



(11) **EP 3 862 244 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**11.08.2021 Bulletin 2021/32**

(51) Int Cl.:  
**B61D 27/00 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **21155391.2**

(22) Date de dépôt: **05.02.2021**

(84) Etats contractants désignés:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Etats d'extension désignés:  
**BA ME**  
Etats de validation désignés:  
**KH MA MD TN**

(71) Demandeur: **ALSTOM Transport Technologies 93400 Saint-Ouen (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **AUDEMAR, Christophe 65310 HORGUES (FR)**  
• **CHAUCHAT, Bertrand 65360 SALLES ADOUR (FR)**

(30) Priorité: **07.02.2020 FR 2001207**

(74) Mandataire: **Lavoix 2, place d'Estienne d'Orves 75441 Paris Cedex 09 (FR)**

(54) **SYSTÈME DE REFROIDISSEMENT ET PROCÉDÉ DE DÉTECTION D'ENCRASSEMENT ASSOCIÉ**

(57) La présente invention concerne un système de refroidissement (12) comprenant une canalisation (16), et un système de détection (20) d'un encrassement du système de refroidissement (12).

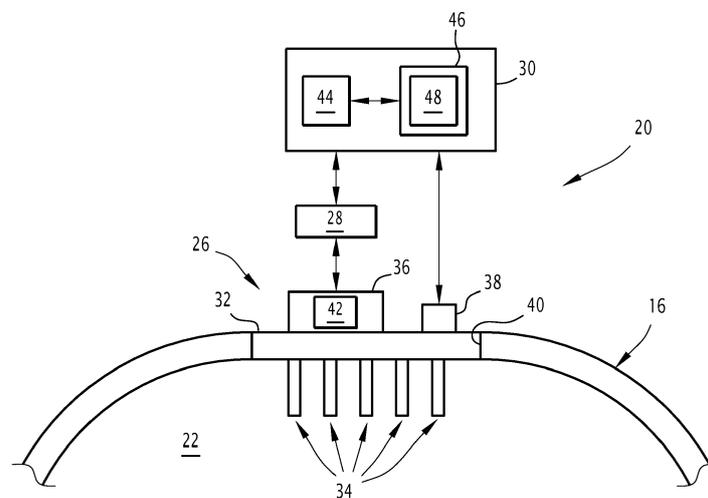
Le système de détection (20) comprend :

- un radiateur à ailettes (26) comprenant une base (32), des ailettes (34), un organe chauffant (36) et un capteur de température (38) de la base, les ailettes étant disposées à l'intérieur de la canalisation, l'organe chauffant (36) chauffant la base (32) à une température de chauffe

prédéterminée en fonction d'une puissance électrique d'alimentation prédéterminée ;

- un dispositif d'alimentation électrique (28) configuré pour alimenter l'organe chauffant avec la puissance électrique d'alimentation prédéterminée ; et

- une unité de traitement (30) configurée pour détecter un encrassement du système (12), en fonction de la puissance électrique d'alimentation prédéterminée fournie et de la température mesurée par le capteur de température.



**FIG.2**

**EP 3 862 244 A1**

## Description

**[0001]** La présente invention concerne un système de refroidissement, par exemple pour véhicule, notamment ferroviaire.

**[0002]** Une des contraintes des systèmes de refroidissement à air repose sur le fait que dans le temps, les débits de ventilation peuvent être affectés par des phénomènes liés à l'encrassement. Ces phénomènes peuvent intervenir au niveau du système de refroidissement lui-même ou bien au niveau de filtres à particules lorsque ceux-ci sont présents.

**[0003]** La baisse de débit de ventilation se traduit par une baisse de performance du système de refroidissement. Pour remédier à cette baisse de performance, il est nécessaire de réaliser des opérations de maintenances qui sont par exemple le nettoyage et/ou le remplacement du filtre.

**[0004]** Selon la fréquence de ces opérations, l'opération peut s'avérer très coûteuse et représenter un coût important pour l'exploitant.

**[0005]** Différentes stratégies de maintenance sont possibles.

**[0006]** Une première stratégie de maintenance est une maintenance corrective, qui consiste à ne rien faire jusqu'à ce que la baisse de performance ait un impact sur le fonctionnel voire la casse.

**[0007]** Une deuxième stratégie de maintenance est une maintenance systématique, qui consiste à réaliser des opérations de maintenance espacées dans le temps par des périodes prédéfinies.

**[0008]** Une troisième stratégie de maintenance est une maintenance prédictive, qui consiste à contrôler directement ou indirectement l'efficacité de refroidissement de façon automatique et régulière pour réaliser l'opération de maintenance le plus tard possible sans que le fonctionnel ne soit affecté. Cette troisième stratégie est généralement à privilégier en terme économique.

**[0009]** Pour contrôler l'efficacité de refroidissement, il est connu de mesurer le débit de ventilation pour détecter une éventuelle baisse de débit.

**[0010]** Pour mettre en œuvre une mesure du débit de ventilation, il est connu d'utiliser un anémomètre à hélice, ou d'autres types de dispositif tels qu'un film chaud ou une boule chaude. Néanmoins, ces types de capteur n'ont pas vocation à être montés à demeure sur du matériel roulant, par exemple ferroviaire, qui plus est dans un environnement susceptible d'être pollué, par exemple par des particules et/ou poussières, voire de l'eau.

**[0011]** En particulier, pour l'anémomètre à hélice, le dépôt de pollution rendra la mesure inexacte, dès lors que la rotation de l'hélice sera contrariée par un dépôt de pollution. Ainsi, cette solution n'est pas adaptée à un système de détection propre à équiper un véhicule, par exemple ferroviaire.

**[0012]** Il est aussi connu de mesurer par capteur une perte de charge calibrée. Néanmoins, dans un environnement potentiellement pollué et humide, ce type de me-

sure n'est pas adaptée à la durée de vie d'un matériel roulant. Ainsi, cette solution n'est pas adaptée non plus à un système de détection propre à équiper un véhicule.

**[0013]** L'invention a ainsi notamment pour but de proposer un système de détection d'un encrassement d'un système de refroidissement, le système de détection étant simple, robuste et adapté pour une utilisation prolongée dans un véhicule, par exemple ferroviaire.

**[0014]** A cet effet, l'invention a notamment pour objet un système de refroidissement comprenant une canalisation, un dispositif de production d'un flux d'air dans la canalisation, et un système de détection d'un encrassement du système de refroidissement, le système de détection comprenant :

- un radiateur à ailettes, le radiateur comprenant une base, une pluralité d'ailettes, un organe chauffant et un capteur de température, les ailettes s'étendant à partir de la base et étant disposées à l'intérieur de la canalisation, l'organe chauffant étant propre à chauffer la base à une température de chauffage prédéterminée en fonction d'une puissance électrique d'alimentation prédéterminée de l'organe chauffant, le capteur de température étant configuré pour mesurer une température de la base ;
- un dispositif d'alimentation électrique configuré pour alimenter l'organe chauffant avec la puissance électrique d'alimentation prédéterminée ; et
- une unité de traitement, connectée au capteur de température et au dispositif d'alimentation, l'unité de traitement étant configurée pour détecter un encrassement du système de refroidissement, en fonction de la puissance électrique d'alimentation prédéterminée fournie par le dispositif d'alimentation et de la température mesurée par le capteur de température.

**[0015]** Le système de refroidissement peut comprendre optionnellement l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou suivant toute combinaison techniquement possible :

- l'organe chauffant et le capteur de température sont disposés à l'extérieur de la canalisation ;
- le flux d'air produit par le dispositif de production est propre à présenter un débit local nominal circulant dans les ailettes du radiateur lorsque le système de refroidissement n'est pas encrassé, le radiateur présentant une résistance thermique à l'évacuation de la chaleur de l'organe de chauffage par les ailettes, la résistance thermique dépendant d'un débit local du flux d'air circulant dans les ailettes selon une courbe monotone décroissante, la courbe présentant une première région dans laquelle une valeur absolue d'une dérivée de la courbe est supérieure à un seuil prédéterminé, et une deuxième région dans laquelle une valeur absolue d'une dérivée de la courbe est inférieure au seuil prédéterminé, la courbe étant telle que le débit local nominal est compris dans la

- première région ;
- le seuil prédéterminé est choisi de sorte que, dans la première région, une baisse de 5% du débit local nominal implique une baisse d'au moins 5%, de préférence d'au moins 10%, de la résistance thermique du radiateur ;
- l'unité de traitement est configurée pour émettre un signal d'alerte à destination d'un opérateur, lorsqu'un encrassement est détecté ;
- l'unité de traitement est configurée pour déterminer un débit local du flux d'air circulant dans les ailettes en fonction de la puissance électrique d'alimentation prédéterminée fournie par le dispositif d'alimentation et de la température mesurée par le capteur de température, l'unité de traitement étant configurée pour détecter l'encrassement en comparant le débit local déterminé avec un débit local théorique non encrassé.

**[0016]** L'invention concerne aussi un véhicule, notamment ferroviaire comprenant un système de refroidissement tel que décrit ci-dessus.

**[0017]** Le véhicule peut comprendre optionnellement la caractéristique suivante : le véhicule comprend au moins un équipement électrique ou thermique, le système de refroidissement étant propre à refroidir l'équipement ou faisant partie de l'équipement, l'équipement étant par exemple un convertisseur électrique, un échangeur air/eau, un système de climatisation, ou un système de traction.

**[0018]** L'invention a également pour objet un procédé de détection d'un encrassement d'un système de refroidissement comprenant les étapes suivantes :

- fourniture d'un système de refroidissement,
- contrôle de l'encrassement du système de refroidissement, l'étape de contrôle de l'encrassement comprenant les sous-étapes de :
  - production d'un flux d'air dans la canalisation ;
  - alimentation de l'organe chauffant avec la puissance électrique d'alimentation prédéterminée et chauffage de la base par l'organe chauffant à la température de chauffage prédéterminée ;
- mesure de la température de la base par le capteur de température ;
- détection d'un encrassement du système de refroidissement, en fonction d'une comparaison entre la température mesurée par le capteur de température et la température de chauffage prédéterminée de l'organe chauffant.

**[0019]** Le procédé peut comprendre optionnellement l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou suivant toute combinaison techniquement possible :

- le procédé comprend une étape de fourniture d'un véhicule tel que décrit ci-dessus, l'étape de fourniture

du véhicule comprenant ladite étape de fourniture du système de refroidissement, ledit équipement présentant une configuration de fonctionnement, dans laquelle il est propre à mettre en œuvre une fonction prédéterminée, et une configuration d'arrêt, dans laquelle la fonction prédéterminée n'est pas mise en œuvre par l'équipement, l'étape de contrôle de l'encrassement étant mise en œuvre lorsque l'équipement est dans la configuration d'arrêt ;

- l'étape de contrôle de l'encrassement est répétée à intervalles de temps prédéterminés, chaque étape de contrôle de l'encrassement étant mise en œuvre lorsque l'équipement est dans la configuration d'arrêt ; et
- le véhicule comprend un système de traction, l'équipement étant distinct du système de traction, l'étape de contrôle de l'encrassement étant mise en œuvre lorsque l'équipement est dans la configuration d'arrêt et lorsque le système de traction est dans la configuration d'arrêt.

**[0020]** L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple, et faite en se référant aux figures annexées, parmi lesquelles :

[Fig 1] La figure 1 est une vue schématique d'un véhicule selon l'invention ; et

[Fig 2] La figure 2 est une vue schématique d'une partie du système de refroidissement du véhicule de la figure 1.

**[0021]** Un véhicule 10 selon l'invention est illustré sur la figure 1. Le véhicule 10 est par exemple un véhicule ferroviaire. En variante, le véhicule 10 est un véhicule de transport routier, par exemple un bus ou un car.

**[0022]** Le véhicule 10 comprend un système de refroidissement 12 selon l'invention.

**[0023]** Le véhicule 10 comprend aussi typiquement au moins un équipement 14 électrique ou thermique.

**[0024]** L'équipement 14 présente au moins une configuration de fonctionnement, dans laquelle il est propre à mettre en œuvre une fonction prédéterminée, et une configuration d'arrêt, dans laquelle la fonction prédéterminée n'est pas mise en œuvre par l'équipement 14.

**[0025]** Avantagusement, le passage de l'équipement 14 de la configuration d'arrêt à la configuration de fonctionnement, et/ou inversement, est contrôlable par un opérateur.

**[0026]** La fonction prédéterminée est par exemple une fonction de transfert d'énergie notamment électrique, hydraulique, de carburant, de volumes d'air ou de transfert d'énergie mécanique. La fonction prédéterminée est aussi en variante une fonction de stockage ou de transformation d'énergie.

**[0027]** La fonction prédéterminée dépend de la nature de l'équipement 14.

**[0028]** L'équipement 14 est ainsi par exemple un con-

vertisseur électrique, un échangeur air/eau, un système de climatisation, ou un système de traction.

**[0029]** Le système de refroidissement 12 est propre à refroidir l'équipement 14. En variante, comme dans le cas par exemple du système de climatisation, le système de refroidissement 12 fait partie de l'équipement 14.

**[0030]** Le système de refroidissement 12 est illustré sur la figure 1.

**[0031]** Le système de refroidissement 12 comprend une canalisation 16, un dispositif 18 de production d'un flux d'air dans la canalisation 16, et un système 20 de détection d'un encrassement du système de refroidissement 12.

**[0032]** Par « encrassement », on entend tout phénomène dégradant, en s'aggravant au cours du temps, le bon fonctionnement du système de refroidissement 12 vis-à-vis de la circulation de l'air dans la canalisation 16.

**[0033]** La canalisation 16 s'étend suivant une ligne directrice.

**[0034]** La canalisation 16 délimite un volume intérieur 22 dans lequel circule le flux d'air produit par le dispositif de production 18.

**[0035]** Le dispositif de production 18 comprend par exemple un ventilateur 24.

**[0036]** De préférence, le dispositif de production 18 est configuré pour produire le flux d'air à une température de ventilation prédéterminée, la température de ventilation prédéterminée étant par exemple contrôlable par un opérateur.

**[0037]** Le dispositif de production 18 du flux d'air est avantageusement configuré pour produire le flux d'air indépendamment de la configuration de l'équipement 14.

**[0038]** En particulier, le dispositif de production 18 est de préférence configuré pour produire le flux d'air même lorsque l'équipement 14 est dans sa configuration d'arrêt.

**[0039]** Le système de détection 20, illustré sur la figure 2, comprend un radiateur à ailettes 26, un dispositif d'alimentation électrique 28 et une unité de traitement 30.

**[0040]** Sur la figure 2, la canalisation 16 est représentée schématiquement en coupe transversale par rapport à sa ligne directrice.

**[0041]** Le radiateur 26 comprend une base 32, une pluralité d'ailettes 34, un organe chauffant 36 et un capteur de température 38.

**[0042]** Le radiateur 26 est monté sur la canalisation 16.

**[0043]** En particulier, la base 32 est par exemple reçue dans une ouverture traversante 40 de la canalisation 16 de manière étanche, de manière à empêcher toute perte du flux d'air circulant dans la canalisation 16.

**[0044]** La base 32 présente une forme quelconque.

**[0045]** La base 32 est thermiquement conductrice. Ici et par la suite, par les termes « un élément thermiquement conducteur », on entend que l'élément présente une conductivité thermique par exemple supérieure à 100 W/(m.K).

**[0046]** La base 32 est par exemple réalisée en aluminium.

**[0047]** Les ailettes 34 s'étendent à partir de la base 32

en faisant saillie.

**[0048]** Elles s'étendent parallèlement les unes aux autres, et sont disposées parallèles à la ligne directrice de la canalisation 16.

**[0049]** Les ailettes 34 sont thermiquement conductrices.

**[0050]** Ainsi, une chaleur transmise à la base 32 par l'organe chauffant 36 est propre à être transmise aux ailettes 34 par conduction thermique.

**[0051]** Les ailettes 34 sont disposées à l'intérieur de la canalisation 16, par exemple entièrement à l'intérieur de la canalisation 16.

**[0052]** Elles sont latéralement espacées de sorte qu'un flux d'air puisse circuler entre elles.

**[0053]** Les ailettes 34 sont ainsi propres à évacuer une chaleur transmise par la base 32 dans le volume intérieur 22 de la canalisation 16.

**[0054]** Le flux d'air produit par le dispositif de production 18 est propre à présenter un débit local nominal circulant dans les ailettes 34 du radiateur 26, lorsque le système de refroidissement 12 n'est pas encrassé.

**[0055]** En particulier, la position du radiateur 26 le long de la canalisation 16 est choisie en fonction de la géométrie de la canalisation 16 de sorte que, lorsque le système de refroidissement 12 n'est pas encrassé, le débit local nominal circulant dans les ailettes 34 est stable et présente une valeur sensiblement constante.

**[0056]** Le débit local circulant dans les ailettes 34 du radiateur 26 diminue en fonction d'un encrassement du système de refroidissement 12.

**[0057]** Le dispositif d'alimentation électrique 28 du radiateur 26 est configuré pour alimenter l'organe chauffant 36 avec une puissance électrique d'alimentation prédéterminée.

**[0058]** Le dispositif d'alimentation électrique 28 du radiateur 26 est par exemple disposé à demeure dans le véhicule 10 et est configuré pour alimenter d'autres systèmes électriques du véhicule 10.

**[0059]** Le dispositif d'alimentation électrique 28 est ainsi connecté électriquement à l'organe chauffant 36.

**[0060]** Ainsi, lors du montage du système de refroidissement 12, le dispositif d'alimentation électrique 28 est déjà présent dans le véhicule 10. Le radiateur à ailettes 26 est monté sur la canalisation 16 et l'organe chauffant 36 est connecté électriquement au dispositif d'alimentation 28.

**[0061]** L'organe chauffant 36 est propre à chauffer la base 32 à une température de chauffage prédéterminée en fonction de ladite puissance électrique d'alimentation prédéterminée.

**[0062]** L'organe chauffant 36 comprend par exemple une résistance électrique 42 alimentée par la puissance électrique d'alimentation prédéterminée.

**[0063]** L'organe chauffant 36 est dans cet exemple rapporté sur la base 32, et en contact avec elle.

**[0064]** L'organe chauffant 36 est disposé à l'extérieur de la canalisation 16.

**[0065]** Le capteur de température 38 est configuré

pour mesurer une température de la base 32, notamment en un point prédéterminé en surface de la base 32.

**[0066]** Le capteur de température 38 est par exemple analogique.

**[0067]** Le capteur de température 38 est disposé à l'extérieur de la canalisation 16.

**[0068]** Le point prédéterminé est alors à l'extérieur de la canalisation 16.

**[0069]** Le radiateur 26 présente une résistance thermique à l'évacuation de la chaleur de l'organe de chauffage par les ailettes 34.

**[0070]** La résistance thermique est une caractéristique dont la valeur dépend notamment d'un débit local du flux d'air circulant dans les ailettes 34 selon une courbe monotone décroissante.

**[0071]** En d'autres termes, plus le débit local du flux d'air circulant dans les ailettes 34 est important, plus la résistance thermique est faible et donc plus la chaleur de l'organe de chauffage est évacuée par les ailettes 34.

**[0072]** La courbe présente une première région dans laquelle une valeur absolue d'une dérivée de la courbe est supérieure à un seuil prédéterminé, et une deuxième région dans laquelle une valeur absolue d'une dérivée de la courbe est inférieure au seuil prédéterminé.

**[0073]** En d'autres termes, dans la première région, une faible variation de débit local s'accompagne d'une forte variation de la résistance thermique.

**[0074]** Par exemple, la valeur absolue de la dérivée de la courbe, sur l'ensemble du domaine de débit, est comprise entre une valeur maximale et une valeur minimale, le seuil prédéterminé étant supérieur à 50% de la valeur maximale.

**[0075]** Dans un exemple de réalisation, la courbe de résistance thermique est une courbe vérifiant la relation suivante :

$$R_{th} = A * \text{débit}^{(-B)}$$

où  $R_{th}$  est la résistance thermique, A et B sont des coefficients dépendant de la géométrie du radiateur 26, et « débit » est le débit local du flux d'air circulant dans les ailettes 34.

**[0076]** Dans un mode avantageux de l'invention, la courbe est choisie telle que le débit local nominal circulant dans les ailettes 34, lorsque le système de refroidissement 12 n'est pas encrassé, est compris dans la première région.

**[0077]** Le seuil prédéterminé est choisi de préférence de sorte que, dans la première région, une baisse de 5% du débit local nominal implique une baisse d'au moins 5%, de préférence d'au moins 10%, de la résistance thermique du radiateur 26.

**[0078]** Ainsi, le capteur de température 38 est propre à détecter une faible baisse du débit local, étant donné que cela s'accompagne d'une forte variation de la résistance thermique et donc d'une forte variation de la température de la base 32.

**[0079]** L'unité de traitement 30 est connectée au moins au capteur de température 38 et au dispositif d'alimentation 28.

**[0080]** L'unité de traitement 30 est par exemple disposée à demeure dans le véhicule 10 et est connectée à d'autres systèmes électriques du véhicule 10.

**[0081]** L'unité de traitement 30 comprend un processeur 44 et une mémoire 46.

**[0082]** Ainsi, lors du montage du système de refroidissement 12, l'unité de traitement 30 est déjà présente dans le véhicule 10. Le capteur de température 38 du radiateur à ailettes 26 est connecté électriquement à l'unité de traitement 30.

**[0083]** Le processeur 44 est adapté pour exécuter des modules contenus dans la mémoire 46, notamment un système d'exploitation permettant le fonctionnement classique d'un système informatique.

**[0084]** La mémoire 46 comprend différentes zones de mémoire, stockant notamment un module de détection 48 propre à gérer la détection d'un encrassement du système de refroidissement 12 comme détaillée ci-après.

**[0085]** La mémoire 46 stocke aussi par exemple la courbe de résistance thermique du radiateur 26.

**[0086]** La mémoire 46 stocke de plus par exemple un modèle mathématique ou une base de données reliant un débit local du flux d'air circulant dans les ailettes 34 à la puissance électrique d'alimentation prédéterminée fournie par le dispositif d'alimentation 28 et à la température mesurée par le capteur de température 38.

**[0087]** Le modèle mathématique est par exemple un modèle empirique déterminé en amont de la mise en place du système de refroidissement 12.

**[0088]** La mémoire 46 stocke en outre un débit local théorique non encrassé dont la valeur est représentative du débit local nominal circulant dans les ailettes 34, lorsque le système de refroidissement 12 n'est pas encrassé.

**[0089]** Dans l'exemple de réalisation de l'invention, le module de détection 48 est réalisé sous forme d'un logiciel stocké dans la mémoire 46 et apte à être exécuté par le processeur 44. En variante, le module de détection 48 est réalisé au moins partiellement sous forme d'un composant logique programmable, ou encore sous forme d'un circuit intégré dédié, inclus dans le système de détection 20.

**[0090]** L'unité de traitement 30, par l'intermédiaire de son module de détection 48, est configurée pour détecter un encrassement du système de refroidissement 12, en fonction de la puissance électrique d'alimentation prédéterminée fournie par le dispositif d'alimentation et de la température mesurée par le capteur de température 38.

**[0091]** Pour cela, le module de détection 48 est configuré pour commander l'alimentation de l'organe chauffant 36 avec la puissance électrique d'alimentation prédéterminée fournie par le dispositif d'alimentation électrique 28.

**[0092]** Cette commande est mise en œuvre lorsque le dispositif de production 18 produit un flux d'air dans la canalisation 16, et de préférence de sorte que la tempé-

rature de chauffage soit supérieure à la température de ventilation prédéterminée.

**[0093]** Pour détecter un encrassement, le module de détection 48 est configuré pour déterminer un débit local du flux d'air circulant dans les ailettes 34 en fonction de la puissance électrique d'alimentation prédéterminée fournie par le dispositif d'alimentation 28 et de la température mesurée par le capteur de température 38.

**[0094]** Pour cela, le module de détection 48 est configuré pour acquérir la puissance électrique d'alimentation prédéterminée et la température mesurée par le capteur de température 38 et à utiliser ledit modèle mathématique ou la base de données stocké(e) dans la mémoire 46.

**[0095]** Le module de détection 48 est alors configuré pour détecter l'encrassement en comparant le débit local déterminé avec le débit local théorique non encrassé stocké dans la mémoire 46.

**[0096]** L'encrassement est détecté si le débit local déterminé est inférieur d'un seuil prédéterminé par rapport au débit local théorique non encrassé.

**[0097]** Le module de détection 48 est ensuite configuré de préférence pour émettre un signal d'alerte à destination d'un opérateur, lorsqu'un encrassement est détecté.

**[0098]** L'opérateur est alors en mesure d'intervenir pour réaliser une opération de maintenance afin de diminuer ou supprimer l'encrassement.

**[0099]** Avantagusement, le module de détection 48 est configuré pour mettre en œuvre la détection de l'encrassement lorsque l'équipement 14 est dans sa configuration d'arrêt, et, si l'équipement 14 n'est pas le système de traction du véhicule, lorsque le système de traction est à l'arrêt.

**[0100]** Cela permet d'obtenir des conditions maîtrisées concernant la circulation d'air dans la canalisation 16 et des conditions thermiques maîtrisées. En effet, le véhicule 10 ne bouge pas et présente moins d'équipement(s) dégageant de la chaleur, lorsque le système de traction est à l'arrêt.

**[0101]** Par exemple, le module de détection 48 est configuré pour mettre en œuvre la détection de l'encrassement de manière répétée à intervalles de temps prédéterminés, chaque détection étant mise en œuvre lorsque l'équipement 14 est dans la configuration d'arrêt.

**[0102]** Un procédé de détection d'un encrassement du système de refroidissement 12 décrit ci-dessus va maintenant être décrit.

**[0103]** Le procédé comprend la fourniture du système de refroidissement 12 et avantagusement du véhicule 10 comprenant le système de refroidissement 12.

**[0104]** Le procédé comprend alors le contrôle de l'encrassement du système de refroidissement 12.

**[0105]** Cette étape de contrôle est par exemple mise en œuvre par le module de détection 48 décrit ci-dessus.

**[0106]** L'étape de contrôle de l'encrassement comprend la production d'un flux d'air dans la canalisation 16, par le dispositif de production 18.

**[0107]** L'organe chauffant 36 est alors alimenté avec la puissance électrique d'alimentation prédéterminée et

la base 32 est chauffée par l'organe chauffant 36 à la température de chauffage prédéterminée.

**[0108]** L'étape de contrôle de l'encrassement comprend la mesure de la température de la base 32 par le capteur de température 38.

**[0109]** L'étape de contrôle de l'encrassement comprend alors la détection d'un encrassement du système de refroidissement 12, en fonction d'une comparaison entre la température mesurée par le capteur de température 38 et la température de chauffage prédéterminée de l'organe chauffant 36, comme décrit plus en détail ci-dessus.

**[0110]** Avantagusement, l'étape de contrôle de l'encrassement est mise en œuvre lorsque l'équipement 14 est dans la configuration d'arrêt.

**[0111]** De plus, l'étape de contrôle est en outre de préférence mise en œuvre lorsque l'équipement 14 est dans sa configuration d'arrêt, et, si l'équipement 14 n'est pas le système de traction du véhicule, lorsque le système de traction est à l'arrêt.

**[0112]** En outre, de préférence, l'étape de contrôle de l'encrassement est répétée à intervalles de temps prédéterminés, chaque étape de contrôle de l'encrassement étant mise en œuvre lorsque l'équipement 14 est dans la configuration d'arrêt.

**[0113]** Ainsi, il est garanti que le système de refroidissement 12 n'est pas encrassé avant le fonctionnement de l'équipement 14, et avant que le système de traction fonctionne et que le véhicule 10 entre en mouvement.

**[0114]** Grâce aux caractéristiques précédemment décrites, un système de détection 20 d'encrassement simple et robuste est fourni.

**[0115]** Le système de détection 20 de l'invention est en outre adapté pour une utilisation prolongée dans un véhicule 10. En effet, le système n'est pas sensible aux environnements éventuellement humides et pollués.

**[0116]** La connaissance quasi en temps réel de l'état d'encrassement du système de refroidissement 12, permet alors de programmer au juste besoin les opérations de maintenance.

## Revendications

1. Système de refroidissement (12) comprenant une canalisation (16), un dispositif de production (18) d'un flux d'air dans la canalisation (16), et un système de détection (20) d'un encrassement du système de refroidissement (12), le système de détection (20) comprenant :

- un radiateur à ailettes (26), le radiateur (26) comprenant une base (32), une pluralité d'ailettes (34), un organe chauffant (36) et un capteur de température (38), les ailettes (34) s'étendant à partir de la base (32) et étant disposées à l'intérieur de la canalisation (16), l'organe chauffant (36) étant propre à chauffer la base (32) à une

- température de chauffage prédéterminée en fonction d'une puissance électrique d'alimentation prédéterminée de l'organe chauffant (36), le capteur de température (38) étant configuré pour mesurer une température de la base (32) ;
- un dispositif d'alimentation électrique (28) configuré pour alimenter l'organe chauffant (36) avec la puissance électrique d'alimentation prédéterminée ; et
  - une unité de traitement (30), connectée au capteur de température (38) et au dispositif d'alimentation (28), l'unité de traitement (30) étant configurée pour détecter un encrassement du système de refroidissement (12), en fonction de la puissance électrique d'alimentation prédéterminée fournie par le dispositif d'alimentation et de la température mesurée par le capteur de température (38).
2. Système de refroidissement (12) selon la revendication 1, dans lequel l'organe chauffant (36) et le capteur de température (38) sont disposés à l'extérieur de la canalisation (16).
  3. Système de refroidissement (12) selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel le flux d'air produit par le dispositif de production (18) est propre à présenter un débit local nominal circulant dans les ailettes (34) du radiateur (26) lorsque le système de refroidissement (12) n'est pas encrassé, le radiateur (26) présentant une résistance thermique à l'évacuation de la chaleur de l'organe de chauffage par les ailettes (34), la résistance thermique dépendant d'un débit local du flux d'air circulant dans les ailettes (34) selon une courbe monotone décroissante, la courbe présentant une première région dans laquelle une valeur absolue d'une dérivée de la courbe est supérieure à un seuil prédéterminé, et une deuxième région dans laquelle une valeur absolue d'une dérivée de la courbe est inférieure au seuil prédéterminé, la courbe étant telle que le débit local nominal est compris dans la première région.
  4. Système de refroidissement (12) selon la revendication 3, dans lequel le seuil prédéterminé est choisi de sorte que, dans la première région, une baisse de 5% du débit local nominal implique une baisse d'au moins 5%, de préférence d'au moins 10%, de la résistance thermique du radiateur (26).
  5. Système de refroidissement (12) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel l'unité de traitement (30) est configurée pour émettre un signal d'alerte à destination d'un opérateur, lorsqu'un encrassement est détecté.
  6. Système de refroidissement (12) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel l'unité de traitement (30) est configurée pour déterminer un débit local du flux d'air circulant dans les ailettes (34) en fonction de la puissance électrique d'alimentation prédéterminée fournie par le dispositif d'alimentation et de la température mesurée par le capteur de température (38), l'unité de traitement (30) étant configurée pour détecter l'encrassement en comparant le débit local déterminé avec un débit local théorique non encrassé.
  7. Véhicule (10), notamment ferroviaire, comprenant un système de refroidissement (12) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6.
  8. Véhicule (10) selon la revendication 7, comprenant au moins un équipement (14) électrique ou thermique, le système de refroidissement (12) étant propre à refroidir l'équipement (14) ou faisant partie de l'équipement (14), l'équipement (14) étant par exemple un convertisseur électrique, un échangeur air/eau, un système de climatisation, ou un système de traction.
  9. Procédé de détection d'un encrassement d'un système de refroidissement (12) comprenant les étapes suivantes :
    - fourniture d'un système de refroidissement (12) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 ;
    - contrôle de l'encrassement du système de refroidissement (12), l'étape de contrôle de l'encrassement comprenant les sous-étapes de :
      - production d'un flux d'air dans la canalisation (16) ;
      - alimentation de l'organe chauffant (36) avec la puissance électrique d'alimentation prédéterminée et chauffage de la base (32) par l'organe chauffant (36) à la température de chauffage prédéterminée ;
      - mesure de la température de la base (32) par le capteur de température (38) ;
      - détection d'un encrassement du système de refroidissement (12), en fonction d'une comparaison entre la température mesurée par le capteur de température (38) et la température de chauffage prédéterminée de l'organe chauffant (36).
  10. Procédé de détection selon la revendication 9, comprenant une étape de fourniture d'un véhicule (10) selon la revendication 8, l'étape de fourniture du véhicule (10) comprenant ladite étape de fourniture du système de refroidissement (12), ledit équipement (14) présentant une configuration de fonctionnement, dans laquelle il est propre à met-

tre en œuvre une fonction prédéterminée, et une configuration d'arrêt, dans laquelle la fonction prédéterminée n'est pas mise en œuvre par l'équipement (14),

l'étape de contrôle de l'encrassement étant mise en œuvre lorsque l'équipement (14) est dans la configuration d'arrêt.

5

10

15

20

25

30

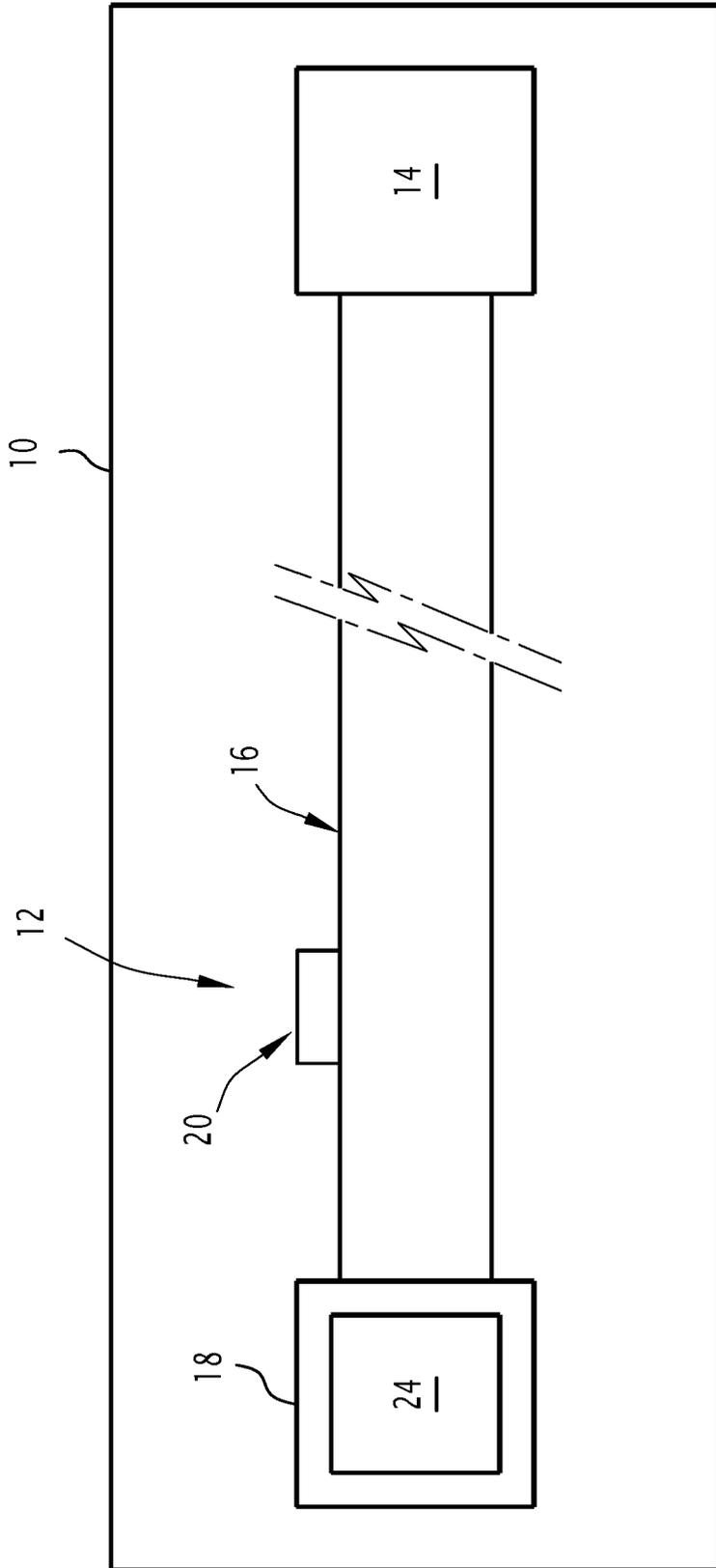
35

40

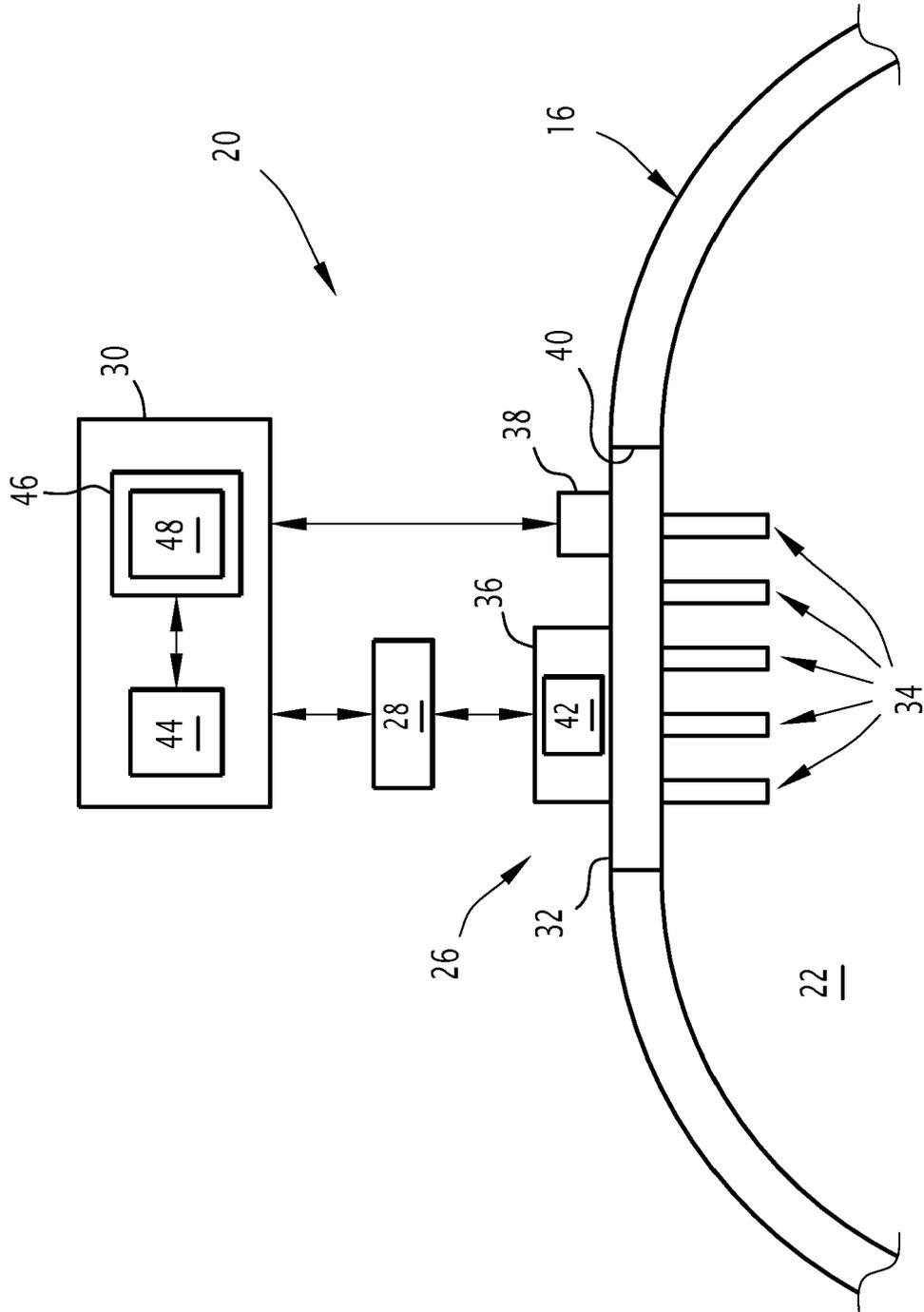
45

50

55



**FIG.1**



**FIG.2**



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 21 15 5391

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	EP 3 470 292 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 17 avril 2019 (2019-04-17) * alinéa [0007] *	1-10	INV. B61D27/00
A	EP 0 908 341 A1 (CHAUSSON SERVICE [FR]) 14 avril 1999 (1999-04-14) * revendication 1 *	1-10	
A	FR 3 063 250 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES [FR]) 31 août 2018 (2018-08-31) * revendication 1 *	1-10	
A	JP H10 314527 A (CALSONIC CORP) 2 décembre 1998 (1998-12-02) * alinéa [0010] - alinéa [0011] *	1-10	
A	JP H06 278453 A (HONDA MOTOR CO LTD) 4 octobre 1994 (1994-10-04) * revendications 1-3 *	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			B60H B61D
2 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 14 juin 2021	Examineur Lorandi, Lorenzo
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.

EP 21 15 5391

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

14-06-2021

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 3470292 A1	17-04-2019	CN 109311489 A	05-02-2019
		EP 3470292 A1	17-04-2019
		JP 6639666 B2	05-02-2020
		JP WO2017212630 A1	20-12-2018
		US 2019137199 A1	09-05-2019
		WO 2017212630 A1	14-12-2017
-----			
EP 0908341 A1	14-04-1999	AT 229442 T	15-12-2002
		DE 69810054 T2	25-09-2003
		DK 0908341 T3	06-01-2003
		EP 0908341 A1	14-04-1999
		ES 2187871 T3	16-06-2003
		FR 2769265 A1	09-04-1999
		US 6107923 A	22-08-2000
-----			
FR 3063250 A1	31-08-2018	AUCUN	
-----			
JP H10314527 A	02-12-1998	AUCUN	
-----			
JP H06278453 A	04-10-1994	JP 3305800 B2	24-07-2002
		JP H06278453 A	04-10-1994
-----			

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82