

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 16.09.13.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 20.03.15 Bulletin 15/12.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : ALSTOM TRANSPORT SA Société anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : GUILLEMAUD LUDOVIC, VILTARD FREDERIC, AUTRAN DAMIEN et LANGLÈT PATRICK.

73 Titulaire(s) : ALSTOM TRANSPORT SA Société anonyme.

74 Mandataire(s) : CABINET LAVOIX Société par actions simplifiée.

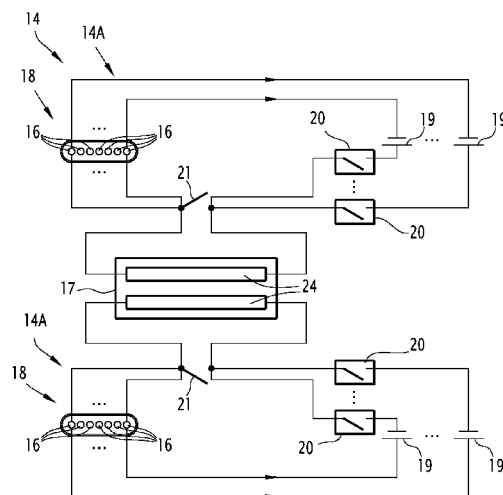
54 DISPOSITIF DE DETERMINATION D'UN ETAT DE SIGNALISATION D'UNE PLURALITE D'ORGANES ELECTRIQUES DE SIGNALISATION FERROVIAIRE, SYSTEME ET PROCEDE ASSOCIES.

57 Ce dispositif (17) de détermination d'un état de signalisation d'une pluralité d'organes électriques (16) de signalisation ferroviaire, chaque organe de signalisation (16) présentant un état de signalisation parmi une pluralité d'états de signalisation prédéterminés, comprend, pour chaque organe de signalisation (16) :

- des moyens de mesure d'au moins une grandeur relative à un courant propre à circuler à travers l'organe de signalisation (16), et

- des moyens de calcul reliés aux moyens de mesure et propres à générer un signal indiquant l'état de signalisation de l'organe de signalisation (16).

Au moins une grandeur mesurée est l'intensité du courant circulant à travers ledit organe de signalisation (16).



Dispositif de détermination d'un état de signalisation d'une pluralité d'organes électriques de signalisation ferroviaire, système et procédé associés

La présente invention concerne un dispositif de détermination d'un état de signalisation d'une pluralité d'organes électriques de signalisation ferroviaire, chaque organe de signalisation présentant un état de signalisation parmi une pluralité d'états de signalisation prédéterminés, le dispositif comprenant, pour chaque organe de signalisation :

- des moyens de mesure d'au moins une grandeur relative à un courant propre à circuler à travers l'organe de signalisation, et

- des moyens de calcul reliés aux moyens de mesure et propres à générer un signal indiquant l'état de signalisation de l'organe de signalisation.

La présente invention concerne également un système de signalisation comprenant un tel dispositif de détermination.

L'invention concerne également un procédé de détermination mis en œuvre par un tel dispositif de détermination.

Le domaine de l'invention est celui des systèmes de signalisation ferroviaires comprenant des organes électriques de signalisation, de tels organes étant destinés, via l'émission de signaux, à transmettre soit au conducteur d'un train, soit au train lui-même, une information permettant la commande du train. En particulier, dans le cas où les signaux émis par les organes de signalisation sont transmis au train lui-même, cette transmission est effectuée par des équipements de sécurité installés au sol. Afin d'assurer les fonctions critiques de sécurité requises pour le système de signalisation ferroviaire, tous les équipements constituant le système de signalisation doivent alors répondre à des exigences de sécurité, de telles exigences étant définies par des normes de sécurité ferroviaire.

On connaît du document WO 2011/139727 A1 un dispositif de détermination du type précité. Un tel dispositif est utilisé au sein d'un système de signalisation comprenant une source de courant, plusieurs organes de signalisation, et plusieurs relais électriques, chaque relais étant connecté en série d'un des organes de signalisation et étant propre à commander l'état de signalisation de cet organe de signalisation. La source de courant fournit un courant électrique destiné à l'alimentation de tous les organes de signalisation. Les moyens de mesure comprennent des capteurs de courant propres à mesurer l'intensité du courant fourni par la source de courant, et des capteurs de tension. Chaque capteur de tension est connecté à une borne, reliée d'une part à l'un des relais et d'autre part à l'un des organes de signalisation. La combinaison entre les mesures d'intensité

effectuées par les capteurs de courant et les mesures de tension effectuées par les capteurs de tension permet aux moyens de calcul de déterminer la valeur du signal indiquant l'état de signalisation de chaque organe de signalisation.

Toutefois, un tel dispositif de détermination est très peu compact du fait de la relative dispersion dans le système des composants formant le dispositif. Un tel dispositif impose en outre de connecter certains des moyens de mesure aux relais électriques, afin de mesurer la tension aux bornes de chacun de ces relais. Ceci engendre des contraintes liées au positionnement de ces moyens de mesure sur le système de signalisation, ce qui complexifie et alourdit notamment l'architecture de ce système.

Un but de l'invention est donc de proposer un dispositif de détermination d'un état de signalisation d'une pluralité d'organes électriques de signalisation ferroviaire permettant de s'affranchir des contraintes de positionnement des moyens de mesure, tout en présentant une compacité améliorée.

À cet effet, l'invention a pour objet un dispositif de détermination du type précité, dans lequel au moins une grandeur mesurée est l'intensité du courant circulant à travers ledit organe de signalisation.

Suivant d'autres aspects avantageux de l'invention, le dispositif de détermination comprend une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou suivant toutes les combinaisons techniquement possibles :

- la seule grandeur mesurée est l'intensité du courant circulant à travers ledit organe de signalisation ;

- les moyens de calcul comprennent au moins une chaîne d'acquisition de données, la ou chaque chaîne d'acquisition comprenant un module de conversion d'un signal analogique en un signal numérique et un module programmable, connectés en série, le module programmable étant relié aux moyens de mesure et étant propre à exécuter, selon une procédure de test, un ou plusieurs test(s) de fonctionnement des moyens de mesure ;

- les moyens de mesure sont propres à effectuer une pluralité de mesures de l'intensité du courant au cours d'une durée prédéterminée, et les moyens de calcul sont propres à calculer la valeur du signal indiquant l'état de signalisation de l'organe de signalisation en fonction du résultat de cette pluralité de mesures ;

- les moyens de calcul sont propres en outre à comparer chaque valeur de l'intensité mesurée à au moins une valeur seuil d'intensité prédéterminée, et à calculer la valeur du signal indiquant l'état de signalisation de l'organe de signalisation en fonction du résultat de ces comparaisons ;

- le ou chaque module programmable est propre en outre à horodater chaque valeur d'intensité mesurée par les moyens de mesure, et les moyens de calcul sont propres à calculer au moins un paramètre caractéristique d'un des états de signalisation de l'organe de signalisation, à partir des valeurs d'horodatage relatives auxdites valeurs mesurées ;

5

- les moyens de calcul comprennent une première chaîne d'acquisition de données, une deuxième chaîne d'acquisition de données, un premier organe de traitement et un deuxième organe de traitement, et les moyens de mesure comprennent un premier et un deuxième capteurs de courant, les premier et deuxième capteurs de courant étant reliés en série, la première, respectivement la deuxième, chaîne d'acquisition de données étant connectée en série entre le premier, respectivement le deuxième capteur de courant, et le premier, respectivement le deuxième organe de traitement, chaque organe de traitement étant propre à calculer la valeur du signal indiquant l'état de signalisation de l'organe de signalisation, le premier organe de traitement étant relié au deuxième organe de traitement et étant propre à générer ledit signal, la valeur du signal généré étant fonction de l'existence d'une égalité entre les valeurs des signaux calculés par les premier et deuxième organes de traitement.

10

15

L'invention a également pour objet un système de signalisation comprenant une pluralité d'organes électriques de signalisation ferroviaire et un dispositif de détermination d'un état de signalisation de chaque organe de signalisation, chaque organe de signalisation présentant un état de signalisation parmi une pluralité d'états de signalisation prédéterminés, dans lequel le dispositif de détermination est tel que défini ci-dessus.

20

L'invention a également pour objet un procédé de détermination d'un état de signalisation d'une pluralité d'organes électriques de signalisation ferroviaire, chaque organe de signalisation présentant un état de signalisation parmi une pluralité d'états de signalisation possibles,

25

le procédé étant mis en œuvre par un dispositif comprenant, pour chaque organe de signalisation, des moyens de mesure d'au moins une grandeur relative à un courant propre à circuler dans l'organe de signalisation, et des moyens de calcul reliés aux moyens de mesure et propres à générer un signal indiquant l'état de signalisation de l'organe de signalisation,

30

le procédé comprenant, pour chaque organe de signalisation, les étapes suivantes :

35

- la mesure, par les moyens de mesure, de ladite au moins une grandeur relative à un courant propre à circuler dans l'organe de signalisation,

- la détermination, par les moyens de calcul, de l'état de signalisation de l'organe de signalisation, et

- l'émission, par les moyens de calcul, du signal indiquant l'état de signalisation de l'organe de signalisation,

5 dans lequel au moins une grandeur mesurée est l'intensité du courant circulant dans ledit organe de signalisation.

Suivant d'autres aspects avantageux de l'invention, le procédé comprend une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou suivant toutes les combinaisons techniquement possibles :

10 - l'étape de mesure comprend une pluralité de mesures de l'intensité du courant circulant dans l'organe de signalisation, lesdites mesures étant effectuées par les moyens de mesure pendant une durée prédéterminée ;

- l'étape de détermination comprend :

15 - la comparaison de chaque valeur de l'intensité mesurée à au moins une valeur seuil d'intensité prédéterminée, et

- le calcul de la valeur du signal indiquant l'état de signalisation de l'organe de signalisation en fonction des résultats de ces comparaisons.

Ces caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif, et faite en
20 référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'un système de signalisation selon l'invention,

- la figure 2 est un schéma électrique du système de signalisation de la figure 1, comportant douze organes électriques de signalisation ferroviaire et un dispositif de
25 détermination selon l'invention, le dispositif de détermination comprenant douze chaînes de traitement de données,

- la figure 3 est un schéma fonctionnel d'une des chaînes de traitement de données de la figure 2 selon un premier mode de réalisation de l'invention,

- la figure 4 est un organigramme représentant un procédé de détermination selon
30 l'invention, et

- la figure 5 est une vue analogue à la figure 3 selon un deuxième mode de réalisation de l'invention.

Dans le présent document, on entend par « organe électrique de signalisation ferroviaire », tout organe apte à fournir, sur un réseau ferroviaire, un signal destiné à
35 informer soit le conducteur d'un véhicule ferroviaire se déplaçant sur le réseau, soit le véhicule ferroviaire lui-même.

On entend également par « grandeur relative à un courant », toute grandeur électrique caractéristique de ce courant, telle que par exemple l'intensité électrique ou encore la tension électrique.

La figure 1 représente un train 10 circulant sur un réseau ferroviaire 12, et un système de signalisation 14 conforme à l'invention.

Le système de signalisation 14 comprend au moins deux organes électriques de signalisation ferroviaire 16 et un dispositif 17 de détermination d'un état de signalisation de chaque organe de signalisation 16. Dans l'exemple de réalisation des figures 1 et 2, le système de signalisation 14 est formé de deux ensembles électriques 14A, chaque ensemble électrique 14A comprenant un élément de signalisation 18 comportant six organes de signalisation 16.

Chaque ensemble électrique 14A comprend en outre six sources de courant 19, dont deux seulement sont représentées sur la figure 2. Dans l'exemple de réalisation de la figure 2, chaque ensemble électrique 14A comprend également six relais 20, dont deux seulement sont représentés sur la figure 2. Chaque relais 20 est propre à commander un organe de signalisation 16. Chaque ensemble électrique 14A comprend également un sectionneur 21 muni de deux bornes. Pour chaque ensemble électrique 14A, chaque organe de signalisation 16 est connecté en série à une des sources de courant 19, à un des relais de commande 20, ainsi qu'au sectionneur 21.

En variante non représentée, chaque ensemble électrique 14A comprend une unique source de courant 19, reliée à chacun des organes de signalisation 16. Selon cette variante de réalisation, chaque ensemble électrique 14A comprend six relais 20, chaque relais 20 étant propre à commander un organe de signalisation 16.

En variante encore, le système de signalisation 14 ne comprend aucun relais de commande 20. En variante ou en complément, le système de signalisation 14 ne comprend aucun sectionneur 21.

Comme illustré sur les figures 1 et 2, chaque organe de signalisation 16 est formé par exemple d'une lampe de signalisation. Chaque lampe de signalisation 16 comprend par exemple plusieurs diodes électroluminescentes, non représentées sur les figures pour des raisons de clarté. En variante, chaque lampe de signalisation 16 est une lampe à incandescence. De manière générale, chaque organe de signalisation 16 est une charge électrique.

Chaque organe de signalisation 16 présente un état de signalisation parmi plusieurs états de signalisation prédéterminés. Dans l'exemple de réalisation des figures 1 et 2, chaque lampe 16 présente trois états lumineux possibles correspondant à différents états physiques de la lampe : un état « lampe allumée », un état « lampe éteinte » et un

état « lampe clignotante ». Chaque lampe 16 présente par ailleurs un état de signalisation parmi quatre états de signalisation : un premier état de signalisation ES1 correspondant à l'état lumineux « lampe allumée », un deuxième état de signalisation ES2 correspondant à l'état lumineux « lampe éteinte », un troisième état de signalisation ES3 correspondant à l'état lumineux « lampe clignotante » et un quatrième état de signalisation ES4 correspondant à un état « faute » et ne correspondant pas à un état lumineux particulier. Dans son troisième état de signalisation ES3, la lampe 16 clignote selon une période T et un rapport cyclique α . Le quatrième état de signalisation ES4 est un état « fictif » attribué à la lampe 16. Ce quatrième état ES4, nécessaire pour répondre aux exigences de sécurité ferroviaire, correspond soit à la présence d'un défaut électrique situé à l'extérieur du dispositif de détermination 17, soit à un défaut interne au dispositif 17 et détectable par celui-ci, comme détaillé par la suite. Le quatrième état ES4 ne correspond pas à une lampe 16 matériellement hors service.

Dans l'exemple de réalisation des figures 1 et 2, les lampes 16 d'un même élément de signalisation 18 présentent des premiers, deuxièmes, troisièmes et quatrièmes états de signalisation ES1, ES2, ES3, ES4 identiques. En variante, les lampes 16 d'un même élément de signalisation 18 présentent des premiers états de signalisation ES1 distincts, et des deuxième, troisième et quatrième états de signalisation ES2, ES3, ES4 identiques. Plus précisément, les lampes 16 d'un même élément de signalisation 18 émettent par exemple des signaux lumineux de longueurs d'onde distinctes, chaque signal lumineux associé à une lampe 16 correspondant au premier état de signalisation ES1 associé à cette lampe. En variante encore, les lampes 16 d'un même élément de signalisation 18 présentent des premiers, deuxièmes, troisièmes et quatrièmes états de signalisation ES1, ES2, ES3, ES4 distincts.

Comme illustré sur la figure 2, le dispositif de détermination 17 est formé d'un boîtier comprenant, pour chaque élément de signalisation 18, un module 24 de traitement de données. Dans l'exemple de réalisation de la figure 2, chaque module 24 est connecté entre les sources de courant 19 et les organes de signalisation 16 d'un ensemble électrique 14A, en parallèle d'un des sectionneurs 21. Ceci permet de réduire avantageusement l'encombrement du dispositif 17.

Chaque module de traitement 24 comprend au moins une chaîne 26 de traitement de données. Plus précisément, chaque module 24 comprend autant de chaînes de traitement 26 qu'il y a d'organes de signalisation 16 agencés au sein de l'ensemble électrique 14A auquel le module 24 est connecté. Ainsi, dans l'exemple de réalisation de la figure 2, chaque module 24 comprend six chaînes de traitement 26, non représentées sur la figure pour des raisons de clarté. Une des six chaînes de traitement 26 est

représentée sur la figure 3. Chaque chaîne de traitement 26 est connectée en parallèle du sectionneur 21 associé et est reliée à un des organes de signalisation 16. Chaque chaîne de traitement 26 forme ainsi, avec l'organe de signalisation 16 auquel elle est reliée, un circuit électrique 27. Chaque circuit 27 est électriquement indépendant des autres circuits 27.

5

Comme illustré sur la figure 3, chaque chaîne de traitement 26 comprend des moyens 28 de mesure d'au moins une grandeur relative à un courant propre à circuler dans l'organe de signalisation 16 associé, et des moyens de calcul 30. Le dispositif de détermination 17 comprend ainsi, pour chaque organe de signalisation 16, des moyens de mesure 28 et des moyens de calcul 30.

10

Les moyens de mesure 28 comprennent uniquement au moins un capteur de courant 32. Selon le mode de réalisation préférentiel de la figure 3, les moyens de mesure 28 de chaque chaîne de traitement 26 comprennent un seul capteur de courant 32. Le capteur de courant 32 est connecté en parallèle du sectionneur 21, au sein du circuit 27 associé.

15

Ainsi, conformément à l'invention, au moins une grandeur mesurée par les moyens de mesure 28 associés à un organe de signalisation 16 est l'intensité du courant circulant à travers cet organe 16.

De préférence, la seule grandeur mesurée par les moyens de mesure 28 associés à un organe de signalisation 16 est l'intensité du courant circulant à travers cet organe 16.

20

Avantageusement, le capteur de courant 32 est un capteur magnétique, apte à émettre un signal de mesure de l'intensité du courant circulant dans l'organe de signalisation 16. Ceci permet d'obtenir un dispositif de détermination 17 très peu intrusif au sein de l'ensemble électrique 14A. En outre, un tel capteur magnétique permet de mesurer aussi bien l'intensité d'un courant électrique continu que l'intensité d'un courant électrique alternatif. Le capteur de courant magnétique est par exemple un tore agencé autour d'un conducteur électrique, non représenté, permettant la circulation dudit courant. En variante, le capteur de courant 32 est un capteur à effet « shunt », ou un capteur à effet Hall, ou encore une sonde de courant.

25

Les moyens de mesure 28 sont avantageusement propres à effectuer plusieurs mesures de l'intensité du courant au cours d'une durée prédéterminée. Plus précisément, le capteur de courant 32 de chaque chaîne de traitement 26 est propre à mesurer en permanence l'intensité du courant circulant au sein de l'organe de signalisation 16 associé, au cours d'une durée D. Dans l'exemple de réalisation des figures 1 à 3, la durée D est supérieure à la période T comprise entre deux clignotements de la lampe 16.

30

35

Les moyens de calcul 30 sont reliés aux moyens de mesure 28 et sont propres à générer un signal indiquant l'état de signalisation de l'organe de signalisation 16 associé. Ce signal est dénommé signal S dans la suite du document. Dans l'exemple de réalisation des figures 1 à 3, le signal S est apte à prendre quatre valeurs distinctes, chacune correspondant à un état de signalisation ES1, ES2, ES3, ES4 respectif de l'organe de signalisation 16 associé.

Les moyens de calcul 30 comprennent au moins une chaîne 34 d'acquisition de données et au moins un organe 36 de traitement de données. Selon le mode de réalisation de la figure 3, les moyens de calcul 30 comprennent une chaîne 34 d'acquisition de données et un organe 36 de traitement de données, relié à la chaîne 34.

Comme représenté sur la figure 3, la chaîne 34 d'acquisition de données comprend un circuit logique 38, dénommé par la suite PGA (de l'acronyme anglais *Programmable Gain Amplifier*), un module 40 de conversion d'un signal analogique en un signal numérique, et un module programmable 42, connectés en série dans cet ordre.

Le PGA 38 est relié au capteur de courant 32 et est propre à appliquer un gain programmable au signal de mesure transmis par le capteur de courant 32. Le PGA 38 est propre en outre à permettre la sélection d'un type de signal de test prédéterminé, en provenance du module programmable 42, comme détaillé par la suite.

En variante, la chaîne 34 ne comprend pas de PGA 38. Selon cette variante, le module de conversion 40 est relié directement au capteur de courant 32.

Le module de conversion 40 comprend un organe de traitement analogique 44, connu soi et relié au PGA 38, et un convertisseur analogique numérique 46, relié à l'organe de traitement analogique 44.

Le module programmable 42 est avantageusement un circuit logique programmable, dénommé par la suite FPGA (de l'acronyme anglais *Field-Programmable Gate Array*). Le FPGA 42 est connecté entre le convertisseur analogique numérique 46 et l'organe de traitement de données 36. Le FPGA 42 est en outre relié, d'une part, au capteur de courant 32, et d'autre part, au PGA 38.

Le FPGA 42 est avantageusement propre à exécuter, selon une procédure de test prédéterminée, un ou plusieurs test(s) de fonctionnement des moyens de mesure 28. Dans l'exemple de réalisation de la figure 3, le FPGA 42 est propre à transmettre au capteur de courant 32, soit périodiquement, soit sur requête de l'organe de traitement 36, au moins un signal de test destiné à tester le fonctionnement de ce capteur de courant 32. Le FPGA 42 est propre en outre à transmettre au PGA 38 plusieurs signaux sinusoïdaux d'amplitudes distinctes. Le FPGA 42 est propre également à transmettre au PGA 38 un signal de commande d'un type de test. Le signal de commande permet au PGA 38, sur

commande du FPGA 42, de sélectionner le type de signal de test utilisé pour le test du module de conversion 40.

Le FPGA 42 est avantageusement propre à transmettre à l'organe de traitement 36 un signal échantillonné et à horodater la valeur de chaque échantillon de ce signal. Chaque échantillon du signal transmis par le FPGA 42 à l'organe de traitement 36 correspond à une valeur efficace de l'intensité mesurée par le capteur de courant 32.

L'organe de traitement 36 est, par exemple, formé d'un processeur associé à une mémoire. L'organe de traitement 36 est propre à calculer la valeur du signal S en fonction des valeurs d'échantillons du signal transmis par le FPGA 42, et à émettre le signal S. Plus particulièrement, dans l'exemple de réalisation de la figure 3, l'organe de traitement 36 est propre à comparer la valeur de chaque échantillon du signal transmis par le FPGA 42 à au moins une valeur seuil d'intensité stockée dans la mémoire, et à calculer la valeur du signal S en fonction du résultat de ces comparaisons. L'organe de traitement 36 est avantageusement propre à comparer la valeur de chaque échantillon du signal transmis par le FPGA 42 à une première valeur seuil stockée dans la mémoire, puis à une deuxième valeur seuil stockée dans la mémoire, strictement supérieure à la première valeur seuil. Cette double comparaison permet de garantir une absence de confusion entre le premier état de signalisation ES1 de la lampe 16 et le deuxième état de signalisation ES2 de la lampe 16. Les valeurs seuils sont configurables par un utilisateur.

L'organe de traitement 36 est également propre à calculer, à partir des valeurs d'horodatage relatives aux valeurs d'échantillons du signal transmis par le FPGA 42, la période T comprise entre deux clignotements de la lampe 16, ainsi que le rapport cyclique α associé à ce clignotement. L'organe de traitement 36 est alors propre à déduire la valeur du signal S en fonction du résultat de ce calcul.

L'organe de traitement 36 est avantageusement propre à transmettre au FPGA 42 une requête de lancement d'une procédure de test prédéterminée. Chaque procédure de test est, par exemple, stockée dans la mémoire de l'organe de traitement. Chaque procédure de test comprend notamment l'émission par l'organe de traitement 36, à destination du FPGA 42, d'une ou plusieurs commandes de test associées à la procédure.

Outre les procédures de test et les première et deuxième valeurs seuil d'intensité, des valeurs de référence T1, respectivement α_1 , correspondant à la période théorique comprise entre deux clignotements de la lampe 16, respectivement au rapport cyclique théorique, sont stockées dans la mémoire de l'organe de traitement 36. Au moins un paramètre de configuration est également stocké au sein de la mémoire de l'organe de traitement 36. Avantageusement, plusieurs paramètres de configuration sont stockés

dans cette mémoire. Les valeurs de référence T1 et α_1 sont configurables par un utilisateur.

Les paramètres de configuration permettent à un utilisateur de pouvoir configurer d'une part l'organe de traitement 36, le PGA 38 et le FPGA 42 en fonction de l'intensité du courant nominal circulant au sein de l'organe de signalisation 16 et d'autre part l'organe de traitement 36 en fonction des première et deuxième valeurs seuil. Ceci permet d'obtenir un dispositif de détermination 17 reconfigurable, et apte ainsi à fonctionner, en sécurité, avec plusieurs types d'organes de signalisation 16. Cette caractéristique permet ainsi la réalisation de mesures précises d'intensité de courant, et couvrant une large gamme de courants potentiels.

Dans l'exemple de réalisation des figures 1 à 3, le dispositif de détermination 17 est propre à transmettre au train 10 un message reflétant les valeurs des signaux S émis par l'ensemble des organes de traitement 36 associés à un élément de signalisation 18, indiquant l'état de signalisation de cet élément de signalisation 18.

Chaque source de courant 19 fournit un courant électrique d'alimentation à l'un des éléments de signalisation 18. Dans l'exemple de réalisation des figures 1 et 2, chaque source de courant 19 fournit un courant électrique continu à l'un des éléments de signalisation 18. En variante, chaque source de courant 19 fournit un courant électrique alternatif à l'un des éléments de signalisation 18.

Le fonctionnement du dispositif de détermination 17 selon l'invention va désormais être expliqué.

Sur la figure 4 sont représentées les étapes d'un procédé de détermination selon l'invention, mis en œuvre par le dispositif de détermination 17.

Seule l'une des chaînes 26 de traitement de données, ainsi que le circuit 27 et l'organe de signalisation 16 associés, seront considérés par la suite. En effet, le fonctionnement des autres chaînes de traitement 26 étant analogue, et chaque chaîne de traitement 26 fonctionnant indépendamment des autres, les étapes du procédé mis en œuvre par ces autres chaînes de traitement 26 ne seront pas décrites plus en détail.

Au cours d'une étape initiale 54, les moyens de mesure 28 mesurent au moins l'intensité du courant circulant à travers l'organe de signalisation 16. Dans l'exemple de réalisation de la figure 3, le capteur 32 mesure l'intensité du courant circulant dans l'organe de signalisation 16. Plus précisément, le capteur de courant 32 effectue, au cours de la durée D, plusieurs mesures de l'intensité du courant circulant au sein de l'organe de signalisation 16. Pour chaque mesure effectuée au cours de la durée D, le capteur 32 transmet alors au PGA 38 un signal de mesure de l'intensité du courant circulant dans

l'organe de signalisation 16. Pour des raisons de clarté, on considère par la suite seulement les mesures effectuées par le capteur 32 au cours de la durée D.

Au cours d'une étape suivante 56, le PGA 38 applique un gain prédéterminé à chaque signal de mesure transmis par le capteur de courant 32 et transmet chaque signal analogique résultant au module de conversion analogique numérique 40.

Au cours d'une étape suivante 58, le module de conversion analogique numérique 40 convertit chaque signal analogique transmis par le PGA 38 en un signal numérique, puis transmet chaque signal numérique au FPGA 42.

Au cours d'une étape suivante 60, le FPGA 42 transmet à l'organe de traitement 36 un signal échantillonné, en ayant préalablement horodaté la valeur de chaque échantillon de ce signal. Chaque échantillon du signal transmis à l'organe de traitement 36. correspond à une valeur efficace de l'intensité mesurée par le capteur de courant 32.

Au cours d'une étape suivante 62, l'organe de traitement 36 calcule la valeur du signal S en fonction des valeurs d'échantillons du signal transmis par le FPGA 42.

Cette étape 62 de détermination de la valeur du signal S comprend une première sous-étape 62A, au cours de laquelle l'organe de traitement 36 compare la valeur de chaque échantillon du signal transmis par le FPGA 42 à au moins une valeur seuil d'intensité stockée dans la mémoire de l'organe de traitement 36. Dans l'exemple de réalisation de la figure 3, l'organe de traitement 36 compare la valeur de chaque échantillon à la première valeur seuil stockée dans la mémoire, puis à la deuxième valeur seuil stockée dans la mémoire.

L'étape de détermination 62 comprend une deuxième sous-étape 62B, au cours de laquelle l'organe de traitement 36 calcule, via son processeur, la valeur du signal S en fonction du résultat des comparaisons effectuées au cours de la première sous-étape 62A.

Plus précisément, si l'ensemble des valeurs d'échantillons sont supérieures à la deuxième valeur seuil, l'organe de traitement 36 détermine la valeur du signal S comme étant celle correspondant au premier état de signalisation ES1 de l'organe de signalisation 16.

Si l'ensemble des valeurs d'échantillons sont inférieures à la première valeur seuil, l'organe de traitement 36 détermine la valeur du signal S comme étant celle correspondant au deuxième état de signalisation ES2 de l'organe de signalisation 16.

Si chaque valeur d'échantillon est soit supérieure à la deuxième valeur seuil, soit inférieure à la deuxième valeur seuil, et si au moins deux valeurs d'échantillons sont distinctes, l'organe de signalisation 16 examine les valeurs d'horodatage associées à ces valeurs d'échantillons. Le processeur de l'organe de traitement 36 utilise alors ces valeurs

d'horodatage pour calculer la période T comprise entre deux clignotements de la lampe 16 ainsi que le rapport cyclique α associé à ce clignotement. Si la période T calculée est égale à la période théorique $T1$ stockée dans la mémoire de l'organe de traitement 36, l'organe de traitement 36 détermine la valeur du signal S comme étant celle correspondant au troisième état de signalisation ES3 de l'organe de signalisation 16. Si la période T calculée est inférieure ou supérieure à la période théorique $T1$ stockée dans la mémoire de l'organe de traitement 36, l'organe de traitement 36 détermine la valeur du signal S comme étant celle correspondant au quatrième état de signalisation ES4 de l'organe de signalisation 16. En variante, si la période T calculée est supérieure à la période théorique $T1$ stockée dans la mémoire de l'organe de traitement 36, l'organe de traitement 36 détermine la valeur du signal S comme étant celle correspondant au premier ou au deuxième état de signalisation ES1, ES2 de l'organe de signalisation 16.

Dans tous les autres cas, distincts des cas précédents, l'organe de traitement 36 détermine la valeur du signal S comme étant celle correspondant au quatrième état de signalisation ES4 de l'organe de signalisation 16.

Au cours d'une étape suivante 64, l'organe de traitement 36 émet le signal S .

Dans l'exemple de réalisation des figures 1 à 3, au cours d'une étape finale non représentée, le dispositif de détermination 17 transmet au train 10 deux messages. Chaque message reflète les valeurs des signaux S émis par l'ensemble des organes de traitement 36 associés à un des éléments de signalisation 18, indiquant l'état de signalisation de cet élément de signalisation 18.

En complément, au cours d'une étape 66 effectuée en parallèle des étapes 54 à 64, l'organe de traitement 36 transmet au FPGA 42, par exemple périodiquement, une requête de lancement d'une procédure de test. L'organe de traitement 36 transmet en particulier au FPGA 42 une ou plusieurs commandes de test associées à la procédure de test. Le FPGA 42 exécute alors, selon la procédure de test, un ou plusieurs test(s) de fonctionnement de la chaîne de traitement 34. Plus précisément, le FPGA 42 transmet au PGA 38 un signal de commande d'un type de test. Le FPGA 42 transmet alors au capteur de courant 32 un signal de test. Les étapes 54 à 62 sont alors effectuées pour ce signal de test, et l'organe de traitement 36 analyse les résultats obtenus au cours d'une étape suivante 68.

Au cours de l'étape 68, si les résultats obtenus sont conformes à des résultats théoriques pré-enregistrés au sein de l'organe de traitement 36, l'étape 66 est effectuée à nouveau. Sinon, l'organe de traitement 36 détermine la valeur du signal S comme étant celle correspondant au quatrième état de signalisation ES4 de l'organe de signalisation 16, et l'étape finale 64 est mise en œuvre.

En variante, l'étape 66 est effectuée périodiquement par le FPGA 42. Dans ce cas, l'organe de traitement 36 ne transmet pas au FPGA 42 de requête de lancement d'une procédure de test, mais uniquement le ou les signaux de test associés à la procédure de test.

5 L'étape de test 66 permet d'effectuer un test en continu de l'ensemble de la chaîne de traitement 26 et de détecter tout défaut latent au sein de cette chaîne 26.

La figure 5 illustre un deuxième mode de réalisation de l'invention pour lequel les éléments analogues au premier mode de réalisation, décrit précédemment, sont repérés par des références identiques, et ne sont donc pas décrits à nouveau.

10 A la différence du premier mode de réalisation, les moyens de mesure 28 de chaque chaîne de traitement 26 comprennent un premier capteur de courant 32A et un deuxième capteur de courant 32B. En outre, les moyens de calcul 30 de chaque chaîne de traitement 26 comprennent une première chaîne 34A d'acquisition de données, une deuxième chaîne 34B d'acquisition de données, un premier organe 36A de traitement de
15 données et un deuxième organe 36B de traitement de données.

Les premier et deuxième capteurs de courant 32A, 32B sont reliés en série entre la source de courant 19 et les organes de signalisation 16, en parallèle du sectionneur 21, au sein du circuit 27 associé. Chacun des premier et deuxième capteurs de courant 32A, 32B est, par exemple, structurellement identique au capteur de courant 32 du premier
20 mode de réalisation.

La première chaîne 34A d'acquisition de données, respectivement la deuxième chaîne 34B est connectée en série entre le premier capteur de courant 32A, respectivement le deuxième capteur de courant 32B, et le premier organe de traitement 36A, respectivement le deuxième organe de traitement 36B. Chacune des première et
25 deuxième chaînes d'acquisition 34A, 34B est structurellement analogue à la chaîne d'acquisition 34 du premier mode de réalisation.

Le premier organe de traitement 36A est relié au deuxième organe de traitement 36B. Chaque organe de traitement 36A, 36B est structurellement analogue à l'organe de traitement 36 du premier mode de réalisation décrit précédemment. Chaque organe de
30 traitement 36A, 36B est propre ainsi à calculer une valeur S_a , S_b du signal indiquant l'état de signalisation de l'organe de signalisation 16 associé, en fonction des valeurs d'échantillons du signal transmis par le FPGA 42 auquel il est relié.

Chaque organe de traitement 36A, 36B est propre en outre à transmettre à l'autre organe de traitement 36A, 36B la valeur S_a , S_b du signal qu'il a calculée, et à tester
35 l'existence d'une égalité entre les valeurs S_a , S_b du signal calculées. Seul le premier organe de traitement 36A est propre à émettre le signal S.

Le fonctionnement du dispositif de détermination 17 selon le deuxième mode de réalisation va désormais être expliqué.

Les étapes 54 à 68 du procédé de détermination selon le deuxième mode de réalisation de l'invention sont identiques à celles du procédé de détermination selon le premier mode de réalisation de l'invention, et ne seront donc pas décrites plus en détail. Le procédé de détermination selon le deuxième mode de réalisation comprend en outre, entre l'étape de détermination 62 et l'étape finale 64, une étape de transmission, par chaque organe de traitement 36A, 36B à l'autre organe de traitement 36A, 36B, de la valeur Sa, Sb du signal qu'il a calculé au cours de l'étape de détermination 62. Le procédé de détermination comprend également, à la suite de cette étape de transmission, une étape de test, par chaque organe de traitement 36A, 36B, de l'existence d'une égalité entre les valeurs Sa, Sb du signal calculées.

Si, au cours de l'étape de test, chacun des deux organes de traitement 36A, 36B détermine l'existence d'une égalité entre les valeurs Sa, Sb, le premier organe de traitement 36A affecte comme valeur au signal S la valeur Sa, et émet le signal S au cours de l'étape finale 64. Sinon, le premier organe de traitement 36A affecte comme valeur au signal S la valeur correspondant au quatrième état de signalisation ES4 de l'organe de signalisation 16, et émet le signal S au cours de l'étape finale 64.

Par rapport au dispositif de détermination selon le premier mode de réalisation de l'invention, le dispositif selon le deuxième mode de réalisation de l'invention permet de détecter des défauts internes à la chaîne de traitement 26, indétectables dans le premier mode de réalisation. Ceci contribue à augmenter la sécurité du système de signalisation 14.

Les autres avantages de ce deuxième mode de réalisation du dispositif de détermination sont identiques à ceux du premier mode de réalisation, et ne sont donc pas décrits à nouveau.

L'homme du métier comprendra bien entendu que l'invention s'applique de la même manière en utilisant, pour chaque chaîne de traitement, un nombre N de capteurs de courant, de chaînes d'acquisition de données et d'organes de traitement, N étant un nombre entier supérieur ou égal à trois. Les mêmes traitements sont alors effectués dans chacun des N groupes de composants, puis un « vote majoritaire » est effectué ou une égalité stricte est testée pour affecter au signal S sa valeur.

Grâce à l'horodatage par le FPGA de chaque valeur de signal transmise, le dispositif de détermination 17 selon l'invention permet de détecter un état de « clignotement » de chaque organe de signalisation, et de déterminer les paramètres caractéristiques de ce clignotement.

Le dispositif de détermination 17 selon l'invention permet par ailleurs de détecter l'état de signalisation de chaque organe de signalisation du système de signalisation, en respectant les exigences de sécurité requises pour ce système.

5 En outre, contrairement aux dispositifs de l'art antérieur, le dispositif de détermination 17 selon l'invention, et quel que soit le mode de réalisation, est réalisé sous la forme d'un boîtier intégré, ce qui améliore notablement la compacité du dispositif. Le dispositif selon l'invention présente en outre une conception plus simple, notamment du fait qu'il n'impose pas de mesurer conjointement des courants et des tensions pour être opérationnel. Pour chaque organe de signalisation dont l'état de signalisation doit être
10 déterminé, une seule mesure de courant par le dispositif est suffisante. Le dispositif selon l'invention n'impose pas non plus la présence de relais de commande au sein du système de signalisation pour pouvoir être opérationnel.

Contrairement aux dispositifs de l'art antérieur, le dispositif de détermination 17 selon l'invention permet de mesurer de manière indépendante l'intensité du courant
15 circulant dans chaque organe de signalisation d'un élément de signalisation. Ceci permet en outre, concernant l'architecture globale du système de signalisation, de tester les chaînes de traitement indépendamment les unes des autres.

On conçoit ainsi que le dispositif de détermination 17 selon l'invention permet de
20 s'affranchir des contraintes de positionnement des moyens de mesure et de l'architecture de commande des organes de signalisation, tout en présentant une compacité améliorée.

REVENDICATIONS

1.- Dispositif (17) de détermination d'un état de signalisation d'une pluralité d'organes électriques (16) de signalisation ferroviaire, chaque organe de signalisation (16)
5 présentant un état de signalisation parmi une pluralité d'états de signalisation prédéterminés,

le dispositif (17) comprenant, pour chaque organe de signalisation (16) :

- des moyens (28) de mesure d'au moins une grandeur relative à un courant propre à circuler à travers l'organe de signalisation (16), et

10 - des moyens (30) de calcul reliés aux moyens de mesure (28) et propres à générer un signal (S) indiquant l'état de signalisation de l'organe de signalisation (16),

caractérisé en ce qu'au moins une grandeur mesurée est l'intensité du courant circulant à travers ledit organe de signalisation (16).

15 2.- Dispositif (17) selon la revendication 1, caractérisé en ce que la seule grandeur mesurée est l'intensité du courant circulant à travers ledit organe de signalisation (16).

3.- Dispositif (17) selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les moyens de calcul (30) comprennent au moins une chaîne (34 ; 34A, 34B) d'acquisition de
20 données, la ou chaque chaîne d'acquisition (34 ; 34A, 34B) comprenant un module (40) de conversion d'un signal analogique en un signal numérique et un module programmable (42), connectés en série, le module programmable (42) étant relié aux moyens de mesure (28) et étant propre à exécuter, selon une procédure de test, un ou plusieurs test(s) de fonctionnement des moyens de mesure (28).

25

4.- Dispositif (17) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de mesure (28) sont propres à effectuer une pluralité de mesures de l'intensité du courant au cours d'une durée prédéterminée, et en ce que les
30 moyens (30) de calcul sont propres à calculer la valeur du signal (S) indiquant l'état de signalisation de l'organe de signalisation (16) en fonction du résultat de cette pluralité de mesures.

5.- Dispositif (17) selon la revendication 4, caractérisé en ce que les moyens de calcul (30) sont propres en outre à comparer chaque valeur de l'intensité mesurée à au
35 moins une valeur seuil d'intensité prédéterminée, et à calculer la valeur du signal (S)

indiquant l'état de signalisation de l'organe de signalisation (16) en fonction du résultat de ces comparaisons.

6.- Dispositif (17) selon la revendication 4 ou 5 prise avec la revendication 3, caractérisé en ce que le ou chaque module programmable (42) est propre en outre à horodater chaque valeur d'intensité mesurée par les moyens de mesure (28), et en ce que les moyens de calcul (30) sont propres à calculer au moins un paramètre caractéristique d'un des états de signalisation de l'organe de signalisation (16), à partir des valeurs d'horodatage relatives auxdites valeurs mesurées.

7.- Dispositif (17) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de calcul (30) comprennent une première chaîne (34A) d'acquisition de données, une deuxième chaîne (34B) d'acquisition de données, un premier organe de traitement (36A) et un deuxième organe de traitement (36B), et en ce que les moyens de mesure (28) comprennent un premier (32A) et un deuxième (32B) capteurs de courant, les premier et deuxième capteurs de courant (32A, 32B) étant reliés en série, la première (34A), respectivement la deuxième (34B), chaîne d'acquisition de données étant connectée en série entre le premier (32A), respectivement le deuxième (32B) capteur de courant, et le premier (36A), respectivement le deuxième (36B) organe de traitement, chaque organe de traitement (36A, 36B) étant propre à calculer la valeur du signal (S) indiquant l'état de signalisation de l'organe de signalisation (16), le premier organe de traitement (36A) étant relié au deuxième organe de traitement (36B) et étant propre à générer ledit signal (S), la valeur du signal (S) généré étant fonction de l'existence d'une égalité entre les valeurs des signaux calculés par les premier et deuxième organes de traitement (36A, 36B).

8.- Système de signalisation (14) comprenant une pluralité d'organes électriques (16) de signalisation ferroviaire et un dispositif (17) de détermination d'un état de signalisation de chaque organe de signalisation (16), chaque organe de signalisation (16) présentant un état de signalisation parmi une pluralité d'états de signalisation prédéterminés, caractérisé en ce que le dispositif de détermination (17) est conforme à l'une quelconque des revendications précédentes.

9.- Procédé de détermination d'un état de signalisation d'une pluralité d'organes électriques (16) de signalisation ferroviaire, chaque organe de signalisation (16) présentant un état de signalisation parmi une pluralité d'états de signalisation possibles,

le procédé étant mis en œuvre par un dispositif (17) comprenant, pour chaque organe de signalisation (16), des moyens (28) de mesure d'au moins une grandeur relative à un courant propre à circuler dans l'organe de signalisation (16), et des moyens de calcul (30) reliés aux moyens de mesure (28) et propres à générer un signal (S) indiquant l'état de signalisation de l'organe de signalisation (16),

le procédé comprenant, pour chaque organe de signalisation (16), les étapes suivantes :

- la mesure (54), par les moyens de mesure (28), de ladite au moins une grandeur relative à un courant propre à circuler dans l'organe de signalisation (16),

- la détermination (62), par les moyens de calcul (30), de l'état de signalisation de l'organe de signalisation (16), et

- l'émission (64), par les moyens de calcul (30), du signal (S) indiquant l'état de signalisation de l'organe de signalisation (16),

caractérisé en ce qu'au moins une grandeur mesurée est l'intensité du courant circulant dans ledit organe de signalisation (16).

10.- Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'étape de mesure (54) comprend une pluralité de mesures de l'intensité du courant circulant dans l'organe de signalisation (16), lesdites mesures étant effectuées par les moyens de mesure (28) pendant une durée prédéterminée.

11.- Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'étape de détermination (62) comprend :

- la comparaison (62A) de chaque valeur de l'intensité mesurée à au moins une valeur seuil d'intensité prédéterminée, et

- le calcul (62B) de la valeur du signal (S) indiquant l'état de signalisation de l'organe de signalisation (16) en fonction des résultats de ces comparaisons.

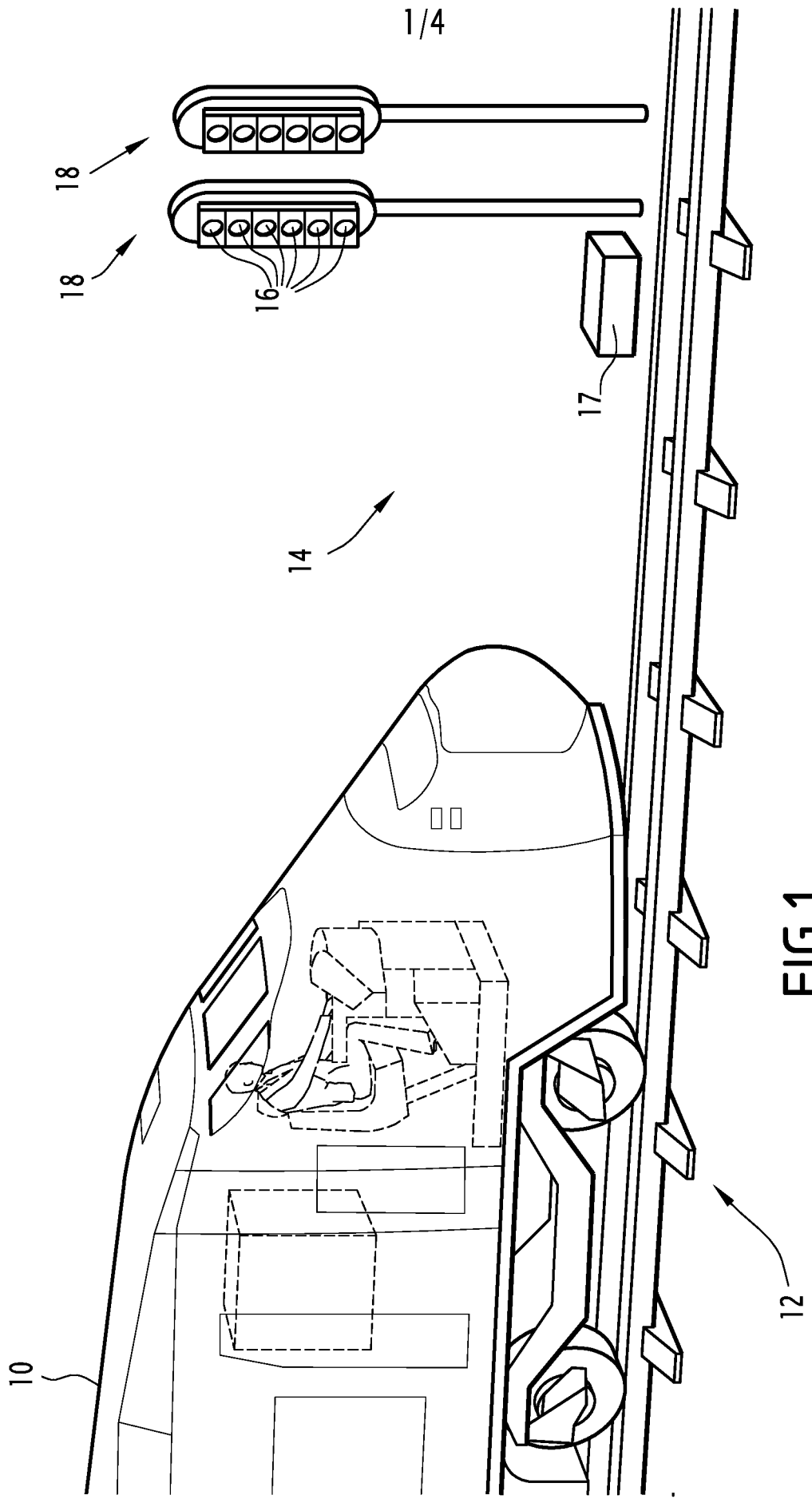
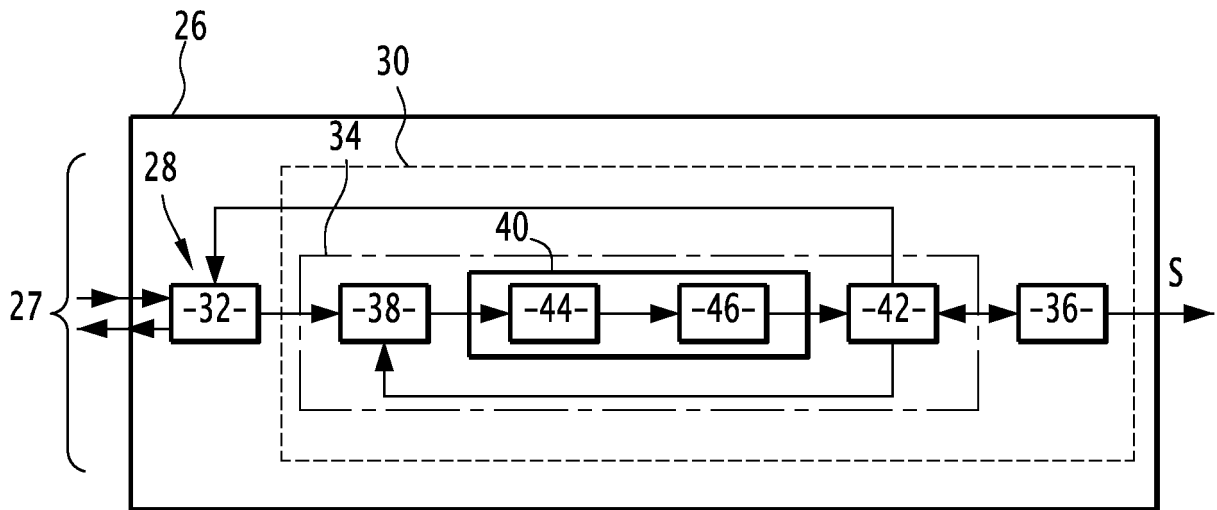
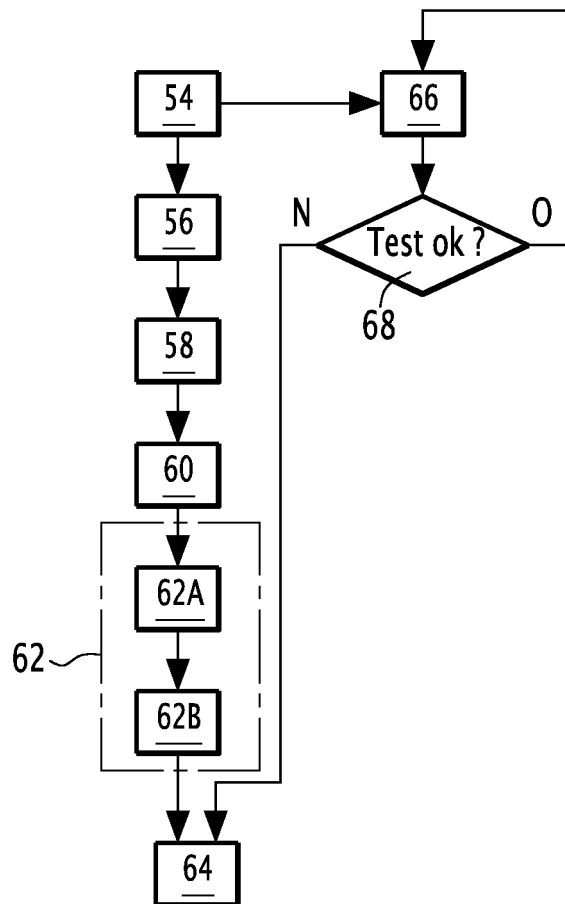
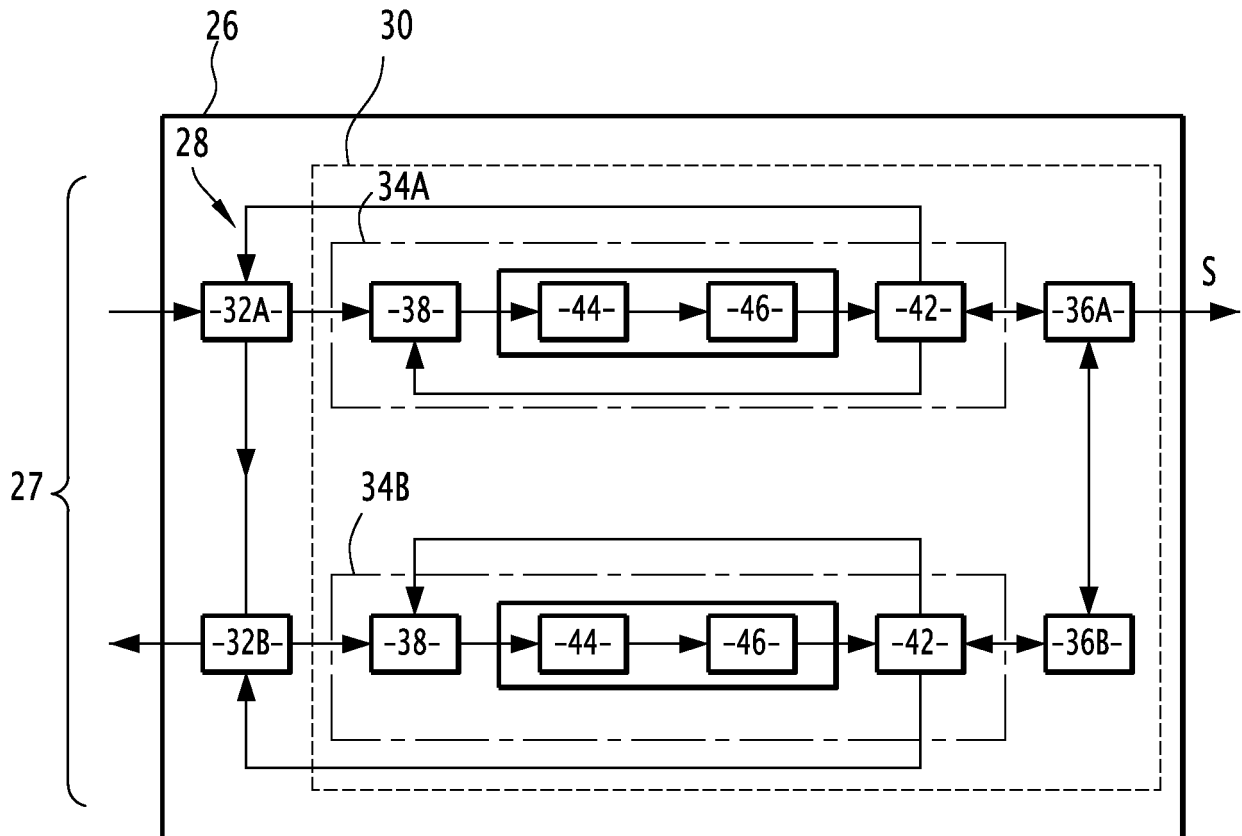


FIG. 1

3/4

FIG.3FIG.4

4/4

FIG.5