

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ système de lecture radiofréquence embarqué sur un véhicule de transport.

②② Date de dépôt : 14.10.22.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *COMPAGNIE GENERALE DES
ETABLISSEMENTS MICHELIN Société en
commandite* — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 19.04.24 Bulletin 24/16.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 27.09.24 Bulletin 24/39.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : DESTRAVES Julien et COUTURIER
Laurent.

⑦③ Titulaire(s) : *COMPAGNIE GENERALE DES
ETABLISSEMENTS MICHELIN Société en
commandite.*

⑦④ Mandataire(s) : MANUFACTURE FRANCAISE DES
PNEUMATIQUES MICHELIN.

FR 3 141 003 - B1



Description

Titre de l'invention : système de lecture radiofréquence embarqué sur un véhicule de transport

Domaine de l'invention

[0001] La présente invention concerne un système de lecture de transpondeur radiofréquence embarqué au sein d'un véhicule de transport. Les transpondeurs radiofréquences sont eux principalement liés aux ensembles mobiles du véhicule de transport.

Arrière-plan technologique

[0002] Le développement récent des objets connectés nécessite d'équiper ceux-ci de transpondeurs radiofréquences. Généralement ces transpondeurs radiofréquences fonctionnent dans la gamme de fréquences des UHF (acronyme d'Ultra Hautes Fréquences), c'est-à-dire entre 300 MHz et 3GHz. Dans le cas des véhicules de transport comme les véhicules à bandage pneumatique, les objets connectés sont des composants mobiles de ces véhicules de transport. Par conséquent, ceux-ci sont mobiles en fonctionnement en parcourant un mouvement plan autour d'un axe de rotation fixe par rapport au véhicule de transport. De ce fait, dans un repère lié au véhicule de transport, les dits transpondeurs parcourent des boucles fermées sur elles-mêmes.

[0003] Le document US20210021015A1 montre, dans le cas d'un véhicule terrestre, l'implantation d'un système de lecture embarqué d'étiquettes RFID (acronyme en anglais de Radio Frequency IDentification) et de capteurs TMS (acronyme en anglais de Tire Mounted Sensor) localisées dans les enveloppes pneumatiques des ensembles montés du véhicule terrestre. Ce système est composé d'un lecteur/émetteur radiofréquence connecté galvaniquement à quatre lignes de transmission jusqu'à des antennes radiofréquences couvrant chacune une certaine zone géographique. Les antennes radiofréquences sont fixés solidairement à la partie fixe du véhicule terrestre. Cette solution nécessite de multiplier les antennes radiofréquences généralement bidimensionnelles et planes voire tridimensionnelles. Cela crée un encombrement spatial au sein du véhicule terrestre qui est dommageable à l'implantation des autres composants du véhicule terrestre. De plus, la séparation des divers éléments, (le lecteur radiofréquence, la ligne de transmission et l'antenne radiofréquence) multiplie les points de connexion entre les divers éléments, ce qui multiplie les risques de défaillance du système de lecture en raison des vibrations et chocs que subissent en général les moyens de transport. Enfin, la multitude d'ensembles montés d'un véhicule terrestre engendre une multiplicité des lignes de transmission et des antennes radio-

fréquences, ce qui est coûteux.

[0004] L'un des objets de l'invention qui va suivre a pour objectif de résoudre les problèmes de fiabilité et de coût des systèmes de lecture des transpondeurs radiofréquences mobiles au sein des véhicules de transport.

[0005] Afin de mieux comprendre l'invention, on entend ici par les directions circonférentielle S, axiale A et radiale R, des directions définies par rapport au repère tournant de l'ensemble mobile autour de son axe de rotation naturel. La direction radiale R est la direction s'éloignant perpendiculairement de l'axe de rotation naturel. La direction axiale A est la direction parallèle à l'axe de rotation naturel. Enfin la direction circonférentielle S forme un trièdre direct avec les directions radiale et axiale prédéfinies.

Description de l'invention

[0006] L'invention porte sur un véhicule de transport comprenant un système de lecture de transpondeurs radiofréquences et au moins un ensemble mobile apte à assurer le mouvement du véhicule de transport par rapport au sol sur lequel roule le véhicule de transport, comprenant un bandage pneumatique mis en mouvement autour d'un axe de rotation, le mouvement libre du au moins un ensemble mobile s'effectuant dans un plan majoritairement bidimensionnel dans un repère cylindrique associé à le au moins un ensemble mobile dont la direction axiale est la direction de l'axe de rotation, le bandage pneumatique définissant un plan médian qui est perpendiculaire à l'axe de rotation, le au moins un ensemble mobile, préférentiellement le bandage pneumatique, étant équipé d'un transpondeur radiofréquence. Le système de lecture comprend :

- Un générateur de signaux électriques émettant à une fréquence F_0 comprise dans la bande des Ultra Hautes Fréquences, couplé à un démodulateur de signaux électriques adapté à une bande de fréquences autour de F_0 , monté sur le véhicule de transport.
- Au moins un câble de communication bidirectionnelle, étant en partie souple, comprenant une âme conductrice recouvert d'un premier élément diélectrique, lui-même recouvert d'un ensemble conducteur, ayant une extrémité connectée galvaniquement au système de lecture, ayant à son extrémité libre un moyen de couplage capacitif entre l'âme conductrice et l'ensemble conducteur par l'intermédiaire d'un second élément diélectrique, adaptée à la bande de fréquences du système de lecture. La longueur l_0 est divisée selon une métrique dont l'unité est une longueur d'onde L_0 définie par la fréquence F_0 ;
- Le au moins un câble de communication bidirectionnelle, étant fixé solidairement sur le véhicule de transport et extérieurement à le au moins un ensemble mobile, comprend une partie rayonnante.

Le véhicule est caractérisé en ce que la distance de la projection radiale d'une première partie continue de la partie rayonnante du au moins un câble sur un cylindre,

d'axe de révolution coaxial à l'axe de rotation, circonscrit au bandage pneumatique est inférieure ou égale à 1 mètre, préférentiellement inférieure ou égale à 0,5 mètre, **en ce que** la distance de la projection axiale, selon la direction de l'axe de rotation, de la première partie continue de la partie rayonnante du au moins un câble sur le plan médian du bandage pneumatique est inférieure à 2 mètres, préférentiellement inférieure ou égale à 1 mètre, très préférentiellement inférieure ou égale à 0,5 mètre, **en ce que** la première partie continue de la partie rayonnante du au moins un câble comprend au moins un méandre comprenant un aller et un retour espacés l'un de l'autre d'une distance « P », chaque aller et retour s'étendant sur une longueur « L », **en ce que** la longueur curviligne du au moins un méandre est compris entre 0.7 et 1.3 fois la longueur d'onde L_0 définie par la fréquence de communication F_0 modulo la longueur d'onde L_0 **et en ce que** la distance « P » est inférieure au tiers de la longueur d'onde L_0 , préférentiellement la longueur « L » du méandre est inférieure ou égale à la demi-longueur d'onde L_0 .

- [0007] Le terme « mouvement libre » signifie que le mouvement est opéré sans contrainte de déplacement comme un mouvement à déplacement imposé. Par exemple, dans le cas d'un ensemble monté chargé statiquement et mis en rotation, il s'agit du mouvement des points matériels de l'ensemble monté en dehors de la zone de contact de l'enveloppe pneumatique avec le sol, communément appelée aire de contact. En effet dans cette zone, le mouvement d'un point matériel de l'enveloppe pneumatique en contact avec le sol est guidé par le sol tant que la condition de glissement n'est pas atteinte, on est donc à déplacement imposé, ce qui ne rentre pas dans la définition du mouvement libre.
- [0008] Tout d'abord, l'ensemble mobile est le sous-ensemble du véhicule de transport servant à déplacer le véhicule de transport par rapport au sol. L'ensemble mobile comprend une bande pneumatique entraînée en rotation autour d'un axe de rotation par des pièces non déformables, c'est-à-dire plus rigides que le bandage pneumatique comme, par exemple, une jante.
- [0009] Le transpondeur radiofréquence qui peut être une étiquette RFID ou un autre dispositif électronique avec sa propre source d'énergie ou passif. Le transpondeur radiofréquence est lui fixé sur l'ensemble mobile du véhicule de transport. Cela peut être par exemple une étiquette RFID dans une enveloppe pneumatique, un capteur TPMS (Acronyme anglais de tire Pressure Monitoring System) accroché à la roue ou tout objet électronique communiquant par radiofréquence muni d'une antenne radiofréquence se situant sur un ensemble mobile. Afin de lire cet objet électronique lié à l'ensemble mobile donc en mouvement dans le véhicule de transport, l'invention divulgue de placer un système de lecture embarqué sur le véhicule de transport extérieurement à l'ensemble mobile. De ce fait il n'est pas lié au mouvement de l'ensemble

mobile. Ce système de lecture comprend un premier dispositif comprenant un émetteur/récepteur de signaux électriques à une fréquence fixe et un démodulateur de signaux électriques sur une bande de fréquences autour de la fréquence fixe. Ce premier dispositif est connecté à un câble de communication bidirectionnelle. Ce câble est composé d'une âme conductrice, creuse ou pleine, généralement métallique et d'un second tube creux conducteur coaxial à l'âme conductrice. Un premier élément diélectrique sépare les deux composants conducteurs. L'une des extrémités du câble est connectée au dispositif électronique d'émission /réception tandis que l'autre extrémité est libre. Ce câble comprend au moins une partie rayonnante c'est-à-dire qu'il émet ou reçoit fonctionnellement des ondes radioélectriques extérieurement au tube conducteur creux. Le câble est équipé à son extrémité libre d'un moyen de couplage capacitif entre l'âme conductrice et l'ensemble conducteur constitué par le tube creux conducteur, par l'intermédiaire d'un second élément diélectrique, adaptée à la bande de fréquences du système de lecture.

[0010] Ce type de câble de communication bidirectionnelle utilise les ondes radioélectriques de surface par l'intermédiaire de ce moyen de couplage capacitif. Cela permet de disposer d'un câble bidirectionnel n'ayant pas de spécificités à sa surface sur la partie rayonnante. Ainsi, dans l'hypothèse d'une forte déformation du câble lors de son implantation dans le véhicule de transport, la fonctionnalité de communication du câble n'est pas affectée comme pourrait l'être un câble à fuites (« leaky feed antenna ») dont la distribution et les formes des orifices traversant le tube conducteur sont plus sensibles à la déformation du câble bidirectionnelle. De plus, cette solution technique est plus économique puisque la réalisation des orifices sur le tube conducteur est nettement plus onéreuse que la mise en place d'un dispositif de réflexion électrique par couplage capacitif à l'extrémité d'un câble coaxial.

[0011] Ce type de câble est décrite dans la demande de brevet US2016/0197408A1 comprenant à son extrémité libre un dispositif de réflexion électrique par couplage capacitif constitué d'un composant conducteur connecté à l'âme conductrice et éventuellement séparé du tube conducteur par un second matériaux diélectrique générant un couplage capacitif. La longueur du composant conducteur est généralement un quart de longueur d'onde des ondes radioélectriques émises et reçues par l'antenne câble. Ce dispositif crée des ondes de propagation radioélectriques de surface sur le tube conducteur en sens opposé à celui émis par le générateur de signaux jusqu'à une zone d'atténuation des ondes de surfaces réalisés par des anneaux aimantés, généralement en ferrite, montés axialement extérieurement au câble.

[0012] L'invention repose tout d'abord sur l'agencement particulier du système de lecture et en particulier de la partie rayonnante du câble de communication bidirectionnelle par rapport au parcours suivi par le transpondeur radiofréquence entraîné en mouvement

par l'ensemble mobile. En effet, il faut que la distance spatiale entre la partie rayonnante du câble et le transpondeur radiofréquence soit inférieure à une certaine distance, préférentiellement un mètre, au cours d'une partie de la boucle décrite par le transpondeur radiofréquence lors du parcours de l'ensemble mobile pour que la communication radiofréquence puisse s'établir entre le système de lecture et le transpondeur radiofréquence. Ceci est assurée au travers de deux conditions liées à la structure de l'ensemble mobile. En effet, l'ensemble mobile ayant un mouvement majoritairement bidimensionnel, dans le repère lié à l'ensemble mobile, en dehors des zones à déplacement imposé, il est possible de définir un plan médian au bandage pneumatique de l'ensemble mobile qui a comme propriété d'être perpendiculaire à l'axe de rotation de l'ensemble mobile et de séparer l'ensemble mobile en deux parties symétriques par rapport au plan médian. On entend ici par le terme « mouvement majoritairement bidirectionnel » que la distance parcourue par un point matériel de l'ensemble mobile entre deux instants, décomposée sur un repère orthonormé lié à l'ensemble mobile, a une composante plus petite que les deux autres. Généralement cette composante est celle qui est portée par la direction de l'axe de rotation de l'ensemble mobile. La première condition est qu'une sous partie continue de la partie rayonnante du câble de communication ne soit pas plus éloignée de 2 mètres du plan médian attaché au bandage pneumatique de l'ensemble mobile suivant la direction de l'axe de rotation de l'ensemble mobile. Bien entendu plus l'implantation de la partie continue de la partie rayonnante du câble par rapport au transpondeur radiofréquence est proche, meilleure est la communication radiofréquence entre les deux dispositifs radiofréquences.

[0013] Ensuite le bandage pneumatique de l'ensemble mobile étant animé d'un mouvement de rotation pure autour de son axe de rotation, il est nécessaire de maîtriser la distance entre la partie continue de la partie rayonnante du câble de communication bidirectionnelle et le bandage pneumatique de l'ensemble mobile. A cet effet, une seconde condition de projection est à respecter. Elle, pour la zone du bandage pneumatique en rotation autour de son axe de rotation, consiste à définir la distance maximale de projection radiale R de la partie continue de la partie rayonnante du câble de communication bidirectionnelle sur la plus proche surface du bandage pneumatique de l'ensemble mobile, ce qui correspond à la surface radialement externe du bandage pneumatique par rapport à son axe de rotation.

[0014] Lorsque ces conditions sont réunies au cours d'une partie de la boucle décrite lors du parcours du transpondeur radiofréquence fixé sur l'ensemble mobile, on assure que la partie continue de la partie rayonnante du câble de communication bidirectionnelle est potentiellement en communication bidirectionnelle avec le transpondeur radiofréquence sur cette partie de la boucle ; qui plus est cette communication est spa-

tialement périodique puisqu'elle se répète à chaque boucle. Bien entendu, plus cette partie de la boucle est étendue, meilleure est la communication entre les deux composants d'un point de vue temporel. Préférentiellement, la condition est respectée sur la totalité de la boucle décrivant le parcours du transpondeur radiofréquence.

[0015] Enfin, il est nécessaire que la partie continue de la partie rayonnante du câble de communication bidirectionnelle qui se trouve dans cette zone spatiale par rapport à l'ensemble mobile comprend au moins un méandre. Le méandre est défini par une largeur nommée « P » et une longueur nommée « L ». La longueur « L » est définie par rapport à la direction axiale de la partie rayonnante du câble en dehors des zones de méandre. L'une des extrémités de la longueur « L » commence au changement de courbure du câble et qui initie le méandre. L'autre extrémité est définie par le point du méandre le plus éloigné, c'est-à-dire ayant la plus grande projection orthogonale, par rapport à la direction axiale du câble. La largeur « P » du méandre est définie à l'aide de chaque moyenne axiale, selon la direction du câble, des points du méandre définissant l'aller ou le retour du méandre, c'est-à-dire l'ensemble des points du câble situés entre les deux extrémités définissant la longueur « L » du méandre sur l'aller ou le retour du méandre. La distance entre ces deux moyennes axiales, selon la direction axiale du câble, détermine la largeur « P » du méandre. Ce méandre permet de constituer une zone de communication améliorée entre le câble de communication bidirectionnelle et le transpondeur dans un mode de communication d'émission radiofréquence émanant du système de lecture, c'est-à-dire déclenchée par le système de lecture. Ainsi, cela permet d'établir la communication avec le transpondeur radiofréquence, notamment lorsque celui-ci est passif, en fournissant une quantité d'énergie suffisante pour que ce dernier se réveille et se mette en communication lorsque le transpondeur radiofréquence se trouve à proximité de ce méandre au cours de son parcours associé au mouvement de l'ensemble mobile. En effet ce méandre permet de créer une zone spatiale étendue, proportionnelle à la longueur « L » du méandre, dans laquelle le champ électrique E généré par la partie rayonnante du câble de communication est stable et plus élevée en amplitude que celui générée en dehors du méandre. Cette augmentation du champ électrique E au niveau du méandre n'est possible qu'en raison de l'agencement entre l'aller et le retour du méandre qui crée un entrefer, c'est-à-dire un système à deux armatures chargées de façon opposées comme un condensateur, lorsque la longueur curviligne du méandre est proche de la longueur d'onde L_0 associée à la fréquence de communication F_0 du système de lecture. L'augmentation de l'amplitude du champ électrique E procure un accroissement de l'énergie radioélectrique vers le transpondeur radiofréquence qui permet de l'activer en mode de communication. Dans le cadre d'un transpondeur radiofréquence passif comme une radio étiquette RFID passive, l'énergie captée par le transpondeur radio-

fréquence sert à l'émission du message radiofréquence retour du transpondeur radiofréquence. En phase de réception du message radiofréquence émanant du transpondeur radiofréquence, la partie rayonnante linéique du câble de communication est suffisante pour capter le message retour tant que la distance entre les deux éléments reste raisonnable. De ce fait, ce méandre est à utiliser principalement dans des zones de communication difficiles avec le transpondeur radiofréquence. Par exemple, lorsque l'on souhaite interroger une transpondeur radiofréquence éloignée spatialement de la partie rayonnante du câble de communication ou que l'environnement du véhicule ou de l'ensemble mobile ne soit pas favorable à la communication radiofréquence en raison par exemple d'éléments conducteurs électriquement. Ainsi, un transpondeur radiofréquence situé à la fois sur le côté extérieur du bandage pneumatique et sur l'extérieur du véhicule de transport, seul le positionnement de la partie rayonnante du câble radialement extérieurement au bandage pneumatique est possible. Or, le sommet du bandage pneumatique, la partie la plus radialement extérieure du bandage pneumatique par rapport à son axe de rotation comprend un sommet métallique, souvent de conception radiale ce qui est néfaste à la communication radiofréquence. Dans ces cas précis, la présence de méandre permet quand même d'interroger le transpondeur radiofréquence de l'ensemble mobile et de recevoir sa réponse radiofréquence par l'intermédiaire de la première partie continue de la partie rayonnante du câble de communication.

[0016] De plus il est préférable que la partie continue de la partie rayonnante du câble de communication bidirectionnelle qui se trouve dans la zone spatiale autour de l'ensemble mobile a une longueur curviligne supérieure à une unité de longueur du câble. L'unité de longueur du câble est définie par la longueur d'onde L_0 associée à la fréquence F_0 d'émission du signal radioélectrique par le système de lecture se propageant dans un milieu de permittivité diélectrique relative donnée. Ainsi, on assure que la longueur de l'antenne dans la zone spatiale délimitée par l'une des deux conditions géométriques est adaptée pour émettre et recevoir des signaux radioélectriques vers et depuis le transpondeur radiofréquence fixé sur l'ensemble mobile. Bien entendu plus la longueur de la partie continue de la partie rayonnante du câble de communication bidirectionnelle est grande, meilleure est la communication entre le système de lecture et le transpondeur radiofréquence.

[0017] Selon un mode de réalisation spécifique, la partie rayonnante du au moins un câble comprenant au moins une seconde partie continue disjointe de la première partie continue, la distance de la projection radiale de la au moins une seconde partie continue de la partie rayonnante du au moins un câble sur un cylindre, d'axe de révolution coaxial à l'axe de rotation du au moins un second ensemble mobile, circonscrit au bandage pneumatique du au moins un second ensemble mobile est in-

férieure ou égale à 1 mètre, préférentiellement inférieure à 0,5 mètre et la distance de la projection axiale, selon la direction de l'axe de rotation du au moins un second ensemble mobile, de la au moins une seconde partie continue de la partie rayonnante du au moins un câble sur le plan médian du bandage pneumatique du au moins un second ensemble mobile est inférieure à 2 mètres, préférentiellement inférieure à 1 mètre, très préférentiellement inférieure à 0,5 mètre.

[0018] C'est une configuration où le câble de communication bidirectionnelle est capable d'interroger des ensembles mobiles du même véhicule de transport qui sont éloignés l'un de l'autre de sorte que la même partie continue de la partie rayonnante du câble de communication ne puisse pas interroger les deux ensembles mobiles. La solution conventionnelle serait alors d'ajouter un second câble de communication bidirectionnelle et de positionner une partie continue de la partie rayonnante de ce second câble dans la zone géographique adéquate du second ensemble mobile, ce qui est coûteux. La solution ici est d'employer le même câble de communication bidirectionnelle, ce qui limite le nombre de connexions galvaniques à l'émetteur/récepteur de signaux électriques du système de lecture. Ce câble est alors équipé d'une seconde partie continue rayonnante disjointe de la première partie continue. Cependant, il peut s'agir de la même partie rayonnante du câble. Ainsi, le même câble interroge et réceptionne les informations de chaque transpondeur radiofréquence associé chacun à un ensemble mobile différent. Pour réaliser une zone spatiale rayonnante étendue, il suffit de faire passer plusieurs fois la partie rayonnante du câble sur une même zone spatiale afin de créer une zone continue. On crée ainsi une zone rayonnante étendue permettant une communication aisée avec les transpondeurs du véhicule de transport traversant la zone spatiale. Bien entendu, il est possible de créer plusieurs zones spatiales rayonnantes étendues, disjointes l'une de l'autre à l'aide de cette technique. Entre ces zones spatiales, le câble a un comportement rayonnant moindre qui permet cependant la transmission des signaux radioélectriques le long du câble jusqu'au lecteur. Bien entendu, il est tout à fait possible de multiplier les parties continues et rayonnantes sur la longueur du câble de communication afin de communiquer avec plusieurs ensembles mobiles éloignés géographiquement les uns des autres pour communiquer avec tous les transpondeurs radiofréquences du véhicule de transport, que ceux-ci soient liés à un ensemble mobile du véhicule de transport ou non. De même une partie continue de la partie rayonnante du câble de communication bidirectionnelle peut communiquer avec des ensembles mobiles différents tant que ceux-ci se situent à la bonne distance de la partie continue de la partie rayonnante du câble.

[0019] Selon un mode de réalisation spécifique, dans la partie rayonnante du câble, l'ensemble conducteur est recouvert d'un second ensemble conducteur qui est relié à la masse.

- [0020] Cela permet de limiter le rayonnement électromagnétique issu du câble dans le véhicule de transport ce qui peut être nécessaire selon la compatibilité électromagnétique du véhicule de transport souhaitée.
- [0021] Selon un mode de réalisation particulier, la au moins une seconde partie continue de la partie rayonnante du au moins un câble comprend au moins un méandre comprenant un aller et un retour espacés l'un de l'autre d'une distance « P », chaque aller et retour s'étendant sur une longueur « L », la longueur curviligne du au moins un méandre est compris entre 0.7 et 1.3 fois la longueur d'onde L_0 définie par la fréquence de communication F_0 modulo la longueur d'onde L_0 , la distance « P » est inférieure au tiers de la longueur d'onde L_0 , préférentiellement la longueur « L » du méandre est inférieure ou égale à la demi-longueur d'onde L_0 .
- [0022] Il est préférable que la seconde partie continue de la partie rayonnante du câble de communication bidirectionnelle qui se trouve à proximité d'un ensemble mobile comprend au moins un méandre. Le méandre est défini par une largeur nommé « P » et une longueur nommée « L ». La longueur « L » est définie par rapport à la direction axiale de la partie rayonnante du câble en dehors des zones de méandre, le dit câble étant dans la zone définie par la projection radiale et la projection axiale du câble sur l'ensemble mobile. L'une des extrémités de la longueur « L » commence au changement de courbure du câble qui initie le méandre. L'autre extrémité est définie par le point du méandre le plus éloigné, c'est-à-dire ayant la plus grande projection orthogonale, par rapport à la direction axiale du câble. La largeur « P » du méandre est définie à l'aide de chaque moyenne axiale, selon la direction du câble, des points du méandre définissant l'aller ou le retour du méandre, c'est-à-dire l'ensemble des points du câble situés entre les deux extrémités définition la longueur « L » du méandre sur l'aller ou le retour du méandre. La distance entre ces deux moyennes axiales, selon la direction axiale du câble, détermine la largeur « P » du méandre. Ce méandre permet de constituer une zone de communication améliorée entre le câble de communication bidirectionnelle et le transpondeur dans un mode de communication d'émission radiofréquence émanant du système de lecture, c'est-à-dire déclenchée par le système de lecture. Ainsi, cela permet d'établir la communication avec le transpondeur radiofréquence, notamment lorsque celui-ci est passif, en fournissant une quantité d'énergie suffisante pour que ce dernier se réveille et se mette en communication lorsque le transpondeur radiofréquence se trouve à proximité de ce méandre au cours de son parcours associé au mouvement du second ensemble mobile. En effet ce méandre permet de créer une zone spatiale étendue, proportionnelle à la longueur « L » du méandre, dans laquelle le champs électrique E généré par la partie rayonnante du câble de communication est stable et plus élevée en amplitude que celui générée en dehors du méandre. Cette augmentation du champs électrique E au niveau du méandre n'est

possible qu'en raison de l'agencement entre l'aller et le retour du méandre qui crée un entrefer, c'est-à-dire un système à deux armatures chargées de façon opposées comme un condensateur, lorsque la longueur curviligne du méandre est proche de la longueur d'onde L_0 associée à la fréquence de communication F_0 du système de lecture.

L'augmentation de l'amplitude du champ électrique E procure un accroissement de l'énergie radioélectrique vers le transpondeur radiofréquence qui permet de l'activer en mode de communication. Dans le cadre d'un transpondeur radiofréquence passif comme une radio étiquette RFID, l'énergie captée par le transpondeur radiofréquence sert à l'émission du message radiofréquence retour du transpondeur radiofréquence. En phase de réception du message radiofréquence émanant du transpondeur radiofréquence, la partie rayonnante linéique du câble de communication est suffisante pour capter le message retour tant que la distance entre les deux éléments reste raisonnable. De ce fait, ce méandre est à utiliser principalement dans des zones de communication difficiles avec le transpondeur radiofréquence. Par exemple, lorsque l'on souhaite interroger un transpondeur radiofréquence éloignée spatialement de la partie rayonnante du câble de communication ou que l'environnement du véhicule ou de l'ensemble mobile ne soit pas favorable à la communication radiofréquence en raison par exemple d'éléments conducteurs électriquement. Dans ces cas précis, la présence de méandre permet quand même d'interroger le transpondeur radiofréquence de l'ensemble mobile et de recevoir sa réponse radiofréquence par l'intermédiaire de la seconde partie continue de la partie rayonnante du câble de communication.

[0023] De plus il est préférable que la partie continue de la partie rayonnante du câble de communication bidirectionnelle qui se trouve dans la zone spatiale autour du second ensemble mobile a une longueur curviligne supérieure à une unité de longueur du câble. L'unité de longueur du câble est définie par la longueur d'onde associée à la fréquence F_0 d'émission du signal radioélectrique par le système de lecture se propageant dans un milieu de permittivité diélectrique relative donnée. Ainsi, on assure que la longueur de l'antenne dans la zone spatiale délimitée par l'une des deux conditions géométriques est adaptée pour émettre et recevoir des signaux radio-électriques vers et depuis le transpondeur radiofréquence fixé sur l'ensemble mobile. Bien entendu plus la longueur de la partie continue de la partie rayonnante du câble de communication bidirectionnelle est grande, meilleure est la communication entre le système de lecture et le transpondeur radiofréquence.

[0024] Selon un mode de réalisation avantageux, la partie rayonnante du au moins un câble comprend au plus 5 méandres, préférentiellement au plus 3 méandres.

[0025] La multiplication des méandres limite le caractère rayonnant du câble en dehors des zones où sont localisés les méandres, ce qui peut être néfaste pour l'interrogation des transpondeurs radiofréquences du véhicule de transport ne se situant pas, au cours de

leur mouvement, dans les zones spatiales des parties continues de la partie rayonnante du câble de communication. Une alternative pour pallier ce faible rayonnement d'émission du câble consiste à augmenter la puissance électrique du système de lecture. Mais à iso puissance fournie au système de lecture, il est préférable de limiter le nombre de méandres pour assurer une communication radiofréquence suffisante sur la longueur totale de la partie rayonnante du câble de communication bidirectionnelle.

[0026] Selon un autre mode de réalisation avantageux, chaque partie continue de la partie rayonnante du au moins un câble comprend au plus 3 méandres, préférentiellement au plus 2 méandres.

[0027] Dans cette même logique d'uniformité de la capacité de communication du câble, il est préférable que chaque partie continue de la partie rayonnante du câble ne compte pas plus 3 méandres et très préférentiellement pas plus de 2. Ainsi, on répartit la puissance de rayonnement entre les diverses parties continues si elles sont plusieurs. De plus, on laisse de la puissance radioélectrique d'émission dans les zones sans méandre. l'antenne radiofréquence du transpondeur radiofréquence associé à le au moins un ensemble mobile comprenant au moins un brin filaire définissant un premier axe longitudinal, chaque méandre de la première et/ou la au moins une seconde partie continue de la partie rayonnante du au moins un câble définissant une droite médiane définie par la direction de la longueur « L » du au moins un méandre, l'angle formé par les vecteurs directeurs du premier axe longitudinal et de la droite médiane est compris entre 60 et 120 degrés, préférentiellement entre à 80 et 100 degrés sur au moins une partie du parcours fermé décrit par au moins un ensemble mobile.

[0028] Selon un mode de réalisation spécifique, le transpondeur radiofréquence associé à le au moins un ensemble mobile comprenant une antenne radiofréquence comprenant au moins un brin filaire définissant un premier axe longitudinal, chaque méandre de la première et/ou la au moins une seconde partie continue de la partie rayonnante du au moins un câble définissant une droite médiane définie par la direction de la longueur « L » du au moins un méandre, l'angle formé par les vecteurs directeurs du premier axe longitudinal et de la droite médiane est compris entre 60 et 120 degrés, préférentiellement entre 80 et 100 degrés sur au moins une partie du parcours fermé décrit par l'au moins un ensemble mobile.

[0029] Dans le cas particulier où le transpondeur radiofréquence est équipé d'une antenne filaire, il est nécessaire que les directions du premier axe longitudinal et la direction de la droite médiane soient sensiblement perpendiculaires entre elles afin d'assurer un couplage électromagnétique entre le transpondeur radiofréquence et le méandre. En effet, le champ électrique E généré par le méandre est principalement perpendiculaire à la direction de la droite médiane définie par le méandre. Ainsi, l'antenne filaire du transpondeur est sensiblement alignée avec le champ électrique E généré par le

méandre. Idéalement, l'antenne filaire devrait être colinéaire au champ électrique E du méandre pour que l'efficacité du couplage soit maximale. Cependant, le niveau de communication entre les deux antennes reste totalement convenable tant que l'angle formé par des deux directions ne s'éloigne pas de plus de 30 degrés. Ceci est préférable lorsque le transpondeur radiofréquence est passif, c'est-à-dire sans source propre ou de production d'énergie électrique. En effet, le couplage électromagnétique sert alors à activer le transpondeur radiofréquence en lui transmettant de l'énergie avant que celui-ci émet.

- [0030] Bien entendu le transpondeur radiofréquence étant en mouvement tandis que le système de lecture est fixe par rapport au véhicule de transport, la condition angulaire n'est pas forcément respectée sur la totalité du parcours décrit par le transpondeur radiofréquence. Cependant, il suffit que celle-ci soit réalisé sur une partie du parcours de l'ensemble mobile pour que la communication radiofréquence entre les deux systèmes électroniques soit efficace.
- [0031] Selon un premier mode de réalisation très spécifique, l'au moins un ensemble mobile étant apte à décrire un mouvement de rotation autour d'un unique axe de rotation définissant un repère cylindrique autour de cet axe de rotation, le premier axe longitudinal de l'antenne radiofréquence du transpondeur radiofréquence associé à le au moins un ensemble mobile ayant sa composante principale orientée circonférentiellement dans le repère cylindrique, le au moins un méandre associée à la première et /ou la au moins une seconde partie continue de la partie rayonnante du au moins un câble étant agencée radialement extérieurement à l'ensemble mobile par rapport à l'axe de rotation, la droite médiane du au moins un méandre a sa composante principale orientée axialement dans le repère cylindrique de l'ensemble mobile.
- [0032] Lorsque le premier axe longitudinal du transpondeur radiofréquence de l'ensemble mobile est principalement circonférentiel dans le repère cylindrique de l'ensemble monté, comme on peut le trouver dans le cas des radio étiquettes RFID enfouie dans la structure du pneumatique au niveau du flanc ou de la zone basse, et que le méandre est localisé radialement extérieurement au bandage pneumatique par rapport à l'axe de rotation de l'ensemble mobile, il est judicieux de placer le méandre de sorte que la droite médiane ait une direction majoritairement axiale dans le repère cylindrique de l'ensemble mobile. De ce fait, il est certain qu'au cours du mouvement de rotation de l'ensemble mobile, les directions du premier axe longitudinal de l'antenne filaire du transpondeur radiofréquence et du champ électrique généré par le méandre s'alignent sensiblement sur une partie de la boucle décrite par le mouvement du transpondeur radiofréquence.
- [0033] Très spécifiquement à ce premier mode de réalisation spécifique, l'antenne radiofréquence du transpondeur radiofréquence associé à le au moins un ensemble mobile et

le au moins un méandre associé à la première et /ou la au moins une seconde partie continue de la partie rayonnante du câble se projetant dans un même plan circonférentiel, la projection de l'antenne est entièrement incluse dans la projection du au moins un méandre.

- [0034] Dans la cas où le transpondeur radiofréquence de l'ensemble mobile est enfoui dans les mélanges caoutchouteux du bandage pneumatique comme cela peut être le cas pour une radio étiquette RFID, la taille de l'antenne radiofréquence du transpondeur radiofréquence, définie par le ou les brins filaires et étant liée à la fréquence de radiocommunication F_0 du transpondeur radiofréquence, est réduite en raison de la permittivité diélectrique relative des mélanges caoutchouteux du bandage pneumatique. En effet la permittivité diélectrique relative des mélanges caoutchouteux est différente de celle de l'air, ce qui modifie la longueur d'onde des ondes radioélectriques. Dans ce cas-là, en fonction de la fréquence de communication F_0 , il est possible que la taille de l'antenne radiofréquence soit inférieure à la distance « P » entre l'aller et le retour du méandre. De ce fait, il est possible que la totalité de l'antenne rayonnante du transpondeur soit placé dans le champ électrique E généré par le méandre, ce qui augmente la puissance de communication du transpondeur radiofréquence.
- [0035] Selon un second mode de réalisation très spécifique, l'ensemble mobile étant apte à décrire un mouvement de rotation autour d'un unique axe de rotation définissant un repère cylindrique autour de cet axe de rotation, le premier axe longitudinal de l'antenne radiofréquence du transpondeur radiofréquence associé à le au moins un ensemble mobile ayant sa composante principale orientée circonférentiellement dans le repère cylindrique, le au moins un méandre associé à la première et /ou la au moins une seconde partie continue de la partie rayonnante du câble étant agencée axialement extérieurement et radialement intérieurement à l'ensemble mobile par rapport à l'axe de rotation, la droite médiane du au moins un méandre a sa composante principale orientée radialement dans la repère cylindrique de l'ensemble mobile.
- [0036] Lorsque le premier axe longitudinal du transpondeur radiofréquence de l'ensemble mobile est principalement circonférentiel dans le repère cylindrique de l'ensemble monté, comme on peut le trouver dans le cas des radio étiquettes RFID enfouie dans la structure du pneumatique au niveau du flanc ou de la zone basse, et que la partie continue de la partie rayonnante du câble de communication est localisé axialement extérieurement et radialement intérieurement au bandage pneumatique par rapport à l'axe de rotation de l'ensemble mobile, il est judicieux de placer le méandre de sorte que la droite médiane ait une direction majoritairement radiale dans le repère cylindrique de l'ensemble mobile. De ce fait, il est certain qu'au cours du mouvement de rotation de l'ensemble mobile, les directions du premier axe longitudinal de l'antenne filaire du transpondeur radiofréquence et du champ électrique généré par le méandre s'alignent

sensiblement sur une partie de la boucle décrite par le mouvement du transpondeur radiofréquence.

- [0037] Très spécifiquement à ce second mode de réalisation spécifique, l'antenne radiofréquence du transpondeur radiofréquence associé à le au moins un ensemble mobile et le au moins un méandre associé à la première et/ou la au moins une seconde partie continue de la partie rayonnante du câble se projetant dans un même plan axial, la projection de l'antenne est entièrement incluse dans la projection du au moins un méandre.
- [0038] Dans la cas où le transpondeur radiofréquence de l'ensemble mobile est enfoui dans les mélanges caoutchouteux du bandage pneumatique comme cela peut être le cas pour une radio étiquette RFID, la taille de l'antenne radiofréquence du transpondeur radiofréquence, définie par le ou les brins filaires et étant liée à la fréquence de radiocommunication F_0 du transpondeur radiofréquence, est réduite en raison de la permittivité diélectrique relative des mélanges caoutchouteux du bandage pneumatique. En effet la permittivité diélectrique relative des mélanges caoutchouteux est différente de celle de l'air, ce qui modifie la longueur d'onde des ondes radioélectriques. Dans ce cas-là par exemple, en fonction de la fréquence de communication F_0 , il est possible que la taille de l'antenne radiofréquence soit inférieure à la distance « P » entre l'aller et le retour du méandre. De ce fait, il est possible que la totalité de l'antenne rayonnante du transpondeur soit placé dans le champ électrique E généré par le méandre, ce qui augmente la puissance de communication du transpondeur radiofréquence.
- [0039] Avantageusement, le transpondeur radiofréquence comprend une étiquette RFID.
- [0040] C'est un mode de réalisation particulier ou le transpondeur radiofréquence comprend une radio étiquette RFID (acronyme en anglais de Radio Frequency Identification). Celle-ci est de taille réduite puisqu'elle nécessite peu de composants pour fonctionner ce qui permet de l'installer à l'intérieur même du bandage pneumatique de l'ensemble mobile ou sur sa surface extérieure par l'intermédiaire d'un patch de liaison spécifique. La fonction principale d'un tel système électronique est de véhiculer des informations d'identification, généralement codées dans la mémoire non effaçable du système électronique. Dans un mode de réalisation spécifique, la radio étiquette RFID est passif, sans source d'énergie propre. Dans ce cas particulier, la phase d'interrogation de l'étiquette RFID consiste tout d'abord à lui transférer de l'énergie radioélectrique pour devenir opérationnelle et ensuite répondre à son interrogation.
- [0041] Avantageusement, l'ensemble mobile étant apte à décrire un mouvement de rotation autour d'un axe de rotation, chaque partie continue du au moins un câble décrit un secteur angulaire autour de l'axe de rotation au moins supérieur à 30 degrés, préférentiellement supérieur à 60 degrés, très préférentiellement supérieur à 120 degrés
- [0042] Dans le cas d'un ensemble mobile tournant autour d'un unique axe de rotation, il est

préférable que, dans un repère tournant associé à l'unique axe de rotation, la partie continue de la partie rayonnante du câble de communication bidirectionnelle, y compris le méandre, s'étende sur un secteur angulaire d'au moins 30 degrés. Ainsi, on assure, selon la vitesse de rotation de l'ensemble mobile autour de son unique axe de rotation d'une certaine durée de communication entre le transpondeur radiofréquence tournant avec l'ensemble mobile et le système de lecture fixe dans le véhicule de transport. Bien entendu plus le secteur angulaire est grand, plus la durée de communication est augmentée à vitesse de rotation donnée.

[0043] Préférentiellement, la partie continue de la partie rayonnante du au moins un câble est fixé sur la au moins une paroi délimitant la cavité du moyen de transport accueillant l'ensemble mobile.

[0044] Dans le cas d'un ensemble mobile tournant autour d'un unique axe de rotation comme celui comprenant par une enveloppe pneumatique dans une voiture, la fixation directe ou indirecte de la partie continue de la partie rayonnante du câble de communication bidirectionnelle sur le passage de roue est préférée. En effet, le passage de roue délimite la cavité où se connectera l'ensemble monté au véhicule en condition d'usage. Généralement ce composant n'est pas métallique ce qui implique aucun effet de blindage ou de perturbations radioélectriques. La propagation des ondes radioélectriques entre le câble de communication et le transpondeur est favorisée par l'absence de composants métalliques ou conducteurs s'interposant entre les deux antennes. Enfin la cavité constitue naturellement une zone libre d'implantation du câble de communication dans un espace extrêmement confiné comme celui d'un véhicule automobile.

[0045] Très préférentiellement, la partie continue de la partie rayonnante du au moins un câble s'étend à une distance radiale constante de l'unique axe de rotation de l'ensemble mobile.

[0046] Cette condition assure une fiabilité dans la communication radiofréquence entre les deux composants dans le cas d'un transpondeur radiofréquence passif, comme une étiquette RFID, dans le bandage pneumatique. En effet, il est communément admis de positionner l'étiquette RFID au niveau du flanc du pneumatique suivant une direction majoritairement circonférentielle par rapport à l'axe de rotation de l'ensemble monté. De plus, la forme des parois délimitant la cavité d'accueil de l'ensemble monté suit généralement cette condition géométrique. Ainsi, aussi la communication entre les deux antennes est optimisée aussi bien en matière de durée que de qualité et gardant constante la distance spatiale entre le transpondeur radiofréquence et la partie continue de la partie rayonnante du câble de communication

[0047] Préférentiellement, le transpondeur radiofréquence émet par une fréquence sous porteuse.

- [0048] Ce sont des cas d'application où le transpondeur radiofréquence utilise le signal d'émission radiofréquence qu'il reçoit pour transmettre la réponse à son interrogation. Ce mode de fonctionnement est particulièrement employé dans les transpondeurs radiofréquence passif de type étiquette RFID, c'est-à-dire ne disposant pas de source d'énergie propre pour émettre. Ces modes de communication emploient diverses modulations selon que l'on souhaite favoriser la sensibilité de communication du câble de communication bidirectionnelle ou la vitesse de communication entre les deux dispositifs radiofréquences. La modulation est caractérisée principalement par deux grandeurs : le nombre de transitions pour un état binaire, physiquement il s'agit d'un changement d'état de l'impédance du transpondeur radiofréquence de la puce électronique d'une étiquette RFID par exemple, qui induit une modification de l'amplitude et de la phase du signal retour, et la période unitaire pour observer les transitions. En favorisant la sensibilité du câble de communication, il convient de travailler sur un nombre important de transitions pour un état binaire sur une période unitaire élevée. Par exemple, le codage en Miller 8 applicable en RFID UHF, permet de gagner 5 à 10 dBm de sensibilité. A l'inverse, limiter le nombre de transitions, jusqu'à une seule transition par période unitaire sur une période unitaire courte favorise le débit des transactions entre le transpondeur radiofréquence et le câble de communication bidirectionnelle, le maximise en fait. La modulation FMO, c'est à-dire une transition par période unitaire de 7,6 μ s par exemple, permet d'augmenter d'un facteur 10 le taux de lecture du câble de communication bidirectionnelle par rapport à une modulation en Miller 8.
- [0049] Très préférentiellement, la fréquence sous porteuse du transpondeur radiofréquence comprend un nombre de transitions inférieure à 5, préférentiellement une seule transition sur la période unitaire de la fréquence sous porteuse.
- [0050] Très préférentiellement, la fréquence sous porteuse du transpondeur radiofréquence comprend une période unitaire inférieure à 10 μ s, préférentiellement inférieure à 8 μ s.
- [0051] En optant pour des périodes courtes et des transitions peu nombreuses, on favorise le débit de communication radiofréquence entre le transpondeur radiofréquence et le câble de communication bidirectionnelle, c'est -à-dire le taux de lecture de la partie continue de la partie rayonnante du câble de communication ce qui est favorable dans le contexte de l'agencement envisagé. En effet, l'agencement se caractérise par des distances de lecture entre le câble de communication bidirectionnelle et le transpondeur radiofréquence inférieures à 1 mètre sur une durée de couplage entre les deux dispositifs courte du fait du mouvement relatif du transpondeur radiofréquence monté sur l'ensemble mobile. L'inventeur a constaté que ce mode de modulation est alors meilleur, notamment pour des véhicules de transport lorsque la partie continue de la partie rayonnante du câble de communication se trouve en vis-à-vis directe avec le

bandage pneumatique de l'ensemble mobile.

Description brève des dessins

- [0052] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif et faite en se référant aux figures annexées dans lesquelles les mêmes numéros de référence désignent partout des parties identiques et dans lesquelles :
- La [Fig.1] présente une vue en perspective de l'espace de communication de la partie rayonnante du câble de communication avec l'ensemble mobile constitué d'un bandage pneumatique monté et gonflé sur une jante qui n'est pas représentée.
 - La [Fig.2] présente un mode de réalisation du câble de communication bidirectionnelle du système de lecture selon l'invention.
 - La [Fig.3] présente une vue en perspective de l'implantation du système de lecture dans un véhicule automobile.
 - La [Fig.4] présente une vue en coupe d'un pneumatique équipé d'une étiquette RFID.
 - La [Fig.5] présente un exemple de transpondeur radiofréquence, en l'occurrence une étiquette RFID.
 - Les [Fig.6a] à 6c présentent un exemple de partie continue de la partie rayonnante du câble au niveau d'un ensemble mobile.
 - La [Fig.7] présente une description dimensionnelle d'un méandre du câble de communication bidirectionnelle.

Description détaillée de modes de réalisation

- [0053] Sur la [Fig.1] on visualise un bandage pneumatique 12 représentant la partie déformable d'un ensemble mobile 1 constituée du bandage pneumatique monté et gonflé sur une jante, la jante n'étant pas représentée ici. Le bandage pneumatique 12 tourne autour d'un axe naturel de rotation 102. Le bandage pneumatique 12 définit un plan médian 101 qui est perpendiculaire à l'axe de rotation 102, séparant le bandage pneumatique 12 en deux sous parties symétriques par rapport au plan médian 101. Ce bandage pneumatique 12 est équipé d'un transpondeur radiofréquence de type RFID, c'est-à-dire sans source d'énergie propre, servant à mesurer la pression de gonflage de l'ensemble mobile à l'aide d'un capteur de pression ce qui correspond à un dispositif électronique de type RFID capteur. Ce bandage pneumatique 12 comprend aussi un capteur actif de type TPMS monté à la valve de la jante. Les positions radiale, azimutale et axiale de ces dispositifs radiofréquences sont généralement quelconques dans l'ensemble mobile.
- [0054] Le bandage pneumatique 12 est circonscrit dans un cylindre 103 d'axe de révolution

102 s'appuyant sur la position radialement la plus extérieure du sommet de l'enveloppe pneumatique par rapport à l'axe de rotation 102. Ici, le bandage pneumatique 12 est gonflé mais pas chargé statiquement, le cylindre 103 s'appuie sur une multitude de points du sommet équitablement réparties sur le périmètre du sommet.

[0055] On peut alors définir l'espace d'implantation 104 de la partie continue de la partie rayonnante du câble de communication bidirectionnelle comme étant un cylindre d'axe de révolution coaxial à l'axe 102, s'étendant radialement par rapport à l'axe 102 depuis la surface extérieure du cylindre 103 à une distance R matérialisée par la flèche grise représentée dans la plan médian 101. Ce cylindre 104 est droit puisqu'il est limité par des faces planes colinéaires au plan médian 101 situées de part et d'autre du plan médian 101 à une distance axiale A du plan médian 101 selon la direction de l'axe 102. Ces distances axiales A sont visualisées par des flèches grises portées par l'axe 102. Il est impératif de positionner une partie continue de la partie rayonnante du câble de communication directionnelle, préférentiellement d'une longueur d'au moins une unité de longueur du câble, définie par la fréquence F0 d'émission du système de lecture, dans le cylindre droit 104 afin que les dispositifs radiofréquences de l'ensemble mobile puissent communiquer avec le système de lecture embarqué sur le moyen de transport à l'aide du dit câble de communication bidirectionnelle.

[0056] La [Fig.2] montre un câble de communication bidirectionnelle 32 selon une première configuration fonctionnant parfaitement bien, et non uniquement, pour des applications de type étiquette RFID.

[0057] Le câble 32 comprend une structure conductrice coaxiale bipolaire allongée 312 avec un conducteur intérieur électriquement conducteur 314 et un conducteur enveloppe électriquement conducteur 316 entourant coaxialement le conducteur intérieur 314. Dans l'exemple illustré, le conducteur interne 314 est cylindrique et le conducteur enveloppe 316 est creux et cylindrique.

[0058] Le conducteur intérieur 314 comme le conducteur d'enveloppe 316 est formé d'un matériau métallique, dans lequel une couche intermédiaire électriquement isolante (par exemple en plastique) est avantageusement présente radialement entre le conducteur intérieur 314 et le conducteur d'enveloppe 316 sur la longueur de la structure conductrice 312.

[0059] Une première extrémité 318 de la structure conductrice 312 est prévue pour connecter un émetteur et/ou un récepteur du système de lecture pour un signal d'antenne à transmettre en utilisant le câble 32 ou un signal d'antenne à recevoir par le câble 32. Le câble 32 est pourvu d'une prise coaxiale conventionnelle 320, laquelle fiche coaxiale réalise un connecteur électrique pour le conducteur interne 314 et pour le conducteur enveloppe 316 à cette première extrémité 318 de manière classique.

[0060] Dans cette configuration, une extension 324 de conducteur interne 314, qui est

formée d'un seul tenant avec le conducteur interne 314 dans l'exemple illustré et est donc connectée électriquement au conducteur interne 314, est prévue à une seconde extrémité opposée 322 de la structure conductrice 312. Cette extension 324 s'étend hors du conducteur enveloppe 316, en partant de la deuxième extrémité 322 de la structure conductrice 312, de manière rectiligne et coaxiale au parcours du conducteur interne 314 et du conducteur enveloppe 316 directement avant la deuxième extrémité 322.

- [0061] L'extension de conducteur interne 324 s'étend jusqu'à une extrémité libre 326 de l'extension de conducteur interne 324, dans laquelle un certain couplage capacitif de l'extrémité libre 326 ou de l'extension de conducteur interne 324 au conducteur d'enveloppe 316 existe dans la région de la deuxième extrémité 322 de celui-ci, en fonction de la longueur de l'extension de conducteur interne 324.
- [0062] Dans un mode de transmission du câble 32, c'est-à-dire si un signal d'antenne à transmettre est introduit au niveau de la fiche coaxiale 320 de la première extrémité 318, alors ce signal d'antenne parcourt la structure conductrice 312 jusqu'à l'extrémité 322 et y est réfléchi plus ou moins fortement, pour refluer sous forme d'onde progressive liée émanant de la deuxième extrémité 322 le long du conducteur enveloppe 316 en direction de la première extrémité 318.
- [0063] Pour un mode de fonctionnement choisi en conséquence, par exemple en ce qui concerne la fréquence et la puissance du signal d'antenne injecté, il peut être obtenu que le câble 32 crée un champ électromagnétique alternatif autour d'elle, mais rayonne relativement peu. Ce câble 32 fonctionne comme une antenne à ondes progressives dans un « mode couplé », afin d'avoir donc un bon contrôle sur la portée du câble 32.
- [0064] Dans l'exemple de la [Fig.2], un dispositif d'amortissement d'ondes de surface 330 est disposé sur la circonférence extérieure du conducteur enveloppe 316, à distance de la deuxième extrémité 322, en un point entre les deux extrémités 318 et 322. Ce dispositif est formé, dans l'exemple illustré, d'une pluralité d'anneaux de ferrite 332, 334, 336 et 338, qui entourent à chaque fois la circonférence extérieure du conducteur enveloppe 316.
- [0065] Les anneaux de ferrite 332 à 338 sont disposés à distance les uns des autres vus dans la direction longitudinale de la structure conductrice 312 et effectuent avantageusement un amortissement des ondes progressives mentionnées, qui remontent à partir de la deuxième extrémité 322 de la structure conductrice 312, lorsque ces ondes arrivent à l'emplacement du dispositif d'amortissement 330.
- [0066] Le dispositif d'amortissement 330 formé des anneaux de ferrite 332 à 338 ou de leur emplacement d'agencement dans le parcours de la structure conductrice coaxiale 312 divise la longueur totale de la structure conductrice 312 en une section conductrice de signal 340 et une section rayonnante 342, dans laquelle pendant le fonctionnement du

câble 32, la section 340 est utilisée pour conduire le signal d'antenne émanant de ou vers la première extrémité 318, et la section 342 est utilisée pour transmettre des informations et/ ou de l'énergie émanant du câble 32 ou vers le câble 32.

- [0067] Le nombre d'anneaux de ferrite et les distances individuelles entre les anneaux de ferrite peuvent être adaptés au cas d'utilisation respectif ou aux paramètres de fonctionnement du câble 32.
- [0068] On peut également prévoir qu'au moins un anneau de ferrite, dans le cas d'une pluralité d'anneaux de ferrite, de préférence au moins le « premier » anneau de ferrite, le plus proche de la deuxième extrémité 322, c'est-à-dire l'anneau de ferrite 332 dans l'exemple illustré, est agencé de telle sorte qu'il puisse se déplacer le long de la structure conductrice 312.
- [0069] Par conséquent, les propriétés du dispositif d'amortissement ainsi formé peuvent être influencées ou adaptées au cas d'utilisation réel.
- [0070] En alternative ou en complément des bagues de ferrite 332 à 338, le dispositif d'amortissement 330 peut, en dérogation à l'exemple illustré, comporter également différents composants d'amortissement, comme par exemple une structure de réseau électrique constitué de composants capacitifs et/ou éléments inductifs et/ou résistifs, qui est disposé en un point pertinent du parcours de la structure conductrice 312 et relié des deux côtés aux sections 340, 342 de la structure conductrice 312 allant à la première extrémité 318 et à la deuxième extrémité 322.
- [0071] Un composant principal de câble 32 est formé par la structure conductrice coaxiale 312, qui peut être un câble souple ou semi-rigide qui présente une « extrémité ouverte » ou le prolongement conducteur interne 324 mentionné.
- [0072] Dans la zone de l'extension de conducteur interne 324, un conducteur enveloppe 316 formant un blindage est supprimé dans une certaine mesure dans la zone restante de la structure conductrice, de sorte qu'une antenne dipôle est créée, dont un bras est formé par l'extension de conducteur intérieur 324 et dont l'autre branche est formée par le conducteur enveloppe 316. D'autres modes de réalisation du couplage capacitif non illustrés ici existent.
- [0073] Le dispositif d'amortissement d'ondes de surface 330 formé ici par un ou plusieurs anneaux de ferrite limite la longueur effective d'antenne pour l'émission/réception à la section 342.
- [0074] Outre un réglage de cette longueur d'antenne, la position du dispositif d'amortissement 330, ici la position du premier anneau de ferrite 332 notamment, influence également les propriétés du dispositif d'amortissement 330 et donc les propriétés des ondes progressives de retour.
- [0075] Il est généralement avantageux en ce qui concerne la génération souhaitée d'ondes progressives de retour si l'extension de conducteur interne 324 a une longueur qui, re-

présente au moins approximativement un quart de longueur d'onde du signal d'antenne concerné.

- [0076] Pour une géométrie appropriée du câble 32 et un mode de fonctionnement correspondant, il peut être obtenu que la majorité d'un signal d'émission migre le long de la "section émetteur/récepteur de signal" 342 en tant que courant de gaine, et que comparativement peu d'énergie haute fréquence est rayonné (« mode couplé »).
- [0077] La longueur de l'extension de conducteur interne 324 peut être choisie de telle manière qu'une impédance souhaitée soit définie en combinaison avec la position du premier anneau de ferrite 332 pour obtenir un affaiblissement de réflexion du câble 32 aussi élevé que possible.
- [0078] La longueur du câble 32 et les longueurs de ses sections individuelles mentionnées peuvent être prévues de telle sorte qu'elles soient adaptées au cas d'utilisation
- [0079] Sur la [Fig.2], 11 est la longueur de la section conductrice de signal 340, 12 est la longueur du dispositif d'amortissement d'ondes de surface 330, 13 est la longueur de la section émetteur/récepteur de signal 342 et 14 est la longueur de l'extension de conducteur interne.
- [0080] La distance d1 désigne une distance entre les anneaux de ferrite 332 et 334. Cette distance d1 est par exemple comprise entre 5 et 20 mm.
- [0081] Le conducteur enveloppe 316 de la structure conductrice coaxiale 312 présente au moins une ouverture, cette ouverture est dessinée en pointillés à titre d'exemple et repérée par 339. La distance de l'ouverture 339 du dispositif d'amortissement 330 est marquée par d2 se situe dans la plage de 1 à 5 m. Cependant, une pluralité d'ouvertures 339 peuvent également être disposées de manière répartie sur la longueur de la section émetteur/récepteur de signal 342 avec un espacement mutuel compris entre 0,1 et 5 fois la longueur d'onde du signal.
- [0082] La [Fig.3] présente une vue en perspective de l'implantation du système de lecture 3 dans un véhicule de transport 2 de type véhicule automobile.
- [0083] Le véhicule automobile 2 est ici représentée par un volume transparent représentant la caisse habillée équipée fermée ce qui correspondant au véhicule complet à laquelle les essieux et le groupe motopropulseur ont été retirés. Cependant, on visualise sur ce véhicule 2, quatre cavités notées 21a-1, 21a-2, 21b-1 et 21b-2 aptes à accueillir chacun un ensemble monté du véhicule. L'ensemble monté comprend ici des dispositifs radiofréquences de type étiquettes RFID et/ou capteur TPMS au niveau de l'enveloppe pneumatique.
- [0084] Ce véhicule 2 comprend aussi le système de lecture 3 permettant la communication avec les dispositifs radiofréquences des ensembles montés. Ce système de lecture 3 comprend un premier dispositif d'émission et de lecture de signaux électriques 31 implanté dans le véhicule 2 au niveau du tablier, qui est une paroi principalement

verticale par rapport au sol où se déplace le véhicule délimitant le compartiment moteur du véhicule situé ici à l'avant du véhicule 2 de l'habitacle passager. Ce dispositif 31 comprend donc l'émetteur de signaux électriques mais aussi le démodulateur de signal électrique.

- [0085] A partir de ce dispositif 31 partent deux câbles de communication bidirectionnelle 32a et 32b vers respectivement les côtés gauche et droit du véhicule 2. Ces câbles de communications sont des câbles à ondes progressives décrit dans la [Fig.2] et sont montés sur le dispositif 31 afin de constituer une liaison galvanique. Chaque câble 32a, 32b chemine au travers de la structure du véhicule 2 afin d'atteindre la proximité d'au moins une cavité 21a-1, 21a-2, 21b-1, 21b-2 d'accueil des ensembles montés. Chaque câble comprend une partie transmission de signal au départ du dispositif 31 puis devient rayonnant.
- [0086] En fait, comme illustré dans la [Fig.3], chaque câble 32a, 32b atteint la proximité de deux cavités d'accueil des ensembles montés correspondant chacune à l'essieu avant et l'essieu arrière du véhicule 2. Au niveau de la première cavité 21a-1, le câble 32a présente une partie continue 32a-1 qui est continue située au niveau du passage de roue, décrivant un secteur angulaire autour de l'axe de l'essieu avant de 120 degrés. Cette partie 32a-1 du câble de communication 32a est située dans la zone de communication des dispositifs radiofréquences de l'ensemble monté devant être accueillis dans la cavité 21a-1. Ainsi cette partie 32a-1 du câble de communication 32a communiquera avec les dispositifs radiofréquences de l'ensemble monté présent dans la cavité d'accueil 21a-1. Ici, la partie continue 32a-1 du câble est située radialement extérieurement à l'ensemble monté. De ce fait, bien que non représenté sur la [Fig.3], la partie continue 32a-1 comprend un méandre dont la direction de la médiane s'étend axialement par rapport à l'axe de rotation naturel de l'ensemble monté, lorsque celui-ci roule en ligne droite, devant être accueilli dans la cavité 21a-1.
- [0087] Cependant, le même câble 32a s'étend ensuite en direction de la seconde cavité d'accueil 21a-2 située sur le côté gauche du véhicule 2 au niveau de l'essieu arrière. Au niveau de cette cavité 21a-2, le câble 32a présente une seconde partie continue 32a-2 rayonnante située dans la zone de communication des dispositifs radiofréquences de l'ensemble monté devant être accueilli dans la cavité 21a-2. La seconde partie continue et rayonnante 32a-2 s'étend angulairement autour de l'axe de rotation de l'essieu arrière sur un secteur angulaire de 90 degrés. En effet, l'essieu arrière n'est pas ici directionnelle par conséquent l'ensemble monté bouge peu angulairement au cours de la phase de roulage. Par conséquent, la communication radiofréquence entre la partie continue et rayonnante 32a-2 du câble de communication bidirectionnelle 32a est facilité par rapport à celle de la partie 32a-1 où l'essieu est directionnel engendrant un mouvement angulaire de l'ensemble monté en virage par exemple. Ces deux parties

32a-1 et 32a-2 continues et rayonnantes sont disjointes et ne permettent de communiquer chacune qu'avec un ensemble monté. Cependant, dans le cas d'un essieu à roues jumelées comme dans le cadre d'un véhicule utilitaire en mode traction, la partie continue 32a-2 située à proximité de la cavité 21a-2 permettraient de communiquer avec les divers ensembles montés jumelés, situés sur le même essieu et du même côté du véhicule 2.

[0088] De façon analogue, du fait de la symétrie du véhicule automobile 2, le câble de communication 32b comprend une partie rayonnante présentant deux parties continues disjointes communiquant chacune avec un ensemble monté situé respectivement sur l'essieu avant et l'essieu arrière. Comme pour le câble 32a situé sur le côté gauche du véhicule 2, le câble 32b présente au niveau de la première partie continue 32b-1, un méandre. Comme la partie continue 32b-1 est située radialement extérieurement à l'ensemble monté, la direction de la droite médiane du méandre s'étend majoritairement selon la direction axiale définie par l'axe de l'essieu avant du véhicule 2.

[0089] La longueur totale du câble de communication bidirectionnelle 32a et 32b n'excède pas ici la longueur de 5 mètres. La longueur de la partie continue et rayonnante 32a-1, 32a-2, 32b-1 et 32b-2 est supérieure à 50 centimètres, correspondant au quart du développement d'une enveloppe pneumatique pour véhicule particulier. Cette longueur est au-delà de l'unité de longueur du câble pour une communication radiofréquence en UHF à 920 MHz ou 2.4 GHz.

[0090] La [Fig.4] représente une vue de détail d'une enveloppe pneumatique qui constitue le bandage pneumatique d'un ensemble mobile que représente l'ensemble monté constitué d'une enveloppe pneumatique dans un état monté gonflé sur jante. La jante représente la partie indéformable de l'ensemble mobile. Le schéma se focalise au niveau du bourrelet 84 de l'enveloppe pneumatique. Cette figure illustre le positionnement d'un transpondeur radiofréquence 100 de type étiquette RFID dans la zone extérieure de l'enveloppe pneumatique par rapport à la nappe carcasse 87.

[0091] Le bourrelet 84 est constitué par la tringle 85 autour de laquelle s'enroule la nappe carcasse 87 avec une partie repliée 88 située dans la zone extérieure de l'enveloppe pneumatique. La partie repliée 88 de la nappe carcasse 87 se termine par un bord libre 881. Une masse de gomme 91 nommée bourrage tringle est située radialement extérieurement et de façon adjacente à la tringle 85. Elle présente un bord libre radialement extérieur 911 prenant appui sur une face de la nappe carcasse 87 (plus précisément sur le calandrage extérieur de la nappe carcasse, il n'y a pas de contact direct entre les câblés de la nappe carcasse et le transpondeur radiofréquence 100). Une deuxième masse de gomme 92 nommée « bourrage de renfort » lui est adjacente. Elle possède deux bords libres. Le premier bord libre 921 est situé radialement intérieurement et prend appui sur la partie retournée 88 de la nappe carcasse. L'autre bord libre 922 est

situé radialement extérieurement et se termine sur la face de la nappe de la nappe carcasse 87. Enfin le flanc 83 recouvre à la fois le bourrage de renfort 92 et la nappe carcasse 87. Le flanc possède un bord libre 831 situé radialement intérieurement et se terminant sur la partie retournée 88 de la nappe carcasse.

[0092] Sur la zone intérieure de l'enveloppe pneumatique, se trouve la gomme intérieure étanche 90 qui est adjacente à la nappe carcasse 87 dans cette configuration. Elle se termine par un bord libre 901 adjacent à la nappe carcasse 87. Enfin un protecteur talon 93 vient protéger la nappe carcasse 87 et les extrémités radialement intérieures 901, 921 et 831 respectivement de la gomme intérieure étanche 90, de la gomme de bourrage renfort 92 et du flanc 83. La face extérieure de ce protecteur talon 93 est apte à être en contact direct avec le crochet de jante lors du montage de l'enveloppe pneumatique sur la roue. Ce protecteur talon 93 présente deux bords libres radialement extérieurs. Le premier bord libre 931 est situé dans la zone intérieure de l'enveloppe pneumatique 1. Le second bord libre 932 est situé dans la zone extérieure de l'enveloppe pneumatique 1.

[0093] Le bourrelet 84 de cette enveloppe pneumatique est équipé de deux étiquettes RFID 100 et 100bis situés dans la zone extérieure de l'enveloppe pneumatique. Le premier transpondeur radiofréquence 100 étant préalablement encapsulé dans une gomme d'enrobage isolante électriquement est positionné sur la face extérieure du bourrage tringle 91. Il est positionné à une distance de 20 millimètres du bord libre 881 de la partie retournée 88 de la nappe carcasse qui constitue une singularité mécanique. Ce positionnement assure une zone de stabilité mécanique pour l'organe électronique 100 qui est bénéfique à son endurance mécanique. De plus, son enfouissement au sein même de la structure de l'enveloppe mécanique lui assure une bonne protection aux agressions mécaniques en provenance de l'extérieur du pneumatique.

[0094] Le deuxième transpondeur radiofréquence 100bis étant préalablement encapsulé dans une gomme d'enrobage isolante électriquement compatible ou similaire avec le matériau du flanc 83 est positionné sur la face extérieure du flanc. La similarité de matériau entre le flanc 83 et la gomme d'enrobage assure une mise en place au sein et à la périphérie du flanc 83 de l'étiquette RFID 100bis au cours du procédé de cuisson. L'étiquette RFID 100bis est simplement posé sur la face extérieure à cru du flanc 83 au cours de la confection de l'enveloppe pneumatique. La mise sous pression de l'ébauche cru dans le moule de cuisson assure le positionnement de l'étiquette RFID 100bis à l'état cuit tel que représenté. Ce transpondeur RFID 100bis est situé loin de tout bord libre d'un constituant caoutchouteux de l'enveloppe pneumatique. En particulier il est éloigné du bord libre 932 du protecteur talon, du bord libre 881 de la nappe carcasse et des bords libres 911 et 922 des gommages de bourrage. Son positionnement en partie haute du bourrelet assure une performance de communication

accrue avec un lecteur radiofréquence externe.

- [0095] La [Fig.5] est une illustration d'un transpondeur radiofréquence 100 fonctionnant dans la gamme de fréquence entre 860 et 960 Mhz destinée à être incorporée dans une enveloppe pneumatique par l'intermédiaire d'un patch d'identification en matériaux élastomère. Pour faciliter la performance de radiocommunication et l'intégrité physique du transpondeur radiofréquence 100 au sein de l'enveloppe pneumatique, il sera préférable de disposer l'axe de révolution de l'antenne rayonnante 10, parallèle à la direction U dans une direction perpendiculaire aux fils de la nappe carcasse de l'enveloppe pneumatique à structure radiale, en particulier si ceux-ci sont métalliques.
- [0096] Le transpondeur radiofréquence 100 présente ici une antenne rayonnante 10 et une partie électronique située à l'intérieur de l'antenne rayonnante 10. La partie électronique comprend une puce électronique connectée à un circuit imprimé. Une antenne primaire constituée d'un fil conducteur est connectée au circuit imprimé. La face opposée du circuit imprimé à l'antenne primaire comprend un circuit galvanique en forme de méandre. Enfin, le diamètre du cylindre circonscrit de l'antenne primaire est de 0.8 millimètres. Aussi bien l'antenne primaire que le circuit galvanique sur la face opposée du circuit imprimé permettent d'adapter l'impédance de l'antenne primaire à celle de la carte électronique.
- [0097] La carte électronique ainsi constituée est noyée dans une masse 300 en résine époxy assurant la fiabilité mécanique des composants électroniques et l'isolation électrique de la carte électronique. Le cylindre circonscrit à la masse rigide 300 a un diamètre de 1.15 millimètres et une longueur de 6 millimètres.
- [0098] La longueur L de l'antenne rayonnante 10 est ici de 45 millimètres et correspond à la demi-longueur d'onde des ondes radioélectriques à la fréquence de 915 MHz dans un milieu de permittivité diélectrique relatif environ égale à 5. L'antenne rayonnante 10 est réalisée à l'aide d'un fil d'acier 120 de diamètre 0,225 millimètre revêtu en surface d'une couche de laiton. Ce fil d'acier 120 est le brin filaire de l'antenne rayonnante du transpondeur radiofréquence 100 définissant le premier axe longitudinal du transpondeur radiofréquence 100.
- [0099] Ici, l'antenne rayonnante 10 se décompose en deux zones principales. La première zone 201 correspond à la section de l'antenne rayonnante ne se situant pas au droit de la partie électronique. Elle comprend deux sous zones 201a et 201b entourant de part et d'autre la masse 300 rigide et isolante électriquement.
- [0100] Chaque sous zone 201a 201b d'une longueur L1 de 19 millimètres comprend 12 spires circulaires d'un diamètre d'enroulement D1 constant de 1.275 millimètres. Cela détermine des diamètres intérieur et extérieur de respectivement 1.05 et 1.5 millimètres. Le pas d'hélice P1 des spires circulaires est de 1.55 millimètres. Ainsi, le rapport du pas d'hélice P1 sur le diamètre d'enroulement D1 des spires est de 1.21. Les

extrémités axialement extérieures de chaque sous zone 201a et 201b se terminent par deux spires jointives. De ce fait, le rapport élevé assure de maximiser l'efficacité des propriétés radioélectriques de l'antenne rayonnante 10 dans cette zone 201. De plus, le contact entre les spires situées le plus extérieurement à l'antenne rayonnante 10 empêche l'entrelacement des ressorts hélicoïdaux entre eux lors de la manipulation des transpondeurs radiofréquences. Comme la majorité des spires de la première zone 201 de l'antenne rayonnante 10 présente un rapport supérieur à 0.8, la performance radio-électrique du transpondeur radiofréquence 100 s'en trouve nettement améliorée.

[0101] Sur la seconde zone 202 de l'antenne rayonnante 10 correspondante à la section de l'antenne rayonnante 10 se situant au droit de la partie électronique, l'antenne rayonnante 10 présente une longueur de 7 millimètres. Le ressort hélicoïdal présente un pas d'hélice P2 constant de 1 millimètre et un diamètre d'enroulement D2 constant de 1.575 millimètres. Ainsi, le diamètre intérieur du ressort hélicoïdal de la deuxième zone de l'antenne rayonnante est de 1.35 millimètres. Cela permet d'avoir un rapport du pas sur le diamètre d'enroulement constant de l'ordre de 0,63. Ce rapport permet de maximiser l'inductance de la deuxième zone 202 de l'antenne rayonnante 10 par rapport à la première zone 201, ce qui permet une meilleure efficacité de couplage électromagnétique avec la partie électronique.

[0102] Dans ce cas particulier, le diamètre intérieur de l'antenne rayonnante 10, égal à 1.05, de la première zone 201 est inférieur au diamètre de la masse 300, représentant le cylindre circonscrit de la partie électronique, égal à 1.15 millimètres. De ce fait, les sous zones 201a et 201b de la première zone 201 de l'antenne rayonnante 10 représentent des butées mécaniques au mouvement axial de la masse 300 à l'intérieur de l'antenne rayonnante 10. La mise en place de la partie électronique sera réalisée, dans un premier mode de réalisation par enfillement de la masse 300 rigide et isolante dans l'antenne rayonnante 10.

[0103] Les [Fig.6a], 6b et 6c sont diverses vues bidimensionnelles de la zone de communication 104 des transpondeurs radiofréquences de l'ensemble monté ; qui dans cet exemple sont majoritairement fixées sur le bandage pneumatique 12, et le système de lecture monté sur le véhicule de transport. Le bandage pneumatique 12 est monté sur une jante non représentée. L'ensemble mobile ainsi constitué définit un axe de rotation naturel 102 et un plan médian 101. Cet ensemble mobile est monté sur l'essieu du véhicule. Ici, on visualise l'ensemble mobile situé à l'arrière droit du véhicule de transport. Le véhicule peut se déplacer sur le sol 600 par l'intermédiaire du bandage pneumatique 12. Ce bandage pneumatique 12 comprend ici, deux transpondeurs radiofréquences situés chacun dans un côté du bandage pneumatique 12 au niveau de la zone basse. Ainsi, l'un des côtés est situé à l'intérieur du véhicule tandis que l'autre s'ouvre sur l'extérieur du véhicule en l'absence d'élément de carrosserie du véhicule

de transport venant obstruer cette ouverture. Au cours du mouvement de rotation de l'ensemble mobile, les transpondeurs radiofréquences décrivent une boucle fermée 601-1, respectivement 601-2, qui s'apparente à un cercle dont l'axe de rotation correspond à l'axe de rotation naturel 102 du bandage pneumatique 12.

[0104] La [Fig.6a] est une vue dans le plan YZ du véhicule automobile, ce qui correspond à une vue de devant de l'ensemble mobile. La [Fig.6b] correspond à une vue dans le plan XY, ce qui correspond à une vue de dessus de l'ensemble mobile, et la [Fig.6c] représente une vue dans le plan XZ, ce qui correspond à une face de côté de l'ensemble mobile. On visualise le cylindre de communication radiofréquence 104 sur les trois figures entre les transpondeurs radiofréquences de l'ensemble mobile et le système de lecture représenté par l'intermédiaire de la partie rayonnante du câble de communication bidirectionnelle 32-a. Lorsque le câble de communication 32a entre dans le volume de communication 104, ce câble devient la partie continue 32a-2 de la partie rayonnante du câble 32a pour l'ensemble mobile situé à l'arrière droit du véhicule. Le fait que le câble 32a, une fois pénétré à l'intérieur du volume 104, ne ressort plus du volume 104 indique qu'il y a une unique partie continue 32a-2 de la partie rayonnante du câble 32a associé à cet ensemble mobile. La partie continue 32a-2 parcourt tout d'abord le côté intérieur du bandage pneumatique 12 par rapport au véhicule en décrivant une partie d'un premier cercle centré sur l'axe de rotation naturel 102 de l'ensemble mobile. Puis, après une courbure de ce câble 32a, celui-ci se déplace de l'autre côté du plan médian 101 de l'ensemble mobile, selon la direction Y du véhicule. Enfin, il décrit en partie un second cercle toujours centré sur l'axe de rotation naturel 102 de l'ensemble mobile avant que le câble se termine sur une terminaison présente dans le volume 104 dans ce cas précis. Cette terminaison pourrait se situer en dehors du volume délimité par le cylindre 104.

[0105] Le premier cercle décrit par la partie continue 32a-2 se situe axialement extérieurement à l'ensemble mobile. Ici, le premier cercle a un rayon inférieur au rayon maximal de l'ensemble mobile, il pourrait être supérieur. Sur cet arc de cercle décrit par la partie continue 32a-2 du câble de communication, se trouve un méandre 501 s'étendant perpendiculaire à l'arc de cercle, c'est -à-dire radialement dans le repère de l'ensemble mobile. La surface délimitée par le méandre s'étend radialement intérieurement au premier cercle de sorte qu'il intercepte la boucle 601-2 décrite par le mouvement du transpondeur radiofréquence présent sur le côté intérieur du bandage pneumatique 12. Cette boucle est matérialisée par un cercle en pointillé sur la [Fig.6c]. Pour une radio étiquette RFID fonctionnant la fréquence UHF de 920 Mhz, la longueur de l'antenne radiofréquence de l'étiquette RFID est de l'ordre de 5 centimètres lorsque la radio étiquette RFID est enfouie dans la structure du bandage pneumatique. Généralement cette radio étiquette est orienté majoritairement circonférentiellement. La

méandre 601-2 a une distance séparant le brin aller et le brin retour est ici d'environ 8 centimètres ce qui permet une meilleure communication radiofréquence entre le méandre 601-2 et l'antenne de la radio étiquette RFID puisque l'ensemble de l'antenne rayonnante de la radio étiquette est immergée dans le champ électrique constant du méandre à un instant donné.

[0106] Le second cercle décrit par la partie continue 32a-2 du câble de communication 32a est situé radialement extérieurement au bandage pneumatique 12 par rapport à l'axe de rotation 102. Dans l'exemple illustré par les figures 6 de cet ensemble mobile, le câble 32a sur le côté extérieur du véhicule est majoritairement situé axialement intérieurement au bandage pneumatique 12 à l'exception du méandre 500-1 s'étendant axialement extérieurement par rapport au bandage pneumatique 12. En effet, une partie de ce méandre 500-1 se situe alors axialement extérieurement au bandage pneumatique 12 comme l'illustrent les [Fig.6a] et [Fig.6b]. Cependant la boucle 601-1 décrite par le mouvement pseudo périodique du transpondeur radiofréquence du bandage pneumatique se situe axialement à proximité du second cercle du câble de communication 32a, ce qui optimise la communication radiofréquence entre les deux antennes. Le méandre 500-2 permettrait ici d'interroger un autre transpondeur radiofréquence monté sur un ensemble mobile présentant une largeur, selon la direction axiale, plus petite ou situé au droit du sommet du bandage pneumatique 12, ce sommet coiffant radialement extérieurement le bandage pneumatique 12.

[0107] Une telle partie continue 32a-2 de la partie rayonnante du câble de communication 32a, fixé solidairement sur le véhicule de transport, permet de communiquer par ondes radioélectriques avec des transpondeurs radiofréquences montés sur l'ensemble mobile, en particulier le bandage pneumatique 12. Cette communication radiofréquence serait opérationnelle que les transpondeurs radiofréquences se situent sur l'un ou l'autre des côtés du bandage pneumatique 12 ou au droit du sommet du bandage pneumatique 12 et qui plus est quel que soit la dimension, notamment la largeur, de l'ensemble mobile équipant le véhicule de transport. Cependant cette configuration n'est pas forcément unique pour atteindre cet objectif de communication radiofréquence, c'est un exemple illustratif.

[0108] La [Fig.7] est un exemple de méandre 500 sur la partie continue de la partie rayonnante d'un câble de communication bidirectionnelle 32. Ce méandre 500, est défini dans un plan orthonormé UV associé au méandre. L'axe U définit la tangente du câble de communication 32 situé juste en amont et/ou en aval du méandre 500, si ces deux directions ne sont pas parallèles on prendra la direction médiane. Le méandre 500 se présente par un aller 511 et un retour 512 qui sont reliés entre eux par un segment 513 à leur seconde extrémité. La première extrémité de l'aller 511, respectivement du retour 512, est reliée au câble de communication 32 situé en aval ou en amont du

méandre 500. Le changement de direction entre d'une part le câble de communication 32 et d'autre part l'aller 511 ou le retour 513 du méandre 500 est rendu possible par le caractère souple du câble de communication 32 qui permet une courbure plus ou moins accentuée du câble 32. Naturellement on retrouve ce même changement de directions entre, d'une part l'aller 51,1 ou le retour 512, du méandre 500 et le segment 513. La souplesse du câble permet aussi ce changement de direction par l'intermédiaire du potentiel de courbure du câble de communication 32.

- [0109] Ce méandre 500 est défini d'une part par l'écartement moyen entre l'aller 511 et le retour 512 nommé « P » et la longueur curviligne L du méandre 500. La longueur curviligne L du méandre 500 est évaluée entre deux points du câble 32, le point de départ 521 et le point d'arrivée 522 du méandre 500. Chacun des points 521 et 522 correspond au changement de courbure du câble 32 par rapport à la direction du câble 32 situé en aval, respectivement en amont du méandre 500, soit la direction du vecteur U.
- [0110] Ensuite on définit la longueur « L » de l'aller 511, ou du retour 512, du méandre 500 comme la distance selon la direction V, perpendiculaire à la direction U du câble, entre le point de départ 521 de l'aller 511, respectivement le point d'arrivée 522 du retour 513, et la seconde extrémité 523 de l'aller 511, respectivement la seconde extrémité 524 du retour 512. Cette seconde extrémité 523 ou 524 est déterminée par deux conditions. La première condition est qu'il s'agit de la plus grande coordonnée selon la direction V d'un point du câble de communication 32 depuis la première extrémité 521 de l'aller 511, respectivement la première extrémité 522 du retour 512. A noter que l'origine de l'axe V est défini au point 521, respectivement 522. La seconde condition est que la tangente du point du câble de communication 32 à cette seconde extrémité 523 ou 524 a sa plus grande composante portée par la direction V. Enfin, le segment 513 est délimitée par les secondes extrémités 523 et 524 de l'aller 511 et du retour 512. Préférentiellement, l'abscisse curviligne de l'aller 511 et du retour 512 est inférieure à la demi-longueur d'onde L_0 associée à la fréquence de communication F_0 du système de lecture.
- [0111] Enfin l'écartement moyen « P » du méandre est déterminée en prenant pour la distance selon la direction U entre l'aller 511 et le retour 512. La position selon la direction U de l'aller 511, respectivement du retour 512, correspond à la valeur moyenne U_A , respectivement U_B , des coordonnées des points de l'aller 511, respectivement du retour 512, selon la direction U en ayant une distribution homogène des points le long du câble 32. On visualise, à l'aide d'un losange, sur la [Fig.7], le point A caractéristique de l'aller 511, respectivement le point B caractéristique du retour 512, dont les coordonnées sont U_A et V_A , respectivement U_B et V_B , dans le repère UV associé au méandre 500.

Revendications

[Revendication 1]

Véhicule de transport (2) comprenant un système de lecture (3) de transpondeurs radiofréquences et au moins un ensemble mobile (1) apte à assurer le mouvement du véhicule de transport par rapport au sol (600) sur lequel roule le véhicule de transport (2), comprenant un bandage pneumatique (12) mis en mouvement autour d'un axe de rotation (102), le mouvement libre du au moins un ensemble mobile (1) s'effectuant dans un plan majoritairement bidimensionnel dans un repère cylindrique associé à le au moins un ensemble mobile dont la direction axiale est la direction de l'axe de rotation (102), le bandage pneumatique (12) définissant un plan médian (101) qui est perpendiculaire à l'axe de rotation (102), le au moins un ensemble mobile (1), préférentiellement le bandage pneumatique (12), étant équipé d'un transpondeur radiofréquence (100, 100bis) le système de lecture (3) comprenant :

- Un générateur de signaux électriques (31) émettant à une fréquence F_0 comprise dans la bande des Ultra Hautes Fréquences, couplé à un démodulateur (31) de signaux électriques adapté à une bande de fréquences autour de F_0 , monté sur le véhicule de transport ;
- Au moins un câble de communication bidirectionnelle (32), étant en partie souple, comprenant une âme conductrice (314) recouvert d'un premier élément diélectrique, lui-même recouvert d'un ensemble conducteur (316), ayant une extrémité (318) connectée galvaniquement au système de lecture (3), ayant à son extrémité libre (322) un moyen de couplage capacitif entre l'âme conductrice (314) et l'ensemble conducteur (316) par l'intermédiaire d'un second élément diélectrique, adaptée à la bande de fréquences du système de lecture (3), dont la longueur l_0 est divisée selon une métrique dont l'unité est une longueur d'onde L_0 définie par la fréquence F_0 ;
- Le au moins un câble de communication bidirectionnelle (32) étant fixé solidairement sur le véhicule de transport (2) et extérieurement à le au moins un ensemble mobile (1), comprenant une partie rayonnante (342),

Caractérisé en ce que la distance de la projection radiale d'une première partie continue (32a-1, 32b-1) de la partie rayonnante (342) du au moins un câble (32) sur un cylindre (104), d'axe de révolution coaxial à l'axe de rotation (102), circonscrit au bandage pneumatique (12) est inférieure ou égale à 1 mètre, préférentiellement inférieure ou égale à 0,5 mètre, **en ce que** la distance de la projection axiale, selon la direction de l'axe de rotation (102), de la première partie continue (32a-1, 32b-1) de la partie rayonnante (342) du au moins un câble (32) sur le plan médian (101) du bandage pneumatique (12) est inférieure à 2 mètres, préférentiellement inférieure ou égale à 1 mètre, très préférentiellement inférieure ou égale à 0,5 mètre, **en ce que** la première partie (32a-1, 32b-1) continue de la partie rayonnante (342) du au moins un câble (32) comprend au moins un méandre (500, 500-1, 500-2, 501) comprenant un aller et un retour espacés l'un de l'autre d'une distance « P », chaque aller et retour s'étendant sur une longueur « L », **en ce que** la longueur curviligne du au moins un méandre est compris entre 0.7 et 1.3 fois la longueur d'onde L_0 définie par la fréquence de communication F_0 modulo la longueur d'onde L_0 **et en ce que** la distance « P » est inférieure au tiers de la longueur d'onde L_0 , préférentiellement la longueur « L » du méandre est inférieure ou égale à la demi-longueur d'onde L_0 .

[Revendication 2]

Véhicule de transport (2) selon la revendication 1 dans lequel la partie rayonnante (342) du au moins un câble (32) comprenant au moins une seconde partie continue (32a-2, 32b-2) disjointe de la première partie continue (32a-1, 32b-1), la distance de la projection radiale de la au moins une seconde partie continue (32a-2, 32b-2) de la partie rayonnante (342) du au moins un câble (32) sur un cylindre, d'axe de révolution coaxial à l'axe de rotation (102) du au moins un second ensemble mobile (1), circonscrit au bandage pneumatique (12) du au moins un second ensemble mobile (1) est inférieure ou égale à 1 mètre, préférentiellement inférieure à 0,5 mètre et la distance de la projection axiale, selon la direction de l'axe de rotation (102) du au moins un second ensemble mobile (1), de la au moins une seconde partie continue (32a-2, 32b-2) de la partie rayonnante du au moins un câble sur le plan médian (101) du bandage pneumatique (12) du au moins un second ensemble mobile (1) est inférieure à 2 mètres, préférentiellement inférieure à 1 mètre, très préférentiellement inférieure à 0,5 mètre.

[Revendication 3]

Véhicule de transport (2) selon la revendication 2 dans lequel, la au

moins une seconde partie continue (32a-2), 32b-2) de la partie rayonnante (342) du au moins un câble (32) comprend au moins un méandre (500, 500-1, 500-2, 501) comprenant un aller et un retour espacés l'un de l'autre d'une distance « P », chaque aller et retour s'étendant sur une longueur « L », la longueur curviligne du au moins un méandre est compris entre 0.7 et 1.3 fois la longueur d'onde L_0 définie par la fréquence de communication F_0 modulo la longueur d'onde L_0 , la distance « P » est inférieure au tiers de la longueur d'onde L_0 , préférentiellement la longueur « L » du méandre est inférieure ou égale à la demi-longueur d'onde L_0 .

[Revendication 4] Véhicule de transport (2) selon l'une des revendications 1 à 3 dans lequel la partie rayonnante (342) du au moins un câble (32) comprend au plus 5 méandres (500, 501), préférentiellement au plus 3 méandres, (500-1, 500-2, 501).

[Revendication 5] Véhicule de transport (2) selon l'une des revendications 1 à 4 dans lequel, le transpondeur radiofréquence (100, 100bis) associé à le au moins un ensemble mobile (1) comprenant une antenne radiofréquence comprenant au moins un brin filaire définissant un premier axe longitudinal, chaque méandre de la première (32a-1, 32b-1) et/ou la au moins une seconde (32a-2, 32b-2) partie continue de la partie rayonnante du au moins un câble (32) définissant une droite médiane définie par la direction de la longueur « L » du au moins un méandre, l'angle formé par les vecteurs directeurs du premier axe longitudinal et de la droite médiane est compris entre 60 et 120 degrés, préférentiellement entre 80 et 100 degrés sur au moins une partie du parcours fermé décrit par l'au moins un ensemble mobile (1).

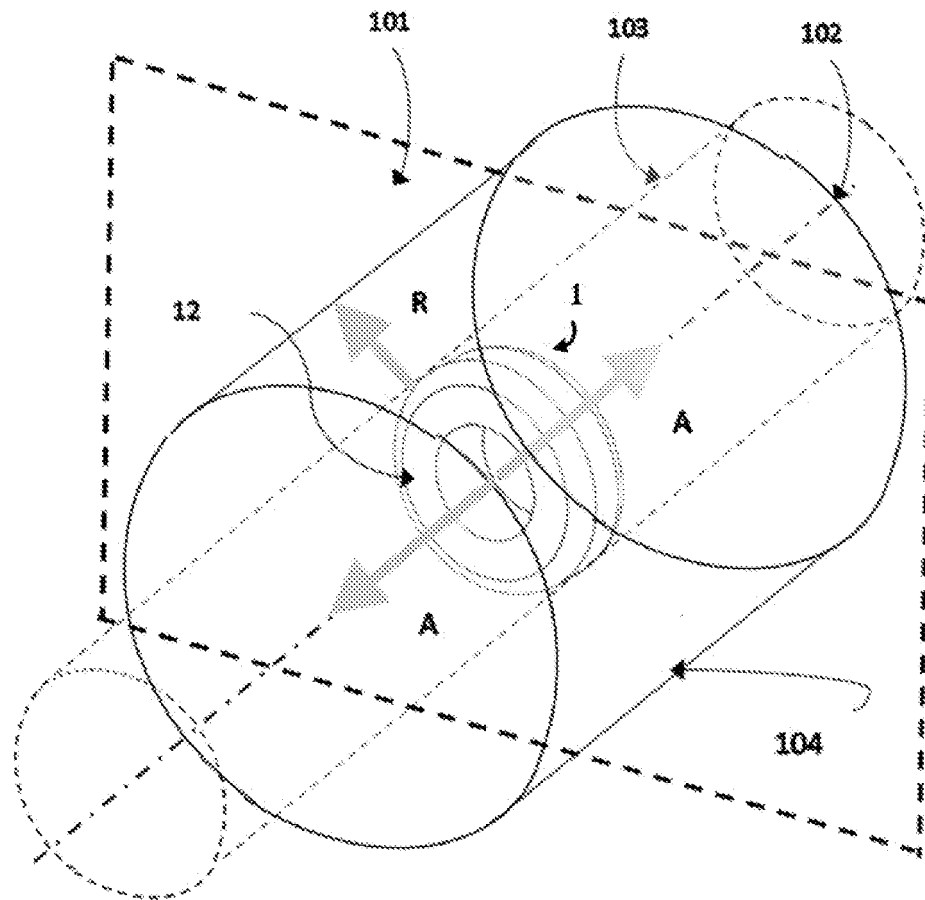
[Revendication 6] Véhicule de transport (2) selon la revendication 5 dans lequel, l'au moins un ensemble mobile (1) étant apte à décrire un mouvement de rotation autour d'un unique axe de rotation (102) définissant un repère cylindrique autour de cet axe de rotation (102), le premier axe longitudinal de l'antenne radiofréquence du transpondeur radiofréquence (100, 100bis) associé à le au moins un ensemble mobile (1) ayant sa composante principale orientée circonférentiellement dans le repère cylindrique, le au moins un méandre (500-1, 500-2) associée à la première (32a-1, 32b-1) et /ou la au moins une seconde partie (32a-2, 32b-2) continue de la partie rayonnante (342) du au moins un câble (32) étant agencée radialement extérieurement à l'ensemble mobile (1) par rapport à l'axe de rotation (102), la droite médiane du au moins un méandre a sa

composante principale orientée axialement dans le repère cylindrique de l'ensemble mobile (1).

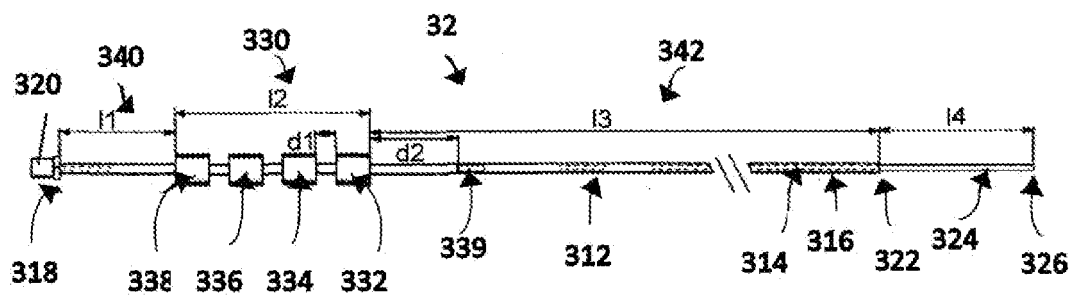
- [Revendication 7] Véhicule de transport (2) selon la revendication 6 dans lequel, l'antenne radiofréquence du transpondeur radiofréquence (100, 100bis) associé à le au moins un ensemble mobile (1) et le au moins un méandre (500-1) associé à la première et /ou la au moins une seconde partie continue de la partie rayonnante du câble se projetant dans un même plan circon-férentiel, la projection de l'antenne est entièrement incluse dans la projection du au moins un méandre.
- [Revendication 8] Véhicule de transport (2) selon la revendications 5 dans lequel, l'ensemble mobile (1) étant apte à décrire un mouvement de rotation autour d'un unique axe de rotation (102) définissant un repère cy-lindrique autour de cet axe de rotation (102), le premier axe longitudinal de l'antenne radiofréquence du transpondeur radiofréquence (100, 100bis) associé à le au moins un ensemble mobile (1) ayant sa composante principale orientée circonférentiellement dans le repère cy-lindrique, le au moins un méandre (501) associée à la première et /ou la au moins une seconde partie continue de la partie rayonnante du câble étant agencée axialement extérieurement et radialement intérieurement à l'ensemble mobile (1) par rapport à l'axe de rotation (102), la droite médiane du au moins un méandre a sa composante principale orientée radialement dans la repère cylindrique de l'ensemble mobile (1).
- [Revendication 9] Véhicule de transport (2) selon la revendication 8 dans lequel, l'antenne radiofréquence du transpondeur radiofréquence (100, 100bis) associé à le au moins un ensemble mobile (1) et le au moins un méandre (501) associé à la première et/ou la au moins une seconde partie continue de la partie rayonnante du câble se projetant dans un même plan axial, la projection de l'antenne est entièrement incluse dans la projection du au moins un méandre.
- [Revendication 10] Véhicule de transport (2) selon l'une des revendications 1 à 9 dans lequel le transpondeur radiofréquence comprend une étiquette RFID (100).
- [Revendication 11] Véhicule de transport (2) selon l'une des revendications 1 à 10 dans lequel, l'ensemble mobile étant apte à décrire un mouvement de rotation autour d'un axe de rotation (102), chaque partie continue du au moins un câble décrit un secteur angulaire autour de l'axe de rotation (102) au moins supérieur à 30 degrés, préférentiellement supérieur à 60 degrés, très préférentiellement supérieur à 120 degrés.

- [Revendication 12] Véhicule de transport (2) selon l'une des revendications 1 à 11 dans lequel, la partie continue de la partie rayonnante du au moins un câble est fixée sur la au moins une paroi délimitant la cavité (21a-1, 21a-2, 21b-1, 21b-2) du véhicule de transport (2) accueillant l'ensemble mobile (1).
- [Revendication 13] Véhicule de transport (2) selon l'une des revendications 11 à 12 dans lequel, la première (32a-1, 32B-1) et/ou la au moins une seconde (32a-2, 32b-2) partie continue de la partie rayonnante du au moins un câble s'étend à une distance radiale constante de l'axe de rotation (102) de l'ensemble mobile.
- [Revendication 14] Véhicule de transport (2) selon l'une des revendications 1 à 13 dans lequel le transpondeur radiofréquence (100, 100bis) émet par une fréquence sous porteuse.
- [Revendication 15] Véhicule de transport (2) selon la revendication 14 dans lequel la fréquence sous porteuse du transpondeur radiofréquence comprend un nombre de transits inférieur à 5, préférentiellement une seule transition sur la période unitaire de la fréquence sous porteuse.

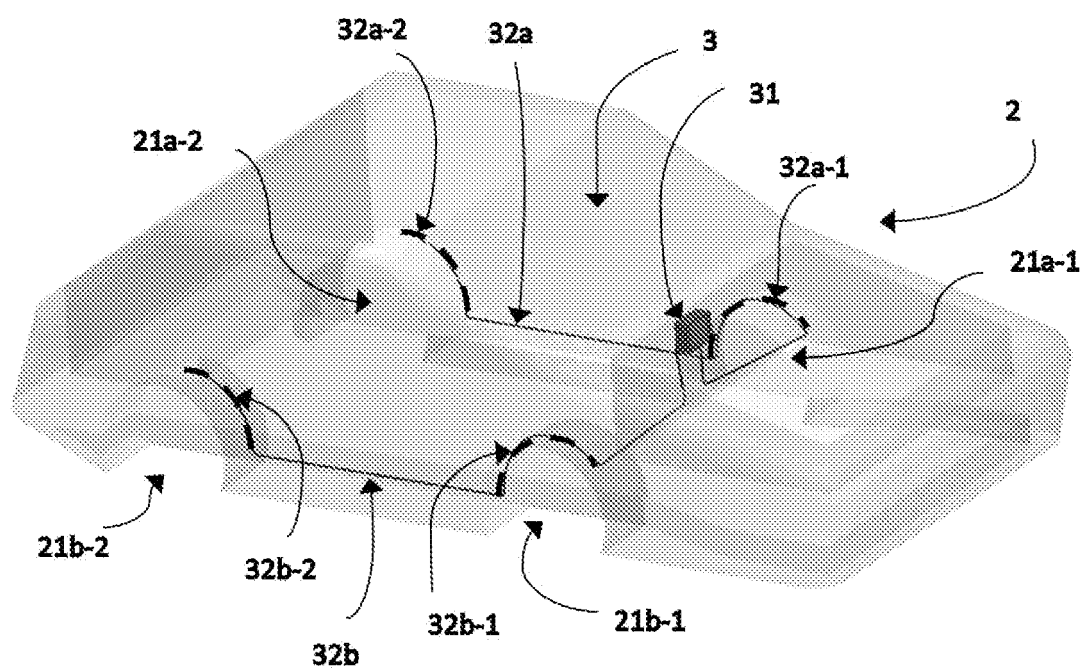
[Fig. 1]



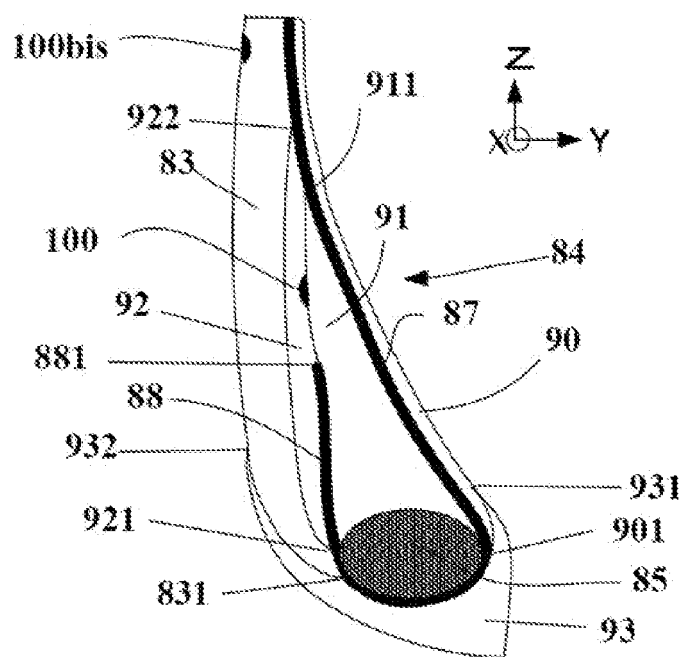
[Fig. 2]



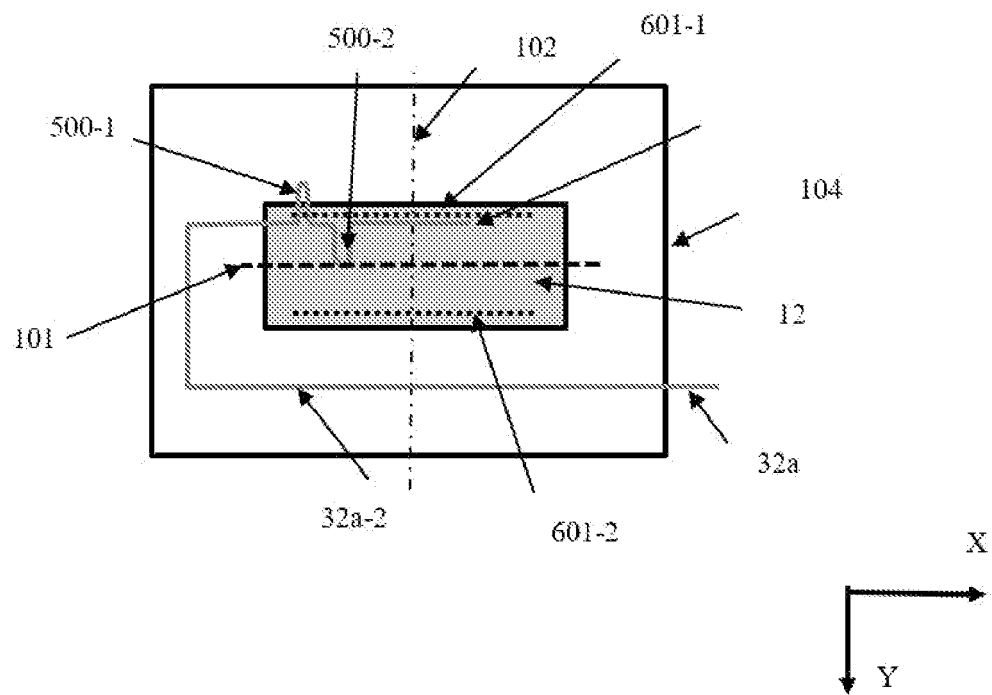
[Fig. 3]



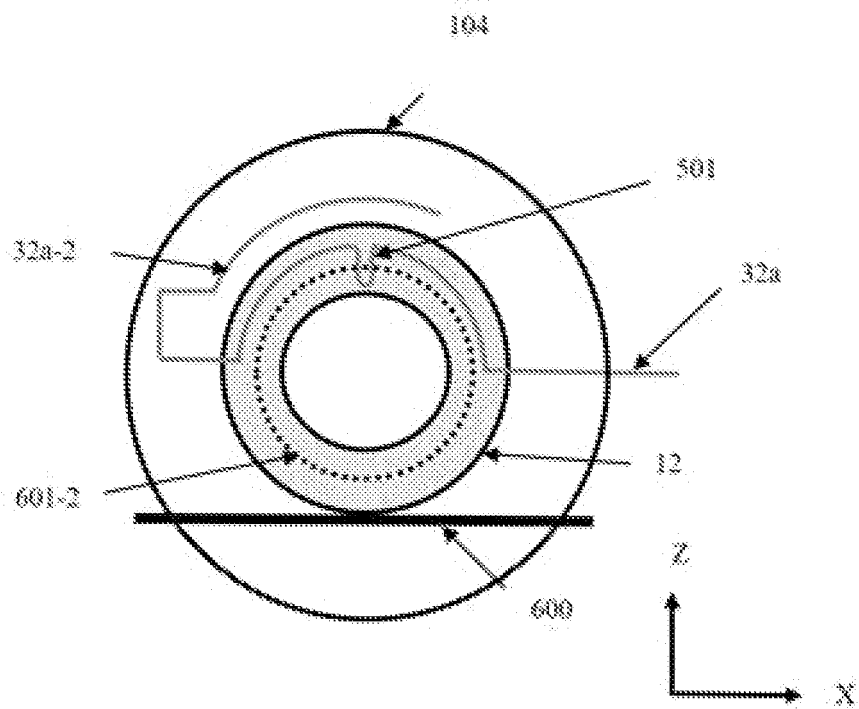
[Fig. 4]



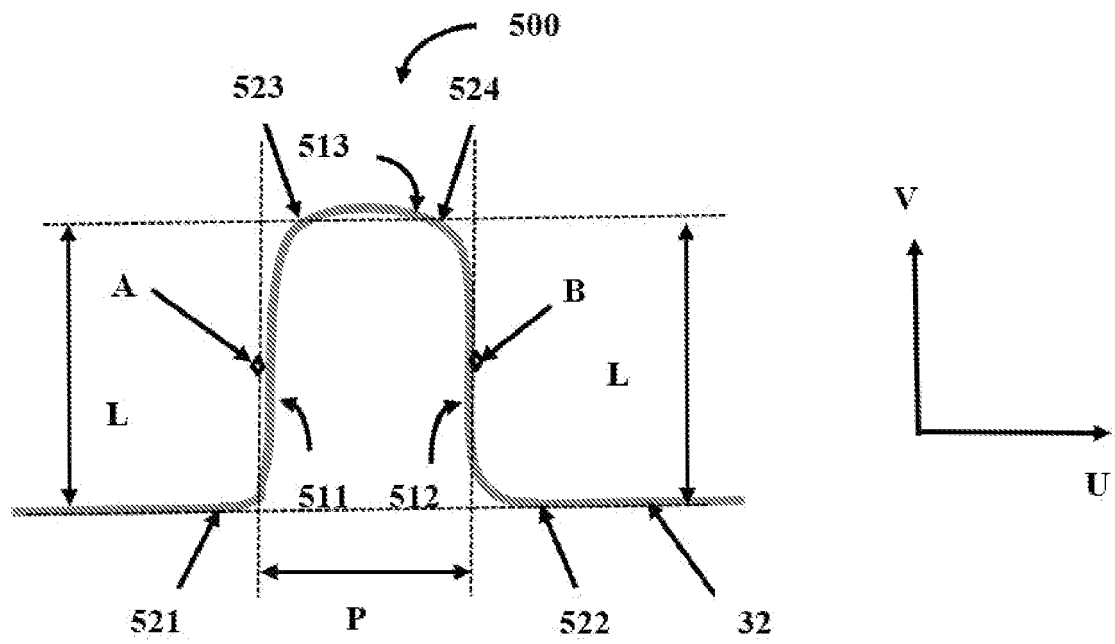
[Fig. 6b]



[Fig. 6c]



[Fig. 7]



RAPPORT DE RECHERCHE

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

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

☒ Le demandeur a maintenu les revendications.

☐ Le demandeur a modifié les revendications.

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

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

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

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

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

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

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

NEANT

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

US 6 194 999 B1 (UHL GUENTER [DE] ET AL)
27 février 2001 (2001-02-27)

US 2005/040991 A1 (CRYSTAL BONNIE A [US])
24 février 2005 (2005-02-24)

US 2018/241433 A1 (KILIAN DIETER [DE])
23 août 2018 (2018-08-23)

JP 2011 146909 A (TOKAI RIKI CO LTD)
28 juillet 2011 (2011-07-28)

FR 3 101 170 A1 (CIE GEN ETAB MICHELIN &
CIE) 26 mars 2021 (2021-03-26)

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

NEANT