

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

11 N° de publication :

2 943 276

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

21 N° d'enregistrement national :

09 51758

51 Int Cl<sup>8</sup> : B 60 C 23/00 (2006.01)

12

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 19.03.09.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 24.09.10 Bulletin 10/38.

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 :

71 Demandeur(s) : SOCIETE DE TECHNOLOGIE  
MICHELIN Société anonyme — FR et MICHELIN  
RECHERCHE ET TECHNIQUE SA — CH.

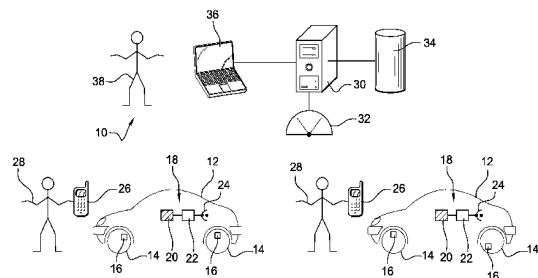
72 Inventeur(s) : PATURLE ANTOINE.

73 Titulaire(s) : SOCIETE DE TECHNOLOGIE MICHE-  
LIN Société anonyme, MICHELIN RECHERCHE ET  
TECHNIQUE SA.

74 Mandataire(s) : CABINET LHERMET LA BIGNE &  
REMY.

54 PROCÉDE DE SURVEILLANCE DE L'ÉTAT D'UN PNEUMATIQUE.

57 L'invention concerne un procédé de surveillance d'au  
moins un pneumatique (14) d'au moins un véhicule automo-  
bile (12), le pneumatique (14) étant muni d'un témoin (16)  
d'état sonore, le procédé comprenant les étapes suivantes:  
- détection par un capteur acoustique (20) embarqué sur  
le véhicule (12) d'un signal sonore produit par le témoin  
d'état (16) au cours du roulage du pneumatique (14) sur un  
sol,  
- émission, vers un serveur distant (30) non-embarqué  
sur le véhicule (12) automobile, d'informations relatives au  
signal sonore.



FR 2 943 276 - A1



L'invention concerne le domaine des pneumatiques de véhicules automobiles et la surveillance de leur état.

Par exemple, l'invention concerne la surveillance de l'état d'usure ou de pression d'un pneumatique.

5 Pour des raisons évidentes de sécurité, il est important que le pneumatique soit correctement gonflé, qu'il ne soit pas en surcharge et que son usure ne soit pas trop importante. En effet, une usure prononcée de la bande de roulement, une surcharge ou un sous-gonflage risquent de causer une crevaison, un éclatement, un hydroplanage sur route mouillée, une perte d'endurance, un échauffement ...

10 Pour faciliter le contrôle de l'état du pneumatique, il est couramment muni de témoins d'état.

Un exemple de témoin d'état pour contrôler l'usure consiste en une nervure ménagée au fond d'un sillon de la sculpture du pneumatique et dont la hauteur correspond à la profondeur minimale des sillons du pneumatique nécessaire à un  
15 fonctionnement correct et sûr du pneumatique. Ainsi, lorsque la bande de roulement du pneumatique est usée et que le sommet de la nervure affleure la surface externe de la bande de roulement, cela signifie que la profondeur minimale tolérée pour les sillons est atteinte, voire dépassée. Il est donc urgent de remplacer le pneumatique par sécurité.

Un inconvénient de ce type de témoin d'état est qu'il nécessite la vigilance du  
20 conducteur du véhicule automobile et un contrôle visuel régulier de l'état de ses pneumatiques. Or, de nombreux conducteurs omettent de réaliser de tels contrôles et changent leurs pneumatiques trop tardivement, lorsqu'au cours d'un contrôle technique du véhicule, un garagiste vérifie l'état d'usure des pneumatiques ou leur pression.

L'invention a notamment pour but de fournir un procédé de surveillance de l'état des  
25 pneumatiques d'un véhicule automobile qui ne nécessite pas une vigilance permanente du conducteur du véhicule.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de surveillance d'au moins un pneumatique d'au moins un véhicule automobile, le pneumatique étant muni d'un témoin d'état sonore, le procédé comprenant les étapes suivantes :

30 – détection par un capteur acoustique embarqué sur le véhicule d'un signal sonore produit par le témoin d'état au cours du roulage du pneumatique sur un sol,  
– émission, vers un serveur distant non-embarqué sur le véhicule automobile, d'informations relatives au signal sonore.

Un témoin d'état sonore est un élément du pneumatique qui provoque un bruit  
35 caractéristique lorsque le pneumatique est dans un état prédéterminé. Par exemple un témoin d'usure sonore comprend une cavité ménagée dans la bande de roulement qui

-2-

n'apparaît qu'au delà d'un seuil d'usure et dont le contact avec le sol provoque un signal sonore. Un témoin de pression sonore comprend par exemple une cavité ménagée dans le pneumatique au niveau de l'épaule, et qui n'entre en contact avec le sol que lorsque le pneumatique est sous-gonflé et donc déformé. Ce même témoin peut également  
5 permettre de détecter une surcharge du pneumatique, même si celui-ci est correctement gonflé. En d'autres termes, le témoin de pression peut également être utilisé comme témoin de mesure de flèche du pneumatique.

Ce bruit caractéristique produit par le témoin constitue un signal sonore qui peut être détecté grâce à un système comprenant un capteur acoustique, notamment par un  
10 microphone.

Suite à cette détection, l'invention propose de transmettre, vers un serveur distant non-embarqué sur le véhicule, des informations relatives au signal sonore détecté.

Grâce au fait que les informations d'état sont disponibles à distance, elles peuvent être consultées ou traitées par une autre personne que le conducteur du véhicule. Ainsi, il  
15 n'est plus nécessaire que le conducteur fasse preuve d'une vigilance régulière puisqu'un système distant ou une tierce personne peut l'informer de l'état de ses pneumatiques au moment opportun.

Un procédé selon l'invention peut en outre comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.

20 – Le capteur acoustique appartient à un téléphone embarqué dans l'habitacle du véhicule. Ce téléphone peut être par exemple un téléphone monté de manière fixe dans l'habitacle du véhicule ou bien un téléphone portable appartenant à l'un des occupants du véhicule. Cette solution est particulièrement avantageuse car elle réduit le nombre de dispositifs présent dans le véhicule en réutilisant des dispositifs embarqués. En outre, un  
25 téléphone comprend des moyens de communication vers l'extérieur ce qui facilite l'émission de données vers le serveur distant.

– Le capteur acoustique appartient à un boîtier électronique embarqué dans le véhicule, par exemple un boîtier électronique de géolocalisation.

– Le procédé comprend en outre une étape de pré-traitement du signal sonore produit par le témoin et destinée à en extraire une empreinte acoustique. Etant donné que  
30 le signal sonore peut varier en fonction de l'usure ou de la pression du pneumatique, l'étape de pré-traitement permet d'interpréter ce signal pour estimer le niveau d'usure du pneumatique ou sa pression et ainsi qualifier son état au moyen d'une empreinte acoustique.

35 – L'étape de pré-traitement est mise en œuvre par un système embarqué sur le véhicule automobile, avant l'étape d'émission.

-3-

- La bande de roulement du pneumatique étant munie d'au moins un sillon circonférentiel formant témoin d'usure sonore, l'étape de pré-traitement consiste en la mise en œuvre des opérations suivantes :
- 5
- on isole, parmi le bruit de roulage détecté, un bruit émis dans une plage prédéterminée de fréquences voisines d'une fréquence prédéterminée de résonance d'un tronçon du sillon lors du roulage,
  - on mesure l'amplitude du bruit isolé,
  - on compare l'amplitude mesurée avec un seuil d'alerte prédéterminé.
- La fréquence prédéterminée de résonance est celle d'un tronçon du sillon de
- 10 longueur sensiblement égale à la longueur de l'aire de contact du pneumatique avec le sol
- La fréquence prédéterminée est sensiblement égale à  $\frac{C}{2.L}$ , où C est la vitesse de propagation du son dans l'air et L est la longueur de l'aire de contact.
- L'étape de pré-traitement consiste à identifier un signal sonore produit par une
- 15 cavité dite « sonore » de la bande de roulement, c'est-à-dire une cavité qui n'apparaît qu'au-delà d'un seuil d'usure radiale prédéterminé, et qui :
- débouche radialement vers l'extérieur du pneumatique, et
  - est conformée de manière à être fermée par le sol de manière sensiblement étanche lors de son passage dans l'aire du contact du
- 20 pneumatique avec le sol.
- La cavité sonore comprend un volume d'au moins 250 mm<sup>3</sup>.
- L'étape de pré-traitement est mise en œuvre par le serveur distant après l'étape d'émission.
- Le procédé comprend en outre une étape de post-traitement au cours de
- 25 laquelle le serveur distant établit un diagnostic de l'état du pneumatique et de son évolution passée au cours du temps en fonction du résultat de l'étape de pré-traitement. Pour cela, le serveur peut comprendre des moyens de stockage des états passés. Le diagnostic permet notamment d'estimer la durée de vie restante du pneumatique ou le type d'utilisation de celui-ci en fonction du type de conduite du conducteur.
- 30 – Le procédé permet la surveillance des pneumatiques d'une pluralité de véhicules automobiles, et on établit un diagnostic de l'ensemble des pneumatiques de la pluralité de véhicules. En effet, ce procédé peut être mis en œuvre de manière avantageuse par un loueur de véhicules qui peut alors surveiller l'état des pneumatiques de l'ensemble de sa flotte de véhicules. Grâce à la transmission à distance de l'état des

pneumatiques, le loueur n'a pas besoin d'aller consulter chacun des véhicules. Le serveur distant a pour rôle de centraliser toutes ces informations.

– Le serveur distant, en fonction du diagnostic, transmet à un utilisateur une recommandation d'usage du pneumatique. Cette recommandation d'usage peut  
5 concerner la vitesse ou la distance restante à parcourir avant de changer ou de gonfler l'un ou plusieurs des pneumatiques. Le système peut également recommander au conducteur de changer immédiatement ses pneumatiques.

– La recommandation est transmise par SMS ou message électronique à l'utilisateur. Cela est avantageux notamment lorsque le signal sonore du témoin d'état est  
10 détecté à l'aide du téléphone portable du conducteur. Cette recommandation peut également être transmise par tout autre moyen d'information tel qu'un téléphone, un organiseur de poche, un terminal portable ou non ...

– Le témoin d'état sonore est un témoin d'usure sonore comprenant une cavité sonore ou un sillon circonférentiel.

15 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux figures annexées dans lesquelles :

– la figure 1 est un schéma d'une installation adaptée à la mise en œuvre du procédé de l'invention ;

20 – la figure 2 est un schéma des étapes du procédé de l'invention mis en œuvre sur l'installation de la figure 1.

On a représenté sur la figure 1 une installation désignée par la référence générale  
10 adaptée pour la mise en œuvre d'un procédé selon l'invention de surveillance de pneumatiques de véhicules automobiles 12.

25 Sur la figure 1, les véhicules automobiles 12 sont des voitures. L'invention peut également être mise en œuvre sur tout type de véhicule automobile muni de pneumatiques, notamment sur des véhicules poids lourds.

Chaque voiture 12 comprend des pneumatiques 14 dont l'état est à surveiller. L'état du pneumatique caractérise par exemple son usure ou sa pression.

30 Pour cela, chaque pneumatique 14 est muni d'un témoin 16 d'état sonore, c'est-à-dire d'un témoin apte à émettre un signal sonore qui varie en fonction de l'état du pneumatique.

A titre d'exemple de témoin d'usure sonore, on peut citer un sillon ménagé à la surface de la bande de roulement du pneumatique qui entre en résonance au cours du  
35 roulage et produit un son caractéristique du volume de la cavité formée par le sillon. Etant donné que le volume de cette cavité varie en fonction du niveau d'usure du pneumatique,

le signal sonore produit par la vibration de la cavité varie en fonction de l'état d'usure du pneumatique.

A titre d'exemple de témoin de pression sonore, on peut citer une cavité ménagée sur le pneumatique au niveau de l'épaule de jonction du flanc à la bande de roulement, cette cavité entrant en contact avec le sol lorsque le pneumatique est sous-gonflé. Dès que la cavité est en contact avec le sol, elle entre en vibration et produit un signal sonore qui est caractéristique d'un état de sous-gonflage du pneumatique.

Le véhicule 12 comprend en outre, au sein de son habitacle, un système 18 de détection d'un signal sonore produit par le ou les témoins d'état. Le système 18 comprend un capteur acoustique tel qu'un microphone 20, des moyens de traitement 22 du signal détectés par le capteur acoustique 20, et des moyens d'émission 24 des résultats du traitement à distance.

Le système 18 peut être un système embarqué de manière fixe dans le véhicule 12, notamment dans son habitacle. Le système peut ainsi être un téléphone fixe dont le capteur acoustique 20 est fixé sur un montant du pare-brise à proximité de la bouche du conducteur et dont les moyens de traitement 22 sont intégrés au calculateur du véhicule. Ce système peut également se présenter sous la forme d'un boîtier électronique de type boîtier de géolocalisation GPS, assistant numérique personnel, système d'appel d'urgence ... Dans ce cas, le capteur acoustique 20 peut être intégré au boîtier ou externe et connecté aux moyens de traitement 22 du boîtier.

Le système 18 peut également être un système mobile qui n'est pas embarqué de manière permanente dans l'habitacle du véhicule 12, par exemple un téléphone mobile 26 du conducteur 28. Dans ce cas, le capteur acoustique 20, les moyens de traitement 22 et les moyens d'émission 24 sont intégrés au sein même du téléphone mobile 26.

Sur la figure 1, le téléphone mobile 26 du conducteur 28 est représenté de manière distincte du système 18. Comme indiqué précédemment, ces deux systèmes peuvent être confondus.

L'installation 10 comprend en outre un serveur distant 30 auquel sont reliés des moyens 32 d'émission et de réception de données à distance, une base de données 34 et un terminal de commande et de contrôle 36 apte à être consulté par un utilisateur 38.

Le serveur 30 est apte à interagir avec les systèmes de surveillance 18 intégrés dans les véhicules 12 grâce à la coopération des moyens d'émission 24 avec les moyens d'émission et de réception 32.

On a représenté sur la figure 2 les différentes étapes d'un procédé de surveillance de l'état des pneumatiques 14 des véhicules 12, selon l'invention.

Au cours d'une première étape 50, le véhicule 12 est en roulage sur un sol. Le roulage des pneumatiques 14 du véhicule 12 sur le sol provoque l'émission d'un bruit qui, en fonction de l'état du ou des pneumatiques du véhicule, peut comprendre un signal sonore produit par le témoin d'état 16 présent sur le pneumatique 14.

5 Au cours d'une étape suivante 52, le bruit de roulage est détecté par le capteur acoustique 20 du système de surveillance 18 embarqué dans le véhicule automobile.

Au cours d'une étape 54 suivante de pré-traitement, le bruit détecté par le capteur acoustique 20 est traité pour isoler le signal sonore produit par les témoins d'état 16 et pour en extraire une empreinte acoustique caractéristique. Cette étape de traitement peut  
10 être mise en œuvre de manière permanente, périodique ou sur demande. Le traitement est réalisé par les moyens 22 du système 18. L'empreinte acoustique est une information concernant l'état du pneumatique, par exemple un degré d'usure, une pression ou une flèche.

Ensuite, au cours d'une étape 56, l'empreinte acoustique, c'est-à-dire l'information  
15 relative à l'état du pneumatique, est transmise vers le serveur distant 30 grâce aux moyens d'émission 24 et aux moyens de réception 32 connectés au serveur 30. Le serveur 30 est apte à collecter des informations relatives à l'état des pneumatiques de toute une flotte de véhicules, en particulier des deux véhicules représentés sur la figure 1.

Puis, lors d'une étape 58 de post-traitement, le serveur 30 procède au traitement  
20 des informations reçues, notamment des empreintes acoustiques. Ce traitement peut consister par exemple en un stockage dans la base de données 34 des informations relatives à un même véhicule au cours du temps. Le traitement peut également consister en l'analyse des différentes informations stockées au cours du temps pour établir un diagnostic de l'état du pneumatique en fonction de son évolution passée. Le diagnostic  
25 permet notamment d'identifier des préconisations d'utilisation future des pneumatiques du véhicule. Ces préconisations peuvent par exemple être fonction du type de conduite du conducteur (conduite sportive ou régulière...)

Puis, au cours d'une étape 60, le serveur distant 30 envoie une préconisation ou une recommandation d'usage des pneumatiques du véhicule automobile déterminée  
30 précédemment, par exemple une vitesse limite à ne pas dépasser, une instruction de regonfler les pneumatiques ou un conseil de changement d'un ou plusieurs pneumatiques. Cette préconisation peut également comprendre un modèle de pneumatique adapté à la conduite du conducteur.

Cette recommandation d'usage peut être par exemple envoyée au conducteur 28 du  
35 véhicule automobile sur son téléphone mobile 26 par l'intermédiaire des moyens d'émission 32 reliés au serveur 30. Ainsi, le conducteur 28 n'a pas à se soucier de l'état

de ses pneumatiques puisqu'il peut être prévenu automatiquement des actions à entreprendre sur ses pneumatiques en temps utile.

La recommandation d'usage peut être également accessible sur un terminal 36 relié au serveur 30 et consultable par un utilisateur 38 qui n'est pas nécessairement le conducteur du véhicule. La liaison du terminal 36 au serveur 30 peut être une liaison filaire mais peut être également une liaison à distance, par exemple par l'intermédiaire du réseau Internet.

L'utilisateur 38 peut accéder, via son terminal 36, aux informations concernant l'état des pneumatiques d'un ou plusieurs véhicules automobiles 12 et aux recommandations d'usage de ces pneumatiques. Ainsi, le terminal 36 permet de centraliser les informations d'une flotte de véhicules automobiles, ce qui peut être particulièrement utile dans le cas d'une société de location de véhicules automobiles. La société de location peut utiliser cette information pour facturer le conducteur du véhicule en fonction du type de conduite qu'il aura eu. En effet, l'information de kilométrage disponible jusqu'à présent est incomplète puisqu'elle ne permet pas à la société de location de distinguer un conducteur à la conduite sportif d'un conducteur à la conduite douce.

Selon une variante de l'invention, le bruit détecté au cours de l'étape 52 est transmis directement au serveur distant 30 qui procède lui-même au pré-traitement du bruit pour en extraire le signal sonore produit par les témoins d'état 16. Cette variante est intéressante si les moyens de traitement 22 du système embarqué 18 ont une capacité de calcul limitée.

REVENDICATIONS

1. Procédé de surveillance d'au moins un pneumatique (14) d'au moins un véhicule automobile (12), caractérisé en ce que, le pneumatique (14) étant muni d'un témoin (16) d'état sonore, il comprend les étapes suivantes :

- détection (52) par un capteur acoustique (20) embarqué sur le véhicule (12) d'un signal sonore produit par le témoin d'état (16) au cours du roulage du pneumatique (14) sur un sol,
- émission (56), vers un serveur distant (30) non-embarqué sur le véhicule (12) automobile, d'informations relatives au signal sonore.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le capteur acoustique (20) appartient à un téléphone embarqué dans l'habitacle du véhicule (12).

3. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le capteur acoustique (20) appartient à un boîtier électronique embarqué dans le véhicule, par exemple un boîtier électronique de géolocalisation.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre une étape de pré-traitement (54) du signal sonore produit par le témoin et destinée à en extraire une empreinte acoustique.

5. Procédé selon la revendication 4, dans lequel l'étape de pré-traitement (54) est mise en œuvre par un système (18) embarqué sur le véhicule automobile, avant l'étape d'émission (56).

6. Procédé selon la revendication 4, dans lequel l'étape de pré-traitement (54) est mise en œuvre par le serveur distant (30) après l'étape d'émission (56).

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, dans lequel, la bande de roulement du pneumatique étant munie d'au moins un sillon circonférentiel formant témoin d'usure sonore, l'étape de pré-traitement consiste en la mise en œuvre des opérations suivantes :

- on isole, parmi le bruit de roulage détecté, un bruit émis dans une plage prédéterminée de fréquences voisines d'une fréquence prédéterminée de résonance d'un tronçon du sillon lors du roulage,
- on mesure l'amplitude du bruit isolé,
- on compare l'amplitude mesurée avec un seuil d'alerte prédéterminé.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, dans lequel l'étape de pré-traitement consiste à identifier un signal sonore produit par une cavité dite « sonore » de la bande de roulement, c'est-à-dire une cavité qui n'apparaît qu'au-delà d'un seuil d'usure radiale prédéterminé, et qui :

- débouche radialement vers l'extérieur du pneumatique, et
- est conformée de manière à être fermée par le sol de manière sensiblement étanche lors de son passage dans l'aire du contact du pneumatique avec le sol.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 à 8, comprenant en outre  
5 une étape (58) de post-traitement au cours de laquelle le serveur distant (30) établit un diagnostic de l'état du pneumatique (14) et de son évolution passée au cours du temps en fonction du résultat de l'étape de pré-traitement (54).

10. Procédé selon la revendication 9, pour la surveillance des pneumatiques (14)  
d'une pluralité de véhicules automobiles (12), dans lequel on établit un diagnostic de  
10 l'ensemble des pneumatiques (14) de la pluralité de véhicules (12).

11. Procédé selon la revendication 9 ou 10, dans lequel le serveur distant (30), en fonction du diagnostic, transmet à un utilisateur (28, 38) une recommandation d'usage du pneumatique.

12. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel la recommandation est  
15 transmise par SMS ou message électronique à l'utilisateur (28).

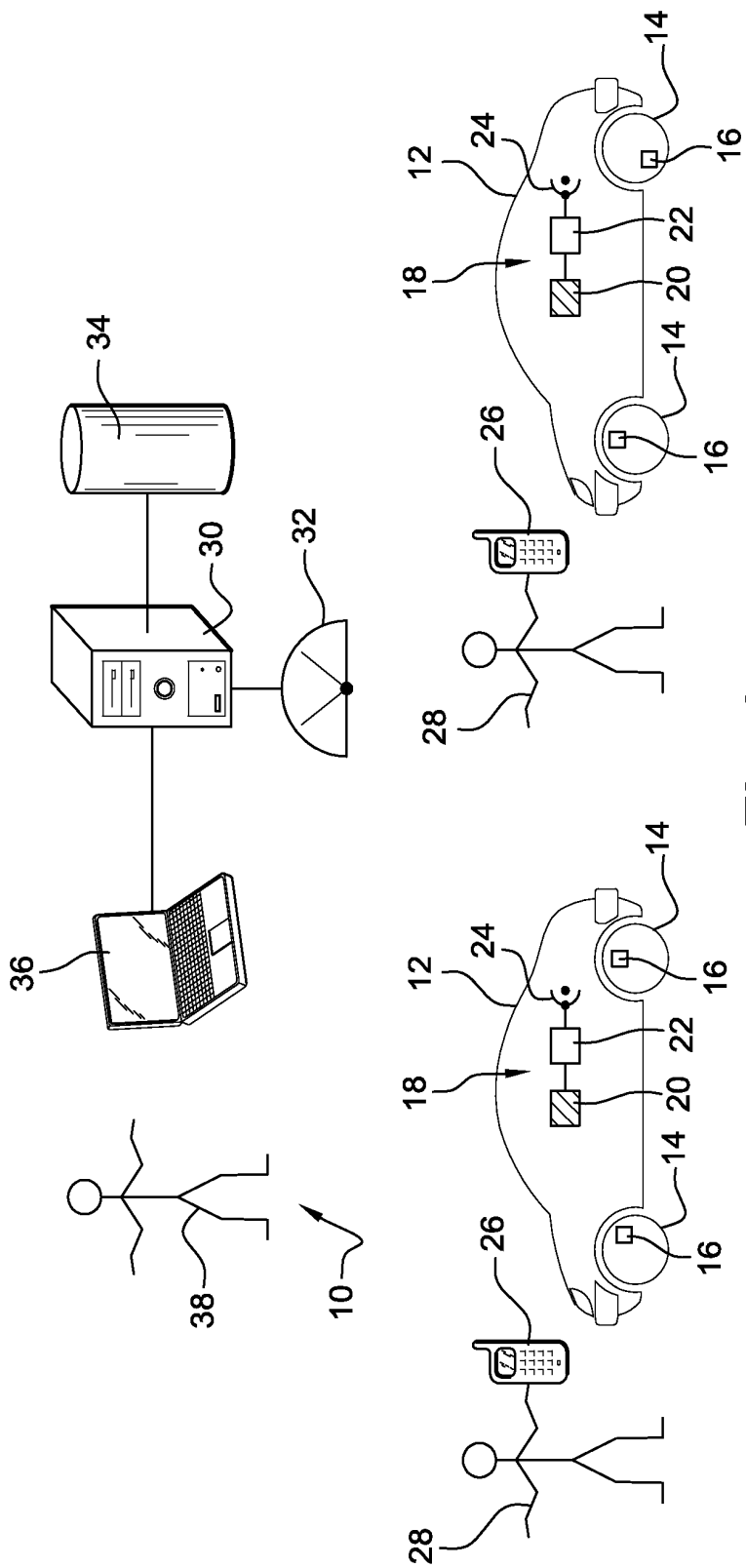


Fig. 1

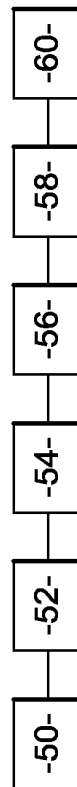


Fig. 2



**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0951758 FA 721387**

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 08-10-2009

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2004154715 A1	12-08-2004	EP 1337404 A1 FR 2816887 A1 WO 0240296 A1	27-08-2003 24-05-2002 23-05-2002
DE 102004036811 A1	28-07-2005	AUCUN	
DE 102004016488 A1	20-10-2005	AUCUN	
US 2008272906 A1	06-11-2008	AUCUN	
EP 1772293 A	11-04-2007	BR PI0604763 A CN 1944089 A KR 20070038424 A	28-08-2007 11-04-2007 10-04-2007
FR 2763892 A	04-12-1998	AT 223814 T BR 9809477 A CA 2291652 A1 DE 69807901 D1 DE 69807901 T2 WO 9854009 A1 EP 1015261 A1 JP 2002501458 T US 6408910 B1	15-09-2002 20-06-2000 03-12-1998 17-10-2002 07-08-2003 03-12-1998 05-07-2000 15-01-2002 25-06-2002
DE 19954814 A1	31-05-2001	AUCUN	