



(51) Classification internationale des brevets :
H04B 3/54 (2006.01) **H04L 25/02** (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2009/063343

(22) Date de dépôt international :
13 octobre 2009 (13.10.2009)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0856915 13 octobre 2008 (13.10.2008) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
SAGEM DEFENSE SECURITE [FR/FR]; Le Ponant de
Paris, 27 rue Leblanc, F-75015 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :
GUILLOT, François [FR/FR]; c/o Sagem Défense
Sécurité, Le Ponant de Paris, 27 rue Leblanc, F-75015
Paris (FR). **COURTEILLE, Jean-Marie** [FR/FR]; c/o
Sagem Défense Sécurité, Le Ponant de Paris, 27 rue
Leblanc, F-75015 Paris (FR).

(74) Mandataire : **CALLON DE LAMARCK, Jean-Robert**;
Cabinet Regimbeau, 20, rue de Chazelles, F-75847 Paris
Cedex 17 (FR).

(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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT,
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

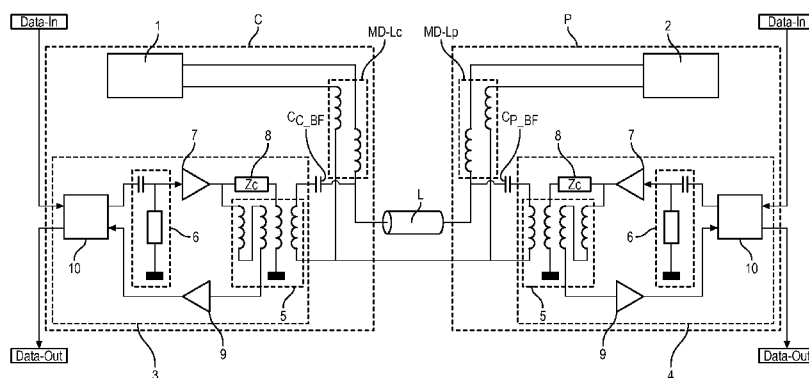
(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,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

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : AVIONIC SYSTEM COMPRISING A CONTROLLER LINKED TO A PERIPHERAL BY A LINE MUTUALIZED FOR POWER AND DATA

(54) Titre : SYSTEME AVIONIQUE COMPRENANT UN CONTROLEUR RELIE A UN PERIPHERIQUE PAR UNE LIGNE MUTUALISEE POUR LA PUISSANCE ET LES DONNEES

FIG. 1



(57) Abstract : According to a first aspect the invention relates to a device forming a central controller (C) to be linked to a remote peripheral (P) by way of an electrical data and power transmission line (L), comprising a power transmitter (1) and a low-pass filter (MD-L_c, C_{c_BF}) which is arranged between the power transmitter and the electrical line, as well as means for transmitting/receiving data (3) in baseband and a high-pass filter (MD-L_p, C_{p_BF}) arranged between the data transmission/reception means and the electrical line, the electrical line being shared such that power is transmitted at low frequency from the central controller to the remote peripheral and data is simultaneously bidirectionally transmitted in baseband at high frequency between the central controller and the remote peripheral. The invention also relates to a remote peripheral (P) as well as to the system comprising a central controller linked to a remote peripheral by a shared electrical line for the simultaneous transmission of power and of bidirectional data.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]





Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

L'invention concerne selon un premier aspect à un dispositif formant contrôleur central (C) destiné à être relié à un périphérique distant (P) par l'intermédiaire d'une ligne électrique de transmission de données et d'alimentation (L), comprenant un émetteur de puissance (1) et un filtre passe-bas (MD-L_C, C_{C_BF}) agencé entre l'émetteur de puissance et la ligne électrique, ainsi que des moyens d'émission-réception de données (3) en bande de base et un filtre passe-haut (MD-L_C, C_{C_HF}) agencé entre les moyens d'émission-réception de données et la ligne électrique, la ligne électrique étant de la sorte mutualisée pour la transmission de puissance en basse fréquence du contrôleur central vers le périphérique distant et pour la transmission bidirectionnelle simultanée de données en bande de base en haute fréquence entre le contrôleur central et le périphérique distant. L'invention concerne également un périphérique distant (P) ainsi que le système comprenant un contrôleur central relié à un périphérique distant par une ligne électrique mutualisée pour la transmission de puissance et de données bidirectionnelles en simultané.

SYSTEME AVIONIQUE COMPRENANT UN CONTROLEUR RELIE A UN PERIPHERIQUE PAR UNE LIGNE MUTUALISEE POUR LA PUISSANCE ET LES DONNEES

5 Le domaine de l'invention est celui des équipements avioniques. L'invention concerne plus précisément les systèmes avioniques comprenant un contrôleur central et un équipement périphérique distant relié au contrôleur central par l'intermédiaire d'une ligne électrique d'échange de données.

10 Les systèmes avioniques comprennent aujourd'hui des périphériques distants de type concentrateurs de données. Il s'agit notamment d'équipements de mesure ou de petits actionneurs distants et répartis à divers endroits de l'aéronef.

15 La ligne électrique d'échange de données est typiquement un canal de communication bidirectionnelle simultanée entre le contrôleur central et un périphérique distant qui permet d'une part au contrôleur central de transmettre ses ordres et consignes au périphérique distant et d'autre part au périphérique distant de faire remonter ses rapports au contrôleur central.

20 Les échanges de données sont typiquement de l'ordre de 10^6 à 10^7 échantillons par seconde, de sorte qu'une bande passante de l'ordre de 2×100 Mbits/s s'avère nécessaire.

25 Dans de tels systèmes avioniques, un canal de transmission de l'énergie électrique est en outre nécessaire à l'alimentation du périphérique distant, en plus du canal de communication bidirectionnelle simultanée (« full duplex » selon la terminologie anglo-saxonne).

30 On souhaite ainsi d'une part alimenter en puissance électrique un périphérique distant (typiquement de 50 à 100 W transmis) et, d'autre part, assurer un canal de communication bidirectionnelle simultanée avec un périphérique distant (jusqu'à 50m typiquement) avec un débit d'informations utiles de 2×100 Mbits/s (100 Mbits/s dans chaque sens de communication).

Par ailleurs, un système avionique est destiné à être utilisé dans un environnement avion composite qui présente des contraintes spécifiques, notamment pour ce qui concerne la conception des composants électroniques embarqués (respect de la norme DO254).

5 Ainsi, pour assurer un isolement 1500 V (ou plus) répondant aux contraintes foudre spécifiques, il s'avère nécessaire d'opposer un chemin haute impédance aux passages de courants induits. Par ailleurs, les contraintes de Compatibilité Electro Magnétique (CEM) imposent que le référentiel CEM ne soit pas à la masse métallique (structure de l'avion), tout
10 du moins pour les composantes basses fréquences des signaux transmis.

On connaît une technologie dite des courants porteurs en ligne (CPL) qui permet de mutualiser une seule ligne bifilaire pour la transmission de puissance et de données bidirectionnelles. Selon cette technologie, les informations numériques sont modulées et superposées au signal électrique
15 de manière à pouvoir passer par les lignes électriques.

La technologie CPL est toutefois très polluante en termes de rayonnement et par conséquent incompatible avec les contraintes CEM d'un environnement avion. La justification DO254 de composants commerciaux (composants COTS : Commercial Off The Shelf) complexes est par ailleurs
20 très difficile à réaliser.

La technologie CPL s'avère donc impropre à une utilisation dans un système avionique.

Il n'en reste pas moins qu'il serait judicieux de pouvoir utiliser la ligne de transmission d'information à la fois pour porter des données transitant en
25 mode bidirectionnel simultané entre le contrôleur et le périphérique et pour alimenter le périphérique en puissance électrique, cela tout en respectant les contraintes propres à l'environnement dans lequel ce système est destiné à être utilisé.

L'invention a pour objectif de répondre à ce besoin et propose à cet
30 effet, selon un premier aspect, un dispositif formant contrôleur central destiné à être relié à un périphérique distant par l'intermédiaire d'une ligne électrique

de transmission de données et d'alimentation, comprenant un émetteur de puissance et un filtre passe-bas agencé entre l'émetteur de puissance et la ligne électrique, ainsi que des moyens d'émission-réception de données en bande de base et un filtre passe-haut agencé entre les moyens d'émission-réception de données et la ligne électrique, la ligne électrique étant de la sorte mutualisée pour la transmission de puissance en basse fréquence du contrôleur central vers le périphérique distant et pour la transmission bidirectionnelle simultanée de données en bande de base en haute fréquence entre le contrôleur central et le périphérique distant.

10 Selon un second aspect, l'invention propose un dispositif formant périphérique distant destiné à être relié à un contrôleur central par l'intermédiaire d'une ligne électrique de transmission de données et d'alimentation, comprenant un récepteur de puissance et un filtre passe-bas agencé entre le récepteur de puissance et la ligne électrique, ainsi que des
15 moyens d'émission-réception de données en bande de base et un filtre passe-haut agencé entre les moyens d'émission-réception de données et la ligne électrique, la ligne électrique étant de la sorte mutualisée pour la transmission de puissance en basse fréquence du contrôleur central vers le périphérique distant et pour la transmission bidirectionnelle simultanée de
20 données en bande de base en haute fréquence entre le contrôleur central et le périphérique distant.

Certains aspects préférés, mais non limitatifs des premier et second aspects de l'invention sont les suivants :

- les moyens d'émission-réception de données comprennent un transformateur différentiel apte à discriminer, parmi les données transitant sur la ligne électrique, les données émises en local des données à recevoir ;
- le transformateur différentiel comporte deux enroulements identiques en série pour multiplier la tension sur la ligne par deux et l'additionner à la tension émise en local, de manière à retrouver la tension correspondant au
30 message reçu ;

- les données à recevoir discriminées par le transformateur différentiel parcourent un circuit de réception comprenant un comparateur à hystérésis apte à reconstituer les états binaires du message reçu ;

5 - le circuit de réception comprend en outre des moyens de régénération de l'horloge du message reçu ;

 - les données émises en local parcourent un chemin d'émission comprenant un filtre passe haut recevant les données à transmettre sous la forme d'un signal binaire et adapté pour assurer une composante moyenne nulle en ne transmettant que les composantes hautes fréquences du spectre
10 du message ;

 - le chemin d'émission comprend en outre un amplificateur d'émission présentant une résistance de sortie quasi nulle ;

 - le chemin d'émission comprend en outre une résistance de valeur égale à l'impédance caractéristique de la ligne électrique ;

15 - les moyens d'émission-réception sont configurés pour émettre les données en bande de base selon le codage NRZ ;

 - les moyens d'émission-réception sont configurés pour mettre en œuvre des fonctions de brouillage et d'autocorrection ;

 Selon un autre aspect, l'invention propose un système comprenant un
20 dispositif formant contrôleur central selon le premier aspect de l'invention relié par l'intermédiaire d'une ligne électrique de puissance à un dispositif formant périphérique distant selon le second aspect de l'invention.

 D'autres aspects, buts et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée suivante de formes
25 de réalisation préférées de celle-ci, donnée à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

 - la figure 1 illustre un mode de réalisation possible d'un contrôleur central et d'un périphérique distant conformes à l'invention ;

30 - la figure 2 illustre un mode de réalisation possible d'un contrôleur central conforme à l'invention ;

- la figure 3 représente des chronogrammes correspondant aux différents signaux reportés sur les figures 1 et 2 ;
- la figure 4 représente un mode de réalisation possible d'un traitement haut niveau réalisé sur les données entrantes et sortantes.

5 En référence à la figure 1, on a représenté un contrôleur central C relié par l'intermédiaire d'une ligne d'échange de données L, typiquement une ligne bifilaire, à un périphérique P. Plus précisément, un périphérique P est relié à la ligne L via une interface de raccordement.

Comme cela sera détaillé par la suite, le contrôleur central (C) réalise :

- 10 – L'alimentation de la ligne L, typiquement en tension continue bas niveau (par exemple 28 ou 42 Vdc), pour la transmission de puissance vers le périphérique distant P. La ségrégation des signaux de communication est assurée par l'ajout d'impédances en série dans la ligne de transmission (inductances de mode différentiel MD-Lc pour les composantes hautes fréquences), d'un
15 condensateur C_{c_BF} pour assurer un chemin basse impédance aux signaux hautes fréquences et d'une isolation galvanique de l'émetteur de puissance (convertisseur 1) pour les composantes basses fréquences.
- 20 – Le couplage hautes fréquences pour la transmission des informations binaires bidirectionnelles. La ségrégation des tensions d'alimentations est réalisée par filtrage passe haut (condensateur C_{c_BF}).
- 25 – Le couplage et la différenciation des données entrantes et sortantes sont assurés dans des moyens d'émission-réception 3 par un transformateur différentiel haute fréquence 5, une résistance Z_c 8, un amplificateur d'émission EM 7 et des moyens de réception 9, 10.
- 30 – Pour la partie émission, la composante continue est supprimée par un filtre passe haut 6.

- En réception, le message est rendu exploitable par des moyens
10 de création d'une horloge «bit » et d'échantillonnage des données par cette horloge au moment de meilleure discrimination possible entre niveau logique 1 et niveau logique 0.
- 5 – En résumé, les signaux entrants et sortants du contrôleur central C (il en est de même pour le périphérique distant P) sont l'alimentation de puissance via l'émetteur de puissance 1 (la réception de puissance via un récepteur de puissance 2 pour le périphérique distant), les données entrantes Data-In, les données
10 sortantes Data-Out, et le signal de ligne SL.

Le contrôleur central C comporte un émetteur de puissance (convertisseur 1), préférentiellement isolé pour respecter les recommandations avionneurs pour ce qui concerne la tenue aux effets du foudroiement et aux contraintes CEM.

- 15 Deux inductances MD-Lc peuvent être utilisées afin de limiter le couplage haute fréquence en mode différentiel entre les équipements reliés par la ligne L.

Les inductances de Mode Différentiel ont pour rôle d'augmenter l'impédance série en mode commun de la ligne de transmission vis-à-vis des
20 perturbations transmises (par le convertisseur 1) ou reçues par la ligne elle-même. Elles peuvent être de valeur élevée, donc d'impédance résultante aussi élevée, ce qui est de contribution favorable à la tenue des contraintes CEM (susceptibilité et émission).

Les inductances de Mode Différentiel ont pour rôle d'augmenter
25 l'impédance de la ligne en mode différentiel au regard des composantes hautes fréquences issues du convertisseur 1. L'objectif final, en plus de l'amélioration globale vis-à-vis de la compatibilité CEM, est de limiter le plus possible le niveau de bruit transmis sur la ligne, ce dernier dégradant le rapport signal à bruit du message reçu et étant donc néfaste à la bonne
30 capacité de réception des bits transmis par la ligne.

Le contrôleur central C comporte un filtre passe-bas agencé entre l'émetteur de puissance 1 et la ligne électrique L.

Le contrôleur central C comporte par ailleurs des moyens d'émission-réception de données en bande de base 3 ainsi qu'un filtre passe-haut agencé entre les moyens d'émission-réception de données 3 et la ligne L.

Selon un mode de réalisation possible de l'invention, les filtres passe-haut et passe-bas sont des filtres L et C classiques. Comme cela est représenté sur la figure 1, le filtre passe-haut est ainsi formé par l'inductance MD-Lc et le condensateur C_{C_BF} (en basse-fréquence, l'inductance MD-Lc se comporte comme un interrupteur fermé et le condensateur C_{C_BF} comme un interrupteur ouvert), tandis que le filtre passe-bas est formé par les mêmes éléments (MD-Lc et C_{C_BF}) avec des comportements inverses. Ce qui permet de présenter une influence négligeable vis-à-vis du transfert des données (haut débit) et de l'alimentation (basse fréquence et/ou courant continu) sans pollution mutuelle des différentes informations.

Comme représenté sur la figure 1, le périphérique P comporte un récepteur de puissance 2, préférentiellement isolé pour respecter les recommandations avionneurs pour ce qui concerne la tenue aux effets du foudroiement. La structure du périphérique est pour le reste similaire à celle du contrôleur central.

Le périphérique P comporte ainsi un filtre passe-bas agencé entre le récepteur de puissance 2 et la ligne L. Le périphérique P comporte par ailleurs des moyens d'émission-réception de données en bande de base 4 ainsi qu'un filtre passe-haut agencé entre les moyens d'émission-réception de données et la ligne électrique L.

Ces filtres sont formés par l'inductance MD-Lp et par le condensateur C_{p_BF} , lesquels assurent une fonction de filtrage similaire à celle mise en œuvre par l'inductance MD-Lc et le condensateur C_{C_BF} du contrôleur central C.

Ainsi, dans le cadre de l'invention, la tension d'alimentation est isolée des données par le biais de filtres passe-haut et passe-bas passifs. La ligne

L se trouve ainsi mutualisée pour la transmission de la puissance du contrôleur vers le périphérique distant et pour la transmission bidirectionnelle simultanée de données en bande de base entre le contrôleur et le périphérique.

5 Les moyens d'émission-réception de données en bande de base 3 du contrôleur central C et les moyens d'émission-réception de données en bande de base 4 du périphérique distant P sont chacun configurés pour émettre des données « Data-In » et pour recevoir des données « Data-Out »

10 Les moyens d'émission-réception 3, 4 permettent de réaliser l'addition de deux flux binaires à la tension d'alimentation sur une unique ligne électrique d'échange de données (un flux montant correspondant aux données émises par le périphérique distant P à destination du contrôleur central C ; un flux descendant correspondant aux données émises par le contrôleur à destination du périphérique distant P).

15 On a représenté sur la figure 2, un mode de réalisation possible d'un contrôleur central C conforme à l'invention, en particulier des moyens d'émission-réception 3 du contrôleur C. On comprendra toutefois que cette description s'applique également aux moyens d'émission-réception 4 du périphérique distant P. A ce titre, les éléments similaires portent les mêmes
20 références sur les figures 1 et 2.

Emission des données (figure 3)

Préférentiellement, les moyens d'émission-réception 3, 4 sont configurés pour émettre les données en bande de base selon le codage NRZ.

25 Comme représenté sur les figures 1 à 3, les moyens d'émission-réception 3 du contrôleur C sont configurés pour émettre un message binaire « NRZ-E » tandis que les moyens d'émission-réception 4 du périphérique P sont configurés pour émettre un message binaire « NRZ-Ed ».

30 Les données à transmettre (« NRZ-E » dans le cas du contrôleur central C) parcourent un circuit d'émission.

De manière préférentielle, le circuit d'émission comprend un filtre passe-haut 6 qui reçoit les données à transmettre « NRZ-E » sous la forme d'un signal binaire au format NRZ, et qui assure une composante moyenne nulle à ces données en ne transmettant que les fronts montants et descendants du message binaire NRZ. Le signal résultant est représenté sous le label « EM » sur la figure 2.

De manière similaire, les moyens d'émission-réception 4 du périphérique P comprennent un filtre passe-haut 6 pour ne transmettre que les fronts montants et descendants du message binaire « NRZ-Ed » sous la forme d'un message « EMd » représenté sur la figure 3.

Revenant à la description des moyens d'émission-réception 3 du contrôleur central C, le signal résultant « EM » est transmis sur la ligne électrique L au travers d'une résistance 8 de valeur Z_c égale à l'impédance caractéristique de la ligne électrique L, puis au travers d'un transformateur différentiel 5 qui assure, comme cela sera décrit ci-après la fonction de différenciation des flux entrant et sortant, et qui joue aussi une fonction d'isolement.

Le circuit d'émission peut, en outre, comprendre, en aval du filtre passe-haut 6, un amplificateur d'émission 7 présentant une résistance de sortie très faible (considérée comme quasi nulle). De telle sorte, la tension de sortie ne comprend que le message émis en local.

Réception des données

Les données SL transitant sur la ligne électrique correspondent au signal EM émis par le contrôleur central et au signal EMd émis par le périphérique P. On réalise ainsi une transmission bidirectionnelle simultanée sur la ligne électrique L.

La figure 3 représente un tel signal SL correspondant à l'addition des deux flux EM (flux descendant) et EMd (flux montant) sur la ligne L.

Les moyens d'émission-réception 3 du contrôleur C comprennent un transformateur différentiel 5 apte à discriminer, parmi les données SL

transitant sur la ligne électrique L, les données émises en local (NRZ-E) des données à recevoir (NRZ-Ed).

Le transformateur différentiel permet ainsi de ségréguer le flux descendant du flux montant.

5 Selon un mode de réalisation préférentiel, les données sont présentes sur la ligne dans un rapport $\frac{1}{2}$ par rapport à la tension émise V_{EM} (cf. figure 2) et le transformateur différentiel 5 comporte deux enroulements identiques en série de manière à multiplier ces tensions par deux et à les soustraire à la tension émise en local directement en sortie de l'amplificateur d'émission 7.
10 La résultante est alors $2*(V_{EM}/2 + V_{EMd}/2) - V_{EM} = V_{EMd}$, où V_{EM} représente la tension émise en local par le contrôleur central et V_{EMd} représente la tension émise à distance par le périphérique distant. On retrouve, de la sorte, la tension V_{EMd} correspondant au message reçu REC (cf. figure 3).

Le flux montant ainsi discriminé par le transformateur différentiel
15 parcourt un circuit de réception comprenant un comparateur à hystérésis 9 apte à reconstituer le message émis par le périphérique. Le comparateur à hystérésis 9 peut notamment être réalisé par deux comparateurs simples suivis d'une bascule RS assurant la mémorisation des états transitoires (on rappelle effectivement que les états binaires ne sont pas transmis, mais
20 seulement leurs transitions). On retrouve alors en sortie de la bascule RS le signal REC-F correspondant au signal « NRZ-Ed » émis par le périphérique distant.

On relèvera que le comparateur à hystérésis 9 est également utile pour débarrasser le message reçu d'éventuelles « traces » du signal émis non
25 parfaitement discriminées par le transformateur différentiel 5.

Récupération du message binaire reçu (figure 4)

Le circuit de réception comporte en outre des moyens 10 de régénération de l'horloge qui a servi à la constitution du message NRZ.

Selon un mode de réalisation possible de l'invention, ces moyens de
30 régénération de l'horloge forment une boucle à verrouillage de phase.

La boucle réalise plus précisément un asservissement simple se verrouillant en phase (une position stable sur 360°) au moment des transitions quand elles ont lieu, c'est-à-dire à des positions temporelles prédéterminées, mais qui peuvent être absentes lors de suites de 0 ou de 1
5 dans le message transmis.

Le signal REC-F (figure 3) en sortie du comparateur à hystérésis 9 est ensuite échantillonné par le rythme récupéré par les moyens de régénération de l'horloge 10, de manière à être correctement restitué sur la sortie « Data-Out ».

10 Un mode de réalisation possible des échanges des éléments binaires entre le contrôleur central et le périphérique auquel il est relié est le suivant.

- les moyens d'émission réception 3 du contrôleur central sont configurés pour émettre en permanence des données à l'attention du périphérique distant ;
- 15 - les moyens d'émission réception du périphérique P sont quant à eux configurés pour émettre des données à l'attention du contrôleur central C avec un retard prédéterminé (parfaitement déterministe) par rapport à l'intervalle correspondant de la trame maître.

On détaille ci-après en référence à la figure 4 un mode de réalisation possible d'un traitement haut niveau réalisé au niveau du contrôleur central
20 d'une part sur les données entrantes pour constituer les données série bas niveau « Data-In » fournies en entrée des moyens d'émission-réception 3, et d'autre part sur les données série bas niveau « Data-Out » obtenues en sortie des moyens d'émission-réception 3 pour constituer les données
25 sortantes. On relèvera que le périphérique réalise un traitement haut niveau similaire.

Le développement de la fonction d'interface de la figure 4 pour les couches bas niveau traitées par les moyens d'émission-réception permet au système de supporter différents protocoles avioniques (Arinc 429, MIL 1553,
30 TTP, etc.). La couche électrique associée à l'interface numérique propriétaire de la Demanderesse peut être personnalisée pour interfacer différents

standards avioniques tels que Arinc 429 ou autres. La solution proposée par la présente invention apporte un support d'échange d'informations numériques parfaitement déterministe permettant la création de canaux virtuels de communication. Par exemple, le coupleur maître peut fournir une interface d'entrée et de sortie pour Arinc 429, et de même pour le coupleur distant concerné. Deux équipements Arinc 429 classiques peuvent y être
5 raccordés et utilisés d'une manière totalement transparente pour eux. Il pourrait en être de même pour d'autres standards de communication.

Cette fonction d'interface présente en outre l'avantage de pouvoir être
10 mise en œuvre à l'aide de composants programmables standard (FPGA).

Comme représenté sur la figure 4, les données entrantes sont soumises aux opérations suivantes, en succession. Les données entrantes sont tout d'abord traitées par un bloc 20 apte à les découper en mots de 16 bits et à ajouter des éléments de synchronisation (signal délimiteur du mot de
15 16 bits transmis par le bloc 20 au bloc 21). Au bloc 21, on génère 5 bits additionnels correspondant à des bits destinés à permettre la correction d'erreurs, par exemple en mettant en œuvre un codage de Hamming. Au bloc 22, on stocke une suite de mots de 21 bits issus du bloc 21 et on constitue ainsi une suite de plusieurs mots (dont le nombre est dépendant
20 des éléments parasites présents sur la ligne de transmission). Enfin, on les réémet selon une séquence pseudo aléatoire (séquence de brouillage) permettant d'étaler les suites d'erreurs (suites de bits faux) au moment de la réception, ainsi d'augmenter l'efficacité de l'autocorrecteur.

Le bloc 30 est le générateur des trames émises sur la ligne Data-In. Il
25 génère une suite d'espaces temporels délimités par des motifs de synchronisation.

Les espaces temporels sont complétés régulièrement par les données élaborées dans le bloc 22. C'est la fonction du bloc 23.

Le bloc 24, quant à lui, assure le stockage temporaire (en mode FIFO)
30 des données émises par le bloc 22, afin de pouvoir adapter les asynchronismes des deux automates (data et trame venant du bloc 30). Les

différences de rythmes entre le débit de données issues du bloc 22 et la mise à disposition d'espaces temporels sont gérées par l'affectation à ces derniers de motifs de remplissage en cas d'absence de donnée disponible.

Le bloc 30 transmet aussi les motifs de synchronisation au bloc 40, permettant à celui-ci de se synchroniser sur les données entrantes (Data-Out).

Le bloc 23 fournit en sortie les trames Maître sous la forme de données série en bande de base, notamment au format NRZ.

Selon un mode de réalisation possible de l'invention ces données série en bande de base sont ensuite filtrées par un filtre passe-bas (non représenté) permettant de réduire les harmoniques du NRZ, avant d'être envoyées aux moyens d'émission-réception. Le filtre passe-bas est par exemple du 6^{ème} ordre, à réponse de Bessel pour n'affecter qu'un retard constant, dont la fréquence de coupure est calée à $0,7 * \text{Fréquence Bits}$.

Les données « Data-Out » obtenues en sortie des moyens d'émission-réception, ainsi que leur horloge régénérée, sont quant à elles soumises à un bloc 40 formant interface de réception des trames Coupleurs, relié au bloc 30 de génération des trame Maître, pour extraire les données série et le bit de synchronisation. Au bloc 41, la synchronisation et le débrouillage des données sont réalisés pour reconstituer les mots de 21 bits. Ces derniers sont traités au bloc 42 par application des autocorrecteurs pour reconstituer les mots de 16 bits corrigés des erreurs. Le bloc 43 forme une interface utilisateur permettant de restituer les données haut niveau.

On précise que l'invention n'est pas limitée à un contrôleur central ou à un périphérique distant tels que décrits précédemment, mais s'étend également à un système, notamment un système avionique, comprenant un contrôleur relié à un périphérique distant par l'intermédiaire d'une ligne électrique mutualisée pour la transmission de puissance et de données bidirectionnelles.

Les avantages de ce système sont en particulier les suivants :

- une seule ligne bifilaire mutualisée pour transmission de la puissance et de données bidirectionnelles (la ligne est prévue pour supporter un débit binaire bidirectionnel de 100Mbits/s dans chaque sens et accessoirement servir de support au transport d'énergie électrique. Le support physique peut, au choix, être une ligne bifilaire blindée ou une liaison asymétrique (coaxiale). Dans tous les cas, il s'agit de liaisons adaptées, c'est à dire ayant une impédance itérative connue et caractérisée, typiquement de 50 ou 75W)
- Protections foudres communes (fusion des protections foudre pour puissance et signal)
- Différents standards de communication possibles (canal déterministe banalisé pouvant supporter différents standards avionique moyennant l'ajout d'une surcouche numérique d'interface)
- Transmission numérique bidirectionnelle simultanée (chaque flux est indépendant)
- Minimisation de l'occupation spectrale (par opposition à une transmission à porteuses multiples, transmission en bande de base – NRZ - avec spectre limité par filtrage)
- Isolation galvanique de la ligne de données (par transformateurs de couplage)
- Possibilité d'isolation galvanique de la ligne de puissance (par le convertisseur DC/DC ou AC/DC placé dans les coupleurs Maître et Périphérique)
- Compatibilité CEM et Foudre (CEM par la minimisation du spectre occupé par les données transmises : NRZ + Filtrage, pas de porteuse Haute Fréquence ou de Multi Porteuses, type COFDM par exemple. Foudre par les différentes isolations galvaniques proposées).
- Justification DO254 possible, même pour les niveaux les plus critiques par la maîtrise de l'ensemble des fonctions complexes, donc justification possible, par opposition à des composants COTS, dont les justifications ne sont pas disponibles et quasiment non réalisables.

REVENDICATIONS

1. Dispositif formant contrôleur central (C) destiné à être relié à un
5 périphérique distant (P) par l'intermédiaire d'une ligne électrique de
transmission de données et d'alimentation (L), comprenant un émetteur de
puissance (1) et un filtre passe-bas ($MD-L_C$, C_{C_BF}) agencé entre l'émetteur
de puissance et la ligne électrique, ainsi que des moyens d'émission-
réception (3) de données en bande de base et un filtre passe-haut (L_C ,
10 C_{C_HF}) agencé entre les moyens d'émission-réception de données et la ligne
électrique, la ligne électrique étant de la sorte mutualisée pour la
transmission de puissance en basse fréquence du contrôleur central vers le
périphérique distant et pour la transmission bidirectionnelle simultanée de
données en bande de base en haute fréquence entre le contrôleur central et
15 le périphérique distant.
2. Dispositif formant périphérique distant (P) destiné à être relié à un
contrôleur central (C) par l'intermédiaire d'une ligne électrique de
transmission de données et d'alimentation (L), comprenant un récepteur de
20 puissance (2) et un filtre passe-bas ($MD-L_P$, C_{P_BF}) agencé entre le récepteur
de puissance et la ligne électrique, ainsi que des moyens d'émission-
réception de données (4) en bande de base et un filtre passe-haut ($MD-L_P$,
 C_{P_HF}) agencé entre les moyens d'émission-réception de données et la ligne
électrique, la ligne électrique étant de la sorte mutualisée pour la
25 transmission de puissance en basse fréquence du contrôleur central vers le
périphérique distant et pour la transmission bidirectionnelle simultanée de
données en bande de base en haute fréquence entre le contrôleur central et
le périphérique distant.
- 30 3. Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel les moyens
d'émission-réception de données (3, 4) comprennent un transformateur

différentiel (5) apte à discriminer, parmi les données transitant sur la ligne électrique, les données émises en local (EM) des données à recevoir (REC).

4. Dispositif selon la revendication 3, dans lequel le transformateur différentiel (5) comporte deux enroulements identiques en série pour multiplier la tension sur la ligne par deux et l'additionner à la tension émise en local, de manière à retrouver la tension correspondant au message reçu.

5. Dispositif selon l'une des deux revendications précédentes, dans lequel les données à recevoir discriminées par le transformateur différentiel parcourent un circuit de réception comprenant un comparateur à hystérésis (9) apte à reconstituer les états binaires du message reçu (REC-F).

6. Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel le circuit de réception comprend en outre des moyens de régénération de l'horloge (10) du message reçu.

7. Dispositif selon la revendication 3, dans lequel les données émises en local parcourent un chemin d'émission comprenant un filtre passe haut (6) recevant les données à transmettre sous la forme d'un signal binaire et adapté pour assurer une composante moyenne nulle en ne transmettant que les composantes hautes fréquences du spectre du message.

8. Dispositif selon la revendication 3, dans lequel le chemin d'émission comprend en outre un amplificateur d'émission (7) présentant une résistance de sortie quasi nulle.

9. Dispositif selon la revendication 3, dans lequel le chemin d'émission comprend en outre une résistance (Z_c) de valeur égale à l'impédance caractéristique de la ligne électrique.

10. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les moyens d'émission-réception sont configurés pour émettre les données en bande de base selon le codage NRZ.

- 5 11. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les moyens d'émission-réception sont configurés pour mettre en œuvre des fonctions de brouillage et d'autocorrection.

- 10 12. Système comprenant un dispositif formant contrôleur central (C) selon la revendication 1 relié par l'intermédiaire d'une ligne électrique de puissance (L) à un dispositif formant périphérique distant (P) selon la revendication 2.

FIG. 1

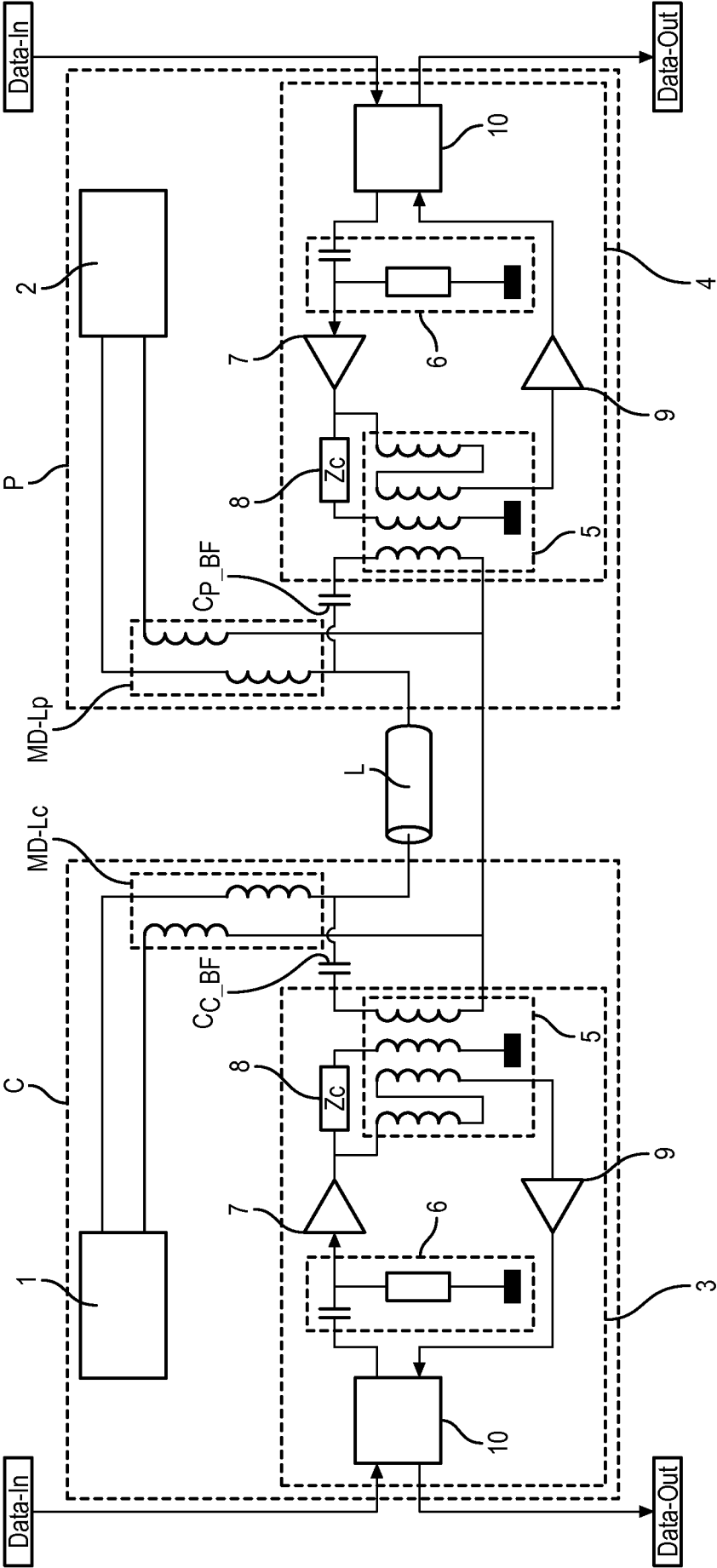


FIG. 2

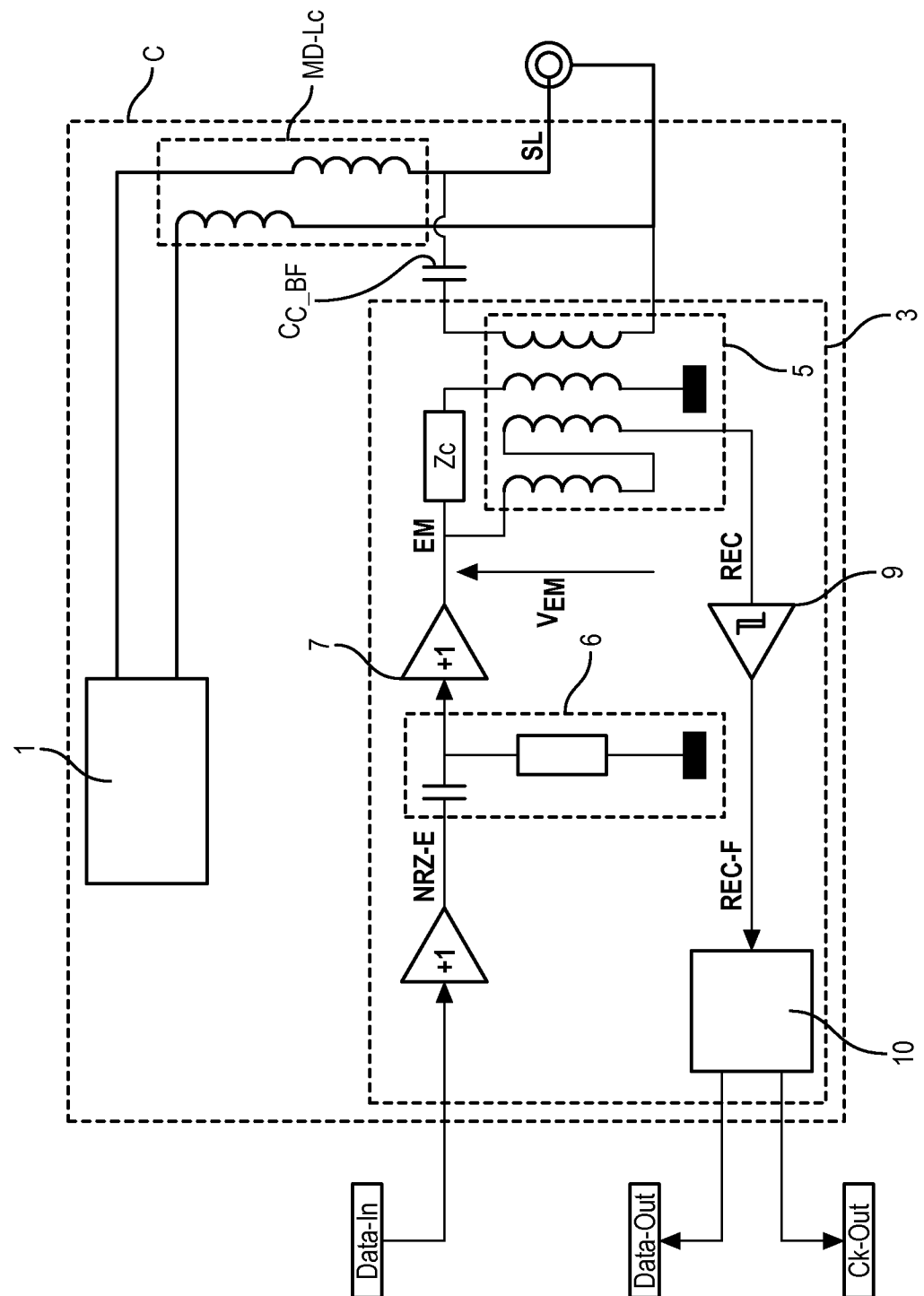


FIG. 3

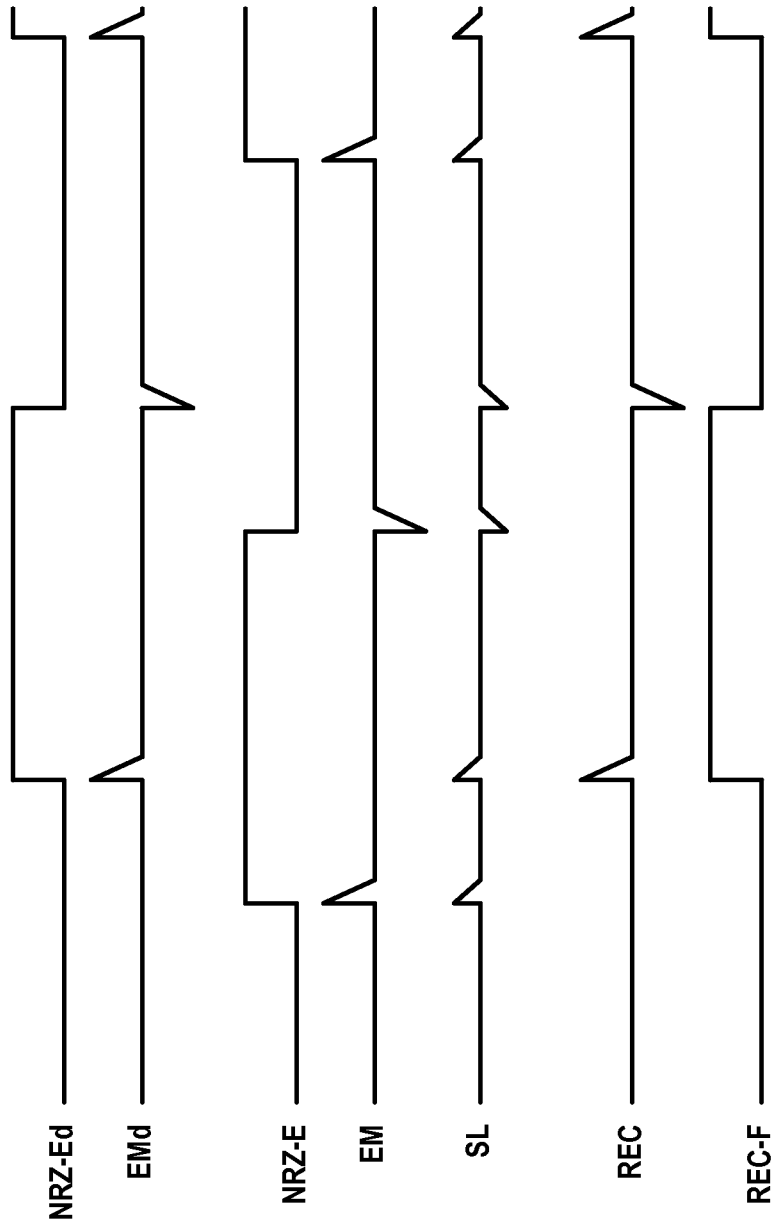
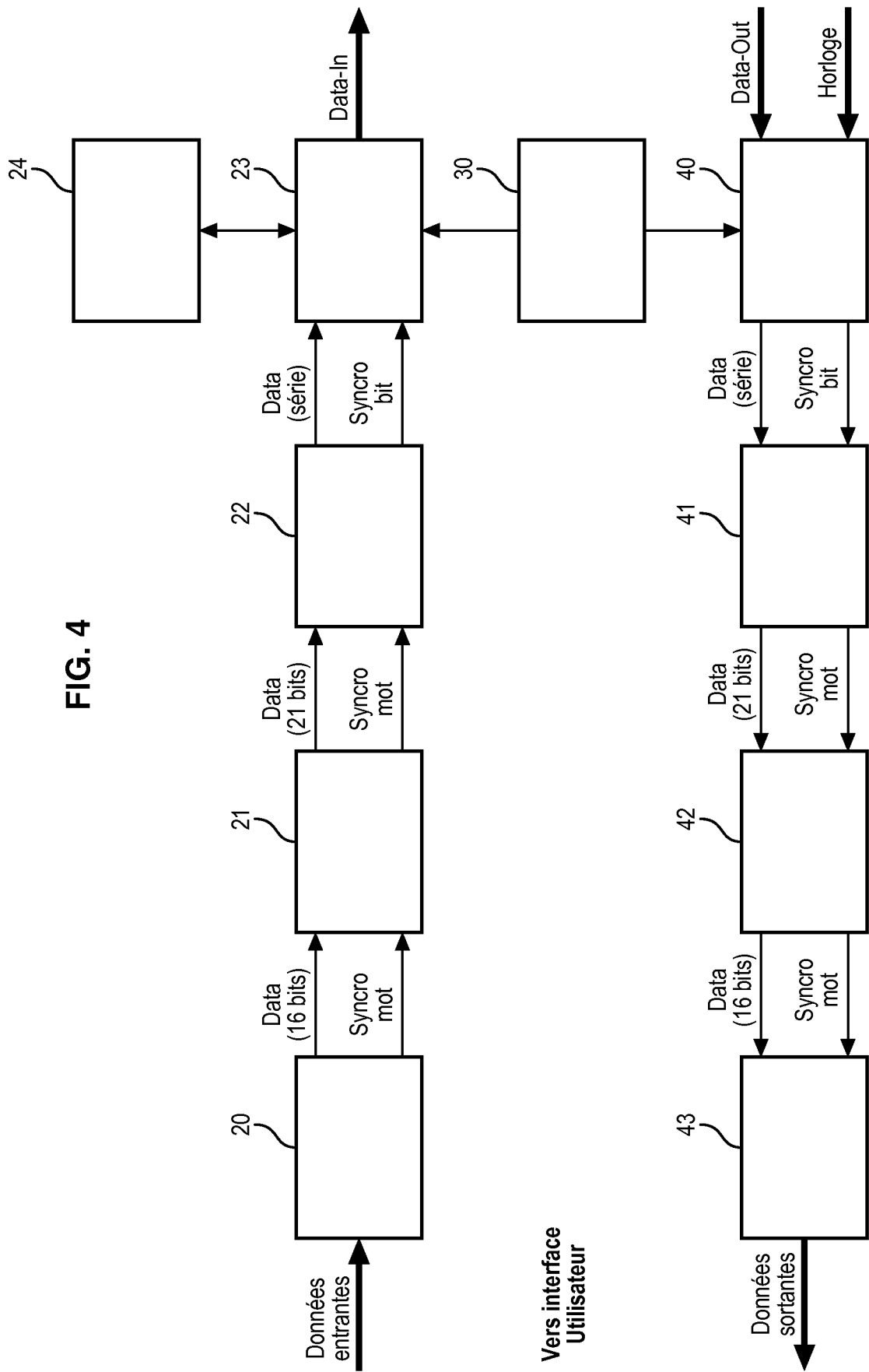


FIG. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/063343

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H04B3/54 H04L25/02

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 practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 134 909 A (BIWAVE TECHNOLOGIES [CN]) 19 September 2001 (2001-09-19) abstract; figures 1-6 paragraphs [0001], [0003] - [0009], [0015] - [0022]	1-12
X	US 6 192 069 B1 (KUBINEC JAMES J [US]) 20 February 2001 (2001-02-20) abstract; figures 2,3a,4b column 1, line 47 - column 2, line 14 column 3, line 6 - column 4, line 16	2-11
X	US 5 777 769 A (COUTINHO ROY S [US]) 7 July 1998 (1998-07-07) abstract; figure 1 column 2, line 7 - line 50 column 4, line 1 - line 65	2-11
	-/--	

☒ 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 document 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

15 December 2009

Date of mailing of the international search report

22/12/2009

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

Galli, Paolo

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/063343

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2004/258141 A1 (TUSTISON RONALD M [US] ET AL) 23 December 2004 (2004-12-23) abstract; figures 1-5 paragraphs [0001] - [0015], [0025] - [0031], [0036] - [0038] -----	1-12
Y	US 5 210 519 A (MOORE COLIN [GB]) 11 May 1993 (1993-05-11) the whole document -----	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/063343

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP 1134909	A	19-09-2001	EP	1672811 A1	21-06-2006
US 6192069	B1	20-02-2001	EP	0913954 A2	06-05-1999
			JP	11177406 A	02-07-1999
US 5777769	A	07-07-1998	CA	2190896 A1	29-06-1997
			DE	19654173 A1	17-07-1997
			GB	2308791 A	02-07-1997
			JP	9200094 A	31-07-1997
US 2004258141	A1	23-12-2004	BR	PI0401936 A	24-05-2005
			CA	2464599 A1	11-12-2004
			EP	1487128 A1	15-12-2004
			JP	2005006321 A	06-01-2005
US 5210519	A	11-05-1993	DE	69115362 D1	25-01-1996
			DE	69115362 T2	09-05-1996
			EP	0463341 A1	02-01-1992
			ES	2080183 T3	01-02-1996
			JP	3064496 B2	12-07-2000
			JP	6303259 A	28-10-1994

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2009/063343

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H04B3/54 H04L25/02

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, WPI Data, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 1 134 909 A (BIWAVE TECHNOLOGIES [CN]) 19 septembre 2001 (2001-09-19) abrégé; figures 1-6 alinéas [0001], [0003] - [0009], [0015] - [0022]	1-12
X	US 6 192 069 B1 (KUBINEC JAMES J [US]) 20 février 2001 (2001-02-20) abrégé; figures 2,3a,4b colonne 1, ligne 47 - colonne 2, ligne 14 colonne 3, ligne 6 - colonne 4, ligne 16	2-11
X	US 5 777 769 A (COUTINHO ROY S [US]) 7 juillet 1998 (1998-07-07) abrégé; figure 1 colonne 2, ligne 7 - ligne 50 colonne 4, ligne 1 - ligne 65	2-11
	-/--	

☒ 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

15 décembre 2009

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

22/12/2009

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

Galli, Paolo

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	US 2004/258141 A1 (TUSTISON RONALD M [US] ET AL) 23 décembre 2004 (2004-12-23) abrégé; figures 1-5 alinéas [0001] - [0015], [0025] - [0031], [0036] - [0038] -----	1-12
Y	US 5 210 519 A (MOORE COLIN [GB]) 11 mai 1993 (1993-05-11) le document en entier -----	1-12

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2009/063343

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1134909 A	19-09-2001	EP 1672811 A1	21-06-2006
US 6192069 B1	20-02-2001	EP 0913954 A2 JP 11177406 A	06-05-1999 02-07-1999
US 5777769 A	07-07-1998	CA 2190896 A1 DE 19654173 A1 GB 2308791 A JP 9200094 A	29-06-1997 17-07-1997 02-07-1997 31-07-1997
US 2004258141 A1	23-12-2004	BR PI0401936 A CA 2464599 A1 EP 1487128 A1 JP 2005006321 A	24-05-2005 11-12-2004 15-12-2004 06-01-2005
US 5210519 A	11-05-1993	DE 69115362 D1 DE 69115362 T2 EP 0463341 A1 ES 2080183 T3 JP 3064496 B2 JP 6303259 A	25-01-1996 09-05-1996 02-01-1992 01-02-1996 12-07-2000 28-10-1994