

(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
16 juillet 2009 (16.07.2009)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2009/087328 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H04L 25/03 (2006.01) *H04B 7/04* (2006.01)
H04L 25/02 (2006.01) *H04L 1/06* (2006.01)
H04B 7/06 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2008/052377

(22) Date de dépôt international :
19 décembre 2008 (19.12.2008)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
07 60228 21 décembre 2007 (21.12.2007) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
FRANCE TELECOM [FR/FR]; 6, place d'Alleray,
F-75015 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : PHAN
HUY, Dinh Thuy [FR/FR]; 11, rue de la Reynie, F-75004

Paris (FR). CHAUFRAY, Jean-marie [FR/FR]; 24,
avenue Roger Salengro, F-92290 Chatenay Malabry (FR).

(74) Mandataire : DELAUNAY-LEDTER Laurence;
FRANCE TELECOM/R & D/PIV/BREVETS, 38/40, rue
du Général Leclerc, F-92794 Issy Moulineaux Cedex 9
(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,
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, 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,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR TIME-RETURN DATA SIGNAL PRE-EQUALISATION

(54) Titre : PROCEDE DE PRE-EGALISATION D'UN SIGNAL DE DONNEES PAR RETOURNEMENT TEMPOREL

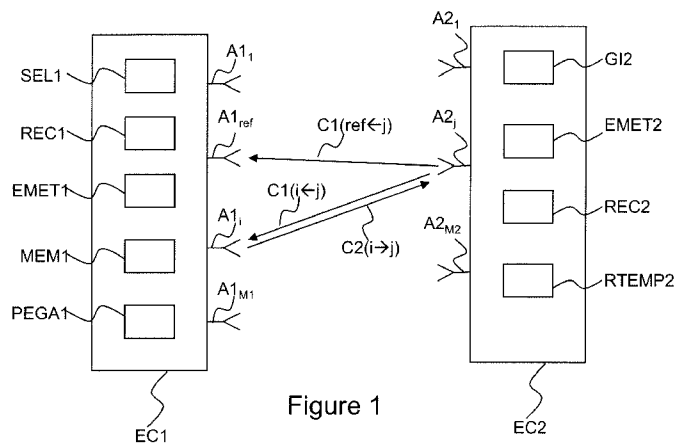


Figure 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for the pre-equalisation of a data signal transmitted by an origin communication entity (EC1), comprising a set of origin antennas (A1₁,... A1_{M1}), to a destination communication entity (EC2) comprising a set of destination antennas (A2₁,...A2_{M2}), wherein the method comprises the step of transmitting (E1) a pulse from a destination antenna (A2_j) to the origin communication entity, the step of transmitting (E6) from the destination antenna to the origin communication entity a time-returned combined pulse response representative of a consecutive crossing of said pulse on a first propagation channel between the destination antenna and a reference antenna (A1_{ref}) from the set of origin antennas, and a second propagation channel between an origin antenna (A1_i) and the destination antenna, said step being repeated for at least a portion of the set of origin antennas, the pulse transmission steps and the iterative step of transmitting a time-returned combined pulse response being repeated for at least a portion of the set of destination antennas, and the step of determining (E9) the data signal pre-equalisation coefficients from a combination of a set of time-returned combined pulse responses received by the origin communication entity.

[Suite sur la page suivante]

WO 2009/087328 A1



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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, 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

(57) Abrégé : Procédé de pré-égalisation d'un signal de données transmis par une entité communicante d'origine (EC1) comportant un ensemble d'antennes d'origine ($A_{1_1}, \dots, A_{1_{M1}}$), à destination d'une entité communicante destinataire (EC2) comportant un ensemble d'antennes destinataires ($A_{2_1}, \dots, A_{2_{M2}}$), le procédé comportant une étape d'émission (E1) d'une impulsion par une antenne destinataire (A_{2j}) à destination de l'entité communicante d'origine, une étape d'émission (E6) par l'antenne destinataire à destination de l'entité communicante d'origine d'une réponse impulsionnelle combinée, représentative d'une traversée successive de la dite impulsion au travers d'un premier canal de propagation entre l'antenne destinataire et une antenne de référence ($A_{1_{ref}}$) de l'ensemble d'antennes d'origine et d'un deuxième canal de propagation entre une antenne d'origine (A_{1_i}) et l'antenne destinataire, retournée temporellement, ladite étape étant répétée pour au moins une partie de l'ensemble des antennes d'origine, les étapes d'émission d'une impulsion et étape itérative d'émission d'une réponse impulsionnelle combinée retournée temporellement étant répétées pour au moins une partie de l'ensemble des antennes destinataires, et une étape de détermination (E9) de coefficients de pré-égalisation du signal de données à partir d'une combinaison d'un ensemble de réponses impulsionnelles combinées retournées temporellement reçues par l'entité communicante d'origine.

Procédé de pré-égalisation d'un signal de données par retournement temporel

La présente invention concerne un procédé de pré-égalisation d'un signal de données, par exemple transmis dans un réseau de communication radio basé sur un duplexage en fréquence FDD (pour "frequency division duplex" en anglais).

Dans un réseau de type FDD, deux entités communicantes transmettent des signaux de données dans des bandes de fréquence distinctes. Les entités communicantes sont par exemple des terminaux radio, des stations de base terrestres ou satellitaires, ou bien encore des points d'accès radio. L'invention concerne les réseaux de communication radio de type SISO (pour "Single Input, Single Output" en anglais), pour lesquels les entités communicantes ont une antenne unique, les réseaux de type MIMO (pour "Multiple Input, Multiple Output" en anglais) pour lesquels les entités communicantes ont une pluralité d'antennes, et les réseaux combinant des entités communicantes comportant une antenne et des entités communicantes avec une pluralité d'antennes de type SIMO (pour "Single Input, Multiple Output" en anglais) ou MISO (pour "Multiple Input, Single Output").

Un signal radio transmis par une antenne d'une entité communicante, dit signal d'antenne, subit des déformations en fonction des conditions de propagation entre un point d'origine défini en sortie de l'antenne d'origine et un point destinataire défini en entrée d'une antenne de l'entité communicante destinataire. Afin de limiter ces déformations, le signal d'antenne est préalablement distordu par application de coefficients de pré-égalisation en fonction des caractéristiques du canal de propagation entre ces deux antennes. Il est donc nécessaire de caractériser ce canal de propagation.

Parmi les méthodes de pré-égalisation existantes, se distinguent les méthodes basées sur le retournement temporel du fait de leur complexité réduite et de leur performance.

30

Le retournement temporel est une technique de focalisation des ondes, typiquement des ondes acoustiques, qui repose sur l'invariance par renversement du temps de l'équation d'onde. Ainsi, une onde temporellement inversée se propage comme une onde directe qui remonterait le temps.

Une impulsion brève émise d'un point origine se propage dans un milieu de propagation. Une partie de cette onde reçue par un point destinataire est retournée temporellement avant d'être renvoyée dans le milieu de propagation. L'onde converge vers le point origine en y reformant une impulsion brève. Le signal recueilli au point
5 origine est quasi identique dans sa forme au signal d'origine émis au point origine. En particulier l'onde retournée converge d'autant plus précisément que le milieu de propagation est complexe. Le retournement temporel du canal de propagation appliqué à l'onde permet d'annuler l'effet de ce canal lors de la transmission de l'onde ainsi pré-distordue à partir du point d'origine.

10 La technique du retournement temporel est ainsi appliquée aux réseaux de communication radio pour annuler l'effet du canal de propagation sur le signal d'antenne, notamment en réduisant l'étalement du canal, et simplifier le traitement de symboles reçus après la traversée du canal. Le signal d'antenne émis par une antenne de l'entité communicante d'origine est ainsi pré-égalisé par application de coefficients obtenus à
15 partir du retournement temporel de la réponse impulsionnelle du canal de propagation que ce signal d'antenne doit traverser. La mise en œuvre du retournement temporel nécessite ainsi la connaissance du canal de propagation par l'entité communicante d'origine dans la bande de fréquence dédiée aux communications issues de cette entité.

Or, dans le cas d'une transmission en mode FDD, les transmissions d'une entité
20 communicante, dite entité communicante d'origine, vers une entité communicante destinataire et les transmissions dans le sens contraire sont effectuées dans des bandes de fréquences distinctes. Il s'agit par exemple pour un système de radiocommunication, d'une transmission dans une première bande de fréquence d'un terminal radio mobile vers une station de base, dite transmission en sens montant, et d'une transmission dans une
25 deuxième bande de fréquence d'une station de base vers un terminal radio mobile, dite transmission en sens descendant. Si une entité communicante peut estimer un canal de propagation à partir de la réception d'un signal le traversant, elle ne peut pas estimer un canal de propagation à partir d'un signal transmis dans une bande de fréquence différente. En effet, aucune propriété de réciprocité du canal de transmission ne peut être appliquée
30 contrairement à une transmission en mode TDD pour laquelle le partage de la même bande de bande de fréquence permet d'estimer simplement le canal indépendamment du sens de transmission. Il est donc particulièrement intéressant d'avoir une technique de pré-égalisation des signaux d'antennes pour des transmissions en mode FDD.

Une première solution est proposée dans l'article intitulé "From Theory to practice: an overview of MIMO space-time coded wireless systems" dont les auteurs sont David Gesbert, Mansoor Shafi, Da-Shan Shiu, Peter J Smith, et Aymon Naguib, et publié dans la revue IEEE Journal on Selected Areas in Communication, vol 21, N°3, en 5 avril 2003. La méthode proposée utilise le retournement temporel comme technique de pré-égalisation dont les coefficients sont évalués à partir de l'estimation du canal de propagation effectuée par l'entité communicante destinataire. Cette estimation est réalisée par l'entité communicante destinataire à partir de la connaissance de pilotes 10 préalablement émis par l'entité communicante d'origine. L'estimée du canal de propagation est alors délivrée à l'entité communicante origine.

L'insertion de pilotes permet ainsi l'estimation du canal de propagation mais cette estimation demande la mise en œuvre de techniques complexes dans l'entité 15 communicante destinataire. D'autre part, la complexité de l'estimateur de canal augmente avec le nombre de pilotes disponibles et le besoin en ressources radio nécessaires pour délivrer l'estimée augmente avec la précision de l'estimée désirée afin de garantir une pré-égalisation efficace. Un compromis doit donc être atteint entre précision de l'estimée du canal de propagation et consommation de ressources radio utilisées pour l'émission des pilotes et émission de l'estimée du canal.

20 Une méthode alternative est présentée dans l'article intitulé "Blind Beamforming in frequency division duplex MISO systems based on time reversal mirrors" dont les auteurs sont Tobias Dahl et Jan Egil Kirkebo, et présenté lors de la conférence IEEE 6th Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications en juin 2005, publié sous la référence SPAWC.2005.1506218, pages 640-644. Cette méthode dite 25 aveugle est basée sur un aller-retour du signal d'antenne entre les entités communicantes. Les coefficients de retournement temporel appliqués à un instant donné sont obtenus à partir du signal de données mémorisé et des coefficients de pré-égalisation appliqués à ce signal à un instant précédant. Cette méthode permet ainsi de s'affranchir de l'utilisation de pilotes et d'estimation du canal mais au prix d'une complexité accrue et d'une 30 mémorisation importante de signaux numériques.

Aucune des solutions qui viennent d'être décrites, reposant respectivement sur l'utilisation de pilotes et sur un aller-retour du signal d'antenne, n'est pleinement satisfaisante. L'invention propose ainsi une solution alternative offrant une méthode de

pré-égalisation basée sur le retournement temporel avec une complexité réduite et sans utilisation de pilotes. Cette solution est en outre adaptée pour des entités communicantes avec une seule antenne pour laquelle le signal de données est composé d'un seul signal d'antenne ou pour des entités communicantes avec plusieurs antennes pour lesquelles un
5 signal de données est composé d'une pluralité de signaux d'antenne.

Pour atteindre cet objectif, l'invention propose un procédé de pré-égalisation d'un signal de données transmis en duplexage en fréquence par une entité communicante d'origine comportant un ensemble d'antennes d'origine à destination d'une entité
10 communicante destinataire comportant un ensemble d'antennes destinataires. Le procédé comporte:

- une étape d'émission d'une impulsion par une antenne destinataire à destination de l'entité communicante d'origine,
 - une étape itérative de parcours de l'impulsion comportant
15
 - une sous-étape d'émission par une antenne d'origine à destination de l'entité communicante destinataire de l'impulsion reçue par une antenne de référence de l'ensemble d'antennes d'origine,
 - une sous-étape de retournement temporel par l'entité communicante destinataire de la réponse impulsionnelle combinée représentative de
20 la traversée successive de l'impulsion au travers d'un premier canal de propagation entre l'antenne destinataire et l'antenne de référence et d'un deuxième canal de propagation entre l'antenne d'origine et l'antenne destinataire,
 - une sous-étape d'émission par l'antenne destinataire à destination de
25 l'entité communicante d'origine de la réponse impulsionnelle combinée retournée temporellement,
- l'étape itérative de parcours de l'impulsion étant réitérée pour au moins une partie de l'ensemble des antennes d'origine,
- les étapes d'émission d'une impulsion par une antenne destinataire et étape
30 itérative de parcours de l'impulsion étant réitérées pour au moins une partie de l'ensemble des antennes destinataires,
- une étape de détermination de coefficients de pré-égalisation du signal de données à partir d'une combinaison d'un ensemble de réponses impulsionnelles combinées retournées temporellement reçues par l'entité communicante d'origine.

5 Ce procédé permet ainsi de s'affranchir d'une estimation de canal. Ainsi, d'une part aucun traitement numérique complexe n'est nécessaire et d'autre part l'entité communicante destinataire libère les ressources destinées auparavant à délivrer la ou les estimée(s) de canaux de propagation. En outre, aucun pilote n'est requis pour la mise en œuvre du procédé.

10 La complexité du procédé de pré-égalisation selon l'invention dans l'entité communicante destinataire est ainsi limitée à la mise en œuvre d'un retournement temporel d'une réponse impulsionnelle.

15 Le procédé comporte en outre, dans la sous étape d'émission de l'impulsion reçue, une sélection de l'antenne de référence en fonction d'un ensemble d'impulsions reçues par l'ensemble d'antennes d'origine. La sélection de l'antenne de référence est par exemple réalisée en fonction de l'énergie des impulsions de l'ensemble des impulsions reçues par l'ensemble des antennes d'origine.

20 Cette sélection permet ainsi de privilégier, par exemple, le deuxième canal de propagation dans lequel l'énergie du signal est la moins atténuée.

Les coefficients de pré-égalisation sont déterminés à partir d'une combinaison d'un ensemble de réponses impulsionnelles combinées retournées temporellement reçues par l'antenne de référence de l'entité communicante d'origine.

25 Le procédé permet ainsi de s'adapter à différentes méthodes de précodage et de modulation appliqués à des données binaires générant un signal de données comportant une pluralité de signaux d'antenne.

30 L'invention concerne également un dispositif pour la pré-égalisation d'un signal de données pour une entité communicante d'origine comportant un ensemble d'antennes d'origine, l'entité communicante d'origine étant apte à transmettre en duplexage en fréquence le signal à destination d'une entité communicante destinataire comportant un ensemble d'antennes destinataires. Le dispositif comporte

- des moyens de réception d'une impulsion émise par une antenne destinataire,

- des moyens d'émission par une antenne d'origine de l'impulsion reçue à destination de l'entité communicante destinataire,

5 - des moyens de réception d'une réponse impulsionnelle combinée, représentative d'une traversée successive l'impulsion émise au travers d'un premier canal de propagation entre l'antenne destinataire et une antenne de référence de l'ensemble d'antennes d'origine et d'un deuxième canal de propagation entre l'antenne d'origine et l'antenne destinataire, retournée temporellement,

10 - des moyens de détermination de coefficients de pré-égalisation du signal de données à partir d'une combinaison d'un ensemble de réponses impulsionnelles combinées retournées temporellement reçues,

- les moyens d'émission et réception étant mis en œuvre itérativement pour au moins une partie de l'ensemble des antennes destinataires et au moins une partie de
15 l'ensemble des antennes d'origine,

les moyens d'émission et réception étant mis en œuvre itérativement pour au moins une partie de l'ensemble des antennes destinataires et au moins une partie de l'ensemble des antennes d'origine.

20 L'invention concerne également un dispositif pour la pré-égalisation d'un signal de données pour une entité communicante destinataire, comportant un ensemble d'antennes destinataires, l'entité communicante destinataire étant apte à recevoir le signal de données transmis en duplexage en fréquence par une entité communicante origine comportant un ensemble d'antennes d'origine. Le dispositif comporte

25 - des moyens d'émission par une antenne destinataire d'une impulsion à destination de l'entité communicante d'origine,

- des moyens de réception d'une réponse impulsionnelle combinée représentative d'une traversée successive de la dite impulsion au travers d'un premier canal de propagation entre l'antenne destinataire et une antenne de référence de
30 l'ensemble d'antennes d'origine et un deuxième canal de propagation entre une antenne d'origine et l'antenne destinataire,

- des moyens de retournement temporel de la réponse impulsionnelle combinée,

- des moyens d'émission de ladite réponse impulsionnelle combinée retournée temporellement,

les moyens d'émission, de réception et de retournement temporel étant mis en œuvre itérativement pour au moins une partie de l'ensemble des antennes destinataires et
5 au moins une partie de l'ensemble des antennes d'origine.

L'invention concerne également une entité communicante d'un système de communication radio comportant au moins un des dispositifs pour la pré-égalisation d'un signal de données précités.

10

L'invention concerne également un système de communication radio comprenant au moins deux entités communicantes selon l'invention.

Les dispositifs, entités communicantes et système présentent des avantages analogues à ceux précédemment décrits.

15

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante de plusieurs modes particuliers de réalisation du procédé de pré-égalisation d'un signal de données et des entités communicantes associées, donnés à titre de simples exemples illustratifs et non limitatifs, et des dessins annexés, sur lesquels :

20

- La figure 1 est un bloc-diagramme schématique d'une entité communicante d'origine communicant avec une entité communicante destinataire selon l'invention,

- la figure 2 représente les étapes du procédé de pré-égalisation d'un signal de données selon un mode particulier de réalisation.

25

En référence à la figure 1, une entité communicante d'origine EC1 est apte à communiquer avec une entité destinataire EC2 au travers d'un réseau de communication radio basé sur un duplexage en fréquence FDD non représenté sur la figure.

Par exemple, le réseau de radiocommunication est un réseau de
30 radiocommunication cellulaire de type UMTS (pour "Universal Mobile Communication System" en anglais) défini par l'organisme de spécification 3GPP (pour "3rd Generation Partnership Project" en anglais), et ses évolutions dont le 3GPP-LTE (pour "Long Term Evolution" en anglais).

Les entités communicantes peuvent être des terminaux radio mobiles ou bien encore des stations de base terrestres ou satellitaires, ou bien encore des points d'accès. Selon le mode FDD, les transmissions d'une station de base vers un terminal radio mobile, dites en voie montante, sont effectuées dans une bande de fréquence distincte de la bande de fréquence dédiée aux transmissions d'un terminal radio mobile vers une station de base, dites en voie descendante. Par souci de clarté, l'invention est présentée pour la transmission unidirectionnelle d'un signal de données de l'entité communicante EC1 à destination de l'entité communicante EC2, que ce soit dans le sens montant ou dans le sens descendant. L'invention concerne également les transmissions bidirectionnelles.

L'entité communicante d'origine EC1 comporte M_1 antennes d'origine ($A_{1_1}, \dots, A_{1_{ref}}, \dots, A_{1_i}, A_{1_{M_1}}$), avec M_1 supérieur ou égal à 1. L'entité communicante destinataire comporte M_2 antennes destinataires ($A_{2_1}, \dots, A_{2_j}, A_{2_{M_2}}$), avec M_2 supérieur ou égal à 1.

15

L'entité communicante destinataire EC2 est apte à émettre une impulsion ou un signal radio à partir d'au moins une quelconque des antennes A_{2_j} , j compris entre 1 et M_2 , à destination de l'entité communicante d'origine EC1 dans une première bande de fréquence donnée. Un premier canal de propagation $C_1(i \leftarrow j)$ est défini entre l'antenne A_{2_j} de l'entité communicante EC2 et une antenne A_{1_i} de l'entité communicante d'origine EC1. $M_1 \times M_2$ premiers canaux de propagation $C_1(i \leftarrow j)$, pour i variant de 1 à M_1 et j variant de 1 à M_2 , sont ainsi définis entre les entités communicantes EC1 et EC2.

L'entité communicante d'origine EC1 est apte à émettre un signal radio à partir d'au moins une quelconque des antennes A_{1_i} , i compris entre 1 et M_1 , à destination de l'entité communicante destinataire EC2 dans une deuxième bande de fréquence distincte de la première. Un deuxième canal de propagation $C_2(i \rightarrow j)$ est défini entre l'antenne A_{1_i} de l'entité communicante EC1 et une antenne A_{2_j} de l'entité communicante destinataire EC2 pour une transmission de l'entité communicante EC1 vers l'entité communicante EC2. $M_1 \times M_2$ deuxièmes canaux de propagation $C_2(i \rightarrow j)$, pour i variant de 1 à M_1 et j variant de 1 à M_2 , sont ainsi définis entre les entités communicantes EC1 et EC2.

30

Dans la figure 1 sont seulement représentés des moyens inclus dans l'entité communicante d'origine et des moyens inclus dans l'entité d'origine destinataire en relation avec l'invention.

Les entités communicantes d'origine et destinataires comportent en outre une
5 unité centrale de commande, non représentée, à laquelle les moyens inclus sont reliés, destinée à contrôler le fonctionnement de ces moyens.

L'entité communicante d'origine comporte en outre un générateur de signal de données comportant M1 signaux d'antenne. De tels signaux d'antenne sont définis à partir de données binaires par des méthodes de modulation, codage et répartition sur les M1
10 antennes par exemple selon l'article "Space block Coding: A simple transmitter diversity technique for wireless communications", publié dans la revue IEEE Journal areas communications, vol16 pp1456-1458, en octobre, 998 dont l'auteur est S. Alamouti.

L'entité communicante d'origine comporte

- 15 - un récepteur sélectif SEL1 agencé pour recevoir une impulsion émise par l'entité communicante EC2 sur l'ensemble des antennes d'origine et sélectionner une antenne de référence à partir des réponses impulsionnelles reçues,
- un émetteur EMET1 agencé pour émettre une réponse impulsionnelle, délivrée par le récepteur sélectif SEL1, à partir d'une antenne d'origine A1_i, i compris
20 entre 1 et M1. L'émission est mise en œuvre après transposition de la réponse impulsionnelle sur une fréquence porteuse f1 de la bande de fréquence dédiée aux transmissions de l'entité communicante EC1 à destination de l'entité communicante EC2,
- un récepteur REC1 agencé pour recevoir via l'antenne de référence une
25 réponse impulsionnelle combinée retournée temporellement émise par l'entité communicante destinataire,
- une mémoire MEM1 mémorisant des réponses impulsionnelles combinées retournée temporellement délivrées par le récepteur REC1,
- un pré-égaliseur PEGA1 agencé pour déterminer des coefficients de pré-
30 égalisation à partir d'une combinaison de réponses impulsionnelles combinées retournées temporellement ou de fonctions de transfert mémorisées dans la mémoire MEM1.

L'entité communicante destinataire comporte

- un générateur d'impulsion GI2 agencé pour émettre une impulsion à partir d'une antenne destinataire A_{2j} , j compris entre 1 et M_2 , sur une fréquence porteuse f_2 de la bande de fréquence dédiée aux transmissions de l'entité communicante EC2 à destination de l'entité communicante EC1,
- 5 - un récepteur REC2 agencé pour recevoir via une antenne destinataire une réponse impulsionnelle combinée émise par l'entité communicante d'origine,
- un analyseur d'impulsion RTEMP2 agencé pour retourner temporellement une réponse impulsionnelle combinée délivrée par le récepteur REC2,
- 10 - un émetteur EMET2 agencé pour émettre une réponse impulsionnelle combinée retournée temporellement, délivrée par l'analyseur d'impulsion, à partir de d'une antenne destinataire après transposition sur la fréquence porteuse f_2 .

Les différents moyens des entités communicantes d'origine et destinataires peuvent être mis en œuvre par des techniques analogiques ou numériques bien connues de l'homme du métier.

En référence à la figure 2, le procédé de pré-égalisation d'un signal de données selon l'invention comprend des étapes E1 à E9, une partie des étapes étant exécutée dans l'entité communicante d'origine EC1, et l'autre partie dans l'entité communicante destinataire EC2. Les résultats des étapes sont dans cet exemple décrits dans le domaine fréquentiel mais transposables directement dans le domaine temporel compte tenu des définitions suivantes.

Une impulsion temporelle est définie par une fonction $imp(t)$, fonction du temps t , dont la fonction de transfert est donnée par $IMP(f)$, fonction de la fréquence f . De même, une réponse impulsionnelle est définie par une fonction $ri(t)$, fonction du temps t , dont la fonction de transfert est donnée par $RI(f)$, fonction de la fréquence f . Le produit de convolution de réponses impulsionnelles correspond au produit des fonctions de transfert correspondantes. Une réponse impulsionnelle $ri(t)$ retournée dans le temps est notée $ri(-t)$, et la fonction de transfert correspondante est $RI(f)^*$, conjuguée de la fonction de transfert $RI(f)$.

Les étapes E1 à E8 sont répétées pour au moins une partie de l'ensemble des antennes destinataires. Les itérations sont symbolisées par une étape d'initialisation INIT et une étape IT1 d'incrément de l'indice j des antennes destinataires A_{2j} . Une

itération des étapes E1 à E8 est ainsi décrite pour une antenne destinataire A_{2j} , j compris entre 1 et M_2 .

5 A l'étape E1, le générateur d'impulsion GI2 de l'entité communicante destinataire génère l'impulsion temporelle $imp(t)$ dont la fonction de transfert correspondante est $IMP(f)$. Cette impulsion est émise par l'antenne A_{2j} sur une fréquence porteuse f_2 dans la bande de fréquence dédiée aux transmissions de l'entité communicante EC2 à destination de l'entité communicante EC1.

10 L'impulsion est par exemple une fonction en cosinus surélevé de durée inversement proportionnelle à la taille de la bande de fréquence dans laquelle opère le système pour tout type d'accès, par exemple de type OFDMA (pour "Orthogonal Frequency Division Modulation Access" en anglais), CDMA (pour "Code Division Multiple Access" en anglais), ou encore TDMA (pour "Time Division Multiple Access" en anglais).

15

A l'étape suivante E2, le récepteur sélectif SEL1 de l'entité communicante d'origine reçoit l'impulsion émise par l'entité communicante EC2, sur l'ensemble des antennes d'origine. Le récepteur sélectif détermine une antenne de référence à partir de l'ensemble des impulsions reçues sur l'ensemble des antennes d'origine. Il effectue ce
20 choix par exemple en comparant les énergies reçues sur les différentes antennes d'origine et sélectionne la réponse impulsionnelle d'énergie maximum. Dans un deuxième exemple, le récepteur sélectif sélectionne l'antenne pour laquelle la réponse impulsionnelle reçue est la moins étalée dans le temps. Le récepteur sélectif peut également dans un autre exemple choisir une antenne aléatoirement. Le récepteur sélectif
25 délivre la réponse impulsionnelle reçue sur l'antenne de référence à l'émetteur EMET1 de l'entité communicante d'origine. La fonction de transfert de l'impulsion $imp(t)$ ayant traversé le premier canal de propagation $C1(\text{ref} \leftarrow j)$ entre l'antenne destinataire A_{2j} et l'antenne de référence $A1_{\text{ref}}$ est notée $H1_{\text{ref} \leftarrow j}(f)$.

30

Les étapes E3 à E8 sont ensuite réitérées pour au moins une partie de l'ensemble des antennes d'origine. Les itérations sont symbolisées par l'étape d'initialisation INIT et une étape IT2 d'incrément de l'indice i des antennes d'origine $A1_i$. Une itération des étapes E3 à E8 est ainsi décrite pour une antenne d'origine $A1_i$, i compris entre 1 et M_1 .

A l'étape E3, l'émetteur EMET1 transpose l'impulsion délivrée par le récepteur sélectif de la fréquence f2 sur une fréquence porteuse f1 de la bande de fréquence dédiée aux transmissions de l'entité communicante EC1 à destination de l'entité communicante EC2.

5 L'impulsion reçue transposée sur la fréquence porteuse f1 est alors émise via l'antenne A1_i à destination de l'entité communicante destinataire.

A l'étape E4, le récepteur REC2 de l'entité communicante destinataire reçoit une réponse impulsionnelle, dite réponse impulsionnelle combinée $r_{i_comb}(t)$, sur l'ensemble
10 des antennes destinataires. Le récepteur REC2 sélectionne la réponse impulsionnelle combinée reçue sur l'antenne A2_j correspondant à un aller-retour de l'impulsion émise lors de l'étape E1. La fonction de transfert est de $r_{i_comb}(t)$ représentative de la traversée successive des premiers et deuxièmes canaux de propagation est donnée par

$$15 \quad RI_{comb}(f) = H_{2_{i \rightarrow j}}(f) \times H_{1_{ref \leftarrow j}}(f)$$

avec $H_{1_{ref \leftarrow j}}(f)$ fonction de transfert du premier canal de propagation $C1(A1_{ref} \leftarrow A2_j)$ et $H_{2_{i \rightarrow j}}(f)$ fonction de transfert du deuxième canal de propagation $C2(A1_i \rightarrow A2_j)$. Le récepteur REC2 délivre la réponse impulsionnelle combinée à l'analyseur d'impulsion
20 RTEMP2 de l'entité communicante destinataire.

A l'étape E5, l'analyseur d'impulsion RTEMP2 effectue le retournement temporel de la réponse impulsionnelle combinée. A cette fin, l'analyseur d'impulsion enregistre la réponse impulsionnelle combinée, mémorise par exemple les coefficients de la réponse
25 impulsionnelle combinée et classe les conjugués de ces derniers dans un ordre inverse de celui des coefficients de $r_{i_comb}(t)$. La fonction de transfert de la réponse impulsionnelle combinée retournée temporellement $r_{i_comb}(-t)$ est ainsi donnée par

$$30 \quad RI_{comb}(f)^* = [H_{2_{i \rightarrow j}}(f)]^* \times [H_{1_{ref \leftarrow j}}(f)]^*$$

Dans un autre exemple, l'analyseur d'impulsion analyse la réponse impulsionnelle $r_{i_comb}(t)$ par un séparateur analogique et en déduit un modèle discret de la réponse impulsionnelle combinée. L'analyseur effectue alors le retournement temporel à partir du modèle discret.

L'analyseur d'impulsion délivre alors la réponse impulsionnelle $r_{i,comb}(-t)$ à l'émetteur EMET2 de l'entité communicante destinataire.

5 A l'étape E6, l'émetteur EMET2 émet via l'antenne A_{2j} à destination de l'entité communicante d'origine, la réponse impulsionnelle combinée retournée temporellement après transposition sur la fréquence porteuse f_2 .

10 A l'étape E7, l'entité communicante d'origine reçoit la réponse impulsionnelle combinée retournée temporellement émise par l'entité communicante destinataire sur l'ensemble des antennes d'origine. Le récepteur REC1 de l'entité communicante d'origine sélectionne la réponse impulsionnelle combinée retournée temporellement reçue par l'antenne de référence $A_{1,ref}$.

15 La fonction de transfert $H_{ij}(f)$ de la réponse impulsionnelle $r_{i,comb}(-t)$ ayant traversé le premier canal de propagation $C1(ref \leftarrow j)$ est donnée par

$$H_{ij}(f) = H_{1,ref \leftarrow j}(f) \times [H_{2,i \rightarrow j}(f)]^* \times [H_{1,ref \leftarrow j}(f)]^*$$

20 Le récepteur REC1 délivre alors les coefficients de la fonction de transfert $H_{ij}(f)$, ou la réponse impulsionnelle $r_{ij}(t)$ correspondante, à la mémoire MEM1 de l'entité communicante d'origine.

25 Les étapes E1 à E8 étant réitérées pour une partie des antennes destinataires, et une itération comprenant une réitération des étapes E3 à E8 pour une partie des antennes d'origine, la mémoire MEM1 de l'entité communicante d'origine comporte un ensemble de fonctions de transfert ou de réponses impulsionnelles mémorisées. Pour des itérations effectuées sur M_1 antennes destinataires et M_2 antennes d'origine, la mémoire MEM1 comporte les fonctions de transfert $H_{ij}(f)$ pour i variant de 1 à M_1 et j variant de 1 à M_2 .

30 A l'étape E9, le pré-égaliseur PEGA1 de l'entité communicante d'origine détermine des coefficients de pré-égalisation d'un signal de données $S(t)$ comportant M_1 signaux d'antenne $[S_1(t), \dots, S_i(t), \dots, S_{M_1}(t)]$, à partir d'une combinaison des fonctions de transfert $H_{ij}(f)$ pour former un ensemble FI de M_1 filtres de pré-égalisation $FI_i(f)$, i variant de 1 à M_1 . Le signal d'antenne $S_i(t)$, émis via l'antenne A_{1i} est ainsi mis en forme par application du filtre correspondant $FI_i(f)$ donné par:

$$FI_i(f) = \sum_{j=1}^{M2} C_j H_{ij}(f).$$

Les coefficients de pondération C_j , j compris entre 1 et $M2$, sont des paramètres
 5 configurables. Ils sont déterminés en fonction de la méthode de génération d'un signal de
 données utilisée. Ces paramètres sont de plus mis à jour par exemple lors de l'extinction
 ou l'activation d'une antenne destinataire ou en fonction de l'évolution de l'état des canaux
 de propagation au cours du temps.

10 Ultérieurement à l'étape E9, le signal de données est ainsi pré-égalisé par filtrage
 de chacun des signaux d'antenne par le filtre correspondant de l'ensemble FI et émis par
 l'entité communicante EC1 à destination de l'entité communicante EC2.

Dans un mode particulier de réalisation, les étapes E3 à E8 ne sont effectuées que
 15 pour une unique antenne d'origine $A1_i$ de l'ensemble des antennes d'origine. Ce mode de
 réalisation correspond au cas où le signal de données à égaliser est le signal d'antenne
 $S_i(t)$. La mémoire MEM1 de l'entité communicante d'origine comporte $M2$ fonctions de
 transfert $H_{ij}(f)$ pour j variant de 1 à $M2$. Le pré-égaliseur PEGA1 détermine un unique
 filtre de pré-égalisation $FI_i(f)$. Le signal d'antenne $S_i(t)$, émis via l'antenne $A1_i$ est ainsi
 20 mis en forme par application du filtre correspondant $FI_i(f)$ donné par:

$$FI_i(f) = \sum_{j=1}^{M2} C_j H_{ij}(f).$$

Dans un mode particulier de réalisation, l'ensemble d'antennes destinataires ne
 25 comporte qu'une seule antenne destinataire $A2_1$. La succession des étapes E1 à E8 n'est
 mise en oeuvre que pour l'émission d'une unique impulsion par l'antenne $A2_1$ de l'entité
 communicante destinataire. Les étapes E3 à E8 sont répétées pour au moins une partie
 des antennes de l'entité communicantes d'origine.

A titre d'exemple illustratif dans lequel les étapes E3 à E8 sont répétées pour
 30 toutes les antennes d'origine, à l'étape E9, le pré-égaliseur détermine des coefficients de
 pré-égalisation en fonction de $M1$ fonctions de transfert $H_{i1}(f)$, i variant de 1 à $M1$.

L'ensemble FI de M1 filtres de pré-égalisation $FI_i(f)$ à appliquer au signal de données est donné par

$$FI=[FI_1, \dots, FI_i(f), \dots, FI_{M1}(f)] \text{ avec}$$

$$FI_i(f) = H_{i1}(f).$$

5 Dans un mode particulier de réalisation, l'ensemble d'antennes d'origine ne comporte qu'une seule antenne d'origine $A1_1$. Le signal de données ne comporte alors qu'un signal d'antenne $S_1(t)$ émis par l'unique antenne $A1_1$ et l'antenne de référence est l'antenne d'origine $A1_1$. Les étapes E3 à E8 ne sont alors effectuées que pour cette unique antenne $A1_1$ de l'entité communicante d'origine.

10 A titre d'exemple illustratif dans lequel les étapes E1 à E8 sont réitérées pour toutes les antennes destinataires, à l'étape E9, M2 fonctions de transfert H_{1j} , j variant de 1 à M2, sont disponibles. Le pré-égaliseur détermine un unique filtre de pré-égalisation $FI_1(f)$ appliqué au signal de données partir de M2 coefficients C_j tel que

$$FI_1(f) = \sum_{j=1}^{M2} C_j H_{1j}(f).$$

15

Dans un mode particulier de réalisation, l'ensemble d'antennes d'origine ne comporte qu'une seule antenne d'origine $A1_1$ et l'ensemble d'antennes destinataires ne comporte qu'une seule antenne destinataire $A2_1$. Le signal de données ne comporte alors qu'un signal d'antenne $S_1(t)$ émis par l'unique antenne $A1_1$ et l'antenne de référence de l'entité d'origine est l'antenne $A1_1$. A l'étape E9, La fonction de transfert H_{11} détermine un unique filtre de pré-égalisation $FI_1(f)$ donné par

$$FI_1(f) = H_{11}(f).$$

25 Dans un mode particulier de réalisation, l'entité communicante d'origine comportant M1 antennes d'origine et l'entité communicante destinataire comportant M2 antennes destinataires, l'étape E9 de détermination des coefficients de pré-égalisation du signal de données comportant M1 signaux d'antenne est mise en œuvre après itération des étapes E1 à E8 sans itération intermédiaire des étapes E3 à E8. Une itération des étapes E1 à E9 est alors effectuée pour tous les couples d'antenne d'origine et destinataire ($A1_i$,
30 $A2_j$), i variant de 1 à M1 et j variant de 1 à M2.

Dans les différents modes de réalisations présentés, les boucles d'itérations sont effectuées sur une partie des antennes destinataires et une partie des antennes d'origine. Le nombre d'antennes et le choix des antennes sont des paramètres configurables du procédé. Ils sont déterminés par exemple en fonction de caractéristiques des antennes.

5

Le procédé peut également être mise en œuvre pour une transmission bidirectionnelle. Dans ce mode particulier de réalisation, le procédé est mis en œuvre dans le sens montant et le sens descendant de telle sorte que l'émission d'une impulsion par une antenne et d'un signal d'antenne par une entité communicante ne soient pas effectuées simultanément afin d'assurer le traitement de réponses impulsionnelles représentatives de la traversée d'un ou plusieurs canaux de propagation.

10

L'invention décrite ici concerne un dispositif pour la pré-égalisation d'un signal de données mise en œuvre dans une entité communicante d'origine. En conséquence, l'invention s'applique également à un programme d'ordinateur, notamment un programme d'ordinateur sur ou dans un support d'enregistrement d'informations, adapté à mettre en œuvre l'invention. Ce programme peut utiliser n'importe quel langage de programmation, et être sous la forme de code source, code objet, ou de code intermédiaire entre code source et code objet tel que dans une forme partiellement compilée, ou dans n'importe quelle autre forme souhaitable pour implémenter celles des étapes du procédé selon l'invention mises en œuvre dans l'entité communicante d'origine.

15

20

L'invention décrite ici concerne également un dispositif pour la pré-égalisation d'un signal de données mise en œuvre dans une entité communicante destinataire. En conséquence, l'invention s'applique également à un programme d'ordinateur, notamment un programme d'ordinateur sur ou dans un support d'enregistrement d'informations, adapté à mettre en œuvre l'invention. Ce programme peut utiliser n'importe quel langage de programmation, et être sous la forme de code source, code objet, ou de code intermédiaire entre code source et code objet tel que dans une forme partiellement compilée, ou dans n'importe quelle autre forme souhaitable pour implémenter celles des étapes du procédé selon l'invention mises en œuvre dans l'entité communicante destinataire.

25

30

Revendications

- 1- Procédé de pré-égalisation d'un signal de données transmis en duplexage en fréquence (FDD) par une entité communicante d'origine (EC1) comportant un ensemble d'antennes d'origine ($A_{1_1}, \dots, A_{1_{M1}}$), à destination d'une entité communicante destinataire (EC2) comportant un ensemble d'antennes destinataires ($A_{2_1}, \dots, A_{2_{M2}}$), caractérisé en ce qu'il comporte
- une étape d'émission (E1) d'une impulsion par une antenne destinataire (A_{2_j}) à destination de l'entité communicante d'origine,
 - une étape itérative de parcours de ladite impulsion comportant
 - une sous-étape d'émission (E3) par une antenne d'origine (A_{1_i}) à destination de l'entité communicante destinataire de ladite impulsion reçue par une antenne de référence ($A_{1_{ref}}$) de l'ensemble d'antennes d'origine,
 - une sous-étape (E5) de retournement temporel par l'entité communicante destinataire de la réponse impulsionnelle combinée représentative de la traversée successive de ladite impulsion au travers d'un premier canal de propagation entre l'antenne destinataire et l'antenne de référence et d'un deuxième canal de propagation entre l'antenne d'origine et l'antenne destinataire,
 - une sous-étape d'émission (E6) par l'antenne destinataire à destination de l'entité communicante d'origine de ladite réponse impulsionnelle combinée retournée temporellement,ladite étape itérative de parcours de ladite impulsion étant réitérée pour au moins une partie de l'ensemble des antennes d'origine,
- lesdites étapes d'émission d'une impulsion par une antenne destinataire et étape itérative de parcours de ladite impulsion étant réitérées pour au moins une partie de l'ensemble des antennes destinataires,
- une étape de détermination (E9) de coefficients de pré-égalisation du signal de données à partir d'une combinaison d'un ensemble de réponses impulsionnelles combinées retournées temporellement reçues par l'entité communicante d'origine.

5 2- Procédé selon la revendication 1, dans lequel la sous-étape d'émission de l'impulsion reçue comporte au préalable une sélection (E2) de l'antenne de référence en fonction d'un ensemble d'impulsions reçues par l'ensemble d'antennes d'origine.

10 3- Procédé selon la revendication 2, dans lequel la sélection de l'antenne de référence est réalisée en fonction de l'énergie des impulsions de l'ensemble des impulsions reçues par l'ensemble des antennes d'origine.

15 4- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel les coefficients de pré-égalisation du signal de données sont déterminés à partir d'une combinaison d'un ensemble de réponses impulsionnelles combinées retournées temporellement reçues par l'antenne de référence de l'entité communicante d'origine.

20 5- Dispositif pour la pré-égalisation d'un signal de données pour une entité communicante (EC1), dite entité communicante d'origine, comportant un ensemble d'antennes d'origine ($A_{1,1}, \dots, A_{1,M1}$), ladite entité communicante d'origine étant apte à transmettre en duplexage en fréquence (FDD) ledit signal à destination d'une entité communicante destinataire (EC2) comportant un ensemble d'antennes destinataires ($A_{2,1}, \dots, A_{2,M2}$),

25 ledit dispositif étant caractérisé en ce qu'il comporte

- des moyens de réception (SEL1) d'une impulsion émise par une antenne destinataire ($A_{2,j}$),

- des moyens d'émission (EMET1) par une antenne d'origine ($A_{1,i}$) de l'impulsion reçue à destination de l'entité communicante destinataire,

30 - des moyens de réception (REC1) d'une réponse impulsionnelle combinée, représentative d'une traversée successive de la dite impulsion émise au travers d'un premier canal de propagation entre l'antenne destinataire et une antenne de référence ($A_{1,ref}$) de l'ensemble d'antennes d'origine et d'un deuxième

canal de propagation entre l'antenne d'origine (A_{1_i}) et l'antenne destinataire, retournée temporellement,

- des moyens de détermination (PEGA1) de coefficients de pré-égalisation du signal de données à partir d'une combinaison d'un ensemble de réponses impulsionnelles combinées retournées temporellement reçues,

les moyens d'émission et réception étant mis en œuvre itérativement pour au moins une partie de l'ensemble des antennes destinataires et au moins une partie de l'ensemble d'antennes d'origine.

6- Dispositif pour la pré-égalisation d'un signal de données pour une entité communicante (EC2), dite entité communicante destinataire, comportant un ensemble d'antennes destinataires ($A_{2_1}, \dots, A_{2_{M_2}}$), ladite entité communicante destinataire étant apte à recevoir ledit signal de données transmis en duplexage en fréquence (FDD) par une entité communicante origine (EC1) comportant un ensemble d'antennes d'origine ($A_{1_1}, \dots, A_{1_{M_1}}$),

ledit dispositif étant caractérisé en ce qu'il comporte

- des moyens d'émission (GI2) par une antenne destinataire (A_{2_j}) d'une impulsion à destination de l'entité communicante d'origine,

- des moyens de réception (REC2) d'une réponse impulsionnelle combinée représentative d'une traversée successive de la dite impulsion au travers d'un premier canal de propagation entre l'antenne destinataire et une antenne de référence ($A_{1_{ref}}$) de l'ensemble d'antennes d'origine et un deuxième canal de propagation entre une antenne d'origine (A_{1_i}) et l'antenne destinataire,

- des moyens de retournement temporel (RTEMP2) de la réponse impulsionnelle combinée,

- des moyens d'émission (EMET2) de ladite réponse impulsionnelle combinée retournée temporellement,

les moyens d'émission, de réception et de retournement temporel étant mis en œuvre itérativement pour au moins une partie de l'ensemble des antennes destinataires et au moins une partie de l'ensemble des antennes d'origine.

7- Entité communicante d'un système de communication radio comportant au moins un dispositif selon la revendication 5 ou 6.

8- Système de communication radio comprenant au moins deux entités communicantes selon la revendication 7.

5 9- Programme d'ordinateur pour une entité communicante, dite entité communicante d'origine, comprenant les instructions logicielles pour commander la mise en œuvre par ladite entité de celles des étapes du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 qui sont mises en œuvre par l'entité communicante d'origine lorsque le programme est exécuté par l'entité communicante d'origine.

10

10- Programme d'ordinateur pour une entité communicante, dite entité communicante destinataire, comprenant les instructions logicielles pour commander la mise en œuvre par ladite entité de celles des étapes du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 qui sont mises en œuvre par l'entité communicante destinataire lorsque le programme est exécuté par l'entité communicante destinataire.

15

20

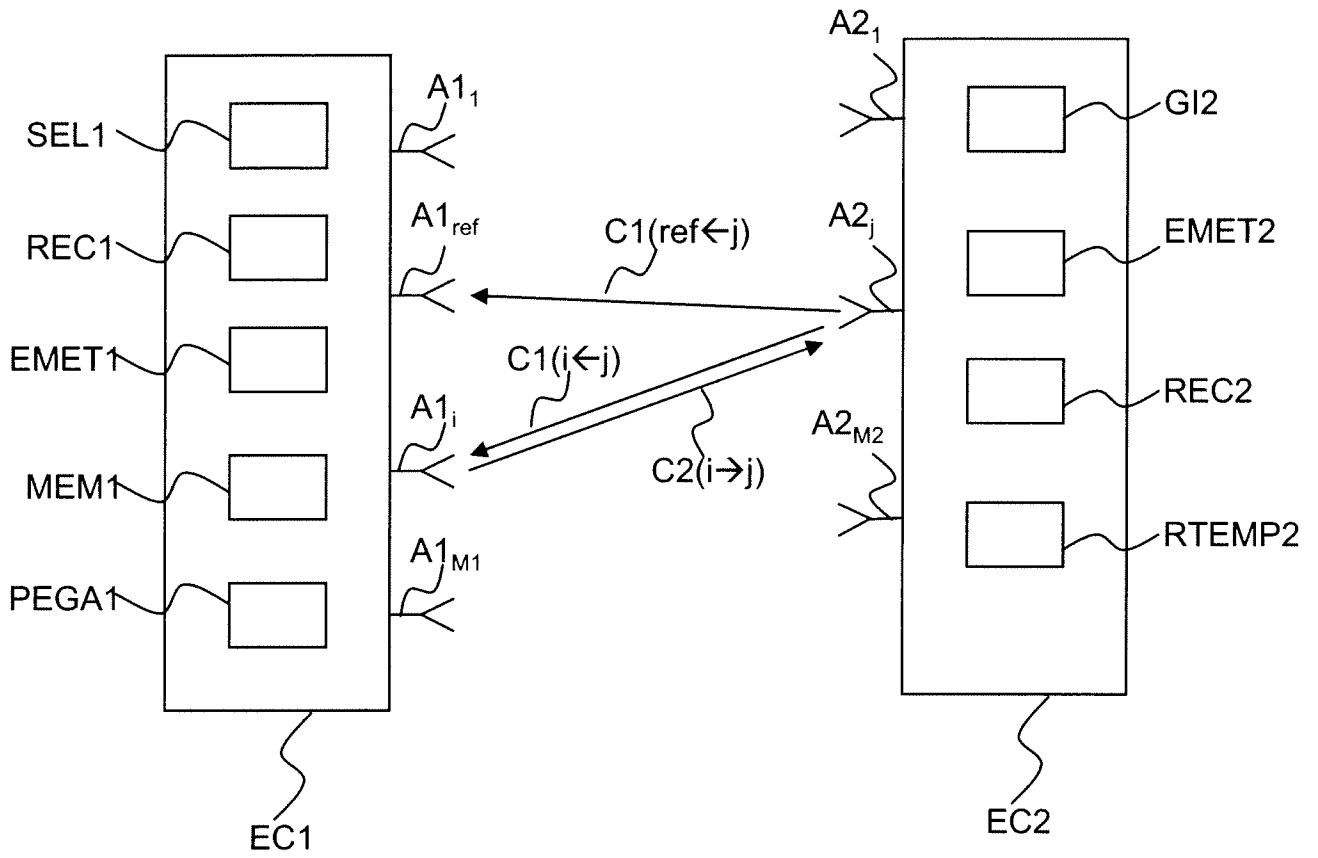


Figure 1

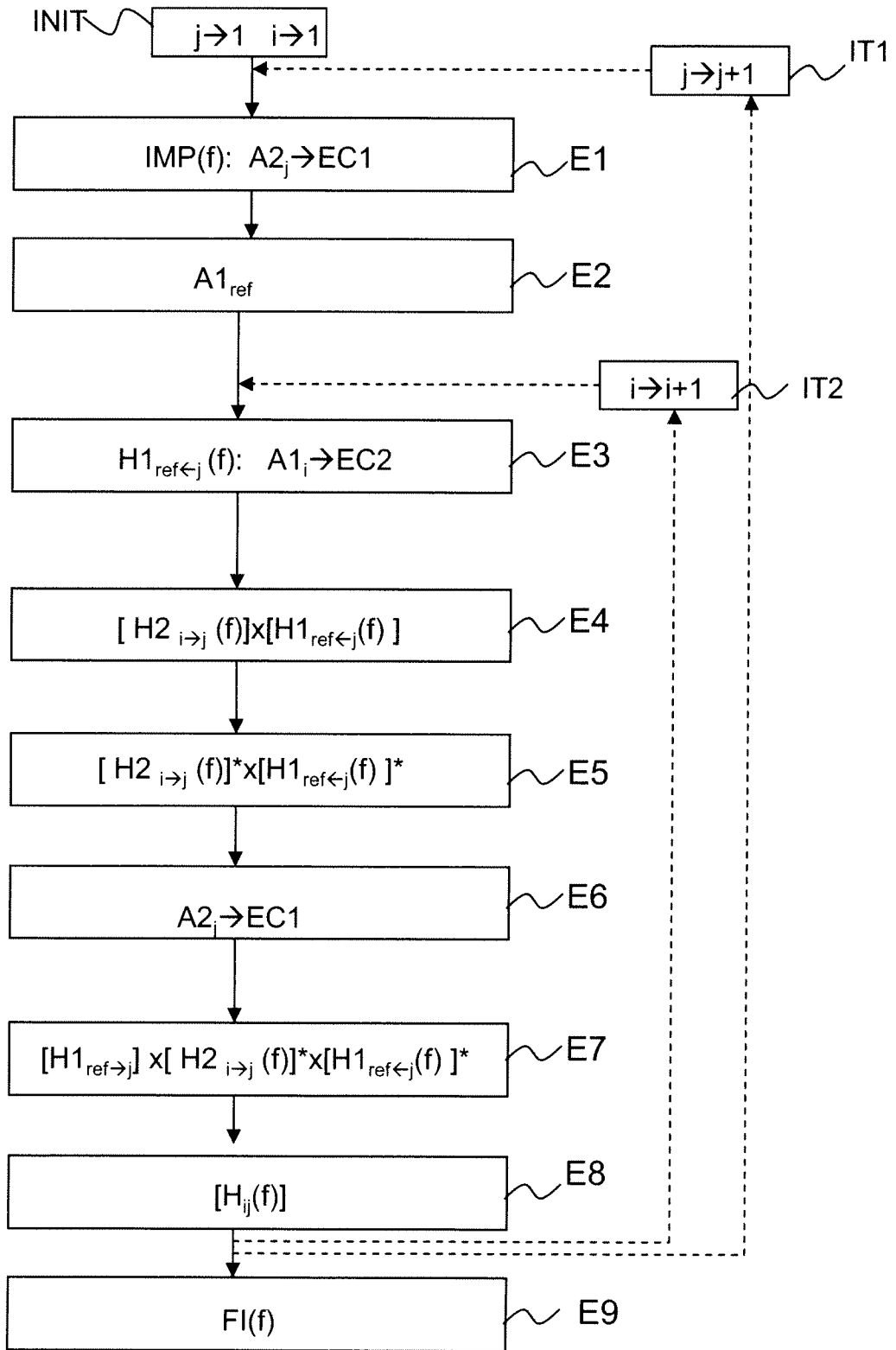


Figure 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2008/052377

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H04L25/03 H04L25/02 H04B7/06 H04B7/04 H04L1/00
H04L1/06

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, INSPEC, COMPENDEX, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2007/103085 A (INTERDIGITAL TECH CORP [US]; KOO CHANG-SOO [US]; CHANDRA ARTY [US]; WA) 13 September 2007 (2007-09-13) abstract; claims 1,8; figures 3,4A,4B paragraph [0003] paragraph [0012] - paragraph [0013] paragraph [0025] - paragraph [0026] paragraph [0034] - paragraph [0038] paragraph [0059] - paragraph [0060] paragraph [0080] - paragraph [0083] paragraph [0092] - paragraph [0094]	1-10
A	EP 0 936 781 A (CIT ALCATEL [FR]) 18 August 1999 (1999-08-18) abstract; figures 6,7 paragraph [0004] - paragraph [0007] paragraph [0016] - paragraph [0019] paragraph [0022] - paragraph [0026]	1-10

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 <p style="text-align: center;">11 juin 2009</p>	Date of mailing of the international search report <p style="text-align: center;">18/06/2009</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------

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 <p style="text-align: center;">Faber, Thomas</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2008/052377

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2007/099571 A1 (WITHERS LANGHORNE P JR [US] ET AL) 3 May 2007 (2007-05-03) abstract; claim 1; figures 2A,2B,2C,3,4,7 paragraph [0003] paragraph [0006] paragraph [0009] paragraph [0032] paragraph [0044] - paragraph [0046] paragraph [0050] - paragraph [0058] paragraph [0084] - paragraph [0088] paragraph [0097] - paragraph [0101]	1-10
A	CHRISTOPHERSEN N ET AL: "Blind MIMO Eigenmode Transmission Based on the Algebraic Power Method" IEEE TRANSACTIONS ON SIGNAL PROCESSING, vol. 52, no. 9, 1 September 2004 (2004-09-01), pages 2424-2431, XP011116519 IEEE SERVICE CENTER, NEW YORK, NY, US ISSN: 1053-587X abstract chapitres I, II	1-10
A	ROBERT C QIU: "A Theory of Time-Reversed Impulse Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) for Ultra-Wideband (UWB) Communications" IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ULTRA-WIDEBAND, 1 September 2006 (2006-09-01), pages 587-592, XP031007200 IEEE, PI ISBN: 978-1-4244-0101-7 abstract chapitres I, II.A, II.B	1-10
A	DAHL T ET AL: "Blind beamforming in frequency division duplex MISO systems based on time reversal mirrors" IEEE WORKSHOP ON SIGNAL PROCESSING ADVANCES IN WIRELESS COMMUNICATIONS, 2 June 2005 (2005-06-02), pages 640-644, XP010834538 PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE ISBN: 978-0-7803-8867-3 cited in the application abstract chapitres 1, 2.1, 2.2, 4	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2008/052377

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2007103085	A	13-09-2007	AR 059704 A1	23-04-2008
EP 0936781	A	18-08-1999	AU 1635999 A	02-09-1999
			CA 2260282 A1	16-08-1999
			CN 1234669 A	10-11-1999
			JP 2000068905 A	03-03-2000
			US 6285859 B1	04-09-2001
US 2007099571	A1	03-05-2007	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2008/052377

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H04L25/03 H04L25/02 H04B7/06 H04B7/04 H04L1/00 H04L1/06		
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, INSPEC, COMPENDEX, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 2007/103085 A (INTERDIGITAL TECH CORP [US]; KOO CHANG-SOO [US]; CHANDRA ARTY [US]; WA) 13 septembre 2007 (2007-09-13) abrégé; revendications 1,8; figures 3,4A,4B alinéa [0003] alinéa [0012] - alinéa [0013] alinéa [0025] - alinéa [0026] alinéa [0034] - alinéa [0038] alinéa [0059] - alinéa [0060] alinéa [0080] - alinéa [0083] alinéa [0092] - alinéa [0094]	1-10
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents		
<input checked="" type="checkbox"/> 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 11 juin 2009		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 18/06/2009
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 Faber, Thomas

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>EP 0 936 781 A (CIT ALCATEL [FR]) 18 août 1999 (1999-08-18) abrégé; figures 6,7 alinéa [0004] - alinéa [0007] alinéa [0016] - alinéa [0019] alinéa [0022] - alinéa [0026]</p>	1-10
A	<p>US 2007/099571 A1 (WITHERS LANGHORNE P JR [US] ET AL) 3 mai 2007 (2007-05-03) abrégé; revendication 1; figures 2A,2B,2C,3,4,7 alinéa [0003] alinéa [0006] alinéa [0009] alinéa [0032] alinéa [0044] - alinéa [0046] alinéa [0050] - alinéa [0058] alinéa [0084] - alinéa [0088] alinéa [0097] - alinéa [0101]</p>	1-10
A	<p>CHRISTOPHERSEN N ET AL: "Blind MIMO Eigenmode Transmission Based on the Algebraic Power Method" IEEE TRANSACTIONS ON SIGNAL PROCESSING, vol. 52, no. 9, 1 septembre 2004 (2004-09-01), pages 2424-2431, XP011116519 IEEE SERVICE CENTER, NEW YORK, NY, US ISSN: 1053-587X abrégé chapitres I, II</p>	1-10
A	<p>ROBERT C QIU: "A Theory of Time-Reversed Impulse Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) for Ultra-Wideband (UWB) Communications" IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ULTRA-WIDEBAND, 1 septembre 2006 (2006-09-01), pages 587-592, XP031007200 IEEE, PI ISBN: 978-1-4244-0101-7 abrégé chapitres I, II.A, II.B</p>	1-10

-/--

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>DAHL T ET AL: "Blind beamforming in frequency division duplex MISO systems based on time reversal mirrors" IEEE WORKSHOP ON SIGNAL PROCESSING ADVANCES IN WIRELESS COMMUNICATIONS, 2 juin 2005 (2005-06-02), pages 640-644, XP010834538 PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE ISBN: 978-0-7803-8867-3 cité dans la demande abrégé chapitres 1, 2.1, 2.2, 4 -----</p>	1-10

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale n°

PCT/FR2008/052377

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2007103085 A	13-09-2007	AR 059704 A1	23-04-2008
EP 0936781 A	18-08-1999	AU 1635999 A	02-09-1999
		CA 2260282 A1	16-08-1999
		CN 1234669 A	10-11-1999
		JP 2000068905 A	03-03-2000
		US 6285859 B1	04-09-2001
US 2007099571 A1	03-05-2007	AUCUN	