

(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
29 mars 2007 (29.03.2007)

PCT

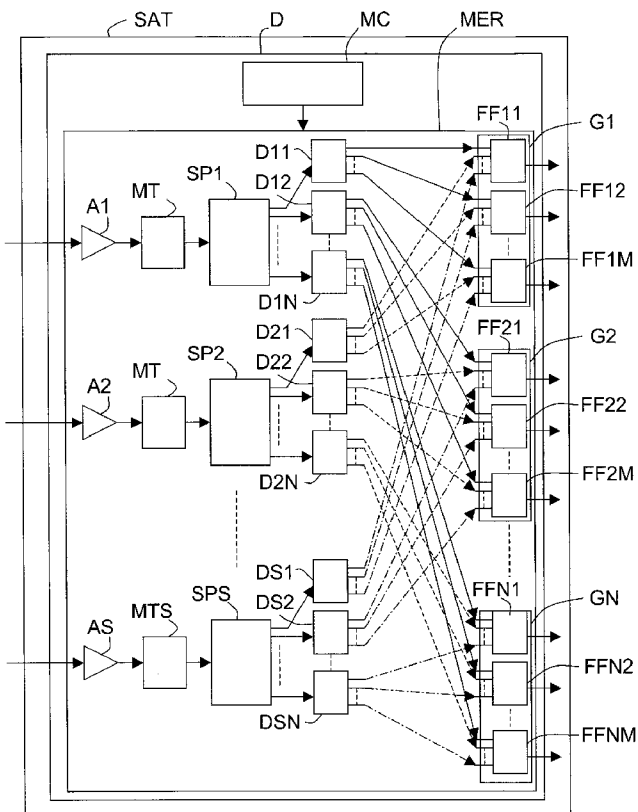
(10) Numéro de publication internationale
WO 2007/034124 A2

- (51) Classification internationale des brevets :
H04B 7/185 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2006/050931
- (22) Date de dépôt international :
22 septembre 2006 (22.09.2006)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
0552836 23 septembre 2005 (23.09.2005) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : ALCA-
TEL LUCENT [FR/FR]; 54 rue La Boétie, F-75008 Paris
(FR).
- (72) Inventeurs; et
- (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :
GAYRARD, Jean-Didier [FR/FR]; 38 rue Fiquet,
F-31100 Toulouse (FR). BELIS, Eric [FR/FR]; 37 rue
Corneille - "TULIPE", Le Sulky, F-31100 Toulouse (FR).
- (74) Mandataire : HEDARCHET, Stéphane; COMPAGNIE
FINANCIERE ALCATEL, 54 Rue La Boétie, F-75008
Paris (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU,
LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: DEVICE FOR TRANSMITTING AND/OR RECEIVING FREQUENCY REUSE SIGNALS BY ASSIGNING A CELL PER TERMINAL, FOR A COMMUNICATION SATELLITE

(54) Titre : DISPOSITIF D'EMISSION ET/OU RECEPTION DE SIGNAUX A REUTILISATION DE FREQUENCE PAR AFFECTATION D'UNE CELLULE PAR TERMINAL, POUR UN SATELLITE DE COMMUNICATION



(57) Abstract: The invention concerns a device (D) for transmitting and/or receiving signals representing data in a satellite communication (SAT) provided with a fixed frequency bandwidth. Said device (D) comprises transmitting and/or receiving means (MER) for transmitting and/or receiving signals in multiple beams, and control means (MC) for defining a selected number of cells of determined dimensions and positions, and for configuring the transmitting and/or receiving means (MER) so as to define beams each associated with at least one of the defined cells, at a selected carrier frequency and at a selected frequency bandwidth based on the requirements of each of the cells and taking into account the frequency bandwidth available at the level of the satellite (SAT).

(57) Abrégé : Un dispositif (D) est dédié à l'émission et/ou la réception de signaux représentatifs de données dans un satellite de communication (SAT) disposant d'une bande passante fréquentielle fixée. Ce dispositif (D) comprend des moyens d'émission et/ou réception (MER) chargés d'émettre et/ou recevoir des signaux dans des faisceaux multiples, et des moyens de contrôle (MC) chargés de définir un nombre choisi de cellules de dimensions et positions choisies, et de configurer les moyens d'émission et/ou réception (MER) de manière à définir des faisceaux associés chacun à l'une au moins des cellules définies,

[Suite sur la page suivante]

WO 2007/034124 A2



SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT,
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT,

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

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

DISPOSITIF D'ÉMISSION ET/OU RÉCEPTION DE SIGNAUX À RÉUTILISATION DE FRÉQUENCE PAR AFFECTATION D'UNE CELLULE PAR TERMINAL, POUR UN SATELLITE DE COMMUNICATION

L'invention concerne les réseaux de communication par satellite, et plus précisément l'utilisation de la bande passante fréquentielle allouée aux satellites de communication multifaisceaux au sein de tels réseaux.

Comme le sait l'homme de l'art, la rentabilité de certaines applications de transmission (ou collecte) de données par satellite impose que les satellites disposent de très importantes capacités de transmission, en terme de débit. C'est notamment le cas des applications multimédia dites « à large bande », lesquelles requièrent souvent des capacités de l'ordre de plusieurs dizaines de gigabits par seconde.

Aujourd'hui, les bandes passantes fréquentielles qui sont allouées aux satellites de (télé-)communication sont insuffisantes pour leur permettre d'atteindre de telles capacités.

Pour améliorer la situation, on recourt à une technique de réutilisation de fréquence consistant, d'une part, à subdiviser la zone de service, que le satellite doit couvrir, en cellules à chacune desquelles est affectée une sous-bande passante égale à une fraction de la bande passante qui est allouée au service concerné, et d'autre part, à affecter des sous-bandes passantes identiques à des cellules qui sont suffisamment bien isolées entre-elles. En définissant des motifs réguliers de cellules il est possible de réutiliser plusieurs fois plusieurs sous-bandes passantes différentes, permettant ainsi de multiplier parfois par plusieurs dizaines les ressources en fréquence.

Cependant, cette technique de réutilisation de fréquence au moyen de motifs réguliers présente plusieurs inconvénients.

Un premier inconvénient est le manque de flexibilité. En effet, les dimensions et la position de chaque cellule sont fixes, et chaque cellule se voit allouer une sous-bande passante de façon définitive. Par conséquent, si l'on

souhaite modifier les dimensions d'une cellule ou la largeur de sa sous-bande passante, cela bouleverse toutes les cellules qui utilisent la même sous-bande passante et donc tout le système d'allocation de fréquences, ce qui impose une redéfinition complète de l'allocation.

Un second inconvénient découle du manque de flexibilité. En effet, les cellules qui ont un trafic inférieur à la moyenne gaspillent de la fréquence, tandis que celles qui pourraient avoir un trafic supérieur à la moyenne ne peuvent acquérir les ressources en fréquence qui permettraient de satisfaire la demande. Ce gaspillage de fréquence est à la fois structurel, puisqu'il résulte d'une planification à long terme du trafic, et conjoncturel, puisqu'il résulte de la non prise en compte des variations de trafic à court terme dans le temps (par exemple entre le jour et la nuit) et dans l'espace (par exemple en raison d'événements locaux).

L'invention a donc pour but de remédier à tout ou partie des inconvénients précités.

Elle propose à cet effet un dispositif dédié à l'émission et/ou la réception de signaux radiofréquence (ou micro-onde) représentatifs de données dans un satellite de communication (multifaisceaux) disposant d'une bande passante fréquentielle fixée et comprenant des moyens d'émission et/ou réception capables d'émettre et/ou recevoir des signaux dans des faisceaux multiples associables à des cellules.

Ce dispositif se caractérise par le fait qu'il comprend des moyens de contrôle chargés de définir un nombre choisi de cellules de dimensions et positions choisies, et de configurer les moyens d'émission et/ou réception afin de définir des faisceaux associés chacun à l'une au moins des cellules définies, à une fréquence de porteuse (de signaux) choisie et à une bande passante fréquentielle choisie en fonction des besoins de chacune des cellules et compte tenu de la bande passante fréquentielle disponible au niveau du satellite.

Le dispositif selon l'invention peut fonctionner dans trois types de situations : une première situation dans laquelle il est dédié exclusivement à la réception de signaux en provenance des cellules qu'il a définies, une deuxième situation dans laquelle il est dédié exclusivement à l'émission de signaux à

destination des cellules qu'il a définies, et une troisième situation dans laquelle il est dédié à la fois à la réception et à l'émission de signaux en provenance et vers des cellules qu'il a définies.

A cet effet, ses moyens d'émission et/ou réception peuvent être agencés sous la forme d'une antenne réceptrice de type actif comprenant au moins :

- S éléments rayonnants (ou sources ou encore aériens) dédiés à la réception et/ou à l'émission de signaux de porteuses différentes, avec S supérieur à un (1),
- S premiers moyens de traitement comportant chacun une entrée/sortie propre à fonctionner comme une entrée en réception afin d'être alimentée en signaux reçus par l'un des éléments rayonnants et comme une sortie en émission afin de délivrer des signaux d'au plus N porteuses différentes, avec N supérieur à 1, et N sorties/entrées propres à fonctionner comme des sorties en réception afin de délivrer respectivement N signaux de N porteuses différentes et comme des entrées en émission afin de recevoir des signaux de N porteuses différentes,
- SxN deuxièmes moyens de traitement comprenant chacun une entrée/ sortie propre à fonctionner comme une entrée en réception afin d'être alimentée en signaux de l'une des N porteuses par l'une des sorties/ entrées de l'un des premiers moyens de traitement et comme une sortie en émission afin de délivrer des signaux résultant d'une sommation des N porteuses reçues sur M entrées, et M sorties/entrées propres à fonctionner comme des sorties en réception afin de délivrer chacune des signaux identiques résultant de la duplication des signaux de l'une des N porteuses reçus sur son entrée/sortie et comme des entrées en émission afin de recevoir chacune des signaux de l'une des N porteuses, avec M supérieur à 1, et
- N groupes de M troisièmes moyens de traitement dédiés chacun à l'une des N porteuses, chaque troisième moyen de traitement comprenant, d'une part, S entrées/sorties, respectivement couplées aux sorties/entrées correspondantes des deuxièmes moyens de traitement de sorte qu'une k-ième sortie/entrée d'un deuxième moyen de traitement soit couplée à une i-

ème entrée/sortie d'un troisième moyen de traitement correspondant, et propres à fonctionner comme des entrées en réception afin d'être alimentées chacune par les signaux dupliqués par la sortie/entrée correspondante du deuxième moyen de traitement correspondant et comme des sorties en émission afin de délivrer chacune des signaux de la porteuse de son groupe, issus de signaux reçus associés à un faisceau parmi NxM, et d'autre part, une sortie/entrée propre à fonctionner comme une sortie en réception afin de délivrer des signaux de la porteuse du groupe, associés à un faisceau parmi NxM et comme une entrée en émission afin de recevoir les signaux qui présentent la porteuse du groupe auquel il appartient, associés au faisceau parmi NxM.

Ses moyens d'émission et/ou réception peuvent également comprendre S quatrièmes moyens de traitement intercalés chacun entre l'un des éléments rayonnants et le premier moyen de traitement correspondant, et chargés d'amplifier et/ou de convertir en numérique/analogique et/ou de translater en fréquence soit les signaux reçus par l'élément rayonnant afin d'alimenter (en réception) le premier moyen de traitement correspondant en signaux amplifiés et/ou numérisés et/ou translatsés en fréquence, soit les signaux provenant du premier moyen de traitement correspondant afin d'alimenter (en émission) l'élément rayonnant correspondant en signaux amplifiés et/ou analogiques et/ou translatsés en fréquence.

Par ailleurs, chaque premier moyen de traitement peut comprendre N filtres sélectifs en fréquence propres chacun à sélectionner, en réception, l'une des fréquences de porteuse des signaux reçus, parmi au plus N, et/ou propres à regrouper ensemble des signaux d'au plus N porteuses différentes reçus sur ses N sorties/entrées. Chaque premier moyen de traitement peut être également (et éventuellement) chargé de changer les fréquences des N porteuses avant de les délivrer sur ses N sorties/entrées ou sur son entrée/sortie.

En outre, ses moyens de contrôle peuvent être chargés de configurer chaque premier moyen de traitement afin de fixer les fréquences et bandes passantes respectives des porteuses des signaux délivrés et/ou reçus sur

chacune de ses sorties/entrées, ainsi que le nombre de porteuses différentes.

De plus, ses moyens de contrôle peuvent être chargés d'activer un nombre de troisièmes moyens de traitement choisi en fonction des zones dans lesquelles sont situées les cellules définies et/ou des distances entre cellules définies.

Enfin, ses moyens de contrôle peuvent être chargés de définir le nombre choisi de cellules de dimensions et positions choisies en fonction d'instructions représentatives des positions respectives des stations (terrestres) qui doivent être situées dans les cellules et des fréquences des porteuses et bandes passantes qui doivent être respectivement allouées à ces stations. Une partie au moins de ces instructions peut être transmise par une station de contrôle (terrestre) et/ou par des moyens de calcul implantés dans le satellite et déterminées par ce dernier à partir des signaux de NxM porteuses délivrés sur chaque sortie/entrée des troisièmes moyens de traitement et/ou par des moyens de localisation qu'il peut comprendre, chargés de détecter les positions des stations à partir des signaux qui sont reçus par ses moyens d'émission/réception.

L'invention propose également un satellite de communication équipé d'un dispositif d'émission et/ou réception de signaux radiofréquence (ou micro-onde) du type de celui présenté ci-avant.

L'invention est particulièrement bien adaptée, bien que de façon non exclusive, aux applications multimédia à large bande et aux applications de collecte de données en bande étroite, voire très étroite.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée ci-après, et des dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 illustre de façon très schématique et fonctionnelle les relations existants entre un satellite de communication, équipé d'un exemple de réalisation d'un dispositif d'émission et/ou réception de signaux selon l'invention, des stations terrestres, une station de contrôle et une passerelle de communication satellitaire,
- la figure 2 illustre de façon très schématique et fonctionnelle un premier

exemple de réalisation d'un dispositif d'émission et/ou réception de signaux selon l'invention, dédié à la réception, et

- la figure 3 illustre de façon très schématique et fonctionnelle un second exemple de réalisation d'un dispositif d'émission et/ou réception de signaux selon l'invention, dédié à l'émission.

Les dessins annexés pourront non seulement servir à compléter l'invention, mais aussi contribuer à sa définition, le cas échéant.

L'invention a pour objet de permettre l'augmentation de la capacité de transmission d'un satellite de communication (multifaisceaux) par une nouvelle utilisation de la bande passante fréquentielle qui lui est allouée pour un service donné.

On se réfère tout d'abord à la figure 1 pour présenter un exemple de système de communication par satellite auquel s'applique l'invention.

L'invention propose d'implanter dans un satellite (de communication) SAT un dispositif d'émission et/ou réception de signaux représentatifs de données D.

Dans ce qui suit, on considère à titre d'exemple non limitatif que le satellite SAT est utilisé pour l'échange de signaux radiofréquence (ou micro-onde) représentatifs de données multimédia à large bande entre des terminaux (ou stations) de communication terrestres TU_h (ici $h = 1$ à 3 , mais il peut prendre n'importe quelle valeur entière supérieure à un (1)) et une passerelle de communication satellitaire terrestre (ou « gateway ») GW.

Comme on le verra plus loin, le système peut également comprendre une station de contrôle terrestre CTL chargée de transmettre au satellite SAT des messages d'information et/ou d'instruction. Pour réceptionner ces messages, le satellite SAT doit disposer d'un module de réception REC, indépendant du dispositif D embarqué (comme illustré) ou pouvant faire partie de ce dernier.

Un dispositif D, selon l'invention, comprend au moins des moyens d'émission et/ou réception de signaux MER et un module de contrôle MC.

Les moyens d'émission et/ou réception de signaux MER sont agencés de manière à émettre et/ou recevoir des signaux de porteuses différentes dans

des faisceaux multiples associables à des cellules terrestres dans lesquelles sont implantés des terminaux (ou stations) de communication (ci-après appelés « terminaux ») TUh. Ils constituent préférentiellement une antenne de type actif. Dans ce qui suit, on appellera « antenne active MER » les moyens d'émission et/ou réception de signaux MER.

Le module de contrôle MC est couplé à l'antenne active MER. Il est chargé de définir un nombre choisi de groupes d'au moins une cellule de dimensions et positions choisies, et de configurer l'antenne active MER afin de définir des faisceaux Fjk associés chacun, d'une première part, à l'une au moins des cellules définies, d'une deuxième part, à une fréquence de porteuse choisie, et d'une troisième part, à une (sous-)bande passante fréquentielle choisie, en fonction des besoins de chacune des cellules et compte tenu de la bande passante fréquentielle disponible au niveau du satellite SAT pour le service concerné.

En d'autres termes, le dispositif selon l'invention D combine deux principes. Le premier principe consiste à réutiliser les fréquences sur la base des porteuses (ou de bandes fréquentielles étroites). La réutilisation de fréquence ne se fait plus alors au niveau des sous-bandes passantes (typiquement plusieurs dizaines ou centaines de MHz de bande), mais au niveau de la porteuse élémentaire (typiquement quelques MHz). Le second principe consiste à créer (ou définir) une cellule pour chaque porteuse. La bande passante allouée à chaque cellule est alors celle de la porteuse élémentaire (soit typiquement quelques MHz). Un groupe d'au moins un terminal TUh est associé à chaque cellule, si bien que chaque terminal TUh d'un groupe utilise la porteuse attribuée à la cellule dont il fait partie.

On se réfère maintenant à la figure 2 pour décrire un premier exemple de réalisation d'un dispositif selon l'invention D, dédié exclusivement à la réception de signaux provenant de terminaux situés dans des cellules définies par son module de contrôle MC en fonction des besoins et des contraintes.

Comme cela est illustré sur la figure 2, l'antenne active MER est ici agencée en récepteur. Elle comprend tout d'abord S éléments rayonnants (ou sources ou encore aériens) A_i ($i = 1$ à S, $S > 1$) dédiés à la réception des

signaux de porteuses différentes, qui sont transmis par les terminaux T_U_h implantés dans les cellules définies par le module de contrôle MC. Par exemple, ces éléments rayonnants A_i sont réalisés sous la forme de cornets, d'éléments imprimés (ou « patches »), de fentes, ou d'hélices.

Bien que cela ne soit pas une obligation, la sortie de chaque élément rayonnant A_i est couplée à l'entrée d'un (quatrième) module de traitement MT_i. Ce dernier peut assurer une ou plusieurs opérations, comme par exemple amplifier les signaux analogiques qui représentent les signaux reçus par l'élément rayonnant A_i auquel il est couplé et/ou effectuer un éventuel changement de fréquence et/ou effectuer une conversion analogique/numérique.

Dans ce qui suit, on considère que les signaux qui sont délivrés sur la sortie de chaque module de traitement MT_i sont de type numérique. Par conséquent, les traitements et opérations qui suivent sont ici de type numérique.

L'antenne active MER comprend également S premiers modules de traitement SP_i qui assurent chacun la fonction de modules de séparation de porteuses (ou démultiplexeur fréquentiel). Chaque premier module de traitement SP_i comporte une entrée EA_i, alimentée en signaux numérisés par la sortie de l'un des quatrièmes modules de traitement MT_i, et N sorties SA_{ij} (j = 1 à N, N > 1) chargées de délivrer respectivement N signaux numérisés associés à N porteuses différentes.

Chaque premier module de traitement SP_i comprend par exemple N filtres numériques sélectifs en fréquence. Chaque filtre est chargé de sélectionner l'une des fréquences de porteuse des signaux numérisés reçus sur l'entrée EA_i, parmi au plus N fréquences, afin de délivrer les signaux numérisés associés à la porteuse filtrée P_j sur sa sortie qui constitue l'une des sorties SA_{ij}.

Chaque premier module de traitement SP_i peut être éventuellement chargé de changer les fréquences des N porteuses avant de les délivrer sur ses N sorties SA_{ij}.

L'antenne active MER comprend également SxN deuxièmes modules

de traitement D_{ij} qui assurent chacun la fonction de duplication de signal. Chaque deuxième module de traitement D_{ij} comprend une entrée E_{Bij} , couplée à la sortie S_{Aij} du premier module de traitement S_{Pi} correspondant, afin d'être alimentée en signaux numérisés présentant la porteuse filtrée P_j , et M sorties S_{Bijk} ($k = 1$ à M , $M > 1$) chargées de délivrer chacune des signaux numérisés issus de la duplication en interne des signaux reçus sur une entrée E_{Bij} . En d'autres termes, chaque deuxième module de traitement D_{ij} est chargé de dupliquer M fois les signaux numérisés qu'il reçoit sur son entrée E_{Bij} afin de délivrer sur ses M sorties S_{Bijk} M signaux numérisés identiques, associés à une même porteuse P_j .

Enfin, l'antenne active MER comprend également N groupes G_j de M troisièmes modules de traitement FF_{jk} assurant chacun la fonction de formation de faisceaux, chaque groupe G_j étant dédié à l'une des N porteuses P_j .

Chaque troisième module de traitement FF_{jk} comprend S entrées EC_{ijk} ($i = 1$ à S) couplées respectivement aux sorties S_{Bijk} des deuxième modules de traitement D_{ij} , de sorte que la k -ième sortie S_{Bijk} du deuxième module de traitement D_{ij} soit couplée à la i -ième entrée EC_{ijk} du troisième module de traitement FF_{jk} . Par exemple :

- si $i = S$, $j = 2$ et $k = 2$, alors la deuxième ($k = 2$) sortie S_{BS22} du deuxième module de traitement $DS2$ est couplée à la S -ième ($i = S$) entrée $ECS22$ du deuxième ($k = 2$) troisième module de traitement $FF22$ du deuxième ($j = 2$) groupe $G2$ associé à la porteuse $P2$,
- si $i = 2$, $j = 1$ et $k = M$, alors la M -ième ($k = M$) sortie S_{B21M} du deuxième module de traitement $D21$ est couplée à la deuxième ($i = 2$) entrée $EC21M$ du M -ième ($k = M$) troisième module de traitement $FF1M$ du premier ($j = 1$) groupe $G1$ associé à la porteuse $P1$,
- si $i = 1$, $j = N$ et $k = M$, alors la M -ième ($k = M$) sortie S_{B1NM} du deuxième module de traitement $D1N$ est couplée à la première ($i = 1$) entrée $EC1NM$ du M -ième ($k = M$) troisième module de traitement $FFNM$ du N -ième ($j = N$) groupe GN associé à la porteuse PN .

Chaque troisième module de traitement FF_{jk} comprend également une sortie SC_{jk} chargée de délivrer des signaux numérisés, résultant des signaux

numérisés reçus sur ses S entrées EC_{ijk} et associés à un faisceau parmi $N \times M$ et présentant la porteuse P_j du groupe G_j auquel il appartient.

En d'autres termes, l'antenne active réceptrice MER délivre sur chacune de ses $N \times M$ sorties SC_{jk} ($j = 1$ à N , $k = 1$ à M) des signaux numérisés associés à une porteuse P_j et provenant d'une cellule associée à l'un des $N \times M$ faisceaux.

Par exemple, si ces $N \times M$ signaux provenant des terminaux TU_h doivent être transmis à une passerelle satellitaire GW, le satellite SAT va les multiplexer puis les transmettre au moyen d'une porteuse modulée à destination de cette passerelle satellitaire GW.

Il est important de noter que le module de contrôle MC peut être chargé de configurer chaque premier module de traitement SP_i de manière à fixer les fréquences et bandes passantes respectives des porteuses P_j des signaux (numérisés) qu'il délivre sur chacune de ses sorties SA_{ij} , ainsi que le nombre de porteuses P_j différentes. En d'autres termes, chacun des N filtres de chaque module de sélection de porteuses SP_i peut être activé ou non et la fréquence qu'il filtre et/ou sa bande passante peuvent être fixées en fonction des besoins et des contraintes et compte tenu de la bande passante disponible dans le satellite SAT.

Par ailleurs, le module de contrôle MC peut être chargé d'activer un nombre de troisièmes modules de traitement FF_{jk} choisi en fonction de la configuration des zones dans lesquelles sont situées les cellules qu'il a définies et/ou des distances entre ces cellules (afin qu'elles soient suffisamment isolées entre-elles).

On se réfère maintenant à la figure 3 pour décrire un second exemple de réalisation d'un dispositif selon l'invention D, dédié exclusivement à l'émission de signaux à destination de terminaux situés dans des cellules ou groupes de cellule(s) défini(e)s par son module de contrôle MC en fonction des besoins et des contraintes.

Comme cela est illustré sur la figure 3, l'antenne active MER est ici agencée en émetteur. En raison de la réciprocité de fonctionnement des éléments qui constituent l'antenne active MER, c'est-à-dire de leur aptitude à

fonctionner dans une direction comme dans la direction opposée, l'antenne active MER illustrée sur la figure 3 présente une architecture identique à celle de l'antenne active illustrée sur la figure 2. Par conséquent, les opérations effectuées par les éléments constituant l'antenne active émettrice MER (figure 3) sont les réciproques de celles qui sont effectuées par les éléments équivalents qui constituent l'antenne active réceptrice MER (figure 2).

L'antenne active émettrice MER comprend donc :

- N groupes G_j ($j = 1$ à N , $n > 1$) de M troisièmes modules de traitement FF_{jk} ($k = 1$ à M , $M > 1$) assurant chacun la fonction de formation de faisceaux, et chaque groupe G_j étant dédié à N porteuses P_j différentes. Chaque troisième module de traitement FF_{jk} est le réciproque d'un troisième module de traitement décrit précédemment dans le cas de la réception (figure 2). Il comprend une entrée SC_{jk} chargée de recevoir des signaux (de préférence numérisés) associés à un faisceau (parmi $N \times M$) correspondant à une cellule et présentant la porteuse du groupe G_j auquel il appartient, et S sorties EC_{ijk} ($i = 1$ à S , $S > 1$) chargées de délivrer chacune des signaux numérisés issus des signaux reçus sur son entrée SC_{jk} et présentant sa porteuse P_j ,
- $S \times N$ deuxièmes modules de traitement D_{ij} assurant chacun la fonction de concentration ou sommation de signaux. Chaque deuxième module de traitement D_{ij} est chargé d'effectuer la somme algébrique des M signaux numérisés provenant de M troisièmes modules de traitement FF_{jk} d'un groupe G_j . Chaque deuxième module de traitement D_{ij} comprend donc M entrées SB_{ijk} couplées respectivement aux sorties EC_{ijk} correspondantes des troisièmes modules de traitement FF_{jk} du groupe G_j correspondant et une sortie EB_{ij} délivrant des signaux numérisés présentant l'une des N porteuses. La k-ième entrée SB_{ijk} du deuxième module de traitement D_{ij} est couplée à la i-ème sortie EC_{ijk} du troisième module de traitement FF_{jk} ,
- S premiers modules de traitement SP_i assurant chacun la fonction de regroupement de porteuses (ou de multiplexeur fréquentiel). Chaque premier module de traitement SP_i est chargé de combiner les signaux numérisés qui proviennent des N deuxièmes modules de traitement D_{ij} et qui présentent les N porteuses différentes P_j . Chaque premier module de traitement SP_i

- comprend donc N entrées SA_{ij} couplées respectivement aux sorties EB_{ij} des N deuxièmes modules de traitement correspondants D_{ij} et une sortie E_{Ai} chargée de délivrer des signaux numérisés présentant au plus N porteuses différentes combinées P_j . Chaque premier module de traitement SP_i comprend par exemple N filtres numériques sélectifs en fréquence. Comme indiqué précédemment, chaque premier module de traitement SP_i peut être éventuellement chargé de changer les fréquences des N porteuses avant de les combiner et de les délivrer (sous forme combinée) sur sa sortie E_{Ai} ,
- de préférence S quatrièmes modules de traitement MT_i (optionnels) comprenant chacun une entrée couplée à la sortie E_{Ai} du premier module de traitement SP_i correspondant, afin d'être alimenté en signaux numérisés et une sortie chargée de délivrer les signaux sous une forme analogique. En complément de cette conversion numérique/analogique, chaque quatrième module de traitement MT_i peut éventuellement amplifier les signaux et/ou changer la fréquence (translation) desdits signaux,
 - S éléments rayonnants (ou sources ou encore aériens) A_i chargés d'émettre, à destination des au plus $N \times M$ cellules définies par le module de contrôle MC, les signaux analogiques délivrés respectivement par les S quatrièmes modules de traitement MT_i .

Comme dans le premier exemple de réalisation, le module de contrôle MC peut être chargé de configurer chaque premier module de traitement SP_i de manière à fixer les fréquences et bandes passantes respectives des porteuses P_j des signaux (numérisés) qu'il délivre sur chacune de ses sorties SA_{ij} , ainsi que le nombre de porteuses P_j différentes. En d'autres termes, chacun des N filtres de chaque premier module de traitement SP_i peut être activé ou non et la fréquence qu'il filtre et/ou sa bande passante peuvent être fixées en fonction des besoins et des contraintes et compte tenu de la bande passante disponible dans le satellite SAT.

Par ailleurs, le module de contrôle MC peut être chargé d'activer un nombre de troisièmes modules de traitement FF_{jk} choisi en fonction de la configuration des zones dans lesquelles sont situées les cellules qu'il a définies et/ou des distances entre ces cellules (afin qu'elles soient suffisamment bien

isolées entre-elles).

On a représenté sur les figures 2 et 3, des exemples de réalisation dans lesquels le dispositif selon l'invention D fonctionnait soit en tant que récepteur, soit en tant qu'émetteur. Mais, en raison de la réciprocité de fonctionnement évoquée précédemment, le dispositif D selon l'invention peut à la fois émettre et recevoir des signaux à destination et en provenance de groupes de cellule(s) définis par son module de contrôle MC, tout en conservant la même architecture que celle décrite précédemment. Dans ce cas, une entrée devient une entrée/sortie et une sortie devient une sortie/entrée.

Quel que soit le mode de fonctionnement du dispositif D (en émission et/ou en réception), son module de contrôle MC procède préférentiellement aux définitions des cellules en fonction d'instructions représentatives des positions respectives des terminaux (ou stations) TUh qui doivent être contenus dans les cellules et des fréquences des porteuses et bandes passantes qui doivent être respectivement allouées aux terminaux TUh.

Ces instructions peuvent provenir d'une ou plusieurs sources.

Ainsi, elles peuvent provenir au moins en partie d'une station de contrôle terrestre CTL. Dans ce cas, comme indiqué précédemment, la station de contrôle CTL transmet au satellite SAT des messages contenant les instructions et ce dernier comporte un module de réception REC chargé de les réceptionner et de les communiquer au dispositif D. Ce module de réception REC peut éventuellement faire partie du dispositif D.

Comme cela est illustré sur la figure 1, les instructions peuvent également provenir au moins en partie d'un module de calcul PA implanté dans le satellite SAT. Ce module de calcul PA est alors chargé de déterminer certaines au moins des instructions à partir des signaux de NxM porteuses qui sont délivrés sur chaque sortie/entrée SCjk des troisièmes moyens de traitement FFjk. Cette situation correspond à celle d'un satellite SAT dit régénératif.

Dans ce cas régénératif, le module de contrôle MC effectue également la gestion des ressources. Plus précisément, il vérifie que la dimension (N) des troisièmes moyens de traitement SPi (sélecteurs de porteuses) et le nombre de

troisièmes moyens de traitement FFjk (formateurs de faisceaux actifs) sont en adéquation avec le trafic (nombre de terminaux (ou stations) TUh actifs), et il gère l'attribution ou la récupération de ressources (par les premiers SPi et troisièmes FFjk moyens de traitement) en fonction de l'entrée ou de la sortie des terminaux TUh dans le système.

Les instructions peuvent également provenir au moins en partie d'un module de localisation ML faisant de préférence partie du dispositif D, comme illustré sur la figure 1.

Ce module de localisation ML est chargé de détecter et localiser les émissions des terminaux (ou stations) TUh, à partir des signaux qui sont reçus par le module d'émission et/ou réception MER, afin de déterminer les positions de ces terminaux (ou stations) TUh. A cet effet, chaque deuxième module de traitement Dij peut par exemple comporter une sortie/entrée de type SBijk supplémentaire alimentant le module de localisation ML. La détermination des positions des terminaux TUh émetteurs peut alors s'effectuer au moyen d'un algorithme, par exemple de type MUSIC, destiné à tester les directions possibles d'arrivée des signaux.

Le dispositif d'émission et/ou réception de signaux D selon l'invention, et notamment son module de contrôle MC, ses premiers SPi, deuxièmes Dij, troisièmes FFjk, et éventuels quatrièmes MTi modules de traitement peuvent être réalisés sous la forme de circuits électroniques, de modules logiciels (ou informatiques), ou d'une combinaison de circuits et de logiciels.

Le dispositif selon l'invention est particulièrement avantageux lorsque le trafic n'est pas uniforme et qu'il évolue dans le temps, étant donné qu'il offre un taux de réutilisation de fréquence adaptable et supérieur à ceux qu'offrent les dispositifs de l'art antérieur. Par ailleurs, le dispositif selon l'invention offre une flexibilité complète en fréquence (du fait de la possibilité de changer les bandes passantes allouées aux terminaux ou stations) et en couverture (du fait qu'il permet de changer le nombre et la position des terminaux ou stations pris en compte).

L'invention ne se limite pas aux modes de réalisation de dispositif d'émission et/ou réception de signaux et de satellite de communication

multifaisceaux décrits ci-avant, seulement à titre d'exemple, mais elle englobe toutes les variantes que pourra envisager l'homme de l'art dans le cadre des revendications ci-après.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif d'émission et/ou réception de signaux représentatifs de données (D) pour un satellite de communication (SAT) disposant d'une bande passante fréquentielle fixée et comprenant des moyens d'émission et/ou réception (MER) propres à émettre et/ou recevoir des signaux dans des faisceaux multiples associables à des cellules, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de contrôle (MC) agencés pour définir un nombre choisi de cellules de dimensions et positions choisies, et pour configurer lesdits moyens d'émission et/ou réception (MER) de manière à définir des faisceaux associés chacun à l'une au moins desdites cellules définies, à une fréquence de porteuse choisie et à une bande passante fréquentielle choisie en fonction des besoins de chacune desdites cellules et compte tenu de la bande passante fréquentielle disponible au niveau dudit satellite (SAT).

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits moyens d'émission et/ou réception (MER) sont agencés sous la forme d'une antenne de type actif comprenant au moins :

- S éléments rayonnants (A_i) dédiés à la réception et/ou à l'émission de signaux de porteuses différentes, avec S supérieur à un,
- S premiers moyens de traitement (SP_i) comportant chacun une entrée/sortie (E_{A_i}) propre à être alimentée en signaux reçus par l'un desdits éléments rayonnants (A_i) et/ou à délivrer des signaux d'au plus N porteuses différentes, et N sorties/entrées (SA_{ij}) propres à délivrer respectivement N signaux de N porteuses différentes, avec N supérieur à 1, et/ou à recevoir des signaux de N porteuses différentes,
- $S \times N$ deuxièmes moyens de traitement (D_{ij}) comprenant chacun une entrée/sortie ($E_{B_{ij}}$) propre à être alimentée en signaux de l'une des N porteuses par l'une desdites sorties/entrées (SA_{ij}) de l'un desdits premiers moyens de traitement (SP_i) et/ou à délivrer des signaux résultant d'une sommation des N porteuses reçues sur M sorties/entrées (SB_{ijk}), et M sorties/entrées (SB_{ijk}) propres à délivrer chacune des signaux identiques résultant de la duplication des signaux de l'une des N porteuses reçus sur

ladite entrée/sortie (EBij) et/ou à recevoir chacune des signaux de l'une des N porteuses, avec M supérieur à 1, et

- N groupes (Gj) de M troisièmes moyens de traitement (FFjk) dédiés chacun à l'une des N porteuses, chaque troisième moyen de traitement (FFjk) comprenant, d'une part, S entrées/sorties (ECijk), respectivement couplées aux sorties/entrées (SBijk) correspondantes desdits deuxièmes moyens de traitement (Dij) de sorte qu'une k-ième sortie/entrée (SBijk) d'un deuxième moyen de traitement (Dij) soit couplée à une i-ème entrée/sortie (ECijk) d'un troisième moyen de traitement correspondant (FFjk), et de manière à être alimentées chacune par les signaux dupliqués par la sortie/entrée (SBijk) correspondante du deuxième moyen de traitement (Dij) correspondant et/ou à délivrer chacune des signaux de la porteuse de son groupe (Gj), issus de signaux reçus associés à un faisceau parmi NxM, et d'autre part, une sortie/entrée (SCjk) propre à délivrer des signaux de la porteuse du groupe (Gj), associés à un faisceau parmi NxM, et/ou à recevoir lesdits signaux présentant la porteuse du groupe (Gj) auquel il appartient, associés audit faisceau parmi NxM.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que lesdits moyens d'émission et/ou réception (MER) comprennent également S quatrièmes moyens de traitement (MTi) intercalés entre l'un desdits éléments rayonnants (Ai) et le premier moyen de traitement (SPi) correspondant, et agencés pour amplifier et/ou convertir en numérique/analogique et/ou translater en fréquence les signaux reçus par ledit élément rayonnant (Ai) ou provenant dudit premier moyen de traitement (SPi) correspondant, afin d'alimenter ledit premier moyen de traitement (SPi) correspondant en signaux amplifiés et/ou numérisés et/ou translatsés en fréquence et/ou d'alimenter ledit élément rayonnant (Ai) correspondant en signaux amplifiés et/ou analogiques et/ou translatsés en fréquence.

4. Dispositif selon l'une des revendications 2 et 3, caractérisé en ce que chaque premier moyen de traitement (SPi) comprend N filtres sélectifs en fréquence propres chacun à sélectionner l'une des fréquences de porteuse des signaux reçus sur son entrée/sortie (EAi), parmi au plus N, et/ou propres à

regrouper ensemble des signaux d'au plus N porteuses différentes reçus sur ses N sorties/entrées (SAij).

5. Dispositif selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que chaque premier moyen de traitement (SPi) est agencé pour changer les fréquences des N porteuses avant de les délivrer sur ses N sorties/entrées (SAij) ou sur son entrée/sortie (EAI).

6. Dispositif selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que lesdits moyens de contrôle (MC) sont agencés pour configurer chaque premier moyen de traitement (SPi) de manière à fixer les fréquences et bandes passantes respectives des porteuses des signaux délivrés et/ou reçus sur chacune de ses sorties/entrées (SAij), ainsi que le nombre de porteuses différentes.

7. Dispositif selon l'une des revendications 2 à 6, caractérisé en ce que lesdits moyens de contrôle (MC) sont agencés pour activer un nombre de troisièmes moyens de traitement (FFjk) choisi en fonction des zones dans lesquelles sont situées lesdites cellules définies et/ou des distances entre cellules définies.

8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que lesdits moyens de contrôle (MC) sont agencés pour définir le nombre choisi de cellules de dimensions et positions choisies en fonction d'instructions représentatives des positions respectives de stations (TUh) devant être contenues dans lesdites cellules et des fréquences des porteuses et bandes passantes devant être respectivement allouées auxdites stations (TUh).

9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'une partie au moins desdites instructions est transmise par une station de contrôle (CTL).

10. Dispositif selon l'une des revendications 8 et 9, caractérisé en ce qu'une partie au moins desdites instructions est fournie par des moyens de calcul (PA) implantés dans ledit satellite (SAT) et déterminées par ce dernier à partir desdits signaux de NxM porteuses délivrés sur chaque sortie/entrée (SCjk) des troisièmes moyens de traitement (FFjk).

11. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 10, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de localisation (ML) agencés pour détecter les

positions desdites stations (TUh) à partir des signaux reçus par lesdits moyens d'émission/réception (MER).

12. Satellite de communication (SAT) pour un réseau de communication, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif d'émission et/ou réception de signaux (D) selon l'une des revendications précédentes.

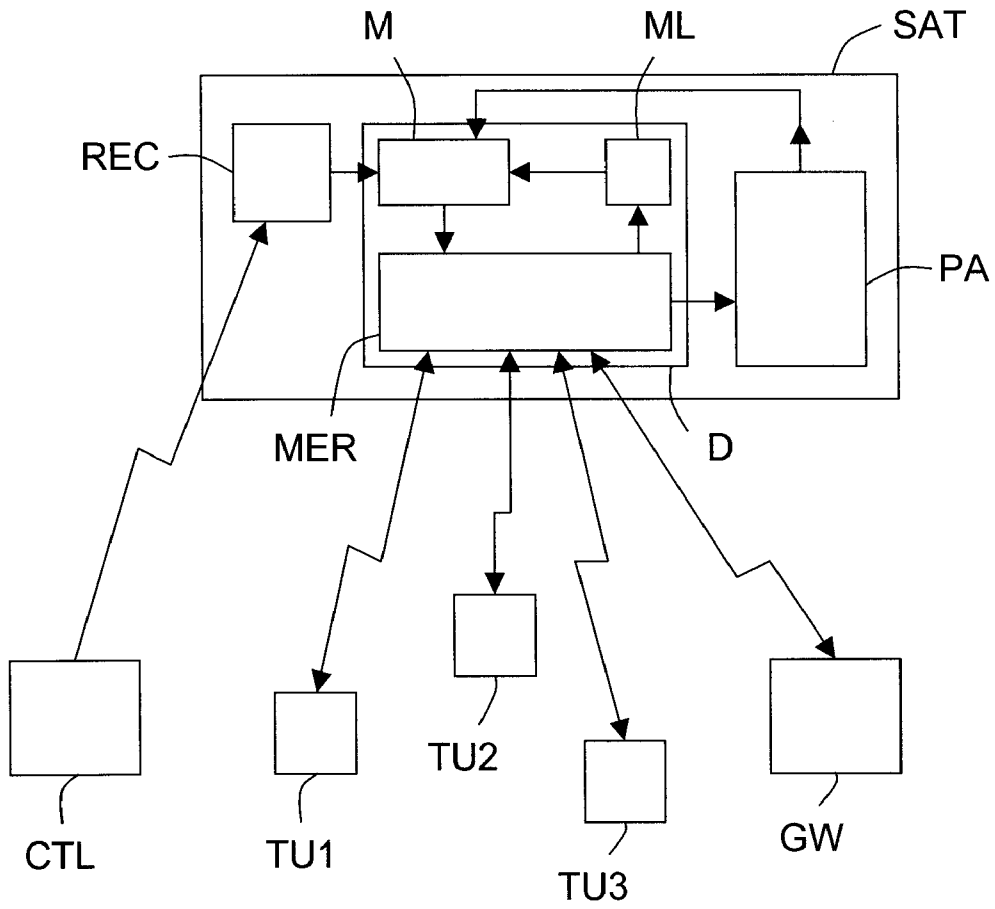


FIG.1

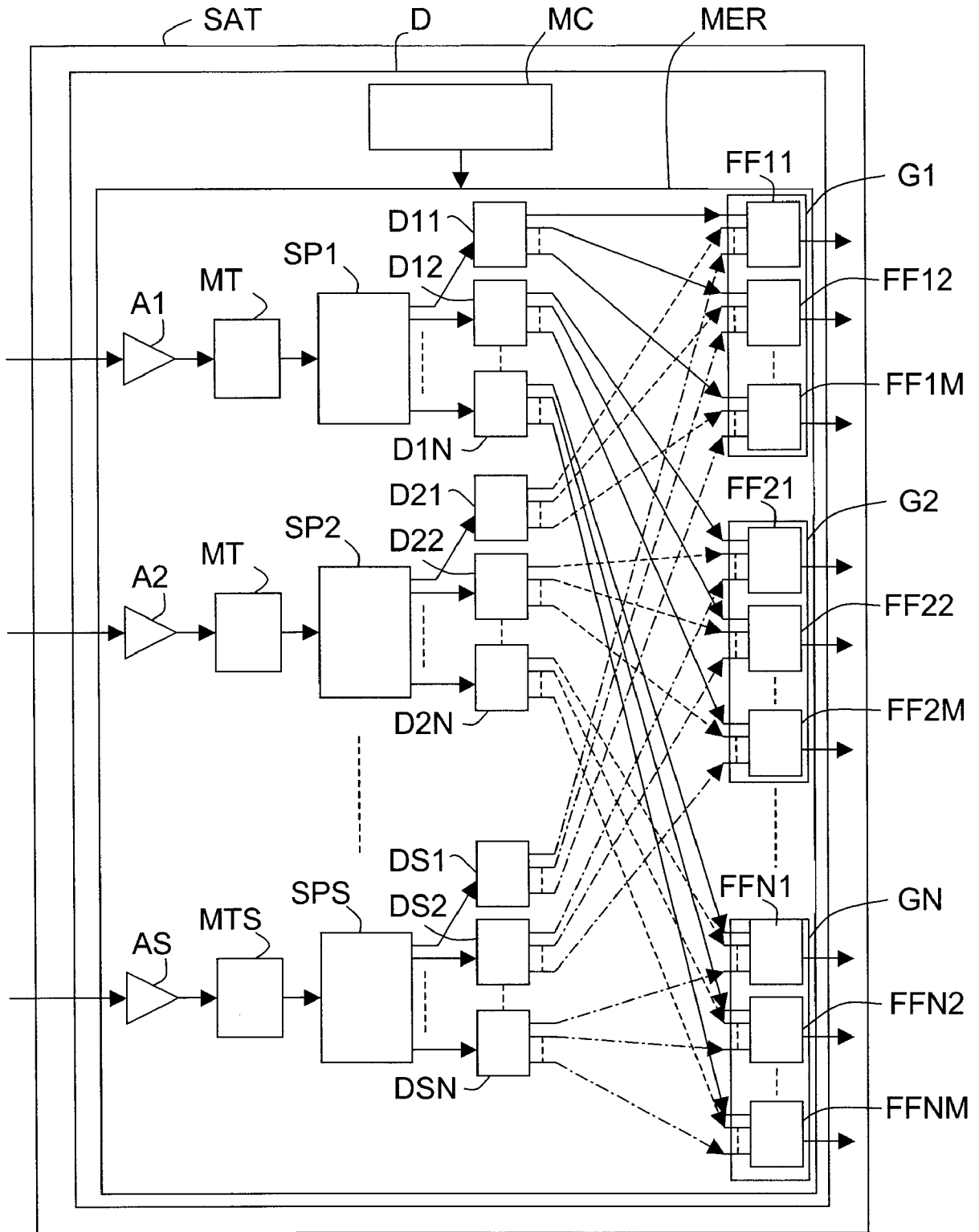


FIG.2

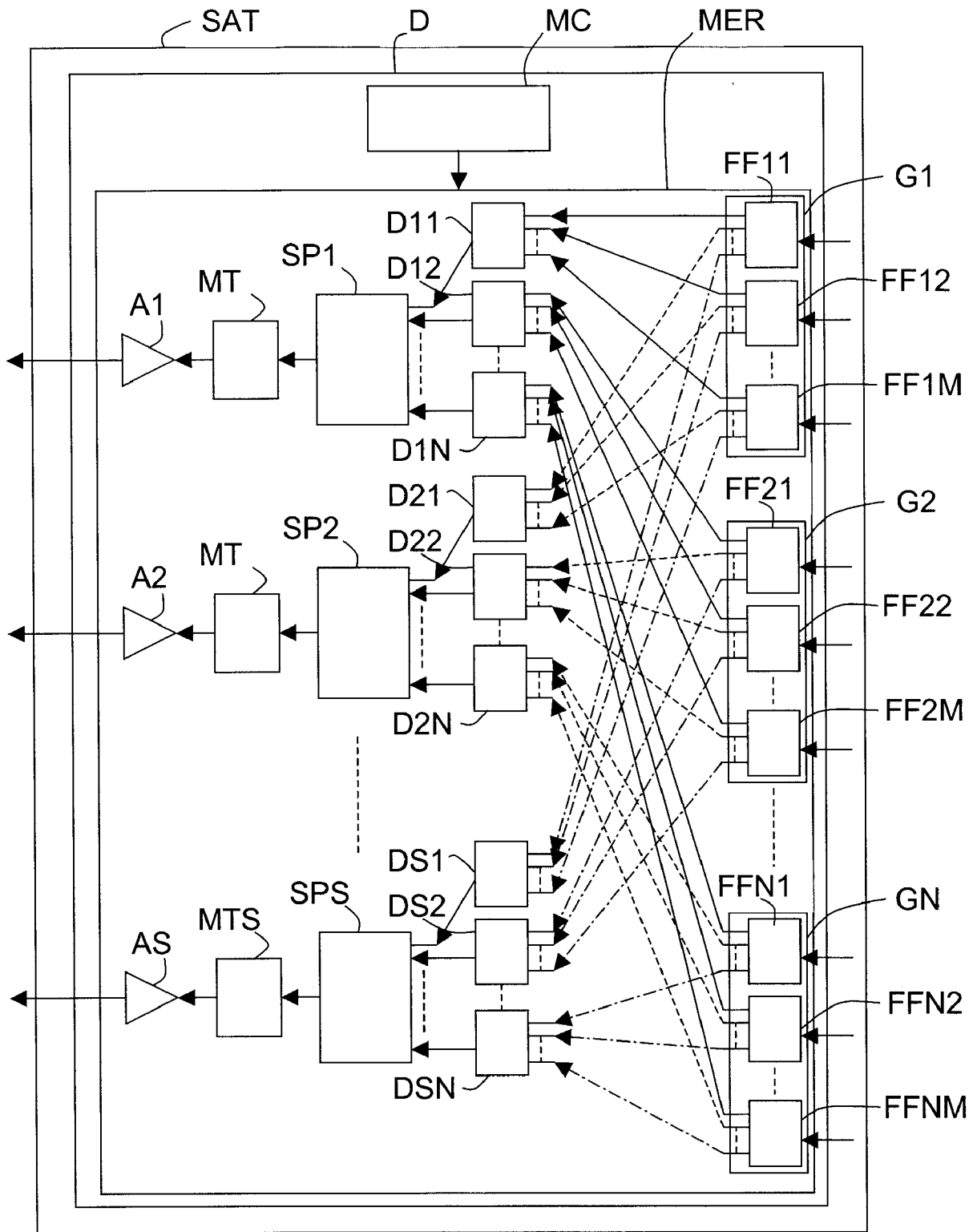


FIG.3