



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
19.08.2020 Bulletin 2020/34

(51) Int Cl.:
B61L 15/00 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **20157177.5**

(22) Date de dépôt: **13.02.2020**

(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:
• **CHANAL, Pierre**
65360 Vielle Adour (FR)
• **PUEL, Bernard**
65310 Laloubere (FR)
• **GARCIA, Martial**
31170 Tournefeuille (FR)
• **ARNOLD, Jean-Francois**
69620 Theize (FR)

(30) Priorité: **14.02.2019 FR 1901485**

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

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

(54) **SYSTÈME DE CONTRÔLE-COMMANDE POUR UN VÉHICULE FERROVIAIRE ET VÉHICULE FERROVIAIRE COMPORTANT UN TEL SYSTÈME**

(57) Ce système de contrôle-commande (4) pour un véhicule ferroviaire, caractérisé en ce que ce système comporte :

- un ordinateur central (10),
- un réseau de communication (12),
- au moins un contrôleur de puissance (16) pour piloter au moins un appareil électrique (6) du véhicule ferroviaire,
- au moins un dispositif d'acquisition (14) d'au moins une

grandeur physique mesurée représentative de l'état de fonctionnement d'un ou de plusieurs d'appareils électriques (6) du véhicule ferroviaire.

L'ordinateur central est configuré pour piloter automatiquement les contrôleurs de puissance en fonction des grandeurs physiques mesurées reçues depuis le ou chaque dispositif d'acquisition, en vue de piloter le fonctionnement du au moins un appareil électrique.

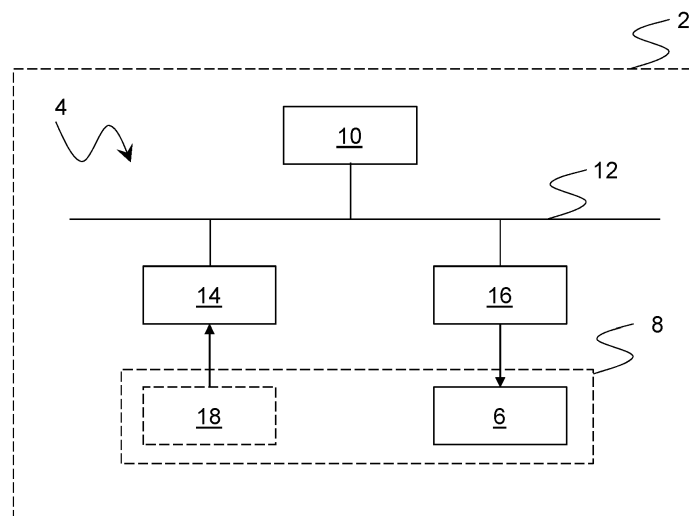


FIG.1

Description

[0001] La présente invention concerne un système de contrôle-commande pour un véhicule ferroviaire. L'invention concerne aussi un véhicule ferroviaire comportant un tel système.

[0002] Les véhicules ferroviaires connus comportent typiquement des appareils électriques pilotables tels que des équipements électriques ou électromécaniques relatifs à des fonctions principales (organes de traction et/ou de freinage, ...) ou à des fonctions secondaires (chauffage et climatisation, éclairage, gestion des portes et des accès, systèmes d'informations voyageurs...) du véhicule ferroviaire.

[0003] Généralement, le pilotage et l'alimentation électrique de ces appareils sont effectués grâce à un système câblé de contrôle-commande incluant des dispositifs électromécaniques individuels tels que des relais, des contacteurs, et des interrupteurs, reliés entre eux par des liaisons filaires.

[0004] Ces solutions connues présentent cependant de nombreux inconvénients. D'une part, les dispositifs électromécaniques et les câbles associés sont encombrants et compliqués à installer. D'autre part, l'architecture du système doit être complètement modifiée à chaque fois qu'on souhaite mettre à jour ou modifier une fonctionnalité. Il en résulte que ces solutions ont une évolutivité limitée et que leur maintenance est coûteuse et compliquée à mettre en œuvre. Enfin, les dispositifs électromécaniques utilisés comportent généralement des éléments inductifs, tels que des bobines, qui génèrent du bruit électromagnétique et dégradent la qualité des signaux de commande et/ou des signaux de mesure transisant dans le système.

[0005] C'est à ces inconvénients qu'entend plus particulièrement remédier l'invention en proposant un système de contrôle-commande pour un véhicule ferroviaire.

[0006] A cet effet, l'invention concerne un système de contrôle-commande pour un véhicule ferroviaire, comportant :

- un ordinateur central,
- un réseau de communication,
- au moins un contrôleur de puissance pour piloter un appareil électrique du véhicule ferroviaire,
- au moins un dispositif d'acquisition d'au moins une grandeur physique mesurée représentative de l'état de fonctionnement du au moins un appareil électrique,

dans lequel chaque contrôleur de puissance et chaque dispositif d'acquisition est connecté à l'ordinateur central par l'intermédiaire du réseau de communication, dans lequel chaque dispositif d'acquisition est configuré pour transmettre automatiquement les grandeurs physiques mesurées uniquement à destination de l'ordinateur central par l'intermédiaire du réseau de communication, dans lequel l'ordinateur central est configuré pour piloter

automatiquement chaque contrôleur de puissance en fonction des grandeurs physiques mesurées reçues depuis le ou chaque dispositif d'acquisition, et dans lequel chaque contrôleur de puissance est configuré pour être piloté automatiquement par l'ordinateur central au moyen de signaux de commande transmis par l'intermédiaire du réseau de communication.

[0007] Selon des aspects avantageux mais non obligatoires de l'invention, un tel système de contrôle-commande peut incorporer une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou suivant toute combinaison techniquement admissible :

- le réseau de communication est un réseau filaire de type Ethernet.
- chaque contrôleur de puissance est en outre configuré pour transmettre des informations de diagnostic vers l'ordinateur central, par l'intermédiaire du réseau de communication, sans passer par le dispositif d'acquisition, les informations de diagnostic étant représentatives de l'état interne du contrôleur de puissance et/ou de valeurs d'intensité d'un courant électrique transitant par le contrôleur de puissance.
- chaque contrôleur de puissance comporte un ou plusieurs composants de puissance tels que des interrupteurs de puissance ou des dispositifs de protection électrique.
- chaque contrôleur de puissance comporte un boîtier à l'intérieur duquel sont encapsulés les composants du contrôleur de puissance.
- chaque contrôleur de puissance est un contrôleur de puissance à l'état solide, par exemple basé sur des dispositifs électroniques à semi-conducteurs.

[0008] Selon un autre aspect, l'invention concerne un véhicule ferroviaire comportant des appareils électriques et un système de contrôle-commande pour piloter chaque appareil électrique, caractérisé en ce que le système de contrôle-commande est tel que précédemment décrit.

[0009] Selon des aspects optionnels, chaque appareil électrique est un équipement électrique ou électronique relatif à des fonctions principales du véhicule ferroviaire ou à des fonctions secondaires du véhicule ferroviaire, tel qu'un moteur ou un compresseur ou un actionneur.

[0010] L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement à la lumière de la description qui va suivre d'un mode de réalisation d'un système de contrôle-commande pour un véhicule ferroviaire donnée uniquement à titre d'exemple et faite en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

[Fig 1] la figure 1 est un diagramme schématique d'un véhicule ferroviaire comportant un système de contrôle-commande selon des modes de réalisation de l'invention ;

[Fig 2] la figure 2 est un diagramme schématique d'un contrôleur de puissance du système de contrôle-

le-commande de la figure 1.

[0011] La figure 1 représente un véhicule ferroviaire 2 comportant un système de contrôle-commande 4 pour piloter un ou plusieurs appareils électriques 6 du véhicule ferroviaire 2.

[0012] Par exemple, le véhicule ferroviaire 2 est un train de passagers, ou un train de marchandises, ou un véhicule de transport urbain tel qu'un métro ou un tramway, ou encore un véhicule de maintenance ferroviaire tel qu'une draine ou un locotracteur.

[0013] Selon des exemples, les appareils électriques 6 sont des équipements électriques ou électromécaniques relatifs à des fonctions principales (organes de traction et/ou de freinage, ...) ou à des fonctions secondaires (chauffage et climatisation, éclairage, gestion des portes et des accès, systèmes d'informations voyageurs...) du véhicule ferroviaire 2.

[0014] A titre d'exemple illustratif, les appareils électriques 6 peuvent être des moteurs ou des compresseurs ou des actionneurs ou tout autre appareil électrique commandable et peuvent être nommés de façon générique « actionneurs » dans ce qui suit.

[0015] Sur la figure 1, la référence «8» désigne un groupe pouvant contenir plusieurs appareils électriques 6 du véhicule ferroviaire 2.

[0016] Le système 4 comporte un ordinateur central 10, un réseau de communication 12, au moins un dispositif d'acquisition 14 d'au moins une grandeur physique mesurée représentative de l'état de fonctionnement d'un ou de plusieurs d'appareils électriques 6 et au moins un contrôleur de puissance 16 pour piloter au moins un des appareils électriques 6.

[0017] Par exemple, les contrôleurs de puissance 16 sont des contrôleurs à l'état solide (« Solid-State Power Controller » en langue anglaise), par exemple basés sur des dispositifs électroniques à semi-conducteurs.

[0018] Chaque contrôleur de puissance 16 et chaque dispositif d'acquisition 14 est connecté à l'ordinateur central 10 par l'intermédiaire du réseau de communication 12.

[0019] Par exemple, le réseau de communication 12 est un réseau filaire de type Ethernet, de préférence de type Ethernet industriel, tel qu'EtherCAT ou équivalent.

[0020] L'ordinateur central 10 comporte un microprocesseur et une mémoire informatique qui stocke des instructions exécutables par le microprocesseur pour assurer le fonctionnement de l'ordinateur 10.

[0021] Par exemple, l'ordinateur central 10 est un ordinateur central ferroviaire de type TCMS (« Train Control and Management System » en langue anglaise).

[0022] Chaque dispositif d'acquisition 14 est configuré pour acquérir une ou plusieurs grandeurs physiques représentatives de l'état de fonctionnement d'un ou de plusieurs des appareils électriques 6.

[0023] Selon des exemples, les grandeurs physiques peuvent inclure une ou plusieurs des grandeurs physiques suivantes : une tension électrique, l'intensité d'un

courant électrique, une puissance électrique, une fréquence, une température, une position, une distance, une intensité lumineuse, et bien d'autres encore.

[0024] La ou les grandeurs physiques sont par exemple mesurées au moyen d'un ou de plusieurs dispositifs de mesure 18 associés à un ou plusieurs des appareils 6 du groupe 8, ce ou ces dispositifs de mesure 18 étant connectés au dispositif d'acquisition 14.

[0025] Par exemple, chaque dispositif d'acquisition 14 comporte un circuit électronique ou un calculateur électronique programmable, une interface d'acquisition de mesures connectée à un ou plusieurs dispositifs de mesure 18, ainsi qu'une interface réseau connectée au réseau 12.

[0026] Les dispositifs de mesure 18 peuvent inclure un ou plusieurs capteurs, tels que des capteurs de courant, des capteurs de tension, des capteurs de puissance, des capteurs de température, des capteurs de position ou de distance, ou équivalents.

[0027] Les dispositifs de mesure 18 sont connectés à un ou à plusieurs dispositifs d'acquisition 14, par exemple au moyen de liaisons analogiques ou numériques.

[0028] Chaque dispositif 14 est en outre configuré pour transmettre automatiquement les grandeurs physiques mesurées, uniquement à destination de l'ordinateur central 10, par l'intermédiaire du réseau de communication 12.

[0029] En d'autres termes, les données de mesure collectées par chaque dispositif d'acquisition 14 sont automatiquement remontées vers l'ordinateur central 10 par l'intermédiaire du réseau de communication 12 sans passer par les contrôleurs de puissance 16.

[0030] L'ordinateur central 10 est configuré pour piloter automatiquement les contrôleurs de puissance 16 en fonction des grandeurs physiques mesurées reçues depuis le ou chaque dispositif d'acquisition 14, en vue de piloter le fonctionnement du ou des appareils électriques 6.

[0031] Chaque contrôleur de puissance 16 est configuré pour être piloté automatiquement par l'ordinateur central 10 au moyen de signaux de commande transmis par l'intermédiaire du réseau de communication 12.

[0032] En d'autres termes, les dispositifs d'acquisition 14 ne sont pas aptes à piloter directement les contrôleurs de puissance 16, ni à fournir directement aux contrôleurs de puissance 16 les grandeurs physiques mesurées représentatives de l'état des appareils 6.

[0033] Sur l'exemple de la figure 1, un seul appareil électrique 6, un seul dispositif 14 et un seul contrôleur de puissance 16 sont illustrés pour faciliter les explications, mais en pratique leur nombre peut être différent.

[0034] Selon des exemples, comme illustré par la figure 2, chaque contrôleur de puissance 16 comporte une interface réseau 20, une interface d'entrée de puissance 22, un circuit électronique de contrôle 24, un ou plusieurs composants de puissance 26 et une sortie de commande 28.

[0035] L'interface réseau 20 est connectée au réseau

de communications 12.

[0036] L'interface réseau 20 permet notamment de recevoir des signaux de commande envoyés par l'ordinateur central 10 pour le pilotage d'un appareil 6.

[0037] L'interface d'entrée de puissance 22 est connectée à une source d'alimentation électrique du véhicule 2, non illustrée.

[0038] Les composants de puissance 26 sont par exemple des interrupteurs de puissance ou des dispositifs de protection électrique.

[0039] De préférence, les composants de puissance 26 sont des dispositifs à semi-conducteurs.

[0040] Par exemple, les interrupteurs de puissance comportent des transistors, notamment des transistors à effet de champ, ou des transistors bipolaires, ou des thyristors, ou des triacs, ou des transistors bipolaires à grille isolée (IGBT) ou tout autre dispositif analogue.

[0041] Les dispositifs de protection électrique sont par exemple des disjoncteurs équipés de déclencheurs électroniques.

[0042] Les composants de puissance 26 sont pilotés par le circuit électronique de contrôle 24 en fonction des signaux de commande émis par l'ordinateur central 10 et reçus sur l'interface réseau 20 par l'intermédiaire du réseau de communication 12.

[0043] La sortie de commande 28 est connectée à un appareil 6.

[0044] La sortie de commande 28 est apte à délivrer un signal de commande de l'appareil 6 et/ou une puissance électrique pour alimenter électriquement l'appareil 6 auquel elle est raccordée, à partir de la puissance électrique reçue depuis l'interface d'entrée 22.

[0045] En pratique, le contrôleur de puissance 16 peut comporter plusieurs sorties de commande 28 indépendantes raccordées à différents appareils 6 et pouvant être activées indépendamment les unes des autres.

[0046] Les composants de puissance 26 peuvent aussi inclure un ou plusieurs convertisseurs de puissance pour modifier la forme et/ou les propriétés du signal de puissance reçu sur l'interface d'entrée 22, en fonction des caractéristiques de l'appareil 6 connecté à la sortie 28.

[0047] De préférence, le contrôleur de puissance 16 comporte un boîtier à l'intérieur duquel les constituants du contrôleur de puissance 16 tels que précédemment décrits sont encapsulés. Par exemples, le boîtier est agencé de sorte à pouvoir être enfiché ou retiré d'un tableau électrique dans le véhicule 2, à la manière d'un tiroir amovible.

[0048] Selon des variantes, chaque contrôleur de puissance 16 est en outre configuré pour transmettre des informations de diagnostic vers l'ordinateur central 10, par l'intermédiaire du réseau de communication 12, sans passer par le dispositif d'acquisition 14.

[0049] Les informations de diagnostic sont par exemple générées par le circuit électronique de commande 24.

[0050] Par exemple, les informations de diagnostic sont représentatives de l'état interne du contrôleur de

puissance 16 (état ouvert ou fermé de composants 26 lorsque ces derniers sont des interrupteurs et/ou des disjoncteurs, information sur un éventuel défaut, envoi d'un code d'erreur...).

[0051] Selon un autre exemple, les informations de diagnostic sont représentatives de valeurs d'intensité d'un courant électrique transitant par le contrôleur de puissance 16, par exemple pour un courant électrique reçu en entrée 22, pour un courant électrique délivré en sortie 28, ou pour un courant électrique mesuré au niveau d'un ou plusieurs composants de puissance 26.

[0052] Les modes de mise en oeuvre de l'invention permettent ainsi, entre autres, de simplifier le fonctionnement, l'installation et la maintenance du système 4.

[0053] Les fonctionnalités du système 4 peuvent être modifiées et/ou mises à jour, notamment lorsqu'un appareil électrique 6 est ajouté ou retiré ou modifié, sans qu'il ne soit nécessaire de changer toute l'architecture du système 4.

[0054] Les contrôleurs de puissance 16 sont moins nombreux, plus compacts et plus faciles à manipuler et à connecter que les dispositifs électromécaniques individuels connus avec leurs interconnexions câblées. Les contrôleurs de puissance 16 permettent une simplification des câblages et une optimisation de masse et de volume importante au niveau du train complet, ce qui permet notamment de faire des économies d'énergie ou bien d'allouer plus de places aux passagers. En effet, ils permettent, par rapport à l'état de l'art, le passage d'une logique câblée avec de nombreux composants analogiques (relais, micro disjoncteurs...), à une logique programmée avec des interfaces adaptées.

[0055] Les signaux de commande et/ou de mesure courent moins de risque d'être altérés du fait que les contrôleurs de puissance 16 ne génèrent pas autant de bruit électromagnétique que les dispositifs électromécaniques connus.

[0056] Les modes de réalisation et les variantes envisagés ci-dessus peuvent être combinés entre eux pour construire de nouveaux modes de réalisation.

Revendications

1. Système de contrôle-commande (4) pour un véhicule ferroviaire, **caractérisé en ce que** ce système comporte :

- un ordinateur central (10),
- un réseau de communication (12),
- au moins un contrôleur de puissance (16) pour piloter au moins un appareil électrique (6) du véhicule ferroviaire,
- au moins un dispositif d'acquisition (14) d'au moins une grandeur physique mesurée représentative de l'état de fonctionnement du au moins un appareil électrique (6),

dans lequel chaque contrôleur de puissance (16) et chaque dispositif d'acquisition (14) est connecté à l'ordinateur central (10) par l'intermédiaire du réseau de communication (12),

dans lequel chaque dispositif d'acquisition (14) est configuré pour transmettre automatiquement les grandeurs physiques mesurées uniquement à destination de l'ordinateur central (10) par l'intermédiaire du réseau de communication (12),

dans lequel l'ordinateur central (10) est configuré pour piloter automatiquement chaque contrôleur de puissance (16) en fonction des grandeurs physiques mesurées reçues depuis le ou chaque dispositif d'acquisition (14), en vue de piloter le fonctionnement du au moins un appareil électrique (6),

et dans lequel chaque contrôleur de puissance (16) est configuré pour être piloté automatiquement par l'ordinateur central (10) au moyen de signaux de commande transmis par l'intermédiaire du réseau de communication (12).

2. Système selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le réseau de communication (12) est un réseau filaire de type Ethernet.

3. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** chaque contrôleur de puissance (16) est en outre configuré pour transmettre des informations de diagnostic vers l'ordinateur central (10), par l'intermédiaire du réseau de communication (12), sans passer par le dispositif d'acquisition (14), les informations de diagnostic étant représentatives de l'état interne du contrôleur de puissance et/ou de valeurs d'intensité d'un courant électrique transitant par le contrôleur de puissance.

4. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** chaque contrôleur de puissance (16) comporte un ou plusieurs composants de puissance (26) tels que des interrupteurs de puissance ou des dispositifs de protection électrique.

5. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** chaque contrôleur de puissance (16) comporte un boîtier à l'intérieur duquel sont encapsulés les composants du contrôleur de puissance.

6. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** chaque contrôleur de puissance (16) est un contrôleur de puissance à l'état solide, par exemple basé sur des dispositifs électroniques à semi-conducteurs.

7. Véhicule ferroviaire (2) comportant un ou plusieurs appareils électriques (6) et un système de contrôle-

commande (4) pour piloter chaque appareil électrique, **caractérisé en ce que** le système de contrôle-commande (4) est selon l'une quelconque des revendications précédentes.

8. Véhicule ferroviaire (2) selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** chaque appareil électrique (6) est un équipement électrique ou électronique relatif à des fonctions principales du véhicule ferroviaire (2) ou à des fonctions secondaires du véhicule ferroviaire (2), tel qu'un moteur ou un compresseur ou un actionneur.

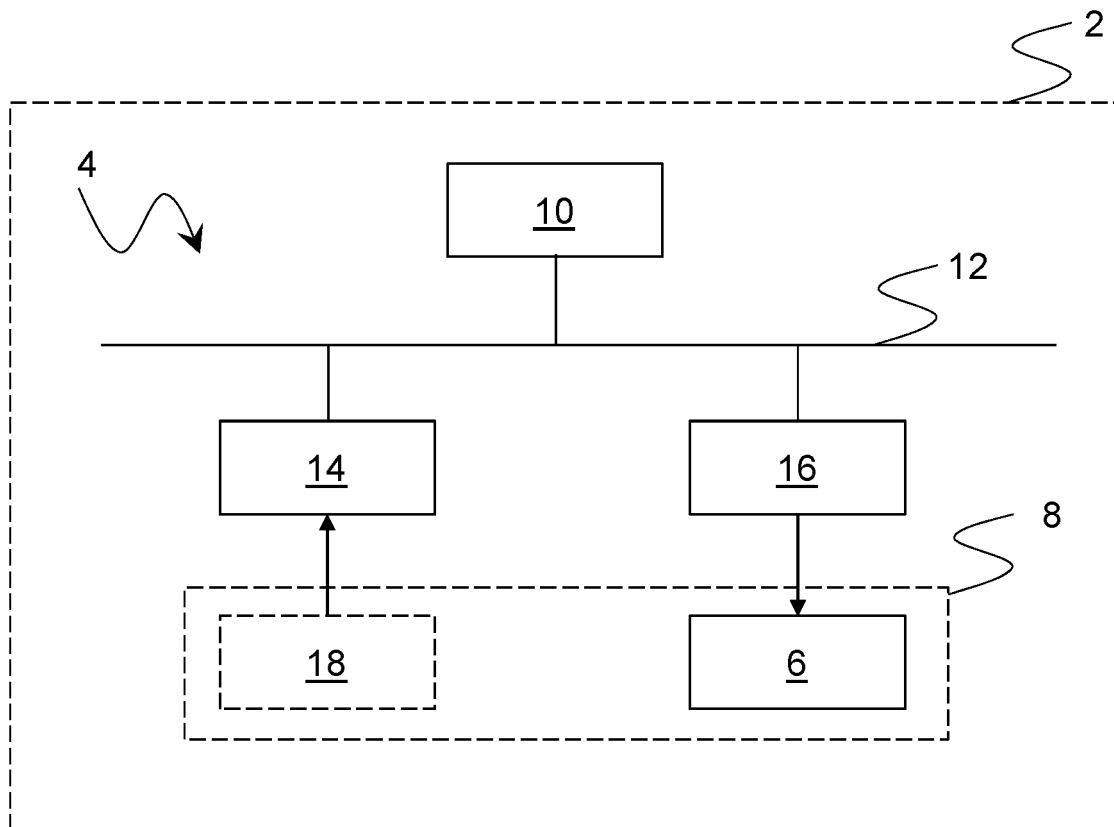


FIG.1

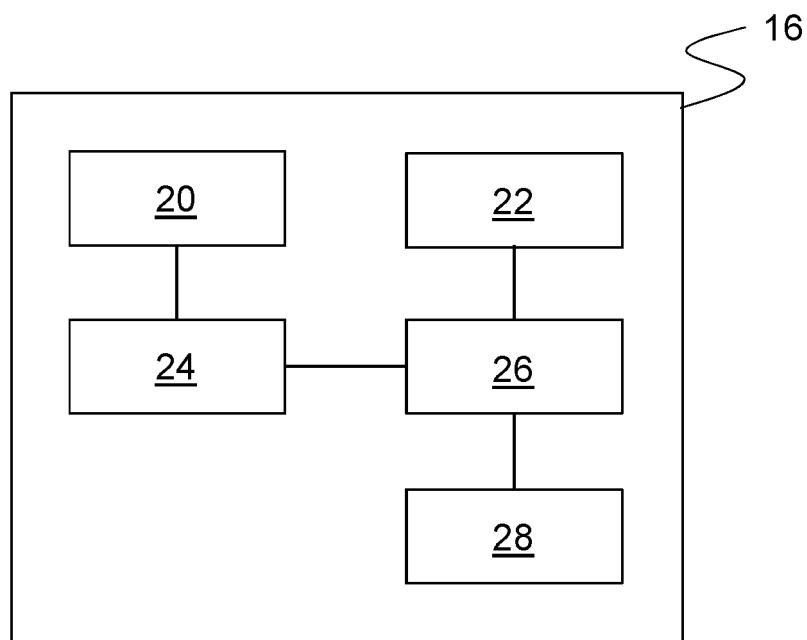


FIG.2



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 20 15 7177

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	US 2017/106886 A1 (SHUBS JR ALEXANDER [US]) 20 avril 2017 (2017-04-20) * alinéa [0010] - alinéa [0050]; figures 1-3 *	1,3-8	INV. B61L15/00
X	EP 1 808 768 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 18 juillet 2007 (2007-07-18) * alinéa [0001] - alinéa [0041]; figures 1-3 *	1-3,7,8	
A	FR 3 003 209 A1 (ALSTOM TRANSPORT SA [FR]) 19 septembre 2014 (2014-09-19) * page 6, lignes 1-7; figures 1,2 *	6	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			B61L
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 10 juin 2020	Examineur Mäki-Mantila, M
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 20 15 7177

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.

10-06-2020

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2017106886 A1	20-04-2017	AUCUN	
EP 1808768 A2	18-07-2007	AU 2006233228 A1 BR PI0604708 A CA 2564724 A1 CN 1991652 A DK 1808768 T3 EP 1808768 A2 US 2007101178 A1 US 2010235142 A1	17-05-2007 28-08-2007 27-04-2007 04-07-2007 25-05-2020 18-07-2007 03-05-2007 16-09-2010
FR 3003209 A1	19-09-2014	FR 3003209 A1 KR 20140113412 A	19-09-2014 24-09-2014

EPO FORM P0460

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