

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
15 septembre 2022 (15.09.2022)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2022/189337 A1

(51) Classification internationale des brevets :
G01B 21/22 (2006.01) *G01B 21/26* (2006.01)
B60C 23/04 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2022/055709

(22) Date de dépôt international :
07 mars 2022 (07.03.2022)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
FR2102293 09 mars 2021 (09.03.2021) FR

(71) Déposant : **CONTINENTAL AUTOMOTIVE TECHNOLOGIES GMBH** [DE/DE] ; Vahrenwalder Strasse 9, 30165 HANOVRE (DE).

(72) Inventeurs : **GODET, Sylvain** ; CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE - Service Intellectual Property, 1, avenue Paul Ourliac, 31100 TOULOUSE (FR). **BILLY, Stéphane** ; CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE - Service Intellectual Property, 1, avenue Paul Ourliac, 31100 TOULOUSE (FR).

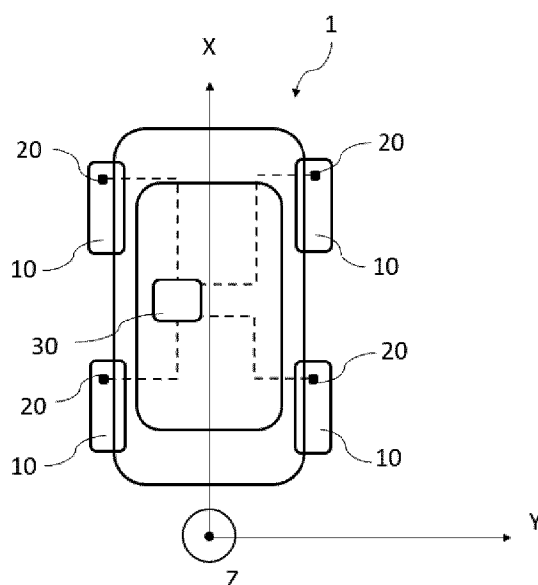
(74) Mandataire : **KAABOUNI, Fatima** ; CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE - Service Intellectual Property, 1, avenue Paul Ourliac, 31100 TOULOUSE (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,

(54) Title: DETECTION OF A GEOMETRIC ANOMALY OF A VEHICLE WHEEL

(54) Titre : DÉTECTION D'UNE ANOMALIE DE GÉOMÉTRIE D'UNE ROUE DE VÉHICULE

[Fig. 5]



(57) Abstract: The invention relates to a computer (30) for a motor vehicle (1), said vehicle (1) comprising a plurality of wheels (10), at least one of said wheels (10) comprising a sensor (20) capable of measuring at least one value of a "pitch" parameter, enabling the computer (30) to determine a "pitch" coordinate of said sensor (20) along a predetermined "pitch" axis (Y) orthogonal to the direction of movement of the vehicle (1) and parallel to the plane of the road. The computer (30) is capable of receiving, from the sensor (20), at least one value of the pitch parameter, of determining at least one pitch coordinate of the sensor (20) based on the at least one received value, of detecting a geometric anomaly on the wheel (10) comprising said sensor (20) when at least one determined pitch coordinate is outside a first predetermined range of coordinate values on the pitch axis (Y).

(57) Abrégé : L'invention concerne un calculateur (30) pour véhicule (1) automobile, ledit véhicule (1) comprenant une pluralité de roues (10), au moins l'une desdites roues (10) comprenant un capteur (20) apte à mesurer au moins une valeur d'un paramètre dit « de tangage » permettant au calculateur (30) de déterminer une coordonnée dite « de tangage » dudit capteur (20) selon un axe dit « de tangage » (Y) prédéterminé orthogonal à la direction du déplacement du véhicule (1) et parallèle au plan de la route, le calculateur (30) étant apte à recevoir du capteur (20) au moins une valeur du paramètre de tangage, déterminer au moins une coordonnée de tangage du capteur (20) à partir de l'au moins une valeur reçue, détecter une anomalie de géométrie sur la roue (10) comportant ledit capteur (20) lorsqu'au moins une coordonnée de

CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- en noir et blanc ; la demande internationale telle que déposée était en couleur ou en échelle de gris et est disponible sur PATENTSCOPE pour téléchargement.

tangage déterminée est en dehors d'une première plage prédéterminée de valeurs de coordonnée sur l'axe de tangage (Y).

Description

Titre : Détection d'une anomalie de géométrie d'une roue de véhicule

Domaine technique

- 5 [0001] L'invention concerne le domaine de l'automobile, et plus particulièrement un calculateur et un procédé de détection d'une anomalie de géométrie d'une roue de véhicule.

Technique antérieure

- 10 [0002] De nos jours, il est connu de monter divers capteurs dans les roues d'un véhicule automobile. Il est par exemple connu de monter un capteur de température et de pression appelé communément « TPMS », pour « Tyre Pressure Monitoring System », par exemple monté sur la valve de gonflage du pneumatique de la roue.

- 15 [0003] Toujours de manière connue, une roue de véhicule peut présenter certaines anomalies de géométrie, par exemple de parallélisme, de carrossage ou de serrage des boulons de la roue.

- 20 [0004] Ainsi, en référence aux figures 1 et 2, le véhicule étant à l'arrêt, la roue présente une anomalie de parallélisme lorsqu'en vue de dessus du véhicule, le plan perpendiculaire à l'axe de rotation de la roue, appelé « plan de la roue », forme un angle avec le plan vertical s'étendant selon l'axe de déplacement du véhicule, appelé « axe de roulis » X du véhicule.

- [0005] De même, en référence aux figures 3 et 4, le véhicule étant également à l'arrêt, la roue présente une anomalie de carrossage lorsqu'en vue de face du véhicule, le plan de la roue forme un angle avec le plan vertical s'étendant selon l'axe de lacet Z du véhicule.

- 25 [0006] Une anomalie de géométrie peut diminuer le confort de conduite, notamment en provoquant des vibrations dans le volant ou en empêchant un centrage correct du volant lorsque le véhicule circule en ligne droite, ce qui peut s'avérer dangereux pour les occupants du véhicule. De plus, une anomalie de géométrie peut également entraîner une augmentation significative de la consommation de

carburant et de l'usure des pneumatiques. En effet, en cas d'anomalie de géométrie, les pneumatiques s'useront sur leurs extrémités de façon non uniforme. Or, une usure définie non uniformément peut ne pas être détectée. Si un pneumatique usé n'est pas changé à temps, il persiste un risque de non-tenue du véhicule à la route et/ou d'éclatement du pneumatique, ce qui présente là encore un danger pour les occupants du véhicule. Il est donc nécessaire de détecter au plus tôt les anomalies de géométrie.

[0007] Le conducteur pourrait suspecter la présence d'une anomalie de géométrie sur son véhicule notamment s'il sent que le volant vibre lorsqu'il conduit le véhicule. Afin de confirmer ses suspicions, l'utilisateur du véhicule devra emmener son véhicule chez un garagiste afin qu'un contrôle des roues du véhicule soit effectué par un professionnel.

[0008] Cependant, il est possible que le conducteur ne ressente aucune gêne lors de la conduite du véhicule. Ainsi, si le conducteur n'emmène pas son véhicule chez un garagiste, les anomalies de géométrie ne pourront pas être détectées.

[0009] Il existe donc le besoin d'une solution permettant de remédier au moins en partie à ces inconvénients.

Exposé de l'invention

[0010] L'invention concerne un calculateur pour véhicule automobile, ledit véhicule comprenant une pluralité de roues permettant au véhicule de se déplacer sur une route, au moins l'une desdites roues comprenant un capteur apte à mesurer au moins une valeur d'un paramètre dit « de tangage » permettant au calculateur de déterminer une coordonnée dite « de tangage » dudit capteur selon un axe dit « de tangage » prédéterminé orthogonal à la direction du déplacement du véhicule et parallèle au plan de la route, par rapport à une référence prédéterminée dudit axe de tangage, le calculateur étant apte à :

- a) recevoir du capteur au moins une valeur de l'au moins un paramètre de tangage,
- b) déterminer au moins une coordonnée de tangage du capteur par rapport à la référence prédéterminée de l'axe de tangage à partir de l'au moins une valeur reçue,

c) détecter une anomalie de géométrie sur la roue comportant ledit capteur lorsqu'au moins une coordonnée de tangage déterminée est en dehors d'une première plage prédéterminée de valeurs de coordonnées sur l'axe de tangage, centrée sur la référence prédéterminée dudit axe de tangage entre un minimum et
5 un maximum,

d) alerter le conducteur du véhicule, par l'émission d'un message d'alerte, lorsqu'une anomalie a été détectée.

[0011] Ainsi, le calculateur selon l'invention permet de détecter une anomalie de géométrie sur au moins une roue du véhicule et d'en informer le conducteur, ce qui
10 rend le véhicule plus sécurisé pour ses occupants. Le calculateur selon l'invention permet au conducteur du véhicule de savoir quand une intervention par un professionnel est nécessaire pour remédier à l'au moins une anomalie de géométrie détectée.

[0012] De préférence, le capteur est apte à mesurer au moins deux valeurs de
15 paramètre de tangage et au moins deux valeurs d'un paramètre dit « de lacet », chaque valeur de paramètre de lacet permettant au calculateur de déterminer la coordonnée dite « de lacet » dudit capteur selon un axe dit « de lacet » prédéterminé orthogonal à la direction du déplacement du véhicule et orthogonal au plan de la route par rapport à une référence prédéterminée dudit axe de lacet, le calculateur
20 est apte à :

- a) recevoir du capteur au moins deux valeurs du paramètre de tangage et au moins deux valeurs du paramètre de lacet,
- b) déterminer au moins deux coordonnées de tangage à partir des au moins deux valeurs de paramètre de tangage reçues et au moins deux coordonnées de lacet à
25 partir des au moins deux valeurs de paramètre de lacet reçues,
- c) définir au moins deux positions du capteur, chaque position étant définie dans le plan comprenant l'axe de tangage et l'axe de lacet par une coordonnée de tangage et une coordonnée de lacet déterminées,
- d) détecter une anomalie de serrage de la roue comportant ledit capteur lorsque :

i) au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est supérieure au maximum de la première plage prédéterminée et sa coordonnée de lacet est supérieure au maximum d'une deuxième plage prédéterminée de valeurs de coordonnée sur l'axe de lacet, centrée sur le centre de la roue entre un minimum et un maximum, et

au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est inférieure au minimum de la première plage prédéterminée et sa coordonnée de lacet est supérieure au maximum de la deuxième plage prédéterminée,

ou :

ii) au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est supérieure au maximum de la première plage prédéterminée et sa coordonnée de lacet est inférieure au minimum d'une deuxième plage prédéterminée de valeurs de position sur l'axe de lacet, centrée sur le centre de la roue entre un minimum et un maximum, et

au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est inférieure au minimum de la première plage prédéterminée et sa coordonnée de lacet est inférieure au minimum de la deuxième plage prédéterminée.

[0013] De manière préférée, le calculateur est configuré pour détecter une anomalie de carrossage de la roue comportant ledit capteur lorsque :

i) au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est supérieure au maximum de la première plage prédéterminée et sa coordonnée de lacet est supérieure au maximum de la deuxième plage prédéterminée, et

au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est inférieure au minimum de la première plage prédéterminée et sa coordonnée de lacet est inférieure au minimum de la deuxième plage prédéterminée,

ou :

ii) au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est supérieure au maximum de la première plage prédéterminée et sa coordonnée de lacet est inférieure au minimum de la deuxième plage prédéterminée, et

au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est inférieure au minimum de la première plage prédéterminée et sa coordonnée de lacet est supérieure au maximum de la deuxième plage prédéterminée.

[0014] Selon une deuxième forme de réalisation, chaque capteur est apte à mesurer au moins deux valeurs de paramètre de tangage, le véhicule comprend au moins un deuxième capteur, chaque deuxième capteur étant monté en face d'une roue comprenant un capteur et configuré pour mesurer au moins deux valeurs d'un paramètre dit « de lacet », chaque valeur de paramètre de lacet permettant au calculateur de déterminer la coordonnée dite « de lacet » dudit capteur selon un axe dit « de lacet » prédéterminé orthogonal à la direction du déplacement du véhicule et orthogonal au plan de la route par rapport à une référence prédéterminée dudit axe de lacet, le calculateur est apte à :

- a) recevoir du capteur au moins deux valeurs du paramètre de tangage et du deuxième capteur au moins deux valeurs du paramètre de lacet,
- 15 b) déterminer au moins deux coordonnées de tangage à partir des au moins deux valeurs de paramètre de tangage reçues et au moins deux coordonnées de lacet à partir des au moins deux valeurs de paramètre de lacet reçues,
- c) définir au moins deux positions du capteur, chaque position étant définie dans le plan comprenant l'axe de tangage et l'axe de lacet par une coordonnée de tangage et par une coordonnée de lacet déterminées,
- 20 d) détecter une anomalie de serrage de la roue comportant ledit capteur et ledit deuxième capteur lorsque :
 - i) au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est supérieure au maximum de la première plage prédéterminée et sa coordonnée de lacet est supérieure au maximum d'une deuxième plage prédéterminée de valeurs de coordonnée sur l'axe de lacet, centrée sur le centre de la roue entre un minimum et un maximum, et

au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est inférieure au minimum de la première plage prédéterminée et sa coordonnée de lacet est supérieure au maximum de la deuxième plage prédéterminée,

ou :

- ii) au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est supérieure au maximum de la première plage prédéterminée et sa coordonnée de lacet est inférieure au minimum d'une deuxième plage prédéterminée de valeurs de
- 5 coordonnée sur l'axe de lacet, centrée sur le centre de la roue entre un minimum et un maximum, et

au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est inférieure au minimum de la première plage prédéterminée et sa coordonnée de lacet est inférieure au minimum de la deuxième plage prédéterminée.

- 10 **[0015]** Selon cette deuxième forme de réalisation, le calculateur est configuré pour détecter une anomalie de carrossage de la roue comportant ledit capteur lorsque :

i) au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est supérieure au maximum de la première plage prédéterminée et sa coordonnée de lacet est supérieure au maximum de la deuxième plage prédéterminée, et

- 15 au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est inférieure au minimum de la première plage prédéterminée et sa coordonnée de lacet est inférieure au minimum de la deuxième plage prédéterminée,

ou :

- ii) au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est
- 20 supérieure au maximum de la première plage prédéterminée et sa coordonnée de lacet est inférieure au minimum de la deuxième plage prédéterminée, et

au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est inférieure au minimum de la première plage prédéterminée et sa coordonnée de lacet est supérieure au maximum de la deuxième plage prédéterminée.

- 25 **[0016]** De manière préférée, le capteur est apte à mesurer au moins deux valeurs du paramètre de tangage et au moins deux valeurs d'un paramètre dit « de roulis », chaque valeur de paramètre de roulis permettant au calculateur de déterminer la coordonnée dite « de roulis » dudit capteur selon un axe dit « de roulis »

prédéterminé parallèle à la direction du déplacement du véhicule par rapport à une référence prédéterminée dudit axe de roulis, le calculateur est apte à :

- a) recevoir du capteur au moins deux valeurs du paramètre de tangage et au moins deux valeurs du paramètre de roulis,
- 5 b) déterminer au moins deux coordonnées de tangage à partir des au moins deux valeurs de paramètre de tangage reçues et au moins deux coordonnées de roulis à partir des au moins deux valeurs de paramètre de roulis reçues,
- c) définir au moins deux positions du capteur, chaque position étant définie dans le plan comprenant l'axe de tangage et l'axe de roulis par une coordonnée de tangage
10 et une coordonnée de roulis déterminées,
- d) détecter une anomalie de parallélisme de la roue comportant ledit capteur lorsque :
 - i) au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est supérieure au maximum de la première plage prédéterminée et sa coordonnée de
15 roulis est supérieure au maximum d'une troisième plage prédéterminée de valeurs de coordonnée sur l'axe de roulis, centrée sur le centre de la roue entre un minimum et un maximum, et
 - au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est inférieure au minimum de la première plage prédéterminée et sa coordonnée de roulis est
20 inférieure au minimum de la troisième plage prédéterminée,
- ou :
 - ii) au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est supérieure au maximum de la première plage prédéterminée et sa coordonnée de
roulis est inférieure au minimum d'une troisième plage prédéterminée de valeurs de
25 coordonnée sur l'axe de roulis, centrée sur le centre de la roue entre un minimum et un maximum, et
 - au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est inférieure au minimum de la première plage prédéterminée et sa coordonnée de roulis est supérieure au maximum de la troisième plage prédéterminée.

[0017] De préférence, le capteur est un capteur d'accélération.

[0018] Selon la deuxième forme de réalisation, le deuxième capteur est un capteur de vitesse de rotation de la roue.

[0019] De préférence, le deuxième capteur est un capteur d'un système antiblocage
5 des roues du véhicule.

[0020] L'invention concerne également un véhicule comprenant une pluralité de roues permettant au véhicule de se déplacer sur une route, ledit véhicule comprenant un calculateur tel que présenté précédemment, au moins l'une desdites
10 roues comprend un capteur apte à mesurer au moins un paramètre dit « de tangage » permettant au calculateur de déterminer la coordonnée dite « de tangage » dudit capteur selon un axe dit « de tangage » prédéterminé orthogonal à la direction du déplacement du véhicule et parallèle au plan de la route, par rapport à une référence prédéterminée dudit axe de tangage.

[0021] L'invention concerne également un procédé de détection d'une anomalie de
15 géométrie d'une roue d'un véhicule, mis en œuvre par un calculateur tel que présenté précédemment, le procédé étant remarquable en ce qu'il comprend les étapes de :

- a) réception d'au moins une valeur de l'au moins un paramètre de tangage envoyée par au moins un capteur,
- 20 b) détermination d'au moins une coordonnée de tangage par rapport à la référence prédéterminée de l'axe de tangage à partir de l'au moins une valeur reçue,
- c) détection d'une anomalie de géométrie sur la roue comportant ledit capteur lorsque ladite au moins une coordonnée de tangage déterminée est en dehors d'une première plage prédéterminée de valeurs de coordonnée sur l'axe de tangage,
25 centrée sur la référence prédéterminée dudit axe de tangage,
- d) alerte, par l'émission d'un message d'alerte au conducteur du véhicule, lorsqu'une anomalie a été détectée.

[0022] L'invention concerne également un produit programme d'ordinateur remarquable en ce qu'il comporte un ensemble d'instructions de code de

programme qui, lorsqu'elles sont exécutées par un ou plusieurs processeurs, configurent le ou les processeurs pour mettre en œuvre un procédé tel que présenté précédemment.

Brève description des dessins

- 5 **[0023]** 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 :

[Fig. 1] La figure 1 représente une vue de dessus d'un véhicule présentant une anomalie de parallélisme,

- 10 [Fig. 2] La figure 2 représente une vue de dessus d'un véhicule présentant une autre forme d'anomalie de parallélisme,

[Fig. 3] La figure 3 représente une vue de l'avant d'un véhicule présentant une anomalie de carrossage,

- 15 [Fig. 4] La figure 4 représente une vue de l'avant d'un véhicule présentant une autre forme d'anomalie de carrossage,

[Fig. 5] La figure 5 représente une vue du dessus d'un véhicule selon l'invention,

[Fig. 6] La figure 6 représente une roue du véhicule, représenté à la figure 5, selon un axe de tangage,

- 20 [Fig. 7] La figure 7 représente une roue du véhicule, illustré à la figure 5, dans un plan défini par un axe de tangage et un axe de lacet,

[Fig. 8] La figure 8 représente une roue du véhicule, illustré à la figure 5, dans un plan défini par un axe de tangage et un axe de roulis,

- 25 [Fig. 9] La figure 9 représente une roue du véhicule, illustré à la figure 5, dans un repère tridimensionnel défini par un axe de tangage, un axe de lacet et un axe de roulis,

[Fig. 10] La figure 10 représente une pluralité de valeurs de coordonnées de tangage déterminées sur un axe de tangage par rapport à une référence prédéterminée, selon l'invention,

[Fig. 11] La figure 11 représente une pluralité de positions dans un plan défini par un axe de tangage et un axe de lacet, par rapport à une référence prédéterminée, selon l'invention,

[Fig. 12] La figure 12 représente une pluralité de positions dans un plan défini par un axe de tangage et un axe de lacet, différente de la pluralité de positions représentée à la figure 11, par rapport à une référence prédéterminée, selon l'invention,

[Fig. 13] La figure 13 représente une pluralité de positions dans un plan défini par un axe de tangage et un axe de roulis, par rapport à une référence prédéterminée, selon l'invention,

[Fig. 14] La figure 14 représente une pluralité de positions dans un plan défini par un axe de tangage et un axe de roulis, différente de la pluralité de positions représentée à la figure 13, par rapport à une référence prédéterminée, selon l'invention,

[Fig. 15] La figure 15 illustre le procédé selon l'invention.

Description des modes de réalisation

[0024] L'invention sera présentée en vue d'une mise en œuvre dans un véhicule automobile.

[0025] En référence à la figure 5, le véhicule 1 est notamment défini dans un référentiel tridimensionnel orthogonal dans lequel :

- a) un premier axe dit « axe de tangage » Y est défini comme un axe prédéterminé orthogonal à la direction du déplacement du véhicule 1 et parallèle au plan de la route,
- b) un deuxième axe dit « axe de lacet » Z est défini comme un axe prédéterminé orthogonal à la direction du déplacement du véhicule 1 et orthogonal au plan de la route,
- c) un troisième axe, dit « axe de roulis » X est défini comme un axe parallèle à la direction de déplacement du véhicule 1.

[0026] Le véhicule 1 comprend une pluralité de roues 10 pour se déplacer sur une route, et un calculateur 30. Par exemple, le véhicule 1 comprend quatre roues 10.

[0027] Les roues 10 sont également définies selon ledit référentiel tridimensionnel.

[0028] Au moins l'une desdites roues 10 comprend un capteur 20. Toujours en
5 référence à la figure 5, de préférence chaque roue 10 du véhicule 1 comprend un capteur 20.

[0029] Ainsi, lorsque le véhicule 1 est en mouvement, chaque roue 10 entre en rotation selon le plan perpendiculaire à l'axe de rotation de ladite roue 10, appelé « plan de la roue ». Ainsi, chaque capteur 20 monté dans une roue 10 en rotation
10 se déplace également dans le plan de ladite roue 10.

[0030] En référence à la figure 6, selon une première forme de réalisation, le capteur 20 est apte à mesurer au moins une valeur d'un paramètre dit « de tangage » permettant au calculateur 30 de déterminer la coordonnée sur l'axe de tangage Y, dite « coordonnée de tangage », dudit capteur 20 par rapport à une
15 référence prédéterminée R0.

[0031] La référence prédéterminée R0 correspond notamment au point de l'axe de tangage Y situé dans le plan de la roue 10 comprenant ledit capteur 20, lorsque la roue 10 est correctement montée sur le véhicule 1. On entend par « correctement montée », une roue qui serait montée sur le moyeu d'un véhicule sans anomalie de
20 géométrie, autrement dit sans défaut de parallélisme, sans défaut de carrossage et dont les écrous sont serrés.

[0032] La valeur de paramètre de tangage peut par exemple être une valeur d'accélération de la roue 10.

[0033] En référence à la figure 7, selon une deuxième forme de réalisation, le
25 capteur 20 est également apte à mesurer au moins une valeur d'un paramètre dit « de lacet » permettant au calculateur de déterminer la coordonnée sur l'axe de lacet Z, dite « coordonnée de lacet », dudit capteur 20 par rapport à la référence prédéterminée R0.

[0034] La valeur du paramètre de lacet peut également correspondre à une valeur
30 d'accélération de la roue 10.

[0035] En référence à la figure 8, selon une troisième forme de réalisation, le capteur 20 est apte à mesurer au moins une valeur d'un paramètre de tangage et à mesurer au moins une valeur d'un paramètre dit « de roulis » permettant au calculateur de déterminer la coordonnée sur l'axe de roulis X, dite « coordonnée de roulis », dudit capteur 20 par rapport à la référence prédéterminée R0.

[0036] La valeur du paramètre de roulis peut notamment correspondre à une valeur d'accélération de la roue 10.

[0037] En référence à la figure 9, selon une quatrième forme de réalisation, le capteur 20 est apte à mesurer au moins une valeur du paramètre de lacet, au moins une valeur du paramètre de roulis et au moins une valeur du paramètre de tangage.

[0038] Le capteur 20 est également apte à envoyer l'au moins une valeur du paramètre mesurée, autrement dit, du paramètre de tangage mesuré, au calculateur 30.

[0039] De plus, selon la deuxième et la quatrième forme de réalisation, le capteur 20 est également apte à envoyer l'au moins une valeur de paramètre de lacet mesurée au calculateur 30.

[0040] Par ailleurs, selon la troisième et la quatrième forme de réalisation, le capteur 20 est également apte à envoyer l'au moins une valeur de paramètre de roulis mesurée au calculateur 30.

[0041] De plus, le capteur 20, selon n'importe quelle forme de réalisation, est configuré pour envoyer au moins une valeur de paramètre, de tangage, de lacet ou de roulis, associée à un identifiant, permettant au calculateur 30 d'identifier depuis quel capteur 20 a été envoyée ladite valeur de paramètre.

[0042] Le capteur 20 peut être un accéléromètre, et notamment l'accéléromètre du capteur TPMS, pour « Tire Pressure Monitoring System » en langue anglaise, permettant notamment de mesurer la pression du pneumatique de la roue 10 du véhicule 1 dans laquelle est monté le capteur TPMS. Le capteur TPMS est déjà connu de l'homme du métier, et ne sera donc pas décrit plus en détails ici.

[0043] Selon une autre forme de réalisation, le véhicule 1 comprend au moins un deuxième capteur. Plus précisément, chaque deuxième capteur est monté sur le véhicule 1, en face d'une roue 10 du véhicule 1 comprenant un capteur 20.

[0044] De préférence, le véhicule 1 comprend autant de deuxièmes capteurs que
5 de roues 10.

[0045] Pour une roue en rotation, le deuxième capteur est notamment apte à mesurer au moins un paramètre de lacet permettant au calculateur 30 de déterminer la coordonnée de lacet du capteur 20 monté dans la roue 10.

[0046] Le paramètre de lacet peut correspondre à une valeur de vitesse de rotation
10 de la roue 10.

[0047] Le deuxième capteur peut être un capteur de vitesse de rotation de la roue 10, par exemple utilisé par un système antiblocage des roues 10 dont est équipé le véhicule 1 et communément appelé système « ABS » par l'homme du métier, pour « Antiblockiersystem » en langue allemande.

[0048] Le deuxième capteur est apte à envoyer chaque valeur de paramètre de lacet mesurée au calculateur 30, associée à un identifiant, permettant au calculateur 30 d'identifier depuis quel deuxième capteur a été envoyée ladite valeur de paramètre de lacet.
15

[0049] De nouveau en référence à la figure 5, le calculateur 30 est ainsi monté dans
20 le véhicule 1, et notamment, à une position sensiblement centrale à l'intérieur du véhicule 1.

[0050] Le calculateur 30 est relié à chaque capteur 20 monté dans une roue 10 du véhicule 1. De préférence, puisque le véhicule 1 comprend une pluralité de roues 10 et que chaque roue 10 du véhicule 1 comprend un capteur 20, le calculateur 30 est
25 relié à une pluralité de capteurs 20.

[0051] Notamment, puisque le véhicule 1 comprend quatre roues 10, le calculateur 30 est relié à quatre capteurs 20.

[0052] De plus, le calculateur 30 est relié à chaque capteur 20 par un lien de connexion de type non-filaire. Par exemple, le calculateur 30 est relié à chaque capteur 20 via une connexion Radiofréquence.

[0053] Par ailleurs, le calculateur 30 peut également être relié à l'au moins un
5 deuxième capteur 20 via un deuxième lien de connexion, notamment de type Radiofréquence, par exemple en Ultra haute Fréquence à 315 MHz ou à 433MHz ou encore un lien de connexion Bluetooth à basse consommation, pour « Bluetooth Low Energy » en langue anglaise, à 2.4 GHz.

[0054] Le calculateur 30 est ainsi configuré pour recevoir au moins une valeur d'un
10 paramètre mesuré et envoyé par au moins un capteur 20 via le lien de connexion et/ou par au moins un deuxième capteur via le deuxième lien de connexion.

[0055] Plus précisément, le calculateur 30 est apte à recevoir au moins une valeur de paramètre de tangage mesurée et envoyée par au moins un capteur 20.

[0056] De plus, le calculateur 30 est également apte à recevoir au moins une valeur
15 de paramètre de roulis et/ou au moins une valeur de paramètre de lacet mesurées et envoyées par au moins un capteur 20.

[0057] Par ailleurs, le calculateur 30 est également apte à recevoir au moins une valeur de paramètre de lacet mesurée et envoyée par au moins un deuxième capteur.

[0058] Ainsi, par exemple, pour une roue 10 donnée du véhicule 1, le calculateur 30
20 est configuré pour recevoir l'au moins une valeur de paramètre de tangage, de paramètre de lacet et de paramètre de roulis mesurées par un capteur 20 monté dans ladite roue 10.

[0059] Par exemple encore, le calculateur 30 est configuré pour recevoir l'au moins
25 une valeur de paramètre de tangage et l'au moins une valeur de paramètre de roulis mesurées par le capteur 20 et l'au moins une valeur de paramètre de lacet mesurée par le deuxième capteur.

[0060] Le calculateur 30 est également configuré pour identifier quel capteur 20, ou
30 deuxième capteur, a envoyé la valeur du paramètre de tangage, du paramètre de lacet ou du paramètre de roulis reçue. Pour cela, le calculateur 30 utilise l'identifiant

associé à la valeur du paramètre de tangage, de lacet ou de roulis reçue. Autrement dit, le calculateur 30 est configuré pour identifier de quelle roue 10 du véhicule 1 provient la valeur du paramètre de tangage, du paramètre de lacet ou du paramètre de roulis reçue.

- 5 **[0061]** De plus, de nouveau en référence à la figure 6 et/ou à la figure 9, pour chaque valeur de paramètre de tangage reçue, le calculateur 30 est configuré pour déterminer une coordonnée de tangage du capteur 20 ayant envoyé ladite valeur du paramètre de tangage, par rapport à la référence prédéterminée R0 à partir de la valeur du paramètre de tangage reçue.
- 10 **[0062]** De même, en référence à la figure 7 et/ou à la figure 9, pour chaque valeur de paramètre de lacet reçue, le calculateur 30 est configuré pour déterminer une coordonnée de lacet du capteur 20, par rapport à la référence prédéterminée R0 à partir de la valeur du paramètre de lacet reçue par le calculateur 30 et envoyée par le capteur 20 ou le deuxième capteur.
- 15 **[0063]** De même, en référence à la figure 8 et/ou à la figure 9, pour chaque valeur de paramètre de roulis reçue, le calculateur 30 est configuré pour déterminer une coordonnée de roulis du capteur 20, ayant envoyé ladite valeur du paramètre de roulis, par rapport à la référence prédéterminée R0 à partir de la valeur du paramètre de roulis reçue.
- 20 **[0064]** En référence à la figure 10, le calculateur 30 est configuré pour détecter une anomalie de géométrie sur une roue 10 du véhicule 1 en rotation, si au moins une coordonnée de tangage déterminée du capteur 20 monté dans ladite roue 10, est en dehors d'une première plage prédéterminée P1. La première plage prédéterminée P1 désigne un ensemble de valeurs de coordonnées sur un axe de tangage Y, centré sur la référence prédéterminée R0 dudit axe de tangage Y entre
25 un minimum et un maximum. Autrement dit, la première plage prédéterminée P1 comprend toutes les valeurs de coordonnées entre une valeur minimale et une valeur maximale centrées sur la référence prédéterminée R0.
- 30 **[0065]** La première plage P1 est notamment définie en fonction de la sensibilité du capteur 20. De plus, la première plage P1 est notamment déterminée par le constructeur.

[0066] Selon une autre forme de réalisation, la première plage P1 est déterminée lors de la première utilisation du véhicule 1. Par exemple, lors du premier roulage du véhicule 1, la position de chaque roue 10 est déterminée dans le référentiel tridimensionnel, et définie comme étant la position de référence de ladite roue 10, autrement dit, la position dans laquelle ladite roue 10 est correctement placée. Ainsi, la première plage est déterminée en fonction de ladite position de référence déterminée de chaque roue 10.

[0067] Par exemple, la première plage P1 prédéterminée désigne un ensemble de valeurs de coordonnées de tangage compris entre -2,5 mm et 2,5 mm.

[0068] Le calculateur 30 est également configuré pour alerter le conducteur de la détection d'une anomalie de géométrie. Plus précisément, le calculateur 30 est configuré pour alerter sur quelle(s) roue(s) 10 a été détectée une anomalie de géométrie.

[0069] Notamment, le calculateur 30 alerte le conducteur par l'émission d'un message d'alerte, par exemple un signal sonore dans l'habitacle du véhicule 1 ou par l'affichage d'un signal lumineux, par exemple sur le tableau de bord, visible par le conducteur.

[0070] En référence à la figure 11, le calculateur 30 est configuré pour détecter que l'anomalie de géométrie détectée sur une roue 10 du véhicule 1 est une anomalie de serrage, à partir d'au moins deux positions du capteur 20 monté dans ladite roue 10 en rotation. Chaque position est ici définie dans le plan comprenant l'axe de tangage Y et l'axe de lacet Z par une coordonnée de tangage et une coordonnée de lacet déterminées par le calculateur 30.

[0071] Le serrage désigne ici le serrage des boulons de la roue 10 et permet de fixer la roue 10 au moyeu correspondant et donc de rendre immobile la roue 10 par rapport au moyeu.

[0072] De plus, l'anomalie de serrage est détectée en fonction de la première plage prédéterminée P1 et d'une deuxième plage prédéterminée P2.

[0073] La deuxième plage P2 prédéterminée désigne un ensemble de valeurs de coordonnées sur un axe de lacet Z, centré sur le centre de la roue 10, entre un

minimum et un maximum, lorsque la roue 10 a correctement été montée dans le véhicule 1. Autrement dit, la deuxième plage prédéterminée P2 comprend toutes les valeurs de coordonnées de lacet entre une valeur minimale et une valeur maximale centrées sur le centre de la roue 10.

- 5 **[0074]** La deuxième plage P2 est notamment définie en fonction de la sensibilité du capteur 20 monté dans ladite roue 10 ou du deuxième capteur. De plus, la deuxième plage P2 est notamment déterminée par le constructeur.

[0075] Selon une autre forme de réalisation, la deuxième plage P2 est déterminée lors de la première utilisation du véhicule 1. Par exemple, la deuxième plage P2 est
10 déterminée en fonction de ladite position de référence déterminée de chaque roue 10.

[0076] Par exemple, la deuxième plage prédéterminée P2 désigne un ensemble de valeurs de coordonnées de lacet compris entre -2,5 mm et 2,5 mm.

[0077] Toujours en référence à la figure 11, afin de simplifier la description,
15 certaines zones sont prédéfinies dans le plan comprenant un axe de tangage Y et un axe de lacet Z :

a) une première zone Z1 définit la zone pour laquelle la coordonnée de tangage est inférieure à la valeur minimale de la première plage prédéterminée P1 et la coordonnée de lacet est supérieure à la valeur maximale de la deuxième plage
20 prédéterminée P2,

b) une deuxième zone Z2 définit la zone pour laquelle la coordonnée de tangage est supérieure à la valeur maximale de la première plage prédéterminée P1 et la coordonnée de lacet est supérieure à la valeur maximale de la deuxième plage prédéterminée P2,

25 c) une troisième zone Z3 définit la zone pour laquelle la coordonnée de tangage est inférieure à la valeur minimale de la première plage prédéterminée P1 et la coordonnée de lacet est inférieure à la valeur minimale de la deuxième plage prédéterminée P2,

d) une quatrième zone Z4 définit la zone pour laquelle la coordonnée de tangage
30 est supérieure à la valeur maximale de la première plage prédéterminée P1 et la

coordonnée de lacet est inférieure à la valeur minimale de la deuxième plage prédéterminée P2.

[0078] Le calculateur 30 est configuré pour détecter une anomalie de serrage d'une roue 10 si :

- 5 a) au moins une position du capteur 20 monté dans la roue 10 est située dans la première zone Z1 et au moins une position du capteur 20 est située dans la deuxième zone Z2,

ou

- 10 b) au moins une position du capteur 20 monté dans la roue 10 est située dans la troisième zone Z3 et au moins une position du capteur 20 est située dans la quatrième zone Z4,

ou

- 15 c) au moins une position du capteur 20 monté dans la roue 10 est située dans la première zone Z1 et au moins une position du capteur 20 est située dans la troisième zone Z3,

ou

- d) au moins une position du capteur 20 monté dans la roue 10 est située dans la deuxième zone Z2 et au moins une position du capteur 20 est située dans la quatrième zone Z4.

- 20 **[0079]** Si aucune configuration ne correspond à un des cas présentés ci-dessus, le calculateur 30 est configuré pour détecter que l'anomalie de géométrie de la roue 10 est une anomalie de parallélisme ou de carrossage.

- [0080]** Le calculateur 30 est également configuré pour alerter le conducteur de la détection d'une anomalie de serrage. Plus précisément, le calculateur 30 est
25 configuré pour alerter sur quelle(s) roue(s) 10 a été détectée une anomalie de serrage.

[0081] Notamment, le calculateur 30 alerte le conducteur via l'émission d'un message d'alerte, par exemple un signal sonore dans l'habitacle du véhicule 1 ou

l'affichage d'un signal lumineux, par exemple sur le tableau de bord, visible par le conducteur.

[0082] Le calculateur 30 est configuré pour détecter que l'anomalie de géométrie détectée sur une roue 10 du véhicule 1 est une anomalie de carrossage, à partir
5 d'au moins deux positions du capteur 20 monté dans ladite roue 10 en rotation. Chaque position est définie dans le plan comprenant l'axe de tangage Y et l'axe de lacet Z, par une coordonnée de tangage et une coordonnée de lacet déterminées par le calculateur 30.

[0083] Le carrossage désigne l'angle θ entre la projection orthogonale du plan de
10 la roue 10 dans le plan défini par l'axe de tangage Y et l'axe de lacet Z, à condition que cette projection soit une droite, et l'axe de lacet Z.

[0084] De plus, l'anomalie de carrossage est détectée en fonction de la première plage prédéterminée P1 et de la deuxième plage prédéterminée P2.

[0085] La roue 10 présente une anomalie de carrossage lorsqu'en vue de face du
15 véhicule, la projection du plan de la roue 10, dans le plan défini par l'axe de tangage Y et l'axe de lacet Z, forme un angle θ avec l'axe de lacet Z (comme représenté par exemple aux figures 3 et 4).

[0086] Plus précisément, en référence à la figure 11, le calculateur 30 est configuré pour détecter une anomalie de carrossage d'une roue 10 si :

20 a) au moins une position du capteur 20 monté dans la roue 10 est située dans la première zone Z1 et au moins une position du capteur 20 est située dans la quatrième zone Z4, et aucune position ne se trouve dans la deuxième zone Z2 et la troisième zone Z3,

ou

25 b) au moins une position du capteur 20 monté dans la roue 10 est située dans la deuxième zone Z2 et au moins une position du capteur 20 est située dans la troisième zone Z3, et aucune position ne se trouve dans la première zone Z1 et la quatrième zone Z4.

[0087] Le calculateur 30 est également configuré pour alerter le conducteur de la détection d'une anomalie de carrossage. Plus précisément, le calculateur 30 est configuré pour alerter sur quelle(s) roue(s) 10 a été détectée une anomalie de carrossage.

- 5 **[0088]** Notamment, le calculateur 30 alerte le conducteur via l'émission d'un message d'alerte, par exemple un signal sonore dans l'habitacle du véhicule 1 ou l'affichage un signal lumineux, par exemple sur le tableau de bord, visible par le conducteur.

- [0089]** Le calculateur 30 est également configuré pour déterminer si l'angle de carrossage θ de l'anomalie de carrossage détectée est positif ou négatif.

[0090] Comme expliqué précédemment, l'angle de carrossage θ définit l'angle entre la projection du plan de la roue 10 dans le plan défini par l'axe de tangage Y et l'axe de lacet Z, à condition que cette projection soit une droite, et l'axe de lacet Z, comme illustré à la figure 12.

- 15 **[0091]** L'angle de carrossage θ est positif si la partie supérieure du plan de roue 10, est orientée vers l'extérieur du véhicule 1 (comme illustré à la figure 4), et l'angle de carrossage θ est négatif si la partie supérieure du plan de roue 10, est orientée vers l'intérieur du véhicule 1 (comme illustré à la figure 3).

- [0092]** Concernant les roues 10 latérales gauches du véhicule 1, le calculateur 30 est configuré pour déterminer que l'angle de carrossage θ est positif si au moins une position du capteur 20 monté dans la roue 10 est située dans la première zone Z1 et au moins une position du capteur 20 est située dans la quatrième zone Z4 (et aucune position ne se trouve dans la deuxième zone Z2 et la troisième zone Z3).

- 25 **[0093]** Toujours concernant les roues 10 latérales gauches du véhicule 1, le calculateur 30 est configuré pour déterminer que l'angle de carrossage θ est négatif si au moins une position du capteur 20 monté dans la roue 10 est située dans la deuxième zone Z2 et au moins une position du capteur 20 est située dans la troisième zone Z3 (et aucune position ne se trouve dans la première zone Z1 et la quatrième zone Z4).

[0094] Concernant les roues 10 latérales droites du véhicule 1, le calculateur 30 est configuré pour déterminer que l'angle de carrossage θ est positif si au moins une position du capteur 20 monté dans la roue 10 est située dans la deuxième zone Z2 et au moins une position du capteur 20 est située dans la troisième zone Z3 (et aucune position ne se trouve dans la première zone Z1 et la quatrième zone Z4).

[0095] Toujours concernant les roues 10 latérales droites du véhicule 1, le calculateur 30 est configuré pour déterminer que l'angle de carrossage θ est négatif si au moins une position du capteur 20 monté dans la roue 10 est située dans la première zone Z1 et au moins une position du capteur 20 est située dans la quatrième zone Z4 (et aucune position ne se trouve dans la deuxième zone Z2 et la troisième zone Z3).

[0096] Le calculateur 30 est également configuré pour indiquer au conducteur si l'angle de carrossage θ est positif ou négatif. Plus précisément, le calculateur 30 est configuré pour alerter sur quelle(s) roue(s) 10 l'angle de carrossage θ est positif ou négatif, notamment via une indication lumineuse, par exemple sur le tableau de bord, visible par le conducteur.

[0097] Le calculateur 30 est également configuré pour déterminer la valeur de l'angle de carrossage θ d'une roue 10 du véhicule 1 comme illustré sur la figure 12.

[0098] Pour cela, le calculateur 30 est configuré pour modéliser, dans le plan défini par l'axe de tangage Y et l'axe de lacet Z, un segment représentant une estimation de la variation de la coordonnée de lacet du capteur 20 en fonction de la coordonnée de tangage du capteur 20. Autrement dit, le calculateur 30 est configuré pour représenter la position du capteur 20 dans le plan défini par l'axe de tangage Y et l'axe de lacet Z, chaque position étant définie par une coordonnée de tangage et une coordonnée de lacet déterminées par le calculateur 30.

[0099] Pour cela, le calculateur 30 peut utiliser un modèle de régression linéaire.

[0100] Le segment ainsi modélisé représente la projection du plan de la roue 10 dans le plan comprenant l'axe de tangage Y et l'axe de lacet Z.

[0101] Le calculateur 30 a à sa connaissance la longueur du segment modélisé, qui correspond au diamètre D de la roue 10.

[0102] De plus, puisque le calculateur 30 a modélisé le segment, ledit calculateur 30 connaît la valeur de la coordonnée de tangage minimale $P_{\min}$ et de la coordonnée de tangage maximale $P_{\max}$ sur ledit segment modélisé.

[0103] Ainsi, à partir du diamètre D et de la coordonnée de tangage minimale $P_{\min}$ ou de la coordonnée de tangage maximale $P_{\max}$, le calculateur 30 est configuré pour déterminer la valeur de l'angle de carrossage θ , notamment à partir de l'égalité suivante :

$$\text{[Math 1]} \quad \theta = \arcsin \left(\frac{P_{\min}}{\frac{D}{2}} \right)$$

ou

$$10 \quad \text{[Math 2]} \quad \theta = \arcsin \left(\frac{P_{\max}}{\frac{D}{2}} \right).$$

[0104] Le calculateur 30 est également configuré pour donner au conducteur la valeur de l'angle de carrossage θ . Plus précisément, le calculateur 30 est configuré pour donner, pour chaque roue 10 présentant une anomalie de carrossage, la valeur de l'angle de carrossage θ , via une indication lumineuse, par exemple affichée sur le tableau de bord, visible par le conducteur.

[0105] En référence à la figure 13, le calculateur 30 est configuré pour détecter que l'anomalie de géométrie détectée sur une roue 10 du véhicule 1 est une anomalie de parallélisme, à partir d'au moins deux positions du capteur 20 monté dans ladite roue 10 en rotation, chaque position étant définie dans le plan comprenant l'axe de tangage Y et l'axe de roulis X par une coordonnée de tangage et une coordonnée de roulis déterminées par le calculateur 30.

[0106] Le parallélisme désigne, en vue de dessus du véhicule 1, l'angle ω entre la projection du plan de la roue 10 dans le plan défini par l'axe de tangage Y et l'axe de roulis X , à condition que cette projection soit une droite, et l'axe de roulis X .

[0107] De plus, l'anomalie de parallélisme est détectée en fonction de la première plage prédéterminée $P1$ et d'une troisième plage prédéterminée $P3$.

[0108] La troisième plage prédéterminée $P3$ désigne un ensemble de valeurs de coordonnée sur un axe de roulis X , centré sur le centre de la roue 10, entre un

minimum et un maximum, lorsque la roue 10 a correctement été montée dans le véhicule 1. Autrement dit, la troisième plage prédéterminée P3 comprend toutes les valeurs de coordonnées de roulis entre une valeur minimale et une valeur maximale centrées sur le centre de la roue 10.

- 5 **[0109]** La troisième plage P3 est notamment définie en fonction de la sensibilité du capteur 20 monté dans ladite roue 10. De plus, la troisième plage P3 est notamment déterminée par le constructeur.

- 10 **[0110]** Selon une autre forme de réalisation, la troisième plage P3 est déterminée lors de la première utilisation du véhicule 1. Par exemple, la troisième plage P3 est déterminée en fonction de ladite position de référence déterminée de chaque roue 10.

[0111] Par exemple, la troisième plage prédéterminée P3 désigne un ensemble de valeurs de coordonnée de roulis compris entre -2.5mm et +2.5mm.

- 15 **[0112]** Afin de simplifier la description, comme illustré à la figure 13, certaines zones sont prédéfinies dans le plan comprenant un axe de tangage Y et un axe de roulis X :

- 20 a) une cinquième zone Z5 définit la zone pour laquelle la coordonnée de tangage est inférieure à la valeur minimale de la première plage prédéterminée P1 et la coordonnée de roulis est supérieure à la valeur maximale de la troisième plage prédéterminée P3,

b) une sixième zone Z6 définit la zone pour laquelle la coordonnée de tangage est supérieure à la valeur maximale de la première plage prédéterminée P1 et la coordonnée de roulis est supérieure à la valeur maximale de la troisième plage prédéterminée P3,

- 25 c) une septième zone Z7 définit la zone pour laquelle la coordonnée de tangage est inférieure à la valeur minimale de la première plage prédéterminée P1 et la coordonnée de roulis est inférieure à la valeur minimale de la troisième plage prédéterminée P3,

- 30 d) une huitième zone Z8 définit la zone pour laquelle la coordonnée de tangage est supérieure à la valeur maximale de la première plage prédéterminée P1 et la

coordonnée de roulis est inférieure à la valeur minimale de la troisième plage prédéterminée P3.

[0113] La roue 10 présente une anomalie de parallélisme lorsqu'en vue de dessus du véhicule 1, la projection du plan de la roue 10 dans le plan défini par l'axe de tangage Y et l'axe de roulis X, à condition que cette projection soit une droite, forme un angle ω avec l'axe de roulis X.

[0114] Ainsi, le calculateur 30 est configuré pour détecter une anomalie de parallélisme d'une roue 10 si :

a) au moins une position du capteur 20 monté dans la roue 10 est située dans la cinquième zone Z5 et au moins une position du capteur 20 est située dans la huitième zone Z8, et aucune position ne se trouve dans la sixième zone Z6 et la septième zone Z7,

ou

b) au moins une position du capteur 20 monté dans la roue 10 est située dans la sixième zone Z6 et au moins une position du capteur 20 est située dans la septième zone Z7, et aucune position ne se trouve dans la cinquième zone Z5 et la huitième zone Z8.

[0115] Le calculateur 30 est également configuré pour alerter le conducteur de la détection d'une anomalie de parallélisme. Plus précisément, le calculateur 30 est configuré pour alerter sur quelle(s) roue(s) 10 a été détectée une anomalie de parallélisme.

[0116] Notamment, le calculateur 30 alerte le conducteur via l'émission d'un message d'alerte, par exemple un signal sonore dans l'habitacle du véhicule 1 ou l'affichage d'un signal lumineux, par exemple sur le tableau de bord, visible par le conducteur.

[0117] Le calculateur est également configuré pour déterminer si l'angle de parallélisme ω de l'anomalie de parallélisme détectée est positif ou négatif.

[0118] Comme expliqué précédemment, l'angle de parallélisme ω d'une roue 10 du véhicule 1 désigne l'angle entre la projection du plan de la roue 10, dans le plan

défini par l'axe de tangage Y et l'axe de roulis X, et l'axe de roulis X, comme illustré sur la figure 14.

[0119] L'angle de parallélisme ω est positif si l'avant de la roue 10 est orientée vers l'extérieur du véhicule 1 (comme illustré à la figure 2), et l'angle de parallélisme ω est négatif si l'avant de la roue 10, est orientée vers l'intérieur du véhicule 1 (comme illustré à la figure 1).

[0120] Concernant les roues 10 latérales gauches du véhicule 1, le calculateur 30 est configuré pour déterminer que l'angle de parallélisme ω est positif si au moins une position du capteur 20 monté dans la roue 10 est située dans la cinquième zone Z5 et au moins une position du capteur 20 est située dans la huitième zone Z8 (et aucune position ne se trouve dans la sixième zone Z6 et la septième zone Z7).

[0121] Toujours concernant les roues 10 latérales gauches du véhicule 1, le calculateur 30 est configuré pour déterminer que l'angle de parallélisme ω est négatif si au moins une position du capteur 20 monté dans la roue 10 est située dans la sixième zone Z6 et au moins une position du capteur 20 est située dans la septième zone Z7 (et aucune position ne se trouve dans la cinquième zone Z5 et la huitième zone Z8).

[0122] Concernant les roues 10 latérales droites du véhicule 1, le calculateur 30 est configuré pour déterminer que l'angle de parallélisme ω est positif si au moins une position du capteur 20 monté dans la roue 10 est située dans la sixième zone Z6 et au moins une position du capteur 20 est située dans la septième zone Z7 (et aucune position ne se trouve dans la cinquième zone Z5 et la huitième zone Z8).

[0123] Toujours concernant les roues 10 latérales droites du véhicule 1, le calculateur 30 est configuré pour déterminer que l'angle de parallélisme ω est négatif si au moins une position du capteur 20 monté dans la roue 10 est située dans la cinquième zone Z5 et au moins une position du capteur 20 est située dans la huitième zone Z8 (et aucune position ne se trouve dans la sixième zone Z6 et la septième zone Z7).

[0124] Le calculateur 30 est également configuré pour indiquer au conducteur si l'angle de parallélisme ω est positif ou négatif. Plus précisément, le calculateur 30

est configuré pour alerter sur quelle(s) roue(s) 10 l'angle de parallélisme ω est positif ou négatif, notamment via une indication lumineuse, par exemple sur le tableau de bord, visible par le conducteur.

[0125] Le calculateur 30 est également configuré pour déterminer la valeur de l'angle de parallélisme ω d'une roue 10 du véhicule 1, comme illustré sur la figure 14.

[0126] Pour cela, le calculateur 30 est configuré pour modéliser, dans le plan défini par l'axe de tangage Y et l'axe de roulis X, un segment représentant une estimation de la variation de la coordonnée de roulis du capteur 20 en fonction de la coordonnée de tangage du capteur 20, à partir des coordonnées de tangage et des coordonnées de roulis déterminées par le calculateur 30.

[0127] Autrement dit, le calculateur 30 est configuré pour représenter la position du capteur 20 dans le plan défini par l'axe de tangage Y et l'axe de roulis X, chaque position étant définie par une coordonnée de tangage et une coordonnée de roulis déterminées par le calculateur 30.

[0128] Pour cela, le calculateur 30 peut utiliser un modèle de régression linéaire.

[0129] Le segment ainsi modélisé représente la projection du plan de la roue 10 dans le plan comprenant l'axe de tangage Y et l'axe de roulis X.

[0130] Le calculateur 30 a à sa connaissance la longueur du segment modélisé, qui correspond au diamètre D de la roue 10.

[0131] De plus, puisque le calculateur 30 a modélisé le segment, ledit calculateur 30 connaît la valeur de la coordonnée de tangage minimale $P_{\min}$ et de la coordonnée de tangage maximale $P_{\max}$ sur ledit segment modélisé.

[0132] Ainsi, à partir du diamètre D et de la coordonnée de tangage minimale $P_{\min}$ ou de la coordonnée de tangage maximale $P_{\max}$, le calculateur 30 est configuré pour déterminer la valeur de l'angle de parallélisme ω , notamment à partir de l'égalité suivante :

$$\text{[Math 3]} \quad \omega = \arcsin \left(\frac{P_{\min}}{\frac{D}{2}} \right)$$

ou

$$[\text{Math 4}] \omega = \arcsin \left(\frac{P_{\max}}{\frac{D}{2}} \right).$$

[0133] Le calculateur 30 est également configuré pour donner au conducteur la valeur de l'angle de parallélisme ω . Plus précisément, le calculateur 30 est configuré pour donner, pour chaque roue 10 présentant une anomalie de parallélisme, la

5 valeur de l'angle de parallélisme ω , via une indication lumineuse, par exemple affichée sur le tableau de bord, visible par le conducteur.

[0134] En référence à la figure 15, il va maintenant être présenté un mode de réalisation du procédé selon l'invention, mis en œuvre par un calculateur 30 dans un véhicule 1 tel que présenté précédemment.

10 **[0135]** Puisque tous les capteurs 20 sont identiques, et fonctionnent donc de la même façon, afin de simplifier la description du procédé, on considère le cas d'un véhicule 1 dans lequel une seule roue 10 comprend un capteur 20. De même, puisque les deuxièmes capteurs sont identiques, le véhicule 1 comprend également un seul deuxième capteur monté dans le véhicule 1 de sorte à ce que le deuxième

15 capteur soit configuré pour mesurer au moins une valeur du paramètre de lacet relatif audit capteur 20.

[0136] Le procédé comprend une étape de mesure E0 d'au moins une valeur de paramètre de tangage, d'au moins une valeur de paramètre de lacet et d'au moins une valeur de paramètre de roulis de la roue 10 en rotation.

20 **[0137]** Selon un premier mode de réalisation, le capteur 20 monté dans la roue 10 mesure l'au moins une valeur de paramètre de tangage, de paramètre de lacet et de paramètre de roulis.

[0138] Selon un deuxième mode de réalisation, le capteur 20 mesure l'au moins une valeur de paramètre de tangage et de paramètre de roulis et le deuxième

25 capteur mesure l'au moins une valeur de paramètre de lacet.

[0139] De plus, chaque valeur de paramètre de tangage, de paramètre de lacet ou de paramètre de roulis est associée à un identifiant, permettant au calculateur 30 d'identifier depuis quel capteur 20, ou deuxième capteur, a été envoyé ladite valeur de paramètre.

[0140] Le procédé comprend ensuite une étape d'envoi E1 de l'au moins une valeur de paramètre de tangage, l'au moins une valeur de paramètre de lacet et l'au moins une valeur de paramètre de roulis mesurés au calculateur 30.

[0141] Ainsi, selon le premier mode de réalisation, le capteur 20 envoie l'au moins
5 une valeur de paramètre de tangage, l'au moins une valeur de paramètre de lacet et l'au moins une valeur de paramètre de roulis mesurées au calculateur 30.

[0142] Selon la deuxième forme de réalisation, le capteur 20 envoie l'au moins une valeur de paramètre de tangage et l'au moins une valeur de paramètre de roulis mesurées au calculateur 30, et le deuxième capteur envoie l'au moins une valeur
10 de paramètre de lacet au calculateur 30.

[0143] Le procédé comprend ensuite une étape de réception E2 par le calculateur 30 de l'au moins une valeur de paramètre de tangage, de l'au moins une valeur de paramètre de lacet et de l'au moins une valeur de paramètre de roulis.

[0144] Le procédé comprend ensuite une étape d'identification de l'origine de
15 chaque valeur de paramètre reçue, lors de laquelle le calculateur 30 identifie quel capteur 20, ou deuxième capteur, a envoyé la valeur du paramètre de tangage, du paramètre de lacet ou du paramètre de roulis reçue. Pour cela, le calculateur 30 utilise l'identifiant associé à la valeur du paramètre de tangage, de lacet ou de roulis reçue. Autrement dit, le calculateur 30 est configuré pour identifier de quelle roue
20 du véhicule 1 provient la valeur du paramètre de tangage, du paramètre de lacet ou du paramètre de roulis reçue.

[0145] Le procédé comprend une étape de détermination des coordonnées E3 de tangage, de lacet et de roulis à partir des valeurs de paramètres de tangage, de lacet et de roulis reçues.

[0146] De plus, de nouveau en référence à la figure 6 et/ou à la figure 9, pour
25 chaque valeur de paramètre de tangage reçue, le calculateur 30 détermine la coordonnée de tangage du capteur 20 par rapport à la référence prédéterminée R0 à partir de la valeur de paramètre de tangage reçue.

[0147] De même, en référence à la figure 7 et/ou à la figure 9, pour chaque valeur
30 de paramètre de lacet reçue, le calculateur 30 détermine la coordonnée de lacet du

capteur 20, par rapport à la référence prédéterminée R0 à partir de la valeur de paramètre de lacet envoyée par le capteur 20 ou par le deuxième capteur.

[0148] Enfin, en référence à la figure 8 et/ou à la figure 9, pour chaque valeur de paramètre de roulis reçue, le calculateur 30 détermine la coordonnée de roulis du capteur 20 par rapport à la référence prédéterminée R0 à partir de la valeur de paramètre de roulis envoyée par le capteur 20.

[0149] En référence à la figure 10, le procédé comprend ensuite une étape de détection d'une anomalie de géométrie E4 sur la roue 10 du véhicule 1 comprenant le capteur 20, si au moins une coordonnée de tangage déterminée du capteur 20 monté dans ladite roue 10, est en dehors de la première plage prédéterminée P1.

[0150] Suite à ladite étape de détection d'une anomalie de géométrie E4, le procédé peut comprendre une étape d'alerte E41 d'une anomalie de géométrie, dans laquelle le conducteur reçoit un message d'alerte, émis par le calculateur 30, signifiant la présence d'une anomalie de géométrie sur la roue 10 du véhicule 1 concernée. Ledit message d'alerte peut être un signal sonore par exemple, donné via un haut-parleur du véhicule 1, ou un signal lumineux, affiché sur le tableau de bord du véhicule 1 et visible par le conducteur.

[0151] Après détection d'une anomalie de géométrie, le procédé comprend une étape de détection d'une anomalie de serrage E5 de ladite roue 10 à partir d'au moins deux positions du capteur 20, chaque position étant définie dans le plan comprenant l'axe de tangage Y et l'axe de lacet Z par une coordonnée de tangage et une coordonnée de lacet déterminées.

[0152] Plus précisément, en référence à la figure 11, une anomalie de serrage est détectée par le calculateur 30 si :

a) au moins une position du capteur 20 monté dans la roue 10 est située dans la première zone Z1 et au moins une position du capteur 20 est située dans la deuxième zone Z2,

ou

b) au moins une position du capteur 20 monté dans la roue 10 est située dans la troisième zone Z3 et au moins une position du capteur 20 est située dans la quatrième zone Z4,

ou

- 5 c) au moins une position du capteur monté dans la roue 10 est située dans la première zone Z1 et au moins une position du 20 est située dans la troisième zone Z3,

ou

- 10 d) au moins une position du capteur 20 monté dans la roue 10 est située dans la deuxième zone Z2 et au moins une position du capteur 20 est située dans la quatrième zone Z4.

[0153] Après l'étape de détection d'une anomalie de serrage E5, le procédé peut comprendre une étape d'alerte E51, dans laquelle le conducteur reçoit un message d'alerte, émis par le calculateur 30, lui signifiant la présence d'une anomalie de serrage sur la roue 10 du véhicule 1 concernée. Ledit message d'alerte peut être
15 un signal sonore par exemple, donné via un haut-parleur du véhicule 1, ou un signal lumineux, affiché sur le tableau de bord du véhicule 1 et visible par le conducteur.

[0154] Suite à l'étape de détection d'une anomalie de géométrie E4, le procédé peut comprendre une étape de détection d'une anomalie de carrossage E6 de ladite
20 roue 10 à partir d'au moins deux positions du capteur 20, chaque position étant définie dans le plan comprenant l'axe de tangage Y et l'axe de lacet Z par une coordonnée de tangage et par une coordonnée de lacet déterminées.

[0155] Notamment, lors de cette étape, le calculateur 30 détecte une anomalie de carrossage de la roue 10 si :

- 25 a) au moins une position du capteur 20 monté dans la roue 10 est située dans la première zone Z1 et au moins une position du capteur 20 est située dans la quatrième zone Z4, et aucune position ne se trouve dans la deuxième zone Z2 et la troisième zone Z3,

ou

b) au moins une position du capteur 20 monté dans la roue 10 est située dans la deuxième zone Z2 et au moins une position du capteur 20 est située dans la troisième zone Z3, et aucune position ne se trouve dans la première zone Z1 et la quatrième zone Z4.

- 5 **[0156]** Après l'étape de détection d'une anomalie de carrossage E6, le procédé peut comprendre une étape d'alerte E61, dans laquelle le conducteur reçoit un message d'alerte, émis par le calculateur 30, lui signifiant la présence d'une anomalie de carrossage sur la roue 10 du véhicule 1 concernée. Ledit message d'alerte peut être
10 lumineux, affiché sur le tableau de bord du véhicule 1 et visible par le conducteur.

[0157] Après l'étape de détection d'une anomalie de carrossage E6 ou après l'étape d'alerte E61, le procédé comprend une étape de détermination du type d'angle de carrossage E62, autrement dit, lors de cette étape, le calculateur 30 détermine si l'angle de carrossage θ est positif ou négatif.

- 15 **[0158]** Lors de cette étape, concernant les roues 10 latérales gauches du véhicule 1, le calculateur 30 détermine que l'angle de carrossage θ est positif si au moins une position du capteur 20 monté dans la roue 10 est située dans la première zone Z1 et au moins une position du 20 est située dans la quatrième zone Z4 (et aucune position ne se trouve dans la deuxième zone Z2 et la troisième zone Z3).
- 20 **[0159]** Toujours concernant les roues 10 latérales gauches du véhicule 1, le calculateur 30 détermine que l'angle de carrossage θ est négatif si au moins une position du capteur 20 monté dans la roue 10 est située dans la deuxième zone Z2 et au moins une position du capteur 20 est située dans la troisième zone Z3 (et aucune position ne se trouve dans la première zone Z1 et la quatrième zone Z4).
- 25 **[0160]** Concernant les roues 10 latérales droites du véhicule 1, le calculateur 30 détermine que l'angle de carrossage θ est positif si au moins une position du capteur 20 monté dans la roue 10 est située dans la deuxième zone Z2 et au moins une position du capteur 20 est située dans la troisième zone Z3 (et aucune position ne se trouve dans la première zone Z1 et la quatrième zone Z4).

[0161] Toujours concernant les roues 10 latérales droites du véhicule 1, le calculateur 30 détermine que l'angle de carrossage θ est négatif si au moins une position du capteur 20 monté dans la roue 10 est située dans la première zone Z1 et au moins une position du capteur 20 est située dans la quatrième zone Z4 (et aucune position ne se trouve dans la deuxième zone Z2 et la troisième zone Z3).

[0162] Suite à l'étape de détermination du type d'angle de carrossage E62, le procédé comprend une étape d'indication au conducteur du type d'angle de carrossage θ . Plus précisément, le calculateur 30 indique sur quelle(s) roue(s) 10 l'angle de carrossage θ est positif ou négatif, notamment via une indication lumineuse, par exemple sur le tableau de bord, visible par le conducteur.

[0163] Après l'étape de détection d'une anomalie de carrossage E6 ou après l'étape de détection du type d'angle de carrossage E62, le procédé comprend une étape de détermination de la valeur de l'angle de carrossage E63.

[0164] Lors de cette étape, le calculateur 30 modélise, dans le plan défini par l'axe de tangage Y et l'axe de lacet Z, un segment représentant une estimation de la variation de la coordonnée de lacet du capteur 20 en fonction de la coordonnée de tangage du capteur 20, à partir des coordonnées de tangage et des coordonnées de lacet déterminées par le calculateur 30. Autrement dit, le calculateur 30 modélise la projection du plan de la roue 10 dans le plan défini par l'axe de tangage Y et l'axe de lacet Z.

[0165] Ainsi, en référence à la figure 12, à partir du diamètre D et de la coordonnée de tangage minimale Pmin ou de la coordonnée de tangage maximale Pmax, le calculateur 30 est configuré pour déterminer la valeur de l'angle de carrossage θ , notamment à partir de l'égalité suivante :

[Math 1] $\theta = \arcsin\left(\frac{P_{\min}}{\frac{D}{2}}\right)$

ou

[Math 2] $\theta = \arcsin\left(\frac{P_{\max}}{\frac{D}{2}}\right).$

[0166] Suite à l'étape de détermination de la valeur d'angle de carrossage E63, le procédé comprend une étape d'indication au conducteur de la valeur de l'angle de

carrossage θ . Plus précisément, le calculateur 30 indique la valeur d'angle de carrossage θ pour chaque roue 10 présentant une anomalie de carrossage.

[0167] Suite à l'étape de détection d'une anomalie de géométrie E4, le procédé peut comprendre une étape de détection d'une anomalie de parallélisme E7 de ladite
5 roue 10 à partir d'au moins deux positions du capteur 20, chaque position étant définie dans le plan comprenant l'axe de tangage Y et l'axe de roulis X par une coordonnée de tangage et une coordonnée de roulis déterminées.

[0168] En référence à la figure 13, lors de cette étape, le calculateur 30 détecte une anomalie de parallélisme de la roue 10 si :

10 a) au moins une position du capteur 20 monté dans la roue 10 est située dans la cinquième zone Z5 et au moins une coordonnée du capteur 20 est située dans la huitième zone Z8, et aucune position ne se trouve dans la sixième zone Z6 et la septième zone Z7,

ou

15 b) au moins une position du capteur 20 monté dans la roue 10 est située dans la sixième zone Z6 et au moins une coordonnée du capteur 20 est située dans la septième zone Z7, et aucune position ne se trouve dans la cinquième zone Z5 et la huitième zone Z8.

[0169] Après l'étape de détection d'une anomalie de parallélisme E7, le procédé
20 peut comprendre une étape d'alerte E71, dans laquelle le conducteur reçoit un message d'alerte, émis par le calculateur 30, lui signifiant la présence d'une anomalie de parallélisme sur la roue 10 du véhicule 1 concernée. Le message d'alerte peut être un signal sonore par exemple, donné via un haut-parleur du véhicule 1, ou un signal lumineux, affiché sur le tableau de bord du véhicule 1 et
25 visible par le conducteur.

[0170] Après l'étape de détection d'une anomalie de parallélisme E7, le procédé comprend une étape de détermination du type d'angle de parallélisme E72, autrement dit, lors de cette étape, le calculateur 30 détermine si l'angle de parallélisme ω est positif ou négatif.

[0171] Notamment, lors de cette étape, concernant les roues 10 latérales gauches du véhicule 1, le calculateur 30 détermine que l'angle de parallélisme ω est positif si au moins une position du capteur 20 monté dans la roue 10 est située dans la cinquième zone Z5 et au moins une position du capteur 20 est située dans la
5 huitième zone Z8 (et aucune position ne se trouve dans la sixième zone Z6 et la septième zone Z7).

[0172] Toujours concernant les roues 10 latérales gauches du véhicule 1, le calculateur 30 détermine que l'angle de parallélisme ω est négatif si au moins une position du capteur 20 monté dans la roue 10 est située dans la sixième zone Z6 et
10 au moins une position du capteur 20 est située dans la septième zone Z7 (et aucune position ne se trouve dans la cinquième zone Z5 et la huitième zone Z8).

[0173] Concernant les roues 10 latérales droites du véhicule 1, le calculateur 30 détermine que l'angle de parallélisme ω est positif si au moins une position du capteur 20 monté dans la roue 10 est située dans la sixième zone Z6 et au moins
15 une position du capteur 20 est située dans la septième zone Z7 (et aucune position ne se trouve dans la cinquième zone Z5 et la huitième zone Z8).

[0174] Toujours concernant les roues 10 latérales droites du véhicule 1, le calculateur 30 détermine que l'angle de parallélisme ω est négatif si au moins une position du capteur 20 monté dans la roue 10 est située dans la cinquième zone Z5
20 et au moins une position du capteur 20 est située dans la huitième zone Z8 (et aucune position ne se trouve dans la sixième zone Z6 et la septième zone Z7).

[0175] Suite à l'étape de détermination du type d'angle de parallélisme E72, le procédé comprend une étape d'indication au conducteur du type d'angle de parallélisme ω . Plus précisément, le calculateur 30 indique sur quelle(s) roue(s) 10
25 l'angle de parallélisme ω est positif ou négatif, notamment via une indication lumineuse, par exemple sur le tableau de bord, visible par le conducteur.

[0176] Après l'étape de détection d'une anomalie de parallélisme E7 ou après l'étape de détection du type d'angle de parallélisme E72, le procédé comprend une étape de détermination de la valeur de l'angle de parallélisme E73.

[0177] Lors de cette étape, le calculateur 30 modélise, dans le plan défini par l'axe de tangage Y et l'axe de roulis X, un segment représentant une estimation de la variation de la coordonnée de roulis du capteur 20 en fonction de la coordonnée de tangage du capteur 20, à partir des coordonnées de tangage et des coordonnées de roulis déterminées par le calculateur 30. Autrement dit, le calculateur 30 modélise la projection du plan de la roue 10 dans le plan défini par l'axe de tangage Y et l'axe de roulis X.

[0178] Ainsi, en référence à la figure 14, à partir du diamètre D et de la coordonnée de tangage minimale Pmin ou de la coordonnée de tangage maximale Pmax, le calculateur 30 est configuré pour déterminer la valeur de l'angle de parallélisme ω , notamment à partir de l'égalité suivante :

$$\text{[Math 3]} \quad \omega = \arcsin \left(\frac{P_{\min}}{\frac{D}{2}} \right)$$

ou

$$\text{[Math 4]} \quad \omega = \arcsin \left(\frac{P_{\max}}{\frac{D}{2}} \right).$$

[0179] Suite à l'étape de détermination de la valeur d'angle de parallélisme E73, le procédé comprend une étape d'indication au conducteur de la valeur de l'angle de parallélisme ω . Plus précisément, le calculateur 30 donne la valeur de l'angle de parallélisme ω pour chaque roue 10 présentant une anomalie de parallélisme.

[0180] Il va de soi que lorsque le véhicule 1 comprend une pluralité de deuxièmes capteurs et/ou qu'une pluralité de roues 10 comprend un capteur 20, alors le procédé est réitéré pour chaque capteur 20 ou pour chaque ensemble, comprenant un capteur 20 et un deuxième capteur, associé à une roue 10.

[0181] Ainsi, le calculateur 30, le capteur 20, ou le capteur 20 et le deuxième capteur, et le procédé tels que décrits précédemment, permettent de détecter une anomalie de géométrie sur au moins une roue 10 du véhicule 1, et notamment de définir le type d'anomalie de géométrie : serrage, carrossage et/ou parallélisme.

[0182] De plus, le calculateur 30 et le procédé selon l'invention permettent de prévenir le conducteur en cas d'anomalie de géométrie détectée. Ainsi, le conducteur et/ou le propriétaire du véhicule 1 peut savoir quand une intervention

par un professionnel est nécessaire pour remédier à l'au moins une anomalie de géométrie détectée.

Revendications

- [Revendication 1]** Calculateur (30) pour véhicule (1) automobile, ledit véhicule (1) comprenant une pluralité de roues (10) permettant au véhicule (1) de se déplacer sur une route, au moins l'une desdites roues (10) comprenant un capteur (20) apte
- 5 à mesurer au moins une valeur d'un paramètre dit « de tangage » permettant au calculateur (30) de déterminer une coordonnée dite « de tangage » dudit capteur (20) selon un axe dit « de tangage » (Y) prédéterminé orthogonal à la direction du déplacement du véhicule (1) et parallèle au plan de la route, par rapport à une référence prédéterminée (R0) dudit axe de tangage (Y), le calculateur (30) étant
- 10 apte à :
- a) recevoir du capteur (20) au moins une valeur de l'au moins un paramètre de tangage,
 - b) déterminer au moins une coordonnée de tangage du capteur (20) par rapport à la référence prédéterminée (R0) de l'axe de tangage (Y) à partir de l'au moins une
 - 15 valeur reçue,
 - c) détecter une anomalie de géométrie sur la roue (10) comportant ledit capteur (20) lorsqu'au moins une coordonnée de tangage déterminée est en dehors d'une première plage prédéterminée (P1) de valeurs de coordonnées sur l'axe de tangage (Y), centrée sur la référence prédéterminée (R0) dudit axe de tangage (Y) entre un
 - 20 minimum et un maximum,
 - d) alerter le conducteur du véhicule (1), par l'émission d'un message d'alerte, lorsqu'une anomalie a été détectée.

- [Revendication 2]** Calculateur (30) selon la revendication 1, dans lequel, chaque capteur (20) est apte à mesurer au moins deux valeurs de paramètre de tangage et
- 25 au moins deux valeurs d'un paramètre dit « de lacet », chaque valeur de paramètre de lacet permettant au calculateur (30) de déterminer la coordonnée dite « de lacet » dudit capteur (20) selon un axe dit « de lacet » (Z) prédéterminé orthogonal à la direction du déplacement du véhicule (1) et orthogonal au plan de la route par rapport à une référence prédéterminée (R0) dudit axe de lacet (Z), le calculateur
- 30 (30) est apte à :

- a) recevoir du capteur (20) au moins deux valeurs du paramètre de tangage et au moins deux valeurs du paramètre de lacet,
- b) déterminer au moins deux coordonnées de tangage à partir des au moins deux valeurs de paramètre de tangage reçues et au moins deux coordonnées de lacet à
- 5 partir des au moins deux valeurs de paramètre de lacet reçues,
- c) définir au moins deux positions du capteur (20), chaque position étant définie dans le plan comprenant l'axe de tangage (Y) et l'axe de lacet (Z) par une coordonnée de tangage et une coordonnée de lacet déterminées,
- d) détecter une anomalie de serrage de la roue (10) comportant ledit capteur (20)
- 10 lorsque :
- i) au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est supérieure au maximum de la première plage prédéterminée (P1) et sa coordonnée de lacet est supérieure au maximum d'une deuxième plage prédéterminée (P2) de
- 15 valeurs de coordonnées sur l'axe de lacet (Z) centrée sur le centre de la roue (10) entre un minimum et un maximum, et
- au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est inférieure au minimum de la première plage prédéterminée (P1) et sa coordonnée de lacet est supérieure au maximum de la deuxième plage prédéterminée (P2),
- ou :
- 20 ii) au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est supérieure au maximum de la première plage prédéterminée (P1) et sa coordonnée de lacet est inférieure au minimum d'une deuxième plage prédéterminée (P2) de
- valeurs de coordonnées sur l'axe de lacet (Z) centrée sur le centre de la roue (10) entre un minimum et un maximum, et
- 25 au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est inférieure au minimum de la première plage prédéterminée (P1) et sa coordonnée de lacet est inférieure au minimum de la deuxième plage prédéterminée (P2).

[Revendication 3] Calculateur (30) selon la revendication précédente, le calculateur (30) étant configuré pour détecter une anomalie de carrossage de la roue (10) comportant ledit capteur (20) lorsque :

- 5 i) au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est supérieure au maximum de la première plage prédéterminée (P1) et sa coordonnée de lacet est supérieure au maximum de la deuxième plage prédéterminée (P2), et au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est inférieure au minimum de la première plage prédéterminée (P1) et sa coordonnée de lacet est inférieure au minimum de la deuxième plage prédéterminée (P2),
- 10 ou :
- ii) au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est supérieure au maximum de la première plage prédéterminée (P1) et sa coordonnée de lacet est inférieure au minimum de la deuxième plage prédéterminée (P2), et au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est inférieure au minimum de la première plage prédéterminée (P1) et sa coordonnée de lacet est supérieure au maximum de la deuxième plage prédéterminée (P2).
- 15

[Revendication 4] Calculateur (30) selon la revendications 1, chaque capteur (20) étant apte à mesurer au moins deux valeurs de paramètre de tangage, le véhicule (1) comprenant au moins un deuxième capteur, chaque deuxième capteur étant
20 monté en face d'une roue (10) comprenant un capteur (20) et configuré pour mesurer au moins deux valeurs d'un paramètre dit « de lacet », chaque valeur de paramètre de lacet permettant au calculateur (30) de déterminer la coordonnée dite « de lacet » dudit capteur (20) selon un axe dit « de lacet » (Z) prédéterminé orthogonal à la direction du déplacement du véhicule (1) et orthogonal au plan de
25 la route par rapport à une référence prédéterminée (R0) dudit axe de lacet (Z), le calculateur (30) est apte à :

- a) recevoir du capteur (20) au moins deux valeurs du paramètre de tangage et du deuxième capteur au moins deux valeurs du paramètre de lacet,

- b) déterminer au moins deux coordonnées de tangage à partir des au moins deux valeurs de paramètre de tangage reçues et au moins deux coordonnées de lacet à partir des au moins deux valeurs de paramètre de lacet reçues,
- c) définir au moins deux positions du capteur (20), chaque position étant définie
- 5 dans le plan comprenant l'axe de tangage (Y) et l'axe de lacet (Z) par une coordonnée de tangage et une coordonnée de lacet déterminées,
- d) détecter une anomalie de serrage de la roue (10) comportant ledit capteur (20) et ledit deuxième capteur lorsque :
- i) au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est
- 10 supérieure au maximum de la première plage prédéterminée (P1) et sa coordonnée de lacet est supérieure au maximum d'une deuxième plage prédéterminée (P2) de valeurs de coordonnées sur l'axe de lacet (Z) centrée sur le centre de la roue (10) entre un minimum et un maximum, et
- au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est inférieure
- 15 au minimum de la première plage prédéterminée (P1) et sa coordonnée de lacet est supérieure au maximum de la deuxième plage prédéterminée (P2),
- ou :
- ii) au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est
- supérieure au maximum de la première plage prédéterminée (P1) et sa coordonnée
- 20 de lacet est inférieure au minimum d'une deuxième plage prédéterminée (P2) de valeurs de coordonnées sur l'axe de lacet (Z) centrée sur le centre de la roue (10) entre un minimum et un maximum, et
- au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est inférieure
- au minimum de la première plage prédéterminée (P1) et sa coordonnée de lacet est
- 25 inférieure au minimum de la deuxième plage prédéterminée (P2).

[Revendication 5] Calculateur (30) selon la revendication précédente, le calculateur (30) étant configuré pour détecter une anomalie de carrossage de la roue (10) comportant ledit capteur (20) lorsque :

- i) au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est supérieure au maximum de la première plage prédéterminée (P1) et sa coordonnée de lacet est supérieure au maximum de la deuxième plage prédéterminée (P2), et
- au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est inférieure
- 5 au minimum de la première plage prédéterminée (P1) et sa coordonnée de lacet est inférieure au minimum de la deuxième plage prédéterminée (P2),

ou :

- ii) au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est supérieure au maximum de la première plage prédéterminée (P1) et sa coordonnée
- 10 de lacet est inférieure au minimum de la deuxième plage prédéterminée (P2), et
- au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est inférieure au minimum de la première plage prédéterminée (P1) et sa coordonnée de lacet est supérieure au maximum de la deuxième plage prédéterminée (P2).

- [Revendication 6]** Calculateur (30) selon l'une quelconque des revendications
- 15 précédentes, dans lequel, le capteur (20) étant apte à mesurer au moins deux valeurs du paramètre de tangage et au moins deux valeurs d'un paramètre dit « de roulis », chaque valeur de paramètre de roulis permettant au calculateur (30) de déterminer la coordonnée dite « de roulis » dudit capteur (20) selon un axe dit « de roulis » (X) prédéterminé parallèle à la direction du déplacement du véhicule (1) par
- 20 rapport à une référence prédéterminée (R0) dudit axe de roulis (X), le calculateur (30) est apte à :

- a) recevoir du capteur (20) au moins deux valeurs du paramètre de tangage et au moins deux valeurs du paramètre de roulis,
- b) déterminer au moins deux coordonnées de tangage à partir des au moins deux
- 25 valeurs de paramètre de tangage reçues et au moins deux coordonnées de roulis à partir des au moins deux valeurs de paramètre de roulis reçues,
- c) définir au moins deux positions du capteur (20), chaque position étant définie dans le plan comprenant l'axe de tangage (Y) et l'axe de roulis (X) par une coordonnée de tangage et une coordonnée de roulis déterminées,

d) détecter une anomalie de parallélisme de la roue (10) comportant ledit capteur (20) lorsque :

i) au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est supérieure au maximum de la première plage prédéterminée (P1) et sa coordonnée de roulis est supérieure au maximum d'une troisième plage prédéterminée (P3) de valeurs de coordonnées sur l'axe de roulis (X), centrée sur le centre de la roue (10) entre un minimum et un maximum, et

au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est inférieure au minimum de la première plage prédéterminée (P1) et sa coordonnée de roulis est inférieure au minimum de la troisième plage prédéterminée (P3),

ou :

ii) au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est supérieure au maximum de la première plage prédéterminée (P1) et sa coordonnée de roulis est inférieure au minimum d'une troisième plage prédéterminée (P3) de valeurs de coordonnées sur l'axe de roulis (X), centrée sur le centre de la roue (10) entre un minimum et un maximum, et

au moins une position est définie telle que sa coordonnée de tangage est inférieure au minimum de la première plage prédéterminée (P1) et sa coordonnée de roulis est supérieure au maximum de la troisième plage prédéterminée (P3).

20 **[Revendication 7]** Calculateur (30) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le capteur (20) est un capteur d'accélération.

[Revendication 8] Calculateur (30) selon l'une quelconque des revendications 4 et 5, selon lequel le deuxième capteur est un capteur de vitesse de rotation de la roue (10).

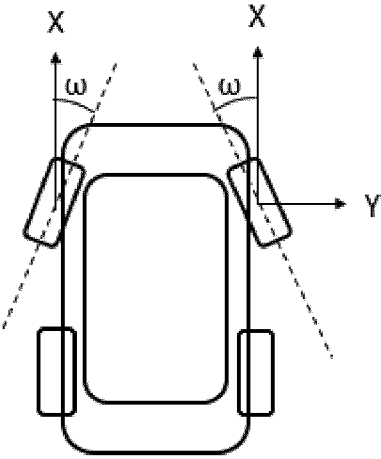
25 **[Revendication 9]** Véhicule (1) comprenant une pluralité de roues (10) permettant au véhicule (1) de se déplacer sur une route, ledit véhicule (1) comprenant un calculateur (30) selon l'une des revendications 1 à 8, au moins l'une desdites roues (10) comprend un capteur (20) apte à mesurer au moins un paramètre dit « de tangage » permettant au calculateur (30) de déterminer la coordonnée dite « de tangage » dudit capteur (20) selon un axe dit « de tangage » prédéterminé

orthogonal à la direction du déplacement du véhicule (1) et parallèle au plan de la route, par rapport à une référence prédéterminée (R0) dudit axe de tangage (Y).

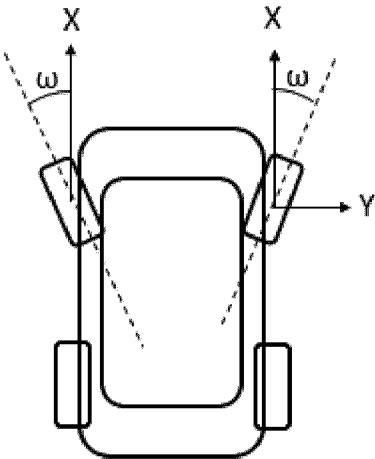
- [Revendication 10]** Procédé de détection d'une anomalie de géométrie d'une roue (10) d'un véhicule (1), mis en œuvre par un calculateur (30) selon l'une quelconque
- 5 des revendications 1 à 8, le procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend les étapes de :
- a) réception (E2) d'au moins une valeur de l'au moins un paramètre de tangage envoyée par au moins un capteur (20),
 - b) détermination d'au moins une coordonnée (E3) de tangage par rapport à la
 - 10 référence prédéterminée (R0) de l'axe de tangage (Y) à partir de l'au moins une valeur reçue,
 - c) détection d'une anomalie de géométrie (E4) sur la roue (10) comportant ledit capteur (10) lorsque ladite au moins une coordonnée de tangage déterminée est en dehors d'une première plage prédéterminée (P1) de valeurs de coordonnées sur
 - 15 l'axe de tangage (Y), centrée sur la référence prédéterminée (R0) dudit axe de tangage (Y),
 - d) alerte, par l'émission d'un message d'alerte au conducteur du véhicule (1), lorsqu'une anomalie a été détectée.

- [Revendication 11]** Produit programme d'ordinateur caractérisé en ce qu'il
- 20 comporte un ensemble d'instructions de code de programme qui, lorsqu'elles sont exécutées par un ou plusieurs processeurs, configurent le ou les processeurs pour mettre en œuvre un procédé selon la revendication précédente.

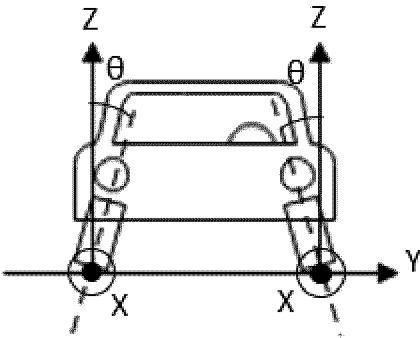
[Fig. 1]



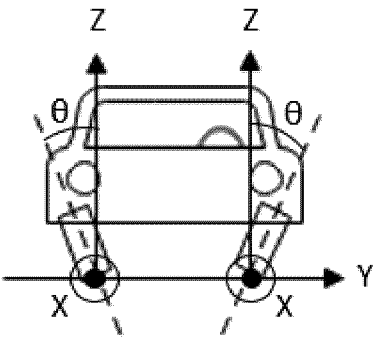
[Fig. 2]



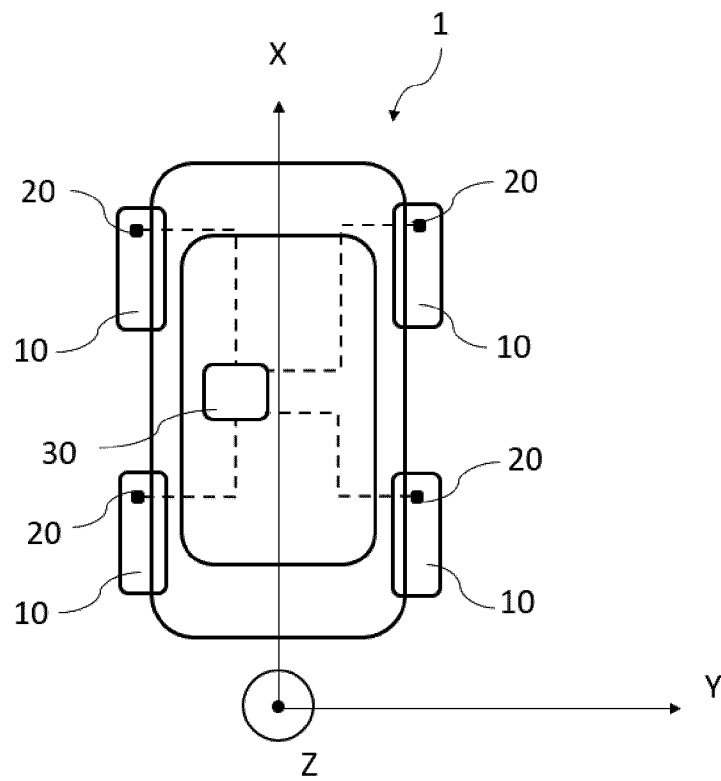
[Fig. 3]



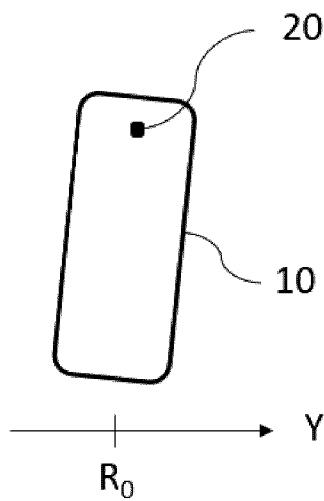
[Fig. 4]



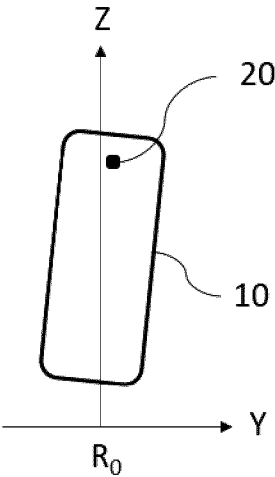
[Fig. 5]



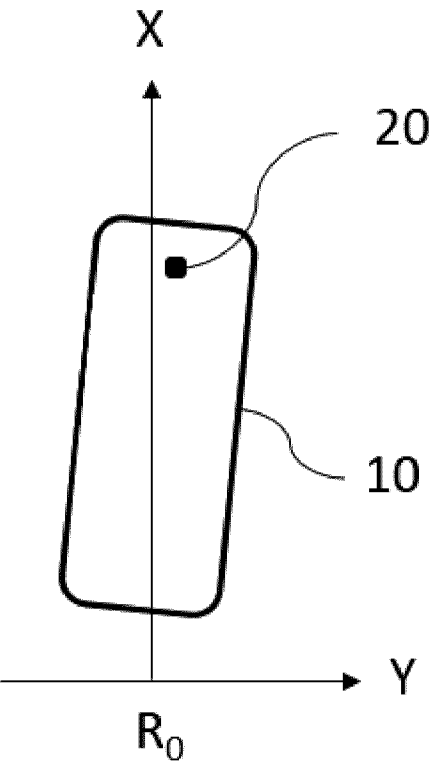
[Fig. 6]



[Fig. 7]

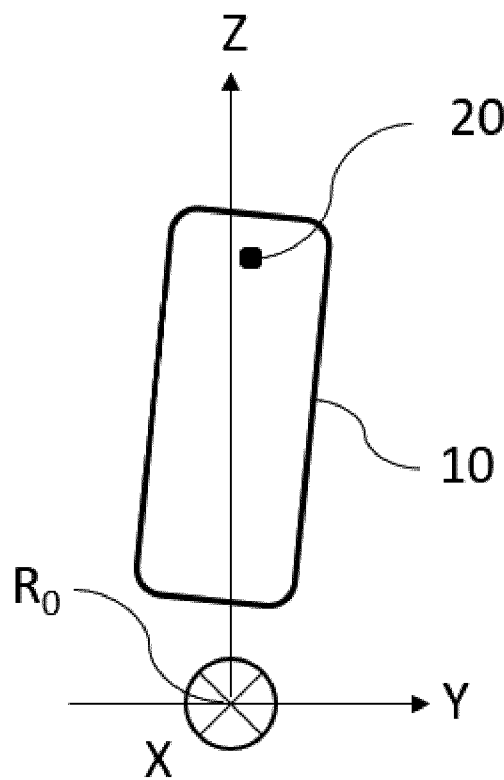


[Fig. 8]

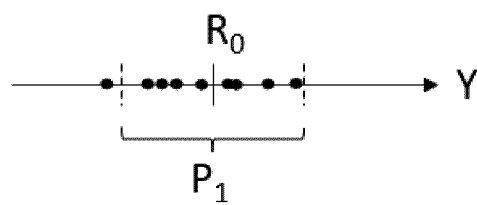


5/10

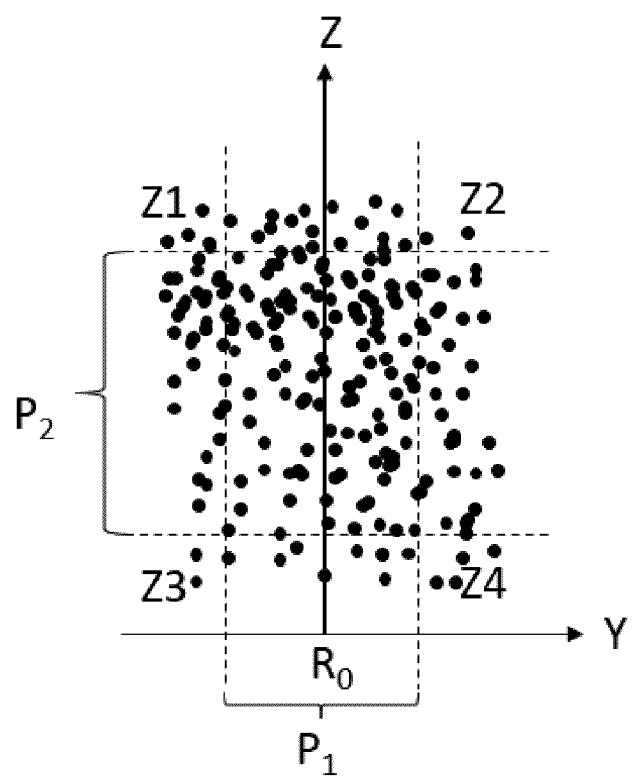
[Fig. 9]



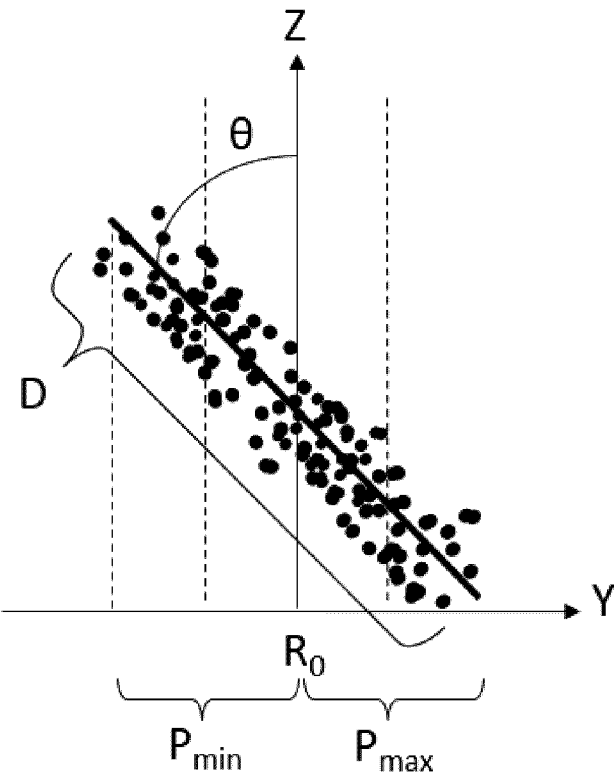
[Fig. 10]



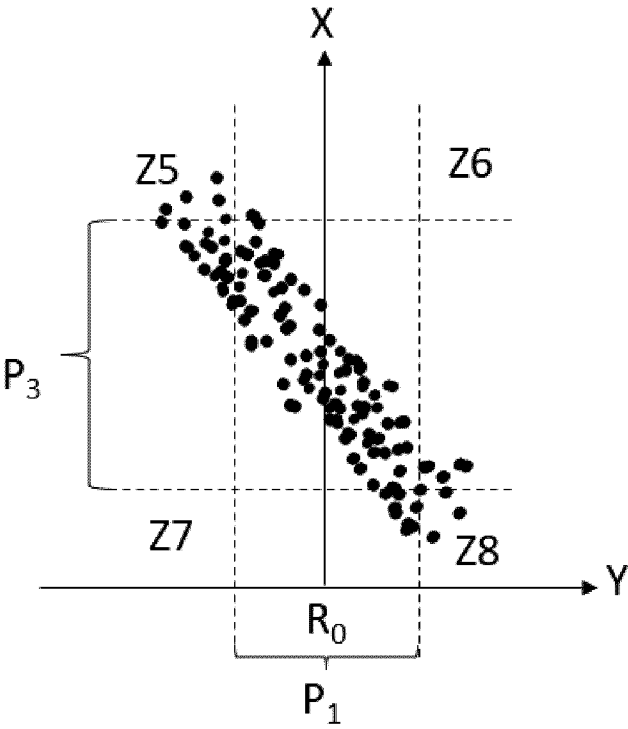
[Fig. 11]



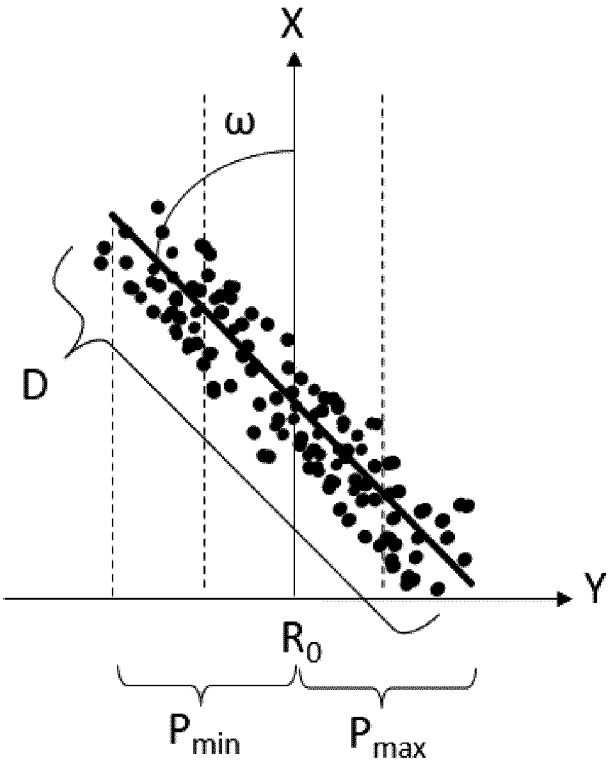
[Fig. 12]



[Fig. 13]

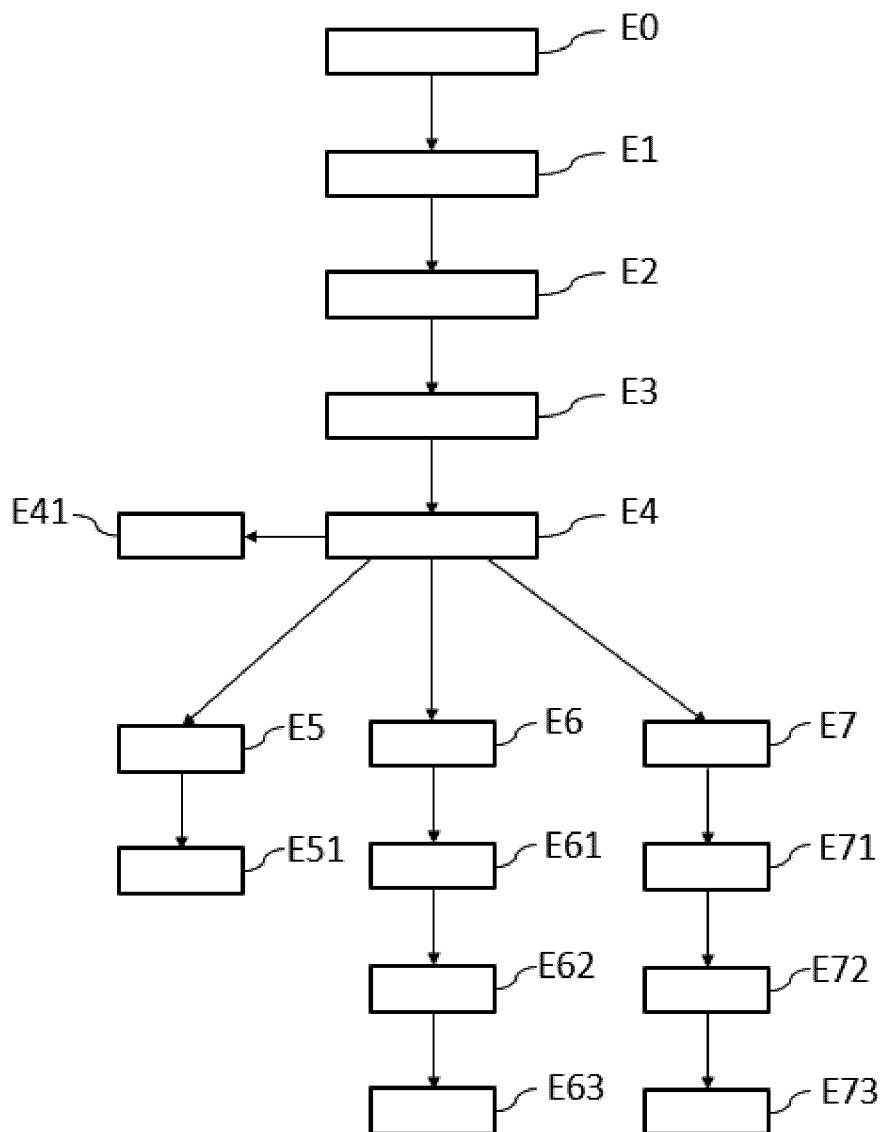


[Fig. 14]



10/10

[Fig. 15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/055709

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01B 21/22**(2006.01)i; **B60C 23/04**(2006.01)i; **G01B 21/26**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01B; B60C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2015221144 A1 (KOURTEV MILEN [SE] ET AL) 06 August 2015 (2015-08-06) paragraphs [0019] - [0054]; figures 1,2	1-11
A	DE 102017217309 A1 (CONTINENTAL REIFEN DEUTSCHLAND GMBH [DE]) 28 March 2019 (2019-03-28) paragraphs [0046] - [0058]; figures 1-2	1-11
A	DE 102010055378 A1 (DAIMLER AG [DE]) 25 August 2011 (2011-08-25) paragraphs [0027] - [0032]; figures 1-3	1-11



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

09 June 2022

Date of mailing of the international search report

21 June 2022

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Trique, Michael

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2022/055709

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2015221144	A1	06 August 2015	EP	2859305	A1	15 April 2015
				US	2015221144	A1	06 August 2015
				WO	2013182258	A1	12 December 2013
DE	102017217309	A1	28 March 2019	DE	102017217309	A1	28 March 2019
				EP	3688409	A1	05 August 2020
				WO	2019063142	A1	04 April 2019
DE	102010055378	A1	25 August 2011	NONE			

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2022/055709

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. G01B21/22 B60C23/04 G01B21/26 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) G01B B60C		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2015/221144 A1 (KOURTEV MILEN [SE] ET AL) 6 août 2015 (2015-08-06) alinéas [0019] - [0054]; figures 1,2 -----	1-11
A	DE 10 2017 217309 A1 (CONTINENTAL REIFEN DEUTSCHLAND GMBH [DE]) 28 mars 2019 (2019-03-28) alinéas [0046] - [0058]; figures 1-2 -----	1-11
A	DE 10 2010 055378 A1 (DAIMLER AG [DE]) 25 août 2011 (2011-08-25) alinéas [0027] - [0032]; figures 1-3 -----	1-11
☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
9 juin 2022		21/06/2022
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Trique, Michael

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2022/055709

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2015221144 A1	06-08-2015	EP 2859305 A1	15-04-2015
		US 2015221144 A1	06-08-2015
		WO 2013182258 A1	12-12-2013

DE 102017217309 A1	28-03-2019	DE 102017217309 A1	28-03-2019
		EP 3688409 A1	05-08-2020
		WO 2019063142 A1	04-04-2019

DE 102010055378 A1	25-08-2011	AUCUN	
