

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11 N° de publication :

2 969 431

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21 N° d'enregistrement national :

10 05003

51 Int Cl⁸ : H 04 B 7/185 (2012.01), H 04 B 7/204

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 21.12.10.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 22.06.12 Bulletin 12/25.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : THALES Société anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : GAYRARD JEAN DIDIER et ONILLON
BERTRAND.

73 Titulaire(s) : THALES Société anonyme.

74 Mandataire(s) : MARKS & CLERK FRANCE.

54 SATÉLLITE DE DIFFUSION A COUVERTURE MULTIFAISCEAUX ET PLAN DE FREQUENCE FLEXIBLE.

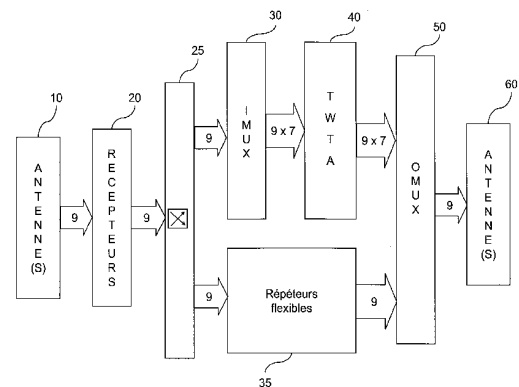
57 L'invention concerne un satellite de radiodiffusion de
télévision qui comprend:

- un système d'antennes de réception (10) à faisceaux
distincts chaque faisceau étant associé à une bande de fré-
quence ou couleur (3) divisée en canaux de fréquence (1),
et illuminant une zone géographique distincte, selon un plan
de réutilisation des fréquences,

- un répéteur (30, 40) par faisceau, relié au système
d'antenne de réception, des canaux de fréquence (1) étant
alloués de façon statique à chaque répéteur,

- un système d'antennes d'émission (60) à faisceaux
distincts, relié aux répéteurs.

M couleurs supplémentaires (4) respectivement divi-
sées en canaux de fréquence supplémentaires (2) étant dé-
finies, il comprend des répéteurs flexibles (35), un par
couleur supplémentaire, reliés aux systèmes d'antennes,
chaque répéteur comportant un processeur radiofréquence
(31) apte à allouer dynamiquement à un faisceau au moins
un canal supplémentaire, et un ou plusieurs modules d'am-
plification (41) apte à amplifier des canaux de fréquence
supplémentaires (2), chaque module étant commun à au
moins deux canaux supplémentaires.



FR 2 969 431 - A1



SATELLITE DE DIFFUSION A COUVERTURE MULTIFAISCEAUX ET PLAN DE FREQUENCE FLEXIBLE

Le domaine de l'invention est celui des satellites de diffusion de télévision, à couverture multifaisceaux et à réutilisation des fréquences.

Les satellites de télécommunications sont utilisés pour relayer des signaux radiofréquences porteurs d'informations d'un point à l'autre de la Terre.

On rappelle que la radiodiffusion de télévision par satellite consiste à émettre depuis un satellite en orbite géostationnaire à environ 35 850 km d'altitude, des programmes de radio et de télévision, analogiques et numériques, payants (cryptés) ou gratuits (en clair). Le satellite placé en orbite géostationnaire, apparaît donc immobile depuis la Terre. Les antennes de réception terrestres (paraboles) sont dès lors fixes.

Les satellites dits de radiodiffusion directe émettent des bouquets de chaînes de télévision et de radiophonie payantes et cryptées, ainsi que des chaînes de télévision et de radiophonie en clair et gratuites, qui peuvent être reçues par ces antennes domestiques de petite dimension (de 60 cm à 1.10m en Europe) et de faible prix, grâce à la forte puissance d'émission des satellites de radiodiffusion.

En général les bandes de fréquence utilisées sur la liaison descendante (satellite vers Terre) sont des bandes de fréquence qui sont allouées par l'Union Internationale des Télécommunications (UIT) au service de radiodiffusion par satellite. Il s'agit en particulier mais pas nécessairement de la bande Ku de 10.70 GHz à 12,75 GHz, la bande Ka de 21.4 à 22 GHz.

Il existe des satellites équipés d'un système d'antennes multifaisceaux, chaque faisceau illuminant une zone géographique spécifique qui suit typiquement les contours d'un continent, d'une région ou d'un pays, ces zones étant distinctes les unes des autres. Il s'agit généralement de faisceaux étroits : l'ouverture angulaire du faisceau ou lobe principal du diagramme de rayonnement de l'antenne est faible, typiquement de l'ordre de 1°. De plus le niveau de gain relatif des lobes secondaires du diagramme de rayonnement est généralement très faible. Dans la mesure où ces

faisceaux ne se recouvrent pas spatialement et que les gains des lobes secondaires sont négligeables, une même bande de fréquence aussi désignée couleur, peut être utilisée dans plusieurs faisceaux spatialement séparés par au moins un faisceau utilisant une autre bande de fréquence. On

5 parle alors d'un satellite multifaisceaux à réutilisation des fréquences. Quatre bandes de fréquence ou couleurs sont généralement utilisées : rouge, bleu, vert, jaune. Chaque bande de fréquence ou couleur est divisée en sous-bandes désignées canaux de fréquence et caractérisées par une fréquence centrale et une bande passante.

10 Selon que le système d'antennes du satellite fonctionne dans deux polarisations P1, P2 orthogonales, linéaires (vertical-horizontal) ou circulaires (sens des aiguilles d'une montre ou sens inverse) ou dans une seule polarisation, une couleur désigne une bande de fréquence associée à une des deux polarisations comme dans l'exemple du plan de fréquence fixe

15 de la figure 2a, ce qui permet de libérer de la bande de fréquence, puisque deux couleurs peuvent avoir la même bande de fréquence avec des polarisations différentes ; ou une couleur désigne une bande de fréquence associée à une même polarisation, deux couleurs ne pouvant alors avoir la même bande de fréquence.

20 La figure 2a montre un exemple de plan de fréquence fixe dans la bande 21.4 - 22 GHz, bande qui est allouée par l'UIT au service de radiodiffusion par satellite en région 1 (Europe-Afrique). La figure 2b montre un exemple de plan de fréquence fixe dans la bande 12 – 12,75 GHz. Les canaux de fréquence ont tous la même bande passante (36 MHz) et le

25 même espacement des fréquences centrales, mais ce n'est pas nécessairement le cas ; la bande passante des canaux de fréquence est généralement comprise entre 24 et 72 MHz.

Dans l'exemple de la couverture multifaisceaux de la figure 1, la

30 zone géographique européenne est couverte par 9 faisceaux (« spot beams » ou « spots ») distincts. Chacun de ces faisceaux couvre une région d'Europe dont la population est linguistiquement et/ou culturellement et/ou commercialement homogène. Dans ce cadre spécifique de couverture européenne, on parle de faisceaux « linguistiques ». L'attribution des

35 couleurs à ces faisceaux est réalisée de la manière suivante : la couleur

rouge est attribuée aux deux faisceaux R1 et R2 couvrant la zone centrée sur l'Allemagne/Autriche d'une part et la zone centrée sur la Grèce/Turquie d'autre part, de même pour les couleurs verte et jaune, les faisceaux correspondants étant désignés V1, V2, J1, J2, et pour la couleur bleue, les faisceaux correspondants étant désignés B1, B2, B3. Le faisceau V1 qui couvre la France et le faisceau V2 qui couvre la Bulgarie, la Roumanie, la Biélorussie et l'Ukraine, ont la même bande de fréquence (couleur), la même polarisation, éventuellement les mêmes canaux : seules la forme et la direction des faisceaux diffèrent.

10 Cette couverture multifaisceaux est mise en œuvre au niveau du satellite de la manière suivante.

Un satellite de radiodiffusion de télévision comporte une plateforme et une charge utile dédiée à la diffusion TV. La charge utile comprend classiquement un système d'antennes de réception et d'émission et un système de répéteurs. Le système de répéteurs comprend des équipements assurant le relais (c'est-à-dire le filtrage, le changement de fréquence et l'amplification) des signaux radiofréquences, contenus dans les canaux de fréquence du plan de fréquence. Dans la suite, nous appellerons par le terme transpondeur l'ensemble des équipements d'un répéteur qui relaient (filtrage, changement de fréquence et amplification) un seul canal de fréquence. Ainsi selon cette convention, un répéteur comprend fonctionnellement des transpondeurs, un transpondeur par canal de fréquence. Le système d'antennes comprend par exemple soit autant d'antennes monofaisceaux que de zones géographiques (9 dans l'exemple de la figure 1) soit une ou plusieurs antennes multifaisceaux, couvrant simultanément plusieurs zones géographiques distinctes.

Le système de répéteurs comprend par exemple autant de répéteurs que de zones géographiques (9 dans l'exemple de la figure 1). On désigne par répéteur la chaîne des équipements situés entre un accès du système d'antennes de réception et un accès du système d'antennes d'émission ; il y a donc un répéteur par faisceau. On notera que deux répéteurs peuvent avoir des équipements communs. Si k canaux de fréquence sont alloués à un faisceau, le répéteur associé à ce faisceau est

alors composé de k transpondeurs. On notera que deux transpondeurs peuvent avoir des équipements communs.

Chaque transpondeur relaie (c'est-à-dire filtre, translate en fréquence et amplifie) les signaux radiofréquences, contenus dans le canal
5 de fréquence, qui sont issus d'un faisceau du système d'antennes réception et destinés à un faisceau du système d'antennes émission.

Dans l'exemple de la figure 4 basé sur la couverture à 9 faisceaux de la figure 1, la charge utile comprend N récepteurs ($N=9$), chaque
10 récepteur recevant les signaux radiofréquences montants contenus dans la bande de fréquence ou couleur allouée au faisceau correspondant. Et dans la mesure où il y a 7 canaux de fréquence pour chaque faisceau, chaque répéteur est composé de 7 transpondeurs.

15 La figure 4 présente une conception classique de répéteur.

Un récepteur 20 est connecté à un accès du système d'antenne de réception 10. Le récepteur 20 filtre, amplifie et translate en fréquence les signaux radiofréquences montants depuis la zone géographique (faisceau) correspondante. La sortie du récepteur 20 est connectée à un démultiplexeur
20 d'entrée 30 filtrant chacun des k_n canaux de fréquence contenus dans la bande de fréquence ou couleur allouée à la zone géographique (faisceau) correspondante (dans l'exemple, $k_1 = \dots = k_n = \dots = k_9 = 7$). Le démultiplexeur d'entrée 30 a donc k_n sorties; il s'agit par exemple d'un IMUX acronyme de l'expression anglo-saxonne « Input Multiplexer ».

25 Un amplificateur 40 est connecté à chaque sortie du démultiplexeur d'entrée 30. Selon la bande de fréquence envisagée, il s'agit par exemple d'un amplificateur TOP (Tube à Ondes Progressives) ou TWTA acronyme de l'expression anglo-saxonne Traveling Wave Tube Amplifier ou d'un amplificateur à l'état solide ou SSPA acronyme de l'expression anglo-saxonne Solid-State Power Amplifier utilisant des transistors. Il y a donc k_n
30 amplificateurs 40 dans chaque répéteur.

La sortie de chacun des k_n amplificateurs 40 est connectée à une entrée du multiplexeur de sortie 50 multiplexant les k_n canaux de fréquence de chaque faisceau. Le multiplexeur de sortie 50 a donc une sortie unique ; il
35 s'agit par exemple d'un OMUX, acronyme de l'expression anglo-saxonne

« Output Multiplexer ». La sortie du multiplexeur de sortie 50 est connectée à l'accès du système d'antennes émission.

5 Les avantages techniques d'un satellite à couverture multifaisceaux et à réutilisation des fréquences sont les suivants :

- la réutilisation des fréquences entre faisceaux, qui permet d'augmenter significativement la capacité du satellite en termes de nombre de canaux transmis par bande de fréquence disponible,
- un meilleur gain du système d'antennes du satellite, ce qui permet de
10 réduire la puissance émise par canal qui est nécessaire à la bonne réception des signaux radiofréquences par les antennes de réception terrestres.

Il a comme principal inconvénient que chaque station de réception située dans une zone géographique ne reçoit que les canaux de fréquence
15 correspondant à ladite zone, et ne peut donc recevoir d'autres canaux.

Or la durée de vie d'un satellite pouvant dépasser plus de 15 ans, cela signifie que les canaux attribués à chaque faisceau de la couverture sont fixés à la conception du satellite et que l'on ne peut ajouter ni retrancher un canal pendant la durée de vie du satellite. Cependant un diffuseur de
20 chaînes peut par exemple souhaiter :

- tester un nouveau marché sur une zone déjà couverte (ex. : nouvelle chaîne de télévision) avant lancement ou non d'un satellite dédié (avec canaux statiques),
- tester un nouveau marché sur une zone jusque-là non couverte (ex. :
25 couverture de marchés émergents) avant lancement ou non d'un satellite dédié,
- apporter ponctuellement une capacité supplémentaire sur une zone particulière (ex. : couverture d'un événement),
- en cas de défaillance partielle (transpondeurs) ou complète d'un autre
30 satellite, pouvoir remplacer les canaux en panne jusqu'au lancement d'un nouveau satellite.

Le but de l'invention est de pallier ces inconvénients. En conséquence, il demeure à ce jour un besoin pour un système donnant
35 simultanément satisfaction à l'ensemble des exigences précitées, en termes

de définition de la couverture multi faisceaux, de modalité de réutilisation des fréquences (plan de fréquence), et de flexibilité de l'attribution de canaux aux faisceaux de la zone de couverture.

5 La solution selon l'invention est basée sur l'ajout d'au moins une autre bande de fréquence ou couleur, chacune de ces autres couleurs étant divisée en canaux pouvant être alloués à la demande, à n'importe quel faisceau déjà existant (voire à un faisceau défini avant lancement et non utilisé en début de vie du satellite), grâce à un répéteur flexible par couleur
10 supplémentaire. Un répéteur flexible comprend:

- un processeur radiofréquence incluant des moyens de filtrage et de sélection de canaux pour allouer dynamiquement les canaux supplémentaires à un faisceau,
- un ou des modules d'amplification pour amplifier les canaux
15 supplémentaires, chaque module étant commun à au moins deux canaux supplémentaires.

Plus précisément l'invention a pour objet un satellite de radiodiffusion de télévision qui comprend :

- un système d'antennes de réception à N faisceaux distincts
20 chaque faisceau étant associé à une bande de fréquence ou couleur divisée en canaux de fréquence, à une polarisation et illuminant une zone géographique distincte, selon un plan de réutilisation des fréquences,
- un répéteur par faisceau, relié en entrée au système
25 d'antennes de réception, soit N répéteurs, des canaux de fréquence étant alloués de façon statique à chaque répéteur,
- un système d'antennes d'émission à N faisceaux distincts, relié en entrée aux répéteurs.

Il est principalement caractérisé en ce que M couleurs
30 supplémentaires respectivement divisées en canaux de fréquence supplémentaires étant définies, avec $M \geq 1$, il comprend des répéteurs flexibles, un par couleur supplémentaire, reliés au système d'antenne de réception et au système d'antenne d'émission, chaque répéteur flexible comportant un processeur radiofréquence apte à filtrer et sélectionner des
35 canaux de fréquence supplémentaires pour allouer dynamiquement à un

desdits faisceaux au moins un canal supplémentaire, et un ou plusieurs modules d'amplification apte à amplifier des canaux de fréquence supplémentaires, chaque module étant commun à au moins deux canaux de fréquence supplémentaires.

- 5 Cela permet d'allouer les canaux de fréquence supplémentaires à n'importe quel faisceau de manière flexible pendant la durée de vie du satellite.

Le système d'antennes est à simple ou double polarisation.

- 10 On désigne par canal statique un canal alloué de façon statique à un répéteur, et par canal dynamique un canal alloué de façon dynamique à un faisceau par un répéteur flexible.

 Selon une variante particulière, le système d'antennes d'émission comprend un premier sous-système d'antennes à N faisceaux, associé aux
15 répéteurs à canaux statiques et un deuxième sous-système d'antennes actives à Nf faisceaux flexibles associé aux répéteurs flexibles à canaux dynamiques. Les Nf faisceaux flexibles du deuxième sous-système d'antennes peuvent couvrir des zones géographiques similaires aux zones géographiques couvertes par les N faisceaux du premier sous-systèmes
20 d'antennes ou des zones géographiques différentes des zones géographiques couvertes par les N faisceaux du premier sous-systèmes d'antennes. Le choix des zones géographiques couvertes par Nf faisceaux flexibles du deuxième sous-système d'antennes actives peut être modifié au cours du temps.

- 25 Selon une autre variante particulière, le répéteur flexible comporte un processeur radiofréquence apte à changer le nombre et les caractéristiques fréquentielles (bande passante et fréquence centrale) des canaux de fréquence supplémentaires définis dans la couleur supplémentaire.

- 30 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit, faite à titre d'exemple non limitatif et en référence aux dessins annexés dans lesquels :

 la figure 1 déjà décrite représente schématiquement un exemple de couverture multifaisceaux (9 faisceaux) de la zone géographique
35 européenne,

les figures 2 représentent schématiquement deux exemples de plans de fréquences fixes, selon l'état de la technique, à deux polarisations, dans la bande Ka à 22 GHz (fig 2a), et dans la bande Ku à 12 GHz (fig 2b),

les figures 3 représentent schématiquement deux exemples de plans de fréquences flexibles à deux polarisations, selon l'invention, dans la bande Ka à 22 GHz (fig 3a), et dans la bande Ku à 12 GHz (fig 3b),

la figure 4 déjà décrite représente schématiquement un exemple d'architecture de charge utile d'un satellite à 9 faisceaux et à plan de fréquence fixe selon l'état de la technique et correspondant aux figures 2,

la figure 5 représente schématiquement un exemple d'architecture de charge utile d'un satellite à 9 faisceaux, à plan de fréquence flexible selon l'invention,

la figure 6 représente schématiquement un exemple de répéteur flexible selon l'invention qui comprend deux processeurs radiofréquences et deux modules d'amplification,

les figures 7 représentent schématiquement deux exemples de processeurs radiofréquences selon l'invention aptes à sélectionner les canaux supplémentaires allouables à 4 faisceaux ; la figure 7a représente schématiquement un exemple de processeur contenant quatre unités de sélection de canaux (ou sélecteur de canaux), le sélecteur de canaux utilisant des techniques et technologies micro-ondes pour le filtrage et la sélection des canaux de fréquence supplémentaires, la figure 7b représente schématiquement un processeur utilisant des techniques et technologies de traitement numérique du signal pour le filtrage et la sélection des canaux de fréquence supplémentaires,

les figures 8 représentent schématiquement deux exemples d'unités de sélection de canaux selon l'invention, un sélecteur à 6 canaux (fig 8a) et un sélecteur à 4 canaux (fig 8b),

la figure 9 représente schématiquement un exemple d'architecture de charge utile d'un satellite à 9 faisceaux, à plan de fréquence flexible et à antenne active selon l'invention,

la figure 10 représente schématiquement un exemple d'antenne active selon l'état de l'art couplée en entrée à un répéteur flexible.

D'une figure à l'autre, les mêmes éléments sont repérés par les mêmes références.

Selon l'invention on utilise M couleurs supplémentaires, avec $M \geq 1$.
Chaque couleur supplémentaire est divisée en un certain nombre de canaux
de fréquence dits supplémentaires dont le nombre peut varier d'une couleur
5 à l'autre.

Le nombre M de couleurs supplémentaires dépend du plan de
fréquence choisi, du nombre de polarisations utilisées et de l'isolation entre
faisceaux. A priori, un canal de fréquence supplémentaire dans la
polarisation P1 ne peut être alloué qu'à un faisceau de polarisation P1
10 également. De même pour la polarisation P2.

La (ou les) couleur(s) supplémentaire(s) peut (peuvent) être
définie(s) dans une bande de fréquence utilisée dans un plan de fréquence
fixe de l'état de l'art. Dans l'exemple de la figure 3a où la bande de fréquence
est centrée sur 21700 MHz, il y a deux ($M=2$) couleurs supplémentaires 4
15 mauve et orange, une par polarisation P1, P2. Chaque couleur
supplémentaire 4 comporte des canaux de fréquence qui auraient été inclus
aux couleurs rouge et bleue pour la couleur mauve, et aux couleurs verte et
jaune pour la couleur orange d'un plan de fréquence fixe de l'état de l'art.
Chaque couleur supplémentaire mauve et orange comporte 4 canaux
20 supplémentaires 2 à allouer, soit 8 en tout.

La (ou les) couleur(s) supplémentaire(s) peut (peuvent) aussi être
définie(s) dans une bande de fréquence libre, c'est-à-dire non utilisée dans
un plan de fréquence fixe de l'état de l'art comme dans l'exemple de la figure
3b où la bande comprise entre 12500 et 12750 MHz n'était pas utilisée dans
25 le plan de fréquence fixe de l'état de l'art. Dans cet exemple, chaque couleur
supplémentaire mauve et orange comporte 6 canaux supplémentaires à
allouer, soit 12 en tout.

Dans les deux exemples des figures 3, les canaux de fréquence
supplémentaires 2 ont la même bande passante que les canaux de
30 fréquence statiques 1 ce qui n'est pas nécessairement le cas.

Les canaux de fréquence supplémentaires 2 d'une couleur
supplémentaire 4 sont alloués dynamiquement (c'est-à-dire de manière
variable dans le temps) à n'importe quel faisceau existant.

Comme on peut le voir dans l'exemple de la figure 5, pour réaliser
35 cette allocation dynamique de canaux supplémentaires, le satellite selon

l'invention comprend en plus des éléments décrits en préambule, des répéteurs flexibles 35, reliés au système d'antenne de réception 10 et/ou aux récepteurs 20 via un coupleur 25 et au système d'émission 60 via le multiplexeur de sortie 50, des canaux supplémentaires étant alloués à
5 chacun des répéteurs flexibles 35 de façon dynamique, c'est-à-dire variant dans le temps. L'allocation dynamique des canaux supplémentaires est effectuée par des processeurs radiofréquences 31 comme dans l'exemple d'architecture de répéteur flexible en figure 6.

Cela permet d'allouer les canaux supplémentaires à n'importe quel
10 faisceau de manière flexible pendant la durée de vie du satellite.

Le nombre total de canaux supplémentaires qu'il est possible de mettre en service (utilisés pour diffuser des canaux de télévision) dépend de la ressource en puissance des modules d'amplification 41 compris dans les répéteurs flexibles 35.

15

Comme on peut le voir figure 6, chaque répéteur flexible comprend un processeur radiofréquence 31, qui a pour fonction entre autre de sélectionner le nombre de canaux supplémentaires alloués à un faisceau et éventuellement de contrôler le gain des canaux sélectionnés, et des
20 modules d'amplification 41.

On peut voir figure 7a un exemple d'un processeur radiofréquence 31 apte à sélectionner les canaux supplémentaires allouables à 4 faisceaux. A cette fin le processeur radiofréquence 31 de l'exemple figure 7a comprend quatre unités de sélection de canaux (ou sélecteurs de canaux) 32 faisant
25 appel à des techniques et des technologies micro-ondes.

On peut voir figures 8 deux exemples d'unités de sélection de canaux 32. La première (fig 8a) est destinée à un faisceau à 6 canaux de fréquence. Elle sélectionne 0, 2, 4 ou 6 canaux supplémentaires ; on notera que des canaux supplémentaires peuvent être pris dans deux couleurs
30 différentes de même polarisation. L'unité de sélection de canaux 32 de la figure 6a va allouer à son faisceau les canaux supplémentaires de la manière suivante. Les 6 canaux en entrée sont répartis en trois paires de canaux : ch 3 & 4, ch 1 & 2, ch 5 & 6 au moyen d'un répartiteur. Chaque paire est reliée via un interrupteur 33 au port de sortie de l'unité de sélection de canaux.

L'autre unité de sélection de canaux (fig 8b) est destinée à un faisceau à 4 canaux. Elle sélectionne 0, 2, 4 canaux de la manière suivante. Les 4 canaux en entrée sont répartis en deux paires : ch 3 & 4, ch 1 & 2, au moyen d'un répartiteur. Chaque paire est reliée via un interrupteur 33 au port
5 de sortie de l'unité de sélection de canaux.

L'allocation présentée dans ces exemples est une allocation par paire de canaux ; bien sûr on peut prévoir une allocation par canal, ou par triplet de canaux, etc.

On peut voir figure 7b un autre exemple de processeur 31 apte à
10 sélectionner les canaux supplémentaires allouables à 4 faisceaux. A cette fin le processeur radiofréquence 31 de l'exemple figure 7a comprend des unités de changement de fréquence 37 de type abaisseur de fréquence (DOCON pour DOWnCONverter en anglais) en entrée et de type éleveur de fréquence (UPCON pour UPCONverter en anglais) en sortie, et une unité de traitement
15 numérique du signal 36, appelée Processeur Numérique Transparent (PNT). Le PNT effectue le filtrage et la sélection des canaux de fréquence supplémentaires. Dans ce mode de réalisation du processeur radiofréquence 31, il est possible de changer le nombre et les caractéristiques fréquentielles (bande passante et fréquence centrale) des canaux de fréquence
20 supplémentaires définis dans la couleur supplémentaire.

Dans un souci de réduction de l'encombrement, de la masse et du coût de la charge utile, plusieurs répéteurs flexibles voire tous, partagent des modules d'amplification 41 communs aux faisceaux concernés par cette allocation de canaux supplémentaires ; cela permet aussi d'optimiser
25 (réduire) la consommation électrique du fait qu'il est possible d'échanger la puissance entre canaux et entre faisceaux.

Selon un premier mode de réalisation, ces modules d'amplification 41 communs sont un amplificateur multiport MPA (« MultiPort Amplifier » en anglais) qui comprend plusieurs amplificateurs en parallèle amplifiant chacun
30 le même signal d'entrée ; de cette façon, chaque amplificateur n'est pas dédié à un canal ou un faisceau spécifique. Dans l'exemple de la figure 6, il y a deux amplificateurs multiport ou MPA, pour les 9 répéteurs flexibles supplémentaires, l'un commun aux 5 répéteurs flexibles respectivement attribués aux faisceaux B1, B2, B3, R1, R2 de polarisation P1, l'autre

commun aux 4 répéteurs flexibles respectivement attribués aux faisceaux V1, V2, J1, J2 de polarisation P2.

Ces modules d'amplification 41 sont reliés aux N multiplexeurs de sortie OMUX (un par répéteur) ; $N=4+5$ dans notre exemple.

5

Selon un autre mode de réalisation décrit en relation avec les figures 9 et 10, le système d'antennes d'émission comporte un premier sous-système d'antennes passives 61 à N faisceaux, associé aux répéteurs à canaux statiques et un deuxième sous-système d'antennes actives 65 à Nf faisceaux programmables, associé aux répéteurs flexibles 35 à canaux dynamiques. Les processeurs radiofréquences 31 qui comprennent en autres les unités de sélection de canaux 32 sont reliés à une antenne active 65 qui regroupe pour les canaux supplémentaires alloués, les fonctions d'amplification, de multiplexage et d'émission vers Nf zones géographiques adressables. Ces zones géographiques peuvent être les mêmes que les zones géographiques couvertes par les faisceaux du premier sous-système d'antennes passives 61. Mais elles peuvent être aussi de nouvelles zones géographiques : par exemple un faisceau illuminant uniquement la Roumanie, ou un faisceau illuminant à la fois la France et la péninsule Ibérique (V1+B1 de l'exemple de la figure 1).

10
15
20

On voit sur l'exemple de la figure 10 que l'antenne active 65 peut être par exemple réalisée à base d'un réseau formateur de faisceaux (RFF) 66 à Nf entrées et P sorties, de P amplificateurs 41, et d'un aérien 67 de type réseau de P sources.

REVENDEICATIONS

1. Satellite de radiodiffusion de télévision qui comprend :

- un système d'antennes de réception (10) à N faisceaux distincts chaque faisceau étant associé à une bande de fréquence ou couleur (3) divisée en canaux de fréquence (1),
5 à une polarisation et illuminant une zone géographique distincte, et selon un plan de réutilisation des fréquences,
- un répéteur (30, 40) par faisceau, relié en entrée au système d'antenne de réception, soit N répéteurs, des canaux de fréquence (1) étant alloués de façon statique à chaque
10 répéteur,
- un système d'antennes d'émission (60) à N faisceaux distincts, relié en entrée aux répéteurs,

caractérisé en ce que M bandes de fréquence ou couleurs supplémentaires (4) respectivement divisées en canaux de fréquence supplémentaires (2) étant définies, avec $M \geq 1$, il comprend des
15 répéteurs flexibles (35), un par couleur supplémentaire, reliés au système d'antenne de réception (10) et au système d'antenne d'émission (60), chaque répéteur flexible comportant un processeur radiofréquence (31) apte à filtrer et sélectionner des canaux de
20 fréquence supplémentaires (2) pour allouer dynamiquement à un faisceau au moins un canal supplémentaire, et un ou plusieurs modules d'amplification (41) apte à amplifier des canaux de fréquence supplémentaires (2), chaque module étant commun à au moins deux canaux supplémentaires.

25

2. Satellite de diffusion de télévision selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le système d'antennes (10, 60) est à simple ou à double polarisation.

30

3. Satellite de diffusion de télévision selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le système d'antennes d'émission (60) comprend un premier sous-système d'antennes passives (61) à N faisceaux, associé aux répéteurs (30, 40) à canaux statiques et un

deuxième sous-système d'antennes actives (65) à Nf faisceaux associé aux répéteurs flexibles (35) à canaux dynamiques.

- 5
4. Satellite de diffusion de télévision selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le répéteur flexible comprend des unités de changement de fréquence (37) et un processeur numérique transparent (36) apte à filtrer et sélectionner des canaux de fréquence supplémentaires (2) pour allouer dynamiquement à un faisceau au moins un canal de fréquence supplémentaire.
- 10
5. Satellite de diffusion de télévision selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que M est déterminé en fonction du plan de réutilisation des fréquences, et/ou de la polarisation et/ou de l'isolation entre faisceaux.
- 15
6. Satellite de diffusion de télévision selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque canal supplémentaire (2) présentant une bande passante et une fréquence centrale définies dans une bande de fréquence ou couleur supplémentaire (4), le processeur radiofréquence (31) est apte à modifier cette bande passante et cette fréquence centrale.
- 20

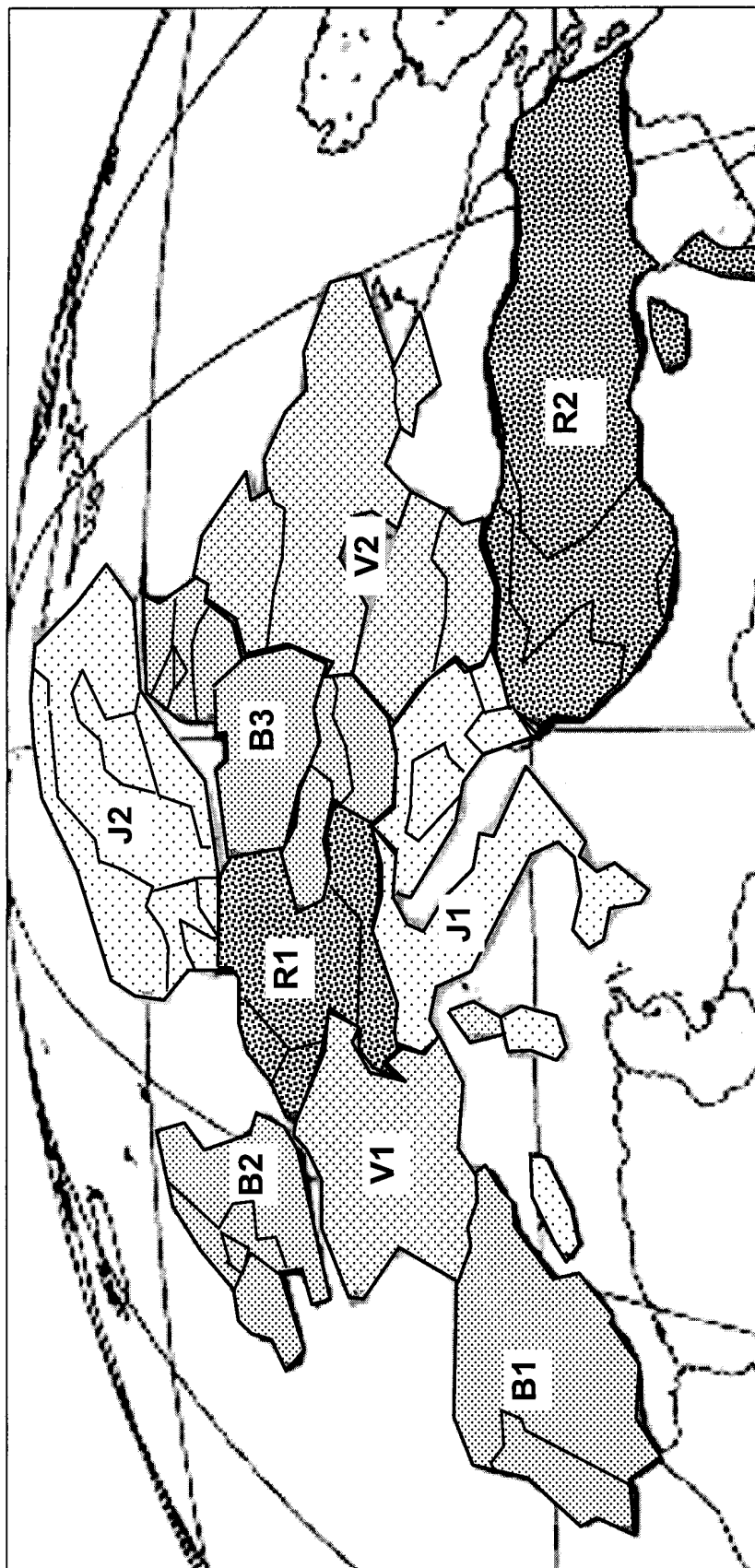


FIG.1

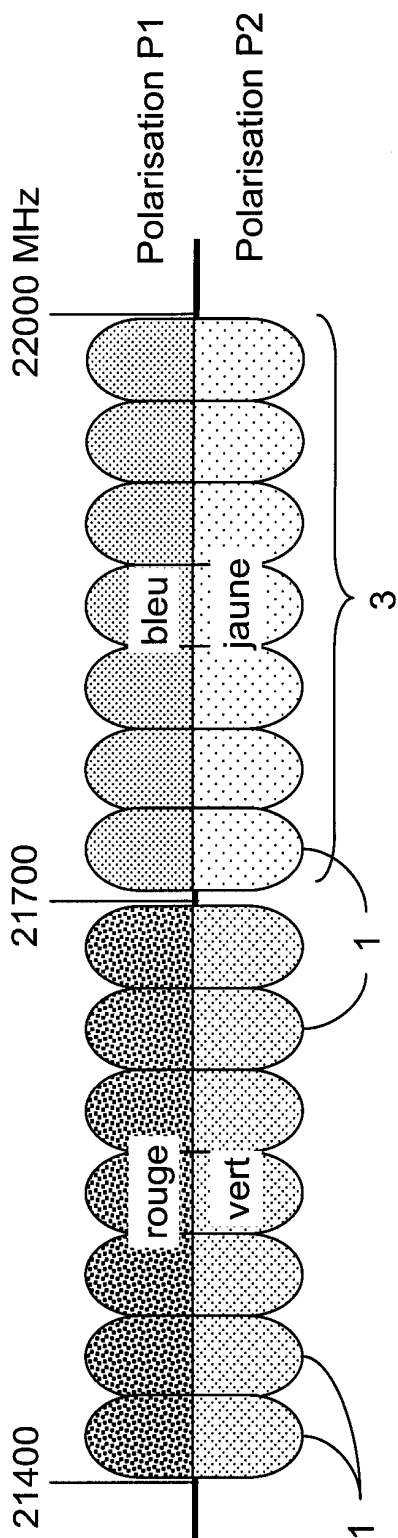


FIG.2a

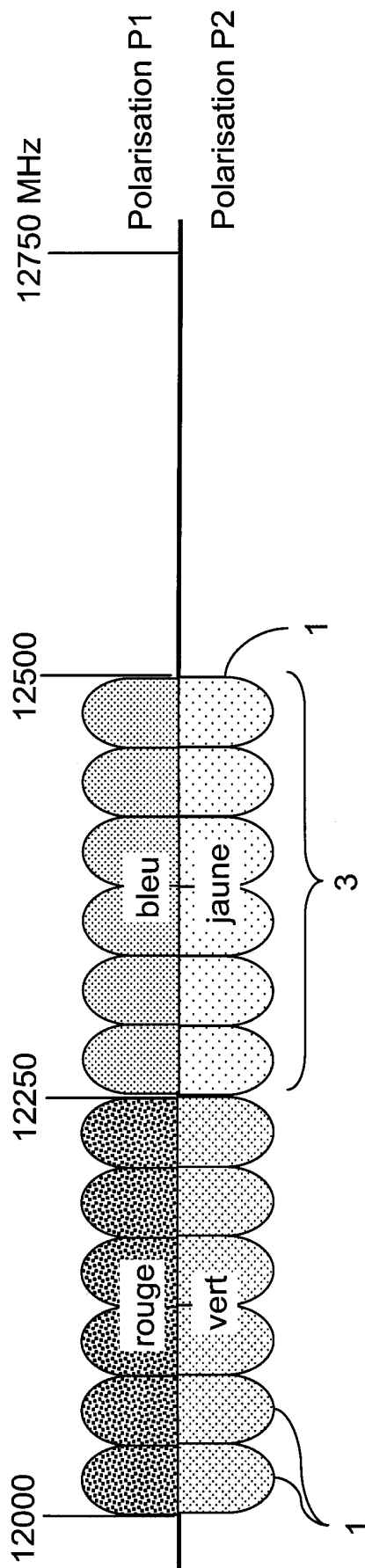


FIG.2b

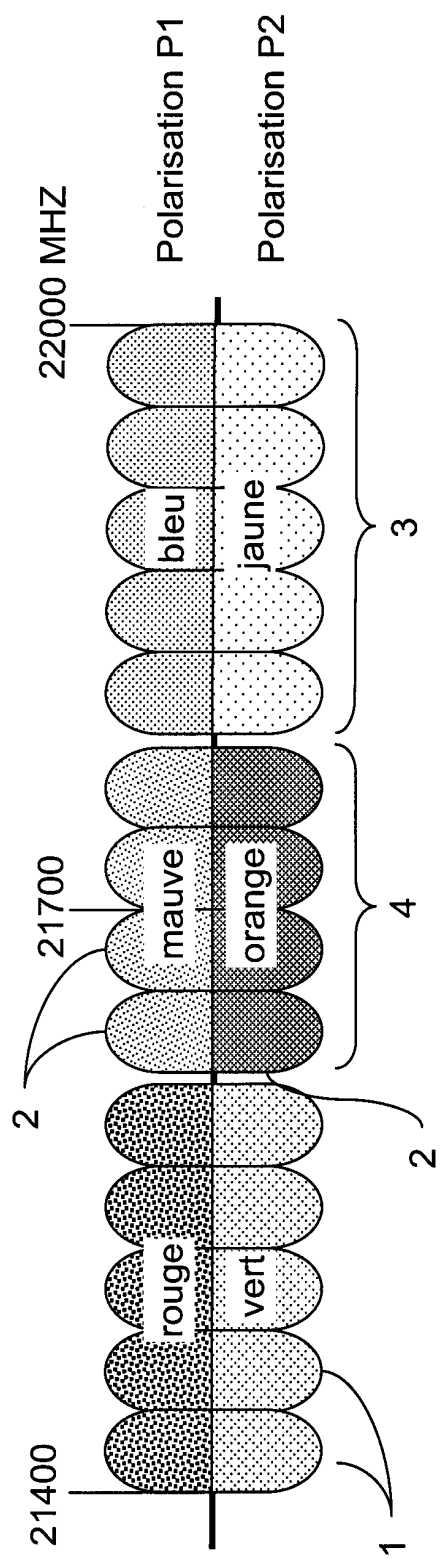


FIG.3a

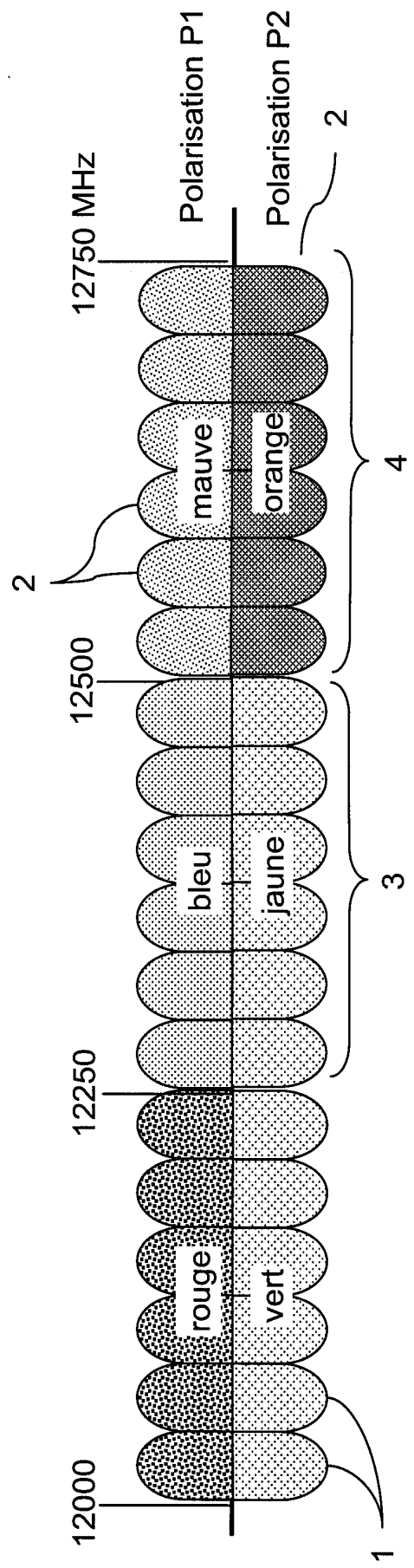


FIG.3b

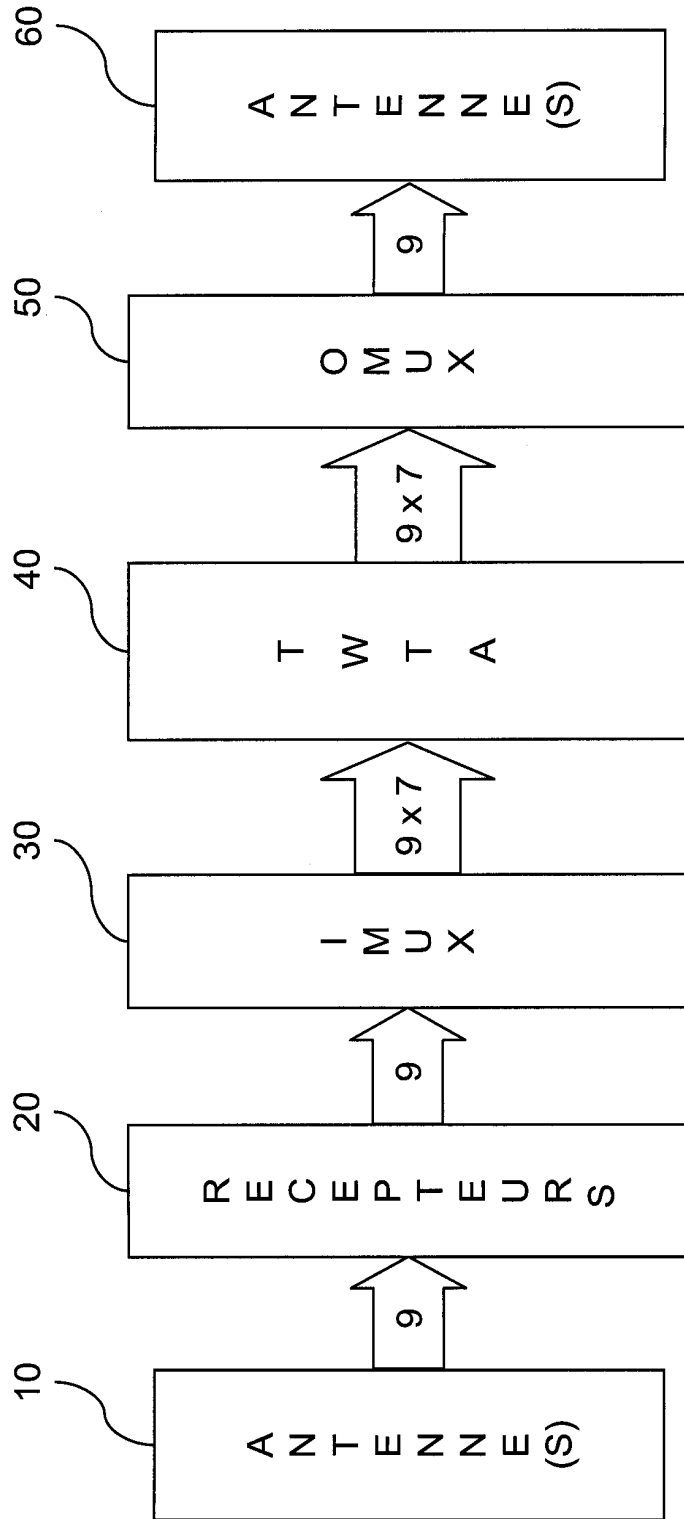
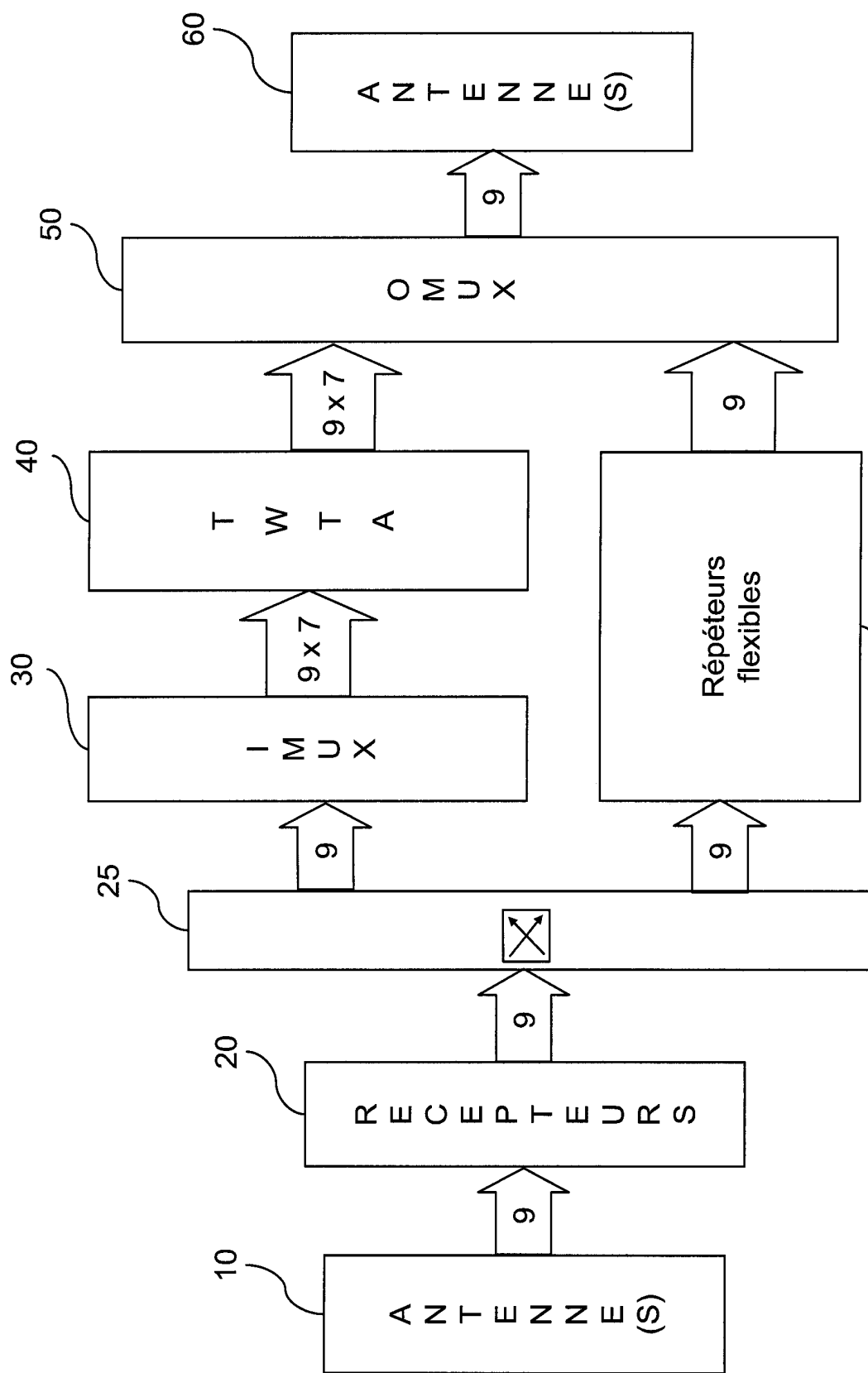


FIG.4



35 FIG.5

6/10

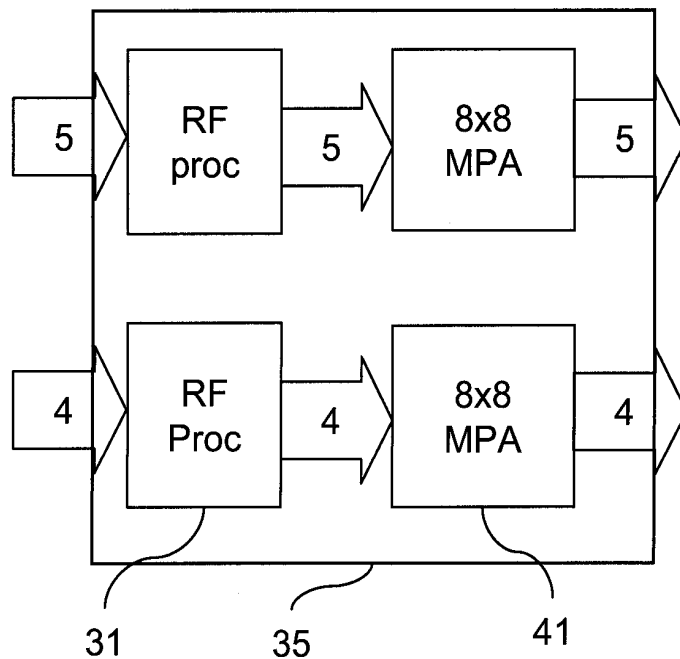


FIG. 6

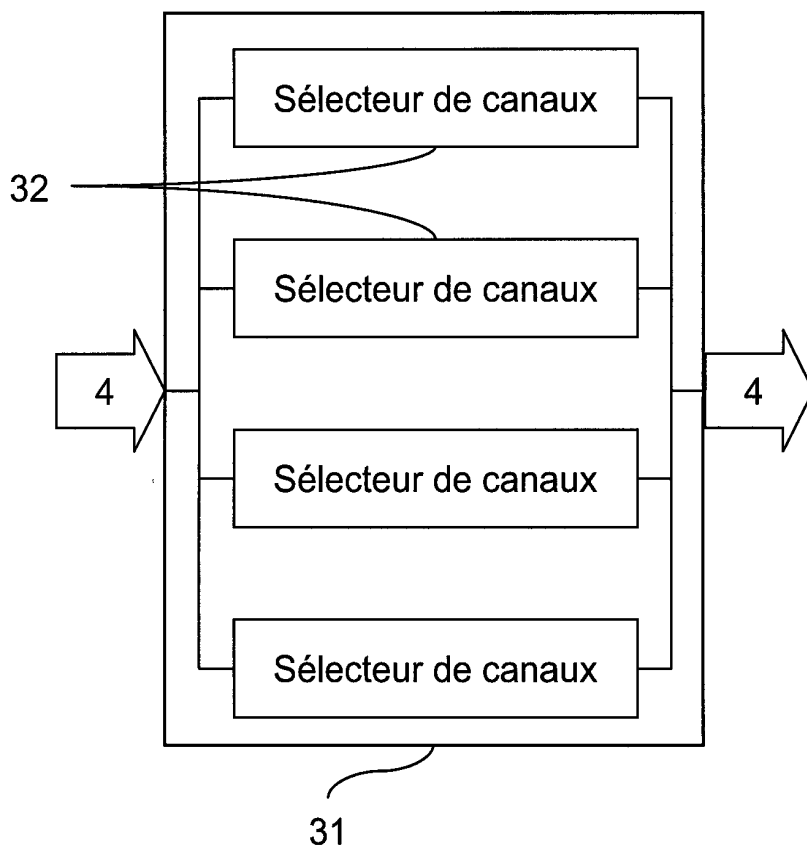


FIG. 7a

7/10

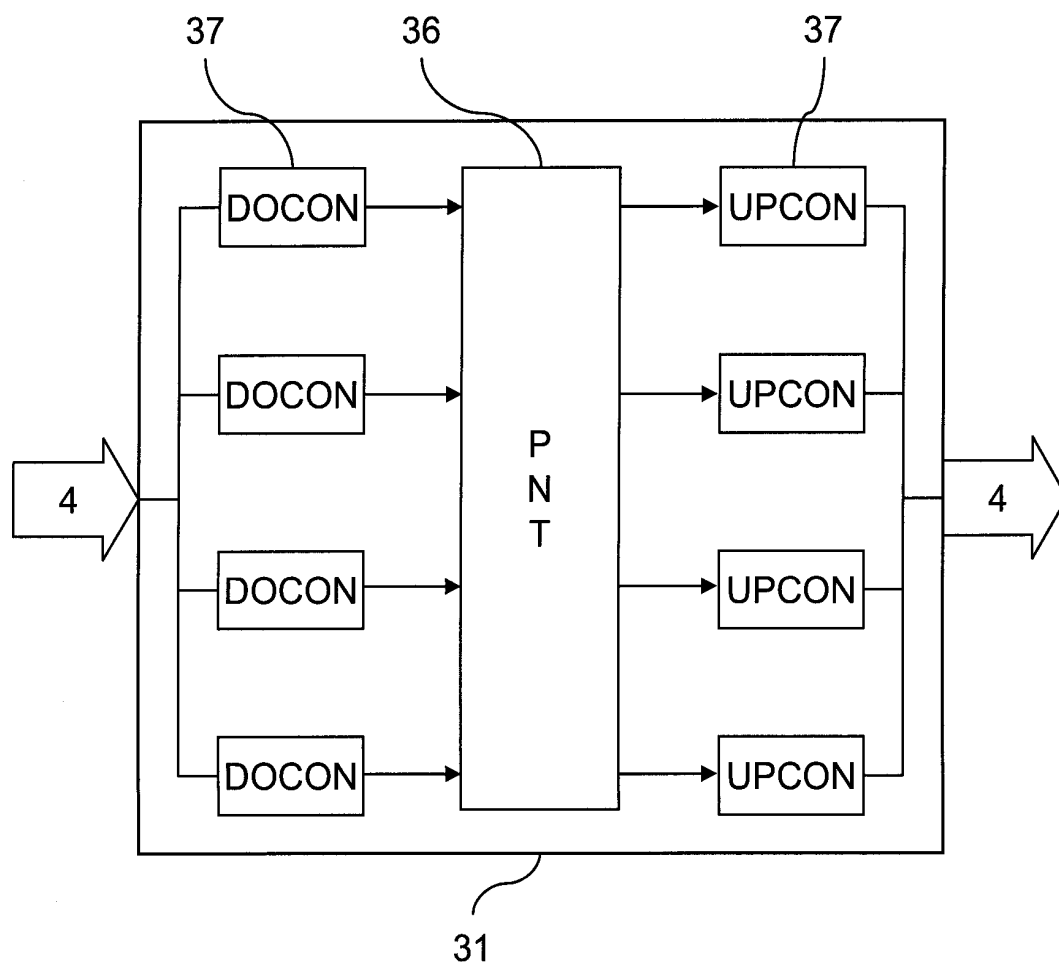


FIG.7b

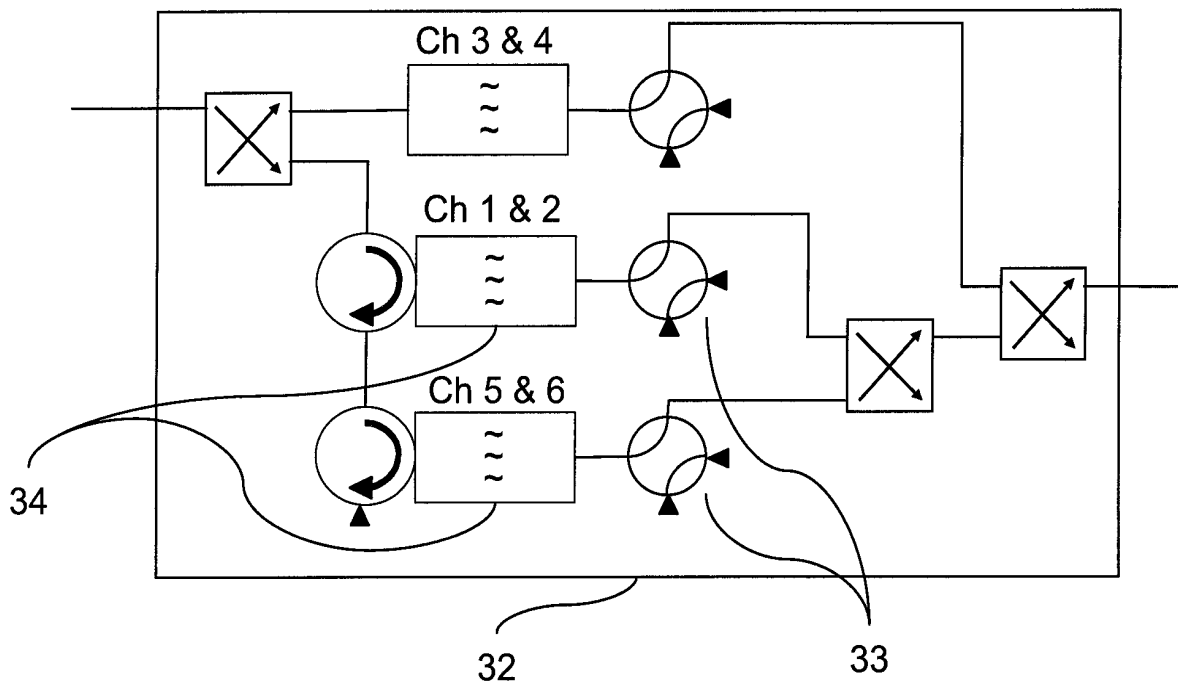


FIG.8a

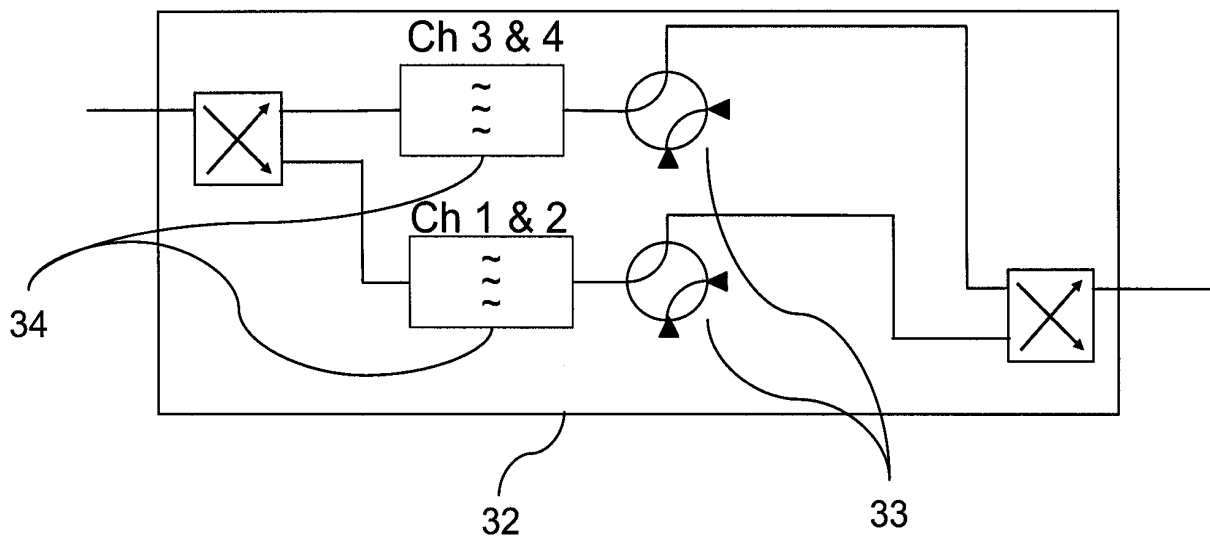


FIG.8b

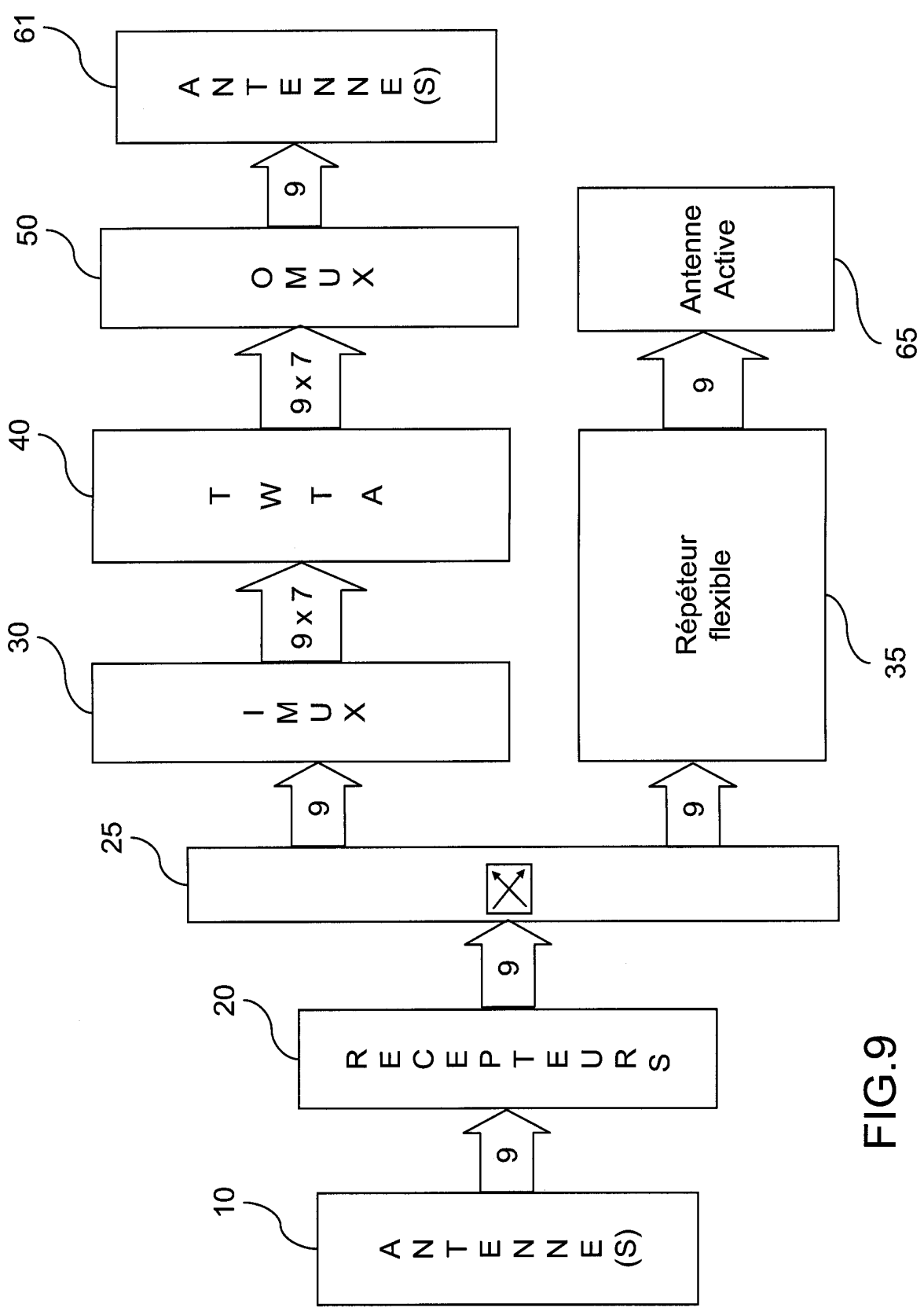


FIG.9

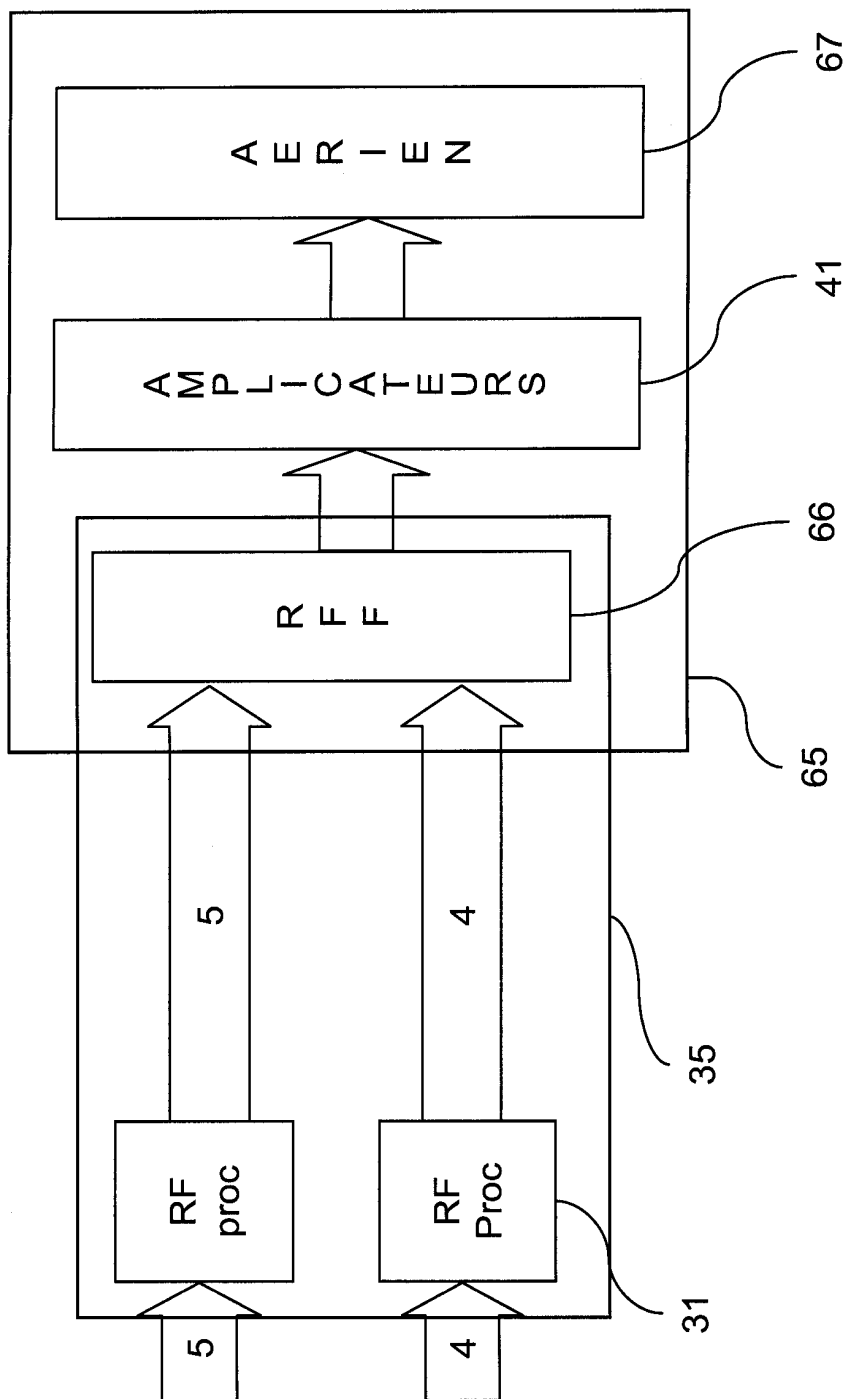


FIG.10



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 749375
FR 1005003

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	EP 1 328 076 A2 (TRW INC [US] NORTHROP GRUMMAN CORP [US]) 16 juillet 2003 (2003-07-16) * alinéas [0018] - [0023] * * figures 1-3 *	1-6	H04B7/185 H04B7/204
A	US 6 456 824 B1 (BUTTE ERIC G [US] ET AL) 24 septembre 2002 (2002-09-24) * colonne 8, ligne 8 - ligne 36 * * figure 1B *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) H04B
A	US 2004/224633 A1 (COROMINA FRANCESC [NL] ET AL) 11 novembre 2004 (2004-11-11) * abrégé * * figures 1,2 *	1	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
20 juillet 2011		Bodin, Carl-Magnus	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14) 2

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1005003 FA 749375**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **20-07-2011**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1328076	A2	16-07-2003	JP 2003249884 A	05-09-2003
			US 2003134592 A1	17-07-2003

US 6456824	B1	24-09-2002	FR 2783378 A1	17-03-2000
			IT RM990564 A1	12-03-2001
			JP 2000151493 A	30-05-2000

US 2004224633	A1	11-11-2004	AUCUN	
