



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
02.07.2014 Bulletin 2014/27

(51) Int Cl.:
B61L 1/20 ^(2006.01) **B61L 1/18** ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **13197837.1**

(22) Date de dépôt: **17.12.2013**

(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

(71) Demandeur: **Société Nationale des Chemins de Fer Français - SNCF**
93200 St Denis (FR)

(72) Inventeur: **Antoni, Marc**
75018 PARIS (FR)

(30) Priorité: **28.12.2012 FR 1262956**

(74) Mandataire: **Pontet Allano & Associes**
Parc Les Algorithmes, Bâtiment Platon
CS 70003 Saint Aubin
91192 Gif sur Yvette Cedex (FR)

(54) **Procédé et dispositif de contrôle de l'isolation électrique entre deux portions de voies ferrées, et voie ferrée équipée d'un tel dispositif**

(57) L'invention concerne un dispositif (122) de contrôle de l'isolation électrique entre deux portions adjacentes (106, 108) d'une voie ferrée (100) comprenant deux files de rail (102, 104), ladite isolation électrique étant réalisée par un dispositif isolant comprenant, pour chaque file de rail (102, 104), un joint isolant (110, 112) inséré dans ladite file de rail (102, 104), ledit dispositif isolant étant entouré :

- d'un côté, par un dispositif de réception (116), dit récepteur, d'un signal électrique véhiculé par un circuit de voie d'une (108) desdites portions adjacentes (106, 108), et
- de l'autre, par un dispositif d'émission (114), dit émetteur, d'un signal électrique véhiculé par un circuit de voie

de l'autre (106) desdites portions adjacentes (106, 108) ;

ledit dispositif de contrôle (122) étant caractérisé en ce qu'il comprend :

- des moyens de mesure agencés pour mesurer une première tension électrique aux bornes dudit émetteur (114) et une deuxième tension électrique aux bornes dudit récepteur (116),
- au moins un moyen de test agencé pour tester lesdites tensions mesurées.

Elle concerne également un procédé de vérification de l'isolation électrique et une voie ferrée (100) équipée de tels dispositifs (122).

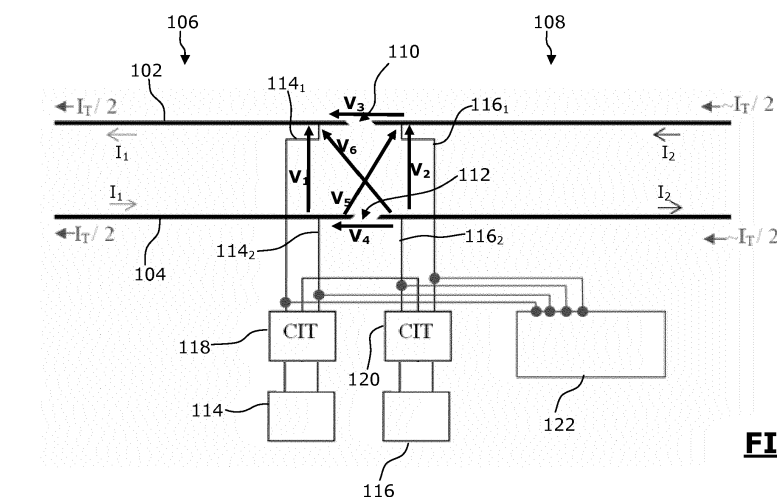


FIG. 1

Description

[0001] L'invention concerne un procédé et un dispositif de contrôle de l'isolation électrique entre deux portions de voies ferrées réalisée par un dispositif isolant comprenant un joint isolant pour chaque file de rail de la voie ferrée. Elle concerne également une voie ferrée équipée d'un tel dispositif.

[0002] Le domaine de l'invention est le domaine ferroviaire et plus particulièrement le domaine des voies ferrées isolées transportant un ou plusieurs signaux électriques sur le ou les rail(s) composant la voie ferrée, et encore plus particulièrement le domaine de voies ferrées comprenant des circuits de voie.

Etat de la technique

[0003] Actuellement, de nombreuses voies ferrées sont divisées en portions, ou sections de voies isolées, sur le plan des signaux électriques circulant dans la voie ferrée. Chaque portion comporte au moins un circuit électrique, dit circuit de voie, mettant en oeuvre un signal électrique d'une fréquence, ou de fréquence de récurrence, donnée circulant dans la voie ferrée, c'est-à-dire dans les files de rail composant la voie ferrée. Ce signal électrique est utilisé notamment pour détecter la présence ou non d'un train dans la portion de voie, et éventuellement déclencher une action en fonction de cette détection. Classiquement chaque portion d'une voie ferrée est séparée de la portion adjacente par un dispositif isolant comprenant un joint isolant pour chaque file de rail de la voie ferrée.

[0004] Pour qu'un signal mesuré au niveau d'une portion de voie isolée puisse être exploitable, il est nécessaire que la portion de voie ferrée soit d'une part bien isolée des portions adjacentes, et d'autre part isolée de manière similaire, voire identique, pour les deux files de rail, i.e. qu'elle présente une même valeur d'isolation électrique pour chacun des joints isolants disposés sur les deux files de rails au niveau d'un même extrémité de la portion. Dans le cas contraire, le signal mesuré au niveau du circuit de voie de la portion est faussé par les signaux provenant des circuits de voies des portions adjacentes et ne peut être utilisé valablement pour signaler la présence ou non d'un véhicule et encore moins pour déclencher des actions.

[0005] Actuellement, la vérification des dispositifs d'isolation assurant l'isolation électrique des portions de voie ferrée est réalisée par inspection visuelle. Une telle vérification à plusieurs inconvénients dont ceux qui suivent. Premièrement, elle nécessite la mise en place d'un plan de vérification comportant des vérifications même si le dispositif fonctionne parfaitement, ce qui est onéreux et très consommateur en temps compte tenu du nombre de dispositifs à inspecter. Deuxièmement, une inspection visuelle d'un dispositif d'isolation nécessite la fermeture de la voie ferrée à la circulation des véhicules au moins pendant le temps de l'inspection, avec tous les inconvé-

nients causés par une telle fermeture. Enfin, une inspection visuelle nécessite l'intervention d'un opérateur sur la voie, c'est-à-dire dans une zone dangereuse, ce qui constitue des risques importants pour l'opérateur. De plus, une inspection visuelle ne permet pas d'évaluer d'une part le niveau réel d'isolement des joints isolants et d'autre part l'équilibre de l'isolation électrique sur les deux files de rail. De plus, ces contrôles sont statiques et ne permettent pas de détecter des défauts fugitifs ayant lieu au passage d'une circulation ferroviaire ou à l'approche de celle-ci, par exemple sous l'effet du courant de retour traction.

[0006] L'invention a pour but de pallier les inconvénients précités.

[0007] Un but de l'invention est de proposer un procédé et un dispositif de vérification de l'isolation électrique entre deux portions adjacentes d'une voie ferrée moins onéreux.

[0008] Un autre but de l'invention est de proposer un procédé et un dispositif de vérification de l'isolation électrique entre deux portions adjacentes d'une voie ferrée, de manière dynamique.

[0009] Un autre but de l'invention est de proposer un procédé et un dispositif de vérification de l'isolation électrique entre deux portions adjacentes d'une voie ferrée plus rapide, et permettant notamment un signallement avant l'atteinte d'une valeur d'isolement entachant la disponibilité d'un des deux circuits de voie contigus.

[0010] Enfin, il est un but de l'invention de proposer un procédé et un dispositif de vérification de l'isolation électrique entre deux portions adjacentes d'une voie ferrée présentant moins de risque pour les opérateurs.

Exposé de l'invention

[0011] L'invention permet d'atteindre les buts précités par un dispositif de contrôle de l'isolation électrique entre deux portions adjacentes d'une voie ferrée comprenant deux files de rail, ladite isolation électrique étant réalisée par un dispositif isolant comprenant, pour chaque file de rail, un joint isolant inséré dans ladite file de rail, ledit dispositif isolant étant entouré :

- d'un côté par un dispositif de réception, dit récepteur, d'un signal électrique véhiculé, notamment en mode différentiel, par un circuit de voie d'une desdites portions adjacentes, et
- de l'autre par un dispositif d'émission, dit émetteur, d'un signal électrique véhiculé, notamment en mode différentiel, par un circuit de voie de l'autre desdites portions adjacentes ;

ledit dispositif de contrôle étant caractérisé en ce qu'il comprend :

- des moyens de mesure agencés pour mesurer une première tension électrique entre les bornes dudit émetteur, et en particulier entre les bornes de rac-

cordement dudit émetteur à la voie, et une deuxième tension électrique entre les bornes dudit récepteur, et en particulier entre les bornes de raccordement dudit récepteur à la voie,

- au moins un moyen de test agencé pour tester lesdites tensions mesurées.

[0012] Un tel dispositif de vérification permet de vérifier l'isolation électrique entre deux portions adjacentes d'une voie ferrée, et par conséquent de détecter un défaut d'isolation électrique entre lesdites portions, par mesure de tensions électriques au niveau des raccordements des circuits de voie de chacune des portions de voies ferrées adjacentes et au niveau des intercalaires, le cas échéant.

[0013] Par conséquent, le dispositif selon l'invention présente l'avantage de réaliser une telle inspection, de manière dynamique et automatique à distance de la voie ferrée, c'est-à-dire hors de la zone dangereuse d'une voie ferrée, voire depuis un site de surveillance/gestion, distant de la voie ferrée. Ainsi, le dispositif selon l'invention permet de réaliser une vérification de l'isolation électrique entre deux portions adjacentes d'une voie ferrée moins risquée pour un opérateur.

[0014] Le fait d'éviter une inspection visuelle permet d'éviter de déplacer un opérateur au niveau de chaque dispositif isolant d'une voie ferrée, et donc de diminuer le nombre d'interventions d'un opérateur, la durée de fermeture à la circulation de la voie ferrée. Par conséquent, le dispositif selon l'invention permet de réaliser une vérification plus rapide et moins coûteuse.

[0015] Un circuit de voie, qui est une notion bien connue de l'homme du métier, est obtenu par l'application d'une tension à chacune des deux files de rail d'une portion de voie ferrée, par un émetteur. La tension entre les files de rail est surveillée par un récepteur.

[0016] Selon l'invention, le moyen de test peut être agencé pour calculer une fonction de corrélation entre lesdites tensions mesurées. En effet, si le dispositif isolant est défectueux alors les signaux présents dans le circuit de voie d'une portion se trouveront au moins en partie dans le circuit de voie de la portion adjacente, ce qui aura pour conséquence une fonction de corrélation non nulle entre les signaux mesurés.

[0017] Chaque tension mesurée par les moyens de mesure peut avantageusement être mesurée à la fréquence du circuit de voie correspondant.

[0018] Les moyens de mesure peuvent comprendre un ou des voltmètres, chacun placé en parallèle, et tous mesurant des tensions par rapport à une même référence. Dans ce cas, la mesure des tensions est effectuée directement.

[0019] Alternativement, ou en plus, les moyens de mesure peuvent comprendre des moyens de mesure de courants, placés en série. Dans ce cas, la mesure de tensions est faite indirectement et nécessite des mesures de résistance.

[0020] Selon la nature des signaux de circuits de voie,

le terme « tension » désigne la valeur efficace, la valeur crête, la valeur moyenne du signal effectivement mesuré.

[0021] Le dispositif selon l'invention peut en outre comprendre un appareil de signalisation d'une information relative audit test.

[0022] Un tel appareil de signalisation peut être disposé sur un site de la voie ferrée, par exemple au niveau d'un centre d'appareillage ou d'un site de surveillance/gestion de la voie ferrée.

[0023] Un tel appareil de signalisation peut comprendre un écran d'affichage qui peut être agencé pour afficher le résultat du test et/ou une information relative au résultat du test, telle que par exemple l'état du dispositif isolant : défectueux ou non, pour chaque dispositif isolant ou pour chaque joint isolant. Un tel affichage peut être réalisé en association avec une donnée d'identification, et/ou une donnée de localisation, du dispositif/joint isolant.

[0024] Un tel appareil de signalisation peut en outre ou alternativement comprendre des moyens de signalisation lumineux ou sonores.

[0025] Un tel appareil de signalisation peut être agencé pour réaliser une signalisation uniquement dans le cas où l'isolement n'est pas satisfaisant, en fonction d'au moins une règle de test prédéfinie.

[0026] La vérification peut être réalisée sur demande ou à une fréquence prédéterminée ou en continu pour réaliser une surveillance permanente. Par conséquent, les moyens de mesure peuvent fonctionner à chaque réception d'une demande de vérification ou à ladite fréquence prédéterminée.

[0027] La demande de vérification peut avantageusement être reçue depuis un site distant au travers d'un réseau de communication filaire ou non.

[0028] Le dispositif selon l'invention peut en outre comprendre des moyens pour recevoir des données depuis un site distant et envoyer audit site distant des données relatives aux mesures réalisées par les moyens de mesure ou au résultat fourni par l'au moins un moyen de test, au travers d'un réseau de communication filaire ou non.

[0029] Plus particulièrement, le dispositif contrôle peut envoyer au centre distant un signal de vie si les mesures sont correctes et une alarme dans le cas contraire.

[0030] En particulier, le dispositif contrôle peut émettre un signal d'une tension de valeur différente en fonction de l'information à transmettre. Par exemple, le signal émis par le dispositif de contrôle peut être un signal de tension de valeurs prédéterminées, telles que :

- VA : valeur d'alerte, signalant une alerte,
- VI : valeur d'intervention signalant une demande d'intervention, et
- VD : valeur de défaillance signalant une défaillance de l'isolation électrique.

[0031] Les moyens de mesure peuvent en outre être agencés pour mesurer au moins une des tensions

suivantes :

- une troisième tension aux bornes de l'un des joints isolants du dispositif isolant,
- une quatrième tension aux bornes de l'autre des joints isolants du dispositif isolant,
- une cinquième tension entre une première borne de raccordement de l'émetteur connectée à une des files de rail et une deuxième borne de raccordement du récepteur connectée à l'autre des files de rail, et
- une sixième tension entre une deuxième borne de raccordement l'émetteur connectée à l'autre des files de rail et une première borne de raccordement du récepteur connectée à l'une des files de rail ;

ledit au moins un moyen de test étant en outre agencé pour prendre en compte au moins l'une desdites tensions.

[0032] Par conséquent, la troisième tension peut être mesurée entre une première borne de l'émetteur et une première borne du récepteur connectées à une première file de rail, et la quatrième tension peut être mesurée entre une deuxième borne de l'émetteur et une deuxième borne du récepteur connectées à une première file de rail.

[0033] De plus, la cinquième tension peut alternativement être mesurée entre d'une part un about de rail sur l'une des deux files de rail d'une des portions adjacentes et d'autre part un about de rail sur l'autre des deux files de rail de l'autre des portions adjacentes. De plus, la sixième tension peut alternativement être mesurée entre d'une part un about de rail sur l'autre des deux files de rail de l'une des portions adjacentes et un about de rail sur l'une des deux files de rail de l'autre des portions adjacentes. Les cinquième et sixième tensions correspondant à des tensions croisées entre les files de rail font partie des portions adjacentes.

[0034] Au moins un joint isolant, voire chacun des deux joints isolants, du dispositif isolant peut comprendre deux éléments isolants entre lesquels est disposé un morceau de rail, dit cavalier.

[0035] Le cavalier est, dans une version particulière, placé à un potentiel neutre.

[0036] Dans ce cas, les moyens de mesures peuvent en outre être agencés pour mesurer au moins une tension entre ledit cavalier et une borne du récepteur ou de l'émetteur, ledit au moins un moyen de test étant en outre agencé pour prendre en compte au moins l'une desdites tensions.

[0037] Un tel joint est appelé dans la suite de la demande un joint double.

[0038] Dans un mode de réalisation particulier, chaque dispositif isolant peut comprendre deux joints isolants, disposés chacun sur une file de rail, et chaque joint isolant comprend deux éléments isolant et un cavalier. Dans ce cas, les moyens de mesure peuvent être agencés pour mesurer :

- une septième et une huitième tensions entre chaque

cavalier et une borne du récepteur connectée à la file de rail dans laquelle est inséré ledit cavalier, et

- une neuvième et une dixième tensions entre chaque cavalier et une borne de l'émetteur connectée à la file de rail dans laquelle est inséré ledit cavalier.

[0039] Dans ce cas, il est possible de déterminer l'état de fonctionnement de chaque élément isolant du joint, en absolu et en relatif l'un par rapport aux autres. En effet, il se peut qu'un des éléments isolants du joint isolant soit défectueux alors que le joint isolant réalise encore quant au fonctionnement des circuits de voie une isolation électrique satisfaisante.

[0040] Dans un mode de réalisation particulier, le dispositif selon l'invention peut comprendre un moyen d'injection d'un signal d'une fréquence donnée dans le cavalier de chaque joint du dispositif isolant, au moins une des tensions mesurées étant mesurée à ladite fréquence donnée.

[0041] Dans ce cas, le dispositif selon l'invention est dit « actif » car il ne se contente pas de fonctionner avec les signaux présents dans les circuits de voie et réalise une injection d'un signal de fréquence, F_0 par exemple, dans les cavaliers en vue de réaliser la vérification de l'isolation électrique, des différents profils/joints isolants.

[0042] Avantageusement, au moins l'un des éléments du dispositif selon l'invention, voire l'ensemble du dispositif selon l'invention peut être alimenté par un signal électrique, dit d'alimentation, fourni par une alimentation extérieure ou par la voie ferrée elle-même quand la voie est électrifiée en courant alternatif. En effet, même en l'absence de circulation électrique, la mutuelle inductance liant les files de rails et la caténaire de la voie ferrée induisent un courant de quelques dizaines d'Ampère dans les fils de rail, courant qui est suffisant pour alimenter le dispositif selon l'invention, éventuellement après une transformation de courant/tension réalisée par un moyen de transformation de courant/tension.

[0043] La fréquence du signal fourni par la voie et utilisée pour l'alimentation peut être de 16,6Hz pour l'Allemagne, 50Hz pour la France et 60Hz pour les Etats-Unis, la Corée, le Japon, etc.

[0044] Dans une version particulièrement préférée du dispositif de contrôle selon l'invention, quel que soit le mode de réalisation, les moyens de mesure sont agencés/configurés de sorte que les tensions mesurées sont mesurées simultanément ou dans un laps de temps très court.

[0045] Le laps de temps peut être choisi de sorte à mesurer un signal de tension suffisant pour calculer une valeur efficace, une éventuelle variation du signal, etc.

[0046] Par exemple le laps de temps peut être inférieur à 1s.

[0047] Selon un autre aspect de l'invention il est proposé une voie ferrée comprenant :

- au moins un dispositif isolant pour isoler deux portions adjacentes de ladite voie ferrée, et

- pour chaque dispositif isolant, un dispositif de contrôle selon l'invention.

[0048] Selon l'invention, au moins un joint isolant d'un dispositif isolant peut être un joint isolant collé ou un joint isolant non-collé.

[0049] Par ailleurs, au moins un joint isolant peut comprendre :

- un unique élément isolant inséré dans la file de rail entre les deux portions adjacentes de la voie ferrée, ou
- deux éléments isolants insérés dans la file de rail séparés d'une pièce de rail, dit cavalier : dans ce cas, le joint isolant est composé du cavalier isolé disposé entre deux éléments isolants insérés chacun dans la file de rail.

[0050] Un tel joint isolant, également appelé joint double, est par exemple celui décrit dans la demande de brevet français déposée sous le n° 1260041 par la SOCIETE NATIONALE DES CHEMINS DE FER FRANCAIS (SNCF).

[0051] Selon encore un autre aspect de l'invention il est proposé un procédé de contrôle de l'isolation électrique entre deux portions adjacentes d'une voie ferrée comprenant deux files de rail, ladite isolation électrique étant réalisée par un dispositif isolant comprenant, pour chaque file de rail, un joint isolant inséré dans ladite file de rail, ledit dispositif isolant étant entouré :

- d'un côté par un dispositif de réception, dit récepteur, d'un signal électrique véhiculé par un circuit de voie d'une desdites portions adjacentes, et
- de l'autre par un dispositif d'émission, dit émetteur, d'un signal électrique véhiculé par un circuit de voie de l'autre desdites portions adjacentes ;

ledit procédé comprenant les étapes suivantes :

- mesure d'une première tension électrique aux bornes dudit émetteur,
- mesure d'une deuxième tension électrique aux bornes dudit récepteur,
- détermination de l'isolement électrique par analyse desdites tensions mesurées en fonction d'au moins une règle prédéfinie, et éventuellement d'une donnée, dite de présence, relative à la présence ou non d'un véhicule dans l'une au moins desdites portions adjacentes.

[0052] L'utilisation d'une donnée de présence relative à la présence ou non d'un véhicule permet par exemple de soit de modifier les traitements et/ou critères de prise de décision, soit de filtrer les alarmes pouvant être générées du fait de la présence d'une circulation et non d'un défaut d'isolement des profils isolants.

[0053] Le procédé selon l'invention peut en outre com-

prendre une étape de signalisation d'une information relative à au moins une mesure effectuée et/ou au résultat de l'analyse des tensions mesurées.

[0054] Selon l'invention, l'étape de détermination et/ou l'étape de signalisation peu(ven)t être réalisée(s) :

- soit localement sur le site où sont réalisées les étapes de mesure, par exemple au sein d'un boîtier tel que celui décrit plus haut et comprenant un microcontrôleur et/ou un FPGA assurant le traitement des signaux, leur mémorisation sur une mémoire circulaire et l'émission d'une alarme en cas de détection,
- soit sur un site distant du site où sont réalisées les étapes de mesure.

[0055] Dans le premier cas, le procédé selon l'invention peut comprendre une émission de données d'analyse ou encore de données représentant une information à afficher, vers le site distant de gestion/surveillance, au travers d'un réseau de communication privé ou un réseau de type Internet, au travers d'une connexion filaire ou non. Une telle émission de données requière une faible bande passante pour l'émission de données.

[0056] Dans le deuxième cas, le procédé selon l'invention peut comprendre une émission de données de mesure à analyser/traiter, vers le site distant de gestion/surveillance, au travers d'un réseau de communication privé ou un réseau de type Internet, au travers d'une connexion filaire ou non. Dans ce cas, la bande passante utilisée est plus grande.

[0057] Le procédé selon l'invention peut en outre comprendre une étape de mesure d'au moins une des tensions suivantes :

- une troisième tension aux bornes de l'un des joints isolants du dispositif isolant,
- une quatrième tension aux bornes de l'autre des joints isolants du dispositif isolant,
- une cinquième tension entre une première borne de l'émetteur connectée à une des files de rail et une deuxième borne du récepteur connectée à l'autre des files de rail, et
- une sixième tension entre une deuxième borne de l'émetteur connectée à l'autre des files de rail et une première borne du récepteur connectée à l'une des files de rail ;

l'étape de détermination prenant en compte en outre au moins l'une desdites tensions.

[0058] Au moins un joint isolant du dispositif isolant, et en particulier chaque joint isolant du dispositif isolant, peut comporter deux éléments isolants entre lesquels est disposé un morceau de rail, dit cavalier, c'est-à-dire un joint double tel que décrit plus haut.

[0059] Dans ce cas, le procédé selon l'invention peut en outre comprendre au moins une étape de mesure d'au moins une tension entre ledit cavalier et une borne du récepteur ou de l'émetteur, l'étape de détermination pre-

nant en compte en outre au moins l'une desdites tensions.

[0060] Le procédé selon l'invention peut en outre comprendre une étape d'injection d'un signal d'une fréquence donnée dans chaque cavalier de chaque joint isolant, au moins une des tensions mesurées étant mesurée à ladite fréquence donnée.

[0061] Dans une version particulièrement préférée du procédé de contrôle selon l'invention, quel que soit le mode de réalisation, les étapes de mesure des différentes tensions sont réalisées simultanément ou dans un laps de temps très court. Autrement dit, quel que soit le mode de réalisation, les tensions mesurées sont mesurées simultanément ou dans le laps de temps très court.

[0062] Le laps de temps peut être choisi de sorte à mesurer un signal de tension suffisant pour calculer une valeur efficace, une éventuelle variation du signal, etc.

[0063] Par exemple le laps de temps peut être inférieur à 1s.

[0064] D'autres avantages et caractéristiques apparaîtront à l'examen de la description détaillée d'exemples nullement limitatifs, et des dessins annexés sur lesquels :

- la FIGURE 1 est une représentation schématique d'un premier exemple d'une voie ferrée selon l'invention ;
- la FIGURE 2 est une représentation schématique d'un deuxième exemple d'une voie ferrée selon l'invention ;
- la FIGURE 3 est une représentation schématique d'un troisième exemple d'une voie ferrée selon l'invention ;
- les FIGURES 4 et 5 sont une représentation schématique d'un quatrième exemple d'une voie ferrée selon l'invention ;
- la FIGURE 6 est une représentation schématique d'un premier exemple d'un dispositif selon l'invention ;
- la FIGURE 7 est une représentation schématique d'un deuxième exemple d'un dispositif selon l'invention ; et
- la FIGURE 8 est une représentation schématique d'un exemple d'un procédé selon l'invention.

[0065] Il est bien entendu que les modes de réalisation qui seront décrits dans la suite ne sont nullement limitatifs. On pourra notamment imaginer des variantes de l'invention ne comprenant qu'une sélection de caractéristiques décrites par la suite isolées des autres caractéristiques décrites, si cette sélection de caractéristiques est suffisante pour conférer un avantage technique ou pour différencier l'invention par rapport à l'état de la technique antérieur. Cette sélection comprend au moins une caractéristique de préférence fonctionnelle sans détails structurels, ou avec seulement une partie des détails structurels si cette partie uniquement est suffisante pour conférer un avantage technique ou pour différencier l'invention par rapport à l'état de la technique antérieur.

[0066] En particulier toutes les variantes et tous les modes de réalisation décrits sont combinables entre eux si rien ne s'oppose à cette combinaison sur le plan technique.

5 **[0067]** Sur les figures, les éléments communs à plusieurs figures conservent la même référence.

[0068] La FIGURE 1 est une représentation schématique d'un premier exemple d'une voie ferrée selon l'invention.

10 **[0069]** La voie ferrée 100 représentée sur la FIGURE 1 comprend deux files de rails 102 et 104 et deux portions adjacentes 106 et 108.

[0070] Les portions adjacentes 106 et 108 de la voie ferrée 100 sont séparées l'une de l'autre par un dispositif d'isolation comprenant un premier joint 110 inséré dans la file de rail 102 et un deuxième joint 112 inséré dans la file de rail 104. Chaque joint isolant est constitué d'un élément isolant, respectivement 110 et 112, inséré dans la file de rails, respectivement 102 et 104.

20 **[0071]** Sur la FIGURE 1 sont également représentés un émetteur 114 pour émettre un courant, noté I_1 dans le circuit de voie de la portion 106, et un récepteur 116, pour recevoir un courant noté I_2 pour recevoir un courant circulant dans le circuit de voie de la portion 108.

25 **[0072]** Chacun des courants I_1 et I_2 circule dans les files de rails 102 et 104.

[0073] L'émetteur 114 de la portion 106 injecte le courant I_1 dans les files de rails 102 et 104 par deux bornes, respectivement 114₁ et 114₂, connectées/reliées respectivement aux files de rail 102 et 104, et plus précisément au niveau des abouts de rails de la portion 106 du côté des joints 110 et 112.

[0074] Le récepteur 116 de la portion 108 prélève le courant I_2 dans les files de rails 102 et 104 par deux bornes, respectivement 116₁ et 116₂, connectées/reliées respectivement aux files de rail 102 et 104, et plus précisément au niveau des abouts de rails de la portion 108 du côté des joints 110 et 112.

35 **[0075]** Sur la FIGURE 1, l'émetteur 114 de la portion 106 et le récepteur 116 de la portion 108 sont reliés aux abouts de rail au travers d'une Connexion Inductive à Transformateur (CIT), référencée respectivement 118 et 120.

[0076] La voie ferrée 100 comprend en outre un dispositif de contrôle 122 pour contrôler l'isolation électrique réalisée par chacun des joints isolants 110 et 112. Ce dispositif sera décrit plus en détail en référence à la FIGURE 6.

45 **[0077]** Tel que représenté sur la FIGURE 1, le dispositif de contrôle 122 est relié aux bornes 114₁ et 114₂ de l'émetteur 114 de la portion 106 pour prélever un potentiel au niveau de chacune des bornes 114₁ et 114₂. De plus, le dispositif de contrôle 122 est relié aux bornes 116₁ et 116₂ du récepteur 116 de la portion 108 pour prélever un potentiel au niveau de chacune des bornes 116₁ et 116₂. Ainsi, le dispositif de contrôle peut déterminer les tensions suivantes :

- une première tension, notée V_1 , entre les files de rail 102 et 104, dans la portion 106 au niveau des abouts de rail du côté des joints isolants 110 et 112 : cette tension V_1 est déterminée en prenant en compte la différence de potentiel entre les bornes 114₁ et 114₂ de l'émetteur 114 de la portion 106 ;
- une deuxième tension, notée V_2 , entre les files de rail 102 et 104, dans la portion 108 au niveau des abouts de rail du côté des joints isolants 110 et 112 : cette tension V_2 est déterminée en prenant en compte la différence de potentiel entre les bornes 116₁ et 116₂ du récepteur 116 de la portion 108 ;
- une troisième tension, notée V_3 , dans la file de rail 102 de chaque côté du joint isolant 110, c'est-à-dire la tension aux bornes du joint isolant 110 : cette tension V_3 est déterminée en prenant en compte la différence de potentiel entre la borne 114₁ de l'émetteur 114 de la portion 106 et la borne 116₁ du récepteur 116 de la portion 108 ;
- une quatrième tension, notée V_4 , dans la file de rail 104 de chaque côté du joint isolant 112, c'est-à-dire la tension aux bornes du joint isolant 112 : cette tension V_4 est déterminée en prenant en compte la différence de potentiel entre la borne 114₂ de l'émetteur 114 de la portion 106 et la borne 116₂ du récepteur 116 de la portion 108 ;
- une cinquième tension, notée V_5 , entre l'about de rail de la file de rail 104 de la portion 106 et l'about de rail de la file de rail 102 de la portion 108 : cette tension V_5 est déterminée en prenant en compte la différence de potentiel entre la borne 114₂ de l'émetteur 114 de la portion 106 et la borne 116₁ du récepteur 116 de la portion 108 ; et
- une sixième tension, notée V_6 , entre l'about de rail de la file de rail 102 de la portion 106 et l'about de rail de la file de rail 104 de la portion 108 : cette tension V_6 est déterminée en prenant en compte la différence de potentiel entre la borne 114₁ de l'émetteur 114 de la portion 106 et la borne 116₂ du récepteur 116 de la portion 108.

[0078] Selon la nature des signaux de circuits de voie, le terme « tension » désigne la valeur efficace, la valeur crête, la valeur moyenne du signal effectivement mesuré.

[0079] Lorsque les signaux mesurés sont sinusoïdaux :

- chacune des tensions V_1 et V_2 est mesurée à la fréquence du circuit de voie concerné, à savoir F1 pour le circuit de voie 106 et F2 pour le circuit de voie 108, et
- chacune des tensions V_3 - V_6 est mesurée à la fréquence de soit de l'une des deux circuits de voie, soit la fréquence de chacune des circuits de voie, c'est-à-dire à la fréquence F1 et à la fréquence F2.

[0080] Pour les circuits de voie à impulsions de tension élevée (ITE), c'est la tension crête qui est mesurée avec

un intégrateur pour chacune des tensions V_i , à savoir la tension maximale pour chaque polarité et ce pour chaque section.

[0081] Le dispositif 122 réalise ensuite une analyse de ces tensions par rapport à des règles prédéterminées pour tester les joints isolants 110 et 112, et déterminer si l'isolation électrique entre les portions 106 et 108 est satisfaisante ou non.

[0082] Il s'avère que les indicateurs suivant sont classiquement obtenus de fait de l'existence d'un pont d'inductance (CIT) assurant l'écoulement du courant de traction en mode commun, en l'absence de défaut des joints isolants 110 et 112 :

- Cas A : pour les circuits de voie à impulsions de tension, en considérant les tensions maximales relatives aux ondes directes, et en absence de circulation sur les deux circuits de voie, c'est-à-dire sur les deux portions de voie 106 et 108 :

$$V_1 \gg V_2$$

$$V_6 = V_5 \sim \frac{V_1}{2}$$

$$V_3 = V_4 \sim \frac{V_1}{2}$$

- Cas B : pour les circuits de voie à signaux sinusoïdaux pour les deux portions de voies adjacentes 106 et 108 :

o Cas B1 : lorsque les tensions mesurées sont des valeurs efficaces mesurées à la fréquence F1 du circuit de voie de la portion 106 et en absence de circulation sur la portion de voie 106 :

$$V_1 \gg V_2=0$$

$$V_6 = V_5 \sim \frac{V_1}{2}$$

$$V_3 = V_4 \sim \frac{V_1}{2}$$

o Cas B2 : lorsque les tensions mesurées sont

des valeurs efficaces à la fréquence F2 du circuit de voie de la portion 108 et en absence de circulation sur la portion de voie 108 :

$$V_2 \gg V_1 = 0$$

$$V_6 = V_5 \sim \frac{V_2}{2}$$

$$V_3 = V_4 \sim \frac{V_2}{2}$$

[0083] Lorsque le circuit de voie de la portion 106 est occupé, c'est-à-dire lorsqu'un véhicule est présent dans la portion 106, les indicateurs deviennent :

- pour le cas A :

$$V_1 \sim 0 \ll V_2$$

$$V_6 = V_5 \sim \frac{V_2}{2}$$

$$V_3 = V_4 \sim \frac{V_2}{2}$$

- pour le cas B1 :

$$V_1 \sim 0 \ll V_2$$

$$V_6 = V_5 \sim \frac{V_2}{2}$$

$$V_3 = V_4 \sim \frac{V_2}{2}$$

[0084] Lorsque le circuit de voie de la portion 108 est occupé, c'est-à-dire lorsqu'un véhicule est présent dans la portion 108 les indicateurs deviennent :

- pour le cas A :

$$V_1 \gg V_2 \sim 0$$

$$V_6 = V_5 \sim \frac{V_1}{2}$$

$$V_3 = V_4 \sim \frac{V_1}{2}$$

- pour le cas B2:

$$V_1 \gg V_2 \sim 0$$

$$V_6 = V_5 \sim \frac{V_1}{2}$$

$$V_3 = V_4 \sim \frac{V_1}{2}$$

[0085] La FIGURE 2 est une représentation schématique d'un deuxième exemple d'une voie ferrée selon l'invention.

[0086] La voie ferrée 200 représentée sur la FIGURE 2 comprend tous les éléments de la voie ferrée de la FIGURE 1.

[0087] A la différence de la FIGURE 1, le dispositif 122 est relié aux bornes de l'émetteur 114 de la portion 106 avant la CIT 118 et aux bornes du récepteur 116 de la portion 108 avant la CIT 120. Le dispositif 122 mesure donc une tension V_1 aux bornes directement de l'émetteur 114 avant la CIT 118 et une tension V_2 aux bornes du récepteur 116 avant la CIT 120.

[0088] Chacune des tensions V_1 et V_2 est mesurée aux fréquences respectives des circuits de voie des portions 106 et 108 ou, pour les circuits de voie à impulsions de tension élevée (ITE), la tension crête est mesurée avec un intégrateur, pour chacune les polarités des ondes directes et inverses.

[0089] Le dispositif 122 réalise ensuite une analyse des différentes tensions V_1 et V_2 par rapport à des règles prédéterminées pour tester les joints isolants 110 et 112, et déterminer si l'isolation électrique entre les portions 106 et 108 est satisfaisante ou non.

[0090] Il s'avère que les indicateurs suivants sont classiquement obtenus en absence de défaut joints isolants 110 et 112 :

- en l'absence de circulation sur les circuits de voie des portions 106 et 108

$$\text{Intercorr}(V_1(t); V_2(t)) \sim 0$$

- lorsque le circuit de voie de la portion 106 est occupé, c'est-à-dire lorsqu'un véhicule est présent dans la portion 106 :

$$V_1 \sim 0 \ll V_2$$

$$\text{Intercorr}(V_1(t); V_2(t)) \sim 0$$

- lorsque le circuit de voie de la portion 108 est occupé, c'est-à-dire lorsqu'un véhicule est présent dans la portion 108 :

$$V_1 \gg V_2 \sim 0$$

$$\text{Intercorr}(V_1(t); V_2(t)) \sim 0$$

avec *Intercorr()* une fonction d'intercorrélation entre les membres données entrée de la fonction.

[0091] La FIGURE 3 est une représentation schématique d'un troisième exemple d'une voie ferrée selon l'invention.

[0092] La voie ferrée 300 représentée sur la FIGURE 3 comprend tous les éléments de la voie ferrée de la FIGURE 1.

[0093] A la différence de la FIGURE 1, chacun des joints isolants 110 et 112 est un joint double. Chaque joint isolant 110 et 112 comprend deux éléments isolants, respectivement 110₁ et 110₂ d'une part et 112₁ et 112₂ d'autre part, séparés par une pièce de rail, dit cavalier, référencée respectivement 110₃ pour le joint 110 et 112₃ pour le joint 112.

[0094] En plus des liaisons représentées en FIGURE 1, le dispositif de mesure 122 est en outre relié aux cavaliers 110₃ et 112₃ dans l'exemple représenté sur la FIGURE 3, respectivement par des bornes 302 et 304.

[0095] En plus des tensions V_1 - V_6 , dans l'exemple représenté sur la FIGURE quatre nouvelles tensions sont mesurées à savoir :

- une septième tension, notée V_7 , entre le cavalier 110₃ et l'about de rail de la file de rail 102 de la portion 106, c'est-à-dire entre le cavalier 110₃ et la borne 114₁ de l'émetteur 114 de la portion 106 ;
- une septième tension, notée V_8 , entre le cavalier 110₃ et l'about de rail de la file de rail 104 de la portion 108, c'est-à-dire entre le cavalier 110₃ et la borne 116₁ du récepteur 116 de la portion 108 ;
- une neuvième tension, notée V_9 , entre le cavalier

112₃ et l'about de rail de la file de rail 102 de la portion 106, c'est-à-dire entre le cavalier 112₃ et la borne 114₂ de l'émetteur 114 de la portion 106 ; et

- une dixième tension, notée V_{10} , entre le cavalier 112₃ et l'about de rail de la file de rail 104 de la portion 108, c'est-à-dire entre le cavalier 112₃ et la borne 116₂ du récepteur 116 de la portion 108.

[0096] Ces tensions sont mesurées dans les mêmes conditions que celles décrites plus haut dans le cadre des tensions consistant en des ITE ou en des signaux sinusoïdaux.

[0097] En plus des critères décrits plus haut, les critères obtenus en absence de défaut des joints isolants et en absence de circulation sur les deux circuits de voie :

$$V_7 = V_{10} \neq 0 \text{ ok}$$

$$V_8 = V_9 \neq 0 \text{ ok}$$

$$V_7 = V_9 \neq 0 \text{ ok}$$

$$V_8 = V_{10} \neq 0 \text{ ok}$$

[0098] La FIGURE 4 est une représentation schématique d'un quatrième exemple d'une voie ferrée selon l'invention.

[0099] La voie ferrée 400 représentée sur la FIGURE 3 comprend tous les éléments de la voie ferrée de la FIGURE 3.

[0100] A la différence de la FIGURE 3, les bornes 302 et 304 du dispositif de contrôle 122 sont utilisées pour injecter un signal de fréquence F_0 dans les cavaliers 110₃ et 112₃. Dans ce cas, le dispositif 122 est actif.

[0101] La fréquence F_0 est choisie pour ne pas perturber les circuits de voie des portions 106 et 108, par exemple une valeur très supérieure à $\max(F_1, F_2)$. Par exemple, la fréquence F_0 est égale à 8500Hz ou 9500Hz ou encore une fréquence comprise entre ces deux valeurs.

[0102] Le cas échéant, compte tenu des impédances propres à certains circuits de voie, un élément de court-circuit 402 accordé (résonance série à F_0 sans gêne pour le circuit de voie support) à la fréquence F_0 peut être disposé entre les bornes de l'émetteur 114 de la section 106, et un élément de court-circuit 404 accordé à la fréquence F_0 peut être disposé de même entre les bornes du récepteur 116 de la section 108.

[0103] Chacun des éléments de court-circuit 402 et 404 est obtenu par un circuit LC comprenant au moins

un élément inductif L et au moins un élément capacitif C.

[0104] L'élément de court-circuit 402, respectivement 404, est disposé entre l'émetteur 114, respectivement le récepteur 116, et le CIT 118, respectivement le CIT 120.

[0105] Les tensions mesurées sont celles décrites en référence à la FIGURE 3 à savoir les tensions V_1 - V_{10} . Les tensions V_1 - V_6 sont mesurées dans les mêmes conditions que celles indiquées plus haut. Les tensions V_7 - V_{10} sont mesurées à la fréquence F0. Les tensions V_3 - V_6 peuvent également être mesurées à la fréquence F0.

[0106] Dans ces conditions, en plus des critères définis précédemment pour les tensions V_1 - V_6 , les critères suivants sont vérifiés :

$$V_7 = V_{10} \neq 0$$

$$V_8 = V_9 \neq 0$$

$$V_7 = V_9 \neq 0$$

$$V_8 = V_{10} \neq 0$$

[0107] De plus, dans la configuration décrite en référence à la FIGURE 4, les différentes résistances électriques vues par le dispositif de contrôle 122 constituent le pont de Wheatstone représenté en FIGURE 5 et dans lequel :

- la résistance 502 symbolise la résistance représentée par l'élément isolant 110₁, c'est-à-dire la résistance électrique entre le cavalier 110₃ disposé sur la file de rail 102 et l'about de rail de la section 106 du côté du joint isolant 110 ;
- la résistance 504 symbolise la résistance représentée par l'élément isolant 110₂, c'est-à-dire la résistance électrique entre le cavalier 110₃ disposé sur la file de rail 102 et l'about de rail de la section 108 du côté du joint isolant 110 ;
- la résistance 506 symbolise la résistance représentée par l'élément isolant 112₁, c'est-à-dire la résistance électrique entre le cavalier 112₃ disposé sur la file de rail 104 et l'about de rail de la section 106 du côté du joint isolant 112 ;
- la résistance 508 symbolise la résistance représentée par l'élément isolant 112₂, c'est-à-dire la résistance électrique entre le cavalier 112₃ disposé sur la file de rail 104 et l'about de rail de la section 108 du côté du joint isolant 112 ;
- la résistance 510 symbolise la résistance équivalen-

te, c'est-à-dire l'impédance ramenée de la voie en parallèle avec le circuit LC série 402, entre les files de rails 102 et 104 dans la section 106 ; et

- la résistance 512 symbolise la résistance équivalente, c'est-à-dire l'impédance ramenée de la voie en parallèle avec le circuit LC série 404, entre les files de rails 102 et 104 dans la section 108.

[0108] Compte-tenu des éléments de court-circuit 402 et 404, à la fréquence F₀ du signal injecté par les bornes 302 et 304 du dispositif 122, les résistances 510 et 512 sont nulles ou négligeables à minima au regard des résistances des profils isolants utilisés dans les joints isolants.

[0109] Dans ces conditions, les indicateurs suivants sont obtenus en l'absence d'un essieu d'un véhicule à cheval sur un about de rail et cavalier :

V_5 mesurée à F0 ~ 0, et

V_6 mesurée à F0 ~ 0.

avec

$$V_7 = V_{10} \neq 0$$

$$V_8 = V_9 \neq 0$$

$$V_7 = V_9 \neq 0$$

$$V_8 = V_{10} \neq 0$$

[0110] La FIGURE 6 est une représentation schématique d'un exemple d'un dispositif de contrôle selon l'invention.

[0111] Le dispositif de contrôle 600 de la FIGURE 6 peut être le dispositif de contrôle 122 de l'un quelconque des modes de réalisation représenté sur les

[0112] FIGURES 1-5 précédemment décrites.

[0113] Le dispositif de contrôle 600 comprend plusieurs moyens de mesure de tensions 602_i connectés aux différentes bornes d'entrée du dispositif de contrôle 600.

[0114] Chaque moyen de mesure de tension 602_i peut être un voltmètre capable de mesurer soit une tension crête avec une polarité donnée, soit mesurer une valeur efficace, à chacune des fréquences F0 du signal injecté, F1_{cdv} du signal du circuit de voie 106 et F2_{cdv} du signal du circuit de voie 108.

[0115] Chaque moyen de mesure de tension 602_i peut être agencé pour mesurer une tension entre deux bornes

d'entrée du dispositif de contrôle 600 et à une fréquence donnée.

[0116] Le dispositif de mesure comprend en outre un module 604 d'analyse ou de test, relié à chacun des moyens de mesure de tension, et configurée pour :

- recevoir de chacun des moyens de mesure de tension 602_i, la valeur de la tension mesurée,
- analyser chaque tension mesurée en fonction de l'une au moins des relations précisées plus haut, et
- fournir une donnée relative au dispositif isolant ou à au moins un joint isolant, et notamment une donnée de fonctionnement de type : « *isolation électrique satisfaisante et dispositif non défaillant* » ou « *défaut isolation électrique ou dispositif défaillant* ».

[0117] Le dispositif 600 comprend en outre un moyen de signalisation, par exemple un écran 606, pour signaler le résultat de l'analyse à un opérateur. Par exemple, lorsque la donnée fournie par le module d'analyse 604 est « *isolation électrique satisfaisante et dispositif non défaillant* » alors l'écran d'affichage peut afficher une lumière de couleur verte et lorsque la donnée fournie par le module d'analyse 604 est « *défaut isolation électrique ou dispositif défaillant* » alors l'écran d'affichage 606 peut afficher une lumière de couleur rouge, éventuellement en association avec une donnée d'identification et/ou une donnée de localisation du dispositif isolant, des joints isolants ou du dispositif lui-même.

[0118] Lorsque le dispositif de contrôle 600 est un dispositif actif, ce qui est la version préférée du dispositif de contrôle selon l'invention dans le cas de joints isolants double, c'est-à-dire un dispositif qui injecte un signal de fréquence connue dans la voie ferrée, et plus particulièrement dans les cavaliers tel que dans le mode de réalisation de la FIGURE 4, alors le dispositif 600 comprend un générateur de signal 608 pour générer le signal à injecter et l'injecter dans des bornes de sorties connectées aux cavaliers, par exemple les bornes de 302 et 304 de la FIGURE 4.

[0119] Alternativement, le dispositif de contrôle peut comprendre un seul moyen de mesure de tension mesurant chacune des tensions successivement ou à tour de rôle.

[0120] La FIGURE 7 est une représentation schématique d'un deuxième exemple d'un dispositif de contrôle selon l'invention.

[0121] Le dispositif 700 de la FIGURE 7 comprend un premier ensemble 702, disposé à proximité de la voie, et comprenant les moyens de mesure 602 et éventuellement un générateur de signal 608.

[0122] Le premier ensemble 702 comprend en outre un module prétraitement et de communication de communication 704 au travers d'un réseau de communication 706 filaire ou non.

[0123] Ce module de communication 704 est agencé pour communiquer avec un deuxième ensemble 708 du dit dispositif 700, disposé sur un site distant de la voie

ferrée. Le module d'analyse 604 et l'écran d'affichage 606 sont disposés dans ce deuxième ensemble.

[0124] Ce deuxième ensemble peut être commun à plusieurs premiers ensembles disposés chacun à proximité d'un dispositif isolant.

[0125] Dans tous les modes de réalisation décrits plus haut, le dispositif de contrôle est avantageusement alimenté par un courant I_T , fourni par la voie ferrée lorsque les lignes sont équipées pour la traction électrique en courant alternatif, en particulier par le courant généré par la mutuelle inductance liant les files de rails et la caténaire de la voie ferrée.

[0126] La FIGURE 8 est une représentation schématique d'un exemple d'un procédé de contrôle selon l'invention.

[0127] Le procédé 800 représenté sur la FIGURE 8 comprend une étape optionnelle 802 d'injection d'un signal de fréquence connue dans la voie, et plus particulièrement dans les cavaliers de joints isolants doubles tels que décrits plus haut.

[0128] Ensuite, lors d'une étape 804 des tensions sont mesurées par des moyens de mesure. Ces tensions comprennent au moins la tension V_1 et la tension V_2 telles que décrites plus haut sans être limitées aux modes de réalisation décrits. Ces mesures peuvent également comprendre une combinaison quelconque des tensions V_3 à V_{10} .

[0129] Lors d'une étape 806, les tensions mesurées sont testées/analysées en fonction d'au moins une règle prédéfinie.

[0130] Le résultat de l'analyse est affiché lors d'une étape 808, éventuellement en association avec une donnée d'identification et/ou une donnée de localisation du dispositif isolant, par exemple sur un écran de surveillance.

[0131] L'étape 808 peut également comprendre un déclenchement d'un signal d'alerte sonore ou visuel ou un envoi d'un message vers un opérateur lorsque le résultat de l'analyse réalisée à l'étape 806 montre que le dispositif d'isolation n'assure pas une isolation électrique satisfaisante.

[0132] L'étape d'analyse 806 et/ou l'étape 808 d'affichage peu(ven)t être réalisée(s) sur un site, dit de surveillance, distant du site, dit de mesure, sur lequel est réalisée l'étape de mesure 804. Dans ce cas, le procédé 800 peut comprendre une étape 810 d'émission de données :

- relatives aux tensions mesurées, après l'étape de mesure 804 et préalablement à l'étape 806 d'analyse, telle que représentée sur la FIGURE 8, ou
- relatives au résultat de l'analyse réalisée à l'étape 806, après l'étape d'analyse 806 et préalablement à l'étape d'affichage 808.

[0133] Le procédé de contrôle peut être soit à contrôle permanent, soit initié sur demande d'un opérateur, par exemple à distance, ou à une fréquence prédéterminée.

[0134] Bien entendu l'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits.

Revendications

1. Dispositif (122 ; 600 ; 700) de contrôle de l'isolation électrique entre deux portions adjacentes (106, 108) d'une voie ferrée (100-400) comprenant deux files de rail (102, 104), ladite isolation électrique étant réalisée par un dispositif isolant comprenant, pour chaque file de rail (102, 104), un joint isolant (110, 112) inséré dans ladite file de rail (102, 104), ledit dispositif isolant étant entouré :

- d'un côté, par un dispositif de réception (116), dit récepteur, d'un signal électrique véhiculé par un circuit de voie d'une (108) desdites portions adjacentes (106, 108), et
- de l'autre, par un dispositif d'émission (114), dit émetteur, d'un signal électrique véhiculé par un circuit de voie de l'autre (106) desdites portions adjacentes (106, 108) ;

ledit dispositif de contrôle (122 ; 600 ; 700) étant **caractérisé en ce qu'il** comprend :

- des moyens (602) de mesure agencés pour mesurer une première tension électrique aux bornes dudit émetteur (114), et en particulier entre les bornes de raccordement dudit émetteur (114) à la voie ferrée, et une deuxième tension électrique aux bornes dudit récepteur (116), et en particulier entre les bornes de raccordement dudit récepteur (116) à la voie ferrée, et
- au moins un moyen (604) de test agencé pour tester lesdites tensions mesurées.

2. Dispositif (122 ; 600 ; 700) selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** comprend en outre un appareil (606) de signalisation d'une information relative audit test.

3. Dispositif (122 ; 700) l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce le moyen de test (604) et/ou l'appareil de signalisation (606) est/sont disposé(s) à distance du site des moyens de mesure (602).

4. Dispositif (122 ; 600 ; 700) l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les moyens de mesure (602) sont en outre agencés pour mesurer au moins une des tensions suivantes :

- une troisième tension (V_3) aux bornes de l'un (110) des joints isolants (110, 112) du dispositif isolant,
- une quatrième tension (V_4) aux bornes de

l'autre (112) des joints isolants (110, 112) du dispositif isolant,

- une cinquième tension (V_5) entre une première borne (114₂) de de raccordement l'émetteur (114) connectée à une (104) des files de rail (102, 104) et une deuxième borne de raccordement (116₁) du récepteur (116) connectée à l'autre (102) des files de rail (102, 104), et
- une sixième tension (V_6) entre une deuxième borne (114₁) de raccordement l'émetteur (114) connectée à l'autre (102) des files de rail (102, 104) et une première borne (116₂) de raccordement du récepteur (116) connectée à l'une (104) des files de rail (102, 104) ;

ledit au moins un moyen de test (604) étant en outre agencé pour prendre en compte au moins l'une desdites tensions (V_3 - V_6).

5. Dispositif (122 ; 600 ; 700) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, lorsqu'au moins un joint isolant (110, 112) du dispositif isolant comporte deux éléments isolants (110₁, 110₂ ; 112₁, 112₂) entre lesquels est disposé un morceau de rail (110₃ ; 112₃), dit cavalier, les moyens de mesures (602) sont en outre agencés pour mesurer au moins une tension (V_7 - V_{10}) entre ledit cavalier (110₃ ; 112₃) et une borne (114₁, 114₂ ; 116₁, 116₂) du récepteur (116) ou de l'émetteur (114), ledit au moins un moyen de test (604) étant en outre agencé pour prendre en compte au moins l'une desdites tensions (V_7 - V_{10}).

6. Dispositif (122 ; 600 ; 700) selon la revendication 5, **caractérisé en ce qu'il** comprend en outre un moyen (608) d'injection d'un signal d'une fréquence donnée dans chaque cavalier (110₃ ; 112₃) de chaque joint isolant (110, 112) du dispositif isolant, au moins une des tensions mesurées (V_1 - V_{10}) étant mesurée à ladite fréquence donnée.

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les moyens de mesure (602) sont configurés pour réaliser une mesure simultanée ou quasi simultanée de toutes les tensions.

8. Voie ferrée (100-400) comprenant :

- au moins un dispositif isolant (110, 112) pour isoler deux portions adjacentes (106, 108) de ladite voie ferrée (100-400), et
- pour chaque dispositif isolant (110, 112), un dispositif (122, 600, 700) de contrôle selon l'une quelconque des revendications précédentes.

9. Voie ferrée (100-400) selon la revendication 8, **caractérisée en ce qu'au** moins un joint isolant (110,

112) d'un dispositif isolant est :

- un joint isolant collé, ou
- un joint isolant non-collé.

10. Voie ferrée (100-400) selon l'une quelconque des revendications 8 ou 9, **caractérisée en ce qu'**au moins un joint isolant (110, 112) comprend :

- un unique élément isolant inséré dans la file de rail, ou
- deux éléments isolants (110_1 , 100_2 ; 112_1 , 112_2), insérés dans la file de rail (102, 104) séparé d'une pièce de rail (110_3 ; 112_3), dit cavalier.

11. Procédé (800) de contrôle de l'isolation électrique entre deux portions adjacentes (106, 108) d'une voie ferrée (100-400) comprenant deux files de rail (102, 104), ladite isolation électrique étant réalisée par un dispositif isolant comprenant, pour chaque file de rail (102, 104), un joint isolant (110, 112) inséré dans ladite file de rail (102, 104), ledit dispositif isolant étant entouré :

- d'un côté, par un dispositif de réception (116), dit récepteur, d'un signal électrique véhiculé par un circuit de voie d'une (108) desdites portions adjacentes (106, 108), et
- de l'autre, par un dispositif d'émission (114), dit émetteur, d'un signal électrique véhiculé par un circuit de voie de l'autre (106) desdites portions adjacentes (106, 108) ;

ledit procédé (800) comprenant les étapes suivantes :

- mesure (804) d'une première tension électrique (V_1) aux bornes dudit émetteur (114), et en particulier entre les bornes de raccordement dudit émetteur (114) à la voie ferrée, et d'une deuxième tension électrique (V_2) aux bornes dudit récepteur (116), et en particulier entre les bornes de raccordement dudit récepteur (116) à la voie ferrée, et
- détermination (806) de l'isolement électrique par analyse desdites tensions mesurées (V_1 , V_2) en fonction d'au moins une règle prédéfinie.

12. Procédé (800) selon la revendication 11, **caractérisé en ce qu'**il comprend une étape (808) de signalisation d'une information relative au résultat de ladite analyse.

13. Procédé (800) selon l'une quelconque des revendications 11 ou 12, **caractérisé en ce que** l'étape de détermination (806) et/ou l'étape de signalisation (808) est/sont réalisée(s) sur un site distant du site

où sont réalisées les étapes (804) de mesure, ledit procédé (808) comprenant en outre une étape (810) de transmission de données vers ledit site distant.

5 14. Procédé (800) selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, **caractérisé en ce qu'**il comprend en outre une étape (804) de mesure d'au moins une des tensions suivantes :

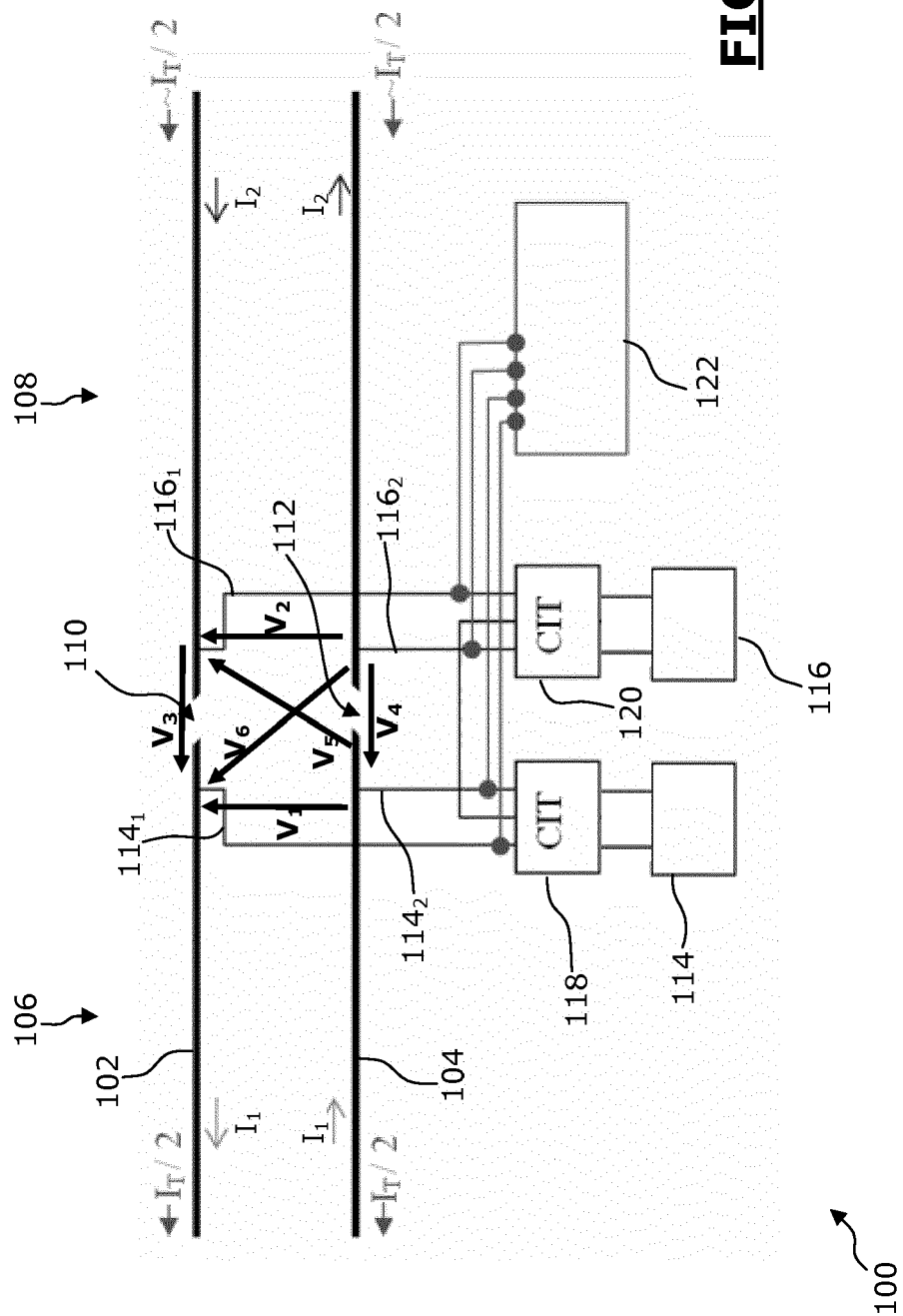
- une troisième tension (V_3) aux bornes de l'un (110) des joints isolants (110, 112) du dispositif isolant,
- une quatrième tension (V_4) aux bornes de l'autre (112) des joints isolants (110, 112) du dispositif isolant,
- une cinquième tension (V_5) entre une première borne (114₂) de l'émetteur (114) connectée à une (104) des files de rail (102, 104) et une deuxième borne (116₁) du récepteur (116) connectée à l'autre (102) des files de rail (102, 104), et
- une sixième tension (V_6) entre une deuxième borne (114₁) de l'émetteur (114) connectée à l'autre (102) des files de rail (102, 104) et une première borne (116₂) du récepteur (116) connectée à l'une (104) des files de rail (102, 104) ;

l'étape de détermination (806) prenant en compte en outre au moins l'une desdites tensions (V_3 - V_6).

15. Procédé (800) selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, **caractérisé en ce que**, lorsqu'au moins un joint isolant (110, 112) du dispositif isolant comporte deux éléments isolants (110_1 , 110_2 ; 112_1 , 112_2) entre lesquels est disposé un morceau de rail (110_3 ; 112_3), dit cavalier, ledit procédé (800) comprend en outre au moins une étape (804) de mesure d'au moins une tension (V_7 - V_{10}) entre ledit cavalier (110_3 ; 112_3) et une borne (114₁, 114_2 ; 116_1 , 116_2) du récepteur (116) ou de l'émetteur (114), l'étape de détermination (806) prenant en compte en outre au moins l'une desdites tensions (V_7 - V_{10}).

16. Procédé (800) selon la revendication 15, **caractérisé en ce qu'**il comprend une étape (802) d'injection d'un signal d'une fréquence donnée dans chaque cavalier (110_3 ; 112_3) de chaque joint (110; 112) du dispositif isolant, au moins une des tensions mesurées (V_1 - V_{10}) étant mesurée à ladite fréquence donnée.

17. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 16, **caractérisé en ce que** les étapes de mesure de tensions sont réalisées simultanément ou quasi-simultanément de sorte à mesurer toutes les tensions simultanément ou quasi-simultanément.



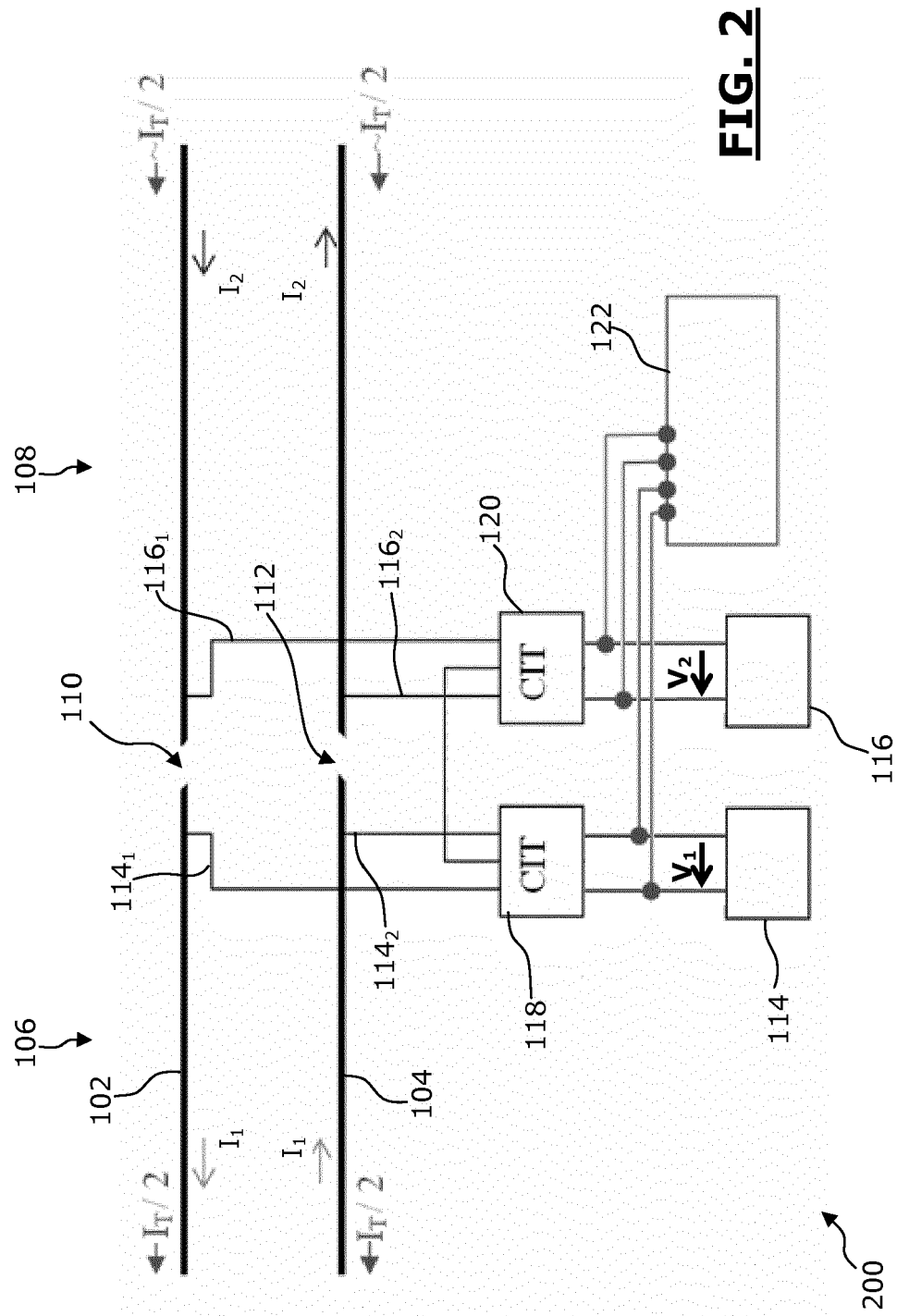


FIG. 2

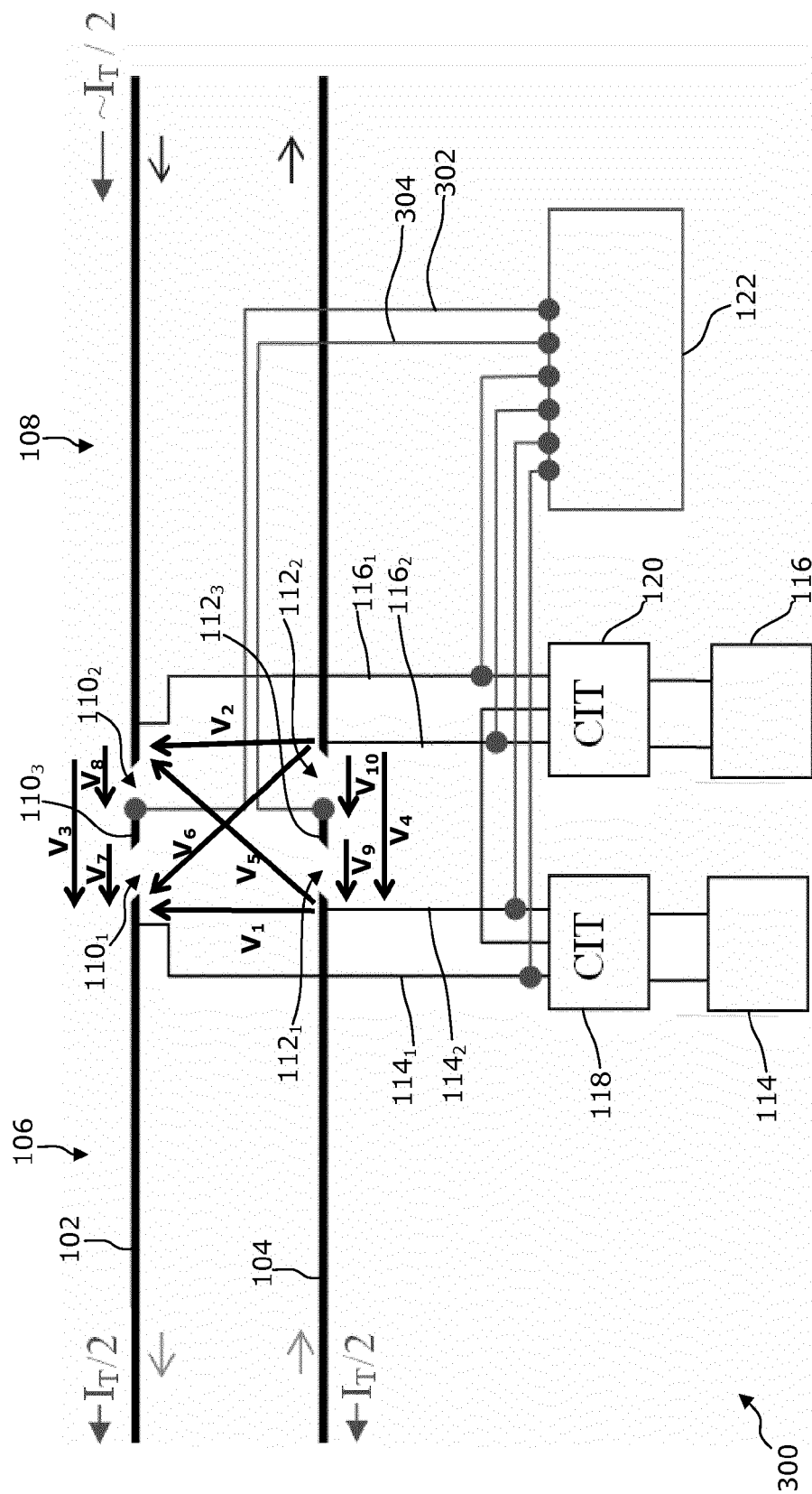


FIG. 3

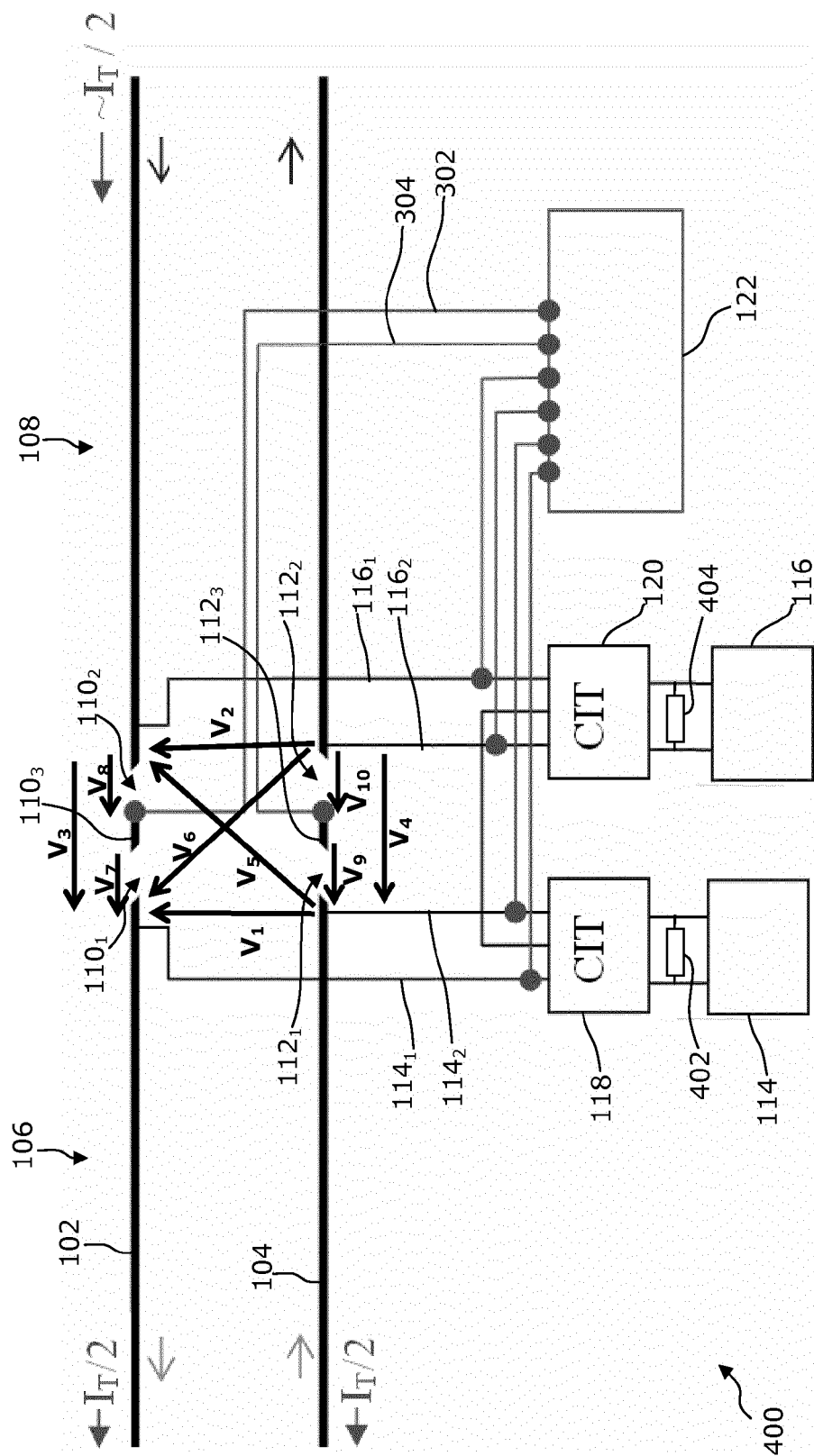


FIG. 4

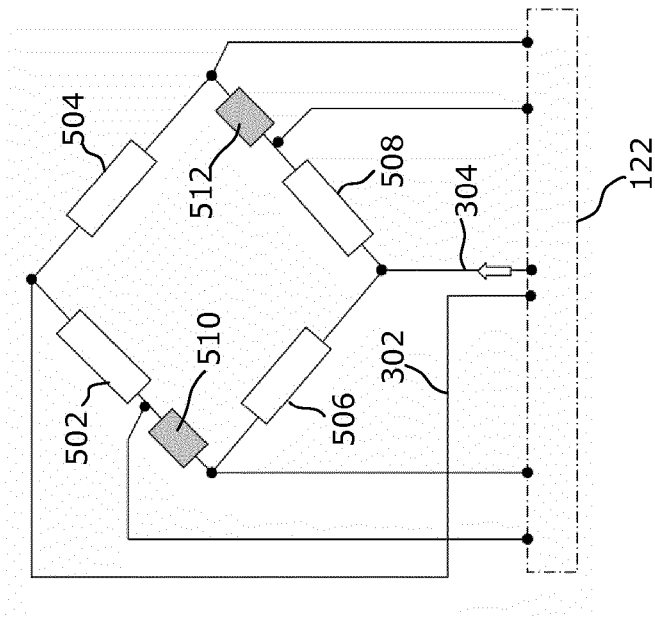


FIG. 5

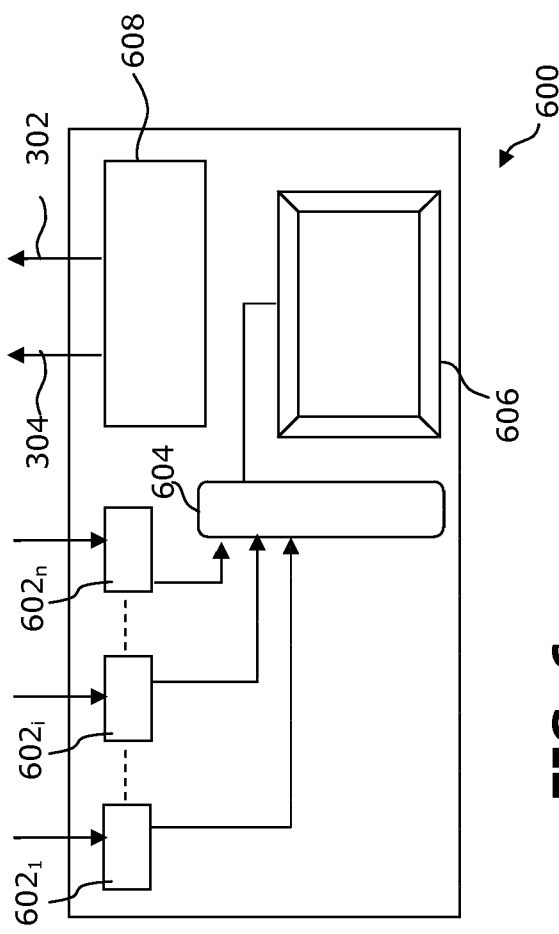


FIG. 6

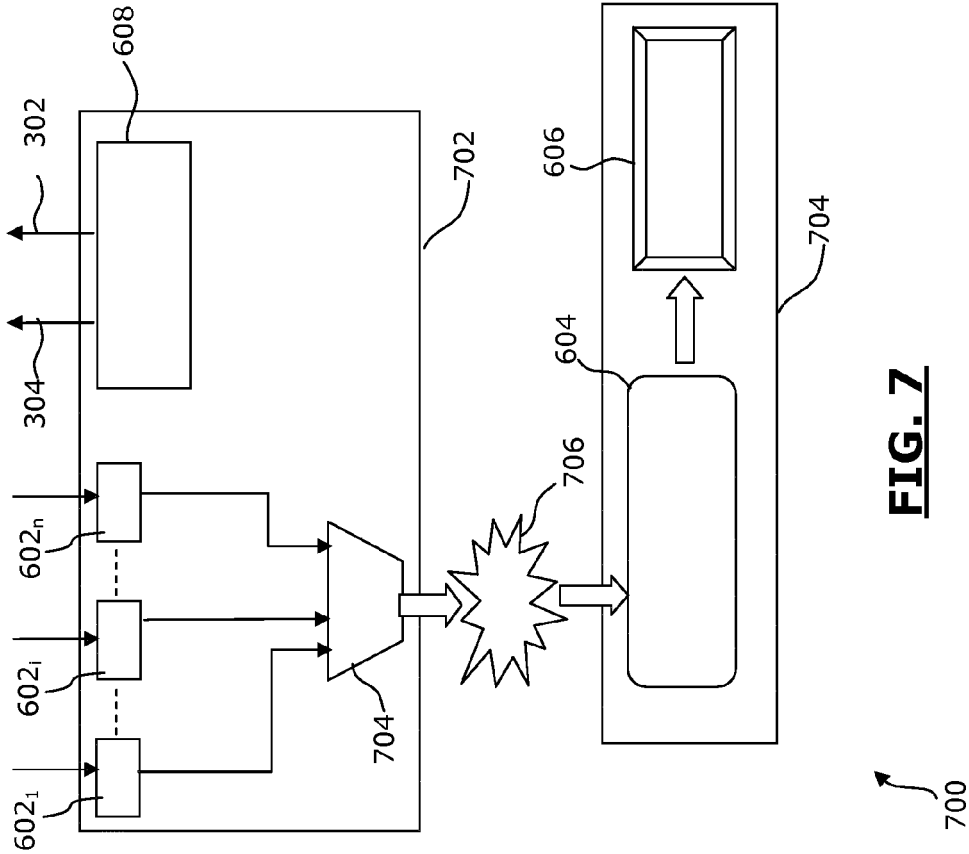


FIG. 7

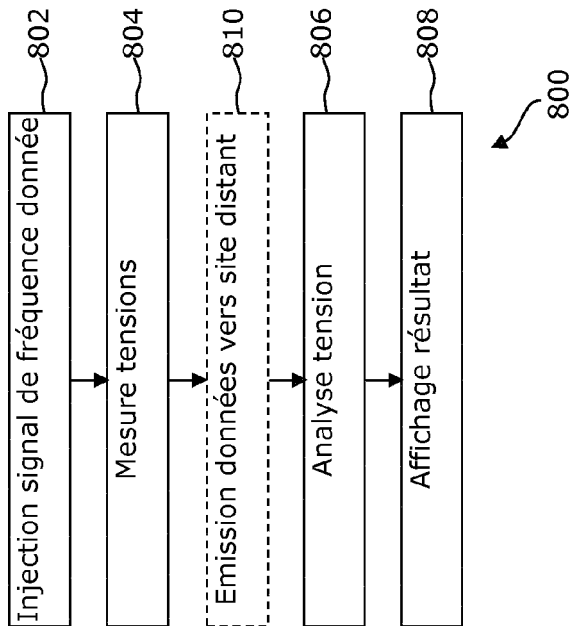


FIG. 8



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 13 19 7837

5

10

15

20

25

30

35

40

45

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	FR 2 758 301 A1 (COGIFER [FR]) 17 juillet 1998 (1998-07-17) * page 5, ligne 1 - page 6, ligne 6 * * page 8, ligne 10 - page 9, ligne 6 * * page 12, ligne 28 - page 13, ligne 18 * * figures 1-4 *	1-17	INV. B61L1/20 ADD. B61L1/18
A	WO 2010/023543 A2 (SIRTI SPA [IT]; MORELLI MAURIZIO [IT]; TRENTINI DAVIDE [IT]) 4 mars 2010 (2010-03-04) * page 2, ligne 8 - page 2, ligne 14 * * page 3, ligne 19 - page 3, ligne 28 * * page 4, ligne 14 - page 5, ligne 15 * * figure 1 *	1-17	
A	WO 2008/052643 A2 (SIEMENS SCHWEIZ AG [CH]; ELLENBERGER PETER [CH]; SCHLUER TOBIAS [CH]) 8 mai 2008 (2008-05-08) * pages 8,32,33; figures 19,20 *	1-17	
A	EP 2 216 229 A2 (BALFOUR BEATTY PLC [GB]) 11 août 2010 (2010-08-11) * alinéas [0001] - [0011], [0025] - [0029]; figures 3,4 *	1,8,11	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) B61L
A	EP 0 952 065 A1 (ALSTOM UK LTD [GB]) 27 octobre 1999 (1999-10-27) * alinéas [0001], [0015] - [0017], [0028] - [0034]; figures 1-4 *	1,8,11	
A	FR 2 745 543 A1 (COGIFER [FR]) 5 septembre 1997 (1997-09-05) * page 1, ligne 33 - page 2, ligne 12 * * page 4, ligne 10 - page 4, ligne 11 * * page 16, ligne 12 - page 16, ligne 19 * * figure 1 *	1,8,11	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 25 février 2014	Examineur Massalski, Matthias
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	

1

EPO FORM 1503 03.02 (P04C02)

50

55

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

EP 13 19 7837

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.

25-02-2014

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2758301	A1	17-07-1998	AUCUN	
WO 2010023543	A2	04-03-2010	EP 2315689 A2 WO 2010023543 A2	04-05-2011 04-03-2010
WO 2008052643	A2	08-05-2008	EP 2084048 A2 TW 200831336 A WO 2008052643 A2	05-08-2009 01-08-2008 08-05-2008
EP 2216229	A2	11-08-2010	EP 2216229 A2 GB 2467559 A	11-08-2010 11-08-2010
EP 0952065	A1	27-10-1999	CA 2269962 A1 EP 0952065 A1 US 6252408 B1	23-10-2000 27-10-1999 26-06-2001
FR 2745543	A1	05-09-1997	AUCUN	

EPO FORM P0460

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