

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

11 N° de publication :

2 951 111

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

21 N° d'enregistrement national :

10 01678

51 Int Cl<sup>8</sup> : B 60 C 11/24 (2006.01), B 60 C 23/04

12

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 20.04.10.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 15.04.11 Bulletin 11/15.

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) : CONTINENTAL AUTOMOTIVE  
FRANCE — FR et CONTINENTAL AUTOMOTIVE  
GMBH — DE.

72 Inventeur(s) : BENBOUHOUT RACHID.

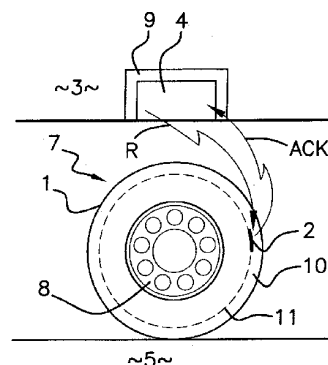
73 Titulaire(s) : CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE,  
CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH.

74 Mandataire(s) : CONTINENTAL AUTOMOTIVE  
FRANCE.

54 PROCÉDE, PNEUMATIQUE ET SYSTÈME EMBARQUÉ DE DÉTECTION D'USURE.

57 L'invention propose d'intégrer un émetteur dans le pneumatique qui reste détectable tant que la limite d'usure (11) du pneumatique (1) ne l'a pas atteint. Plus précisément, le procédé de détection d'usure d'un pneumatique de roue (7) de véhicule comportant au moins un marqueur d'usure (2) disposé dans le pneumatique (1) monté sur une jante (8), consiste à émettre une requête d'usure (R) en direction du pneumatique (1) et à émettre une réponse de « non-usure » (ACK) à réception de la requête d'usure (R) par le marqueur d'usure (2).

Un pneumatique (1) de mise en oeuvre du procédé comporte au moins un marqueur d'usure émetteur-récepteur (2) disposé dans la bande de roulement (10) du pneumatique (1) selon une position agencée pour émettre une réponse de « non-usure » (ACK) à la réception d'une requête d'usure (R) émise par un transpondeur (4) embarqué sur le véhicule.



FR 2 951 111 - A1



La présente invention se rapporte à un procédé de détection d'usure de pneumatique, à un pneumatique pour roue de véhicule comprenant au moins un marqueur d'usure de mise en œuvre du procédé et à un système embarqué de détection d'usure d'un tel pneumatique.

5 Le domaine de l'invention est celui des pneumatiques et, plus particulièrement, de la détection automatique d'usure de pneumatique.

Les roues d'un véhicule automobile sont équipées traditionnellement de pneumatiques afin que le véhicule puisse circuler sur une chaussée indépendamment des conditions climatiques, un état de surface adapté et une pression adéquate des  
10 pneumatiques permettant d'assurer une bonne adhérence du véhicule à la chaussée.

De manière classique, la surface extérieure du pneumatique qui est en contact avec la chaussée, connue sous la désignation de « bande de roulement », comprend un relief, appelé également « sculpture », permettant d'évacuer l'eau de pluie de la chaussée afin de limiter les pertes d'adhérence du pneumatique ou aquaplanage.

15 Au fil des kilomètres parcourus par le véhicule, la bande de roulement du pneumatique s'use et devient lisse ce qui augmente le risque de perte d'adhérence. A partir d'une certaine usure, il est nécessaire de remplacer le pneumatique usé par un pneumatique neuf.

Pour détecter l'usure d'un pneumatique, on connaît principalement des témoins  
20 d'usure se présentant sous la forme d'une étiquette colorée intégrée dans la bande de roulement. Au fur et à mesure que la bande de roulement entre en contact avec la chaussée, le pneumatique s'use et son épaisseur diminue jusqu'à découvrir le témoin d'usure du pneumatique. Le propriétaire du véhicule doit donc contrôler visuellement son pneumatique afin de déterminer si celui-ci doit être remplacé.

25 Cette détection d'usure des pneumatiques présente de nombreux inconvénients. Le propriétaire du véhicule doit, d'une part, sortir de son véhicule pour inspecter le pneumatique de chacune de ses roues. Il doit, d'autre part, penser à contrôler de lui-même, ses pneumatiques. Or une personne d'attention moyenne ne contrôle pas ses pneumatiques de manière systématique et risque de se déplacer, au bout d'un certain  
30 temps, à bord d'un véhicule équipé de pneumatiques usés n'offrant que peu d'adhérence, ce qui présente un danger manifeste.

Afin de pallier ce problème, l'invention propose d'intégrer un émetteur dans le pneumatique qui reste détectable tant que l'usure du pneumatique ne l'a pas atteint.

Plus précisément, l'invention a pour objet un procédé de détection d'usure d'un  
35 pneumatique de roue de véhicule comportant au moins un marqueur d'usure émetteur-récepteur disposé dans le pneumatique, procédé dans lequel :

- une requête d'usure en direction du pneumatique est émise et,
- le marqueur d'usure émet une réponse de « non-usure » à la réception de la requête d'usure.

De préférence, le temps de réponse du marqueur d'usure à la requête d'usure est mesuré pour en déduire un degré d'usure du pneumatique.

L'invention a également pour objet un pneumatique pour roue de véhicule équipé d'un marqueur de mise en œuvre du procédé. Ce pneumatique comporte au moins un marqueur d'usure émetteur-récepteur, disposé selon une position agencée pour émettre une réponse de « non-usure » à la réception d'une requête d'usure émise par un transpondeur.

Un tel marqueur permet de manière avantageuse de savoir automatiquement si au moins un pneumatique est usé. Ainsi, le conducteur n'a pas à effectuer de démarche volontaire pour contrôler ses pneumatiques. De plus, cette détection est fiable et précise car elle ne dépend pas d'une interprétation visuelle.

Selon des modes de réalisation particuliers :

- le marqueur d'usure est un marqueur passif ; cela permet avantageusement de ne pas prévoir d'alimentation spécifique pour le pneumatique ; en outre, le marqueur peut être facilement intégré dans un pneumatique existant en lieu et place des témoins d'usure actuels ;
- le marqueur d'usure se présente sous la forme d'un marqueur RFID ; un marqueur RFID passif permet de manière avantageuse de fournir une réponse qui lui est propre sous la forme d'un identifiant unique et codé pouvant être transmis en réponse à une requête d'usure ; une telle identification augmente la fiabilité de la détection et permet en outre de différencier les pneumatiques des différentes roues.

Par ailleurs, un tel marqueur présente un coût de fabrication faible.

Selon d'autres modes de réalisation préférés :

- le pneumatique comprenant une bande de roulement, le marqueur d'usure est disposé dans la bande de roulement, ce qui permet de mesurer directement le degré d'usure de la bande de roulement ;
- le marqueur d'usure est disposé à la limite d'usure de la bande de roulement ; il est ainsi possible de détecter précisément quand le pneumatique doit être remplacé ;
- une pluralité de marqueurs d'usure est disposée dans une bande de roulement du pneumatique, les marqueurs d'usure définissant une pluralité de niveaux d'usure de la bande de roulement du pneumatique ;

- les marqueurs d'usure sont décalés radialement les uns des autres dans la bande de roulement du pneumatique.

L'invention concerne également un système embarqué de détection d'usure de pneumatique de roue de véhicule, comportant au moins un pneumatique tel que présenté  
5 précédemment et au moins un calculateur couplé à au moins un transpondeur apte à émettre une requête d'usure en direction du pneumatique. Le couplage peut être filaire ou sans fil, en particulier par ondes radiofréquence, par exemple en technologie à courte distance.

Avantageusement, le véhicule étant équipé d'un tableau de bord, les réponses de  
10 « non-usure » d'au moins un pneumatique peuvent être affichées sur le tableau de bord du véhicule, ce qui permet de s'affranchir d'une inspection externe et augmente la sécurité par un affichage central qui s'impose dans le champ de visualisation du conducteur.

Selon des modes de réalisation particuliers :

- 15 • le système comporte un module d'estimation d'usure dynamique agencé en liaison avec le calculateur pour calculer l'épaisseur du pneumatique en fonction des forces capacitives et/ou inductives engendrées par au moins un marqueur d'usure lors de l'impact du pneumatique sur une chaussée ; avec un tel module d'estimation, il est possible de mesurer de manière dynamique un degré  
20 d'usure avec un nombre restreint de marqueurs d'usure, voire avec un unique marqueur d'usure ;
- le module d'estimation d'usure dynamique se présente sous la forme d'un circuit oscillateur agencé pour mesurer les variations des forces capacitives et/ou inductives engendrées par au moins un marqueur d'usure lors de l'impact  
25 du pneumatique sur une chaussée ;
- le calculateur est embarqué dans le véhicule (châssis, habitacle, etc ...) ;
- le système comporte avantageusement plusieurs transpondeurs pour augmenter la fiabilité et la sécurité ;
- le transpondeur peut être embarqué dans le véhicule (châssis, habitacle,  
30 etc....) ou délocalisé dans chaque roue, avec une puissance électromagnétique suffisante à l'interrogation, et avantageusement réduite en fonction de la proximité du ou des marqueurs d'usure ;
- lorsque le véhicule est équipé d'un système TPMS (initiales de « Tyre Pressure Monitoring System », c'est-à-dire « système de surveillance de la pression des  
35 pneumatiques » en langue anglaise), le transpondeur de communication avec les marqueurs d'usure est avantageusement intégré au capteur de pression présent dans chaque roue ; chaque capteur TPMS, qui transmet de manière

- 5 régulière la pression des pneumatiques à un calculateur embarqué dans le véhicule, transmet alors également à ce calculateur les informations d'usure du pneumatique issues de la communication entre le transpondeur intégré et le ou les marqueurs d'usure ; cette solution présente alors un avantage économique (un seul calculateur, un seul système de capteurs) et permet d'enrichir le système TPMS des fonctions de détection d'usure des pneus, et d'autres fonctions auxiliaires issues de l'exploitation croisée des informations disponibles dans les deux systèmes (localisation du pneumatique correspondant à de pression relevée, détection de changement de pneumatique à prévoir, etc ...);
- 10 • les réponses de « non-usure » d'au moins un pneumatique sont affichées de manière centralisée sur le tableau de bord du véhicule.

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages et caractéristiques apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit, en référence aux figures annexées qui représentent respectivement :

- 15 • la figure 1, une vue schématique d'un système de détection d'usure d'un pneumatique de véhicule selon une première forme de réalisation de l'invention, le pneumatique étant neuf ;
- la figure 2, une vue schématique du système de la figure 1, le pneumatique étant usé ;
- 20 • la figure 3, une vue schématique d'un système de détection d'usure d'un pneumatique de véhicule selon une deuxième forme de réalisation de l'invention, le pneumatique étant neuf ; et
- la figure 4, une vue schématique d'un système de détection d'usure selon une troisième forme de réalisation de l'invention avec un module d'estimation d'usure.
- 25

En référence à la figure 1 représentant un système de détection d'usure de pneumatique 1 d'une roue 7 de véhicule selon une première forme de réalisation de l'invention, chaque roue 7 est munie d'un pneumatique 1 et circule sur une chaussée 5. Chaque pneumatique 1 est monté autour d'une jante 8 de la roue 7 afin que la roue 7 soit recouverte à sa périphérie extérieure par le pneumatique 1, le pneumatique 1 et la jante 8 étant coaxiaux. Autrement dit, le pneumatique est à distance radiale constante par rapport au centre de la roue 7.

30

Toujours en référence à la figure 1, le pneumatique 1 comprend une bande de roulement 10 dans sa partie radialement extérieure, la bande de roulement 10 comprenant de manière classique une sculpture adaptée pour améliorer l'adhérence de la roue 7 au cours du déplacement du véhicule.

35

Selon une première forme de réalisation de l'invention, le pneumatique 1 comprend un marqueur d'usure se présentant sous la forme d'une étiquette d'usure 2 disposée dans la bande de roulement 10 du pneumatique 1 à distance radiale constante par rapport au centre de la roue 7.

5 De manière classique, on détermine qu'un pneumatique 1 est usé à partir d'une certaine réduction de l'épaisseur radiale de la bande de roulement 10 du pneumatique 1, cette distance radiale étant désignée par la suite « limite d'usure » et est référencée 11 sur les figures 1 à 4 et illustrée en traits pointillés. L'étiquette d'usure 2 est ici disposée à la limite d'usure 11 du pneumatique 1. L'étiquette d'usure 2 se présente sous la forme d'une  
10 bande aplatie s'étendant à une même distance radiale du centre de la roue 7.

L'étiquette d'usure 2 se présente dans cet exemple sous la forme d'un marqueur radio-fréquence d'identification, connu de l'homme du métier sous la désignation « RFID ».

Une telle étiquette d'usure 2 comprend une antenne associée à une puce  
15 électronique qui lui permet de recevoir et de répondre à des requêtes radio émises par un transpondeur. Dans cet exemple, l'étiquette d'usure 2 est agencée pour être lue à basse fréquence, c'est-à-dire entre 125 kHz et 135 kHz. D'autres fréquences radio sont utilisables, par exemple 13,56 MHz, 860-960 MHz, 2,4 GHz.

Une telle étiquette d'usure 2 est « passive », c'est-à-dire qu'elle ne consomme  
20 avantageusement pas d'énergie et présente une épaisseur réduite de l'ordre de quelques centaines de micromètres à quelques millimètres.

Toujours en référence à la figure 1, le véhicule automobile comprend un  
calculateur embarqué 9. Le calculateur est ici fixé au châssis du véhicule 3. Alternativement, il peut être monté à tout endroit à l'intérieur de véhicule (tableau de bord,  
25 plafonnier, etc...).

Selon l'invention, le calculateur embarqué 9 est couplé à au moins un  
transpondeur 4 agencé pour émettre des requêtes d'usure R en direction de l'étiquette d'usure 2 et recevoir des accusés de réception ACK desdites requêtes R. Autrement dit, le transpondeur 4 est agencé pour lire l'étiquette d'usure 2.

30 Dans le cas particulier de la présence d'un système TPMS dans le véhicule, le calculateur embarqué 9 est commun au système TPMS. Le transpondeur 4 est intégré au capteur TPMS présent dans chaque roue. Ce mode de fonctionnement peut également être adopté en l'absence de système TPMS ; le calculateur 9, embarqué dans le véhicule, est couplé par liaison radio à un transpondeur 4 embarqué dans la roue communicant  
35 avec le ou les marqueurs d'usure 2 de cette roue.

Une mise en œuvre de l'invention va être maintenant présentée.

Toujours en référence à la figure 1 représentant une première forme de réalisation de l'invention, le transpondeur 4 du véhicule envoie de manière périodique une requête d'usure R en direction de la roue 7 du véhicule. Dans cet exemple de mise en œuvre, une requête d'usure R est envoyée au minimum à chaque démarrage du véhicule et ensuite  
5 de manière cyclique pour assurer une surveillance de l'usure des pneumatiques 1 sécurisée, par exemple toutes les heures. La périodicité peut être réduite en fonction de l'approche de fin de vie du pneumatique 1. Cette approche est calculée à partir de la courbe d'usure en fonction du nombre de kilomètres parcourus, fournie par le fabricant de pneumatiques et, éventuellement, en fonction des informations issues des conditions  
10 réelles de roulage subies par le pneumatique 1.

Lorsque le pneumatique 1 est encore en bon état, c'est-à-dire quand sa bande de roulement 10 n'est pas usée au-delà de sa limite d'usure 11 comme représenté sur la figure 1, l'étiquette d'usure 2 est protégée dans la bande de roulement 10 et n'est pas endommagée. Ainsi, l'étiquette d'usure 2 reçoit la requête R et transmet en retour un  
15 accusé de réception ACK vers le transpondeur 4. L'étiquette d'usure 2 est alors lue. L'accusé de réception ACK correspond alors à une réponse de « non-usure ».

A la réception de l'accusé de réception ACK par le transpondeur 4, le calculateur 9 obtient l'information que l'étiquette d'usure 2 est opérationnelle et donc que le pneumatique 1 est en bon état. Aucune alarme n'est émise par le calculateur.

20 Lorsque le pneumatique 1 est usé, c'est-à-dire quand sa bande de roulement 10 est usée au-delà de sa limite d'usure 11 comme représenté sur la figure 2, l'étiquette d'usure 2 est détériorée du fait qu'elle se situe au niveau de la limite d'usure 11 dans la bande de roulement 10. L'étiquette d'usure 2 ne peut pas recevoir la requête R et ne transmet en retour aucun accusé de réception ACK vers le transpondeur 4.

25 Si le transpondeur 4 ne reçoit aucun accusé de réception ACK dans une période de durée déterminée après émission d'un nombre déterminé de requêtes d'usure R, le calculateur conclut que l'étiquette d'usure 2 est détériorée et donc que le pneumatique 1 est usé. Une alarme est émise par le calculateur 9 en direction du conducteur du véhicule.

Dans cette mise en œuvre de l'invention, un indicateur lumineux est illuminé sur le  
30 tableau de bord du véhicule. Il va de soi que l'alarme pourrait se présenter sous d'autres formes comme un message affiché sur le tableau de bord ou une alarme sonore. De manière préférée, l'alarme comprend une indication de la roue 7 dont le pneumatique 1 est usé.

Ainsi, de manière avantageuse, le conducteur du véhicule est informé de manière  
35 immédiate et automatique que son pneumatique 1 est usé et ce, sans descendre de son véhicule.

Un deuxième mode de mise en œuvre de l'invention est décrit en référence à la figure 3. Les références utilisées pour décrire les éléments de structure ou fonction identique, équivalente ou similaire à celles des éléments de la figure 1 sont les mêmes, pour simplifier la description. D'ailleurs, l'ensemble de la description du mode de réalisation de la figure 1 n'est pas reprise, cette description s'appliquant aux éléments de la figure 3 lorsqu'il n'y a pas d'incompatibilités. Seules les différences notables, structurelles et fonctionnelles sont décrites.

En référence à la figure 3, la roue comprend un pneumatique comportant trois étiquettes d'usure :

- une étiquette radialement extérieure 21,
- une étiquette intermédiaire 22 et,
- une étiquette radialement intérieure 23.

Les trois étiquettes 21, 22, 23 sont disposées dans la bande de roulement 10 du pneumatique 1 de manière à définir trois niveaux d'usure du pneumatique 1. L'étiquette radialement intérieure 23 est disposée à la limite d'usure 11 du pneumatique 1 et correspond à une usure critique du pneumatique 1. L'étiquette intermédiaire 22 est radialement extérieure à l'étiquette intérieure 23 et correspond à une usure importante. L'étiquette radialement extérieure 21 est radialement extérieure à l'étiquette intermédiaire 22 et correspond à une faible usure du pneumatique 1.

Les étiquettes d'usure intérieure 23, intermédiaire 22 et extérieure 21 sont des marqueurs radiofréquence d'identification « RFID » de natures différentes agencés pour fournir des réponses différentes (ACK1, ACK2, ACK3, cf. figure 3) à une même requête d'usure R du transpondeur 4. Autrement dit, pour une même requête reçue, chaque étiquette d'usure émet un accusé de réception différent.

De manière avantageuse, le transpondeur 4 est le même que dans la première forme de réalisation ce qui permet d'adapter des pneumatiques selon la deuxième forme de réalisation à un même véhicule.

Une mise en œuvre de la deuxième forme de réalisation va être maintenant présentée. Toujours en référence à la figure 3, le transpondeur 4 du véhicule envoie de manière périodique une requête d'usure R en direction de la roue 7 du véhicule. Dans cet exemple de mise en œuvre, une requête d'usure R est envoyée comme dans la première forme de réalisation en référence à la figure 1. La périodicité peut également être réduite au fur à mesure que le système de détection passe par des niveaux d'usure prédéfinis (trois niveaux dans le présent exemple).

Lorsque le pneumatique 1 est encore en bon état, c'est-à-dire quand sa bande de roulement 10 n'est pas usée au-delà de sa limite d'usure 11, les étiquettes d'usure intérieure 23, intermédiaire 22 et extérieure 21 sont protégées dans la bande de

roulement 10 et ne sont pas endommagées. Ainsi, ces dernières reçoivent la requête d'usure R et transmettent chacune en retour un accusé de réception ACK1, ACK2, ACK3 vers le transpondeur 4.

5 A la réception de tous les accusés de réception ACK1, ACK2, ACK3 par le transpondeur 4, le calculateur obtient l'information que les étiquettes d'usure 21, 22, 23 sont opérationnelles et donc que le pneumatique 1 est en bon état. Aucune alarme n'est émise par le calculateur 9.

10 Lorsque le pneumatique 1 est faiblement usé, l'étiquette d'usure extérieure 21 se détériore et ne peut pas recevoir la requête d'usure R, aucun accusé de réception ACK1 n'étant alors émis par l'étiquette d'usure extérieure 21 vers le transpondeur 4. Si le transpondeur 4 ne reçoit que les accusés de réception ACK2, ACK3 des étiquettes intermédiaire 22 et intérieure 23 pendant une période de durée déterminée après émission d'un nombre déterminé de requêtes d'usure R, le calculateur conclut que le pneumatique 1 est faiblement usé. Une alarme de « faible usure » est émise par le  
15 calculateur 9 en direction du conducteur.

Lorsque le pneumatique 1 est usé de manière importante, l'étiquette d'usure intermédiaire 22 se détériore et ne peut pas recevoir la requête d'usure R, aucun accusé de réception ACK2 n'étant alors émis par l'étiquette d'usure intermédiaire 22 vers le transpondeur 4. Si le transpondeur 4 ne reçoit que l'accusé de réception ACK3 de  
20 l'étiquette intérieure 23 pendant une période de durée déterminée après émission d'un nombre déterminé de requêtes d'usure R, le calculateur conclut que le pneumatique 1 est usé de manière importante. Une alarme « d'usure importante » est émise par le calculateur 9 en direction du conducteur.

Lorsque le pneumatique 1 est usé de manière critique, c'est-à-dire lorsque l'on a  
25 atteint la limite d'usure 11 de la bande de roulement 10, l'étiquette d'usure intérieure 23 se détériore et ne peut pas recevoir la requête d'usure R, aucun accusé de réception ACK3 n'étant alors émis par l'étiquette d'usure intérieure 23 vers le transpondeur 4. Si le transpondeur 4 ne reçoit aucun accusé de réception pendant une période de durée déterminée après émission d'un nombre déterminé de requêtes d'usure R, le calculateur  
30 conclut que le pneumatique 1 est usé de manière critique. Une alarme « d'usure critique » est émise par le calculateur 9 en direction du conducteur.

Dans cet exemple, les degrés d'usure sont affichés sur le tableau de bord du véhicule mais il va de soi que d'autres alarmes pourraient être mises en œuvre telles que des illuminations d'indicateurs de couleurs différentes, etc.

35 Selon un troisième mode de mise en œuvre de l'invention, en référence à la figure 4, le calculateur 9 comprend, en liaison avec le transpondeur 4, un module 6

d'estimation d'usure dynamique. Le pneumatique 1 comprend ici une unique étiquette d'usure 2 conformément à la première forme de réalisation de l'invention.

Le module d'estimation 6 se présente sous la forme d'un circuit oscillateur, comprenant ici une capacité montée en parallèle avec une bobine, dont la fréquence  
5 d'oscillation varie sous les effets inductifs et/ou capacitifs induits par l'impact du pneumatique 1 sur la chaussée 5.

Au fur et à mesure que le pneumatique 1 s'use, son épaisseur diminue et la distance de l'étiquette d'usure 2 par rapport à la chaussée 5 diminue également, cette distance étant référencée « e » sur la figure 4. La rotation de l'étiquette d'usure 2 induit  
10 des effets inductifs et capacitifs, représentés par une flèche référencée  $\alpha$ , dans le module d'estimation 6.

Ces effets sont fonction de la distance entre l'étiquette 2 et le module 6 ; au fur et à mesure de l'usure du pneumatique 1, cette distance – pour une même position angulaire de l'étiquette 2 par exemple lors de son impact avec la chaussée 5 – varie avec  
15 la diminution de « e ». En d'autres termes, la fréquence d'oscillation du module d'estimation 6 varie en fonction de l'épaisseur du pneumatique « e ». Il est donc possible de déduire avec une unique étiquette d'usure 2 plusieurs degrés d'usure du pneumatique 1 par analyse de la fréquence d'oscillation du module d'estimation 6.

En fonction de la fréquence d'oscillation, le calculateur 9 émet des alarmes de  
20 natures différentes (usure faible, importante ou critique) à l'attention du conducteur.

Le module d'estimation 6 a été ici présenté avec un pneumatique 1 selon la première forme de réalisation mais il va de soi qu'un pneumatique 1 selon la deuxième forme de réalisation conviendrait également.

De manière avantageuse, avec un pneumatique 1 selon la deuxième forme de  
25 réalisation, le calculateur 9 obtient une information d'usure via le transpondeur 4 et une information d'usure via le module d'estimation 6. Grâce à ces informations d'origines différentes, un diagnostic fiable de l'usure du pneumatique 1 par comparaison des informations obtenues est obtenu.

L'invention n'est pas limitée aux exemples décrits et représentés. Ainsi, l'invention  
30 s'applique à tout type de véhicule avec des roues 7 munies de pneumatique 1 tel qu'une rame de métro ou un bus.

Par ailleurs, les étiquettes peuvent être disposées dans la bande de roulement 10 et/ou dans les parties latérales du pneumatique 1, c'est-à-dire dans les flancs de la roue. En outre, plusieurs étiquettes 2 peuvent être disposées le long de la bande de  
35 roulement 10 et dans les flancs de la roue 7 pour tenir compte de la non-uniformité de l'usure et augmenter le niveau de sécurité du système.

De plus, une alarme auditive peut être ajoutée à l'alarme visuelle de détection d'usure.

**REVENDEICATIONS**

1. Procédé de détection d'usure de pneumatique (1) de roue (7) de véhicule comportant au moins un marqueur d'usure (2 ; 21, 22, 23) disposé dans le pneumatique (1), caractérisé en ce qu'il consiste à :
  - émettre une requête d'usure (R) en direction du pneumatique (1) et,
- 5       • émettre une réponse de « non-usure » (ACK) à réception de la requête d'usure (R) par le marqueur d'usure (2 ; 21, 22, 23).
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le temps de réponse du marqueur d'usure (2 ; 21, 22, 23) à la requête d'usure (R) est mesuré pour en déduire un degré d'usure du pneumatique (1).
- 10 3. Pneumatique (1) pour roue de véhicule (7) de mise en œuvre du procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un marqueur d'usure émetteur-récepteur (2 ; 21, 22, 23) disposé dans le pneumatique (1) selon une position agencée pour émettre une réponse de « non-usure » (ACK ; ACK1, ACK 2, ACK 3) à la réception d'une requête d'usure (R) émise par un transpondeur (4) embarqué sur le
- 15 véhicule.
4. Pneumatique selon la revendication précédente, dans lequel le marqueur d'usure (2 ; 21, 22, 23) est un marqueur passif.
5. Pneumatique selon la revendication précédente, dans lequel le marqueur d'usure (2 ; 21, 22, 23) se présente sous la forme d'un marqueur RFID.
- 20 6. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, dans lequel le pneumatique comprenant une bande de roulement (10), le marqueur d'usure (2 ; 21, 22, 23) est disposé dans la bande de roulement (10).
7. Pneumatique selon la revendication précédente, dans lequel le marqueur d'usure (2 ; 21, 22, 23) est disposé à la limite d'usure (11) de la bande de roulement (10).
- 25 8. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 3 à 7, dans lequel une pluralité de marqueurs d'usure (21, 22, 23) est disposée dans une bande de roulement (10) du pneumatique (1), les marqueurs d'usure (21, 22, 23) définissant une pluralité de niveaux d'usure de la bande de roulement (10) du pneumatique (1).
9. Pneumatique selon la revendication précédente, dans lequel les marqueurs
- 30 d'usure (21, 22, 23) sont décalés radialement les uns des autres dans la bande de roulement (10) du pneumatique (1).
10. Système embarqué de détection d'usure de pneumatique (1) de roue (7) de véhicule, caractérisé en ce qu'il comporte :
  - au moins un pneumatique (1) selon l'une quelconque des revendications 3 à 9,
- 35       et,

- au moins un calculateur (9) couplé à au moins un transpondeur (4) apte à émettre une requête d'usure (R) en direction du pneumatique (1).

11. Système embarqué selon la revendication 10, dans lequel le calculateur (9) est embarqué dans le véhicule.
- 5 12. Système embarqué selon l'une quelconque des revendications 10 à 11, caractérisé en ce qu'il comporte plusieurs transpondeurs (4).
13. Système embarqué selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, dans lequel au moins un transpondeur (4) est embarqué dans le véhicule ou délocalisé dans chaque roue (7).
- 10 14. Système embarqué de détection d'usure de pneumatique (1) de roue (7) de véhicule, caractérisé en ce que, le véhicule étant équipé d'un système TPMS comportant un calculateur et un capteur de pression dans chaque roue (7) en liaison avec le calculateur, un transpondeur de communication (4), apte à émettre une requête d'usure (R) en direction d'au moins un marqueur d'usure (2, 21, 22, 23) d'un pneumatique
- 15 selon l'une quelconque des revendications 3 à 9, est intégré au capteur de pression de chaque roue ; chaque capteur TPMS étant alors apte à transmettre également au calculateur les informations d'usure du pneumatique issues de la communication entre le transpondeur (4) intégré et le ou les marqueurs d'usure (2).
- 20 15. Système embarqué selon l'une quelconque des revendications 10 à 14, dans lequel un module (6) d'estimation d'usure dynamique est agencé en liaison avec le calculateur (9) pour calculer l'épaisseur du pneumatique (1) en fonction des forces capacitatives et/ou inductives engendrées par au moins un marqueur d'usure (2 ; 21, 22, 23) lors de l'impact du pneumatique (1) sur une chaussée (5).

1/2

Fig 1

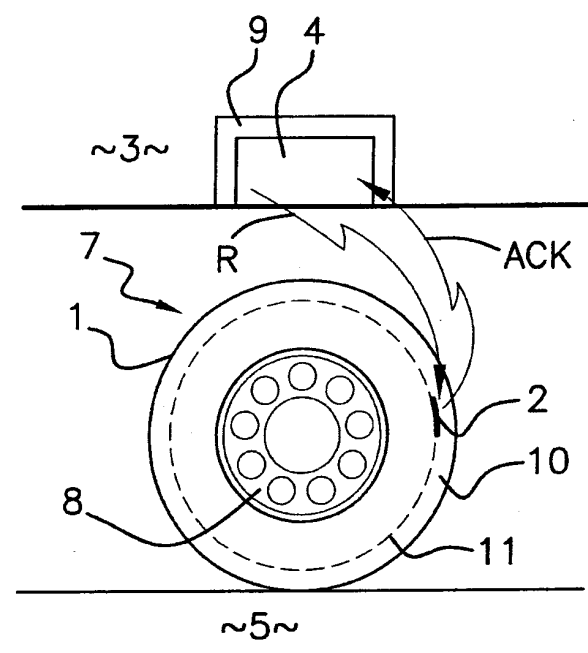
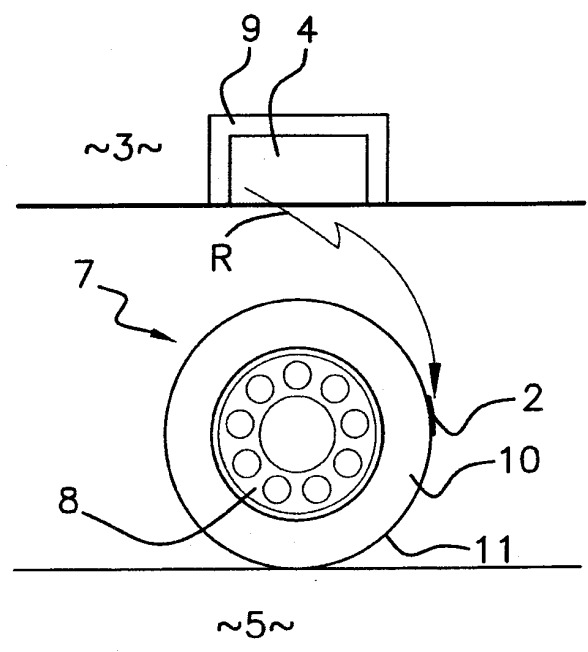


Fig 2



2/2

Fig 3

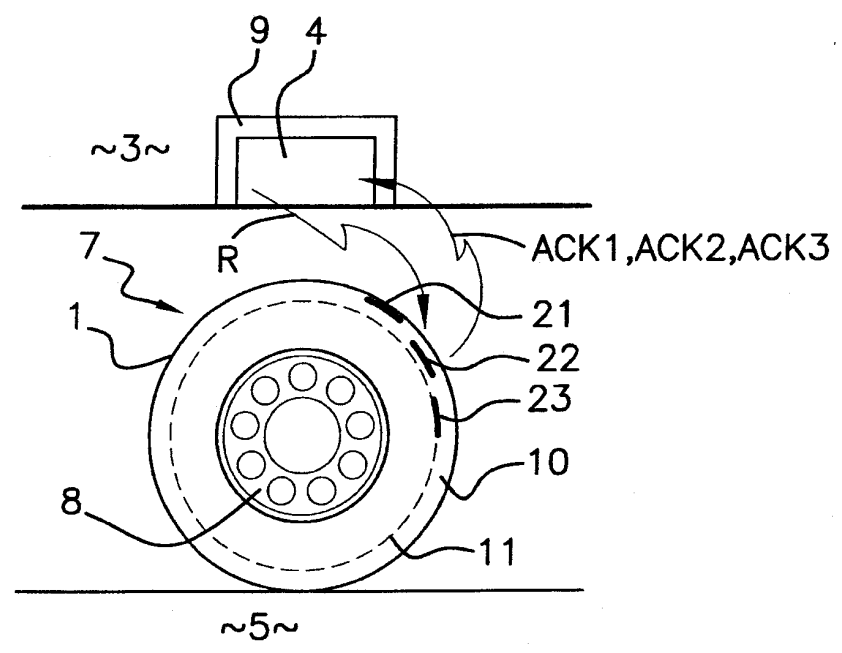
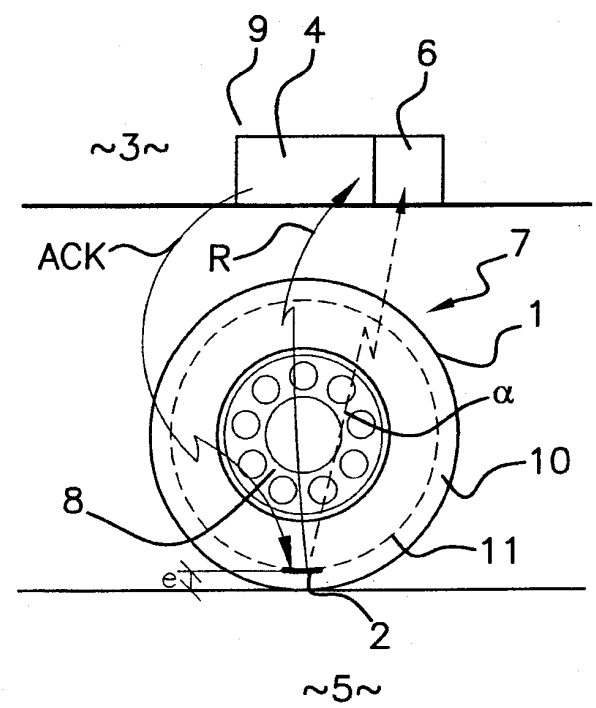


Fig 4





**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

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

FA 736396  
FR 1001678

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	EP 1 259 390 B1 (SIEMENS AG [DE] CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 5 novembre 2008 (2008-11-05) * le document en entier *	1-7,10, 11,13	B60C11/24 B60C23/04
X	WO 2007/127220 A2 (BRIDGESTONE FIRESTONE NORTH AM [US]; RENSEL JOHN [US]; WILSON PAUL [US]) 8 novembre 2007 (2007-11-08) * alinéas [0022], [0027], [0039]; figure 1 *	1,3-5, 8-13	
X	US 2006/042734 A1 (TURNER DOUGLAS D [US] ET AL) 2 mars 2006 (2006-03-02) * alinéa [0022] - alinéa [0031]; revendications 1-13, 26-35; figure 1, * * alinéa [0050] - alinéa [0057]; revendications 26-35; figures 7-9 *	1,3-7, 10,14	
X	EP 0 937 615 A2 (SIEMENS AG [DE]) 25 août 1999 (1999-08-25) * alinéas [0009], [0012], [0018], [0035], [0041], [0044], [0052], [0064] *	1,3-6, 10-13,15	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B60C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
24 novembre 2010		Schork, Willi	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons</p> <p>&amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1001678 FA 736396**

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 **24-11-2010**

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
EP 1259390	B1	05-11-2008	WO 0164460 A1	07-09-2001
			EP 1259390 A1	27-11-2002
			US 2003005760 A1	09-01-2003
-----				
WO 2007127220	A2	08-11-2007	AR 060657 A1	02-07-2008
			AU 2007243411 A1	08-11-2007
			CA 2649829 A1	08-11-2007
			CN 101460321 A	17-06-2009
			EP 2010401 A2	07-01-2009
			JP 2009535699 T	01-10-2009
			KR 20090006107 A	14-01-2009
			US 2009277262 A1	12-11-2009
			US 2007256485 A1	08-11-2007
-----				
US 2006042734	A1	02-03-2006	AUCUN	
-----				
EP 0937615	A2	25-08-1999	DE 19807004 A1	09-09-1999
-----				