



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
24.06.2020 Bulletin 2020/26

(51) Int Cl.:
B61K 9/02 (2006.01) G02B 27/18 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **19216512.4**

(22) Date de dépôt: **16.12.2019**

(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

(72) Inventeurs:
• **COMBEAU, Eric**
17600 CORME ROYAL (FR)
• **PINAUD, Yann**
17000 LA ROCHELLE (FR)
• **VINEL, Pascal**
17170 CRAM CHABAN (FR)

(30) Priorité: **18.12.2018 FR 1873213**

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

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

(54) **SYSTÈME DE VÉRIFICATION D'INSERTION D'UN VÉHICULE SUR UNE VOIE ET PROCÉDÉ ASSOCIÉ**

(57) Système de vérification (10) d'insertion d'un véhicule sur une voie (12) de circulation dudit véhicule, le système de vérification (10) comprenant :

- un châssis (20) propre à être déplacé sensiblement le long de la voie (12), caractérisé en ce que le système de vérification (10) comprend également, montés sur le châssis (20) :

- un système de projection (30) au-dessus de la voie (12) d'un gabarit optique (40) représentatif d'une enveloppe externe du véhicule, et

- un système d'enregistrement (32), propre à détecter et enregistrer des interférences entre le gabarit optique (40) et un objet de l'environnement de la voie (12).

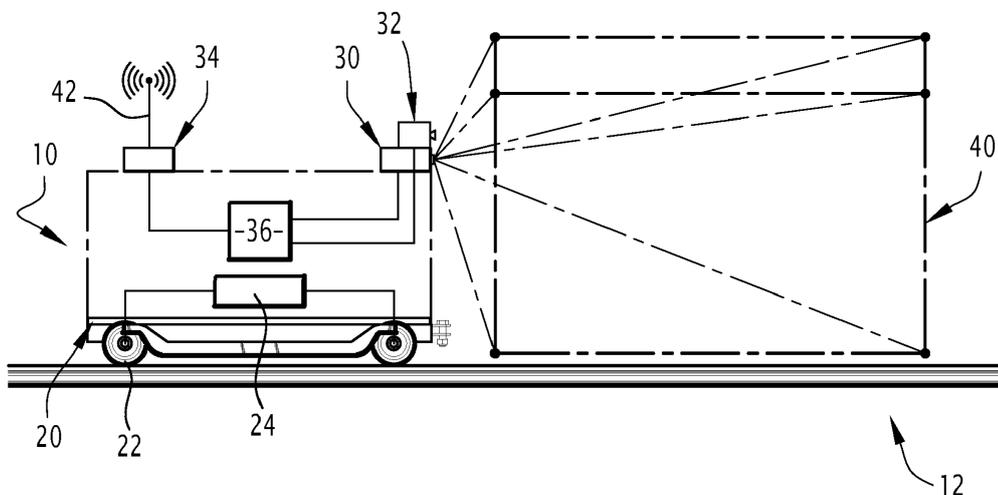


FIG.1

Description

[0001] La présente invention concerne un système de vérification d'insertion d'un véhicule sur une voie de circulation dudit véhicule, le système de vérification comprenant un châssis propre à être déplacé sensiblement le long de la voie. L'invention concerne également un procédé de vérification mettant en œuvre un tel système.

[0002] Avant de faire circuler un nouveau véhicule, notamment un véhicule ferroviaire sur une voie ferrée pour la première fois, il est connu de contrôler que le véhicule va s'insérer correctement sur la voie.

[0003] Il est notamment important de contrôler que l'environnement de la voie ne comporte pas d'obstacles au passage du véhicule, notamment dans les courbes de la voie, où le véhicule est amené à s'incliner légèrement sous l'effet de l'accélération de virage.

[0004] Il est de plus important de vérifier que deux véhicules circulant sur deux voies parallèles peuvent se croiser sans risque de choc.

[0005] Pour effectuer un tel contrôle, il est connu de faire circuler un véhicule de test sur la voie, portant un gabarit mobile en bois. Le gabarit présente une section transverse à la voie identique à celle du véhicule ferroviaire, et des parties mobiles permettent de modifier cette section afin de modéliser l'inclinaison du véhicule lors d'un virage.

[0006] Ces dispositifs peuvent encore être améliorés. En effet, la fabrication d'un gabarit en bois correspondant à un nouveau véhicule ferroviaire à modéliser, sa mise en œuvre sur la voie ferrée et son stockage sont des opérations fastidieuses, nécessitant du temps et des ressources, notamment en termes de main d'œuvre.

[0007] Un but de l'invention est ainsi de fournir un système de vérification d'insertion d'un véhicule sur une voie de circulation, notamment ferroviaire, ou sur un projet de voie de circulation adaptable et réutilisable, plus simple à mettre en œuvre, et moins encombrant.

[0008] A cet effet, l'invention a pour objet un système de vérification d'insertion d'un véhicule sur une voie de circulation dudit véhicule, le système de vérification comprenant :

- un châssis propre à être déplacé sensiblement le long de la voie,

dans lequel le système de vérification comprend également, montés sur le châssis :

- un système de projection au-dessus de la voie d'un gabarit optique représentatif d'une enveloppe externe du véhicule, et
- un système d'enregistrement, propre à détecter et enregistrer des interférences entre le gabarit optique et au moins un objet de l'environnement de la voie.

[0009] Un tel système de vérification d'insertion d'un véhicule est adaptable pour modéliser n'importe quel vé-

hicule adapté à circuler sur la voie de circulation, présente un encombrement très réduit, et est mis en œuvre de manière très simplifiée.

[0010] Selon des modes de réalisation particuliers, le système selon l'invention présente l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou selon toute combinaison techniquement réalisable :

- le système d'enregistrement est également configuré pour mesurer et enregistrer des distances entre chaque objet d'un environnement de la voie et le gabarit optique ;
- le système de projection est configuré pour modifier localement le gabarit optique, en fonction d'une courbure locale de la voie et d'une vitesse théorique locale de circulation du véhicule sur la voie ;
- le système de vérification comprend en outre un système de communication propre à localiser le système à partir de coordonnées mesurées par satellite ;
- le système de projection fonctionne par holographie et comprend au moins un projecteur laser à balayage rapide ;
- le système d'enregistrement comprend une caméra optique configurée pour enregistrer de manière continue des images du gabarit optique ;
- le châssis est associé avec des moyens de propulsion, permettant au système de parcourir la voie ; et
- le véhicule est un véhicule ferroviaire et la voie est une voie ferrée.

[0011] L'invention concerne également un procédé de vérification de l'insertion d'un véhicule sur une voie, comprenant les étapes suivantes :

- fourniture d'un système de vérification tel que décrit plus haut ;
- circulation du châssis sensiblement le long de la voie ;
- au cours de la circulation, projection au-dessus de la voie d'un gabarit optique représentatif d'une enveloppe externe du véhicule par le système de projection ;
- au cours de la projection, détection et enregistrement des interférences entre le gabarit optique et au moins un objet d'un environnement de la voie par le système d'enregistrement.

[0012] Selon des modes de réalisation particuliers, le procédé selon l'invention présente l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou selon toute combinaison techniquement réalisable :

- l'étape de détection comprend l'enregistrement de manière continue d'une image du gabarit optique, le procédé comprenant de plus une étape d'analyse des images enregistrées, par traitement d'image, et une étape de détermination des interférences entre le gabarit optique et au moins un objet de l'environ-

nement de la voie, au cours de la circulation, à partir de résultats de l'analyse ; et

- l'étape de circulation comprend :
- un suivi des coordonnées du système de vérification, mesurées par satellite,
- une détermination d'une courbure locale de la voie et d'une vitesse théorique locale de circulation en fonction des coordonnées, et
- une modification locale du gabarit optique, en fonction de la courbure locale de la voie, et de la vitesse théorique locale de circulation.

[0013] 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 dessins annexés, parmi lesquels :

[Fig 1] la figure 1 est une vue schématique de côté d'un système de vérification d'insertion d'un véhicule selon l'invention ; et

[Fig 2] la figure 2 est une vue schématique de dessus du système de vérification d'insertion d'un véhicule de la figure 1, à l'approche d'une courbe présentant un obstacle.

[0014] Un système 10 de vérification d'insertion d'un véhicule sur une voie de circulation 12 est représenté sur les figures 1 et 2. Le système 10 est propre à simuler l'encombrement du véhicule dans l'environnement de la voie 12 de circulation.

[0015] Par exemple, le système 10 est propre à vérifier qu'un véhicule ferroviaire de transport urbain ou interurbain, de type tramway, peut circuler sur la voie 12, qui est notamment une voie ferrée, sans risquer de percuter un obstacle, et que les dimensions de la voie 12 et surtout l'environnement de la voie sont adaptés pour le véhicule ferroviaire.

[0016] En variante, la voie 12 est un projet de voie ferrée, c'est-à-dire un espace libre destiné à accueillir une voie ferrée.

[0017] Le système de vérification 10 comprend un châssis 20, par exemple monté sur des roues 22.

[0018] Le châssis 20 est associé à un moteur 24 configuré, dans l'exemple de la figure 1, pour entraîner les roues 22, ce qui permet la circulation du châssis 20 sur la voie 12.

[0019] Le système de vérification 10 comprend de plus un système de projection 30, un système de traitement 32, un système de communication 34 à distance et un module de contrôle 36, montés sur le châssis 20.

[0020] Le système de projection 30 est propre à projeter au-dessus de la voie 12 un gabarit optique 40 représentatif d'une enveloppe externe du véhicule destiné à circuler sur la voie 12.

[0021] Le système de projection 30 fonctionne notamment par holographie, et comprend par exemple un ou plusieurs projecteurs laser, notamment un ou plusieurs projecteurs laser multicolores à balayage rapide. Le sys-

tème de projection 30 est configuré pour émettre au moins deux faisceaux laser qui interfèrent l'un avec l'autre de manière à former le gabarit optique 40 devant le châssis 20.

[0022] Le gabarit optique 40 est une forme tridimensionnelle représentative des dimensions du véhicule, notamment ferroviaire, destiné à circuler sur la voie 12. Le gabarit optique 40 comprend notamment une pluralité de lignes géométriques retraçant des contours de l'enveloppe externe du véhicule ferroviaire.

[0023] Le gabarit optique 40 est projeté au-dessus de la voie 12 à une position correspondant à la position occupée par une partie du véhicule ferroviaire s'il parcourait la voie ferrée 12.

[0024] Notamment, le gabarit optique 40 présente une section transverse au sens de déplacement sur la voie 12 qui englobe une section transverse du véhicule. Ainsi, un obstacle qui entrerait en contact avec le véhicule au cours de son déplacement sur la voie 12 interagit nécessairement avec le gabarit optique 40.

[0025] Le module de contrôle 36 est apte à contrôler le système de projection 30 pour projeter le gabarit optique 40 correspondant au véhicule ferroviaire pour lequel le contrôle de la voie 12 est mis en œuvre.

[0026] Le module de contrôle 36 est avantageusement configuré pour modifier localement le gabarit optique 40 suivant sa localisation, notamment en fonction d'une courbure locale de la voie 12 et d'une vitesse théorique locale de circulation.

[0027] Par exemple, comme représenté sur la figure 2, le module de contrôle 36 est configuré pour incliner et/ou décaler le gabarit optique 40 lorsque le gabarit optique 40 se trouve au niveau d'une courbe 50 de la voie 12, en prenant en compte la courbure locale de la voie 12 et la vitesse théorique locale du véhicule ferroviaire, afin de reproduire l'inclinaison causée par l'accélération centrifuge.

[0028] Le module de contrôle 36 est avantageusement configuré pour déterminer la courbure locale et la vitesse théorique locale à partir des coordonnées du système 10, les coordonnées étant par exemple fournies par le système de communication 34, qui comprend des moyens de géolocalisation.

[0029] Le système d'enregistrement 32 est propre à détecter et enregistrer des interférences avec le gabarit optique 40, notamment des interférences entre un objet 52 de l'environnement de la voie ferrée 12 et le gabarit optique 40, comme représenté sur la figure 2. Le système d'enregistrement 32 comprend également une mémoire apte à recevoir les interférences enregistrées, ainsi qu'avantageusement des distances mesurées entre le gabarit optique 40 et les objets de l'environnement de la voie 12.

[0030] Par interférence, on entend une intersection entre l'objet extérieur 52 et au moins une des lignes du gabarit optique 40. L'interférence entre le gabarit optique 40 et l'objet 52 correspond au cas où l'objet 52 pénètre dans l'espace théoriquement occupé par le véhicule fer-

roviaire destiné à circuler sur la voie 12, et représente donc un risque potentiel de collision à venir.

[0031] Par exemple, le système d'enregistrement 32 comprend une caméra optique, propre à mesurer et enregistrer continuellement des images de l'espace situé devant le châssis 20, l'image comprenant le gabarit optique 40. Le système d'enregistrement 32 est notamment configuré pour stocker les images sur la mémoire du module de contrôle 36, pour une analyse ultérieure.

[0032] L'environnement de la voie 12 comprend, par exemple l'ensemble des éléments compris dans un rayon de 3 mètres autour de la voie 12 et à une hauteur inférieure à 5 mètres par rapport à la voie 12.

[0033] Le système de communication 34 est propre à émettre des informations vers des sources externes et à en recevoir en retour, notamment par le biais d'ondes électromagnétiques. Le système 34 comprend une antenne de communication 42.

[0034] Le système de communication 34 comprend de plus des moyens de géolocalisation propres à localiser le système 10 à partir de coordonnées mesurées par satellite. Le système de communication 34 est configuré pour transmettre les coordonnées du système 10 au module de contrôle 36 pour déterminer la courbure locale de la voie 12 et la vitesse théorique de parcours.

[0035] En variante, le système 10 est monté sur un véhicule volant adapté pour se déplacer sensiblement le long la voie 12, avantageusement un drone à hélice, par exemple un quadrimoteur. Le moteur 24 entraîne alors un système de propulsion aérien associé au châssis 20 et le châssis 20 est par exemple dépourvu de roues.

[0036] Un procédé de vérification de l'insertion d'un véhicule sur une voie de circulation, mettant en œuvre le système de vérification 10 va maintenant être décrit.

[0037] Le procédé de vérification comprend une étape préliminaire de préparation d'un gabarit optique 40 du véhicule pour la circulation duquel la voie 12 et son environnement sont contrôlés. Les dimensions du gabarit optique 40 sont préparées à partir des contours externes du véhicule, obtenues par mesure directe ou par simulation, et enregistrées sur la mémoire du module de contrôle 36 de sorte que le module de contrôle 36 puisse contrôler le système de projection 30 pour projeter le gabarit optique 40.

[0038] Avantageusement, le procédé comprend également une étape de préparation et d'enregistrement dans la mémoire du module de contrôle 36 d'un itinéraire de parcours, comprenant des données de vitesse théorique et de courbure locale de la voie 12 aux différents points de l'itinéraire. Cette étape permet au module de contrôle 36 de faire le lien entre les coordonnées mesurées par le module de communication 34 et la courbure et la vitesse théorique permettant de modifier localement le gabarit optique 40.

[0039] Le procédé de vérification comprend une étape de circulation du système 10 sensiblement le long de la voie 12. Notamment, dans le cas où le système 10 est monté sur un châssis 20 à roues 22, le système 10 circule

sur la voie 12.

[0040] Au cours de la circulation du système 10, le procédé comprend des étapes simultanées de projection au-dessus de la voie ferrée 12 d'un gabarit optique 40 et de détection et enregistrement des interférences avec le gabarit optique 40, et/ou de mesure des distances entre le gabarit optique 40 et les obstacles 52.

[0041] Le gabarit optique 40 est projeté de manière continue au-dessus de la voie 12, comme décrit plus haut.

[0042] Avantageusement, le gabarit optique 40 est modifié en temps réel par le module de contrôle 36, en fonction des coordonnées du système 10 et des données de vitesse théorique et de courbure locale liées à l'itinéraire enregistré.

[0043] Les images du gabarit optique 40 sont mesurées de manière continue par le système d'enregistrement, visualisées en temps réel et enregistrées sur la mémoire du module de contrôle 36.

[0044] Avantageusement, le procédé comprend au cours de la circulation une étape de suivi des coordonnées du système 10 mesurées par satellite, obtenues par le biais du système de communication à distance 34.

[0045] Le procédé comprend avantageusement une étape de traitement des images enregistrées par analyse d'image et de détermination des interférences avec le gabarit optique 40 au cours de la circulation, notamment par détection des discontinuités dans les lignes géométriques formant le gabarit optique 40.

[0046] Le système 10 décrit permet de contrôler les dimensions d'une voie ferrée 12 sans nécessiter de gabarit matériel, par exemple en bois, ce qui permet d'éviter des étapes fastidieuses de transport et d'assemblage du gabarit, ainsi que les coûts associés.

[0047] De plus, le système 10 est facilement adaptable et réutilisable pour des véhicules ferroviaires de dimensions différentes, simplement en modifiant les dimensions du gabarit optique 40 enregistrées dans la mémoire du module de contrôle 36. Ceci permet de tester la capacité d'une voie à accueillir plusieurs types de véhicules rapidement et à moindre coût, par exemple avant de déterminer quel sera le véhicule qui sera choisi pour circuler sur la voie.

Revendications

1. Système de vérification (10) d'insertion d'un véhicule sur une voie (12) de circulation dudit véhicule, le système de vérification (10) comprenant :

- un châssis (20) propre à être déplacé sensiblement le long de la voie (12), **caractérisé en ce que** le système de vérification (10) comprend également, montés sur le châssis (20) :
- un système de projection (30) au-dessus de la voie (12) d'un gabarit optique (40) représentatif d'une enveloppe externe du véhicule, et

- un système d'enregistrement (32), propre à détecter et enregistrer des interférences entre le gabarit optique (40) et au moins un objet (52) de l'environnement de la voie (12).
2. Système de vérification (10) selon la revendication 1, dans lequel le système d'enregistrement (32) est également configuré pour mesurer et enregistrer des distances entre chaque objet (52) d'un environnement de la voie (12) et le gabarit optique (40).
3. Système de vérification (10) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le système de projection (30) est configuré pour modifier localement le gabarit optique (40), en fonction d'une courbure locale de la voie (12) et d'une vitesse théorique locale de circulation du véhicule sur la voie (12).
4. Système de vérification (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, comprenant en outre un système de communication (34) propre à localiser le système (10) à partir de coordonnées mesurées par satellite.
5. Système de vérification (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel le système de projection (30) fonctionne par holographie et comprend au moins un projecteur laser à balayage rapide.
6. Système de vérification (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel le système d'enregistrement (32) comprend une caméra optique configurée pour enregistrer de manière continue des images du gabarit optique (40).
7. Système de vérification (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel le châssis (20) est associé avec des moyens de propulsion, permettant au système (10) de parcourir la voie (12).
8. Système de vérification (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 dans lequel le véhicule est un véhicule ferroviaire et la voie (12) est une voie ferrée.
9. Procédé de vérification de l'insertion d'un véhicule sur une voie (12), comprenant les étapes suivantes :
- fourniture d'un système de vérification (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 ;
 - circulation du châssis (20) sensiblement le long de la voie (12) ;
 - au cours de la circulation, projection au-dessus de la voie (12) d'un gabarit optique (40) représentatif d'une enveloppe externe du véhicule par le système de projection (30) ;
 - au cours de la projection, détection et enregistrement des interférences entre le gabarit optique (40) et au moins un objet (52) d'un environnement de la voie (12) par le système d'enregistrement (32).
10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel, l'étape de détection comprend l'enregistrement de manière continue d'une image du gabarit optique (40), le procédé comprenant de plus une étape d'analyse des images enregistrées, par traitement d'image, et une étape de détermination des interférences entre le gabarit optique (40) et au moins un objet (52) de l'environnement de la voie (12), au cours de la circulation, à partir de résultats de l'analyse.
11. Procédé selon la revendication 9 ou 10, dans lequel l'étape de circulation comprend :
- un suivi des coordonnées du système de vérification (10), mesurées par satellite,
 - une détermination d'une courbure locale de la voie (12) et d'une vitesse théorique locale de circulation en fonction des coordonnées, et
 - une modification locale du gabarit optique (40), en fonction de la courbure locale de la voie (12), et de la vitesse théorique locale de circulation.

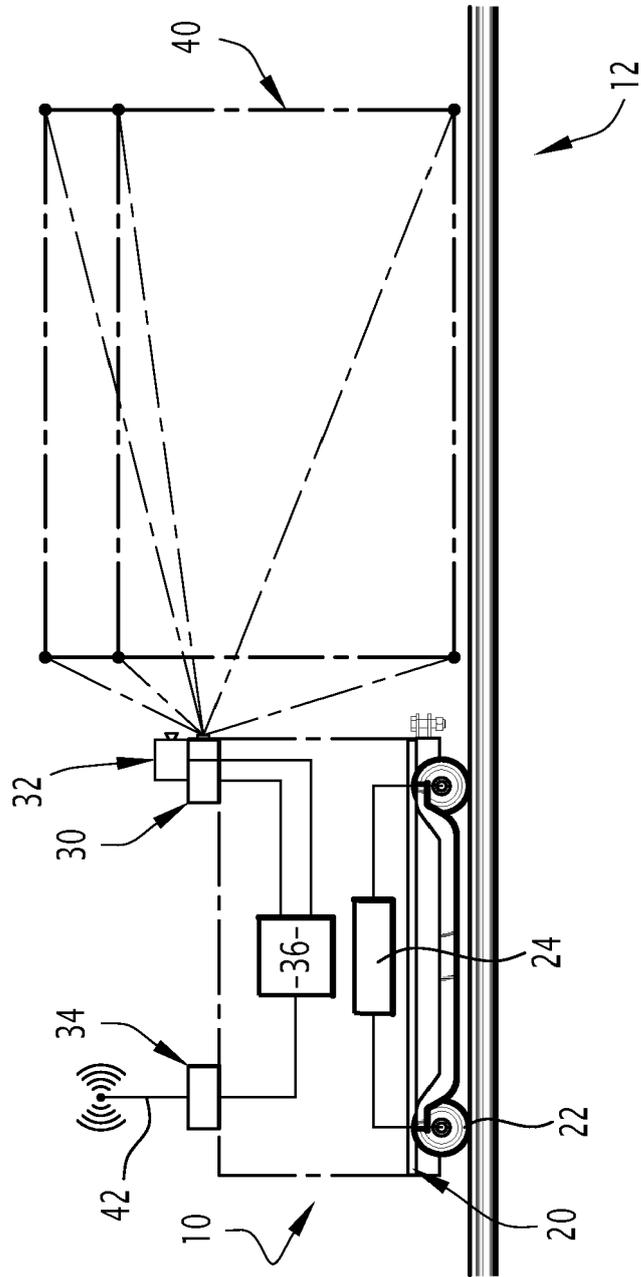


FIG.1

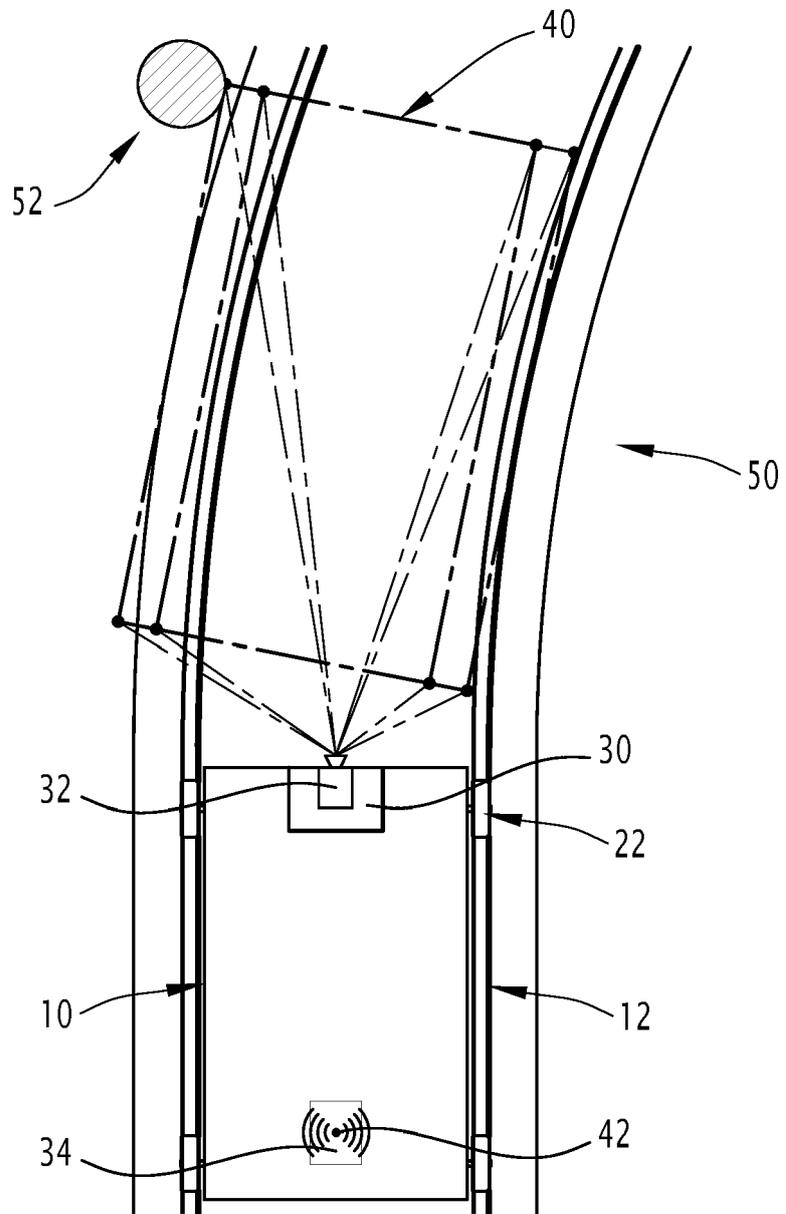


FIG.2



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 19 21 6512

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)
X	NL 7 605 264 A (ELECTRORAIL N V) 21 novembre 1977 (1977-11-21) * figure 1 * * page 3; revendications 1, 6 * -----	1,2,4, 6-9	INV. B61K9/02 G02B27/18
A	EP 3 310 637 A1 (SIEMENS AG [DE]) 25 avril 2018 (2018-04-25) * figure 2 * * alinéa [0019] * & US 2019/031216 A1 (BAIER TORSTEN [DE]) 31 janvier 2019 (2019-01-31) * figure 2 * * alinéa [0019] * -----	1-11	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			B61K G02B
2 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 7 mai 2020	Examineur Le Masson, Nicolas
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 19 21 6512

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.

07-05-2020

10
15
20
25
30
35
40
45
50
55

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
NL 7605264	A	21-11-1977	AUCUN	

EP 3310637	A1	25-04-2018	CN 107921976 A	17-04-2018
			DE 102015215572 A1	16-02-2017
			EP 3310637 A1	25-04-2018
			US 2019031216 A1	31-01-2019
			WO 2017029084 A1	23-02-2017

EPO FORM P0460

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