

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

①1 N° de publication : **3 084 310**

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

②1 N° d'enregistrement national : **18 56998**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : **B 60 R 16/023 (2018.01), H 04 B 1/382**

⑫

## BREVET D'INVENTION

B1

⑤4 OPTIMISATION DES COMMUNICATIONS SANS FIL D'UN SYSTEME DE SURVEILLANCE DE PRESSION DES PNEUMATIQUES POUR VEHICULE AUTOMOBILE.

②2 Date de dépôt : 27.07.18.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 31.01.20 Bulletin 20/05.

④5 Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention : 26.06.20 Bulletin 20/26.

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) : CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE Société par actions simplifiée —FR et CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH — DE.

⑦2 Inventeur(s) : HUARD JEAN-CHARLES, GUINART NICOLAS et BOISSET JEAN-PHILIPPE.

⑦3 Titulaire(s) : CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE Société par actions simplifiée, CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH.

⑦4 Mandataire(s) : CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE Société par actions simplifiée.

FR 3 084 310 - B1



La présente invention se rapporte de manière générale aux systèmes de surveillance de pression des pneumatiques d'un véhicule automobile.

Elle concerne plus particulièrement un procédé d'optimisation de la consommation d'énergie associée à des communications sans fil entre les différentes  
5 unités qui composent un tel système d'une part, et un équipement intelligent d'un utilisateur du véhicule équipé de ce système, d'autre part.

Dans une démarche d'amélioration de la sécurité, un nombre croissant de véhicules automobiles sont aujourd'hui équipés de systèmes de surveillance de la pression des pneumatiques. Ces systèmes, aussi appelés TPMS (de l'anglais « *Tire  
10 Pressure Monitoring Systems* ») permettent, par l'intermédiaire de capteurs installés au niveau des roues du véhicule, de connaître à chaque instant des paramètres utiles tels que par exemple la pression de gonflage ou la température des pneumatiques. Le cas échéant, le conducteur du véhicule peut ainsi être alerté de toute situation, liée à l'état des pneus, qui est susceptible d'affecter les conditions de conduite du véhicule  
15 voire de constituer un danger pour lui et ses éventuels passagers. Par ailleurs, les informations recueillies par ces capteurs peuvent aussi être exploitées par d'autres systèmes électroniques embarqués dans le véhicule pour la réalisation de leur fonction spécifique.

Les TPMS sont classiquement composés de deux parties. D'une part, ils  
20 comprennent des modules électroniques qui sont montés, respectivement, dans chacune des roues du véhicule. Ces modules intègrent, au moins, un circuit électronique, un récepteur d'ondes radio à basse fréquence (pour la réception de signaux dont la fréquence est autour de 125 kHz), un émetteur d'ondes radio à haute fréquence (pour l'émission de signaux dont la fréquence est autour de 315 MHz ou  
25 autour de 434 MHz), ainsi qu'une batterie pour assurer leur alimentation en énergie électrique. Ces modules, aussi appelés « unités de roue » dans la suite (ou WU, de l'anglais « *Wheel Unit* »), ont pour fonction de mesurer, par l'intermédiaire de capteurs intégrés à leur circuit électronique, les divers paramètres de fonctionnement de la roue comme indiqué plus haut. D'autre part, les TPMS comprennent une unité centrale,  
30 intégrant au moins un récepteur d'ondes radio à haute fréquence recevant les signaux émis par les unités de roue (aussi appelé signaux radiofréquence ou RF). L'unité centrale est adaptée pour distinguer, analyser et exploiter les informations qu'elle reçoit de cette manière en provenance de chaque unité de roue.

Suivant les modèles, les unités de roue peuvent être agencées à l'intérieur d'un pneu en étant fixées au niveau de la valve du pneu ou sur la face interne de sa bande de roulement. Dans tous les cas, elles y mesurent régulièrement au moins la pression et la température du pneu. Elles transmettent périodiquement (typiquement  
5 environ toutes les 16 secondes) des informations correspondantes à l'unité centrale, accompagnées d'un identifiant unique de roue permettant à l'unité centrale de distinguer la roue particulière dont proviennent les signaux qu'elle reçoit. L'aspect périodique de ces transmissions et leur fréquence sont directement liés aux contraintes de consommation d'énergie auxquelles doivent se plier les batteries  
10 intégrées aux unités de roues. En effet, ces batteries, qui doivent générer un encombrement et un coût limités, doivent aussi permettre d'atteindre, notamment pour répondre aux attentes des clients/utilisateurs, des durées de vie de l'unité de roue (c'est-à-dire des durées d'utilisation sans avoir à effectuer aucun remplacement) de l'ordre de 10 ans.

15 Comme décrit plus haut, jusqu'à aujourd'hui, les communications entre les unités de roue et l'unité centrale d'un TPMS se font donc essentiellement par l'intermédiaire de signaux radiofréquences à des fréquences déterminées, de l'ordre de quelques centaines de mégahertz (MHz).

Par ailleurs, la présence d'un récepteur d'ondes radio à basse fréquence  
20 de l'ordre de quelques centaines de kilohertz (on parle aussi de signal LF, de l'anglais « *Low Frequency* ») sur chaque unité de roue est dédiée à des opérations de diagnostic ou de configuration/apprentissage de l'unité de roue concernée. En effet, un outil externe peut être utilisé en atelier d'entretien/réparation, pour configurer les fonctionnalités ou diagnostiquer les défaillances d'une unité de roue, en lui envoyant  
25 des commandes à cet effet grâce à un signal LF.

Les bandes de fréquences des signaux présentés dans ce qui précède, qui sont actuellement utilisés par les unités de roue des TPMS, offrent des moyens d'échange de données sans fil qui sont fiables, sécurisés et relativement économes en énergie. Toutefois, les évolutions technologiques récentes mettent en avant l'intérêt de  
30 la potentielle utilisation pour la communication avec les unités de roue de signaux sur d'autres bandes de fréquences, plus élevées, pour offrir d'autres « expériences » à l'utilisateur. En particulier, la démocratisation des équipements d'utilisateurs portables et communicants, dits équipements intelligents (ou « *smart device* » en anglais) tels que par exemple les téléphones intelligents, tablettes ou montres connectées, qui  
35 utilisent des ondes radio à ultra haute fréquence (UHF) c'est-à-dire à des fréquences dépassant le gigahertz (WiFi, Bluetooth®, 4G, ...), ouvre la voie vers des fonctionnalités avancées très prometteuses. Ceci permet d'envisager d'offrir, grâce au

TPMS, une plus grande capacité d'interaction avec l'utilisateur, en s'appuyant notamment sur les communications bidirectionnelles qui peuvent être établies entre lesdits équipements intelligents et tout ou partie des unités de roue d'un TPMS.

5 L'utilisateur d'un véhicule pourrait ainsi, par exemple, connaître simplement le niveau de pression de chaque pneu en temps réel, c'est-à-dire même lorsqu'il n'est pas à bord de son véhicule, et être alerté du dégonflage critique d'un pneu bien avant le moment où il accède à son véhicule pour l'utiliser. On éviterait ainsi à l'utilisateur le désagrément de la découverte qu'un pneu est crevé au moment où il souhaite utiliser son véhicule pour se déplacer. Il pourrait donc anticiper la réparation  
10 nécessaire, et/ou prendre d'autres dispositions pour pouvoir se déplacer et ne pas manquer un rendez-vous, par exemple.

Par ailleurs, l'utilisateur pourrait aussi accéder à sa voiture sans clé (on parle d'accès « main libre ») directement par l'intermédiaire de son téléphone intelligent qui communiquerait avec le véhicule à cet effet, en utilisant les moyens de  
15 communication du TPMS. En particulier, une telle fonctionnalité s'appuierait sur l'authentification et la localisation du téléphone intelligent d'un utilisateur via ses échanges avec les unités de roue du TPMS.

Enfin, l'utilisation d'ondes radio UHF à des fréquences qui permettent la communication entre un équipement intelligent et les unités d'un TPMS, permettrait,  
20 pour les fonctionnalités préexistantes, d'éviter le recours à une interface spécifique du véhicule (visuelle ou sonore) afin de communiquer des informations utiles à l'utilisateur sur son téléphone intelligent. Par ailleurs, elle permettrait aussi la réalisation de fonctionnalités nouvelles basées sur l'interactivité directe entre cet équipement intelligent de l'utilisateur et le véhicule.

25 En résumé, l'utilisation d'ondes radio UHF à des fréquences de l'ordre du gigahertz pour échanger des données sans fil avec les unités de roues d'un TPMS, conduirait ainsi à une « expérience utilisateur » améliorée. Enfin, le type de signal utilisé pour établir une telle communication sans fil pourrait être choisi à la fois pour offrir des garanties de sécurité suffisamment fortes (au regard de normes légales) et  
30 pour offrir une portée adaptée aux échanges de données concernés.

La demande de brevet US 2017/0263062 A1 propose d'utiliser une communication, s'appuyant sur des ondes radio UHF à la fréquence de 2,4 GHz, en l'occurrence un signal Bluetooth®, entre un téléphone intelligent et un émetteur/récepteur embarqué dans un véhicule automobile pour permettre un accès  
35 « main libre » et un démarrage sans clé du véhicule. Cependant, l'émetteur/récepteur est une entité dédiée, donc génératrice d'un coût supplémentaire. Etant distincte des

unités d'un TPMS, elle est inapte à récupérer directement et à communiquer à l'utilisateur, des informations, en provenance des roues, sur l'état des pneumatiques.

Une autre approche qui pourrait être envisagée consisterait à utiliser des émetteurs/récepteurs de signaux UHF à une fréquence supérieure au gigahertz, directement implantés dans les unités d'un TPMS. Cette approche a, par exemple, déjà pu être envisagée avec l'utilisation d'un signal Bluetooth® à basse consommation à 2.4 GHz, dit aussi signal BLE (de l'anglais « *Bluetooth® Low Energy* »). Cela permet tout d'abord de transmettre directement à l'utilisateur, sur son équipement intelligent, des informations pertinentes sur l'état des pneumatiques qui proviennent des mesures des capteurs de l'unité de roue. Elle permet aussi, en utilisant la capacité des unités de roue à détecter de tels signaux dans leur environnement, de localiser précisément un utilisateur et, le cas échéant, de connaître son déplacement dans cet environnement (autrement dit dans l'environnement immédiat, autour du véhicule lui-même). Une telle localisation s'avère utile pour réaliser une fonction d'accès « main libre » au véhicule qui soit réactive et efficace, par exemple en permettant de détecter le côté par lequel l'utilisateur s'approche du véhicule et pour réaliser des actions en conséquence. Enfin, l'intégration d'émetteurs/récepteurs UHF pour de tels signaux dans les unités de roue et/ou dans l'unité centrale d'un TPMS s'inscrit dans un objectif global d'évolution vers des systèmes futurs fonctionnellement plus riches. Des signaux radio UHF peuvent en effet être utilisés aussi bien pour les communications inter-unités au sein du TPMS que pour réaliser leur configuration, leur diagnostic ou pour d'autres fonctionnalités à venir, qui sont/seront spécifiques à la fonction des TPMS.

Cette approche comporte toutefois, en l'état, une limite importante à son implémentation effective : il s'agit de la consommation énergétique élevée potentiellement inhérente à ce type de communication. En effet, quel que soit le type de signal utilisé à ses fréquences, les échanges de données qu'ils opèrent imposent des temps de réaction très courts sur des événements asynchrones. Autrement dit, la communication s'appuie nécessairement sur des échanges très fréquents et donc coûteux en énergie. Or, comme il a déjà été évoqué en introduction, les impératifs de consommation d'énergie restreinte liés aux objectifs imposés de durée de vie des unités de roue proscrivent, de fait, à ce jour, ce type de réalisation.

Cet inconvénient serait moindre avec l'utilisation de signaux BLE dont la fréquence des échanges peut être mieux contrôlée (et ainsi ne pas être toujours élevée) de manière à limiter la consommation en énergie électrique. De plus, leur portée limitée réduirait les risques d'interférences avec des signaux issus d'autres véhicules et limiterait aussi les risques de sécurité liés notamment à l'interception éventuelle de signaux par un tiers malveillant. Enfin, l'établissement de

communications entre l'équipement intelligent de l'utilisateur et le TPMS par l'intermédiaire d'un signal BLE, pourrait être rapide, automatique et performant. Toutefois, même pour ce type de protocole « à basse consommation », la consommation d'énergie reste beaucoup trop élevée pour permettre leur utilisation par les unités de roue sans réduire considérablement leur autonomie. Typiquement, sur la base de l'utilisation de tels signaux pour des communications bidirectionnelles classiques avec l'équipement intelligent d'un utilisateur, l'autonomie des unités de roue serait vraisemblablement inférieure à 6 mois, au lieu de 10 ans pour les réalisations existantes.

10 L'invention vise à supprimer, ou du moins atténuer, tout ou partie des inconvénients de l'art antérieur précités.

A cet effet, un premier aspect de l'invention propose un procédé d'ajustement du temps de réaction de communications sans fil entre un système de surveillance de pression des pneumatiques d'un véhicule automobile et un équipement intelligent d'un utilisateur dudit véhicule automobile, ledit système de surveillance de pression des pneumatiques comprenant une pluralité d'unités dont une unité centrale et une pluralité d'unités de roue, lesdites communications ayant lieu entre lesdites unités dudit système de surveillance de pression des pneumatiques et ledit équipement intelligent par des signaux à ultra haute fréquence alternant, à une période donnée, des phases permettant l'activation de communications bidirectionnelles avec des phases de veille, ledit procédé comprenant :

- lorsque l'équipement intelligent est situé dans une première zone de l'environnement du véhicule et se rapproche du véhicule, alors l'unité centrale commande la période des communications sans fil entre les unités de roue du système de surveillance de pression des pneumatiques et l'équipement intelligent à une première valeur donnée ;
- lorsque l'équipement intelligent est situé dans une seconde zone de l'environnement du véhicule plus proche du véhicule que la première zone, alors l'unité centrale établit une connexion impliquant des communications sans fil bidirectionnelles continues entre ladite unité centrale et l'équipement intelligent et :
  - si l'équipement intelligent est en mouvement dans la seconde zone, alors l'unité centrale commande la période des communications sans fil entre les unités de roue du système de surveillance de pression des pneumatiques et l'équipement intelligent à une seconde valeur donnée supérieure à la première valeur donnée ; ou,

- si l'équipement intelligent est à l'arrêt dans la seconde zone pendant une durée supérieure à un seuil déterminé, alors l'unité centrale commande le basculement des unités de roue du système de surveillance de pression des pneumatiques dans une phase de veille uniquement.

5

Des modes de réalisation pris isolément ou en combinaison, prévoient en outre que :

- la première zone est une zone couverte par un réseau utilisant des ondes radio à ultra haute fréquence, UHF, avec une fréquence supérieure à 1 GHz, ledit réseau étant, par exemple, un réseau Wifi ou 4G ;
- 10
- la seconde zone est une zone couverte par la portée d'ondes radio à ultra haute fréquence, UHF, ayant une fréquence supérieure à 1 GHz, émises depuis les unités du système, ladite portée correspondant, par exemple, à la portée d'un signal Bluetooth® ou Bluetooth® faible consommation, BLE,
- 15
- lorsque l'équipement intelligent est situé dans une première zone de l'environnement du véhicule, le procédé comprend en outre la collecte et la mise à jour par l'unité centrale d'informations relatives aux pneumatiques en provenance des unités de roue et la transmission de ces informations pour l'équipement intelligent ;
- 20
- lorsque l'équipement intelligent est situé dans la première zone de l'environnement du véhicule, l'unité centrale utilise en outre des informations concernant des habitudes de l'utilisateur du véhicule associé à l'équipement intelligent, stockées dans une mémoire d'une unité du système de surveillance de pression des pneumatiques, pour déclencher la commande de la période des communications sans fil entre les unités de roue du système de surveillance de pression des pneumatiques et l'équipement intelligent à une première valeur donnée ;
- 25
- la première valeur de période des communications sans fil est comprise entre 1 et 5 secondes ;
- 30
- la seconde valeur de période des communications sans fil est comprise entre 20 et 200 millisecondes ;
- la position et le mouvement de l'équipement intelligent, dans les première et
- 35
- seconde zones sont déterminés par les unités du système de surveillance de pression des pneumatiques, par exemple, à l'aide de ses coordonnées GPS

déterminée par un équipement intégré à l'équipement intelligent, par la mesure de la puissance du signal reçu par l'unité centrale ou en utilisant au moins un accéléromètre intégré à l'équipement intelligent ;

- 5
- les informations relatives à la distance entre le véhicule et l'équipement intelligent et/ou au mouvement de l'équipement intelligent sont déterminées par l'unité centrale et sont récupérées par un nuage informatique qui commande l'unité centrale sur la base desdites informations ;
  - l'équipement intelligent est compris dans l'ensemble comprenant un
- 10

Dans un second aspect, l'invention a également pour objet une unité centrale d'un système de surveillance de pression des pneumatiques d'un véhicule automobile, ledit système de surveillance de pression des pneumatiques comprenant une pluralité d'unités dont ladite unité centrale et une pluralité d'unités de roue, lesdites communications ayant lieu entre lesdites unités dudit système de surveillance

15

de pression des pneumatiques et ledit équipement intelligent par des signaux à ultra haute fréquence alternant, à une période donnée, des phases d'émission avec des phases de veille, ladite unité centrale comprenant des moyens pour mettre en œuvre toutes les étapes selon l'un quelconque des modes de réalisation du premier aspect de l'invention.

20

Dans un troisième aspect, l'invention a également pour objet un système d'aide à la conduite automobile comprenant une unité centrale d'un système de surveillance des pneumatiques d'un véhicule automobile conforme à l'unité centrale selon le second aspect de l'invention, apte à mettre en œuvre toutes les étapes du procédé selon l'une quelconque des modes de réalisation du premier aspect de

25

l'invention.

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

- 30
- la **figure 1** est une représentation schématique d'un système de surveillance de pression des pneumatiques d'un véhicule automobile ;
  - la **figure 2** est une représentation schématique d'un contexte de mise en œuvre du procédé selon l'invention ; et,
  - la **figure 3** est un diagramme d'étapes d'un mode de mise en œuvre du procédé selon l'invention.

35

Dans la description de modes de réalisation qui va suivre et dans les figures des dessins annexés, les mêmes éléments ou des éléments similaires portent les mêmes références numériques aux dessins.

La **figure 1** est une représentation schématique d'un système de surveillance de pression des pneumatiques (TPMS) dans lequel des modes de mise en œuvre du procédé peuvent être implémentés.

Le système de surveillance de pression des pneumatiques 101 comprend  
5 un ensemble d'unités de roue, par exemple quatre telles unités 103a-103d, respectivement montées sur les quatre roues 102a-102d d'un véhicule automobile 105. Comme cela a été décrit précédemment, ces unités de roue 103a-103d réalisent, régulièrement, la mesure de divers paramètres de fonctionnement de la roue correspondante, dont la pression de gonflage et la  
10 température à l'intérieur du pneumatique. Conformément à des modes de réalisation, elles transmettent les résultats de ces mesures, par un signal 106 porté par des ondes radio UHF (que l'on appellera aussi signal UHF dans la suite), à l'unité centrale 104. Il s'agit par exemple d'un signal Bluetooth® à basse consommation - BLE).

L'homme du métier appréciera que l'unité centrale 104 du TPMS 101 peut  
15 soit faire partie intégrante d'une unité électronique centralisée de calcul au sein du véhicule 105 (en anglais ECU pour « *Electronic Control Unit* » ou BCM pour « *Body Controller Module* ») soit être une entité électronique distincte. Par ailleurs, tous type de signal sans fil, dans une bande de fréquences ultra haute située au-delà du gigahertz, et permettant une communication bidirectionnelle, pourrait aussi être utilisés  
20 par les unités du TPMS pour communiquer.

Les unités de roue 103a-103d sont des modules électroniques autonomes, montés au niveau des roues, qui contiennent au moins : un circuit électronique, un émetteur/récepteur d'ondes radio UHF et une batterie. Le montage dans la roue de ces unités de roue ne diffère pas nécessairement de celui connu de l'état de l'art et  
25 peut donc être fait à l'intérieur de chaque pneu, par exemple au niveau de la valve du pneu ou sur la face interne de sa bande de roulement.

Par ailleurs, le circuit électronique ou circuit intégré (ou, en anglais ASIC pour « *Application Specific Integrated Circuit* ») qui équipe chaque unité de roue 103a-103d intègre en son sein, au moins un micro-processeur et des mémoires  
30 diverses. Ces mémoires, permanentes ou volatiles, stockent notamment le logiciel de fonctionnement de l'unité de roue 103a-103d et des données issues de mesures réalisées par des capteurs. Enfin, le circuit électronique intègre les différents capteurs dédiés à la réalisation des mesures effectuées par l'unité de roue 103a-103d. Il peut par exemple intégrer un accéléromètre, un capteur de pression, un capteur de  
35 température et d'autres dispositifs électroniques de mesure. C'est à partir de ces capteurs et autres dispositifs associés, qu'une unité de roue 103a-103d peut obtenir des données qui permettent de déterminer, directement ou indirectement, par

exemple, la vitesse du véhicule 105, l'accélération du véhicule 105, la température au niveau du pneu, la pression de gonflage du pneu, etc.

Les fonctions connues d'un tel TPMS que sont la mesure de la pression et de la température des pneumatiques peuvent donc être réalisées, classiquement.

5 Avantageusement, les informations déduites de ces mesures peuvent être transmises directement à l'équipement intelligent 203 d'un utilisateur du véhicule 105 par l'intermédiaire d'ondes radio UHF dont la fréquence dépasse le gigahertz. De plus, d'autres fonctions, telles que la localisation dans l'espace de l'équipement intelligent 203 de l'utilisateur (le conducteur potentiel) et son accès « main libre » au

10 véhicule 105 grâce audit équipement intelligent 203, peuvent aussi être réalisées grâce aux mesures effectuées par les unités du TPMS qui s'appuient sur l'utilisation du signal UHF.

Le procédé selon l'invention, dont des modes de mise en œuvre vont être décrits plus bas, permet de limiter la consommation d'énergie entraînée par l'utilisation

15 de ce type de signal par les unités de roue du TPMS.

La **figure 2** illustre schématiquement un exemple de contexte de mise en œuvre du procédé selon l'invention. Le véhicule 105 automobile est équipé d'un système TPMS, conforme au système de surveillance des pneumatiques 101 décrit en référence à la **figure 1**, dont trois unités, deux unités de roue 103a et 103b ainsi que

20 l'unité centrale 104, sont représentées et visibles sur la figure.

Sur la base des émetteurs/récepteurs qui équipent les unités de roue 103a-103d (tel qu'il a aussi déjà été décrit ci-dessus en référence à la **figure 1**) des communications directes, par des signaux UHF, peuvent donc être établies entre l'équipement intelligent 203 d'un utilisateur du véhicule 105 et ces unités de

25 roue 103a-103d. Comme il apparaîtra plus clairement de la suite de la description, le procédé a pour objet l'adaptation de la périodicité de ces communications.

Par les termes « une (des) communication(s) », on entend ici l'envoi par une unité de roue 103a-103d d'un message porté par un signal UHF, et la réception par ladite unité de roue 103a-103d, le cas échéant, d'un éventuel message émis en

30 réponse par l'équipement intelligent 203, également porté par un signal UHF.

Par « équipement intelligent », on entend ici tout équipement d'utilisateur portable et communiquant, disposant au moins de capacités de calcul, d'une interface utilisateur et de moyens de communication sans fil par signaux UHF. Il peut, par exemple, s'agir d'un téléphone intelligent, d'une tablette ou d'une montre connectée

35 pouvant établir une connexion WiFi, Bluetooth®, Bluetooth® faible consommation, ou 4G, par exemple. Ces exemples ne sont pas limitatifs.

Selon des modes de mise en œuvre, la modification de la périodicité de ces communications est notamment opérée sur la base de la localisation de l'équipement intelligent 203 dans l'environnement du véhicule 105. Sur la figure, l'équipement intelligent 203 n'est représenté que dans la seconde zone 201 qui correspond à la proximité immédiate du véhicule 105. Toutefois, suivant que l'équipement intelligent 203 est localisé dans la seconde zone 201 ou dans la première zone 202 qui correspond à l'environnement un peu plus éloigné du véhicule 105, la périodicité de ses échanges avec les unités de roue peut être modifiée. De plus, le déclenchement de ces modifications peut aussi tenir compte, le cas échéant, du déplacement ou de l'absence de déplacement de l'équipement intelligent 203 dans ou entre ces zones. L'invention n'est pas limitée par le nombre de zones prises en compte, qui peuvent être des couronnes concentriques autour du véhicule 105 comme les zones représentées à la **figure 2**, ou pas. Il peut s'agir par exemple des zones correspondantes aux quatre quadrants autour du véhicule 105, ou de zones avant et arrière, ou encore de zones latérales gauche et droite de chaque côté du véhicule 105.

Dans un mode de réalisation du procédé, la seconde zone 201 représente une zone couverte par la portée d'un signal UHF à courte portée, par exemple un signal BLE, à partir des émetteurs/récepteurs de l'ensemble des unités du TPMS. La première zone 202 représente, quant à elle, la zone de couverture d'un signal UHF, par exemple un signal WiFi, couvrant une zone spatiale largement plus grande que la seconde zone 201. En pratique, s'agissant par exemple de la couverture d'un réseau WiFi public, l'Homme du métier appréciera que la première zone 202 peut ne pas avoir de limite spatiale donnée puisque le réseau peut couvrir des dimensions considérées comme « infinies » par rapport aux déplacements potentiels de l'équipement intelligent 203 d'un utilisateur (n'étant limitée que par la couverture réseau de l'équipement intelligent 203).

De manière connue de l'Homme du métier, le type de signal UHF de courte portée utilisé (comme par exemple le signal BLE), dans le cadre de l'invention, à la fois par les moyens émetteurs/récepteurs de l'équipement intelligent 203 et par ceux des unités de roue 103a-103d pour communiquer, peut impliquer trois modes distincts de communication :

- le mode dit « émission » dans lequel des messages sont uniquement émis de manière unidirectionnelle par une entité émettrice par exemple une unité de roue 103a-103d, aucun message n'étant attendu en retour ;
- le mode dit « échange » dans lequel une entité concernée génère périodiquement :

- d'une part des phases courtes permettant l'activation d'une communication bidirectionnelle, incluant l'émission de signaux et l'écoute/scrutation qui peuvent se propager dans son environnement et lui être destinés.
  - 5 – d'autre part, des phases plus longues de veille durant lesquelles les moyens de communication sont désactivés afin de limiter la consommation énergétique.
- La réception par cette entité, pendant sa phase d'écoute/scrutation, d'un éventuel signal « de réponse » en provenance d'une autre entité présente dans son environnement (i.e., un signal envoyé par un équipement intelligent 203 connu en réponse au signal envoyé par l'unité de roue 103a-103d pendant la phase permettant l'activation), préfigure l'établissement d'une connexion ; et,
- le mode dit « connecté » dans lequel des échanges bidirectionnels de données s'opèrent continuellement et à haut débit entre les deux entités impliquées dans la connexion. La consommation énergétique est dans ce cas maximale.

L'objet du procédé selon des modes de mise en œuvre de la présente invention tel que décrits ci-après, est d'ajuster la période des échanges qui se produisent, via ce type de signal UHF, en particulier dans le mode « échange » (i.e. la période des phases permettant l'activation de la communication bidirectionnelle), entre les unités du TPMS d'un véhicule 105 et l'équipement intelligent 203 de son utilisateur (ou de l'un de ses utilisateurs), en fonction par exemple de sa position et de son déplacement éventuel dans l'environnement du véhicule 105. Ceci est fait dans le but de réduire la consommation d'énergie entraînée par l'utilisation de ce type de signal et, par conséquent, de permettre l'implémentation effective d'émetteurs/récepteurs utilisant ce type de signal UHF dans les unités de roue 103a-103d d'un TPMS.

Un mode de mise en œuvre du procédé selon l'invention va maintenant être décrit, en référence au diagramme d'étapes de la **figure 3**.

Comme il a déjà été dit plus haut, le procédé concerne, la modification de la période des phases permettant l'activation de la communication bidirectionnelle impliquant des échanges entre les unités du système et les équipements intelligents 203 connus du système (par exemple les équipements intelligents 203 appartenant aux utilisateurs habituels du véhicule 105), dans le mode de surveillance. Par exemple, pour des unités équipées d'émetteurs/récepteurs de signal BLE, la périodicité des phases d'émission de l'unité, dans le mode « échange », peut varier

entre 7,5 millisecondes (ms) au plus fréquent et 10,4 secondes (s) au moins fréquent. Ceci implique donc une variation significative de consommation d'énergie, ce qui est avantageux en particulier pour les unités de roue 103a-103d qui sont alimentées par des batteries autonomes avec une réserve d'énergie finie.

5                    Dans la situation initiale 301, l'équipement intelligent 203 de l'utilisateur communique avec les unités du TPMS à une période  $P_0$ . Par exemple, dans une configuration initiale où l'utilisateur est très éloigné du véhicule 105, cette période pourra être la période la plus grande réalisable pour le type de signal utilisé afin d'économiser l'énergie des unités de roue 103a-103d. Typiquement, une période  
10 de 10,4 secondes pour un signal BLE.

                    L'étape 302 consiste alors à déterminer si l'équipement intelligent 203 de l'utilisateur est situé dans la première zone 202 de la **figure 2** et s'il se rapproche du véhicule 105. Si tel n'est pas le cas, aucune action spécifique n'est engagée. En particulier la période des émissions sans fil depuis les unités de roue 103a-103d du  
15 système de surveillance de pression des pneumatiques 101 vers l'équipement intelligent 203 n'est pas modifiée.

                    En revanche, si l'utilisateur est entré dans la première zone 202 et se rapproche du véhicule 105 alors, à l'étape 303, l'unité centrale 104 commande une modification de la période des communications entre les unités du TPMS et avec  
20 l'équipement intelligent 203, à une valeur  $P_1$  déterminée. Par exemple, dans le cas où un utilisateur très éloigné du véhicule 105 a commencé à s'en approcher à l'intérieur de la première zone 202 sans pour autant forcément rentrer dans la seconde zone 201, la période des communications peut passer de sa valeur maximum  $P_0$  à sa valeur  $P_1$  qui, dans ce cas, sera inférieure à  $P_0$ . Un tel changement de période, par  
25 exemple une diminution de quelques secondes voire plus permet alors d'anticiper une éventuelle connexion et faire en sorte qu'elle soit établie plus rapidement, le cas échéant.

                    En outre, dans un mode de réalisation spécifique, lorsque le test de l'étape 302 est positif, l'unité centrale 104 peut mettre à jour les informations  
30 provenant des capteurs des unités de roue 103a-103d et les envoyer à l'équipement intelligent 203 de l'utilisateur, par exemple pour lui notifier le cas échéant qu'un pneu est dégonflé avant que l'utilisateur ne s'installe à bord du véhicule 105. Ces échanges avec l'équipement intelligent 203 sont réalisés à partir de l'unité centrale 104, ce qui épargne les batteries des unités de roue 103a-103d.

35                    L'Homme du métier appréciera que la distance entre l'équipement intelligent 203 et le véhicule 105 et/ou le mouvement de l'équipement intelligent 203 de l'utilisateur peuvent être déterminés par leurs coordonnées GPS instantanées

respectives (connues au moins de l'unité centrale 104 et de l'équipement intelligent 203) ou encore en utilisant un accéléromètre équipant l'équipement intelligent 203 (dès lors qu'il s'agit de détecter uniquement un mouvement). Ces données sont alors récupérées par l'unité centrale 104, par exemple, à travers des  
 5 échanges avec un « nuage informatique » (c'est-à-dire un ensemble de matériels, de raccordements réseau et de logiciels) du réseau couvrant la seconde zone 201 ou à travers des échanges via un signal sans fil 4G par exemple.

De plus, dans un mode de réalisation où un nuage informatique est impliqué dans les échanges entre l'unité centrale 104 et l'équipement intelligent 203,  
 10 le contrôle des différentes étapes du procédé peut être réalisé au niveau de ce nuage informatique. Dans ce cas, le nuage informatique peut commander la période des communications par l'intermédiaire de l'unité centrale 104 sur la base des informations récupérées de l'unité centrale 104 et de l'équipement intelligent 203.

Une variante à l'étape 302 consiste à considérer, à la place de la distance  
 15 séparant l'utilisateur et le véhicule 105, les habitudes horaires de l'utilisateur. Un apprentissage préalable peut ainsi permettre de connaître et de mémoriser, dans le TPMS, son heure de départ habituelle de son domicile ou de son lieu de travail, par exemple, et ainsi déclencher la modification de la périodicité des communications, automatiquement, sur la base de ces informations, afin d'augmenter la périodicité  
 20 uniquement pendant des plages horaires où il est plus probable que l'utilisateur voudra accéder au véhicule 105.

L'étape 304 consiste à déterminer si l'équipement intelligent 203 de l'utilisateur est situé ou non dans la seconde zone 201 de proximité immédiate du véhicule 105. Si tel n'est pas le cas, aucune action spécifique n'est engagée.

25 En revanche, si tel est le cas, à l'issue de l'étape 304, l'unité centrale 104 (et uniquement l'unité centrale 104) bascule, à l'étape 305, dans le mode connecté avec l'équipement intelligent 203 tout en commandant la périodicité des communications entre les unités de roue 103a-103d et l'équipement intelligent 203 différemment suivant les cas.

30 L'étape 306 permet alors de déterminer si l'équipement intelligent 203 est en mouvement autour du véhicule 105 ou non. Rappelons que la seconde zone 201 correspond par exemple à une zone couverte par le signal ultra haute fréquence émis/reçu depuis les unités du TPMS (typiquement un signal BLE) et que, dans ce type d'usage, la distance entre l'équipement intelligent 203 et les unités (donc le  
 35 mouvement de l'équipement intelligent 203) pourra notamment être déterminée à travers une mesure de niveau de puissance radio sur la base d'un indicateur de type RSSI (de l'anglais « *Received Signal Strength Indicator* »). Cette mesure de la

puissance du signal reçu est en effet représentative de la distance séparant deux entités émettrices et réceptrices (en faisant l'hypothèse d'une propagation en champ libre). La variation du RSSI au-delà d'un seuil déterminé (que ce soit dans le sens d'une augmentation ou dans le sens d'une diminution), est représentative d'un mouvement de l'utilisateur (respectivement un rapprochement ou un éloignement).

Si à l'étape 306 il est déterminé que l'équipement intelligent 203 est en mouvement dans la seconde zone 201 (à l'extérieur du véhicule 105) alors à l'étape 307 l'unité centrale 104 commande une modification de la période des communications sans fil entre les unités du système de surveillance de pression des pneumatiques 101 et avec l'équipement intelligent 203 à une valeur de période  $P_2$  beaucoup plus faible que la valeur  $P_1$  commandée à l'étape 302. L'établissement de la connexion avec l'équipement intelligent 203 étant considérée comme imminente, la valeur donnée à cette période peut être, par exemple, de quelques dizaines à quelques centaines de millisecondes seulement. Ainsi, l'unité de roue 103a-103d réagira plus vite à l'approche de l'utilisateur du véhicule 105.

Dans un mode de mise en œuvre, et afin d'éviter une surconsommation injustifiée, l'unité centrale 104 peut en revanche placer les unités de roue 103a-103d dans une phase de veille, à l'étape 308, dès lors que l'équipement intelligent 203 reste relativement à l'arrêt dans la seconde zone 201 (*i.e.*, aucun mouvement n'est détecté) pendant une certaine durée, sans entrer dans le véhicule 105. Ainsi, si l'utilisateur se trouve, par exemple, relativement immobile dans sa maison mais à proximité de son garage où est le véhicule, en étant dans la seconde zone 201 (qui correspond à portée du signal UHF utilisé par les unités du TPMS) mais sans se rendre dans son garage, la batterie des unités de roue 103a-103d ne sera pratiquement pas sollicitée. A partir d'une telle situation, dès qu'un mouvement de l'équipement intelligent 203 sera à nouveau détecté dans la zone concernée, l'unité centrale 104 pourra commander la sortie de la phase de veille des unités de roue 103a-103d avec une période de communications déterminée telle que décrite ci-avant.

Finalement le procédé permet donc, d'ajuster la périodicité des communications sans fil des unités 104, 103a-103d, et notamment des unités de roue 103a-103d du TPMS avec l'équipement intelligent 203 pour optimiser/minimiser la consommation d'énergie liée à ces communications tout en garantissant une bonne réactivité des échanges pour les différentes fonctionnalités offertes par les unités du TPMS. En effet, qu'il s'agisse de transmettre à l'utilisateur, par l'intermédiaire de son équipement intelligent 203, des informations sur les pneumatiques de son véhicule 105 ou de lui permettre un accès « main libre » à son véhicule 105, le

procédé permet donc de ne consommer que l'énergie réellement nécessaire à la bonne réactivité de cette fonctionnalité.

La présente invention a été décrite et illustrée dans la présente description détaillée et dans les figures des dessins annexés, dans des formes de réalisation  
5 possibles. La présente invention ne se limite pas, toutefois, aux formes de réalisation présentées. D'autres variantes et modes de réalisation peuvent être déduits et mis en œuvre par la personne du métier à la lecture de la présente description et des dessins annexés.

Dans les revendications, le terme "comprendre" ou "comporter" n'exclut  
10 pas d'autres éléments ou d'autres étapes. Un seul processeur ou plusieurs autres unités peuvent être utilisées pour mettre en œuvre l'invention. Les différentes caractéristiques présentées et/ou revendiquées peuvent être avantageusement combinées. Leur présence dans la description ou dans des revendications dépendantes différentes, n'excluent pas cette possibilité. Les signes de référence ne  
15 sauraient être compris comme limitant la portée de l'invention.

## REVENDEICATIONS

1. Procédé d'ajustement du temps de réaction de communications sans fil entre un système de surveillance de pression des pneumatiques (101) d'un véhicule (105) automobile et un équipement intelligent (203) d'un utilisateur dudit véhicule (105) automobile, ledit système de surveillance de pression des pneumatiques (101) comprenant une pluralité d'unités dont une l'unité centrale (104) et une pluralité d'unités de roue (103a-103d), lesdites communications ayant lieu entre lesdites unités dudit système de surveillance de pression des pneumatiques (101) et ledit équipement intelligent (203) par des signaux à ultra haute fréquence alternant, à une période donnée, des phases permettant l'activation de communications bidirectionnelles avec des phases de veille, ledit procédé comprenant :
- lorsque l'équipement intelligent (203) est situé dans une première zone (202) de l'environnement du véhicule (105) et se rapproche du véhicule (105), alors l'unité centrale (104) commande la période des communications sans fil entre les unités (103a-103d, 104) du système de surveillance de pression des pneumatiques (101) et avec l'équipement intelligent (203) à une première valeur donnée ;
  - lorsque l'équipement intelligent (203) est situé dans une seconde zone (201) de l'environnement du véhicule (105) plus proche du véhicule (105) que la première zone (202), alors l'unité centrale (104) établit une connexion impliquant des communications sans fil bidirectionnelles entre ladite l'unité centrale (104) et l'équipement intelligent (203) et :
    - si l'équipement intelligent (203) est en mouvement dans la seconde zone (201), alors l'unité centrale (104) commande la période des communications sans fil entre les unités de roue (103a-103d) du système de surveillance de pression des pneumatiques (101) et l'équipement intelligent (203) à une seconde valeur donnée inférieure à la première valeur donnée ; ou
    - si l'équipement intelligent (203) est à l'arrêt dans la seconde zone (201) pendant une durée supérieure à un seuil déterminé, alors l'unité centrale (104) commande le basculement des unités de roue (103a-103d) du système de surveillance de pression des pneumatiques (101) dans une phase de veille uniquement.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la première zone (202) est une zone couverte par un réseau utilisant des ondes radio à ultra haute fréquence, UHF, avec une fréquence supérieure à 1 gigahertz, ledit réseau étant, par exemple, un réseau Wifi ou 4G.
- 5 3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, dans lequel la seconde zone est une zone couverte par la portée d'ondes radio à ultra haute fréquence, UHF, ayant une fréquence supérieure à 1 GHz depuis les unités du système de surveillance de pression des pneumatiques (101), ladite portée correspondant, par exemple, à la portée d'un signal Bluetooth® ou Bluetooth® faible  
10 consommation, BLE, depuis lesdites unités du système de surveillance de pression des pneumatiques (101).
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel, lorsque l'équipement intelligent (203) est situé dans une première zone (202) de l'environnement du véhicule (105), le procédé comprend en outre la collecte et la mise  
15 à jour par l'unité centrale (104) d'informations relatives aux pneumatiques en provenance des unités de roue (103a-103d) et la transmission de ces informations pour l'équipement intelligent (203).
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel lorsque l'équipement intelligent (203) est situé dans la première zone (202) de  
20 l'environnement du véhicule (105) l'unité centrale (104) utilise en outre des informations concernant des habitudes de l'utilisateur du véhicule (105) associé à l'équipement intelligent (203), stockées dans une mémoire d'une unité du système de surveillance de pression des pneumatiques (101), pour déclencher la commande de la  
25 de surveillance de pression des pneumatiques (101) et l'équipement intelligent (203) à une première valeur donnée.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel la première valeur de période des communications sans fil est comprise entre 1 et 5 secondes.
- 30 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel la seconde valeur de période des communications sans fil est comprise entre 20 et 200 millisecondes.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel la distance entre le véhicule (105) et l'équipement intelligent (203) et/ou le mouvement  
35 de l'équipement intelligent (203), dans les première (202) et seconde (201) zones sont

déterminés par l'unité centrale (104) du système de surveillance de pression des pneumatiques (101), par exemple, à l'aide des coordonnées GPS de l'unité centrale (104) et de l'équipement intelligent (203), par la mesure de la puissance du signal émis par l'équipement intelligent (203) et reçu par l'unité centrale (104) ou en utilisant au moins un accéléromètre intégré à l'équipement intelligent (203).

9. Procédé selon la revendication 8, dans lequel des informations relatives à la distance entre le véhicule (105) et l'équipement intelligent (203) et/ou au mouvement de l'équipement intelligent (203) sont déterminées par l'unité centrale (104) et sont récupérées par un nuage informatique qui commande l'unité centrale (104) sur la base desdites informations.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel l'équipement intelligent (203) est compris dans l'ensemble comprenant un téléphone intelligent, une tablette et une montre connectée.

11. Unité centrale (104) d'un système de surveillance de pression des pneumatiques (101) d'un véhicule (105) automobile, ledit système de surveillance de pression des pneumatiques (101) comprenant une pluralité d'unités dont ladite l'unité centrale (104) et une pluralité d'unités de roue (103a-103d), lesdites communications ayant lieu entre lesdites unités dudit système de surveillance de pression des pneumatiques (101) et ledit équipement intelligent (203) par des signaux à ultra haute fréquence alternant, à une période donnée, des phases d'émission avec des phases de veille, ladite l'unité centrale (104) comprenant des moyens pour mettre en œuvre toutes les étapes du procédé selon l'un quelconques des revendications 1 à 10.

12. Système d'aide à la conduite automobile comprenant une l'unité centrale (104) d'un système de surveillance des pneumatiques (101) d'un véhicule (105) automobile conforme à l'unité centrale (104) selon la revendication 11, apte à mettre en œuvre toutes les étapes du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10.

Fig. 1

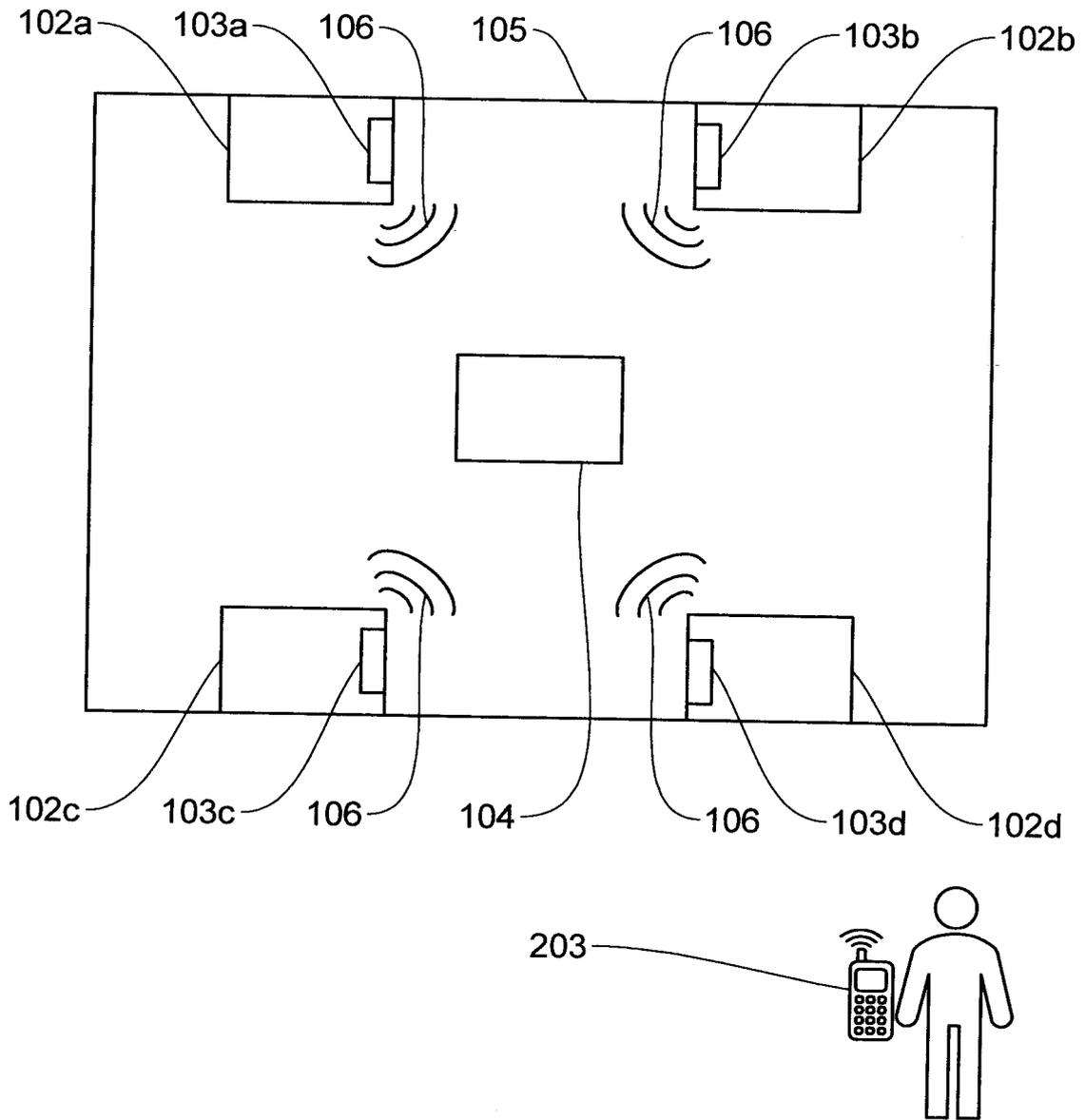


Fig. 2

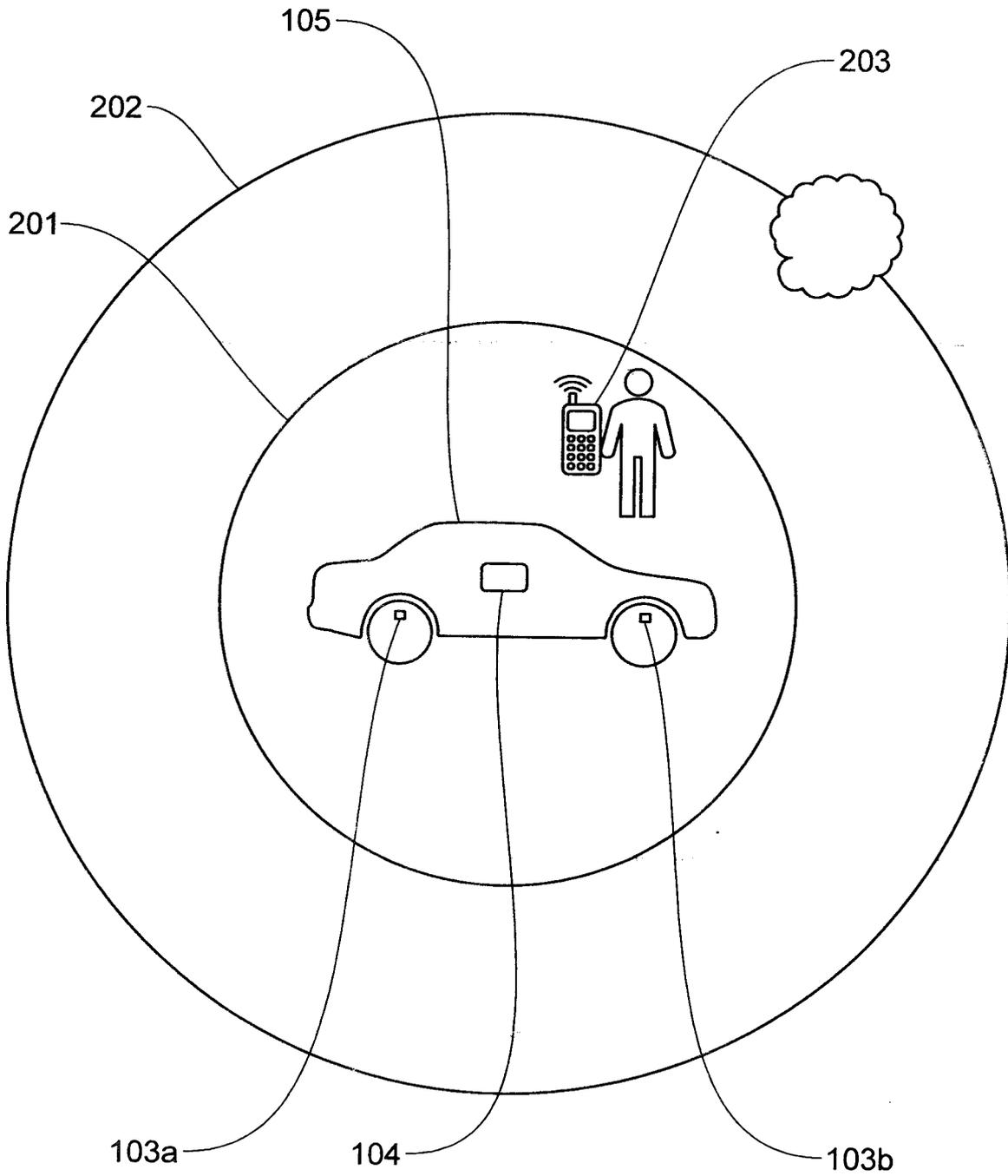
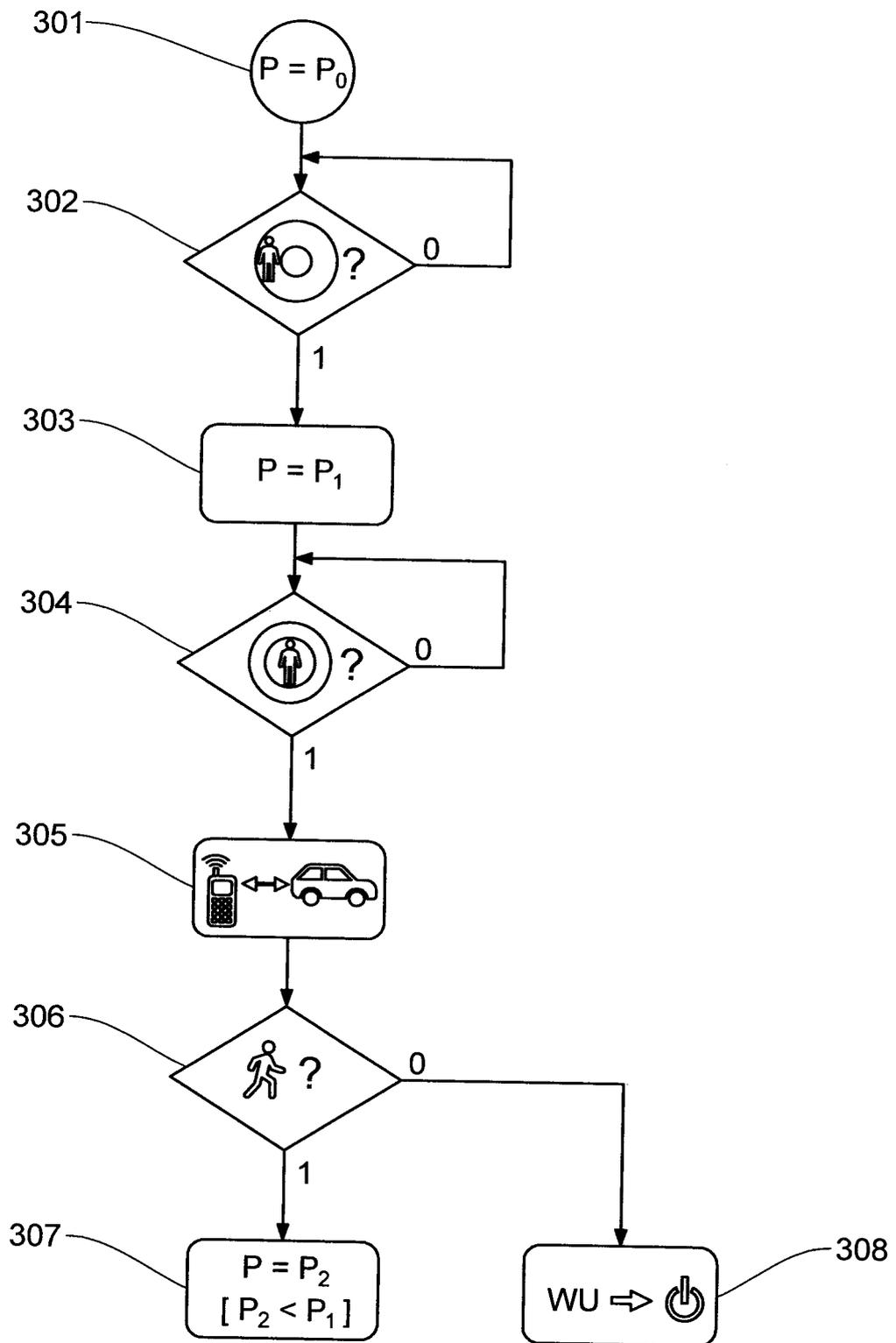


Fig. 3



# RAPPORT DE RECHERCHE

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

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

---

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

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

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

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

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

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

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

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

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

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

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

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

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

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

NEANT

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

DE 10 2015 105885 A1 (CUB ELECPARTS INC  
[TW]) 13 octobre 2016 (2016-10-13)

US 2010/207753 A1 (SUGIURA MASAHIRO [JP])  
19 août 2010 (2010-08-19)

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

NEANT