

(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 54784 B1**
- (51) Cl. internationale : **B61L 23/04; G01M 5/00; G01L 19/06; G01L 1/24**
- (43) Date de publication : **30.06.2022**
-
- (21) N° Dépôt : **54784**
- (22) Date de Dépôt : **14.03.2019**
- (71) Demandeur(s) : **Thales Management & Services Deutschland GmbH, Thalesplatz 1 71254 Ditzingen (DE)**
- (72) Inventeur(s) : **Linsdall, David ; Klemm, Rainer ; Föllner, Scarlett ; Heyder, Matthias ; Naumovski, Petar**
- (74) Mandataire : **SABA & CO., TMP**
- (86) N° de dépôt auprès de l'organisme de validation: EP19162729.8**
-
- (54) Titre : **UNITÉ DE DÉTECTION DE FIBRE OPTIQUE, SYSTÈME DE MESURE OPTIQUE, PROCÉDÉ DE COMPTAGE D'AXE, DISPOSITIF DE COMPTAGE D'AXE**
- (57) Abrégé : Unité de capteur à fibre optique (1a) pour détecter une force mécanique agissant sur un rail (15) comprenant au moins une première fibre de capteur (2, 3), un premier capteur de contrainte à fibre optique allongée (4) et un second capteur de contrainte à fibre optique allongée capteur (5), dans lequel la première fibre de capteur (2) comprend le premier capteur de contrainte (4), est caractérisé en ce que la au moins une fibre de capteur (2, 3) est fixée à une plaque de capteur, et en ce que la première fibre de capteur de contrainte le capteur (4) et le deuxième capteur de contrainte (5) sont agencés selon un type ou une géométrie x, le premier capteur de contrainte (4) et le deuxième capteur de contrainte (5) étant agencés selon un angle de 60° à 120°, notamment de 90°, l'un par rapport à l'autre. Des mesures avec une amplification accrue du signal de mesure et des données brutes améliorées peuvent être réalisées.

REVENDEICATIONS

1. Unité de capteur à fibre optique (1a ; 1b ; 1c) pour détecter une force mécanique agissant sur un rail (15) comprenant :
 - 5 au moins une première fibre de capteur (2, 3 ; 10),
un premier capteur de contrainte (4) à fibre optique allongée et un second capteur de contrainte à fibre optique allongée (5), la première fibre de capteur (2 ; 10) comprenant le premier capteur de contrainte (4), les capteurs de contrainte à fibre optique (4, 5) étant des réseaux de Bragg sur fibre, les deux réseaux de Bragg sur
10 fibre étant inscrits dans une fibre de capteur (10) ou chacun des réseaux de Bragg sur fibres étant inscrit dans une fibre de capteur (2, 3) séparée,
caractérisée
en ce que l'au moins une fibre de capteur (2, 3 ; 10) est fixée à une plaque de capteur (6),
et
15 en ce que le premier capteur de contrainte (4) à fibre et le second capteur de contrainte (5) sont agencés selon une géométrie de type x ou de type v, le premier capteur de contrainte (4) et le second capteur de contrainte (5) étant agencés selon un angle de 60° à 120°, en particulier de 90°, l'un par rapport à l'autre, et
en ce que la plaque de capteur comprend un évidement (9, 9a, 9b), l'au moins une fibre
20 couvrant l'évidement (9, 9a, 9b) de telle sorte que les capteurs de contrainte sont positionnés librement à l'intérieur de l'évidement (9, 9a, 9b) sans contact avec la plaque de capteur.
2. Unité de capteur à fibre optique (1a ; 1b) selon la revendication 1,
25 caractérisée en ce que le premier capteur de contrainte (4) et le second capteur de contrainte (5) sont agencés selon une géométrie de type x, et les capteurs de contrainte (4, 5) étant à distance les uns des autres dans une direction perpendiculaire aux extensions longitudinales des capteurs de contrainte (4, 5).
- 30 3. Unité de capteur à fibre optique (1a ; 1b ; 1c) selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que la plaque de capteur (6) comprend au moins une rainure (7, 8 ; 11) dans laquelle est fixée l'au moins une fibre de capteur (2, 3 ; 10).
- 35 4. Unité de capteur à fibre optique (1a ; 1b ; 1c) selon la revendication 3, caractérisée en ce que l'au moins une rainure (7, 8 ; 11) est gravée.

5. Unité de capteur à fibre optique (1a ; 1b) selon la revendication 3 ou 4, caractérisée en ce que la première rainure (7, 8) et la seconde rainure font partie de la même plaque de capteur, les deux rainures (7, 8) étant à différents niveaux de hauteur de la plaque de capteur (6).
- 5
6. Unité de capteur à fibre optique (1b, 1c) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que la fibre de capteur (10) comprend à la fois le premier réseau de Bragg sur fibre (4) et le second réseau de Bragg sur fibre (5).
- 10 7. Unité de capteur à fibre optique (1a) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que l'unité de capteur à fibre optique comprend deux fibres de capteur (2, 3), chaque réseau de Bragg sur fibre (4, 5) faisant partie d'une fibre de capteur (2, 3) séparée.
- 15 8. Unité de capteur à fibre optique selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la plaque de capteur (6) est fixée à une plaque de base pour monter le capteur à fibre optique sur le rail, la plaque de base ayant un plan inférieur continu.
- 20 9. Unité de capteur à fibre optique selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la plaque de capteur (6) comporte un amplificateur mécanique, qui transfère et multiplie l'alternance de longueur du rail au réseau de Bragg sur fibre.
- 25 10. Système de mesure optique pour mesurer la contrainte de cisaillement d'un rail (15), le système comprenant :
- le rail (15) ayant une extension longitudinale et un axe neutre (16), qui s'étend le long de l'extension longitudinale,
- une unité de capteur à fibre optique (1a ; 1b ; 1c) selon l'une des revendications précédentes pour détecter des signaux optiques en fonction de la contrainte de
- 30 cisaillement agissant sur le rail (15), l'unité de capteur à fibre optique (1a ; 1b ; 1c) étant montée au niveau du rail (15) de telle sorte que les réseaux de Bragg sur fibre sont orientés obliquement par rapport à l'axe neutre (16),
- une source de lumière (18) qui est adaptée pour coupler de la lumière dans les fibres de capteur (2, 3 ; 10) de l'unité de capteur à fibre optique, et
- 35 une unité de traitement de signaux (20) pour traiter des signaux détectés par l'unité de capteur à fibre optique (1a ; 1b ; 1c).

11. Système de mesure optique selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'unité de traitement de signal (20) comprend un filtre de bord doté d'un front descendant et un front ascendant, et en ce que le premier réseau de Bragg sur fibre (4) présente une longueur d'onde de Bragg au niveau du front ascendant et que le second réseau de Bragg sur fibre (5) présente une longueur d'onde de Bragg au niveau du front descendant du filtre de bord.
12. Système de mesure optique selon les revendications 10 à 11, caractérisé en ce que les capteurs de contrainte (4, 5) sont agencés symétriquement par rapport à un plan comprenant l'axe neutre (16) du rail (15).
13. Système de mesure optique selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, caractérisé en ce que les capteurs de contrainte (4, 5) sont agencés symétriquement à un plan perpendiculaire à l'axe neutre (16) du rail.
14. Dispositif de comptage d'essieux comprenant au moins une source de lumière (18) et au moins une unité de comptage (19), chaque unité de comptage (19) comprenant au moins une unité de capteur à fibre optique (1a ; 1b ; 1c) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, l'au moins une unité de capteur à fibre optique (1a ; 1b ; 1c) étant adaptée pour être montée sur un rail (15), et une unité de traitement de signal (20), la source de lumière (18) étant adapté pour coupler de la lumière dans les fibres de capteur (2, 3, ; 10) de l'unité de capteur à fibre optique (1a ; 1b ; 1c).
15. Procédé de comptage d'essieux pour véhicules reliés par rail, comprenant les étapes de procédé suivantes :
- le couplage, par l'intermédiaire d'au moins une fibre de capteur (2, 3, ; 10), de lumière dans un premier et un second capteur de contrainte à fibre optique (4, 5) étant des réseaux de Bragg sur fibre d'une unité de capteur à fibre optique (1a ; 1b ; 1c) qui est fixée à un rail (15),
 - la détection de lumière réfléchi par le premier et le second capteur de contrainte à fibre optique (4, 5), à la suite de laquelle un signal de contrainte de cisaillement du rail (15) est reçu dans chaque cas, chaque capteur de contrainte à fibre optique (4, 5) ayant un spectre de réflexion ayant un pic de réflexion (P1, P2) qui est à une longueur d'onde de Bragg λ_1 , λ_2 et qui a une largeur totale à mi-hauteur (LTMH),

- c) la génération d'un signal de différence de contrainte de cisaillement à partir des deux signaux de contrainte de cisaillement reçus ;
- d) la génération d'un signal de roue à l'intérieur d'une unité de traitement de signal si le signal de différence de contrainte de cisaillement dépasse une valeur limite supérieure prédéterminée ou tombe en dessous d'une valeur limite inférieure

5

prédéterminée,

caractérisé en ce que

les capteurs de contrainte à fibre optique (4, 5) qui sont utilisés sont agencés selon une géométrie de type x ou de type v, le premier capteur de contrainte (4) et le second capteur de contrainte (5) étant agencés selon un angle de 60° à 120°, en particulier de 90°, l'un par rapport à l'autre, les deux réseaux de Bragg sur fibres étant inscrits dans une fibre de capteur (10) ou chacun des réseaux de Bragg sur fibres étant inscrit dans une fibre de capteur (2, 3) séparée, la plaque de capteur comprenant un évidement (9, 9a, 9b), l'au moins une fibre enjambant l'évidement (9, 9a, 9b) de telle sorte que les capteurs de contrainte sont positionnés librement à l'intérieur de l'évidement (9, 9a, 9b) sans contact avec la plaque de capteur, et

la largeur totale à mi-hauteur (LTMH) du pic de réflexion (P1, P2) des premiers capteurs de contrainte à fibre optique (4) et du second capteur de contrainte à fibre optique (5) s'écartant de l'un de l'autre d'un maximum de 200 %.

20

16. Procédé de comptage d'essieux selon la revendication 15, caractérisé en ce que la fibre de capteur (10) qui est utilisée comprend à la fois les premier et second capteurs de contrainte à fibre optique (4, 5), les premier et second capteurs de contrainte à fibre optique (4, 5) étant agencés en rangée et ayant des longueurs d'onde de Bragg (λ_1 , λ_2) différentes, et
- en ce que le signal de différence de contrainte de cisaillement est généré optiquement par un chevauchement spectral des pics de réflexion (P1, P2) des deux capteurs de contrainte à fibre optique (4, 5) pendant la transition d'un état non contraint à un état contraint.

25

30

17. Procédé de comptage d'essieux selon la revendication 15 ou 16, caractérisé en ce que les étapes a) à d) du procédé sont effectuées avec une autre unité de capteur à fibre optique (1a ; 1b ; 1c) qui est fixée à un autre rail de la voie dans lequel les deux unités de capteurs à fibre optique sont espacées l'une de l'autre dans le sens du rail.