

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
19 mai 2022 (19.05.2022)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2022/101092 A1

(51) Classification internationale des brevets :
B60S 1/38 (2006.01) *G06N 3/02* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2021/080715

(22) Date de dépôt international :
05 novembre 2021 (05.11.2021)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
FR2011628 13 novembre 2020 (13.11.2020) FR

(71) Déposant : **VALEO SYSTÈMES D'ESSUYAGE**
[FR/FR] ; Service Propriété Industrielle ZA L' Agiot, 8
Rue Louis Lormand, CS90581, 78322 LE MESNIL SAINT
DENIS (FR).

(72) Inventeurs : **GOSSELE, Frederic** ; Valeo Vision - Ser-
vice PI 34 Rue Saint André, 93012 Bobigny - Cedex (FR).
CORBOLIOU, Vincent ; Valeo Vision - Service PI 34 Rue
Saint André, 93012 Bobigny - Cedex (FR).

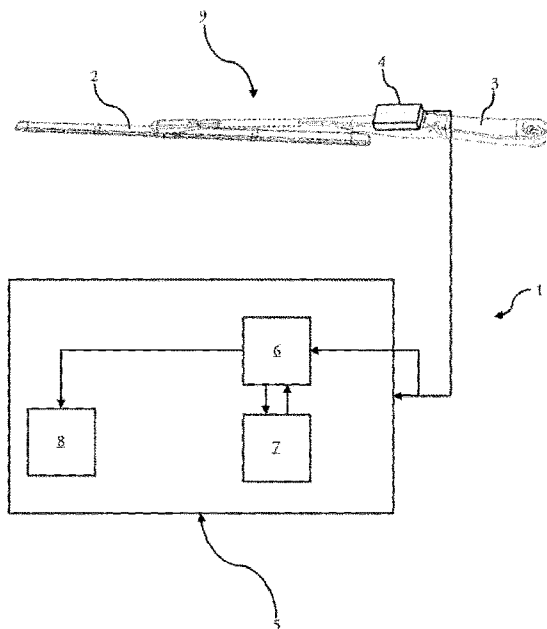
(74) Mandataire : **VALEO VISIBILITY** ; IP Department / c/o
Valeo Vision 34, rue Saint André, 93012 BOBIGNY Cedex
(FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP,
KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,

(54) Title: DEVICE FOR CALCULATING WEAR ON A WIPER BLADE

(54) Titre : DISPOSITIF DE CALCUL D'USURE D'UN BALAI D'ESSUYAGE

[fig. 1]



(57) Abstract: The present invention relates to a device for computing wear (1) on a vehicle wiper blade (2), comprising at least one accelerometer (4) configured to measure the variations in the speed of the wiper blade (2) as it wipes, said device for computing wear (1) comprising an electronic control unit (5) configured to compute at least one datum on the basis of the variations in the speeds measured by the accelerometer (4) and to send an item of information relating to the replacement of the wiper blade (2) according to the computed datum, characterized in that the electronic control unit (5) comprises a unit (6) for computing a general level of wear on the wiper blade (2) according to the computed datum, said general level of wear being related to a replacement time at the end of which the user has to replace the wiper blade (2).

(57) Abrégé : La présente invention concerne un dispositif de calcul d'usure (1) d'un balai d'essuyage (2) de véhicule, comprenant au moins un accéléromètre (4) configuré pour mesurer les variations de vitesse du balai d'essuyage (2) lors d'une opération de balayage, ledit dispositif de calcul d'usure (1) comprenant une unité de commande électronique (5) configurée pour calculer au moins une donnée à partir des variations de vitesses relevées par l'accéléromètre (4) et pour envoyer une information relative au remplacement du balai d'essuyage (2) en fonction de la donnée calculée, caractérisé en ce que l'unité de commande électronique (5) comprend une unité de calcul (6) d'un niveau général d'usure du balai d'essuyage (2) en fonction de la donnée calculée, ledit niveau général d'usure étant lié à un délai de remplacement au terme duquel l'utilisateur doit remplacer le balai d'essuyage (2).

SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

DESCRIPTION

Titre de l'invention : Dispositif de calcul d'usure d'un balai d'essuyage

La présente invention se rapporte au domaine des balais d'essuyage et concerne plus particulièrement un dispositif de calcul d'usure desdits balais d'essuyage.

Les balais d'essuyage ont notamment pour fonction de balayer une surface vitrée d'un véhicule en cas de lavage de celui-ci ou tout simplement pour essuyer des gouttes de pluie en cas d'intempérie afin de garantir une bonne visibilité pour l'utilisateur du véhicule.

Ces balais d'essuyage ont une durée de vie limitée dans le temps. Ainsi, un balai d'essuyage usé et nécessitant d'être remplacé opérera un mauvais essuyage de la surface vitrée, risquant d'entraîner une perte de visibilité de l'utilisateur du véhicule et de causer un grave accident.

Il existe des systèmes de détection d'usure des balais d'essuyage. Lorsque l'un d'entre eux est usé, l'utilisateur du véhicule peut être prévenu via un signal sonore ou un signal lumineux affiché sur le tableau de bord du véhicule. Ayant été averti, l'utilisateur du véhicule est alors conscient qu'il doit remplacer le balai d'essuyage au plus vite. Une telle solution présente toutefois un défaut majeur du fait que l'avertissement à l'utilisateur du véhicule est effectué au moment où le balai d'essuyage n'est déjà plus fonctionnel. Ainsi, entre le moment où l'utilisateur du véhicule est prévenu que son balai d'essuyage est usé et le moment où ledit utilisateur du véhicule remplace ledit balai d'essuyage, il peut s'écouler un laps de temps plus ou moins long où l'utilisateur conduit son véhicule avec un balai d'essuyage usé. Ce laps de temps peut être problématique en cas de forte pluie nuisant à la visibilité, et faisant ainsi prendre des risques à l'utilisateur du véhicule envers lui-même ainsi qu'envers d'autres utilisateurs véhiculés ou des piétons. Par ailleurs, si l'utilisateur se base sur une durée de vie moyenne du balai d'essuyage dont son véhicule est équipé pour le remplacer à l'issue de ladite durée de vie moyenne afin d'éviter de rouler avec un balai usagé,

cela entraîne un risque de remplacement prématuré et donc un inconvénient économique pour l'utilisateur du véhicule.

La présente invention s'inscrit dans ce contexte et propose un dispositif de calcul d'usure d'un balai d'essuyage de véhicule, comprenant au moins un accéléromètre configuré pour mesurer les variations de vitesse du balai d'essuyage lors d'une opération de balayage, ledit dispositif de calcul d'usure comprenant une unité de commande électronique configurée pour déterminer une information relative au remplacement du balai d'essuyage en fonction des variations de vitesse mesurées par l'accéléromètre, caractérisé en ce que l'unité de commande électronique comprend une unité de calcul configurée pour calculer un niveau général d'usure du balai d'essuyage en fonction d'au moins une donnée représentative des variations de vitesse mesurées par l'accéléromètre, ledit niveau général d'usure étant lié à un délai de remplacement au terme duquel l'utilisateur doit remplacer le balai d'essuyage.

Un tel dispositif de calcul d'usure permet donc de prévoir, via la mise en œuvre d'un modèle de calcul approprié, l'usure du balai d'essuyage équipant le véhicule et donc de prévoir le moment idéal pour le remplacement du balai d'essuyage, au lieu de prévenir d'un besoin de remplacement de celui-ci à l'instant t . L'utilisateur du véhicule est ainsi prévenu en avance qu'un balai d'essuyage doit être remplacé incessamment sous peu, et peut donc anticiper l'obtention d'un balai d'essuyage neuf. Le laps de temps de conduite avec un balai d'essuyage usé mentionné précédemment peut donc aisément être évité. De plus, en ayant connaissance du moment idéal de remplacement du balai d'essuyage, l'utilisateur du véhicule peut utiliser ce dernier pendant toute sa durée de vie et il rentabilise ainsi le temps d'utilisation de chaque balai d'essuyage utilisé, ce qui constitue un avantage économique.

Lorsqu'un balai d'essuyage s'use, celui-ci réagit différemment au contact de la surface vitrée sur lequel il est apposé. Un balai d'essuyage usé a en effet tendance à venir balayer la surface vitrée de manière moins fluide qu'un balai d'essuyage neuf. Le manque de fluidité résultant de l'usure du balai d'essuyage conduit à des

variations de vitesse plus marquées lors du mouvement de va-et-vient dudit balai d'essuyage. L'invention se propose de calculer un niveau d'usure général sur la base des valeurs de variations de vitesse que l'accéléromètre est chargé de mesurer.

Les variations de vitesse sont alors envoyées à l'unité de commande électronique configurée pour traiter ces mesures et en tirer au moins une donnée représentative de celles-ci. Cette donnée permet de déterminer par le calcul un niveau général d'usure du balai d'essuyage, via l'unité de calcul de l'unité de commande électronique. Il est notable que selon l'invention l'information obtenue par l'utilisateur sur laquelle il se base pour envisager le remplacement du balai est tirée d'un calcul du niveau d'usure du balai exploitant les variations de vitesse mesurées du balai d'essuyage, le calcul permettant d'associer au balai un profil d'usure qui donne une indication sur le bon moment auquel remplacer le balai d'essuyage. En cela, l'invention se distingue des opérations de détection d'usure connues dans lesquelles une information de remplacement immédiat du balai est envoyée à l'utilisateur lorsque les caractéristiques du balai, et par exemple une variation de vitesse mesurée, ne sont pas conformes à une plage de valeurs données ce qui signifie que le balai est trop utilisé.

A partir du niveau d'usure du balai d'essuyage, le dispositif de calcul est configuré pour établir une correspondance avec un délai de remplacement au terme duquel l'utilisateur doit remplacer le balai d'essuyage. Le délai de remplacement permet donc d'anticiper le moment où le balai d'essuyage ne sera plus fonctionnel. Un tel délai de remplacement est par exemple calculable en jours, en semaines ou en mois. De cette manière, l'utilisateur ne se trouve pas au dépourvu face à un balai d'essuyage utilisé et peut prévoir l'obtention d'un nouveau balai d'essuyage afin de pouvoir procéder au remplacement de manière immédiate sans se mettre en danger.

Selon une caractéristique de l'invention, l'accéléromètre est configuré pour être lié à un bras portant le balai d'essuyage. L'accéléromètre est fixé sur un bras d'essuie-glace auquel est attaché le balai d'essuyage dont l'usure est calculée. Le

dispositif de calcul peut comporter un accéléromètre fixé sur chacun des bras d'essuie-glace du véhicule, et ce afin de pouvoir calculer l'usure de l'ensemble des balais d'essuyage du véhicule, étant entendu qu'il sera avantageusement prévu, pour des notions de coût notamment, d'équiper le dispositif de calcul avec un unique accéléromètre, sur un seul des bras, du fait que l'usure est souvent la même sur les deux balais d'un même parebrise, et que ces balais se changent classiquement par paire. Un seul accéléromètre sur un bras suffit donc.

Selon des variantes de réalisation, s'il peut être avantageux que l'accéléromètre soit lié directement au bras afin que ce soit le même accéléromètre qui réalise les mesures pour chacun des balais amenés à équiper le système d'essuyage, l'accéléromètre pourra, sans sortir du contexte de l'invention, être placé sur le balai, par exemple pour une plus grande précision de la mesure, ou bien être placé à d'autres emplacements comme sur le pare-brise par exemple.

Les variations de vitesse dépendent du contact du balai d'essuyage contre la surface vitrée, mais ces contacts sont transmis le long du balai d'essuyage et du bras auquel est fixé le balai d'essuyage. Un accéléromètre fixé au bras est donc apte à mesurer les variations de vitesse du balai d'essuyage. Les caractéristiques de l'accéléromètre, par exemple son poids, sont telles que ce dernier n'affecte pas les mouvements ou la fonction du bras et/ou du balai d'essuyage.

Selon une caractéristique de l'invention, l'accéléromètre est configuré pour mesurer une variation de vitesse en plusieurs points de passage spécifiques lors d'un cycle de nettoyage du balai d'essuyage, l'unité de calcul étant configurée pour calculer la donnée sur la base des variations de vitesse mesurées en chaque point de passage spécifique du cycle de nettoyage. Les points de passages spécifiques correspondent à une pluralité de moments au cours d'un cycle de nettoyage, et les variations de vitesse du balai sont mesurées en chacun de ces points de passage. Par cycle de nettoyage, il convient de comprendre un mouvement de va-et-vient du balai d'essuyage contre la surface vitrée. Autrement dit, le cycle de nettoyage s'achève lorsque le balai d'essuyage atteint une position identique à une position initiale que ce balai d'essuyage avait au début de ce cycle

de nettoyage. L'accéléromètre est configuré pour mesurer un échantillon de plusieurs variations de vitesse respectivement liées à plusieurs moments du cycle de nettoyage. En fonction du moment du cycle de nettoyage, le balai d'essuyage peut en effet adopter des comportements différents, et notamment avoir une vitesse de déplacement ou un niveau de pression sur la surface vitrée qui diffère d'un point du cycle à l'autre, et on comprend que le niveau d'usure peut avoir un impact amplifié ou minimisé par ces différences de comportement dynamique. Dès lors, une mesure en un unique point du cycle de nettoyage pourrait ne pas être suffisamment significative pour un calcul précis du niveau d'usure du balai d'essuyage tel que l'invention l'envisage pour déterminer le moment optimal auquel changer son balai.

Selon une caractéristique de l'invention, la donnée représentative des variations de vitesse mesurées par l'accéléromètre est une quantité de vibrations du balai d'essuyage lors d'au moins un cycle de nettoyage. Des vibrations sont produites par contact entre le balai d'essuyage et la surface vitrée, et sont naturellement transmises au bras et donc à l'accéléromètre. L'unité de commande électronique calcule une quantité de vibrations subies par le balai sur la base des variations de vitesse mesurées par l'accéléromètre. D'un balai d'essuyage à l'autre, la quantité de vibrations subies pour une même variation de vitesse peut différer en fonction du poids du balai, de la longueur du bras au bout duquel il est monté et/ou d'autres paramètres structurels ou dynamiques du système d'essuyage. Le calcul du niveau d'usure général selon l'invention peut ainsi se baser sur la notion de quantité de vibrations calculée à partir des variations de vitesse pour affiner le calcul. La donnée déterminée telle qu'elle fait partie de l'invention est une quantité de vibrations subies ponctuellement par le balai, pour chaque point du mouvement de va et vient du balai.

Selon une caractéristique de l'invention, l'unité de commande électronique comporte outre l'unité de calcul un réseau neuronal configuré pour participer au calcul dudit niveau général d'usure. Un réseau neuronal est un système qui s'enrichit par apprentissage. Autrement dit, le réseau neuronal va recevoir et

traiter des paramètres, et prendre en compte le traitement de ces paramètres pour la réception et le traitement de paramètres ultérieurs. Le réseau neuronal est alimenté en paramètres au préalable lors des tests d'usure de balai d'essuyage effectués par les fabricants. Ainsi lorsque l'unité de calcul traite la ou les donnée(s) résultante(s) de la mesure de variations de vitesse par l'accéléromètre, ces données sont comparées aux données précédemment traitées dans le réseau neuronal. A partir d'un tel comparatif, l'unité de calcul est alors apte à déterminer une classe d'usure par comparaison avec les multiples profils d'usure enregistrés dans le réseau neuronal.

Selon une caractéristique de l'invention, l'unité de calcul est configurée pour générer au moins une donnée transformée à partir de la donnée représentative des variations de vitesses mesurées par l'accéléromètre, le réseau neuronal étant paramétré pour traiter ladite donnée et/ou chaque donnée transformée pour calculer le niveau général d'usure. Le fait de transformer la donnée représentative des variations de vitesse mesurées par l'accéléromètre permet d'augmenter le nombre total de paramètres pris en compte pour le calcul d'un niveau général d'usure, et par exemple à soumettre à un réseau neuronal. Multiplier le nombre de paramètres en multipliant le nombre de données par des données transformées augmente ainsi la fiabilité du calcul effectué par la suite, le cas échéant par un réseau neuronal.

Selon une caractéristique de l'invention, l'unité de calcul est configurée pour générer une première donnée transformée résultant de l'application d'une transformée de Fourier rapide sur la donnée représentative des variations de vitesses mesurées par l'accéléromètre.

Selon une caractéristique de l'invention, l'unité de calcul est configurée pour générer une deuxième donnée transformée résultant du calcul de la densité spectrale de puissance de la donnée représentative des variations de vitesses mesurées par l'accéléromètre.

Selon une caractéristique de l'invention, l'unité de calcul est configurée pour générer une troisième donnée transformée résultant d'une autocorrélation de la donnée représentative des variations de vitesses mesurées par l'accéléromètre.

Selon une caractéristique de l'invention, le réseau neuronal est configuré pour recevoir une pluralité de valeurs d'intérêt issues de ladite donnée ou d'une donnée transformée et pour déterminer une classe d'usure propre à ladite donnée et/ou à chaque donnée transformée. Les données transformées peuvent être traitées parallèlement à la donnée déterminée sur la base des variations de vitesse mesurées par l'accéléromètre. Les valeurs d'intérêt calculées pour chaque donnée ou donnée transformée sont envoyées au réseau neuronal pour être considérées en regard d'un nuage de valeurs implémenté dans le réseau neuronal qui est propre à telle donnée ou telle donnée transformée. Ces valeurs d'intérêt peuvent par exemple être implémentées dans un arbre de décision du réseau neuronal, chacune des branches en bout de l'arbre de décision correspondant à un profil de classe d'usure, une donnée ou une donnée transformée, via ses valeurs d'intérêt, étant alors associée à un état d'usure du balai d'essuyage.

Selon une caractéristique de l'invention, le réseau neuronal est configuré pour déterminer une classe d'usure du balai d'essuyage par le biais d'opérations mathématiques sur des valeurs d'intérêt et/ou par le biais de comparatifs de proche en proche entre une valeur d'intérêt ou un groupe de valeurs d'intérêt issues de ladite donnée ou d'une donnée transformée et une valeur d'un nuage de valeurs déjà assimilé par apprentissage du réseau neuronal.

Plus le réseau neuronal reçoit des valeurs issues des données ou données transformées, plus il enrichit sa base de données en assimilant ces valeurs et cela permet d'affiner la détermination d'une classe d'usure pour le traitement des valeurs d'intérêt ultérieures, par exemple pour le calcul d'usure d'un balai nouvellement équipé sur le bras du système d'essuyage. Chacun des profils de classe d'usure est ainsi affiné au fil du temps, et ceci permet de préciser la détermination du niveau d'usure du balai d'essuyage dans les calculs ultérieurs.

Selon une caractéristique de l'invention, le réseau neuronal est configuré pour calculer le niveau d'usure général à partir de la classe d'usure majoritaire parmi les classes d'usure déterminées pour la donnée et/ou chaque donnée transformée. Tel que cela a été décrit ci-dessus, une classe d'usure résulte de chacune des données ou données transformées considérées par l'unité de calcul et le cas échéant le réseau neuronal. Ces classes d'usure peuvent différer l'une par rapport à l'autre. Afin de minimiser l'erreur, c'est donc la classe d'usure majoritaire, c'est-à-dire la classe d'usure la plus représentée parmi chacune des déterminations de classe d'usure, qui est retenue pour déterminer le niveau d'usure du balai d'essuyage dans son ensemble.

Selon une caractéristique de l'invention, l'unité de calcul est configurée pour faire correspondre le niveau d'usure général obtenu audit délai de remplacement au terme duquel l'utilisateur doit remplacer le balai d'essuyage, chaque niveau d'usure général correspondant à un délai de remplacement qui lui est propre. D'une manière avantageuse, plus le niveau d'usure général du balai d'essuyage est élevé, plus le délai correspondant avant remplacement est faible. Au fil du temps, l'usure du balai d'essuyage s'accroît tandis que le délai de remplacement se réduit. Ainsi, grâce à l'unité de calcul, il est possible de prévoir le moment opportun pour remplacer le balai d'essuyage.

Selon une caractéristique de l'invention, l'unité de commande électronique est configurée pour transmettre à l'utilisateur, via un dispositif d'affichage, l'information relative au remplacement du balai d'essuyage, ladite information consistant en le délai de remplacement au terme duquel l'utilisateur doit remplacer le balai d'essuyage. D'une manière avantageuse, l'utilisateur est prévenu du délai de remplacement de manière visuelle. La transmission du délai de remplacement via le dispositif d'affichage peut par exemple se faire à chaque fois que le balai d'essuyage est actif sur la surface vitrée, ou encore sur demande de l'utilisateur, par exemple par pression d'un bouton. L'information affichée via le dispositif d'affichage peut également consister en une jauge représentant le

niveau d'usure du balai, directement tiré de la classe d'usure associée au balai d'essuyage.

Selon une caractéristique de l'invention, l'information relative au remplacement du balai d'essuyage peut aussi être envoyée à un serveur à distance, avec tout ou partie des valeurs d'intérêt associées à ce balai d'essuyage, afin que ces informations et valeurs soient exploitées par la suite par d'autres dispositifs de calcul et qu'elles puissent être redirigées vers une personne/entité différente de l'utilisateur comme par exemple un gestionnaire de flotte, un concessionnaire ou un équipementier responsable de la fabrication des balais.

L'invention couvre également un procédé de calcul d'usure d'un balai d'essuyage pour véhicule, mis en œuvre par un dispositif de calcul d'usure tel que décrit précédemment, comprenant :

une première étape de mesure des variations de vitesse du balai d'essuyage par l'accéléromètre,

une deuxième étape de calcul de la donnée par l'unité de calcul à partir des variations de vitesse relevées par l'accéléromètre,

une troisième étape de transmission au réseau neuronal des valeurs d'intérêt issues de la donnée,

une quatrième étape de détermination de la classe d'usure et du niveau général d'usure par le réseau neuronal,

une cinquième étape de conversion du niveau général d'usure en délai de remplacement au terme duquel l'utilisateur doit remplacer le balai d'essuyage.

Un tel procédé peut être initié manuellement par l'utilisateur, ou bien se lancer automatiquement dès que le balai d'essuyage est mis en mouvement. Le procédé de calcul d'usure ne peut être initié que si le balai d'essuyage est en mouvement. Par la suite, le procédé se déroule selon ce qui a été décrit précédemment.

Selon une caractéristique de l'invention, le procédé comprend une étape intermédiaire, postérieure à la deuxième étape et antérieure à la troisième étape,

de transformation de la donnée en au moins une donnée transformée, ladite donnée transformée étant prise en compte lors des étapes postérieures à ladite étape intermédiaire.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront encore au travers de la description qui suit d'une part, et de plusieurs exemples de réalisation donnés à titre indicatif et non limitatif en référence aux dessins schématiques annexés d'autre part, sur lesquels :

[fig 1] est une représentation schématique d'un dispositif de calcul d'usure d'un balai d'essuyage selon l'invention,

[fig 2] est un schéma illustrant une donnée calculée, ici une quantité de vibrations subies par un balai d'essuyage utilisé lors de cycles de nettoyage, sur la base des variations de vitesse mesurées par un accéléromètre du dispositif de calcul d'usure,

[fig 3] est un schéma similaire à celui de la figure 2, illustrant cette fois une donnée correspondant à un balai d'essuyage neuf,

[fig 4] est un schéma illustrant la prise en compte par un réseau neuronal de valeurs d'intérêt dans une donnée correspondant à une quantité de vibrations telle qu'illustrée sur la figure 2 ou la figure 3 et de valeurs d'intérêt relevées dans une pluralité de données transformées sur la base de cette donnée,

[fig 5] est un schéma illustrant le traitement des valeurs d'intérêt, des données et des données transformées, par un réseau neuronal du dispositif de calcul d'usure, permettant de calculer un niveau général d'usure du balai d'essuyage ainsi qu'un délai de remplacement de ce dernier.

La figure 1 représente un dispositif de calcul d'usure 1 selon l'invention. Le dispositif de calcul d'usure 1 interagit avec un dispositif d'essuyage 9, qui a pour fonction d'essuyer une surface vitrée, cette dernière étant ici non représentée.

Le dispositif d'essuyage 9 comprend un balai d'essuyage 2, destiné à être en contact avec la surface vitrée, et un bras 3 à l'extrémité duquel le balai d'essuyage

2 est monté, et qui est entraîné par exemple en rotation pour déplacer le balai d'essuyage 2 le long de la surface vitrée selon un mouvement de va-et-vient. Le balai d'essuyage 2 comprend notamment une lame d'essuyage, par exemple en caoutchouc, montée sur un support de balai, la lame d'essuyage étant destinée à être en contact direct avec la surface vitrée et le support étant destiné à être relié au bras.

La durée de vie du balai d'essuyage 2 est limitée dans le temps. Il est donc important de le remplacer régulièrement. Le balai d'essuyage 2 peut notamment s'user du fait de la répétition du mouvement de va-et-vient contre la surface vitrée. Lorsque le balai d'essuyage 2 est totalement usé, celui-ci n'essuie plus correctement la surface vitrée. Il peut en résulter une perte de visibilité d'un utilisateur observant à travers la surface vitrée, ce qui peut s'avérer dangereux pour la sécurité de l'utilisateur ou d'autrui.

Le dispositif de calcul d'usure 1 est configuré pour calculer un niveau d'usure permettant à l'utilisateur de savoir précisément quand changer le balai d'essuyage 2.

Le dispositif de calcul d'usure 1 comprend un accéléromètre 4 qui est configuré pour relever les variations de vitesse du balai d'essuyage 2 lors de son mouvement de va-et-vient le long de la surface vitrée. A cet effet, l'accéléromètre est embarqué sur l'un des composants mobiles du dispositif d'essuyage 9, à savoir le bras 3 ou le balai d'essuyage 2. Plus particulièrement, et tel que cela est visible sur la figure 1, l'accéléromètre est avantageusement disposé au niveau du bras 3 du système d'essuyage 9 et suit donc les mouvements du bras 3 lorsque celui-ci est en mis mouvement. L'accéléromètre 4 peut être fixé sur le bras 3 de diverses manières, l'essentiel étant qu'il soit apte à relever les variations de vitesse du balai d'essuyage 2 sans pour autant nuire au fonctionnement du dispositif d'essuyage 9. Dans une telle configuration, le dispositif de calcul d'usure utilise le même accéléromètre pour chacune des mesures quel que soit le balai monté à l'extrémité du bras, ce qui permet de fiabiliser les mesures et le calcul par le dispositif d'un niveau général d'usure.

Le dispositif de calcul d'usure 1 comprend une unité de commande électronique 5, où sont transmises les mesures relevées par l'accéléromètre 4. L'unité de commande électronique 5 est notamment configuré pour récupérer lesdites mesures et pour traiter et analyser ces dernières. D'une manière générale, la fonction de l'unité de commande électronique 5 est de déterminer par le calcul un niveau général d'usure permettant d'en déduire un délai de remplacement du balai d'essuyage 2, et ce à partir des mesures de variations de vitesse effectuées par l'accéléromètre 4.

Dans l'exemple illustré, l'unité de commande électronique 5 comprend notamment une unité de calcul 6 et un réseau neuronal 7. L'unité de calcul 6 reçoit les mesures de variations de vitesse relevées par l'accéléromètre 4 et il est configuré pour traiter le résultat de ces mesures, par exemple pour calculer une donnée correspondant à une quantité de vibrations subies par le balai d'essuyage, et en déduire des valeurs d'intérêt que prend cette donnée au cours d'une période de temps définie. L'unité de calcul peut également traiter cette donnée pour obtenir par le calcul de données transformées correspondant à la même période de temps et en déduire d'autres valeurs d'intérêt. L'ensemble des valeurs d'intérêt calculées par le traitement des données par l'unité de calcul 6 est par la suite transmis au réseau neuronal 7, tel que cela sera décrit plus en détails par la suite.

L'unité de commande électronique 5, formé ici de l'unité de calcul 6 et du réseau neuronal 7, est configuré pour calculer un niveau général d'usure du balai d'essuyage en place sur le bras équipé de l'accéléromètre, basé sur les différentes valeurs d'intérêt issues des données 10 calculées et transmises au réseau neuronal 7, et à partir duquel l'unité de calcul en déduit le délai de remplacement du balai d'essuyage 2. Ce délai de remplacement est par la suite communiqué à l'utilisateur du véhicule par exemple par le biais d'un dispositif d'affichage 8. L'utilisateur connaît ainsi le moment précis où il doit changer son balai d'essuyage 2, ce qui lui permet de ne pas changer ledit balai d'essuyage 2 ni trop tôt afin de pouvoir l'utiliser de façon la plus rentable possible, ni trop tard afin d'éviter de rouler avec un balai d'essuyage 2 détérioré.

La figure 2 représente un exemple d'une donnée 10 formée par une courbe de vibrations subies par le balai telle qu'elle peut être calculée sur la base des mesures de variations de vitesse du balai d'essuyage par l'accéléromètre sur une plage de temps définie.

Tel que cela est présenté sur la figure 2, il résulte des variations de vitesse mesurées lors du cycle de nettoyage du système d'essuyage une courbe de vibrations d'amplitude variable au cours du temps. L'unité de calcul est notamment configurée pour calculer une donnée 10, ici une quantité de vibrations subies par le balai d'essuyage, en fonction de la variation de vitesse du balai en un point donnée de son mouvement de va et vient, et ici en fonction par exemple de la masse du balai et de la vitesse de balayage générée par l'actionnement motorisé du bras du système d'essuyage. A titre d'exemple, l'unité de calcul peut alors sélectionner une pluralité de valeurs d'intérêt 100 au sein de cette donnée 10, ces valeurs d'intérêt pouvant par exemple correspondre chacune à des pics de la courbe de vibrations, aussi bien positifs que négatifs.

La courbe de la figure 2 représente les vibrations d'un balai d'essuyage au cours de deux cycles de nettoyages 11 consécutifs, un cycle de nettoyage 11 consistant en un mouvement de va-et-vient qui s'achève lorsque le balai d'essuyage atteint une position que ledit balai d'essuyage avait initialement au début dudit cycle de nettoyage 11.

Dans l'exemple illustré, au cours d'un cycle de nettoyage 11, il est possible d'observer deux ensembles significatifs d'amplitudes représentées respectivement par un premier ensemble de pics 12 et un deuxième ensemble de pics 13. Les pics de vibration représentés par le premier ensemble de pics 12 et le deuxième ensemble de pics 13 peuvent notamment avoir lieu aux moments où le mouvement du balai d'essuyage change de sens, c'est-à-dire aux moments où le balai d'essuyage parvient en fin de course du mouvement de va et vient et repart dans le sens opposé. Lors de cette fin de course, la lame d'essuyage, qui est souple et présente donc un profil courbé avec une extrémité libre en contact direct avec la surface vitrée, voit la courbure de son profil changer de manière à être entraîné

par la suite en sens inverse tout en restant au contact de la surface vitrée. Il en résulte des vibrations importantes, calculées par des variations de vitesse mesurées par l'accéléromètre, qui sont identifiées par les ensembles de pics 12, 13. Les valeurs d'intérêt 100 précédemment évoquées sont notamment identifiées dans ces ensembles de pics 12, 13.

Les variations de vitesse d'un balai d'essuyage mesurées par l'accéléromètre diffèrent en fonction d'un état d'usure du balai d'essuyage. L'invention se propose ainsi, à partir de la mesure de variations de vitesse par l'accéléromètre, de calculer un profil d'usure, et tel qu'évoqué un niveau général d'usure du balai d'essuyage afin de prévoir le délai de remplacement du balai d'essuyage.

Il est notable que les courbes de vibrations des figures 2 et 3 diffèrent notamment par l'amplitude des ensembles de pics 12, 13. Ces figures représentent des courbes de vibrations calculées pour deux cycles de nettoyage consécutifs tel qu'évoqué précédemment pour un même balai d'essuyage à différents stades de son utilisation. La figure 2 illustre les vibrations calculées pour le balai d'essuyage lorsque celui-ci est proche de sa date de remplacement, tandis que la figure 3 illustre les vibrations calculées pour ce même balai d'essuyage lorsque celui-ci vient d'être installé récemment. Il est notable que les vibrations du balai d'essuyage, notamment celles représentées par le deuxième ensemble de pics 13, présentent une amplitude plus élevée sur la figure 2, correspondant à un balai d'essuyage usagé que sur la figure 3, dont les ensembles de pics de moindre amplitude correspondent à un balai encore en état, qui génère peu de vibrations lorsqu'il est en mouvement.

Il résulte de ce qui précède que les valeurs d'intérêt 100 calculées par le dispositif de calcul sont modifiées au fur et à mesure de l'usure d'un balai et que l'analyse de ces valeurs d'intérêt permet de définir un niveau d'usure correspondant à ces valeurs d'intérêt.

La figure 4 représente schématiquement une pluralité d'étapes effectuées par l'unité de calcul 6 afin de participer à la détermination du délai de remplacement du balai d'essuyage.

L'unité de calcul 6, après avoir déterminé les valeurs d'intérêt 100 de la donnée 10 par analyse de la courbe de quantité de vibrations subies par le balai d'essuyage, est configuré pour transformer la donnée 10 en une ou plusieurs données transformées. Pour une donnée 10 correspondant à une période de temps donnée, ici deux cycles de nettoyage 11, l'unité de calcul 6 associe une ou plusieurs données transformées et détermine pour chaque donnée transformée un ensemble de valeurs d'intérêt additionnelles. Ce sont l'ensemble des valeurs d'intérêt issues de la donnée 10 et l'ensemble des valeurs d'intérêt additionnelles issues des données transformées qui sont envoyés au réseau neuronal par la suite pour permettre le calcul du niveau d'usure général. Le fait de transformer la donnée 10 permet d'augmenter et de diversifier le nombre d'informations traitées par le réseau neuronal 7 et ainsi de considérer dans le calcul un plus grand nombre de paramètres qu'en transmettant uniquement les valeurs d'intérêt de la donnée 10. De la sorte, on peut affiner le calcul réalisé par l'unité de commande électronique et ainsi diminuer la marge d'erreur dans la détermination du niveau général d'usure du balai d'essuyage réalisée par l'unité de commande électronique.

Dans l'exemple illustré sur la figure 4, la donnée 10 est transformée en une première donnée transformée 21, une deuxième donnée transformée 22 et une troisième donnée transformée 23.

La première donnée transformée 21 est ici obtenue par une transformée de Fourier de la donnée 10 sur la base de temps commune ici égale à deux cycles de nettoyage. Sur cette même base de temps, une deuxième donnée transformée 22 correspond à une variation de la densité spectrale de puissance de la donnée 10. Enfin, la troisième donnée transformée 23 correspond à une autocorrélation de la donnée 10 correspondante.

L'unité de calcul 6 est configurée pour déterminer par le calcul une pluralité de valeurs d'intérêt additionnelles propres à chaque donnée transformée. Ces valeurs d'intérêt additionnelles sont là encore déterminées par des règles de calcul particulières, qui peuvent être les mêmes que celles mises en œuvre pour le calcul des valeurs d'intérêt 100 de la donnée 10, à savoir chaque valeur correspondant à un pic positif ou négatif de la courbe. A titre d'exemple sur la figure 4, la règle de calcul mise en œuvre pour déterminer les premières valeurs d'intérêt additionnelles 210 de la première donnée transformée 21 consiste en l'identification de pics positifs d'amplitude supérieure à un certain seuil, tous les pics n'étant pas considérés. Et dans le même temps, dans l'exemple illustré, la règle de calcul mise en œuvre pour déterminer les deuxièmes valeurs d'intérêt additionnelles 220 de la deuxième donnée transformée 22 consiste en l'identification de chaque pic positif de la courbe correspondante et la règle de calcul mise en œuvre pour déterminer les troisièmes valeurs d'intérêt additionnelles 230 de la troisième donnée transformée 23 consiste en l'identification de chaque pic, positif ou négatif, de la courbe correspondante. Chacune des données transformées 21, 22, 23 et ses valeurs d'intérêt additionnelles 210, 220, 230 correspondantes découlent de la donnée 10 et elles sont donc représentatives des variations de vitesse du balai d'essuyage mesurées par l'accéléromètre, de sorte que l'analyse des valeurs associées à ces données transformées par le réseau neuronal participe à déterminer le niveau d'usure du balai d'essuyage.

Dans l'exemple ici illustré, la donnée 10 est transformée à titre d'exemple en trois types particuliers de données transformées, mais sans sortir du contexte de l'invention, on pourra prévoir qu'une donnée 10 soit transformée selon d'autres modèles mathématiques et/ou que le traitement d'une donnée 10 génère un nombre différent de données transformées.

L'ensemble des valeurs d'intérêt et des valeurs d'intérêt additionnelles, c'est-à-dire les valeurs déterminées par calcul à partir de la donnée 10 et de chacune des données transformées, est ensuite envoyé au réseau neuronal 7. Le réseau

neuronal 7 est formé par une pluralité de nuages de valeurs stockés dans sa mémoire. Chacun des nuages de valeurs est spécifique à une donnée ou une donnée transformée. Ainsi, un premier nuage de valeurs 40 est relatif à la donnée 10 et permet le traitement des valeurs d'intérêt 100 déterminée par l'étude de cette donnée 10, un deuxième nuage de valeurs 41 est relatif à la première donnée transformée 21 et permet le traitement des premières valeurs d'intérêt additionnelles 210 déterminée par l'étude de cette première donnée transformée 21, un troisième nuage de valeurs 42 est relatif à la deuxième donnée transformée 22 et permet le traitement des deuxièmes valeurs d'intérêt additionnelles 220 déterminée par l'étude de cette deuxième donnée transformée 21, et un quatrième nuage de valeurs 43 est relatif à la troisième donnée transformée 23 et permet le traitement des troisièmes valeurs d'intérêt additionnelles 230 déterminée par l'étude de cette troisième donnée transformée 23.

En d'autres termes, chaque valeur d'un ensemble de valeurs d'intérêt ou de valeurs d'intérêt additionnelles, c'est-à-dire les valeurs spécifiques à la donnée 10 ou à chacune des données transformées, est stockée en mémoire au sein du nuage de valeurs propre à ladite donnée 10 ou à chacune desdites données transformées afin d'être comparées aux valeurs des nuages de valeurs correspondants. Le réseau neuronal 7 est configuré pour assimiler l'ensemble des valeurs qui lui sont envoyées par apprentissage et à en déduire un calcul d'une classe d'usure à associer au balai d'essuyage sur lequel les mesures de variations de vitesse ont été effectuées.

Plus particulièrement, à partir de chacune des valeurs reçues, le réseau neuronal 7 est configuré pour établir un arbre de décision afin de déterminer à quel état d'usure est relatif une valeur ou un ensemble de valeurs. Les valeurs de chaque nuage de valeurs sont, dans un premier temps, formées par des valeurs récupérées par les fabricants de systèmes d'essuyage lors de tests de fiabilités des balais d'essuyage, lors desquels différents types de balais d'essuyage sont testés pendant toute leur durée de vie pour créer une base de données de départ. Par la suite, chaque valeur reçue est assimilée et stockée au sein du réseau neuronal 7

afin d'affiner les échelles de valeurs et les états d'usure associés. Ainsi, au fil du temps et des valeurs reçues, le dispositif de calcul d'usure s'affine et devient de plus en plus précis, ce qui réduit également les marges d'erreur.

De manière complémentaire à ce qui vient d'être décrit, il convient de noter que les valeurs stockées peuvent être envoyées sur un serveur à distance afin que celui-ci puisse mutualiser les données de plusieurs de calcul d'usure et que cela permette d'en déduire par la suite des résultats encore plus précis. Le réseau neuronal 7 associé à un dispositif de calcul d'usure pourrait, le cas échéant, être mis à jour avec des valeurs recueillies par d'autres dispositifs de calcul d'usure et ses performances de calcul pourraient en être améliorées.

La figure 5 est une illustration schématique du déroulement du calcul du niveau général d'usure du balai d'essuyage après que les valeurs d'intérêt de la donnée 10 et les valeurs d'intérêt additionnelles des données transformées ont été envoyées au réseau neuronal.

Comme cela a été décrit précédemment, les valeurs d'intérêt relatives à la donnée et les valeurs d'intérêt additionnelles relatives à une donnée transformée sont envoyées au nuage de valeurs qui lui est propre et sont ainsi comparées aux autres valeurs du nuage de valeurs afin de déterminer une classe d'usure 3_1 propre à la donnée ou la donnée transformée. Les valeurs sont comparées de proche en proche afin de déterminer la classe d'usure 3_1 de la donnée 10 et de chacune des données transformées.

Selon l'exemple illustré sur la figure 5, les valeurs d'intérêt 100 de la donnée 10 et les valeurs d'intérêt additionnelles 210, 220, 230 des données transformées 21, 22, 23 sont comparées à chacun des nuages de valeurs évoqués précédemment, et le réseau neuronal calcule une classe d'usure 3_1 par l'intermédiaire d'un arbre de décision propre à chaque nuage de valeurs. Chacun des points des arbres de décisions peut par exemple correspondre à une valeur ou à un groupe de valeurs, lesdites valeurs d'intérêt ou valeurs d'intérêt additionnelles étant comparées aux valeurs ou groupes de valeurs correspondants de l'arbre de décision. Des

comparaisons successives permettent une progression de proche en proche le long de l'arbre de décision correspondant et permettent d'aboutir à la classe d'usure z_1 associée.

Plus particulièrement, si l'on considère ici la donnée 10 et ses valeurs d'intérêt 100, une première valeur d'intérêt ou un premier groupe de valeurs d'intérêt est comparé aux différents nœuds du premier étage de l'arbre de décision jusqu'à ce que cette première valeur d'intérêt ou ce premier groupe de valeurs d'intérêt soit identifié à un premier nœud 110 du premier étage de l'arbre de décision. Une deuxième valeur d'intérêt ou un deuxième groupe de valeurs d'intérêt est comparé aux différents nœuds du deuxième étage de l'arbre de décision issus du premier nœud 110, jusqu'à ce que cette deuxième valeur d'intérêt ou ce deuxième groupe de valeurs d'intérêt soit identifié à un deuxième nœud 120 du deuxième étage de l'arbre de décision. Enfin, dans cet exemple simplifié où l'arbre de décision associé au réseau neuronal ne comporte que trois étages, une troisième valeur d'intérêt ou un troisième groupe de valeurs d'intérêt est comparé aux différents nœuds du troisième étage de l'arbre de décision issus du deuxième nœud 120, jusqu'à ce que cette troisième valeur d'intérêt ou ce troisième groupe de valeurs d'intérêt soit identifié à un troisième nœud 130 du troisième étage de l'arbre de décision, un profil de classe d'usure C étant associé à ce troisième nœud 130.

Dans l'exemple illustré, la classe d'usure z_1 est déterminée parmi un choix de quatre profils de classes d'usure A, B, C, D. Chacun des profils de classes d'usure A, B, C, D correspond à un état d'usure plus ou moins avancé du balai d'essuyage. Par exemple le premier profil de classe d'usure A peut correspondre à un balai d'essuyage neuf ou quasiment neuf, tandis que le quatrième profil de classe d'usure D peut correspondre à un balai d'essuyage très usé devant être remplacé, les deuxième et troisième profils de classe d'usure B et C pouvant correspondre à des états d'usure intermédiaires. Il convient de comprendre que dans l'exemple illustré, le réseau neuronal est amené à déterminer une classe d'usure z_1 sur la base des quatre profils de classe d'usure représentés sur la figure 5, mais que le

réseau neuronal peut choisir la classe d'usure 31 du balai parmi un plus grand nombre de choix de profils. Le fait d'augmenter le nombre de choix possibles pour déterminer la classe d'usure 31 permet par la suite d'améliorer la précision du délai de remplacement du balai d'essuyage étant donné que l'état d'usure dudit balai d'essuyage est déterminé de manière plus précise.

Dans l'exemple illustré sur la figure 5, la classe d'usure 31 déterminée par suite de l'analyse de la donnée 10 et la classe d'usure 31 déterminée par suite de l'analyse de la troisième donnée transformée 23 correspondent au troisième profil de classe d'usure C. La classe d'usure 31 déterminée par suite de l'analyse de la première donnée transformée 21 correspond au quatrième profil de classe d'usure D. Enfin, la classe d'usure 31 déterminée par suite de l'analyse de la deuxième donnée transformée 22 correspond au deuxième profil de classe d'usure B.

Les classes d'usure 31 peuvent différer en fonction du type de donnée ou de donnée transformée analysée et c'est la classe d'usure 31 majoritaire qui est retenue pour déterminer un niveau d'usure général 32 du balai d'essuyage. Selon l'exemple illustré en figure 5, la classe d'usure 31 majoritaire correspond au troisième profil de classe d'usure C qui est retrouvé à deux reprises parmi l'ensemble des classes d'usure 31 déterminées. Le niveau d'usure général 32 correspond donc à un troisième profil de classe d'usure C, c'est-à-dire ici un état d'usure intermédiaire relativement proche d'un niveau nécessitant le remplacement. Tel que cela est le cas dans l'exemple illustré sur la figure 5, il peut arriver que les classes d'usure 31 déterminées pour la donnée 10 et les données transformées 21, 22, 23 diffèrent les unes des autres pour un même balai d'essuyage, de sorte qu'il est avantageux de prévoir le calcul et l'analyse de plusieurs données transformées pour s'assurer qu'une classe d'usure 31 puisse apparaître majoritairement et être retenue comme étant le niveau d'usure général 32 du balai d'essuyage.

Une fois celui-ci déterminé, le niveau d'usure général 32 est transmis à l'unité de calcul d'usure 6. A partir de la classe du niveau général d'usure 32 associé au balai présent sur le véhicule, l'unité de calcul d'usure 6 en déduit le délai de

remplacement 33 de ce balai. Selon un exemple de réalisation, l'unité de calcul 6 comporte une base de données stockée en mémoire dans laquelle des délais de remplacement 33 de balai d'essuyage sont associés à des niveaux généraux d'usure 32. Ainsi plus le niveau général d'usure 32 estimé correspond à un balai d'essuyage usé, plus le délai de remplacement 33 qui en découle est limité dans le temps, un balai d'essuyage usé devant être remplacé plus rapidement qu'un balai d'essuyage neuf ou en bon état.

Le délai de remplacement 33 est ensuite transmis au dispositif d'affichage 8. Ce dernier indique de manière visuelle à l'utilisateur le délai de remplacement 33 qui lui a été transmis. L'utilisateur peut ainsi prendre ses précautions et se procurer un balai d'essuyage de remplacement durant le délai de remplacement 33 et procéder au remplacement de son balai d'essuyage actuel lorsque le délai de remplacement 33 est en passe d'être atteint.

Bien sûr, l'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits et de nombreux aménagements peuvent être apportés à ces exemples sans sortir du cadre de l'invention.

L'invention, telle qu'elle vient d'être décrite, atteint bien le but qu'elle s'était fixée, et permet de proposer un dispositif de calcul d'usure d'un balai d'essuyage estimant un délai de remplacement dudit balai d'essuyage. Des variantes non décrites ici pourraient être mises en œuvre sans sortir du contexte de l'invention, dès lors que, conformément à l'invention, elles comprennent un dispositif de calcul d'usure conforme à l'invention.

REVENDICATIONS

- 1- Dispositif de calcul d'usure (1) d'un balai d'essuyage (2) de véhicule, comprenant au moins un accéléromètre (4) configuré pour mesurer les variations de vitesse du balai d'essuyage (2) lors d'une opération de balayage, ledit dispositif de calcul d'usure (1) comprenant une unité de commande électronique (5) configurée pour déterminer une information relative au remplacement du balai d'essuyage (2) en fonction des variations de vitesse mesurées par l'accéléromètre (4), caractérisé en ce que l'unité de commande électronique (5) comprend une unité de calcul (6) configurée pour calculer un niveau général d'usure (32) du balai d'essuyage (2) en fonction d'au moins une donnée (10) représentative des variations de vitesse mesurées par l'accéléromètre (4), ledit niveau général d'usure (32) étant lié à un délai de remplacement (33) au terme duquel l'utilisateur doit remplacer le balai d'essuyage (2).
- 2- Dispositif de calcul d'usure (1) selon la revendication 1, dans lequel l'accéléromètre (4) est configuré pour mesurer une variation de vitesse en plusieurs points de passage spécifiques lors d'un cycle de nettoyage (11) du balai d'essuyage (2), l'unité de calcul (6) étant configurée pour calculer la donnée (10) sur la base des variations de vitesse en chaque point de passage spécifique du cycle de nettoyage (11).
- 3- Dispositif de calcul d'usure (1) selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel la donnée (10) représentative des variations de vitesse mesurées par l'accéléromètre (4) est une quantité de vibrations subies par le balai d'essuyage (2) lors d'au moins un cycle de nettoyage (11).
- 4- Dispositif de calcul d'usure (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'unité de commande électronique (5) comporte outre l'unité de calcul (6) un réseau neuronal (7) configuré pour participer au calcul dudit niveau général d'usure (32).
- 5- Dispositif de calcul d'usure (1) selon la revendication précédente, dans lequel l'unité de calcul (6) est configurée pour générer au moins une donnée transformée (21, 22, 23) à partir de la donnée (10) représentative des variations de

vitesse mesurées par l'accéléromètre, le réseau neuronal (7) étant paramétré pour traiter ladite donnée (10) et/ou chaque donnée transformée (21, 22, 23) pour calculer le niveau général d'usure (32).

6- Dispositif de calcul d'usure (1) selon la revendication précédente, dans lequel le réseau neuronal (7) est configuré pour recevoir une pluralité de valeurs d'intérêt (100, 210, 220, 230) issues de ladite donnée (10) ou d'une donnée transformée (21, 22, 23) et pour déterminer une classe d'usure (31) propre à ladite donnée (10) et/ou à chaque donnée transformée (21, 22, 23).

7- Dispositif de calcul d'usure (1) selon la revendication précédente, dans lequel le réseau neuronal (7) est configuré pour déterminer une classe d'usure (31) du balai d'essuyage par le biais d'opérations mathématiques sur des valeurs d'intérêt et/ou par le biais de comparatifs de proche en proche entre une valeur d'intérêt ou un groupe de valeurs d'intérêt issues de ladite donnée ou d'une donnée transformée et une valeur d'un nuage de valeurs déjà assimilées par apprentissage du réseau neuronal.

8- Dispositif de calcul d'usure (1) selon la revendication précédente, dans lequel le réseau neuronal (7) est configuré pour calculer le niveau d'usure général (32) à partir de la classe d'usure (31) majoritaire parmi les classes d'usure (31) déterminées pour la donnée (10) et/ou chaque donnée transformée (21, 22, 23).

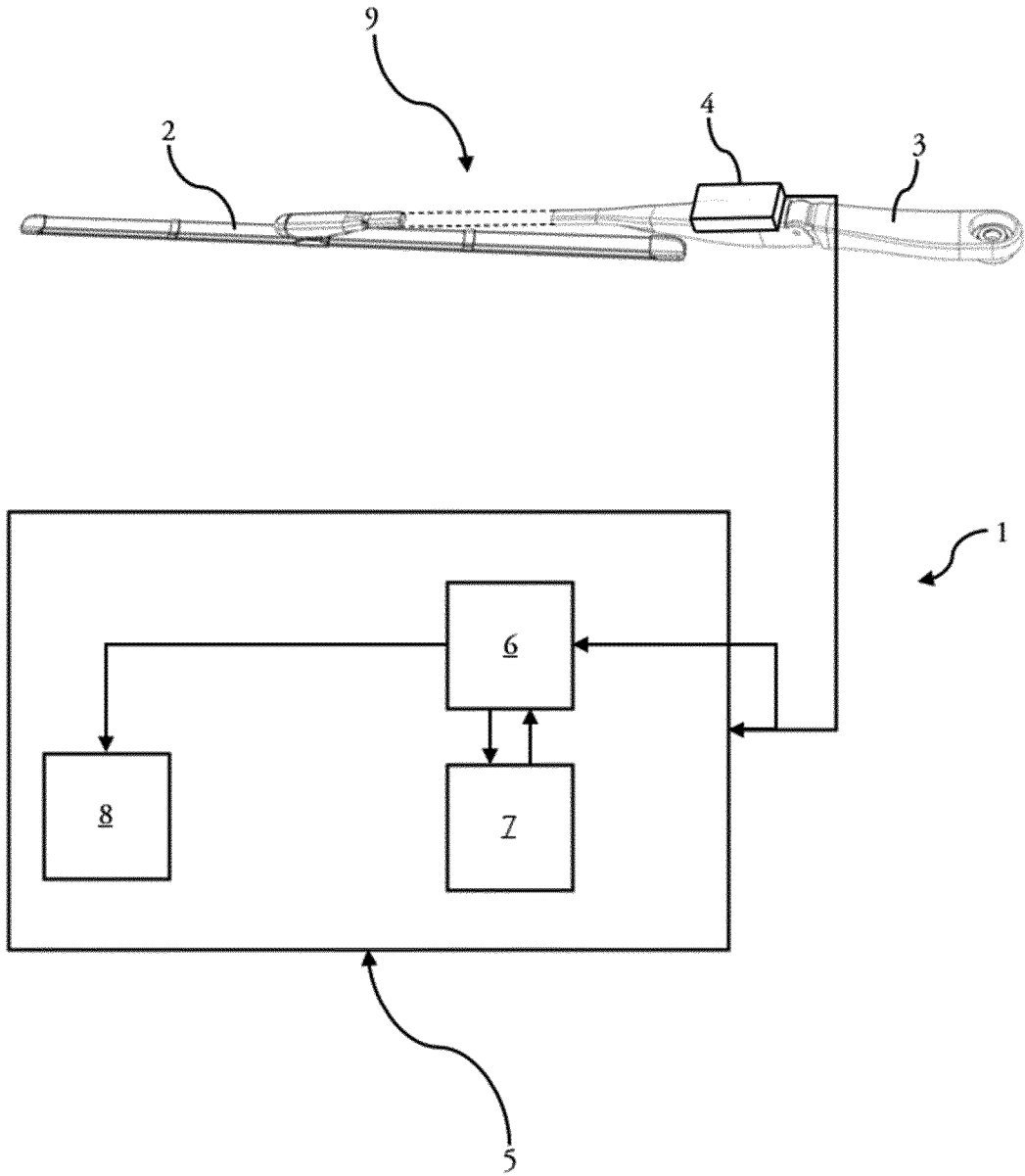
9- Dispositif de calcul d'usure (1) selon la revendication précédente, dans lequel l'unité de calcul (6) est configurée pour faire correspondre le niveau d'usure général (32) obtenu audit délai de remplacement (33) au terme duquel l'utilisateur doit remplacer le balai d'essuyage (2), chaque niveau d'usure général (32) correspondant à un délai de remplacement (33) qui lui est propre.

10- Procédé de calcul d'usure d'un balai d'essuyage (2) pour véhicule, mis en œuvre par un dispositif de calcul d'usure (1) selon l'une des revendications précédentes 4 à 9, comprenant :

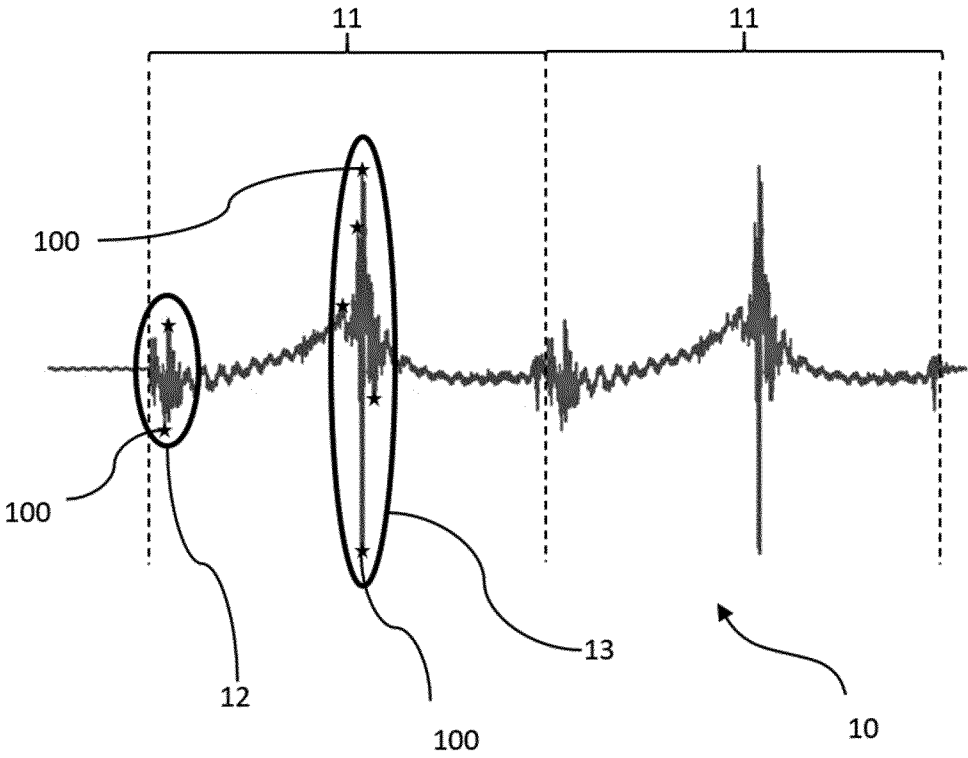
- une première étape de mesure des variations de vitesse du balai d'essuyage (2) par l'accéléromètre (4),

- une deuxième étape de calcul de la donnée (10) par l'unité de calcul (6) à partir des variations de vitesse relevées par l'accéléromètre (4),
- une troisième étape de transmission au réseau neuronal (7) de valeurs d'intérêt (100) issues de la donnée (10),
- une quatrième étape de détermination de la classe d'usure (31) et du niveau général d'usure (32) par le réseau neuronal (7),
- une cinquième étape de conversion du niveau général d'usure (32) en délai de remplacement (33) au terme duquel l'utilisateur doit remplacer le balai d'essuyage.

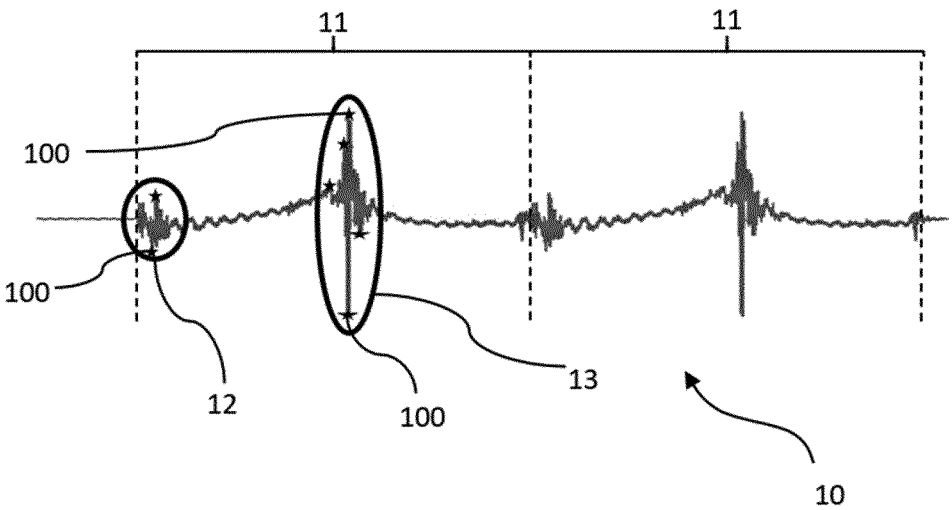
[fig 1]



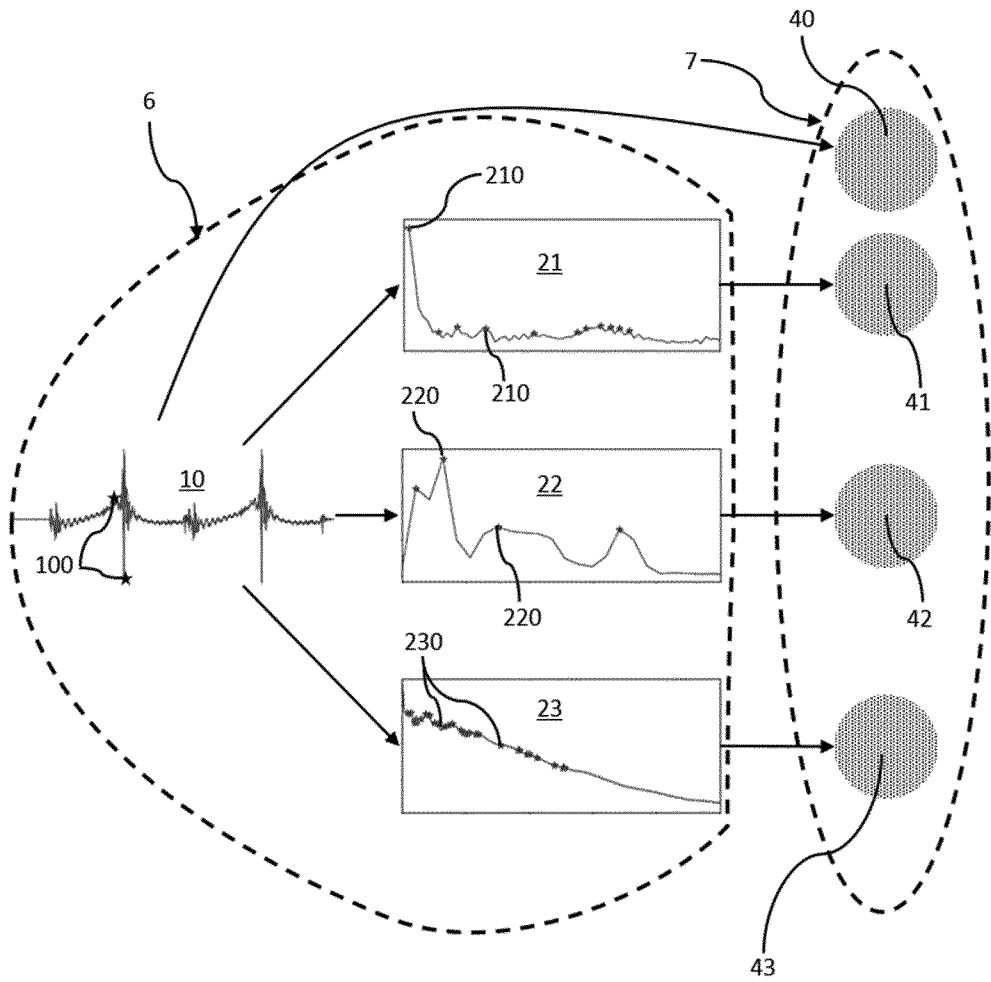
[fig 2]



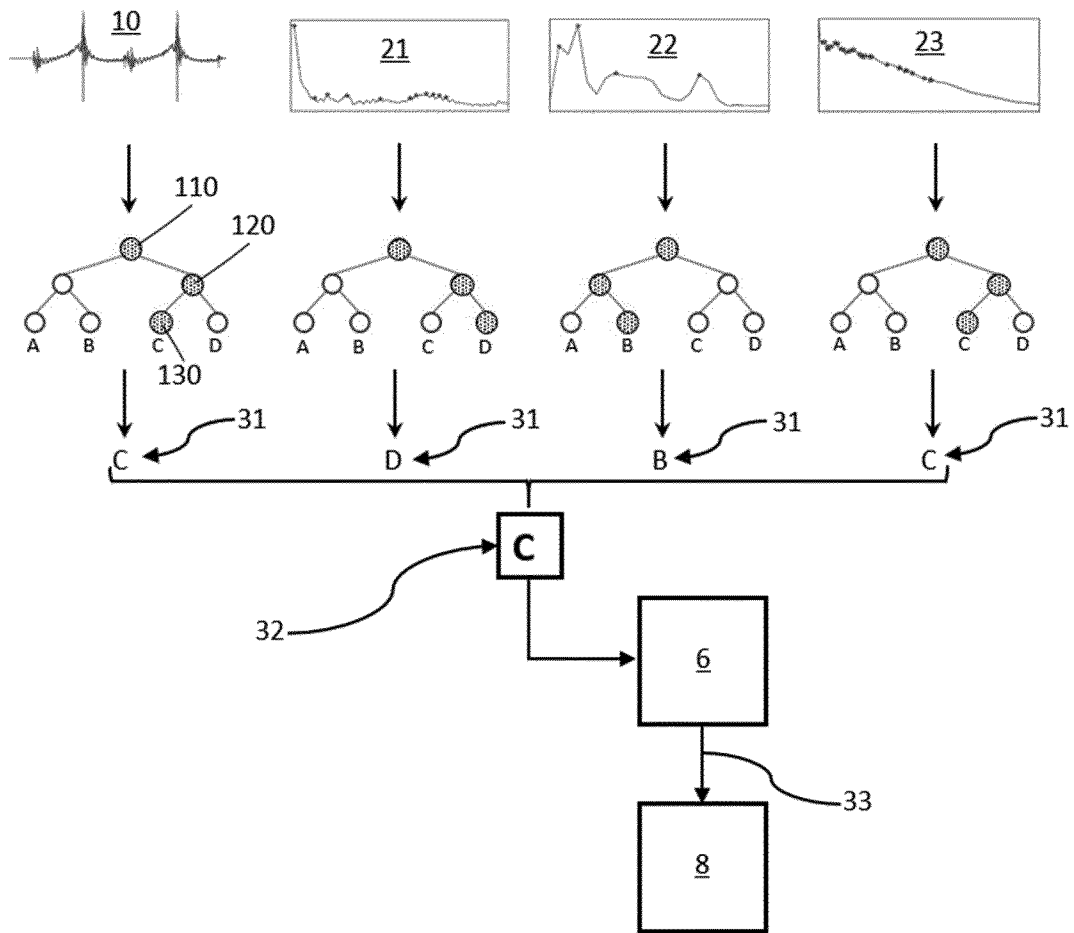
[fig 3]



[fig 4]



[fig 5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/080715

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B60S 1/38**(2006.01)i; **G06N 3/02**(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60S; G06N

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 3071794 A1 (VALEO SYSTEMES DESSUYAGE [FR]) 05 April 1919 (1919-04-05)	1-3
Y	the whole document	4,5
A		6-10
Y	CN 110901590 A (ROBERT BOSCH CO LTD) 24 March 2020 (2020-03-24)	4,5
A	abstract; claim 28	1,10
X	DE 102015003556 A1 (DAIMLER AG [DE]) 15 October 2015 (2015-10-15)	1-3
A	the whole document	10
A	FR 2644606 A1 (THOMSON CSF [FR]) 21 September 1990 (1990-09-21)	1-10
	the whole document	
A	EP 2316699 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 04 May 2011 (2011-05-04)	1-10
	the whole document	

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 January 2022

Date of mailing of the international search report

01 February 2022

Name and mailing address of the ISA/EP

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

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

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

Authorized officer

Blandin, Béatrice

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2021/080715

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
FR	3071794	A1	05 April 2019	NONE	
CN	110901590	A	24 March 2020	NONE	
DE	102015003556	A1	15 October 2015	NONE	
FR	2644606	A1	21 September 1990	NONE	
EP	2316699	A2	04 May 2011	DE 102009046132 A1	12 May 2011
				EP 2316699 A2	04 May 2011
				ES 2720181 T3	18 July 2019
				HU E042865 T2	29 July 2019

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2021/080715

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B60S1/38 G06N3/02 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) B60S G06N		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	FR 3 071 794 A1 (VALEO SYSTEMES DESSUYAGE [FR]) 5 avril 2019 (2019-04-05)	1-3
Y	le document en entier	4, 5
A	----- 6-10	
Y	CN 110 901 590 A (ROBERT BOSCH CO LTD) 24 mars 2020 (2020-03-24)	4, 5
A	abrégé; revendication 28	1, 10
X	DE 10 2015 003556 A1 (DAIMLER AG [DE]) 15 octobre 2015 (2015-10-15)	1-3
A	le document en entier	10
A	----- FR 2 644 606 A1 (THOMSON CSF [FR]) 21 septembre 1990 (1990-09-21)	1-10
	le document en entier	
	----- -/-	
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 24 janvier 2022		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 01/02/2022
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Blandin, Béatrice

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2021/080715

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 2 316 699 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 4 mai 2011 (2011-05-04) le document en entier -----	1-10

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2021/080715

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 3071794	A1	05-04-2019	AUCUN	
CN 110901590	A	24-03-2020	AUCUN	
DE 102015003556	A1	15-10-2015	AUCUN	
FR 2644606	A1	21-09-1990	AUCUN	
EP 2316699	A2	04-05-2011	DE 102009046132 A1	12-05-2011
			EP 2316699 A2	04-05-2011
			ES 2720181 T3	18-07-2019
			HU E042865 T2	29-07-2019