALEO COMFORT & DRIVING<br>ASSISTANCE) 27 octobre 2017 (2017-10-27)<br>* page 7, ligne 19 - ligne 28 *<br>-----                            | 5-7,10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | DOMAINES TECHNIQUES<br>RECHERCHÉS (IPC)         |
|                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | G01S<br>H04B                                    |
| Date d'achèvement de la recherche                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                             | Examineur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                 |
| 9 janvier 2019                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                             | Avilés Martínez, L                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                 |
| CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                             | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure<br>à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date<br>de dépôt ou qu'à une date postérieure.<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>.....<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                                 |
| X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un<br>autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                 |

# **ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE** **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1854297 FA 854179**

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 **09-01-2019**  
 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<br>au rapport de recherche |    | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) |               | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|----|------------------------|-----------------------------------------|---------------|------------------------|
| FR 3044100                                      | A1 | 26-05-2017             | CN                                      | 109073737 A   | 21-12-2018             |
|                                                 |    |                        | EP                                      | 3365697 A1    | 29-08-2018             |
|                                                 |    |                        | FR                                      | 3044100 A1    | 26-05-2017             |
|                                                 |    |                        | US                                      | 2019005753 A1 | 03-01-2019             |
|                                                 |    |                        | WO                                      | 2017067892 A1 | 27-04-2017             |
| -----                                           |    |                        |                                         |               |                        |
| FR 3038186                                      | A1 | 30-12-2016             | EP                                      | 3314584 A1    | 02-05-2018             |
|                                                 |    |                        | FR                                      | 3038186 A1    | 30-12-2016             |
|                                                 |    |                        | WO                                      | 2016207387 A1 | 29-12-2016             |
| -----                                           |    |                        |                                         |               |                        |
| FR 3050594                                      | A1 | 27-10-2017             | FR                                      | 3050594 A1    | 27-10-2017             |
|                                                 |    |                        | WO                                      | 2017182597 A1 | 26-10-2017             |
| -----                                           |    |                        |                                         |               |                        |