

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ **SYSTEME DE COMMUNICATION DANS UNE INSTALLATION ELECTRIQUE COMPORTANT DES BATTERIES.**

②② **Date de dépôt** : 10.04.14.

③③ **Priorité** :

⑥⑥ **Références à d'autres documents nationaux apparentés** :

○ **Demande(s) d'extension** :

⑦① **Demandeur(s)** : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES Etablissement public , NOVEA ENERGIES Société par actions simplifiée et UNIVERSITE DE NANTES Etablissement public — FR.

④③ **Date de mise à la disposition du public de la demande** : 16.10.15 Bulletin 15/42.

④⑤ **Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention** : 23.03.18 Bulletin 18/12.

⑦② **Inventeur(s)** : JOUSSE JEREMIE, GINOT NICOLAS, BATARD CHRISTOPHE et BELLIARD JEAN-PIERRE.

⑤⑥ **Liste des documents cités dans le rapport de recherche** :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦③ **Titulaire(s)** : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES Etablissement public, NOVEA ENERGIES Société par actions simplifiée, UNIVERSITE DE NANTES Etablissement public.

⑦④ **Mandataire(s)** : CABINET BEAUMONT Société à responsabilité limitée.



**SYSTÈME DE COMMUNICATION DANS UNE INSTALLATION ÉLECTRIQUE
COMPORTANT DES BATTERIES**

Domaine

La présente demande concerne la communication de données entre des dispositifs de gestion dans une installation électrique comportant plusieurs batteries reliées en parallèle
5 par une paire de conducteurs de puissance.

Exposé de l'art antérieur

Une batterie est un groupement de plusieurs cellules élémentaires rechargeables (piles, accumulateurs, etc.) reliées en série et/ou en parallèle entre deux noeuds ou bornes de
10 fourniture d'une tension continue. Une batterie est généralement associée à un dispositif de gestion de la batterie ou BMS (de l'anglais "Battery Management System"), c'est-à-dire un circuit électronique adapté à mettre en oeuvre diverses fonctions telles que des fonctions de protection de la batterie pendant des
15 phases de charge ou de décharge, des fonctions d'équilibrage des cellules de la batterie, des fonctions de surveillance de la température des cellules de la batterie, des fonctions de surveillance de l'état de charge et/ou de l'état de vieillissement de la batterie, etc. Le dispositif de gestion
20 peut être connecté aux bornes de fourniture de tension de la batterie et/ou à des noeuds internes de la batterie. Les

cellules élémentaires d'une batterie et le dispositif de gestion associé à cette batterie sont souvent logés dans un même boîtier de protection laissant accessibles deux cosses respectivement connectées aux deux bornes de fourniture de tension de la batterie. L'ensemble comprenant le boîtier de protection, les
5 cellules de la batterie, et le dispositif de gestion de la batterie est généralement appelé "pack batterie".

Dans certaines applications, plusieurs batteries sont reliées en parallèle par une paire de conducteurs de puissance, pour alimenter une charge et/ou en vue d'être chargées par une
10 source d'énergie électrique. Dans de telles applications, un dispositif de gestion globale de l'énergie ou EMS (de l'anglais "Energy Management System") est généralement prévu, notamment pour assurer des fonctions de protection de l'installation et/ou de surveillance de l'état des différentes batteries. L'EMS doit
15 pouvoir interroger les BMS des différentes batteries pour obtenir des informations sur l'état des batteries. Généralement, les BMS doivent en outre pouvoir communiquer les uns avec les autres et/ou avec l'EMS, par exemple pour échanger des informations de type répartition de puissance, demande de
20 limitation de courant, etc.

Pour cela, on utilise généralement une communication filaire entre l'EMS et les BMS à interroger. Un connecteur spécifique relié au BMS de chaque batterie peut par exemple être
25 prévu à l'extérieur de chaque pack batterie pour réaliser cette connexion filaire. Un inconvénient réside alors dans la nécessité de prévoir connecteurs et/ou des câbles supplémentaires (en plus des conducteurs de puissance) entre l'EMS et les packs batterie, ce qui peut poser divers problèmes, notamment en termes de coût, de robustesse mécanique, etc.
30

Pour éviter les inconvénients d'une communication filaire, on pourrait utiliser des communications par ondes radio (sans contact) entre l'EMS et les BMS. L'utilisation de communications radio présente toutefois aussi des inconvénients,

notamment en termes de coût, de complexité, de consommation énergétique, etc.

Il serait souhaitable de pouvoir disposer d'un moyen fiable, simple et peu coûteux permettant à un dispositif de gestion globale d'énergie ou EMS de communiquer avec des dispositifs de gestion de batterie ou BMS, dans un système comportant plusieurs batteries reliées en parallèle par une paire de conducteurs de puissance.

Résumé

Pour cela, un mode de réalisation prévoit un système comportant : une pluralité de batteries reliées en parallèle par une paire de premier et second conducteurs de puissance, chaque batterie étant connectée à un dispositif de gestion de la batterie ; un dispositif de gestion globale de l'énergie du système ; un générateur adapté à appliquer un signal alternatif auxdits conducteurs de puissance ; et une pluralité de circuits d'émission-réception respectivement connectés aux différents dispositifs de gestion, chaque circuit d'émission-réception étant connecté auxdits conducteurs de puissance et étant adapté, pour émettre des données, à faire commuter entre deux états son impédance entre lesdits conducteurs de puissance pour les signaux alternatifs appliqués par le générateur, et, pour recevoir des données, à détecter si une valeur représentative de l'amplitude du signal alternatif sur les conducteurs de puissance est supérieure ou inférieure à un seuil.

Selon un mode de réalisation, chaque batterie est reliée auxdits conducteurs de puissance par l'intermédiaire d'une inductance de terminaison.

Selon un mode de réalisation, le système comporte en outre au moins une charge ou source d'énergie électrique reliée aux batteries par l'intermédiaire de la paire de conducteurs de puissance.

Selon un mode de réalisation, la charge ou source est reliée aux conducteurs de puissance par l'intermédiaire d'une inductance de terminaison.

Selon un mode de réalisation, chaque circuit d'émission-réception comprend, entre un premier noeud de connexion du circuit au premier conducteur de puissance et un deuxième noeud de connexion du circuit au deuxième conducteur de puissance, une branche comprenant un interrupteur en série avec une première résistance, et, en parallèle de cette branche, une deuxième résistance.

Selon un mode de réalisation, chaque circuit d'émission-réception comprend, entre le premier noeud et un noeud intermédiaire, un condensateur de découplage, la branche et la deuxième résistance étant connectées entre le noeud intermédiaire et le deuxième noeud.

Selon un mode de réalisation, chaque circuit d'émission-réception comprend un circuit de réception comportant deux bornes d'entrée connectées aux bornes de la deuxième résistance, ce circuit de réception étant adapté à fournir, sur une borne de sortie, un signal binaire représentatif du niveau d'amplitude d'un signal alternatif aux bornes de la deuxième résistance.

Selon un mode de réalisation, le générateur est relié aux conducteurs de puissance par l'intermédiaire d'un condensateur de découplage.

Selon un mode de réalisation, le générateur est adapté à appliquer aux conducteurs de puissance un signal périodique de fréquence telle que la longueur d'onde du signal périodique soit supérieure à huit fois la longueur maximale de ladite paire de conducteurs de puissance.

Selon un mode de réalisation, le dispositif de gestion globale est connecté au générateur et est adapté à commander le générateur pour appliquer un signal alternatif sur la paire de conducteurs de puissance uniquement lors de phases d'interrogation des dispositifs de gestion des batteries, et à maintenir en veille le générateur le reste du temps.

Selon un mode de réalisation, chaque circuit d'émission-réception est couplé au dispositif de gestion qui lui est associé par l'intermédiaire d'un contrôleur CAN.

Brève description des dessins

5 Ces caractéristiques et avantages, ainsi que d'autres, seront exposés en détail dans la description suivante de modes de réalisation particuliers faite à titre non limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

la figure 1 représente de façon schématique un exemple
10 d'un mode de réalisation d'un système comportant plusieurs batteries reliées en parallèle par une paire de conducteurs de puissance, et un dispositif de gestion globale de l'énergie du système ;

la figure 2 illustre de façon schématique et partielle
15 un exemple d'un réseau de communication de type connu ;

la figure 3 représente de façon plus détaillée un exemple de réalisation d'un circuit d'émission-réception du système de la figure 1 ; et

la figure 4 représente de façon plus détaillée un
20 exemple de réalisation d'un circuit de réception du circuit d'émission-réception de la figure 3.

Description détaillée

Par souci de clarté, de mêmes éléments ont été désignés par de mêmes références aux différentes figures.

25 La figure 1 représente de façon schématique un exemple d'un mode de réalisation d'un système comportant plusieurs batteries reliées en parallèle par une paire de conducteurs de puissance. Dans l'exemple représenté, le système comprend deux batteries B1 et B2 reliées en parallèle. L'homme du métier saura
30 toutefois adapter les modes de réalisation décrits à des applications comportant un nombre de batteries en parallèle supérieur à deux. La batterie B1 comprend une pluralité de cellules élémentaires C1 reliées en série et/ou en parallèle entre des bornes positive $v1^+$ et négative $v1^-$ de fourniture
35 d'une tension continue, et la batterie B2 comprend une pluralité

de cellules élémentaires C2 reliées en série et/ou en parallèle entre des bornes positive $v2^+$ et négative $v2^-$ de fourniture d'une tension continue. Les bornes positives $v1^+$ et $v2^+$ des batteries B1 et B2 sont reliées ensemble par un conducteur de puissance l^+ , et les bornes négatives $v1^-$ et $v2^-$ des batteries B1 et B2 sont reliées ensemble par un conducteur de puissance l^- . Les conducteurs l^+ et l^- forment une paire de conducteurs de puissance reliant en parallèle les batteries B1 et B2. Dans cet exemple, les conducteurs l^+ et l^- sont en outre respectivement reliés à des bornes d'alimentation positive vL^+ et négative vL^- d'une charge L.

Chaque batterie du système de la figure 1 est couplée à un dispositif de gestion de la batterie ou BMS, respectivement BMS1 pour la batterie B1 et BMS2 pour la batterie B2. Dans l'exemple représenté, le dispositif de gestion BMS1 de la batterie B1 est connecté à la batterie B1 uniquement via les bornes de fourniture de tension $v1^+$ et $v1^-$ de la batterie B1, et le dispositif de gestion BMS2 de la batterie B2 est connecté à la batterie B2 uniquement via les bornes de fourniture de tension $v2^+$ et $v2^-$ de la batterie B2. Les modes de réalisation décrits ne se limitent toutefois pas à ce cas particulier. A titre de variante, le BMS associé à chaque batterie peut ne pas être connecté aux bornes de fourniture de tension principales de la batterie mais seulement à des noeuds de connexion internes à la batterie, ou peut être connecté à la fois aux bornes de fourniture de tension principales de la batterie et à des noeuds de connexion internes à la batterie, et/ou peut être connecté aux conducteurs l^+ et l^- .

Le système de la figure 1 comprend en outre un dispositif de gestion globale de l'énergie EMS. Dans l'exemple représenté, le dispositif de gestion globale EMS est connecté aux bornes d'alimentation vL^+ et vL^- de la charge L. Les modes de réalisation décrits ne se limitent toutefois pas à ce cas particulier.

Comme cela a été expliqué ci-dessus, il serait souhaitable que le dispositif de gestion globale EMS puisse communiquer avec les dispositifs de gestion BMS1 et BMS2 des batteries B1 et B2 et/ou que les dispositifs BMS1 et BMS2
5 puissent communiquer entre eux ou avec le dispositif EMS.

Selon un aspect des modes de réalisation décrits, on prévoit d'utiliser le bus de puissance formé par la paire de conducteurs l^+ et l^- , présent de manière inhérente dans toute installation électrique comportant des batteries reliées en
10 parallèle, pour transporter des données.

Pour cela, le système de la figure 1 comprend un générateur 101 d'un signal alternatif, ou générateur de porteuse, adapté à appliquer un signal alternatif sur les conducteurs de puissance l^+ et l^- du système, c'est-à-dire à
15 émettre, sur le chemin de puissance du système, un signal alternatif (ou signal porteur) se superposant à la tension continue des batteries. Dans l'exemple représenté, le générateur 101 fournit une tension alternative entre des bornes vac1 et vac2, la borne vac1 étant connectée au conducteur l^- , et la
20 borne vac2 étant reliée au conducteur l^+ par l'intermédiaire d'un condensateur d'isolation ou de découplage 103. Le rôle du condensateur 103 est de laisser passer le signal alternatif produit par le générateur 101 vers le bus de puissance l^+/l^- , en empêchant que le générateur 101 ne voie la tension continue des
25 batteries.

Le système de la figure 1 comprend en outre, aux extrémités de la paire de conducteurs de puissance l^+/l^- (entre les conducteurs l^+/l^- et les bornes des batteries B1 et B2 et entre les conducteurs l^+/l^- et les bornes de la charge L), des
30 inductances de terminaison 105 dont le rôle est de laisser passer les signaux de puissance continus entre les batteries B1 et B2 et la charge L, et d'empêcher le passage du signal porteur alternatif du bus de puissance l^+/l^- vers les batteries B1 et B2 ou vers la charge L, notamment pour éviter que le signal porteur
35 ne soit absorbé ou atténué par les batteries B1 et B2 ou par la

charge L. Plus particulièrement, dans l'exemple représenté, une première inductance 105 relie le conducteur l^+ à la borne $v1^+$, une deuxième inductance 105 relie le conducteur l^+ à la borne $v2^+$, et une troisième inductance 105 relie le conducteur l^+ à la borne vL^+ .

Le système de la figure 1 comprend en outre, connecté à chacun des dispositifs de gestion EMS, BMS1 et BMS2, un circuit d'émission-réception ou modem M (soit trois circuit M dans l'exemple représenté). Chacun des circuits d'émission-réception M est connecté aux conducteurs de puissance l^+ et l^- , et est adapté, pour émettre des données, à faire commuter entre deux valeurs son impédance entre les conducteurs l^+ et l^- pour la composante alternative du signal porté par les conducteurs l^+ et l^- , et, pour recevoir des données, à détecter si l'amplitude de la composante alternative du signal porté par les conducteurs l^+ et l^- est supérieure ou inférieure à un seuil.

Il serait par ailleurs souhaitable de pouvoir disposer d'un système de communication entre les BMS et le dispositif de gestion globale EMS compatible avec le protocole de communication CAN (de l'anglais "Controller Area Network" - réseau de contrôleurs de zone), décrit notamment dans la norme ISO 11898, de façon que le système puisse être implémenté en utilisant des contrôleurs CAN standard pour la gestion des communications entre le dispositif de gestion globale EMS et les BMS.

Pour que le système de la figure 1 soit compatible avec le protocole de communication CAN, de façon notamment à pouvoir utiliser des contrôleurs CAN standard pour la gestion des communications, certaines contraintes sont à respecter.

La figure 2 représente de façon schématique un exemple d'un réseau de communication CAN classique. Dans un tel réseau, le support physique utilisé pour le transport des données est une paire différentielle, généralement appelée bus CAN, comportant un conducteur CAN_H et un conducteur CAN_L. Aux extrémités de la paire différentielle, des résistances de

terminaison R peuvent relier les conducteurs CAN_H et CAN_L comme représenté en figure 2. Plusieurs circuits d'émission-réception identiques 201 peuvent être connectés à la paire différentielle, les différents circuits 201 pouvant être associés à différents équipements (non représentés) susceptibles de communiquer les uns avec les autres. Par souci de simplification, seuls deux circuits d'émission-réception 201 ont été représentés sur la figure 2. Chaque circuit 201 comprend, entre un noeud NH de connexion du circuit 201 au conducteur CAN_H et un noeud d'application d'un potentiel de référence haut V_{CC} , un interrupteur SH, et, entre un noeud NL de connexion du circuit 201 au conducteur CAN_L et un noeud d'application d'un potentiel de référence bas GND (que l'on considèrera ici arbitrairement comme étant égal à 0 V), un interrupteur SL. Les noeuds de commande des interrupteurs SH et SL d'un même circuit 201 sont connectés à un même noeud d'application d'un signal de commande binaire CAN_TX. Chaque circuit 201 comprend en outre un étage de réception 203 adapté à détecter si la tension entre les noeuds NH et NL est supérieure ou inférieure à un seuil, et à fournir, sur un noeud de sortie CAN_RX, un signal binaire dont l'état dépend du résultat de cette détection.

Le fonctionnement du réseau CAN de la figure 2 est le suivant. Les informations binaires transmises sur le bus CAN sont encodées par la différence de potentiel entre les conducteurs CAN_L et CAN_H. Lorsque les interrupteurs SH et SL de tous les circuits d'émission-réception 201 connectés à la paire différentielle sont à l'état ouvert (non passant), les potentiels des conducteurs CAN_L et CAN_H sont fixés à un potentiel médian égal à $V_{CC}/2$ par l'intermédiaire de ponts diviseurs de tension (non représentés) internes aux circuits 201. La différence de potentiel entre les conducteurs CAN_L et CAN_H est donc approximativement nulle. Chaque circuit 201 est adapté, en fermant simultanément ses interrupteurs SL et SH, à tirer les potentiels des conducteurs CAN_H et CAN_L respectivement au potentiel V_{CC} et au potentiel GND, augmentant

ainsi la différence de potentiel entre les conducteurs CAN_H et CAN_L de façon détectable sur l'ensemble du bus. Lorsque le canal est au repos (les interrupteurs SL et SH des différents circuits 201 sont à l'état ouvert), la différence de potentiel

5 entre les conducteurs CAN_H et CAN_L est à un niveau relativement faible. Il s'agit d'un état récessif, interprété dans le protocole CAN comme un niveau logique haut. Lorsqu'au moins un circuit 201 a ses interrupteurs SL et SH à l'état fermé, la différence de potentiel entre les conducteurs CAN_H et

10 CAN_L est à un niveau relativement élevé. Il s'agit d'un état dominant, interprété dans le protocole CAN comme un niveau logique bas. Lors d'une phase de lecture de données sur le bus CAN par un circuit 201, les interrupteurs SH et SL de ce circuit sont commandés à l'état ouvert. Le niveau de la tension entre

15 les conducteurs CAN_L et CAN_H du bus CAN peut alors être comparé à un seuil par l'étage de réception 203, qui fournit sur le noeud de sortie CAN_RX un signal binaire représentatif du résultat de cette comparaison.

Les caractères respectivement dominant et récessif des

20 niveaux logiques bas et haut sont au coeur du fonctionnement du protocole CAN, et sont notamment exploités pour la gestion du partage du canal de communication par plusieurs équipements reliés chacun à un circuit 201.

En pratique, un circuit de contrôle ou contrôleur CAN

25 fait interface entre chaque équipement communiquant et le circuit d'émission-réception 201 associé à l'équipement. Le contrôleur CAN comprend une broche de sortie connectée à l'entrée CAN_TX du circuit 201, et une broche d'entrée connectée à la sortie CAN_RX du circuit 201. Le contrôleur CAN est adapté

30 à recevoir des données de l'équipement associé et à commander le circuit 201 pour transmettre ces données sur le bus CAN, et/ou à recevoir des données du circuit 201 et à fournir ces données à l'équipement associé. La gestion logicielle des communications peut être effectuée par le contrôleur CAN, par exemple

35 conformément à la norme ISO 11898.

Pour pouvoir utiliser des contrôleurs CAN standard pour gérer des communications dans un système du type décrit en relation avec la figure 1, il faut que le canal de communication puisse présenter un état dominant, correspondant à un premier
5 niveau logique, et un état récessif, correspondant à un second niveau logique. Cette condition est respectée dans le système de la figure 1, notamment grâce au fait que le système comprend un unique générateur de porteuse 101 commun à plusieurs circuits d'émission-réception M.

10 La figure 3 représente de façon plus détaillée un exemple de réalisation d'un circuit d'émission-réception M du système de la figure 1. En pratique, tous les circuits M du système de la figure 1 peuvent être identiques ou similaires.

Le circuit M comprend un noeud (ou borne) A^+ destiné à
15 être connecté au conducteur l^+ , et un noeud (ou borne) A^- destiné à être connecté au conducteur l^- . Dans cet exemple, le circuit M comprend, entre le noeud A^+ et un noeud B, un condensateur 301, et comprend en outre, en série entre le noeud B et le noeud A^- , un interrupteur SW et une résistance R_{tx} , et,
20 en parallèle de la branche comportant l'interrupteur SW et la résistance R_{tx} , une résistance R_{rx} reliant le noeud B au noeud A^- . A titre d'exemple non limitatif, la résistance R_{tx} et l'interrupteur SW peuvent faire partie d'un même élément de commutation, par exemple un transistor MOS, la résistance R_{tx}
25 étant alors la résistance interne à l'état passant du transistor MOS. Le condensateur 301 est un condensateur d'isolation ou de découplage dont le rôle est de laisser passer le signal alternatif produit par le générateur 101 vers le noeud B du circuit M, en empêchant que le noeud B ne voie la tension
30 continue des batteries.

Lorsque l'interrupteur SW du circuit M est à l'état fermé (passant), l'impédance du circuit M entre les conducteurs l^+ et l^- , pour la composante alternative du signal porté par les conducteurs l^+ et l^- , est à un état bas, et, lorsque
35 l'interrupteur SW du circuit M est à l'état ouvert (non

passant), l'impédance du circuit M entre les conducteurs l^+ et l^- , pour la composante alternative du signal porté par les conducteurs l^+ et l^- , est à un état haut.

Le noeud de commande de l'interrupteur SW est relié à
5 un noeud d'entrée CAN_TX du circuit M, adapté à recevoir un
signal de commande binaire. Le circuit M comprend en outre un
circuit de réception RX connecté aux bornes de la résistance
 R_{RX} , ce circuit étant adapté à détecter si l'amplitude de la
tension alternative entre les noeuds B et A^- est supérieure ou
10 inférieure à un seuil, et à fournir, sur un noeud de sortie
CAN_RX du circuit M, un signal binaire dont l'état dépend du
résultat de cette comparaison.

Le fonctionnement du système de communication de la
figure 1 est le suivant. Les informations binaires transmises
15 sur la paire de conducteurs de puissance l^+/l^- ou bus de
puissance, sont encodées par l'amplitude du signal alternatif
porté par le bus de puissance. Lorsque les interrupteurs SW de
tous les circuits d'émission-réception M connectés au bus de
puissance sont à l'état ouvert (non passant), l'amplitude de la
20 composante alternative du signal porté par le bus de puissance
est à un niveau haut. Chaque circuit M est adapté, en fermant
son interrupteur SW, à diminuer son impédance entre les
conducteurs l^+ et l^- pour la composante alternative du signal
porté par le bus de puissance, diminuant ainsi l'amplitude du
25 signal alternatif porté par le bus de puissance de façon
détectable sur l'ensemble du bus. Lorsque le canal est au repos
(les interrupteurs SW des différents circuits M sont ouverts),
l'amplitude du signal alternatif sur le bus de puissance est à
un niveau relativement élevé. Il s'agit d'un état récessif car
30 cet état n'est obtenu que lorsque tous les dispositifs M sont à
un état de haute impédance. Cet état peut être interprété comme
un niveau logique haut. Lorsqu'au moins un circuit M a son
interrupteur SW fermé, l'amplitude du signal alternatif sur le
bus de puissance est à un niveau relativement faible. Il s'agit
35 d'un état dominant car cet état est obtenu dès qu'au moins un

circuit M est à un état de basse impédance. Cet état peut être interprété comme un niveau logique bas. Lors d'une phase de lecture de données sur le bus de puissance par un circuit M, l'interrupteur SW de ce circuit est commandé à l'état ouvert. Le
5 niveau d'amplitude de la tension alternative V_{RX} aux bornes de la résistance R_{RX} du circuit M, représentatif du niveau d'amplitude du signal porteur sur le bus de puissance, peut alors être comparé à un seuil par le circuit RX, qui fournit sur le noeud de sortie CAN_RX du circuit M un signal binaire
10 représentatif du résultat de cette comparaison.

Ainsi, on retrouve dans le comportement du système de la figure 1 les caractères respectivement dominant et récessif des niveaux logiques haut et bas, tels qu'ils existent dans un réseau CAN du type décrit en relation avec la figure 2.

15 Un avantage du système de la figure 1 est qu'il est compatible avec des contrôleurs CAN standard, qui peuvent par exemple être connectés pour faire interface entre les différents équipements communiquant du réseau, à savoir les dispositifs de gestion EMS, BMS1 et BMS2 dans l'exemple représenté, et les
20 circuits d'émission-réception M associés à ces équipements. A titre d'exemple, l'entrée CAN_TX et la sortie CAN_RX de chaque circuit M peuvent être connectées respectivement à des broches de sortie (ou broche d'émission) et d'entrée (ou broche de réception) d'un contrôleur CAN standard. A titre d'exemple non
25 limitatif, des contrôleurs CAN (non représentés) peuvent être intégrés dans les dispositifs de gestion EMS, BMS1 et BMS2. La gestion logicielle des communications peut donc être entièrement assurée par la pile de gestion CAN standard intégrée aux contrôleurs CAN. On notera qu'un circuit d'inversion logique,
30 non représenté, peut éventuellement être prévu pour faire interface entre la sortie du contrôleur CAN et l'entrée CAN_TX du circuit M de façon à assurer la compatibilité avec les signaux issus du contrôleur CAN (notamment en fonction du type d'interrupteur SW utilisé).

La figure 4 représente schématiquement, sous forme de blocs, un exemple non limitatif de réalisation du circuit de réception RX du circuit M de la figure 3.

Le circuit RX de la figure 4 comprend un étage de polarisation 401 destiné à être connecté aux bornes de la résistance R_{RX} via des noeuds ou bornes e1 et e2. L'étage 401 participe à l'impédance du circuit M entre les conducteurs 1^+ et 1^- pour le signal porteur alternatif, et fournit à sa sortie une tension alternative centrée autour de $V_{DD}/2$, V_{DD} étant une tension locale d'alimentation du circuit M. L'étage 401 effectue en outre une adaptation d'impédance avec un amplificateur suiveur de façon à limiter l'impact de la mesure sur le canal. Le circuit RX de la figure 4 comprend en outre, en sortie de l'étage 401, un étage de filtrage 403, par exemple un filtre passe-bande Butterworth du troisième ordre, adapté à filtrer d'éventuels signaux parasites situés en dehors de la bande de fréquence du signal porteur. Le circuit RX de la figure 4 comprend en outre, en sortie de l'étage 403, un étage 405 d'amplification permettant d'obtenir une dynamique compatible avec les étages de traitement aval. Le circuit RX de la figure 4 comprend en outre, en sortie de l'étage 405, un étage 407 de mesure de la puissance du signal alternatif dans la bande fréquentielle prélevée. L'utilisation d'une mesure de puissance permet en effet d'obtenir une mesure logarithmique représentative de l'amplitude du signal alternatif, plus sensible qu'une simple mesure de tension crête. Le circuit RX de la figure 4 comprend en outre, en sortie de l'étage 407, un étage 409 de comparaison à un seuil de la mesure de puissance fournie par l'étage 407. Le seuil de comparaison peut être fixe ou auto-ajustable. La sortie du comparateur peut être connectée à la sortie CAN_RX du circuit M.

Les essais réalisés par les inventeurs ont montré que, dans un système du type décrit en relation avec la figure 1, le signal porteur alternatif propagé sur le bus de puissance de l'installation électrique subit des atténuations et/ou

amplifications locales dues à des interférences avec des ondes réfléchies aux extrémités du bus de puissance. Le signal alternatif porté par le bus de puissance présente alors des maxima et des minima locaux répartis sur la ligne de transmission à des distances multiples de $\lambda/4$, λ étant la longueur d'onde du signal porteur, avec $\lambda = V_\phi / f$, où V_ϕ est la vitesse de propagation du signal alternatif dans le conducteur, et f la fréquence du signal alternatif. Ces minima et maxima sont équivalents à des inversions locales de l'impédance de la ligne de transmission, et provoquent localement une inversion des niveaux dominant et récessif du signal alternatif, empêchant la reconstruction du signal original. Ces phénomènes de réflexion parasite sont d'autant plus marqués que le nombre de noeuds ou nombre de circuits M sur le réseau est important.

Les inventeurs ont toutefois déterminé que ces perturbations parasites n'empêchent pas une reconstruction correcte des signaux de données lorsque la longueur totale ou maximale du bus de puissance utilisée comme ligne de transmission de données est inférieure ou égale $\lambda/8$, λ étant la longueur d'onde du signal porteur.

A titre d'exemple non limitatif, dans un système dans lequel la longueur totale du bus de puissance est de 3 mètres, et pour une vitesse de phase $V_\phi = 155 \times 10^6 \text{ m.s}^{-1}$, on obtient que la fréquence du signal porteur doit de préférence être inférieure à environ 6.5 MHz. En pratique, la fréquence f du signal porteur est choisie telle que la différence de niveau de signal entre l'état récessif et l'état dominant soit voisine d'un pic maximal, par exemple égale à 20% près à la fréquence à laquelle la différence de niveau de signal entre l'état récessif et l'état dominant est maximale. Cette fréquence peut par exemple être déterminée par simulation à partir des différentes caractéristiques du système.

Comme indiqué précédemment, les impédances de terminaison 105 sont dimensionnées de façon à présenter une faible impédance en régime DC pour minimiser les pertes par

effet Joule, tout en présentant une forte impédance à la fréquence du signal porteur, pour limiter l'atténuation du signal porteur par les différents équipements connectés au bus de puissance. Un compromis doit en outre être trouvé entre la

5 valeur des inductances, leur encombrement, leur résistance série, et leur coût. Les inventeurs ont déterminé que, pour de nombreuses applications, des inductances de terminaison 105 de valeur comprise dans la plage allant de 10 à 30 μH constituent un compromis satisfaisant.

10 Un avantage du système proposé est qu'il ne nécessite pas de prévoir une liaison filaire spécifiquement dédiée à la communication entre les différents dispositifs de gestion de l'installation électrique, et qu'il ne nécessite pas non plus de prévoir des modules de communication sans fil.

15 Un autre avantage est que ce système est compatible avec des contrôleurs CAN standard, comme cela a été expliqué ci-dessus.

En outre, dans le système proposé, les circuits d'émission-réception M sont génériques, c'est-à-dire qu'ils

20 n'ont pas besoin d'être adaptés lorsque la fréquence du signal porteur change. Ainsi, les mêmes circuits M pourront être utilisés dans des installations présentant des longueurs de câble différentes et/ou des nombres d'équipements communicants différents. Seule la fréquence du signal porteur devra

25 éventuellement être modifiée si la longueur de câble change de façon significative.

Des modes de réalisation particuliers ont été décrits. Diverses variantes et modifications apparaîtront à l'homme de l'art.

30 En particulier, dans l'exemple représenté en figure 1, le générateur 101 du signal porteur est connecté au bus de puissance l^+/l^- au voisinage du dispositif de gestion globale EMS. Les modes de réalisation décrits ne se limitent pas à ce cas particulier. Plus généralement, le générateur 101 peut être

35 connecté en tout point du bus de puissance. De façon avantageuse

mais non limitative, le générateur 101 peut être piloté par le dispositif de gestion globale EMS, qui peut par exemple choisir de le commander pour émettre un signal porteur sur le bus de puissance uniquement lorsqu'il souhaite interroger les BMS, et
5 le maintenir en veille le reste du temps de façon à économiser de l'énergie.

De plus, pour certaines applications de forte puissance utilisant des tensions continues élevées sur le bus de puissance, un étage d'isolation supplémentaire (transformateur,
10 liaison capacitive, opto-coupleur, etc.) peut être ajouté entre les circuits d'émission-réception M et les batteries B1 et B2 ou la charge L.

Par ailleurs, les modes de réalisation décrits ne se limitent pas à une forme d'onde particulière pour le signal porteur alternatif produit par le générateur 101. A titre
15 d'exemples non limitatifs, le générateur 101 peut fournir un signal sinusoïdal, un signal triangulaire, un signal rectangulaire, ou tout autre signal alternatif périodique dont la fréquence fondamentale répond aux critères susmentionnés.

20 De plus, l'amplitude du signal porteur n'est pas nécessairement asservie en tension mais peut, à titre de variante, être asservie en courant.

En outre, les modes de réalisation décrits ne se limitent pas au cas où le générateur 101 émet à une fréquence f
25 fixe déterminée avant le déploiement du système. A titre de variante, le générateur 101 peut être capable de générer plusieurs fréquences, et le système peut mettre en oeuvre une phase d'initialisation pendant laquelle plusieurs fréquences porteuses sont testées pour sélectionner une fréquence
30 permettant une communication satisfaisante. De même, dans le cas où les circuits de réception RX des circuits d'émission-réception M comportent un filtre fréquentiel (tel que dans l'exemple de la figure 4), le filtre peut être auto-ajustable de façon que sa bande passante se centre automatiquement sur la
35 fréquence fondamentale du signal porteur.

On notera en outre que dans l'exemple de la figure 1, la charge L peut être remplacée par une source d'énergie. Plus généralement, la solution proposée est compatible avec un système comportant une ou plusieurs charges et/ou une ou
5 plusieurs sources d'énergie connectées à la paire de conducteurs de puissance $1^+/1^-$.

REVENDICATIONS

1. Système comportant :

une pluralité de batteries (B1, B2) comportant chacune une pluralité de cellules élémentaires (C1, C2) reliées entre deux bornes ($v1^+$, $v1^-$, $v2^+$, $v2^-$) de fourniture d'une tension continue, lesdites batteries étant reliées en parallèle par une
5 paire de premier (l^+) et second (l^-) conducteurs de puissance, chaque batterie étant connectée à un dispositif (BMS1, BMS2) de gestion de la batterie ;

un dispositif (EMS) de gestion globale de l'énergie du
10 système ;

un générateur (101) adapté à appliquer un premier signal alternatif porteur auxdits conducteurs de puissance (l^+ , l^-) ; et

une pluralité de circuits (M) d'émission-réception
15 respectivement connectés aux différents dispositifs de gestion (EMS, BMS1, BMS2), chaque circuit (M) d'émission-réception étant connecté auxdits conducteurs de puissance (l^+ , l^-) et étant adapté, pour émettre des données, à faire commuter entre deux états son impédance entre lesdits conducteurs de puissance (l^+ ,
20 l^-) pour ledit premier signal, de façon à moduler l'amplitude dudit premier signal , et, pour recevoir des données, à détecter si une valeur représentative de l'amplitude dudit premier signal est supérieure ou inférieure à un seuil.

2. Système selon la revendication 1, dans lequel
25 chaque batterie (B1, B2) est reliée auxdits conducteurs de puissance (l^+ , l^-) par l'intermédiaire d'une inductance de terminaison (105).

3. Système selon la revendication 1 ou 2, comportant en outre au moins une charge (L) ou source d'énergie électrique
30 reliée aux batteries (B1, B2) par l'intermédiaire de la paire de conducteurs de puissance (l^+ , l^-).

4. Système selon la revendication 3, dans lequel ladite au moins une charge (L) ou source est reliée auxdits

B13310 - DD15329LP

20

conducteurs de puissance (1^+ , 1^-) par l'intermédiaire d'une inductance de terminaison (105).

5 5. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel chaque circuit (M) d'émission-réception comprend, entre un premier noeud (A^+) de connexion du circuit au premier conducteur de puissance (1^+) et un deuxième noeud (A^-) de connexion du circuit au deuxième conducteur de puissance (1^-), une branche comprenant un interrupteur (SW) en série avec une première résistance (R_{TX}), et, en parallèle de cette
10 branche, une deuxième résistance (R_{RX}).

 6. Système selon la revendication 5, dans lequel chaque circuit (M) d'émission-réception comprend, entre le premier noeud (A^+) et un noeud intermédiaire (B), un condensateur (301) de découplage, ladite branche (SW, R_{TX}) et
15 ladite deuxième résistance (R_{RX}) étant connectées entre le noeud intermédiaire (B) et le deuxième noeud (A^-).

 7. Système selon la revendication 5 ou 6, dans lequel chaque circuit (M) d'émission-réception comprend un circuit de réception (RX) comportant deux bornes d'entrée (e_1 , e_2)
20 connectées aux bornes de la deuxième résistance (R_{RX}), ce circuit de réception (RX) étant adapté à fournir, sur une borne de sortie (CAN_RX), un signal binaire représentatif du niveau d'amplitude d'un signal alternatif aux bornes de la deuxième
 résistance (R_{RX}).

25 8. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel le générateur (101) est relié auxdits conducteurs de puissance (1^+ , 1^-) par l'intermédiaire d'un condensateur de découplage (103).

 9. Système selon l'une quelconque des revendications 1
30 à 8, dans lequel le générateur (101) est adapté à appliquer auxdits conducteurs de puissance (1^+ , 1^-) un signal périodique de fréquence telle que la longueur d'onde (λ) du signal périodique soit supérieure à huit fois la longueur maximale de ladite paire de conducteurs de puissance (1^+ , 1^-).

B13310 - DD15329LP

21

10. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel le dispositif de gestion globale (EMS) est connecté au générateur (101) et est adapté à commander le générateur (101) pour appliquer un signal alternatif sur la
5 paire de conducteurs de puissance (1^+ , 1^-) uniquement lors de phases d'interrogation des dispositifs de gestion des batteries (BMS1, BMS2), et à maintenir en veille le générateur (101) le reste du temps.

10 11. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel chaque circuit (M) d'émission-réception est couplé au dispositif de gestion (EMS, BMS1, BMS2) qui lui est associé par l'intermédiaire d'un contrôleur CAN.

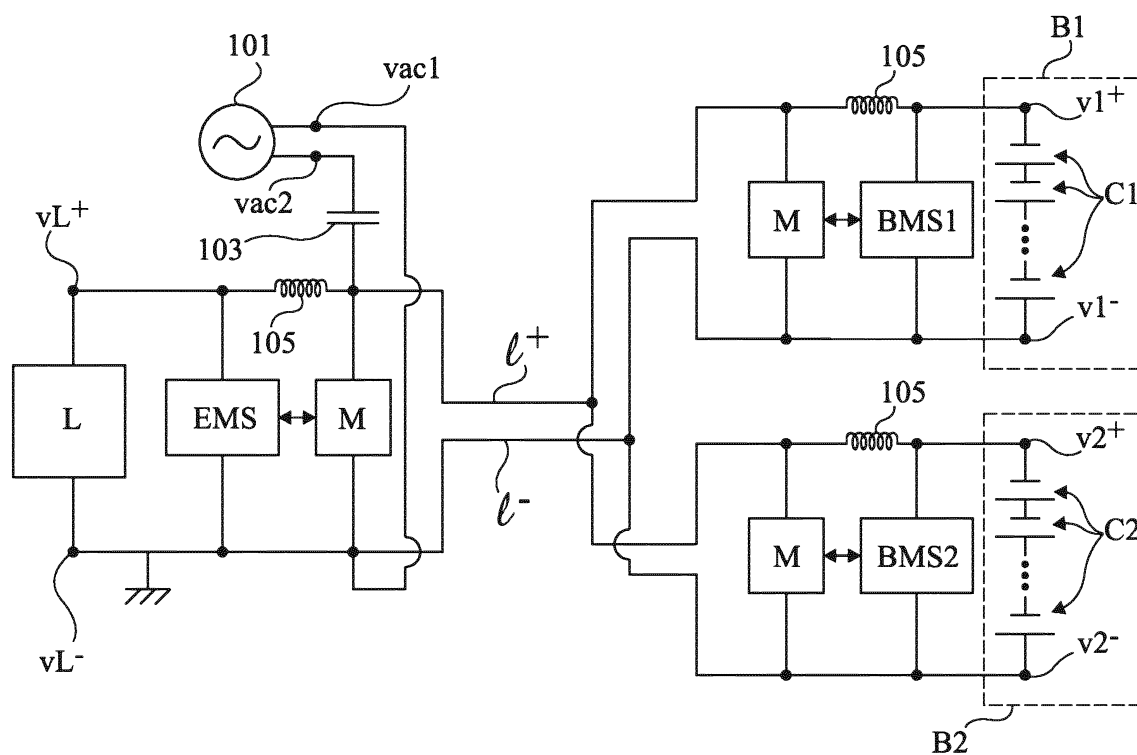


Fig 1

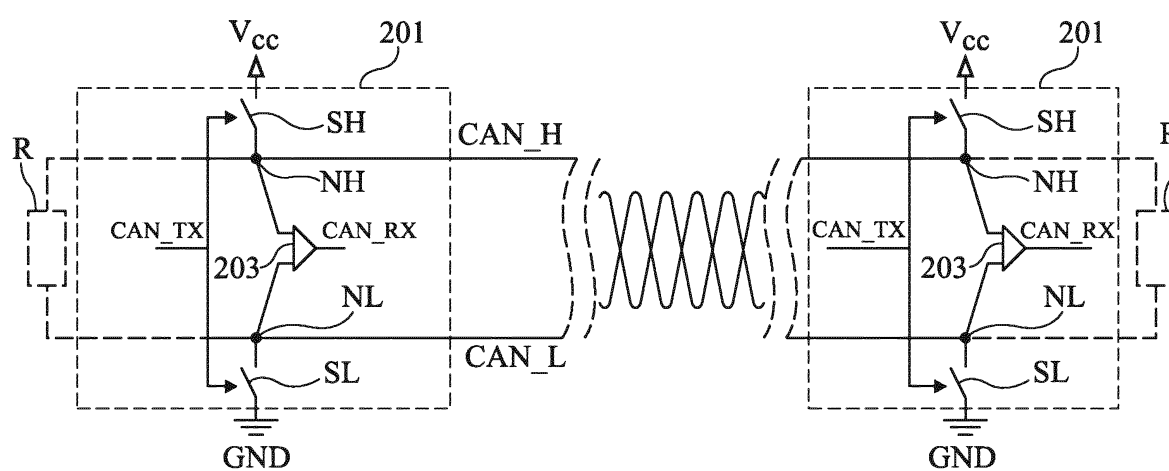


Fig 2

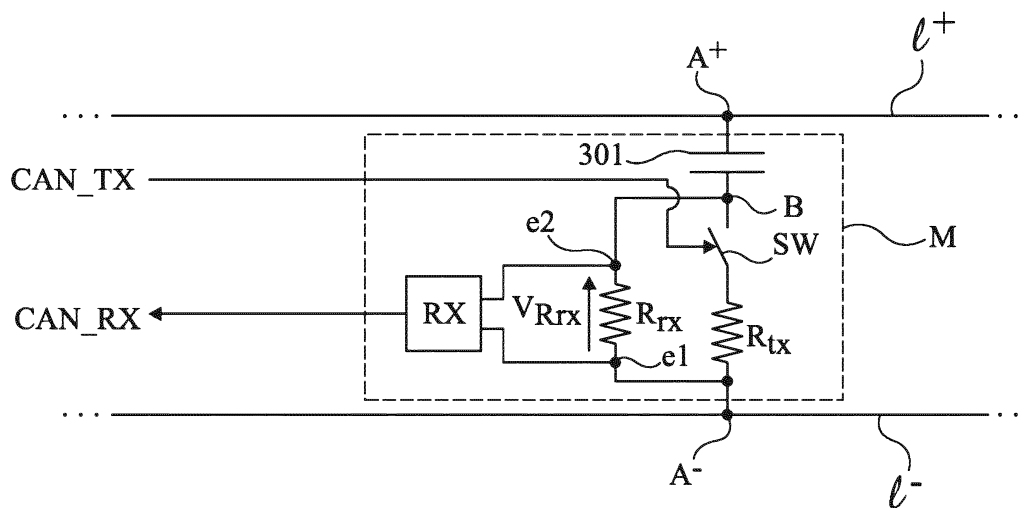


Fig 3

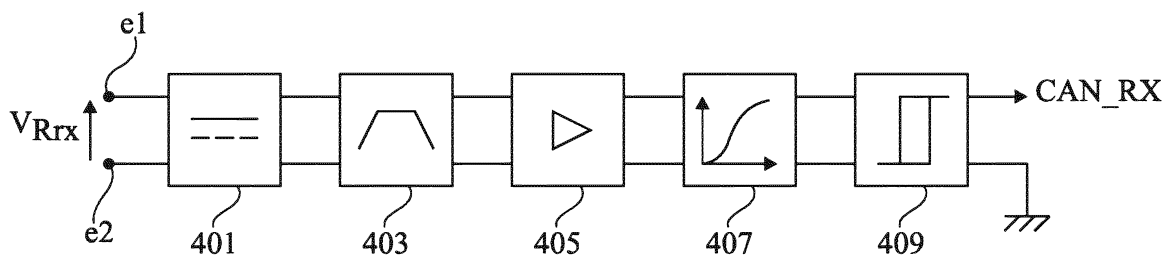


Fig 4

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-17 et R.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

- ☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.
- ☐ Le demandeur a maintenu les revendications.
- ☒ Le demandeur a modifié les revendications.
- ☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.
- ☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.
- ☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

- ☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.
- ☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.
- ☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.
- ☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

EP 1 753 112 A1 (ACCUMULATEURS FIXES [FR])
14 février 2007 (2007-02-14)

DE 10 2012 208454 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE])
21 novembre 2013 (2013-11-21)

US 2006/132089 A1 (AMBROSIO JOSEPH M [US] ET AL AMBROSIO JOSEPH MARIO [US] ET AL)
22 juin 2006 (2006-06-22)

FR 2 827 711 A1 (ELECTRICITE DE FRANCE [FR])
24 janvier 2003 (2003-01-24)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT