

**(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)**

**(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle**  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
1 décembre 2016 (01.12.2016)

WIPO | PCT

**(10) Numéro de publication internationale**

WO 2016/188889 A1

**(51) Classification internationale des brevets :**  
*H04L 12/733 (2013.01) H04L 12/24 (2006.01)*

(81) **États désignés** (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

**(21) Numéro de la demande internationale :**  
PCT/EP2016/061388

**(22) Date de dépôt international :** 20 mai 2016 (20.05.2016)

(25) Langue de dépôt : français

**(30) Données relatives à la priorité :**

(71) Déposant : SAGEMCOM ENERGY & TELECOM

(71) Déposant : SAGEMCOM ENERGY & TELECOM

SAS [FR/FR]; 250 route de l'Empereur, 92500 Rueil-Malmaison (FR).

(72) Inventeurs : **TEBOULLE, Henri**; Sagemcom Energy & Telecom SAS, 250 route de l'Empereur, 92500 Rueil Malmaison (FR). **ROTER, Ziv**; Sagemcom Energy & Telecom SAS, 250 route de l'Empereur, 92500 Rueil Malmaison (FR).

(74) **Mandataire** : **BIZET, Stéphane**; 5 Place Newquay, B.P. 70250, 35802 Dinard Cedex (FR).

(84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- avec revendications modifiées (art. 19.1)

**(54) Title :** METHOD FOR OBTAINING A COMMUNICATION ROUTE BY POWERLINE COMMUNICATION

**(54) Titre : PROCÉDÉ D'OBTENTION D'UNE ROUTE DE COMMUNICATION PAR COURANTS PORTEURS EN LIGNE**

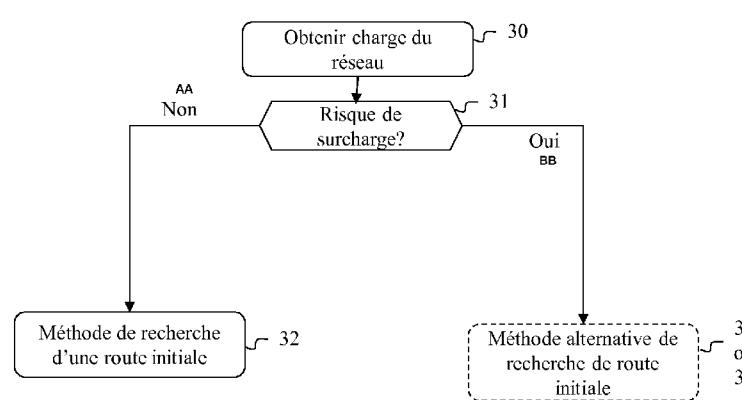


Fig. 3

- 30      Obtaining network load
- 31      Overload risk
- 32      Method for searching for an initial route
- 33 or 34      Alternative method for searching for an initial route

AA      No

BB      Yes

**(57) Abstract :** The invention relates to a method for obtaining an initial communication route between a node device and a data-concentrating device of a network using powerline communication based on a communication protocol including a method for searching for an initial communication route, said method including the following steps: obtaining (30) information representing an overload risk of said network; and applying (32) said method for searching for an initial communication route to determine the initial communication route when the information representing the overload risk of said network indicates that said network is not at risk of being overloaded.

**(57) Abrégé :** Procédé d'obtention d'une route de communication initiale entre un dispositif noeud et un dispositif concentrateur de données d'un réseau utilisant des communications par courants porteurs en ligne basées sur un protocole de communication comprenant une méthode de recherche d'une route de communication initiale, ledit procédé comprenant les étapes suivantes : obtenir (30) une information représentative d'un risque de surcharge dudit réseau; appliquer (32) ladite méthode de recherche d'une route de communication initiale pour déterminer la route de communication initiale lorsque l'in-

formation représentative du risque de surcharge dudit réseau indique que ledit réseau ne risque pas d'être surchargé.

## Procédé d'obtention d'une route de communication par courants porteurs en ligne

La présente invention concerne un procédé d'obtention d'une route de communication initiale entre un dispositif nœud et un dispositif concentrateur de données d'un réseau maillé utilisant des communications par courants porteurs en ligne, un système et des dispositifs aptes à mettre en œuvre ledit procédé.

5        Les communications par courants porteurs en ligne CPL (« PowerLine Communications (PLC) » en terminologie anglo-saxonne) se développent, notamment dans le cadre des réseaux d'alimentation électrique de type AMM (Gestion de mesure automatique, « Automated Meter Management » en terminologie anglo-saxonne). Des réseaux de communication sont ainsi implantés au-dessus de réseaux 10 d'alimentation électrique pour la collecte automatisée, auprès de compteurs électriques intelligents (« smart meters » en anglais), de données de relevés de consommation énergétique. Les communications par courants porteurs utilisent, par exemple, des protocoles de communication tels que le protocole G3-PLC (CPL de troisième génération: « Third Generation PLC » en terminologie anglo-saxonne. ITU-T G.9903) ou PRIME (Evolution des mesures intelligentes par courants porteurs, « PoweRline Intelligent Metering Evolution » en terminologie anglo-saxonne). 15

De tels réseaux CPL peuvent avoir une forme d'arbre ou une forme maillée pour permettre d'étendre la portée des communications. C'est le cas par exemple dans les réseaux CPL utilisant le protocole PRIME ou le protocole G3-PLC. Les dispositifs de tels réseaux CPL sont généralement appelés *nœuds*. Un dispositif nœud, dit dispositif 5 concentrateur de données gère le réseau CPL de manière à organiser le partage d'un même support de communication : émission de balises de synchronisation, gestion de topologie, authentification, gestion d'un adressage local temporaire au sein du réseau géré... Des dispositifs nœuds, généralement des compteurs électriques intelligents, servent alors de relais pour le compte d'autres dispositifs nœuds du réseau CPL, i.e. 10 d'autres compteurs électriques intelligents, lorsque ces derniers n'arrivent pas à recevoir directement des informations du concentrateur de données, et à transmettre directement des informations au concentrateur de données.

Plusieurs relais peuvent ainsi être nécessaires pour permettre à un dispositif nœud de communiquer avec le concentrateur de données.

15 L'insertion d'un nouveau dispositif nœud dans un réseau CPL comprend un établissement d'une route de communication entre ledit dispositif nœud et le dispositif concentrateur de données. Pour ce faire, le protocole G3-PLC, par exemple, prévoit une méthode de recherche d'une route de communication initiale permettant au dispositif nœud, en collaboration avec le dispositif concentrateur de données, de 20 déterminer quelle est la meilleure route de communication à un instant donné entre le dispositif nœud et le dispositif concentrateur de données. Lors d'une mise en œuvre de cette méthode, toutes les routes de communication possibles entre le dispositif nœud et le dispositif concentrateur de données sont envisagées et comparées à l'aide d'une fonction de coût définie par le protocole G3-PLC ou laissée au choix d'un 25 programmeur. La route de communication minimisant la fonction de coût est alors choisie pour chaque échange de messages entre le dispositif nœud et le dispositif concentrateur de données. Cependant, la méthode de recherche d'une route de communication initiale peut s'avérer coûteuse en termes d'utilisation d'une bande passante disponible dans le réseau CPL. Elle comprend en effet une phase de 30 recherche d'une meilleure route de communication durant laquelle le dispositif concentrateur de données transmet en mode multidiffusion (« broadcast » en terminologie anglo-saxonne) dans le réseau CPL, une requête de recherche de route (« route request » en terminologie anglo-saxonne). Plusieurs mises en œuvre simultanées de la phase de recherche d'une meilleure route de communication par une

pluralité de dispositifs nœuds peuvent entraîner une utilisation de bande passante très importante, au point de provoquer des surcharges du réseau CPL. Il est fréquent, par exemple, qu'un réseau CPL soit surchargé lors de phases d'initialisation ou de réinitialisation du réseau CPL, car dans ce cas, tous les dispositifs nœuds du réseau

5 CPL doivent déterminer une route de communication vers le dispositif concentrateur de données. Pour ce faire, le dispositif concentrateur de données envoie quasi simultanément une requête de recherche de route en mode multidiffusion en direction de chaque dispositif nœud du réseau CPL.

Il est souhaitable de pallier ces différents inconvénients de l'état de la technique.

10 Il est notamment souhaitable de proposer un procédé permettant d'éviter des surcharges du réseau CPL lorsque plusieurs dispositifs nœud doivent déterminer simultanément une route de communication vers le dispositif concentrateur de données.

15 Il est notamment souhaitable de fournir une solution qui soit simple à mettre en œuvre et à faible coût.

20 Selon un premier aspect de la présente invention, la présente invention concerne un procédé d'obtention d'une route de communication initiale entre un dispositif nœud et un dispositif concentrateur de données d'un réseau utilisant des communications par courants porteurs en ligne basées sur un protocole de communication comprenant une méthode de recherche d'une route de communication initiale, ladite méthode comprenant une première phase, dite phase d'authentification, durant laquelle un premier dispositif souhaitant établir une route de communication vers un second dispositif envoie un message d'authentification audit second dispositif, en réponse duquel ledit second dispositif transmet un message audit premier dispositif 25 comprenant une adresse courte attribuée audit premier dispositif dans un format non interprétable par un dispositif intermédiaire du réseau via lequel transiterait ledit message, ladite adresse courte étant utilisée pour chaque échange de messages entre le premier et le second dispositifs suivant la phase d'authentification, une seconde phase, dite phase de recherche d'une meilleure route de communication, durant laquelle ledit second dispositif envoie en mode multidiffusion dans le réseau une requête de recherche de route, et une troisième phase, dite phase de confirmation de route, durant laquelle le premier dispositif transmet un message au second dispositif comprenant une information représentative d'une route de communication sélectionnée suivant un critère prédéfini, ledit procédé comprenant les étapes suivantes: obtenir une

information représentative d'un risque de surcharge dudit réseau ; appliquer ladite méthode de recherche d'une route de communication initiale pour déterminer la route de communication initiale lorsque l'information représentative du risque de surcharge dudit réseau indique que ledit réseau ne risque pas d'être surchargé.

5 La mise en œuvre de la méthode de recherche d'une route de communication initiale dépend donc du risque de surcharge du réseau. Lorsque le réseau risque d'être surchargé, la méthode de recherche d'une route de communication initiale n'est pas mise en œuvre. Le procédé selon l'invention évite donc de surcharger effectivement le réseau. La méthode de recherche d'une route de communication initiale peut être mise 10 en œuvre lorsque le risque de surcharge du réseau a diminué.

Dans un mode de réalisation, lorsque le réseau risque d'être surchargé, une méthode alternative de recherche d'une route de communication initiale est mise en œuvre comprenant une phase durant laquelle le dispositif nœud et le dispositif concentrateur de données échangent en point à point un message comprenant ladite 15 adresse courte dans un format interprétable par un dispositif intermédiaire du réseau via lequel transiterait ledit message de sorte que chaque dispositif intermédiaire par lequel transite ledit message puisse récupérer ladite adresse courte et mémoriser une route de communication initiale entre le dispositif nœud et le dispositif concentrateur de données utilisant ladite adresse courte, ladite adresse courte étant utilisée pour 20 chaque communication entre le dispositif nœud et le dispositif concentrateur de données suivant ladite phase.

De cette manière une route est définie entre le dispositif nœud et le dispositif concentrateur de données. Une utilisation de cette route permet au dispositif nœud et au dispositif concentrateur de données de communiquer, jusqu'à ce qu'une meilleure 25 route soit définie par une mise en œuvre de la phase de recherche d'une meilleure route de communication.

Dans un mode de réalisation, la méthode alternative de recherche d'une route de communication initiale comprend une première phase, dite phase d'authentification alternative, durant laquelle le dispositif nœud envoie un message d'authentification au 30 dispositif concentrateur de données, en réponse duquel ledit dispositif concentrateur de données transmet un message audit dispositif nœud comprenant une adresse courte attribuée au dispositif nœud dans un format interprétable par un dispositif intermédiaire du réseau via lequel transiterait ledit message.

De cette manière, chaque dispositif nœud traversé par le message comprenant l'adresse courte dans un format interprétable par un dispositif intermédiaire peut récupérer l'adresse courte attribuée au dispositif nœud et mémoriser une route de communication entre le dispositif nœud et le dispositif concentrateur de données 5 utilisant ladite adresse courte. Par la suite, lorsque le dispositif intermédiaire reçoit un message dans lequel l'adresse du destinataire est l'adresse courte du dispositif nœud, il peut router ledit message vers le dispositif nœud.

Dans un mode de réalisation, la méthode alternative de recherche d'une route de communication initiale comprend deux phases, une première phase correspondant à la 10 phase d'authentification et une seconde phase correspondant à la phase de confirmation de route, la première phase et la seconde phase étant consécutives.

En autorisant la mise en œuvre d'une phase de confirmation de route sans une 15 mise en œuvre préalable d'une phase de recherche d'une meilleure route de communication, on évite de provoquer une surcharge du réseau. L'adresse courte du dispositif nœud apparaissant dans un format interprétable par un dispositif intermédiaire dans les messages échangés pendant la phase de confirmation de route, chaque dispositif nœud traversé par lesdits messages peut récupérer l'adresse courte attribuée au dispositif nœud et la mémoriser dans une table de routage. Par la suite, lorsque le dispositif intermédiaire reçoit un message dans lequel l'adresse du 20 destinataire est l'adresse courte du dispositif nœud, il peut router ledit message vers le dispositif nœud.

Dans un mode de réalisation, ladite seconde phase correspondant à la phase d'authentification est mise en œuvre dès réception par le dispositif nœud d'un message clôturant la première phase correspondant à la phase d'authentification.

25 Dans un mode de réalisation, le protocole de communication est le protocole G3-PLC.

Selon un deuxième aspect de la présente invention, l'invention concerne un 30 procédé d'obtention d'une route de communication initiale entre un dispositif nœud et un dispositif concentrateur de données, le dispositif nœud et le dispositif concentrateur de données étant compris dans un réseau utilisant des communications par courants porteurs en ligne basées sur un protocole de communication comprenant une méthode de recherche d'une route de communication initiale, ladite méthode comprenant une première phase, dite phase d'authentification, durant laquelle un premier dispositif mettant en œuvre la méthode et souhaitant établir une route de communication vers un

second dispositif envoie un message d'authentification audit second dispositif, en réponse duquel le premier dispositif reçoit un message comprenant une adresse courte attribuée au premier dispositif par le second dispositif dans un format non interprétable par un dispositif intermédiaire du réseau via lequel transiterait ledit message, ladite adresse courte étant utilisée pour chaque échange de messages entre le premier et le second dispositifs suivant la phase d'authentification, une seconde phase, dite phase de recherche d'une meilleure route de communication, durant laquelle le premier dispositif sélectionne une meilleure route de communication suivant un critère prédéfini parmi un ensemble de routes de communication possibles entre le premier dispositif et le second dispositif, et une troisième phase, dite phase de confirmation de route, durant laquelle le premier dispositif transmet un message au second dispositif comprenant une information représentative de la meilleure route de communication sélectionnée, ledit procédé comprenant les étapes suivantes: obtenir une information représentative d'un risque de surcharge dudit réseau ; appliquer ladite méthode de recherche d'une route de communication initiale pour déterminer la route de communication initiale lorsque l'information représentative du risque de surcharge dudit réseau indique que ledit réseau ne risque pas d'être surchargé.

Selon un troisième aspect de la présente invention, l'invention concerne un procédé d'obtention d'une route de communication initiale entre un dispositif nœud et un dispositif concentrateur de données, le dispositif concentrateur de données et le dispositif nœud étant compris dans un réseau utilisant des communications par courants porteurs en ligne basées sur un protocole de communication comprenant une méthode de recherche d'une route de communication initiale, ladite méthode comprenant une première phase, dite phase d'authentification, durant laquelle un second dispositif mettant en œuvre ladite méthode reçoit un message d'authentification d'un premier dispositif souhaitant établir une route de communication avec le second dispositif, en réponse duquel le second dispositif transmet un message au premier dispositif comprenant une adresse courte attribuée au premier dispositif dans un format non interprétable par un dispositif intermédiaire du réseau via lequel transiterait ledit message, ladite adresse courte étant utilisée pour chaque échange de messages entre le premier et le second dispositif suivant la phase d'authentification, une seconde phase, dite phase de recherche d'une meilleure route de communication, durant laquelle, le second dispositif envoie en mode multidiffusion dans le réseau une requête de recherche de route, et une troisième phase, dite phase de

confirmation de route, durant laquelle le second dispositif reçoit un message du premier dispositif comprenant une information représentative d'une meilleure route de communication sélectionnée par le premier dispositif suivant un critère prédéfini, ledit procédé comprenant les étapes suivantes: obtenir une information représentative d'un risque de surcharge dudit réseau ; appliquer ladite méthode de recherche d'une route de communication initiale pour obtenir l'information représentative de la route de communication initiale lorsque l'information représentative du risque de surcharge dudit réseau indique que ledit réseau ne risque pas d'être surchargé.

Selon un quatrième aspect de la présente invention, l'invention concerne un système adapté pour obtenir une route de communication initiale, ledit système étant compris dans un réseau utilisant des communications par courants porteurs en ligne basées sur un protocole de communication comprenant une méthode de recherche d'une route de communication initiale, ladite méthode comprenant une première phase, dite phase d'authentification, durant laquelle un premier dispositif souhaitant établir une route de communication vers un second dispositif envoie un message d'authentification au second dispositif, en réponse duquel le second dispositif transmet un message au premier dispositif comprenant une adresse courte attribuée au premier dispositif dans un format non interprétable par un dispositif intermédiaire du réseau via lequel transiterait ledit message, ladite adresse courte étant utilisée pour chaque échange de messages entre le premier et le second dispositifs suivant la phase d'authentification, une seconde phase, dite phase de recherche d'une meilleure route de communication, durant laquelle le second dispositif envoie en mode multidiffusion dans le réseau une requête de recherche de route, et une troisième phase, dite phase de confirmation de route, durant laquelle le premier dispositif transmet un message au second dispositif comprenant une information représentative d'une meilleure route de communication sélectionnée suivant un critère prédéfini, ledit système comprenant les moyens suivants: des moyens d'obtention pour obtenir une information représentative d'un risque de surcharge dudit réseau ; des moyens de traitement pour appliquer ladite méthode de recherche d'une route de communication initiale pour déterminer la route de communication initiale lorsque l'information représentative du risque de surcharge dudit réseau indique que ledit réseau ne risque pas d'être surchargé.

Selon un cinquième aspect de la présente invention, l'invention concerne un dispositif nœud adapté pour obtenir une route de communication initiale vers un dispositif concentrateur de données, ledit dispositif nœud et ledit dispositif

concentrateur de données étant compris dans un réseau utilisant des communications par courants porteurs en ligne basées sur un protocole de communication comprenant une méthode de recherche d'une route de communication initiale, ladite méthode comprenant une première phase, dite phase d'authentification, durant laquelle un 5 premier dispositif mettant en œuvre la méthode et souhaitant établir une route de communication vers un second dispositif envoie un message d'authentification audit second dispositif, en réponse duquel le premier dispositif reçoit un message comprenant une adresse courte attribuée au premier dispositif par le second dispositif dans un format non interprétable par un dispositif intermédiaire du réseau via lequel 10 transiterait ledit message, ladite adresse courte étant utilisée pour chaque échange de message entre le premier et le second dispositifs suivant la phase d'authentification, une seconde phase, dite phase de recherche d'une meilleure route de communication, durant laquelle le premier dispositif sélectionne une meilleure route de communication suivant un critère prédéfini parmi un ensemble de routes de communication possibles 15 entre le premier dispositif et le second dispositif, et une troisième phase, dite phase de confirmation de route, durant laquelle le premier dispositif transmet un message au second dispositif comprenant une information représentative de la meilleure route de communication sélectionnée, ledit dispositif nœud comprenant les moyens suivants: des moyens d'obtention pour obtenir une information représentative d'un risque de 20 surcharge dudit réseau ;

des moyens de traitement pour appliquer ladite méthode de recherche d'une route de communication initiale pour déterminer la route de communication initiale lorsque l'information représentative du risque de surcharge dudit réseau indique que ledit réseau ne risque pas d'être surchargé.

25 Selon un sixième aspect de la présente invention, l'invention concerne un dispositif concentrateur de données adapté pour obtenir une route de communication initiale entre un dispositif nœud et le dispositif concentrateur de données, le dispositif concentrateur de données et le dispositif nœud étant compris dans un réseau utilisant des communications par courants porteurs en ligne basées sur un protocole de communication comprenant une méthode de recherche d'une route de communication initiale, ladite méthode comprenant une première phase, dite phase d'authentification, durant laquelle un second dispositif mettant en œuvre la méthode reçoit un message d'authentification d'un premier dispositif souhaitant établir une route de communication avec le second dispositif, en réponse duquel ledit second dispositif 30

transmet un message audit premier dispositif comprenant une adresse courte attribuée au premier dispositif par le second dispositif dans un format non interprétable par un dispositif intermédiaire du réseau via lequel transiterait ledit message, ladite adresse courte étant utilisée pour chaque échange de messages entre le premier et le second dispositifs suivant la phase d'authentification, une seconde phase, dite phase de recherche d'une meilleure route de communication, durant laquelle le second dispositif envoie en mode multidiffusion dans le réseau une requête de recherche de route, et une troisième phase, dite phase de confirmation de route, durant laquelle le second dispositif reçoit un message du premier dispositif comprenant une information 5 représentative d'une meilleure route de communication sélectionnée par le premier dispositif suivant un critère prédéfini, ledit dispositif concentrateur de données comprenant les moyens suivants: des moyens d'obtention pour obtenir une information représentative d'un risque de surcharge dudit réseau ; des moyens de 10 traitement pour appliquer ladite méthode de recherche d'une route de communication initiale pour obtenir l'information représentative de la route de communication initiale lorsque l'information représentative du niveau de charge dudit réseau indique que 15 ledit réseau ne risque pas d'être surchargé.

Selon un septième aspect de la présente invention, l'invention concerne un programme d'ordinateur comprenant des instructions pour mettre en œuvre, par un dispositif, le procédé selon le deuxième ou le troisième aspect, lorsque ledit programme est exécuté par un processeur dudit dispositif.

Selon un huitième aspect de la présente invention, l'invention concerne des moyens de stockage, stockant un programme d'ordinateur comprenant des instructions pour mettre en œuvre, par un dispositif, le procédé selon le deuxième ou le troisième aspect, lorsque ledit programme est exécuté par un processeur dudit dispositif.

Les caractéristiques de l'invention mentionnées ci-dessus, ainsi que d'autres, apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'un exemple de réalisation, ladite description étant faite en relation avec les dessins joints, parmi lesquels :

30 - la Fig. 1 illustre schématiquement un exemple de réseau CPL sous forme d'arbre implanté sur un réseau de fourniture d'électricité dans lequel l'invention peut être mise en œuvre ;

- la Fig. 2A illustre schématiquement un exemple d'architecture matérielle d'un dispositif concentrateur de données du réseau CPL ;

- la Fig. 2B illustre schématiquement un exemple d'architecture matérielle d'un dispositif nœud du réseau CPL ;
- la Fig. 3 illustre schématiquement un procédé selon l'invention d'obtention d'une route de communication initiale entre un dispositif nœud et un dispositif 5 concentrateur de données ;
- la Fig. 4 illustre schématiquement une méthode de recherche d'une route de communication initiale comprise dans le protocole G3-PLC ;
- la Fig. 5 illustre schématiquement un premier exemple de méthode alternative de recherche de route de communication initiale selon l'invention ; et,
- 10 - la Fig. 6 illustre schématiquement un second exemple de méthode alternative de recherche de route de communication initiale selon l'invention.

L'invention est décrite par la suite dans un contexte dans lequel un réseau de fourniture d'électricité sur lequel est implanté un réseau CPL comprend un concentrateur de données relié à une pluralité de dispositifs nœuds de type compteurs électriques par des câbles d'alimentation électrique. Les communications mises en œuvre dans ce réseau CPL utilisent le protocole G3-PLC.

L'invention s'applique aussi dans un contexte plus large. L'invention s'applique notamment en cas d'utilisation de tout autre protocole de communication par courants porteurs en ligne prévoyant, lorsqu'une route de communication doit être déterminée 20 entre deux dispositifs d'un réseau CPL, une transmission de messages en mode multidiffusion (« broadcast » en terminologie anglo-saxonne) dans le réseau CPL.

Par ailleurs, l'invention s'applique particulièrement dans le cas d'une initialisation ou d'une réinitialisation du réseau CPL, l'initialisation ou la réinitialisation du réseau CPL ayant pu être provoquée, par exemple, par une coupure 25 d'alimentation électrique dans le réseau CPL. Cependant, l'invention s'applique aussi dès qu'un nombre important de dispositifs nœuds d'un réseau CPL doivent simultanément réinitialiser leur route de communication avec un dispositif concentrateur de données. Par exemple, l'invention s'applique lorsqu'un dispositif concentrateur de données tombe en panne et/ou est remplacé auxquels cas l'ensemble 30 des dispositifs nœuds cherchent à s'authentifier auprès d'un dispositif concentrateur de données remplaçant ou d'un dispositif concentrateur de données voisin.

De plus, l'invention est décrite dans le cadre d'un réseau en arbre dans lequel des dispositifs nœuds communiquent avec un dispositif concentrateur de données ayant un rôle de racine du réseau CPL. L'invention s'applique aussi dans d'autres

types de réseaux CPL dans lesquels des routes de communication sont à déterminer, tels que les réseaux CPL maillés.

La **Fig. 1** illustre schématiquement un exemple de réseau CPL 1 sous forme d'arbre implanté dans un réseau de fourniture d'électricité dans lequel l'invention 5 peut être mise en œuvre.

Ledit réseau CPL 1 comprend un dispositif concentrateur de données 12 connecté à une pluralité de dispositifs nœuds 130 à 134 de type compteurs électriques. Chaque compteur électrique supervise une installation électrique et mesure une énergie électrique consommée dans ladite installation électrique. Les compteurs 10 électriques 130 à 133 sont reliés directement au concentrateur de données 12. Le compteur électrique 130 sert de relai au compteur électrique 134. Le dispositif concentrateur de données 12 est relié à un système d'information 11 par un réseau de communication 2 tel que par exemple le réseau internet. Dans un mode de réalisation, des communications CPL sont mises en œuvre dans le réseau CPL 1 en utilisant le 15 protocole G3-PLC.

La **Fig. 2A** illustre schématiquement un exemple d'architecture matérielle du dispositif concentrateur de données 12 du réseau CPL 1 mettant en œuvre l'invention. On note que la Fig. 2A pourrait aussi illustrer schématiquement un exemple 20 d'architecture matérielle d'un module de traitement compris dans le dispositif concentrateur de données 12 et mettant en œuvre l'invention.

Selon l'exemple d'architecture matérielle représenté à la Fig. 2A, le dispositif concentrateur de données 12 comprend alors, reliés par un bus de communication 120 : un processeur ou CPU (« Central Processing Unit » en anglais) 121 ; une mémoire vive RAM (« Random Access Memory » en anglais) 122 ; une mémoire morte ROM (« Read Only Memory » en anglais) 123 ; une unité de stockage telle qu'un disque dur ou un lecteur de support de stockage, tel qu'un lecteur de cartes SD (« Secure Digital » en anglais) 124 ; au moins une interface de communication 125 permettant au dispositif concentrateur de données de communiquer avec les dispositifs nœuds 130 à 134.

30 Le processeur 121 est capable d'exécuter des instructions chargées dans la RAM 122 à partir de la ROM 123, d'une mémoire externe (non représentée), d'un support de stockage (tel qu'une carte SD), ou d'un réseau de communication. Lorsque le dispositif concentrateur de données 12 est mis sous tension, le processeur 121 est capable de lire de la RAM 122 des instructions et de les exécuter. Ces instructions

forment un programme d'ordinateur causant la mise en œuvre, par le processeur 121, de tout ou partie du procédé décrit ci-après en relation avec les Figs. 3 à 6.

Le procédé décrit ci-après en relation avec les Figs. 3 à 6 peut être implémenté sous forme logicielle par exécution d'un ensemble d'instructions par une machine programmable, par exemple un DSP (« Digital Signal Processor » en anglais) ou un microcontrôleur, ou être implémenté sous forme matérielle par une machine ou un composant dédié, par exemple un FPGA (« Field-Programmable Gate Array » en anglais) ou un ASIC (« Application-Specific Integrated Circuit » en anglais).

La **Fig. 2B** illustre schématiquement un exemple d'architecture matérielle d'un dispositif nœud du réseau CPL 1 mettant en œuvre l'invention. Nous prenons ici l'exemple du dispositif nœud 134. On note que la Fig. 2B pourrait aussi illustrer schématiquement un exemple d'architecture matérielle d'un module de traitement compris dans le dispositif nœud 134 et mettant en œuvre l'invention.

Selon l'exemple d'architecture matérielle représenté à la Fig. 2B, le dispositif nœud 134 comprend alors, reliés par un bus de communication 1340 : un processeur ou CPU (« Central Processing Unit » en anglais) 1341 ; une mémoire vive RAM (« Random Access Memory » en anglais) 1342 ; une mémoire morte ROM (« Read Only Memory » en anglais) 1343 ; une unité de stockage telle qu'un disque dur ou un lecteur de support de stockage, tel qu'un lecteur de cartes SD (« Secure Digital » en anglais) 1344 ; au moins une interface de communication 1345 permettant au dispositif nœud 134 de communiquer avec le dispositif concentrateur de données 12.

Le processeur 1341 est capable d'exécuter des instructions chargées dans la RAM 1342 à partir de la ROM 1343, d'une mémoire externe (non représentée), d'un support de stockage (tel qu'une carte SD), ou d'un réseau de communication. Lorsque le dispositif nœud 134 est mis sous tension, le processeur 1341 est capable de lire de la RAM 1342 des instructions et de les exécuter. Ces instructions forment un programme d'ordinateur causant la mise en œuvre, par le processeur 1341, de tout ou partie du procédé décrit ci-après en relation avec les Figs. 3 à 6.

Le procédé décrit ci-après en relation avec les Figs. 3 à 6 peut être implémenté sous forme logicielle par exécution d'un ensemble d'instructions par une machine programmable, par exemple un DSP (« Digital Signal Processor » en anglais) ou un microcontrôleur, ou être implémentées sous forme matérielle par une machine ou un composant dédié, par exemple un FPGA (« Field-Programmable Gate Array » en anglais) ou un ASIC (« Application-Specific Integrated Circuit » en anglais).

La **Fig. 3** illustre schématiquement un procédé selon l'invention d'obtention d'une route de communication initiale entre le dispositif nœud 134 et le dispositif concentrateur de données 12.

En fonctionnement normal, le dispositif concentrateur de données 12 stocke 5 dans sa mémoire RAM 122, pour chaque dispositif nœud auquel il est relié, une information représentative d'une route de communication vers ledit dispositif nœud. De plus, le dispositif concentrateur de données 12 stocke dans sa mémoire ROM 123 une variable booléenne BOOL\_12 prenant la valeur « 0 » lorsque le dispositif 10 concentrateur de données 12 est alimenté pour la première fois et tant que le réseau CPL 1 n'est pas initialisé, et la valeur « 1 », dès que le réseau CPL 1 a été initialisé au moins une fois, i.e. dès que chaque dispositif nœud du réseau CPL 1 a été associé au moins une fois à une route de communication. La mémoire RAM 122 est réinitialisée 15 à chaque coupure d'alimentation électrique dans le réseau CPL 1, de sorte que le dispositif concentrateur de données perd chaque information représentative d'une route de communication. La mémoire ROM 123 quant à elle n'est pas réinitialisée par une coupure d'alimentation électrique. La mémoire ROM 123 ne peut être réinitialisée que par un opérateur. La variable booléenne BOOL\_12 n'est donc pas modifiée lors d'une coupure d'alimentation électrique.

De manière similaire, en fonctionnement normal, le dispositif nœud 134 stocke 20 dans sa mémoire RAM 1342, une information représentative d'une route de communication vers le dispositif concentrateur de données 12. De plus, le dispositif nœud 134 stocke dans sa mémoire ROM 1343 une variable booléenne BOOL\_134 prenant la valeur « 0 » lorsque le dispositif nœud est alimenté pour la première fois et tant que le réseau CPL 1 n'est pas initialisé, et la valeur « 1 », dès que le réseau CPL 1 25 a été initialisé au moins une fois, i.e. dès que le dispositif nœud 134 a obtenu une route de communication vers le dispositif concentrateur de données 12. La mémoire RAM 1342 est réinitialisée à chaque coupure d'alimentation électrique dans le réseau CPL 1, de sorte que le dispositif nœud 134 perd l'information représentative de la route de communication. La mémoire ROM 1343 quant à elle n'est pas réinitialisée par une 30 coupure d'alimentation électrique. La mémoire ROM 1343 ne peut être réinitialisée que par un opérateur. La variable booléenne BOOL\_134 n'est donc pas modifiée lors d'une coupure d'alimentation électrique.

On suppose ici que le dispositif concentrateur de données 12 et le dispositif nœud 134 vérifient régulièrement l'état de leur RAM respective. Lorsque, lors d'une

vérification, le dispositif concentrateur de données 12 constate que sa RAM 122 ne contient plus d'informations représentatives de routes de communications, il met en œuvre le procédé décrit en relation avec la Fig. 3 pour les étapes qui le concernent. De même, lorsque, lors d'une vérification, le dispositif nœud 134 constate que sa RAM 5 1342 ne contient plus d'information représentative d'une route de communication vers le concentrateur de données 12, il met en œuvre le procédé décrit en relation avec la Fig. 3 pour les étapes qui le concernent.

Dans une étape 30, le dispositif concentrateur de données 12 (respectivement le dispositif nœud 134) vérifie la valeur de la variable booléenne BOOL\_12 10 (respectivement BOOL\_134).

Lorsque la variable BOOL\_12 (respectivement BOOL\_134) est égale à la valeur « 0 », le dispositif concentrateur de données 12 (respectivement le dispositif nœud 134) conclut, lors d'une étape 31 que la réinitialisation de la RAM 122 (respectivement la RAM 1342) est due à une intervention d'un opérateur et qu'il n'y a 15 pas de risque de surcharge du réseau CPL 1. Dans ce cas, lors d'une étape 32, le dispositif concentrateur de données 12 (respectivement le dispositif nœud 134) met en œuvre des étapes le concernant de la méthode de recherche d'une route de communication initiale comprise dans le protocole G3-PLC que nous décrivons par la suite en relation avec la Fig. 4.

20 Lorsque la variable BOOL\_12 (respectivement BOOL\_134) est égale à la valeur « 1 », le dispositif concentrateur de données 12 (respectivement le dispositif nœud 134) conclut, lors d'une étape 31 que la réinitialisation de la RAM 122 (respectivement la RAM 1342) est due à une coupure d'alimentation du réseau CPL 1 et que suite à cette coupure d'alimentation électrique, il y a un risque de surcharge du 25 réseau CPL 1.

Dans un mode de réalisation, lorsqu'il y a un risque de surcharge, le dispositif concentrateur de données 12 se met en attente d'un message d'authentification de la 30 part du dispositif nœud 134. Lorsque le dispositif nœud 134 détermine qu'il y a un risque de surcharge, il tire aléatoirement une valeur de temps  $t$  entre la valeur « 0 » et une valeur de temps pré définie  $T$  et démarre une horloge. Lorsque l'horloge atteint la valeur de temps  $t$ , le dispositif nœud 134 lance les étapes qui le concernent de la méthode de recherche d'une route de communication initiale du protocole G3-PLC. On suppose ici que chaque dispositif nœud du réseau CPL 1 tire une valeur de temps  $t$  différente et que par conséquent, le risque de surcharge du réseau CPL 1 est faible

lorsque chaque dispositif nœud lance les étapes qui le concernent de la méthode de recherche d'une route de communication initiale du protocole G3-PLC. Comme nous le verrons par la suite en relation avec la Fig. 4, les étapes de la méthode de recherche d'une route de communication initiale du protocole G3-PLC comprennent une étape 5 d'envoi au dispositif concentrateur de données 12 d'un message d'authentification. Lorsque le dispositif concentrateur de données 12 reçoit un message d'authentification de la part du dispositif nœud 134, il peut lancer les étapes qui le concernent de la méthode de recherche d'une route de communication initiale du protocole G3-PLC.

On note que les dispositifs 130 à 133 fonctionnent de manière identique au 10 dispositif nœud 134.

Dans un mode de réalisation, lorsqu'il y a un risque de surcharge du réseau CPL 1, le dispositif concentrateur de données 12 (respectivement le dispositif nœud 134) met en œuvre, à la suite de l'étape 31, lors d'une étape 33, des étapes le concernant 15 d'une méthode alternative de recherche de route de communication initiale décrite en relation avec la Fig. 5.

Dans un mode de réalisation, lorsqu'il y a un risque de surcharge du réseau CPL 1, le dispositif concentrateur de données 12 (respectivement le dispositif nœud 134) met en œuvre, à la suite de l'étape 31, lors d'une étape 34, des étapes le concernant 20 d'une méthode alternative de recherche de route de communication initiale décrite en relation avec la Fig. 6.

La **Fig. 4** illustre schématiquement la méthode de recherche d'une route de communication initiale comprise dans le protocole G3-PLC lorsqu'elle est mise en œuvre dans le réseau CPL 1 entre le dispositif nœud 134 et le dispositif concentrateur de données 12 lors de l'étape 32.

25 La méthode de recherche d'une route de communication initiale débute par une première phase 320, dite phase d'authentification. Durant la phase d'authentification, des messages sont échangés entre le dispositif nœud 134 et le dispositif concentrateur de données 12, afin que ces deux dispositifs puissent s'authentifier mutuellement. Chaque échange de message pendant la phase d'authentification se fait en identifiant 30 le dispositif nœud 134 par son adresse longue. En d'autres termes, chaque message échangé durant la phase d'authentification comprend une adresse longue de destination (réciproquement une adresse longue de source) de type adresse MAC (contrôle d'accès au médium, « Medium Access Control » en terminologie anglo-saxonne). Au cours de la phase d'authentification 320, le dispositif nœud 134,

souhaitant établir une route de communication avec le dispositif concentrateur de données 12, envoie un message d'authentification au dispositif concentrateur de données 12. En réponse au message d'authentification, le dispositif concentrateur de données 12 transmet un message au dispositif nœud 134 contenant une adresse courte attribuée par le dispositif concentrateur de données 12 au dispositif nœud 134 et correspondant à l'adresse longue du dispositif nœud 134. L'adresse courte est utilisée dans chaque communication entre le dispositif nœud 134 et le concentrateur de données 12 suivant la phase d'authentification 320 à la place de l'adresse longue. Dans la phase d'authentification 320, l'adresse courte, contenue dans le message transmis par le dispositif concentrateur de données 12 en réponse au message d'authentification, est dans un format non interprétable par un dispositif intermédiaire du réseau via lequel transiterait ledit message. En effet, l'adresse courte est transmise dans un format crypté, le dispositif nœud 134 étant le seul dispositif nœud possédant des moyens pour décrypter l'adresse, tels que, par exemple, une clé de cryptage. Par exemple, comme nous le verrons par la suite, le dispositif nœud 130 par lequel transite le message contenant l'adresse courte, n'est pas capable d'interpréter l'adresse courte.

Dans un mode de réalisation, la phase d'authentification 320 utilise le protocole EAP-PSK (RFC-4764 : Méthode de protocole d'authentification extensible basé sur des clés pré-partagées, « A Pre-Shared Key (PSK) Extensible Authentication Protocol (EAP) Method », F. Bersani (France Telecom R&DH), Tschofenig (Siemens Networks GmbH & Co), January 2007). Ce mode de réalisation est décrit par des étapes 3201 à 3214.

Lors de l'étape 3201, le dispositif nœud 134 lance une procédure de détermination d'un meilleur voisin pour communiquer avec le dispositif concentrateur de données 12 en transmettant un message *BeaconReq* à ses voisins directs, *i.e.* les dispositifs nœuds 130 à 133. Le message *BeaconReq* est défini dans le protocole G3-PLC, et plus particulièrement dans le standard IEEE 802.15.4 qui est à la base du protocole G3-PLC.

En réponse au message *BeaconReq*, chaque dispositif nœud 130 à 133 transmet, lors d'une étape 3202, dans un message *BeaconResp* (défini dans le protocole G3-PLC) une information permettant au dispositif nœud 134 de déterminer quel est le meilleur voisin pour communiquer avec le dispositif concentrateur de données 12. Dans l'exemple décrit en relation avec la Fig. 4, le dispositif 130 est le meilleur voisin. Le meilleur voisin joue un rôle d'agent intermédiaire et est connu dans le

protocole G3-PLC sous l'acronyme LBA (« 6LoWPAN Bootstrapping Agent » en terminologie anglo-saxonne).

Par la suite, chaque communication entre le dispositif nœud 134 et le dispositif concentrateur de données 12 de la phase d'authentification 320 passe par le dispositif 5 nœud 130. Le dispositif nœud 130 sert, au moins temporairement, de relai au dispositif nœud 134.

Dans une étape 3203, le dispositif nœud 134 transmet en point à point au dispositif nœud 130 un message *JOINING*, défini dans le protocole G3-PLC, destiné 10 au dispositif concentrateur de données 12. Le message *JOINING* comprend l'adresse longue du dispositif nœud 134, cette adresse longue étant utilisée par le dispositif concentrateur de données 12 pour obtenir une clé de cryptage partagée adéquate, permettant de sécuriser une authentification mutuelle entre le dispositif nœud 134 et le dispositif concentrateur de données 12. Dans une étape 3204, le dispositif nœud 130 15 retransmet en point à point le message *JOINING* qu'il a reçu au dispositif concentrateur de données 12.

Dans une étape 3205, le dispositif concentrateur de données 12 répond au message *JOINING* en envoyant en point à point, à destination du dispositif nœud 134, un message de type *premier message EAP-PSK*, décrit en section 5.1 du document RFC-4764, au dispositif nœud 130. Le message de type *premier message EAP-PSK* 20 comprend un nombre aléatoire *RAND\_S* et une information *ID\_S* représentative d'une identité du dispositif concentrateur de données 12. Dans une étape 3206, le dispositif nœud 130 retransmet en point à point le message de type *premier message EAP-PSK* au dispositif nœud 134.

Dans une étape 3207, le dispositif nœud 134 répond au message de type *premier message EAP-PSK* en envoyant en point à point, à destination du dispositif 25 concentrateur de données 12, un message de type *deuxième message EAP-PSK*, décrit en section 5.2 du document RFC-4764, au dispositif nœud 130. Le message de type *deuxième message EAP-PSK* comprend le nombre aléatoire *RAND\_S*, un nombre aléatoire *RAND\_P*, une information *ID\_P* représentative de l'identité du dispositif 30 nœud 134 et un code d'identification de message (CIM) calculé à partir d'une clé d'authentification, des nombres aléatoire *RAND\_S* et *RAND\_P* et des informations *ID\_S* et *ID\_P*. Dans une étape 3208, le dispositif nœud 130 retransmet en point à point le message de type *deuxième message EAP-PSK* au dispositif concentrateur de

données 12. On note que le message de type *deuxième message EAP-PSK* est un message d'authentification.

Dans une étape 3209, le dispositif concentrateur de données 12 répond au message de type *deuxième message EAP-PSK* en envoyant en point à point, à destination du dispositif nœud 134, un message de type *troisième message EAP-PSK*, décrit en section 5.3 du document RFC-4764, au dispositif nœud 130. Le message de type *troisième message EAP-PSK* comprend le nombre aléatoire *RAND\_S*, un CIM calculé à partir d'une clé d'authentification, du nombre aléatoire *RAND\_P* et de l'information *ID\_S* et une information *P\_CHANNEL\_S\_0* représentative d'un canal protégé. L'information *P\_CHANNEL\_S\_0* comprend une adresse courte attribuée par le dispositif concentrateur de données 12 au dispositif nœud 134 et correspondant à l'adresse longue du dispositif nœud 134. Dans l'information *P\_CHANNEL\_S\_0*, l'adresse courte apparaît sous un format crypté. Dans une étape 3210, le dispositif nœud 130 retransmet en point à point le message de type *troisième message EAP-PSK* au dispositif nœud 134.

Dans une étape 3211, le dispositif nœud 134 répond au message de type *troisième message EAP-PSK* en envoyant en point à point, à destination du dispositif concentrateur de données 12, un message de type *quatrième message EAP-PSK*, décrit en section 5.4 du document RFC-4764, au dispositif nœud 130. Le message de type *quatrième message EAP-PSK* comprend le nombre aléatoire *RAND\_S* et une information représentative du canal protégé *P\_CHANNEL\_P\_1*. Dans une étape 3212, le dispositif nœud 130 retransmet en point à point le message de type *quatrième message EAP-PSK* au dispositif concentrateur de données 12.

Dans une étape 3213, le dispositif concentrateur de données 12 répond au message de type *quatrième message EAP-PSK* en envoyant en point à point, à destination du dispositif nœud 134, un message *ACCEPTED EAP SUCCESS* défini dans le protocole G3-PLC. Dans une étape 3214, le dispositif nœud 130 retransmet le message *ACCEPTED EAP SUCCESS* au dispositif nœud 134. L'échange du message *ACCEPTED EAP SUCCESS* permet de mettre fin à la phase d'authentification 320 et d'indiquer que la phase d'authentification 320 s'est déroulée correctement.

On peut noter que le protocole G3-PLC prévoit que la route de communication utilisée durant la phase d'authentification puisse être stockée dans des tables de routage des dispositifs impliqués dans les communications entre le dispositif nœud 134, et le dispositif concentrateur de données 12, *i.e.* le dispositif nœud 134, le

dispositif concentrateur de données 12 et les éventuelles dispositifs intermédiaires. La route de communication ainsi stockée peut servir de route de communication initiale pour les communications entre le dispositif nœud 134, et le dispositif concentrateur de données 12.

5        La phase d'authentification 320 est suivie d'une deuxième phase, dite phase de recherche d'une meilleure route de communication 322 tirée du protocole G3-PLC. Durant la phase de recherche d'une meilleure route de communication, des messages sont échangés entre le dispositif nœud 134 et le dispositif concentrateur de données 12, afin de définir une meilleure route de communication, suivant un critère prédéfini,

10      entre le dispositif nœud 134 et le dispositif concentrateur de données 12. Chaque échange de message pendant la phase de recherche d'une meilleure route de communication se fait en adresse courte. En d'autres termes, chaque message échangé durant la phase de recherche d'une meilleure route de communication comprend une adresse courte de destination (réciproquement une adresse courte de source).

15      L'adresse courte du dispositif concentrateur de données 12 est en général une adresse par défaut connue de chaque dispositif nœud du réseau CPL 1. L'adresse courte du dispositif nœud 134 est celle attribuée au dispositif nœud 134 par le dispositif concentrateur de données 12. Utiliser des adresses courtes permet essentiellement d'être plus économique en termes d'utilisation de bande passante. Au début de la

20      phase de recherche d'une meilleure route de communication, la meilleure route de communication entre le dispositif nœud 134 et le dispositif concentrateur de données 12 n'est pas connue. La phase de recherche d'une meilleure route de communication consiste à tester chaque route de communication possible et à en retenir une. Pour ce faire, des messages sont transmis en mode multidiffusion (« broadcast » en terminologie anglo-saxonne) dans le réseau CPL 1. Dans l'exemple d'écrit en relation avec la Fig. 4, durant la phase de recherche d'une meilleure route de communication 322, lors d'une étape 3221, le dispositif concentrateur de données 12 envoie, en mode multidiffusion, sur le réseau CPL 1, une requête de recherche de route (« route request » en terminologie anglo-saxonne) comportant une adresse de destination

25      correspondant à l'adresse courte du dispositif nœud 134. Cette requête de recherche de route est reçue par chaque dispositif nœud du réseau CPL 1 à portée du dispositif concentrateur de données 12, *i.e.* les dispositifs nœuds 130 à 133.

30      Une route de communication entre deux dispositifs d'un réseau peut comprendre un unique lien de communication, dans ce cas ladite route de communication relie

directement les deux dispositifs, ou une pluralité de liens, dans ce cas la route de communication traverse au moins un dispositif intermédiaire. Le protocole G3-PLC définit le coût d'une route de communication comme une somme de coûts de liens composant cette route de communication. La requête de recherche de route comprend 5 une information de coût de route. Lorsqu'un dispositif reçoit une requête de recherche de route, que cette requête lui soit destinée ou destinée à un autre dispositif, le dispositif met à jour l'information de coût de route contenue dans ladite requête en y ajoutant le coût du dernier lien traversé par ladite requête.

Lors d'une étape 3222 chaque dispositif nœud ayant reçu la requête de 10 recherche de route, met à jour l'information de coût de route et retransmet en mode multidiffusion la requête de recherche de route. La requête de recherche de route ainsi retransmise est reçue par chaque dispositif nœud du réseau CPL 1 a portée des dispositifs nœuds 130 à 133, en dehors du dispositif concentrateur de données 12 qui est à l'origine de la requête de recherche de route. Dans l'exemple décrit en relation 15 avec la Fig. 1, les dispositifs nœuds du réseau CPL 1 a portée des dispositifs nœuds 130 à 133 comprennent le dispositif nœud 134. Lorsqu'il reçoit les requêtes de recherche de route émanant des dispositifs nœuds 130 à 133, le dispositif nœud 134, reconnaît son adresse courte. De cette manière, le dispositif nœud 134 sait qu'il est le destinataire des requêtes de recherche de route qu'il a reçue. Le dispositif nœud 134 20 met alors à jour les informations de coût de route contenues dans ces requêtes et recherche une route ayant une information de coût de route minimale. La route de communication associée au coût de route minimal parmi les routes de communications suivies par les requêtes de recherche de route est alors sélectionnée par le dispositif nœud 134 pour communiquer avec le dispositif concentrateur de 25 données 12. Dans l'exemple décrit en relation avec la Fig. 4, la meilleure route de communication sélectionnée par le dispositif nœud 134 passe par le dispositif nœud 130.

La phase de recherche d'une meilleure route de communication 322 est suivie 30 d'une troisième phase 323, dite phase de confirmation de route. Durant la phase de confirmation de route, lors d'une étape 3231, le dispositif nœud 134 transmet à destination du dispositif concentrateur de données 12, un message, dit message de réponse de route (« route reply » en terminologie anglo-saxonne), comprenant une information représentative de la route de communication sélectionnée par le dispositif nœud 134 sur la base des coûts de route qu'il a reçus. Le message est transmis en

utilisant la meilleure route de communication sélectionnée par le dispositif nœud 134, cette route de communication passant par le dispositif nœud 130. Lorsqu'il reçoit le message de réponse de route, le dispositif nœud 130 mémorise dans une table de routage la route de communication sélectionnée par le dispositif nœud 134. Dans une 5 étape 3232, le dispositif nœud 130 retransmet en point à point le message de réponse de route au dispositif concentrateur de données 12. En recevant le message de réponse de route, le dispositif concentrateur de données 12 est informé de la route de communication sélectionnée par le dispositif nœud 134. A partir de l'étape 3232, toutes les communications entre le dispositif nœud 134 et le dispositif concentrateur 10 de données 12 utilisent la route de communication sélectionnée par le dispositif nœud 134.

La phase de confirmation de route est suivie d'une quatrième phase 324, dite phase d'échange de données applicatives. Dans une étape 3241, le dispositif concentrateur de données 12 transmet en point à point un premier message contenant 15 des données applicatives au dispositif nœud 130 à destination du dispositif nœud 134. Dans une étape 3242, le dispositif nœud 130 retransmet en point à point le premier message au dispositif nœud 134. Dans une étape 3243, le dispositif nœud 134 transmet en point à point un second message contenant des données applicatives au dispositif nœud 130 à destination du dispositif concentrateur de données 12. Dans une 20 étape 3244, le dispositif nœud 130 retransmet en point à point le second message au dispositif concentrateur de données 12. D'autres étapes, non représentées, similaires aux étapes 3241 à 3244 sont mises en œuvre durant la phase d'échange de données applicatives.

La **Fig. 5** illustre schématiquement un premier exemple de méthode alternative 25 de recherche de route initiale selon l'invention. L'exemple de méthode alternative de recherche de route de communication initiale de la Fig. 5 correspond à l'étape 33 décrite en relation avec la Fig. 3.

La méthode alternative de recherche de route de communication initiale de la Fig. 5 comprend deux phases. Une première phase 330, dite phase d'authentification 30 alternative, est proche de la phase d'authentification 320 décrite en relation avec la Fig. 4. La phase d'authentification alternative 330 comprend des étapes 3301 à 3308 et 3311 à 3314 respectivement identiques aux étapes 3201 à 3208 et 3211 à 3214 décrites en relation avec la Fig. 4. Dans une étape 3309, le dispositif concentrateur de données 12 répond au message de type *deuxième message EAP-PSK* en envoyant en

point à point, à destination du dispositif nœud 134, un message similaire à un message de type *troisième message EAP-PSK* dit message de type *troisième message EAP-PSK de substitution*, au dispositif nœud 130. Ledit message de type *troisième message EAP-PSK de substitution* comprend le nombre aléatoire *RAND\_S*, un CIM calculé à 5 partir d'une clé d'authentification, du nombre aléatoire *RAND\_P* et de l'information *ID\_S* et une information *P\_CHANNEL\_S\_0* représentative d'un canal protégé. Toutefois, alors que l'information *P\_CHANNEL\_S\_0* comprise dans le message de type *troisième message EAP-PSK* comprenait une adresse courte attribuée au dispositif nœud 134 dans un format non interprétable par un dispositif intermédiaire 10 traversé par le message de type *troisième message EAP-PSK*, l'information *P\_CHANNEL\_S\_0* comprise dans le message de type *troisième message EAP-PSK de substitution* comprend une adresse courte attribuée au dispositif nœud 134 dans un format interprétable par un dispositif intermédiaire traversé par le message de type *troisième message EAP-PSK de substitution*. Dans un mode de réalisation, l'adresse 15 courte n'est pas cryptée dans le message de type *troisième message EAP-PSK de substitution*. Dans une étape 3310, le dispositif nœud 130 retransmet en point à point le message de type *troisième message EAP-PSK de substitution* au dispositif nœud 134. Lorsqu'un dispositif intermédiaire, tel que le dispositif 130, reçoit un message de type *troisième message EAP-PSK de substitution*, il est capable de récupérer l'adresse 20 courte attribuée au dispositif nœud 134. Connaissant l'adresse courte attribuée au dispositif nœud 134, lorsque le dispositif nœud 130 reçoit un message indiquant une adresse de destination correspondant à l'adresse courte du dispositif nœud 134, le dispositif nœud 130 est capable de router correctement ledit message au dispositif nœud 134. Avec un message de type *troisième message EAP-PSK*, le dispositif nœud 25 130 n'aurait pas été capable de récupérer l'adresse courte attribuée au dispositif nœud 134 et donc, sans la phase de recherche d'une meilleure route de communication 322, le dispositif nœud n'aurait pas été capable de router correctement un message indiquant une adresse de destination correspondant à l'adresse courte du dispositif nœud 134.

30 Lors de l'envoi du message *ACCEPTED EAP SUCCESS* lors de l'étape 3313, le concentrateur de données 12 mémorise la route de communication vers le dispositif nœud 134 passant par le nœud 130 puisque cette route de communication a été utilisée lors de la phase d'authentification. De même, le nœud 130, sur réception du message *ACCEPTED EAP SUCCESS* lors de l'étape 3313, mémorise dans une table de routage

une route de communication vers l'adresse courte du dispositif nœud 134, passant par le prochain nœud menant à l'adresse longue du nœud 134 (dans ce cas, c'est le dispositif nœud 134 lui-même). Cette correspondance entre la route de communication vers l'adresse longue du dispositif nœud 134 et l'adresse courte correspondante était 5 déjà connue par le dispositif nœud 130 dès réception du message de type *troisième message EAP-PSK de substitution* lors de l'étape 3309.

La phase d'authentification alternative 330 est suivie d'une phase d'échange de données applicatives 334. Cette phase d'échange de données applicatives 334 comprend des étapes 3341 à 3344 respectivement similaires aux étapes 3241 à 3244. 10 La seule différence entre les étapes 3341 à 3344 et les étapes 3241 à 3244 étant que la route de communication utilisée est la route de communication définie lors des étapes 3313 et 3314 et non une route de communication sélectionnée lors d'une phase de recherche d'une meilleure route de communication.

La **Fig. 6** illustre schématiquement un second exemple de méthode alternative 15 de recherche de route de communication initiale selon l'invention. L'exemple de méthode alternative de recherche de route de communication initiale de la Fig. 6 correspond à l'étape 34 décrite en relation avec la Fig. 3.

La méthode alternative de recherche de route de communication initiale de la Fig. 6 comprend trois phases. Une première phase 340 est une phase d'authentification 20 identique à la phase d'authentification 320. La phase d'authentification 340 comprend des étapes 3401 à 3414 respectivement identiques aux étapes 3201 à 3214.

La phase d'authentification 340 est suivie d'une phase de confirmation de route alternative 343. La phase de confirmation de route alternative 343 est proche de la phase de confirmation de route 323. Lors d'une étape 3431, le dispositif nœud 134 25 transmet en point à point à destination du dispositif concentrateur de données 12, un message de réponse de route comprenant une information représentative de la route de communication définie lors des étapes 3401 et 3402. En effet, au lieu de choisir une route de communication vers le dispositif concentrateur de données 12 sur la base d'une comparaison de coûts de route reçus dans des requêtes de recherche de route, le 30 dispositif nœud 134 transmet le message de réponse de route au dispositif nœud 130, . Le choix du dispositif nœud 130 par le dispositif nœud 134 est guidé par le fait que le dispositif nœud 134 sait que le dispositif nœud 130 dispose d'une route de communication opérationnelle vers le dispositif concentrateur de données 12 puisque l'ensemble des messages échangés pendant la phase d'authentification 340 transitant

par le nœud 130 ont été échangés avec succès. Le dispositif nœud 130, en recevant le message de réponse de route lors de l'étape 3431, est capable d'utiliser des informations contenues dans le message de réponse de route, et notamment de récupérer l'adresse courte du dispositif nœud 134 contenue dans le message de réponse de route dans un format interprétable par le dispositif nœud 130, afin de 5 mémoriser une route de communication vers l'adresse courte du dispositif nœud 134, et de router le message de confirmation de route vers le dispositif concentrateur de données 12. Ainsi, lorsque le nœud 130 reçoit un message comprenant une adresse de destination correspondant à l'adresse courte du dispositif nœud 134, il est capable de 10 router convenablement ce message au dispositif nœud 134. Dans une étape 3432, le dispositif nœud 130 retransmet en point à point le message réponse de route au dispositif concentrateur de données 12. Par ailleurs, en recevant le message de réponse de route, le dispositif concentrateur de données 12 est informé de la route de communication à utiliser pour communiquer avec le dispositif nœud 134. A partir de 15 l'étape 3432, toutes les communications entre le dispositif nœud 134 et le dispositif concentrateur de données 12 utilisent la route de communication définie lors des étapes 3401 et 3402.

On remarque donc que la phase de confirmation de route 343 est mise en œuvre par le dispositif nœud 134 et le dispositif concentrateur de données 12 sans qu'une 20 phase de recherche d'une meilleure route de communication équivalente à la phase de recherche d'une meilleure route de communication 322 n'ait été mise en œuvre. La phase d'authentification 340 et la phase de confirmation de route 343 sont donc consécutives.

La phase de confirmation de route alternative 343 est suivie d'une phase 25 d'échange de données applicatives 344. Cette phase d'échange de données applicatives 344 comprend des étapes 3441 à 3444 respectivement similaires aux étapes 3241 à 3244. La seule différence entre les étapes 3441 à 3444 et les étapes 3241 à 3244 étant que la route de communication utilisée est la route de communication définie lors des étapes 3401 et 3402 et non une route de 30 communication sélectionnée lors d'une phase de recherche d'une meilleure route de communication.

Dans le mode de réalisation décrit en relation avec la Fig. 6, le dispositif concentrateur de données 12 tarde l'envoi du message contenant des données applicatives lors de l'étape 3441 afin de laisser le temps au dispositif nœud 134

d'effectuer la phase de confirmation de route alternative 343. Après un délai prédéfini, en l'absence de réception du message de confirmation de route, et donc sans aucune route de communication valide vers le nœud 134, le dispositif concentrateur de données 12 met en œuvre les étapes qui le concernent de la phase de recherche d'une meilleure route de communication 322, afin d'obtenir une route de communication avec le dispositif nœud 134. Le dispositif concentrateur de données 12 met ensuite en œuvre les étapes qui le concerne des phases de confirmation de route 323 et d'échange de données applicatives 324. En parallèle, le dispositif nœud 134 met en œuvre les étapes qui le concernent des phases de recherche d'une meilleure route 322, de confirmation de route 323 et d'échange de données applicatives 324.

Dans un mode de réalisation, la phase de recherche d'une meilleure route de communication est mise en œuvre par le dispositif nœud 134 et le dispositif concentrateur de données 12 suite à l'étape 33 ou 34 lorsque le risque de surcharge du réseau est redevenu faible. Ainsi, après mise en œuvre de la phase de recherche d'une meilleure route de communication, une meilleure route de communication remplace la route de communication initiale obtenue par la méthode alternative de recherche de route initiale.

Ceci peut se faire après une durée aléatoire pour chaque dispositif nœud, après qu'une route de communication initiale ait été obtenue. Ceci évite que tous les dispositifs nœud transmettent une requête de recherche de route, en mode multidiffusion, simultanément.

Le dispositif concentrateur de données 12 peut également effectuer une observation du trafic de données entrant (authifications) et sortant (demandes d'interrogation des dispositifs nœuds) et décider de mettre en œuvre la phase de recherche d'une meilleure route de communication 322 quand le trafic est inférieur à un seuil prédéfini.

## REVENDICATIONS

1) Procédé d'obtention d'une route de communication initiale entre un dispositif  
5 nœud (134) et un dispositif concentrateur de données (12) d'un réseau (1) utilisant des  
communications par courants porteurs en ligne basées sur un protocole de  
communication comprenant une méthode (32) de recherche d'une route de  
communication initiale, ladite méthode comprenant une première phase (320), dite  
10 phase d'authentification, durant laquelle un premier dispositif souhaitant établir une  
route de communication vers un second dispositif envoie (3207) un message  
d'authentification audit second dispositif, en réponse duquel, ledit second dispositif  
transmet (3209) un message audit premier dispositif comprenant une adresse courte  
attribuée audit premier dispositif dans un format non interprétable par un dispositif  
15 intermédiaire du réseau (1) via lequel transiterait ledit message, ladite adresse courte  
étant utilisée pour chaque échange de messages entre le premier et le second dispositif  
suivant la phase d'authentification, une seconde phase (322), dite phase de recherche  
d'une meilleure route de communication, durant laquelle, ledit second dispositif  
envoie en mode multidiffusion dans le réseau (1) une requête de recherche de route, et  
une troisième phase (323), dite phase de confirmation de route, durant laquelle le  
20 premier dispositif transmet un message au second dispositif comprenant une  
information représentative d'une route de communication sélectionnée suivant un  
critère prédéfini, caractérisé en ce que, ledit procédé comprend les étapes suivantes:  
appliquer (32) ladite méthode de recherche d'une route de communication  
initiale pour déterminer la route de communication initiale lorsqu'une condition  
25 prédéfinie est remplie.

2) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la condition prédéfinie  
est une absence de risque de surcharge dudit réseau.

30 3) Procédé selon la revendication 1 ou 2 caractérisé en ce que, lorsque la  
condition prédéfinie n'est pas remplie, une méthode alternative de recherche d'une  
route de communication initiale (33, 34) est mise en œuvre comprenant une phase  
(330, 343) durant laquelle le dispositif nœud (134) et le dispositif concentrateur de  
données (12) échangent en point à point un message comprenant ladite adresse courte

5 dans un format interprétable par un dispositif intermédiaire du réseau (1) via lequel transiterait ledit message de sorte que chaque dispositif intermédiaire par lequel transite ledit message puisse récupérer (3309, 3431) ladite adresse courte et mémoriser (3313, 3431) une route de communication initiale entre le dispositif nœud (134) et le dispositif concentrateur de données (12) utilisant ladite adresse courte, ladite adresse courte étant utilisée pour chaque communication entre le dispositif nœud (134) et le dispositif concentrateur de données (12) suivant ladite phase (330, 343).

10 4) Procédé selon la revendication 3 caractérisé en ce que, la méthode alternative de recherche d'une route de communication initiale (33) comprend une première phase (330), dite phase d'authentification alternative, durant laquelle le dispositif nœud (134) envoie (3307) un message d'authentification au dispositif concentrateur de données (12), en réponse duquel, ledit dispositif concentrateur de données transmet (3309) un message audit dispositif nœud (12) comprenant une adresse courte attribuée au dispositif nœud (12) dans un format interprétable par un dispositif intermédiaire du réseau via lequel transiterait ledit message.

15 5) Procédé selon la revendication 1 ou 2 caractérisé en ce que, lorsque la condition prédéfinie n'est pas remplie, une méthode alternative de recherche d'une route de communication initiale (34) est mise en œuvre comprenant, la méthode alternative de recherche d'une route de communication initiale (34) comprenant deux phases, une première phase (340) correspondant à la phase d'authentification et une seconde phase (343) correspondant à la phase de confirmation de route, la première phase (340) et la seconde phase (343) étant consécutives.

25 6) Procédé selon la revendication 5 caractérisé en ce que, ladite seconde phase (343) correspondant à la phase d'authentification est mise en œuvre dès réception (3414) par le dispositif nœud (134) d'un message clôturant la première phase (340) correspondant à la phase d'authentification.

30 7) Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que, le protocole de communication est le protocole G3-PLC.

8) Procédé d'obtention d'une route de communication initiale entre un dispositif nœud (134) et un dispositif concentrateur de données (12), le dispositif nœud (134) et le dispositif concentrateur de données (12) étant compris dans un réseau (1) utilisant des communications par courants porteurs en ligne basées sur un protocole de communication comprenant une méthode (32) de recherche d'une route de communication initiale, ladite méthode comprenant une première phase (320), dite phase d'authentification, durant laquelle un premier dispositif mettant en œuvre la méthode et souhaitant établir une route de communication vers un second dispositif envoie (3207) un message d'authentification audit second dispositif, en réponse duquel, le premier dispositif reçoit (3210) un message comprenant une adresse courte attribuée au premier dispositif par le second dispositif dans un format non interprétable par un dispositif intermédiaire du réseau via lequel transiterait ledit message, ladite adresse courte étant utilisée pour chaque échange de messages entre le premier et le second dispositif suivant la phase d'authentification, une seconde phase (322), dite phase de recherche d'une meilleure route de communication, durant laquelle, le premier dispositif sélectionne une meilleure route de communication suivant un critère prédéfini parmi un ensemble de routes de communication possibles entre le premier dispositif et le second dispositif, et une troisième phase (323), dite phase de confirmation de route, durant laquelle le premier dispositif transmet un message au second dispositif comprenant une information représentative de la meilleure route de communication sélectionnée, caractérisé en ce que ledit procédé comprend les étapes suivantes:

25       appliquer (32) ladite méthode de recherche d'une route de communication initiale pour déterminer la route de communication initiale lorsqu'une condition prédéfinie est remplie.

9) Procédé d'obtention d'une route de communication initiale entre un dispositif nœud (134) et un dispositif concentrateur de données (12), le dispositif concentrateur de données (12) et le dispositif nœud (134) étant compris dans un réseau (1) utilisant des communications par courants porteurs en ligne basées sur un protocole de communication comprenant une méthode (32) de recherche d'une route de communication initiale, ladite méthode comprenant une première phase (320), dite phase d'authentification, durant laquelle un second dispositif mettant en œuvre ladite méthode reçoit (3208) un message d'authentification d'un premier dispositif

souhaitant établir une route de communication avec le second dispositif, en réponse duquel, le second dispositif transmet (3209) un message au premier dispositif comprenant une adresse courte attribuée au premier dispositif dans un format non interprétable par un dispositif intermédiaire du réseau (1) via lequel transiterait ledit message, ladite adresse courte étant utilisée pour chaque échange de messages entre le premier et le second dispositif suivant la phase d'authentification, une seconde phase (322), dite phase de recherche d'une meilleure route de communication, durant laquelle, le second dispositif envoie (3221) en mode multidiffusion dans le réseau (1) une requête de recherche de route, et une troisième phase (323), dite phase de confirmation de route, durant laquelle le second dispositif reçoit (3232) un message du premier dispositif comprenant une information représentative d'une meilleure route de communication sélectionnée par le premier dispositif suivant un critère prédéfini, caractérisé en ce que ledit procédé comprend les étapes suivantes:

15 appliquer (32) ladite méthode de recherche d'une route de communication initiale pour déterminer la route de communication initiale lorsqu'une condition prédéfinie est remplie.

10) Système adapté pour obtenir une route de communication initiale, ledit système étant compris dans un réseau (1) utilisant des communications par courants porteurs en ligne basées sur un protocole de communication comprenant une méthode (32) de recherche d'une route de communication initiale, ladite méthode (32) comprenant une première phase (320), dite phase d'authentification, durant laquelle un premier dispositif souhaitant établir une route de communication vers un second dispositif envoie (3207) un message d'authentification au second dispositif, en réponse duquel, le second dispositif transmet (3209) un message au premier dispositif comprenant une adresse courte attribuée au premier dispositif dans un format non interprétable par un dispositif intermédiaire du réseau via lequel transiterait ledit message, ladite adresse courte étant utilisée pour chaque échange de messages entre le premier et le second dispositif suivant la phase d'authentification (320), une seconde phase (322), dite phase de recherche d'une meilleure route de communication, durant laquelle, le second dispositif envoie (3221) en mode multidiffusion dans le réseau (1) une requête de recherche de route, et une troisième phase (324), dite phase de confirmation de route, durant laquelle le premier dispositif transmet un message au second dispositif comprenant une information représentative d'une meilleure route de

communication sélectionnée suivant un critère prédéfini, caractérisé en ce que ledit système comprend les moyens suivants:

des moyens de traitement (32) pour appliquer ladite méthode de recherche d'une route de communication initiale pour déterminer la route de communication initiale

5 lorsqu'une condition prédéfinie est remplie.

11) Dispositif nœud (134) adapté pour obtenir une route de communication initiale vers un dispositif concentrateur de données (12), ledit dispositif nœud (134) et ledit dispositif concentrateur de données (12) étant compris dans un réseau (1)

10 utilisant des communications par courants porteurs en ligne basées sur un protocole de communication comprenant une méthode (32) de recherche d'une route de communication initiale, ladite méthode (32) comprenant une première phase (320), dite phase d'authentification, durant laquelle un premier dispositif mettant en œuvre la méthode et souhaitant établir une route de communication vers un second dispositif

15 envoie (3207) un message d'authentification audit second dispositif, en réponse duquel, le premier dispositif reçoit (3210) un message comprenant une adresse courte attribuée au premier dispositif par le second dispositif dans un format non interprétable par un dispositif intermédiaire du réseau via lequel transiterait ledit message, ladite adresse courte étant utilisée pour chaque échange de message entre le

20 premier et le second dispositif suivant la phase d'authentification (320), une seconde phase (322), dite phase de recherche d'une meilleure route de communication, durant laquelle, le premier dispositif sélectionne une meilleure route de communication suivant un critère prédéfini parmi un ensemble de routes de communication possibles entre le premier dispositif et le second dispositif, et une troisième phase (324), dite

25 phase de confirmation de route, durant laquelle le premier dispositif transmet un message au second dispositif comprenant une information représentative de la meilleure route de communication sélectionnée, caractérisé en ce que ledit dispositif nœud comprend les moyens suivants :

des moyens (32) de traitement pour appliquer ladite méthode de recherche d'une route de communication initiale pour déterminer la route de communication initiale

30 lorsqu'une condition prédéfinie est remplie.

12) Dispositif concentrateur de données (12) adapté pour obtenir une route de communication initiale entre un dispositif nœud (134) et le dispositif concentrateur de

données (12), le dispositif concentrateur de données (12) et le dispositif nœud (134) étant compris dans un réseau (1) utilisant des communications par courants porteurs en ligne basées sur un protocole de communication comprenant une méthode (32) de recherche d'une route de communication initiale, ladite méthode (32) comprenant une 5 première phase (320), dite phase d'authentification, durant laquelle un second dispositif mettant en œuvre la méthode reçoit (3208) un message d'authentification d'un premier dispositif souhaitant établir une route de communication avec le second dispositif, en réponse duquel, ledit second dispositif transmet (3209) un message audit au premier dispositif comprenant une adresse courte attribuée au premier dispositif par le 10 second dispositif dans un format non interprétable par un dispositif intermédiaire du réseau via lequel transiterait ledit message, ladite adresse courte étant utilisée pour chaque échange de messages entre le premier et le second dispositif suivant la phase d'authentification, une seconde phase (322), dite phase de recherche d'une meilleure route de communication, durant laquelle, le second dispositif envoie (3221) en mode 15 multidiffusion dans le réseau (1) une requête de recherche de route, et une troisième phase (323), dite phase de confirmation de route, durant laquelle le second dispositif reçoit (3232) un message du premier dispositif comprenant une information représentative d'une meilleure route de communication sélectionnée par le premier dispositif suivant un critère prédéfini, caractérisé en ce que ledit dispositif 20 concentrateur de données comprend les moyens suivants :

des moyens (32) de traitement pour appliquer ladite méthode de recherche d'une route de communication initiale pour obtenir l'information représentative de la route de communication initiale lorsqu'une condition prédéfinie est remplie.

25 13) Programme d'ordinateur, caractérisé en ce qu'il comprend des instructions pour mettre en œuvre, par un dispositif (12, 134), le procédé selon l'une des revendications 7 ou 8, lorsque ledit programme est exécuté par un processeur (121, 1341) dudit dispositif (12, 134).

30 14) Moyens de stockage, caractérisés en ce qu'ils stockent un programme d'ordinateur comprenant des instructions pour mettre en œuvre, par un dispositif (12, 134), le procédé selon l'une des revendications 7 ou 8, lorsque ledit programme est exécuté par un processeur (121, 1341) dudit dispositif (12, 134).

REVENDICATIONS MODIFIÉES  
reçues par le Bureau international le 05 Septembre 2016 (05.09.2016)

**REVENDICATIONS**

1) Procédé d'obtention d'une route de communication initiale entre un dispositif nœud (134) et un dispositif concentrateur de données (12) d'un réseau (1) utilisant des 5 communications par courants porteurs en ligne basées sur un protocole de communication comprenant une méthode (32) de recherche d'une route de communication initiale, ladite méthode comprenant une première phase (320), dite phase d'authentification, durant laquelle un premier dispositif souhaitant établir une route de communication vers un second dispositif envoie (3207) un message 10 d'authentification audit second dispositif, en réponse duquel, ledit second dispositif transmet (3209) un message audit premier dispositif comprenant une adresse courte attribuée audit premier dispositif dans un format non interprétable par un dispositif intermédiaire du réseau (1) via lequel transiterait ledit message, ladite adresse courte étant utilisée pour chaque échange de messages entre le premier et le second dispositif 15 suivant la phase d'authentification, une seconde phase (322), dite phase de recherche d'une meilleure route de communication, durant laquelle, ledit second dispositif envoie en mode multidiffusion dans le réseau (1) une requête de recherche de route, et une troisième phase (323), dite phase de confirmation de route, durant laquelle le premier dispositif transmet un message au second dispositif comprenant une 20 information représentative d'une route de communication sélectionnée suivant un critère prédéfini, caractérisé en ce que ledit procédé comprend les étapes suivantes:

appliquer (32) ladite méthode de recherche d'une route de communication initiale pour déterminer la route de communication initiale lorsqu'une condition prédéfinie est remplie et, lorsque la condition prédéfinie n'est pas remplie, une 25 méthode alternative de recherche d'une route de communication initiale (34) est mise en œuvre, la méthode alternative de recherche d'une route de communication initiale (34) comprenant deux phases, une première phase (340) correspondant à la phase d'authentification et une seconde phase (343) correspondant à la phase de confirmation de route, la première phase (340) et la seconde phase (343) étant 30 consécutives.

2) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la condition prédéfinie est une absence de risque de surcharge dudit réseau.

3) Procédé selon la revendication 1 ou 2 caractérisé en ce que, ladite seconde phase (343) correspondant à la phase d'authentification est mise en œuvre dès réception (3414) par le dispositif nœud (134) d'un message clôturant la première phase (340) correspondant à la phase d'authentification.

5

4) Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le protocole de communication est le protocole G3-PLC.

10 5) Procédé d'obtention d'une route de communication initiale entre un dispositif nœud (134) et un dispositif concentrateur de données (12), le dispositif nœud (134) et le dispositif concentrateur de données (12) étant compris dans un réseau (1) utilisant des communications par courants porteurs en ligne basées sur un protocole de communication comprenant une méthode (32) de recherche d'une route de communication initiale, ladite méthode comprenant une première phase (320), dite phase d'authentification, durant laquelle un premier dispositif mettant en œuvre la méthode et souhaitant établir une route de communication vers un second dispositif envoie (3207) un message d'authentification audit second dispositif, en réponse duquel, le premier dispositif reçoit (3210) un message comprenant une adresse courte attribuée au premier dispositif par le second dispositif dans un format non interprétable par un dispositif intermédiaire du réseau via lequel transiterait ledit message, ladite adresse courte étant utilisée pour chaque échange de messages entre le premier et le second dispositif suivant la phase d'authentification, une seconde phase (322), dite phase de recherche d'une meilleure route de communication, durant

15 laquelle le premier dispositif sélectionne une meilleure route de communication suivant un critère prédéfini parmi un ensemble de routes de communication possibles entre le premier dispositif et le second dispositif, et une troisième phase (323), dite phase de confirmation de route, durant laquelle le premier dispositif transmet un message au second dispositif comprenant une information représentative de la meilleure route de communication sélectionnée, caractérisé en ce que ledit procédé comprend les étapes suivantes:

20

25

30

appliquer (32) ladite méthode de recherche d'une route de communication initiale pour déterminer la route de communication initiale lorsqu'une condition prédéfinie est remplie et, lorsque la condition prédéfinie n'est pas remplie, une

méthode alternative de recherche d'une route de communication initiale (34) est mise en œuvre, la méthode alternative de recherche d'une route de communication initiale (34) comprenant deux phases, une première phase (340) correspondant à la phase d'authentification et une seconde phase (343) correspondant à la phase de 5 confirmation de route, la première phase (340) et la seconde phase (343) étant consécutives.

6) Procédé d'obtention d'une route de communication initiale entre un dispositif 10 nœud (134) et un dispositif concentrateur de données (12), le dispositif concentrateur de données (12) et le dispositif nœud (134) étant compris dans un réseau (1) utilisant des communications par courants porteurs en ligne basées sur un protocole de communication comprenant une méthode (32) de recherche d'une route de communication initiale, ladite méthode comprenant une première phase (320), dite phase d'authentification, durant laquelle un second dispositif mettant en œuvre ladite 15 méthode reçoit (3208) un message d'authentification d'un premier dispositif souhaitant établir une route de communication avec le second dispositif, en réponse duquel, le second dispositif transmet (3209) un message au premier dispositif comprenant une adresse courte attribuée au premier dispositif dans un format non interprétable par un dispositif intermédiaire du réseau (1) via lequel transiterait ledit 20 message, ladite adresse courte étant utilisée pour chaque échange de messages entre le premier et le second dispositifs suivant la phase d'authentification, une seconde phase (322), dite phase de recherche d'une meilleure route de communication, durant laquelle le second dispositif envoie (3221) en mode multidiffusion dans le réseau (1) une requête de recherche de route, et une troisième phase (323), dite phase de 25 confirmation de route, durant laquelle le second dispositif reçoit (3232) un message du premier dispositif comprenant une information représentative d'une meilleure route de communication sélectionnée par le premier dispositif suivant un critère prédéfini, caractérisé en ce que ledit procédé comprend les étapes suivantes:

appliquer (32) ladite méthode de recherche d'une route de communication 30 initiale pour déterminer la route de communication initiale lorsqu'une condition prédéfinie est remplie et, lorsque la condition prédéfinie n'est pas remplie, une méthode alternative de recherche d'une route de communication initiale (34) est mise en œuvre, la méthode alternative de recherche d'une route de communication initiale (34) comprenant deux phases, une première phase (340) correspondant à la phase

d'authentification et une seconde phase (343) correspondant à la phase de confirmation de route, la première phase (340) et la seconde phase (343) étant consécutives.

5        7) Système adapté pour obtenir une route de communication initiale, ledit système étant compris dans un réseau (1) utilisant des communications par courants porteurs en ligne basées sur un protocole de communication comprenant une méthode (32) de recherche d'une route de communication initiale, ladite méthode (32) comprenant une première phase (320), dite phase d'authentification, durant laquelle 10 un premier dispositif souhaitant établir une route de communication vers un second dispositif envoie (3207) un message d'authentification au second dispositif, en réponse duquel, le second dispositif transmet (3209) un message au premier dispositif comprenant une adresse courte attribuée au premier dispositif dans un format non interprétable par un dispositif intermédiaire du réseau via lequel transiterait ledit 15 message, ladite adresse courte étant utilisée pour chaque échange de messages entre le premier et le second dispositifs suivant la phase d'authentification (320), une seconde phase (322), dite phase de recherche d'une meilleure route de communication, durant laquelle le second dispositif envoie (3221) en mode multidiffusion dans le réseau (1) une requête de recherche de route, et une troisième phase (324), dite phase de 20 confirmation de route, durant laquelle le premier dispositif transmet un message au second dispositif comprenant une information représentative d'une meilleure route de communication sélectionnée suivant un critère prédéfini, caractérisé en ce que ledit système comprend les moyens suivants:

25        des moyens de traitement (32) pour appliquer ladite méthode de recherche d'une route de communication initiale pour déterminer la route de communication initiale lorsqu'une condition prédéfinie est remplie et, des moyens pour appliquer une méthode alternative de recherche d'une route de communication initiale (34) lorsque la condition prédéfinie n'est pas remplie, la méthode alternative de recherche d'une route de communication initiale (34) comprenant deux phases, une première phase 30 (340) correspondant à la phase d'authentification et une seconde phase (343) correspondant à la phase de confirmation de route, la première phase (340) et la seconde phase (343) étant consécutives.

8) Dispositif nœud (134) adapté pour obtenir une route de communication initiale vers un dispositif concentrateur de données (12), ledit dispositif nœud (134) et ledit dispositif concentrateur de données (12) étant compris dans un réseau (1) utilisant des communications par courants porteurs en ligne basées sur un protocole de communication comprenant une méthode (32) de recherche d'une route de communication initiale, ladite méthode (32) comprenant une première phase (320), dite phase d'authentification, durant laquelle un premier dispositif mettant en œuvre la méthode et souhaitant établir une route de communication vers un second dispositif envoie (3207) un message d'authentification audit second dispositif, en réponse duquel le premier dispositif reçoit (3210) un message comprenant une adresse courte attribuée au premier dispositif par le second dispositif dans un format non interprétable par un dispositif intermédiaire du réseau via lequel transiterait ledit message, ladite adresse courte étant utilisée pour chaque échange de messages entre le premier et le second dispositifs suivant la phase d'authentification (320), une seconde phase (322), dite phase de recherche d'une meilleure route de communication, durant laquelle, le premier dispositif sélectionne une meilleure route de communication suivant un critère prédéfini parmi un ensemble de routes de communication possibles entre le premier dispositif et le second dispositifs, et une troisième phase (324), dite phase de confirmation de route, durant laquelle le premier dispositif transmet un message au second dispositif comprenant une information représentative de la meilleure route de communication sélectionnée, caractérisé en ce que ledit dispositif nœud comprend les moyens suivants :

des moyens (32) de traitement pour appliquer ladite méthode de recherche d'une route de communication initiale pour déterminer la route de communication initiale lorsqu'une condition prédéfinie est remplie et, des moyens pour appliquer une méthode alternative de recherche d'une route de communication initiale (34) lorsque la condition prédéfinie n'est pas remplie, la méthode alternative de recherche d'une route de communication initiale (34) comprenant deux phases, une première phase (340) correspondant à la phase d'authentification et une seconde phase (343) correspondant à la phase de confirmation de route, la première phase (340) et la seconde phase (343) étant consécutives.

9) Dispositif concentrateur de données (12) adapté pour obtenir une route de communication initiale entre un dispositif nœud (134) et le dispositif concentrateur de

données (12), le dispositif concentrateur de données (12) et le dispositif nœud (134) étant compris dans un réseau (1) utilisant des communications par courants porteurs en ligne basées sur un protocole de communication comprenant une méthode (32) de recherche d'une route de communication initiale, ladite méthode (32) comprenant une 5 première phase (320), dite phase d'authentification, durant laquelle un second dispositif mettant en œuvre la méthode reçoit (3208) un message d'authentification d'un premier dispositif souhaitant établir une route de communication avec le second dispositif, en réponse duquel, ledit second dispositif transmet (3209) un message audit au premier dispositif comprenant une adresse courte attribuée au premier dispositif par le 10 second dispositif dans un format non interprétable par un dispositif intermédiaire du réseau via lequel transiterait ledit message, ladite adresse courte étant utilisée pour chaque échange de messages entre le premier et le second dispositifs suivant la phase d'authentification, une seconde phase (322), dite phase de recherche d'une meilleure route de communication, durant laquelle, le second dispositif envoie (3221) en mode 15 multidiffusion dans le réseau (1) une requête de recherche de route, et une troisième phase (323), dite phase de confirmation de route, durant laquelle le second dispositif reçoit (3232) un message du premier dispositif comprenant une information représentative d'une meilleure route de communication sélectionnée par le premier dispositif suivant un critère prédéfini, caractérisé en ce que ledit dispositif 20 concentrateur de données comprend les moyens suivants :

des moyens (32) de traitement pour appliquer ladite méthode de recherche d'une route de communication initiale pour obtenir l'information représentative de la route de communication initiale lorsqu'une condition prédéfinie est remplie et, des moyens pour appliquer une méthode alternative de recherche d'une route de communication 25 initiale (34) lorsque la condition prédéfinie n'est pas remplie, la méthode alternative de recherche d'une route de communication initiale (34) comprenant deux phases, une première phase (340) correspondant à la phase d'authentification et une seconde phase (343) correspondant à la phase de confirmation de route, la première phase (340) et la seconde phase (343) étant consécutives.

30

10) Programme d'ordinateur, caractérisé en ce qu'il comprend des instructions pour mettre en œuvre, par un dispositif (12, 134), le procédé selon l'une des revendications 4 ou 5, lorsque ledit programme est exécuté par un processeur (121, 1341) dudit dispositif (12, 134).

11) Moyens de stockage, caractérisés en ce qu'ils stockent un programme d'ordinateur comprenant des instructions pour mettre en œuvre, par un dispositif (12, 134), le procédé selon l'une des revendications 4 ou 5, lorsque ledit programme est 5 exécuté par un processeur (121, 1341) dudit dispositif (12, 134).

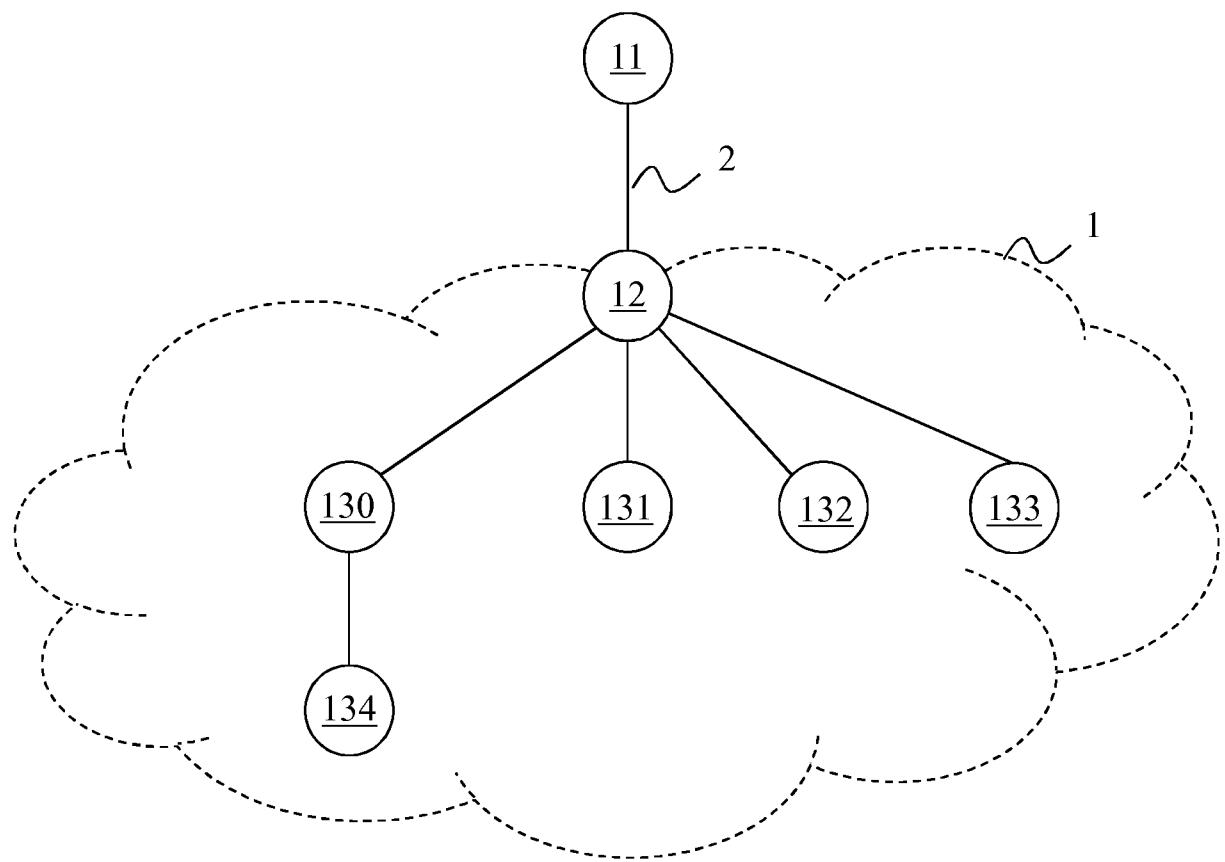


Fig. 1

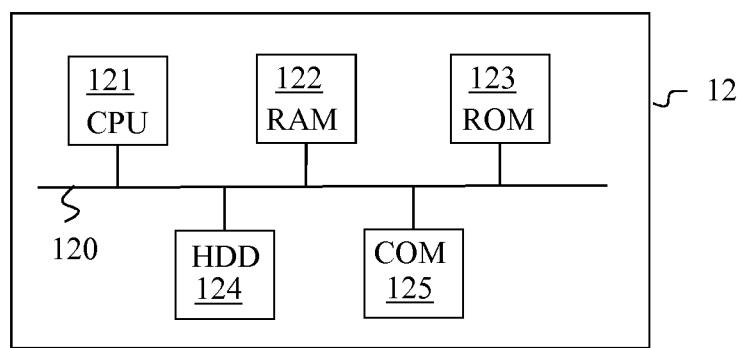


Fig. 2A

2/5

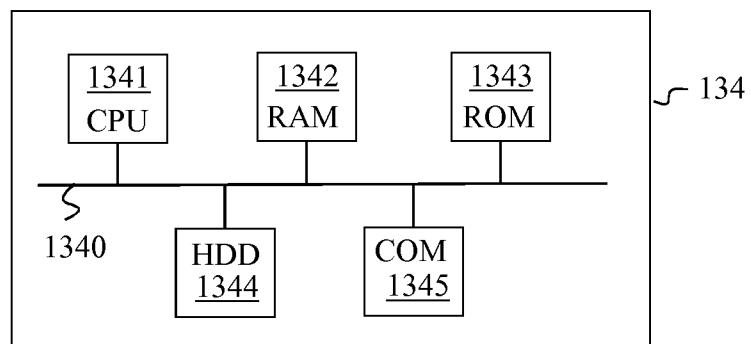


Fig. 2B

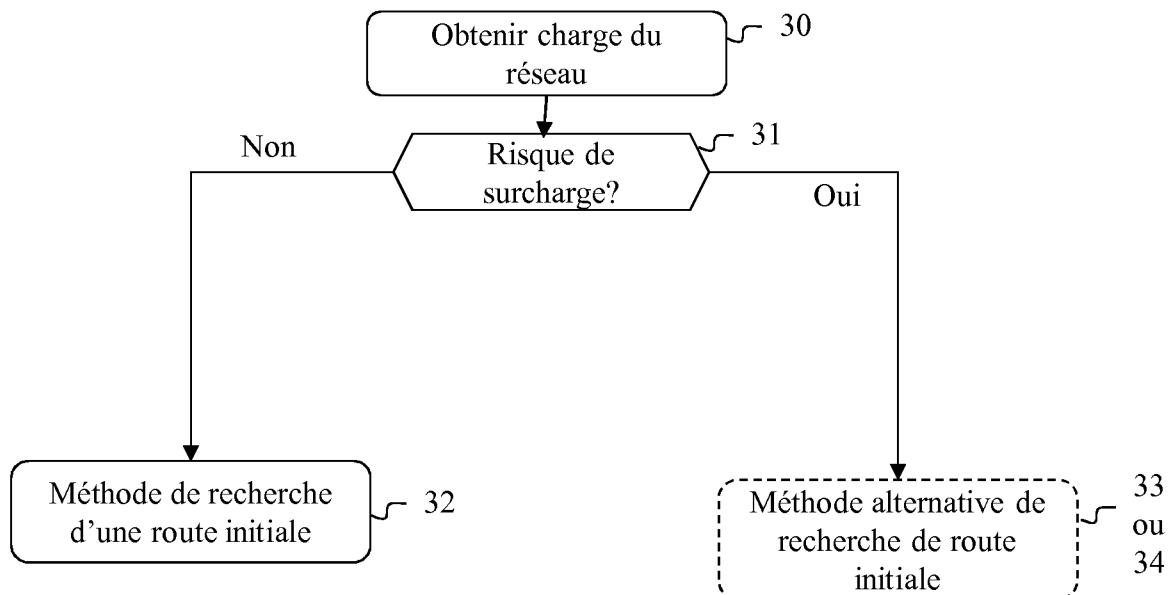


Fig. 3

3/5

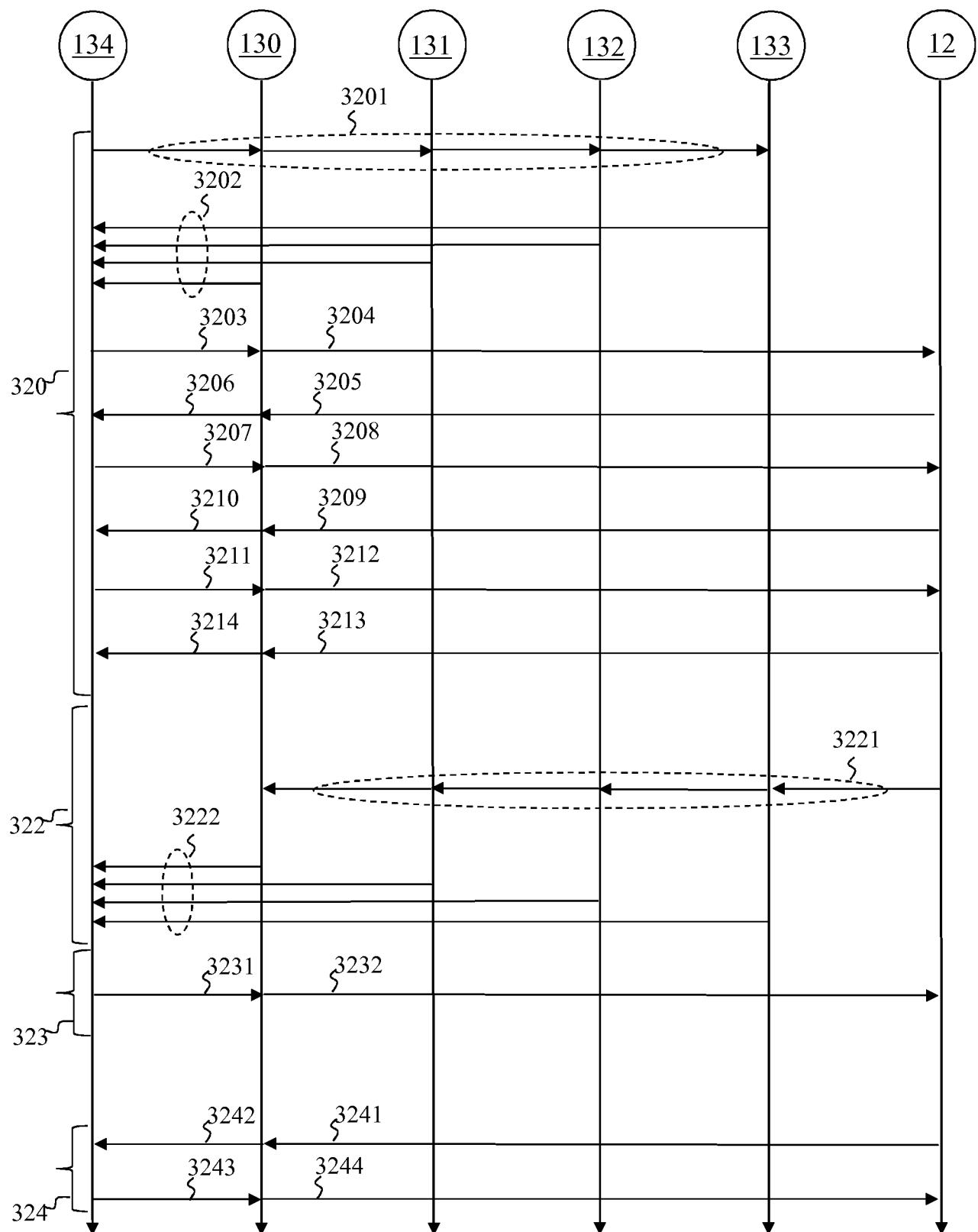


Fig. 4

4/5

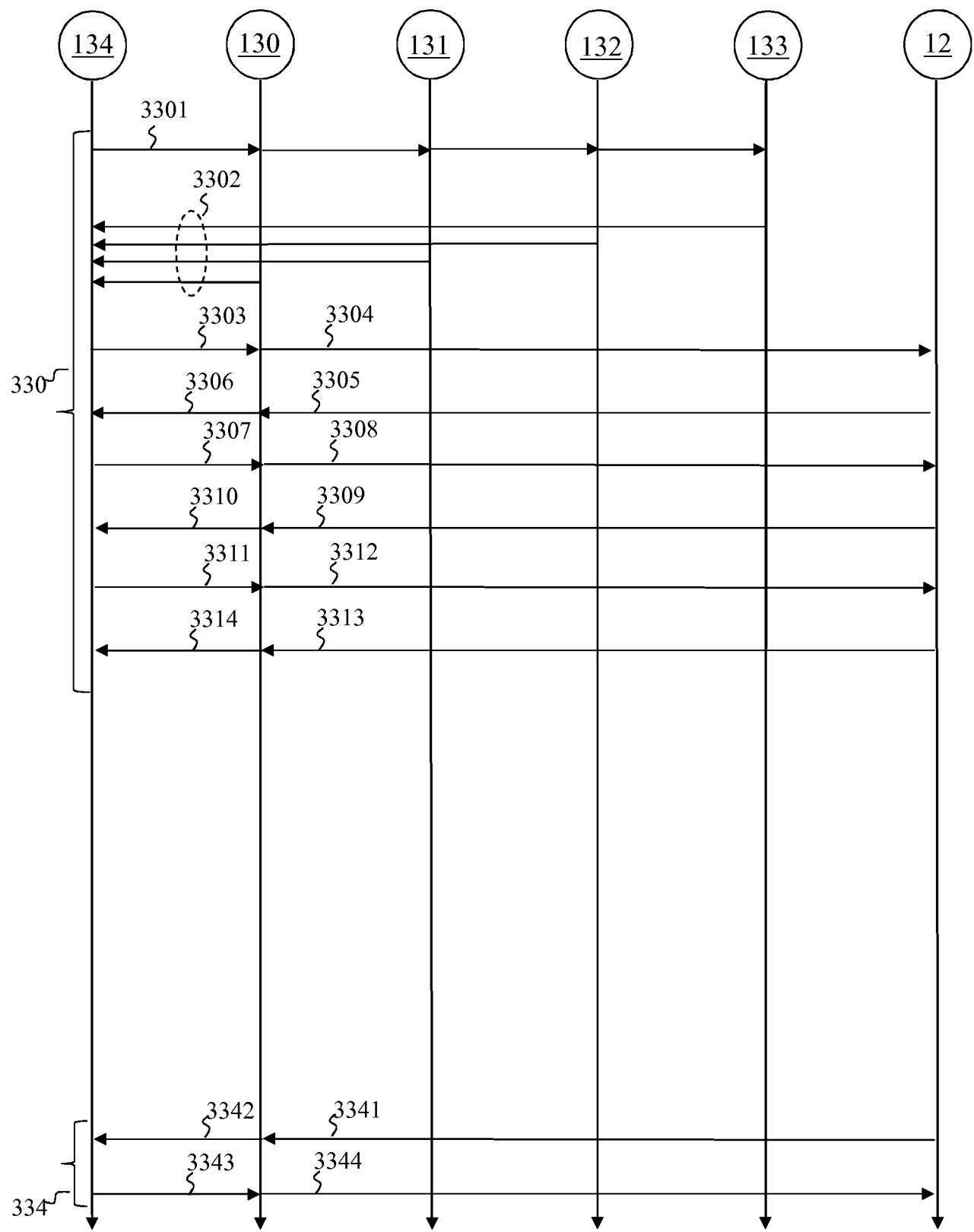


Fig. 5

5/5

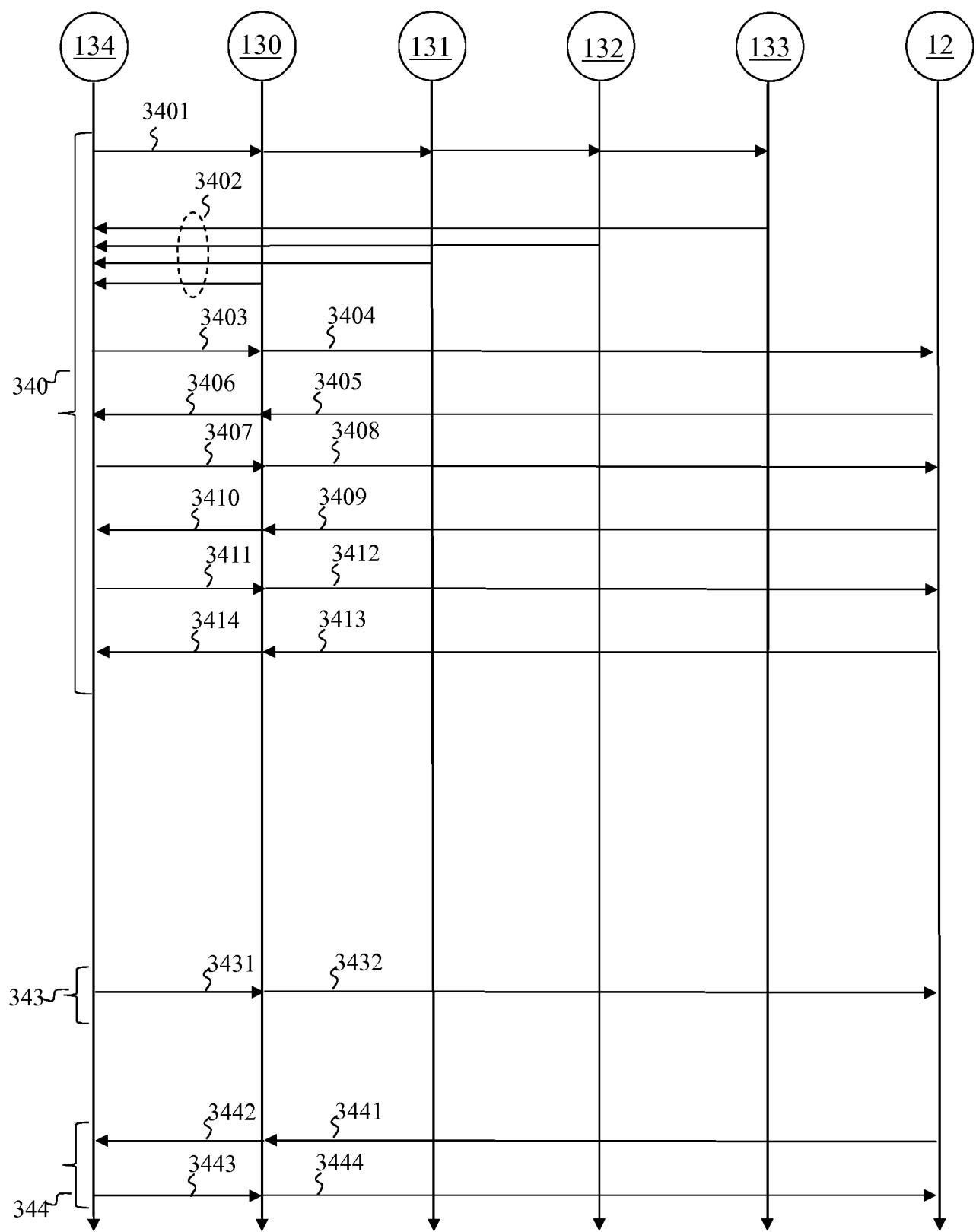


Fig. 6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2016/061388

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
INV. H04L12/733 H04L12/24  
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
H04L H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 9 008 073 B1 (RAZAZIAN KAVEH [US] ET AL) 14 April 2015 (2015-04-14) abstract column 1, lines 30-60 column 2, line 30 - column 10, line 7 ----- -/- -	1-14

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
5 July 2016	13/07/2016
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Le Bras, Patrick

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/061388

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	<p>BERSANI FRANCE TELECOM R&amp;D H TSCHOFENIG  SIEMENS NETWORKS GMBH &amp; CO KG F: "The  EAP-PSK Protocol: A Pre-Shared Key  Extensible Authentication Protocol (EAP)  Method; rfc4764.txt",  5. JCT-VC MEETING; 96. MPEG MEETING;  16-3-2011 - 23-3-2011; GENEVA; (JOINT  COLLABORATIVE TEAM ON VIDEO CODING OF  ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 AND ITU-T SG.16 );  URL:  HTTP://WFTP3.ITU.INT/AV-ARCH/JCTVC-SITE/,  INTERNET ENGINEERING TASK FORCE, IETF, CH,  1 January 2007 (2007-01-01), XP015055052,  ISSN: 0000-0003  Item 5</p> <p>-----</p> <p>KAVEH RAZAZIAN ET AL: "Enhanced 6LoWPAN  Ad hoc routing for G3-PLC",  POWER LINE COMMUNICATIONS AND ITS  APPLICATIONS (ISPLC), 2013 17TH IEEE  INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON, IEEE,  24 March 2013 (2013-03-24), pages 137-142,  XP032420381,  DOI: 10.1109/ISPLC.2013.6525839  ISBN: 978-1-4673-6014-2  the whole document</p> <p>-----</p> <p>US 2012/182881 A1 (ANANTHAKRISHNAN  RAMACHANDRAN [US] ET AL)  19 July 2012 (2012-07-19)  the whole document</p> <p>-----</p>	1-14
A		1-14
A		1-14

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No  
PCT/EP2016/061388

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 9008073	B1	14-04-2015	NONE	
US 2012182881	A1	19-07-2012	CN 103238298 A	07-08-2013
			JP 2014506404 A	13-03-2014
			US 2012182881 A1	19-07-2012
			US 2015163134 A1	11-06-2015
			WO 2012075496 A2	07-06-2012

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2016/061388

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
INV. H04L12/733 H04L12/24  
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
H04L H04B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 9 008 073 B1 (RAZAZIAN KAVEH [US] ET AL) 14 avril 2015 (2015-04-14) abrégé colonne 1, lignes 30-60 colonne 2, ligne 30 - colonne 10, ligne 7 ----- -/-	1-14

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

5 juillet 2016

13/07/2016

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Le Bras, Patrick

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Demande internationale n°

PCT/EP2016/061388

**C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	<p>BERSANI FRANCE TELECOM R&amp;D H TSCHOFENIG          SIEMENS NETWORKS GMBH &amp; CO KG F: "The          EAP-PSK Protocol: A Pre-Shared Key          Extensible Authentication Protocol (EAP)          Method; rfc4764.txt",          5. JCT-VC MEETING; 96. MPEG MEETING;          16-3-2011 - 23-3-2011; GENEVA; (JOINT          COLLABORATIVE TEAM ON VIDEO CODING OF          ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 AND ITU-T SG.16 );          URL:          HTTP://WFTP3.ITU.INT/AV-ARCH/JCTVC-SITE/,          INTERNET ENGINEERING TASK FORCE, IETF, CH,          1 janvier 2007 (2007-01-01), XP015055052,          ISSN: 0000-0003          Item 5</p> <p>-----</p> <p>KAVEH RAZAZIAN ET AL: "Enhanced 6LoWPAN          Ad hoc routing for G3-PLC",          POWER LINE COMMUNICATIONS AND ITS          APPLICATIONS (ISPLC), 2013 17TH IEEE          INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON, IEEE,          24 mars 2013 (2013-03-24), pages 137-142,          XP032420381,          DOI: 10.1109/ISPLC.2013.6525839          ISBN: 978-1-4673-6014-2          le document en entier</p> <p>-----</p> <p>US 2012/182881 A1 (ANANTHAKRISHNAN          RAMACHANDRAN [US] ET AL)          19 juillet 2012 (2012-07-19)          le document en entier</p> <p>-----</p>	1-14
A		1-14
A		1-14
1		

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2016/061388

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US 9008073	B1	14-04-2015	AUCUN	
US 2012182881	A1	19-07-2012	CN 103238298 A JP 2014506404 A US 2012182881 A1 US 2015163134 A1 WO 2012075496 A2	07-08-2013 13-03-2014 19-07-2012 11-06-2015 07-06-2012