(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
18 novembre 2004 (18.11.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/100392 A1

(51) Classification internationale des brevets[7] : H04B 3/54

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2004/001057

(22) Date de dépôt international : 30 avril 2004 (30.04.2004)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
03/05374 30 avril 2003 (30.04.2003) FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **SPIDCOM TECHNOLOGIES** [FR/FR]; 137 avenue du Général Leclerc, F-92340 Bourg-La-Reine (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants *(pour US seulement)* : **FRUHAUF, Joseph** [FR/FR]; 23ter avenue du Château, F-92340 Bourg-La-Reine (FR). **DUBOIS, Alexandre** [FR/FR]; 83 avenue du Maine, F-75014 Paris (FR).

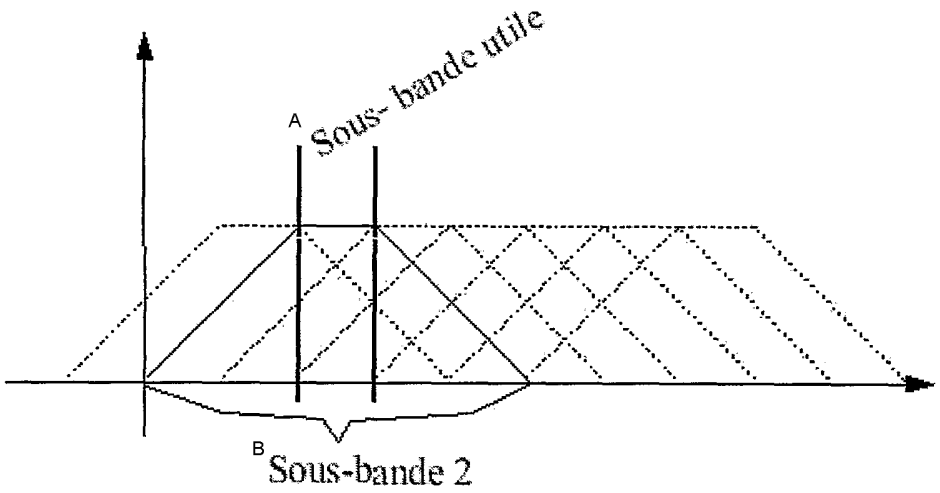
(74) Mandataires : **BREESE, Pierre** etc.; Breese-Majerowicz, 3 avenue de l'Opéra, F-75001 Paris (FR).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR TRANSMITTING DATA BY MEANS OF A CARRIER CURRENT

(54) Titre : PROCEDE DE TRANSMISSION DE DONNEES PAR COURANT PORTEUR



A ... USEFUL SUB-BAND

B ... SUB-BAND

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for transmitting data over a carrier current using a frequency band. According to said method: the frequency band is divided into N sub-bands, N being a whole number higher than, or equal to, two; an OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) technique is carried out on each of said sub-bands; and calculations are carried out based on each sub-band. The inventive method is characterised in that the calculations based on each sub-band are independent from the calculations based on the other sub-bands, and said sub-bands are dynamically activated and allocated. The invention also relates to modulation and demodulation devices for carrying out said method.

(57) **Abrégé :** La présente invention se rapporte à un procédé de transmission de données sur courant porteur utilisant une bande de fréquence consistant à • découper ladite bande de fréquence en N sous-bandes, N étant un entier supérieur ou égal à deux ; • mettre en oeuvre une technique OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) sur chacune des dites sous-bandes ; effectuer des opérations

[Suite sur la page suivante]

WO 2004/100392 A1

PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale*

— *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

de calcul sur chacune des sous-bandes ; caractérisé en ce que • les calculs réalisés sur chacune des sous-bandes sont indépendants des calculs réalisés sur les autres sous-bandes ; • les dites sous-bandes sont activées et allouées de façon dynamique. La présente invention se rapporte également à un équipement de modulation et démodulation pour la mise en oeuvre du procédé.

PROCEDE DE TRANSMISSION DE DONNEES PAR COURANT PORTEUR

La présente invention se rapporte au domaine de la transmission de données par courant porteur.

La présente invention se rapporte plus particulièrement à un procédé de transmission de données et à un modem mettant en œuvre la technique OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing).

L'art antérieur connaît déjà, par la demande de brevet européen EP 1 011 235 (Nortel), un système de communication utilisant l'OFDM sur le courant porteur. Une gestion du bruit est ajoutée par « clipping » du signal entrant.

L'art antérieur connaît également, par la demande de brevet européen EP 1 014 640 (Nortel), un système de communication utilisant la technique OFDM. Des solutions sont apportées pour la synchronisation entre la base et les esclaves. Des symboles spéciaux sont rajoutés et une garde plus longue est utilisée.

Il est proposé, dans la demande de brevet PCT WO 01/95518 (Conexant), un procédé et un dispositif pour la modulation double-bande dans les systèmes de réseaux de courant porteur. Cette invention met en œuvre la technique OFDM et permet de passer d'une bande à l'autre de manière statique.

Il est également proposé, dans la demande de brevet européen EP 1 018 826 (PolyTrax), un procédé pour la transmission de données sur courant porteur utilisant la technique OFDM. Dans l'invention présentée dans ce document, on améliore le signal soit en implémentant une fenêtre non rectangulaire sur le signal temporel (une porteuse sur deux est perdue), soit en implémentant un filtre dont les coefficients sont donnés.

L'art antérieur connaît également, par le brevet américain US 5 610 908 (BBC), un système permettant de réduire le « peak to mean ratio ».

L'art antérieur connaît également, par le brevet américain US 6 473 453 (Secrétariat d'Etat à la Défense Britannique), un système de communication à hautes fréquences mettant en œuvre une solution de transmission de huit canaux multiplexés. Les huit canaux contiennent des signaux étalés en fréquences. Cette implémentation est intéressante pour la suppression des interférences liées aux bandes étroites.

L'art antérieur connaît également, par le brevet américain US 5 684 450 (Norweb), un réseau de transmission électrique utilisant la technique OFDM sur le courant porteur consistant à implémenter des filtres et une partie analogique pour l'injection d'un signal supérieur à 1 MHz. Une unité de terminaison pour le calcul de la bonne impédance est prévue.

L'art antérieur connaît également, par le brevet américain US 6 282 405 (Norweb), un réseau hybride de distribution d'électricité et de télécommunications mettant en œuvre de façon très générale la technique OFDM.

L'art antérieur connaît également, par le brevet américain US 6 456 657 (Bell Canada), un système de bancs de filtres mettant en œuvre la technique OFDM. Ce système permet de décomposer un système large bande, de multiplexer chacune des sous-bandes sur le canal et de reconstruire le signal en réception.

L'art antérieur connaît également, par la demande de brevet PCT WO 02/51089 (Conexant), un système se synchronisant sur des bruits périodiques en utilisant l'OFDM sur le courant porteur. Le but de cette invention est d'envoyer les symboles de données entre deux pics de bruit.

L'art antérieur connaît également, par le brevet américain US 6 373 377, une alimentation avec un couplage pour la transmission de données.

On connaît également dans l'état de la technique, le brevet américain US 6 249 213 (INTEL) « *Method for transmitting information over an alternating current power line through a plurality of frequency orthogonal subchannels* ». Un mode de réalisation de l'invention décrite dans ce brevet américain est un procédé pour la transmission d'informations à travers une ligne électrique à courant alternatif. Un canal de fréquence pour transmettre les informations est sélectionné et divisé en une pluralité de sous-canaux orthogonaux de fréquence. Chaque sous-canal de fréquence orthogonal est testé pour déterminer une valeur d'une transmission caractéristique, qui à son tour est utilisée pour déterminer une densité de bit de transmission pour le sous-canal orthogonal de fréquence. Les informations sont divisées en une pluralité de sous-blocs de données. Chaque sous-bloc de données correspond à un des canaux orthogonaux de fréquence, et la taille de chaque sous-bloc de données est déterminée en se basant sur la densité de bit de transmission correspondante. Les données de chaque sous-bloc sont modulées pour la transmission à travers le sous-canal orthogonal de fréquence correspondant. Chaque sous-bloc de données est transmis approximativement simultanément à travers le sous-canal orthogonal de fréquence correspondant.

Ce brevet américain US 6 249 213 d'Intel concerne bien la transmission de données sur une ligne électrique. Cependant, il ne mentionne à aucun moment les étapes nécessaires d'activation et d'allocation dynamiques de sous-bandes. Ces étapes sont très importantes dans le procédé selon la présente invention. De plus, le fait de réaliser des calculs sur chacune des sous-bandes de façon totalement

indépendante des calculs réalisés sur les autres sous-bandes n'apparaît pas non plus dans l'art antérieur.

La présente invention entend remédier aux inconvénients de l'art antérieur en découpant la bande de fréquence en N sous-bandes, N étant un entier supérieur ou égal à deux, en effectuant des calculs sur chacune des sous-bandes qui sont indépendants des calculs réalisés sur les autres sous-bandes et en activant les sous-bandes de façon dynamique par un moyen logiciel. De plus, la synchronisation des symboles OFDM est rendue simple et peu coûteuse par l'utilisation de symboles OFDM de taille inférieure à 512 porteuses.

A cet effet, la présente invention concerne, dans son acception la plus générale, un procédé de transmission de données sur courant porteur utilisant une bande de fréquence consistant à :

- découper ladite bande de fréquence en N sous-bandes, N étant un entier supérieur ou égal à deux ;
- mettre en œuvre une technique OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) sur chacune des dites sous-bandes ;
- effectuer des opérations de calcul sur chacune des sous-bandes ;

caractérisé en ce que

- les calculs réalisés sur chacune des sous-bandes sont indépendants des calculs réalisés sur les autres sous-bandes ;
- les dites sous-bandes sont activées et allouées de façon dynamique.

Selon un mode de mise en œuvre particulier, le nombre N de sous-bandes est égal à 7.

Selon un mode de mise en œuvre particulier, les symboles OFDM ont une taille égale à 256 porteuses.

Selon une variante avantageuse, les sous-bandes sont activées et allouées de façon dynamique par un moyen logiciel.

Selon une autre variante, les sous-bandes sont activées et allouées de façon dynamique par un moyen matériel.

L'invention se rapporte également à un équipement de modulation et démodulation pour la mise en œuvre du procédé comprenant des moyens de filtrage, des moyens de calcul de FFT, des moyens de conversion Analogique/Numérique, des moyens d'amplification et des moyens d'activation et d'allocation des sous-bandes.

On comprendra mieux l'invention à l'aide de la description, faite ci-après à titre purement explicatif, d'un mode de réalisation de l'invention, en référence aux figures annexées :

- la figure 1 représente les principes généraux du procédé selon l'invention ;
- la figure 2 illustre la partie analogique de réception ;
- la figure 3 illustre une description des bandes ;
- la figure 4 représente le comportement du banc du filtre d'analyse ;
- la figure 5 représente le flot de synchronisation sur une sous-bande ;
- la figure 6 illustre le principe de corrélation du symbole de trame ;
- la figure 7 représente le comportement du bloc de synchronisation ;
- la figure 8 illustre le principe d'égalisation et de correction de l'erreur de fréquence ;

- la figure 9 représente le flot de démodulation sur une sous-bande ;
- la figure 10 illustre la configuration de la modulation sur une sous-bande ; et
- la figure 11 représente la partie analogique de transmission.

Le procédé selon la présente invention est basé sur l'utilisation d'une bande de fréquences pour des transmissions de données sur courant porteur. Un exemple non limitatif consiste à utiliser la bande de 1,6 MHz à 30 MHz. Le principe du procédé selon l'invention est de découper la bande en plusieurs sous bandes (deux ou plus), indépendantes et activées de façon dynamique, en utilisant, sur chacune d'elle, une technique OFDM.

La transmission sur courant porteur utilise des techniques de traitement du signal avancées en modulant des fréquences autorisées (par exemple de 1,6 à 30 MHz) sur les lignes d'alimentation électriques par couplage capacitif ou inductif. Le couplage permet de faire en sorte que d'une part, les signaux haute fréquence (supérieures à 50 Hz) et basse tension soient transposés sur les lignes d'alimentation électrique et que d'autre part, les signaux haute fréquence présents sur les câbles électriques soient récupérés dans le système.

Pour la réception, le signal modulé est récupéré sur la ligne électrique, il est filtré grossièrement (1,6 à 30 MHz) puis amplifié. Il est ensuite numérisé pour être analysé en fonction de la sous-bande qu'il occupe. Chaque sous-bande est traitée de la même façon l'une après l'autre. Le signal est synchronisé, multiplié pour en supprimer les erreurs de fréquence, puis passé dans le domaine fréquentiel. Là, on en tire quelques informations sur

l'évolution du canal pour mieux corriger les déformations dues au canal puis on démodule. Enfin, le bloc de contrôle récupère les informations pour les transmettre aux couches supérieures.

Pour la transmission, le bloc de contrôle envoie les données sous-bandes après sous-bandes. Elles sont modulées puis passées dans le domaine temporel. Les informations sont ensuite translatées sur la sous-bande qu'elles sont supposées occuper par le filtre de synthèse. Là, le signal numérique est converti en signal analogique, filtré pour éliminer les composantes au delà de 1,6-30 MHz, puis amplifié. Enfin, le signal est transmis sur les fils électriques par couplage.

Les chaînes d'émission et de réception sont assez différentes et ne se retrouvent qu'au niveau du contrôle et du couplage, comme cela est représenté sur la figure 1. En voici la description détaillée :

Réception - Partie analogique La réception filtre les signaux haute fréquence pour ne garder que la bande utile (1,6 à 30 MHz dans notre exemple de réalisation de l'invention) à partir d'un condensateur en série pour les basses fréquences et d'un filtre passe-bas. Voici un exemple de caractéristiques du filtre :

- Filtre elliptique d'ordre 8
- Bande passante 0-30 MHz
- Bande stop à -50dB
- Ondulation dans la bande passante < 1dB
- Transition bande passante -> Bande stop < 2MHz

Elle amplifie ensuite le signal avec un gain variable pour régler la dynamique du signal.

Enfin, un convertisseur analogique-numérique permet de numériser le signal.

Par exemple - 14 bits et 64 MHz

La figure 2 décrit la partie analogique de réception.

Filtrage

La première étape du traitement numérique du signal est le filtrage qui est au centre de l'innovation de la présente invention. Dans cet exemple de réalisation de l'invention, on considèrera sept sous-bandes. Il est entendu que cet exemple ne saurait être limitatif. Le filtrage permet de récupérer sur 7 voies différentes, les signaux contenus dans les 7 sous-bandes suivantes (TBC) :

- Sous-Bande 1 : -2 -> 10 MHz
- Sous-Bande 2 : 2 -> 12 MHz
- Sous-Bande 3 : 6 -> 18 MHz
- Sous-Bande 4 : 10 -> 22 MHz
- Sous-Bande 5 : 14 -> 26 MHz
- Sous-Bande 6 : 18 -> 30 MHz
- Sous-Bande 7 : 22 -> 34 MHz

Le filtrage est en fait étroitement lié à la structure OFDM du signal. On se permet donc un chevauchement des différentes sous-bandes en supposant que les porteuses présentes dans les sous-bandes voisines ne seront pas utilisées. Cette astuce permet de réduire la complexité des filtres tout en conservant une grande efficacité spectrale. Voici les fréquences utiles dans chacune des sous-bandes :

- Sous-Bande 1 : 2 -> 6 MHz
- Sous-Bande 2 : 6 -> 10 MHz
- Sous-Bande 3 : 10 -> 14 MHz
- Sous-Bande 4 : 14 -> 18 MHz
- Sous-Bande 5 : 18 -> 22 MHz
- Sous-Bande 6 : 22 -> 26 MHz
- Sous-Bande 7 : 26 -> 30 MHz

La figure 3 représente les différentes bandes.

Le filtrage est fait à l'aide d'un banc de filtres d'analyse. Cette structure permet d'isoler les signaux de chacune des 7 sous-bandes et de les transposer en bande de base. Huit échantillons de la bande globale permettent d'avoir un échantillon par sous-bande. Ils sont multiplexés en temps en sortie du filtre.

La figure 4 illustre le comportement du banc de filtre d'analyse.

Synchronisation

La synchronisation entre un émetteur et un récepteur se fait sur chaque bande de façon indépendante. Les échantillons sont donc traités et stockés les uns après les autres en fonction de la sous-bande qu'il concerne. La synchronisation est basée sur la détection d'un symbole auto-corrélé et d'un intervalle de garde. Elle permet de placer la fenêtre de la transformée de Fourier pour passer dans le domaine fréquentiel.

La figure 5 représente le flot de synchronisation sur une sous-bande.

Le symbole de synchronisation est envoyé en début de trame. Il contient une information connue répétée dans le temps. La corrélation sur la moitié du symbole permet de repérer ce symbole parmi les autres. Ensuite, à la fin du symbole, on utilise l'intervalle de garde qui est la recopie du début du symbole. La corrélation sur la longueur de la garde permet de trouver précisément la fenêtre de transformée de Fourier.

La figure 6 illustre le principe de corrélation du symbole de trame.

Une fois qu'un symbole entier est reçu et détecté, le bloc de synchronisation l'envoie à la transformée de Fourier après une multiplication complexe. Celle-ci permet une correction du signal temporel à partir des calculs faits

plus en aval dans la réception. En début de trame, la correction est inactive.

À partir de cet endroit, les échantillons des différentes sous-bandes sont maintenant dissociés. Les sous-bandes sont traitées les unes après les autres, 256 échantillons par 256.

La figure 7 illustre le comportement du bloc de synchronisation.

Transformée de Fourier

Dans un exemple de réalisation préféré, le signal OFDM dans chacune des sous-bandes est composé de 256 porteuses. Même si seules 128 porteuses sont utilisées pour respecter la structure des sous-bandes, il est nécessaire de réaliser une transformée de Fourier de 256 points. Pour 256 échantillons temporels reçus dans une sous-bande, elle calcule 256 échantillons fréquentiels correspondant aux 256 porteuses.

La structure utilisée est relativement classique, basée sur le principe du papillon. Pour 256 points dont 128 non-nuls, cette structure a été particulièrement optimisée en termes de surface et de vitesse. Elle permet le calcul avec une latence de 256 cycles environ.

Correction fréquentielle

Le courant électrique, comme la plupart des media de communications, crée des erreurs sur les fréquences que l'on utilise. Il peut y avoir des erreurs en amplitude et en phase, ces deux paramètres dérivant dans le temps. Pour leur correction, la solution de la présente invention s'appuie sur l'utilisation de deux outils : un symbole de référence entièrement connu contenant toutes les porteuses utiles et envoyé à intervalle régulier, des porteuses de référence

(pilotes) dans chaque symbole de données. Leur emplacement est connu de l'émetteur et du récepteur.

Sur un symbole de référence, on estime la correction de phase et d'amplitude pour l'ensemble des porteuses.

Sur les symboles suivants, on applique les valeurs trouvées ci-dessus et l'on regarde les porteuses pilotes. Pour ces deux-là, on calcule l'angle de rotation et l'on en déduit l'angle de rotation pour toutes les autres porteuses par régression linéaire. L'angle de rotation de la porteuse du milieu est appelé Delta et cet angle est appliqué sur le symbole suivant dans le domaine temporel. La figure 5 représente le flot de synchronisation sur une sous-bande et la figure 8 illustre le principe d'égalisation et de correction de l'erreur de fréquence.

Démodulation

Les porteuses étant enfin corrigées, il est possible de les démoduler. Pour cela, l'émetteur et le récepteur se sont mis d'accord pour l'utilisation de modulations spécifiques pour chacun des 16 groupes de 8 porteuses par sous-bande. Sur chacun de ces groupes, on peut utiliser une modulation adaptée au niveau de bruit :

0 - pas de modulation

1 - modulation de phase (BPSK)

2 - modulation en quadrature de phase (QPSK)

4 - modulation en amplitude et en quadrature 16 (QAM16)

6 - modulation en amplitude et en quadrature 64 (QAM64)

8 - modulation en amplitude et en quadrature 256 (QAM256)

Les symboles de références ainsi que les porteuses pilotes ne sont pas démodulés. De plus, sur chacune des sous-bandes certaines porteuses sont interdites car utilisées par d'autres services prioritaires. Elles ne sont pas démodulées.

Le démodulateur est capable de calculer le rapport signal sur bruit sur chacune des porteuses. Ceci est fait en démodulant la porteuse à partir des valeurs du canal, en remodulant pour trouver les valeurs théoriques attendues et en faisant la différence.

La figure 9 représente le flot de démodulation sur une sous-bande.

Toutes les valeurs démodulées sont stockées et l'information de démodulation est transmise au contrôleur. Toutes les informations de rapport signal sur bruit sont transmises au contrôleur.

Contrôle

Le contrôle de la solution de transmission sur courant porteur se fait dans un microcontrôleur qui commande directement le modulateur pour l'émission et le démodulateur pour la réception. Le microcontrôleur traite les différentes sous-bandes les unes après les autres. En fonction de sa propre configuration logicielle (programme embarqué chargé dynamiquement), il active ou non les sous-bandes et leur alloue les différents flux de données.

Il ne gère pas les données en tant que telles, mais reçoit des informations de disponibilité des données et commande les modulateur et démodulateur en conséquence. De la même façon, il informe les couches supérieures (Codage

correcteur d'erreur, couche MAC, etc.) qu'une donnée a été envoyée ou reçue.

En outre, le contrôleur est seul maître des modulations appliquées à chaque porteuse et du rapport signal sur bruit calculé. C'est lui qui prend la décision de changer la modulation.

Émission - Modulation

Le modulateur est l'alter ego du démodulateur : on y retrouve des fonctionnalités similaires. Il s'agit de moduler des données qui sont stockées, sur ordre du contrôleur. Les données peuvent être modulées par 0, 1, 2, 4, 6 ou 8 en fonction de la qualité. Sur chacune des porteuses, on peut interdire la modulation pour respecter les fréquences interdites (notion de notchs). Sur deux porteuses pilotes dans un symbole, on peut forcer la modulation avec une donnée connue.

La figure 10 représente la configuration de la modulation sur une sous-bande.

Pour limiter la transmission d'information, seules les 128 porteuses actives de chacune des sous-bandes sont transmises. C'est en aval (en particulier dans la transformée de Fourier inverse) que se fera l'ajout des 128 autres porteuses nulles et la construction de 256 points par sous-bande.

Multiplication

Le modulateur ne nécessite que 6 bits de dynamique pour la modulation. L'élément fréquentiel de chaque porteuse est multiplié par un nombre complexe et la dynamique est maintenant de 14 bits. Le nombre complexe utilisé pour la multiplication peut se décomposer en

- une amplitude pour s'adapter au mieux aux contraintes électromagnétiques,
- une phase pour éviter de saturer le calcul aval.

Transformée de Fourier inverse

Cette étape permet de construire le signal temporel de 256 points à partir des 128 éléments fréquentiels utiles.

Filtre de synthèse

Le filtre de synthèse permet la translation des différentes données correspondantes aux différentes sous-bandes dans les bandes de fréquences associées. La structure utilisée est duale du filtre d'analyse utilisé en réception : les données arrivent par bloc de 256 échantillons temporels, sous-bande après sous-bande. À la suite des 256 symboles, un intervalle de garde de 32 échantillons temporels est ajouté. Les données de chacune des sous-bandes ressortent entrelacées.

Partie analogique

L'émission commence par convertir le signal numérique en analogique.

En sortie du convertisseur, le signal est filtré pour enlever les effets de la fréquence d'échantillonnage et éviter de générer des interférences en dehors de la bande allouée à la transmission sur courant porteur. Voici les caractéristiques du filtre :

- Filtre elliptique d'ordre 8
- Bande passante 0-30 MHz
- Bande stop à -50dB
- Ondulation dans la bande passante < 1dB
- Transition bande passante -> Bande stop < 2MHz

Ensuite, le signal est amplifié avant le couplage. L'amplification est fixe (gain 2).

La figure 11 décrit la partie analogique de la transmission.

L'invention est décrite dans ce qui précède à titre d'exemple. Il est entendu que l'homme du métier est à même de réaliser différentes variantes de l'invention sans pour autant sortir du cadre du brevet.

REVENDICATIONS

1. Procédé de transmission de données sur courant porteur utilisant une bande de fréquence consistant à :

- découper ladite bande de fréquence en N sous-bandes, N étant un entier supérieur ou égal à deux ;
- mettre en œuvre une technique OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) sur chacune des dites sous-bandes ;
- effectuer des opérations de calcul sur chacune des sous-bandes ;

caractérisé en ce que

- les calculs réalisés sur chacune des sous-bandes sont indépendants des calculs réalisés sur les autres sous-bandes ;
- les dites sous-bandes sont activées et allouées de façon dynamique.

2. Procédé de transmission de données sur courant porteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le nombre N de sous-bandes est égal à 7.

3. Procédé de transmission de données sur courant porteur selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que les symboles OFDM ont une taille égale à 256 porteuses.

4. Procédé de transmission de données sur courant porteur selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les sous-bandes sont activées et allouées de façon dynamique par un moyen logiciel.

5. Procédé de transmission de données sur courant porteur selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en

ce que les sous-bandes sont activées et allouées de façon dynamique par un moyen matériel.

6. Equipement de modulation et démodulation pour la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes comprenant des moyens de filtrage, des moyens de calcul de FFT, des moyens de conversion Analogique/Numérique, des moyens d'amplification et des moyens d'activation et d'allocation des sous-bandes.

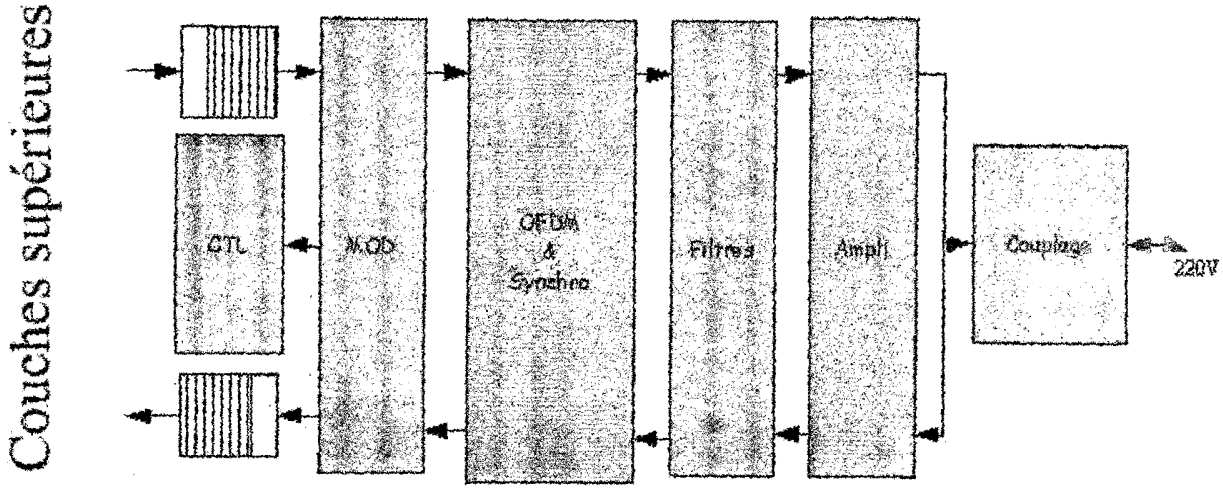

Couches supérieures
CTL
MOD
OFDM
&
Synchro
Filtres
Ampli
Couplage
220V

Figure 1

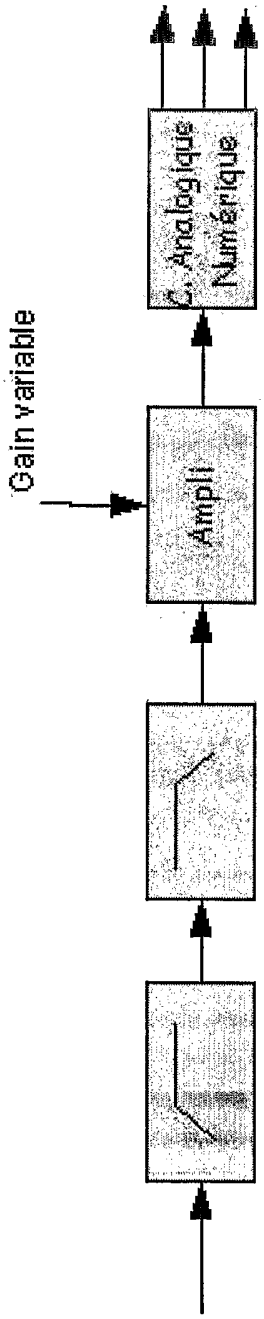


Figure 2

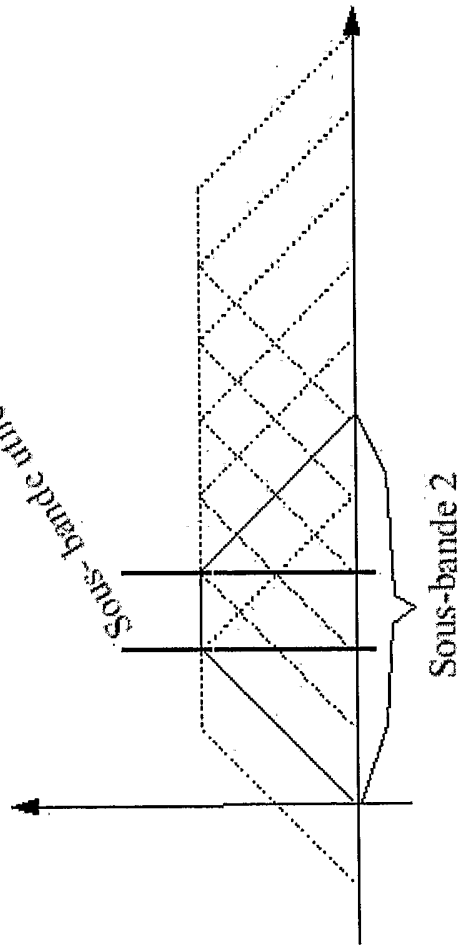


Figure 3

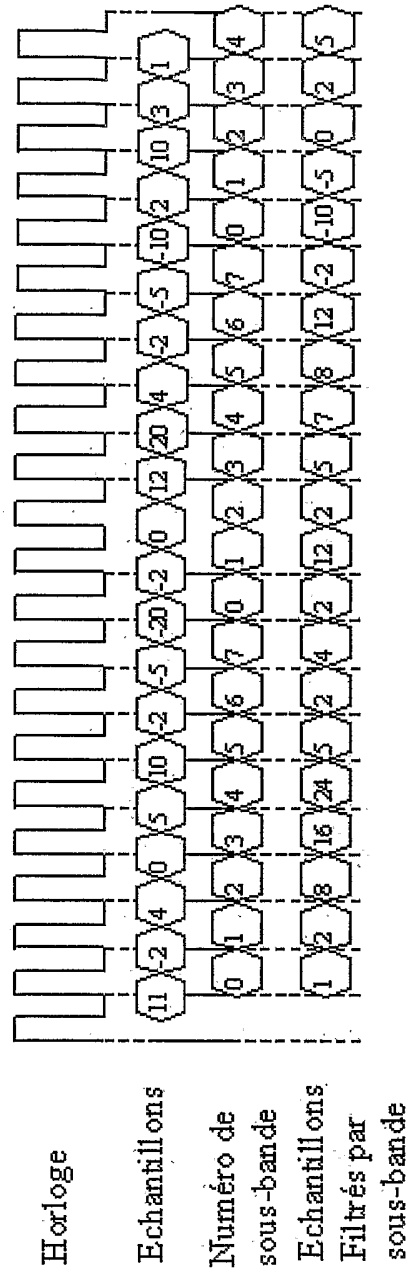

Horloge
Echantillons
Numéro de sous-bande
Echantillons Filtrés par sous-bande

Figure 4

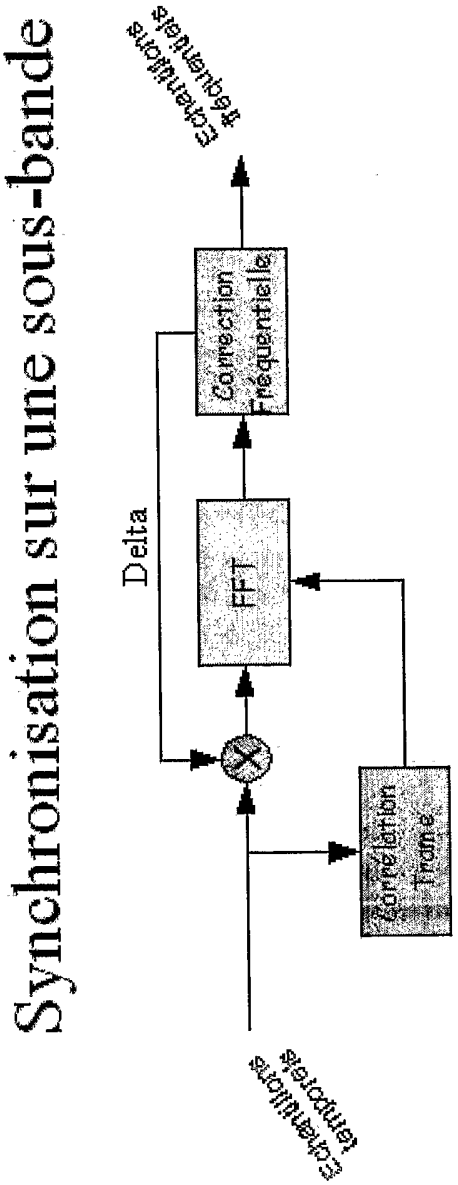

Synchronisation sur une sous-bande
Echantillons temporels
Corrélation Trame
FFT
Delta
Correction Fréquentielle
Echantillons fréquentiels

Figure 5

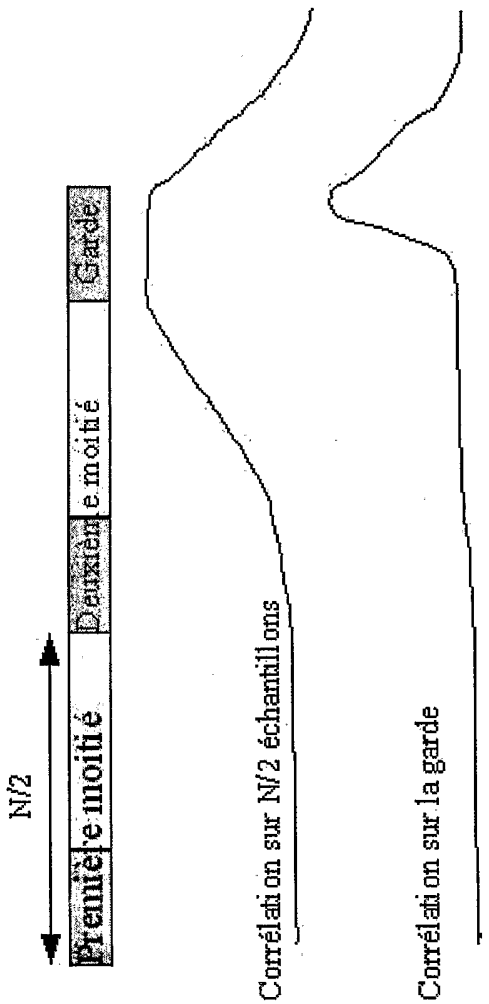

N/2
Première moitié
Deuxième moitié
Garde
Corrélation sur N/2 échantillons
Corrélation sur la garde

Figure 6

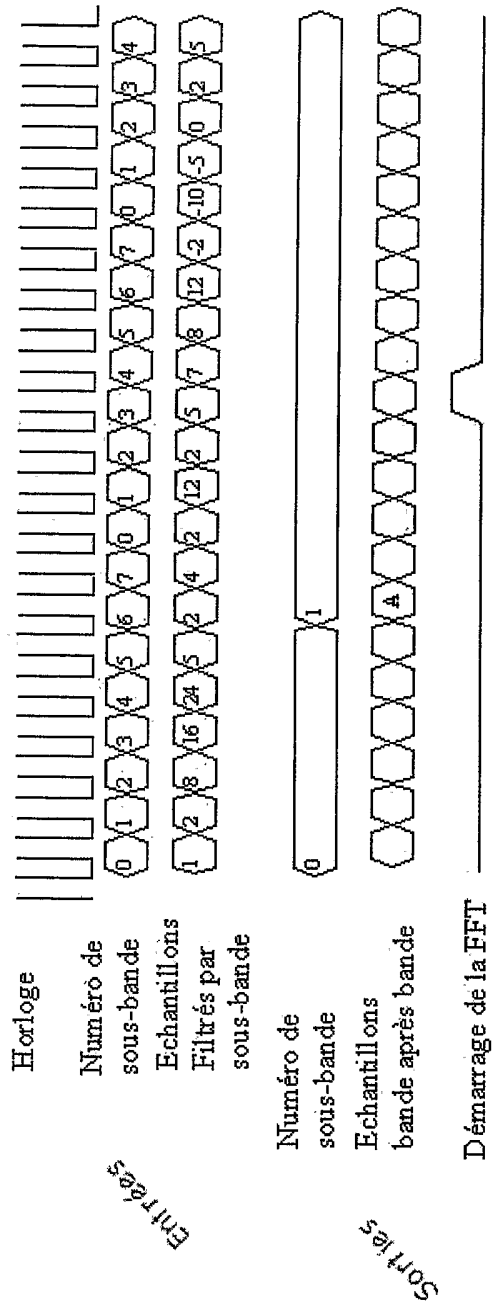

Entrées
Horloge
Numéro de sous-bande
Echantillons Filtrés par sous-bande
Sorties
Numéro de sous-bande
Echantillons bande après bande
Démarrage de la FFT

Figure 7

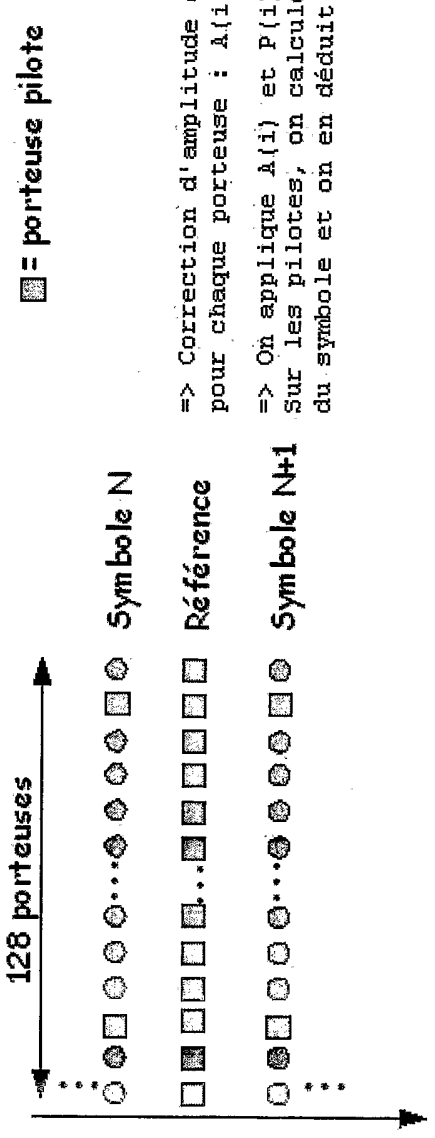

= porteuse pilote
128 porteuses
Symbole N
Référence
Symbole N+1
=> Correction d'amplitude et de phase
pour chaque porteuse : A(i) et P(i)
=> On applique A(i) et P(i)
Sur les pilotes, on calcule la rotation
du symbole et on en déduit Delta

Figure 8

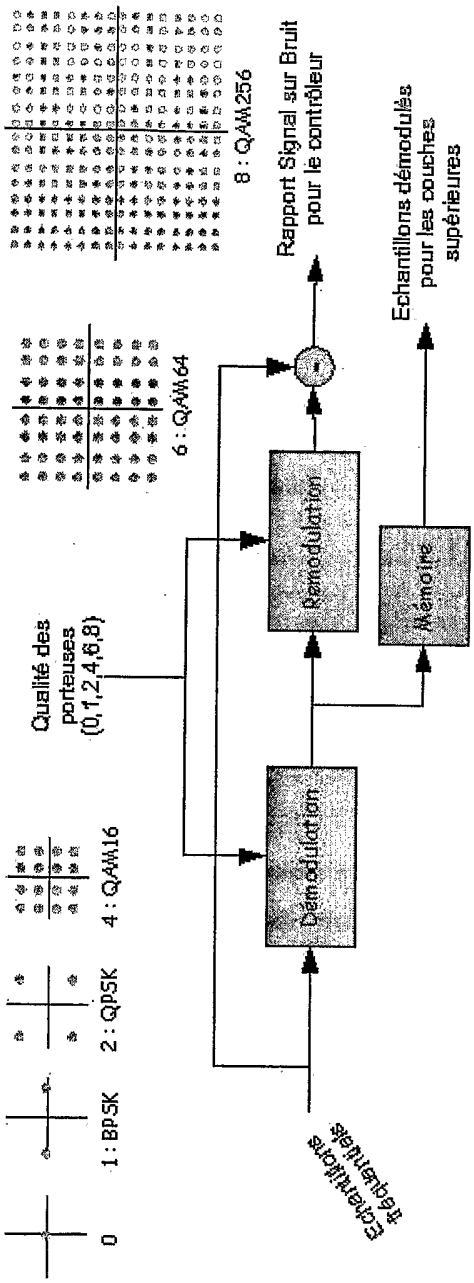

0
1 : BPSK
2 : QPSK
4 : QAM16
6 : QAM64
8 : QAM256
Qualité des porteuses (0,1,2,4,6,8)
Echantillons fréquentiels
Démodulation
Remodulation
Mémoire
Rapport Signal sur Bruit pour le contrôleur
Echantillons démodulés pour les couches supérieures

Figure 9

Configuration de la modulation d'une sous-bande
Groupe 16
Groupe 2
Groupe 1
Porteuse pilote
Porteuse interdite (notch)
Porteuse modulée. Sa modulation est héritée de son groupe

Figure 10

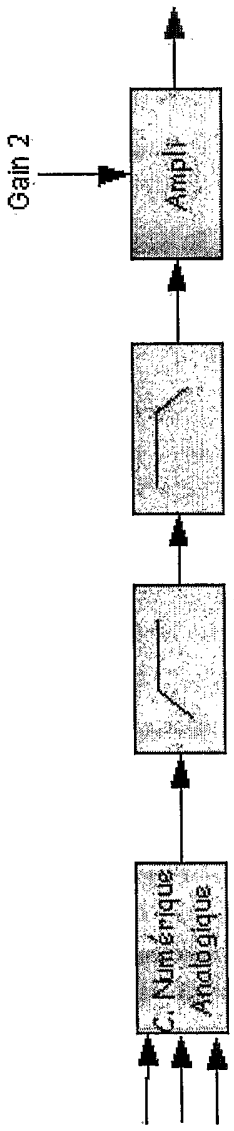


Figure 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2004/001057

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H04B3/54

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)
IPC 7 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, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2002/196732 A1 (MESTDAGH DENIS J) 26 December 2002 (2002-12-26) paragraphs '0047!, '0048!, '0054!	1-6
X	US 6 249 213 B1 (HORNE DAVID M) 19 June 2001 (2001-06-19) column 1, line 62 - column 2, line 23	1-6
A	US 2002/010870 A1 (GARDNER STEVEN HOLMSEN) 24 January 2002 (2002-01-24) paragraphs '0021! - '0025! paragraphs '0036!, '0037!	1-6
A	WO 96/24995 A (ADC TELECOMMUNICATIONS INC) 15 August 1996 (1996-08-15) page 57, line 29 - page 59, line 2 page 73, line 27 - line 30 page 74, line 31 - page 75, line 5 page 80, line 28 - page 81, line 20	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in 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	Date of mailing of the international search report
24 September 2004	01/10/2004

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	De Iulis, M

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2004)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/FR2004/001057

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2002196732 A1	26-12-2002	FR 2825861 A1	13-12-2002
		EP 1265394 A1	11-12-2002
		JP 2003008540 A	10-01-2003
US 6249213 B1	19-06-2001	NONE	
US 2002010870 A1	24-01-2002	AU 6415401 A	17-12-2001
		EP 1290811 A2	12-03-2003
		WO 0195518 A2	13-12-2001
		TW 516283 B	01-01-2003
WO 9624995 A	15-08-1996	AU 703284 B2	25-03-1999
		AU 4915896 A	27-08-1996
		AU 694620 B2	23-07-1998
		AU 4916296 A	27-08-1996
		AU 703879 B2	01-04-1999
		AU 8713698 A	03-12-1998
		AU 703639 B2	25-03-1999
		AU 8713798 A	03-12-1998
		AU 704758 B2	06-05-1999
		AU 8714198 A	19-11-1998
		AU 703459 B2	25-03-1999
		AU 8714298 A	10-12-1998
		AU 703463 B2	25-03-1999
		AU 8714398 A	26-11-1998
		BR 9607031 A	04-11-1997
		CA 2211117 A1	15-08-1996
		CA 2211803 A1	15-08-1996
		CN 1193433 A	16-09-1998
		CN 1180462 A ,B	29-04-1998
		CZ 9702487 A3	17-12-1997
		EP 1229683 A2	07-08-2002
		EP 0809898 A2	03-12-1997
		EP 0808534 A2	26-11-1997
		FI 973134 A	06-10-1997
		JP 2000049748 A	18-02-2000
		JP 2986921 B2	06-12-1999
		JP 10507051 T	07-07-1998
		JP 10513622 T	22-12-1998
		KR 254067 B1	15-04-2000
		NZ 302973 A	26-08-1998
		TW 409475 B	21-10-2000
		US 2002090909 A1	11-07-2002
		WO 9624989 A2	15-08-1996
		WO 9624995 A2	15-08-1996
		US 6292651 B1	18-09-2001
		US 2001032334 A1	18-10-2001
		US 6275990 B1	14-08-2001
		US 6330241 B1	11-12-2001
		US 6366585 B1	02-04-2002
		US 2002098796 A1	25-07-2002
		US 6487405 B1	26-11-2002
		US 6477354 B1	05-11-2002
		US 2002102937 A1	01-08-2002
		US 6606351 B1	12-08-2003
		US 6415133 B1	02-07-2002
		US 2002098797 A1	25-07-2002
		US 6334219 B1	25-12-2001

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/FR2004/001057

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9624995 A		US 6418558 B1	09-07-2002
		US 6282683 B1	28-08-2001
		US 6336201 B1	01-01-2002

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De[illegible]de Internationale No
PCT/FR2004/001057

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 H04B3/54

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)
CIB 7 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 réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2002/196732 A1 (MESTDAGH DENIS J) 26 décembre 2002 (2002-12-26) alinéas '0047!, '0048!, '0054!	1-6
X	US 6 249 213 B1 (HORNE DAVID M) 19 juin 2001 (2001-06-19) colonne 1, ligne 62 - colonne 2, ligne 23	1-6
A	US 2002/010870 A1 (GARDNER STEVEN HOLMSEN) 24 janvier 2002 (2002-01-24) alinéas '0021! - '0025! alinéas '0036!, '0037!	1-6
A	WO 96/24995 A (ADC TELECOMMUNICATIONS INC) 15 août 1996 (1996-08-15) page 57, ligne 29 - page 59, ligne 2 page 73, ligne 27 - ligne 30 page 74, ligne 31 - page 75, ligne 5 page 80, ligne 28 - page 81, ligne 20	1-6

☐ 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'appartenenant 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'inven tion revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'inven tion 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
24 septembre 2004	01/10/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	De Iulis, M

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No
PCT/FR2004/001057

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2002196732 A1	26-12-2002	FR 2825861 A1	13-12-2002
		EP 1265394 A1	11-12-2002
		JP 2003008540 A	10-01-2003
US 6249213 B1	19-06-2001	AUCUN	
US 2002010870 A1	24-01-2002	AU 6415401 A	17-12-2001
		EP 1290811 A2	12-03-2003
		WO 0195518 A2	13-12-2001
		TW 516283 B	01-01-2003
WO 9624995 A	15-08-1996	AU 703284 B2	25-03-1999
		AU 4915896 A	27-08-1996
		AU 694620 B2	23-07-1998
		AU 4916296 A	27-08-1996
		AU 703879 B2	01-04-1999
		AU 8713698 A	03-12-1998
		AU 703639 B2	25-03-1999
		AU 8713798 A	03-12-1998
		AU 704758 B2	06-05-1999
		AU 8714198 A	19-11-1998
		AU 703459 B2	25-03-1999
		AU 8714298 A	10-12-1998
		AU 703463 B2	25-03-1999
		AU 8714398 A	26-11-1998
		BR 9607031 A	04-11-1997
		CA 2211117 A1	15-08-1996
		CA 2211803 A1	15-08-1996
		CN 1193433 A	16-09-1998
		CN 1180462 A ,B	29-04-1998
		CZ 9702487 A3	17-12-1997
		EP 1229683 A2	07-08-2002
		EP 0809898 A2	03-12-1997
		EP 0808534 A2	26-11-1997
		FI 973134 A	06-10-1997
		JP 2000049748 A	18-02-2000
		JP 2986921 B2	06-12-1999
		JP 10507051 T	07-07-1998
		JP 10513622 T	22-12-1998
		KR 254067 B1	15-04-2000
		NZ 302973 A	26-08-1998
		TW 409475 B	21-10-2000
		US 2002090909 A1	11-07-2002
		WO 9624989 A2	15-08-1996
		WO 9624995 A2	15-08-1996
		US 6292651 B1	18-09-2001
		US 2001032334 A1	18-10-2001
		US 6275990 B1	14-08-2001
		US 6330241 B1	11-12-2001
		US 6366585 B1	02-04-2002
		US 2002098796 A1	25-07-2002
		US 6487405 B1	26-11-2002
		US 6477354 B1	05-11-2002
		US 2002102937 A1	01-08-2002
		US 6606351 B1	12-08-2003
		US 6415133 B1	02-07-2002
		US 2002098797 A1	25-07-2002
		US 6334219 B1	25-12-2001

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No
PCT/FR2004/001057

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9624995 A		US 6418558 B1	09-07-2002
		US 6282683 B1	28-08-2001
		US 6336201 B1	01-01-2002