(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
30 août 2012 (30.08.2012)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2012/114044 A2

(51) Classification internationale des brevets :
H04L 5/00 (2006.01) *H04L 12/18* (2006.01)
H04B 3/54 (2006.01) *H04W 4/06* (2009.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2012/050375

(22) Date de dépôt international :
22 février 2012 (22.02.2012)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1151564 25 février 2011 (25.02.2011) FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **FRANCE TELECOM** [FR/FR]; 78 Rue Olivier de Serres, F-75015 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants *(pour US seulement)* : **ACHAICHIA, Pierre** [FR/FR]; 5, rue Paul Bert, F-35000 Rennes (FR). **SIOHAN, Pierre** [FR/FR]; 35, rue Maurice Hay, F-35200 Rennes (FR). **LE BOT, Marie** [FR/FR]; 22, rue Sophie Michel, F-35700 Rennes (FR).

(74) Mandataire : **FRANCE TELECOM R&D/PIV/BREVETS**; JEUNE Pascale, 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, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD FOR GROUPING STATIONS TOGETHER IN ORDER TO OPTIMIZE THE BROADCAST OF A BROADCAST/MULTICAST STREAM

(54) Titre : PROCEDE DE REGROUPEMENT DE STATIONS POUR OPTIMISER LA DIFFUSION D'UN FLUX BROADCAST/MULTICAST

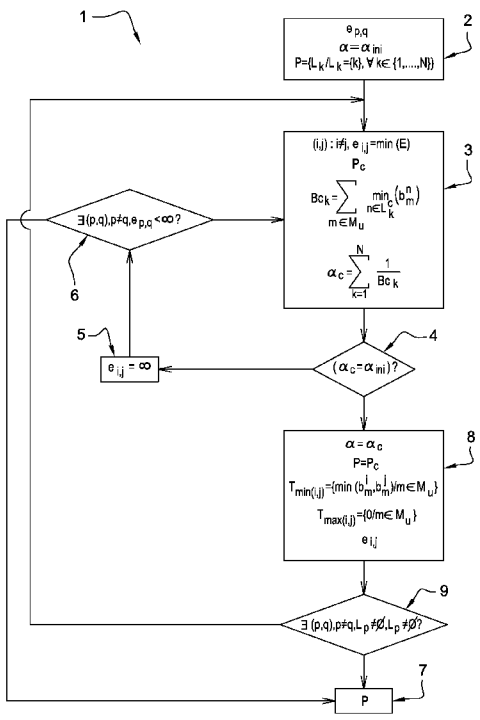


Fig. 4

(57) Abstract : The present invention relates to a method for transmitting at least one data stream from a station to N receiving stations, wherein N≥2. The stations, which are connected together via links, belong to a single logic network and, during transmission, implement multi-carrier modulation, each link between the station and one of the N receiving stations being associated with a table containing orders of constellations associated with the sub-carriers, respectively, said orders being determined according to one or more quality criteria of the link, said method consisting of: grouping the N stations into K groups, wherein K≥1, according to a similarity criterion between tables, and determining a common table per group; transmitting, via the station and to the K groups, respectively, a stream in the form of K streams by distributing the stream data over the sub-carriers according to the common table of the group.

(57) Abrégé : La présente invention se rapporte à un procédé de transmission d'au moins un flux de données d'une station à N stations destinataires, N≥2, les stations, reliées entre elles par des liens, appartiennent à un même réseau logique et mettent en oeuvre lors de la transmission une modulation multi porteuse,

[Suite sur la page suivante]

WO 2012/114044 A2

UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv))*

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2.g))*

chaque lien entre la station et une des N stations destinataires étant associé à une table contenant des ordres de constellations associés respectivement aux sous porteuses, ces ordres étant déterminés selon un ou plusieurs critères de qualité du lien, ledit procédé consistant : à regrouper les N stations en K groupes, K≥1, selon un critère de similarité entre tables et à déterminer, par groupe, une table commune; à transmettre un flux par la station, sous forme de K flux vers respectivement les K groupes en répartissant les données du flux sur les sous porteuses selon la table commune du groupe.

Procédé de regroupement de stations pour optimiser la diffusion d'un flux broadcast/multicast

Domaine de l'invention

La présente invention se rapporte au domaine des télécommunications. Au sein de ce domaine, l'invention se rapporte plus particulièrement aux techniques mises en œuvre par une station pour la transmission d'un flux vers plusieurs stations de son réseau logique. Le réseau logique est l'ensemble des stations associées, i.e. qui peuvent échanger des données (utiles) entre elles, indépendamment du support physique. Les réseaux peuvent être filaires ou sans fil. La notion de flux correspond à une séquence de données ayant une adresse source, une adresse destination sachant qu'une même séquence de données doit être transmise vers un ou plusieurs destinataires.

Lorqu'une station doit transmettre un flux destiné à une seule station du réseau, celui-ci est diffusé selon un mode unicast illustré par la figure 1a. Ce mode implique qu'une trame appartenant à ce flux possède une adresse de destination appartenant à une seule station. Lorsqu'une station doit diffuser un même flux vers plusieurs stations du réseau, la diffusion peut être effectuée selon un mode multicast illustré par la figure 1b ou selon un mode broadcast illustré par la figure 1c.

Dans un réseau filaire avec un support dédié à la transmission, le canal peut être considéré comme idéal sur chaque lien, par conséquent il n'est pas nécessaire d'adapter le signal transmis au lien physique qui le supporte. La diffusion d'un flux destiné à plusieurs destinataires peut être effectuée selon un mode multicast en définissant une adresse de destination commune pour toutes les stations destinataires. Dans le cas d'un réseau Ethernet où le signal est transmis en bande de base, le mode de diffusion "Broadcast" (qui correspond à un mode Multicast où toutes les stations sont destinataires), est réalisé en forçant à 1 tous les bits composant l'adresse MAC (Media Access Control) de destination (adresse FF :FF :FF :FF :FF :FF).

Dans un réseau filaire partagé entre différents types de signaux transmis, par exemple un réseau électrique qui transporte des signaux électriques d'alimentation et des signaux de télécommunication, le canal de transmission des signaux de télécommunications s'éloigne d'un canal idéal. Ainsi, le canal CPL, acronymes de Courant Porteur en Ligne (ou selon la terminologie anglo-saxonne Power Line Telecommunication, PLT), induit des effets similaires à ceux rencontrés dans un canal aérien. En particulier, le canal CPL, comme le canal aérien, peut conduire à des trajets multiples lors de la transmission. L'effet multi trajets rencontré avec le canal CPL tient son origine dans les désadaptations d'impédances aux niveaux des terminaisons du réseau électrique qui provoquent des réflexions du signal.

Les canaux multi-trajets, dans un contexte sans-fil ou filaire, provoquent un étalement en temps de l'énergie reçue. Cette caractéristique se traduit par des évanouissements (fading selon la

terminologie anglo-saxonne) du canal localisés en fréquence, d'autant plus nombreux que l'étalement en temps de la réponse impulsionnelle du canal est grand.

En outre, la dynamique du signal reçu peut être très importante, en particulier dans le contexte des réseaux sans fil où la puissance des ondes radioélectriques décroît en $1/d^2$, d étant la distance séparant l'émetteur du récepteur. Cette perte d'énergie peut également se retrouver dans certains types de réseaux filaires, tels que les réseaux CPL où le support de la transmission n'est autre que le réseau électrique, dont la fonction première n'est pas d'assurer le transfert de données par des modulations larges bandes. Comme dans les réseaux sans-fil, la puissance du signal reçu au niveau d'une station d'un réseau CPL dépend en grande partie de la distance la séparant de l'émetteur et de la fréquence du signal transmis. Spécifiquement aux réseaux CPL, le fait que deux stations appartiennent au même circuit électrique ou à deux circuits électriques différents est aussi un facteur influant fortement sur la qualité du lien les séparant.

Pour lutter contre les évanouissements fréquentiels du canal propres au canaux multi-trajets, il est connu d'utiliser des modulations multi porteuses telles que l'OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) qui sont particulièrement adaptées pour différentes raisons.

D'une part, elles permettent de limiter l'influence des interférences entre symboles en utilisant une période symbole bien plus longue que l'étalement en temps de la réponse impulsionnelle. Dans les cas où la modulation OFDM est couplée à un préfixe cyclique, modulation désignée parfois par les acronymes CP-OFDM, elle peut permettre d'annuler cette interférence entre symboles.

D'autre part, sur la bande (étroite) occupée par une sous-porteuse donnée, il est raisonnable de faire l'hypothèse d'un canal plat en fréquence ce qui permet d'utiliser à la réception un simple égaliseur Zero-Forcing.

Plusieurs normes de télécommunication incluent une modulation OFDM. Pour exemples, dans le cas des réseaux sans-fil, on peut citer les normes DAB, DVB-T, certaines normes de la famille IEEE 802.11, dans le cas des réseaux filaires, on peut citer l'ADSL ou les CPL.

Par ailleurs, dans l'hypothèse où le canal est connu de l'émetteur, les modulations multi porteuses permettent d'adapter le signal émis au canal en présence. En effet, les sous-porteuses pouvant être modulées de manière indépendante, il est possible d'adapter la quantité d'information transmise par sous-porteuse, en sélectionnant une constellation par sous-porteuse avec un ordre plus ou moins grand en fonction de l'atténuation propre au sous-canal correspondant à cette sous-porteuse. Cette technique, connue sous la terminologie anglo-saxonne bit-loading, permet de s'approcher au mieux de la capacité de transmission que peut théoriquement supporter le lien. Ainsi, une station émettrice possède pour chacun de ses liens, illustrés par la figure 2, une table de constellations connue sous la terminologie anglo-saxonne Tone Map, $\mathbb{T}_n$, qui indique pour chaque sous-porteuse la constellation (sous entendu l'ordre associé) à utiliser. La sélection de la constellation en fonction de l'atténuation du sous-canal nécessite donc une voie de retour pour que le récepteur rende compte à l'émetteur de la qualité du canal. Pour être efficace, un algorithme de bit-loading nécessite un canal quasi-statique. Ce

type de canal existant dans les réseaux ADSL ou CPL, l'utilisation d'une technique de bit-loading y est donc particulièrement adaptée. Lors de la transmission d'un flux, les données de ce flux sont mappées selon les indications contenues dans la table de constellations du lien considéré afin d'exploiter au mieux sa capacité de transmission. La détermination de la constellation à appliquer à la sous-porteuse m s'appuie sur la formule bien connue de la capacité :

$$C_m = \log_2(1+\frac{SINR(m)}{\Gamma}) \quad (1)$$

où le terme SINR(m) correspond au rapport signal à bruit plus interférences et Γ est la marge sur le SINR ("SINR gap"), définie pour un taux d'erreur symbole (SER) par [1] :

$$\Gamma = \frac{1}{3}\left[Q^{-1}\left(\frac{SER}{4}\right)\right]^2 \quad (2)$$

où $Q^{-1}(x)$ est la fonction inverse de Marcum, avec $Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_x^{\infty} e^{-\left(\frac{t^2}{2}\right)}$. Une sous-porteuse ne pouvant transmettre qu'un nombre entier de bits, il est nécessaire de définir un nombre b_m de bits par porteuse qui soit un nombre entier :

$$b_m = \begin{cases} \lfloor C_m \rfloor & si \ \lfloor C_m \rfloor \in \mathbb{E}_{const} \\ \lfloor C_m \rfloor - d & si \ \lfloor C_m \rfloor \notin \mathbb{E}_{const} \\ & et \ \lfloor C_m \rfloor < b_{\max} \\ b_{\max} & si \ \lfloor C_m \rfloor > b_{\max} \end{cases} \quad (3)$$

où $\lfloor a \rfloor$ est égal au plus grand nombre entier immédiatement inférieur à a, $\mathbb{E}_{const}$ est l'ensemble fini contenant les quantités de bits associés aux différentes constellations utilisées par le système, d est la différence entre $\lfloor C_m \rfloor$ et l'élément immédiatement inférieur contenu dans $\mathbb{E}_{const}$ et $b_{\max}$ est le plus grand élément de $\mathbb{E}_{const}$.

Ainsi, pour un système multi porteuses comportant M_u sous-porteuses utiles dont les indices sont classés dans un ensemble $\mathbb{M}_u$ et en supposant que tous les canaux peuvent utiliser les mêmes modulations, la table $\mathbb{T}_n$ des constellations ou « tone map » adaptée au canal n est définie par :

$$\mathbb{T}_n = \{b_m / m \in \mathbb{M}_u\}. \quad (4)$$

Pour chaque sous-porteuse m l'ordre de constellation dépend donc de la qualité du canal déterminée selon les relations (1) (2) pour un taux d'erreur symbole et une puissance du signal émis qui permet d'atteindre le SINR. Cet ordre est un maximum pour la qualité donnée du canal, il est bien entendu qu'une constellation avec un ordre inférieur peut être utilisée mais au détriment du débit.

Art antérieur

Lorsqu'une station passerelle entre deux réseaux de technologies différentes doit transmettre un même flux de données provenant du premier réseau à destination de plusieurs stations du second réseau, le mode de diffusion peut être défini dans un standard. Ainsi, les spécifications HPAV [2] et la récente norme IEEE P1901 [3] recommandent la duplication du flux multicast en N flux unicast, N

étant le nombre de stations destinataires. En particulier, lorsqu'une station passerelle CPL (conforme par exemple aux spécifications HPAV) capte un flux de données diffusé en broadcast, au niveau de son interface Ethernet, elle se doit de le transmettre sur son interface relié au réseau électrique vers toutes les stations du réseau logique auquel elle appartient. Pour transmettre le flux, la station passerelle CPL duplique ce flux autant de fois qu'il y a de stations à joindre et multiplexe en temps ces N flux unicast en respectant la table des constellations $\mathbb{T}_n$ définie exclusivement pour chaque lien n. La ressource étant partagée en temps entre les différents utilisateurs, il apparaît que ce procédé n'est pas optimal et qu'il réduit notablement la capacité globale du réseau. Cette limitation et cette dégradation du réseau sont particulièrement dommageables dans le cas classique de la diffusion d'un flux vidéo en broadcast vers plusieurs stations d'un réseau CPL.

Exposé de l'invention

L'invention propose d'améliorer l'occupation de la ressource temporelle par un flux devant être transmis par une station vers plusieurs stations destinataires.

Ainsi, l'invention a pour objet un procédé de transmission d'un flux de données d'une première station à N stations destinataires, N≥2, les stations, reliées entre elles par des liens, appartenant à un même réseau logique et mettant en œuvre lors de la transmission une modulation multi porteuse, chaque lien entre la première station et une des N stations destinataires étant associé à une table contenant des ordres de constellations associés respectivement aux sous porteuses, ces ordres étant déterminés selon au moins un critère de qualité du lien.

Le procédé comprend les étapes qui consistent :

- à regrouper les N stations destinataires en K groupes, K≥1, selon un critère de similarité entre tables et à déterminer, par groupe, une table commune,
- à transmettre le flux par la première station sous forme de K flux vers respectivement les K groupes en utilisant pour chacun des K groupes la table commune du groupe pour répartir les données du flux sur les sous porteuses.

Lorsqu'un flux doit être transmis vers plusieurs stations, ce qui se traduit typiquement dans le cas d'un flux diffusé en mode broadcast par un réseau Ethernet par une adresse de destination FF :FF :FF :FF :FF :FF dans l'entête de la trame Ethernet entrante à la première station, la première station procède selon l'invention à une répartition des différentes stations à joindre en sous-groupes de multicast, en créant des tables de constellations propres respectivement à ces sous-groupes.

Ainsi, au lieu de transmettre N flux unicast selon des techniques connues, l'invention permet de ne transmettre que K flux multicast, K < N. Par conséquent, l'invention permet d'économiser la ressource temporelle et, par suite, d'améliorer l'efficacité de la transmission et d'optimiser l'utilisation de la capacité des liens.

Selon un mode de réalisation de l'invention, le regroupement est effectué de manière itérative, en utilisant à chaque itération une mesure de distance entre les tables.

Pour un ensemble $\{1,...,N\}$, il existe $\max(C_N^P \times C_{N-P}^{Q-P}, C_N^Q \times C_{N-Q}^{P-Q})$ partitions ayant pour forme : {1,...,P}, {P + 1,...,Q}, {Q + 1,..., N}. Un procédé itératif selon l'invention permet de converger rapidement vers une solution de partitionnement s'approchant d'une solution optimale, en basant la décision de regroupement en sous-groupes sur une mesure de distance entre les tables. La table commune à un sous-groupe est définie en prenant pour chaque sous porteuse m, la modulation la plus robuste, i.e. au nombre d'états le plus faible, contenue dans les tables adaptées aux liens appartenant à ce sous-groupe.

Selon un mode de réalisation de l'invention, la mesure de distance repose sur la détermination de la somme de la différence absolue de nombre de bits transportés par sous porteuse entre deux tables.

Cette mesure a pour avantage d'être peu complexe et donc facile à mettre en œuvre.

Selon un mode de réalisation de l'invention, la mesure de distance repose sur la détermination de la somme de la différence absolue du nombre de bits transportés par sous porteuse entre deux tables pondérée par une détermination d'une intersection entre les deux tables.

Cette mesure a pour avantage d'être plus pertinente que la précédente mesure pour atteindre un objectif de réduction d'un paramètre α d'évaluation de l'occupation en temps d'un bit d'information.

L'invention a en outre pour objet une station destinée à un réseau logique de télécommunication comprenant la station et N stations destinataires reliées à la station par des liens, apte à diffuser au moins un flux de données vers les N stations destinataires, N≥2.

La station comprend :

- des moyens pour une transmission selon une modulation multi porteuse,
- des moyens pour déterminer par lien une table contenant des ordres de constellations associés respectivement aux sous porteuses, ces ordres étant déterminés selon au moins un critère de qualité du lien,
- des moyens pour regrouper les N stations en K groupes, K≥1, selon un critère de similarité entre tables et pour déterminer, par groupe, une table commune,
- des moyens pour transmettre un flux par la station, sous forme de K flux vers respectivement les K groupes en répartissant les données du flux sur les sous porteuses selon la table commune du groupe.

Les moyens de la station sont adaptés pour mettre en œuvre le procédé de transmission selon l'invention.

L'invention a en outre pour objet un système de télécommunication comprenant une station selon un précédent objet et N stations destinataires reliées à la station par des liens logiques.

Selon une implémentation préférée, les étapes du procédé de transmission d'au moins un flux de données d'une première station à N stations destinataires, N≥2, sont déterminées par les instructions d'un programme de transmission incorporé dans un circuit électronique telle une puce elle-même pouvant être disposée dans un dispositif électronique tel un émetteur. Le procédé de transmission selon l'invention peut tout aussi bien être mis en œuvre lorsque ce programme est chargé dans un organe de

calcul tel un processeur ou équivalent dont le fonctionnement est alors commandé par l'exécution du programme.

En conséquence, l'invention s'applique également à un programme d'ordinateur, notamment un programme d'ordinateur sur ou dans un support 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 un procédé selon l'invention.

Le support d'informations peut être n'importe quelle entité ou dispositif capable de stocker le programme. Par exemple, le support peut comporter un moyen de stockage, tel qu'une ROM, par exemple un CD ROM ou une ROM de circuit microélectronique, ou encore un moyen d'enregistrement magnétique, par exemple une disquette (floppy disc), un disque dur, une clé USB, etc.

Alternativement, le support d'informations peut être un circuit intégré dans lequel le programme est incorporé, le circuit étant adapté pour exécuter ou pour être utilisé dans l'exécution du procédé en question.

Par ailleurs, le programme peut être traduit en une forme transmissible telle qu'un signal électrique ou optique, qui peut être acheminé via un câble électrique ou optique, par radio ou par d'autres moyens. Le programme selon l'invention peut être en particulier téléchargé sur un réseau de type Internet.

Donc, l'invention a en outre pour objet un programme d'ordinateur sur un support d'informations, ledit programme comportant des instructions de programme adaptées à la mise en œuvre d'un procédé de transmission d'au moins un flux de données d'une première station à N stations destinataires, $N \geq 2$, mis en œuvre par la première station, lorsque ledit programme est chargé et exécuté dans la première station destinée à mettre en œuvre le procédé de transmission..

Et l'invention a en outre pour objet un support d'informations comportant des instructions de programme adaptées à la mise en œuvre d'un procédé de transmission d'au moins un flux de données d'une première station à N stations destinataires, $N \geq 2$, mis en œuvre par la première station, lorsque ledit programme est chargé et exécuté dans la première station destinée à mettre en œuvre le procédé de transmission.

L'invention a en outre pour objet un procédé de réception par une station destinataire parmi N stations destinataires, $N \geq 2$, d'un flux de données transmis par une première station, les stations, reliées entre elles par des liens, appartenant à un même réseau logique et mettant en œuvre lors de la transmission une modulation multi porteuse, chaque lien entre la première station et une des N stations destinataires étant associé à une table contenant des ordres de constellations associés respectivement aux sous porteuses, ces ordres étant déterminés selon au moins un critère de qualité du lien.

Le procédé comprend les étapes qui consistent :

- à recevoir une table commune transmise par la première station, suite au regroupement des N stations destinataires en K groupes, K≥1, selon un critère de similarité entre tables et à la détermination, par groupe, d'une table commune,
- à démoduler les données du flux transmis par la première station en utilisant la table commune du groupe auquel appartient la station destinataire.

L'invention a en outre pour objet une station destinée à un réseau logique de télécommunication comprenant une première station et N stations destinataires dont la station, reliées à la première station par des liens, N≥2, chaque lien entre la première station et une des N stations destinataires étant associé à une table contenant des ordres de constellations associés respectivement aux sous porteuses, ces ordres étant déterminés selon au moins un critère de qualité du lien, apte à recevoir un flux de données transmis par la première station à destination des N stations destinataires.

La station comprend :

- des moyens pour démoduler les données du flux transmis selon une modulation multi porteuse,
- des moyens pour recevoir une table commune à un sous groupe de stations destinataires comprenant la station, contenant des ordres de constellations associés respectivement aux sous porteuses, ces ordres étant déterminés selon un critère de similarité entre tables,
- des moyens pour extraire les données du flux réparties sur les sous porteuses lors de l'émission, en utilisant la table commune.

Les moyens de la station sont adaptés pour mettre en œuvre le procédé de réception selon l'invention.

Liste des figures

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront lors de la description qui suit faite en regard de figures annexées données à titre d'exemples non limitatifs.

La figure 1a illustre un mode de diffusion unicast d'un flux.

La figure 1b illustre un mode de diffusion multicast d'un flux.

La figure 1c illustre un mode de diffusion broadcast d'un flux.

La figure 2 est un schéma illustrant un réseau logique auquel appartiennent quatre stations STA1, STA2, STA3 et STA4 et illustrant un lien l24 entre la station STA2 et la station STA4.

La figure 3 est un schéma illustrant un réseau logique auquel appartiennent une station relais STA0 et trois stations STA1, STA2 et STA3, la station STA0 transmettant un flux vers les trois stations STA1, STA2 et STA3 et illustrant un lien l20 entre la station STA2 et la station STA0.

La figure 4 est un organigramme d'un mode de réalisation d'un procédé selon l'invention.

La figure 5 illustre l'occupation temporelle d'une séquence de 20000 bits pour un procédé de l'art antérieur.

Les figures 6 et 7 illustrent l'occupation temporelle d'une séquence de 20000 bits pour un procédé selon l'invention.

Les figures 8-10 contiennent des courbes correspondant à des résultats de simulation de la transmission d'un flux à destination de cinq stations, la figure 8 correspond au procédé connu préconisé par les spécifications HPAV, la figure 9 correspond à une transmission selon un mode broadcast avec une table commune pour les cinq liens, la figure 10 correspond à une partition en deux sous groupes avec une transmission de deux flux multicast vers respectivement les deux sous groupes, selon le deuxième mode de réalisation d'un procédé selon l'invention.

La figure 11a représente des résultats de simulation permettant de comparer les performances d'un procédé selon l'invention en fonction du critère de distance utilisé et de comparer un procédé selon l'invention à une solution optimale.

La figure 11b est une loupe sur une zone de la figure 11a.

La figure 12 est un schéma d'une station selon l'invention.

La figure 13 est un schéma d'une station destination selon l'invention.

Description d'un mode de réalisation de l'invention

Un procédé selon l'invention se place dans un contexte d'un réseau sans fil ou filaire dans lequel les stations mettent en œuvre des algorithmes de « bit-loading » qui permettent la détermination d'une table $\mathbb{T}_n$ de constellations pour chacun des liens entre les stations. Ainsi, une station qui peut communiquer avec N stations comprend au minimum N tables. Ce peut être plus car il peut y avoir plusieurs tables par lien en particulier dans le cas d'une adaptation dynamique des tables aux canaux et/ou dans le cas d'une différentiation de qualité de service QoS (par exemple en fonction du service (type de flux,etc)) . Une adaptation dynamique des tables aux canaux peut être mise en œuvre dans le cas d'un réseau CPL compte tenu que le canal varie au cours de la période du courant alternatif.

L'invention se place dans le contexte où une station STA_0, qui peut jouer un rôle de passerelle ou relais entre deux réseaux de technologie différente, doit transmettre un flux vers N stations STA_1, STA_2, ..., STA_N d'un réseau logique auquel elle appartient, illustré par la figure 3 dans le cas où N=3. Un réseau logique est un ensemble de stations qui peuvent communiquer entre elles. Les N liens logiques reliant cette station STA_0 aux N autres stations STA_n, $n \in \{1,...,N\}$, permettent de déterminer N tables $\mathbb{T}_n$ qui peuvent être différentes entre elles compte tenu que les liens peuvent être de qualités différentes. Par exemple le taux d'erreur symbole (SER) peut être fixé selon un critère de QoS attribué aux destinataires de façon différenciée répondant par exemple à des contraintes contractuelles, à un tarif différent entre destinataires, etc.

Chaque coefficient b_m^n d'une table $\mathbb{T}_n$ correspond à un nombre de bits transportés par sous-porteuse. Soit B_n le nombre total de bits transportés par symbole OFDM vers la station STA_n :

$$B_n = \sum_{m \in \mathbb{M}_u} b_m^n \qquad (5)$$

où $\mathbb{M}_u$ correspond à l'ensemble des indices des sous porteuses utiles.

Le flux à transmettre par la station STA_0 relais correspond soit à un flux entrant de données (utiles) diffusé en amont en broadcast à destination de N stations du réseau logique auquel appartient la station relais, soit à un flux de signalisation à diffuser à N stations du même réseau logique.

Dans la suite, les tables $\mathbb{T}_n$ sont considérées classées par ordre décroissant du nombre total de bits transportés par symbole OFDM vers la station STA_n : $B_1 > B_2 > ... > B_N$.

Un procédé selon l'invention effectue un partitionnement des N stations STA_1, STA_2, ..., STA_N en sous-groupes en basant la décision de partition sur un critère de similarité des tables $\mathbb{T}_n$, $n \in \{1,...,N\}$. La table commune à un sous-groupe est définie en prenant pour chaque sous porteuse m, la constellation la plus robuste, i.e. au nombre d'états le plus faible, contenue dans les différentes tables $\mathbb{T}_n$ correspondant aux liens associés à ce sous-groupe.

L'organigramme représenté à la figure 4 illustre le déroulement du procédé selon un mode de réalisation de l'invention.

Le procédé 1 se déroule préférentiellement de manière itérative.

A une itération donnée, la table commune $\mathbb{T}_k$ adaptée au $k^{ième}$ sous groupe est telle que le nombre total de bits transportés par symbole OFDM (de durée fixée) vers les stations du sous-groupe k est égal à :

$$B_k = \sum_{m \in \mathbb{M}_u} \min_{n \in \mathbb{L}_k} \left(b_m^n \right) \tag{6}$$

$$\text{avec } \coprod_k \mathbb{L}_k = \{1,...,N\}, \tag{7}$$

le $k^{ième}$ sous groupe est composé des stations dont l'indice est contenu dans $\mathbb{L}_k$.

Le procédé selon l'invention détermine une partition des N stations en K sous groupes qui permet de minimiser l'occupation en temps d'un bit d'information évaluée par le paramètre α défini par la relation suivante :

$$\alpha = \sum_{k=1}^{K} \frac{1}{B_k} \tag{8}$$

A l'initialisation 2, l'ensemble des N stations est partitionné en N sous-groupes, chaque sous-groupe $\mathbb{L}_k$ étant formé par une des N stations :

$$\textit{Partition initiale: } \mathbb{P} = \{\mathbb{L}_k \,/\, \mathbb{L}_k = \{k\}, \forall k \in \{1,...,N\}\}. \tag{9}$$

Toutes les N stations sont associées à leur table $\mathbb{T}_n$ et le flux à diffuser par la station relais est supposé diffusé en unicast sur les N liens.

Chaque bit d'information étant dupliqué N fois et occupant la ressource pendant un temps inversement proportionnel au nombre de bits déterminés par le coefficient b_m^n associé à la sous porteuse les transportant, il vient la valeur d'initialisation du paramètre α :

$$\alpha_{ini} = \sum_{n=1}^{N} \frac{1}{B_n} \tag{10}$$

Il est à noter que l'évaluation de l'occupation en temps d'un bit d'information peut en outre prendre en compte les effets qui dépendent de la technologie cible et qui sont associés à la surcharge ((overhead selon la terminologie anglo-saxonne) entêtes des trames, espaces inter-trames, trafic de signalisation) induite par l'établissement de plusieurs flux et à l'augmentation de trafic de signalisation supplémentaire induite par le choix de la partition entre les N stations. A cette fin, le procédé peut prendre en compte un paramètre β fonction de la partition courante de l'ensemble des N stations et variant au fil des itérations, qui vient s'ajouter au paramètre α.

Pour mesurer la similarité entre deux tables, différents critères peuvent être utilisés.

Selon un premier mode de réalisation qui correspond à celui illustré par la figure 4, la similarité entre deux tables $\mathbb{T}_p$ et $\mathbb{T}_q$ est mesurée par une distance $e_{p,q}$ définie de la manière suivante :

$$e_{p,q} = \sum_{m \in \mathbb{M}_u} \left| b_m^p - b_m^q \right| \tag{11}$$

Les distances $e_{p,q}$ entre les différentes tables en présence peuvent être représentées sous la forme matricielle suivante, en remarquant que $e_{p,q} = e_{q,p}$ et que $e_{p,p} = 0$:

$$E = \begin{pmatrix} 0 & e_{2,1} & e_{3,1} & \cdots & e_{N,1} \\ e_{2,1} & 0 & e_{3,2} & \cdots & e_{N,2} \\ e_{3,1} & e_{3,2} & 0 & \cdots & e_{N,3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ e_{N,1} & e_{N,2} & e_{N,3} & \cdots & 0 \end{pmatrix} \tag{12}$$

Lors de l'initialisation 2, le procédé calcule les valeurs initiales des coefficients $e_{p,q}$ de la matrice E.

Après l'étape d'initialisation, le procédé se déroule de manière itérative. Pour une itération, le déroulement est le suivant.

Dans une étape 3, le procédé détermine le couple d'indices (i,j) avec i≠j qui correspond au plus petit coefficient $e_{i,j}$ de la matrice E. Connaissant ce couple, le procédé détermine une nouvelle partition des N stations en établissant une table commune à partir des tables $\mathbb{T}_i$ et $\mathbb{T}_j$, déterminée de la façon suivante :

$$nouvelle\ partition : \mathbb{P}_c = \{ \mathbb{L}c_k \,/\, \mathbb{L}c_k = \begin{cases} \mathbb{L}_k, k \notin \{i,j\} \\ \mathbb{L}_i \cup \mathbb{L}_j \; si \; k = \min(i,j) \\ \varnothing \; si \; k = \max(i,j) \end{cases} \} \tag{13}$$

La nouvelle partition est donc identique à la partition précédente pour tous les $\mathbb{L}_k$ avec $k \notin \{i,j\}$ et elle comprend un nouveau sous groupe résultant de la fusion ($\mathbb{L}_i \cup \mathbb{L}_j$) des sous groupes $\mathbb{L}_i$ et $\mathbb{L}_j$. Le procédé détermine dans cette même étape, le nouveau nombre Bc_k total de bits transportés par symbole OFDM vers les stations du sous-groupe k :

$$Bc_k = \sum_{m \in \mathbb{M}_u} \min_{n \in \mathbb{L}_k^c} \left(b_m^n \right) \tag{14}$$

ainsi que la nouvelle valeur du paramètre α, dite valeur courante notée α_c :

$$\alpha_c = \sum_{k=1}^{N} \frac{1}{Bc_k} \tag{15}$$

Dans une étape 4, le procédé teste si la valeur courante du paramètre α est inférieure à la valeur précédente : $\alpha_c < \alpha$?

Si le test 4 est négatif ceci signifie que la dernière fusion des sous groupes $\mathbb{L}_i$ et $\mathbb{L}_j$ effectuée à l'étape 3 n'a pas permis de gagner sur l'occupation temporelle d'un bit et a donc eu un impact négatif sur la partition. Cette nouvelle partition $\mathbb{L}c_k$ n'est pas conservée pour la suite de l'algorithme. Dans une étape 5 suivante, le procédé écarte des traitements ultérieurs le coefficient $e_{i,j}$ en lui donnant une valeur arbitraire très grande, c'est-à-dire strictement supérieure aux valeurs que peuvent prendre les coefficients de la table E, symbolisée par le symbole « infini » sur la figure 4.

Dans une étape 6, le procédé teste s'il reste des coefficients $e_{p,q}$ avec p≠q de la matrice E différents de l'infini, i.e. différents de la valeur arbitraire très grande.

Si le test 6 est négatif, le procédé sort de la boucle et passe à l'étape 7 car tous les coefficients $e_{p,q}$ ont été passés en revue lors de l'étape 3. La partition est la partition $\mathbb{P}$ c'est-à-dire celle qui précède la dernière partition $\mathbb{P}_c$ déterminée à l'étape 3.

Si le test 6 est positif, le procédé reboucle à l'étape 3.

Si le test 4 est positif, i.e. la fusion des sous groupes $\mathbb{L}_i$ et $\mathbb{L}_j$ effectuée à l'étape 3 permet de gagner sur l'occupation temporelle d'un bit, le procédé passe à une étape 8 de mise à jour.

A l'étape 8, le procédé met à jour :

- le paramètre α en lui affectant la valeur courante : $\alpha = \alpha_c$
- la partition $\mathbb{P}$ en lui affectant la composition de la nouvelle partition : $\mathbb{P} = \mathbb{P}_c$
- les coefficients de la table commune correspondant à la fusion effectuée à l'étape 3, cette table commune prenant pour indice le plus petit indice du couple (i,j) (min(i,j)) :

$$\mathbb{T}_{\min(i,j)} = \left\{ \min\left(b_m^i, b_m^j\right) / m \in \mathbb{M}_u \right\} \quad (16)$$

- la table dont l'indice est le plus grand indice du couple (i,j) :

$$\mathbb{T}_{\max(i,j)} = \left\{ 0 / m \in \mathbb{M}_u \right\} \quad (17)$$

- les coefficients des lignes et des colonnes i et j de la matrice E : les coefficients de la ligne min(i, j) et de la colonne min(i, j) sont mis à jour avec la relation (11) car la table $\mathbb{T}_{\min(i,j)}$ correspond à la table issue de la fusion effectuée à l'étape (3), les coefficients de la ligne max(i, j) et de la colonne max(i, j) sont forcés à une valeur arbitraire très grande, c'est-à-dire strictement supérieure aux valeurs que peuvent prendre les coefficients de la table E, symbolisée par le symbole « infini », de manière à ne plus tenir compte des coefficients de cette ligne/colonne dans la suite du traitement.

A l'étape 9 suivante, le procédé teste s'il reste encore au moins deux sous groupes $\mathbb{L}_p$ et $\mathbb{L}_q$ différents (p≠q) non vides.

Si le test 9 est positif ceci signifie qu'il reste encore une possibilité de fusion à tester, le procédé reboucle alors à l'étape 3 pour évaluer l'impact de cette fusion.

Si le test 9 est négatif, ceci signifie qu'il ne reste plus qu'un seul sous groupe qui contient toutes les N stations, le procédé sort de la boucle et passe à l'étape 7 car l'algorithme a convergé vers la solution broadcast. La partition retenue correspond à celle mise à jour à l'étape 8 : $\mathbb{P}$.

En fonction du mode de réalisation, la valeur arbitraire utilisée aux étapes 5 et 8 peut être une valeur négative. En effet, du fait de la manière dont sont déterminés les coefficients de la matrice E, il est sure que ces coefficients ne peuvent pas avoir une valeur négative. Forcer les coefficients déjà testés à une valeur négative permet donc de les écarter de la suite de l'algorithme par un test sur le signe.

Dans une étape 7, qui fait suite à l'étape 6 ou l'étape 9, le procédé transmet le flux sous forme de K flux vers respectivement les K sous-groupes de stations. Le procédé duplique donc le flux de données en K flux de données identiques. Pour chacun des K flux destiné à un des K sous-groupes, le procédé utilise la table commune du sous-groupe, déterminée à l'étape 8 pour répartir les données du

flux sur les sous porteuses (bit-loading). Ainsi, la table commune d'un sous-groupe issu d'une fusion effectuée à l'étape 3 est déterminée par l'équation (16).

Selon un deuxième mode de réalisation, la similarité entre deux tables $\mathbb{T}_p$ et $\mathbb{T}_q$ est mesurée par une distance E qui consiste à pondérer le calcul d'éloignement entre deux tables en tenant compte de l'intersection entre ces dernières, c'est à dire de la table commune résultant de la fusion de ces deux tables.

La distance est définit de la manière suivante entre deux coefficients des tables $\mathbb{T}_p$ et $\mathbb{T}_q$:

$$e_{p,q} = \frac{\sum_{m \in \mathbb{M}_u} \left| b_m^p - b_m^q \right|}{\sum_{m \in \mathbb{M}_u} \min_{p,q} \left(b_m^p, b_m^q \right)} \qquad (18)$$

L'augmentation de complexité de calcul des coefficients est compensée par l'obtention d'une mesure plus pertinente que la première mesure selon le premier mode relativement à l'objectif qui consiste à réduire le paramètre α.

Le procédé selon ce deuxième mode se déroule de la même façon que pour le premier mode mais en remplaçant l'équation (11) par l'équation (18).

Un procédé de transmission de flux selon l'invention est mis en œuvre par une station. Une telle station peut transmettre simultanément plusieurs flux entrants, par exemple de différente nature (vidéo, data,etc). Le procédé selon l'invention s'applique aussi bien à un flux entrant qu'à plusieurs flux entrants.

Les stations d'un sous groupe ont connaissance de la table commune déterminée par la station qui transmet le flux car cette dernière communique cette table aux stations du sous groupe. Chaque station destinataire peut donc démoduler les données reçues en utilisant la table commune utilisée pour moduler les données à l'émission. Chaque trame de données reçues peut comprendre dans son préambule un identifiant de table à utiliser par la station destinataire.

Les figures 5-7 permettent de comparer l'occupation temporelle d'un bit entre un procédé de l'art antérieur, figure 5, et un procédé selon l'invention, figures 6 et 7.

Les spécifications actuelles dans les réseaux CPL ne prévoient pas la définition de Tone Map commun pour la diffusion de flux en broacast/multicast sur le réseau. Le procédé décrit par HPAV pour la transmission d'un flux à l'attention de N stations et illustré par la figure 5, consiste à dupliquer N fois ce flux en unicast, chaque lien possédant un Tone Map qui lui est propre. Dans le cas classique de la diffusion d'un flux vidéo en broadcast et si le réseau comporte plus de 3 ou 4 stations, l'application de cette méthode réduit notablement la capacité globale du réseau, la ressource étant partagée en temps entre les différents utilisateurs. L'occupation temporelle de la diffusion d'une séquence de 20000 bits selon le procédé HPAV est représentée à la figure 5. Elle résulte du multiplexage des cinq flux unicast.

Cette occupation temporelle de la diffusion d'une séquence de 20000 bits est à comparer à celle obtenue par un procédé selon l'invention avec la création d'un Tone Map commun de broadcast

pour les 5 stations, figure 6, ou avec la création de deux Tone Map communs correspondant à deux sous-groupes de multicast, figure 7.

Les courbes représentées sur les figures 8-10 sont des résultats de simulation de la diffusion d'un flux à destination de cinq stations. Le contexte est celui des spécifications HPAV : modulation multi porteuse « windowed OFDM » avec M_u=917 sous porteuses utiles. Les tables (Tone Map) ont été obtenues par simulation en effectuant un « bit-loading » sur des canaux CPL de classe 2 [4].

La figure 8 correspond au procédé connu préconisé par les spécifications HPAV qui conduit à une duplication du flux broadcast en autant de flux unicast que de stations destinataires. La station émettrice (relais) multiplexe en temps les cinq flux identiques mappés selon respectivement les cinq tables associées aux liens. La courbe est une synthèse de l'occupation temporelle des cinq flux unicast transmis vers respectivement les cinq stations destinataires. Cette occupation est prise comme valeur d'initialisation α_{ini} du paramètre α d'un procédé selon l'invention.

La figure 9 correspond à une transmission selon un mode broadcast avec une table commune pour les cinq liens, qui peut dans certains cas correspondre à un mode de réalisation d'un procédé selon l'invention (convergence de l'algorithme vers le mode broadcast, test 9 de l'algorithme négatif), la réduction de l'occupation temporelle est environ de 31% par rapport à la figure 8. La réduction de l'occupation en temps est calculée de la manière suivante :

$$réduction = 100 \times \frac{\alpha_{ini} - \alpha}{\alpha_{ini}} \qquad (19)$$

La figure 10 correspond à une partition en deux sous groupes avec une transmission de deux flux multicast vers respectivement les deux sous groupes, selon le deuxième mode de réalisation d'un procédé selon l'invention (distance E basée sur l'équation (18)). Un sous groupe comprend les stations 2 et 3 et correspond à la courbe Tm_1, l'autre sous groupe comprend les stations 1, 4 et 5 et correspond à la courbe Tm_2. La réduction de l'occupation temporelle calculée selon l'équation (19) est environ de 37% par rapport à la figure 8.

La figure 11a représentent des résultats de simulation permettant de comparer les performances d'un procédé selon l'invention en fonction du critère de distance : critère 1 = distance E basée sur l'équation (11), courbe C1, critère 2= distance E basée sur l'équation (18), courbe C2, et de comparer un procédé selon l'invention à une solution optimale courbe Co. La comparaison se place dans le contexte d'un réseau logique à 5 liens avec un choix aléatoire des 5 tables dans une base de données contenant 100 tables déterminées à partir de 100 canaux CPL simulés. 1000 tirages sont effectués, ce qui correspond à l'échelle horizontale permettant à chaque fois de comparer la solution optimale,courbe Co, à un procédé selon l'invention pour les deux critères, à la solution broadcast, courbe C4, et, à la solution unicast selon le procédé HPAV, courbe C3. La solution unicast sert de référence, courbe C3, et fixe la valeur de référence 0 de l'échelle verticale qui indique la réduction d'occupation en temps par rapport à cette solution unicast. A chaque tirage, la solution optimale est

déterminée en évaluant le paramètre α pour toutes les partitions possibles de l'ensemble des tables et en ne retenant que la valeur minimum du paramètre α

La figure 11b est une loupe sur une zone de la figure 11a. La comparaison des courbes Co, C1, C2, C3, C4 donne les indications suivantes :

- le critère 2 > critère 1 dans 33.40 % des cas,
- le critère 2 et le critère 1 convergent vers la même solution dans 54.90 % des cas,
- le critère 2 < critère 1 dans 11.70 % des cas,
- le critère 2 converge vers la solution optimale dans 62.90 % des cas,
- le critère 2 < solution optimale dans 37.00 % des cas,
- l'écart type entre la réduction en temps obtenue avec le critère 2 et la solution optimale est de 1.48 %.

Compte tenu du faible écart type entre les résultats, le critère 2 permet d'approcher significativement la solution optimale. Enfin, quel que soit le critère utilisé, un procédé selon l'invention ne dégrade jamais l'efficacité en temps par rapport à la solution de référence contrairement à la solution broadcast qui dans certains cas dégrade les performances ce qui se traduit sur les figures 11a et 11b par des valeurs de réduction en temps négative (en dessous de la valeur de référence 0 correspondant à la solution unicast).

La figure 12 est un schéma d'une station (passerelle, relais) apte à diffuser au moins un flux selon l'invention. La station STA0 est destinée à un réseau logique de télécommunication comprenant la station et N stations reliées à la station par des liens, un tel réseau logique est illustré par la figure 3. La station est apte à diffuser au moins un flux de données vers les N stations destinataires, N≥2. La station comprend :

- des moyens pour une transmission selon une modulation multi porteuse. Ces moyens comprennent typiquement un modulateur OFDM MUX OFDM qui effectue une transformée de Fourier inverse sur NFFT sous porteuses orthogonales.
- des moyens pour déterminer par lien n une table contenant les ordres des constellations associés respectivement aux sous porteuses, ces ordres étant déterminés selon un ou plusieurs critères de qualité du lien. Ces moyens sont typiquement des moyens de calcul, par exemple un microprocesseur ou un DSP (Digital Signal Processeur), microprogrammés pour calculer les équations (1)-(3) et en déduire les tables $\mathbb{T}_n$ à partir de la relation (4) pour chaque lien n.
- des moyens pour regrouper les N stations en K groupes, K≥1, selon un critère de similarité entre tables et pour déterminer, par groupe, une table commune. Ces moyens sont typiquement des moyens de calcul, par exemple un microprocesseur, un processeur de signal DSP, microprogrammés pour mettre en œuvre les étapes (2)-(9) du procédé.
- des moyens pour transmettre un flux par la station, sous forme de K flux vers respectivement les K sous groupes en répartissant les données du flux sur les sous porteuses selon la table commune du groupe. Ces moyens comprennent typiquement un module de tramage TR et un modulateur

OFDM. Le module TR effectue une duplication du flux en K flux et aiguille sur chaque sous porteuse du modulateur OFDM, le nombre de bits correspondant à l'ordre de la constellation renseignée dans la table (bit-loading) associée au flux auxquels appartiennent les bits aiguillés.

Les moyens de la station sont adaptés pour mettre en œuvre le procédé de transmission selon l'invention.

La figure 13 est un schéma d'une station STA1, destinée à un réseau logique de télécommunication, apte à recevoir un flux de données transmis par une première station STA0 à destination de N stations destinataires, selon l'invention. Le réseau logique de télécommunication, illustré par la figure 3, comprend la première station STA0 et N stations destinataires dont la station STA1 reliées à la première station STA0 par des liens, $N \geq 2$. La station STA1 comprend :

- des moyens pour démoduler les données du flux transmis selon une modulation multi porteuse. Ces moyens comprennent typiquement un démodulateur OFDM DEMUX OFDM qui effectue une transformée de Fourier directe sur NFFT sous porteuses orthogonales.
- des moyens pour recevoir une table commune à un sous groupe de stations destinataires comprenant la station, contenant des ordres de constellations associés respectivement aux sous porteuses, ces ordres étant déterminés selon un critère de similarité entre tables. Ces moyens sont typiquement des moyens d'extraction pour extraire d'une trame de données reçues les coefficients de la table commune, par exemple un microprocesseur ou un DSP (Digital Signal Processeur) microprogrammés.
- des moyens pour extraire les données du flux réparties sur les sous porteuses lors de l'émission, en utilisant la table commune. Ces moyens comprennent typiquement un module de détramage TR^{-1}. Le module TR^{-1} extrait de chaque sous porteuse du démodulateur OFDM, le nombre de bits correspondant à l'ordre de la constellation renseignée dans la table commune ($bit\text{-}loading^{-1}$).

Les moyens de la station sont adaptés pour mettre en œuvre le procédé de réception selon l'invention.

Un exemple de mise en œuvre de l'invention est le suivant. Le contexte est celui d'une station relais (/passerelle/pont) entre un réseau Ethernet et un réseau électrique utilisé comme réseau CPL. Dans tout réseau Ethernet, le mécanisme de découverte des adresses des stations se fait par le biais de requêtes ARP (Adress Resolution Protocol), trames particulières diffusées en mode broadcast sur le réseau (adresse destination FF:FF:FF:FF:FF:FF). La station relais CPL recevant une requête ARP sur son interface Ethernet va relayer cette trame à toutes les stations du réseau CPL selon les préconisations actuelles définies par HPAV (Conversion broadcast → unicast). La transmission de ce type de trames peut avantageusement être effectuée par un procédé selon l'invention car ce dernier permet de limiter l'impact (en particulier sur le débit) de la diffusion d'une transmission en Broadcast sur le réseau CPL.

[1] J. M. Cioffi, "A multicarrier primer", Nov. 1991, ANSI Contribution T1E1.4/91-157, Clearfield, Fla, USA.

[2] HomePlug AV white paper, disponible à l'adresse :

http://www.homeplug.org/tech/whitepapers/HPAV-White-Paper_050818.pdf.

[3] IEEE Standard for Broadband over Power Line Networks :Medium Access Control and Physical Layer Specifications, pp. 652-653, disponible à l'adresse :

http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=5678772&tag=1.

[4] M. Tlich, A. Zeddam, F. Moulin, and F. Gauthier, "Indoor powerline communications channel characterization up to 100 MHz-Part II : Time-Frequency Analysis," IEEE Trans.Power Del., vol. 23, no. 3, pp. 1402-1409, Jul. 2008.

REVENDICATIONS

1. Procédé (1) de transmission d'un flux de données d'une première station à N stations destinataires, N≥2, les stations, reliées entre elles par des liens, appartenant à un même réseau logique et mettant en œuvre lors de la transmission une modulation multi porteuse, chaque lien entre la première station et une des N stations destinataires étant associé à une table contenant des ordres de constellations associés respectivement aux sous porteuses, ces ordres étant déterminés selon au moins un critère de qualité du lien, ledit procédé consistant :
   - à regrouper les N stations destinataires en K groupes, K≥1, selon un critère de similarité entre tables et à déterminer, par groupe, une table commune,
   - à transmettre le flux par la première station sous forme de K flux vers respectivement les K groupes en utilisant pour chacun des K groupes la table commune du groupe pour répartir les données du flux sur les sous porteuses.

2. Procédé (1) de transmission de flux de données selon la revendication 1, dans lequel le regroupement est effectué de manière itérative, en utilisant à chaque itération une mesure de distance entre les tables.

3. Procédé (1) de transmission de flux de données selon la revendication 2, dans lequel la mesure de distance repose sur la détermination de la somme de la différence absolue de nombre de bits transportés par sous porteuse entre deux tables.

4. Procédé (1) de transmission de flux de données selon la revendication 2 dans lequel la mesure de distance repose sur la détermination de la somme de la différence absolue de nombre de bits transportés par sous porteuse entre deux tables pondérée par une détermination d'une intersection entre les deux tables.

5. Station (STA0) destinée à un réseau logique de télécommunication comprenant la station et N stations destinataires reliées à la station par des liens, apte à diffuser au moins un flux de données vers les N stations destinataires, N≥2, comprenant :
   - des moyens pour une transmission selon une modulation multi porteuse,
   - des moyens pour déterminer par lien une table contenant des ordres de constellations associés respectivement aux sous porteuses, ces ordres étant déterminés selon au moins un critère de qualité du lien,
   - des moyens pour regrouper les N stations en K groupes, K≥1, selon un critère de similarité entre tables et pour déterminer, par groupe, une table commune,

- des moyens pour transmettre un flux par la station, sous forme de K flux vers respectivement les K groupes en répartissant les données du flux sur les sous porteuses selon la table commune du groupe.

6. Station (STA0) selon la revendication précédente dans laquelle les moyens pour regrouper effectuent le regroupement de manière itérative, en utilisant à chaque itération une mesure de distance entre les tables.
7. Station (STA0) selon la revendication précédente dans laquelle la mesure de distance repose sur la détermination de la somme de la différence absolue de nombre de bits transportés par sous porteuse entre deux tables.
8. Station (STA0) selon la revendication 6 dans laquelle la mesure de distance repose sur la détermination de la somme de la différence absolue de nombre de bits transportés par sous porteuse entre deux tables pondérée par une détermination d'une intersection entre les deux tables.

9. Système de télécommunication comprenant une station selon la revendication 5 et N stations destinataires reliées à la station par des liens logiques.

10. Programme d'ordinateur sur un support d'informations, ledit programme comportant des instructions de programme adaptées à la mise en œuvre d'un procédé de transmission d'au moins un flux de données d'une première station à N stations destinataires, N≥2 , mis en œuvre par la station selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, lorsque ledit programme est chargé et exécuté dans la station destinée à mettre en œuvre le procédé de transmission.

11. Support d'informations comportant des instructions de programme adaptées à la mise en œuvre d'un procédé de transmission d'au moins un flux de données d'une première station à N stations destinataires, N≥2, mis en œuvre par la station selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, lorsque ledit programme est chargé et exécuté dans la station destinée à mettre en œuvre le procédé de transmission.

12. Procédé de réception par une station destinataire parmi N stations destinataires, N≥2, d'un flux de données transmis par une première station, les stations, reliées entre elles par des liens, appartenant à un même réseau logique et mettant en œuvre lors de la transmission une modulation multi porteuse, chaque lien entre la première station et une des N stations destinataires étant associé à une table contenant des ordres de constellations associés respectivement aux sous porteuses, ces ordres étant déterminés selon au moins un critère de qualité du lien, ledit procédé comprenant les étapes qui consistent :

- à recevoir une table commune transmise par la première station, suite au regroupement des N stations destinataires en K groupes, K≥1, selon un critère de similarité entre tables et à la détermination, par groupe, d'une table commune,
- à démoduler les données du flux transmis par la première station en utilisant la table commune du groupe auquel appartient la station destinataire.

13. Station (STA1) destinée à un réseau logique de télécommunication comprenant une première station et N stations destinataires dont la station, reliées à la première station par des liens, N≥2, chaque lien entre la première station et une des N stations destinataires étant associé à une table contenant des ordres de constellations associés respectivement aux sous porteuses, ces ordres étant déterminés selon au moins un critère de qualité du lien, apte à recevoir un flux de données transmis par la première station à destination des N stations destinataires, comprenant :
- des moyens pour démoduler les données du flux transmis selon une modulation multi porteuse,
- des moyens pour recevoir une table commune à un sous groupe de stations destinataires comprenant la station, contenant des ordres de constellations associés respectivement aux sous porteuses, ces ordres étant déterminés selon un critère de similarité entre tables,
- des moyens pour extraire les données du flux réparties sur les sous porteuses lors de l'émission, en utilisant la table commune.

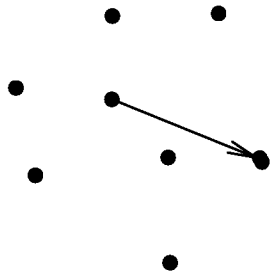


Fig. 1a

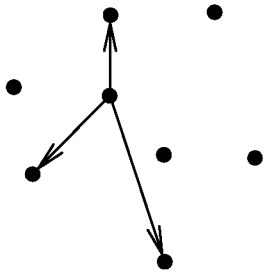


Fig. 1b

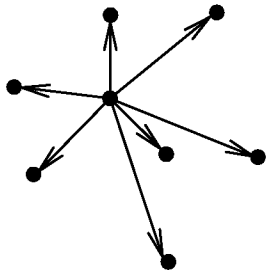


Fig. 1c

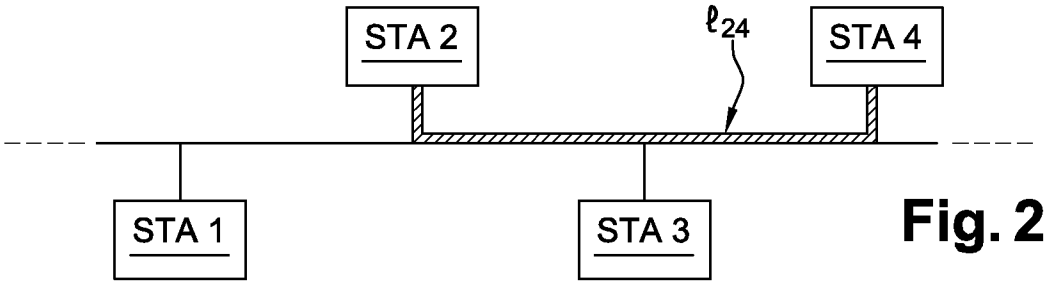


Fig. 2

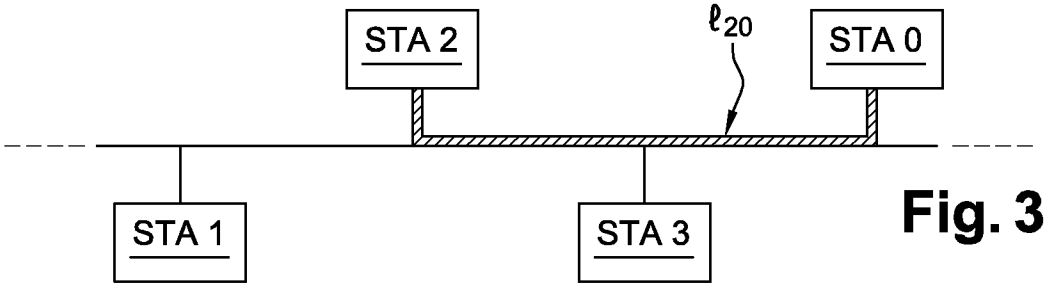


Fig. 3

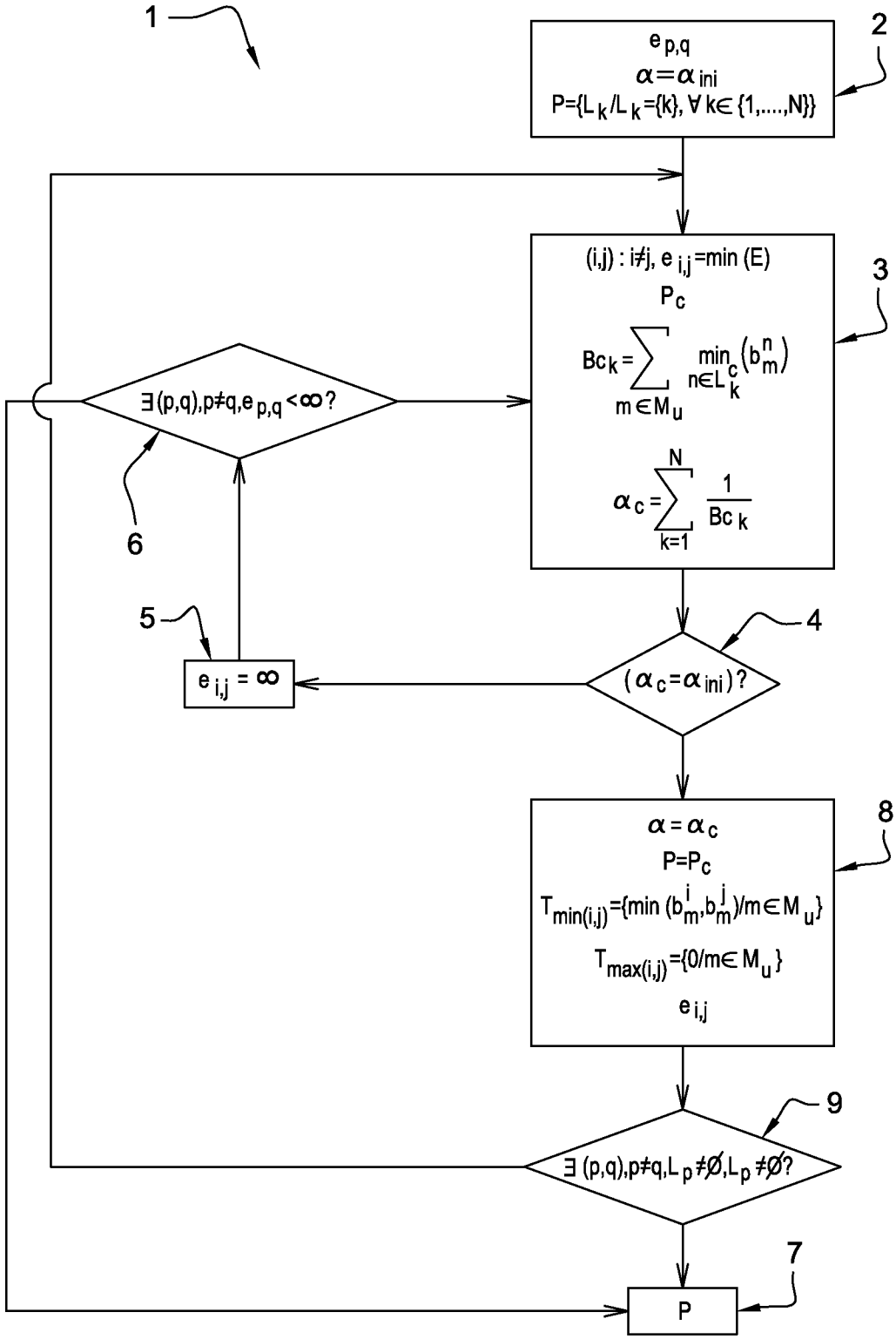

1
2
$e_{p,q}$
$\alpha=\alpha_{ini}$
$P=\{L_k / L_k=\{k\}, \forall k\in\{1,....,N\}\}$
3
$(i,j) : i\neq j, e_{i,j}=\min(E)$
P_c
$Bc_k=\sum_{m\in M_u}\min_{n\in L_k^c}(b_m^n)$
$\alpha_c=\sum_{k=1}^{N}\frac{1}{Bc_k}$
4
$(\alpha_c=\alpha_{ini})$?
5
$e_{i,j}=\infty$
6
$\exists (p,q), p\neq q, e_{p,q}<\infty$?
8
$\alpha=\alpha_c$
$P=P_c$
$T_{min(i,j)}=\{\min(b_m^i, b_m^j)/m\in M_u\}$
$T_{max(i,j)}=\{0/m\in M_u\}$
$e_{i,j}$
9
$\exists (p,q), p\neq q, L_p\neq\emptyset, L_p\neq\emptyset$?
7
P

Fig. 4

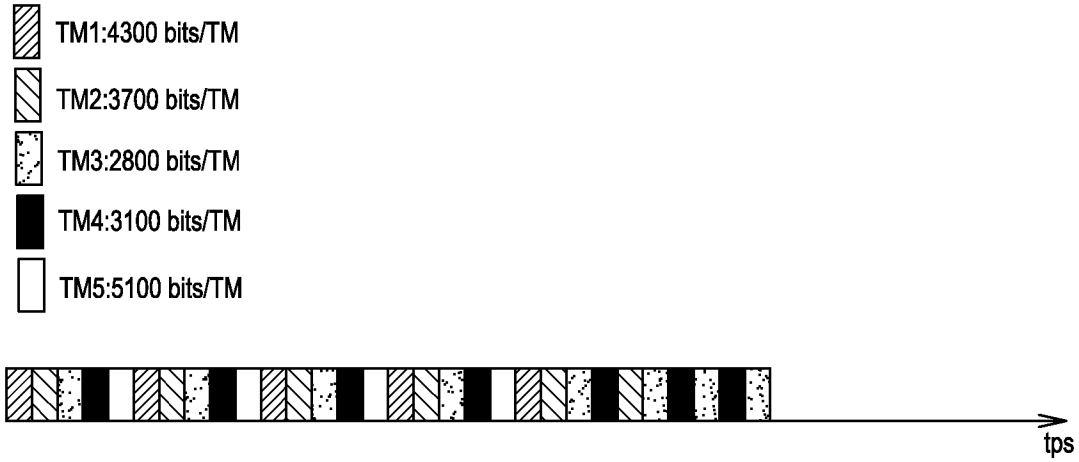


Fig. 5

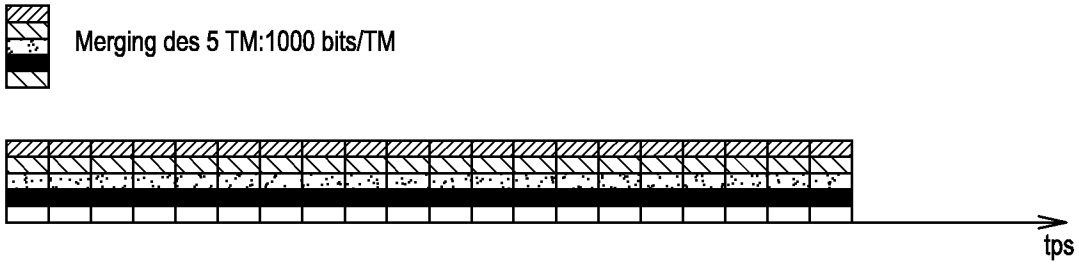


Fig. 6

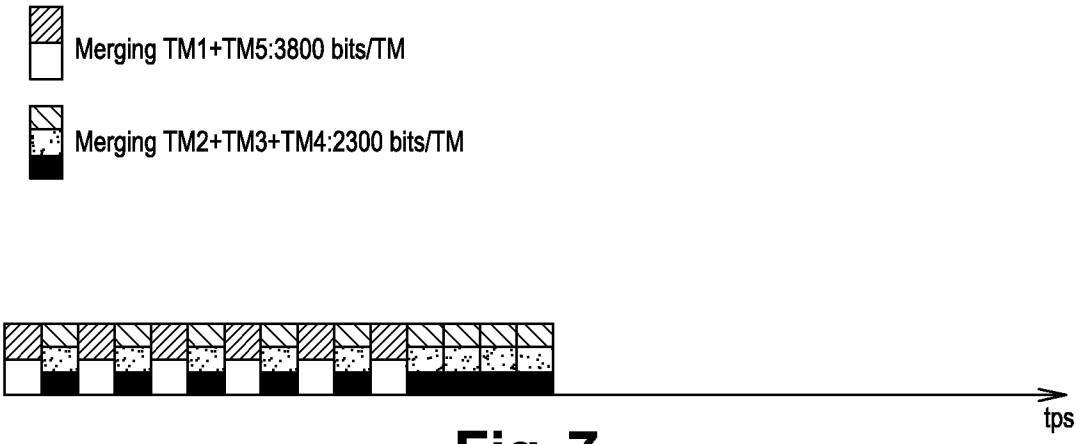


Fig. 7

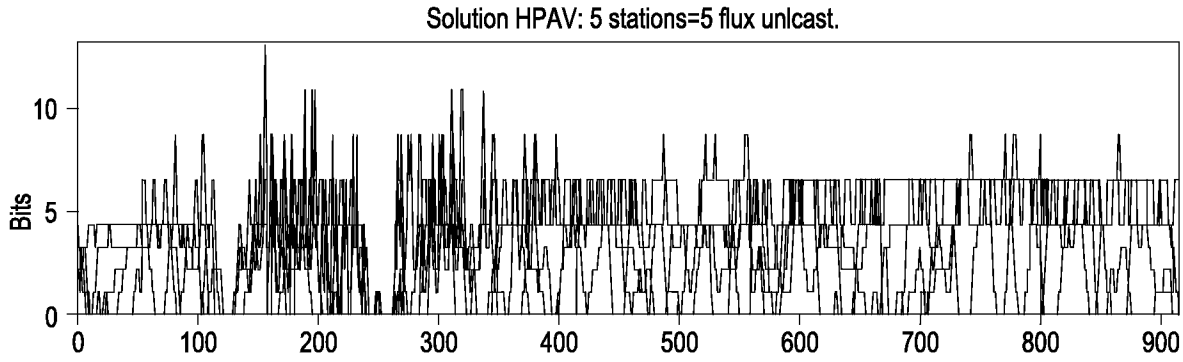


Fig. 8

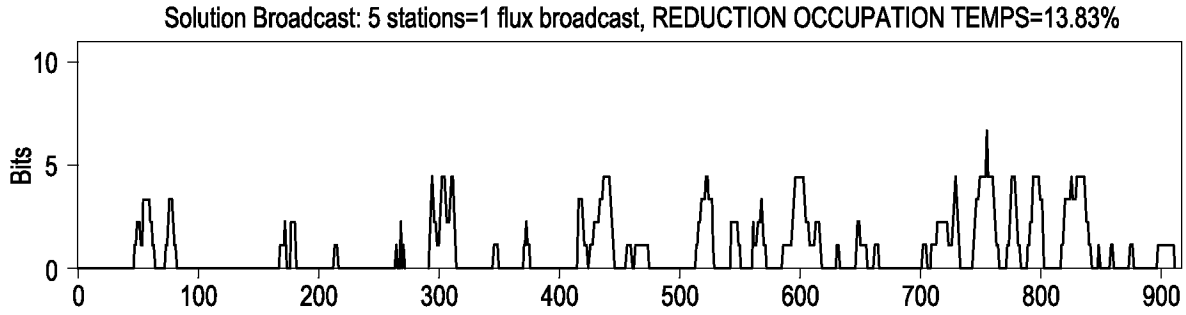


Fig. 9

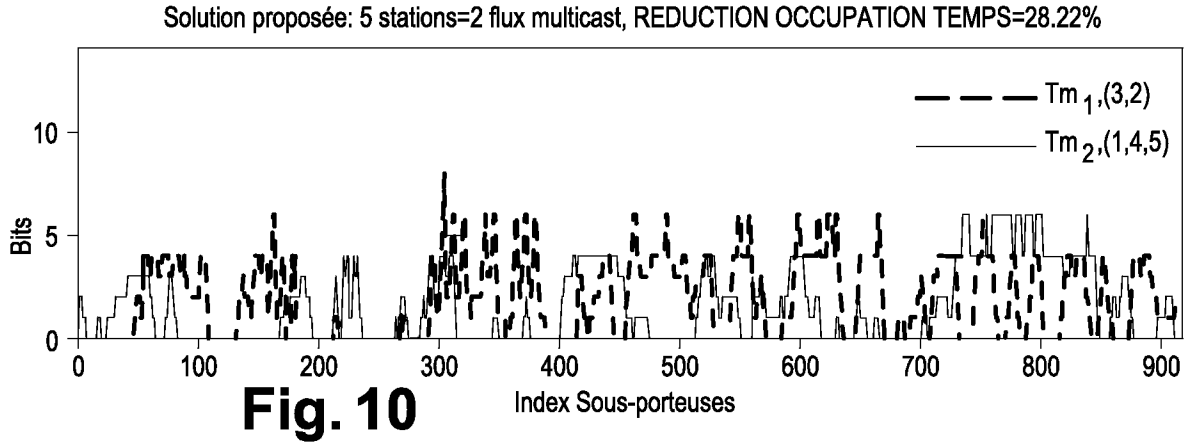


Fig. 10

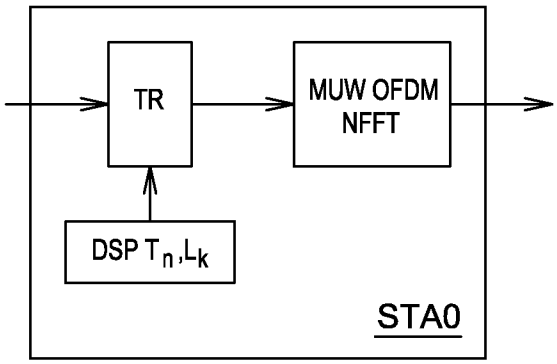


Fig. 12

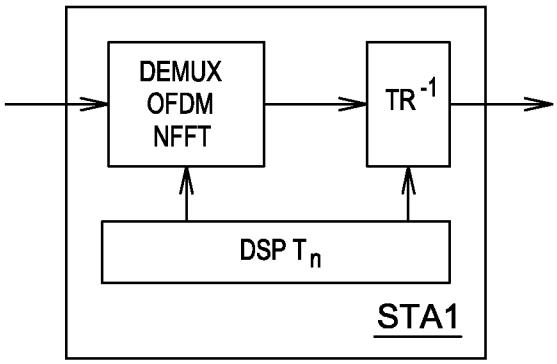


Fig. 13

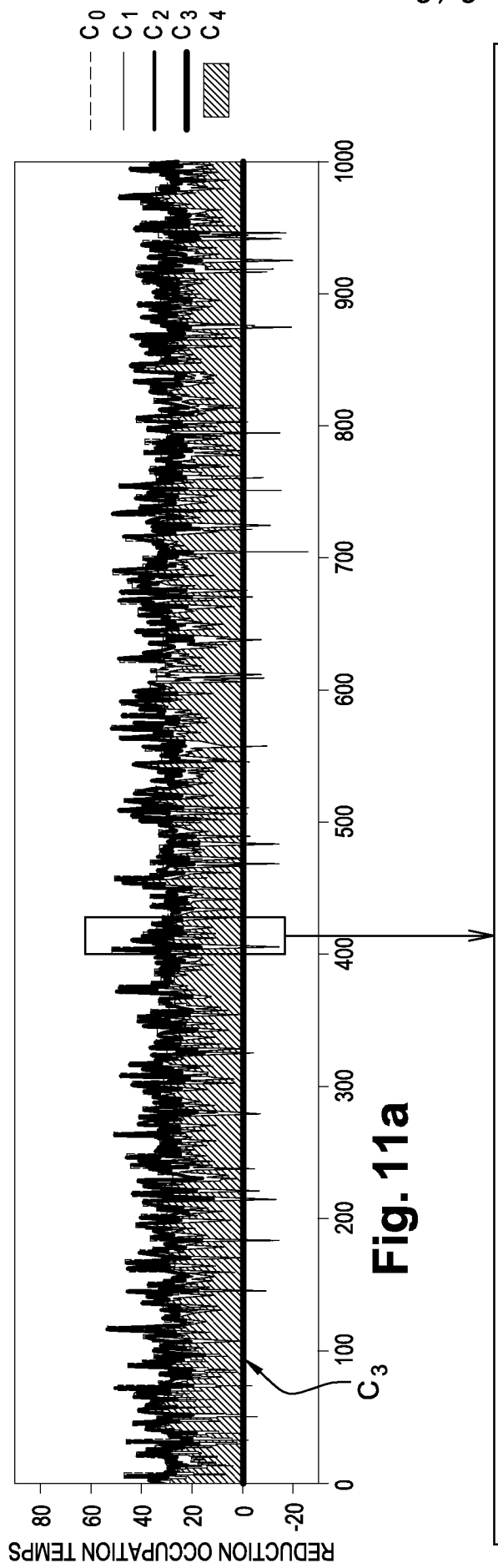


Fig. 11a

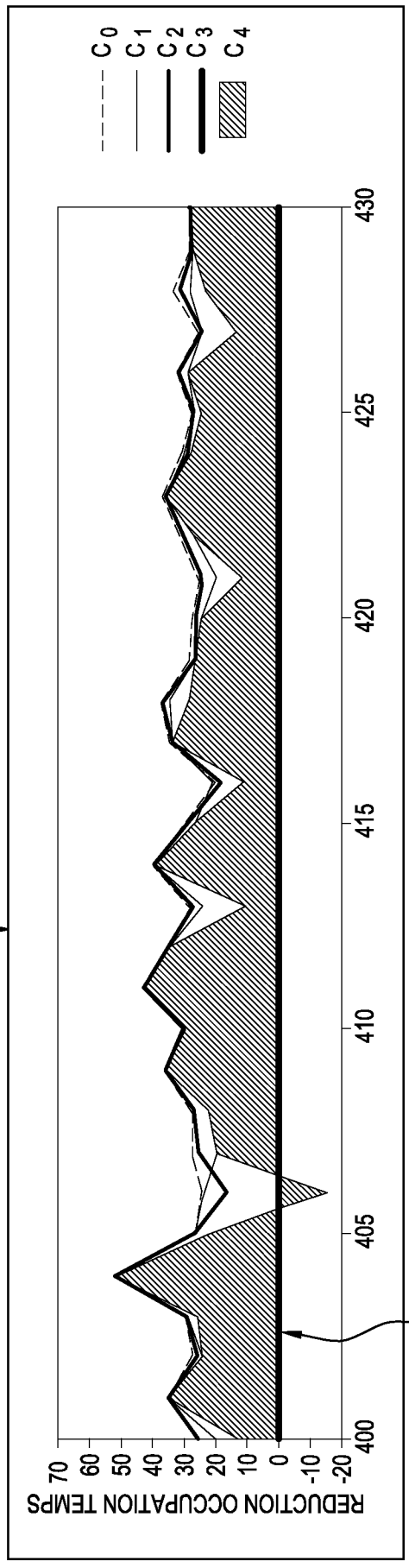


Fig. 11b